

## تأثیر مشخصه‌های روشنه‌های پوشش تاجی بر تجدید حیات درختان راش در جنگل‌های آمیخته راش

کیومرث سفیدی<sup>۱\*</sup>، محمدرضا مروی‌مهاجر<sup>۲</sup>، وحید اعتماد<sup>۳</sup>، راینهارد موزاندل<sup>۴</sup>  
تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۱۳

### چکیده

این پژوهش باهدف بررسی ویژگی‌های روشنه‌ها به‌عنوان آشوب اثرگذار در فرایند تجدید حیات طبیعی توده‌های راش در بخش گرازین جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود انجام گرفت و تمامی مشخصه‌های روشنه‌ها و نیز سایر مشخصه‌های توده که در ارتباط با روشنه‌ها هستند، اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد به‌طور متوسط ۳ روشنه در هر هکتار وجود دارد که مساحت آن‌ها از ۱۹ تا ۱۲۵۰ مترمربع تغییر می‌کند و در مجموع ۹/۳٪ از سطح کل توده‌های جنگلی مورد مطالعه را شامل می‌شود، اغلب روشنه‌ها (۵۸٪) دارای سطحی کمتر از ۲۰۰ مترمربع بودند و روشنه‌هایی با مساحت بیش از ۴۰۰ مترمربع دارای شکل نامنظم بودند، اما روشنه‌های بزرگ‌تر از آن تفاوت معنی‌داری را با هندسی دایره نشان نمی‌دهند. ۴۱٪ از روشنه‌ها با افتادن یک درخت تشکیل و گونه راش شرقی ۶۳٪ از گونه‌های درختی روشنه ساز و ۹۳٪ از گونه‌های درختی پرکننده روشنه را به خود اختصاص می‌دهد. فراوانی و تنوع نهال‌ها در داخل روشنه‌ها ارتباط معنی‌داری با مساحت روشنه‌ها نشان نمی‌دهد. حداقل مساحتی که در آن نهال راش به مرحله خال می‌رسد ۲۳/۷ مترمربع ثبت، میان آن ۲۰۶ و بزرگ‌ترین روشنه ۱۸۰۸ مترمربع ثبت گردید. بر اساس نتایج این پژوهش شیوه‌های جنگل‌شناسی که منجر به ایجاد روشنه‌های با ابعاد کوچک یا متوسط در پوشش تاجی درختان می‌شوند را به طور یقین جزو شیوه‌های جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت محسوب شود.

**واژه‌های کلیدی:** روشنه، زادآوری جنگل، جنگل‌شناسی راش، شیوه تک‌گزینی، راش شرقی

<sup>۱</sup> - استادیار دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

\* نویسنده مسئول: Email: [Kiomarssefidi@gmail.com](mailto:Kiomarssefidi@gmail.com)

<sup>۲</sup> - استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران

<sup>۳</sup> - استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران

<sup>۴</sup> - استاد و رئیس دپارتمان جنگل‌شناسی دانشگاه مونیخ آلمان

## مقدمه

در جنگل‌های پهن‌برگ و خزان‌کننده اغلب با تشکیل روشنه در پوشش تاجی و تغییر در ساختار توده‌های جنگلی امکان استقرار گونه‌های جدید در داخل آن‌ها فراهم می‌شود. تغییر در میزان نور نسبی در اشکوب زیرین جنگل‌ها که اغلب با تغییر در ترکیب گونه‌های جنگلی همراه است بخشی از روند پویایی جوامع کلیماکس راش در جنگل‌های آمیخته راش در شمال ایران محسوب می‌شود (۴۷). پویایی روشنه با تغییر در شکل، اندازه و پر شدن آن با نهال‌های جدید همراه است (۴۰). اهمیت روشنه در فرایند پویایی توده‌ها و تغییر در ساختار جنگل‌های تک‌گزینی از اهمیت بالایی برخوردار است، چراکه جنگل‌شناسان با کنترل و ایجاد روشنه‌های مصنوعی اغلب به دنبال تغییر در ساختار و هدایت توده به سمت اهداف جنگل‌شناسی موردنظر خود هستند (۱۴).

فرایند تشکیل روشنه‌ها در توده‌های طبیعی راش اغلب با افتادن تک‌درخت و تبدیل آن به خشکه‌دار افتاده یا سرپا ایجاد می‌شوند (۱۱،۴۶). برای ابعاد و اندازه روشنه‌ها در جنگل مختلف در شمال ایران و در جنگل‌های راش اروپا مقادیر مختلفی گزارش شده است (جدول یک). تشکیل روشنه‌ها در جنگل باعث تغییر در شرایط محیطی در توده‌های جنگلی می‌شود، از جمله رطوبت خاک در داخل روشنه‌ها اغلب بیشتر گزارش شده است (۳۰،۳۹) درحالی‌که مطالعات انجام شده در کشور مجارستان نشان می‌دهد که نور نسبی در داخل توده‌های جنگلی بسته به اندازه روشنه می‌تواند ۳ تا ۸٪

بیشتر از توده‌های جنگلی پیرامونی باشد (۳۰). افزایش نور نسبی در داخل روشنه می‌تواند برای گونه‌های نورپسند یک مزیت نسبی برای حضور در داخل توده‌های جنگلی باشد (۸). تشکیل روشنه‌ها در توده‌های جنگلی می‌تواند با مرگ درختان پس از سن دیر زیستی آن‌ها و یا با آشوب‌های محیطی نظیر آفات و بیماری‌ها، باد افتادگی همراه باشد.

ریشه‌کنی و باد افتادگی درختان و شکستن تاج آن‌ها در جنگل‌های شمال ایران یکی از دلایل اصلی تشکیل روشنه‌ها در پوشش تاجی درختان جنگلی است (۴۶،۲۱). در جنگل‌های راش در ژاپن نیز دلایل مشابهی برای تشکیل روشنه‌ها ذکر شده است (۵۱). در ارتباط با پراکنش و ویژگی‌های روشنه‌ها در پوشش تاجی مطالعات متعدد و پراکنده‌ای در جنگل‌های شمال ایران انجام شده است (۱۰،۳۱،۵،۲۷).

Hojjati (2004) طی مطالعه تجدید حیات راش در بخش گرازبن جنگل خیرود نشان داد که تجدید حیات راش به شکل لکه‌ای و گروهی از طریق ایجاد روشنه در پوشش تاجی توده‌های جنگلی رخ می‌دهد.

نتایج پژوهش صورت گرفته در طرح جنگلداری شوراب (۲۷) نشان داد که با افزایش سطح روشنه تعداد نهال‌های راش کاهش و برعکس تعداد نهال‌های افرا افزایش می‌یابد و توصیه می‌شود برش‌های تک‌گزینی برای رسیدن به بهترین زادآوری بیشتر از ۵۰۰ مترمربع نباشد، Sefidi *et al.*, (2008) نشان دادند که بین حجم خشکه‌دارها و استقرار نهال‌ها در روشنه رابطه مثبت وجود دارد و حضور خشکه‌دارها

و  $40^{\circ} 36'$  عرض شمالی و بین  $32^{\circ} 51'$  و  $43^{\circ}$   $51^{\circ}$  طول شرقی واقع شده‌اند (شکل ۱). این جنگل از شمال به نوار ساحلی و روستای نجارده و از جنوب به بیلاقات و روستای کلیک و از شرق به جنگل‌های حوزه ۴۶ و از غرب به رودخانه خیرود محدود می‌شود. مساحت کل منطقه حدود ۸۰۰۰ هکتار است. رویشگاه‌های مورد مطالعه با توجه به سابقه مدیریتی و عدم انجام نشانه‌گذاری و بهره‌برداری صنعتی تشابه تیپ و شرایط رویشگاهی از بخش گرازین این جنگل انتخاب شد.

جدول ۱- اندازه روشنه‌ها در جنگل‌های راش در مناطق مختلف. حداقل مساحت روشنه با توجه به اختلاف در روش‌های جمع‌آوری داده در مطالعات مختلف در این جدول گنجانده نشده است.

منبع	منطقه مورد مطالعه	حداکثر اندازه روشنه $m^2$	متوسط و میانه اندازه روشنه $m^2$
Busing (1998)	امریکا	-	۵۰
Mihok <i>et al.</i> (2007)	مجارستان	۳۷۸	۶۱
Fajardo (2004) and deGraaf	شیلی	۴۰۰	۷۸
Kenderes <i>et al.</i> (2009)	جمهوری چک	۱۲۸۸	۹۵
(1999) Yamamoto and Nishimura	ژاپن	۵۸۵	۱۱۳
Zeibig <i>et al.</i> (2005)	اسلونی	۸۳۳	۱۳۷
Henbo <i>et al.</i> (2004)	ژاپن	۳۹۲۵	۲۳۳
Mattaji <i>et al.</i> (2008)	ایران	-	۲۱۰
Delphan Abazari <i>et al.</i> (2004)	ایران	-	۵۵۰

شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه بر اساس اقلیم نگار آمبرژه مرطوب سرد است، از لحاظ

نشانه حضور فعلی و یا شکل‌گیری روشنه‌ها در گذشته دارد.

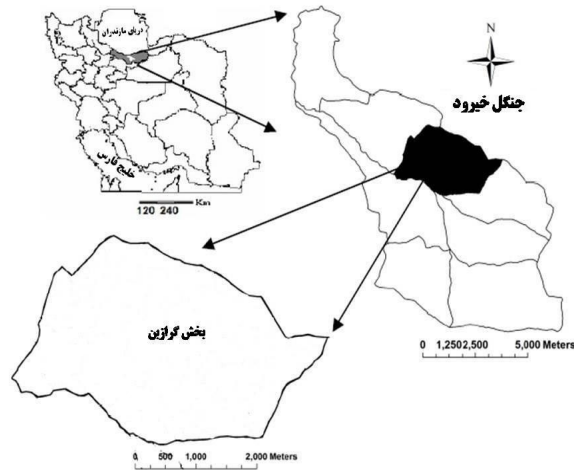
مطالعات Shabani *et al.* (2001) نیز نشان داد که بیشترین میزان تنوع و غنای گونه‌ای در روشنه‌های بزرگ‌تر به چشم می‌خورد و در روشنه‌های کوچک (کوچک‌تر از ۲۰۰ مترمربع) بزرگ‌ترین سطوح توسط راش و در روشنه‌های بزرگ (۴۰۰ تا ۶۰۰ مترمربع) بیشترین سطوح توسط ازگیل و ولیک اشغال می‌شوند. مطالعات Zoghi *et al.* (2012) و همکاران در تیپ انجیلی- ممرز نیز نشان داد فراوانی نهال‌های این دو گونه در روشنه‌هایی با ابعاد متوسط (۳۰۰ تا ۶۰۰ مترمربع) بیش از روشنه‌های با مساحت‌های بزرگ‌تر و کوچک‌تر است. در مطالعه‌ای که در جنگل‌های آمیخته راش در بخش گرازین جنگل خیرود نوشهر انجام شد، نتایج ارتباط معنی‌داری را بین اندازه روشنه و فراوانی نهال‌ها نشان نداد (۳).

در این مطالعه که بخشی از طرح مطالعاتی پویایی توده‌های راش شرقی در مرحله کلیماکس جنگل‌های راش است، اهداف زیر دنبال می‌گردد: (الف) تشریح ساختار روشنه‌ها در جنگل‌های آمیخته راش شرقی، (ب) شناسایی گونه‌های درختی روشنه ساز در فرایند پویایی توده‌های راش، (پ) بررسی گونه‌های پرکننده روشنه و استقرار آن‌ها در داخل روشنه‌ها.

منطقه مورد مطالعه:

رویشگاه‌های مورد مطالعه در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود واقع در ۷ کیلومتری شرق نوشهر و در غرب استان مازندران بین  $27^{\circ} 36'$

زمین‌شناسی سنگ مادر این بخش آهکی و متعلق به دوره ژوراسیک علیا است. عمده خاک‌های منطقه اسیدی و در رده آلفی سولها قرار می‌گیرند (۴).



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه واقع در جنگل خیرود نوشهر

در این بخش از جنگل خیرود حجم متوسط درختان بر اساس آماربرداری صد در صد، ۳۳۸ سیلو (۲۵) و بر اساس مطالعه پویایی توده در یک منطقه ۷۵ هکتاری (۴۷) ۳۸۶ مترمکعب برآورد شد، حجم خشکه‌دارها که در فرایند پویایی توده‌های راش دارای اهمیت هستند، در این بخش در مواردی تا ۵۱ مترمکعب در هکتار گزارش شده است (۴۵).

نمونه‌برداری روش اجرای پژوهش:

برداشت داده‌های مربوط به روشنه‌ها به شکل آماربرداری صد در صد از تمامی روشنه‌های موجود در جنگل صورت گرفت. برای این کار سه قطعه نمونه ۲۵ هکتاری بافاصله کافی از حاشیه جنگل و جاده‌ها و دارای تشابه نسبی از لحاظ شیب و جهت کلی دامنه‌ها انتخاب شد.

انتخاب سطح ۲۵ هکتاری بر اساس ایده جنگل پایدار و مطالعه پویایی توده‌ها صورت گرفت (۳۷،۴۷،۱۹،۲۰). روشنه‌ها به شکل باز شدن تاج پوشش با حداقل مساحت ۱۵ مترمربع که در اثر پوسیدگی طبیعی درختان اتفاق می‌افتند، تعریف شدند، زمانی که ارتفاع درختان و نهال‌های پرکننده روشنه‌ها به نصف ارتفاع درختان جانبی رسیدند، روشنه‌ها بسته فرض شدند، برای برداشت مساحت روشنه دو قطر بزرگ (L) با تعریف بزرگ‌ترین قطر روشنه و نیز قطر کوچک (W) با تعریف کوچک‌ترین قطر عمود بر قطر بزرگ در هر روشنه با استفاده از متر نواری برداشت و با استفاده از فرمول ریاضی بیضی به‌عنوان شکل غالب در روشنه‌ها مساحت هر یک از روشنه‌ها اندازه‌گیری شد (۱۸،۴۷،۴۰،۳۴). تعداد و گونه درختان روشنه ساز در هر روشنه نیز یادداشت گردید. لازم به ذکر است که در محاسبه مساحت روشنه‌ها از روش اندازه‌گیری مساحت واقعی استفاده شد، به این معنی که فضای واقعی کاملاً منطبق حاشیه تاج بر روی زمین ملاک عمل قرار گرفت. گونه، قطر یقه و ارتفاع نهال‌های مستقرشده در هر روشنه اندازه‌گیری و ثبت شد. همچنین تعداد و گونه‌های درختی در مرحله خال‌گروه با ارتفاع بیش از ۱/۳ متر در هر روشنه به‌عنوان پرکننده‌های اصلی روشنه در توده آتی در هر روشنه به شکل صد در صد شمارش شد (۳۳،۲۴).

تجزیه و تحلیل داده‌ها:

در انجام تحلیل داده‌ها، روشنه‌ها در سه کلاسه از لحاظ مساحت تقسیم‌بندی شدند: روشنه‌های کوچک با مساحت کمتر از ۲۰۰ مترمربع،

### نتایج

در مجموع ۲۳۱ روشنه در این بررسی ثبت و مورد مطالعه قرار گرفت، این میزان برابر با ۳ روشنه در هر هکتار از این جنگل‌ها است که ۹/۳٪ از سطح جنگل را باز می‌کند (جدول ۲)، ابعاد روشنه‌ها نیز از  $19/6 \text{ m}^2$  تا  $2246 \text{ m}^2$  به‌عنوان بزرگ‌ترین روشنه ثبت گردید. میانه اندازه روشنه‌ها ۱۷۸ مترمربع محاسبه شد. در این بین ۵۹٪ از روشنه‌ها مساحتی کمتر از ۲۰۰ مترمربع و کمتر از ۳٪ مساحتی بیش از ۱۰۰۰ مترمربع داشتند. روشنه‌های بزرگ‌تر از ۵۰۰ مترمربع تنها ۱۴٪ کل فراوانی روشنه‌ها را تشکیل می‌دهند، در حالی که همین روشنه‌ها ۴۱٪ از کل سطحی را که توسط روشنه‌ها در کل جنگل باز شده‌اند، به خود اختصاص داده‌اند. منحنی توزیع فراوانی روشنه‌ها در مساحت‌های مختلف این جنگل‌ها از منحنی نمایی کاهنده با رابطه و ضریب تبیین ۰/۹۴ پیروی می‌کند:

$$Y = 34/688 \times e^{-0/037X}$$

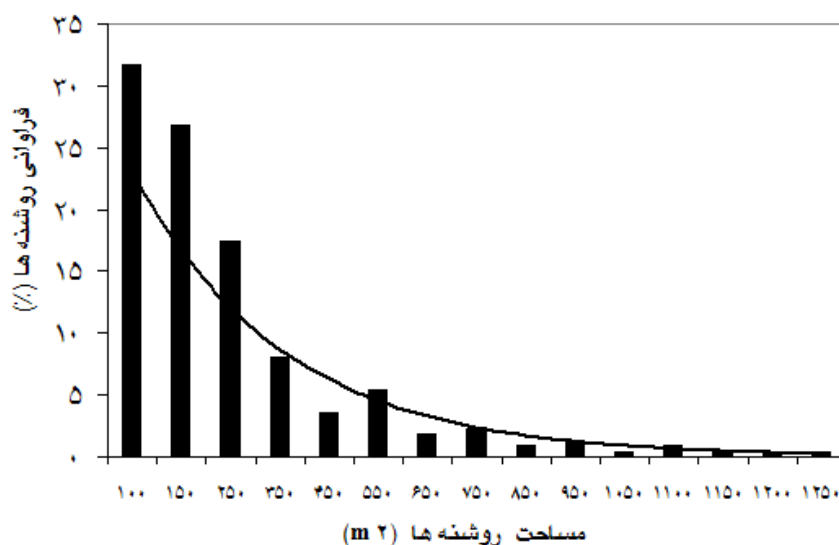
روشنه‌های با اندازه متوسط با مساحت ۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع و روشنه‌های بزرگ با مساحتی بیش از ۵۰۰ مترمربع (۴۷،۳۳). از رگرسیون خطی ساده برای ارزیابی رابطه بین فراوانی نهال‌های گونه‌های مختلف و مساحت و شکل روشنه استفاده شد. از شاخص تنوع زیستی شانون برای برآورد تنوع گونه‌ای نهال‌ها در داخل روشنه‌ها استفاده شد. این شاخص از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی تنوع است که به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$H' = -\sum_i p_i \ln(p_i)$$

که در آن  $H'$  شاخص شانون،  $P_i$  نسبت گونه  $i$ ام هستند (۳۶) تجزیه واریانس داده‌ها برای بررسی مشخصه‌های اصلی روشنه‌ها و فراوانی نهال‌ها در داخل روشنه‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۲- ویژگی‌های روشنه‌های طبیعی ایجادشده در پوشش تاجی در جنگل‌های آمیخته راش شرقی

ویژگی	مقدار محاسبه‌شده
حداقل مساحت روشنه	$19/6 \text{ m}^2$
حداکثر مساحت روشنه	$2246 \text{ m}^2$
میان‌ه مساحت روشنه	$178 \text{ m}^2$
کل مساحت باز شده با روشنه‌ها (%)	۹/۳٪
گونه‌های درختی غالب روشنه ساز:	
راش شرقی <i>Fagus orientalis</i>	۶۳٪
پلت <i>Acer velutinum</i>	۲۱٪
گونه‌های درختی غالب پرکننده روشنه:	
راش شرقی <i>F. orientalis</i>	۹۳٪
ممرز <i>Carpinus betulus</i>	۵٪



شکل ۲- پراکنش روشننده‌ها در کلاسه‌های مختلف مساحت روشننده‌ها در جنگل آمیخته راش

تشکیل روشننده‌هایی با ۳ روشننده ساز یا بیشتر، در جنگل‌های مورد مطالعه یک استثنا است (۵٪، جدول ۳). بیشترین تعداد روشننده ساز در یک روشننده ۴ درخت بود که تنها در یک مورد ثبت می‌شود. اغلب این درختان روشننده ساز در مراحل پیشرفته‌تری از پوسیدگی قرار داشتند و تنها ۱۴٪ از آن‌ها درختان تازه افتاده‌ای بودند که پوست درخت و استحکام بافت چوبی در آن‌ها به چشم می‌خورد.

در این پژوهش در داخل روشننده‌ها ۱۶۳۸۵ نهال و خال ثبت شد، گونه‌های پلت (۳۹٪) و راش (۳۲٪) بیشترین میزان را در بین زادآوری‌ها به خود اختصاص دادند، ممرز (۱۸٪) و ملج (۵٪) نیز سهم مهمی در بین زادآوری‌ها به خود اختصاص دادند، همچنین ۷۲٪ از نهال‌ها دارای ارتفاعی کمتر از ۳۰ سانتی‌متر بودند، شاخص تنوع زیستی شانون نیز برای گونه‌های درختی مستقر شده در داخل روشننده‌ها محاسبه شد که بین صفر تا ۱/۴۹ متغیر است. بیشترین میزان

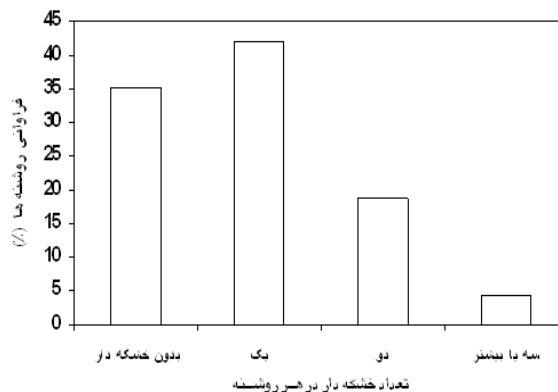
همچنین نسبت محیط به مساحت در روشننده‌ها از ۰/۷ تا ۰/۸ تغییر می‌کند، شکل روشننده‌ها در مساحت‌های بالای ۴۰۰ مترمربع به شکل معنی‌داری با شکل هندسی دایره تفاوت دارد ( $F=10/31, P=0/00$ )، این در حالی است که روشننده‌های با مساحت کمتر از ۴۰۰ مترمربع علیرغم بی‌نظمی‌های موجود از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری را با شکل هندسی دایره نشان نمی‌دهد ( $F=0/644, P=0/507$ ).

در مجموع ۲۴۱ درخت روشننده ساز در بین ۲۳۱ روشننده مورد مطالعه ثبت گردید. اصلی‌ترین گونه درختی روشننده ساز در این مطالعه گونه راش بود که ۶۳٪ از درختان روشننده ساز را تشکیل می‌داد و پس از آن درختان پلت و ممرز به ترتیب ۲۱ و ۱۲٪ از درختان روشننده ساز را تشکیل می‌دهند (جدول ۲). هرچند که گونه‌هایی نظیر توسکا ییلاقی و نمدار نیز به‌عنوان درختان روشننده ساز ثبت شدند. تشکیل روشننده در منطقه مورد مطالعه اغلب با افتادن یک یا دو درخت رخ می‌دهد (شکل ۳) و

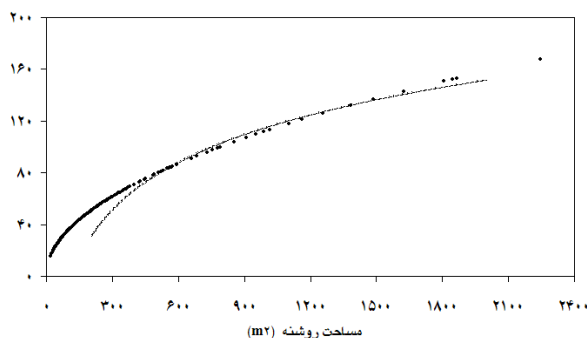
این رابطه معنی‌دار نشد ( $P=0/۸۹۷$ )، برای کل نهال‌ها نیز رابطه معنی‌داری با مساحت روشنه‌ها برآورد نشد ( $r^2=0/۰۶۹$ )، درختی راش و پلت در تمامی روشنه‌ها و در تمامی اندازه‌ها از روشنه‌ها حضور داشتند، رگرسیون خطی ساده نیز تأیید کرد که رابطه معنی‌داری بین فراوانی نهال‌ها و اندازه روشنه‌ها در منطقه مورد مطالعه وجود ندارد ( $P=0/۷۱۶$ )، اما شکل روشنه ارتباط معنی‌داری با فراوانی نهال‌ها نشان داد ( $P=0/۰۱۳$ ) بر این اساس با افزایش نزدیکی شکل روشنه به شکل هندسی دایره از میزان فراوانی نهال‌ها کاسته می‌شود.

در این مطالعه تعداد ۳۵۴ گونه درختی روشنه ساز (خشکه‌دار) به‌عنوان روشنه سازهای اصلی ثبت گردید که در این بین گونه راش بیشترین سهم (۹۳٪) را به خود اختصاص داد، حداقل، میانه و حداکثر مساحت روشنه دارای حداقل یک نهال راش به‌عنوان پرکننده اصلی روشنه در این مطالعه به ترتیب ۲۴، ۲۰۶ و ۱۸۰۶ مترمربع محاسبه شد. همچنین گونه ممرز ۵٪ از نهال‌های اصلی پرکننده روشنه را به خود اختصاص داد، این میزان برای گونه پلت کمتر از یک درصد برآورد شد.

تنوع در روشنه‌های بزرگ‌تر از ۳۷ مترمربع است.

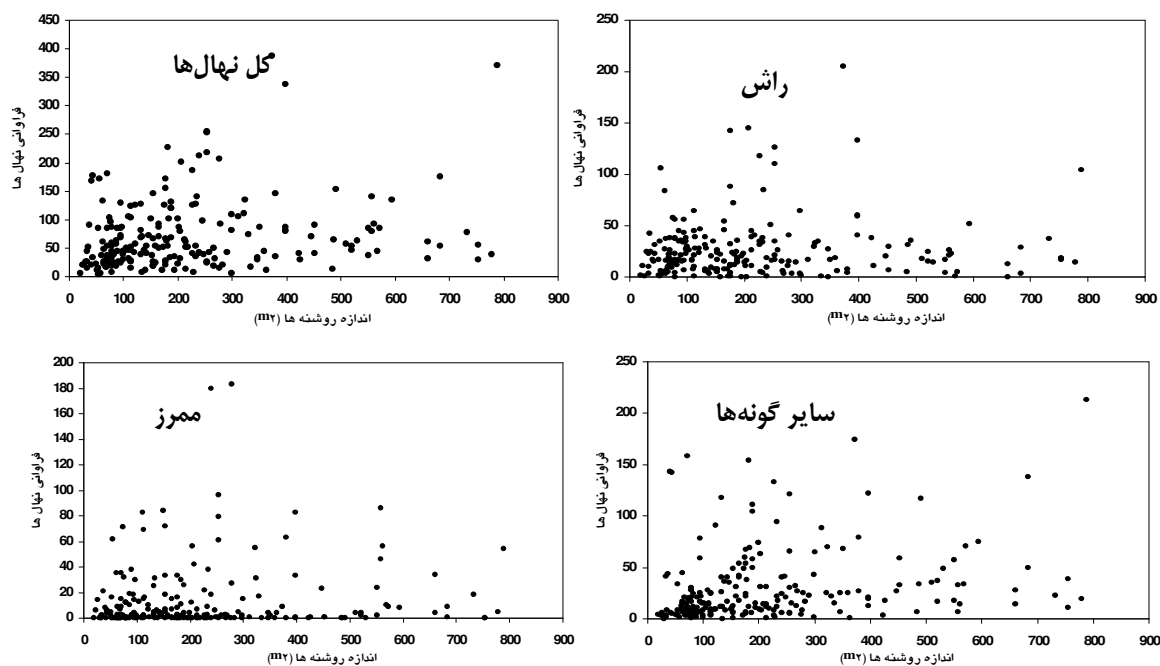


شکل ۳- مقایسه نسبت مساحت به محیط روشنه‌ها و شکل هندسی دایره، خط ممتد شکل دایره و دایره توپر نشانه قطعات نمونه است.



شکل ۴- فراوانی روشنه‌ها بر اساس تعداد خشکه‌دارهای روشنه ساز در هر روشنه

هرچند که رابطه معنی‌داری بین نهال‌های گونه درختی راش و مساحت روشنه‌ها به دست نیامد ( $P=0/۹۸۶$ )،  $r^2=0/۰۶۹$ ، برای گونه پلت نیز



شکل ۵- رابطه بین فراوانی نهال‌های گونه‌های مختلف و اندازه روشنه‌ها

آشوب‌ها در جنگل‌های راش در ایران و اروپا باشد. مطالعات Weiskettel و Hix (2003) نشان داد روشنه‌های با مساحت زیاد در جنگل‌های با زهکشی ضعیف در خاک رخ می‌دهد، همچنین زهکشی خاک و ریشه دوانی درختان در رویشگاه‌های مختلف می‌تواند در تعداد خشکه‌دارهای موجود در روشنه‌ها تحت تأثیر قرار می‌گردد. مطالعه حاضر در رویشگاه خایی با خاک‌های عمیق و خوب زهکشی شده انجام شده است و از سوی دیگر آشوب‌های بزرگ مقیاس نظیر طوفان‌های شدید در این ناحیه بسیار نادر است.

بر اساس نتایج مدیان اندازه روشنه ۱۷۸ مترمربع برآورد شد که بدین معنا است که حداقل نیمی روشنه‌ها اندازه‌ای کوچک‌تر از ۱۷۸ مترمربع دارند این مساحت می‌تواند به علت تعداد کم درختان روشنه ساز باشد.

### بحث و نتیجه‌گیری

روشنه‌های ایجادشده در تاج پوشش درختان در اکوسیستم‌های جنگلی می‌تواند، آغازی برای استقرار زادآوری و پویایی توده‌های جنگلی باشد. به‌منظور بررسی پویایی روشنه‌ها طی فرایند توالی مشخصه‌های کمی و کیفی و پویایی روشنه‌ها در این مطالعه موردبررسی واقع شد. در مطالعات پیشین در جنگل‌های راش در شمال ایران تشکیل روشنه‌ها اغلب با افتادن دو درخت گزارش شده است (۱۰). درحالی‌که مطالعه حاضر نشان داد که اغلب روشنه‌ها در منطقه مورد مطالعه تنها با افتادن یک روشنه شکل‌گرفته‌اند (شکل ۳). در جنگل‌های راش اروپا و نیز در جنگل‌های راش در امریکا تشکیل روشنه با افتادن چندین درخت گزارش شده است (۲۲). علت این موضوع می‌تواند، تفاوت در نوع و شدت



تفاوت در نتایج به علت تفاوت در تعاریف و روش‌های برداشت داده‌ها است به‌عنوان مثال در مطالعه صورت گرفته در کشور ژاپن در تعریف روشنه، حداکثر مساحت برای روشنه‌ها ۱۰۰۰ مترمربع در نظر گرفته شده است که باعث کاهش شدید این مقدار شده است در حالی که در جنگل‌های راش اروپا و نیز در این مطالعه روشنه‌هایی با مساحت ۲۰۰۰ متر نیز اندازه‌گیری شده است. همچنین این مطالعه در مقایسه با مطالعات اروپا در مساحت بزرگ‌تر و با اندازه‌گیری کامل و صددرصد انجام شده است. پراکنش فراوانی روشنه‌ها در مساحت‌های مختلف در این ناحیه از یک توزیع نمایی کاهنده پیروی می‌کند در مطالعات صورت گرفته در سایر کشورها در مواردی توزیع لوگ نرمال برای پراکنش روشنه‌ها بر اساس مساحت روشنه‌ها (۴۰،۵۲) و در مواردی در سایر جنگل‌های راش توزیع نمایی کاهنده (۱۱،۳۴) گزارش شده است. نتایج این تحقیق مشابه نتایج به‌دست‌آمده از جنگل‌های راش در اسلواکی و بوسنی هرزگوین است که علت آن کمتر دست‌خورده بودن جنگل‌های راش در این کشورها و نیز در منطقه مورد مطالعه در این پژوهش است. همچنین شباهت‌های بسیاری بین جنگل‌های هیرکانی در شمال ایران و جنگل‌های واقع در ارتفاعات کارپات در اروپا وجود دارد (۲۳). بر این اساس بیشترین فراوانی اندازه روشنه‌ها در جنگل‌های طبیعی و آمیخته راش شرقی در کمتر از ۱۰۰ مترمربع است و با افزایش اندازه روشنه‌ها فراوانی آن‌ها کاهش می‌یابد؛ بنابراین حضور روشنه‌های با مساحت‌های بالا به‌ویژه بیش از ۷۵۰ مترمربع

مطالعات Nagel *et al.* (2010) نشان داد که گونه افرا برای استقرار نیاز به روشنه‌های بزرگ‌تری دارد در حالی که درختان راش امکان استقرار در روشنه‌هایی با ابعاد متفاوت را دارند هرچند که بهترین زادآوری‌ها برای گونه راش اروپا در روشنه‌هایی با ابعادی کمتر از ۴۰۰ مترمربع دیده می‌شود. روند مشابهی برای استقرار این دو گونه در جنگل راش شرقی به دست آمد. در این پژوهش در کل منطقه مورد بررسی ۲۳۱ روشنه معادل ۳ روشنه در هر هکتار ثبت گردید. نتایج نشان داد که ۹/۳٪ از کل عرصه جنگلی توسط روشنه‌ها باز شده است. این نسبت در مطالعات جنگل‌شناسی بسیار مهم و باارزش است. رقم به‌دست‌آمده بسیار مشابه مطالعات جنگل‌های راش در آمریکای شمالی است که ۹/۵٪ گزارش شده است (۴۰). اما در مقایسه با مطالعات صورت گرفته در ژاپن (۱/۷٪) بسیار بیشتر است که علت تعریف حداقل مساحت کمتر برای روشنه‌ها در آن تحقیق است. نتایج بسیار متفاوتی از جنگل‌های راش در اروپا گزارش شده است، مقدار به‌دست‌آمده برای جنگل‌های شمال ایران در این مطالعه بیشتر از نتایج منتشر شده در اسلوانی، ۵/۶٪ (۵۲) و نیز در آلبانی ۳/۳ تا ۶٪ (۲۹) ولی بسیار مشابه با نتایج به‌دست‌آمده در جنگل‌های راش در اسلواکی ۹-۱۱٪ (۱۷) ۳-۱۱ در بوسنی هرزگوین (۲۲) و ۱۲-۱۷٪ در جمهوری چک (۳۴) است. با توجه به این نتایج به نظر می‌رسد شباهت‌های زیادی در پویایی توده‌های راش در این جنگل‌ها با شمال ایران وجود داشته باشد.

مطالعات صورت گرفته در اروپای مرکزی تأیید شده است (۵۲،۱۱،۲۲،۳۳) هرچند که روشنه‌های با مساحت کوچک کمتر از ۲۰۰ مترمربع بخش زیادی (۵۸٪) از تعداد روشنه‌ها را تشکیل می‌دهند، اما تنها ۲۶٪ از کل مساحت روشنه‌ها در منطقه را شکل می‌دهد. مطالعات نشان داده است که روشنه‌های با مساحت زیاد در جنگل‌های با زهکشی ضعیف در خاک رخ می‌دهد، در حالی که این مطالعه در جنگل‌های با زهکشی خوب و خاک غنی صورت گرفته که می‌تواند دلیلی برای کوچک بودن روشنه (آشوب در مقیاس کوچک) باشد (۵۰). بیشترین مساحت از روشنه‌ها را، روشنه‌هایی با مساحت بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ مترمربعی تشکیل می‌دهند. در جنگل‌های راش در اروپا در مواردی نتایج متفاوتی گزارش شده است، در جنگل‌های آمیخته راش در کشور اسلواکی تنها ۱۰٪ از روشنه‌ها داری مساحت بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمربع بودند (۱۱). شکل روشنه‌ها شکل منظمی پیروی نمی‌کنند و تا مساحت ۴۰۰ مترمربعی به شکل معنی‌داری با شکل هندسی دایره تفاوت نشان می‌دهند، که نشانه تأثیر حاشیه‌ای زیاد بر داخل روشنه‌ها توسط درختان کناری است. تأثیر حاشیه‌ای درختان در روشنه‌ها بر روی استقرار زادآوری و منابع قابل‌دسترس برای آن‌ها در مطالعات متعددی در جنگل‌های راش تأیید شده است (۹،۶،۱۵). بیشترین میزان خشکه‌دار در یک روشنه چهار اصله ثبت شد. همچنین در ۳۵٪ از روشنه‌ها هیچ خشکه‌داری ثبت نشد. در اروپا نیز در مطالعات جنگل‌های راش در بوسنی اغلب روشنه‌ها (۵۱٪) با یک خشکه‌دار تشکیل

به شکل طبیعی در توده‌های راش نادر است. اندازه روشنه‌ها از ۱۹/۶ مترمربع شروع و تا ۱۲۵۰ مترمربع و با یک استثناء ۲۲۴۶ مترمربعی ثبت گردید. اغلب روشنه‌ها (۵۸٪) دارای اندازه‌ای کمتر از ۲۰۰ مترمربع هستند، که نشان می‌دهد در شرایط طبیعی در جنگل‌های راش روشنه‌های با مساحت بالا بسیار نادر هستند و دوسوم از روشنه‌ها مساحت کمتر از ۳۰۰ مترمربع دارند. تنها ۳/۱٪ از روشنه‌ها دارای مساحت ۱۰۰۰ مترمربع هستند. میان اندازه روشنه‌ها نیز ۱۷۸ مترمربع برآورد گردید که نشان می‌دهد نیمی از روشنه‌ها دارای مساحت کمتر از ۱۷۸ مترمربع می‌باشند. این مقدار نشان می‌دهد که آشوب‌های منجر به تشکیل روشنه در این جنگل‌ها آشوب‌هایی کوچک‌مقیاس هستند و دخالت‌هایی با ایجاد روشنه‌های بزرگ در تکرار زیاد می‌تواند دور از طبیعت و متناقض با اصول جنگلداری همگام با طبیعت تلقی شود. این رقم در مقایسه با مطالعات صورت گرفته در جنگل‌های اروپای مرکزی یک حد متوسط را نشان می‌دهند. در بررسی‌های انجام شده در توده‌های راش و نراد در جنگل‌های غرب کارپات متوسط اندازه روشنه‌ها ۵۷ مترمربع گزارش شده است (۲۲)، همچنین در مطالعه دیگری ۷۹ مترمربع در جنگل آمیخته راش به دست آمده است (۲۸). در جنگل‌های کلاردشت در شمال ایران، آشوب‌های با مقیاس کوچک و متوسط در ایجاد روشنه در توده‌های راش گزارش شده است (۱۰،۴۱). اهمیت آشوب‌هایی در مقیاس کوچک و متوسط در جنگل‌های طبیعی و کمتر دست‌خورده راش در

دارند و بر اساس نتایج Müller-Using and Bartsch (2009) برای پوسیدن کامل یک درخت راش ۳۵ سال طول می‌کشد، بنابراین به نظر می‌رسد اغلب روشنه‌های موجود در حدود ۳۰ سال پیش تشکیل شده باشند.

گونه راش و پلت بیشترین زادآوری را به ترتیب با داشتن ۳۸/۵ و ۳۶/۷٪ از کل زادآوری داخل روشنه‌ها به خود اختصاص دادند. تعداد نهال‌های راش، افرا و سایر گونه‌ها رابطه معنی‌داری با سطح روشنه‌ها نشان ندادند، گونه ممرز به شکل ضعیفی با سطح روشنه با ضریب همبستگی ۰/۱۵ رابطه نشان داد. بیشترین تعداد نهال‌ها در داخل روشنه‌ها گونه راش است که یک‌گونه بردبار به سایه است می‌تواند سال‌ها در زیراشکوب درختان باقی بماند. تحقیقات گاه شناسی درختی گونه راش جنوبی نشان داده است که این گونه می‌تواند تا ۱۰۰ سال قبل از رسیدن به اشکوب بالایی و پر کردن روشنه‌ها به شکل مغلوب بماند (۳۸). بنابراین اغلب نهال‌های موجود در روشنه‌ها قبل از شکل‌گیری روشنه‌ها در داخل جنگل و در روشنه مستقر می‌شوند، بنابراین رابطه معنی‌داری بین مساحت روشنه‌های شکل‌گرفته و تعداد کل نهال‌ها که اغلب آن‌ها راش هستند به چشم نمی‌خورد؛ بنابراین می‌توان انتظار داشت رابطه معنی‌داری بین مساحت روشنه‌ها و تعداد نهال‌های راش نیز نداشته باشیم. همچنین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد، روشنه‌هایی با مساحت کوچک بیشترین مطلوبیت را برای استقرار گونه راش دارند (۱۲،۴۲). در سایر مطالعات انجام‌شده در جنگل‌های راش در شمال ایران نیز نتایج

می‌شود (۲۲) در اغلب مطالعات بیش از ۵۰٪ روشنه‌ها با افتادن یک درخت شکل می‌گیرند، مطالعات Nagel و Svoboda (2008) و در کشور بوسنی از این لحاظ یک استثناء هست که در آن ۶۴٪ از روشنه‌ها با بیش از یک خشکه‌دار شکل می‌گیرد که علت آن وقوع طوفان‌های شدید و باد افتادگی درختان است. در جنگل‌های شمال ایران، Sagheb-Talebi *et al.*, (2005) روشنه‌ای با ۶ روشنه ساز را ذکر کرده‌اند درحالی‌که در این مطالعه بیشترین روشنه ۴ مورد گزارش شده است. در کل می‌توان نتیجه‌گیری کرد که با توجه به منشأ درونی آشوب‌های طبیعی در جنگل‌های شمال ایران، تشکیل روشنه‌هایی با تعداد روشنه ساز بیش از یک یا دو درخت، قاعده نیست بلکه یک استثناء است (شکل ۳). در برخی از روشنه‌ها تکه‌هایی به‌جامانده از روشنه سازها به چشم می‌خورد که به‌عنوان یک خشکه‌دار به شمار نمی‌روند بنابراین روشنه‌هایی فاقد روشنه ساز ثبت شده‌اند، با توجه به مطالعات صورت گرفته در ارتباط با پوسیدگی درختان راش در جنگل‌های شمال، سرعت پوسیدن درختان راش در شمال ایران با توجه به گرم و مرطوب‌تر بودن اکوسیستم در قیاس با جنگل‌های اروپا بیشتر است (۴۵).

در این مطالعه ۶۹/۹٪ از خشکه‌دارهای روشنه ساز در مراحل پیشرفته پوسیدگی (درجه ۳ و ۴) قرار داشتند درحالی‌که خشکه‌دار درجه‌دو ۱۸/۸٪ و خشکه‌دارهای تازه افتاده (درجه یک) ۱۳/۵٪ از خشکه‌دارهای روشنه ساز را تشکیل می‌داد. با توجه به این‌که نزدیک به ۷۰٪ از روشنه‌ها در مراحل پیشرفته پوسیدگی قرار

اصله نهال پرکننده اصلی روشنه از گونه راش نیز مورد مطالعه واقع شد و حداقل، میانه و حداکثر مساحت روشنه‌های دارای حداقل یک پرکننده اصلی روشنه از گونه راش به ترتیب ۲۳/۷، ۲۰۶ و ۱۸۰۸ مترمربع محاسبه گردید. کم بودن نهال‌های افرا می‌تواند به علت خوش‌خوراکی و چرای آن توسط وحوش در جنگل یا حساسیت آن به گرمای تابستانه و یا کمبود نور باشد که در این زمینه اطلاعات کاملی در دست نیست. تأثیر فشار چرای دام بر روی نهال‌های گونه‌های درختی نظیر راش و افرا در جنگل‌های راش در اروپای مرکزی گزارش شده است (۲۰۴۳). بر اساس نتایج این پژوهش شیوه‌های جنگل‌شناسی‌ای که منجر به ایجاد روشنه‌های با ابعاد کوچک یا متوسط در پوشش تاجی درختان می‌شوند را به‌طور یقین جزو شیوه‌های جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت محسوب شود. بنابراین شیوه‌های تک‌گزینی و برش انتخابی درختان از این دیدگاه شیوه‌ای کاملاً نزدیک به طبیعت محسوب می‌شود.

مشابهی به‌دست‌آمده است و خوش‌برگه‌ترین و سالم‌ترین نهال‌های راش در روشنه‌هایی با مساحتی برابر با ۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع استقرار می‌یابند (۴۳،۴۹). تعداد نهال در هر صد مترمربع با افزایش مساحت روشنه‌ها کاهش می‌یابد و از یک منحنی کاهنده پیروی می‌کند. تعداد و گونه نهال‌های با ارتفاع بیش از ۱/۳ متر در هر روشنه به‌عنوان پرکننده‌های اصلی روشنه در توده آتی اندازه‌گیری شد. در مجموع ۳۵۴ نهال با ارتفاع بیشتر از ۱/۳ متر در این روشنه‌ها یادداشت شد. مهم‌ترین گونه پرکننده اصلی روشنه گونه راش است (۳/۹۳٪، ۳۳۰ = N)، ممرز و سایر گونه‌ها نیز به ترتیب ۴/۵ و ۱/۴ درصد از پرکننده‌های اصلی روشنه‌ها را به خود اختصاص دادند. گونه پلت با اینکه ۸/۶٪ از سازنده‌های روشنه‌ها را تشکیل می‌دهد، تنها یک درصد از پرکننده اصلی روشنه را به خود اختصاص می‌دهد. با توجه به اهمیت پرکننده‌های اصلی روشنه در ساختار جنگل و ترکیب توده آتی، روشنه‌های دارای حداقل یک

## References

- 1-Alidadi.F., Marvie Mohadjer, M R., Etemad.V. and K.Sefidi ,2014. Decay dynamic of dead trees in mixed beech stands, Northern Iran, Journal of Forest and Poplar Research 23(2): in press (In Persian).
- 2-Ammer. C., 1996. Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management* 88:43–53.
- 3-Amoli Kondori .A.R., Marvi Mohajer .M.R., Zobeiri .M., and V. Etemad,2011 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 Vol. 20 No. 1: 151-1654.
- 4-Anonymous, 2009, Gorazbon district forest management plan,375pp.
- 5-Hojjati,S.M.2004. investigation on distribution and age structure of natural regeneration of beech , Ms.c. thesis , University of Tehran,68pp.
- 6-Battles, J.J., J.G. Dushoff, T.J. Fahey, 1996. Line intersects sampling of forest canopy gaps. *Forest Science* 42, 131–138.

- 7-Busing, T., 1998. Composition, structure, and diversity of cove forest stands in the Great Smoky Mountains: a patch dynamics perspective. *Journal of Vegetation Science* 9, 881–890.
- 8-Collet, C., C. Chenost, 2006. Using competition and light estimates to predict diameter and height growth of naturally regenerated beech seedlings growing under changing canopy conditions. *Forestry* 79, 489–502.
- 9-Canham, C.D., J.S. Denslow, W.J. Platt, J.R. Runkle, T.A. Spies, P.S. White, 1990. Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 620–631.
- 10-Delfan Abazari, B., Sagheb-Talebi, Kh., Namiranian, M., 2004. Regeneration gaps and quantitative characteristics of seedlings in different development stages of undisturbed beech stands (Kelardasht, Northern Iran). *Iran. J. For. Poplar Res.* 12 (2), 302–306 [Farsi with English abstract].
- 11-Drössler L, B. Lüpke, 2005. Canopy gaps in two virgin beech forest reserves in Slovakia. *Journal of Forest Science* 51:446–457.
- 12-Emborg, J., 1998. Under storey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management* 106: 83–95.
- 13-Fajardo, A., R. deGraaf, 2004. Tree dynamics in canopy gaps in old-growth forests of *Nothofagus pumilio* in southern Chile. *Plant Ecology* 173, 95–105.
- 14-Franklin J. F, Mitchell R. J. and Palik B.J., 2007. Natural Disturbance and Stand Development Principles for Ecological Forestry, USDA Forest Service. 48pp.
- 15-Gagnon, J.L., E.J. Jokela, W.K. Moser, D.A. Huber, 2003. Dynamics of artificial regeneration in gaps within a longleaf pine flat woods ecosystem. *Forest Ecology and Management* 172, 133–144.
- 16-Henbo, Y., A. Itaya, N. Nishimura, S. Yamamoto, 2004. Long-term canopy dynamics in a large area of temperate old-growth beech (*Fagus crenata*) forest: analysis by aerial photographs and digital elevation models. *Journal of Ecology* 92, 945–953.
- 17-Kenderes, K., K. Král, T. Vršja, T. Standovár, 2009. Natural gap dynamics in a central European mixed beech-spruce-fir old-growth forest. *Ecoscience* 16, 39–47.
- 18-Kenderes, K., B. Mihók and T. Standovár, 2008. Thirty years of gap dynamics in a Central European beech forest reserve. *Forestry* 81: 111–123.
- 19-Koop, H., 1989. Forest Dynamics: SILVI-STAR. A Comprehensive Monitoring System. Springer-Verlag, Berlin.
- 20-Korpel, S., 1982, Degree of equilibrium and dynamic change of the forest an example of natural forest of Slovakia, Act Faculties Forestails, Zvolen, Czechoslovakia, 24:9-30.
- 21-Kooch, Y., Hosseini, S.M., Samonil, P., Hojjati, S. M., 2014. The effect of windthrow disturbances on biochemical and chemical soil properties in the northern mountainous forests of Iran. *Catena* 116 : 142–148.
- 22-Kucbel, S., P. Jaloviar, M. Saniga, J. Vencurik, V. Klimas, 2010, Canopy gaps in an old-growth fir-beech forest remnant of Western Carpathians, *European Journal of Forest Research* 129: 249–259.
- 23-Knapp, H.D., 2005. Die globale Bedeutung der Kaspischen Wälder, in: Nosrati, K., Mohadjer, R.M., Bode, W., Knapp, H.D. (Eds.), Schutz der Biologischen Vielfalt und integriertes Management der Kaspischen Wälder (Nordiran). *Naturschutz und Biologische Vielfalt, BFN* 12: 45–63.

- 24-Lertzman .K.P., 1992, Patterns of gap-phase replacement in a sub-Alpine, old-growth forest. *Ecology* 73:657–669
- 25-Marvie Mohadjer M. R., Zobeiri1 .M., Etemad .V., and Jour Gholami.M., 2009. Performing the single selection method at compartment level and necessity for full inventory of tree species(Case study: Gorazbon district in Kheyrod Forest) *Journal of the Iranian Natural Res.*, Vol. 61, No. 4. pp. 889-908.
- 26-Marvie Mohadjer M. R., and Sefidi.K., 2012, *Forest ecology (translation)*, Jahad Daneshgahi press, 398pp.
- 27-Mattaji.A., and Namiranian.M., 2002. Investigation on structure and developmental trend of natural beech stands,Northern Iran. *Iranian Journal of Natural Resources*,Vol. 55 (14): 531 -541.
- 28-McCarthy J., 2001. Gap dynamics of forest trees: a review with particular attention to boreal forests. *Environmental Review* 9: 1–59.
- 29-Meyer.P., .V. Tabaku, B. von Lupke, 2003, Structural characteristics of Albanian beech (*Fagus sylvatica* L.) virgin forests - deductions for semi-natural forestry. *Forstwiss. Centralbl.* 122:47-58.
- 30-Mihok, B., L. Gálhidy, K. Kenderes, T. Standovár, 2007. Gap regeneration patterns in a semi-natural beech forest stand in Hungary. *Acta Silvatica Lignaria Hungarica* 3, 31–45.
- 31-Mousavi S. R., Sagheb-Talebi .Kh.,Tabari.M., Pourmajidian.M.R., 2003. Determination of Gap Size for Improvement of Beech (*Fagus orientalis*) Natural Regeneration. *Iranian J.Natural Res.* Vol. 56 (1): 39-48.
- 32-Müller-Using.V.S, Bartsch. N., 2003, Totholzynamik eines Buchenbestandes (*Fagus sylvatica* L.) im Solling. Nachlieferung ursache und Zersetzung von Totholz. *Allgemeine. Forst Jagdztg.* 174:122-130.
- 33-Nagel .T. A., .M. Svoboda,.T. Rugani, .J.Diaci, 2010, Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth *Fagus–Abies* forest of Bosnia–Herzegovina, *Plant Ecology*, 208 : 307–318
- 34-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.
- 35-Parhizkar, P., K.Sagheb-Talebi, , A. Mataji, , R. Nyland, M. Namiranian, 2011. Silvicultural characteristics of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) regeneration under different RLI and positions within gaps. *Forestry* 84, 177–185.
- 36-Peet R. K. ,1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematic* 5: 285-307.
- 37-Piovesan, G., A. Di Filippo, A. Alessandrini, Biondi, F., B. Schirone, 2005.Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth *Fagus* forest in the Apeninnes. *Journal of Vegetation Science* 16, 13–28
- 38-Pollmann, W., 2003. Stand structure and dendroecology of an old-growth *Nothofagus* forest in Conguillio National Park, south Chile. *Forest Ecology and Management* 176: 87-103.
- 39-Ritter, E., L. Vesterdal, 2006. Gap formation in Danish beech (*Fagus sylvatica*) forests of low management intensity: soil moisture and nitrate in soil solution. *European Journal of Forest Research* 125, 139–150.
- 40-Runkle, J.R., 1982. Patterns of disturbance in some old-growth mesic forests of eastern North America. *Ecology* 63, 1533-1546.

- 41-Sagheb-Talebi, K., B. Abazari, M., Namiranian, 2005. Regeneration process in natural uneven-aged Caspian beech forests of Iran. *Schweizerische Zeitschrift fuer Forstwesen* 156, 477–480.
- 42-Sagheb-Talebi, K., J.P. Schutz, 2002. The structure of natural oriental beech (*Fagus orientalis*) forests in the Caspian region of Iran and potential for the application of the group selection system. *Forestry* 75, 465-472.
- 43-Senn .J., W. Suter, 2003, Ungulate browsing on silver fir (*Abies alba*) in the Swiss Alps: beliefs in search of supporting data. *Forest Ecology and Management* 181:151–164
- 44-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.
- 45-Sefidi, K., M.R. Marvie-Mohadjer, 2010. Characteristics of coarse woody debris in successional stages of natural beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests of Northern Iran. *Journal of Forest Science* 56, 7-17.
- 46-Sefidi K, M. R, Marvie Mohadjer, 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.
- 47-Sefidi, K., Marvie Mohadjer, M R., Etemad.V 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): in press (In Persian).
- 48-Shabani. S., Akbarinia. M., Jalali .Gh., and Aliarab .A., 2001, Impact of canopy gaps size on woody species biodiversity in mountainous forests of northern Iran (Case study: beech stands of Lalis, Chalous). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* Vol. 19 No. 1 : 73-82
- 49-Tabari, M., P. Fayaz, K. Espahbodi, J. Staelens, L. Nachtergale, 2005. Response of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) seedlings to canopy gap size. *Forestry* 78, 443–450.
- 50-Weiskettel, A.R., D.M. Hix, 2003. Canopy gap characteristics of an oak-beech-maple old-growth forest in northwestern Ohio. *Ohio Journal of Science* 103, 111-115.
- 51-Yamamoto, S., N. Nishimura, 1999. Canopy gap formation and replacement pattern of major tree species among developmental stages of beech (*Fagus crenata*) stands, Japan. *Plant Ecology* 140, 167–176.
- 52-Zeibig, A., J. Diaci, S. Wagner, 2005. Gap disturbance patterns of a beech virgin forest remnant in the mountain vegetation belt of Slovenia. In: HAMOR F.D., COMMAR-MOT B. (eds.), *Natural forests in the temperate zone of Europe – Values and utilisation*. International Conference in Mukachevo, Ukraine. October 13–17, 2003. Rakhiv, Carpathian Biosphere Reserve; Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL.
- 53-Zoghi M., Rahmani .R., and E. Shayesteh Pahangeh, 2012, Effect of gap size on quantitative characteristics of regeneration groups in a Parroti Carpinetum forest type (Shastkola forest). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* Vol. 20 No. 3: 494-504

