مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۸ شماره ۳، صفحه ۲۳۰-۲۱۷، (۱۳۹۹)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2020.342773.1926
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0883.1399.28.217.81.3.32.1583

مشخصه‌های روشنه‌های پوشش تاجی در جنگل‌های راش (*Fagus orientalis* Lipsky) بهره‌برداری‌شده و شاهد

پژمان پرهیزکار [۱*]، مجید حسنی [۲]، حسین قربانی [۳]، اسدالله کریمی‌دوست [۳]، کریم مقصودلو [۳]، رضا باباتبار ملکشاه [۴]، محمدحسین صادق‌زاده حلاج [۲] و رامین موسوی [۵]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
پست الکترونیک: parhizkar@rifr-ac.ir
۲- کارشناس، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳- کارشناس، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
۴- کارشناس ارشد جنگل‌داری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان، گرگان، ایران
۵- کارشناس ارشد جنگل‌داری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران، نوشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۳۱

چکیده

جنگل‌های هیرکانی، بوم‌سازگان‌های نادر و منحصربه‌فردی هستند که حفظ و پایداری آن‌ها ضروری است. روشنه‌ها به‌عنوان بخشی از یک فرایند کلی در ایجاد و تثبیت ساختار جنگل‌های هیرکانی و پویایی جامعه آن نقش دارند. این پژوهش به‌دنبال شناسایی اختلاف‌های احتمالی در مشخصه‌های روشنه‌ها بین دو راشستان بهره‌برداری‌شده و شاهد است. برای این منظور، قطعه‌های ۱۱۴ (شاهد) و ۱۱۵ (بهره‌برداری‌شده) از سری یک طرح لیوان- بنفش‌تپه در استان گلستان برای مقایسه برخی از مشخصه‌های روشنه (نسبت سطح روشنه‌ها به کل منطقه‌های مورد بررسی، توزیع فراوانی روشنه‌ها در طبقه‌های مختلف سطح، تعداد روشنه در هکتار و وضعیت درختان روشنه‌ساز) انتخاب شدند. در این قطعه‌ها، همه روشنه‌ها با سطح بیشتر از ۱۰۰ متر مربع که درختان روشنه‌ساز و یا کنده درخت در آن‌ها موجود بود، شناسایی و ثبت شدند. نسبت سطح روشنه‌ها به سطح منطقه مورد بررسی در قطعه‌های شاهد و بهره‌برداری‌شده به‌ترتیب ۱۰/۷ و ۶/۳ درصد به‌دست آمد. متوسط تعداد روشنه‌ها از ۱/۴ روشنه در هکتار در قطعه بهره‌برداری‌شده تا ۲/۹ در قطعه شاهد متغیر بود. الگوی پراکنش روشنه‌ها تا فاصله‌های ۳۰ (بهره‌برداری‌شده) و ۴۰ (شاهد) متری، تصادفی و پس‌ازآن کپه‌ای بود. اختلاف‌های دو قطعه موردنظر از نظر مشخصه‌های بررسی‌شده در روشنه‌ها معنی‌دار نبودند که عدم تأثیر قابل‌توجه مدیریت بر آن‌ها را نشان می‌دهند. به‌رغم عدم معنی‌داری اختلاف‌های بین دو قطعه که ناشی از شدت برداشت کم در قطعه بهره‌برداری‌شده بود، تنوع زیستی جنگل‌های هیرکانی همواره باید مورد توجه باشد تا با مدیریت نادرست در معرض خطر قرار نگیرد. در غیر این‌صورت ممکن است اثرات جبران‌ناپذیری بر بوم‌سازگان قطعه‌های بهره‌برداری‌شده وارد شوند.

واژه‌های کلیدی: الگوی پراکنش مکانی، تک‌گزینی، خشک‌دار، درجه پوسیدگی، درختان روشنه‌ساز، مدیریت جنگل.

مقدمه

آشفتگی‌های طبیعی و ایجاد روشنه، نقش مهمی در حفظ و پویایی چرخه‌های موجود در توده‌ها و پایداری جوامع جنگلی ایفا می‌کنند که اهمیت آن‌ها از گذشته شناخته شده است (Lowman & Rinker, 2004)، بنابراین برای مدیریت توده‌های طبیعی، استفاده از روش‌هایی که اساس آن‌ها، کمترین دخالت در ساختار و فرایندهای طبیعی در جنگل است (همگام با طبیعت)، توصیه می‌شود. لازمه چنین مدیریتی، شناخت و درک پویایی توده‌های طبیعی است (Brang *et al*., 2014; Barzin *et al*., 2017). ازجمله روش‌های مورد استفاده در نگرش جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت می‌توان به شیوه تک‌گزینی اشاره کرد که طی ۲۰ سال اخیر در جنگل‌های هیرکانی اجرا شد. دخالت‌های جنگل‌شناسی و عملیات پرورشی در این شیوه با استفاده از نشانه‌گذاری درختان و در راستای پایداری توده‌های جنگلی انجام می‌گیرد، بنابراین در این شیوه دانش، مهارت و تجربه نشانه‌گذار از اهمیت زیادی برخوردار است. عدم شناخت وضعیت توده و نشانه‌گذاری اشتباه، ساختار آینده جنگل را تحت تأثیر قرار خواهد داد (Javanmiri Pour *et al*., 2017).

پژوهش‌های متعددی درزمینه روشنه‌ها در داخل و خارج از کشور انجام شده‌اند. Mohammadi و همکاران (۲۰۲۰) با مقایسه رابطه بین زادآوری و اندازه روشنه بین روشنه‌های طبیعی و انسان‌ساز در یک جنگل راش شرقی (*Fagus orientalis* Lipsky) در نوشهر گزارش کردند که بیشتر روشنه‌ها در اثر حذف یک درخت روشنه‌ساز ایجاد می‌شوند. همچنین، همبستگی منفی معنی‌داری بین فراوانی نهال‌های راش با اندازه روشنه‌ها مشاهده شد. Ghanbari و همکاران (۲۰۱۹) با مقایسه تنوع گونه‌ای روشنه‌های طبیعی و انسان‌ساخت در شرایط مختلف فیزیوگرافی در جنگل‌های سیاهکل نشان دادند که تمام گونه‌های موجود در روشنه‌های طبیعی، تراکم زادآوری بیشتری دارند. همچنین، میانگین شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای برای زادآوری در روشنه‌های طبیعی بیشتر بود. Khodaverdi و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی مشخصه‌های روشنه‌های تاجی در جنگل‌های آمیخته شصت‌کلاته در گرگان گزارش کردند که افزایش سطح روشنه تا ۴۰۰ متر مربع باعث افزایش زادآوری گونه‌های درختی همراه می‌شود، درحالی‌که با افزایش سطح آن‌ها به بیشتر از ۵۰۰ متر مربع، روند کاهشی برای زادآوری گونه‌های اصلی مشاهده شد. در پژوهش مذکور، مساحت ۷۲ درصد روشنه‌ها، کمتر از ۴۰۰ متر مربع بود. Nasiri و همکاران (۲۰۱۸) با مقایسه زادآوری طبیعی راش در داخل روشنه و زیر پوشش تاجی جنگل‌های خیرودکنار نوشهر نشان دادند که ارتفاع نهال‌های راش زیر تاج‌پوشش بسته به‌طور معنی‌داری بیشتر از داخل روشنه بود. Kian و همکاران (۲۰۱۷) نسبت سطح روشنه‌ها به سطح کل منطقه مورد بررسی در یک جنگل دست‌نخورده راش شرقی در گرگان را ۲۲ درصد (با فرض بیضوی بودن روشنه‌ها) گزارش کردند. در پژوهش مذکور، متوسط سطح روشنه ۶۲۶ متر مربع بود. حداکثر شش درخت روشنه‌ساز در هر روشنه شمارش شد و ۵۳ درصد روشنه‌ها از حذف دو درخت روشنه‌ساز ایجاد شده بودند. همچنین، پایه‌های ریشه‌کن‌شده ۱۹/۳ درصد از درختان روشنه‌ساز را تشکیل می‌داد. Sefidi و همکاران (۲۰۱۱) متوسط سه روشنه در هکتار را برای یک جنگل راش شرقی در خیرودکنار نوشهر معرفی کردند. آن‌ها نشان دادند که روشنه‌ها ۹/۳ درصد از سطح کل منطقه مورد بررسی را به‌خود اختصاص داده‌اند و ۴۱ درصد از روشنه‌ها در اثر افتادن یک درخت به‌وجود آمده‌اند. Mataji و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از شاخص رایپلی، الگوی مکانی روشنه‌های تجدیدحیات در توده‌های بهره‌برداری‌شده و شاهد جنگل‌های راش شرقی در خیرودکنار نوشهر را به‌ترتیب تا شعاع ۶۰ و ۸۰ متر، یکنواخت معرفی کردند، درحالی‌که برای شعاع‌های بیشتر، الگوی تصادفی گزارش شد. در پژوهش مذکور، سطح روشنه‌ها در جنگل‌های بهره‌برداری‌شده و شاهد به‌ترتیب نه و چهار درصد از کل منطقه مورد بررسی را تشکیل داد.

بررسی روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری گروه‌گزینی در یک جنگل بلوط- کاج در آمریکا نشان داد که غنای

گونه‌ای در این روشنه‌ها بیشتر از منطقه شاهد است (Schumann *et al.*, 2003). Petritan و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از تابع همبستگی جفتی (G)، الگوی پراکنش تصادفی را برای روشنه‌ها در یک جنگل طبیعی بلوط- راش واقع در رومانی گزارش کردند. در پژوهش آن‌ها، روشنه‌های پوشش تاجی ۱۲/۸ درصد از سطح منطقه مورد بررسی را تشکیل دادند. همچنین، مساحت ۶۰ درصد این روشنه‌ها کمتر از ۱۰۰ متر مربع، ۳۴ درصد بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ و فقط دو درصد بیشتر از ۵۰۰ متر مربع بودند. Muscolo و همکاران (۲۰۱۴) با مروری بر نقش روشنه‌های پوشش تاجی، گزارش کردند اندازه روشنه تغییرات مهمی را در شدت نور و خاک ایجاد می‌کند که بر زادآوری گونه‌های درختی تأثیرگذار است. همچنین، پویایی روشنه در جنگل‌های با شرایط مختلف آب‌وهوایی متفاوت است. بنابراین، مدیران جنگل باید ساختار، آب‌وهوا و نقش آشفتگی‌های طبیعی را در برنامه‌ریزی مورد توجه قرار دهند.

پژوهش پیش‌رو با هدف مقایسه الگوی مکانی و برخی مشخصه‌های روشنه (اندازه، تعداد در هکتار، نسبت سطح روشنه‌ها به سطح کل، فراوان‌ترین سطح و وضعیت درختان روشنه‌ساز) در راشستان‌های بهره‌برداری‌شده و شاهد سری یک طرح لیوان- بنفش‌تپه در استان گلستان انجام شد. برای پاسخ به این پرسش که آیا مدیران جنگل قادر بوده‌اند با استفاده از اجرای شیوه تک‌گزینی، مشخصه‌های روشنه در راشستان‌ها را حفظ کنند، لازم بود که داده‌های مورد نیاز، پیش و پس از اجرای برش تک‌گزینی از توده جنگلی جمع‌آوری و باهم مقایسه می‌شدند، اما متأسفانه هیچ داده و اطلاعاتی پیش از انجام برش‌ها برای توده بهره‌برداری‌شده در دسترس نبود، بنابراین مشخصه‌های توده یادشده با داده‌های یک توده شاهد در قطعه مجاور آن که شرایط یکسانی داشتند، مقایسه شدند تا اختلاف‌های احتمالی شناسایی شوند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در محدوده سری یک طرح جنگل‌داری لیوان- بنفش‌تپه در حوضه آبخیز ۸۴ در شهرستان کردکوی از توابع استان گلستان انجام شد. این سری با سطحی حدود ۱۵۹۵ هکتار در عرض جغرافیایی ′۴۱ °۳۶ شمالی و طول ′۵۴ °۴۵ شرقی و در حدفاصل ارتفاعی ۶۰۰ تا ۱۶۳۰ متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد. متوسط درجه حرارت سالانه آن ۱۴/۴ درجه سانتیگراد است (Anonymous, 2010). میانگین بارندگی سالانه در این منطقه ۶۴۹ میلی‌متر است که بین ۵۲۸ تا ۸۱۷ میلی‌متر در سال نوسان دارد (Moslehi *et al.*, 2017).

به‌منظور بررسی مشخصه‌های روشنه، قطعه‌های ۱۱۴ (قطعه شاهد) و ۱۱۵ (قطعه بهره‌برداری‌شده) به‌ترتیب با مساحت ۲۶/۹ و ۵۶/۶ هکتار انتخاب شدند. قطعه‌های مذکور از نظر شرایط مختلف اقلیمی، خاک و توپوگرافی مشابه بودند. قطعه‌های شاهد و مدیریت‌شده به‌ترتیب در دامنه‌های ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۲۵۰ و ۱۰۵۰ تا ۱۳۰۰ متر از سطح دریا قرار دارند. قطعه مدیریت‌شده یک‌مرتبه در سال ۱۳۹۰ به حجم ۱۴۹۵ متر مکعب نشانه‌گذاری شده بود و در آن، برش‌های تک‌گزینی انجام گرفته بود. تیپ اصلی هر دو قطعه از راش همراه با ممرز و تک‌پایه‌های توسکا، پلت و شیردار تشکیل شده است و ساختار عمومی آن‌ها، دانه‌زاد ناهمسال آمیخته است. شیب هردو قطعه مورد بررسی بین ۳۰ تا ۶۰ درصد متغیر بود (Anonymous, 1998).

روش پژوهش

تمام روشنه‌هایی که حداقل یک درخت روشنه‌ساز و یا کنده در آن‌ها موجود بود و نیز سطحی بیشتر از ۱۰۰ متر مربع داشتند، در داخل قطعه‌ها شناسایی شدند. سپس، مختصات جغرافیایی مرکز روشنه‌ها توسط دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد. اگر قطر برابر سینه درخت‌های داخل روشنه بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر و یا ارتفاع آن‌ها بیشتر از ۲۰ متر بود، روشنه بسته‌شده تلقی می‌شد و مورد اندازه‌گیری قرار نمی‌گرفت. سطح روشنه‌ها (Expanded gap) به‌شکل بیضی فرض شد و مساحت آن‌ها با استفاده از قطرهای بزرگ و کوچک روشنه محاسبه شد

(Bottero *et al*., 2011; Weber *et al*., 2014). براساس تعاریف جنگل‌شناسی (Schütz, 1990) روشنه‌ها با توجه به مساحت آن‌ها در چهار گروه شامل کوچک (کمتر از ۲۰۰ متر مربع)، متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع)، بزرگ (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مربع) و خیلی بزرگ (بیشتر از ۱۰۰۰ متر مربع) طبقه‌بندی شدند.

درختان روشنه‌ساز هر روشنه شمارش شدند و براساس تعاریف (Müller-Using & Bartsch, 2009) در چهار طبقه پوسیدگی به‌شرح زیر طبقه‌بندی شدند: ۱- تازه‌افتاده، کامبیوم هنوز سبز و تاج، سالم است. ۲- به‌طور معمول ترک‌های ریز در طول تنه وجود دارد، چوب در حال پوسته شدن است و شاخه‌های ریز مشاهده می‌شود. ۳- ترک‌ها عمیق‌تر شده‌اند، در حال گسترش هستند و قطر شاخه‌های موجود بیشتر از پنج سانتی‌متر است. ۴- چوب در حال متلاشی شدن و تاج به‌طور کامل تجزیه شده است. درختان روشنه‌ساز براساس تعاریف (Sagheb-Talebi *et al*., 2005) نیز به چهار طبقه قطری شامل کم‌قطر (کمتر از ۳۰ سانتی‌متر)، میان‌قطر (۳۵ تا ۵۰ سانتی‌متر)، قطور (۵۵ تا ۷۰ سانتی‌متر) و خیلی قطور (بیشتر از ۷۵ سانتی‌متر) طبقه‌بندی شدند. کمترین قطر برابر سینه برای درختان روشنه‌ساز ۲۰ سانتی‌متر درنظر گرفته شد (Petritan *et al*., 2013).

برای شناسایی الگوی مکانی روشنه‌ها از شکل اصلاح‌شده تابع K رایپلی (Ripley's K- function) یعنی تابع L ارائه‌شده توسط Besag (۱۹۷۷) استفاده شد. در روش رایپلی برای آزمون معنی‌دار بودن تفاوت الگوی مشاهده‌شده با الگوی تصادفی (فرض صفر)، حدود اعتماد با استفاده از آزمون مونت‌کارلو محاسبه و ترسیم می‌شود، به‌طوری‌که اگر تابع L در داخل این محدوده قرار گیرد، الگوی پراکنش مشاهده‌شده با الگوی پراکنش تصادفی، تفاوت معنی‌داری نخواهد داشت، اما اگر تابع L بالاتر از این محدوده قرار گیرد، بیانگر وجود الگوی کپه‌ای (خوشه‌ای) است. همچنین، اگر تابع مذکور پایین‌تر از این محدوده واقع شود، نشان‌دهنده الگوی منظم است. فاصله مورد عمل برای محاسبه تابع L برابر نصف فاصله قطر کوچک عرصه مطالعاتی درنظر گرفته می‌شود (Zenner & Peck, 2009).

به‌دلیل اینکه داده‌های مورد بررسی حتی پس از تبدیل (Transformation) هم نرمال نشدند، مقایسه میانگین داده‌ها بین دو قطعه مورد بررسی با استفاده از آزمون Mann-Whitney U انجام شد. برای مقایسه توزیع فراوانی مشخصه‌ها نیز از آزمون مربع کای (در مواردی که داده‌ها، فراوانی بیش از پنج داشتند) و آزمون کولموگروف- سمیرنوف (در مواردی که بیشتر از ۲۰ درصد داده‌ها، فراوانی کمتر از پنج داشتند) در نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

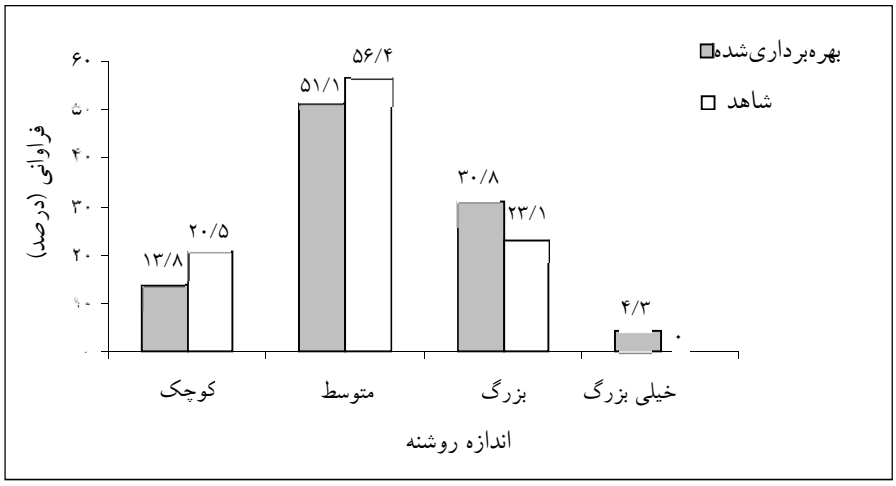
مشخصه‌های روشنه

درمجموع، ۷۹ روشنه (به‌طور متوسط ۱/۴ روشنه در هکتار) در قطعه بهره‌برداری‌شده در مقایسه با ۷۸ روشنه (به‌طور متوسط ۲/۹ روشنه در هکتار) در قطعه شاهد شناسایی و ثبت شدند. این روشنه‌ها به‌ترتیب ۶/۳ و ۱۰/۷ درصد از سطح کل هر قطعه را پوشش می‌دادند. میانگین سطح هر روشنه در قطعه‌های بهره‌برداری‌شده و شاهد به‌ترتیب ۴۵۰/۴ متر مربع (دامنه ۱۲۹ تا ۱۵۱۲ متر مربع) و ۳۶۹ متر مربع (دامنه ۱۱۷ تا ۹۵۴ متر مربع) به‌دست آمد (جدول ۱). اختلاف معنی‌داری بین میانگین سطح روشنه‌ها در دو قطعه وجود نداشت (p=۰/۰۶۷، U=۲۵۶۰). بیشترین فراوانی نسبی روشنه‌های هردو قطعه در روشنه‌های با سطح متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع) محاسبه شد. شکل ۱ نشان‌دهنده عدم حضور روشنه‌های خیلی بزرگ (بیشتر از ۱۰۰۰ متر مربع) در قطعه شاهد است. توزیع فراوانی روشنه‌ها در طبقه‌های مختلف مساحت، اختلاف معنی‌داری را در دو منطقه مورد بررسی نشان نداد (χ^2_{3df} = ۵/۶۱۹ ،p=۰/۱۳۲).

جدول ۱- نتایج آزمون من‌ویتنی‌یو و توصیف تغییرات سطح روشنه در قطعه‌های مورد بررسی

وضعیت قطعه	تعداد کل روشنه	سطح روشنه (متر مربع)			U	معنی‌داری
		کمینه	بیشینه	میانگین (± اشتباه‌معیار)		
شاهد	۷۸	۱۱۷/۴	۹۵۳/۸	۳۶۹/۰۱ (± ۲۱/۵)	۲۵۶۰	۰/۰۶۷ ns
بهره‌برداری‌شده	۷۹	۱۲۸/۶	۱۵۱۱/۶	۴۵۰/۴ (± ۳۰/۶)		

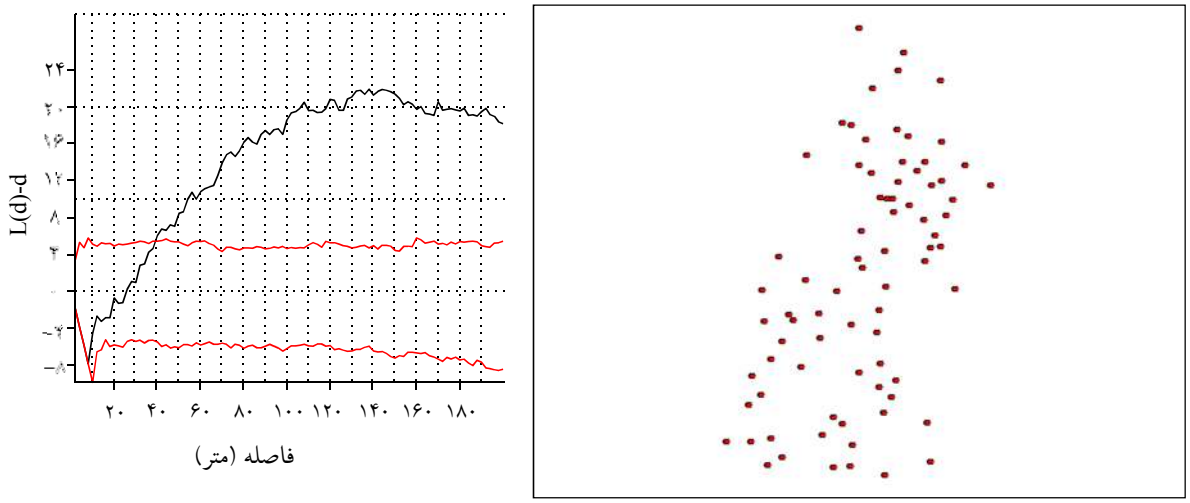
ns غیرمعنی‌دار



شکل ۱- فراوانی نسبی روشنه‌ها در طبقه‌های مختلف مساحت

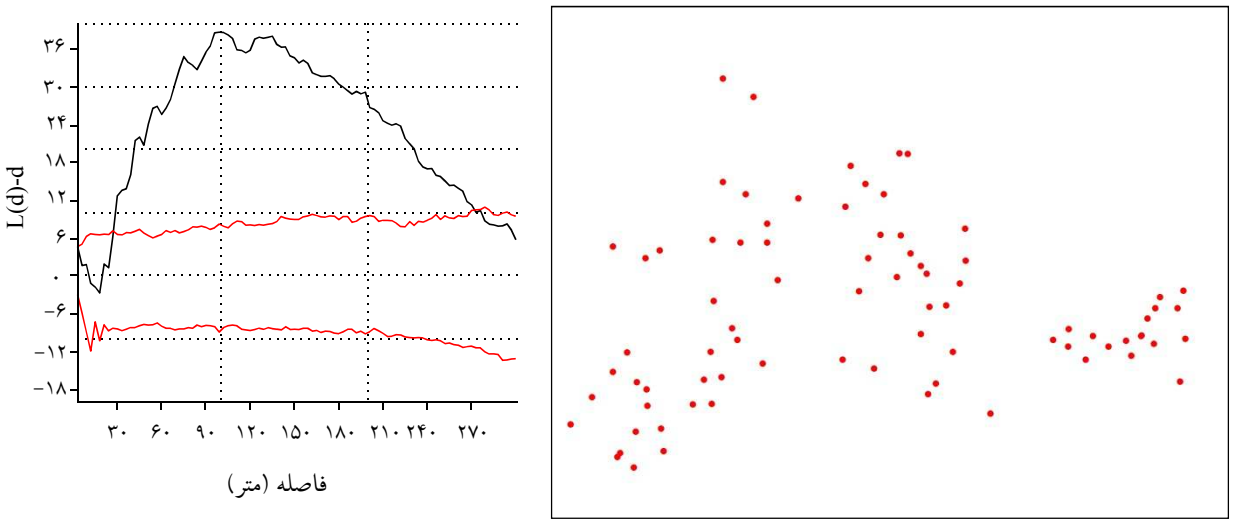
الگوی پراکنش روشنه‌ها

در شکل ۲، وضعیت پراکنش (راست) و الگوی مکانی (چپ) روشنه‌ها در قطعه شاهد مشاهده می‌شود. با توجه به نمودار تابع L مقدار این تابع تا فاصله ۴۰ متری داخل حدود مونت‌کارلو قرار گرفته است. درنتیجه، الگوی تصادفی را نشان می‌دهد. از شعاع ۴۰ متر به بعد تا ۲۰۰ متری، تابع L بالاتر از حدود مونت‌کارلو جای گرفته و به الگوی کپه‌ای می‌رسد.



شکل ۲- وضعیت پراکنش (راست)، نمودار تابع (L) و حدود مونت‌کارلو (چپ) در قطعه شاهد

در شکل ۳، وضعیت پراکنش (راست) و الگوی مکانی (چپ) روشنه‌ها در قطعه بهره‌برداری‌شده مشاهده می‌شود. با توجه به نمودار تابع L، مقدار این تابع تا فاصله ۳۰ متری داخل حدود مونت‌کارلو قرار گرفت و درنتیجه، الگوی تصادفی را نشان می‌دهد. از شعاع ۳۰ متر به بعد تا ۲۷۰ متری، تابع L بالاتر از حدود مونت‌کارلو قرار گرفت و به الگوی کپه‌ای می‌رسد. از شعاع ۲۷۰ تا ۳۰۰ متر، الگو دوباره به‌حالت تصادفی تبدیل می‌شود.



شکل ۳- وضعیت پراکنش (راست)، نمودار تابع (L) و حدود مونت‌کارلو (چپ) در قطعه بهره‌برداری‌شده

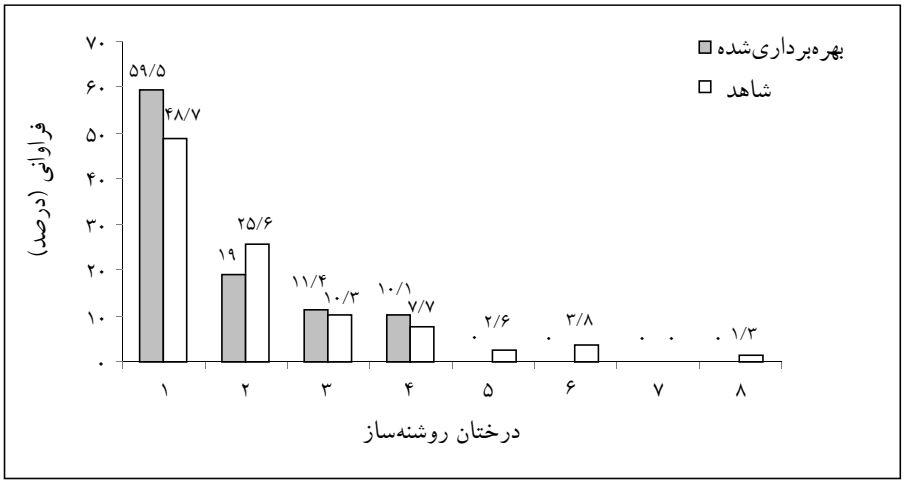
درختان روشنه‌ساز

درمجموع، ۱۶۲ و ۱۳۶ درخت روشنه‌ساز به‌ترتیب ۷۸ و ۷۹ روشنه را در قطعه‌های شاهد و بهره‌برداری‌شده ایجاد کرده بودند. بیشتر از ۹۰ درصد درختان ایجادکننده روشنه در هردو قطعه، راش بودند و مابقی را ممرز، توسکای ییلاقی، پلت، شیردار و نمدار تشکیل می‌دادند. تعداد درختان روشنه‌ساز به‌ازای هر روشنه در قطعه شاهد بین یک تا هشت اصله و در قطعه بهره‌برداری‌شده بین یک تا چهار اصله متغیر بود. در هر دو قطعه مورد بررسی، بیشترین فراوانی مربوط به روشنه‌هایی بود که در اثر حذف یک درخت ایجاد شده بودند. بیشتر از ۷۴ درصد از روشنه‌ها در اثر افتادن و یا خشک شدن یک تا دو درخت تشکیل شده بودند (شکل ۴). براساس نتایج، اختلاف معنی‌داری برای توزیع فراوانی روشنه‌ها؛ همگام با افزایش درختان روشنه‌ساز؛ بین دو قطعه مورد بررسی مشاهده نشد (K-S=۰/۶۷۵ ،p=۰/۷۵۲). آزمون من‌ویتنی‌یو نیز اختلاف معنی‌داری را برای میانگین تعداد درختان روشنه‌ساز در هر روشنه بین دو قطعه مورد بررسی نشان نداد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج آزمون من‌ویتنی‌یو و توصیف تغییرات فراوانی درختان روشنه‌ساز هر روشنه در قطعه‌های مورد بررسی

وضعیت قطعه	تعداد کل روشنه	تعداد روشنه‌ساز در هر روشنه			آماره U	معنی‌داری
		کمترین	بیشترین	میانگین (± اشتباه‌معیار)		
شاهد	۷۸	۱	۸	۲/۰۷ (± ۰/۱۷)	۲۷۲۳	۰/۱۶۷ ns
مدیریت‌شده	۷۹	۱	۴	۱/۷۲ (± ۰/۱۱)		

ns غیرمعنی‌دار

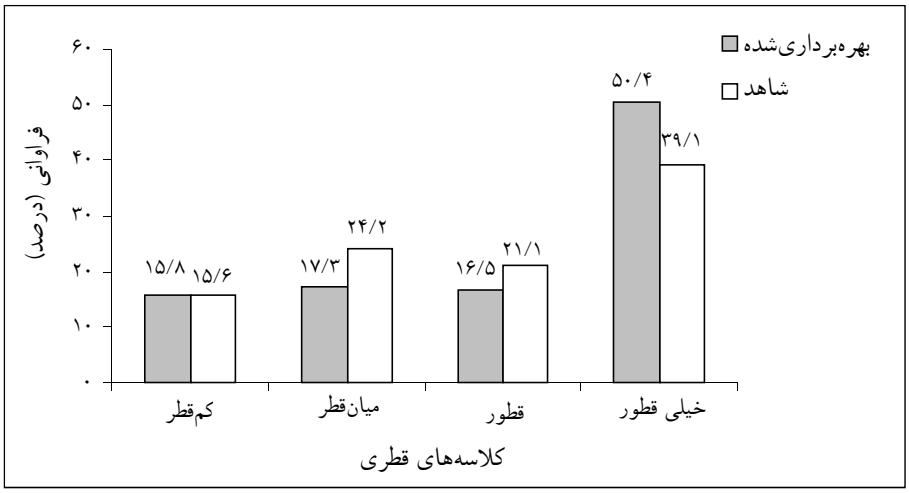


شکل ۴- فراوانی نسبی درختان ایجادکننده روشنه در قطعه‌های مورد بررسی

جدول ۳- نتایج آزمون من‌ویتنی‌یو و توصیف تغییرات قطر برابر سینه روشنه‌سازها در قطعه‌های مورد بررسی

وضعیت قطعه	تعداد روشنه‌ساز	قطربرابرسینه (سانتی‌متر)			آماره U	معنی‌داری
		کمترین	بیشترین	میانگین (± اشتباه‌معیار)		
شاهد	۱۶۲	۲۰	۱۶۹	۶۶/۲ (± ۲/۴)	۱۰۰۷۰	۰/۳۸۴ ns
بهره‌برداری‌شده	۱۳۶	۲۰	۱۵۰	۶۹/۶ (± ۲/۶)		

ns غیرمعنی‌دار

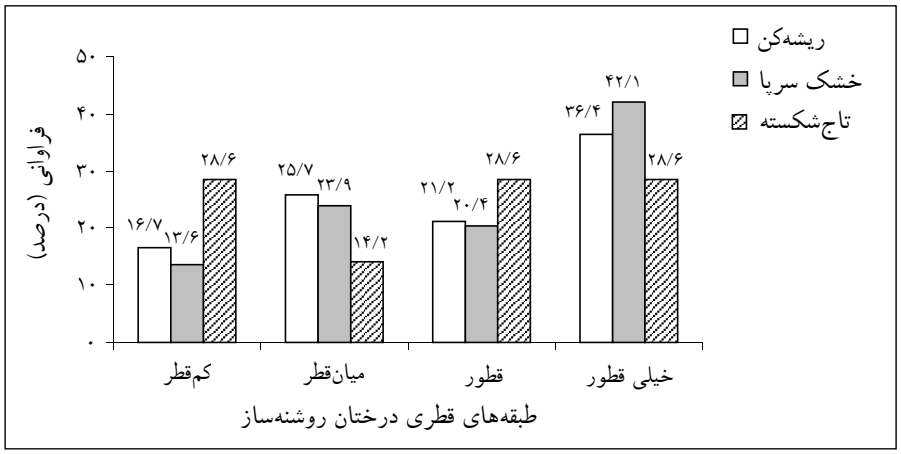


شکل ۵- فراوانی نسبی درختان ایجادکننده روشنه در طبقه‌های مختلف قطری

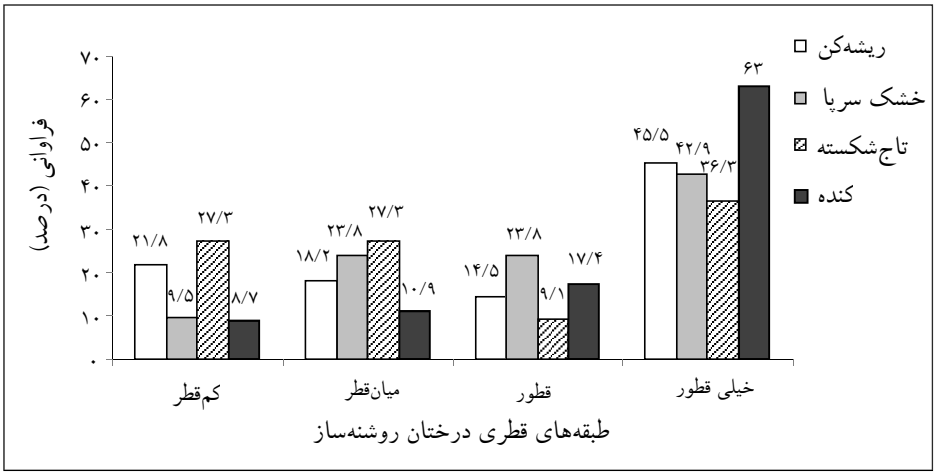
براساس نتایج آزمون من‌ویتنی‌یو، اختلاف معنی‌داری برای میانگین قطر درختان روشنه‌ساز در دو قطعه مورد بررسی مشاهده نشد (جدول ۳). فراوانی درختان روشنه‌ساز در هردو قطعه با افزایش طبقه قطری، افزایش یافت. اختلاف

فراوانی درختان روشنه‌ساز دو قطعه در طبقه کم‌قطر، ناچیز بود. در طبقه‌های میان‌قطر و قطور، فراوانی بیشتری برای درختان روشنه‌ساز در قطعه شاهد مشاهده شد، اما این نتایج در طبقه خیلی قطور، برعکس بود (شکل ۵). توزیع فراوانی کل روشنه‌سازها در طبقه‌های مختلف قطری، اختلاف معنی داری را بین دو منطقه مورد بررسی نشان نداد (p=۰/۲۰۸، χ^2_{3df}=۴/۵۴۶).

در قطعه شاهد، ۴۱ درصد از درختان روشنه‌ساز از نوع ریشه‌کن، ۵۴/۶ درصد آن‌ها خشک سرپا (خشک‌دار) و ۴/۴ درصد تاج‌شکسته بودند. همچنین، با افزایش طبقه قطری به فراوانی درختان ریشه‌کن و خشک‌دار ایجادکننده روشنه اضافه شد. فراوانی درختان تاج‌شکسته به‌جز در طبقه میان‌قطر، بدون تغییر بود (شکل ۶). توزیع فراوانی انواع روشنه‌سازها در طبقه‌های مختلف قطری، اختلاف معنی‌داری را در قطعه شاهد نشان نداد (χ^2_{6df}=۲/۱۰۱ ، p=۰/۹۱۰).



شکل ۶- فراوانی نسبی انواع درختان روشنه‌ساز متعلق به قطعه شاهد در طبقه‌های مختلف قطری

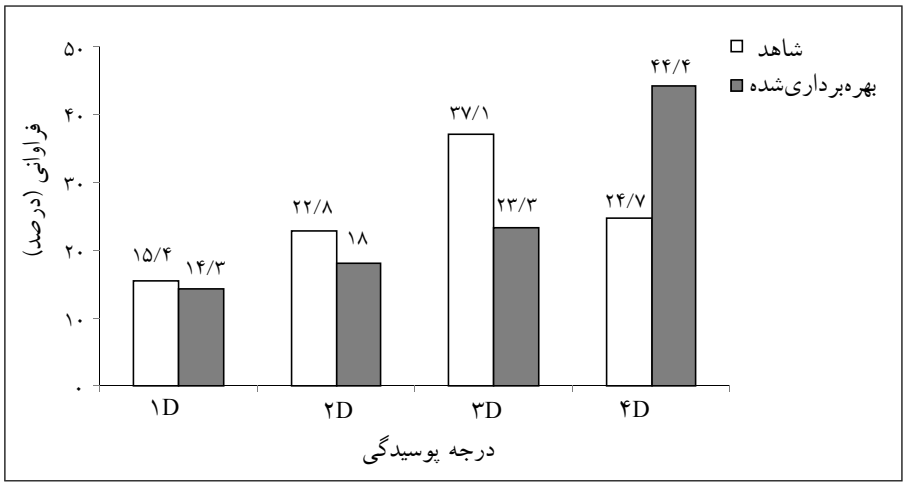


شکل ۷- فراوانی نسبی انواع درختان روشنه‌ساز متعلق به قطعه بهره‌برداری‌شده در طبقه‌های مختلف قطری

در قطعه بهره‌برداری‌شده، ۴۱/۳ درصد درختان روشنه‌ساز از نوع ریشه‌کن، ۱۵/۸ درصد آن‌ها خشک سرپا،

۸/۳ درصد تاج‌شکسته و ۳۴/۶ درصد کنده درختان برداشت‌شده بودند. بیشترین تعداد تمامی درختان روشنه‌ساز شامل درختان ریشه‌کن (۴۵/۵ درصد)، خشک‌دار (۴۲/۹ درصد)، تاج‌شکسته (۳۶/۳ درصد) و کنده (۶۳ درصد) در طبقه خیلی قطور قرار داشتند (شکل ۷). توزیع فراوانی انواع روشنه‌سازها (ریشه‌کن‌ها، خشک سرپاها، تاج‌شکسته‌ها و کنده‌ها) در طبقه‌های مختلف قطری، اختلاف معنی‌داری را در قطعه بهره‌برداری‌شده نشان نداد (p=۰/۳۴۸، χ^2_{9df}=۱۰/۰۳۱).

طبقه پوسیدگی درختان ایجادکننده در روشنه‌ها متفاوت بود. در بعضی از روشنه‌ها فقط در یک طبقه و در برخی دیگر در هر چهار طبقه، پوسیدگی مشاهده شد. بیشترین فراوانی درختان روشنه‌ساز در قطعه‌های شاهد و بهره‌برداری شده به‌ترتیب در طبقه‌های سه و چهار پوسیدگی وجود داشت (شکل ۸). در مقایسه توزیع فراوانی روشنه‌سازها در طبقه‌های مختلف پوسیدگی در دو قطعه مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (p <۰/۰۰۵، χ^2_{3df}=۱۳/۷۵۹).



شکل ۸- فراوانی نسبی درختان ایجادکننده روشنه در درجه‌های مختلف پوسیدگی (Decay classes)

D۱- تازه‌افتاده، کامبیوم هنوز سبز و تاج سالم است. D۲- به‌طور معمول ترک‌های ریز در طول تنه وجود دارد، چوب در حال پوسته شدن است و شاخه‌های ریز مشاهده می‌شود. D۳- ترک‌ها عمیق‌تر شده‌اند، در حال گسترش هستند و قطر شاخه‌های موجود بیشتر از پنج سانتی‌متر است. D۴- چوب در حال متلاشی شدن و تاج به‌طور کامل تجزیه شده است.

بحث

ساختار و ترکیب جنگل‌های هیرکانی نتیجه آشفتگی‌های زمانی و مکانی متغیر و نیز پویایی توده هستند (Sagheb-Talebi *et al*., 2005; Zenner *et al*., 2019). وجود برخی اختلاف‌ها در ساختار توده‌ها و مشخصه‌های روشنه در قطعه‌های مختلف بدیهی است و ممکن است اثر مستقیم بهره برداری نباشد. همان‌طور که پیشتر اشاره شد، برای شناسایی اثرات بهره‌برداری بر توده‌های جنگلی، وجود اطلاعات توده جنگلی پیش و پس از بهره‌برداری به‌منظور مقایسه ضروری است. متأسفانه در این پژوهش، داده‌های پیش از بهره‌برداری در دسترس نبود، بنابراین برای مقایسه از داده‌های قطعه شاهد با شرایط یکسان استفاده شد.

اگرچه نسبت سطح روشنه‌ها به سطح منطقه مورد بررسی در قطعه شاهد (۱۰/۷ درصد) اندکی بیشتر از قطعه بهره‌برداری‌شده (۶/۳ درصد) بود، اما هر دو مقدار در محدوده گزارش‌شده توسط پژوهشگران دیگر (سه تا ۴۱/۴

درصد) قرار دارند (Mataji *et al*., 2008; Nagel & Svoboda, 2008; Kenderes *et al*., 2009; Kucbel *et al*., 2010; Bottero *et al*., 2011; Sefidi *et al*., 2011; Rugani *et al*., 2013; Kian *et al*., 2017). ایجاد روشنه و اندازه آن به عوامل مختلفی ازجمله باد، برف، خشک‌سالی، خصوصیات خاک و مشخصه‌های گونه درختی بستگی دارد (Scharenbroch & Bockheim, 2007; Nagel & Svoboda, 2008)، بنابراین اختلاف مشاهده‌شده در نسبت سطح روشنه‌ها به سطح منطقه مورد بررسی، دور از انتظار نیست. بسته به نرخ بسته شدن روشنه و وقایعی که منجر به ایجاد روشنه جدید و یا بزرگتر شدن یک روشنه می‌شود، نسبت سطح روشنه‌ها به سطح کل جنگل می‌تواند حدود ۱۰ درصد در یک دهه متغیر باشد (Splechtna & Gratzer, 2005; Feldman *et al*., 2018).

میانگین فراوانی روشنه‌ها در هر دو قطعه مورد بررسی کمتر از مقادیر گزارش‌شده توسط پژوهشگران دیگر (سه تا ۱۰ روشنه در هکتار) بود (Sefidi *et al*., 2011; Petritan *et al*., 2013; Amiri *et al*., 2015; Feldmann *et al*., 2018). در قطعه بهره‌برداری‌شده، کنده‌های بهره‌برداری شده‌ای وجود داشتند که به‌دلیل بسته شدن پوشش تاجی بالای آن‌ها به‌عنوان روشنه انتخاب نشدند. در هر دو قطعه مورد بررسی، بیشینه فراوانی روشنه‌ها متعلق به طبقه متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع) بود. پس از آن با افزایش سطح، فراوانی کاهش یافت. پژوهش‌های دیگری (Nagel & Svoboda, 2008; Kucbel *et al*., 2010; Petritan *et al*., 2013) نیز کاهش فراوانی روشنه‌ها با افزایش مساحت آن‌ها را گزارش کرده‌اند.

نتایج دیگر پژوهش پیش‌رو نشان داد که الگوی پراکنش روشنه‌ها در هر دو قطعه در فواصل نزدیک (۳۰ تا ۴۰ متر) تصادفی و در فواصل دورتر به‌صورت کپه‌ای است. Petritan و همکاران (۲۰۱۳) نیز الگوی پراکنش تصادفی را برای روشنه‌ها در یک جنگل طبیعی بلوط- راش در رومانی معرفی کردند. Mataji و همکاران (۲۰۰۸) الگوی پراکنش مکانی روشنه‌ها تا شعاع ۶۰ متر در جنگل‌های مدیریت‌شده و تا شعاع ۸۰ متر در جنگل‌های مدیریت‌نشده راش شرقی در خیرودکنار نوشهر را به‌صورت یکنواخت و بیشتر از این شعاع را تصادفی گزارش کردند. اینکه کدام الگو در یک جنگل راش خالص مناسب‌تر است، به بررسی و مقایسه مشخصه‌های دیگر ازجمله وضعیت زادآوری و تنوع گونه‌ای در روشنه‌ها نیاز دارد.

در هر دو قطعه مورد بررسی، فراوانی روشنه‌ها با افزایش تعداد درختان روشنه‌ساز کاهش نشان داد که با یافته‌های پژوهشگران دیگر (Nagel & Svoboda, 2008; Kucbel *et al*., 2010; Petritan *et al*., 2013) مطابقت دارد. بیشترین فراوانی روشنه‌سازها (چهار مورد در مدیریت‌شده و هشت مورد در شاهد) نیز در محدوده گزارش‌های پیشین (Sagheb-Talebi *et al*., 2005; Sefidi *et al*., 2011; Amiri *et al*., 2015; Kian *et al*., 2017; Parhizkar *et al*., 2018) قرار دارد. فراوانی زیاد روشنه‌سازها در برخی روشنه‌ها بیانگر آن است که برخی روشنه‌ها، تاریخچه پیچیده‌ای دارند و از چندین واقعه پدیدار شده‌اند که به‌تدریج منجر به گسترش روشنه خواهند شد (Splechtna & Gratzer, 2005).

فراوانی درختان ریشه‌کن در هر دو قطعه شاهد (۴۱ درصد) و بهره‌برداری‌شده (۴۱/۳ درصد) به‌تقریب یکسان بود. خشک‌دارهای سرپا در قطعه‌های شاهد و بهره‌برداری شده به‌ترتیب ۵۴/۶ و ۱۵/۸ درصد از درختان روشنه‌ساز را تشکیل دادند. Petritan و همکاران (۲۰۱۳) در یک جنگل طبیعی بلوط- راش در رومانی نشان دادند که ریشه‌کن‌ها ۶۷ درصد و خشک‌دارهای ایستاده ۳۳ درصد از کل درختان روشنه‌ساز را شامل می‌شوند. Banaś و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که حجم خشک‌دارها در جنگل‌های حفاظتی لهستان بیشتر از جنگل‌های صنعتی این کشور است. نظر به اهمیت خشک‌دارها (به‌ویژه طبقه‌های قطور و خیلی قطور) در پویایی توده‌های جنگلی به‌عنوان درختان زیستگاهی (Larrieu *et al*., 2014; Bhusal *et al*., 2015; Sagheb-Talebi *et al*., 2015; Sefidi & Etemad, 2015)، توجه به حضور مطلوب آن‌ها باید در مدیریت جنگل و دخالت‌های

جنگل‌شناسی مورد توجه قرار گیرد. در این مورد، Sefidi (۲۰۱۸) انتخاب و نگهداری حداقل ۱۵ درصد از کل درختان زیستگاهی با قطر حداقل ۴۰ سانتی‌متر را توصیه کرد.

حضور هر چهار طبقه پوسیدگی در قطعه‌های مورد بررسی نشان‌دهنده عدم هم‌زمانی مرگ‌ومیر درختان و درنتیجه، پویایی روشنه‌ها در این راشستان‌ها است. معنی داری توزیع فراوانی درختان روشنه‌ساز در طبقه‌های مختلف پوسیدگی بین دو قطعه مورد بررسی نیز می‌تواند بازتابی از تاریخچه آشفتگی‌های متفاوت باشد. زمان تجزیه بین طبقه‌های پوسیدگی اول تا چهارم در جنگل‌های هیرکانی درحدود ۳۷ سال (دو، ۱۷، ۱۲ و شش سال بین طبقات پی درپی) برآورد شده است (Sefidi *et al*., 2016)، بنابراین فراوانی زیاد درختان با درجه‌های پوسیدگی سه و چهار در قطعه بهره‌برداری‌شده با توجه به گذشت فقط هشت سال از اجرای برش تک‌گزینی چطور توجیه خواهد شد؟ شیوه تک گزینی حدود ۲۰ سال پیش برای اولین‌بار در جنگل‌های هیرکانی به‌اجرا درآمد. پیش از آن، جنگل‌های مذکور با شیوه‌های مختلفی ازجمله شیوه تدریجی- پناهی و روش دانگ‌بندی مدیریت می‌شدند. فراوانی زیاد درجه‌های پوسیدگی یادشده نیز مربوط به اجرای برش‌های آمادگی و یا بذرافشانی در این عرصه است. لازم به یادآوری است که بیشتر روشنه‌سازها با درجه پوسیدگی چهار در قطعه بهره‌برداری‌شده از نوع کنده (درختان برداشت‌شده) هستند که تنه آن‌ها به‌واسطه بهره‌برداری از عرصه خارج شده بود. این موضوع از حجم طبقه‌های پوسیدگی خواهد کاست. در قطعه شاهد ۶۱/۸ درصد و در قطعه بهره‌برداری‌شده ۶۷/۷ درصد از درختان روشنه‌ساز در مرحله‌های سوم و چهارم پوسیدگی قرار داشتند. Kucbel و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان دادند که بیشتر (۸۶ درصد) ایجادکننده‌های روشنه متعلق به طبقه‌های پوسیدگی سه (پوسیدگی پیشرفته) و چهار (تجزیه‌شده) هستند.

در این پژوهش فقط یک جنبه خاص از جنگل‌های هیرکانی یعنی برخی مشخصه‌های روشنه بررسی شد. به‌طور تقریبی یافته‌های به‌دست‌آمده حاکی از آن است که اختلاف معنی‌داری برای این مشخصه‌ها بین قطعه‌های بهره‌برداری شده و شاهد وجود ندارد. عدم معنی‌داری مشخصه‌ها نیز احتمالاً به‌دلیل شدت برداشت کم در قطعه بهره‌برداری‌شده است، اما این برداشت هرچقدر هم اندک -اگر با بی‌دقتی همراه باشد- می‌تواند با حذف درختان قطور، توخالی، پوسیده و یا خشک‌دار سرپا، اثرات منفی مهمی بر زیستگاه و تنوع زیستی جنگل‌های هیرکانی داشته باشد، بنابراین باید تأکید کرد که با توجه به نادر بودن این جنگل‌های منحصربه‌فرد، صدمات احتمالی قابل‌جبران نخواهد بود و هرگونه دخالت باید با احتیاط بسیار زیاد انجام شود.

منابع مورد استفاده

- Amiri, M., Rahmani, R. and Sagheb-Talebi, Kh., 2015. 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, 13(3): 259-274.
- Anonymous, 2010. Forest Management Plan: District 1, Livan and Banafshtape, Watershed No. 84. Golestan Natural Resources and Watershed Administration, Forests, Range and Watershed Management Organization, Gorgan, Iran, 460p (In Persian).
- Banaś, J., Bujoczek, L., Zięba, S. and Drozd, M., 2014. The effects of different types of management, functions, and characteristics of stands in Polish forests on the amount of coarse woody debris. European Journal of Forest Research, 133:1095-1107.
- Barzin, M., Mohammadi, J., Shataei, Sh. and Mosavinejad, S.H., 2017. Comparison of quantitative and qualitative characteristics of forest stands structure in managed and unmanaged forest stands (Case study: Loveh forestes and Khandushan forests plans). Journal of Wood and Forest Science and Technology, 24(4): 217-236 (In Persian).
- Besag, J., 1977. Contribution to the discussion of Dr Ripley's paper. Journals of the Royal Statistical Society (Series B), 39(2): 192-212.
- Bhusal, P., Czeszczewik, D., Walankiewicz, W., Churski, M., Baral, R., Lamichhane, B.R. and Mikusiński, G., 2015. Availability of tree cavities in a sal forest of Nepal. iForest, 9(2): 217-255.
- Bottero, A., Garbarino, M., Dukić, V., Govedar, Z.,

Burlington, Massachusetts, 544p.
- Mataji, A., Babaie Kafaki, S., Safaee, H. and Kiadaliri, H., 2008. Spatial pattern of regeneration gaps in managed and unmanaged stands in natural Beech (*Fagus orientalis*) forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16(1): 149-157 (In Persian).
- Mohammadi, L., Mohadjer, M.R.M., Etemad, V., Sefidi, K. and Nasiri, N., 2020. Natural regeneration within natural and man-made canopy gaps in Caspian natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest, Northern Iran. Journal of Sustainable Forestry, 39(1): 61-75.
- Moslehi, M., Habashi, H. and Rahmani, R., 2017. Seasonal changes of soil organic carbon pool in the managed and unmanaged beech-hornbeam stands. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 25(2): 286-297 (In Persian).
- Müller-Using, S. and Bartsch, N., 2009. Decay dynamic of coarse and fine woody debris of a beech (*Fagus sylvatica* L.) forest in Central Germany. European Journal of Forest Research, 128: 287-296.
- Muscolo, A., Bagnato, S., Sidari, M. and Mercurio, R., 2014. A review of the roles of forest canopy gaps. Journal of Forestry Research, 25(4): 725-736.
- Nagel, T.A. and Svoboda, M., 2008. Gap disturbance regime in an old-growth Fagus–Abies forest in the Dinaric Mountains, Bosnia-Herzegovina. Canadian Journal of Forest Research, 38(11): 2728-2737.
- Nasiri, N., Marvie Mohadjer, M.R., Etemad, V., Sefidi, K., Mohammadi, L. and Gharehaghaji, M., 2018. 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, 29: 1075-1081.
- Parhizkar, P., Hassani, M. and Sadeghzadeh Hallaj, M.M., 2018. Gap characteristics under oriental beech forest development stages in Kelardasht forests, northern Iran. Journal of Forest Science, 64(2): 59-65.
- Petritan, A.M., Nuske, R.S., Petritan, I.C. and Tudose, N.C., 2013. Gap disturbance patterns in an old-growth sessile oak (*Quercus petraea* L.)–European beech (*Fagus sylvatica* L.) forest remnant in the Carpathian Mountains, Romania. Forest Ecology and Management, 308: 67-75.
- Rugani, T., Diaci, J. and Hladnik, D., 2013. Gap dynamics and structure of two old-growth beech forest remnants in Slovenia. PLOS One, 8(1): e52641.
- Sagheb-Talebi, Kh., Amanzadeh, B., Parhizkar, P., Hassani, M., Amini, M., Mirkazemi, Z., …. and Maghsoudlu, K., 2015. Importance of deadwood in the virgin oriental beech stands of the Caspian Lingua, E., Nagel, T.A. and Motta, R., 2011. Gap-phase dynamics in the old-growth forest of Lom, Bosnia and Herzegovina. Silva Fennica, 45(5): 875-887.
- Brang, P., Spathelf, P., Larsen, J.B., Bauhus, J., Bončina, A., Chauvin, C., … and Svoboda, M., 2014. Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. Forestry, 87(4): 492-503.
- Feldmann, E., Dröβler, L., Hauck, M., Kucbel, S., Pichler, V. and Leuschner, C., 2018. Canopy gap dynamics and tree understory release in a virgin beech forest, Slovakian Carpathians. Forest Ecology and Management, 415-416: 38-46.
- Ghanbari, S., Nasri, M., Keyvan Behju, F. and Sefidi, K., 2019. Comparison of species diversity of natural and man-made gaps at different physiographic conditions in Siahkal forests of Gilan province. Iranian Journal of Applied Ecology, 7(4): 43-57 (In Persian).
- Javanmiri Pour, M., Marvie Mohadjer, M.R., Zobeiri, M., Etemad, V. and Jourgholami, M., 2017. Effect of management intervention on structure of natural stands (Case study: Gorazbon district of Kheirud forest). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 25(2): 209-219 (In Persian).
- Kenderes, K., Král, K., Vrška, T. and Standovár, T., 2009. Natural gap dynamics in a Central European mixed beech–spruce–fir old-growth forest. Écoscience, 16(1): 39-47.
- Khodaverdi, S., Amiri, M., Kartoolinejad, D. and Mohammadi, J., 2018. Characteristics of canopy gap in a broad-leaved mixed forest (Case study: District No. 2, Shast-Kalateh Forest, Golestan province). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 26(1): 24-35 (In Persian).
- Kian, S., Tabari Kouchaksaraei, M., Esmailzadeh, O. and Alavi, S.J., 2017. Gap characteristics and disturbance regime in an intact Hyrcanian Oriental beech forest, Iran. Austrian Journal of Forest Science, 134(4): 323-346.
- Kucbel, S., Jaloviar, P., Saniga, M., Vencurik, J. and Klimaš, V., 2010. Canopy gaps in an old-growth fir-beech forest remnant of Western Carpathians. European Journal of Forest Research, 129: 249-259.
- Larrieu, L., Cabanettes, A., Brin, A., Bouget, C. and Deconchat, M., 2014. Tree microhabitats at the stand scale in montane beech–fir forests: practical information for taxa conservation in forestry. European Journal of Forest Research, 133(2): 355-367.
- Lowman, M.D. and Rinker, H.B., 2004. Forest Canopies, Second Edition. Elsevier Academic Press,

Research, 26(3): 331-343 (In Persian).- Sefidi, K., Esfandiari Dorabad, F. and Sharari, M., 2016. The decay time and rate determination in oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) dead trees in Asalem forests. Journal of Environmental Studies, 42(3): 551-563 (In Persian).

- Sefidi, K., Marvie Mohadjer, M.R., Mosandl, R. and Copenhaever, C.A., 2011. Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lispky) stands, northern Iran. Forest Ecology and Management, 262(6): 1094-1099.
- Splechtna, B.E. and Gratzer, G., 2005. Natural disturbances in Central European forests: approaches and preliminary results from Rothwald, Austria. Forest Snow and Landscape Research, 79(1/2): 57-67.
- Weber, T.A., Hart, J.L., Schweitzer, C.J. and Dey, D.C., 2014. Influence of gap-scale disturbance on developmental and successional pathways in *Quercus-Pinus* stands. Forest Ecology and Management, 331: 60-70.
- Zenner, E.K. and Peck, J.E., 2009. Characterizing structural conditions in mature managed red pine: spatial dependency of metrics and adequacy of plot size. Forest ecology and management, 257(1): 311-320.
- Zenner, E.K., Peck, J.E. and Sagheb-Talebi, Kh., 2019. Patchiness in old-growth oriental beech forest across development stages at multiple neighborhood scales. European Journal of Forest Research, 138: 739-752.

forests. Abstracts of the 10th International Beech Symposium. Kastamonu, Turkey, 1-6 Sep. 2015: 25-25.

- Sagheb-Talebi, Kh., Delfan Abazari, B. and Namiranian, M., 2005. Regeneration process in natural uneven-aged Caspian beech forests of Iran. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 156(2): 477-480.
- Scharenbroch, B.C. and Bockheim, J.G., 2007. Pedodiversity in an old-growth northern hardwood forest in the Huron Mountains, Upper Peninsula, Michigan. Canadian Journal of Forest Research, 37(6): 1106-1117.
- Schumann, M.E., White, A.S. and Witham, J.W., 2003. The effects of harvest-created gaps on plant species diversity, composition, and abundance in a Main oak–pine forest. Forest Ecology and Management, 176(1-3): 543-561.
- Schütz, J.P., 1990. Sylviculture 1. Principles of Forestry Education. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Switzerland, 243p (In French).
- Sefidi, K. and Etemad, V., 2015. Dead wood characteristics influencing macrofungi species abundance and diversity in Caspian natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests. Forest Systems, 24(2): eSC03.
- Sefidi, K., 2018. Quantitative evaluation of habitat and dead tree abundance in the oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, case study from the Siahkal Forests. Iranian Journal of Forest and Poplar

Investigation on gap characteristics in the managed and intact oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests, Iran

P. Parhizkar [1*], M. Hassani [2], H. Ghorbani [3], A. Karimidoust [3], K. Maghsoudlu [3], R. Babatabar Malekshah [4], M.H. Sadeghzadeh Hallaj [2] and R. Mousavi [5]

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: parhizkar@rifr-ac.ir
2- Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
3- Research Expert, Research Division of Natural Resources, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran
4- Senior Forest Expert, Golestan Natural Resources and Watershed Management Administration, Gorgan, Iran
5- Senior Forest Expert, Mazandaran Natural Resources and Watershed Management Administration, Nowshahr, Iran

Received: 28.04.2020 Accepted: 20.06.2020

Abstract

Hyrcanian forests are rare and unique ecosystems and their sustainability is essential. Gaps, as part of a general process, help to establish and stabilize the structure of the Hyrcanian forests and the dynamism of its society. This study seeks to identify possible differences in the gap characteristics in the two managed and intact compartments. For this purpose, compartments No. 114 (intact) and No. 115 (managed) from district one of Livan-Banafshtapeh forestry plan in Golestan province of Iran were selected to compare some gap characteristics (gap fraction, distribution of gap sizes, number of gaps per hectare and status of gapmaker trees). In these compartments, all gaps>100 m^2 caused by mortality of at least one tree with remnants of the gapmaker or detectable tree stumps, were identified and recorded. The results showed that the gap fraction in the intact and managed compartments was 10.7% and 6.3%, respectively. The average number of gaps varied from 1.4 ha^{-1} in the managed to 2.9 ha^{-1} in the intact compartment. The spatial pattern of gaps was randomly spaced up to a distance of 30 (managed) and 40 (intact) meters and then reached the cluster pattern. The differences between the characteristics in the two compartments were not statistically significant and management did not have a significant effect on these variables. However, no significant differences between the two compartments were due to the low harvest intensity in the managed compartment. The biodiversity of Hyrcanian forests must always be taken into account so that it is not endangered by mismanagement; otherwise irreparable effects on the ecosystem of the managed compartment may occur.

Keywords: Dead wood, decay classes, forest management, gapmaker trees, single-tree selection, spatial pattern.