

مقایسه تنوع گونه‌ای گیاهان چوبی و علفی توده‌های پهن‌برگ شاهد و مدیریت شده (مطالعه موردی: سری جمند- جنگل گلبند نوشهر)

جواد اسحاقی راد* و آمنه خانعلیزاده^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۱۱)

چکیده

مطالعه حاضر با هدف مقایسه تنوع گونه‌ای گیاهی در پارسل مدیریت شده و شاهد سری جمند واقع در نوشهر (استان مازندران) انجام گرفته است. از روش آماربرداری تصادفی سیستماتیک با ابعاد شبکه ۱۰۰×۲۰۰ متر برای تعیین محل قطعات نمونه استفاده شد. گونه‌های چوبی در قطعات نمونه ۴۰۰ متر مربعی و پوشش علفی در قطعات نمونه ۱۰۰ متر مربعی (در مرکز قطعه نمونه اصلی) بررسی شدند. در هر یک از قطعات نمونه، نوع و درصد پوشش گونه‌های گیاهی براساس مقیاس براون بلانکه ثبت شد و به منظور ارزیابی تنوع گونه‌ای گیاهی در قطعات نمونه از شاخص‌های تنوع گونه‌ای و یکنواختی شانون وینر و تنوع گونه‌ای سیمپسون استفاده شد. نتایج نشان داد که یکنواختی گونه‌ای شانون وینر، تنوع گونه‌ای شانون وینر و تنوع گونه‌ای سیمپسون در لایه علفی در پارسل مدیریت شده به ترتیب ۰/۷۷، ۲/۱ و ۰/۸ و در پارسل شاهد به ترتیب ۰/۶۸، ۱/۹ و ۰/۷۲ می‌باشد. با این حال، تفاوت دو پارسل از لحاظ شاخص‌های تنوع گونه‌ای مربوط به پوشش علفی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد. در اشکوب درختی میانگین همه‌ی شاخص‌های تنوع گونه‌ای بر اساس درصد پوشش، تراکم نسبی و مقدار اهمیت گونه در پارسل شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر از پارسل مدیریت شده به‌دست آمد. هم‌چنین در اثر اجرای شیوه تک‌گزینی درصد آمیختگی گونه راش در پارسل مدیریت شده افزایش یافته است.

واژه‌های کلیدی: شاخص سیمپسون، شاخص شانون وینر، شیوه تک‌گزینی، سری جمند، نوشهر

۱. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: javad.eshaghi@yahoo.com

مقدمه

حفظ تنوع زیستی یکی از اهداف کلیدی مدیریت و لازمه جنگلداری پایدار است و برای حفظ پویایی و ناهمگنی جنگل‌های طبیعی ضروری است تا خط مشی‌هایی برای مدیریت جنگل فراهم گردد (۲۷). به عبارت دیگر تنوع زیستی هر منطقه کلید پایداری و سلامت محیط زیست طبیعی آن می‌باشد (۱). تنوع گونه‌ای گیاهی نیز به عنوان یک جزء اساسی تنوع زیستی اکوسیستم جنگل محسوب می‌شود که در ساختار زیستگاه‌ها و عملکرد اکوسیستم نقش مهمی ایفا می‌کند (۳۵).

عوامل مختلفی بر تنوع گونه‌ای در جنگل‌ها تأثیر گذار هستند که عملیات مدیریتی به وسیله تغییر شرایط رویشگاهی، یکی از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر تنوع گونه‌ای در اشکوب‌های مختلف تلقی می‌شوند (۲۰). جنگل‌های مدیریت شده و جنگل‌های دست‌نخورده اساساً از لحاظ ساختار توده و تنوع گونه‌ای با هم متفاوت هستند (۲۹). معمولاً بهره‌برداری‌های شدید منجر به کاهش تنوع گونه‌ای می‌شوند در مقابل شیوه‌های مدیریتی که از الگوهای تخریب طبیعی پیروی می‌کنند، ممکن است برای توسعه تنوع اکوسیستم در درازمدت سودمند باشند (۳۲). در نتیجه شیوه‌های جنگل‌شناسی همگام با طبیعت (گروه‌گزینی و تک‌گزینی) به وسیله دخالت کمتر، استفاده از زادآوری طبیعی، حفاظت از ترکیب گونه‌ای طبیعی، محافظت مناسب زیستگاه‌ها، بالا نگه‌داشتن موجودی و تعداد درختان قطور در سطح جنگل (۱۳) ممکن است بهترین شیوه مدیریتی برای حفظ تنوع در اکوسیستم باشند. چنین مدیریت‌هایی می‌توانند ناهمگنی را در مناطق جنگلی افزایش داده و با ایجاد شرایط متفاوت محیطی سبب تنوع در گونه‌های جنگلی شوند (۲۵). در حالی که شیوه‌های کلاسیک منجر به همگنی توده‌های جنگلی می‌شوند (۳۰). به عنوان مثال اعمال شیوه قطع یکسره در جنگل ممکن است در سال‌های اولیه بعد از بهره‌برداری به علت کاهش رقابت و افزایش دسترسی به منابع باعث افزایش تنوع گونه‌ای شود اما از طرف دیگر منجر به حذف بعضی از گونه‌های جنگلی که به تخریب و بهره‌برداری

مقاوم نیستند می‌شود (۱۵ و ۲۱). در واقع با بهره‌برداری‌های شدید به طور ناگهانی شدت نور، دما و رطوبت به طور چشمگیری تغییر می‌کند که این ممکن است باعث استقرار گونه‌های علفی مهاجم و پیشاهنگ به جای گونه‌های درختی در منطقه شود و توسعه زیراشکوب می‌تواند محیطی که زادآوری گونه‌های درختی به آن وابسته هستند را تحت تأثیر قرار دهد به دلیل این‌که اشکوب علفی با زادآوری گونه‌های درختی برای استفاده از منابع در رقابت است (۱۷). به طور کلی شیوه‌های مدیریتی باعث ایجاد تغییراتی در ساختار سنی درختان، اشکوب‌بندی و ترکیب گونه‌های درختی می‌شوند (۳۳).

بر طبق نتایج پژوهشی در جنگل آمیخته بلوط، بهره‌برداری از جنگل به شیوه تک‌گزینی باعث افزایش غنای گونه‌ای پوشش علفی و کاهش یکنواختی می‌شود در نتیجه تغییرات کمی را در تنوع گونه‌ای منطقه ایجاد می‌کند و گروه‌گزینی باعث ایجاد تغییرات معنی‌داری در تنوع گونه‌ای پوشش علفی می‌شود (۲۳). در اثر اجرای شیوه تک‌گزینی در جنگل‌های آلمان غنای گونه‌ای علفی افزایش یافته است که عامل اصلی این تغییر مقدار نور قابل دسترس در کف جنگل می‌باشد (۲۴). از طرف دیگر، اعمال شیوه تک‌گزینی در توده‌های راش و راش-ممرز در جنگل‌های غرب گیلان باعث ایجاد تغییر معنی‌داری در شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای گیاهان چوبی نشده و شیوه تک‌گزینی به عنوان یک شیوه جنگل‌شناسی مناسب به منظور حفاظت از تنوع گونه‌ای در کنار تولید چوب در توده‌های راش-ممرز و توده‌های ممرز جنگل‌های طبیعی شمال کشور معرفی شده است (۲). براساس تحقیقی در جنگل‌های چین گزارش شده است که شیوه همگام با طبیعت (تک‌گزینی) هر چند تأثیر معنی‌داری بر تنوع گونه‌های درختی نداشته، اما می‌تواند موجب حفاظت و اصلاح تنوع گونه‌ای از طریق تنظیم فاکتورهای محیطی از قبیل نور، حرارت و رطوبت شود (۳۲). توراس و سورا (۳۷) با بررسی در جنگل‌های مدیترانه به این نتیجه رسیدند که توده‌های مدیریت شده با شیوه گزینشی نسبت به جنگل شاهد و توده‌هایی که با شیوه‌های قطع یکسره و تدریجی پناهی مدیریت

درختی اجرا شده است و قبل از آن فقط برداشت‌های بهداشتی انجام شده است) و پارسل ۳۱۸ به‌عنوان جنگل شاهد (از زمان ملی شدن جنگل‌ها بهره‌برداری نشده است)، به مساحت ۴۷ هکتار انتخاب شدند (شکل ۱). جهت غالب شمال شرقی، دامنه ارتفاعی ۱۱۳۰ تا ۱۳۰۰ متر از سطح دریا، سنگ مادری شیل با تپ خاک‌های قهوه‌ای شسته شده با افق کلسیک است (۵). روش تصادفی سیستماتیک با ابعاد شبکه ۲۰۰×۱۰۰ متر به‌عنوان روش نمونه‌برداری انتخاب شد. قطعات نمونه مربعی شکل به مساحت ۴۰۰ متر مربع (۲۰ متر×۲۰ متر) برای پوشش درختی و درختچه‌ای و در داخل هر قطعه نمونه، یک قطعه نمونه کوچک ۱۰۰ متر مربعی (۱۰ متر×۱۰ متر) برای پوشش علفی پیاده شدند (۳ و ۶). در کل برای مطالعه پوشش گیاهی ۳۱ قطعه نمونه پیاده شد، ۱۶ قطعه نمونه در پارسل مدیریت شده و ۱۵ قطعه نمونه در پارسل شاهد، برداشت گردید. نوع و درصد پوشش گونه‌های گیاهی براساس مقیاس براون بلانکه تخمین زده شد (۱۴).

قطر برابر سینه درختان دارای قطر بیش از ۷/۵ سانتی‌متر نیز در قطعه نمونه ۴۰۰ متر مربعی اندازه‌گیری شد (۶).

مقدار اهمیت هر گونه (Species importance value) براساس فرمول زیر برای گونه‌های درختی محاسبه شد (۱۱ و ۱۸):

چیرگی نسبی + تراکم نسبی + فراوانی نسبی = SIV

نحوه محاسبه فراوانی نسبی، تراکم نسبی و چیرگی نسبی مربوط به هر یک از گونه‌ها در روابط ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است.

(مجموع فراوانی کل گونه‌ها / فراوانی یک گونه) = فراوانی نسبی
[۱]

(مجموع تراکم کل گونه‌ها / تراکم یک گونه) = تراکم نسبی
[۲]

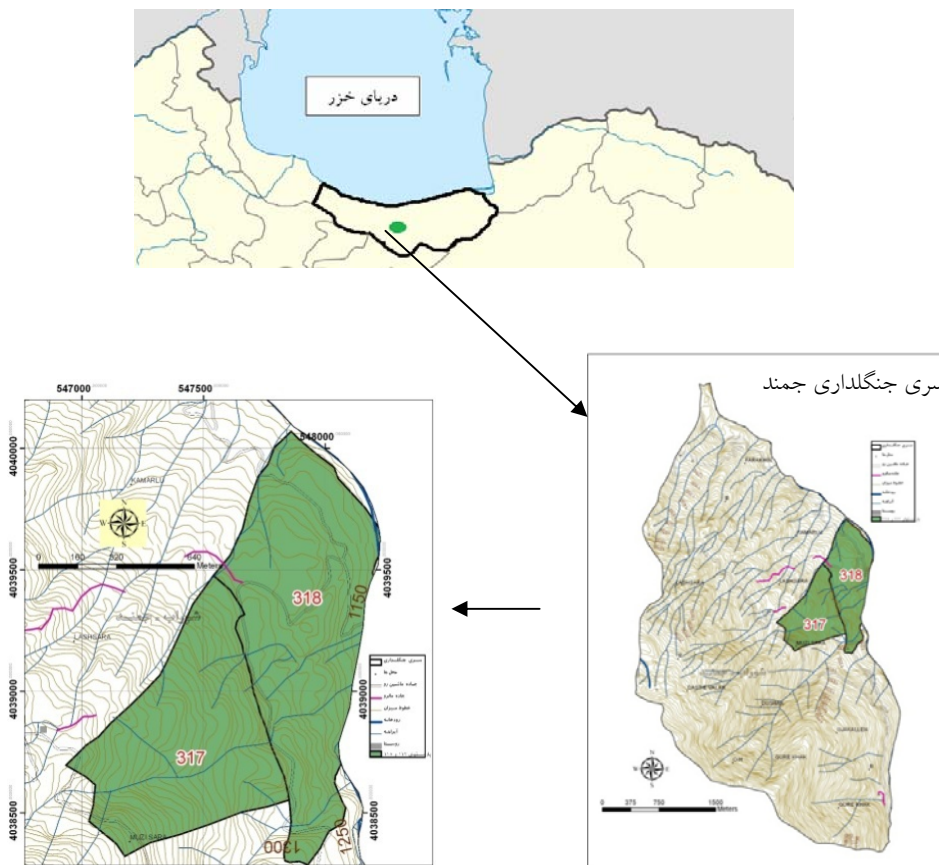
مجموع سطح مقطع پایه‌های مربوط به یک گونه = چیرگی نسبی
[۳] ۱۰۰ × (مجموع سطح مقطع تمام گونه‌ها / یک گونه)

به‌منظور ارزیابی تنوع گونه‌ای در قطعات نمونه از شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون وینر $H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$ (Pi) نسبت تعداد افراد گونه‌ای، یکنواختی شانون

شده‌اند، دارای غنا و تنوع گونه‌ای بالاتری در اشکوب درختی و درختچه‌ای هستند. فالک و همکاران (۲۲) تأثیر شیوهی همگام با طبیعت را بر تنوع گونه‌ای پوشش علفی در جنگل‌های خزان‌کننده کانادا مورد مطالعه قرار دادند که بر اساس نتایج آنها، میانگین شاخص‌های غنای گونه‌ای و تنوع گونه‌ای در توده‌های مدیریت شده بیشتر از توده‌های جنگل مدیریت نشده است. در نهایت، مدیریت اکوسیستم‌های جنگلی از راه اجرای شیوه‌های جنگل‌شناسی باید به‌نحوی باشد که علاوه بر تولید چوب و حفاظت از تنوع زیستی، پایداری اکوسیستم را نیز حفظ نموده و ارتقاء دهد (۱۲). جنگل‌های هیرکانی، مهم‌ترین و با ارزش‌ترین اکوسیستم جنگلی کشور محسوب می‌شوند و تنها منبع تولید چوب کشور می‌باشند (۹) و شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی در دهه‌های اخیر به‌عنوان یک شیوه کارآمد در مدیریت طرح‌های جنگلداری این جنگل‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. بنابراین لازم است تأثیر بهره‌برداری و برداشت درختان بر تنوع گونه‌ای در اشکوب‌های مختلف بررسی شود. هدف از انجام این تحقیق مقایسه تنوع گونه‌ای گیاهی در توده‌های جنگلی که شیوه تک‌گزینی در آنها اجرا شده با وضعیت مدیریت نشده توده‌ها در جنگل شاهد هم‌جوار است و فرضیه تحقیق این است که تنوع گونه‌ای چوبی و علفی در جنگل مدیریت شده با شیوه تک‌گزینی و جنگل شاهد یکسان است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در سری جمند طرح جنگلداری گلبن، واقع در حوضه‌ی آبخیز ۴۵ اداره کل منابع طبیعی نوشهر انجام گرفته است. این حوضه در جنوب شهرستان نوشهر بین طول جغرافیایی "۳۰'۰۰" و "۵۱'۰۰" تا "۲۸'۳۳" و "۵۱'۰۰" عرض جغرافیایی "۳۰'۰۰" و "۳۶'۰۰" تا "۲۷'۳۵" و "۳۶'۰۰" واقع شده است. متوسط میزان بارندگی در منطقه ۷۵۳/۵۶ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۰/۴ درجه سانتی‌گراد است. از این سری، دو پارسل ۳۱۷ به مساحت ۶۴ هکتار به‌عنوان پارسل مدیریت شده (از سال ۱۳۷۰ در این پارسل شیوه تک‌گزینی



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

اختلاف بین میانگین شاخص‌ها و سایر مشخصه‌ها در دو پارسل استفاده شد.

نتایج

نتایج نشان داد که از نظر مشخصه‌های سطح مقطع برابر سینه و حجم در هکتار تفاوت معنی‌داری بین دو پارسل در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد حجم در هکتار در پارسل شاهد ۷۲۱/۹۶ مترمکعب و در پارسل مدیریت شده ۴۸۳/۹۷ مترمکعب می‌باشد. با این حال دو پارسل از لحاظ تعداد در هکتار تفاوت معنی‌داری ندارند (جدول ۱).

با توجه به شکل ۲ مشخص می‌شود که دو گونه درختی غالب در دو پارسل مورد مطالعه راش و ممرز می‌باشد، به‌طوری‌که در پارسل مدیریت شده ۸۰ درصد از پایه‌ها مربوط

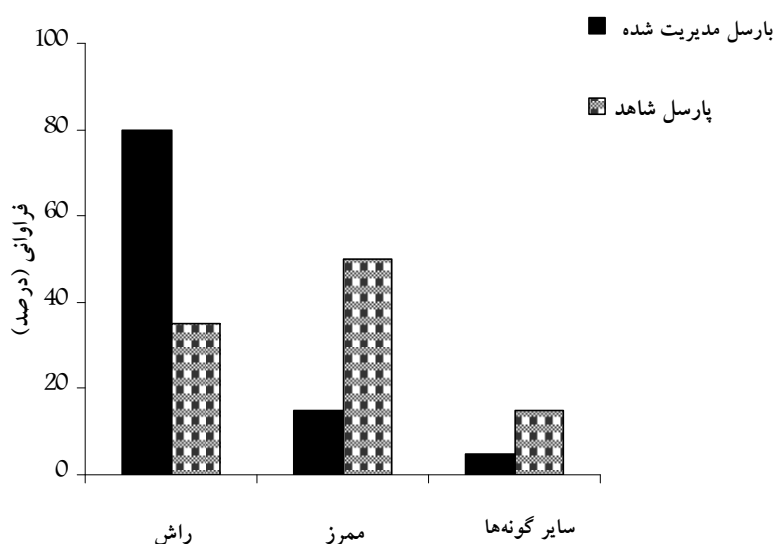
به گونه‌های سیمپسون و $H'_{max} = \ln(SR)$ و $E = H / H'_{max}$ استفاده شد (۲۸). شاخص‌های تنوع گونه‌ای مذکور برای پوشش علفی بر اساس درصد پوشش و برای گونه‌های درختی بر اساس درصد پوشش، تراکم نسبی و مقدار اهمیت گونه محاسبه شد.

برای محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای از نرم‌افزار PC-ORD نسخه ۵ و برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد. میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای و مشخصه‌های تعداد، سطح مقطع و حجم در هکتار محاسبه شد. با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف، نرمال بودن داده‌ها، و با استفاده از آزمون لوون همگنی واریانس‌ها بررسی شد و با توجه به نرمال بودن و همگن بودن واریانس داده‌ها، از آزمون پارامتریک t-student به‌منظور بررسی معنی‌دار بودن

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار سطح مقطع برابر سینه، حجم و تعداد در هکتار در پارسل مدیریت شده و پارسل شاهد

مقدار P	پارسل شاهد		پارسل مدیریت شده		مشخصه
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
۰/۰۰۵*	±۳/۶	۴۹/۲۷	±۳/۴	۳۵/۵۴	سطح مقطع برابر سینه (متر مربع در هکتار)
۰/۰۰۵*	±۵۸/۲	۷۲۱/۹۶	±۵۳/۵	۴۸۳/۹۷	حجم (مترمکعب در هکتار)
۰/۴۷ ^{ns}	±۳۰/۱	۳۰۸/۶۷	±۵۶/۸	۳۵۵/۶۳	تعداد در هکتار

*: تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($P \leq 0/05$)، ns: عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($P \geq 0/05$)



شکل ۲. درصد آمیختگی گونه‌های درختی در پارسل مدیریت شده و پارسل شاهد

دارند که مهم‌ترین آنها در دو پارسل عبارت‌اند از: Lamiaceae (۷ گونه، ۱۳/۲ درصد)، Rosaceae (۶ گونه، ۱۱/۳ درصد) و Liliaceae (۳ گونه، ۵/۷ درصد)

مطابق جدول ۲ در پارسل مدیریت شده، گونه‌های علفی *Festuca drymeia* Mert. & Koch. *Asperula odorata* L. و *Solanum kieseritzkii* C.A.Mey. *Rubus hyrcanus* L. *Stachys sylvatica* L. از نظر درصد فراوانی (بیش از ۸۰ درصد) در رتبه اول، گونه‌های *Athyrium filix-femina* (L) *Dryopteris filix-mass* (L.) *Carex divulsa* Stokes *Roth.*

به گونه‌ی راش، ۱۵ درصد پایه‌ها مربوط به گونه ممرز و ۵ درصد پایه‌ها نیز مربوط به سایر گونه‌هاست. اما در پارسل شاهد بیشترین درصد پایه‌ها مربوط به گونه ممرز (۵۰ درصد) و سپس گونه راش (۳۵ درصد) می‌باشد.

گونه‌ها و خانواده‌های گیاهی در مناطق مورد مطالعه شناسایی و درصد فراوانی مربوط به آنها محاسبه شد و در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است. در این تحقیق ۵۳ گونه گیاهی، شامل ۹ گونه درختی، ۶ گونه درختچه‌ای و ۳۸ گونه علفی شناسایی شد. این گونه‌ها به ۳۲ خانواده گیاهی تعلق

جدول ۲. فهرست گونه‌های علفی و درصد فراوانی مربوط به آنها در پارسل مدیریت شده و پارسل شاهد

گونه‌های علفی		نام علمی	ردیف
درصد فراوانی پارسل	نام تیره	نام فارسی	
مدیریت شده	شاهد		
۹۳/۳۳	۹۳/۷۵	Rubiaceae زیرینه راشستانی (زیرینه معطر)	<i>Asperula odorata</i> L. ۱
۰/۰۶	۰/۰۶	Aspleniaceae سرخس سیاه (سرخس شاخ گوزنی)	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L. ۲
۶۰	۵۰	Athyriaceae سرخس ماده	<i>Athyrium filix-femina</i> (L) Roth. ۳
۰/۰۶	۰	Brassicaceae ترتیزک باتلاقی پیازچه دار	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz. ۴
۲۰	۱۸/۷۵	Brassicaceae ترتیزک باتلاقی	<i>Cardamine impatiens</i> L. ۵
۷۳/۳۳	۶۲/۵	Cyperaceae جگن	<i>Carex divulsa</i> Stokes ۶
۰	۱۲/۵	Orchidaceae گلسر قفقازی	<i>Cephalanthera caucasica</i> Kranzl. ۷
۱۳/۳	۱۲/۵	Onagraceae افسونگر شب (عشوق)	<i>Circaea lutetiana</i> L. ۸
۰	۶/۲۵	Lamiaceae ریحانک سایه پسند	<i>Clinopodium umbrosum</i> (M.B.) C.Koch ۹
۶۶/۶۶	۵۶/۲۵	Aspidiaceae سرخس نر	<i>Dryopteris filix-mass</i> (L.) Schott. ۱۰
۲۰	۱۲/۵	Podophyllaceae گیاه بی ثمر	<i>Epimedium pinnatum</i> Fisch. ۱۱
۸۶/۶۶	۷۵	Euphorbiaceae فرفیون جنگلی (شیرسگ جنگلی)	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L. ۱۲
۷۳/۳۳	۸۷/۵	Gramineae علف بره کوهی (علف بره بلوط پسند)	<i>Festuca drymeia</i> Mert. & Koch. ۱۳
۴۶/۶۶	۶۲/۵	Rosaceae توت فرنگی جنگلی	<i>Fragaria vesca</i> L. ۱۴
۶/۶۶	۰	Rubiaceae شیر پنیر	<i>Galium rotundifolium</i> L. ۱۵
۰	۱۲/۵	Geraniaceae سوزن چوپان قرمز	<i>Geranium robertianum</i> L. ۱۶
۴۰	۴۳/۷۵	Hypericaceae متامتی	<i>Hypericum androsaemum</i> L. ۱۷
۶/۶۶	۶/۲۵	Lamiaceae گزنه سفید	<i>Lamium album</i> L. ۱۸
۰	۱۸/۷۵	Lamiaceae پونه آبی (سوسنمبر)	<i>Mentha aquatica</i> L. ۱۹
۱۳/۳۳	۲۵	Lamiaceae نعنا	<i>Mentha piperita</i> L. ۲۰
۲۶/۶۶	۵۶/۲۵	Euphorbiaceae علف جیوه (شنگرفی)	<i>Mercurialis perennis</i> L. ۲۱
۰	۱۲/۵	Compositae بابا آدم جنگلی (سایبان)	<i>Petasites hybridus</i> (L.) P. Gaertn. ۲۲
۴۶/۶۶	۳۱/۲۵	Aspleniaceae زنگی دارو (زبان آهو)	<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newman. ۲۳
۰	۱۸/۷۵	Liliaceae مهرسلیمان شرقی (شقاقل ایرانی)	<i>Polygonatum orientale</i> Desf. ۲۴
۶/۶۶	۰	Polypodiaceae بسفایج	<i>Polypodium vulgare</i> L. ۲۵
۲۶/۶۶	۴۳/۷۵	Aspidiaceae سرخس مقدس (سرخس سپری)	<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Roth. ۲۶
۹۳/۳۳	۹۳/۷۵	Rosaceae تمشک	<i>Rubus hyrcanus</i> L. ۲۷
۲۶/۶۶	۱۸/۷۵	Primulaceae پامچال الوان (پامچال هفت رنگ)	<i>Primula heterochroma</i> Stapf. ۲۸
۱۳/۳۳	۲۵	Lamiaceae مریم گلی جنگلی (مریم گلی چسبناک)	<i>Salvia glutinosa</i> L. ۲۹
۴۰	۴۳/۷۵	Umbelliferae مرهمی (چویلمه، شفابخش)	<i>Sanicula europaea</i> L. ۳۰
۰	۶/۲۵	Lamiaceae بشقابی جنگلی (بشقابی شمالی)	<i>Scutellaria tournefortii</i> Benth. ۳۱
۶/۶۶	۶/۲۵	Crassulaceae نازاستولون دار (ناز ساقه رونده)	<i>Sedum stoloniferum</i> S.G.Gmel. ۳۲
۸۷/۵	۸۱/۲۵	Solanaceae تاجریزی جنگلی (تاجریزی لنکرانی)	<i>Solanum kieseritzkii</i> C.A.Mey. ۳۳
۶۶/۶۶	۸۱/۲۵	Lamiaceae سنبله‌ای جنگلی	<i>Stachys sylvatica</i> L. ۳۴
۱۳/۳۳	۵۰	Dioscoreaceae تمیس	<i>Tamus communis</i> L. ۳۵
۰	۵۰	Papilionaceae ماشک زعفرانی	<i>Vicia crocea</i> (Desf.) B. Fedtsch. ۳۶
۰	۶/۲۵	Asclepiadaceae تریاقی جنگلی (تریاقی برافراشته)	<i>Vincetoxicum scandens</i> Sommier & Levier ۳۷
۱۰۰	۶۸/۷۵	Violaceae بنفشه معطر	<i>Viola odorata</i> L. ۳۸

جدول ۳. فهرست گونه‌های درختچه‌ای و درصد فراوانی مربوط به آنها در پارسل مدیریت شده و پارسل شاهد

گونه‌های درختچه‌ای					
ردیف	نام علمی	نام فارسی	نام تیره	درصد فراوانی	
				پارسل	مدیریت شده شاهد
۱	<i>Crataegus microphylla</i> (Wild) Jacq.	ولیک	Rosaceae	۲۶/۶۶	۳۱/۲۵
۲	<i>Danae racemosa</i> (L.) Moench	همیشک	Liliaceae	۱۳/۳۳	۰
۳	<i>Ilex aquifolium</i> L.	خاس	Aquifoliaceae	۱۳/۳۳	۰
۴	<i>Mespilus germanica</i> L.	ازگیل	Rosaceae	۱۳/۳۳	۰
۵	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	آلوچه	Rosaceae	۶/۶۶	۰
۶	<i>Ruscus hyrcanus</i> Woron.	کوله خاص	Liliaceae	۳۳/۳۳	۵۶/۲۵

جدول ۴. فهرست گونه‌های درختی و درصد فراوانی مربوط به آنها در پارسل مدیریت شده و پارسل شاهد

گونه‌های درختی					
ردیف	نام علمی	نام فارسی	نام تیره	درصد فراوانی	
				پارسل	مدیریت شده شاهد
۱	<i>Acer cappadocicum</i> Gled.	افرا شیردار	Aceraceae	۰	۱۲/۵
۲	<i>Acer velutinum</i> Boiss.	افرا پلت	Aceraceae	۶/۶۶	۶/۲۵
۳	<i>Alnus subcordata</i> C. A. Mey.	توسکا بیلاقی	Betulaceae	۶۰	۶/۲۵
۴	<i>Carpinus betulus</i> L.	ممرز	Betulaceae	۵۳/۳۳	۴۳/۷۵
۵	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	گیلاس وحشی (آلوکک)	Rosaceae	۰	۶/۲۵
۶	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	راش	Fagaceae	۱۰۰	۱۰۰
۷	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	زبان گنجشک	Oleaceae	۶/۶۶	۰
۸	<i>Quercus castanifolia</i> C. A. Mey	بلندمازو	Fagaceae	۲۰	۱۲/۵
۹	<i>Ulmus glabra</i> Hudson	ملج	Ulmaceae	۱۳/۳۳	۶/۲۵

درصد در رتبه سوم قرار می‌گیرند.

در پارسل شاهد گونه‌های علفی *Viola odorata* L.، *Rubus*، *Euphorbia amygdaloides* L.، *Asperula odorata* L.، *Solanum kieseritzkii* C.A.Mey. و *hyrcanus* L. در رتبه‌ی اول، گونه‌های *Carex divulsa* Stokes، *Dryopteris filix-mass*، *Fragaria*، *Festuca drymeia* Mert. & Koch. (L.) Schott.، *Phyllitis scolopendrium* (L.) Newman.، *vesca* L.

Fragaria، *Euphorbia amygdaloides* L.، Newman Schott.، *Phyllitis*، *Mercurialis perennis* L.، *vesca* L.، *Polystichum aculeatum* (L.) Roth.، *scolopendrium* (L.)، *Vicia crocea*، *Tamus communis* L.، *Sanicula europaea* L.، *Hypericum* و *Viola odorata* L.، (Desf.) B. Fedtsch. در رتبه دوم (دارای درصد فراوانی ۳۰ تا ۸۰ درصد) و سایر گونه‌های علفی با درصد فراوانی کمتر از ۳۰ درصد

هکتار در پارسل شاهد ۷۹۹ متر مکعب و در پارسل مدیریت شده ۳۶۸ متر مکعب گزارش شده است که علت این اختلاف را بهره‌برداری و خروج چوب بیان کرده‌اند (۱۳). با توجه به شکل ۲ مدیریت منجر به افزایش درصد فراوانی گونه راش شده است، به طوری که به نظر می‌رسد توده به سمت خالص شدن پیش می‌رود و درصد سایر گونه‌ها در حال کاهش یافتن است. این یافته با نتایج مطالعه‌ای در جنگل‌های شرق ساری که اذعان داشتند، اجرای شیوه تک‌گزینی منجر به افزایش درصد آمیختگی گونه راش و حذف زادآوری برخی از گونه‌های درختی شده است، مطابقت دارد (۳۱). دو پارسل از لحاظ شاخص‌های تنوع گونه‌ای مربوط به پوشش علفی، تفاوت معنی‌داری ندارند. اجرای شیوه تک‌گزینی در جنگل‌های معتدله آمریکا تأثیر معنی‌داری بر غنای گونه‌ای زیر اشکوب نداشته است (۱۹).

در مقابل، تاکافومی و هیورا (۳۶) با مطالعه‌ای در جنگل‌های ژاپن، نشان دادند که بهره‌برداری با شیوه گزینشی منجر به افزایش غنا گونه‌ای پوشش علفی می‌شود و این نتیجه را این گونه توجیه کردند که بلافاصله پس از بهره‌برداری و ایجاد فضای باز، گونه‌های علفی مقاوم به نور، تخریب و گونه‌های پیشاهنگ در منطقه حضور می‌یابند و منجر به افزایش غنای گونه‌ای و تنوع می‌شوند. تمام شاخص‌های تنوع گونه‌ای گونه‌های درختی در پارسل شاهد به طور معنی‌داری نسبت به پارسل مدیریت شده، بیشتر است. مطابق با نتایج پژوهشی در توده‌های مختلف جنگل‌های خیرودکنار نوشهر، کمترین شاخص‌های تنوع گونه‌ای در توده‌های راش و بیشترین آنها در توده‌های راش - ممرز و توده‌های بلوط - ممرز مشاهده شد (۳). این نتیجه می‌تواند به علت چیرگی گونه راش در جامعه راشستان خالص باشد که شرایط را برای حضور و پراکنش بسیاری از گونه‌های علفی و چوبی محدود می‌نماید و در واقع هرچه به سمت توده‌هایی با درصد پایین تر راش پیش می‌رویم بر مقدار شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهی افزوده می‌شود (۷). قمی اویلی و همکاران (۸) با بررسی تنوع زیستی گونه‌های چوبی در دو جامعه مدیریت شده در منطقه خیرودکنار نوشهر به این نتیجه رسیدند که میزان نشانه‌گذاری زیاد گونه‌های

Hypericum و *Stachys sylvatica* L.، *Sanicula europaea* L.، *androsaemum* L. در رتبه دوم و سایر گونه‌ها در رتبه سوم قرار می‌گیرند.

در هر دو پارسل گونه‌های درختچه‌ای *Crataegus microphylla* (Wild) Jacq. و *Ruscus hyrcanus* Woron. بیشترین درصد فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۳). نتایج نشان داد در پارسل مدیریت شده و پارسل شاهد میانگین شاخص یکنواختی پوشش علفی ۰/۷، ۰/۸ و شاخص تنوع گونه‌ای شانون ۲/۲، ۱/۹ و شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون ۰/۸، ۰/۷ می‌باشد که این تفاوت‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۵).

در جدول ۶ میانگین شاخص‌های یکنواختی شانون و وینر، تنوع گونه‌ای شانون و وینر و سیمپسون مربوط به گونه‌های درختی بر اساس درصد پوشش آمده است. مقدار شاخص‌های یکنواختی، تنوع گونه‌ای شانون و وینر و تنوع گونه‌ای سیمپسون در پارسل شاهد به طور معنی‌داری نسبت به پارسل مدیریت شده بیشتر است.

شاخص‌های تنوع گونه‌ای بر اساس تراکم نسبی و اهمیت گونه مربوط به گونه‌های درختی در پارسل شاهد بیشتر از پارسل مدیریت شده است و این اختلاف به احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۷).

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که دو پارسل از لحاظ سطح مقطع برابر سینه و حجم در هکتار در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری دارند. به طوری که سطح مقطع برابر سینه و حجم در هکتار به ترتیب در پارسل مدیریت شده ۳۴/۵۴ مترمربع، ۴۸۳/۹۷ متر مکعب و در پارسل شاهد ۴۹/۲۷ مترمربع و ۷۲۱/۹۶ متر مکعب می‌باشند که این اختلاف می‌تواند ناشی از برداشت درختان قطور در پارسل مدیریت شده باشد. در این ارتباط می‌توان به بررسی در جنگل‌های مدیریت شده (به شیوه همگام با طبیعت) و شاهد در اسلوونی اشاره کرد که مقدار حجم در

جدول ۵. میانگین و اشتباه معیار شاخص‌های مختلف تنوع گونه‌های علفی بر اساس درصد پوشش

تنوع گونه‌های سیمپسون		تنوع گونه‌های شانون		یکنواختی شانون		نوع شاخص
شاهد	مدیریت شده	شاهد	مدیریت شده	شاهد	مدیریت شده	پارسل
۰/۷۲	۰/۸	۱/۹	۲/۱	۰/۶۸	۰/۷۷	میانگین
±۰/۰۵	±۰/۰۳	±۰/۱۶	±۰/۱۳	±۰/۰۵	±۰/۰۴	اشتباه معیار
۰/۲۱ ^{ns}		۰/۲۱ ^{ns}		۰/۱۹ ^{ns}		مقدار P

ns: عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($P \geq 0.05$)

جدول ۶. میانگین و اشتباه معیار شاخص‌های مختلف تنوع گونه‌های اشکوب درختی بر اساس درصد پوشش

تنوع گونه‌های سیمپسون		تنوع گونه‌های شانون		یکنواختی شانون		نوع شاخص
شاهد	مدیریت شده	شاهد	مدیریت شده	شاهد	مدیریت شده	پارسل
۰/۴۹	۰/۳۲	۰/۸۶	۰/۵۵	۰/۷۴	۰/۵۲	میانگین
±۰/۰۵	±۰/۰۵	±۰/۱	±۰/۰۹	±۰/۰۶	±۰/۰۷	اشتباه معیار
۰/۰۳*		۰/۰۳*		۰/۰۳*		مقدار P

*: تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($P \leq 0.05$)

جدول ۷. میانگین و اشتباه معیار شاخص‌های مختلف تنوع گونه‌های اشکوب درختی بر اساس تراکم نسبی و اهمیت گونه

تنوع گونه‌های سیمپسون		تنوع گونه‌های شانون		یکنواختی شانون		نوع شاخص						
تراکم نسبی	اهمیت گونه	تراکم نسبی	اهمیت گونه	تراکم نسبی	اهمیت گونه	معیار						
شاهد	مدیریت شده	شاهد	مدیریت شده	شاهد	مدیریت شده	پارسل						
۰/۷	۰/۶۱	۰/۴۶	۰/۲۶	۱/۴۲	۱/۲۷	۰/۷۹	۰/۴۷	۰/۷۳	۰/۶۵	۰/۷	۰/۴۶	میانگین
±۰/۰۱	±۰/۰۱	±۰/۰۵	±۰/۰۵	±۰/۰۲	±۰/۰۲	±۰/۱	±۰/۰۸	±۰/۰۱	±۰/۰۱	±۰/۰۷	±۰/۰۸	اشتباه معیار
۰/۰۰۲*		۰/۰۱*		۰/۰۰۱*		۰/۰۲*		۰/۰۰۱*		۰/۰۴*		مقدار P

*: تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($P \leq 0.05$)

سیمپسون و شانون وینر مربوط به اشکوب درختی در توده‌های بهره‌برداری نشده، بیشتر از توده‌های مدیریت شده بوده است (۱۰). در واقع بهره‌برداری به‌عنوان یک آشفتگی، شرایط را برای تهاجم گونه‌ها فراهم کرده و ورود گونه‌های جدید از راه

مختلف به‌ویژه درختان ممرز به نفع گونه راش در توده‌های راش - ممرز باعث کاهش تنوع زیستی شده است. هم‌چنین با توجه به تحقیقی در بخش پاتم جنگل خیرود کنار نوشهر، میانگین شاخص‌های غنای گونه‌های مارگالف و تنوع گونه‌های

این شیوه منجر به افزایش درصد فراوانی گونه‌های جنس بلوط و کاهش سایر گونه‌های درختی با ارزش تجاری کم شد؛ درحالی‌که ترکیب گونه‌های درختی غالب در توده‌هایی که شیوه گروه‌گزینی اجرا شده بود، مشابه با ترکیب گونه‌ای توده‌ها قبل از بهره‌برداری بوده است (۲۰).

بنابراین با توجه به این‌که هدف شیوه‌های جنگل‌شناسی همگام با طبیعت، ایجاد و پرورش جنگل‌های پایدار و حفاظت از ترکیب گونه‌ای طبیعی می‌باشد، به‌منظور جلوگیری از پیشروی توده‌های مدیریت شده به سمت توده‌های خالص راش موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. در هنگام نشانه‌گذاری علاوه بر نکات فنی، درصد آمیختگی مطلوب گونه‌های درختی و پراکنش تعداد در هکتار درختان در طبقات قطری مختلف و موجودی سرپا در هکتار در توده‌های شاهد لحاظ و به‌عنوان الگو استفاده شود.
۲. انجام عملیات پرورشی در زمان مناسب و به‌وسیله نیروی متخصص به‌منظور حفظ زادآوری و نهال‌های مربوط به گونه‌های مختلف (نورپسند و سایه‌پسند)
۳. اجرای توأم شیوه تک‌گزینی و گروه‌گزینی در قسمت‌هایی از پارسل مدیریت شده به‌منظور ایجاد فضای بیشتر و مناسب‌تر برای استقرار زادآوری گونه‌های درختی نورپسند

جایگزینی با گونه‌های بومی و یا کاهش تنوع گونه‌های بومی، خطری برای تنوع زیستی به‌شمار می‌آید (۲۶). این نتایج نیز با یافته‌های بررسی برون و همکاران (۱۶) که عنوان کردند بدون توجه به اینکه چند سال از اجرای شیوه‌های جنگل‌شناسی (قطع یکسره و یا شیوه‌گزینی) در منطقه گذشته است، بهره‌برداری تنوع گونه‌ای را کاهش می‌دهد، مطابقت دارد. نتایج تحقیقات سیتزیا و همکاران (۳۴) در جنگل‌های مدیریت شده (به شیوه گروه‌گزینی) و شاهد بیانگر این مطلب است که توده‌های مدیریت‌نشده، دارای غنای گونه‌ای درختی بیشتر هستند و به‌طور کلی ترکیب گونه‌ای اشکوب‌های درختی و علفی در جنگل مدیریت شده متفاوت از جنگل مدیریت نشده است. شاخص‌های تنوع گونه‌ای درختی بر اساس تراکم نسبی و مقدار اهمیت گونه در پارسل شاهد نسبت به پارسل مدیریت شده بیشتر است (جدول ۷) که این امر به دلیل افزایش درصد فراوانی راش در پارسل مدیریت شده می‌تواند باشد. شاخص مقدار اهمیت گونه به‌علت این‌که عوامل تراکم نسبی، فراوانی نسبی و چیرگی نسبی در آن دخالت دارند از سایر شاخص‌ها که بر مبنای یک عامل محاسبه می‌گردند بسیار دقیق‌تر خواهد بود (۴). اعمال شیوه تدریجی پناهی در جنگل‌های بلوط شمال غربی کارولینا باعث کاهش شاخص‌های تنوع گونه‌ای، گونه‌های درختی بر اساس تراکم نسبی و چیرگی نسبی شده است چون

منابع مورد استفاده

۱. اجتهادی، آ. ع. سپهری و ه. عکافی. ۱۳۸۸. روش‌های اندازه‌گیری تنوع زیستی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۳۰ صفحه.
۲. اسحاقی راد، ج. ن. سیدی و آ. حسن زاد نوردی. ۱۳۸۸. تأثیر اجرای شیوه‌ی تک‌گزینی بر تنوع گیاهان چوبی (مطالعه موردی: سری جنبه سرا-گیلان). مجله جنگل ایران ۴ (۱): ۲۸۵-۲۷۷.
۳. اسحاقی، ج. ق. زاهدی امیری، م. ر. مروی مهاجر، م. اسدی و ا. متاجی. ۱۳۸۵. ارزیابی و مقایسه تنوع گونه‌ای در جوامع گیاهی *Querceto-Carpinetum Betulii* و *Carpineto-Fagetum Orientalis Fagetum Orientalis* (مطالعه موردی: بخش‌های نمخانه و گرازین جنگل آموزشی و پژوهشی خیرودکنار، نوشهر). فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ۱۴ (۴): ۳۳۷-۳۲۶.
۴. بصیری، ر. م. اکبری نیا، م. حسینی و م. اسدی. ۱۳۸۲. تعیین و تحلیل کمی تیپ‌های جنگل در رابطه با جهات جغرافیایی در منطقه قامیشله مریوان. مجله پژوهش و سازندگی ۶۰ (۳): ۶۷-۵۹.
۵. بی‌نام، ۱۳۸۳. طرح جنگلداری سری ۳ جمند. اداره کل منابع طبیعی استان مازندران، ۳۰۰ صفحه.

۶. پوربابایی، ح. ع. رنج آور. ۱۳۸۷. تأثیر شیوه تدریجی پناهی بر تنوع گونه‌های گیاهی در جنگل‌های راش شرقی. مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ۱۶ (۱): ۶۱-۷۳.
۷. شعبانی، س. م. اکبری نیا، س. غ. جلالی و ع. علی عرب. ۱۳۸۹. تأثیر عوامل فیزیوگرافیک بر تنوع گونه‌های گیاهی عرصه‌های باز جنگلی (مطالعه موردی: جنگل لالیس، چالوس). مجله زیست‌شناسی ایران ۲۳ (۳): ۴۱۸-۴۲۹.
۸. قمی اویلی، ع. س. م. حسینی، ا. متاجی و س. غ. جلالی. ۱۳۸۶. بررسی تنوع زیستی گونه‌های چوبی و زادآوری در دو جامعه مدیریت شده در منطقه خیرودکنار نوشهر. مجله محیط شناسی ۴۳ (۳۳): ۱۰۶-۱۰۱.
۹. مروی مهاجر، م. ر. ۱۳۸۴. جنگل‌شناسی و پرورش جنگل. انتشارات دانشگاه تهران.
۱۰. نوری، ز. ج. فقهی، ق. زاهدی امیری، م. زبیری و ر. رحمانی. ۱۳۸۷. ارزیابی تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای و اثر آن در مدیریت پایداری جنگل (مطالعه موردی: بخش پاتم خیرود). نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب ۶۳ (۲): ۲۰۱-۲۱۴.
11. Barbour, M. G., H. K. Burk, W. D. Pits, F. S. Gilliam and M.W. Schwartz. 1999. *Terrestrial Plant Ecology*. Benjamin/ Cummings Pub. Inc, San Francisco.
12. Bengtsson, J., S. G. Nilsson, A. Franc and P. Menozzi. 2000. Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. *Forest Ecology and Management* 132: 39-50.
13. 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.
14. Bran-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie (plant sociology)*. Springer Pub., Wien, NewYork.
15. Brashears, M. B., M. A. Fajvan and T. M. Schuler. 2004. An assessment of canopy stratification and tree species diversity following clearcutting in central Appalachian hardwoods. *Forest Science* 50: 54-64.
16. Brown, A. K. and J. Gurevitch. 2004. Long-term impact of logging on forest diversity in Madagascar. *Proc. National Academy of Sci. of the United States of America*, 20 April, 101(16): 6045-6049.
17. Campione, M. A., M. L. Nagel and C. R. Webster. 2012. Herbaceous-Layer Community Dynamics along a Harvest-Intensity Gradient after 50 Years of Consistent Management. *Open Journal Forestry Scientific Research* 3(2): 97-109.
18. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1950. The inter-relations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 31:434-455.
19. Dugiud, M. C. and M. S. Ashton. 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.
20. Elliott, K. J. and J. D. Knoepp. 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.
21. Elliott, K.J. and W.T. Swank. 1994. Changes in tree species diversity after successive clearcuts in the southern Appalachians. *Vegetation* 115: 11-18.
22. Falk, K. J., D. M. Burke, K. A. Elliott and S. B. Holmes. 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.
23. Gotmark, F., H. Paltto, B. Norden and E. Gotmark. 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. Heinrichs, S. and W. Schmidt. 2009. Short term effects of selection and clear cutting on the shrub and herb layer vegetation during the conversion of even aged Norway spruce stands into mixed stands. *Forest Ecology and Management* 258 (5): 667-678.
25. Klinka, K., A. M. Scagel and P. J. Courtin. 1985. Vegetation relationships among some seral ecosystems in southwestern British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research* 15: 561-569.
26. Kyde, K. L. 1999. The effect of logging and species diversity and exotic species presence in temperate hardwood forests. MSc. Thesis in Environmental Biology, Hood College, Maryland.
27. Lindenmayer, D. B., C. R. Margules and D. B. Botkin. 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Biological Conservation* 14: 941-950.
28. Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science, Oxford.
29. Merino, A., C. Real and M. A. Alvarez-Gonzalez. 2007. Forest structure and C stocks in natural *Fagus sylvatica* forest in southern Europe: The effects of past management. *Forest Ecology and Management* 250: 206-214.

30. Mitchell, R. J., B. J. Palik and M. L. Hunter Jr. 2002. Natural disturbance as a guide to silviculture. *Forest Ecology and Management* 155: 315 – 317.
31. Pourmajidian, M. R. and A. Rahmani. 2009. The influence of Single-Tree selection cutting on silvicultural properties of a Northern Hardwood Forest in Iran. *Agriculture and Environment Science* 5(4): 526-523.
32. Ren-hui, Q., C. Han and Z. Li-xin. 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.
33. Sebastia, M. T., P. Casals, S. Vojnikovic, F. Bogunic and V. Beus. 2005. Plant diversity and soil properties in pristine and managed stands from Bosnian mixed forests. *Forestry An International Journal of Forest Research* 78: 297–303.
34. Sitzia T., G. Trentanori, M. Dainese, G. Gobbo, E. Lingua 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.
35. Srivastava, D. S. and M. Vellend. 2005. Biodiversity-ecosystem function research: is it relevant to conservation? *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 36: 267–294.
36. Takafumi, H. and T. Hiura. 2009. Effects of disturbance history and environmental factors on the diversity and productivity of understory vegetation in a cool-temperate forest in Japan. *Forest Ecology and Management* 257: 843-857.
37. Torras, O. and S. saura. 2008. Effects of silvicultural treatments on forest biodiversity indicators in the Mediterranean. *Forest Ecology and Management* 255: 3322-3330.