دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

ارزیابی دو شیوه تنک‌کردن در جنگل‌کاری بلندمازو بر اساس تعیین بوم‌شناختی (مطالعه موردی: منطقه نکا، استان مازندران)

شیرزاد محمدنژاد کیاسری[۱]، خسرو ثاقب طالبی[۲] و کامبیز اسپهبدی[۳]

۱- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران،
(نویسنده مسوول: Ms.mohammadnezhadk@gmail.com)
۲- دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳- دانشیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۳
صفحه: ۵۴ تا ۶۵

چکیده

در این تحقیق روش‌های مختلف تنک‌کردن سوییسی (تنک‌کردن از بالا با انتخاب مثبت) و دانمارکی (تنک‌کردن مخلوط) در یک جنگل‌کاری ۲۰ ساله بلندمازو در منطقه پایین‌بند نکا از استان مازندران مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه در قالب بلوک‌های کامل تصادفی، با سه تکرار و سه تیمار در نه کرت انجام شد. اطلاعات کمی و کیفی درختان با آماربرداری صد در صد در هر قطعه انجام پذیرفت. به‌منظور تنوع گونه‌ای گیاهان در هر کرت سه ریز قطعه نمونه ٤٩ مترمربعی به‌صورت منظم تصادفی انتخاب شد. سپس با شناسایی کلیه گونه‌های گیاهی مقدار تاج پوشش هر یک از آن‌ها تعیین و زادآوری طبیعی آن سطح محاسبه شد. نمونه‌برداری تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی نیز از عمق صفر تا ده سانتی‌متری مرکز هر ریز قطعه‌نمونه صورت گرفت. آماربرداری در سال‌های ۱۳۹۱ (پیش از انجام عملیات تنک‌کردن) و سال ۱۳۹۵ (پنج سال پس از تنک‌کردن) انجام شد. نتایج ارزیابی کمی و کیفی درختان نشان داد که متوسط قطر برابر سینه، متوسط فراوانی کیفیت درختان و متوسط زادآوری طبیعی درختان در تیمارهای تنک‌شده بیشتر از تیمار شاهد بوده و تاثیر مثبت شیوه تنک‌کردن دانمارکی بیشتر از شیوه سوییسی شد. متوسط افزایش تنوع گونه‌ای گیاهان عرصه شاهد در طول پنج سال بالاتر از تیمارهای تنک‌شده شد. با این حال شرایط تیمار دانمارکی مناسب‌تر از تیمار سوییسی بود. از سوی دیگر به لحاظ تنوع گونه‌ای بی‌مهرگان خاکزی، شیوه سوییسی شرایط مناسب‌تری نسبت به شیوه دانمارکی داشت. در مجموع این تحقیق نشان داد در عرصه‌های جنگل‌کاری انجام عملیات تنک‌کردن ملایم با شیوه دانمارکی مناسب‌تر از شیوه سوییسی است.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌کاری، تنک‌کردن، تنوع بی‌مهرگان خاکزی، تنوع گونه‌ای گیاهان، مازندران

مقدمه

عملیات جنگل‌کاری با بهبود شرایط ریزاقلیم (۵)، ایجاد بستر مناسب برای بذرهای پراکنده و تقویت تجدید حیات رستنی‌های چوبی، روند توالی جنگل‌های طبیعی را سرعت می‌بخشد (۶). همچنین فعالیت‌های جنگل‌کاری نقش مهمی را در احیاء جنگل‌های تخریب شده عهده‌دار بوده (۷،۱۵) و قادرند به عنوان حافظ تنوع زیستی عمل نمایند (۱۱). البته انجام جنگل‌کاری با گونه‌های نامناسب و یا عدم اجرای فعالیت‌های پرورشی در عرصه‌های جنگل‌کاری می‌تواند تاثیراتی منفی بر کمیت و کیفیت درختان عرصه و میزان تنوع زیستی داشته باشد به شکلی که استفاده از سوزنی‌برگان ناسازگار در جنگل‌های پهن‌برگ می‌تواند موجب کاهش میزان تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی شود (۲۱). 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 افزیش تنوع گونه‌ای گیاهان را موجب می‌شود (۲۰).

نتایج تحقیقات مختلف تاثیر مثبت انجام عملیات تنک‌کردن را در عرصه‌های جنگلی به اثبات رسانده است (۸،۳۰،۲۹،۱۳). جنگل طبیعی از آشکوب‌های بالا، میانی و پایین تشکیل می‌شود. روش تلفیقی تنک‌کردن که منجر به برداشت از آشکوب‌های بالا و پایین می‌شود به‌عنوان روش دانمارکی مشهور است. البته عملیات تنک‌کردن به طریق مخلوط با قواعد زیستی مطابقت داشته و از کلیه اجزای تولیدکننده یعنی هوا و زمین به نفع درختان نخبه استفاده می‌کند. در اجرای این شیوه درک کامل شرایط بوم‌شناختی توده اهمیت دارد و در صورت عدم دقت و قطع درختان از آشکوب‌های مختلف ممکن است به ضعف پوشش توده منجر شود (۲۲). شایان ذکر است درختان آشکوب بالا، آینده توده جنگلی را از نظر کمیت و کیفیت تعیین می‌کند و توده مغلوب نیز بیشتر جنبه خدماتی برای اصلاح کیفیت آشکوب بالا را دارد. در همین راستا در روش سوییسی گزینش مثبت و از آشکوب بالا صورت می‌پذیرد. استفاده از شیوه سوییسی جدای از تولید مناسب اقتصادی کمترین دخالت را بر روی ساختار توده داشته و اجرای آن نیز برای کارشناسان با کمترین ریسک همراه است (۲۷،۱۷).

بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.) یکی از مهم‌ترین و گسترده‌ترین گونه‌های رویش یافته در منطقه هیرکانی است. 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 ولی با توجه به شرایط ژئومرفولوژی، اقلیم و خاک، دامنه‌های گرم و آفتابی را ترجیح می‌دهد (۲۷). ابعاد این گونه به لحاظ ارتفاعی تا ۴۰ متر و قطر برابر سینه آن تا سه متر می‌رسد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-01-31]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.3.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.13.54]

گونه بلندمازو دارای ریشه‌های عمیق بوده و خواهان خاک‌های شنی آهکی است (۱۸).

ارزیابی توان بوم‌شناختی می‌تواند با شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی و جانوری، منحنی‌های شاخص رویشگاه، رویش خاک و شکل زمین، رشد بین گروهی، گیاهان شاخص، تجزیه برگ و لاشبرگ، زادآوری و نقشه‌سازی با نرم‌افزارهای متنوع انجام گیرد (۱۳،۲). درک مفاهیم تنوع‌زیستی و کاربرد آن برای کارشناسان و مدیران منابع طبیعی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (۲۴). مدیریت بهینه عرصه‌های منابع طبیعی مستلزم ارزیابی توان بوم‌شناختی رویشگاه است و استفاده از شاخص‌های زادآوری طبیعی، تنوع گونه‌ای گیاهان و تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی از شیوه‌های مهم ارزیابی توان بوم‌شناختی محسوب می‌شود (۲۶،۲۵). 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 موجب می‌شود (۲۰). همچنین در بستر خاک جنگل‌ها، درشت‌موجودات و بی‌مهرگان خاک‌زی بی‌شماری وجود دارد که از لاشبرگ‌ها تغذیه نموده و آنها را به ابعاد کوچک‌تری که مورد نیاز ریزموجودات است، تبدیل می‌کنند (۲۵،۴).

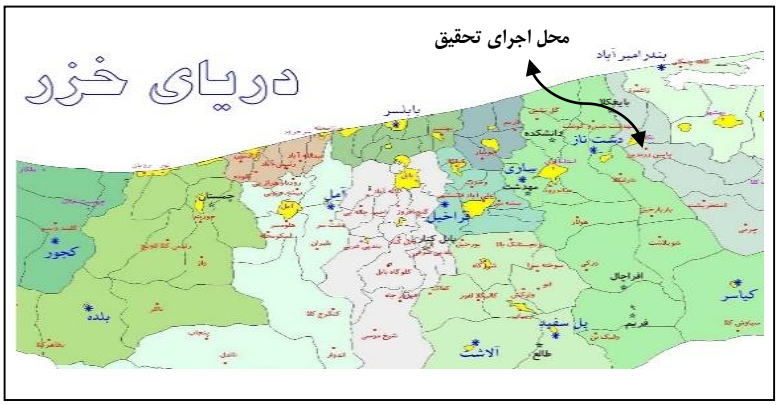
بی‌مهرگان خاکزی از اجزای با اهمیت خاک بوده که در تجزیه مواد آلی، تقویت چرخه عناصر غذایی و افزایش رویش گیاهان نقش با اهمیتی دارد (۲۸،۳). در مجموع این موجودات خاکزی عامل بسیار مهمی در ارتباط با تعیین میزان کیفیت خاک و عملکردهای بوم‌سازگان است (۲۷،۲۱).

هدف اصلی این تحقیق تعیین تاثیر تنک‌کردن و همچنین تعریف مناسب‌ترین شیوه تنک‌کردن در سطح جنگل‌کاری بلندمازو در مناطق پایین‌بند استان مازندران است. فرضیه اصلی این تحقیق نیز آن است که با استفاده از دو شیوه تنک‌کردن تلفیقی (دانمارکی) و همچنین تنک‌کردن با انتخاب مثبت در آشکوب بالا (روش سوییسی) تاثیرات متفاوتی را بر روی توده‌های جنگل‌کاری شاهد خواهیم بود به‌شکلی که توده‌های جنگل‌کاری پس از انجام دو روش تنک‌کردن به لحاظ ویژگی‌های کمی و کیفی درختان، تنوع پوشش گیاهی و تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی اختلافات معنی‌داری خواهند داشت. بدیهی است نتایج ارائه شده در این تحقیق جدای از ارائه تصویری واضح از شرایط موجود در تیمارهای جنگل‌کاری منطقه، دانشجویان، کارشناسان بخش‌های اجرایی و محققان تحقیقاتی را با مناسب‌ترین شیوه تنک‌کردن در سطح جنگل‌کاری‌ها آشنا می‌سازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در مناطق پایین‌بند شرق مازندران، بخش دو نکا چوب در حوضه آبخیز ۷۵ از جنگل‌های شمال کشور در منطقه قرمرض نکا انجام شده است. تیمار 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 دریا است. جهت دامنه جنوب تا جنوب غربی و تیپ خاک از نوع قهوه‌ای پسدوگلی تا قرمز پدزولیک می‌باشد. بافت نسبتاً تا کاملاً سنگین (رسی تا رسی‌لومی)، واکنش شیمیایی خاک اسیدی تا خنثی (۷/۱-۶/۳) و مواد خنثی شونده ۱/۵ تا سه، عمق بسیار زیاد، ریشه دوانی متوسط و میزان نفوذپذیری آن متوسط تا ضعیف است (شکل ۱).



شکل ۱- محل اجرای تحقیق در جنگل‌های پایین‌بند نکا- مازندران
Figure 1. Location of research in the low forest of Neka-Mazandaran

بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی چلمردی (نکا) و در یک دوره ۱۴ ساله (۱۳۸۳- ۱۳۹۳) متوسط کمینه دمای سالانه ۹/۵ و متوسط بیشینه دمای سالانه ۲۱/۳ و متوسط دمای سالانه ۱۵/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. متوسط بارش سالانه ۶۱۸/۱ میلی‌متر است که متوسط بارندگی در ماه آبان با ۷۵/۶ میلی‌متر دارای بیشترین میزان بارندگی و ماه خرداد با ۲۳/۱ میلی‌متر دارای کمترین میزان بارندگی است. با توجه به اقلیم‌نمای آمبرژه و با مقدار عددی ۴۷/۹، اقلیم منطقه نیمه مرطوب سرد بوده و بر اساس اقلیم‌نمای دومارتن نیز با مقدار عددی ۲۴/۷ از نوع نیمه‌مرطوب می‌باشد. بر اساس نمایش منحنی آمبروترمیک ماه‌های خشک از اوایل خرداد ماه تا اواسط شهریور ماه است (۹).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-01-31]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.3.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.13.54]

روش تحقیق

در انجام این تحقیق با جنگل‌گردشی ابتدا نسبت به انتخاب عرصه دو هکتاری که معرف وضعیت کلی جنگل‌کاری بلندمازو ۲۰ ساله بود، اقدام شد. فاصله کاشت اولیه این جنگل‌کاری‌ها برابر با ۲ × ۲ متر بوده است. سپس با استفاده از طرح آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در جهت شیب ملایم دامنه، سه بلوک (تکرار) انتخاب شد. در مرحله بعد در هر بلوک سه تیمار به روش تصادفی تعیین شد که در مجموع شامل نُه قطعه نمونه ۲۰۰۰ مترمربعی (۴۰ × ۵۰ متر) به فاصله ۱۵ متر از یکدیگر شد و با احتساب سه ریز قطعه نمونه در هر قطعه در مجموع شامل ۲۷ ریز قطعه نمونه شد. تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق شامل الف- تیمار شاهد، ب- تیمار برای انجام تنک‌کردن از بالا با انتخاب مثبت و ج- تیمار به‌منظور انجام تنک‌کردن مخلوط بود. وضعیت کمی و کیفی درختان با استفاده از آماربرداری صد در صد انجام شد. به‌دلیل ۲۰ ساله بودن توده‌های جنگل‌کاری، آماربرداری کلیه گونه‌های درختی با قطر برابر سینه بیشتر از ۲/۵ سانتی‌متر انجام پذیرفت. عملیات آماربرداری در ابتدای شروع طرح تحقیقاتی پنج ساله، پیش از انجام عملیات تنک‌کردن و همچنین در پنجمین سال پس از عملیات تنک‌کردن تکرار شد. متغیرهای مورد اندازه‌گیری هر درخت شامل قطر برابرسینه، ارتفاع و کیفیت درخت بود. امتیازدهی طبقات کیفی درختان نیز براساس مولفه‌های دو تنه و یا چند تنه بودن، راست بودن تنه درختان، چنگالی‌شدن درختان، وضعیت هرس طبیعی، سلامت درختان از نظر آفات و بیماری‌ها و صدمات جوی، وضعیت فرم تاج از نظر قرینه بودن، انبوهی و ابعاد تاج صورت گرفت و در مجموع بر اساس متغیرهای فوق به مؤلفه شادابی هر درخت نمره صفر تا ۱۰۰ به شرح زیر داده شد (۱۳):

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

مساحت ریز قطعه نمونه‌های بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان به روش پلات‌های حلزونی و به کمک منحنی گونه به سطح که برای تعیین مساحت ریزقطعه نمونه است، برابر با ۴۹ مترمربع (۷ در ۷ متر) به دست آمد (۱۳). در مرحله بعد نسبت به تعیین سه ریزقطعه نمونه به روش سیستماتیک تصادفی در سطح هر یک از قطعه نمونه‌های ۲۰۰۰ مترمربعی اقدام شد. لازم به توضیح است در سطح ریزقطعه نمونه‌ها ضمن شناسایی گونه‌ها، فراوانی گونه به همراه تاج پوشش هر یک از آن‌ها تعیین شد (۲۱).

برای مطالعه بی‌مهرگان خاک‌زی گروه‌های خرده‌ریز شامل کرم‌های خاکی، پادمان، هزارپایان، کنه‌ها، خرخاکی‌ها، پروتورا (بی‌شاخکان)، سیمفیلا (کوتوله‌پایان)، دیپلورا (دم‌چنگالان)، حشرات و لارو حشرات و شکارچیانی که از این ریزه‌خواران تغذیه می‌کنند شامل صدپایان، شبه‌عقرب‌ها، عنکبوت‌ها و پادرازان با عنوان بی‌مهرگان خاک‌زی مورد مطالعه قرار گرفت. مشابه دیگر متغیرهای مورد بررسی این تحقیق، اندازه‌گیری‌ها در طول فصل تابستان سال‌های اول و پنجم اجرای طرح انجام شد. تعداد این نمونه‌ها مشابه برداشت‌های تنوع گونه‌ای گیاهان در سال اول برابر با ۵۱ نمونه و در مجموع با احتساب بررسی سال آخر برابر با ۱۰۲ نمونه شده است. هر نمونه خاک به صورت استوانه‌ای با سطح مقطع ۸۱ سانتی‌متر مربع بوده که از سطح لایه آلی تا عمق ده سانتی‌متر خاک معدنی را شامل شد. جداسازی بی‌مهرگان خاک‌زی از نمونه‌ها توسط قیف برلیزی انجام و بی‌مهرگان پس از جداسازی در محلول الکل اتلیک به همراه پنج درصد گلیسرول، نگهداری و سپس بااستفاده از کلید طبقه‌بندی و لوپ دو چشمی شناسایی و شمارش شد (۲۵،۲۱،۴).

در این تحقیق عملیات تنک‌کردن بر اساس شدت آماربرداری تعیین شد به‌شکلی که انجام عملیات تنک کردن با شدت سبک ۱۸ درصد سطح مقطع و بر اساس اطلاعات آماربرداری صد در صد مرحله اولیه طرح تحقیقاتی و در زمستان ۱۳۹۱ صورت پذیرفت. لازم به یادآوری است انجام تیمار سوییسی با انتخاب درختان نخبه و حذف مزاحم‌ترین این درختان منتخب یعنی تنک‌کردن از بالا و با انتخاب مثبت انجام شد. در شیوه مخلوط یا دانمارکی نیز اجرای عملیات تنک‌کردن در آشکوب‌های مختلف و با حذف درختان مزاحم در هر یک از آن‌ها اجرا شد (۳۰،۲۷،۱۶).

تنوع گونه‌ای گیاهان بر اساس میزان تاج‌پوشش طبقه‌بندی وان درمال (جدول ۱) و در ارتباط با تنوع بی‌مهرگان خاکزی از میزان درصد فراوانی گروه‌های مختلف و از جدول وان درمال استفاده شد (۱۸). برآورد تنوع‌زیستی با شاخص‌های شانون- واینر و سیمسون انجام شد. مقادیر متوسط متغیرهای غنا و یکنواختی نیز به‌ترتیب با شاخص‌های مارگالف و هیپ به‌دست آمد. لازم به یادآوری است تعیین میزان تنوع نیز با استفاده از نرم‌افزار Past 3.20 صورت گرفت (۲۰).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-01-31]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.3.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.13.54]

جدول ۱- طبقات پوششی براساس طبقه‌بندی وان درمال

Table 1. Plant cover according to Wandermal classification

طبقات پوششی	درصد پوشش
۱	کمتر از ۰/۵
۲	۰/۵ تا ۱
۳	۱ تا ۲/۵
۴	۲/۵ تا ۵
۵	۵ تا ۱۲/۵
۶	۱۲/۵ تا ۲۵
۷	۲۵ تا ۵۰
۸	۵۰ تا ۷۵
۹	۷۵ تا ۱۰۰

تجزیه و تحلیل میانگین آماره‌های کمی در این تحقیق با استفاده از طرح آزمایش بلوک‌های کامل تصادفی صورت گرفت و مقایسات در بین آماره‌های مربوط به تیمارهای اندازه‌گیری شده نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۹۵ درصد به‌انجام رسید. البته در هر مرحله از تجزیه و تحلیل، فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و بررسی همگنی واریانس‌ها نیز با استفاده از آزمون لِوِن تایید شد. همچنین در ارتباط با مقایسه آماره‌های کمی اندازه‌گیری شده در بین دو سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۵ از آزمون تی‌تست مستقل استفاده شد.

تجزیه و تحلیل کیفی درختان نیز در دو مرحله انجام پذیرفت. در مرحله ابتدایی با استفاده از آزمون کای اسکوئر دو بعدی تفاوت درصد فراوانی درختان در طبقات مختلف و در ارتباط با تیمارهای مورد بررسی آزمون شد. در مرحله دوم و برای هر تیمار با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف وضعیت کیفی درختان در طول دوره بررسی شد. لازم به یادآوری است محاسبات آماری با نرم‌افزار SPSS 18 صورت پذیرفت (۲۵،۱۸).

نتایج و بحث

بررسی وضعیت کمی و کیفی و زادآوری طبیعی

ارزیابی توان بوم‌شناختی به‌معنای ارزیابی توان بالقوه سرزمین و استفاده بهینه از آن است (۱۲،۳۲). اجرای توسعه بدون توجه به توان بوم‌شناختی منجر به مشکلات زیست محیطی شده که به‌تبع خود معظلات اقتصادی و اجتماعی را در پی خواهد داشت (۱۰). در این تحقیق برای ارزیابی بوم‌شناختی مناسب‌ترین شیوه تنک‌کردن، جدای از آماره‌های کمی و کیفی توده از تنوع گونه‌ای گیاهان و تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی استفاده شد.

بررسی میانگین متغیرهای کمی جنگل‌کاری بلوط در سه تیمار شاهد، تیمار تنک‌کردن تلفیقی (روش دانمارکی) و تیمار تنک‌کردن با انتخاب مثبت از بالا (روش سوییسی) در سال ۱۳۹۵ نشان داد به غیر از متوسط فراوانی درختان بلندمازو، اختلاف دیگر متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نبود. در ارتباط با مقادیر فراوانی بلندمازو، عرصه شاهد دارای بیشترین مقدار بود و پس از آن به ترتیب کاهش تیمارهای دانمارکی و سوییسی قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۲- مشخصات کمی درختان در سطح جنگل‌کاری بلندمازو با دو تیپ تنک‌کردن درسال ۱۳۹۵

Table 2. Quantitative assessment of trees and natural regeneration in the Oak plantation, 2017

متغیرهای مورد بررسی	روش تنک کردن		
	عرصه شاهد (بدون دخالت)	انتخاب از بالا و پایین (دانمارکی)	انتخاب مثبت از بالا (سوییسی)
فراوانی درخت در هکتار	۱۱۰۰ (۱۹۵)^{ns}	۸۸۵ (۲۱۲/۸۴)^{ns}	۷۶۳/۳۳ (۱۷۲/۱۴)^{ns}
فراوانی گونه اصلی در هکتار	۶۸۳/۳۳ (۸۰/۳۶)^{a}	۴۳۶/۶۷ (۳۸/۸۴)^{b}	۴۰۵ (۷۳/۶۵)^{b}
قطر برابرسینه توده (سانتی‌متر)	۱۳/۸۳ (۰/۸۷)^{ns}	۱۳/۰۷ (۱/۵۳)^{ns}	۱۵/۷۴ (۰/۹۰)^{ns}
قطر برابرسینه گونه اصلی (سانتی‌متر)	۱۵/۳۲ (۰/۰۴)^{ns}	۱۴/۷۴ (۰/۱۵)^{ns}	۱۷/۷۹ (۲/۷۹)^{ns}
متوسط ارتفاع توده جنگل‌کاری (متر)	۱۱/۷۶ (۰/۱۶)^{ns}	۱۲/۴۱ (۰/۴۴)^{ns}	۱۲/۱۱ (۰/۴۵)^{ns}
متوسط ارتفاع گونه اصلی (متر)	۱۲/۶۶ (۰/۰۵)^{ns}	۱۳/۲۲ (۰/۰۴)^{ns}	۱۳/۳۸ (۰/۳۰)^{ns}
فراوانی زادآوری در ریزقطعه‌نمونه (اصله)	۶۸/۵۹ (۳۷/۸۹)^{ns}	۷۶/۳۳ (۲۶/۱۲)^{ns}	۷۹/۹۲ (۱۹/۶۶)^{ns}

اعداد داخل پرانتز، اشتباه معیار است. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (سطح اطمینان ۹۵ درصد).

در مرحله بعد تفاضل متوسط مقادیر هر یک از متغیرهای کمی در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۵ به‌تفکیک تیمارهای مورد بررسی تعیین شد. در ارتباط با میزان متوسط کاهش فراوانی درختان توده و بلندمازو به‌ترتیب کاهش شامل شیوه دانمارکی (کاهش ۴۷۱/۶۷ و ۲۷۸/۳۳)، شیوع سوییسی (کاهش ۳۵۸/۳۴ و ۲۴۶/۶۷) و عرصه شاهد (کاهش ۳۰۵ و ۱۳۸/۳۴) بود. متوسط افزایش قطر برابرسینه توده جنگل‌کاری در طول پنج سال به‌ترتیب کاهش شامل شیوه دانمارکی (افزایش

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-01-31]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.3.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.13.54]

۳/۳۹ سانتی‌متر)، عرصه شاهد (افزایش ۳/۳۶ سانتی‌متر) و شیوه سوییسی (افزایش ۳/۰۴ سانتی‌متر) شد و در ارتباط با متغیرهای متوسط افزایش قطر برابر سینه گونه بلندمازو نیز به‌ترتیب کاهش شامل شیوه دانمارکی (افزایش ۳/۹۴ سانتی‌متر)، شیوه سوییسی (افزایش ۳/۹۰ سانتی‌متر) و عرصه شاهد (افزایش ۳/۶۹ سانتی‌متر) به‌دست آمد. همچنین در رابطه با متوسط کاهش ارتفاع درختان توده جنگل‌کاری به‌ترتیب افزایش برابر با شیوه دانمارکی (کاهش ۳/۳۴ متر)، شیوه سوییسی (کاهش ۳/۸۹ متر) و عرصه شاهد (کاهش ۴/۳۵ متر) بود و در ارتباط با کاهش متوسط ارتفاع گونه بلندمازو نیز به ترتیب افزایش شامل شیوه دانمارکی (کاهش ۳/۶۷ متر)، عرصه شاهد (کاهش ۴/۸۱ متر) و شیوه سوییسی (کاهش ۵/۴۱ متر) تعیین شد. متوسط افزایش متغیر زادآوری طبیعی در طول پنج سال نیز به ترتیب کاهش شامل شیوه دانمارکی (افزایش ۷۳/۲۲ اصله)، شیوه سوییسی (افزایش ۶۸/۴ اصله) و عرصه شاهد (افزایش ۵۹/۹۶ اصله) بوده است.

در تحقیق حاضر شدت برداشت شیوه‌های مختلف تنک‌کردن برابر با ۱۸ درصد سطح مقطع درختان بود. از همین رو انتظار نیز می‌رفت میزان متوسط فراوانی درختان سرپای برداشت شده در شیوه دانمارکی که از آشکوب‌های مختلف است، بیشتر از شیوه سوییسی و عرصه شاهد باشد (۱۸،۱). همچنین متوسط فراوانی زادآوری طبیعی تحت تاثیر میزان فضای خالی و یا ابعاد روشنه، مرحله رویشی، ترکیب درختان مادری، نوع پوشش گیاهی و میزان تخریب و یا تغییر خاک در سطح عرصه است (۱۸،۱۳،۸). در مجموع براساس میزان تغییر متوسط متغیرهای این تحقیق در طول مدت پنج سال اجرای طرح که در پرانتزها آمده است، شیوه دانمارکی موجب افزایش آماره‌های متوسط قطر برابرسینه توده و بلندمازو،کاهش متوسط کمتر ارتفاع درختان توده و درختان بلندمازو و همچنین افزایش متوسط زادآوری طبیعی را نسبت به شیوه سوییسی و عرصه شاهد موجب شده است.

در مرحله بعد و در راستای ارزیابی کیفی درختان در تیمارهای مختلف مورد بررسی با انجام آزمون کای اسکوئر دو بعدی در هر یک از سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۵ مشخص شد بین تیمارهای مختلف مورد بررسی و درصد فراوانی درختان توده و گونه اصلی بلندمازو در طبقات مختلف کیفی اختلاف معنی‌دار وجود دارد (سطح احتمال ۰/۰۱). همچنین با استفاده از آزمون کالموگراف- اسمیرنف تیمارهای مختلف مورد بررسی در سال ۱۳۹۵ به‌صورت دو به دو مورد آزمون قرار گرفت. نتایج این آزمون نشان داد کیفیت توده و کیفیت درختان بلندمازو در بین عرصه دست نخورده شاهد و عرصه‌های دارای تیمار دانمارکی و سوییسی اختلاف معنی‌داری نداشته است (سطح احتمال ۰/۰۵). در آخرین مرحله آزمون کالموگراف- اسمیرنف برای هر یک از تیمارها به صورت مجزا و در بین سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۵ انجام گرفت. براساس مقادیر کالموگراف- اسمیرنف برای توده (۱/۴۳۱) و درختان بلندمازو (۰/۴۸۹) در عرصه شاهد، میزان کاهش کیفیت درختان در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹۱ مشخص شد، البته این کاهش کیفیت به‌لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول۳). از سوی دیگر مقادیرکالموگراف- اسمیرنف برای توده (۰/۷۸۰) و درختان بلندمازو (۰/۶۰۰) در عرصه تنک‌شده شیوه دانمارکی، افزایش کیفیت درختان در سال ۱۳۹۵ را نسبت به سال ۱۳۹۱ نشان داده است،. با این‌حال این افزایش کیفیت درختان به‌لحاظ آزمون‌های آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳).

جدول ۳- درصد فراوانی کیفی درختان برای درجات مختلف کیفیت در عرصه جنگل‌کاری بلندمازو

Table 3. The percent of frequency of trees in different quality classes in the Oak plantation

	درجات کیفیت	شاهد (بدون تنک‌کردن)		انتخاب از بالا و پایین (روش دانمارکی)		انتخاب مثبت از بالا (روش سوییسی)	
		۱۳۹۵	۱۳۹۱	۱۳۹۵	۱۳۹۱	۱۳۹۵	۱۳۹۱
کلیه درختان	وضعیت خوب	۳۴/۰۹	۳۷/۴۹	۳۵/۸۶	۳۲/۴۳	۳۵/۸۱	۳۶/۸۵
	وضعیت مناسب	۲۳/۷۹	۲۳/۱۳	۲۲	۲۳/۵۹	۱۹/۲۱	۲۰/۸۰
	وضعیت ضعیف	۱۹/۸۵	۲۲/۸۹	۲۵/۶۹	۲۸/۹۹	۲۷/۲۹	۲۴/۸۱
	وضعیت نامناسب	۲۲/۲۷	۱۶/۴۹	۱۶/۴۵	۱۴/۹۹	۱۷/۶۹	۱۷/۵۴
گونه بلندمازو	وضعیت خوب	۴۲/۹۳	۴۵/۴۴	۴۲/۷۵	۳۹/۳۹	۵۰/۲۱	۴۸/۵۹
	وضعیت مناسب	۲۳/۶۶	۲۳/۵۳	۲۰/۶۱	۲۰/۹۸	۲۱/۴۱	۲۰/۷۲
	وضعیت ضعیف	۲۰	۴۶/۱۸	۲۴/۴۳	۲۳/۷۸	۱۸/۱۱	۱۹/۶۹
	وضعیت نامناسب	۱۳/۴۱	۱۲/۵۸	۱۲/۲۱	۱۵/۸۵	۱۰/۲۸	۱۱

در ارتباط با ارزیابی کیفی درختان در عرصه تیمار سوییسی (۰/۵۵۰)، میزان کاهش کیفیت توده درختان در سال ۱۳۹۵ بیشتر از سال ۱۳۹۱ بود، ولی این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار نشد. همچنین کیفیت درختان بلندمازو در عرصه تیمار سوییسی برای سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹۱ افزایش یافت (۰/۳۶۸) که این اختلاف نیز به‌لحاظ آماری معنی‌دار نشد (سطح احتمال ۰/۰۵). نتایج این تحقیق نشان داد تیمار دانمارکی تاثیری مثبت بر کیفیت درختان توده عرصه جنگل‌کاری و همچنین بر درختان بلندمازو داشت درحالی‌که تیمار سوییسی تنها بر روی کیفیت درختان بلندمازو تاثیری مثبت داشته و عرصه جنگل‌کاری شاهد نیز در طول زمان با کاهش فراوانی کیفیت درختان توده و همچنین گونه بلندمازو مواجه شده است. شایان ذکر است انجام طرح تحقیقاتی مشابه در جنگل‌کاری‌های افرا پلت و کاج بروسیا تاثیر مشابه تیمارهای تنک‌کردن دانمارکی را نسبت به تیمار سوییسی و عرصه شاهد نشان داده است (۱۸).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-01-31]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.3.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.13.54]

بررسی وضعیت تنوع گونه‌ای گیاهان

نتایج متوسط تنوع‌گونه‌ای گیاهان برای سال‌های مختلف آماربرداری اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارهای مختلف نشان نداد با این‌حال میزان متوسط تنوع گونه‌ای گیاهان بر حسب شاخص شانون- واینر و همچنین شاخص سیمپسون به‌ترتیب کاهش در سال ۱۳۹۵ شامل عرصه شاهد، تیمار تنک‌شده با شیوه سوییسی و تیمار تنک‌شده با شیوه دانمارکی بوده است. این ترتیب کاهش در سال ۱۳۹۱ و قبل از انجام عملیات تنک‌کردن نیز شامل تیمارهای سوییسی، تیمار شاهد و تیمار دانمارکی بود. شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهان تحت تاثیر مقادیر یکنواختی هیپ و غنای مارگالف شد. البته متوسط شاخص‌های غنا و یکنواختی نیز در طول سال‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را در تیمارهای مختلف نشان نداده است. جزییات مقادیر هر یک از شاخص ها در جدول ۴ آمده است.

در مرحله بعد اختلاف مقادیر تنوع گونه‌ای گیاهان بر حسب شاخص شانون- واینر و شاخص سیمپسون در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۵ به تفکیک هر یک از تیمارها مورد بررسی قرار گرفت. البته اختلاف بین سال‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون تی‌تست انجام پذیرفت (جدول ۵). نتایج این آزمون نشان داد کلیه تیمارهای شاهد و تیمارهای تنک‌شده در طول مدت پنج سال با افزایش تنوع‌گونه‌ای گیاهان مواجه شده است (سطح احتمال ۰/۰۱).

انجام تحقیقات متعدد تاثیر مثبت عملیات پرورشی را بر شرایط کمی و کیفی درختان را در توده‌های مختلف به اثبات رسانده است (۳۱،۲۲،۱۶). به‌عنوان نمونه گونه پیسهآ در سال ۱۳۵۳ در جنگل اروستون منطقه اسالم در ارتفاع ۱۴۰۰ متر بالاتر از سطح دریای آزاد کشت شد. نتایج ارزیابی ده‌ساله تنک‌کردن در شدت‌های مختلف نشان داد بیشترین و کمترین فراوانی درختان در واحد سطح به‌ترتیب در قطعات شاهد و تنک‌کردن سبک بود. البته میزان رویش قطری تیمارهای تنک‌شده بیشتر از تیمارهای شاهد شد (۲۹).

شایان ذکر است در ارتباط با افزایش متوسط شاخص تنوع گونه‌ای شانون- واینر در طول مدت پنج سال در بین تیمارهای مختلف و به ترتیب کاهش برابر با عرصه شاهد (با متوسط افزایش ۰/۳۹۵)، تیمار تنک‌شده به شیوه دانمارکی (با افزایش متوسط ۰/۳۹۲) و تیمار تنک‌شده به شیوه سوییسی (با متوسط افزایش ۰/۳۲۹) بوده است. در ارتباط با تنوع شاخص سیمپسون نیز به ترتیب کاهش میزان متوسط افزایش تنوع سیمپسون در طول پنج سال برابر با عرصه شاهد (با متوسط افزایش ۰/۱۲۷)، تیمار تنک‌شده به شیوه دانمارکی (با متوسط افزایش ۰/۱۱۵) و تیمار تنک شده به شیوه سوییسی (با متوسط افزایش ۰/۰۹۶) تعیین شده است. همچنین در ارتباط با شاخص یکنواختی هیپ به ترتیب کاهش، میزان متوسط افزایش یکنواختی هیپ در طول پنج سال برابر با تیمارهای تنک‌شده به شیوه دانمارکی (با متوسط افزایش ۰/۲۹۴)، تیمار تنک‌شده با شیوه سوییسی (با متوسط افزایش ۰/۲۸۲) و تیمار دست نخورده و یا شاهد (با متوسط افزایش ۰/۲۶۴) همراه بوده است. لازم به یادآوری است نتایج این تحقیق در ارتباط با تغییرات شاخص غنای مارگالف نیز به ترتیب کاهش برابر با تیمار تنک‌شده به شیوه دانمارکی (با کاهش متوسط ۲/۹۸۷)، عرصه شاهد (با کاهش متوسط ۲/۰۵۴) و تیمار تنک‌شده با شیوه سوییسی (با متوسط کاهش ۱/۶۳۹) وجود داشت. در مجموع نتایج این تحقیق حاکی از افزایش میزان متوسط افزایش تنوع‌گونه‌ای گیاهان عرصه شاهد نسبت به دیگر تیمارهای پرورشی است. البته شرایط تیمار دانمارکی مناسب‌تر از تیمار سوییسی بوده است (جدول ۵).

انجام تحقیقی مشابه در سطح جنگل‌کاری پلت استان مازندران نشان داد متوسط افزایش شاخص تنوع گونه‌ای شانون- واینر در طول مدت پنج سال بین تیمارهای مختلف به ترتیب کاهش برابر با تیمار دانمارکی، تیمار سوییسی و عرصه شاهد بود (۱۳).

تحقیقی دیگر در سطح جنگل‌کاری بروسیا در مناطق پایین‌بند استان مازندران نشان داد میزان متوسط افزایش شاخص تنوع گونه‌ای شانون- واینر در طول مدت پنج سال بین تیمارهای مختلف به ترتیب کاهش برابر با تیمار دانمارکی، عرصه شاهد و تیمار سوییسی گردید و در ارتباط با متوسط افزایش شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون نیز به ترتیب کاهش برابر با عرصه شاهد، تیمار تنک‌شده به شیوه دانمارکی و تیمار سوییسی شد (۱۸). لازم به یادآوری است نتایج تحقیقی دیگر در عرصه جنگل‌کاری سدر هیمالیا در ایستگاه تحقیقات چمستان آمل نشان داد میزان متوسط افزایش شاخص تنوع گونه‌ای شانون- واینر در طول مدت پنج سال به ترتیب کاهش برابر با تیمار دانمارکی و تیمار سوییسی بود. البته در ارتباط با تنوع گونه‌ای سیمپسون و به ترتیب کاهش برابر با تیمار تنک‌کردن سوییسی و تیمار دانمارکی شد (۱۹).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-01-31]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.3.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.13.54]

جدول ۴- مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهان در سطح جنگل‌کاری بلندمازو

Table 4. The indices comparison of plant species diversity in the Oak plantation

شاخص	سال	روش تنک‌کردن		
		شاهد	شیوه دانمارکی	شیوه سوییسی
تنوع شانون- وینر	۱۳۹۵	۲/۴۲۴ (۰/۱۸۶)^{ns}	۲/۲۸۵ (۰/۱۳۹)^{ns}	۲/۳۶۹ (۰/۱۶۷)^{ns}
	۱۳۹۱	۲/۰۲۹ (۰/۱۷۹)^{ns}	۱/۸۹۳ (۰/۱۶۹)^{ns}	۲/۰۳۵ (۰/۲۴۱)^{ns}
تنوع سیمپسون	۱۳۹۵	۰/۸۹۴ (۰/۰۱۸)^{ns}	۰/۸۸۱ (۰/۰۱۶)^{ns}	۰/۷۳۷ (۰/۰۰۷)^{ns}
	۱۳۹۱	۰/۷۶۷ (۰/۱۵۷)^{ns}	۰/۷۶۶ (۰/۰۵۴)^{ns}	۰/۷۹۷ (۰/۰۴۴)^{ns}
یکنواختی هیپ	۱۳۹۵	۰/۸۰۹ (۰/۰۳۹)^{ns}	۰/۸۰۵ (۰/۰۲۸)^{ns}	۰/۸۳۹ (۰/۰۵۰)^{ns}
	۱۳۹۱	۰/۶۲۲ (۰/۱۱۳)^{ns}	۰/۵۹۰ (۰/۰۳۷)^{ns}	۰/۶۱۱ (۰/۰۶۴)^{ns}
غنای مارگالف	۱۳۹۵	۳/۴۶۱ (۰/۶۹۱)^{b}	۳/۰۴۹ (۰/۴۲۷)^{b}	۳/۱۲۹ (۰/۴۲۷)^{a}
	۱۳۹۱	۳/۵۴۷ (۰/۵۹۱)^{ns}	۳/۷۳۴ (۰/۷۹۵)^{ns}	۳/۹۷۰ (۰/۷۳۵)^{ns}

اعداد داخل پرانتز معرف اشتباه معیار است. حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است (سطح اطمینان ۹۵ درصد).

جدول ۵- مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهان در طول سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۵

Table 5. The indices comparison of plant species diversity during the years 2013 and 2017

شاخص	سال	جنگل‌کاری‌ها					
		شاهد	مقدار T	دانمارکی	مقدار T	سوییسی	مقدار T
تنوع شانون- وینر	۱۳۹۵	۲/۴۲۴	۵/۳۸۱**	۲/۲۸۵	۶/۵۵۹**	۲/۳۶۹	۴/۲۸۰**
	۱۳۹۱	۲/۰۲۹		۱/۸۹۳		۲/۰۳۵	
تنوع سیمپسون	۱۳۹۵	۰/۸۹۴	۸/۰۲۸**	۰/۸۸۱	۸/۴۵۱**	۰/۷۳۷	۷/۹۸۹**
	۱۳۹۱	۰/۷۶۷		۰/۷۶۶		۰/۷۹۷	
یکنواختی هیپ	۱۳۹۵	۰/۸۰۹	۶/۴۱۸**	۰/۸۰۵	۱۷/۰۱۷**	۰/۸۳۹	۱۰/۲۸۰**
	۱۳۹۱	۰/۶۲۲		۰/۵۹۰		۰/۶۱۱	
غنای مارگالف	۱۳۹۵	۳/۴۶۱	۰/۳۲۴**	۳/۰۴۹	۲/۹۶۹**	۳/۱۲۹	۳/۸۳۲**
	۱۳۹۱	۳/۵۴۷		۳/۷۳۴		۳/۹۷۰	

**: اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها با سطح اطمینان ۹۹ درصد وns: عدم اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌ها است.

بررسی وضعیت تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی

در این تحقیق متوسط تراکم بی‌مهرگان خاک‌زی در هر متر مربع و از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک جنگل‌کاری بلندمازو برابر با۲۰۲۹۰/۸۰ عدد بوده است. شایان ذکر است گروه‌های پادمان، کنه‌ها و حشرات بیشترین فراوانی جمعیت را به خود اختصاص دادند به شکلی که در جنگل‌کاری بلندمازو گروه‌های پادمان (۷۰ درصد)، کنه‌ها (۱۵/۹۴ درصد) و حشرات بالدار (۱۰/۵۴ درصد) و در مجموع ۹۶/۴۸ درصد فراوانی از بی‌مهرگان خاک‌زی را شامل شده‌اند. همچنین میانگین و درصد فراوانی گروه‌های مختلف بی‌مهرگان خاک‌زی در هر متر مربع و عمق تا ۱۰ سانتی‌متری عرصه جنگل‌کاری بلندمازو به شرح جدول ۶ آمده است.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-01-31]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.3.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.13.54]

جدول ۶- مشخصات بی‌مهرگان خاک‌زی در هر مترمربع

Table 6. Specifications of soil invertebrates per square meter

گروه‌ها	فراوانی	درصد
پادمان‌ها	۱۴۲۰۳/۵۶	۷۰/۰۰
کنه‌ها	۳۲۳۵/۵۶	۱۵/۹۴
حشرات بالدار	۲۱۳۸/۷۶	۱۰/۵۴
کرم‌های خاکی	۲۸۷/۹۱	۱/۴۳
هزارپایان	۱۰۹/۶۸	۰/۵۴
صدپایان	۴۱/۱۳	۰/۲۰
سیمیفیلاها	۸۲/۲۶	۰/۴۱
پروپداها	۸۲/۲۶	۰/۴۱
خرخاکی‌ها	۵۴/۸۴	۰/۲۷
پروتوراها	۲۷/۴۲	۰/۱۳
شبه عقرب‌ها	۲۷/۴۲	۰/۱۳
مجموع	۲۰۲۹۰/۸۰	۱۰۰

بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق میزان متوسط تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی بین تیمارهای مختلف برای پنج سال بعد از عملیات تنک‌کردن و در سال ۱۳۹۵ برحسب شاخص‌های شانون و سیمپسون اختلاف معنی‌داری را در سطح ۹۵ درصد نشان داد به شکلی که تیمار تنک‌شده به شیوه سوییسی در بالاترین مرتبه جای داشته و تیمار شاهد در پایین‌ترین مرحله قرار گرفت. تیمار تنک‌شده دانمارکی نیز حالت بینابینی داشت. لازم به یادآوری است متوسط بی‌مهرگان خاک‌زی تیمارهای مختلف در سال ۱۳۹۱ و قبل از انجام عملیات تنک‌کردن بر حسب شاخص‌های شانون- واینر و سیمپسون اختلاف معنی‌داری نداشته و به ترتیب کاهش نیز شامل تیمار سوییسی، تیمار دانمارکی و تیمار شاهد بود. البته مقادیر متوسط شاخص‌های تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی تحت تاثیر مقادیر یکنواختی هیپ و غنای مارگالف است که جزییات مقادیر هر یک از این مشخصه‌ها در جدول ۷ آمده است.

در مرحله بعد اختلاف مقادیر تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی برحسب شاخص‌های شانون و سیمپسون در طول سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۵ به تفکیک هر یک از تیمارها و با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفت. تعیین اختلاف بین سال‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون تی‌تست مستقل انجام شد. نتایج این آزمون‌ها نشان داد کلیه تیمارهای شاهد و تیمارهای تنک‌شده در طول مدت زمان پنج سال از اجرای تحقیق با افزایش تنوع مواجه شده به شکلی که این اختلافات در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۸).

شایان ذکر است در ارتباط با افزایش متوسط شاخص تنوع گونه‌ای بی‌مهرگان خاک‌زی با شاخص شانون- واینر در طول مدت پنج سال در بین تیمارهای مختلف نسبت به پیش از انجام عملیات تنک‌کردن و به‌ترتیب کاهش برابر با تیمار سوییسی (با افزایش متوسط ۰/۴۹۸)، تیمار تنک‌شده به شیوه دانمارکی (با متوسط افزایش ۰/۳۸۱) و تیمار شاهد (با متوسط افزایش ۰/۳۶۲) بوده است. در ارتباط با تنوع شاخص سیمپسون نیز میزان متوسط افزایش تنوع سیمپسون در طول پنج سال به ترتیب کاهش شامل تیمار سوییسی (با متوسط افزایش ۰/۲۳۶)، تیمار شاهد (با متوسط افزایش ۰/۲۲۸) و تیمار دانمارکی (با متوسط افزایش ۰/۲۰۰) برآورد شد.

همچنین در ارتباط با شاخص یکنواختی هیپ میزان متوسط افزایش یکنواختی در طول پنج سال به ترتیب کاهش برابر با تیمار شاهد (با متوسط افزایش ۰/۴۲۳)، تیمار تنک‌شده با شیوه سوییسی (با متوسط افزایش ۰/۳۶۸) و تیمار دانمارکی (با متوسط افزایش ۰/۳۲۹) بود. در ارتباط با شاخص غنای مارگالف نیز میزان متوسط افزایش غنا به ترتیب کاهش برابر با تیمار تنک‌شده به شیوه سوییسی (با متوسط افزایش ۰/۲۱۹)، تیمار تنک‌شده با استفاده از شیوه دانمارکی (با متوسط افزایش ۰/۱۱۶) و تیمار دست نخورده و یا شاهد (با متوسط کاهش ۰/۰۹۱) به دست آمد (جدول ۸).

انجام تحقیقی مشابه در جنگل‌کاری‌کاج بروسیای این منطقه و پس از مدت ۵ سال بعد از عملیات تنک‌کردن نشان داد متوسط افزایش شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون-واینر و سیمپسون در بین تیمارهای مختلف نسبت به پیش از انجام تنک‌کردن و به ترتیب کاهش برابر با تیمار شاهد، تیمار تنک‌شده به شیوه سوییسی و تیمار دانمارکی بوده است (۱۸). نتایج انجام تحقیقی دیگر در جنگل‌کاری‌های گونه پلت در این منطقه و پس از مدت پنج سال بعد از عملیات تنک‌کردن نشان داده است افزایش متوسط شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون- واینر و تنوع گونه‌ای سیمپسون در بین تیمارهای مختلف مورد بررسی به ترتیب کاهش برابر با تیمار شاهد، تیمار تنک‌شده به شیوه دانمارکی و تیمار سوییسی شد (۱۸).

نتایج این تحقیق در طول پنج سال نشان داد افزایش متوسط آماره‌های قطر برابر سینه درختان، متوسط کیفیت درختان و متوسط زادآوری طبیعی در تیمار تنک‌شده با شیوه دانمارکی بالاتر از تنک‌کردن با شیوه سوییسی و عرصه شاهد بوده است. از سوی دیگر اگرچه متوسط افزایش تنوع گونه‌ای گیاهان عرصه شاهد در طول ۵ سال بالاتر از دیگر تیمارها شد ولی شرایط تیمار دانمارکی مناسب‌تر از تیمار سوییسی بود. از همین رو انجام عملیات تنک‌کردن به شیوه دانمارکی و با شدت ملایم توصیه می‌گردد. شیوه دانمارکی جدای از تقویت آماره‌های کمی و کیفی درختان، زادآوری طبیعی و افزایش تنوع گونه‌ای گیاهان، تخریب حداقل خاک را موجب شده و با تقویت میزان نور خورشید بر کف عرصه موجب تقویت تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی شده است.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-01-31]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.3.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.13.54]

جدول ۷- مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای بی مهرگان خاک‌زی در سطح جنگل‌کاری بلندمازو
Table 7. The indices comparison of soil invertebrates' diversity in the Oak plantation

شاخص	سال	روش تنک کردن		
		شاهد	شیوه دانمارکی	شیوه سوییسی
تنوع شانون- وینر	۱۳۹۵	۱/۲۲۷ (۰/۱۴۳)^{b}	۱/۲۸۱ (۰/۱۸۶)^{ab}	۱/۴۷۹ (۰/۲۷۱)^{a}
	۱۳۹۱	۰/۸۶۵ (۰/۲۴۴)^{ns}	۰/۹۰۰ (۰/۱۶۹)^{ns}	۰/۹۸۱ (۰/۱۹۳)^{ns}
تنوع سیمپسون	۱۳۹۵	۰/۶۹۵ (۰/۰۴۳)^{b}	۰/۷۰۲ (۰/۰۵۱)^{ab}	۰/۷۵۳ (۰/۰۶۷)^{a}
	۱۳۹۱	۰/۴۶۷ (۰/۱۴۴)^{ns}	۰/۵۰۲ (۰/۱۰۴)^{ns}	۰/۵۱۷ (۰/۰۹۳)^{ns}
یکنواختی هیپ	۱۳۹۵	۰/۹۶۹ (۰/۰۲۷)^{ns}	۰/۹۴۳ (۰/۰۳۷)^{ns}	۰/۹۵۱ (۰/۰۲۷)^{ns}
	۱۳۹۱	۰/۵۴۶ (۰/۱۵۱)^{ns}	۰/۶۱۴ (۰/۱۵۷)^{ns}	۰/۵۸۳ (۰/۱۲۴)^{ns}
غنای مارگالف	۱۳۹۵	۰/۸۲۷ (۰/۱۴۹)^{ns}	۰/۹۳۲ (۰/۲۲۶)^{ns}	۱/۱۶۱ (۰/۳۵۰)^{ns}
	۱۳۹۱	۰/۹۱۸ (۰/۳۱۲)^{ns}	۰/۸۱۶ (۰/۲۴۲)^{ns}	۰/۹۴۲ (۰/۲۱۰)^{ns}

اعداد داخل پرانتز معرف اشتباه معیار است. حروف متفاوت معرف اختلاف معنی‌دار است (سطح اطمینان ۹۵ درصد).

جدول ۸- مقایسه شاخص‌های تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی در طول سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۵
Table 8. The indices comparison of soil invertebrates' diversityduring the years 2013 and 2017

شاخص	سال	جنگل‌کاری‌ها					
		شاهد	مقدار T	دانمارکی	مقدار T	سوییسی	مقدار T
تنوع شانون- وینر	۱۳۹۵	۱/۲۲۷	۴/۹۴۶**	۱/۲۸۱	۵/۲۹۰**	۱/۴۷۹	۵/۰۲۴**
	۱۳۹۱	۰/۸۶۵		۰/۹۰۰		۰/۹۸۱	
تنوع سیمپسون	۱۳۹۵	۰/۶۹۵	۶/۳۱۶**	۰/۷۰۲	۶/۸۷۱**	۰/۷۵۳	۷/۶۸۱**
	۱۳۹۱	۰/۴۶۷		۰/۵۰۲		۰/۵۱۷	
یکنواختی هیپ	۱۳۹۵	۰/۹۶۹	۱۱/۷۸۹**	۰/۹۴۳	۸/۶۴۷**	۰/۹۵۱	۱۲/۲۸۴**
	۱۳۹۱	۰/۵۴۶		۰/۶۱۴		۰/۵۸۳	
غنای مارگالف	۱۳۹۵	۰/۸۲۷	۱/۰۴۵^{ns}	۰/۹۳۲	۱/۲۴۶^{ns}	۱/۱۶۱	۱/۷۶۶^{ns}
	۱۳۹۱	۰/۹۱۸		۰/۸۱۶		۰/۹۴۲	

**: اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها با سطح اطمینان ۹۹ درصد و ns: به معنای عدم اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌ها است.

تشکر و قدردانی

تامین بودجه این طرح تحقیقاتی توسط اداره کل منابع طبیعی مازندران- ساری انجام شد. بدین‌وسیله از کلیه همکاران طرح تحقیقاتی، مدیریت و کارشناسان اداره کل منابع طبیعی مازندران- ساری، کارشناسان شرکت سهامی نکا چوب و نیروهای قرقبان جنگل، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-01-31]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.3.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.13.54]

منابع

1. Alipour, A. and Sh. Mohammadnezhad Kiasari. 2017. Strategies for sustainable management of Iranian northern forests. Naghoos, Iran, 301 pp (In Persian).
2. Babaeie-Kafaky, S., A. Mataji and N. Ahmadi Sani. 2009. Ecological capability assessment for multiple-use in forest area using Gis-based multiple criteria decision making approach. American Journal of Environmental Sciences, 5(6): 714-721.
3. Barbercheck, M.E., D.A. Neher, O. Anas, S.M. El-Allaf and T.R. Weicht. 2009. Response of soil invertebrates to disturbance across three resource regions in North Carolina. Environmental Monitoring and Assessment, 152(1-4): 283-98.
4. Bradford, M.A., G.M. Tordof, T. Egger, H. Jones and J.E. Newington. 2002. Microbiota, fauna, and mesh size interaction in litter decomposition.Oikos, 99(2): 317-323.
5. Callaham, M.A., D.D. Richter, D.C. Coleman and M. Hofmockel. 2006. Long term landuse effects on soil invertebrate communities in southern piedmont soils, USA. European Journal of Soil Biology, 42 (2): 150-156.
6. Cusack, D. and F. Montagnini. 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.
7. Duncan, R.S. and C.A. Chapman. 2003. Consequences of plantation harvest during tropical forest restoration in Uganda. Forest Ecology and Management, 173(8): 235-250.
8. Eslami, A., F. Jafari and M. Hasani. 2014. Relationship between qualitative and quantitative characteristics of regeneration with gap size in different types of Beech Stands (Case Study: Sourdar Anarestan Management Plan, Mazandaran). Iranian Forests Ecology, 2(3): 28-36.
9. Forest Management plan. 2012. District 2 Haftkhal, Series 4 Mozisa, Neka forests. Published by Natural Resources General Office of Sari, Forest and Rangelands Organization of Iran, 96 pp (In Persian).
10. Gorouyi, R., H. Yousefi and M. Alikhah-Asl. 2014. Ecological capability evaluation of Jiroft County for agricultural utilization, using GIS. Ecological Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(4): 1017-1022.
11. Haggar, J., K. Wightman and R. Fisher. 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.
12. Hashemi, S.A. 2018. Ecological capability evaluation for afforestation and forest expansion using geographic information system (GIS) in management area Caspian Sea. Anais da Academia Brasileria de Ciencias, 90 (4): 3761-3768.
13. Hassani, M. and M. Amani. 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).
14. Hosseini, S.M., A. Muslem and Kh. Sageb-Talebi. 2002. Assessment of forest ecology power assessment methods. Journal of Environmental Studies, 26(25): 59-66. (In Persian)
15. Kiani, G., H. Jalilvand and R. Pourmajidian. 2013. Diameter increment of maple tree (*Acer velutinum* Boiss.) in plantations in Mazandaran (Case Study: Pahnekola Region). Iranian Forests Ecology, 1(2): 86-94 (In Persian).
16. Lavelle, P., T. Decaens, M. Aubert, S. Barot, M. Blouin, F. Bureau, P. Margerie, P. Mora and J.P. Rossi. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. European Journal of Soil Biology, 42(1): 3-15.
17. Marvie Mohajer, M.R. 2014. Silviculture. Fourth edition, University of Tehran Press, Iran, 387 pp (In Persian).
18. Mohammadnezhad Kiasari, Sh. 2017. Evaluation of the various methods of cultural operation (thinning) in the low land forestations (Hard woodand softwood) of Mazandaran province based on ecological capability (Case staudy: The forestations of Neka area). Final report of project, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research Center, Iran, 62 pp (In Persian).
19. Mohammadnezhad Kiasari, Sh. 2014. Final report of national research project: Investigation on adaptation of the world important hardwoods and softwoods in the north of Iran (Chamestan area: Pinaceae). Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, 73 pp.
20. Mohammadnezhad Kiasari, Sh., Sagheb-Talebi, K., Rahmani, R. and M. Akbarzadeh. 2013. Comparison plant diversity in natural forest and afforestations (Case study: Darabkola, mazandaran). Journal of Wood and Forest Science and Technology, 19(4): 59-76 (In Persian).
21. Mohammadnezhad Kiasari, Sh., Kh. Sagheb-Talebi, R. Rahmani and M. Amozad. 2013. Investigation on soil invertebrates' diversity at natural forests and refforestations of hardwood and softwood in sari area. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 6(2): 55-69 (In Persian).
22. Mossadegh, A. 2015. Silviculture. Sixth Edition, University of Tehran Press, Tehran, Iran, 481p (In Persian).
23. Mulder, C. 2006. Driving forces from soil invertebrates to ecosystem functioning: the allometric perspective. Naturwissenschaften, 93(10): 1432-1904.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.3.5]

[DOI: 10.29252/ifej.7.13.54]

24. Oatenand, D.K. and K.W. Larsen. 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.
25. Rahmani, R. and H.Z. Mayvan. 2004. Diversity and assemblage structure of soil invertebrates in Beech, Hornbeam and Oak-Hornbeam forest types. Iranian Journal of Natural Research, 56(4): 425-437 (In Persian).
26. Rouhi-Moghaddam, E., S.M. Hosseini, E. Ebrahimi, R. Rahmani and M. Tabari. 2007. The regeneration structure and biodiversity of trees and shrub species in understorey of pure plantations of oak and mixed with hornbeam in the Hyrcanian forests of Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(8): 1281-1276.
27. Sagheb-Talebi, Kh., T. Sajedi and M. Pourhashemi. 2014. Forest of Iran. A Treasure from the Past, a Hope for the Future. Springer, 152 pp.
28. Seeber, J., G.U.H. Seeber, R. Langel, S. Scheu and E. Meyer. 2008. The effect of macro invertebrates and plant litter of different quality on the release of N from litter to plant on alpine pastureland. Biology and Fertility of Soil, 44(5): 783-790.
29. Siahipour, Z., B. Amanzadeh and Kh. Sagheb-Talebi. 2010. Preliminary results of impact of thinning on Norway spruce in Asalem region. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18(1): 35-45.
30. Stankova, T.V. and U. Diéguez-Aranda. 2017. A two-component dynamic stand model of natural thinning. Forest Ecology and Management, 385: 264-280.
31. Sun, A., Y. Onda, K. Otsuki, H. Kato and T. gomi. 2017. The effect of script on forest floor evaporation in a Japanese cypress plantation. Agriculture and Forest Meteorology, 15: 48-57.
32. Varshosaz, K. and E. Mubarak Hassan. 2016. Harkaleh watershed ecological capability assessment for agriculture land with an emphasis on the sustainable development. European Journal of sustainable Development, 5(4): 121-128.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.3.5]

[DOI: 10.29252/ifej.7.13.54]

Evaluation of the Two Methods for Thinning in Oak Plantation based on Ecological Capability (Case staudy: Neka Area, Mazadaran Province)

Shirzad Mohammadnezhad Kiasari [1], Khosro Sagheb-Talebi[2] and Kambiz Espahbodi[3]

1- Assistant Professor, Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Mazandaran, AREEO, Mazandaran, I.R. Iran, (Corresponding author: ms.mohammadnezhadk@gmail.com)
2- Associate Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, AREEO, Tehran, I.R.Iran
3- Associate Professor, Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Mazandaran, AREEO, Mazandaran, I.R. Iran
Recived: January 3, 2018 Accepted: December 4, 2018

Abstract

The study was aimed to assess of the Danish and Swiss methods of thinning in 20 years old plantations of Chestnut leaved Oak (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.) in terms of quantitative and qualitative characteristics of trees, natural regeneration, plant and soil invertebrate diversity. The study area is located in Neka forests, east of Mazandaran province in the Caspian region. This research was conducted under compeletly randomized block design (CRBD) with three replication and three treatments. Also in each sample plot, 3 microsample plot, each 49 m^2 were randomly systematic selected. The quantitative and qualitative parameters of trees were measured in each sample plots by full callipering. In each microsample plot natural regeneration was counted. Also, whole plants were recognized in each microsample plot and their coverage percent were estimated. Moreover, in each microsample plot invertebrates were sampled, using core soil samples (81 cm^2 cross section) to the depth of 10 cm. The results of this research has been shown that the tree diameter at breast height, the abundance of quality tree and the number of natural regeneration in the thinned areas was more than the control area. Of course, the positive impact of the Danish method was greater than that of the Swiss method. Also this research has shown the control area created a more favorable situation due to the plant species diversity than the thinning areas. However the positive impact of the Danish method was greater than that of the Swiss method. On the other hand the Swiss thinning area created a more favorable situation due to the soil invertebrates' diversity than the Danish method. Overall this research emphasizes that the thinning operation with moderate intensity in Danish method is better than the Swiss method for forestations.

Keywords: Diversity, Forestation, Mazandaran, Thinning, Soil invertebrate diversity, Plant species

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-01-31]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1398.7.13.3.5]
[DOI: 10.29252/ifej.7.13.54]