

مقایسه تنوع گونه‌ای علفی در روشنه‌های جنگل مدیریت‌نشده و روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری (بررسی موردی: راشستان‌های لیوان-بنفش تپه)

پژمان پرهیزکار^{۱*}، جواد اسحاقی راد^۲ و حسین قربانی^۳

۱- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. (Parhizkar@rifr-ac.ir)

۲- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (j.eshagh@urmia.ac.ir)

۳- کارشناس پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. (ghorbani_32@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۲

چکیده

مقدمه و هدف: اهمیت ایجاد روشنه در پوشش تاجی جنگل‌های طبیعی به‌عنوان قسمتی از فرآیندهای توسعه توده، بر بوم‌شناسان پوشیده نیست. به نسبت اندازه فضای باز شده، تغییرات متفاوتی در ریزاقلیم منطقه ایجاد خواهد شد که در نهایت حفظ و پویایی ساختار این توده‌ها را موجب می‌شود. در جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت ضمن شناخت رژیم‌های آشفته‌گی طبیعی، تلاش می‌شود تا از آنها به‌عنوان الگو در مدیریت پایدار جنگل‌ها استفاده شود. هدف از اعمال مدیریت مبتنی بر تقلید، حفظ، پایداری و ارتقای تنوع گونه‌ای است. تقلید از آشفته‌گی‌های طبیعی اثرهای متفاوتی را در جنگل‌های تحت مدیریت نشان داده است. در برخی موارد شرایط مناسب‌تری برای رشد نهال‌ها و افزایش تنوع گونه‌ای ایجاد شده است ولی در مواردی هم اعمال مدیریت یا بی‌اثر بوده و یا اثرهای منفی ایجاد کرده است. بنابراین راهبردهای مدیریت بهینه باید مبتنی بر ارزیابی عمیق توده‌های جنگلی باشد که نتایج پژوهش پیش رو، داده‌های مفیدی را در این زمینه در اختیار قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، برای تعیین تغییرات احتمالی ناشی از اجرای مدیریت، شاخص‌های تنوع گونه‌ای علفی در روشنه‌های یک راشستان مدیریت‌شده به شیوه تک‌گزینی و یک راشستان شاهد (مدیریت‌نشده) در سری یک طرح جنگلداری لیوان و بنفش تپه در استان گلستان مورد مقایسه قرار گرفت. برای این منظور تمامی روشنه‌های موجود در هر جنگل پس از شناسایی و اندازه‌گیری سطح، براساس تعاریف جنگل-شناسی به سه گروه کوچک (>۲۰۰ مترمربع)، متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع) و بزرگ (<۵۰۰ مترمربع) طبقه‌بندی و از هر گروه سه تکرار به طور تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. نوع و درصد پوشش تمام گونه‌های علفی در پنج قطعه‌نمونه (در مرکز قطعه‌نمونه و در چهار جهت اصلی جغرافیایی هر روشنه) ثبت

شدند. برداشت گونه‌های علفی کف جنگل با استفاده از مقیاس تعدیل شده براون- بلانکه انجام شد. برای ارزیابی غنای گونه‌های گیاهی از تعداد گونه‌های گیاهی در هر قطعه نمونه استفاده شد. بررسی و مقایسه تنوع زیستی در قطعه‌های موردبررسی با استفاده از شاخص‌های تنوع سیمپسون و شانون وینر و برای یکنواختی از شاخص یکنواختی پایلو استفاده شد. مقایسه میانگین شاخص‌ها بین دو قطعه موردبررسی با استفاده از آزمون‌های t مستقل و من-وینتی و در روش‌ها با اندازه‌های مختلف با آزمون‌های توکی و Kruskal-Wallis انجام شد. از روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای برای گروه‌بندی روش‌ها با اندازه‌های مختلف استفاده شد.

یافته‌ها: در این پژوهش تعداد ۲۵ گونه علفی در دو منطقه موردبررسی شناسایی شد. در روش‌های قطعه مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده به ترتیب ۱۷ و ۲۱ گونه علفی شناسایی شدند. برخی از گونه‌های علفی فقط در یکی از اندازه‌های روش‌ها حضور داشتند، ولی برخی دیگر در هر سه طبقه اندازه روش‌ها شناسایی شدند. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های غنا ($7/2 \pm 0/7$ در مقابل $8/3 \pm 0/6$)، یکنواختی ($0/6 \pm 0/05$ در مقابل $0/5 \pm 0/04$)، شانون ($1/1 \pm 0/1$ در مقابل $1/1 \pm 0/09$) و سیمپسون ($0/5 \pm 0/06$ در مقابل $0/5 \pm 0/05$) گونه‌های علفی به ترتیب بین دو قطعه مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده وجود نداشت. همچنین تجزیه و تحلیل خوشه‌ای نشان داد که از نظر پوشش علفی روش‌های منطقه مدیریت‌شده قابل تفکیک از منطقه مدیریت‌نشده نیستند. جالب توجه اینکه غنای گونه‌ای در توده مدیریت‌شده با اندازه روش‌ها کوچک (کمتر از ۵۰۰ مترمربع) به طور معنی‌داری کمتر از دیگر روش‌های این توده بود. اختلاف معنی‌داری بین دیگر شاخص‌های موردبررسی بین اندازه‌های مختلف روش‌ها در قطعه مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده دیده نشد.

نتیجه‌گیری کلی: نتایج برخی پژوهشگران نشان داده است که مدیریت جنگل می‌تواند تنوع گونه‌ای درختی را نسبت به جنگل‌های مدیریت‌نشده افزایش دهد ولی در پژوهش پیش رو، مدیریت مبتنی بر شیوه تک‌گزینی پس از گذشت یک دوره ۱۰ ساله تأثیر معنی‌داری بر ترکیب و تنوع پوشش علفی در روش‌های ایجادشده نداشت. البته لازم به یادآوری است که نوع مدیریت جنگل می‌تواند تنوع زیستی را در مقیاس منطقه‌ای تحت تأثیر قرار دهد بدون اینکه تغییری در مقیاس محلی ایجاد شود. همچنین تأثیر مدیریت جنگل بر تنوع گیاهی به شرایط زیستی و غیرزیستی و رویکردهای مدیریت جنگل بستگی دارد. نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان داده است که فراوانی گونه‌های علفی در کف جنگل به فراوانی گونه‌های درختی بستگی دارد. بنابراین در یک راشستان خالص که تعداد گونه‌های درختی نسبت به یک جنگل آمیخته کمتر است، پایین بودن فراوانی گونه‌های پوشش کف دور از انتظار نخواهد بود. در هر صورت، ارزیابی دقیق اثرهای مدیریت‌های اعمال شده نیازمند بررسی‌های بیشتر ویژگی‌های فلورستیک و خاکی روش‌ها در دوره‌های زمانی مختلف پس از اجرای برش‌ها است.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌های هیرکانی، سیمپسون، شانون وینر، غنای گونه‌ای

مقدمه

نکردند. در صورت عدم تطابق شرایط توده جنگلی با مدیریت اعمال‌شده، تنوع زیستی کاهش یافته و حیات و بقای بوم‌سازگان جنگلی به خطر خواهد افتاد.

پوشش گیاهی زیراشکوب نقش مهمی در عملکرد بوم‌سازگان جنگل‌های معتدله مانند چرخه مواد غذایی (Kimmins, 2004) و تنوع زیستی (Thomas et al., 1999) ایفا می‌کند. Ehbrecht et al. (2017) نشان دادند که پوشش گیاهی زیراشکوب به‌طور قابل توجهی به ساختار توده جنگل کمک می‌کند. همچنین تراکم پوشش گیاهی کف جنگل نقش مهمی بر تأمین منابع و زیستگاه پرندگان (Hinsley et al., 2009) و فراوانی چونندگان (Anderson and Meikle, 2006) در جنگل‌های معتدله ایفا می‌کند. بنابراین با توجه به اهمیت بوم‌شناسی و کاربردی ساختار پوشش گیاهی زیراشکوب، اندازه‌گیری مشخصه‌های کمی آنها دارای اهمیت است (Willim et al., 2019).

نتایج متفاوتی در خصوص اثر مدیریت بر وضعیت گونه‌های علفی گزارش شده است. Heinrichs and Schmidt (2009) نشان دادند غنای گونه‌های علفی در جنگل‌های آمیخته نوتل تحت مدیریت تک‌گزینی، افزایش داشت. درحالی‌که Kazemnezhad et al. (2011) نشان دادند که تنوع گونه‌ای در جنگل راش-ممرز مدیریت‌شده کمتر از جنگل مدیریت‌نشده بود. در پژوهش دیگری شاخص غنا و تنوع گونه‌ای گیاهان چوبی، اختلاف معنی‌داری را در توده‌های راش و راش-ممرز مدیریت‌شده به شیوه تک‌گزینی نشان نداد (Eshaghi Rad et al., 2009). Amanzadeh et al. (2019) نشان دادند که در روشنه‌های انسان‌ساز تعداد گونه‌های علفی و شاخص‌های تنوع بیشتری نسبت به روشنه‌های طبیعی وجود دارد. درصد پوشش گونه‌های علفی در جنگل‌های حوضه هفت اسالم، بیشتر تحت تأثیر ویژگی‌های خاک (به‌ویژه کربن آلی، فسفر و

تشکیل روشنه‌های پوشش تاجی، تغییراتی را در ساختار و شرایط ریزمحیطی توده‌های جنگلی ایجاد می‌کند. Han et al. (2020) نشان دادند که ایجاد روشنه تأثیرهای قابل توجهی در گردش مواد مغذی در خاک دارد. روشنه‌های ایجادشده با تغییر درجه حرارت (Gutiérrez del Arroyo and Silver, 2018; Tena et al., 2020)، بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، تجزیه مواد آلی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها تأثیر گذاشته و از این طریق می‌توانند موجب تغییرات در فرآیندهای بوم-شناسی در داخل و اطراف روشنه شده و بر تجدید و توزیع گونه‌ها تأثیرگذار باشند (Perreault et al., 2020). He et al. (2013) دریافتند که روشنه‌ها در جنگل‌های طبیعی می‌توانند غنای گونه‌ای جوامع گیاهی را افزایش دهند. از طرفی، اندازه روشنه به‌عنوان عاملی مهم در استقرار جوامع گیاهی محلی معرفی شد (Qian et al., 2021). Mallik et al. (2014) ثابت کردند که تراکم و تنوع جوامع گیاهی در روشنه‌های متوسط تا بزرگ به دلیل نور و دمای مطلوب خاک، بیشتر از روشنه‌های کوچک است. از طرفی پژوهش دیگری نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین اندازه روشنه و فراوانی و تنوع گونه‌های درختی وجود ندارد (Sefidi et al. 2011).

با افزایش تنوع زیستی در بوم‌سازگان جنگلی، سازگاری در برابر شرایط نامساعد محیطی افزایش خواهد یافت. ایجاد روشنه‌های انسان‌ساز در توده‌های جنگلی نوعی از مدیریت است که در بهبود یا قهقرای تنوع زیستی گونه‌های گیاهی نقش بسزایی دارد. برای مثال Mohammadi et al. (2019) نشان دادند که همبستگی منفی معنی‌داری بین فراوانی نهال‌های راش و اندازه روشنه‌های طبیعی وجود دارد، درحالی‌که در روشنه‌های انسان‌ساز هیچ همبستگی معنی‌داری مشاهده

در قطعه‌های مورد بررسی به ترتیب ممرز، تک پایه‌های توسکا، پلت و شیردار است. همچنین متوسط تعداد، قطر برابرسینه و حجم درختان یادشده به ترتیب ۲۱۵ درخت در هکتار، ۳۰/۷ سانتی‌متر و ۴۹۲/۲۵ مترمکعب در هکتار است (Ghorbani et al., 2023).

روش بررسی

در قطعه‌های مورد بررسی، موقعیت مرکز تمام روشنه‌ها با سطح بیشتر از ۱۰۰ مترمربع که بقایای درختان روشنه‌ساز در آنها وجود داشت، توسط دستگاه GPS ثبت و مساحت آنها با استفاده از تابع بیضی $=\pi LW/4$ سطح روشنه، که L: قطر بزرگ و W: قطر کوچک بیضی است) محاسبه شد (Runkle, 1981; Weber et al., 2014). براساس نظر (Nasiri et al., 2018)، روشنه‌ها در سه گروه کمتر از ۲۰۰ مترمربع (کوچک)، ۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع (متوسط) و بیشتر از ۵۰۰ مترمربع (بزرگ) طبقه‌بندی شدند. از هر گروه، به‌طور تصادفی سه تکرار (روشنه) در هر قطعه انتخاب و نوع و درصد پوشش کلیه گونه‌های علفی به کمک منابع فلور ایران در پنج قطعه‌نمونه چهار مترمربعی (۲×۲ متر) در مرکز و چهار جهت اصلی هر روشنه شناسایی و ثبت شدند.

در اوایل تابستان ۱۴۰۱، برداشت گونه‌های علفی کف جنگل با استفاده از مقیاس تعدیل شده براون-بلانکه انجام شد. تنوع گونه‌ای تابعی از غنا (تعداد گونه‌ها) و فراوانی یا یکنواختی (نسبت تعداد افراد در داخل هر گونه) است (Krebs, 1989).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

ساده‌ترین معیار برای ارزیابی غنای گونه‌ای رویشگاه‌ها و جوامع گیاهی، تعداد گونه‌های گیاهی در هر قطعه‌نمونه است (Humphries et al., 1996). بررسی و مقایسه تنوع زیستی در قطعه‌های مورد بررسی با استفاده از شاخص‌های تنوع سیمپسون $D = 1 - \sum p_i^2$ (Magurran, 1988) و شانون وینر (H')

پتاسیم) قرار دارد (Khodaparast et al., 2021). بیشترین مقدار شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در جنگل‌های نوشهر در جهت شمال بود (Mosavi et al., 2022).

از آنجایی که تقلید از ساختار جنگل‌های دست‌نخورده، بخش مهمی از شیوه‌های جنگل‌شناسی است (Nagel et al., 2013; Gustafsson et al., 2012)، شیوه تک‌گزینی به‌عنوان شیوه‌ای نزدیک به طبیعت، با هدف مدیریت پایدار در جنگل‌های هیرکانی مورد استفاده قرار گرفت. با گذشت چند دهه از اجرای برش تک‌گزینی در بسیاری از رانشستان‌های شمال کشور، لازم است تا اثرهای احتمالی مثبت یا منفی این نوع مدیریت بر جوامع جنگلی مورد بررسی قرار گیرد. بنابراین هدف از این پژوهش، مقایسه تنوع گونه‌ای علفی در رانشستان مدیریت‌نشده (شاهد) (Brang, 2005; Feldmann et al., 2018) و رانشستان مدیریت‌شده به شیوه تک‌گزینی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

این پژوهش در رانشستان‌های قطعه ۱۱۴ (مدیریت‌نشده) با مساحت ۲۶/۹ هکتار که هیچ نوع دخالت مدیریتی در آن انجام نشده و قطعه ۱۱۵ (مدیریت‌شده) با مساحت ۵۶/۶ هکتار که یک‌مرتبه در سال ۱۳۹۱ مورد برش تک‌گزینی قرار گرفته، انجام شد. محدوده قطعه‌های یادشده، سری یک طرح جنگلداری لیوان و بنفش تپه از حوضه آبخیز ۸۴ در شهرستان کردکوی بود. قطعه‌های مورد بررسی مجاور هم بوده و در محدوده ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ متر از سطح دریا قرار دارند. متوسط درجه حرارت و بارندگی سالیانه آنها به ترتیب ۱۴/۴ درجه سانتی‌گراد و ۶۴۹ میلی‌متر است (Anonymous, 1998; Moslehi et al., 2017). گونه‌های درختی همراه راش

اجرای تجزیه و تحلیل خوشه‌ای از نرم‌افزار PC-Ord نسخه پنج استفاده شد.

نتایج

در این پژوهش تعداد ۲۵ گونه علفی در دو منطقه مورد بررسی شناسایی و ثبت شد که تعداد ۱۷ گونه مربوط به روشنه‌های مدیریت شده و تعداد ۲۱ گونه مربوط به روشنه‌های مدیریت نشده بود. چهار گونه شامل *Calystegia sylvestris*، *Atropa beladona*، *Fragaria vesca* و *Polygonatum orientale* فقط در روشنه‌های قطعه مدیریت شده وجود داشتند. هشت گونه شامل *Arum maculatum*، *Alliaria petiolata*، *Petasites hybridus*، *Cephalanthera caucasica*، *Salvia glotinosa*، *Primula heterochroma* نیز *Scrophularia umbrosa* و *Sanicula europaea* فقط در قطعه مدیریت نشده شناسایی شدند (جدول ۱). دیگر گونه‌های اشاره شده در جدول ۱، در هر دو قطعه مورد بررسی مشترک بودند. برخی از گونه‌های علفی فقط در یکی از اندازه‌های روشنه حضور داشتند، ولی برخی دیگر در هر چهار طبقه اندازه روشنه شناسایی شدند.

برای یکنواختی از شاخص یکنواختی پایلو ($E = \frac{H'}{H} = \frac{-\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i}{\ln S}$) استفاده شد. P_i : نسبت تعداد افراد گونه‌ای i ام به تعداد افراد کل گونه‌ها است (Ardakani, 2004).

بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk انجام شد. میانگین شاخص‌ها بین توده مدیریت شده و مدیریت نشده در صورت نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون t مستقل و در صورت وجود داده‌های غیرنرمال پس از نرمال‌سازی (Transformation)، با استفاده از آزمون Mann-Whitney U مقایسه شد. مقایسه میانگین متغیرهای یاد شده در روشنه‌ها با اندازه مختلف با آزمون‌های توکی (برای داده‌های نرمال) و آزمون Kruskal-Wallis (برای داده‌های غیرنرمال) انجام شد. روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای برای گروه‌بندی روشنه‌ها با اندازه‌های مختلف بر اساس پوشش علفی به کار گرفته شد. در این روش از مقیاس فاصله‌ای سورنسون و روش اتصال بتا انعطاف پذیر (۰/۲۵-) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ و برای

جدول ۱- میانگین درصد پوشش گونه‌های علفی در اندازه‌های مختلف روشنه‌ها در قطعه‌های مدیریت شده و مدیریت نشده

Table 1. The average percentage of herbaceous species in different gap sizes in managed and unmanaged compartments

مدیریت نشده			مدیریت شده			گونه Species	
Unmanaged			Managed				
M	L	S	M	L	S		
0	2.7	0	0	0	0	<i>Alliaria petiolate</i>	1
0	0	0.13	0	0	0	<i>Arum maculatum</i>	2
14.2	11.4	5.5	6.8	4.7	3.9	<i>Asperula odorata</i>	3
0	0	0	1.9	0	0	<i>Atropa beladona</i>	4

S: روشنه کوچک (> ۲۰۰ مترمربع)، L: روشنه متوسط (۲۰۰-۵۰۰ مترمربع)، M: روشنه بزرگ (< ۵۰۰ مترمربع)

گونه‌هایی که در قطعه مدیریت شده حضور نداشتند با رنگ آبی و گونه‌هایی که در قطعه مدیریت نشده حضور نداشتند با رنگ سبز مشخص شدند.

S: small gap (<200m2), M: medium gap (200-500 m2), L: large gap (>500m2)

The species that were not present in the managed plot were marked with blue color and the species that were not present in the unmanaged plot were marked with green color.

ادامه جدول ۱.

Continued table 1.

مدیریت نشده Unmanaged			مدیریت شده Managed			گونه Species	
M	L	S	M	L	S		
43.9	7.8	14	27.2	43	66.6	<i>Bromus adjaricus</i>	5
0	0	0	0.9	0	0	<i>calystegia sylvestris</i>	6
0	0	0.13	5.8	0	0	<i>Carex sylvatica</i>	7
0.7	0.5	0.13	0	0	0	<i>Cephalanthera caucasica</i>	8
2.3	0	1.5	10.7	1.8	0	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	9
0	0	0	0.9	0	0	<i>Fragaria vesca</i>	10
5.1	1.8	0.9	2.9	2.3	5.2	<i>Hedera pastuchovii</i>	11
0	0.9	0.7	4.8	2.8	1.7	<i>Hypericum androsaemum</i>	12
1.6	10	1.2	3.8	0.5	0	<i>Lamium album</i>	13
0	0.4	0	0	0	0	<i>Petasites hybridus</i>	14
5.1	4.1	1.2	2.9	2.8	5.6	<i>Phyllitis scolopendrium</i>	15
0	0	0	0.9	0	0	<i>Polygonatum orientale</i>	16
0	0	0.2	0	0	0	<i>Primula heterochroma</i>	17
0.4	0	0.13	9.7	0.4	0	<i>Pteridium aquilinum</i>	18
1.9	0.9	1.2	12.6	5.1	2.6	<i>Rubus Hyrcanus</i>	19
0	0.13	0	0	0	0	<i>Salvia glotinoso</i>	20
0	0	0.7	0	0	0	<i>Sanicula europaea</i>	21
0	0	0.4	0	0	0	<i>Scrophularia umbrosa</i>	22
23.7	54.3	9.6	2.9	34.4	14.3	<i>Solanum nigrum</i>	23
0	4.1	0	0	0.9	0	<i>Tamus communis</i>	24
0.7	0.9	0	4.8	0.9	0	<i>Viola sylvestris</i>	25

S: روشنه کوچک (> 200 مترمربع)، L: روشنه متوسط (200-500 مترمربع)، M: روشنه بزرگ (< 500 مترمربع)

گونه‌هایی که در قطعه مدیریت شده حضور نداشتند با رنگ آبی و گونه‌هایی که در قطعه مدیریت نشده حضور نداشتند با رنگ سبز مشخص شدند.

S: small gap (<200m²), M: medium gap (200-500 m²), L: large gap (>500m²)

The species that were not present in the managed plot were marked with blue color and the species that were not present in the unmanaged plot were marked with green color.

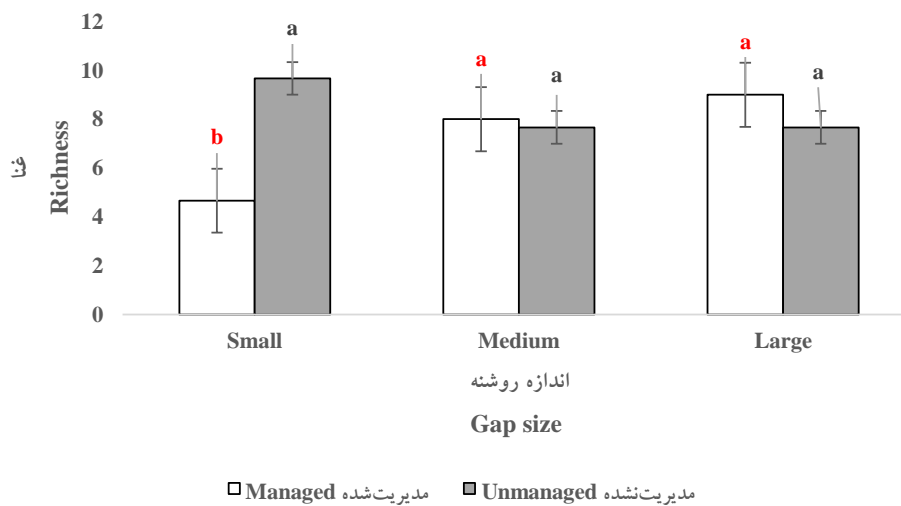
روشنه‌های مختلف معنی‌دار نبود. غنای گونه‌ای در توده مدیریت شده با اندازه روشنه کوچک (کمتر از ۵۰۰ متر مربع) به‌طور معنی‌داری (df = ۲) و $H = ۵/۹۰۳$ ، $p < ۰/۰۵$ کمتر از دیگر روشنه‌ها بود (شکل ۱).

غنا و تنوع گونه‌های علفی در روشنه‌های مختلف توده‌های مدیریت شده و مدیریت نشده از نظر میانگین غنای گونه‌ای علفی اختلاف معنی‌داری ندارند (جدول ۲). همچنین، نتایج آزمون کروسکال-والیس نشان داد که در توده مدیریت نشده میانگین غنای گونه‌ای در بین

جدول ۲ - مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای علفی بین قطعه‌های مدیریت شده و مدیریت نشده (میانگین \pm خطای استاندارد)

Table 2. Comparison of herbaceous species biodiversity indices between managed and unmanaged plots (mean \pm SE)

مدیریت شده Managed	مدیریت نشده Unmanaged	غنا Richness
7.2 \pm 0.7	8.3 \pm 0.6	یکنواختی Evenness
0.6 \pm 0.05	0.5 \pm 0.04	شانون Shannon
1.1 \pm 0.1	1.1 \pm 0.09	سیمپسون Simpson
0.5 \pm 0.06	0.5 \pm 0.05	

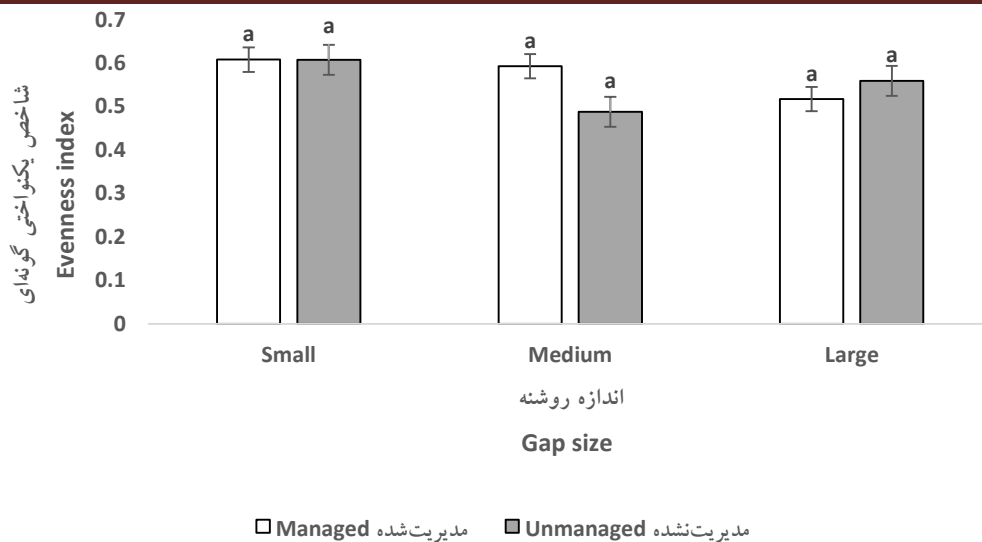


شکل ۱- غنا گونه‌ای در منطقه مدیریت شده و مدیریت نشده

Figure 1. Richness changes in the managed and unmanaged compartments

شان داد که در توده‌های مورد بررسی، میانگین شاخص یکنواختی در بین روشنه‌های مختلف معنی‌دار نبود (شکل ۲).

بر اساس نتایج، اختلاف معنی‌داری بین توده‌های مدیریت شده و مدیریت نشده از نظر میانگین یکنواختی وجود ندارد (جدول ۲). همچنین، نتایج آزمون توکی

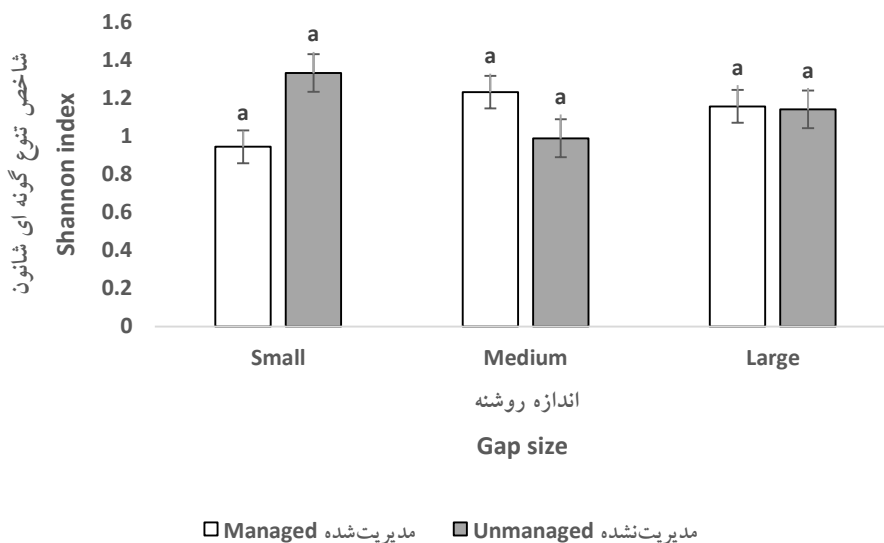


شکل ۲- یکنواختی گونه‌ای در منطقه مدیریت شده و مدیریت نشده

Figure 2. Evenness changes in the managed and unmanaged compartments

مورد بررسی، میانگین تنوع شانون وینر در بین روشنه-های مختلف معنی دار نبود (شکل ۳).

همچنین اختلاف میانگین تنوع گونه‌ای شانون وینر بین توده‌های مدیریت شده و مدیریت نشده معنی دار نبود (جدول ۲). نتایج آزمون توکی نشان داد که در توده‌های

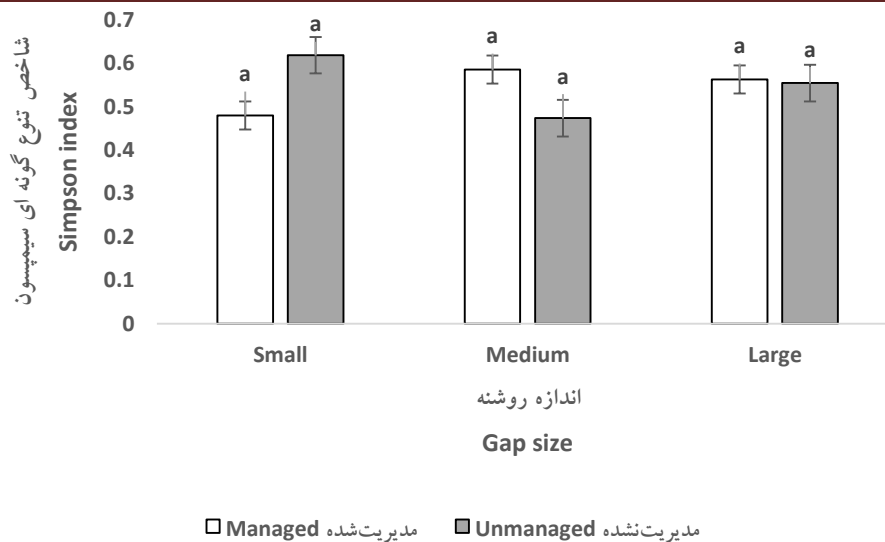


شکل ۳- تنوع گونه‌ای شانون وینر در منطقه مدیریت شده و مدیریت نشده

Figure 3. Shannon changes in the managed and unmanaged compartments

سیمسون در بین روشنه‌های مختلف نیز معنی دار نبود (شکل ۴).

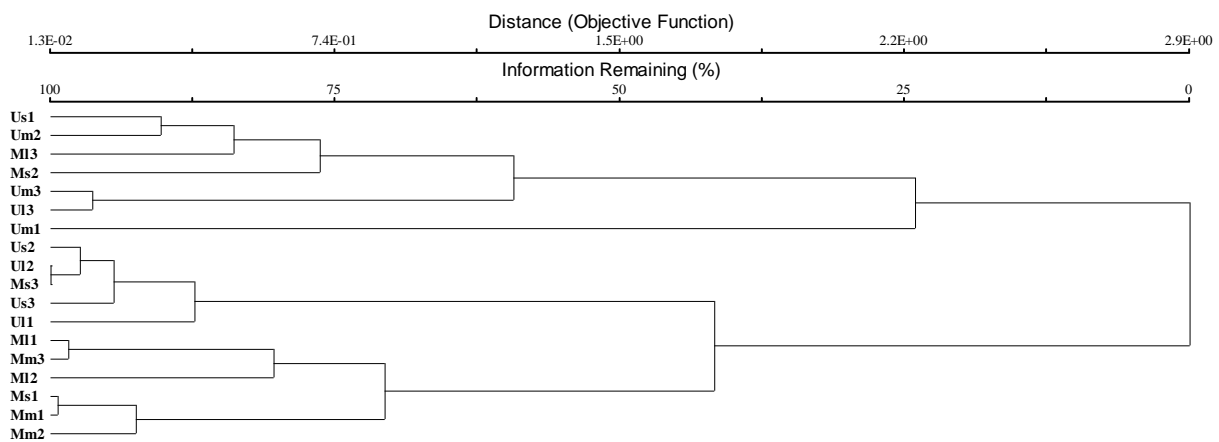
با توجه به جدول ۲، اختلاف میانگین‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون معنی دار نبود. همچنین نتایج آزمون توکی نشان داد که در توده مورد بررسی میانگین تنوع



شکل ۴- تنوع سیمسون در منطقه مدیریت شده و مدیریت نشده

Figure 4. Simpson changes in the managed and unmanaged compartments

شکل ۵ نتایج گروه‌بندی حفره‌های زادآوری با اندازه‌های مختلف برداشت شده در منطقه مدیریت شده و مدیریت نشده را بر اساس پوشش علفی نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، حفره‌های برداشت شده از منطقه مدیریت شده قابل تفکیک از منطقه مدیریت نشده نیستند.



شکل ۵- گروه‌بندی روشنه‌ها در منطقه مدیریت شده و مدیریت نشده (M: مدیریت شده، U: مدیریت نشده). S: روشنه کوچک (< 200 مترمربع)، m: روشنه متوسط (200-500 مترمربع)، l: روشنه بزرگ (> 500 مترمربع)، 1، 2 و 3: تکرار در هر اندازه روشنه

Figure 5. Gap classification in the managed and unmanaged compartments (M: managed, U: unmanaged). S: small gap (<200m²), M: medium gap (200-500 m²), L: large gap (>500m²), 1, 2 and 3: replicate in each gap size)

بهره‌مند شوند (Loreau and Hector, 2001). بنابراین، افزایش تنوع زیستی در یک جامعه و به دنبال آن تنوع بیشتر در صفات عملکردی گونه‌ها، توانایی آن جامعه

بحث در تعاملات گونه‌ای، حضور یک گونه می‌تواند محیط را به نحوی تغییر دهد که دیگر گونه‌های مجاور از آن

پژوهش‌ها (Vockenhuber et al., 2011; Bakhshande Navroud et al., 2016) دلیل افزایش تعداد گونه‌های علفی را افزایش غنای گونه‌های درختی معرفی کرده‌اند.

تعدادی از گونه‌های موجود در قطعه مدیریت نشده در قطعه مدیریت شده دیده نشدند و همچنین گونه‌هایی در قطعه مدیریت شده حضور داشتند که در قطعه مدیریت نشده مشاهده نشد. هرچند تفسیر چنین نتیجه‌ای با توجه به فقدان اطلاعات کافی درخصوص سرشت بوم‌شناسی گونه‌های علفی کار مشکلی است، ولی حضور یا عدم حضور گونه‌ها در شرایط مساوی از اهمیت بالایی برخوردار است که باید به آن توجه شود. گونه‌هایی که فقط در قطعه مدیریت شده حضور داشتند (برای مثال *Atropa beladona*)، تنها در روشن‌های بزرگ این قطعه دیده شدند و جزو گونه‌های نورپسند است.

شاخص غنای گونه‌ای در روشن‌های متوسط و بزرگ قطعه مدیریت شده میانگین بیشتری را نسبت به روشن‌های کوچک نشان داد که با نتایج Mallik et al. (2014) در یک راستا قرار دارد. ایشان نور و دمای مطلوب خاک را دلیل این افزایش معرفی کردند.

اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌های تنوع گونه‌های علفی بین دو قطعه مدیریت شده و مدیریت نشده مشاهده نشد و همچنین تجزیه و تحلیل خوشه‌ای نشان داد که از جهت پوشش علفی روشن‌های برداشت شده از منطقه مدیریت شده با منطقه مدیریت نشده مشابهت دارند، که با نتایج Eshaghi Rad and Khanalizadeh (2014) در جنگل‌های سری جمند نوشهر و همچنین Dugiud and Ashton (2013) در جنگل‌های معتدله آمریکا که به شیوه تک‌گزینی مدیریت شدند، مطابقت دارد. در مقابل، پژوهشی در جنگل‌های ژاپن نشان داد که مدیریت به شیوه تک‌گزینی، غنای

برای استفاده از منابع مختلف را افزایش می‌دهد (Tilman et al. 1996). تأثیر مدیریت جنگل بر تنوع گیاهی به شرایط زیستی و غیرزیستی و رویکردهای مدیریت جنگل بستگی دارد (Horvat et al. 2017; Penone et al. 2019). نوع مدیریت جنگل می‌تواند تنوع زیستی را در مقیاس منطقه‌ای تحت تأثیر قرار دهد بدون اینکه تغییری در مقیاس محلی ایجاد شود (Schall et al. 2018). مدیریت جنگل می‌تواند تنوع گونه‌ای درختی را نسبت به جنگل‌های مدیریت نشده افزایش دهد (Torrás and Saura 2008). بهره‌برداری از درختان جنگلی ممکن است روشن‌های بزرگتر یا کوچکتر از حالت طبیعی ایجاد کرده و به دنبال آن با تغییر شدت نور رسیده به کف جنگل، تنوع گونه‌های گیاهی را تغییر دهد (Khanalizadeh et al. 2023).

در مجموع ۲۵ گونه علفی در دو قطعه مورد بررسی شناسایی و ثبت شد. (Kazemi et al. 2015) در جنگل خلیل محله بهشهر ۱۷ گونه علفی در یک قطعه مدیریت شده و یک قطعه مدیریت نشده را شناسایی کردند. به‌طور معمول، فراوانی گونه‌ها در راشستان خالص کمتر از توده آمیخته است. اختلاف در تعداد ممکن است به دلایل مختلف مانند زمان نمونه‌برداری باشد. در اوایل بهار که هنوز تاج‌پوشش درختان کاملاً بسته نشده است، فراوانی گونه‌های علفی بیشتر است. عوامل دیگری مانند شدت مدیریت، توپوگرافی، مدت زمانی که از آخرین برداشت گذشته (Fenton and Bergeron, 2008)، توصیف‌های مختلف برای جنگل‌های مدیریت شده و مدیریت نشده (Horvat et al., 2017) و همچنین شرایط اقلیمی و ویژگی‌های خاک منطقه نیز می‌تواند در این خصوص اثرگذار باشد. در هر صورت حضور بیشتر گونه‌های علفی در زیراشکوب توده‌های جنگلی نشان‌دهنده تنوع بیشتر آنها و مناسب بودن شرایط رویشگاهی است. برخی

مختلف از نظر وضعیت پوشش علفی با هم متفاوت بوده و در دو جامعه مشابه در این زمینه اختلافی کمی مشاهده شده است. برای مثال، چیرگی گونه راش در جامعه راشستان خالص، به دلیل تاج وسیع و متراکم و همچنین خاک اسیدی (Marvie Mohadjer, 2005)، شرایط را برای استقرار بسیاری از گونه‌های گیاهی نامناسب خواهد کرد. با کاهش فراوانی درختان راش در جوامع جنگلی، شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهی افزایش خواهد یافت (Shabani et al., 2010)، به نحوی که در پژوهشی در جوامع مختلف جنگلی خیرودکنار نوشهر جامعه راش دارای کمترین و جامعه راش- ممرز و بلوط- ممرز دارای بیشترین مقدار شاخص‌های تنوع بودند (Eshagh Nimvari et al., 2007). بر اساس نتایج این پژوهش، به‌طور کلی مدیریت مبتنی بر شیوه تک‌گزینی تأثیر معنی‌داری بر ترکیب و تنوع پوشش علفی در روشنه‌های ایجادشده پس از گذشت یک دوره ۱۰ ساله نداشت. گرچه ارزیابی دقیق اثرهای شیوه تک‌گزینی نیازمند بررسی‌های بیشتر ویژگی‌های فلورستیک و خاکی روشنه‌ها در دوره‌های زمانی مختلف پس از اجرای برش است.

References

- Amanzadeh, B.; Saghebtalebi, Kh.; Parhizkar, p.; Shahinrokhsar, P.; Moradi, A.; Purbabaae, A.; Yusefpour, M., Comparison of regeneration and diversity of herbaceous species in created and natural gaps. *Journal of Forest Research and Development* **2019**, *5* (1), 153-167. (In Persian)
- Anderson, C.S.; Meikle, D.B., Annual changes in structural complexity of understory vegetation and relative abundance of *Peromyscus leucopus* in fragmented habitats. *Acta Theriologica* **2006**, *51*, 43-51.
- Anonymous, Forestry Plan of District One in Langa Region, watershed number 36. *Noshahr natural resources office, Kazemrood, Mazandaran Province, Iran* **1998**, p 450. (In Persian)

پوشش علفی را افزایش می‌دهد (Takafumi and Hiura, 2009). ایشان این نتیجه را این‌گونه توجیه کردند که به‌دنبال بهره‌برداری و بازشدن پوشش تاجی جنگل، حضور گونه‌های نورپسند بیشتر می‌شود و غنای گونه‌ای را نیز افزایش می‌دهد. در برخی پژوهش‌ها به این نکته اشاره شده است که پس از برداشت درختان، به دلیل بازشدن بیش از حد عرصه، حضور گونه‌های مهاجم افزایش یافته و جایگزین گونه‌های بومی می‌شوند و از این طریق ضمن کاهش غنای گونه‌ای، تنوع زیستی را به خطر می‌اندازند (Kyde, 1999; Brown and Gurevitch, 2004). بازشدن پوشش تاجی و رسیدن نور به کف عرصه جنگلی، در کوتاه‌مدت موجب کاهش رقابت و جوانه‌زنی بذور گونه‌های گیاهی خواهد شد و تنوع و غنا را در مراحل اولیه افزایش خواهد داد (Daneil et al., 1979; Roberts and Gilliam, 1995). اما در درازمدت به دنبال بسته‌شدن پوشش تاجی در روشنه‌های کوچک، تنوع گونه‌های گیاهی کاهش خواهد یافت (Kyde, 1999).

هر دو قطعه مورد بررسی از نظر ترکیب گونه‌ای شرایط مشابهی داشتند و شاخص‌ها اختلاف معنی‌داری بین دو قطعه نشان ندادند. به‌طور معمول، جوامع جنگلی Ardakani, M. R., *Ecology. Tehran University Press* **2004**, 340p. (In Persian)

Bakhshande Navroud, B.; Abrari Vajari, K.; Pilevar, B.; Kouch, Y., Floristic study of herbaceous plants in Hyrkani beech forests (Case study: Beech Forest of Nav Islam). *Journal of Plant Ecosystem Conservation* **2016**, *4* (9), 115-132. (In Persian)

Brang, P., Virgin forests as a knowledge source for central European silviculture: Reality or myth? *Forest Snow and Landscape Research* **2005**, *79*, 19-32.

Brown, A. K.; Gurevitch, J., Long-term impact of logging on forest diversity in Madagascar. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 20 April, **2004**, *101* (16), 6045-6049.

- Daneil, T. W.; Helms, J. A.; Baker, F. S., Principles of silviculture. *Oxford University Press*, New York. **1979**, p 512.
- Dugiud, M. C.; Ashton, M. S., A meta-analysis of the effect of forest management for timber on understory plant species diversity in temperate forests. *Forest Ecology and Management* **2013**, *303*, 81-90.
- Ehbrecht, M.; Schall, P.; Ammer, C.; Seidel, D. Quantifying stand structural complexity and its relationship with forest management, tree species diversity and microclimate. *Agricultural and Forest Meteorology* **2017**, *242*, 1-9.
- Eshaghi Rad, J.; Seyyedi, N.; Hasanzad Navrodi, I., Effect of single selection method on woody species diversity (case study: Janbe sara district-Guilan). *Iranian Journal of Forest* **2009**, *4* (1), 277-285. (In Persian)
- Eshaghi Rad, J.; Khanalizadeh, A., Comparison of species diversity of woody and herbaceous plants in control and managed broadleaf stands (case study: Jamand series - Golband Nowshahr forest). *Iranian Journal of Applied Ecology* **2014**, *3* (7), 27-38. (In Persian)
- Eshagh Nimvari, J.; Zahedi Amiri, Gh.; Marvi Mohajer, M.R.; Asadi, M.; Mattaji, A., Evaluation and comparison of species diversity in *Fagetum orientalis*, *Carpino-Fagetum orientalis* and *Querco-Carpinetum betulii* communities (Case study: Namkhaneh and Gorazbon Districts-Noshahr). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2007**, *14* (4), 326-337. (In Persian)
- Feldmann, E.; Dröblier, L.; Hauck, M.; Kucbel, S.; Pichler, V.; Leuschner, C., Canopy gap dynamics and tree understory release in a virgin beech forest, Slovakian Carpathians. *Forest Ecology and Management*, **2018**, *415*, 38-46.
- Fenton, N.J.; Bergeron, Y., Does time or habitat make old-growth forests rich? Bryophyte richness in boreal 478 *Picea mariana* forests. *Biological Conservation* **2008**, *141*, 1389-1399.
- Ghorbani, H.; Parhizkar, p.; Hassani, M.; Karimidoust, A.; Maghsoudlu, K.; Babatabar Malekshah, R.; Mirkazemi, Z.; Teimouri, M., Investigation and monitoring on gap characteristics in managed and unmanaged of the old-growth beech forests in order to sustainable of forest stands (Golestan- Livan-Banafshate). *Research Institute of Forests and Rangeland* **2023**, 50p. (In Persian)
- Gustafsson, L.; Baker, S.C.; Bauhus, J.; Beese, W.J.; Brodie, A.; Kouki, J.; Lindenmayer, D.B.; Löhmus, A.; Pastur, G.M.; Messier, C.; et al., Retention Forestry to Maintain Multifunctional Forests: A -World Perspective. *BioScience* **2012**, *62*, 633-645.
- Gutiérrez del Arroyo, O.; Silver, W. L., Disentangling the long-term effects of disturbance on soil biogeochemistry in a wet tropical forest ecosystem. *Global Change Biology* **2018**, *24*, 1673-1684.
- Han, M.; Tang, M.; Shi, B.; Jin, G. Effect of canopy gap size on soil respiration in a mixed broadleaved-Korean pine forest: evidence from biotic and abiotic factors. *European Journal of Soil Biology* **2020**, *99*, 103194
- He, L.; Ivanov, V. Y.; Bohrer, G.; Thomsen, J. E.; Vogel, C. S.; Moghaddam, M., Temporal dynamics of soil moisture in a northern temperate mixed successional forest after a prescribed intermediate disturbance. *Agricultural and Forest Meteorology* **2013**, *180*, 22-33.
- Heinrichs, S.; Schmidt, W., 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* **2009**, *258* (5), 667-678.
- Hinsley, S.A.; Hill, R.A.; Fuller, R.J.; Bellamy, P.E.; Rothery, P., Bird species distributions across woodland canopy structure gradients. *Community Ecology* **2009**, *10*, 99-110.
- Horvat, V.; Biurrun, I.; Garcia- Mijangos, I., Herb layer in silver fir- beech forests in the western Pyrenees: 539 Does management affect species diversity? *Forest Ecology and Management* **2017**, *385*, 87-96.
- Humphries, C. J.; Williams, P. H.; VaneWright, R. I., Measuring biodiversity value for conservation, *Annual Review of Ecology and Systematic* **1996**, *26*, 93-111.
- Kazemi, Sh.; Hojjati, M.; Fallah, A.; Barari, K., The effect of single-selection method on the biodiversity of woody and herbaceous plants in Khalil Mahaleh-Behshahr Forest. *Iranian Journal of Applied Ecology* **2015**, *4* (11), 15-25. (In Persian)
- Kazemnezhad, F.; Habibi, M. A.; Dastanpour, M., Investigating of plant biodiversity in the managed and unmanaged beech-hornbeam forests. *Sciences and techniques of natural resources* **2011**, *6* (1), 65-74. (In Persian)
- Khanalizadeh, A.; Eshaghi Rad, J.; Zahedi Amiri, Gh.; Zare, H.; Schall, P.; Lexer, M.J.,

- The relationship between plant diversity and aboveground biomass in managed and unmanaged temperate forests. *European Journal of Forest Research* **2023**, *142*, 1167–1175
- Khodaparast, F.; Pourbabaei, H.; Salehi, A.; Reif, A., Impact of topographical variables and soil characteristics on herbaceous forest floor in Asalem Watershed basin NO.7, Talesh. *Forest Research and Development* **2021**, *6* (4), 609-625. (In Persian)
- Kimmins, J.P., The Biogeochemical Cycle: Nutrient Cycling Within Ecosystems. In *Forest Ecology: A Foundation for Sustainable Forest Management and Environmental Ethics in Forestry*, 3rd ed.; *Prentice Hall* **2004**, pp. 103–104.
- Krebs, C.J., *Ecological Methodology*. *University of British Columbia, Harper Collis Publisher* **1989**, p 432.
- Kyde, K. L., The effect of logging and species diversity and exotic species presence in temperate hardwood forests. MSc. Thesis in Environmental Biology, *Hood College, Maryland* **1999**.
- Loreau, M.; Hector, A., Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments. *Nature* **2001**, *412*, 72–76.
- Mallik, A. U.; Kreutzweiser, D. P.; Spalvieri, C. M., Forest regeneration in gaps seven years after partial harvesting in riparian buffers of boreal mixedwood streams. *Forest Ecology and Management* **2014**, *312*, 117-128
- Magurran, A.E., *Ecological Diversity and Measurement*. *Princeton University Press, Princeton* **1988**.
- Marvie Mohadjer, M.R., *Silviculture*. *University of Tehran press* **2005**, p 386. (In Persian).
- Mohammadi, L.; Mohadjer, M.R.M.; Etemad, V.; Sefidi, K.; Nasiri, N., Natural regeneration within natural and man-made canopy gaps in Caspian natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest, Northern Iran. *Journal of Sustainable Forestry* **2020**, *39* (1), 61-75.
- Mosavi, S.N.; Eshagh Nimvari, M.; Kazemnezhad, F., Effects of physiographical factors on biodiversity and tree biomass in Nowshahr forests. *Journal of Forest Research and Development* **2022**, *8* (3), 279-292. (In Persian)
- Moslehi, M.; Habashi, H.; Rahmani, R., Seasonal changes of soil organic carbon pool in the managed and unmanaged beech-hornbeam stands. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2017**, *25* (2), 286-297 (In Persian).
- Nagel, T.A.; Zenner, E.K.; Brang, P., Research in old-growth forests and forest reserves: Implications for integrated forest management. In *Integrative Approaches as an Opportunity for the Conservation of Forest Biodiversity*; *European Forest Institute: Freiburg, Germany* **2013**; pp 44–50.
- Nasiri, N.; Marvie Mohadjer, M.R.; Etemad, V.; Sefidi, K.; Mohammadi, L.; Gharehaghaji, M., Natural regeneration of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) trees in canopy gaps and under closed canopy in a forest in northern Iran. *Journal of Forestry Research*, **2018**, *29*, 1075-1081
- Perreault, L.; Forrester, J. A.; Wurzbarger, N.; Mladenoff, D. J., Emergent properties of downed woody debris in canopy gaps: a response of the soil ecosystem to manipulation of forest structure. *Soil Biology and Biochemistry* **2020**, *151*, 108053.
- Penone, C.; Allan, E.; Soliveres, S.; Felipe-Lucia, M.R.; Gossner, M.M.; Seibold, S.; Simons, N.K.; Schall, P.; Plas, F.; Manning, P.; Manzanedo, R.D.; Boch, S.; Prati, D.; Ammer, C.; Bauhus, J.; Buscot, F.; Ehbrecht, M.; Goldmann, K.; Jung, K.; Müller, J.; Müller, J.C.; Pena, R.; Polle, A.; Renner, S.C.; Ruess, L.; Schönig, I.; Schrupf, M.; Solly, E.F.; Tschapka, M.; Weisser, W.W.; Wubet, T.; Fischer, M., Specialisation and diversity of multiple trophic groups are promoted by different forest features. *Ecology Letters* **2019**, *22*, 170–180.
- Qian, L.; Jiangli, L.; Junjie, L.; Yan, L.; Luman, Ch.; Gang, Ch.; Kuangji, Y.; Chuan, F.; Xianwei, L., Response of plant diversity and soil physicochemical properties to different gap sizes in a *Pinus massoniana* plantation. *Plant Biology* **2021**, *9*, e12222.
- Roberts, M. R.; Gilliam, F. S., Patterns and mechanisms of Plant diversity in forested ecosystems: implications for forest management Ecological Application, *Ecological Applications* **1995**, *5*, 969-977.
- Runkle, J.R., Gap regeneration in some old-growth forests of the Eastern United States. *Ecology* **1981**, *62*, 1041-1051.
- Sefidi, K., Marvie Mohadjer, M.R., Mosandl, R. and Copenhaever, C.A., Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran. *Forest Ecology and Management* **2011**, *262* (6), 1094-1099.

- Schall, P.; Gossner, M.M.; Heinrichs, S.; Fischer, M.; Boch, S.; Prati, D.; Jung, K.; Baumgartner, V.; Blaser, S.; Böhm, S.; Buscot, F.; Daniel, R.; Goldmann, K.; Kaiser, K.; Kahl, T.; Lange, M.; Müller, J.; Overmann, J.; Renner, S.C.; Schulze, E.D.; Sikorski, J.; Tschapka, M.; Türke, M.; Weisser, W.W.; Wemheuer, B.; Wubet, T.; Ammer, C., The impact of even-aged and uneven-aged forest management on regional biodiversity of multiple taxa in European beech forests. *Journal of Applied Ecology* **2018**, *55*, 267–278.
- Shabani, S.; Akbarinia, M.; Jalali, Gh.; Aliarab, A., The effect of physiographic factors on plant species diversity in open forest areas (case study: Lalis Forest Nowshahr). *Iranian journal of biology* **2010**, *23* (3), 418–429. (In Persian).
- Takafumi, H.; Hiura, T., 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* **2009**, *257*, 843–857.
- Tena, E.; De Paz, Ó.; de la Peña, R.; Fandos, G.; Redondo, M.; Tellería, J. L., Mind the gap: effects of canopy clearings on temperate forest bat assemblages. *Forest Ecology and Management* **2020**, *474*, 118341
- Thomas, S.C.; Halpern, C.B.; Falk, D.A.; Liguori, D.A.; Austin, K.A., Plant diversity in managed forests: Understory responses to thinning and fertilization. *Ecological Applications* **1999**, *9* (3), 864–879.
- Tilman, D.; Wedin, D.; Knops, J., Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature* **1996**, *379*, 718–720.
- Torras, O.; Saura, S., Effects of silvicultural treatments on forest biodiversity indicators in the Mediterranean. *Forest Ecology and Management* **2008**, *255*, 3322–3330.
- Vockenhuber E.A.; Scherber, C.; Langenbruch, C.; Meibner, M.; Seidel, D.; Tschantke, T., Tree diversity and environmental context predict herb species richness and cover in Germany's largest connected deciduous forest. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics* **2011**, *13*, 111–119.
- Weber, T.A.; Hart, J.L.; Schweitzer, C.J.; Dey, D.C., Influence of gap-scale disturbance on developmental and successional pathways in Quercus-Pinus stands. *Forest Ecology and Management* **2014**, *331*, 60–70.
- Willim, K.; Stiers, M.; Annighöfer, P.; Ammer, Ch.; Ehbrecht, M.; Kabal, M.; Stillhard, J.; Seidel, D., Assessing Understory Complexity in Beech-dominated Forests (*Fagus sylvatica* L.) in Central Europe—From Managed to Primary Forests. *Sensors* **2019**, *19*, 1684.

The diversity indices of herbaceous species in the unmanaged and man-made forest gaps

Pejman Parhizkar^{*1}, Javad Eshaghi Rad², Hossein Ghorbani³

1- Assistant Professor, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran. (Parhizkar@rifr-ac.ir)

2- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (j.eshagh@urmia.ac.ir)

3- Research Expert, Research Division of Natural Resources, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Gorgan, I. R. Iran. (ghorbani_32@yahoo.com)

Received: 02 May 2023

Accepted: 21 June 2023

Abstract

Background and objectives: The importance of canopy gaps in the natural forests as a part of the development processes of the stand is not hidden for ecologists. According to the gap size, different changes will be made in the microclimate of the region, which will ultimately cause the preservation and dynamics of the structure of these stands. In close to nature silviculture, while recognizing natural disturbance regimes, efforts are made to use them as a model in sustainable forest management. The purpose of applying management based on imitation is to preserve, sustain and promote species diversity. Mimicking natural disturbances has shown different effects in managed forests. In some cases, more suitable conditions have been created for the growth of seedlings and the increase of species diversity. But in some cases, management actions were either ineffective or caused negative effects. Therefore, optimal management strategies should be based on a deep assessment of forest stands, which will provide useful data in this research.

Methodology: In this research, in order to determine the possible changes due to the implementation of management, the indices of diversity of herbaceous species in the gaps of a single-selection managed and a control (non-managed) beech forest were compared in district one of Livan and Banafshtape forestry projects in Golestan province. For this purpose, after identifying and measuring the surface of all gaps, in each forest, they were classified into three groups: small (less than 200 m²), medium (200 to 500 m²) and large (more than 500 m²) and Three replicates from each group were randomly analyzed. The type and percentage of cover of all herbaceous plant species were recorded in five sample plots (one in the center and the others in the four main geographical directions of each gap). Harvesting of herbaceous species of the forest floor was done using the modified Braun-Blanquet scale. To evaluate the richness of plant species in the studied habitats, the number of plant species in each sample plot was used. Biodiversity was investigated and compared in the surveyed plots using Simpson and Shannon-Weiner diversity indices and for uniformity, Paylo's evenness index was used. The comparison of the average indices between the two compartments was done using independent t and Mann-Whitney tests, and in the gaps with different sizes, Tukey and Kruskal-Wallis tests were performed. The cluster analysis method was used to group the gaps with different sizes.

Results: In this research, 25 herbaceous species were identified in the two investigated areas. 17 and 21 herbaceous species were identified in the gaps of the managed and unmanaged plots, respectively. Some herbaceous species were present in only one of the gap size classes, but others were identified in all three gap size classes. The results showed that there is not a significant difference between the indicators of richness (7.2 ± 0.7 vs. 8.3 ± 0.6), evenness (0.6 ± 0.05 vs. 0.5 ± 0.04), Shannon (1.1 ± 0.1 vs. 1.1 ± 0.09) and Simpson (0.5 ± 0.06 vs. 0.5 ± 0.05) between the managed and unmanaged compartments, respectively. Also, the cluster analysis showed that in terms of herbaceous cover, the gaps of the managed area cannot be separated from the unmanaged area. It is interesting to note that the species richness in the managed stand with small gap size (less than 500 m²) was significantly lower than other

* Corresponding author

Tel: +982144787282

gaps in this stand. There was no significant difference between the other investigated indicators between the different sizes of the gaps in the managed and unmanaged compartments.

Conclusion: The harvesting of forest trees in the form of management can change the environmental conditions such as light and temperature in the created microclimate by creating gaps that are larger or smaller than the natural size and thus cause a change in the diversity of plant species. Although the results of some researchers showed that forest management can increase the diversity of tree species compared to unmanaged forests, but in the upcoming research, the management based on the single selection method after a period of 10 years had a significant effect on the composition and there was no diversity of herbaceous cover in the created gaps. Of course, it is necessary to remember that the type of forest management can affect biodiversity on a regional scale without causing a change on a local scale. Also, the effect of forest management on plant diversity depends on biotic and abiotic conditions and forest management approaches. The results of some studies have shown that the abundance of herbaceous species in the forest floor depends on the abundance of tree species. Therefore, in a pure forest where the number of tree species is less than in a mixed forest, the low abundance of floor covering species is not far from expected. In any case, the accurate evaluation of the effects of applied management requires more studies of the floristic and soil characteristics of the gaps in different periods of time after the implementation of cuttings.

Keywords: Hyrcanian forests, Shannon-Wiener, Simpson, species richness.