دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

ساختار روشنه‌ها و ارتباط آن با وضعیت زادآوری در جنگل‌های راش منطقه هفت‌خال ساری

رمضانعلی اکبری مزدی[۱]، اسداله متاجی[۲] و اصغر فلاح[۳]

۱- دانشجوی دکتری واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- استاد واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسوول: amataji@srbiau.ac.ir)
۳- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۳
صفحه: ۱۹۶ تا ۲۰۹

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: مطالعه و ارزیابی ساختار روشنه‌ها باعث ایجاد درک صحیحی از روند پویایی توده جنگلی و همچنین آشفتگی‌های طبیعی می‌شود که نقش مهمی در آینده مدیریتی بوم‌سازگان جنگل دارد. مطالعه حاضر به بررسی ارتباط ساختار روشنه‌ها با زادآوری در راشستان طبیعی جنگل هفتخال استان مازندران می‌پردازد.

مواد و روش‌ها: بدین‌منظور ابتدا با جنگل گردشی، تمام روشنه‌های موجود در سطح منطقه شناسایی و ثبت شد. سپس روشنه‌ها در سه کلاسه کوچک (کمتر از ۳۰۰ مترمربع)، متوسط (۳۰۰ تا ۶۰۰ مترمربع) و بزرگ (بیشتر از ۶۰۰ مترمربع) کلاسه‌بندی و خصوصیات ساختاری روشنه از جمله فراوانی، شکل و مساحت محاسبه شد. مشخصه‌های قطر یقه، ارتفاع، نوع گونه، فراوانی نهال‌ها به تفکیک مراحل رویشی برای همه زادآوری‌ها در هر روشنه ثبت شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ۳/۶۵ درصد منطقه مورد مطالعه را روشنه تشکیل می‌دهد. از نظر سطح، ۸۵ درصد روشنه‌ها در کلاسه‌های کوچک و متوسط بود. ارتباط مساحت با محیط روشنه‌ها و همچنین بررسی شاخص کشیدگی میلر نشان داد که روشنه‌ها اکثرا دارای شکل بیضوی در روشنه‌های کوچک تا شکل دایره‌ای در روشنه‌های بزرگ هستند، به‌طوری‌که مقدار شاخص کشیدگی میلر در روشنه‌های کوچک، متوسط و بزرگ، به ترتیب ۰/۴۲، ۰/۵۹ و ۰/۸۶ بود. در بررسی مشخصه‌های تجدید حیات، ۸۵ درصد زادآوری‌های موجود در روشنه‌ها مربوط به گونه راش بود. بیش‌ترین فراوانی زادآوری‌ها در مرحله رویشی خال با قطر کمتر از ۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۴ تا ۸ متر بودند که شروع رقابت برای نور، مهم‌ترین عامل در این مرحله است. همچنین مقایسات نشان داد فراوانی، رشد قطری و رشد ارتفاعی زادآوری‌ها با افزایش سطح روشنه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و دلیل آن نیازهای بوم‌شناختی به‌ویژه سایه‌پسندی زادآوری‌های گونه راش است که روشنه‌های کوچک این شرایط را مهیا ساخته است.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر این است که روشنه‌های کوچک‌تر از ۶۰۰ مترمربع (روشنه های کوچک و متوسط) از شرایط مناسب‌تری برخوردارند و در مدیریت جنگل باید تا حد ممکن از ایجاد روشنه‌های بزرگ‌تر از ۶۰۰ مترمربع اجتناب شود. نتایج مقاله حاضر مدیریت جنگل را در اجرای بهتر و قابل اعتماد برنامه‌ریزی‌ها همراه با حفظ پایداری بوم‌سازگان‌های جنگلی و همچنین منافع اقتصادی و اجتماعی آن یاری می‌کند.

واژه‌های کلیدی: راش، زادآوری، ساختار روشنه، مدیریت جنگل

مقدمه

جنگل‌ها به عنوان یک بوم‌سازگان پویا در معرض تغییرات مداوم هستند (۲،۱۰). آشفتگی‌های طبیعی به دفعات در بوم‌سازگان جنگل اتفاق می‌افتد و به صورت مستقیم و غیر مستقیم موجب تغییر محیط، پوشش گیاهی، ساختار جوامع و فرآیندهای آن می‌شود (۱۸،۲۹). از جمله آشفتگی‌های تأثیرگذار در ادامه روند توالی جنگل، آشفتگی‌هایی است که در نتیجه کنش و واکنش‌های زیستی همچون بادافتادگی، رانش و نزولات آسمانی به وجود می‌آید و در نهایت منجر به ایجاد خشکه‌دارها می‌شوند (۴۳). خشکه‌دارها درختان خشک شده و پوسیده‌ی سرپا یا افتاده‌ای هستند (۱۹) که حذف تدریجی بخشی از تاج‌پوشش در پی داشته و فضایی خالی در توده جنگلی تحت عنوان روشنه را به وجود می‌آورند. روشنه‌های حاصل از خشکه‌دارها با ایجاد محیطی متفاوت از نظر شرایط بوم‌شناختی به ویژه نور علاوه بر تحریک بذردهی درختان حاشیه و بالا بردن ظرفیت نگهداری آب، با شرکت در چرخه مواد غذایی، محیط مساعدتری برای جوانه زدن بذرها و رویش نهال‌ها فراهم می‌کنند (۱۱). شدت نور ورودی به روشنه ارتباط مستقیمی با مساحت روشنه‌ی ایجاد شده دارد، به‌طوری‌که با افزایش سطح روشنه شدت نور داخل روشنه افزایش می‌یابد و در نتیجه درصد بیشتری از بذرهای درختان نورپسند و نیمه نورپسند سبز می‌شوند، به مرحله نهال می‌رسند و از تعداد و تنوع نهال‌های سایه‌پسندی که برای بقای جنگل مفید هستند کاسته می‌شود و ممکن است تیپ جنگل به سمت گونه فرعی و نورپسند هدایت شود (۱۳). مطالعات متعدد نشان می دهد که زادآوری در روشنه‌های کوچک تا متوسط از کمیت و کیفیت بالاتری برخوردارند و این موضوع برای گونه‌های سایه‌پسندی همچون راش از اهمیت بیشتری برخوردار است (۳۹،۳). بازشدگی زیاد تاج‌پوشش و به دنبال آن افزایش تبخیر، میزان رطوبت را تا حد بالایی کاهش می‌دهد و سبب ایجاد تنش خشکی در بذر و نهال گونه‌ها می‌شود که در نهایت میزان تولید نهال را کاهش می‌دهد (۲۳). موسوی و همکاران (۲۱) به منظور یافتن مناسب‌ترین اندازه سطح روشنه برای بهبود وضعیت زادآوری راش در جنگل سری یک طرح جنگلداری شوراب گلبند به این نتیجه رسیدند که نهال‌های راش ایجاد شده در روشنه‌های کوچک دارای خصوصیات کمی و کیفی مطلوب‌تری هستند. طبق تحقیقات انجام شده در مورد نهال‌های راش این موضوع تایید شده که راش به عنوان یک گونه‌ی سایه‌پسند با قرارگیری در روشنه‌هایی با سطوح کوچک‌تر، از شرایط خاکی و نوری مساعدتری برخوردار می‌شود (۱۶). بنابراین، میزان نور نسبی ورودی به دنبال تغییر اندازه روشنه تأثیر زیادی بر رشد و استقرار گونه‌ها دارد (۵). رطوبت و دما مهم‌ترین تاثیر در پوسیدگی خشکه‌دارها را دارند (۳۰) و کیفیت خشکه‌دارها و

درجه پوسیدگی آن‌ها نیز نقش مهمی در استقرار نهال‌ها دارد، به‌طوری که بیش‌ترین میزان استقرار نهال در اطراف خشکه‌دارهای با درجه پوسیدگی زیاد مشاهده می‌شود (۲۰). تحقیقات انجام گرفته در جنگل‌های شمال ایران نشان داده است که نه تنها فراوانی زادآوری در اطراف خشکه‌دارها (۱۵،۱۷) بلکه تنوع و غنای گونه‌ای زادآوری استقرار یافته در اطراف خشکه‌دارها نیز بیش‌تر از نقاط مجاور است (۳۳). سفیدی و همکاران (۲۸) نشان دادند که در یک جنگل آمیخته راش و ممرز تعداد نهال‌های راش و ممرز در اطراف خشکه‌دارها بیشتر از درختان سالم است. کیاسری و رحمانی (۱۷) نیز تأثیر خشکه‌دارها بر فراوانی زادآوری در سری جمال الدین کلا مازندران را بررسی کردند، نتایج نشان داد که در توده‌های نیمه انبوه فراوانی تجدیدحیات راش در مجاورت خشکه‌دارها بیش از نهال‌های راش مستقر در مجاورت درختان سالم است. زیرا خشکه‌دارها با ایجاد روشنه در تاج پوشش و همچنین حفظ رطوبت در سطوح کوچک و دارا بودن مواد غذایی، آثار قابل توجهی در استقرار نهال‌های جنگلی دارند. بنابراین با توجه به اهمیتی که روشنه‌های ایجاد شده توسط خشکه‌دارها در استقرار زادآوری در جنگل دارند مطالعه حاضر به بررسی ساختار روشنه ها و وضعیت زادآوری در آنها در توده‌های راش منطقه هفتخال ساری پرداخته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه قطعه ۱ سری ۱ و قطعه ۱۲ سری ۴ بخش ۱ طرح جنگلداری هفتخال واقع در حوزه جغرافیایی شهرستان ساری در استان مازندران است (شکل ۱). این منطقه با مساحت ۵۰ هکتار در حوزه آبخیز ۶۹ جنگل‌های شمال کشور و موقعیت جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و ۵۳ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۳ درجه ۴۸ دقیقه واقع شده است. رطوبت نسبی هوا بین ۷۸ تا ۸۴ درصد در نوسان است که بیش‌ترین آن در شهریور ماه و کم‌ترین آن در اسفند و فروردین ماه است. ریزش باران در تمام ماه‌های سال وجود دارد که مقدار آن در ماه‌های مختلف متفاوت است. بیش‌ترین مقدار بارندگی مربوط به آبان ماه به میزان ۶۴ میلی‌متر و کم‌ترین آن در خرداد ماه به میزان ۳۸/۲ میلی‌متر است. منشأ خاک منطقه مورد مطالعه از سنگ‌های آهکی، آهک–مارنی و آهک–دولومیتی تشکیل یافته است. عمده تیپ فعلی تشکیل‌دهنده این سری از راش می‌باشد (حدود ۹۸ درصد). همچنین به دلیل اینکه عمده جهت دامنه این سری شمالی می‌باشد. موفقیت در زادآوری و رویش گونه راش را نیز با درصد بیشتری امکان پذیر ساخته است (۳۴).

روش کار

ابتدا با یک جنگل گردشی تمام روشنه‌های موجود در سطح منطقه شناسایی و تمام اطلاعات شامل مختصات، شیب، جهت، ارتفاع، مختصات گونه‌های روشنه‌ساز و پیرامونی ثبت شدند. برای محاسبه و تعیین مساحت روشنه‌ها از رابطه مثلث‌بندی استفاده شد (۷). باید خاطرنشان کرد که روش‌های دیگری نیز برای تعیین مساحت روشنه از جمله روش بیضی رانکل ۱۹۸۱ (محورهای بزرگ طولی و عرضی عمود برهم و تعیین مساحت بیضی)، روش هشت گوشه‌ای بروکا ۱۹۸۲و روش شانزده گوشه‌ای گرین ۱۹۹۶ نیز وجود دارد که به دلیل دقت بالا، خطای معیار کمتر و عدم نیاز به تعیین مرکز روشنه از روش مثلث‌ها بهره گرفته شده است. به‌طوری که ابتدا چندضلعی روشنه به مثلث‌هایی تقیسم شد و با استفاده از روابط مثلثاتی و رابطه‌های شماره یک، دو و سه، در ابتدا مساحت هر مثلث و سپس مساحت هر روشنه با مجموع مساحت مثلث‌ها تعیین شد.

رابطه (۱) $A=[p(p-a)(p-b)(p-c)]^{0.5}$

در این رابطه A مساحت مثلث، a، b و c سه ضلع مثلث و p از رابطه شماره دو محاسبه می‌شود.

رابطه (۲) $p= (a + b + c) / 2$

رابطه (۳) $A_{gap}= A_1 + A_2 + A_3 + \dots . A_n$

که در آن A_{gap} مساحت روشنه، A_1 مساحت مثلث اول و A_n مساحت مثلث nام است. کلاسه‌بندی مساحت روشنه‌ها در مطالعات مختلف با توجه به نوع مطالعه، شرایط رویشگاهی، وضعیت توده و نوع گونه مورد مطالعه بسیار متفاوت بوده است (۲۲،۲۶). به‌همین دلیل پس از تعیین مساحت روشنه‌ها، با توجه به کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین مساحت روشنه و همچنین فراوانی آن‌ها، روشنه‌ها به سه کلاسه کوچک (کمتر از ۳۰۰ مترمربع)، متوسط (۳۰۰ تا ۶۰۰ مترمربع) و بزرگ (بیشتر از ۶۰۰ مترمربع) کلاسه‌بندی شدند. در بسیاری از مطالعات برای تعیین شکل روشنه از نسبت قطر بزرگ به قطر کوچک استفاده شده است که مقدار یک نشان‌دهنده شکل دایره‌ای و مقادیر بزرگ‌تر از یک نشان‌دهنده شکل بیضوی روشنه است. اما در مطالعه حاضر به دلیل استفاده از روش مثلث‌بندی در تعیین مساحت روشنه، برای تعیین شکل روشنه از شاخص کشیدگی میلر استفاده شد و از رابطه شماره چهار محاسبه شد (۱).

رابطه (۴) $S = (A_{gap} * 12.57) / P$

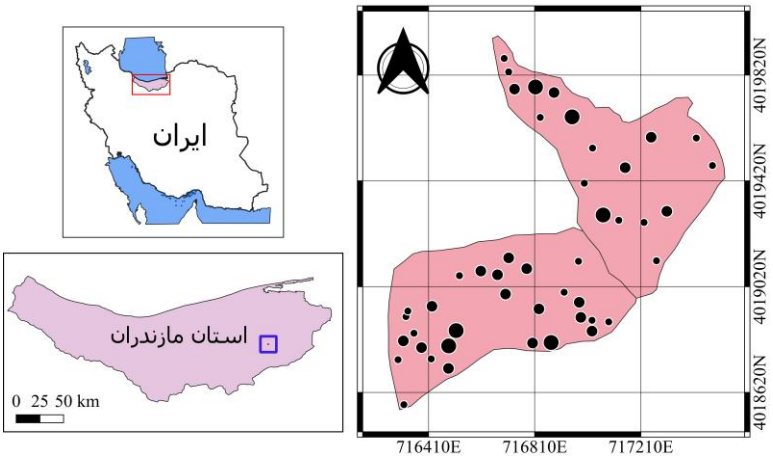
که در آن S شاخص میلر، A مساحت روشنه و P محیط روشنه است و مقدار به دست آمده بین صفر و یک متغیر می‌باشد، به صورتی که هرچه مقدار حاصل شده به یک نزدیک‌تر باشد شکل روشنه به دایره نزدیک‌تر و هرچه به صفر میل کند شکل روشنه کشیده‌تر خواهد بود (۱). همچنین به‌منظور تعیین جهت روشنه‌ها، بلندترین محور به‌عنوان جهت روشنه در نظر گرفته شد.

مشخصه‌های نهال شامل نوع گونه، قطر یقه (میلی‌متر)، ارتفاع (سانتی‌متر)، فراوانی آن‌ها به تفکیک مراحل رویشی، در هر روشنه ثبت شد. داده‌ها در نرم‌افزار Excel سازمان‌دهی و ذخیره شد. توزیع نرمال داده‌ها با آزمون کولموگروف–اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون بررسی شد. برای بررسی و تعیین ارتباط بین مساحت و محیط روشنه از مدل توانی و برای بررسی ارتباط بین قطر یقه و ارتفاع زادآوری‌ها در کلاسه‌های سطح از مدل خطی استفاده شد. همچنین برای مقایسه قطر خشکه‌دار، شاخص کشیدگی میلر، قطر یقه و ارتفاع زادآوری‌ها در کلاسه‌های مختلف سطح روشنه از آنالیز واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از

آزمون دانکن استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری تحقیق حاضر با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که ۳/۶۵ درصد از کل منطقه جنگلی مورد مطالعه را روشنه ها تشکیل می‌دهند (جدول ۱). در مطالعه حاضر ۴۷ روشنه ثبت شد که ۴۵ درصد در کلاسه کوچک، ۴۰ درصد در کلاسه متوسط و ۱۵ درصد در کلاسه بزرگ مساحت روشنه می‌باشند (شکل ۲). همچنین بیش‌ترین میانگین قطر خشکه‌دار روشنه‌ها مربوط به کلاسه متوسط روشنه است و اختلاف معنی‌داری بین کلاسه‌های مختلف سطح روشنه وجود دارد (جدول ۲، شکل ۲). ارتباط بین مساحت و محیط روشنه‌ها با استفاده از مدل توانی ارتباط بسیار خوب و ضریب تبیین ۰/۹۵ را نشان داد (شکل ۳).



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه در استان مازندران، ایران (دایره‌های مشکی نشان‌دهنده پراکندگی روشنه‌ها به‌صورت شماتیک است)
Figure 1. Study area in Mazandaran province, Iran (The black circles indicate the schematic scatter of the gaps)

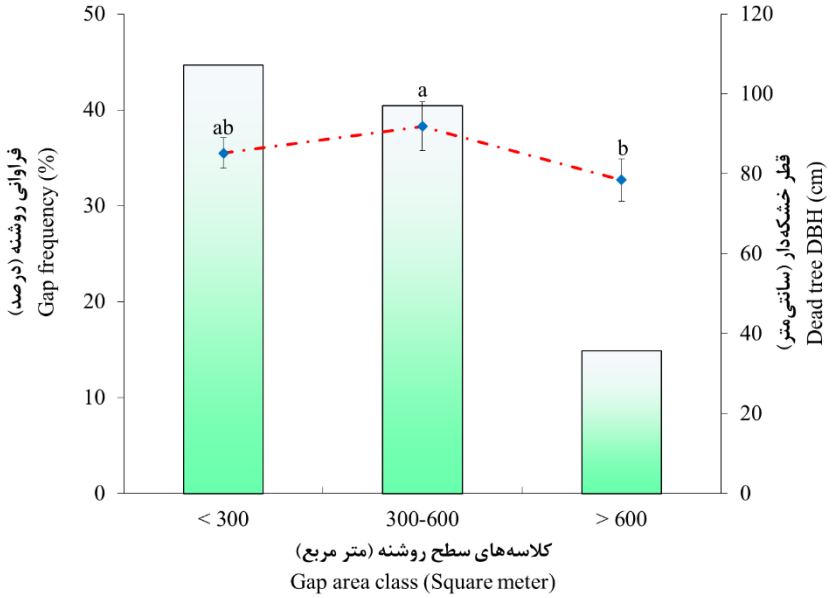
جدول ۱- میانگین (±انحراف معیار) مساحت روشنه‌های طبیعی در منطقه مورد مطالعه
Table 1. Mean (±SD) area of natural gaps in the study area

کلاس روشنه	میانگین (±انحراف معیار)
کوچک	۱۹۹/۶±۶۱/۶ m^2
متوسط	۴۰۰/۴±۷۶/۲ m^2
بزرگ	۹۲۰/۴±۲۸۳/۹ m^2
نسبت مساحت روشنه‌ها به مساحت جنگل	۳/۶۵%

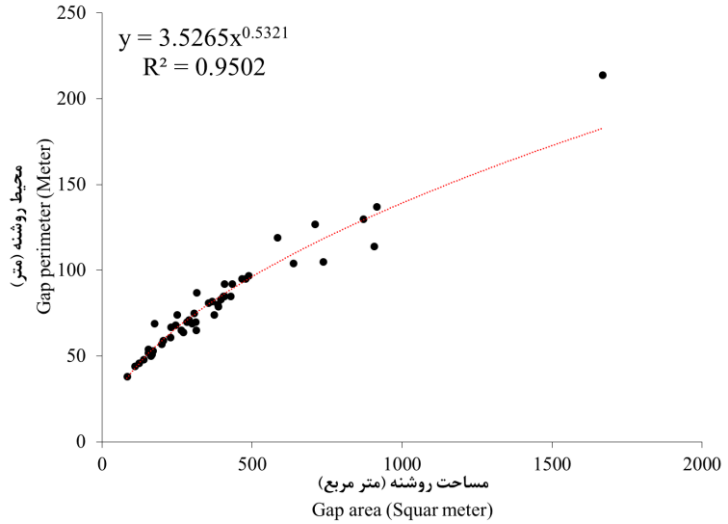
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس قطر خشکه‌دار در کلاسه‌های سطح روشنه
Table 2. Variance analysis of diameter of dead trees in different gap area classes

متغیر مورد بررسی	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	Sig.
قطر خشکه‌دار	بین گروهی	۱۲۹۳/۳۷	۲	۶۴۶/۶۸	۱/۴۱۹	*۰/۰۳۸
	درون گروهی	۲۳۶۹۲/۲۷	۵۲	۴۵۵/۶۲		
	کل	۲۴۹۸۵/۶۴	۵۴			

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵



شکل ۲- فراوانی (درصد) روشنه‌ها و میانگین قطر خشکه‌دار در کلاسه‌های سطح روشنه (سطح معنی‌داری ۰/۰۵)
Figure 2. Frequency (percentage) of the gaps and mean diameter of dead trees in different gap area classes (0.05 significance level)

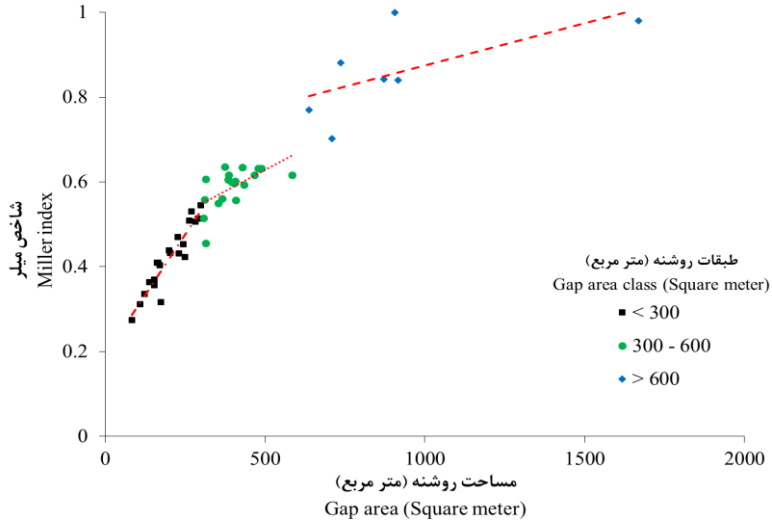


شکل ۳- ارتباط بین مساحت و محیط روشنه‌ها در منطقه مورد مطالعه
Figure 3. Relationship between gaps area and perimeter in the study area

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که مساحت روشنه تاجی تاثیر زیادی در برنامه‌های جنگل دارد، به‌طوری که سطح زیاد روشنه، باعث ورود گیاهان نورپسند مثل تمشک و سرخس شده و مانع از رویش نهال‌ها در سطح روشنه می‌شود. این موضوع باعث می‌شود تا مدیریت جنگل به‌منظور حمایت و کمک به استقرار زادآوری عملیات آزاد کردن و پاک کردن را در دوره‌های متفاوت انجام دهد. از طرفی مطالعاتی نیز بیان کرده‌اند که در سطوح کوچک روشنه، فراوانی زادآوری بیشتر و تراکم گونه‌های مزاحم بسیار کمتر است (۶). در مطالعه حاضر حداقل و حداکثر مساحت روشنه به‌ترتیب ۸۳ و ۱۶۶۸ مترمربع بود. حداقل و حداکثر مساحت روشنه تاجی می‌تواند به عواملی همچون سن و اندازه تاج درخت خشکه‌دار، شرایط توپوگرافی منطقه، نوع گونه، تراکم توده جنگلی، نوع خاک و زهکشی آن و حوادث طبیعی مثل طوفان بستگی داشته باشد (۳۵)، به‌طوری که یاماموتو (۳۷) در جنگل‌های ژاپن حداقل مساحت روشنه را ۱۰ مترمربع اندازه‌گیری کرده بود. در مطالعه هوث و وانگر (۱۲) دامنه مساحت روشنه بین ۲۵ تا ۱۱۲۷ مترمربع بیان شده است. آملی کندری و همکاران (۵) در مطالعه خود در جنگل خیرود کنار حداقل مساحت روشنه را ۸/۵ مترمربع و حداکثر آن را ۱۰۹۹ مترمربع اندازه‌گیری کردند و بیان کردند که پنج درصد سطح منطقه مورد مطالعه را روشنه تشکیل می‌دهد. خداوردی و همکاران (۱۴) در تحقیق خود این نسبت را ۵/۴ درصد محاسبه کردند. همچنین امیری و همکاران (۴) در جنگل‌های اسالم گیلان مقدار ۴ تا ۶/۳ درصد را بیان

کردند. به‌طور کلی در مطالعات مختلفی که در جنگل‌های پهن‌برگ هیرکانی انجام شده است نسبت سطح روشنه به کل جنگل را بین ۴ تا ۹/۳ بیان کرده‌اند (۱۴). در مطالعه حاضر حداقل مساحت روشنه ۲۰ مترمربع در نظر گرفته شد. بیش از نیمی از درختان روشنه‌ساز، باد افتاده و ریشه‌کن شده بودند، همچنین وجود روشنه بسیار بزرگ با مساحت ۱۶۶۸ مترمربع می‌تواند بیان‌کننده بروز آشفتگی‌های پیوسته در مقیاس کوچک باشد چرا که سفیدی و همکاران (۲۷) روشنه‌های طبیعی با مساحت بیش از ۷۵۰ مترمربع را در توده راش نادر می‌دانند. همچنین احتمال می‌رود این سطح بزرگ در نتیجه تعداد بیش از یک روشنه تشکیل شده باشد اما به دلیل نبود تاریخچه تشکیل روشنه‌ها، به‌صورت یک روشنه در نظر گرفته شده است.

بررسی روند تغییرات شاخص کشیدگی میلر با تغییر سطح روشنه نشان می‌دهد که با افزایش مساحت روشنه مقدار این شاخص افزایش می‌یابد و در نتیجه شکل روشنه از بیضی به دایره نزدیک می‌شود (شکل ۴). همچنین اختلاف معنی‌داری بین سه کلاسه مساحت روشنه از نظر شاخص کشیدگی میلر وجود داشت (جدول ۳)، به‌طوری که مقدار آن در کلاسه‌های کوچک، متوسط و بزرگ مساحت روشنه به‌ترتیب ۰/۴۲، ۰/۵۹ و ۰/۸۶ بود (شکل ۵). عباسی (۱) در مطالعه خود با بررسی شکل روشنه‌ها در جنگل آموزشی و پژوهشی شصت کلا در گرگان بیان کردند که اختلاف معنی‌داری در مقادیر شاخص کشیدگی میلر بین کلاسه‌های مساحت روشنه‌های وجود ندارد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد و علت آن را می‌توان تفاوت در تیپ جنگلی و گونه اصلی دو منطقه دانست به‌طوری که در بررسی آن‌ها گونه‌های اصلی انجیلی و ممرز بوده است. به‌طور کلی با نزدیک شدن شکل روشنه به دایره، تشعشات نوری و در نتیجه درجه حرارت در روشنه افزایش می‌یابد و بر میکروکلیما تاثیر می‌گذارد.

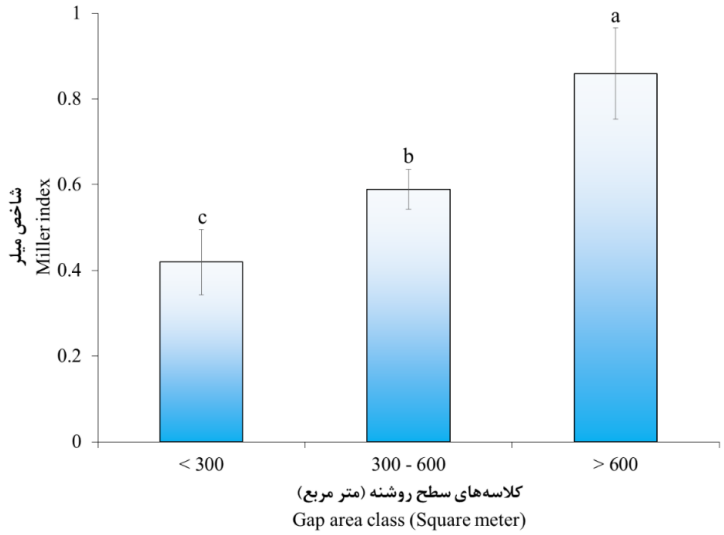


شکل ۴- روند تغییرات شاخص کشیدگی میلر در کلاسه‌های مساحت روشنه
Figure 4. Trends of Miller elongation index in the gap area classes

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس شاخص کشیدگی میلر در کلاسه‌های سطح روشنه
Table 3. Variance analysis of Miller elongation index in different gap area classes

متغیر مورد بررسی	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	Sig.
شاخص کشیدگی میلر	بین گروهی	۱/۰۵۶	۲	۰/۵۲۸	۱۰۳/۸۸۴	۰/۰۲۶*
	درون گروهی	۰/۲۲۴	۴۴	۰/۰۰۵		
	کل	۱/۲۸۰	۴۶			

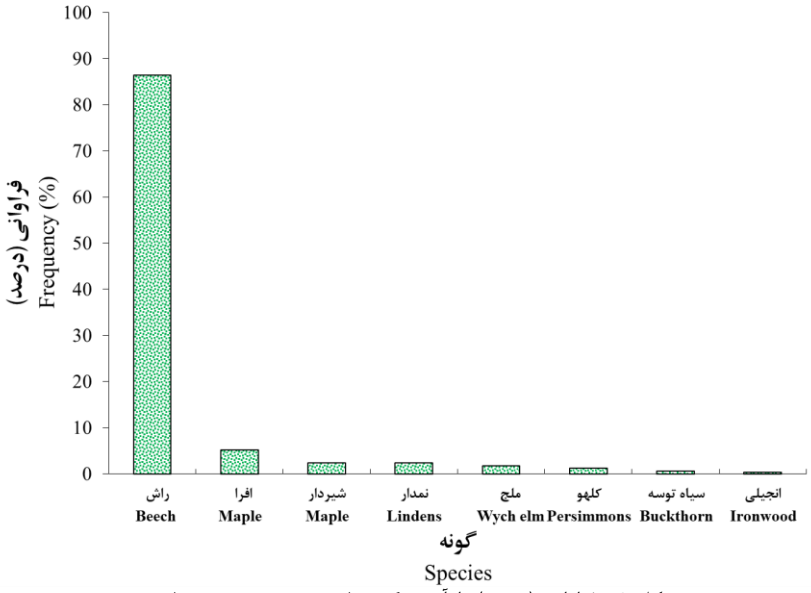
*: اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵



شکل ۵- مقایسه مقادیر شاخص کشیدگی میلر در کلاسه‌های سطح روشنه (سطح معنی‌داری ۰/۰۵)
Figure 5. Compares the miller elongation index values in the gap area classes (0.05 significance level)

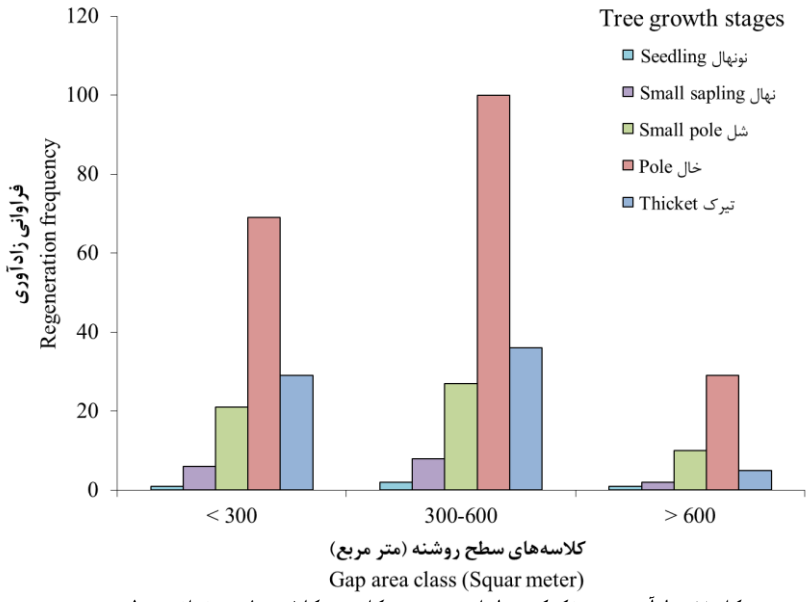
تعداد کل زادآوری‌های ثبت شده ۳۴۶ اصله بود که از این تعداد ۸۵ درصد متعلق به گونه راش بود (شکل ۶). پس از آن به ترتیب زادآوری گونه‌های افرا، شیردار، نمدار، ملج، کلهو، سیاه توسه و انجیلی مشاهده شد. در کلاسه‌های کوچک، متوسط و بزرگ روشنه به ترتیب ۱۲۶، ۱۷۳ و ۴۷ پایه زادآوری مشاهده شد که بیش‌ترین تعداد آن‌ها در همه کلاسه ها در مرحله رویشی خال قرار داشتند (شکل ۷). فراوانی زادآوری‌ها به تفکیک کلاسه‌های قطری و ارتفاعی در کلاسه‌های مختلف سطح روشنه در شکل‌های ۸ و ۹ نشان داده شده است. با توجه به تیپ درختی منطقه مورد مطالعه در ۹۴/۶ درصد روشنه‌ها، راش گونه روشنه‌ساز بوده است و همین موضوع نیز دلیلی بر زادآوری گونه راش با بیش از ۸۵ درصد است. از سوی دیگر باز شدن تاج‌پوشش در نتیجه حذف درختان باعث ایجاد محیطی متفاوت از نظر شرایط بوم‌شناختی می‌شود که بر رویش جوامع گیاهی زیرآشکوب تأثیر می‌گذارد (۱۸). میکروکلیمای ایجاد شده در روشنه نرخ رشد زادآوری گونه‌ها را در مقایسه با زیر آشکوب جنگل مجاور افزایش می‌دهد (۲). گونه‌های درختی سایه‌پسندی مثل راش با تاج‌پوشش چند لایه سبب ایجاد محیطی با نور کم در زیر آشکوب می‌شوند (۳۱). چنین شرایطی سبب گسترش و چیرگی زادآوری گونه راش در روشنه‌های مورد مطالعه شده است.

در کلاسه‌های مختلف سطح، بیشتر زادآوری‌ها در مرحله رویشی خال قرار داشتند که بیان کننده سن بیش از ۱۰ سال روشنه‌ها در این منطقه است. با این حال بررسی‌های دقیق‌تر با استفاده از مته سال‌سنج نشان داد ۸۰ درصد روشنه‌ها در طبقه سنی ۴ تا ۸ سال هستند. پراکنش زادآوری‌ها در کلاسه‌های قطری و ارتفاعی نیز می‌تواند به شناخت کمی بهتر شرایط روشنه کمک کند. تراکم زادآوری در کلاسه‌های مختلف سطح روشنه‌های طبیعی و بسته به شرایط تکامل توده و شدت آشفتگی‌ها متفاوت است (۴۱،۲۲). اندازه مساحت روشنه با تاثیر بر مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (۳۲) می‌تواند بر حضور یا عدم حضور زادآوری‌ها موثر باشد. همچنین نیازهای بوم‌شناختی گونه‌های درختی و تغییرات شدت نور نسبی نیز، حضور و عدم حضور زادآوری‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. نتایج بررسی فراوانی زادآوری‌ها بر اساس جهت روشنه نشان داد که فراوانی زادآوری‌ها در روشنه‌های با جهت شمال و غرب در همه کلاسه‌های سطح روشنه بیشتر است (شکل ۱۰) که علت آن را می‌توان به ترتیب رطوبت بیشتر خاک و حرارت بالاتر در این روشنه‌ها دانست.



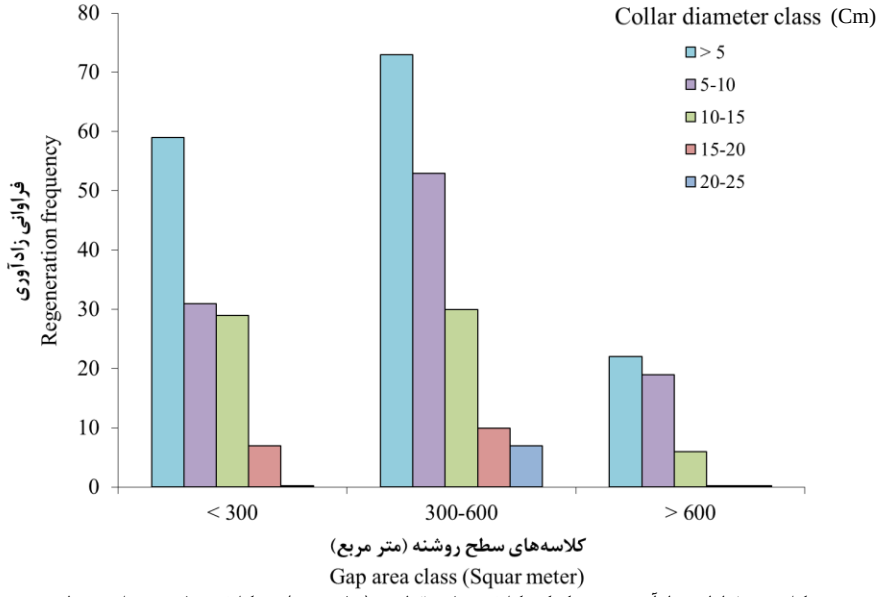
شکل ۶- فراوانی (درصد) زادآوری گونه‌های درختی در روشنه‌ها

Figure 6. Frequency (percentage) of regeneration species in the gaps

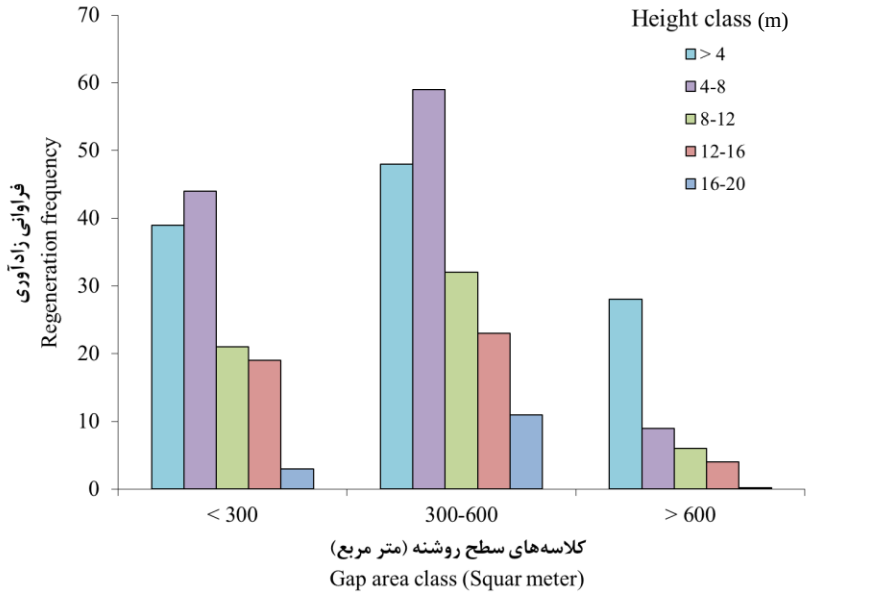


شکل ۷- زادآوری به تفکیک مراحل رویشی و کل در کلاسه‌های مختلف سطح روشنه

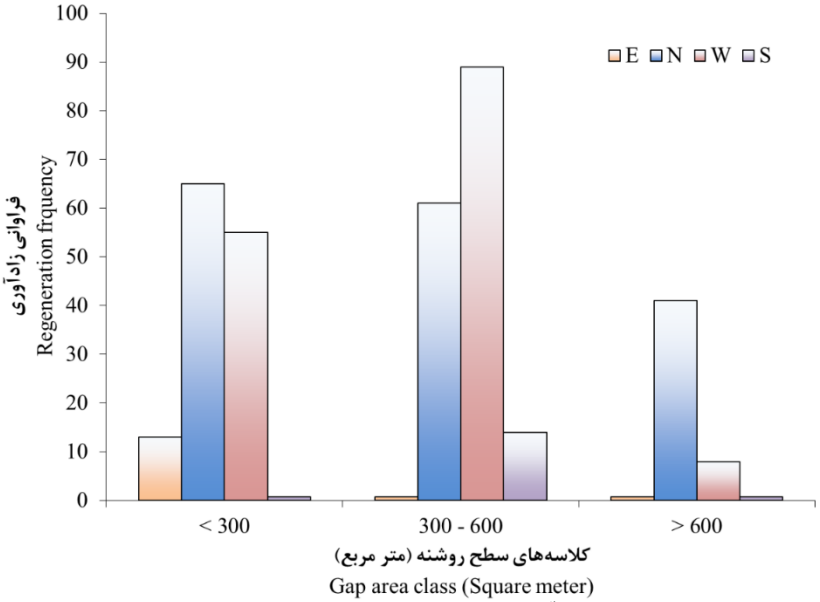
Figure 7. Regenerations Frequency by tree growth stages in different gap area classes



شکل ۸- فراوانی زادآوری به تفکیک کلاسه‌های قطری (سانتی‌متر) در کلاسه‌های مختلف سطح روشنه
Figure 8. Regenerations frequency by collar diameter class (Cm) in different gap area classes



شکل ۹- فراوانی زادآوری به تفکیک کلاسه‌های ارتفاعی (متر) در کلاسه‌های سطح روشنه
Figure 9. Regenerations frequency by height class (m) in different gap area classes



شکل ۱۰- فراوانی زادآوری در جهت‌های مختلف به تفکیک کلاسه سطح روشنه
Figure 10. Regeneration frequency by gap area class in different aspects

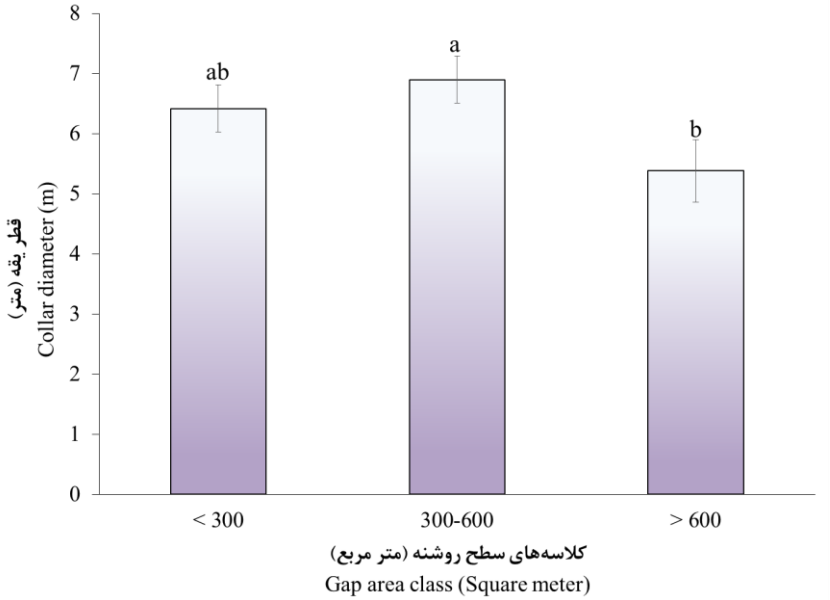
نتایج تحلیل واریانس مقایسه زادآوری‌ها در کلاسه‌های مختلف سطح روشنه نشان داد که بین روشنه‌های کوچک و متوسط با روشنه‌های بزرگ اختلاف معنی‌داری از نظر قطر یقه و ارتفاع وجود دارد (جدول ۴). بر همین اساس، بیش‌ترین قطر یقه زادآوری‌ها در کلاسه متوسط روشنه با ۶/۹ سانتی‌متر بود و سپس کلاسه‌های کوچک و بزرگ به ترتیب با ۶/۴ و ۵/۴ سانتی‌متر بودند (شکل ۱۱). همچنین از نظر ارتفاع بین کلاس های کوچک و متوسط روشنه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما با کلاسه مساحت بزرگ روشنه اختلاف معنی‌دار وجود داشت (شکل ۱۲). همان‌طور که قبلا بیان شد اندازه مساحت روشنه شدت نور نسبی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و شدت نور نسبی یکی از عوامل مهم تاثیرگذار بر رویش قطری و ارتفاعی است (۴۳). در مطالعات مختلف بیان شده است که مقدار نور و رطوبت ورودی به روشنه در رشد قطری و ارتفاعی تاثیر معنی‌دار مثبت دارد (۳۸،۹). ثاقب طالبی (۲۴) با بررسی تاثیر نور بر کمیت و کیفیت نهال‌های راش بیان نمود که با افزایش شدت نور نسبی، رشد قطری نهال‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. با این حال امبورگ (۸) بیان کرد که گونه راش به تغییرات شدت نور نسبی واکنش معنی‌داری نشان نمی‌دهد اما در شدت نور نسبی بیشتر از سه درصد به خوبی استقرار یافته و توسعه می‌یابد. مطالعات متعدد نشان می دهد در روشنه‌های کوچک تا متوسط، زادآوری از کمیت و کیفیت بالاتری برخوردار است که این موضوع برای گونه‌های سایه‌پسندی همچون راش از اهمیت بیشتری برخوردار است (۳،۳۹). موسوی و همکاران (۲۱) نیز کاهش معنی‌دار قطر و ارتفاع زادآوری‌ها با افزایش مساحت روشنه را بیان کردند که از نظر قطر با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. نیازهای بوم‌شناختی به‌ویژه سایه‌پسندی گونه راش موجب شده تا در مطالعه حاضر میانگین قطر در کلاسه‌های کوچک و متوسط روشنه بیشتر باشد. اگرچه اسمیت (۲۵) بیان می‌کند که روشنه‌های بزرگ‌تر به دلیل دریافت نور بیشتر، ارتفاع زادآوری بیشتری دارند اما نتایج تحقیق حاضر این موضوع را نشان نداد و رقابت می‌تواند مهم‌ترین علت آن باشد به‌طوری‌که ویلیم و همکاران (۳۶) بیان کردند که با افزایش مساحت روشنه، گیاهان بوته‌ای بزرگ روی حضور، فراوانی، قطر و ارتفاع زادآوری تاثیر منفی دارند. از سوی دیگر به دنبال بازشدگی زیاد تاج‌پوشش، مقدار تبخیر افزایش و در نتیجه رطوبت تا حد زیادی کاهش می‌یابد که سبب ایجاد تنش خشکی در بذر و نهال گونه‌ها می‌شود که در نهایت میزان تولید نهال را کاهش می‌دهد.

مدل‌های خطی ارتباط بین قطر یقه و ارتفاع زادآوری‌ها در کلاسه‌های کوچک، متوسط و بزرگ مساحت روشنه، به ترتیب ضریب تبیین ۰/۷۸، ۰/۷۳ و ۰/۵۵ را نشان دادند (شکل ۱۳) که این موضوع تناسب رشد قطری و ارتفاعی زادآوری‌ها را در روشنه‌های کوچک و متوسط نشان می‌دهد. در روشنه‌های بزرگ نور بیشتری وارد شده و در نتیجه بر رشد شاخه‌های جانبی تاثیر می‌گذارد و عدم تناسب بین رشد قطر و ارتفاع زادآوری‌ها را موجب می‌شود.

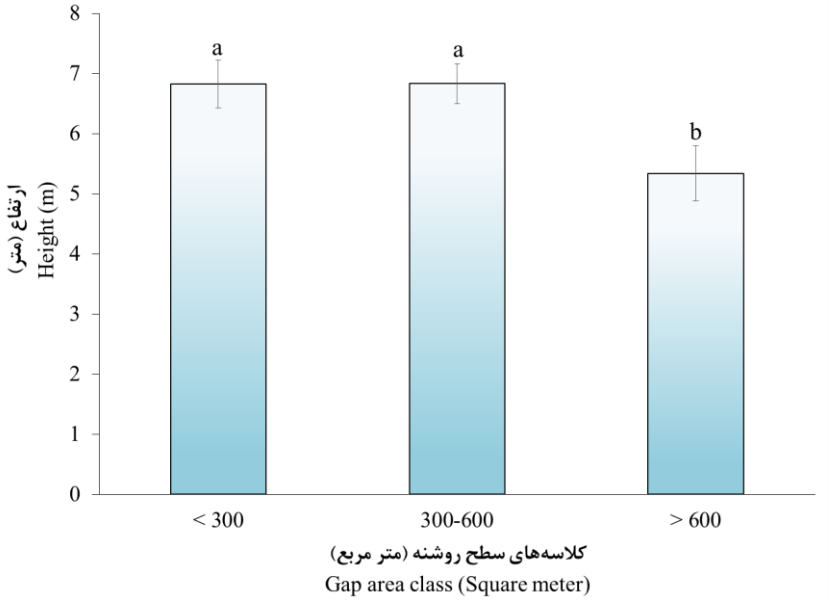
جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس قطر یقه و ارتفاع زادآوری‌ها در کلاسه‌های سطح روشنه
Table 4. Variance analysis of collar diameter and height of regenerations in different gap area classes

متغیر مورد بررسی	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	Sig.
قطر یقه	بین گروهی	۱۳۶/۷۵	۲	۶۷/۳۷	۵/۷۱	۰/۰۰۴**
	درون گروهی	۴۱۴/۹۴	۳۴۳	۱۱/۹۷		
	کل	۴۲۴/۶۸	۳۴۵			
ارتفاع	بین گروهی	۱۳۸/۳۹	۲	۸۴/۱۹	۴/۹۶	۰/۰۰۸**
	درون گروهی	۵۸۲/۲۰	۳۴۳	۱۶/۹۷		
	کل	۵۹۸/۵۹	۳۴۵			

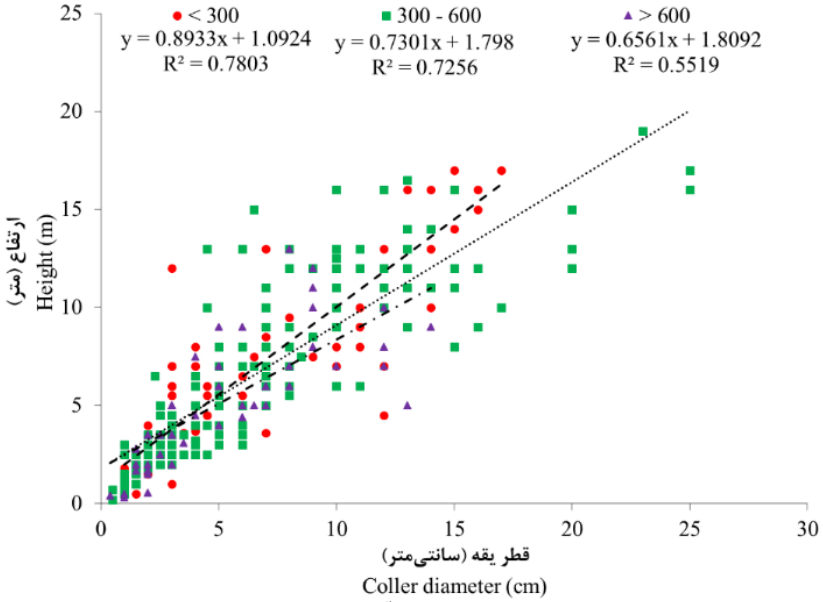
** اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱



شکل ۱۱- مقایسه میانگین قطر یقه (سانتی‌متر) در کلاسه‌های مساحت روشنه (سطح معنی‌داری ۰/۰۵)
Figure 11. Comparison of mean collar diameter (cm) in gap area classes (0.05 significance level)



شکل ۱۲- مقایسه میانگین ارتفاع (متر) در کلاسه‌های مساحت روشنه (سطح معنی‌داری ۰/۰۵)
Figure 12. Comparison of mean height (m) in gap area classes (0.05 significance level)



شکل ۱۳- ارتباط بین قطر یقه و ارتفاع زادآوری‌ها در کلاسه‌های مساحت روشنه

Figure 13. Relationship between regenerations collar diameter and height in gap area classes

نتایج نشان می‌دهد که ساختار روشنه (به‌ویژه توزیع مساحت روشنه) سهم عمده‌ای در تعیین حضور و فراوانی زادآوری‌ها به‌ویژه زادآوری گونه راش دارد. در مطالعه حاضر ارتباط بین قطر یقه و ارتفاع زادآوری‌ها با استفاده از مدل خطی عمومی (R^2 متغیر بین ۰/۵۵ تا ۰/۷۸) حاکی از تناسب در تغییرات این متغیرها و همچنین فراوانی زادآوری‌ها در کلاسه کمتر از ۳۰۰ مترمربع مساحت روشنه است. در نهایت باید ذکر کرد که شناخت نحوه زادآوری و شرایط کمی و کیفی زادآوری‌ها در جنگل و به‌ویژه روشنه‌های جنگلی امری اساسی در استمرار و پایداری جنگل‌ها است. اهمیت بوم‌شناختی و کارکردی روشنه‌ها در بوم‌سازگان جنگل‌های طبیعی، به‌ویژه جنگل‌های مناطق معتدله موجب شده است تا مطالعات فراوانی روی ویژگی‌های روشنه از جمله تعداد در هکتار، اندازه مساحت، درصد مساحت نسبت به کل جنگل، شکل روشنه و خصوصیات تجدید حیات انجام شود (۳۹،۳۸،۴،۱۳،۱۴،۱۸). اکثر این مطالعات انجام شده بیان کرده‌اند که روشنه‌های با مساحت بزرگ یا خیلی بزرگ تاثیر منفی بر فراوانی و همچنین رشد قطری و ارتفاعی زادآوری‌ها داشته‌اند. در جنگل‌های شمال کشور باید ساختار روشنه (فراوانی، اندازه مساحت و شکل) مورد توجه جدی قرار گیرد به‌طوری که روند طبیعی روشنه‌ها، همراه با اصول زیست‌محیطی، تولید پایدار و آشفتگی‌های طبیعی باشد. پیشنهاد می‌شود مشخصه‌های گروه‌های زادآوری همانند توده‌های درختی مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گیرد تا بتوان پیش‌بینی مناسبی از آینده جنگل داشت و برنامه‌ریزی‌ها را به سمت مدیریت بهتر آن توده‌ها در آینده سوق داد. همچنین این اطلاعات ارزشمند، مدیریت جنگل را در اجرای بهتر و قابل اعتماد برنامه‌ریزی‌ها همراه با حفظ پایداری بوم‌سازگان‌های جنگلی و همچنین منافع اقتصادی و اجتماعی آن یاری می‌کند.

تشکر و قدردانی

از شرکت نکا چوب به دلیل در اختیار گذاردن امکانات و نیروی انسانی به محققین این مقاله در عرصه‌های تحت مدیریت حفاظت آن شرکت، سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

1. Abbasi, A. 2010. The influence of gap shape and size on soil physical, chemical and biological characteristics in Gorgan's Shast-Kolate forest. M.Sc. thesis, Faculty of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, 116 pp (In Persian).
2. Abrari Vajari, K., H. Jalilvand, M.R. Pourmajidian, K. Espahbodi and A. Moshki. 2011. The effect of single-tree selection system on soil properties in an oriental beech stand of Hyrcanian forest, north of Iran. Journal of Forestry Research, 22(4): 591-596.
3. Aslami, A., F. Jafari and M. Hasani. 2014. Relationship between qualitative and quantitative characteristics of regeneration with gap size in different types of beech stands (Case study: Sourdar Anarestan management plan, Mazandaran). Ecology of Iranian Forests, 2(4): 28-36 (In Persian).
4. Amiri, M., R. Rahmani and Kh. Sagheb-Talebi. 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.
5. Amoli Kondori, A.R., M.R. Marvi Mohajer, M. Zobeiri and V. Etemad. 2012. Natural regeneration of tree species in relation to gaps characteristics in natural beech stand (*Fagus orientalis* Lipsky), north of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(1): 151-164 (In Persian).
6. Collet, C., O. Lanter and M. Pardos. 2001. Effects of canopy opening on height and diameter growth in naturally regenerated beech seedlings. Journal of Annals of Forest Science, 58(2): 127-134.
7. De Lima, R.A.F. 2005. Gap size measurement: The proposal of a new field method. Forest Ecology and Management, 214(1-3): 413-419.
8. Emborg, J. 1998. Understorey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. Forest Ecology and Management, 106(2-3): 83-95.
9. Galhidy, L., B. Mihok, A. Hagy, K. Rajkai and T. Standovar. 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.
10. Godefroid, S., S.S. Phartyal, G. Weyembergh and N. Koedam. 2005. Ecological factors controlling the (abundance of non- native invasive black cherry *Prunus serotina*) in deciduous forest understory in Belgium. Forest Ecology and Management, 210(1-3): 91-105.
11. Habashi, H. 1997. Investigation on Nechromass on Vaz forest in Mazandran province. M.Sc. thesis, Natural Resources Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. 127 pp (In Persian).
12. Huth, F. and S. Wagner. 2006. Gap structure and establishment of Silver birch regeneration (Betula pendula Roth.) in Norway spruce stands (*Picea abies* L. Karst.). Forest Ecology and Management, 229: 314-324.
13. Keram, A., Ü. Halik, M. Keyimu, T. Aishan, Z. Mamat and A. Rouzi. 2019. Gap dynamics of natural Populus euphratica floodplain forests affected by hydrological alteration along the Tarim River: Implications for restoration of the riparian forests. Forest Ecology and Management, 438: 103-113.
14. Khodaverdi, S., M. Amiri, D. Kartoolinejad and J. Mohammadi. 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).
15. Kooch, Y., S.M. Hosseini, M. Akbarinia, M. Tabari and Gh. Jalali. 2010. The role of dead tree in regeneration density of mixed beech stand (case study: Sardabrood forests, Chalous, Mazindaran), Iranian Journal of Forest, 2(2): 93-103 (In Persian).
16. Mihok, B., L. Galhidy, K. Kelemen and T. Standovar. 2005. Study of gap-phase regeneration in managed beech forest: relations between tree regeneration and light, substrate features and cover of ground vegetation. Acta Silvatica ET Lignaria Hungarica, 1: 25-38.
17. Mohammad-nejad Kiasari, Sh. and R. Rahmani. 2001. Effect of Dead Trees on the Frequency of Natural Regeneration in a Beech-Hornbeam Forest (Jamaleddinkola, Mazandaran). Iranian Journal of Natural Resources, 54(2): 143-151 (In Persian).
18. Moradi, Z., H. Pourbabaei, A. Salehi and A.R. Sayyadi. 2016. The effect of single tree selection cutting on herbaceous diversity in mixed oriental beech forest (Case study: Nav-e Asalem, Guilan). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23(4): 583-593 (In Persian).
19. Mormman, C.E., K.R. Russell, G.R. Sabin and D.C. Guynn Jr. 1999. Snag dynamic and cavity occurrence in the South Carolina piedmont. Forest Ecology and Management, 118(1): 37-48.
20. Motta, R. 2006. Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona forest reserve Paneveggio, Italian Alps. Forest ecology and management, 235: 155-163.
21. Mousavie, S.R., Kh. Shageb Talebi, M. Tabari and M.R. Pourmajidian. 2003. Determination of gap size for improvement of Beech (*Fagus orientalis*) natural regeneration. Iranian Natural Resources, 56(1-2): 39-47 (In Persian).
22. Nagel, T.A., M. Svoboda, T. Rugani and J. Diaci. 2010. Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth Fagus–Abies forest of Bosnia–Herzegovina. Plant Ecology, 208: 307-318.
23. Nixon, C.J. and R. Worrell. 1999. The potential for the natural regeneration of conifers in Britain. Forestry Commission Bulletin, No.120. HMSO, Edinburgh, 50 pp.

24. Sagheb Talebi, Kh. 1996. Quantitative and qualitative Merkmale von Buchen -jungwuchsen (Fagus sylvatica L.) unter dem Einfluss des Lichtes und anderer Standorts-faktoren. Beiheft zur SZF, 78: 219 p.
25. Schmidt, W. 1996. Development of regeneration in two selection gaps in a beech forest on Limestone. Holzforsch Holzverwert, 51(7): 201-205.
26. Sefidi, K., M.R. Marvie Mohadjer, R. Mosandl and 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.
27. Sefidi, K., M.R. Marvie Mohadjer, V. Etemad and R. Mosandl. 2014. Late successional stage Dynamics in Natural Oriental Beech (Fagus orientalis Lipsky) Stands, Northern Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(2): 270-283 (In Persian).
28. Sefidi, K., M.R. Marvi-Mohajer, M. Zobeyri and V. Etemad. 2008. Investigation on dead trees effects on natural regeneration of oriental beech and hornbeam in a mixed beech forest. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15: 365-373 (In Persian).
29. Sefidi, K., Z. Pour Gholi, K. SaghebTalebi and F. Keivan Behjo. 2016. Structural characteristics of canopy gaps in the gap making phase in the evolution of beech stands in the Asalem forests- Guilan. Ecology of Iranian Forests, 4(7): 43-50 (In Persian).
30. Sefidi, K. 2020. The influence of geomorphological characteristics of forest sites on the decay dynamics of dead trees in Asalem forests, Western Hyrcanian. Ecology of Iranian Forests, 7(14): 70-79 (In Persian).
31. Shabani, S. 2009. Relationship forest gaps size with physiographic factor and vegetation in Lalis forest- Nowshahr. M.Sc. thesis, Natural Resources Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. 88 pp (In Persian).
32. Shabani, S., M. Akbarinia, Gh. Jalali and A.R. Aliarab. 2011. Relationship between soil characteristics and beech regeneration density in canopy gaps with different sizes. Journal of Wood, Forest Science and Technology, 18(3): 63-77 (In Persian).
33. Tavankar, F., A.E. Bonyad and A. Iranparast Bodaghi. 2013. Effect of snags on the species diversity and frequency of tree natural regeneration in natural forest ecosystems of Guilan, Iran. Iranian Journal of Biology, 26(3): 267-280 (In Persian).
34. Unknown, 2011. Forest management plan of Haftkhal, Sari. Nekachoob co., pp 104 (In Persian).
35. Vahedi, A.A., A. Mataji and Gh. Noori Shirazi. 2008. Investigation on effects of relative light intensity on some quantitative characteristics of hornbeam saplings (Case study: khanican series of Noushahr Forest, Mazandaran province, I.R. Iran). Proceeding of the Third National Conference on Forest, 11-12 May 2009, Karaj, I.R. Iran, Iranian Forestry Society, 1-12 (In Persian).
36. Wilhim, K., M. Stiers, P. Annighöfer, C. Ammer, M. Ehbrecht, M. Kabal, J. Stillhard and D. Seidel. 2019. Assessing understory complexity in beech-dominated forests (*Fagus sylvatica* L.) in central Europe-from managed to primary forests. Sensors (Basel), 19(7): 1684.
37. Yamamoto, S. 2000. Forest gap dynamic and tree regeneration. Journal of Forest Research, 5: 223-229.
38. Žemaitis, P., W. Gil and Z. Borowski. 2019. Importance of stand structure and neighborhood in European beech regeneration. Forest Ecology and Management, 448: 57-66.
39. Zenner, E.K., J.E. Peck and M.L. Hobi. 2020. Development phase convergence across scale in a primeval European beech (*Fagus sylvatica* L.) forest. Forest Ecology and Management, 460: 117889.

Gap Structure and its Relationship with Regeneration Status in Beech Forests of Haftkhal Region, Sari

Ramezanali Akbari Mazdi[1], Asadollah Mataji[2] and Asghar Fallah[3]

1- PhD Student of Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Professor, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
(Corresponding Author: amataji@srbiau.ac.ir)
3 - Professor, of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: 6 May, 2020 Accepted: 13 September, 2020

Extended Abstract

Introduction and Objective: Studying and evaluating the canopy gaps structure provides an accurate understanding of the process of forest stands dynamics as well as natural disturbances that play an important role in the future management of the forest ecosystem. The purpose of this study was to investigate the relationship between gaps and quantitative and qualitative characteristics of regeneration in the natural forest of Haftkhal in Mazandaran province.

Materials and Method: For this purpose, gaps in the area were identified and recorded. Then the characteristics of collar diameter, height, seedling abundance in growth stages were recorded. According to the smallest and largest gap area, gaps divided into three classes of small (less than 300 m^2), medium (300 to 600 m^2), and large (more than 600 m^2).

Results: The results showed that gaps area was 3.65% of the total study area. In terms of area, 85% of the gaps were in small and medium-sized classes, which could indicate small-scale disturbances. The relationship between the gap area and perimeter and the study of Miller's elongation index showed more elliptical shape in small gaps to a circular shape in large gaps. The value of the Miller elongation index in small, medium and large gap area classes was 0.42, 0.59 and 0.86, respectively. The results showed that 85% of the regenerations in the gaps were related to the beech species. The highest frequency of regenerations was in the pole stage with a diameter of less than 5 cm and a height of 4 to 8 meters, which is an essential factor in starting the competition for light. Comparisons also showed that the frequency, diameter growth, and height growth of regenerations decreased significantly with increasing canopy gap area due to ecological needs, especially shade-tolerant growth of beech species, which provided by small canopy gap area.

Conclusion: Finally, the results indicate that pathways smaller than 600 m^2 have more suitable conditions and in forest management, the creation of gaps larger than 600 m^2 should be avoided as much as possible.

Keywords: Beech, Forest management, Gap structure, Regeneration