جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴
ص۶۹۹-۷۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۲۳

تغییرات پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک جنگل معتدله پس از اجرای شیوهٔ تک‌گزینی (مطالعهٔ موردی: جنگل گلبند- نوشهر)

❖ **جواد اسحاقی‌راد*؛** دانشیار گروه جنگل‌داری دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
❖ **آمنه خانعلیزاده؛** دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تغییرات پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک در پارسل ۳۱۷ (پارسل مدیریت‌شده) و پارسل ۳۱۸ (پارسل شاهد) سری جمند گلبند واقع در نوشهر مازندران انجام شد. بدین‌منظور، آماربرداری به روش منظم تصادفی با ابعاد شبکهٔ ۲۰۰×۱۰۰ متری صورت گرفت. برای بررسی پوشش درختی و درختچه‌ای و پوشش علفی قطعات نمونه ۴۰۰ متر مربعی و ۱۰۰ متر مربعی پیاده شد. نوع و درصد پوشش گونه‌های گیاهی نیز براساس مقیاس براون بلانکه ثبت شد. در مرکز قطعات نمونهٔ ۱۰۰ متر مربعی، از دو عمق ۱۰-۰ و ۳۰-۱۰ سانتی‌متری خاک، ۳ نمونهٔ خاک برداشت شد و مجموعه‌ای از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در هر دو عمق شامل pH، درصد کربن آلی، درصد ازت کل، فسفر قابل جذب، پتاسیم تبادلی، وزن مخصوص ظاهری، درصد شن، لای و سیلت در محل استقرار قطعات نمونه اندازه‌گیری شد. از روش آنالیز خوشه‌ای برای طبقه‌بندی قطعات نمونه و از روش رسته‌بندی آنالیز تطبیقی متعارفی (CCA) به منظور بررسی ارتباط بین پوشش گیاهی و متغیرهای محیطی استفاده شد. نتایج نشان داد تفاوت میانگین متغیرهای خاک اندازه‌گیری‌شده در دو منطقه در سطح احتمال ۵ درصد معنادار نیست. همچنین، براساس نتایج آنالیزهای خوشه‌ای و رسته‌بندی مشخص شد که پوشش گیاهی در دو منطقه مشابه است و قابل تفکیک در گروه‌های مجزا نیست. بنابراین، به‌طورکلی، اجرای شیوهٔ تک‌گزینی پس از دو دوره (۱۳۷۰-۱۳۹۰) تأثیر معناداری بر ترکیب پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک در پارسل مدیریت‌شده در مقایسه با پارسل شاهد نداشته است.

واژگان کلیدی: آنالیز خوشه‌ای، جنگل گلبند، رسته‌بندی، شیوهٔ تک‌گزینی، متغیرهای خاک، مدیریت جنگل.

* نویسندهٔ مسئول تلفن ۰۴۴-۳۲۹۷۲۵۰۴، دورنگار: ۰۴۴-۳۲۷۷۰۴۸۹
Email: javad.eshaghi@yahoo.com

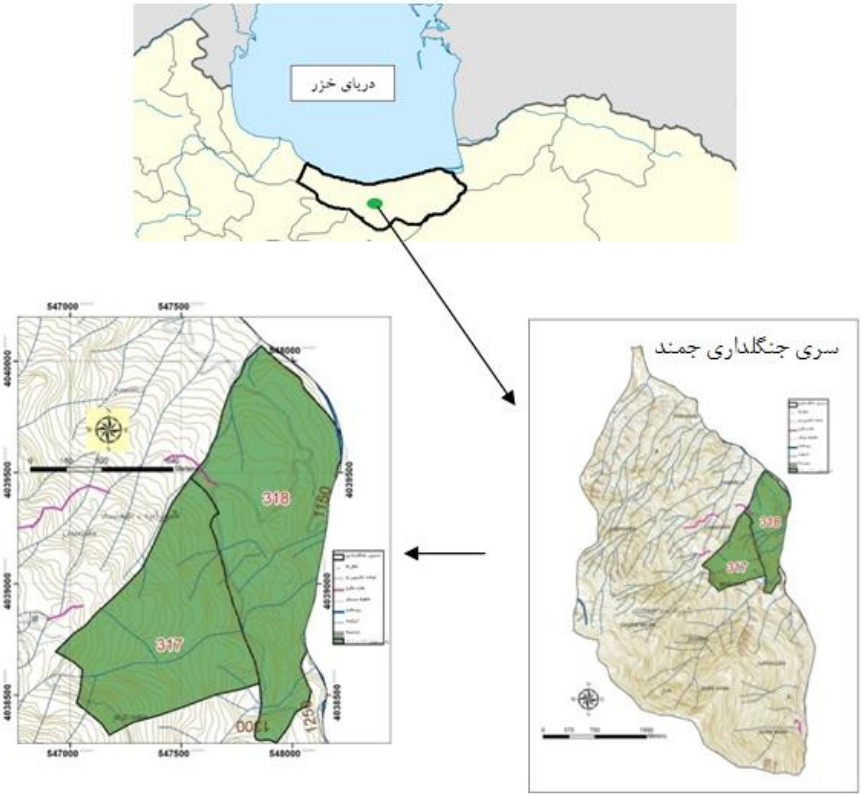
مقدمه

از آنجا که جنگل‌ها مهم‌ترین اکوسیستم‌های طبیعی محسوب می‌شوند، آگاهی از چگونگی پاسخ پوشش گیاهی به متغیرهای محیطی و روابط متقابل بین عوامل زنده و غیرزنده و پارامترهای مؤثر بر این روابط در آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا این آگاهی به شناخت بهتر و ارائهٔ راهکارهای مناسب‌تر برای مدیریت پایدار این اکوسیستم‌ها کمک فراوانی می‌کند [۱؛ ۲]. اعمال مدیریت به شیوه‌های مختلف در جنگل‌ها به علت ایجاد تغییر در ساختار، ترکیب، تنوع زیستی، زادآوری، و خاک به‌منزلهٔ یکی از پارامترهای مهم و تأثیرگذار بر تغییرات پوشش گیاهی در نظر گرفته می‌شود [۳]. بنابراین، به دلیل اثرهای متفاوت شیوه‌های مدیریتی، انتخاب شیوهٔ جنگل‌شناسی مناسب به منظور حفظ پایداری اکوسیستم‌ها، و هدایت آن‌ها به سمت اهداف ایده‌آل مدیریت پایدار حائز اهمیت است. نتایج مطالعات در جنگل‌های راش نشان داده که تغییرات رطوبتی، نور، و دما در نتیجهٔ برداشت درختان، تأثیر معناداری بر ترکیب پوشش گیاهی منطقه ایجاد کرده است [۴]. کناپ و همکاران بیان داشتند که بهره‌برداری، با تغییر زیستگاه‌های خاکی و لاشبرگی و جوامع خاکزی، بر پویایی چرخهٔ عناصر غذایی خاک و تجزیهٔ لاشبرگ‌ها مؤثر است [۵]. از طرف دیگر، در عملیات جنگل‌شناسی چون ترکیب گونه‌ای گیاهی تغییر می‌کند، با توجه به گونهٔ درختی و علفی، خصوصیات خاک متفاوت خواهد بود [۶ـ۸]؛ مانند اسیدیته که به نوع لاشبرگ وابسته است [۹]. درواقع، وجود تأثیر متقابل بین درختان و خاک می‌تواند یکی از دلایل حصول این نتایج باشد و همان‌طور که رشد و تولید درختان به حاصلخیزی خاک ارتباط دارد، میزان و نوع برگشت مواد آلی به خاک در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن مؤثر است؛ مثلاً، در یک محل با شرایط یکسان وزن مواد آلی کف جنگل در زیر گونه‌های مختلف متفاوت است و این اختلاف تا ۵ برابر هم گزارش شده است [۱۰]. امروزه، شیوهٔ جنگل‌شناسی همگام با طبیعت، که به‌وسیلهٔ دخالت کمتر در اشکوب فوقانی، استفاده از زادآوری طبیعی، حفاظت از ترکیب گونه‌ای طبیعی، محافظت مناسب زیستگاه‌ها، بالا نگه داشتن موجودی و تعداد درختان قطور در سطح جنگل شناخته شده است [۱۱]، برخلاف شیوه‌های کلاسیک، به افزایش ناهمگنی در سطح جنگل منجر شده و با ایجاد شرایط متفاوت محیطی سبب تنوع در گونه‌های جنگلی می‌شود [۱۲ـ۱۴]. این شیوهٔ جنگل‌شناسی، که از الگوهای تخریب طبیعی پیروی می‌کند، حتی در محیط‌های همگن باعث تغییر شرایط محیطی می‌شود و می‌تواند تأثیر معناداری بر روند تغییرات مشخصه‌های مختلف اکوسیستم داشته باشد. شیوهٔ گزینشی (تک‌گزینی و گروه‌گزینی)، به‌منزلهٔ شیوهٔ مناسب همگام با طبیعت، به‌وسیلهٔ برداشت درخت یا گروهی از درختان در جنگل ناهم‌سال، ممکن است بهترین شیوهٔ مدیریتی برای حفظ تنوع و ترکیب پوشش گیاهی در اکوسیستم جنگلی باشد. با برداشت درختان در شیوهٔ گزینشی تاج پوشش در قسمتی از جنگل باز می‌شود و شرایط برای استقرار گونه‌های جدید فراهم می‌شود و در قسمت‌های دیگر همچنان تاج پوشش بسته باقی می‌ماند و بقای گونه‌هایی که در مقابل تخریب و تغییر ناشی از بهره‌برداری مقاوم نیستند تضمین می‌شود [۱۵]. براساس تحقیقی در جنگل‌های چین، گزارش شده است که شیوهٔ همگام با طبیعت (تک‌گزینی) هرچند تأثیر معناداری بر تنوع گونه‌های

درختی نداشته، می‌تواند موجب حفاظت و اصلاح تنوع گونه‌ای از طریق تنظیم فاکتورهای محیطی از قبیل نور، حرارت، و رطوبت شود [۱۶]. در مقابل نتایج تحقیقات سیتزیا و همکاران در جنگل‌های مدیریت‌شده (به شیوهٔ گروه‌گزینی) و شاهد بیانگر این مطلب است که به‌طورکلی ترکیب گونه‌ای اشکوب‌های درختی و علفی در جنگل مدیریت‌شده متفاوت از جنگل مدیریت‌نشده است [۱۷]. اجرای شیوهٔ گزینشی در جنگل‌های خزان‌کنندهٔ شرق کانادا هیچ تأثیر منفی معناداری بر پوشش گیاهی زیراشکوب نشان نداد [۱۸]. از آنجا که شیوهٔ جنگل‌شناسی تک‌گزینی در دهه‌های اخیر به‌منزلهٔ یک شیوهٔ جنگل‌شناسی کارآمد در مدیریت طرح‌های جنگل‌داری جنگل‌های هیرکانی استفاده می‌شود، هدف از این تحقیق بررسی تأثیر شیوهٔ تک‌گزینی بر ترکیب و روند تغییرات پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک در مقایسه با جنگل شاهد همجوار است. در این مطالعه، فرض شده است که اجرای شیوهٔ گزینشی تأثیر معناداری بر ویژگی‌های خاک و ترکیب و فراوانی فلورستیک جنگل نداشته است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سری جمند طرح جنگل‌داری گلبند واقع در حوضهٔ آبخیز ۴۵ ادارهٔ کل منابع طبیعی نوشهر انجام شده است. این حوضه در جنوب شهرستان نوشهر بین طول جغرافیایی "۳۰ و'۰۰ و°۵۱ تا "۲۸ و'۳۳ و ۵۱ و عرض جغرافیایی "۰۰ و'۳۰ و°۳۶ تا "۲۷ و'۳۵ و°۳۶ واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مطالعه‌شده

جدول ۱. مشخصات منطقهٔ مطالعه‌شده به تفکیک پارسل‌ها

مشخصه	پارسل مدیریت‌شده (۳۱۷)	پارسل شاهد (۳۱۸)
متوسط ارتفاع از سطح دریا (متر)	۱۳۵۰	۱۲۵۰
متوسط شیب (درصد)	۴۰	۳۰
جهت غالب	شرقی	شرقی
تیپ درختی غالب	راش- ممرز همراه با سایر گونه‌ها	راش- ممرز همراه با سایر گونه‌ها

متوسط میزان بارندگی در منطقه ۷۵۳/۶ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه، ۱۰/۴ درجه سانتی‌گراد است. از این سری، دو پارسل ۳۱۷ به مساحت ۶۴ هکتار به‌عنوان پارسل مدیریت‌شده (از سال ۱۳۷۰ در این پارسل شیوهٔ تک‌گزینی اجرا شده است و قبل از آن فقط برداشت‌های بهداشتی انجام شده است) و پارسل ۳۱۸ به‌عنوان جنگل شاهد (از زمان ملی‌شدن جنگل‌ها بهره‌برداری نشده است) به مساحت ۴۷ هکتار انتخاب شدند. سنگ مادری شیل با تیپ خاک‌های قهوه‌ای شسته‌شده با افق کلسیک است. مجموعه‌ای از مشخصات منطقهٔ مطالعه‌شده به تفکیک پارسل‌ها در جدول ۱ ارائه شده است [۱۹].

روش منظم تصادفی با ابعاد شبکه ۱۰۰×۲۰۰ متری به‌عنوان روش نمونه‌برداری انتخاب شد. برای بررسی پوشش درختی و درختچه‌ای قطعات نمونه ۴۰۰ متر مربعی و برای پوشش علفی در مرکز هر قطعه نمونهٔ اصلی یک قطعهٔ نمونهٔ کوچک ۱۰۰ متر مربعی پیاده شد. در کل، برای مطالعهٔ پوشش گیاهی ۲۶ قطعهٔ نمونه پیاده شد. حدود ۱۳ قطعهٔ نمونه در پارسل مدیریت‌شده (پارسل ۳۱۷) و ۱۳ قطعهٔ نمونه در پارسل شاهد (پارسل ۳۱۸) برداشت شد. نوع و درصد پوشش گونه‌های گیاهی براساس مقیاس براون بلانکه تخمین زده شد [۲۰]. هم‌زمان با برداشت فلورستیک در مرکز قطعات نمونه ۱۰۰ متر مربعی از دو عمق ۱۰ــ۰ و ۳۰ــ۱۰ سانتی‌متری افق معدنی خاک، ۳ نمونه برداشت شد. در بررسی فاکتورهای خاک مجموعه‌ای از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک برای هر دو عمق تعیین شد. pH خاک با دستگاه pH متر الکتریکی، درصد کربن آلی به‌وسیلهٔ روش والکلی و بلک[1]، درصد ازت کل به روش کجلدال، فسفر قابل جذب به روش السون، پتاسیم تبادلی از روش فلیم فتومتری، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه و پارافین، درصد شن، رس و سیلت به روش هیدرومتری اندازه‌گیری شدند.

روش‌های گوناگونی برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی وجود دارد که دو روش آنالیز گونه‌های شاخص دوطرفه[2] و آنالیز خوشه‌ای[3] به‌طور گسترده‌ای در مطالعات اکولوژیک استفاده می‌شود [۲۰]. در این

1. Walkley & Black
2. TWINSPAN
3. CLUSTER

تحقیق، برای طبقه‌بندی قطعات نمونه براساس ترکیب فلورستیک از روش آنالیز خوشه‌ای استفاده شده است. برای انجام‌دادن این آنالیز ابتدا ماتریس اولیهٔ عدم تشابه بین قطعات نمونه براساس ضریب فاصلهٔ تعیین‌شده محاسبه می‌شود [۲۱].

برای آنالیز خوشه‌ای پوشش گیاهی معمولاً از ضریب فاصله سورنسون و روش اتصال بتا انعطاف‌پذیر[1] استفاده می‌شود. همچنین، در مطالعهٔ حاضر، به منظور بررسی ارتباط بین پوشش گیاهی و متغیرهای محیطی نیز از روش رسته‌بندی آنالیز تطبیقی متعارفی[2] استفاده شد. قبل از انجام‌دادن رسته‌بندی، گونه‌هایی که در کمتر از ۵ درصد پلات‌ها مشاهده شده، به‌منزلهٔ گونهٔ نادر از ماتریس گونه‌ها حذف شدند [۲۲]. آنالیز داده‌های پرت نیز به منظور تعیین قطعهٔ نمونهٔ پرت انجام شد. این آنالیز بر پایهٔ محاسبهٔ میانگین فاصله با استفاده از ضریب فاصلهٔ سورنسون، فواصل قطعات نمونه را از یکدیگر تعیین می‌کند. پلات‌هایی که فاصلهٔ آن‌ها بیش از دو برابر انحراف معیار به علاوه میانگین بوده به‌منزلهٔ پلات پرت در نظر گرفته می‌شود. همچنین، با توجه به متفاوت بودن واحدهای متغیرهای مختلف در ماتریس خام داده‌های متغیرهای محیطی، داده‌ها با استفاده از میانگین صفر و واریانس واحد قبل از انجام‌دادن رسته‌بندی استاندارد شدند. برای تفسیر اکولوژیکی رسته‌بندی حاصل از تجزیه و تحلیل چندمتغیره، همبستگی بین ارزش‌های قطعات نمونه در دو محور اول (که اصولاً بیشترین تغییرات را نشان می‌دهند) با فاکتورهای محیطی (خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک) متناظر با هر قطعهٔ نمونه با استفاده از معیار همبستگی پیرسون محاسبه و از نظر معنادار بودن آماری بررسی شد. سپس، همبستگی پیرسون بین گونه‌ها و محورهای رسته‌بندی و متغیرهایی که با محورهای رسته‌بندی همبستگی معناداری داشتند، نیز محاسبه شد. برای تعیین معنادار بودن اختلاف بین میانگین متغیرهای خاک در دو منطقه، آزمون پارامتریک t-student مستقل استفاده شد. برای انجام‌دادن آنالیز پوشش گیاهی و داده‌های محیطی از نرم‌افزار PC-ORD نسخهٔ ۵ و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در دو پارسل از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۸ استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی فلورستیک

در تحقیق حاضر، ۵۳ گونهٔ گیاهی شامل ۹ گونهٔ درختی، ۶ گونهٔ درختچه‌ای و ۳۸ گونهٔ علفی شناسایی شد. این گونه‌ها به ۵۰ جنس و ۳۲ خانوادهٔ گیاهی تعلق دارند. فهرست گونه‌های گیاهی در منطقه مطالعه‌شده در جدول ۲ ارائه شده است. از فراوان‌ترین گونه‌های علفی در دو پارسل می‌توان به *Asperula odorata* L. و *Euphorbia amygdaloides* اشاره کرد. فراوان‌ترین گونه‌های درختچه‌ای *Crataegus monogyna* Jacq. و *Ruscus hyrcanus* Woron. و فراوان‌ترین گونه‌های درختی *Fagus orientalis* Lipsky و *Carpinus betulus* L. هستند.

1. Flexible beta
2. Canonical correspondence analysis

جدول ۲. فهرست گونه‌های گیاهی در منطقهٔ مطالعه‌شده و درصد فراوانی آن‌ها (تعداد پلات‌هایی که گونه در آن مشاهده شده)

نام علمی	خانواده	نام فارسی	درصد فراوانی	
			مدیریت‌شده	شاهد
Asperula odorata L.	Rubiaceae	زبرینه راشستانی	۹۳/۷۵	۹۳/۳۳
Asplenium adiantum-nigrum L.	Aspleniaceae	سرخس سیاه	۰/۰۶	۰/۰۶
Athyrium filix-femina (L) Roth.	Athyriaceae	سرخس ماده	۵۰	۶۰
Cardamine bulbifera (L.) Crantz.	Brassicaceae	ترتیزک باتلاقی پیازچه‌دار	۰	۰/۰۶
Cardamine impatiens L.	Brassicaceae	ترتیزک باتلاقی	۱۸/۷۵	۲۰
Carex divulsa Stokes	Cyperaceae	جگن	۶۲/۵	۷۳/۳۳
Cephalanthera caucasica Kranzl.	Orchidaceae	گلسر قفقازی	۱۲/۵	۰
Circaea lutetiana L.	Onagraceae	افسونگر شب	۱۲/۵	۱۳/۳
Clinopodium umbrosum (M.B.) C.Koch	Lamiaceae	ریحانک سایه‌پسند	۶/۲۵	۰
Dryopteris filix-mass (L.) Schott.	Aspidiaceae	سرخس نر	۵۶/۲۵	۶۶/۶۶
Epimedium pinnatum Fisch.	Podophyllaceae	گیاه بی‌ثمر	۱۲/۵	۲۰
Euphorbia amygdaloides L.	Euphorbiaceae	فرفیون جنگلی	۷۵	۸۶/۶۶
Festuca drymeia Mert. & Koch.	Gramineae	علف بره‌کوهی	۸۷/۵	۷۳/۳۳
Fragaria vesca L.	Rosaceae	توت‌فرنگی جنگلی	۶۲/۵	۴۶/۶۶
Galium rotundifolium L.	Rubiaceae	شیر پنیر	۰	۶/۶۶
Geranium robertianum L.	Geraniaceae	سوزن چوپان قرمز	۱۲/۵	۰
Hypericum androsaemum L.	Hypericaceae	متامتی	۴۳/۷۵	۴۰
Lamium album L.	Lamiaceae	گزنهٔ سفید	۶/۲۵	۶/۶۶
Mentha aquatica L.	Lamiaceae	پونهٔ آبی	۱۸/۷۵	۰
Mentha piperita L.	Lamiaceae	نعنا	۲۵	۱۳/۳۳
Mercurialis perennis L.	Euphorbiaceae	علف جیوه	۵۶/۲۵	۲۶/۶۶
Petasites hybridus (L.) P. Gaertn.	Compositae	بابا‌آدم جنگلی	۱۲/۵	۰
Phyllitis scolopendrium (L.) Newman.	Aspleniaceae	زنگی دارو	۳۱/۲۵	۴۶/۶۶
Polygonatum orientale Desf.	Liliaceae	مهرسلیمان شرقی	۱۸/۷۵	۰
Polypodium vulgare L.	Polypodiceae	بسفایج	۰	۶/۶۶
Polystichum aculeatum (L.) Roth.	Aspidiaceae	سرخس مقدس	۴۳/۷۵	۲۶/۶۶
Rubus hyrcanus L.	Rosaceae	تمشک	۹۳/۷۵	۹۳/۳۳
Primula heterochroma Stapf.	Primulaceae	پامچال الوان	۱۸/۷۵	۲۶/۶۶
Salvia glutinosa L.	Lamiaceae	مریم‌گلی جنگلی	۲۵	۱۳/۳۳
Sanicula europaea L.	Umbelliferae	مرهمی	۴۳/۷۵	۴۰
Scutellaria tournefortii Benth.	Lamiaceae	بشقابی جنگلی	۶/۲۵	۰
Sedum stoloniferum S.G.Gmel.	Crassulaceae	نازاستولون‌دار	۶/۲۵	۶/۶۶

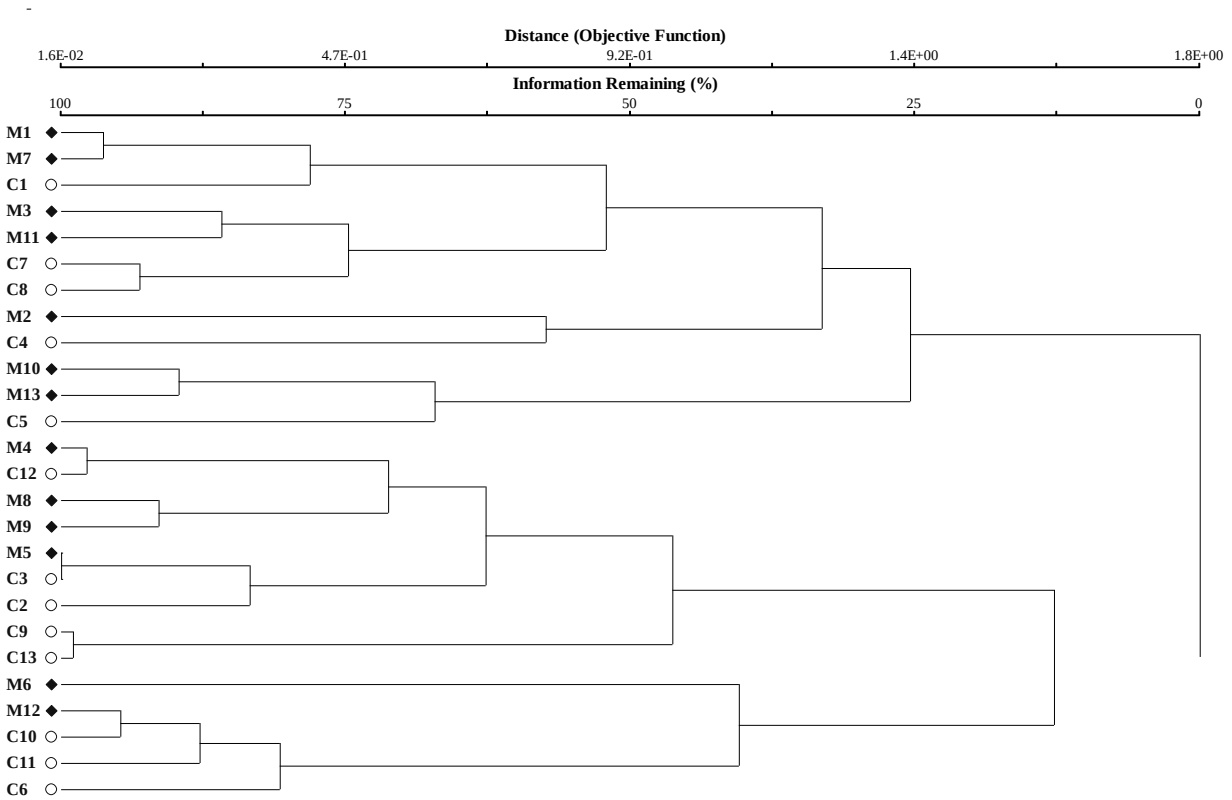
ادامه جدول ۲. فهرست گونه‌های گیاهی در منطقهٔ مطالعه‌شده و درصد فراوانی آن‌ها (تعداد پلات‌هایی که گونه در آن مشاهده شده)

نام علمی	خانواده	نام فارسی	درصد فراوانی	
			مدیریت‌شده	شاهد
Solanum kieseritzkii C.A.Mey.	Solanaceae	تاجریزی جنگلی	۸۱/۲۵	۸۷/۵
Stachys sylvatica L.	Lamiaceae	سنبله‌ای جنگلی	۸۱/۲۵	۶۶/۶۶
Tamus communis L.	Dioscoreaceae	تمیس	۵۰	۱۳/۳۳
Vicia crocea (Desf.) B. Fedtsch.	Papilionaceae	ماشک زعفرانی	۵۰	۰
Vincetoxicum scandens Sommier & Levier	Asclepiadaceae	تریاقی جنگلی	۶/۲۵	۰
Viola odorata L.	Violaceae	بنفشهٔ معطر	۶۸/۷۵	۱۰۰
Crataegus microphylla (Wild) Jacq.	Rosaceae	ولیک	۳۱/۲۵	۲۶/۶۶
Danae racemosa (L.) Moench	Liliaceae	همیشک	۰	۱۳/۳۳
Ilex aquifolium L.	Aquifoliaceae	خاس	۰	۱۳/۳۳
Mespilus germanica L.	Rosaceae	ازگیل	۰	۱۳/۳۳
Prunus divaricata Ledeb.	Rosaceae	آلوچه	۰	۶/۶۶
Ruscus hyrcanus Woron.	Liliaceae	کولهٔ خاص	۵۶/۲۵	۳۳/۳۳
Acer cappadocicym Gled.	Aceraceae	افرا شیردار	۱۲/۵	۰
Acer velutinum Boiss.	Aceraceae	افرا پلت	۶/۲۵	۶/۶۶
Alnus subcordata C. A. Mey.	Betulaceae	توسکا ییلاقی	۶/۲۵	۶۰
Carpinus betulus L.	Betulaceae	ممرز	۴۳/۷۵	۵۳/۳۳
Cerasus avium (L.) Moench	Rosaceae	گیلاس وحشی (آلوکک)	۶/۲۵	۰
Fagus orientalis Lipsky	Fagaceae	راش	۱۰۰	۱۰۰
Fraxinus excelsior L.	Oleaceae	زبان گنجشک	۰	۶/۶۶
Quercus castanifolia C. A. Mey	Fagaceae	بلندمازو	۱۲/۵	۲۰
Ulmus glabra Hudson	Ulmaceae	ملج	۶/۲۵	۱۳/۳۳

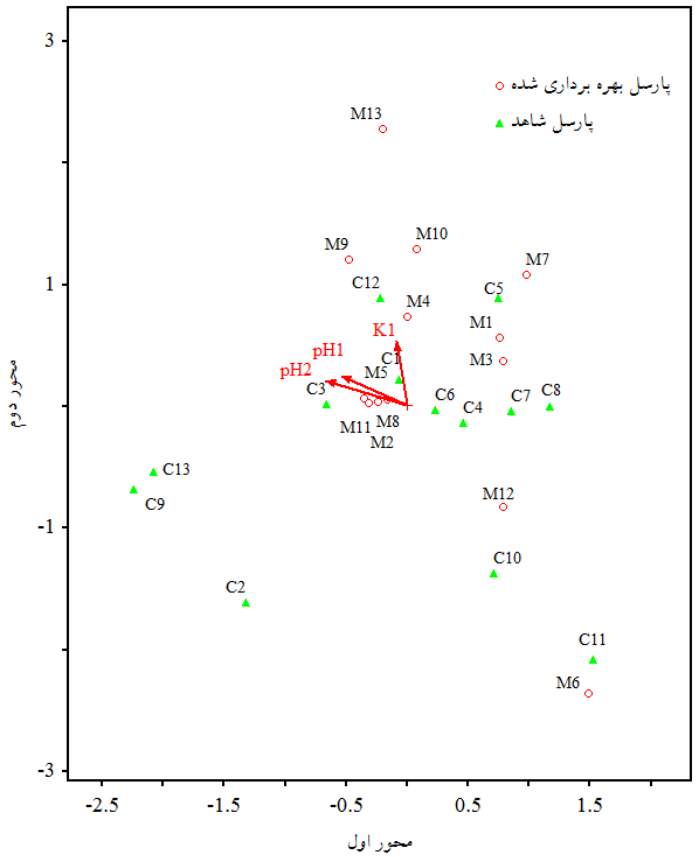
آنالیزهای طبقه‌بندی و رسته‌بندی

نتیجهٔ تجزیه و تحلیل خوشه‌ای ۲۶ قطعه نمونهٔ برداشت‌شده براساس ترکیب فلورستیک در شکل ۲ آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ترکیب پوشش گیاهی در دو منطقهٔ بهره‌برداری‌شده و شاهد مشابه است و تفکیک‌پذیر در گروه‌های مجزا نیست.

شکل ۳ رسته‌بندی قطعات نمونه حاصل از تجزیه و تحلیل CCA را نشان می‌دهد. محورهای اول و دوم این آنالیز برای نمایش نتایج انتخاب شدند، زیرا این دو محور همبستگی معناداری باهم ندارند و بیشترین تغییرات موجود در ساختار پوشش گیاهی نیز توسط این دو محور بیان می‌شود. همان‌طور که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود، امکان تفکیک قطعات نمونهٔ گروه‌بندی‌شده براساس متغیر بهره‌برداری وجود ندارد و همبستگی بین متغیرهای خاک و محورها نیز نشان داد که اسیدیته در عمق اول و دوم همبستگی منفی و معناداری با محور اول دارد و محور دوم با پتاسیم در عمق اول همبستگی مثبت و معناداری را نشان داده است. سایر متغیرها همبستگی معناداری با محورها نداشتند (جدول ۳). بنابراین، عوامل اسیدیته خاک در عمق اول و دوم و همچنین پتاسیم در عمق اول خاک مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تغییرات پوشش گیاهی در قطعات نمونهٔ برداشت‌شده از دو منطقه بوده است.



شکل ۲. نمودار طبقه‌بندی حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای برای پوشش گیاهی، M: نشان‌دهندهٔ پارسل مدیریت‌شده و C: نشان‌دهندهٔ پارسل شاهد



شکل ۳. نمودار رسته‌بندی قطعات نمونهٔ پوشش گیاهی حاصل از CCA (pH_1: اسیدیته در عمق اول، pH_2: اسیدیته در عمق دوم و K_1: پتاسیم در عمق اول)

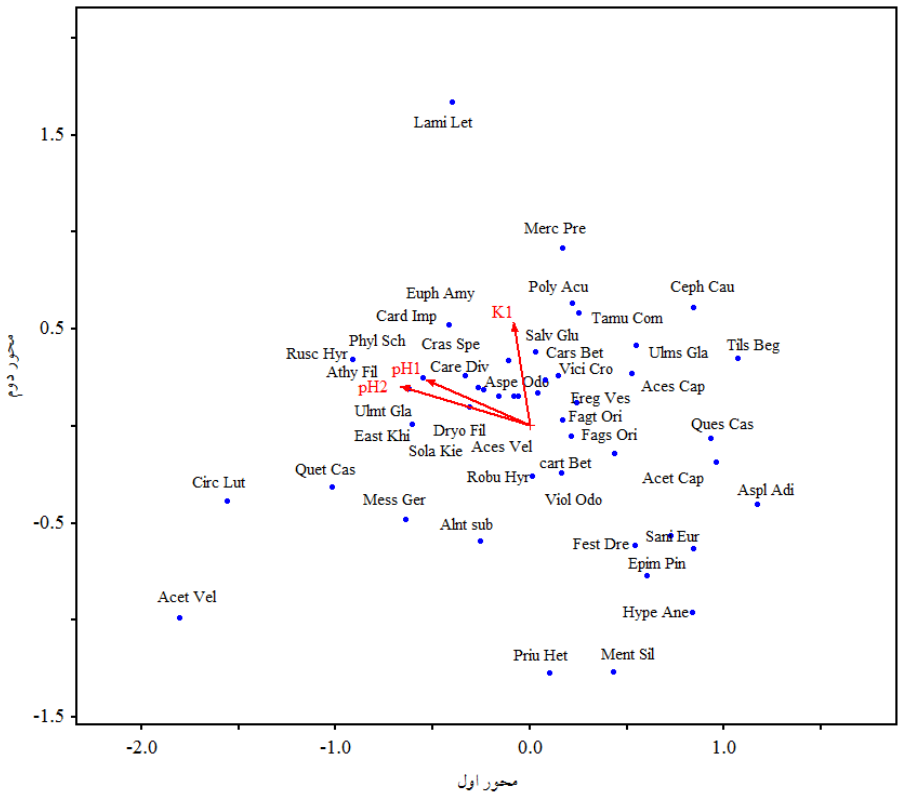
جدول ۳. همبستگی پیرسون متغیرهای خاک با محورهای اول و دوم در آنالیز CCA

مشخصه	محور اول	محور دوم
اسیدیته (۱)	-۰/۴۸۰*	۰/۲۹۷
اسیدیته (۲)	-۰/۶۳۹**	۰/۲۹۴
درصد کربن آلی (۱)	-۰/۰۷۰	۰/۲۲۶
درصد کربن آلی (۲)	-۰/۰۸۵	۰/۲۵۶
درصد ازت کل (۱)	-۰/۱۵۶	۰/۲۰۲
درصد ازت کل (۲)	-۰/۱۴۹	۰/۱۹۲
پتاسیم (۱)	-۰/۱۲۱	۰/۵۵۰**
پتاسیم (۲)	-۰/۱۳۹	۰/۳۸۲
فسفر قابل جذب (۱)	۰/۲۵۰	۰/۱۴۰
فسفر قابل جذب (۲)	۰/۳۱۰	۰/۱۹۵

* معناداری در سطح ۵ درصد، ** معناداری در سطح ۱ درصد

(۱) عمق ۰-۱۰ سانتی‌متر، (۲) عمق ۱۰-۳۰ سانتی‌متر خاک

شکل ۴ محورهای اول و دوم رسته‌بندی گونه‌های حاصل از تجزیه و تحلیل CCA را نشان می‌دهد. اسیدیتهٔ خاک در عمق اول و دوم و همچنین پتاسیم در عمق اول خاک مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر پراکنش گونه‌های ثبت‌شده در مناطق مطالعه‌شده است و براساس گرادیان‌های شناخته‌شده در رسته‌بندی قطعات نمونه (شکل ۳) بهره‌برداری از توده‌های جنگلی به‌منزلهٔ یک عامل مؤثر بر حضور و فراوانی گونه‌ها مطرح نیست. از این جهت، ارتباط مؤثری بین حضور و نبود گونه‌ها و فراوانی آن‌ها با گرادیان‌های شناخته‌شده و متغیرهای پتاسیم و اسیدیتهٔ خاک وجود دارد. همبستگی گونه‌های گیاهی با محورهای آنالیز CCA و متغیرهای مؤثر بر پراکنش گونه‌ها در جدول ۴ آمده است. این جدول نشان می دهد واکنش گونه‌ها به گرادیان‌های شناخته‌شده در منطقهٔ مطالعه‌شده چگونه است.



شکل ۴. نمودار رسته‌بندی پوشش گیاهی حاصل از آنالیز CCA (بردارهای همبستگی متغیرهای خاک عبارت‌اند از: pH1: اسیدیته در عمق اول، pH2: اسیدیته در عمق دوم و K1: پتاسیم در عمق اول)

محور اول با گونه‌های *Athyrium filix-femina*، *Circaea lutetiana*، *Dryopteris filix-massa*، *Rubus hyrcanus*، *Solanum kieseritzkii*، *Stachys sylvatica* و *Ruscus hyrcanus* همبستگی منفی و معناداری دارد. محور دوم نیز با گونه‌هایی مانند *Asperula odorata*، *Mercurialis perennis*، *Tamus communis* و *Viola odorata* همبستگی مثبت و معناداری دارد. گونه‌های *Carex*

divulsa، *Stachys sylvatica* و *Ruscus hyrcanus* با اسیدیته در هر دو عمق همبستگی مثبت و معناداری دارند و گونه‌های *Cephalanthera caucasica*، *Circaea lutetiana*، *Epimedium pinnatum* و *Festuca drymeia* با اسیدیته در عمق دوم همبستگی منفی و معناداری دارند. همچنین، همبستگی بین پتاسیم در عمق اول با گونه‌های *Mercurialis perennis*، *Vincetoxicum scandens* و *Sedum stoloniferum* مثبت و معنادار بوده است.

جدول ۴. همبستگی پیرسون بین برخی از گونه‌های گیاهی با محورهای اول و دوم در آنالیز CCA، اسیدیته و پتاسیم خاک

نام علمی گونه	محور اول	محور دوم	اسیدیته (۱)	اسیدیته (۲)	پتاسیم (۱)
Asperula odorata L.	−۰/۱۴۲	۰/۵۷۵**	۰/۰۷	−۰/۰۲۷	۰/۲۶۵
Athyrium filix-femina (L) Roth.	−۰/۶۶۶**	۰/۲۸۴	−۰/۱۵۳	−۰/۰۱۷	−۰/۱۲۶
Cardamine impatiens L.	−۰/۲۸۱	۰/۳۰۶	۰/۳۸۶	۰/۴۲۶*	۰/۰۹۹
Carex divulsa Stokes	−۰/۱۹۸	۰/۱۹۹	۰/۴۲۱*	۰/۳۹۱*	۰/۰۱۲
Cephalanthera caucasica Kranzl.	۰/۲۴۱	۰/۱۶۴	−۰/۳۴۲	−۰/۴۲۹*	−۰/۲۰۵
Circaea lutetiana L.	−۰/۶۲۰**	−۰/۰۶۹	۰/۳۸۶	−۰/۴۲۶*	−۰/۰۳۶
Dryopteris filix-mass (L.) Schott.	−۰/۴۸۴*	۰/۱۴۲	۰/۱۵۳	۰/۲۹۶	−۰/۰۶۵
Epimedium pinnatum Fisch.	۰/۳۸۴	−۰/۲۹۹	−۰/۳۴۲	−۰/۴۲۹*	−۰/۲۰۵
Euphorbia amygdaloides L.	−۰/۳۰۳	۰/۵۱۵**	۰/۴۰۵	۰/۳۷۹	۰/۱۸۳
Festuca drymeia Mert. & Koch.	۰/۶۴۲**	−۰/۲۲۴	−۰/۳۶۸	−۰/۴۳۲*	−۰/۲۹۶
Mercurialis perennis L.	۰/۰۷۶	۰/۶۹۷**	۰/۲۴۵	۰/۱۹۳	۰/۴۹۷*
Polystichum aculeatum (L.) Roth.	۰/۱۰۲	۰/۴۰۲*	۰/۰۶۴	۰/۱۵۵	۰/۰۱۲
Primula heterochroma Stapf.	۰/۰۱۰	−۰/۶۱۱**	−۰/۳۱۲	−۰/۳۲۷	−۰/۲۲۳
Rubus hyrcanus L.	−۰/۶۹۸**	۰/۴۳۸*	۰/۲۳۶	۰/۳۲۸	۰/۱۹۹
Sanicula europaea L.	۰/۵۵۵**	−۰/۴۶۱*	−۰/۲۸۳	−۰/۲۵۹	−۰/۱۴۶
Sedum stoloniferum S.G.Gmel.	−۰/۰۹۹	۰/۴۵۳*	۰/۱۴۹	۰/۰۶۹	۰/۸۹۹**
Solanum kieseritzkii C.A.Mey.	−۰/۵۱۹**	۰/۳۶۰	۰/۳۱۲	۰/۳۳۵	۰/۱۹۳
Stachys sylvatica L.	−۰/۵۳۸**	۰/۳۰۳	۰/۴۲۱*	۰/۳۹۱*	۰/۰۱۲
Tamus communis L.	۰/۱۳۷	۰/۴۰۱*	۰/۱۹۹	۰/۰۳۵	−۰/۰۴۹
Vincetoxicum scandens Sommier & Levier	−۰/۰۹۹	۰/۴۵۳*	۰/۱۴۹	۰/۰۶۹	۰/۸۹۹**
Viola odorata L.	۰/۱۸۰	−۰/۴۷۸*	۰/۰۱۴	−۰/۰۸۲	−۰/۴۴۲*
Fagus orientalis Lipsky.	۰/۳۰۷	−۰/۱۱۰	۰/۱۱۴	−۰/۲۱۹	−۰/۱۰۱
Carpinus betulus L.	۰	۰/۱۹۴	۰/۲۱۶	۰/۲۴۳	−۰/۱۷۳
Alnus subcordata C. A. Mey.	−۰/۳۸۲	۰/۵۹۶**	−۰/۰۵۲	۰/۰۶۳	−۰/۳۱۷
Ruscus hyrcanus Woron.	−۰/۶۷۰**	۰/۳۹۵	۰/۴۹۶**	۰/۵۱۹**	۰/۲۲۹

* معناداری در سطح ۵ درصد، ** معناداری در سطح ۱ درصد

به‌طورکلی، براساس نتایج آنالیزهای طبقه‌بندی و رسته‌بندی، ترکیب و فراوانی پوشش علفی و درختی در پارسلی که شیوهٔ تک‌گزینی اجراشده، مشابه پارسل شاهد است و این شیوه نمی‌تواند به‌منزلهٔ عاملی برای ایجاد گرادیان تغییرات در پوشش گیاهی مطرح باشد. طبقه‌بندی و رسته‌بندی قطعات نمونه و گونه‌های گیاهی صورت‌گرفته (شکل‌های ۲، ۳ و ۴) حاصل تغییرات اسیدیته در مقیاس خرد در هریک از پارسل‌ها بوده است. در این زمینه می‌توان به نتایج مطالعه‌ای در جنگل‌های آمیختهٔ بلوط در سوئد اشاره کرد که بیان می‌دارد اجرای شیوهٔ گزینشی به تغییرات معناداری در پوشش گیاهی توده‌های مدیریت‌شده نسبت به توده‌های شاهد در منطقه منجر نشده است [۲۳]. همچنین، طبق بررسی دیگری، نتایج حاصل از آنالیز NMDS نشان داده که ترکیب گونه‌ای جوامع گیاهی پس از بهره‌برداری به شیوهٔ گزینشی، عمدتاً مشابه ترکیب گونه‌ای جوامع قبل از بهره‌برداری است [۲۴]. علت عدم تأثیر معنادار شیوهٔ گزینشی بر پوشش گونه‌های علفی و تفکیک‌ناپذیر بودن پوشش گیاهی قبل و بعد از بهره‌برداری در جنگل‌های آمریکا این‌طور تفسیر شده است: گونه‌های علفی که بلافاصله بعد از بهره‌برداری و ایجاد فضای باز در جنگل حضور می‌یابند عموماً جزء گونه‌های پیشاهنگ و نورپسندند و طی گذشت ۱ تا ۱۰ سال به حداکثر فراوانی یا پوشش خود می‌رسند، اما با گذشت زمان و بسته‌شدن تاج پوشش دوباره ممکن است این گونه‌ها از بین بروند و منطقه بتواند پوشش گیاهی قبل از بهره‌برداری را احیا و بازسازی کند [۲۵] و این شباهت‌ها در پوشش گیاهی توده‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده در جنگل‌های خزان‌کننده می‌تواند به‌وسیلهٔ اجرای شیوه‌های مدیریتی، که کمتر سبب تخریب می‌شوند و از الگوهای طبیعی بیشتر پیروی می‌کنند، افزایش یابد [۲۶]. از طرف دیگر، شیوهٔ تک‌گزینی می‌تواند به تغییر پوشش گیاهی منجر شود، اما فاکتورهای دیگری مانند مدت زمان مدیریت و ویژگی‌های میکروکلیمای منطقه نیز نقش اساسی را در تغییرات پوشش گیاهی ایفا می‌کنند [۲۷].

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

خاک منطقهٔ مطالعه‌شده اسیدی است و دو پارسل از لحاظ متغیرهای خاک تفاوت معناداری را در سطح احتمال ۹۵ درصد نشان نداده‌اند (جدول ۵). با استفاده از مثلث بافت مشخص شد که بافت خاک در هر دو پارسل لومی و لومی رسی است.

ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک از طریق میزان و نوع برگشت مواد آلی و تولید بیوماس تحت‌تأثیر ترکیب گونه‌ای پوشش گیاهی قرار دارد. مشابه‌بودن پوشش گیاهی و شرایط محیطی در دو پارسل به عدم تفاوت معنادار ویژگی‌های خاک در دو منطقه منجر شده است [۵؛ ۲۸]. این یافته‌ها با نتایج پژوهشی در جنگل‌های کارولینا مطابقت می‌کند که اذعان داشتند تغییرات ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک در توده‌های مدیریت‌شده به شیوهٔ گزینشی نسبت به توده‌های شاهد ناچیز است [۱۵]. البته برخی از بررسی‌ها نشان داده که اجرای شیوهٔ گزینشی با توجه به مرحلهٔ توالی تودهٔ جنگلی می‌تواند موجب تغییر بعضی از خصوصیات مرتبط با حاصلخیزی، مانند مقدار کربن آلی شود [۴].

جدول ۵. میانگین و انحراف معیار متغیرهای خاک اندازه‌گیری‌شده در پارسل مدیریت‌شده و پارسل شاهد

مشخصه	پارسل مدیریت‌شده	پارسل شاهد	سطح معناداری
اسیدیته (۱)	۵/۶۷ (±۰/۳۲)	۵/۴۸ (±۰/۶۴)	۰/۳۶
اسیدیته (۲)	۵/۸ (±۰/۳۶)	۵/۶۷ (±۰/۵۳)	۰/۴۹
درصد کربن آلی (۱)	۲/۷۳ (±۰/۳۱)	۲/۴ (±۰/۱۹)	۰/۳۸
درصد کربن آلی (۲)	۲/۳۳ (±۰/۳۱)	۱/۶۹ (±۰/۱۶)	۰/۰۸
درصد ازت کل (۱)	۰/۲۲ (±۰/۰۷)	۰/۲۱ (±۰/۰۵)	۰/۷
درصد ازت کل (۲)	۰/۱۹ (±۰/۰۲)	۰/۱۷ (±۰/۰۱)	۰/۵۴
پتاسیم (mg/kg) (۱)	۲۰۳/۲۳ (±۴۲/۱۸)	۱۳۳/۵۳ (±۱۱/۸۹)	۰/۱۲
پتاسیم (mg/kg) (۲)	۱۴۳/۳ (±۱۵/۹۷)	۱۱۵/۴۶ (±۱۱/۶۱)	۰/۱۷
فسفر قابل جذب (mg/kg) (۱)	۷/۸۸ (±۲/۱۹)	۶/۳ (±۱/۲)	۰/۵۳
فسفر قابل جذب (mg/kg) (۲)	۵/۸۴ (±۱/۵۹)	۴/۰۷ (±۰/۹۱)	۰/۳۴
وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3) (۱)	۱/۷ (±۰/۳۳)	۱/۹۷ (±۰/۴۶)	۰/۱
وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3) (۲)	۱/۸۱ (±۰/۳۲)	۲/۰۲ (±۰/۴۱)	۰/۱

به‌طورکلی، شیوه‌های جنگل‌شناسی که برای افزایش یا حفظ تنوع در اکوسیستم‌های جنگلی طراحی شدند به درک فاکتورهایی که به همزیست شدن چند گونه در یک منطقه منجر می‌شوند وابسته‌اند و عوامل حضور گروهی گونه‌ها در یک منطقه به میزان تغییرپذیری رویشگاه، توانایی تقسیم‌بندی منابع در دسترس (غذایی، نور، و...)، و حاصلخیزی رویشگاه بستگی دارد [۲۹]. تخریب و تغییرات ناشی از اجرای شیوهٔ تک‌گزینی با تغییرات ناشی از فرایند افتادن طبیعی درختان در جنگل مشابه است [۳۰]. به همین علت، فرض بر این است که تفاوت شرایط اکولوژیکی و محیطی بین جنگل بهره‌برداری‌شده با این شیوه و جنگل بهره‌برداری‌نشده ناچیز است [۴]. با در نظر گرفتن شدت دخالت و مدت زمان اعمال شیوهٔ گزینشی نیز، تأثیرات بهره‌برداری در جنگل متفاوت خواهد بود؛ به‌طوری‌که دخالت‌هایی با شدت پایین به ایجاد تخریب در مقیاس کوچک منجر می‌شود و برای توسعه و حفظ تنوع در اکوسیستم سودمند است و علاوه بر این، شیوهٔ گزینشی آثار طولانی‌مدتی نیز بر ترکیب و تنوع گونه‌ای در جنگل دارد که با بررسی توده‌ها در فواصل زمانی مختلف پس از بهره‌برداری، ممکن است تعیین شود [۱۶]. همچنین، روند و مسیر تغییرات در جنگل مدیریت‌نشده و جنگل مدیریت‌شده با شیوهٔ تک‌گزینی مشابه است، اما این تغییرات با شدت‌های مختلفی ایجاد می‌شود [۲۶].

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، اجرای شیوهٔ تک‌گزینی پس از دو دوره (۱۳۷۰ــ۱۳۹۰) تأثیر معناداری بر ترکیب پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک در پارسل بهره‌برداری شده در مقایسه با پارسل شاهد نداشته

است. بنابراین، براساس نتایج مطالعهٔ حاضر این شیوه با در نظر گرفتن ملاحظات فنی می‌تواند به‌منزلهٔ یکی از شیوه‌های جنگل‌شناسی مناسب به منظور حفظ ترکیب گونه‌ای و ویژگی‌های خاک در جنگل‌های ناهمسال راش مطرح باشد؛ گرچه مطالعات مکمل و بلندمدت در کنار مقایسه با عملکرد سایر شیوه‌های جنگل‌شناسی لازم است تا شیوهٔ تک‌گزینی ارزیابی دقیق شود.

References

[1]. Tahmasbi, P. (2011). Ordination. University of Shahrekord press, Shahrekord.

[2]. Mesdaghi, M. (2001). Vegetation description and analysis: a practical approach. University of Mashhad press, Mashhad.

[3]. Bengtsson, J., Nilsson, S.G., Franc, A., and Menozzi, P. (2000). Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. Forest Ecology and Management, 132: 39–50.

[4]. Sebastia, M. T., Casals, P., Vojnikovic, S., Bogunic, F., and Beus, V. (2005). Plant diversity and soil properties in pristine and managed stands from Bosnian mixed forests. Forestry, 78**:** 297–303.

[5]. Knapp, E.E., Keeley, J.E., Ballenger, E.A., and Brennan, T.J. (2005). Fuel reduction and coarse woody debris dynamics with early season and late season prescribed fire in a Sierra Nevada mixed conifer forest. Forest Ecology Management, 208: 383–397.

[6]. Binkley, D. (1996). The influence of tree species on forest soils: Processes and Patterns, Mead D.J., Cornforth I.S. (ed), Proceedings of the trees and soil workshop. 1994, NewZland Canterbury University press.

[7]. Rhoades, C.C. (1997). Single- tree influences on soil properties in agroforestry: Lessons from natural forest and savanna ecosystems. Kluwer Academic. Agroforestry Systems, 35: 71-94.

[8]. Pastor, J., Aber, J.D., McClaugherty, C.A., and Melillo, J.M. (1984). Aboveground production and Nand P cycling along a nitrogen mineralization gradient on Blackhawk Island, Wisconsin. Ecology, 65: 256-268.

[9]. Agoumé, V., and Birang, A.M. (2009). Impact of land-use systems on some physical and chemical soil properties of an Oxisol in the humid forest zone of southern Cameroon. Tropicultura, 27: 15-20.

[10]. Rahmani, A., Dehghani Shoraki, Y., and Banedjschafie, S. (2009). Nutritional status of Elm (*Ulmus glabra Huds.)* trees in national botanical garden of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17 (1): 99-106.

[11]. Boncina, A. (2000). Comparison of structure and biodiversity in the Rajhenav virgin forest remnant and managed forest in the Dinaric region of Slovenia. Global Ecology and Biogeography, 9: 201-211.

[12]. Klinka, K., Scagel, A.M., and Courtin, P.J. (1985). Vegetation relationships among some seral ecosystems in south-western British Columbia. Canadian Journal of Forest Research, 15: 561-569.

[13]. Dugiud, M.C., Frey, B.R., Ellum, D.S., Kelty, M., and Ashton, M.S. (2013). The influence of ground disturbance and gap position on understory plant diversity in upland forests of southern New England. Forest Ecology and Management, 303: 148-159.

[14]. Mitchell, R.J., Palik, B.J., and Hunter Jr, M.L. (2002). Natural disturbance as a guide to silviculture. Forest Ecology and Management, 155: 315 – 317.

[15]. Elliott, K.J., and Knoepp, J.D. (2005). The effects of three regeneration harvest methods on plant diversity and soil characteristics in the southern Appalachians. Forest Ecology and management, 211: 296-317.

[16]. Ren-hui, Q., Han, C., and Li-xin, Z. (2006). Effects of selection cutting on the forest structure

and species diversity of evergreen broad leaved forest in northern Fujian, southern China. Forestry Studies in China, 8(1): 16-20.

[17]. Sitzia, T., Trentanori, G., Dainese, M., Gobbo, G., Lingua, E., and M. Sommacal. 2012. Stand structure and plant species diversity in managed and abandoned silver fir mature woodlands. Forest Ecology and Management, 270: 230-238.

[18]. Reader, R.J., and Bricker, B.D. (1992). Value of selectively cut deciduous forest for understory herb conservation: an experimental assessment. Forest Ecology and Management, 51: 317–327.

[19]. Anonymous. (2004). Jamand Forestry plan, Natural Resource Administration, Noshar.

[20]. Eshaghi Rad, J., Zahedi Amiri, Gh., Marvi Mohadjer, M.R., and Mataji, A. (2009). Relationship between vegetation and physical and chemical properties of soil in Fagetum communities (Case study: Kheiroudkenar forest). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17 (2): 174-187.

[21]. Macune, B., and Grace, J. (2003). Analysis of Ecological Communities. MJM Software Design, Glenden Beach, Oregon.

[22]. Macune, B., and Mefford, M.J. (1999). PC-ORD for windows (software). Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 3.1. MjM Software, Gleneden Beach, OR, USA.

[23]. Gotmark, F., Paltto, H., Norden, B., and Gotmark, E. (2005). Evaluating partial cutting in broadleaved temperate forest under strong-experimental control: short-term effects on herbaceous plants. Forest Ecology and Management, 214: 124–141.

[24]. Falk, K. J., Burke, D.M., Elliott, K.A., and Holmes, S.B. (2008). Effects of single-tree and group selection harvesting on the diversity and abundance of spring forest herbs in deciduous forests in southwestern Ontario. Forest Ecology and Management, 255: 2486–2494.

[25]. Dugiud, M.C., and Ashton, M.S. (2013). A meta-analysis of the effect of forest management for timber on understory plant species diversity in temperate forests. Forest Ecology and Management, 303: 81-90.

[26]. Durak, T. (2010). Long term trends in vegetation changes of managed versus unmanaged eastern Carpathian beech forest. Forest Ecology and Management, 260: 1333-1344.

[27]. Burke, D.M., Elliott, K.A., Holmes, S.B., and Bradley, D. (2008). The effects of partial harvest on the understory vegetation of southern Ontario woodlands. Forest Ecology and Management. 255: 2204-2212.

[28]. Augusto, L., Ranger, L., Binkley, D. and Rothe, A. (2002). Impact of several common tree species of European temperate forest on soil fertility. Annals Forest Science, 59: 233-253.

[29]. Huston, M.A. (1994). Biological Diversity. The Coexistence of Species on Changing Landscapes. Cambridge University Press, New York, New York.

[30]. Jasinski, K., and Angelstam, P. (2002). Long-term differences in the dynamics within a natural forest landscape – consequences for management. Forest Ecology and Management, 161**:** 1 – 11.