پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۱۰، شماره ۳، صفحه ۳۶۱-۳۴۳، (۱۴۰۳)
DOI: https://doi.org/10.30466/jfrd.2023.54856.1688
DOR: https://dorl.net/dor/20.1001.1.24763551.1403.10.3.3.9

**مقالهٔ پژوهشی**

# تأثیر اندازه روشنه بر تنوع گونه‌های علفی و ویژگی‌های خاک در جنگل راش با سابقه مدیریتی متفاوت در استان مازندران و گیلان

**فائزه محبتی[۱]، جواد اسحاقی‌راد*[۲] و پژمان پرهیزکار[۳]**

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (faezeh.mohebati@gmail.com)
۲- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (j.eshagh@urmia.ac.ir)
۳- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. (parhizkar@rifr-ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۵

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** جنگل‌ها به‌عنوان بوم‌سازگان پیچیده و پویا، تحت تأثیر تغییرات طبیعی و انسانی قرار دارند. این تغییرات می‌توانند به‌طور مستقیم بر ساختار جوامع گیاهی و تنوع زیستی تأثیر بگذارند. روشنه‌ها یکی از عوامل کلیدی در این زمینه هستند که به‌دلیل خشک‌شدن درختان، افتادن طبیعی آنها یا برداشت درختان به‌وجود می‌آیند. روشنه‌ها به‌عنوان فضایی برای ورود نور و بارش به سطح زیرآشکوب، نقش بسزایی در زادآوری درختان و تغییرات در تنوع گونه‌های زیرآشکوب ایفا می‌کنند. این پژوهش به سوالات زیر پاسخ خواهد داد:

۱-آیا عامل مدیریت بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهان علفی در روشنه‌ها با سطوح مختلف موثر است؟

۲- آیا روند تغییرات تنوع گونه‌ای گیاهان علفی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در داخل روشنه‌ها با اندازه‌های مختلف در توده مدیریت‌شده با شیوه تک‌گزینی و توده شاهد در استان‌های مازندران و گیلان متفاوت است؟

**مواد و روش‌ها:** این پژوهش در جنگل‌های راش استان‌های مازندران (منطقه کلاردشت) و گیلان (منطقه شفارود) انجام شد. دو قطعه شاهد و دو قطعه مدیریت‌شده با شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی در هر منطقه انتخاب شدند. در توده مدیریت‌شده و شاهد در هر منطقه، سه روشنه در چهار طبقه اندازه‌ای، کوچک (کمتر از ۲۰۰ مترمربع)، متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع) و بزرگ (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمربع) و خیلی بزرگ (بیشتر از ۱۰۰۰ مترمربع) به‌طور تصادفی مشخص شدند. نوع گونه و درصد پوشش گونه‌های علفی در پنج ریزقطعه-نمونه چهار مترمربعی در حاشیه‌ها و مرکز هر روشنه تعیین شد. سپس یک نمونه خاک از عمق صفر تا ۲۵

سانتی‌متری پنج ریزقطعه‌نمونه در هر روشنه برداشت شده و یک نمونه تلفیقی برای اندازه‌گیری ویژگی‌های آنها شامل بافت خاک به روش هیدرومتری بایکاس، pH با pH متر الکتریکی، ازت کل به روش کجلدال، کربن آلی به روش واکلی-بلک، فسفر قابل جذب با روش اولسون و پتاسیم تبادلی با روش فلیم‌فتومتری تعیین شد. شاخص غنای گونه‌ای (تعداد گونه‌ها در قطعه نمونه)، شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون، شاخص تنوع گونه‌ای شانون وینر، شاخص یکنواختی شانون وینر هر قطعه‌نمونه با استفاده از نرم‌افزار PC-ORD نسخه ۵ محاسبه شد. میانگین شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای و ویژگی‌های خاک توده مدیریت‌شده و شاهد با آزمون t مستقل مقایسه شدند. همچنین میانگین این متغیرها در روشنه‌ها با اندازه‌های مختلف با آزمون توکی مورد مقایسه قرار گرفت. تمام آنالیزهای آماری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد.

**یافته‌ها:** در مجموع ۳۲ گونه علفی در منطقه کلاردشت و ۶۶ گونه در منطقه شفارود شناسایی شد. نتایج نشان داد به‌طورکلی با افزایش سطح روشنه‌ها، شاخص‌های تنوع گونه‌ای چه در بخش مدیریت‌شده و در بخش مدیریت‌نشده استان مازندران تغییرات معنی‌داری نداشت، ولی در استان گیلان روند متفاوتی از تغییرات این متغیرها با افزایش سطح روشنه‌ها مشاهده شد و اندازه روشنه و نوع مدیریت تأثیر قابل‌توجهی بر تنوع گونه‌های علفی داشت، به‌طوری‌که در روشنه‌های بزرگ‌تر، تنوع گونه‌ای بیشتر بود. در این پژوهش، ویژگی‌های خاک بین روشنه‌های زادآوری چه در توده‌های مدیریت‌شده و چه در توده‌های مدیریت‌نشده استان گیلان و استان مازندران دارای اختلاف معنی‌داری نبود.

**نتیجه‌گیری کلی:** این پژوهش نشان داد که اندازه روشنه و مدیریت جنگل تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های خاک در مناطق مختلف مورد بررسی ندارد، اما بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهان علفی در منطقه گیلان تأثیرگذار است. بنابراین، شرایط بوم‌شناختی منطقه و نوع مدیریت از عوامل کلیدی در تنوع زیستی روشنه‌ها به شمار می‌روند. نتایج این پژوهش می‌تواند به بهبود مدیریت جنگل‌ها و حفظ تنوع زیستی در مناطق مختلف کمک کند.

**واژه‌های کلیدی:** تک‌گزینی، تاج پوشش، غنای گونه‌ای، حاصلخیزی خاک.

* نویسنده مسئول  شمارهٔ تماس: ۰۴۴۲۲۷۷۰۴۸۹

**مقدمه**

جنگل‌ها به‌عنوان سیستمی پویا در معرض تغییرات مداوم هستند. آشفتگی‌های طبیعی نظیر طوفان و و دخالت‌های انسانی از جمله بهره‌برداری، تغییر کاربری اراضی و غیره، به دفعات در بوم‌سازگان جنگل رخ می‌دهد و به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم موجب تغییر محیط، پوشش‌گیاهی، ساختار جوامع و فرآیندهای آن می‌شود (Xu et al., 2013). ایجاد روشنه‌ها مولفه کلیدی در ایجاد آشفتگی در بسیاری از جنگل‌های معتدله است (Dhyani and Maikhuri, 2018). روشنه‌ها به‌علت خشک‌شدن یک یا چند درخت ایجاد می‌شوند (Shen et al., 2019) و یا می‌تواند به دلیل افتادن طبیعی درخت یا برداشت درخت در نتیجه بهره‌برداری به‌وجود آید (Blair et al., 2010). پس از شکل‌گیری روشنه‌ها، مقدار تابش و بارندگی که به سطح زیرآشکوب می‌رسد؛ افزایش می‌یابد. همچنین دما و رطوبت خاک در مقایسه با مناطق دیگر تغییر می‌کند (He et al., 2015) و این ناهمگنی‌های ناشی از روشنه‌ها بر زادآوری درختان، جذب مواد مغذی گیاهان و مقدار لاشبرگ در سطح زیر تاج‌پوشش بذرافشانی، رشد و بقای نونهال‌ها و درنتیجه ساختار و ترکیب جوامع جنگلی بسیار موثر است (Ritter et al., 2005). همچنین می‌تواند در فراوانی و غنای گونه‌های زیراشکوب تغییر ایجاد کند (North et al., 2005; Lelli et al., 2019). از آنجا که گونه‌های زیراشکوب نقش مهمی در تنوع گونه‌ای مناطق معتدله دارد، بررسی نقش مدیریت جنگل، که عموماً با برداشت درختان و ایجاد روشنه زادآوری همراه است، بر تنوع گونه‌ای علفی و مقایسه آن با توده‌های مدیریت‌نشده بسیار مهم است (Vajari et al., 2012). چرا که روشنه‌ها در جنگل سبب تغییر حرارت و رطوبت خاک در مقایسه با سایر مناطق می‌شوند که موجب تأثیرات مثبت و یا منفی بر تنوع‌گونه‌ای گیاهان و ویژگی‌های خاک می‌شود(Shen et al., 2019). برداشت درختان در توده‌های جنگلی روشنه‌های بزرگ یا کوچکی ایجاد خواهد کرد که با تغییر شدت نور و تغییر شرایط خاک، می‌تواند تنوع گونه‌های گیاهی و مشخصه‌های زادآوری در کف عرصه جنگلی را تغییر دهد (Khanalizadeh et al., 2023; Faraji et al., 2021). اندازه روشنه و شرایط به‌وجودآمده در درون روشنه‌ها از مسائلی است که در مولفه‌های تنوع زیستی تأثیر می‌گذارند (Hamrang et al., 2014). Rose (2000) به این نتیجه دست یافت که با افزایش اندازه روشنه‌ها رشد گونه‌ها افزایش می‌یابد. پژوهش Battle et al. (2001) نشان دادند که تنوع گیاهان علفی بیشتر بستگی به شدت حذف تاج‌پوشش و اندازه روشنه‌ها دارد و اندازه روشنه‌ها می‌تواند تنوع گیاهان علفی را تغییر دهد. Hamrang et al. (2014) تأثیر اندازه روشنه‌های حاصل از برش تک‌گزینی بر تنوع گونه‌های علفی در جنگل‌های راش اسالم استان گیلان را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح روشنه‌ها تنوع و غنا گونه‌های علفی به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. درحالی‌که شاخص یکنواختی در طبقه‌های مختلف روشنه‌ها اختلاف معنی‌دار نشان نمی‌دهد. گرچه در برخی دیگر از بررسی‌ها نشان داده شد که اندازه روشنه‌ها ممکن است تأثیر کمی در تنوع گیاهان علفی داشته باشد (Kern et al., 2006). Parhizkar et al. (2023) تنوع گونه‌ای علفی در روشنه‌های راشستان مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده در منطقه لیوان و بنفش‌تپه را موردبررسی قرار داده و نشان دادند که شاخص‌های تنوع گونه‌های علفی بین دو قطعه اختلاف معنی‌داری ندارد. از سوی دیگر، روشنه‌ها به‌دلیل اینکه سبب تغییرات ریزاقلیمی در جنگل می‌شوند؛ به اصلاح و تعدیل خاک نیز کمک می‌کنند و شرایط مناسبی را برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها فراهم می‌کنند. روشنه‌ها

ترکیب و ساختار تنوع‌زیستی را در تجزیه‌کنندگان خاک جنگل تغییر می‌دهند، چرا که فعالیت‌های میکروبی با افزایش رطوبت خاک و دما سبب تنوع جمعیت میکروبی می‌شوند (Jinaxin and Xue, 2016). در پژوهش He et al. (2015) با موضوع تأثیر روشنه‌ها بر ویژگی‌های خاک در جنگل طبیعی Castanopsis Kawakamii در کشور چین نشان داده شد که مقدار نیتروژن کل، پتاسیم قابل‌دسترس و کربن آلی در روشنه‌هایی با سطح متوسط بیشتر است و در روشنه‌هایی با سطح بزرگتر این متغیرها نسبت به روشنه‌هایی با سطح کوچک‌تر کمتر است (He et al., 2015). همچنین در پژوهش دیگر ثابت شد که اندازه روشنه‌ها، فعالیت آنزیم‌ها که نقش مهمی در حاصلخیزی خاک دارد را نیز تغییر می‌دهند (Jinaxin and Xue, 2016).

از طرف دیگر، یکی از عوامل مهمی که سبب ایجاد روشنه در جنگل می‌شود دخالت‌های انسانی است. بهره‌برداری به‌عنوان یک آشفتگی در بوم‌سازگان جنگل شناخته می‌شود (Qiu et al., 2006; Amiri et al., 2015; Amanzadeh et al., 2019, Khanalizadeh et al., 2023) و دانستن نقش بهره‌برداری در ترکیب جنگل نقش مهمی برای مدیریت جنگل دارد (Qiu et al., 2006; Amiri et al., 2015). شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی با حذف بخشی از تاج‌پوشش از طریق برداشت یک یا چند درخت، فضایی در تاج‌پوشش تحت‌عنوان روشنه به‌وجود می‌آورد. شیوه تک‌گزینی در جنگل‌های راش هیرکانی حدودا از سال ۱۳۷۰ در جنگل‌های استان گیلان و مازنداران اجرا شده است که سبب ایجاد روشنه‌ها در اندازه‌های مختلف شده است (Sagheb-Talebi et al., 2014). با توجه به تفاوت‌های مهم رویشگاهی در استان گیلان و مازنداران مانند مقدار بارش سالیانه، تیپ و بافت خاک، اجرای شیوه تک‌گزینی و ایجاد روشنه‌ها با سطوح مختلف می‌تواند تأثیر متفاوتی بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک و همچنین تنوع زیستی گونه‌های علفی داشته باشد. بنابراین این پژوهش درنظر دارد تنوع گونه‌ای گیاهان علفی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در داخل روشنه‌ها با اندازه‌های مختلف در توده مدیریت‌شده با شیوه تک‌گزینی و توده شاهد را در استان‌های مازندران و گیلان موردبررسی قرار دهد. این پژوهش به سوالات زیر پاسخ خواهد داد:

۱-آیا عامل مدیریت بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهان علفی در روشنه‌ها با سطوح مختلف موثر است؟

۲- آیا روند تغییرات تنوع گونه‌ای گیاهان علفی و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در داخل روشنه‌ها با اندازه‌های مختلف در توده مدیریت‌شده با شیوه تک‌گزینی و توده شاهد در استان‌های مازندران و گیلان متفاوت است؟

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد بررسی

این بررسی در روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری راشستان‌های منطقه شفارود استان گیلان و راشستان‌های منطقه کلاردشت استان مازندران انجام شد. برای این منظور در هر منطقه دو قطعه شاهد ( قطعه شماره ۹۳۴ در منطقه شفارود و قطعه شماره ۱۳۹ در منطقه کلاردشت) و دو قطعه مدیریت‌شده (قطعه شماره ۹۲۳ در منطقه شفارود و قطعه شماره ۱۳۶ در منطقه کلاردشت) با شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینی انتخاب شدند. قطعات انتخاب‌شده از نظر شرایط بوم‌شناسی و فیزیوگرافی مشابه هستند که امکان مقایسه نتایج را فراهم نمایند. دو قطعه مدیریت‌شده انتخاب‌شده دارای مدت زمان و شیوه مدیریتی یکسان بوده و از ۱۰ سال قبل هیچ عملیات جنگل‌شناسی در آن انجام نشده است.

**روش پژوهش**

تمامی روشنه‌هایی که حداقل یک درخت روشنه‌ساز و یا کنده در آن‌ها موجود بود و نیز سطحی بیشتر از ۱۰۰ مترمربع داشتند، در داخل قطعه‌ها شناسایی شدند (Parhizkar et al., 2020). روشنه‌ها به‌شکل بیضی فرض شدند و مساحت آنها با استفاده از قطرهای بزرگ و کوچک روشنه محاسبه شد (Weber et al., 2014). روشنه‌ها براساس تعاریف جنگل‌شناسی، در چهار گروه کوچک (کمتر از ۲۰۰ مترمربع)، متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع) و بزرگ (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمربع) و خیلی بزرگ (بیشتر از ۱۰۰۰ مترمربع) طبقه‌بندی شدند (Schütz, 1990).از هر طبقه، سه روشنه به‌صورت تصادفی برای انجام پژوهش انتخاب شدند (در هر قطعه ۱۲ روشنه). در داخل هر روشنه دو خط‌نمونه به عرض دو متر و به طول قطرهای بزرگ و کوچک روشنه، در عرصه تعبیه و پنج قطعه نمونه چهار مترمربعی (دو متر×دو متر) در حاشیه‌ها و مرکز هر روشنه در داخل خط‌نمونه‌های یادشده مشخص و شماره‌گذاری شد (Parhizkar et al., 2021). در هر ریزقطعه‌نمونه نوع گونه و درصد پوشش گونه‌های علفی به کمک منابع فلور ایرانیکا، مجموعه فلورهای فارسی ایران و فلور رنگی ایران شناسایی و ثبت شدند. سپس در مرکز هر ریزقطعه‌نمونه انتخاب‌شده، نمونه خاک از عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متر برداشت شد. پس از تهیه نمونه تلفیقی از پنج ریزقطعه‌نمونه برای هر روشنه و آماده کردن کلیه نمونه‌های خاک، ویژگی‌های خاک به شرح زیر در آزمایشگاه تعیین شد: بافت خاک به روش هیدرومتری بایکاس، pH با pH متر الکتریکی، ازت کل به روش کجلدال، کربن آلی به روش واکلی–بلک، فسفر با روش اولسون و پتاسیم با روش فلیم‌فتومتری.

غنای گونه‌ای، شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون، شاخص تنوع گونه‌ای شانون وینر، شاخص یکنواختی شانون وینر با استفاده از نرم‌افزار PC-ORD نسخه ۵ محاسبه شد. پس از تنظیم داده‌های اولیه، نرمال‌بودن داده‌ها براساس آزمون کولموگروف-اسمیرنوف تعیین شد. میانگین شاخص‌های غنا، یکنواختی گونه‌ای، تنوع گونه‌ای و ویژگی‌های خاک توده مدیریت‌شده و شاهد با استفاده از آزمون t مستقل مقایسه شد. همچنین مقایسه میانگین این متغیرها در روشنه‌ها با اندازه‌های مختلف با آزمون توکی انجام شد. تمام آنالیزهای آماری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد.

## نتایج

در این بررسی در مجموع ۳۲ گونه علفی در منطقه کلاردشت و ۶۶ گونه علفی در منطقه شفارود شناسایی و ثبت شد. فرکانس نسبی گونه‌های علفی روشنه‌ها با اندازه‌های مختلف در قطعات مدیریت‌شده و قطعات مدیریت‌نشده مناطق موردبررسی در جدول ۱ نشان داده شد. در روشنه‌های کوچکتر از ۲۰۰ مترمربع، تعداد ۲۲ گونه در بخش مدیریت‌شده و۲۱ گونه در بخش مدیریت‌نشده استان گیلان وجود داشت. در حالی‌که در استان مازندران این مقادیر به‌ترتیب در ۱۹ و ۱۵ گونه بود. در روشنه‌های ۵۰۰–۲۰۰ مترمربع در توده‌های مدیریت‌شده استان گیلان ۲۱ گونه و در توده‌های مدیریت‌نشده این تعداد ۴۲ گونه شناسایی شد و در استان مازندران به‌ترتیب ۲۱ و ۱۷ گونه ثبت شد. در توده‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده استان گیلان به‌ترتیب ۲۱ و ۴۰ گونه در روشنه‌های ۱۰۰۰–۵۰۰ مترمربع ثبت شد و در استان مازندران تعداد ۱۹ و ۱۸ گونه بود. همچنین در روشنه‌های بزرگتر از ۱۰۰۰ مترمربع، تعداد ۳۴ گونه در بخش مدیریت‌شده و۴۲ گونه در بخش مدیریت‌نشده استان گیلان وجود داشت. درحالی‌که در استان مازندران در بخش مدیریت‌نشده ۱۸ گونه بود. گونه‌های *Asperula odorata* L.،

*Pteridium* و *Phylitis scoloperdrium L.* *Hypericum*،*Euphorbia amygdaloides* L. *aquilinum* L. گونه‌هایی هستند که در توده‌های راش *Mercurialis perennis* L. ،*androsaemum* L ،*Sanicula europaea* L.،*Salvia glutinosa L.* هر دو منطقه موردبررسی ثبت شدند.

جدول ۱- فرکانس نسبی گونه علفی در روشنه‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده مناطق موردبررسی

Table 1. Relative frequency of herbaceous species in managed and unmanaged areas under investigation

| استان مازندران Mazandaran Province | | | | | | | | استان گیلان Quilan province | | | | | | | | گونه Species |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مدیریت‌نشده Unmanaged | | | | مدیریت‌شده Managed | | | | مدیریت‌نشده Unmanaged | | | | مدیریت‌شده Managed | | | | |
| 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | *Adiantum capillus* veneris |
| 33 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | *Alchemilla citrina* Frohner |
| 100 | 100 | 100 | 67 | 0 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 48 | 9 | 10 | *Asperula odorata* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 77 | 13 | *Asplenium nidus* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 85 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Athyrium filix-femina* (L.) Roth |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 19 | 0 | 0 | 31 | *Atropa belladonna* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 33 | 0 | 0 | *Circaea latetiana* L. |
| 50 | 100 | 75 | 67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 65 | 8 | 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Carex sylvatica* Huds |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 51 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Cardamine impatiens* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 67 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Clinopodium podium* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 33 | 68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Cardamin bulbifera* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 89 | 12 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Carex strigoa* L. |
| 50 | 0 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | *Cephalanthera caucasica* Kraenzl. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Calystegia slyvaatica* (kit) Griseb |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 12 | 5 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Clinopodium umbrosum* (M. B) k.koch |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 93 | 33 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Carex divulsa Stokes |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 63 | 11 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Circaea Lutetiana* L. |
| 100 | 33 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Cyclamen coum* Miller |
| 67 | 97 | 0 | 0 | 0 | 33 | 33 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 33 | 0 | *Convolvulus arvensis* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Dryoptens offinis* (lowe) Fraser Jank |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 97 | 12 | 60 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Dioscorea Communis* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 53 | 14 | 47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Dryoptens raddeana* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 | 11 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Dryoptens caucasica* Adans |
| 50 | 0 | 25 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Epimedium pinnatum* Fisch |
| 50 | 67 | 100 | 67 | 0 | 100 | 100 | 100 | 19 | 22 | 81 | 0 | 20 | 43 | 22 | 14 | *Euphorbia amygdaloides* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 92 | 11 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Euphorbia maculate* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Festuca odoratum* L. |

۱: روشنه کوچک (< ۲۰۰ مترمربع)، ۲: روشنه متوسط (۲۰۰–۵۰۰ مترمربع)، ۳: روشنه بزرگ (۵۰۰–۱۰۰۰ مترمربع) و ۴: روشنه بسیار بزرگ ( > ۱۰۰۰)

1- Small gap (<200m$^2$), 2- medium gap (200-500 m$^2$), 3- large gap (500-1000 m$^2$) and 4- very large gap (>1000 m$^2$)

ادامهٔ جدول ۱.

Continued table 1.

| استان مازندران Mazandaran Province | | | | | | | | استان گیلان Quilan province | | | | | | | | گونه Species |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مدیریت‌نشده Unmanaged | | | | مدیریت‌شده Managed | | | | مدیریت‌نشده Unmanaged | | | | مدیریت‌شده Managed | | | | |
| 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 100 | 33 | 50 | 100 | 0 | 100 | 100 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 47 | 8 | 24 | 13 | *Fragaria vesca* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 38 | 63 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Festuca drymeia* Mert & Koch |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 67 | 47 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Galium odoratum* (L.) Scop |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 58 | 63 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Galium rotundifolium* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 16 | 48 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Geranium robertianum* L. |
| 50 | 33 | 50 | 33 | 0 | 33 | 67 | 33 | 19 | 27 | 20 | 62 | 27 | 11 | 37 | 16 | *Hypericum androsaemum* L. |
| 0 | 67 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Lamium maculatum* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 51 | 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Lamium galeobdolon* (L.) Crantz |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 94 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Lamium album* L. |
| 100 | 100 | 100 | 67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Lathyrus sativus* Kellogg |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 | 38 | 63 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Luzula forsteri* (sm)Dc |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 43 | *Mentha aquatica* L. |
| 0 | 0 | 25 | 33 | 0 | 67 | 33 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Mentha piperta* L. |
| 50 | 67 | 0 | 0 | 0 | 67 | 33 | 67 | 43 | 32 | 24 | 33 | 32 | 18 | 17 | 32 | *Mercurialis perennis* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 98 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Moehringia trinervia* (l.) Clairv |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 73 | 4 | 2 | 25 | 20 | 0 | 0 | 11 | *Rubus hrycanus* L. |
| 100 | 67 | 75 | 67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 95 | 11 | 5 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | *Rubus niveus* Thunb |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 33 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 4 | 49 | 4 | *Rumex conglcmeroma* L. |

۱: روشنه کوچک (< ۲۰۰ مترمربع)، ۲: روشنه متوسط (۲۰۰–۵۰۰ مترمربع)، ۳: روشنه بزرگ (۵۰۰–۱۰۰۰ مترمربع) و ۴: روشنه بسیار بزرگ ( > ۱۰۰۰)

1- Small gap (<200m$^2$), 2- medium gap (200-500 m$^2$), 3- large gap (500-1000 m$^2$) and 4- very large gap (>1000 m$^2$)

ادامهٔ جدول ۱.

Continued table 1.

| استان مازندران Mazandaran Province | | | | | | | | استان گیلان Quilan province | | | | | | | | گونه Species |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مدیریت‌نشده Unmanaged | | | | مدیریت‌شده Managed | | | | مدیریت‌نشده Unmanaged | | | | مدیریت‌شده Managed | | | | |
| 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 63 | 37 | 37 | 0 | 1 | 0 | 2 | 94 | *Rubus hyrcanus* Juz. |
| 50 | 33 | 0 | 0 | 0 | 33 | 33 | 0 | 6 | 61 | 31 | 63 | 19 | 0 | 61 | 13 | *Salvia glutinosa* L. |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 33 | 67 | 67 | 0 | 33 | 100 | 0 | 5 | 33 | 0 | 7 | *Sanicula europaea* L |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 28 | 73 | 0 | 28 | 0 | 22 | 0 | *Solanum kiesseritzkii* C.A.Mey |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 96 | 12 | 4 | 0 | 12 | 0 | 50 | 34 | *Sambucus ebulus* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 33 | 0 | 0 | 33 | 100 | 0 | 54 | 1 | 50 | 3 | *Sedum stolononifeium* S.G.Gmel |
| 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 33 | 100 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | *Phylitis scoloperdrium* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 67 | 0 | 3 | 100 | 97 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | *Primula heterophylla* L. |
| 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 11 | 8 | 4 | 25 | 0 | 0 | 0 | *Pastinaca sativa* L |
| 0 | 33 | 25 | 33 | 0 | 33 | 67 | 100 | 69 | 5 | 5 | 69 | 0 | 50 | 0 | 0 | *Pteridium aquilinum* L. |
| 50 | 0 | 0 | 33 | 0 | 33 | 67 | 33 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Tamus communis* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 56 | *Tancetum parahenium* (L.) Sch. Bip. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 92 | 11 | 8 | 0 | 4 | 0 | 18 | 46 | *Poa masencrana* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 25 | *Poa nemoralis* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | *Polysticum aculeatum* (L.) Roth |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 0 | 19 | 0 | Polygonatum brevistylum Baker |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | *Polygonatum vulgars* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 24 | 0 | *Potentilla micrantha* |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | *Polygonatum orientale* L. |
| 25 | 67 | 25 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 11 | 18 | 14 | *Primula heterochroma* Stapf |

۱: روشنه کوچک (< ۲۰۰ مترمربع)، ۲: روشنه متوسط (۲۰۰–۵۰۰ مترمربع)، ۳: روشنه بزرگ (۵۰۰–۱۰۰۰ مترمربع) و ۴: روشنه بسیار بزرگ ( > ۱۰۰۰)

1- Small gap (<200m$^2$), 2- medium gap (200-500 m$^2$), 3- large gap (500-1000 m$^2$) and 4- very large gap (>1000 m$^2$)

ادامهٔ جدول ۱.

Continued table 1.

| استان مازندران Mazandaran Province | | | | | | | | استان گیلان Quilan province | | | | | | | | گونه Species |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مدیریت‌نشده Unmanaged | | | | مدیریت‌شده Managed | | | | مدیریت‌نشده Unmanaged | | | | مدیریت‌شده Managed | | | | |
| 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 67 | 48 | 25 | 15 | 39 | 18 | 27 | 18 | 2 | *Urtica dioica* L |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 19 | 10 | *Vicia sylvatica* L. |
| 50 | 67 | 75 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 1 | 29 | 55 | 44 | 6 | 61 | 13 | 1 | *Viola odorata* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 87 | 61 | 13 | 0 | 44 | 0 | 21 | 0 | *Viola sicheana* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Viola hirta* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 29 | 48 | 0 | 0 | 0 | 50 | *Viola ignobilis* Ruper |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | 5 | 5 | 61 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Viola richenbachyaha* Jord ex Borceau |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 85 | 15 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Vicia cracca* L. |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 33 | 0 | 98 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | *Vicia sativa* L. |
| 16 | 18 | 17 | 15 | 0 | 16 | 22 | 20 | 44 | 40 | 42 | 20 | 36 | 18 | 24 | 23 | مجموع تعداد گونه‌ها Total number of species |

۱: روشنه کوچک (< ۲۰۰ مترمربع)، ۲: روشنه متوسط (۲۰۰–۵۰۰ مترمربع)، ۳: روشنه بزرگ (۵۰۰–۱۰۰۰ مترمربع) و ۴: روشنه بسیار بزرگ ( > ۱۰۰۰)

1- Small gap (<200m$^2$), 2- medium gap (200-500 m$^2$), 3- large gap (500-1000 m$^2$) and 4- very large gap (>1000 m$^2$)

جدول ۲ و جدول ۳ ویژگی‌های خاک و شاخص‌های تنوع زیستی روشنه‌های زادآوری با اندازه‌های مختلف را در مناطق موردبررسی نشان می‌دهد. به‌طورکلی اختلاف معنی‌داری بین ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک بین روشنه‌های زادآوری چه در توده‌های مدیریت‌شده و چه در توده‌های مدیریت‌نشده استان گیلان و استان مازندران وجود ندارد. همچنین اختلاف میانگین این متغیرها در بین توده مدیریت‌شده و توده مدیریت‌نشده در مناطق موردبررسی معنی‌دار نبود.

برای شاخص‌های تنوع زیستی، بیشترین غنای گونه‌ای در توده مدیریت‌شده استان گیلان در روشنه‌های بیش از ۱۰۰۰ مترمربع مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با میانگین غنای گونه‌ای در روشنه کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع دارد. در توده مدیریت‌نشده این منطقه، کمترین میانگین غنای گونه‌ای کمتر از ۲۰۰ متر–مربع محاسبه شد که اختلاف معنی‌داری با غنای گونه‌ای روشنه‌های بزرگتر ۲۰۰ مترمربع دارد. از نظر شاخص یکنواختی گونه‌ای شانون وینر، بین روشنه‌های زادآوری چه در توده‌های مدیریت‌شده و چه در توده‌های مدیریت‌نشده استان گیلان و استان مازندران اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. همچنین میانگین این متغیرها در بین توده مدیریت‌شده و توده مدیریت‌نشده در مناطق موردبررسی دارای اختلاف معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین شاخص تنوع گونه‌ای شانون وینر در بین روشنه‌های زادآوری منطقه مدیریت‌شده استان گیلان نشان داد که بیشترین مقدار این شاخص در روشنه‌های بزرگتر از ۲۰۰ متر مربع و کمترین آن در در روشنه‌های

کمتر از ۲۰۰ مترمربع مشاهده می‌شود. اما در توده‌های مدیریت‌نشده این منطقه، بیشترین میانگین شاخص تنوع گونه‌ای شانون وینر در روشنه‌های بزرگتر از ۱۰۰۰ متر- مربع و کمترین آن در در روشنه های کمتر از ۱۰۰۰ مترمربع محاسبه شد. در منطقه مازندران، میانگین این شاخص در بین روشنه‌های برداشت‌شده در بخش مدیریت‌شده دارای اختلاف معنی‌دار نبود. اما در بخش مدیریت‌نشده بیشترین مقدار این شاخص در روشنه‌های بزرگتر از ۲۰۰ متر مربع و کمترین آن در روشنه‌های کمتر از ۲۰۰ مترمربع مشاهده شد.

جدول ۲- ویژگی‌های خاک و شاخص‌های تنوع زیستی روشنه های زادآوری با اندازه‌های مختلف (استان گیلان)

Table 2. Soil properties and diversity indices of gaps with different sizes (Quilan Province)

| | | اندازه روشنه Gap size | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error |
| ماده آلی Organic matter | مدیریت‌شده Managed | 5.59 | .02 | 4.95 | .64 | 5.47 | .38 | 4.95 | 1.01 |
| | مدیریت‌نشده Unmanaged | 5.70 | .44 | 5.19 | .35 | 5.03 | .98 | 5.72 | .74 |
| اسیدیته pH | مدیریت‌شده Managed | 5.04 | .11 | 5.43 | .14 | 5.25 | .17 | 5.71 | .01 |
| | مدیریت‌نشده Unmanaged | 5.40 | .04 | 5.33 | .19 | 5.03 | .73 | 5.26 | .18 |
| فسفر Phosphorus | مدیریت‌شده Managed | 26.33 | .04 | 27.79 | 4.20 | 27.81 | 1.44 | 28.55 | .35 |
| | مدیریت‌نشده Unmanaged | 17.59 | 3.46 | 18.50 | 1.77 | 18.92 | .89 | 20.53 | 2.97 |
| نیتروژن Nitrogen | مدیریت‌شده Managed | .35 | 0.00 | .31 | .04 | .35 | .03 | .30 | .07 |
| | مدیریت‌نشده Unmanaged | .39 | .02 | .33 | .02 | .41 | .04 | .34 | .04 |
| پتاسیم Potassium | مدیریت‌شده Managed | 295.65 | 26.45 | 314.53 | 25.02 | 333.40 | 56.60 | 329.60 | 52.80 |
| | مدیریت‌نشده Unmanaged | 267.00 | 37.93 | 296.44 | 52.75 | 275.00 | 41.40 | 327.73 | 92.51 |
| درصد شن Sand (%) | مدیریت‌شده Managed | 46.96 | 3.36 | 46.56 | 2.91 | 41.96 | 5.64 | 34.96 | 21.36 |
| | مدیریت‌نشده Unmanaged | 40.21 | 4.79 | 42.69 | 2.72 | 47.60 | 4.14 | 38.69 | 1.59 |
| | مدیریت‌نشده Unmanaged | 1.79b | .10 | 2.11a | .17 | 2.17a | .02 | 2.19a | .33 |

۱: روشنه کوچک (< ۲۰۰ مترمربع)، ۲: روشنه متوسط (۲۰۰-۵۰۰ مترمربع)، ۳: روشنه بزرگ (۵۰۰-۱۰۰۰ مترمربع) و ۴: روشنه بسیار بزرگ ( >۱۰۰۰).

حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد (آزمون توکی، P<0.01).

1- Small gap (<200m$^2$), 2- medium gap (200-500 m$^2$), 3- large gap (500-1000 m$^2$) and 4- very large gap (>1000 m$^2$)

Different letters indicate the significance differences (Tukey test, P<0.01)

ادامهٔ جدول ۲.

Continued table 2.

| اندازه روشنه Gap size | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | | 3 | | 2 | | 1 | | | |
| اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | | |
| 17.92 | 39.76 | 6.08 | 27.76 | 1.52 | 23.22 | 2.72 | 20.40 | مدیریت‌شده Managed | درصد رس Clay (%) |
| 2.35 | 19.25 | 6.12 | 28.96 | 1.08 | 16.88 | 4.44 | 19.31 | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| 3.44 | 25.28 | .44 | 30.28 | 1.50 | 30.22 | 6.08 | 32.64 | مدیریت‌شده Managed | درصد سیلت Silt (%) |
| 1.33 | 42.05 | .24 | 23.44 | 2.17 | 40.43 | .95 | 40.48 | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| 3.50 | 29.5a | 2.00 | 22b | 4.37 | 21.75b | 1.50 | 20.5b | مدیریت‌شده Managed | غنا Species Richness |
| 3.00 | 35.00a | 3.2 | 39.0a | 1.79 | 28.00a | 2.19 | 19.3b | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| .01 | 0.70a | .01 | 0.72a | .02 | 0.67a | .03 | .59b | مدیریت‌شده Managed | یکنواختی Evenness |
| .13 | .70a | .01 | .63a | .05 | .61a | .09 | .72a | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| .06 | 2.26a | .10 | 2.39a | .16 | 2.23a | .06 | 1.77b | مدیریت‌شده Managed | شاخص شانون Shannon Index |
| .33 | 2.19a | .02 | 2.17a | .17 | 2.11a | .10 | 1.79b | مدیریت‌نشده Unmanaged | |

۱: روشنه کوچک (< ۲۰۰ مترمربع)، ۲: روشنه متوسط (۲۰۰–۵۰۰ مترمربع)، ۳: روشنه بزرگ (۵۰۰–۱۰۰۰ مترمربع) و ۴: روشنه بسیار بزرگ ( >۱۰۰۰). حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد (آزمون توکی، P<0.01).

1- Small gap (<200m$^2$), 2- medium gap (200-500 m$^2$), 3- large gap (500-1000 m$^2$) and 4- very large gap (>1000 m$^2$). Different letters indicate the significance differences (Tukey test, P<0.01)

جدول ۳- ویژگی‌های خاک و شاخص‌های تنوع زیستی روشنه‌های زادآوری با اندازه‌های مختلف (استان مازندران)

Table 3. Soil properties and diversity indices of gaps with different sizes (Mazandran Province)

| اندازه روشنه Gap size | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | | 3 | | 2 | | 1 | | | |
| اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | | |
| - | - | .91 | 5.59 | .44 | 5.38 | .84 | 5.30 | مدیریت‌شده Managed | ماده آلی Organic matter |
| 1.79 | 4.71 | .16 | 3.47 | 1.21 | 5.58 | .37 | 4.40 | مدیریت‌نشده Unmanaged | |

۱: روشنه کوچک (< ۲۰۰ مترمربع)، ۲: روشنه متوسط (۲۰۰–۵۰۰ مترمربع)، ۳: روشنه بزرگ (۵۰۰–۱۰۰۰ مترمربع) و ۴: روشنه بسیار بزرگ ( >۱۰۰۰). حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد (آزمون توکی، P<0.01).

1- Small gap (<200m$^2$), 2- medium gap (200-500 m$^2$), 3- large gap (500-1000 m$^2$) and 4- very large gap (>1000 m$^2$). Different letters indicate the significance differences (Tukey test, P<0.01)

ادامهٔ جدول ۳.

Continued table 3.

| اندازه روشنه Gap size | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | | 3 | | 2 | | 1 | | | |
| اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | اشتباه معیار Standard Error | میانگین Mean | | |
| - | - | 0.07 | 5.35 | 0.19 | 4.79 | .25 | 5.49 | مدیریت‌شده Managed | اسیدیته pH |
| 0.18 | 5.58 | 1.68 | 5.00 | 0.20 | 5.43 | 0.22 | 5.43 | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| - | - | 163.74 | 694.37 | 89.40 | 737.07 | 271.45 | 807.57 | مدیریت‌شده Managed | فسفر Phosphorus |
| 5.95 | 492.85 | 80.45 | 585.77 | 30.18 | 579.40 | 24.83 | 594.30 | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| - | - | 0.29 | 1.86 | 0.64 | 1.86 | 0.33 | 1.68 | مدیریت‌شده Managed | نیتروژن Nitrogen |
| 0.61 | 1.70 | 0.94 | 1.70 | 2.53 | 1.10 | 0.53 | 1.11 | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| - | - | 0.05 | 0.43 | 0.02 | 0.27 | 0.04 | 0.27 | مدیریت‌شده Managed | پتاسیم Potassium |
| 0.09 | 0.29 | 0.01 | 0.17 | 0.06 | 0.29 | 0.02 | 0.12 | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| - | - | 3.89 | 23.12 | 4.84 | 23.12 | 3.43 | 25.31 | مدیریت‌شده Managed | درصد شن Sand (%) |
| 0.72 | 34.88 | 3.89 | 26.64 | 1.73 | 28.02 | 3.90 | 34.21 | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| - | - | 2.31 | 36.40 | 2.56 | 41.31 | 0.43 | 35.55 | مدیریت‌شده Managed | درصد رس Clay (%) |
| 3.36 | 23.76 | 1.99 | 31.31 | 3.01 | 27.26 | 2.17 | 29.31 | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| - | - | 5.96 | 40.48 | 3.47 | 35.57 | 3.22 | 39.15 | مدیریت‌شده Managed | درصد سیلت Silt (%) |
| 2.64 | 41.36 | 3.03 | 42.05 | 3.15 | 44.72 | 3.22 | 36.48 | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| - | - | 2.08 | 15.0 | 2.00 | 19.0 | .33 | 16.3 | مدیریت‌شده Managed | غنا Species Richness |
| 1.50 | 20.5a | .67 | 18.6a | 1.73 | 17.0a | 2.33 | 14.3b | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| - | - | .05 | 0.73 | 0.04 | 0.74 | 0.05 | .71 | مدیریت‌شده Managed | یکنواختی Evenness |
| 0.06 | 0.73 | 0.04 | 0.70 | 0.02 | 0.71 | 0.11 | .64 | مدیریت‌نشده Unmanaged | |
| - | - | .08 | 1.79 | 0.13 | 2.17 | 0.12 | 1.98 | مدیریت‌شده Managed | شاخص شانون Shannon Index |
| 0.23 | 2.21a | .11 | 2.05a | 0.09 | 2.00a | 0.35 | 1.70b | مدیریت‌نشده Unmanaged | |

۱: روشنه کوچک (< ۲۰۰ مترمربع)، ۲: روشنه متوسط (۲۰۰–۵۰۰ مترمربع)، ۳: روشنه بزرگ (۵۰۰–۱۰۰۰ مترمربع) و ۴: روشنه بسیار بزرگ ( >۱۰۰۰). حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد (آزمون توکی، P<0.01).

1- Small gap (<200m$^2$), 2- medium gap (200-500 m$^2$), 3- large gap (500-1000 m$^2$) and 4- very large gap (>1000 m$^2$). Different letters indicate the significance differences (Tukey test, P<0.01)

**بحث**

در این بررسی درمجموع ۳۲ گونه علفی در منطقه کلاردشت و ۶۶ گونه علفی در منطقه شفارود شناسایی و ثبت شد. Kazemi et al. (2015) در جنگل خلیل‌محله بهشهر ۱۷ گونه علفی در یک قطعه مدیریت‌شده و یک قطعه مدیریت‌نشده راش- ممرز شناسایی کردند. Porabbasi Shiraz et al. (2022) ۴۶ گونه علفی را در رویشگاه انجیلی جنگل چفرود گیلان معرفی کردند. این درحالی است که Bakhshandeh Navdroud et al. (2017) در جنگل‌های راش سری سه ناو اسالم، حضور ۱۰۹ گونه گیاهی علفی در زیرآشکوب این جنگل‌ها را گزارش کردند. اختلاف در تعداد ممکن است به دلایل مختلف مانند زمان نمونه‌برداری اتفاق بیافتد. در اوایل بهار که هنوز تاج‌پوشش درختان به‌طور کامل بسته نشده است، فراوانی گونه‌های علفی بیشتر است. اختلاف در شرایط اقلیمی و ادافیکی نیز می‌تواند در این خصوص اثرگذار باشد.

در استان مازندران با افزایش سطح روشنه‌ها تعداد گونه‌های مشاهده‌شده چه در بخش مدیریت‌شده (با دامنه ۱۷تا ۱۹ گونه) و چه در بخش مدیریت‌نشده (با دامنه ۱۵ تا ۱۸گونه) تغییرات چندانی نداشت. در استان گیلان در بخش مدیریت‌شده، تغییرات بسیار کمی بین روشنه‌های مختلف مشاهده شده است ( با دامنه ۲۱ تا ۲۲ گونه) ولی تعداد گونه‌ای ثبت‌شده در بخش مدیریت‌نشده در روشنه‌های بزرگتر از ۲۰۰ مترمربع (با دامنه ۴۰ تا ۴۲ گونه) به مراتب بیشتر از مقدار آن (۲۱ گونه) در روشنه‌های کمتر از ۲۰۰ مترمربع است. بنابراین شیوه تک‌گزینی در استان گیلان سبب افزایش تعداد گونه‌ها شد، درحالی‌که در استان مازندران تأثیر معنی‌داری نداشت. این مسئله می‌تواند به دلیل تفاوت‌های اقلیمی و زمین‌شناسی دو منطقه باشد. تغییرات میانگین شاخص‌های تنوع زیستی در بین روشنه‌ها با اندازه مختلف در استان مازندران و استان گیلان تقریبا الگویی مشابه با تغییرات تعداد گونه‌های ثبت‌شده دارد. در استان مازندران در مجموع تفاوت معنی‌داری بین شاخص‌های مختلف در روشنه‌های مختلف چه در بخش مدیریت‌شده و چه در بخش مدیریت‌نشده مشاهده نشد. ولی در استان گیلان میانگین غنای گونه‌ای در بخش مدیریت‌نشده با افزایش سطح روشنه‌ها بیش از ۲۰۰ مترمربع و در بخش مدیریت‌شده با افزایش سطح روشنه‌ها بیش از ۱۰۰۰ مترمربع شاخص‌های تنوع زیستی افزایش معنی‌داری نشان داد. در مورد شاخص تنوع گونه‌ای در بخش مدیریت‌نشده و بخش مدیریت‌شده با افزایش سطح روشنه‌های بیش از ۲۰۰ متر مربع این شاخص افزایش معنی‌داری داشت. در این زمینه Heinrichs and Schmidt (2009) نشان دادند مدیریت مبتنی بر شیوه تک‌گزینی در جنگل‌های آمیخته نوئل منجر به افزایش غنای گونه‌های علفی شد. همچنین Abrari Vajari et al. (2012) و Battle et al. (2001) در بررسی تأثیر اندازه روشنه‌ها بر روی تنوع گونه‌ای دریافتند که غنای گونه‌ای و تنوع گونه‌ای با افزایش اندازه روشنه‌ها افزایش می‌یابد. در حالی‌که در پژوهش دیگر، عنوان شد که شاخص‌های تنوع گونه‌های علفی بین دو قطعه مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده جنگل‌های راش اختلاف معنی‌داری نداشت (Eshaghi Rad and Khanalizadeh, 2014). بنابراین نوع جنگل وشرایط بوم‌شناسی منطقه موردپژوهش تأثیر زیادی بر نتایج به‌دست آمده دارد.

تعدادی از گونه‌های موجود در قطعه مدیریت‌نشده در قطعه مدیریت‌شده دیده نشدند و همچنین گونه‌هایی در قطعه مدیریت‌شده حضور داشتند که در قطعه مدیریت‌نشده 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.

از آنجایی‌که روشنه‌های کوچک احتمالاً با گسترش تاج جانبی درختان مرزی بسته می‌شوند (Nagel and Svoboda, 2008)، گونه‌های نورپسند با مقاومت کمتر نسبت به سایه، در روشنه‌های بزرگ‌تر رشد می‌کنند (Shahnavazi et al., 2005, Amiri et al., 2015). درنتیجه، روشنه‌های بزرگ و بسیار بزرگ نقش مهم‌تری برای تنوع گونه‌های گیاهی و پویایی رشد آنها در طول زمان نسبت به روشنه‌های کوچک بازی می‌کنند (Nagel and Svoboda, 2008, Kucbel et al., 2010, Kian et al., 2017, Lu et al., 2019). بنابراین ترکیبی از انتخاب تک‌درختی و انتخاب گروهی ممکن است ناهمگنی رژیم آشفتگی طبیعی در این قطعه‌ها را با دقت بیشتری تقلید کند و دامنه گسترده‌تری از اندازه روشنه ایجاد کند. شرایط بوم‌شناسی و محیطی مختلف در اندازه روشنه‌ها با دامنه گسترده‌تر می‌تواند بر استقرار و هم‌زیستی گونه‌ای گیاهان براساس تقسیم‌بندی آشیان در سراسر روشنه تأثیر بگذارد (Whitmore, 1989).

در این پژوهش، ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک بین روشنه‌های زادآوری چه در توده‌های مدیریت‌شده و چه در توده‌های مدیریت‌نشده استان گیلان و استان مازندران دارای اختلاف معنی‌داری نبود. همچنین ویژگی‌های خاک بررسی‌شده در بین توده مدیریت‌شده و توده مدیریت‌نشده در مناطق موردبررسی مشابه بود. بنابراین به‌طورکلی اجرای شیوه تک‌گزینی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های خاک نداشت. این یافته‌ها با نتایج پژوهش Elliott and Knoepp (2005) مطابقت دارد که نشان دادند تأثیر شیوه گزینشی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بسیار ناچیز است و یا تأثیر معنی‌داری در جنگل‌های معتدله آمریکا ندارد. همچنین von Oheimb and Härdtle (2009) با بررسی در جنگل‌های معتدله آلمان، عدم تفاوت معنی‌داری را بین جنگل‌های مدیریت‌شده با شیوه گزینشی و مدیریت‌نشده از لحاظ ویژگی‌های شیمیایی خاک گزارش داده‌اند. عدم تأثیر معنی‌دار مدیریت بر مقدار ویژگی‌های خاک می‌تواند مربوط به شدت بهره‌داری کم ( یک درصد موجودی حجمی) در جنگل‌های مدیریت‌شده موردبررسی باشد.

با این حال، اثرات مثبت اندازه روشنه بر ویژگی‌های خاک در برخی پژوهش‌های دیگر نشان داده شده است. Amolikondori et al. (2020) رابطه مثبت بین ویژگی‌های خاک و اندازه روشنه‌ها در جنگل‌های راش شرقی مدیریت‌شده را اثبات و عنوان کردند که روشنه‌های بزرگ‌تر دارای ذخایر بیشتری از کربن، نیتروژن و فسفر هستند. Buajan et al. (2021) اثبات کردند که اندازه روشنه بر تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های فیزیکی و مواد آلی خاک در جنگل‌های استوایی و معتدله بسیار موثر است و روشنه‌های بزرگتر محتوای خاک آلی بیشتر و پایداری خاک بیشتری را حمایت می‌کنند. Lyu et al. (2022) عنوان کردند روشنه‌های بزرگتر در جنگل‌های کاج منجر به ایجاد ناهمگنی بیشتر و به تبع آن تقویت تنوع گونه‌های زیراشکوب می‌شود. بنابراین عامل تأثیرگذار بر تأثیر اندازه روشنه بر ویژگی‌های خاک و تنوع زیستی گیاهان، به نوع جنگل و اقلیم منطقه و همچنین تفاوت اندازه‌ای روشنه‌های انتخاب‌شده برای مقایسه وابسته است.

**نتیجه‌گیری کلی**

بر اساس نتایج این پژوهش و در پاسخ به سوالات پژوهش می‌توان عنوان کرد که عامل‌های مدیریت و اندازه روشنه بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک موثر نبود، ولی بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهان

علفی تأثیرگذار بود. همچنین روند تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در داخل روشنه‌ها با اندازه‌های مختلف در توده مدیریت‌شده با شیوه تک‌گزینی و توده شاهد در استان‌های مازندران و گیلان مشابه بود ولی مقایسه روند تغییرات تنوع گونه‌ای گیاهان علفی در استان‌های مختلف، تفاوت‌هایی را نشان داد.

به‌عنوان یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت که با وجود پژوهش‌های فراوان در زمینه تنوع زیستی و مشخصات خاک در روشنه‌ها با اندازه‌های مختلف، نتایج مشابه‌ای در مناطق موردبررسی مختلف کسب نشده است و این موضوع نشان می‌دهد شرایط بوم-شناختی حاکم در رویشگاه‌های راش در استان‌های مختلف ناشی از اقلیم‌های مختلف در این زمینه بسیار موثر است و لازم است یک پژوهش جامع در کل جنگل‌های شمال در این خصوص انجام شود.

## References


Amanzadeh, B.; Saghebtalebi, Kh.; Pahrizkar, P.; Shahinrokhsar Ahmadi, P.; Moradi, A.; Pourbabaei, H.; Yousefpour, M., Comparison of regeneration and diversity of herbaceous species in created and natural gaps. *Forest Research and Development* **2019**, *5* (1), 153-167. (In Persian).

Amiri, M.; Rahmani, R.; Sagheb-Talebi, KH., Canopy gaps characteristics and structural dynamics in a natural unmanaged oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand in the north of Iran. *Caspian Journal of Environmental Science* **2015**, 13(3), 259-274.

Amolikondori, A.; Abrari Vajari, K.; Feizian, M.; Di Iorio, A., Influences of forest gaps on soil physico-chemical and biological properties in an oriental beech (*Fagus orientalis* L.) stand of Hyrcanian forest, north of Iran. *iForest* **2020**, 13, 124-129.

Amiri, M.; Rahmani, R.; Sagheb-Talebi, KH., Canopy gaps characteristics and structural dynamics in a natural unmanaged oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand in the north of Iran. *Caspian Journal of Environmental Sciences* **2015**,13(3), 259-274.

Bakhshandeh Navroud, B.; Abrari Vajari, K.; Pilehvar, B.; Kooch, Y., Floristic study of herbaceous layer plants in hyrcanian Beech Forest (case study: Beech forests in Asalem). *Journal of Plant Ecosystem* **2017**, 4 (9), 115-132. (In Persian).

Battles, J. J.; Shlisky, A. J.; Barrett, R. H.; Heald, R. C.; Allen-Diaz, B. H., The effects of forest management on plant species diversity in a Sierran conifer forest. *Forest Ecology and Management* **2001**, 146, 211-222.

Blair, B. C.; Letourneau, D. K.; Bothwell, S. G.; Hayes, G. F., Disturbance, resources and exotic plant invasion: gap size effects in a redwood forest. *Madroño* **2010**, 57, 11-19.

Buajan, S.; BuajanJinfu, S.; Liu, L.; He, Z., The Spatial Variability of Soil Physical Properties of Different Sized-gap in a Subtropical Forest, China. *Applied Environmental Research* **2021,** 43(1), 41-55.

Dhyani, S.; Maikhuri, R. K.; Rao, K. S., Canopy Gap phase regeneration: A study in moist temperate forests of Central Himalayas, India. *Sustainable Forestry* **2018**, 1(4).

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

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).

Faraji, F.; Eshaghi Rad, J.; Parhizkar, P.; Manthey, M., Quantitative charachteristics of regeneration in natural and harvested made canopy gaps in different elevations in oriental beech (*Fagus orientalis*) forests. *Journal of Forest Research and Development* **2021,** 6(4): 661-678. (In Persian).

Hamrang, N.; Pourbabaei, H.; Nikooy, M., The Influence of Canopy Gaps Size Derived from Selective Cutting on Diversity of Herbaceous Species in Mountainous Forests of Northern Iran (A Case Study: Beech Stands of Lumiere, Asalem). *Iranian Forests Ecology* **2014**, 2 (3), 33-48. (In Persian).

He, Z.; Liu, J.; Su, S.; Zheng, S.; Xu, D.; Wu, Z.; Hong, W.; Wang, J. L. M., Effects of forest gaps on soil properties in Castanopsis

kawakamii nature forest. *PloS one* **2015**, 10(10), p.e0141203.

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.

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).

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**

Kian, S.; Kouchaksaraei, M. T.; Esmailzadeh, O.; Alavi, S. J., Gap characteristics and disturbance regime in an intact Hyrcanian Oriental beech forest, Iran. *Austrian Journal of Forest Science* **2017**, 134(4), 323-346.

Kern, C. C.; Palik, B. J.; Strong, T. F., Ground-layer plant community responses to even-age and uneven-age silvicultural treatments in Wisconsin northern hardwood forests. *Forest Ecology and Management* **2006**, 230: 162-170.

Kucbel, S.; Jaloviar, P.; Saniga, M.; Vencurik, J.; Klimaš, V., Canopy gaps in an old-growth fir–beech forest remnant of Western Carpathians. *European Journal Forest Research* **2010**, 129, 249–259.

Lu, D.; Zhang, G.; Zhu, J.; Wang, G. G.; Zhu, Ch.; Yan, Q.; Zhang, J., Early natural regeneration patterns of woody species within gaps in a temperate secondary forest. *European Journal Forest Research* **2019**, 138, 991–1003.

Jianxin, X. U.; Li, X.; Zhiyao, S. U., Impacts of forest gaps on soil properties after a severe ice storm in a *Cunninghamia lanceolata* stand. *Pedosphere* **2016**, 26(3), 408-416.

Lelli, C.; Bruun, H. H.; Chiarucci, A.; Donati, D.; Frascaroli, F.; Fritz, Ö.;, Goldberg, I.; Nascimbene, J.; Tøttrup, AP.; Rahbek, C.; Heilmann-Clausen, J., Biodiversity response to forest structure and management: Comparing species richness, conservation relevant species and functional diversity as metrics in forest conservation. *Forest Ecology and Management* **2019**, 15, 432:707-717.

Lyu, Q.; Luo, Y.; Dong, D.; Xiang, Y.; Zhao, K.; Chen, G.; Chen, Y.; Fan, G.; Li, X., Effects of Forest Gaps on the Structure and Diversity of Soil Bacterial Communities in Weeping Cypress Forest Plantations. *Frontier Microbiology* **2022**, 13, https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.882949

Nagel, T. A.; Svoboda, M., Gap disturbance regime in an old-growth *Fagus–Abies* forest in the Dinaric Mountains, Bosnia-Herzegovina. *Canadian Journal of Forest Research* **2008**, 38, 2728–2737.

North, M.; Oakley, B.; Fiegener, R.; Gray, A.; Barbour, M., Influence of light and soil moisture on Sierran mixed-conifer understory communities. *Plant Ecology* **2005**, 177, 13-24.

Parhizkar, P.; Amanzadeh, B.; Hassani, M.; Sadeqzadeh Hllaj, M. H., Effect of single tree selection system on some of the canopy gap characteristics within Shafaroud beech forests. *Journal of Forest Research and Development* **2020,** 6(2): 203-218. (In Persian).

Parhizkar, P.; Eshaghi Rad, J.; Ghorbani, H., The diversity indices of herbaceous species in the unmanaged and man-made forest gaps. *Journal of Forest Research and Development* **2023**. (In Persian)

Parhizkar, P.; Sagheb-Talebi, K.; Zenner, E. K.; Hassani, M.; Sadeghzadeh Hallaj, M. H., Gap and stand structural characteristics in a managed and an unmanaged old-growth oriental beech *(Fagus orientalis* Lipsky) forest. *Forestry: An International Journal of Forest Research* **2021**, 19(5), 691–703.

Pourabbasi Shiraz, S.; Pourbabaei, H.; Heidari Safari kouchi, A., Investigation of composition and plant diversity of Persian ironwood (*Parrotia persica* C.A. Mey) site, Chafroud's forest of Guilan province. *Forest Research and Development* **2022**, 8(2), 147-163. (In Persian)

Sagheb-Talebi, KH.; Sajedi, T.; Pourhashemi, M., Forests of Iran, a treasure from the past a hope for the future. Springer, Netherland **2014**, 724pp.

Schütz, J. P., Sylviculture 1: Principes d'éducation des forêts. 1990, Zürich, Presses polytechniques et universitaires romandes **1990**, 243pp.

Shahnavazi, H.; Sagheb-Talebi, KH.; Zahedi-Amiri, GH., Qualitative and quantitative

evaluation of natural regeneration in gaps within beech (*Fagus orientalis*) stands of Caspian region. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2005**, 13(2): 141-154. (In Persian).

Von Oheimb, G.; Härdtle, W., Selection harvest in temperate deciduous forests: impact on herb layer richness and composition. *Biodiversity and Conservation* **2009**, 18, 271–287.

Salehi, A.; Zarinkafsh, M.; Zahedi Amiri, G.; Marvi Mohajer, R. A., study of soil physical and chemical properties in relation to tree ecological groups in Nam-Khaneh district of Kheirood Kenar forest. *Iranian Journal of Natural Resources* **2005**, 58, 567–578. (In Persian).

Shen, Y.; Yang, W.; Zhang, J.; Xu, Z.; Zhang, L.; Liu, Y.; Li, H.; You, C.; Tan, B., Forest Gap Size Alters the Functional Diversity of Soil Nematode Communities in Alpine Forest Ecosystems. *Forests* **2019**, 10(9), 806-816.

Ritter, E., Litter decomposition and nitrogen mineralization in newly formed gaps in a Danish beech (*Fagus sylvatica*) forest. *Soil Biological Biochemistry* **2005**, 37, 1237–1247

Rose, S. A., Seeds, seedlings and gaps—size matters. A study in the tropical rain forest of Guyana. Dissertation, Utrecht University, the Netherlands **2000**, 176pp.

Vajari, K. A.; Jalilvand, H.; Pourmajidian, M. R.; Espahbodi, K.; Moshki, A., Effect of canopy gap size and ecological factors on species diversity and beech seedlings in managed beech stands in Hyrcanian forests. *Journal of Forestry Research* **2012**, 23(2), 217-222.

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.

Whitmore, T. C., Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* **1989**, 70(3), 536-538.

Xu, X J.; Zhou, G. M.; Liu, S.; Du, G.; Mo, H. Q.; Shi L. F.; Jiang, Y. J.; Zhou, Y.F.; Liu, E. B., Implications of ice storm damages on the water and carbon cycle of bamboo forests in south eastern China. *Agriculture and Forest Meteorology* **2013**, 177, 35–45.

Qiu, R. H.; Chen, H.; Zhuo, L. X., Effects of selection cutting on the forest structure and species diversity of evergreen broad-leaved forest in northern Fujian, southern China. Forestry Study in China **2006**, 8, 16-20.

# The effect of gap size on herbaceous biodiversity and soil properties in the Beech forest with different management background in Mazandran and Guilan provinces

**Faeze Mohabbati[1], Javad Eshaghi Rad[*2] and Pezhman Parhizkar[3]**

1- MSc. of forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (faezeh.mohebati@gmail.com)
2- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I. R. Iran. (J.eshagh@urmia.ac.ir)
3- Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran. (parhizkar@rifr-ac.ir)

Received: 10 August 2023 Accepted: 17 October 2023

## Abstract

**Background and objectives:** As complex and dynamic ecosystems, forests are influenced by natural and human-induced changes. These changes can directly affect the structure of plant communities and biodiversity. Gaps are one of the key factors in this context, arising from tree dieback, natural tree fall, or tree harvesting. Gaps serve as spaces for light and precipitation to reach the understory, playing a significant role in tree regeneration and changes in the diversity of understory species. This research aims to address the following questions:

1- Does management affect the physical and chemical properties of soil and the diversity indices of herbaceous plants in gaps of varying sizes?
2- Is there a difference in the trends of changes in the diversity of herbaceous plants and the physical and chemical properties of soil within gaps of different sizes in managed stands using selective logging compared to control stands in the provinces of Mazandaran and Gilan?

**Methodology:** This study was conducted in the beech forests of Mazandaran Province (Kelardasht region) and Gilan Province (Shafaroud region). Two control plots and two managed plots using selective logging were selected in each region. In both the managed and control stands, three gaps were randomly identified across four size classes: small (less than 200 square meters), medium (200 to 500 square meters), large (500 to 1000 square meters), and very large (more than 1000 square meters). The type of species and the percentage of herbaceous cover were determined in five four-square-meter subplots at the edges and center of each gap. Soil samples were collected from a depth of 0 to 25 centimeters from the five subplots in each gap, and a composite sample was taken for analysis. Soil characteristics, including texture (using the hydrometer method), pH (using an electric pH meter), total nitrogen (using the Kjeldahl method), organic carbon (using the Walkley-Black method), available phosphorus (using the Olsen method), and exchangeable potassium (using flame photometry), were measured. The species richness index (number of species in the sample plot), Simpson diversity index, Shannon-Wiener diversity index, and Shannon-Wiener evenness index for each sample were calculated using PC-ORD version 5 software. The means of richness and diversity indices and soil characteristics for the managed and control stands were compared using independent t-tests. Additionally, the means of these variables in gaps of different sizes were compared using Tukey's test. All statistical analyses were performed using SPSS version 18.

**Results:** A total of 32 herbaceous species were identified in the Kelardasht region and 66 species in the Shafaroud region. The results indicated that, overall, with the increase in gap size, the diversity indices showed no significant changes in both the managed and unmanaged sections of Mazandaran Province. However, in Gilan Province, a different trend in the changes of these variables was observed with increasing gap sizes. The size of the gap and the type of management had a significant impact on the diversity of herbaceous species, with greater diversity found in larger gaps. In this study, the soil

[*] Corresponding author Tel: +984422770489

characteristics between regeneration gaps in both managed and unmanaged stands in Gilan and Mazandaran provinces did not show significant differences.

**Conclusion:** This study demonstrated that the size of gaps and forest management do not significantly affect soil characteristics in the studied areas; however, they do influence the diversity indices of herbaceous plants in Gilan Province. Therefore, the ecological conditions of the region and the type of management are key factors in the biodiversity of gaps. The results of this study can contribute to improving forest management and preserving biodiversity in various regions.

***Keywords***: Single selection, Canopy, Species Richness, Soil Fertility.