

## تغییرات برخی مشخصه‌های روشنه پوشش تاجی در اثر اجرای شیوه تک‌گزینی در راشستان‌های سفارود

پژمان پرهیزکار<sup>۱\*</sup>، بیت‌الله امانزاده<sup>۲</sup>، مجید حسینی<sup>۳</sup> و محمد حسین صادقزاده حلاج<sup>۴</sup>

- ۱- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.  
(Parhizkar@rifr-ac.ir)
- ۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. (b.Amanzad@yahoo.com)
- ۳- کارشناس پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.  
(hassani@rifr-ac.ir)
- ۴- کارشناس پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.  
(h\_sadeqzade@outlook.com)

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۰۹

### چکیده

این پژوهش در پارسل‌های مدیریت‌شده و مدیریت‌نشده (شاهد) از سری نه رزه در جنگل‌های سفارود انجام شد. مشخصه‌های روشنه شامل سطح، تعداد روشنه در هکتار، نسبت سطح روشنه‌ها به منطقه و همچنین مشخصه‌های درختان روشنه‌ساز شامل قطر برابرسینه، تعداد روشنه‌ساز در هر روشنه و درجه پوسیدگی آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطح روشنه‌ها در قطعه‌های شاهد و مدیریت‌شده به ترتیب ۹/۰۶ و ۱۳/۵ درصد از سطح کل منطقه مورد بررسی بود. میانگین سطح روشنه‌ها، قطر برابرسینه و تعداد درختان روشنه‌ساز در هر روشنه اختلاف معنی‌داری را در قطعات مورد بررسی نشان دادند. الگوی پراکنش مکانی روشنه‌ها در هر دو قطعه مورد بررسی مشابه بود. پراکنش روشنه‌ها تا شعاع حدود ۲۵ متر تصادفی و بعد از آن حالت کپه‌ای داشته است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، کاهش تعداد روشنه در هکتار و همچنین افزایش فراوانی و حجم خشکه‌دارها به‌عنوان درختان زیستگاهی از مواردی هستند که باید در مدیریت‌های آتی موردتوجه قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت، خشکه‌دار، درجه پوسیدگی، درختان روشنه‌ساز.

## مقدمه

بسته به شرایط اجرا و منطقه، نتایج متفاوتی را نشان داده‌اند. در بیشتر پژوهش‌ها نشان داده شده است که اختلاف معنی‌داری بین توده‌های مورد بررسی وجود دارد و مقدار مشخصه‌ها مثل ساختار، شاخص‌های غنای و یکنواختی، ازت خاک و واریزه‌های چوبی در توده‌های شاهد بیشتر بوده است (Angres *et al.*, 2005, 2008, Chauhan *et al.*, 2008, Barzin *et al.*, 2017, Sitzia *et al.*, 2012, Gauthier *et al.*, 2018). با این حال نتایج برخی پژوهش‌های دیگر نشان‌دهنده عدم معنی‌داری شاخص‌های غنای و یکنواختی گونه‌ای در توده‌های مدیریت‌شده و شاهد است (Nicholas *et al.*, 2014, 2008, Mohammadi *et al.*, 2015, Rutten *et al.*, 2015).

در ارتباط با روش‌ها نیز پژوهش‌های زیادی در زمینه‌های خاک‌شناسی، مشخصه‌های زادآوری، اندازه روشن و شدت نور انجام شده است (Ritter *et al.*, 2005, 2006, Gálhidy *et al.*, 2007, Mihók *et al.*, 2009, Hu and Zhu, 2011, Parhizkar *et al.*, 2006, Mountford *et al.*, 2017, Parhizkar *et al.*, 2005, Shahnavaizi *et al.*, 2011, Sefidi *et al.*, 2012, Amoli Kondori *et al.*, 2012, Karami *et al.*, 2015, Taati *et al.*, 2007, Naaf and Wulf, 2004, Lowman and Rinker, 2017, Kian *et al.*, 2019, Amanzadeh *et al.*, 2019). در زمینه مقایسه مشخصه‌های روشن بین توده‌های مدیریت‌شده و شاهد می‌توان به مقالات زیر اشاره کرد: Mohammadi و همکاران (2014) ضمن مقایسه مشخصه‌های روشن‌های طبیعی و روشن‌های ناشی از بهره‌برداری نشان دادند که بین استقرار نهال‌ها و سطوح مختلف روشن رابطه معنی‌داری وجود دارد. Mataji و همکاران (2008) الگوی پراکنش مکانی

حفاظت و پایداری توده‌های جنگلی شمال کشور امری مهم تلقی می‌شود. توقف بهره‌برداری چوبی در یک دوره ده‌ساله از این جنگل‌ها، به‌عنوان اقدام اولیه در برنامه پنج‌ساله ششم توسعه کشور صورت پذیرفته است. برای مهار مجموعه عوامل ناپایداری و کاهش تنش بر اکوسیستم جنگل‌های شمال کشور و استقرار پایداری توده‌ها لازم است تا ایرادات مدیریتی که پیش‌تر بر این جنگل‌ها حاکم بوده مشخص شده و الگوی مدیریت درازمدت، برای دوره بعد از استراحت ده‌ساله مشخص شود. طی دهه‌های گذشته روش‌ها و دیدگاه‌های مختلفی (گروه‌گزینی، تدریجی پناهی، تک‌گزینی و ...) برای مدیریت جنگل‌های شمال کشور مورد استفاده قرار گرفته است.

با توجه به اهمیت روش‌ها در زادآوری، تنوع زیستی، پویایی و ساختار جنگل‌ها، تمرکز این پژوهش نیز در روشن و برخی مشخصه‌های آن قرار گرفت. بر اساس بررسی پژوهشگران (Denslow, 1987, Yamamoto, 1989, Ritter *et al.*, 2006, Mountford *et al.*, 2006) روشن‌ها علاوه بر اینکه به‌توالی جنگل کمک می‌کنند، چرخه مواد غذایی، خاک، تنوع گونه‌ای و میکرو توپوگرافی جنگل را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند.

آشنایی با پراکنش مکانی توده‌های جنگلی ما را در شناخت فرایندهایی مانند استقرار توده، رویش، تولید، رقابت و مرگ‌ومیر یاری می‌رساند (Legendre and Fortin, 1989, Dale, 1999). الگوی استقرار روشن‌های زادآوری در توده‌های جنگلی شاهد نیز راهگشای شناسایی بهتر فرایند پویایی توده و موزاییک‌های تحولی خواهد بود.

بررسی‌های متعددی در زمینه مقایسه توده‌های جنگلی مدیریت‌شده و شاهد انجام شده است که

روشنه‌ها در قطعات مدیریت‌شده و شاهد جنگل‌های راش شرقی در خیرودکنار نوشهر را مورد مقایسه قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که الگوی پراکنش روشنه‌های دو قطعه مورد بررسی اندکی متفاوت است و توصیه کردند که این الگو در سطح توده به صورت یکنواخت و در بین توده‌ها از نظر ساختار مکانی از الگوی تصادفی پیروی نماید. همچنین Karami و همکاران (2012)، الگوی مکانی لکه‌های زادآوری طبیعی راش در جنگل خیرودکنار را با استفاده از آنالیز سنجه‌های سیمای سرزمین در ترکیب با روش آنالیز گرادپان در محیط Fragstats بررسی کرده و نشان دادند که الگوی پراکنش لکه‌ها در پارسل‌های مختلف بیشتر به صورت کپه‌ای و تصادفی است.

#### روش بررسی

تمامی روشنه‌های موجود در سطح پارسل‌های مورد بررسی، شناسایی و مختصات جغرافیایی مرکز روشنه‌ها توسط دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد. روشنه‌هایی انتخاب شدند که سطح روشنه (Expanded gap area) کمتر از ۱۰۰ مترمربع نباشد. تاج پوشش روشنه‌هایی که قطر برابر سینه نهال‌های داخل آنها از ۷/۵ سانتی‌متر بیشتر بود، بسته‌شده فرض شده و مورد بررسی قرار نگرفتند (Nagel and Petritan et al., Bottero et al., 2011, Svoboda, 2008, al., 2013). با توجه به بیضوی بودن شکل بیشتر روشنه‌ها، مساحت آنها از طریق محاسبه سطح بیضی به دست آمد (Runkle 1981, Weber et al., 2014). بر اساس تعاریف جنگلشناسی (Schütz, 1990) روشنه‌ها در گروه‌های کوچک (کمتر از ۲۰۰ مترمربع)، متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع)، بزرگ (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمربع) و خیلی بزرگ (بیشتر از ۱۰۰۰ مترمربع) طبقه‌بندی شدند.

درختان روشنه‌ساز هر روشنه شمارش و بر اساس تعاریف (Müller-Using and Bartsch, 2009)

اهداف این بررسی عبارت بودند از: ۱- مقایسه الگوی مکانی روشنه‌های پوشش تاجی در رانشستان‌های مدیریت‌شده و شاهد ۲- مقایسه برخی مشخصه‌های روشنه پوشش تاجی (اندازه، نسبت به سطح کل و تعداد در هکتار) در رانشستان‌های مدیریت‌شده و شاهد ۳- مقایسه فراوان‌ترین سطح روشنه ایجادشده در رانشستان‌های مدیریت‌شده و شاهد ۴- مقایسه مشخصه‌های درختان روشنه‌ساز (قطر برابر سینه، درجه پوسیدگی و فراوانی) در رانشستان‌های مدیریت‌شده و شاهد.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد بررسی

این پژوهش در جنگل‌های شمال ایران و در محدوده سری ۹ رزه از حوضه ۹ جنگل‌های شفارود انجام شد. جنگل‌های سری ۹ بین عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول ۴۸ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی واقع شده است. متوسط بارندگی سالانه منطقه حدود ۱۲۸۰ میلی‌متر و متوسط حرارت سالانه آن ۸/۵ درجه

در چهار طبقه پوسیدگی به شرح زیر طبقه‌بندی شدند:

۱- تازه افتاده، کامبیوم هنوز سبز و تاج سالم است. ۲- معمولاً ترک‌های ریز در طول تنه دیده می‌شود و چوب در حال پوسته شدن است و شاخه‌های ریز دیده می‌شود. ۳- ترک‌ها عمیق‌تر شده و در حال گسترش هستند و قطر شاخه‌های موجود بیشتر از پنج سانتی‌متر است. ۴- چوب در حال متلاشی شدن و تاج کاملاً تجزیه شده است. درختان روشن‌ساز بر اساس تعاریف (Sagheb-Talebi et al., 2005) نیز به چهار طبقه قطری کم‌قطر (کمتر از ۳۰ سانتی‌متر - S)، میان قطر (۳۵ تا ۵۰ سانتی‌متر - M)، قطور (۵۵ تا ۷۰ سانتی‌متر - L) و خیلی قطور (بیشتر از ۷۵ سانتی‌متر - EL) طبقه‌بندی شدند. از آنجایی که اندازه‌گیری ارتفاع برابر سینه برای کنده‌ها امکان‌پذیر نبود قطر کنده در ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس قطر ۱۰۴ اصله درخت زنده سرپا در دو ارتفاع ۳۰ و ۱۳۰ سانتی‌متر (برابر سینه) برداشت و با استفاده از رگرسیون پلی‌نومیال، قطر در ارتفاع برابر سینه کنده‌ها محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت.

در گذشته برای شناسایی الگوی مکانی از تابع  $K$  راپیلی (Ripley's  $K$ -function) استفاده می‌شد. این تابع بر اساس تعداد نقاط (روشنه) موجود در یک شعاع مشخص ( $r$ )، به بررسی الگوهای مکانی می‌پردازد. در این پژوهش به جای تابع  $K$  راپیلی از شکل اصلاح‌شده آن یعنی تابع  $L$  که توسط Besag (1977) ارائه شد، استفاده می‌شود که حالت خطی تابع  $K$  است و نیز واریانس  $K$  را تثبیت می‌کند (Cressie, 1993). همچنین نمایش و تفسیر تابع  $L$  نسبت به تابع  $K$  ساده‌تر است که به صورت رابطه ۱ تعریف می‌شود.

$$L_{(r)} = \sqrt{\frac{K_{(r)}}{\pi}} - r \quad \text{رابطه (۱)}$$

حال اگر مقدار تابع  $L$  برابر صفر باشد نشان‌دهنده الگوی تصادفی، اگر بزرگ‌تر از صفر باشد نشان‌دهنده الگوی خوشه‌ای و اگر کوچک‌تر از صفر باشد نشان‌دهنده الگوی منظم است. در روش راپیلی برای آزمون معنی‌دار بودن تفاوت الگوی مشاهده شده با الگوی تصادفی (فرض صفر)، حدود اعتماد با استفاده از آزمون مونت‌کارلو محاسبه و ترسیم می‌شود؛ به طوری که اگر تابع  $L$  در داخل این محدوده قرار گیرد، الگوی پراکنش مشاهده شده با الگوی پراکنش تصادفی تفاوت معنی‌داری نخواهد داشت، اما اگر تابع  $L$  بالاتر از این محدوده قرار گیرد، نشانه وجود الگوی خوشه‌ای و اگر پایین‌تر از این محدوده واقع شود نشان‌دهنده الگوی منظم است. فاصله مورد عمل برای محاسبه تابع  $L$  برابر نصف فاصله قطر کوچک عرصه مورد بررسی در نظر گرفته خواهد شد (Zenner and Peck, 2009).

#### آنالیز داده‌ها

بررسی نرمال بودن توزیع متغیرهای مورد بررسی با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk انجام شد. به دلیل عدم تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال حتی بعد از تبدیل (Transformation)، مقایسه میانگین سطح روشنه‌ها و همچنین میانگین تعداد، قطر برابر سینه و درجه پوسیدگی درختان روشن‌ساز در دو قطعه مورد بررسی با استفاده از آزمون ناپارامتری Mann-Whitney U در نرم‌افزار SPSS انجام شد (Bihanta and Zare, 2008). توزیع فراوانی طبقات مختلف سطح روشنه در دو قطعه مدیریت‌شده و شاهد با استفاده از آزمون Chi-square در نرم‌افزار SPSS انجام شد.

#### نتایج

##### مشخصه‌های روشنه

مدیریت‌شده و شاهد نشان‌دهنده اثر معنی‌دار مدیریت جنگل بر توزیع فراوانی سطوح مختلف روشنه بود. (Pearson Chi-square (3) = 14.099, p = 0.003). به عبارت دیگر تفاوت معنی‌داری بین توزیع فراوانی سطوح مختلف روشنه در قطعات مدیریت‌شده و شاهد وجود داشت.

#### الگوی پراکنش روشنه‌ها

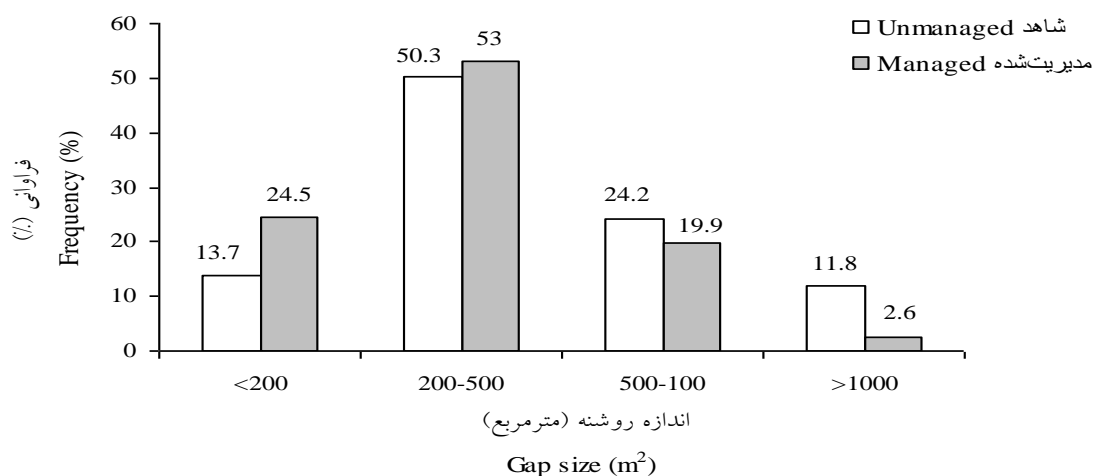
شکل ۲ وضعیت پراکنش (راست) و الگوی مکانی (چپ) روشنه‌ها در قطعه شاهد را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار تابع L، مقدار این تابع تا فاصله ۳۰ متری داخل حدود مونت‌کارلو قرار گرفته و در نتیجه الگوی تصادفی را نشان می‌دهد. از شعاع ۳۰ متر به بعد تابع L بالاتر از حدود مونت‌کارلو قرار گرفته و به الگوی خوشه‌ای می‌رسد.

پس از جنگل‌گردشی در قطعه‌های مدیریت‌شده و شاهد به ترتیب ۱۵۱ و ۱۵۳ روشنه شناسایی و ثبت شد. سطح کل روشنه‌ها در قطعه شاهد و مدیریت‌شده به ترتیب ۹/۰۶ و ۱۳/۵ درصد از کل سطح منطقه مورد بررسی را شامل می‌شود. به طور متوسط ۳/۶ روشنه در هکتار در قطعه مدیریت‌شده و ۱/۸ روشنه در هکتار در قطعه شاهد ایجاد شده است. آزمون من‌ویتنی یو نشان داد که میانگین سطح روشنه‌ها در دو قطعه مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌داری هستند (جدول ۱). بیشترین مقدار فراوانی روشنه‌های هر دو قطعه در سطح متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع) محاسبه شد. شکل ۱ نشان‌دهنده تفاوت فراوانی در روشنه‌های کوچک (کمتر از ۲۰۰ مترمربع) و بزرگ (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمربع) قطعات مورد بررسی است. مقایسه توزیع فراوانی طبقات مختلف سطح روشنه در قطعات

جدول ۱- نتایج آزمون من‌ویتنی یو و توصیف تغییرات سطح روشنه در قطعات مورد بررسی

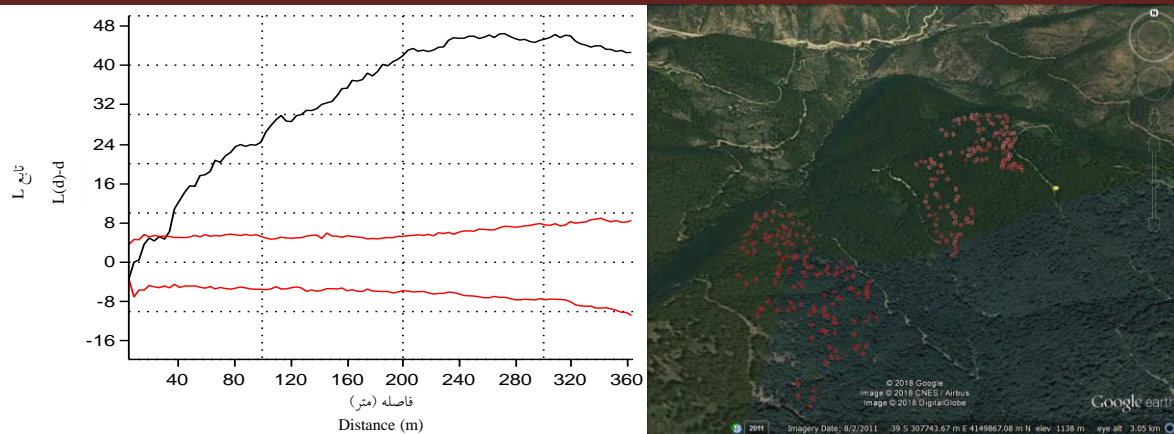
Table 1. Comparison of gaps area after Mann-Whitney U Test

معنی‌داری Sig.	U	میانگین $\pm$ اشتباه معیار Mean $\pm$ std	بیشترین Max.	کمترین Min.	تعداد روشنه No. of gap	وضعیت قطعه Site position
0.000**	8795.5	506.4 $\pm$ 2.8	1605.2	118.5	153	شاهد Unmanaged (سطح روشنه (مترمربع)
		378.6 $\pm$ 2.4	1975.0	59.2	151	مدیریت‌شده Managed (Gap area (m <sup>2</sup> ))



شکل ۱- فراوانی روشنه‌ها در طبقه‌های مختلف سطح

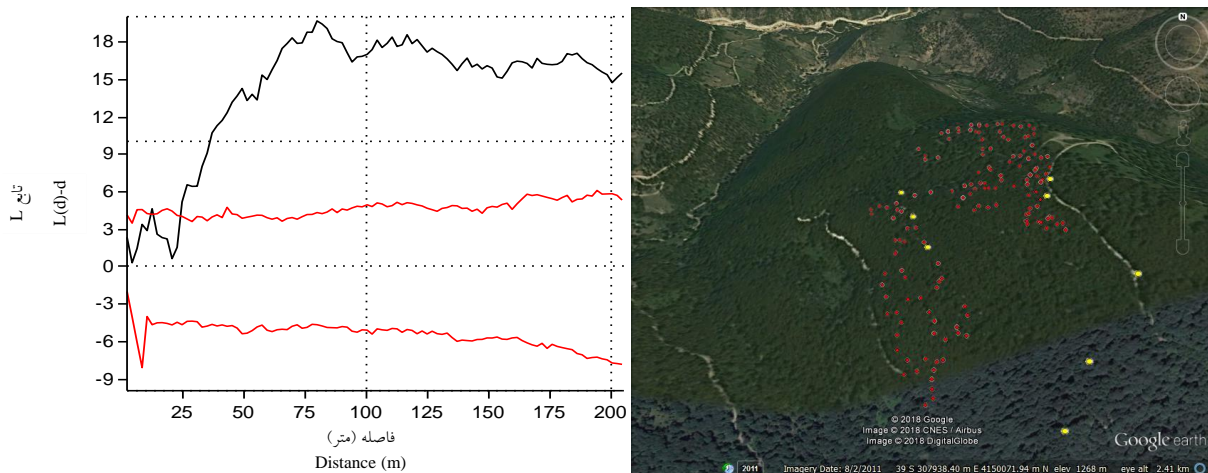
Figure 1. Frequency distribution of gap sizes over the studied sites



شکل ۲- وضعیت پراکنش (راست) و نمودار تابع (L) و حدود مونت کارلو (چپ- فاصله به متر است) در قطعه شاهد  
 Figure 2. Distribution and spatial pattern of existed gaps over the unmanaged stand

گرفته و در نتیجه الگوی تصادفی را نشان می‌دهد. از شعاع ۲۵ متر به بعد تابع L بالاتر از حدود مونت کارلو قرار گرفته و به الگوی خوشه‌ای می‌رسد.

شکل ۳ وضعیت پراکنش (راست) و الگوی مکانی (چپ) روشن‌های در قطعه مدیریت شده را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار تابع L، مقدار این تابع تا فاصله ۲۵ متری داخل حدود مونت کارلو قرار



شکل ۳- وضعیت پراکنش (بالا) و نمودار تابع (L) و حدود مونت کارلو (پایین- در این شکل فاصله به متر است) در قطعه مدیریت شده  
 Figure 3. Distribution and spatial pattern of existed gaps over the managed stand

درخت در طبقه‌های مختلف قطری و پوسیدگی به وجود آمده‌اند. بیشتر از ۹۰ درصد از درختان ایجادکننده روشنه در این قطعه از گونه راش و مابقی ممرز، افرا و توسکا بودند. روشن‌ها از افتادن یک تا ۱۳ درخت ایجاد شدند. روشن‌های ناشی از افتادن دو

درختان روشن‌ساز آزمون من‌ویتنی‌یو اختلاف معنی‌داری را برای میانگین تعداد درختان روشن‌ساز در هر روشنه بین دو قطعه موردبررسی نشان داد (جدول ۲). در قطعه شاهد، ۱۵۳ روشنه موردبررسی از افتادن و یا خشک شدن ۵۴۷

روشنه در این قطعه نیز از گونه راش و مابقی ممرز، افرا و توسکا بودند. روشنه‌ها از افتادن یک تا ۱۱ درخت ایجاد شدند. روشنه‌های ناشی از افتادن یک درخت، بیشترین تعداد را نشان دادند (۳۳/۸ درصد). بیشتر از ۷۸ درصد از روشنه‌ها در اثر افتادن و یا خشک شدن یک تا سه درخت ایجاد شدند. سهم روشنه‌هایی که در اثر ازبین‌رفتن شش درخت و بیشتر ایجاد شدند کمتر از ۸ درصد بود (شکل ۴).

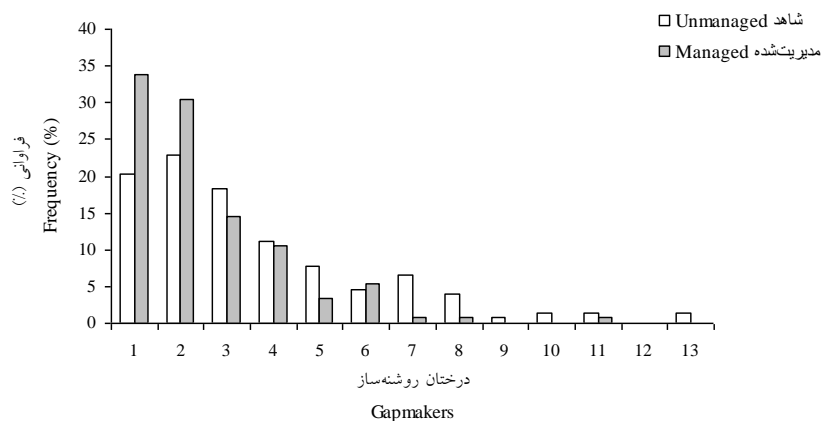
درخت، بیشترین فراوانی را نشان دادند (۲۲/۹ درصد). بیشتر از ۶۰ درصد از روشنه‌ها در اثر افتادن و یا خشک شدن یک تا سه درخت ایجاد شدند. سهم روشنه‌هایی که در اثر ازبین‌رفتن شش درخت و بیشتر ایجاد شدند کمتر از ۲۰ درصد بود (شکل ۴).

در قطعه مدیریت‌شده، ۱۵۱ روشنه مورد بررسی از بهره‌برداری، افتادن و یا خشک شدن ۳۷۲ درخت در طبقه‌های مختلف قطری و پوسیدگی به وجود آمده‌اند. بیشتر از ۹۰ درصد از درختان ایجادکننده

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

Table 2- Comparison of gapmakers per gap after Mann-Whitney U Test

معنی‌داری Sig.	U	میانگین $\pm$ اشتباه معیار Mean $\pm$ std	بیشترین Max.	کمترین Min.	تعداد روشنه No. of gap	وضعیت قطعه Site position
0.000**	8446.0	3.6 $\pm$ 0.2	13	1	153	شاهد Unmanaged
		2.5 $\pm$ 0.1	11	1	151	مدیریت‌شده Managed



شکل ۴- فراوانی درختان ایجادکننده روشنه در قطعات مورد بررسی

Figure 4. Frequency distribution of number of gapmakers per gap over the studied sites

روشنه‌سازها مربوط به درختان قطور (۵۲/۶ تا ۷۲/۵ سانتی‌متر) و در قطعه شاهد بیشترین سهم (۳۲ درصد) مربوط به درختان خیلی قطور (بیشتر از ۷۲/۶ سانتی‌متر) محاسبه شد (شکل ۵). در قطعه شاهد،

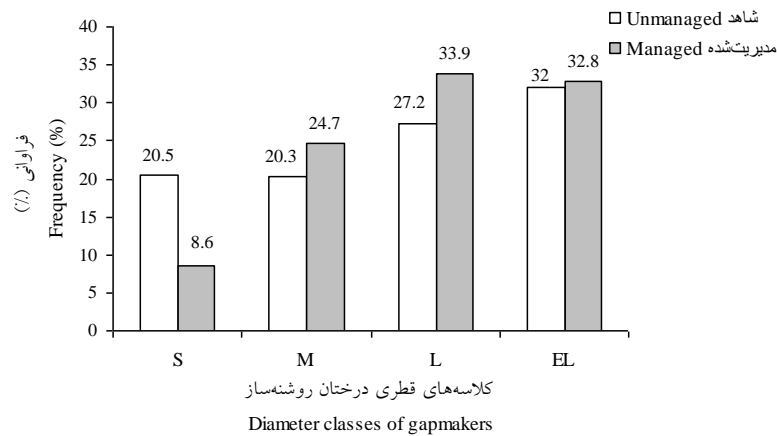
آزمون من‌ویتنی‌یو نشان داد که میانگین قطر درختان روشنه‌ساز در دو قطعه مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌داری هستند (جدول ۳). در قطعه مدیریت‌شده بیشترین فراوانی (۳۳/۹ درصد)

۳۴/۷ درصد درختان روشن‌ساز ریشه‌کن و ۶۵/۳ روشن‌ساز در هر دو گروه ریشه‌کن و خشک‌دار سرپا، درصد آنها خشک سرپا بودند. فراوانی درختان با افزایش طبقه قطری افزایش می‌یابد (شکل ۶).

جدول ۳- نتایج آزمون من‌ویتنی‌یو و توصیف تغییرات قطر برابر سینه روشن‌سازها در قطعات مورد بررسی

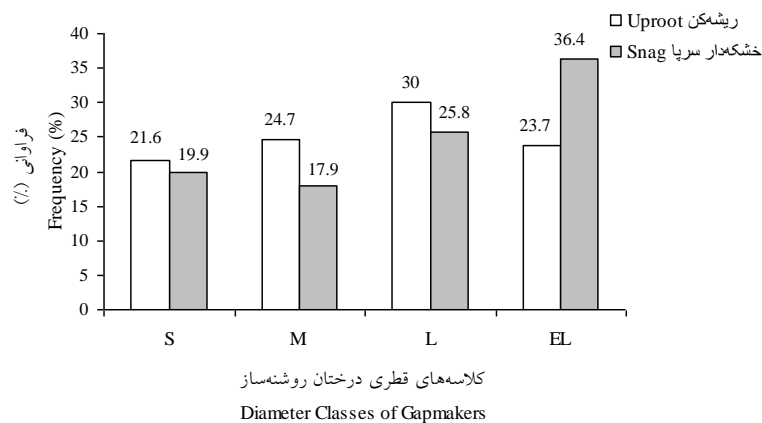
Table 3- Comparison of gapmakers diameter after Mann-Whitney U Test

معنی‌داری Sig.	U	میانگین $\pm$ اشتباه معیار Mean $\pm$ std	بیشترین Max.	کمترین Min.	تعداد روشن‌ساز No. of gap	وضعیت قطعه Site position
0.013**	91950.0	59.2 $\pm$ 1.1	130	9	547	شاهد Unmanaged
		64.8 $\pm$ 1.3	160	15	372	مدیریت‌شده Managed



شکل ۵- فراوانی درختان روشن‌ساز در طبقه‌های مختلف قطری

Figure 5. Frequency distribution of size classes of gapmaker trees over the studied sites (S= less than 30cm, M= 35 - 50cm, L=55- 70cm and EL= more than 75cm)

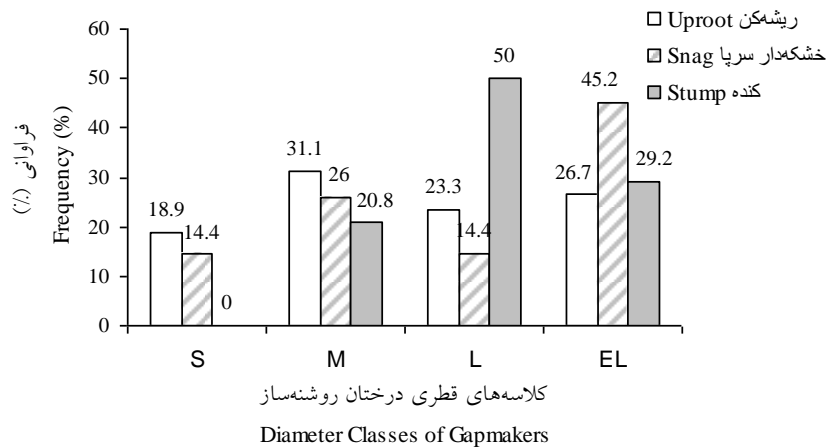


شکل ۶- فراوانی درختان ریشه‌کن و خشک‌دار سرپای قطعه شاهد در طبقه‌های مختلف قطری

Figure 6. Frequency distribution of uprooted and snagged gapmaker trees in size classes over the unmanaged site (S= less than 30cm, M= 35 - 50cm, L=55- 70cm and EL= more than 75cm)



در قطعه مدیریت‌شده، ۴۷/۸ درصد از روشنه‌ها در اثر بهره‌برداری به وجود آمده‌اند. در ۲۷/۹ درصد از کل روشنه‌ها خشکه‌دار سرپا وجود داشت. بیشترین فراوانی درختان ریشه‌کن و خشکه‌دار سرپا به ترتیب در طبقه میان‌قطر (۳۲/۶ تا ۵۲/۵ سانتی‌متر) و خیلی‌قطر (بیشتر از ۷۲/۶ سانتی‌متر) محاسبه شد. فراوانی کنده‌ها در طبقه قطور (۵۲/۶ تا ۷۲/۵ سانتی‌متر) بیشترین مقدار را نشان داد (شکل ۷).



شکل ۷- فراوانی درختان ریشه‌کن، خشکه‌دار سرپا و کنده‌های قطعه مدیریت‌شده در طبقه‌های مختلف قطری

Figure 7. Frequency distribution of uprooted, snagged and logged gapmaker trees in size classes over the managed site (S= less than 30cm, M= 35 - 50cm, L=55- 70cm and EL= more than 75cm)

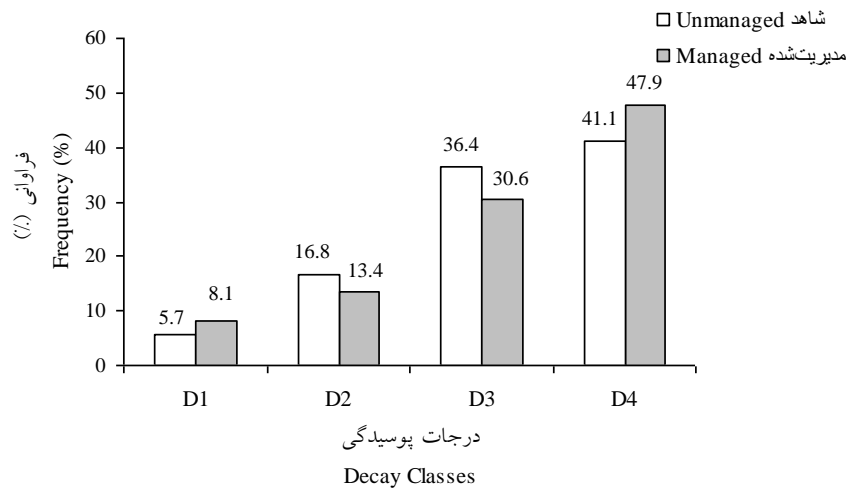
در بعضی از روشنه‌ها فقط یک طبقه و در برخی دیگر هر چهار طبقه پوسیدگی رؤیت شد. در هردو قطعه موردبررسی بیشترین فراوانی مربوط به درجات سه و چهار پوسیدگی بود (شکل ۸).

میانگین فراوانی درختان روشنه‌ساز در درجات مختلف پوسیدگی بین دو قطعه موردبررسی اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (جدول ۴). طبقه پوسیدگی درختان ایجادکننده در روشنه‌ها متفاوت بود.

جدول ۴- نتایج آزمون من‌ویتنی یو و توصیف تغییرات درجات پوسیدگی روشنه‌سازها در قطعات مورد بررسی

Table 4- Comparison of gapmakers decay class after Mann-Whitney U Test

معنی‌داری Sig.	U	بیشترین Max.	کمترین Min.	تعداد Number	وضعیت قطعه Site position
0.152 <sup>ns</sup>	225400.0	4	1	547	شاهد Unmanaged
		4	1	372	مدیریت‌شده Managed



شکل ۸- فراوانی درختان ایجادکننده روشنه در درجات مختلف پوسیدگی

Figure 8. Frequency distribution of decay classes of gapmaker trees over the studied sites ( $D_1$ = recently dead, cambium still green, crown intact;  $D_2$ = Bork sloughing, fine longitudinal shakes in wood, twigs sloping;  $D_3$ = spreading of the longitudinal shakes to furrows, diameter of present branches >5 cm;  $D_4$ = log collapsing, wood friable, crown completely decomposed)

مدیریت نشده به ترتیب ۸ و ۶ درصد از سطح کل را شامل می‌شوند. در بررسی‌های Mataji و همکاران (2008) فراوانی روشنه‌ها در توده جنگلی مدیریت شده (۹ درصد) بیش از دو برابر توده شاهد (۴ درصد) گزارش شد. میانگین تعداد روشنه در هکتار در قطعات مدیریت شده و مدیریت نشده به ترتیب ۳/۶ و ۱/۸ محاسبه شد. این مقدار در بررسی‌های Sefidi و همکاران (2011) برابر سه روشنه در هکتار و در پژوهش Petritan و همکاران (2013) به‌طور میانگین ۱۰ روشنه در هکتار محاسبه شد. Feldmann و همکاران (2018) نیز نشان دادند که از سال ۲۰۰۳ تا سال ۲۰۱۳ میانگین تعداد روشنه در هکتار از ۵/۲ تا ۸/۶ متغیر بود که البته اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. Khodaverdi و همکاران (2018)، نتایج متفاوت مشخصه‌های روشنه‌ها را ناشی از تعاریف مختلف از حداقل سطح روشنه در پژوهش‌ها معرفی کردند. Feldmann و همکاران (2018) تفاوت‌های ناشی از اقلیم منطقه‌ای، توپوگرافی و فیزیوگرافی را دلیل

#### بحث

نسبت سطح روشنه به کل منطقه مورد بررسی در قطعه مدیریت شده (۱۳/۵ درصد) بیشتر از این نسبت در قطعه شاهد (۹/۰۶ درصد) محاسبه شد. این مشخصه در هر دو منطقه مقدار کمتری را نسبت به بررسی دیگر پژوهشگران در جنگل‌های بکر راش اسلواکی ۵۰ تا ۵۵ درصد (Dröbner and von Lüpke, 2005)، جنگل‌های راش - نراد بوسنی و هرزگوین ۳۷/۸ درصد (Nagel and Svoboda, 2008)، جنگل‌های راش- نراد- نوئل بوسنی و هرزگوین ۴۱/۴ درصد (Bottero et al., 2011) و ذخیره‌گاه طبیعی جنگل‌های بلوط- راش رومانی ۲۸/۵ درصد (Petritan et al., 2013) نشان داده است. همچنین مقدار این مشخصه در بررسی‌های Kian و همکاران (2017) و Sefidi و همکاران (2011) در راشتستان‌های شمال ایران بین ۸/۴ تا ۹/۳ درصد متغیر بود. Emborg و همکاران (2000) در جنگل‌های پهن‌برگ خزان‌کننده دانمارک نشان دادند که روشنه‌ها در توده‌های مدیریت شده و

مدیریت‌شده الگوی پراکنش روشنه‌ها بیشتر در اثر نشانه‌گذاری و بهره‌برداری درختان شکل خواهد گرفت؛ بنابراین تجربه، مهارت و شناخت فرد نشانه‌گذار از توده جنگلی اهمیت بسیار بالایی را دارا است.

در هر دو قطعه موردبررسی، فراوانی روشنه‌ها با افزایش تعداد درختان روشنه‌ساز کاهش نشان داد که با نتایج دیگر پژوهشگران (Nagel and Svoboda, 2008, Kucbel et al., 2010, Petritan et al., 2013) مطابقت دارد. نتایج ما نشان داد که بیشترین تعداد روشنه‌ساز در هر روشنه برابر ۱۳ درخت بود. بیشترین مقدار درختان روشنه‌ساز در هر روشنه در بررسی‌های Kian و همکاران (2017) برابر ۶ و در نتایج petritan و همکاران (2013) برابر ۱۸ درخت نشان داده شد. لازم به یادآوری است که در بررسی‌های ما تنها یک روشنه با ۱۳ درخت روشنه‌ساز ثبت شد و بیشتر از ۶۰ درصد روشنه‌ها در قطعه شاهد و ۷۸ درصد در قطعه مدیریت‌شده در اثر افتادن، خشک‌شدن و یا قطع یک تا سه درخت به وجود آمده‌اند. بیشترین فراوانی در بین ۱۳ درخت روشنه‌ساز در بررسی ما، مربوط به درختان جوان است که در اثر رقابت نوری دارای ارتفاع زیاد و گسترش ریشه‌ای کم بوده‌اند و تحت تأثیر عامل‌های مختلف (برای مثال تندباد و یا برف سنگین) به‌صورت دومینو ریشه‌کن شده‌اند.

بهره‌برداری بیشتر از درختان میان قطر، قطر و خیلی قطر در عرصه مدیریت‌شده و همچنین فراوانی بیشتر درختان روشنه‌ساز کم قطر در عرصه شاهد، دلیل بروز اختلاف معنی‌دار در میانگین قطر برابرسینه درختان روشنه‌ساز در قطعات موردبررسی است.

نزدیک به ۳۵ درصد از ایجادکننده‌های روشنه در قطعه شاهد را درختان ریشه‌کن تشکیل داد. Petritan و همکاران (2013) در جنگل طبیعی بلوط- راش

اختلافات معرفی کردند. با توجه به اینکه دو منطقه موردبررسی در پژوهش ما شرایط اقلیمی و توپوگرافی یکسانی را دارا هستند، بنابراین اختلاف فراوانی و نسبت سطح روشنه به کل منطقه در دو قطعه مورد بررسی در اثر نشانه‌گذاری و بهره‌برداری است.

در هر دو قطعه موردبررسی، فراوانی روشنه‌ها در طبقه متوسط (۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع) بیشترین مقدار را نشان داد و بعد از آن با افزایش سطح، فراوانی کاهش یافت. نتایج پژوهش Kucbel و همکاران (2010) در جنگل‌های بکر نراد- راش اسلواکی، نشان داد که فراوانی روشنه‌های ۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع حدود ۸۰ درصد از کل روشنه‌ها را شامل می‌شود. Petritan و همکاران (2013) نیز نشان دادند که بیش از ۷۵ درصد روشنه‌ها سطحی بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع را دارا هستند. معمولاً مشخصه‌هایی مانند نوع گونه، ارتفاع، اندازه تاج و تعداد درختان روشنه‌ساز در هر روشنه تعیین‌کننده سطح روشنه‌ها هستند؛ بنابراین نزدیک بودن نتایج پژوهش‌های یادشده می‌تواند به دلیل تشابه این مشخصه‌ها در توده‌های موردبررسی باشد.

فاصله بین روشنه‌ها هرگز صفر نخواهد شد. به عبارتی روشنه‌ها توسط تاج یک درخت یا بیشتر از یکدیگر جدا خواهند شد. الگوی پراکنش روشنه‌ها بسته به فاصله آنها از یکدیگر متغیر خواهد بود. نتایج نشان داد که الگوی پراکنش روشنه‌ها در هر دو قطعه تا فاصله ۲۵ متر تصادفی و بعد از آن به‌صورت کپه‌ای است. نتایج برخی پژوهش‌ها نشان‌دهنده الگوی پراکنش تصادفی (Petritan et al., 2013) و برخی دیگر الگوی یکنواخت (Mataji et al., 2008) را برای روشنه‌ها در توده‌های جنگلی معرفی کردند. در جنگل‌های مدیریت نشده، آمیختگی گونه‌ها، سن درختان و توپوگرافی و وضعیت خاک توده در الگوی پراکنش روشنه‌ها تأثیرگذار است ولی در توده‌های

روشنه‌سازها در درجات مختلف پوسیدگی شباهت‌هایی باهم دارند. از طرف دیگر تعداد روشنه‌ها در هکتار و نسبت سطح روشنه‌ها به کل منطقه موردبررسی در عرصه مدیریت‌شده بیشتر از شاهد و فراوانی خشکه‌دارها نیز معکوس بود. به‌علاوه بهره‌برداری نیز بیشتر از درختان قطور و خیلی قطور صورت گرفته است. اگرچه هر چهار درجه پوسیدگی در هر دو قطعه موردبررسی شناسایی و دارای فراوانی یکسانی بودند، ولی بیشتر فراوانی روشنه‌سازها در قطعه مدیریت‌شده مربوط به کنده‌ها است که دیگر قسمت‌های درخت از عرصه خارج شده است؛ بنابراین حجم در درجات مختلف پوسیدگی بین دو قطعه موردبررسی یکسان نبوده و این مهم چرخه مواد غذایی خاک عرصه مدیریت‌شده در آینده را با مشکل روبرو خواهد کرد. بدیهی است که عدم حضور خشکه‌دارهای قطور و خیلی قطور به‌عنوان درختان زیستگاهی (Sefidi, 2018) به مقدار کافی در عرصه مدیریت‌شده نسبت به شاهد نیز از دسته مسائلی است که باید در مدیریت‌های آتی موردتوجه قرار گیرد.

نکات منفی ارائه‌شده در بالا دلیل بر نفی شیوه تک‌گزینی نیست چرا که این شیوه باید به نحو درست و نظارت مناسب اجرا شود. برای بررسی اجرای صحیح شیوه تک‌گزینی لازم است تا متغیرهای دیگری مانند زادآوری، تنوع گونه‌ای، وضعیت درختان و خاک نیز در مناطق مختلف مورد مقایسه قرار گرفته و مجموع نتایج مورد توجه قرار گیرد که این مهم در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور در حال اجرا است.

## References

- Amoli Kondori, A. R., M.R. Marvi Mohajer, M. Zobeiri, & V. Etemad, 2012. Natural regeneration of tree species in relation to gaps characteristics in natural beech stand (*Fagus orientalis* Lipsky), north of Iran,

رومانی نشان دادند که ریشه‌کن‌ها ۶۴ درصد از کل درختان روشنه‌ساز را شامل می‌شوند. تفاوت در فراوانی درختان ریشه‌کن دو پژوهش می‌تواند به دلیل اختلاف در عمق خاک، وضعیت ریشه دوانی گونه‌ها و همچنین نفوذپذیری سنگ مادری اتفاق بیافتد.

فراوانی خشکه‌دارها در قطعه شاهد (۶۵ درصد) بیشتر از دو برابر مقدار این مشخصه در قطعه مدیریت‌شده (۲۸ درصد) است. پژوهش مشابه در جنگل‌های لهستان نیز مقدار خشکه‌دارها در توده حفاظتی را بیشتر از توده‌های مدیریت‌شده نشان داده‌اند (Banas et al., 2014). خشکه‌دارها در جنگل‌های مدیریت‌شده، نشانه‌گذاری و از عرصه خارج می‌گردند.

فراوانی درختان روشنه‌ساز در هر دو قطعه موردبررسی با افزایش درجه پوسیدگی افزایش یافت. بیشتر از ۷۵ درصد روشنه‌سازها در توده‌های موردبررسی در مرحله سوم و چهارم پوسیدگی قرار داشتند. پژوهش مشابه در جنگل‌های مرکزی اسلواکی نشان داد که بیش از ۸۶ درصد از روشنه‌سازها در طبقه سه و چهار پوسیدگی قرار داشتند که تقریباً با نتایج ما مطابقت دارد.

نتایج بررسی‌های ما تاکنون نشان‌دهنده برخی اثرها مثبت و منفی در نحوه اجرای شیوه تک‌گزینی در مناطق موردبررسی است که به‌اختصار در زیر بیان می‌شود. از طرفی دو قطعه موردبررسی در مشخصه‌هایی مانند الگوی پراکنش مکانی روشنه‌ها، فراوانی روشنه‌ها در طبقه‌های مختلف سطح، تعداد درختان روشنه‌ساز در هر روشنه و همچنین فراوانی

*Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(1): 151-164. (In Persian)

- Amanzadeh, B., Kh. Sagheb-Talebi, P. Parhizkar, P. Shahinrokhshar Ahmadi, A. Moradi, H. Pourbabaei, & M. Yousefpour, 2019. Comparison of regeneration and

- diversity of herbaceous species in created and natural gaps, *Journal of Forest Research and Development*, 5(1): 153-167. (In Persian)
- Angres, V.A., Ch. Messier, M. Beaudet, & A. Leduc, 2005. Comparing composition and structure in old-growth and harvested (selection and diameter limit cuts) northern hardwood stands in Quebec, *Forest Ecology and Management*, 217: 1.275-293.
  - Anonymous, 2010. Forestry Plan of District nine in Razah Region, watershed number 9 Rasht, *Natural Resources Office, Shafarood, Guilan Province, Iran*, 450 pp. (In Persian)
  - Banas, J., L. Bujoczek, S. Zieba, & M. Drozd, 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., J. Mohammadi, Sh. Shataei, & S.H. Mosavinejad, 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*, B 39: 193-195.
  - Bihanta, M.R. & M.A. Zare Chahouki, 2008. Principles of statistics for the natural resources science, *University of Tehran Press*, 300 pp. (In Persian)
  - Bottero, A., M. Garbarino, V. Dukic', Z. Govedar, E. Lingua, T.A. Nagel, & R. Motta, 2011. Gap-phase dynamics in the old-growth forest of Lom, Bosnia and Herzegovina, *Silva Fenna*, 45: 875-887.
  - Chauhan, D.S., C.S. Dhanai, B. Singh, S. Chauhan, N.P. Todaria, & M.A. Khalid, 2008. Regeneration and tree diversity in natural and planted forests in a Terai-Bhabhar forest in Katarniaghat Wildlife Sanctuary, India, *Tropical Ecology*. 49: 1. 53-67.
  - Cressie, N.A.C, 1993. Statistics for spatial data, *Wiley*, New York, 900p.
  - Dale, M.R., 1999. Spatial pattern analysis in plant ecology. *Cambridge University Press*, Cambridge, 326p.
  - Denslow, J.S., 1987. Tropical rain-forest gaps and tree species-diversity, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 431-451.
  - Drößler, L. & B. von Lüpke, 2005. Canopy gaps in two virgin forest reserves in Slovakia, *Journal of Forest Science*, 51: 446-457.
  - Emborg, j., M. Christensen, & J. Heilmann-Clausen, 2000. The structure of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark, *Forest Ecology and Management*, 126: 173-189.
  - Feldmann, E., L. Drößler, M. Hauck, S. Kucbel, V. Pichler, & Ch. Leuschner, 2018. Canopy gap dynamics and tree understory release in a virgin beech forest, *Slovakian Carpathians, Forest Ecology and Management*, 415: 38-46.
  - Gálhidy L, B. Mihók, A. Hagyó, K. Rajkal, & T. Standovár, 2006. Effects of gap size and associated changes in light and soil moisture on the understory vegetation of a Hungarian beech forest, *Plant Ecology*, 183: 133-145.
  - Gauthier, M.M., S. Bédard, & F. Guillemette, 2018. Comparing structural attributes in uneven-aged managed and unmanaged sugar maple stands, *Forestry*, 92(1): 62-72.
  - Hemmati, A., B. Amanzadeh, Z. Syahipour, B. Khanjani, & A. Akbarzade, 2003. Preliminary results of species trials Asalem Forests, the world most important species of coniferous, *Iranian Forests and Poplar Research*, 8: 87-123. (In Persian)
  - Hu, L. & J. Zhu, 2009. Determination of the tridimensional shape of canopy gaps using two hemispherical photographs, *Agricultural and Forest Meteorology*, 149: 862-872.
  - Karami, A., J. Feghhi, M.R. Marvie Mohajer, & M. Namiranian, 2012. Investigation on the spatial pattern of regeneration patches in natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests (Case study: Gorazbon District, Kheyroud forest), *Iranian Journal of Forest*, 4(1): 77-87. (In Persian)
  - Khodaverdi, S., M. Amiri, D. Kartoolinejad, & J. Mohammadi. Characteristics of canopy gap in a broad-leave 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., M. Tabari Kouchaksaraei, O. Esmailzadeh, & S. J. Alavi, 2017. Gap Characteristics and Disturbance Regime in an Intact Hyrcanian Oriental Beech Forest,

- Iran, *Austrian Journal of Forest Science*, 4: 323-346.
- Kucbel, S., P. Jaloviar, M. Saniga, J. Vencurik, & V. Klimaš, 2010. Canopy gaps in an old-growth fir-beech forest remnant of Western Carpathians, *European Journal of Forest Research*, 129(3), 249-259.
  - Legendre, P. & M.J. Fortin, 1989. Spatial pattern and ecological analysis, *Vegetation*, 80: 107-138.
  - Lowman, M. D. & H.B. Rinker, 2004. Forest Canopies. *Elsevier Academic Press*, 544 p.
  - Mataji, A., S. Babaie Kafaki, H. Safaee, & H. Kiadaliri, 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)
  - Mihók, B., L. Gálhidy, K. Kenderes, & T. Standovár, 2007. Gap Regeneration Patterns in a Semi-natural Beech Forest Stand in Hungary, *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 3: 31-45.
  - Mohammadi, J., Sh. Shataee, H. Habashi, & M. Amiri, 2008. The effect of shelter wood logging on the diversity of tree species in the Loveh's Forest, Gorgan, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 16: 2.241-250. (In Persian)
  - Mohammadi, J., Sh. Shataee, & M. Namiranian, 2014. Comparison of quantitative and qualitative characteristics of forests structure in natural managed and unmanaged forest stands (Case study: Shast Kalate forests of Gorgan), Gorgan, *Journal of Wood and Forest Science and Technology*. 21: 1.65-83. (In Persian)
  - Mohammadi, L., M.R. Marvie Mohadjer, V. Etemad, & Q. Sefidi, 2014. Quantitative characteristics of regeneration in natural and tree fall canopy gaps in the mixed beech stands, Northern Iran (Case Study: Namkhaneh district, Kheyroud Forest), *Iranian Journal of Forest*. 6(4): 457-470. (In Persian)
  - Mountford, E.P., P.S. Savill, & D.P. Bebbler, 2006. Patterns of regeneration and ground vegetation associated with canopy gaps in a managed beech wood in southern England, *Forestry*, 79: 389-408.
  - Müller-Using S. & N. Bartsch, 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.
  - Naaf, T. & M. Wulf, 2007. Effects of gap size, light and herbivory on the herb layer vegetation in the European beech forest gaps, *Forest Ecology and Management*, 244: 141-149.
  - Nagel, T.A. & M. Svoboda, 2008. Gap disturbance regime in an old-growth Fagus-Abies forest in the Dinaric Mountains, Bosnia-Herzegovina, *Canadian Journal of Forest Research*, 38: 2728-2737.
  - Nicholas, J.B., L.P. Oliver, C.O. Robert, & C.H. Keith, 2008. Impacts of selective logging on tree diversity across a rainforest landscape: the importance of spatial scale, *Landscape Ecology*, 23: 915-929.
  - Parhizkar, P., Kh. sagheb-talebi, A. Mataji, R.D. Nyland, & M. Namiranian, 2011. Silvicultural characteristics of oriental beech (*Fagus orientalis* lipsky) regeneration under different rli and positions within gaps, *Forestry*, 84: 177-185.
  - Parhizkar, P., Kh. sagheb-talebi, Y. Shahini, & M. Teimouri, 2017. Introduction of suitable species for planting in gaps of different size (case study: Loveh forest, Golestan, Iran), *Journal of Forest science*, 63(1): 9-15.
  - Petritan, A.M., R.S. Nuske, I.C. Petritan, & N.C. Tudose, 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.
  - Runkle, J.R., 1981. Gap regeneration in some old-growth forests of the Eastern United States, *Ecology*, 62: 1041-1051.
  - Ritter, E., L. Dalsgaard, & K.S. Einhorn, 2005. Light, temperature and soil moisture regimes following gap formation in a Semi-natural beech-dominant forest in Denmark, *Forest Ecology and Management*, 206: 15-33.
  - Rutten, G., A. Ensslin, A. Hemp, & M. Fischer, 2015. Forest structure and composition of previously selectively logged and non-logged montane forests at Mt. Kilimanjaro, *Forest Ecology and Management*. 337: 61-66.
  - Sagheb-Talebi, K., B. Delfan Abazari, & M. Namiranian, 2005. Regeneration process in natural uneven-aged Caspian beech forests

- of Iran, *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 156: 477–480.
- Schütz, J.P., 1990. Sylvicultur 1. Principles of forest education, Montreux, *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, 243 p. (In French)
  - Sefidi, K., M.R. Marvie Mohadjer, M.R. Mosandl, & C.A. Copenheaver, 2011. Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran, *Forest Ecology and Management*, 262: 1094–1099.
  - 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 Research*, 26(3): 331-343. (In Persian)
  - Shahnavaizi, H., Kh. Sagheb-Talebi, & Gh. Zahedi-Amiri, 2005. Qualitative and quantitative evaluation of natural regeneration in gaps within beech (*Fagus orientalis*) stands of Caspian region, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 13(2): 141-154. (In Persian)
  - Sitzia, T., G. Trentanovi, M. Dainese, G. Gobbo, E. Lingua, & M. Sommacal, 2012. Stand structure and plant species diversity in managed and abandoned silver fir mature woodlands, *Forest Ecology and Management*, 270: 1.232-238.
  - Taati, S., R. Rahmani, Kh. Sagheb-Talebi, M. Matinizadeh, & H. Habashi, 2015. Influence of gap creation on soil enzymes activity in an oriental beech stand (Case study: Langa control plot), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(2): 332-341. (In Persian)
  - Weber, T.A., J.L. Hart, C.J. Schweitzer, & D.C. Dey, 2014. Influence of gap-scale disturbance on developmental and successional pathways in *Quercus-Pinus* stands, *Forest Ecology and Management*, 331: 60–70.
  - Yamamoto, S.I., 1989. Gap dynamics in climax *Fagus-Crenata* Forests, *Botanical Magazine-Tokyo*, 102: 93–114.
  - Zenner, E. and J.E. Peck, 2009. Characterizing structural conditions in mature managed red pine: spatial dependency of metrics and adequacy of plot size, *Forest Ecology and Management*, 257: 320-311.

## Effect of single tree selection system on some of the canopy gap characteristics within Shafaroud beech forests

P. Parhizkar<sup>\*1</sup>, B. Amanzadeh<sup>2</sup>, M. Hassani<sup>3</sup> and M. H. Sadeghzadeh Hallaj<sup>4</sup>

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- Assistant Professor, Research Division of Natural Resources, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Rasht, I. R. Iran. (b.Amanzad@yahoo.com)

3- Research Expert, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran. (hassani@rifr-ac.ir)

4- Research Expert, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I. R. Iran. (h\_sadeqzade@outlook.com)

Received: 29.01.2019

Accepted: 04.06.2019

### Abstract

This research was carried out in an unmanaged (934) and a managed (923) compartments of the Shafaroud region of northern old-growth beech forests of Iran. Gap characteristics such as gap area, gap fraction, gap frequency per hectare, DBH of gapmakers, frequency of gapmakers per gap and decay class of gapmakers were measured. Results showed that gap fraction of managed and unmanaged gaps were 13.5% and 9.06%, respectively. There were significant differences in frequency distributions of gap areas, DBH and gapmaker per gap between two study sites. Spatial pattern of gaps was random for both areas in 25m radius and beyond this distance aggregate pattern was determined. Based on this research, decrease of number of gap per hectare and increase of dead wood frequency and volume should be implemented in the next management practices.

**Keywords:** Close-to-nature silviculture, Dead wood, Decay class, Gapmaker.

---

\* Corresponding author

Tel: +982144787285