مشخصه‌های کمی زادآوری در روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری و طبیعی در جنگل آمیختهٔ راش (مطالعهٔ موردی بخش نم‌خانه جنگل خیرود)

لیلا محمدی[۱]، محمدرضا مروی مهاجر[۲]، وحید اعتماد[۳] و کیومرث سفیدی[۴]*

[۱] کارشناس ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی‌جنگل، دانشکدهٔ منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
[۲] استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران
[۳] استادیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران
[۴] استادیار گروه علوم و صنایع چوب وکاغذ، دانشکدهٔ فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۰)

چکیده

روشنه‌ها نقش مهمی در استقرار زادآوری و تعیین ترکیب پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های جنگلی دارند. اغلب در شیوهٔ تک‌گزینی استقرار زادآوری با ایجاد روشنه‌هایی در پوشش تاجی پیگیری می‌شود. این پژوهش در بخش نم‌خانهٔ جنگل خیرود نوشهر به‌منظور بررسی ویژگی‌های نهال‌های استقراریافته در روشنه‌های طبیعی و روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری انجام گرفت. درمجموع ۶۰ روشنه در این جنگل انتخاب و مشخصه‌های روشنه‌ها شامل مساحت و شکل برآورد و ارتباط بین فراوانی و ارتفاع نهال‌ها با هر یک از مشخصه‌های روشنه‌های طبیعی و روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری آزمون شد. نتایج نشان داد در روشنه‌های طبیعی میانگین فراوانی نهال‌ها و همچنین فراوانی نهال‌های گونهٔ راش رابطهٔ معنی‌داری با مساحت روشنه دارند، در حالی که فراوانی نهال‌های بلندتر از ۱/۳۰ متر ارتباط معنی‌داری با اندازه روشنه نشان نمی‌دهند. فراوانی کل نهال‌ها نیز ارتباط معنی‌داری با شکل روشنه‌ها در روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری و طبیعی دارد، همچنین گونهٔ راش شرقی به‌تنهایی بیش از ۹۰ درصد از نهال‌های بلندتر از ۱/۳۰ متر را تشکیل می‌دهد. در مقایسهٔ روشنه‌های طبیعی و روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری مشخص شد رابطهٔ معنی‌داری بین استقرار نهال در اندازه‌های مختلف روشنه وجود دارد، بر این اساس توصیه می‌شود در ایجاد روشنه و برداشت درختان در شیوهٔ تک‌گزینی مشخصه‌های ساختاری روشنه به‌عنوان عوامل مؤثر در استقرار نهال‌های گونه راش در نظر گرفته شوند.

واژه‌های کلیدی: استقرار نهال، پرکنندهٔ روشنه، روشنه، روشنه‌ساز.

* نویسنده مسئول شماره تماس: ۰۴۵۳۳۵۱۹۹۸۳ ایمیل: Kiomarssefidi@gmail.com

مقدمه و هدف

روش‌های مدیریتی همگام با طبیعت، می‌تواند بهترین انتخاب برای مدیریت توده‌های طبیعی (نظیر جنگل‌های شمال) باشد؛ روش‌هایی که اساس آنها دخالت بهینه در ساختار و فرایندهای طبیعی در جنگل است. استفاده از روش‌های مدیریتی همگام با طبیعت بدون داشتن منبع قابل اتکا و نیز شناخت دقیق آن میسر نیست. به‌عبارتی اولین گام در مدیریت همگام توده‌های جنگلی، شناخت و درک پویایی توده‌های طبیعی جنگلی است (Leibndgut, 1978). در این رویکرد از برنامه‌های مدیریتی جنگل‌ها تلاش می‌شود با کشف چگونگی رخداد رویدادهای طبیعی مانند سازوکار تجدید حیات در توده‌های طبیعی، ضمن شناخت صحیح، از الگوهای موجود برای بهبود تیمارها و عملیات پرورشی در جنگل استفاده شود (Sefidi *et al.*, 2011; Drößler and Von Lüpke, 2005).

در جنگل‌های راش، استقرار نهال‌های راش در مناطقی که روشنه‌هایی در پوشش تاجی رخ می‌دهد آغاز می‌شود (دلفان اباذری و همکاران، ۱۳۸۳؛ Sefidi *et al.*, 2011) و بر این اساس، راش گونهٔ فاز[1] روشنه محسوب می‌شود (مروی مهاجر و سفیدی،۱۳۹۱). روشنه‌ها در جنگل اغلب با افتادن درخت یا قطع درخت به‌دست انسان ایجاد می‌شوند. روشنه‌های ایجادشده در تاج پوشش درختان در اکوسیستم‌های جنگلی ممکن است آغازی برای استقرار زادآوری و پویایی توده‌های جنگلی باشد (مروی مهاجر، ۱۳۹۰). زادآوری‌های استقراریافته در روشنه‌ها سبب تداوم و پایداری اکوسیستم در طی فرایند توالی جنگل می‌شود، برای درک صحیح تغییرات آتی توده‌های جنگلی و اتخاذ برنامهٔ جنگل‌شناسی مناسب، شناخت پویایی توده‌های جنگلی، اهمیت فراوانی دارد. یکی از مهم‌ترین مراحل شناسایی‌شده در فرایند پویایی توده‌های راش در جنگل‌های شمال ایران، مرحلهٔ تشکیل روشنه است (Barnes *et al.*, 1998؛ سفیدی و همکاران، ۱۳۹۳).

فرایند تشکیل روشنه‌ها در توده‌های طبیعی راش اغلب با افتادن تک‌درخت و تبدیل آن به خشکه‌دار آغاز می‌شود (Sefidi *et al.*, 2011; Drößler and Von Lüpke, 2005). برای اندازهٔ روشنه‌ها در جنگل‌های مختلف در شمال ایران و در جنگل‌های راش اروپا مقادیر مختلفی گزارش شده است. تشکیل روشنه‌ها در جنگل سبب تغییر شرایط محیطی در توده‌های جنگلی می‌شود، ازجمله اینکه مقدار رطوبت خاک در داخل روشنه‌ها اغلب بیشتر از محیط مجاور گزارش شده است (Gálhidy *et al.*, 2006; Ritter and Vesterdal, 2006) درحالی‌که تحقیقات در مجارستان نشان می‌دهد که نور نسبی در داخل توده‌های جنگلی، بسته به‌اندازهٔ روشنه می‌تواند ۳ تا ۸ درصد بیشتر از توده‌های جنگلی پیرامونی باشد (Mihok *et al.*, 2007). افزایش نور نسبی در داخل روشنه می‌تواند برای گونه‌های نورپسند یک مزیت نسبی برای حضور در داخل توده‌های جنگلی باشد (Collet and Chenost, 2006).

در پژوهشی که روشنه‌هایی به ابعاد ۱۰۰ تا ۱۲۰۰ متر مربع بررسی شدند، نتایج نشان داد که مرگ‌ومیر نهال‌ها و نونهال‌ها و نیز فراوانی آنها رابطهٔ معنی‌داری با اندازهٔ روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری دارد. همچنین در این بررسی، فراوانی گونه‌های پیشگام در روشنه‌های مصنوعی به‌مراتب بیشتر از روشنه‌های طبیعی بوده است (d'Oliveira and Ribas, 2011). در پژوهشی در کشور بوسنی و هرزگوین و در جنگل‌های راش اروپا، ارتباط معنی‌داری بین اندازهٔ روشنه‌های طبیعی و فراوانی نهال‌ها مشاهده نشد (Nagel *et al.*, 2010). تأثیر روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری و روشنه‌های طبیعی بر چرخهٔ عناصر تغذیه‌ای در خاک و نیز رشد و زنده‌مانی نهال‌ها در روشنه‌ها در پژوهش‌های متعددی به اثبات رسیده است (Gray *et al.*, 2002; Muscolo *et al.*, 2007).

[1] Gap phase species

در پژوهشی مشابه در جنگل‌های راش شرقی، در ارتباط معنی‌داری بین مساحت روشنه‌ها و استقرار گونه‌های درختی مختلف در منطقهٔ پژوهش مشاهده نشد، هرچند که بهترین و بیشترین زادآوری در روشنه‌هایی با ابعاد متوسط و کوچک به ثبت رسیده است (Sefidi *et al.*, 2011). همچنین ارتباط معنی‌داری بین حضور نهال‌های راش شرقی با تغییر در شدت نور نسبی در روشنه‌های با ابعاد مختلف نشان داده شده است (Parhizkar *et al.*, 2011). در زمینهٔ پراکنش روشنه‌ها (متاجی و همکاران،۱۳۸۷؛ کرمی و همکاران، ۱۳۹۱۲) و ویژگی‌های روشنه‌های طبیعی در پوشش تاجی مطالعات متعدد و پراکنده‌ای در جنگل‌های شمال ایران انجام‌گرفته است (کوچ و همکاران،۱۳۸۹؛ شهنوازی و همکاران، ۱۳۸۴). طی پژوهشی ساختار توده‌های طبیعی راش در توده‌های خالص و آمیخته در جنگل‌های شمال بررسی شد و مشخص شد که بهترین زادآوری در روشنه‌های با مساحت کوچک‌تر از ۰/۱ هکتار اتفاق می‌افتد (Sagheb-Talebi and Schutz, 2005). همچنین براساس نتایج پژوهش صورت‌گرفته در طرح جنگلداری شوراب توسط موسوی و همکاران (۱۳۸۲) به‌منظور بهبود وضعیت تجدید حیات طبیعی، مساحت نشانه‌گذاری برای برداشت تاج پوشش از طریق برش‌های نخستین پناهی (آمادگی و بذرافشانی) و نیز تک‌گزینی نباید از ۵ آر تجاوز کند. سفیدی و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که بین حجم خشکه‌دارها و استقرار نهال‌ها در روشنه رابطهٔ مثبت وجود دارد و حضور خشکه دارها نشانهٔ حضور فعلی یا شکل‌گیری روشنه‌ها درگذشته است. مطالعات شعبانی و همکاران (۱۳۹۰) نیز نشان داد که بیشترین تنوع و غنای گونه‌ای در روشنه‌های بزرگ‌تر به چشم می‌خورد و در روشنه‌های کوچک (کوچک‌تر از ۲۰۰ متر مربع) بزرگ‌ترین سطوح توسط راش و در روشنه‌های بزرگ (۴۰۰ تا ۶۰۰ متر مربع)، بیشترین سطوح توسط ازگیل و ولیک اشغال می‌شوند. مطالعات ذوقی و همکاران (۱۳۹۱) 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 پژوهشی در جنگل‌های آمیختهٔ راش در بخش گرازبن جنگل خیرود نوشهر، ارتباط معنی‌داری بین اندازهٔ روشنه و فراوانی نهال‌ها دیده نشد (آملی کندری و همکاران،۱۳۹۱).

نتایج این پژوهش می‌تواند اطلاعات مناسبی از استقرار نهال‌ها در روشنه‌های طبیعی و روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری فراهم کند. شناسایی بهترین روشنه‌ها از دیدگاه استقرار نهال‌ها در توده‌های آمیختهٔ راش، رهنمودی برای تدوین شیوه‌های مدیریتی همگام با طبیعت در جنگل‌های شمال ایران خواهد بود. در شیوهٔ تک‌گزینی اغلب درختان به‌شکل گزینشی و با اهداف مشخص توسط نشانه‌گذار انتخاب و قطع می‌شود و بر این اساس روشنه‌هایی در پوشش تاجی درختان پدید می‌آید. هدف اصلی این پژوهش، مقایسهٔ کمی استقرار نهال‌ها در روشنه‌های با منشأ طبیعی و ناشی از بهره‌برداری است. اهداف فرعی این پژوهش شامل موارد زیر است: ۱- تعیین رابطهٔ بین مساحت روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری با فراوانی گونه‌های راش و ممرز به‌عنوان گونه‌های درختی غالب در منطقه؛ ۲- بررسی رابطهٔ بین بلندی نهال‌های راش و ممرز و مساحت روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

رویشگاه‌های موردپژوهش در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود واقع در ۷ کیلومتری شرق نوشهر، در غرب استان مازندران بین ´۲۷ °۳۶ و ´۴۰ °۳۶ عرض شمالی و بین ´۳۲ °۵۱ و ´۴۳ °۵۱ طول شرقی واقع شده‌اند. این جنگل از شمال به نوار ساحلی و روستای خیرودکنار و از جنوب به ییلاقات و روستای کلیک

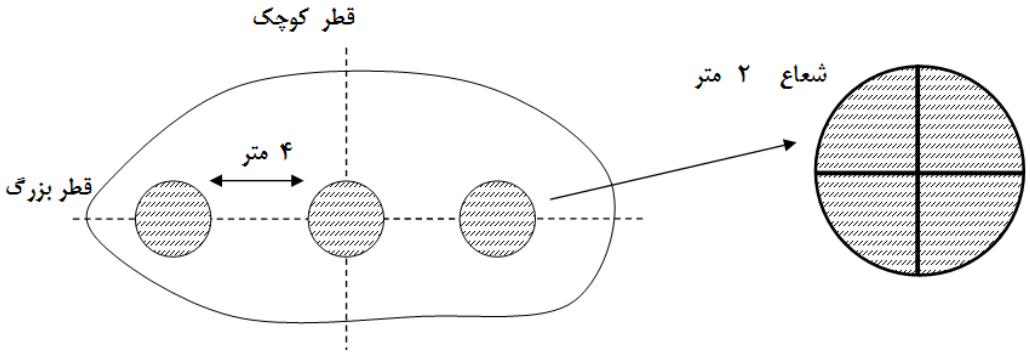
محدود می‌شود. مساحت کل منطقه حدود ۸۰۰۰ هکتار است. رویشگاه‌های مورد پژوهش با توجه به سابقهٔ مدیریتی و نشانه‌گذاری و بهره‌برداری صنعتی، تشابه تیپ و شرایط رویشگاهی از بخش نم‌خانه انتخاب شد. پس از جنگل‌گردشی در بخش نم‌خانه پارسل‌های ۲۱۳ و ۲۱۴ با توجه دارا بودن روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری (برداشت درخت در طرح‌های جنگلداری) و نیز روشنه‌های طبیعی به‌عنوان منطقهٔ پژوهش انتخاب شد. در بخش نم‌خانه دومین دوره از طرح تجدید نظر اجراشده و نشانه‌گذاری در این پارسل در گذشته صورت گرفته است، هرچند که در قیاس با بخش پاتم در همین جنگل شدت دخالت‌ها بسیار کمتر بوده است.

شیوهٔ اجرای پژوهش

به‌منظور بررسی و مقایسهٔ روشنه‌های طبیعی و روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری در جنگل‌های راش در بخش مدیریت‌شدهٔ نم‌خانه و با توجه به نتایج مطالعات قبلی و تعداد روشنه‌ها در واحد سطح (Sefidi *et al.*, 2011) جنگل‌های با غلبهٔ راش (۶۷ درصد فراوانی درختان) در منطقهٔ پژوهش در بخش نم-خانه و نیز پژوهش دفترچهٔ قطع در طرح‌های گذشته، قطعه‌ای به مساحت ۲۰ هکتار در پارسل‌های ۲۱۳ و ۲۱۴ که در طی دو دوره طرح بهره‌برداری نشانه‌گذاری شده‌اند، انتخاب و تمامی روشنه‌های موجود در پوشش تاجی به همراه زادآوری‌های مستقر در داخل روشنه‌ها اندازه‌گیری شدند. در این بررسی روشنه‌های طبیعی به‌شکل باز شدن پوشش تاجی با حداقل مساحت ۲۰ متر مربع که در اثر پوسیدگی طبیعی و اغلب ریشه‌کنی درختان اتفاق می‌افتند، تعریف شدند (Runkle, 1982; Kenderes *et al.*, 2008; Nagel *et al.*, 2010; Sefidi *et al.*, 2011.)، در روشنه‌های طبیعی نشانه‌هایی از بقایای درخت مانند کنده‌های بلند طبیعی و حضور تنه افتاده به چشم می‌خورد. زمانی که ارتفاع درختان و نهال ها به نصف ارتفاع درختان جانبی رسید، روشنه‌ها بسته فرض شدند و در این پژوهش اندازه‌گیری نشدند (Kucbel *et al.*, 2010)، روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری، روشنه‌هایی بودند که در باز شدن تاج با قطع درختان پدید آمدند و تنها کنده‌های با پله برش مشخص اندازه‌گیری شدند. در مواردی که امکان تفکیک روشنه‌های طبیعی و روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری به هر دلیلی ممکن نبود، اندازه‌گیری صورت نگرفت. برای در نظر گرفتن عامل زمان در استقرار نهال‌ها، روشنه‌های طبیعی و روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری، با در نظر گرفتن زمان پوسیدن کامل یک خشکه‌دار و مشاهدات صورت‌گرفته در توده و مطالعه در راش اروپا (Drößler and Von Lüpke, 2005) روشنه‌هایی با خشکه‌دارهای واقع در درجهٔ پوسیدگی مشابه انتخاب شد.

برای برداشت مساحت روشنه قطر بزرگ (L) با تعریف بزرگ‌ترین قطر روشنه و نیز قطر کوچک (W) با تعریف کوچک ترین قطر عمود بر قطر بزرگ در هر روشنه با استفاده از متر نواری برداشت شد. براساس روش Runkle به‌عنوان شکل غالب در روشنه‌ها مساحت هر یک از روشنه‌ها اندازه‌گیری شد. این روش از روش‌های پرکاربرد در جنگل‌های مشابه است (Runkle, 1982; Zeibig *et al.*, 2005; Kenderes *et al.*, 2008; Nagel *et al.*, 2010; Sefidi *et al.*, 2011) و در فضای منطبق بر حاشیهٔ تاج بر روی زمین ملاک عمل قرار می‌گیرد. پس از آن، با استفاده از رابطهٔ بالا، محیط روشنه محاسبه شد. شمارش نونهال‌ها و نهال‌ها همراه با ثبت گونه و ارتفاع نهال‌های مستقرشده در هر روشنه در داخل میکروپلات‌های کوچک‌تر با شعاع ۲ متری صورت گرفت و در امتداد شمال به جنوب بزرگ‌ترین قطر روشنه اندازه‌گیری انجام پذیرفت (شکل ۱). تعداد میکروپلات‌ها بسته به اندازه متغیر بود. میکروپلات‌ها با فاصلهٔ ۲ متر از هم در روی زمین مستقر شدند. علاوه بر این، تعداد و گونهٔ نهال‌های پرکنندهٔ روشنه با در نظر گرفتن موقعیت خال یا نهال در داخل روشنه و ارتفاع آن (ارتفاع بیش از ۱/۳۰ متر) در هر

روشنه به‌عنوان زادآوری‌های اصلی استقراریافته در روشنه اندازه‌گیری شد. روش‌های متفاوتی برای کمی سازی شکل روشنه استفاده می‌شود که شاخص نسبت قطر بزرگ به کوچک (Rentch *et al.*, 2010) و شاخص نسبت محیط به مساحت روشنه (Lertzman and Krebs, 1992; Nagel *et al.*, 2010; Sefidi *et al.*, 2011) کاربرد بیشتری دارد. در این بررسی نسبت مساحت به محیط روشنه به‌عنوان شاخصی برای بررسی تأثیر حاشیه‌ای روشنه‌ها بر استقرار نهال به‌کار گرفته شد.



شکل ۱. موقعیت میکروپلات‌ها و نحوهٔ اندازه‌گیری و ثبت زادآوری در داخل روشنه‌ها (Huth and Wagner, 2006)

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

در تحلیل داده‌ها، روشنه‌ها در سه کلاسه از لحاظ مساحت، شامل روشنه‌های کوچک با مساحت کمتر از ۲۰۰ متر مربع، روشنه های متوسط با مساحت ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع و روشنه‌های بزرگ با مساحت بیش از ۵۰۰ متر مربع (Zeibig *et al.*, 2005; Nagel *et al.*, 2010; Sefidi *et al.*, 2011) دسته‌بندی شدند. همچنین از طبقات ارتفاعی یک سانتی‌متری به‌منظور بررسی فراوانی نهال‌ها در طبقات ارتفاعی استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف[1] و برای ارزیابی رابطهٔ بین فراوانی و ارتفاع نهال‌های گونه‌های مختلف و مساحت و شکل روشنه از آزمون همبستگی اسپیرمن[2] استفاده شد. از آزمون t نمونه‌های مستقل[3] برای مقایسهٔ مقادیر کمی مربوط به زادآوری در روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری استفاده شد. تمامی آزمون‌های آماری در محیط نرم‌افزار آماری SPSS نسخهٔ ۱۹ انجام گرفت.

نتایج

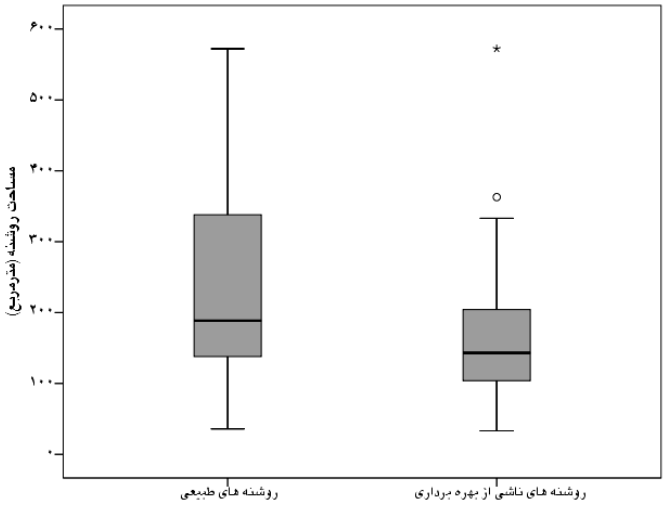
درمجموع در این بررسی در منطقهٔ پژوهش، ۲۸ روشنهٔ طبیعی و ۳۲ روشنهٔ ناشی از بهره‌برداری شناسایی شد. در شکل ۲ نمودار جعبه‌ای مساحت روشنه‌ها شامل چارک‌ها، میانگین و مدیان مساحت نشان داده شده است.

با توجه به اهداف پژوهش، در این پژوهش، استقرار نهال‌های گونه‌های مختلف در روشنه‌ها شد (جدول ۱). براساس آزمون همبستگی رابطهٔ معنی‌داری بین متوسط فراوانی نهال‌ها با اندازه یا مساحت روشنه‌ها وجود دارد (r^2= -۰/۴۹۳ P = ۰/۰۰۸)، همچنین گونهٔ راش همبستگی معنی‌دار و منفی (شکل ۳) با مساحت روشنه‌های طبیعی نشان می‌دهد (P = ۰/۰۰۴ r^2= -۰/۵۴۷). سایر گونه‌ها، ارتباط مشخصی با اندازهٔ روشنه‌ها ندارند. در روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری رابطهٔ معنی‌داری بین شاخص نسبت محیط به

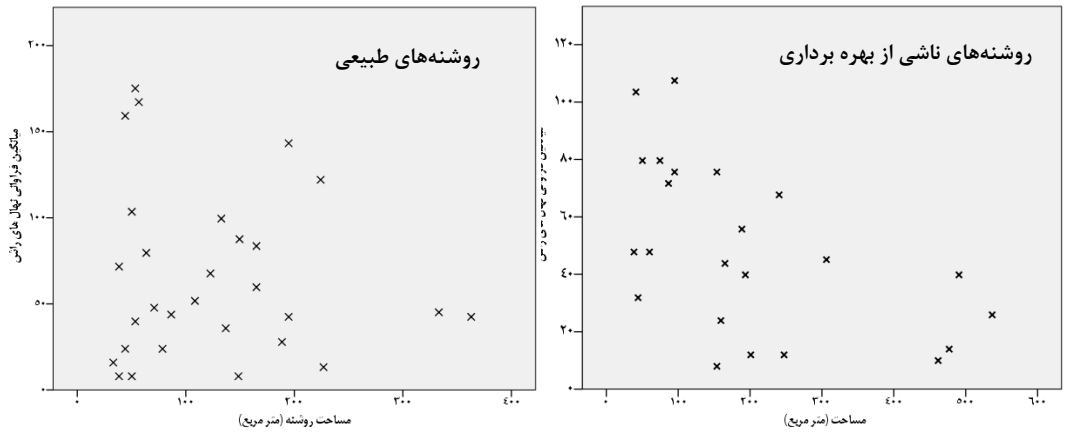
[1] Kolmogrov-Smirnov test
[2] Spearman's correlation test
[3] Independent samples t test

مساحت روشنه و میانگین تعداد نهال هیچ‌یک از گونه‌های اصلی مشاهده نشد (جدول ۲). فراوانی نهال‌های گونهٔ راش نیز رابطه‌ای با اندازهٔ روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری نشان نمی‌دهد (P = ۰/۸۱۴ r^2= ۰/۰۴۶). شکل ۳ میانگین فراوانی نهال‌های راش در واحد سطح را در روشنه‌های طبیعی و روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری نشان می‌دهد.

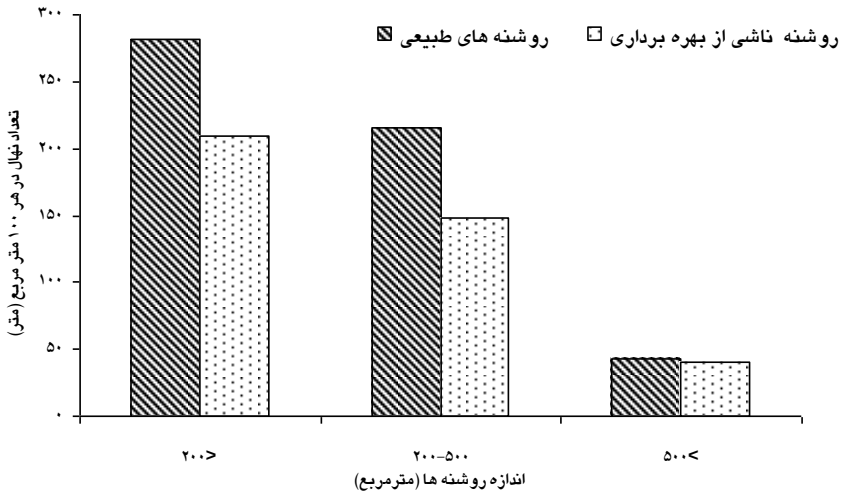
مقایسهٔ تعداد نهال در اندازه‌های مختلف روشنه در روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در استقرار نهال‌ها در اندازه‌های مختلف روشنه‌ها وجود دارد. با این استثنا که در روشنه‌های بزرگ‌تر از ۵۰۰ متر مربع، تفاوتی بین فراوانی نهال‌ها در واحد سطح مشاهده نمی‌شود (شکل ۴). همچنین ارتفاع متوسط نهال‌ها در اندازه‌های مختلف روشنه و نیز در روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری بررسی شد و نتایج نشان داد که متوسط ارتفاع نهال‌های راش در روشنه‌های طبیعی و روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری به ترتیب ۲/۳۸ و ۲/۴ متر است. شکل ۵ متوسط ارتفاع نهال‌ها در مساحت‌های مختلف را نشان می‌دهد.



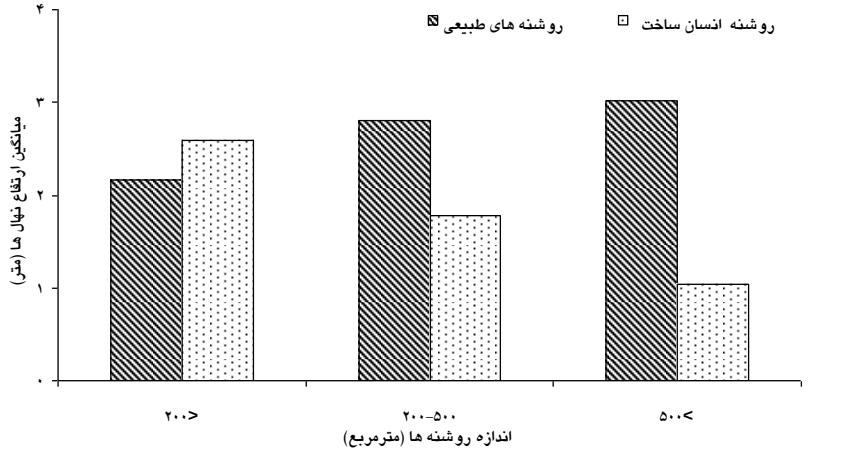
شکل ۲- نمودار جعبه‌ای مساحت روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری



شکل ۳- رابطه بین مساحت و فراوانی کل نهال‌ها در روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری



شکل ۴- تعداد نهال در واحد سطح در مساحت‌های مختلف و در روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری



شکل ۵- مقایسهٔ میانگین ارتفاع نهال‌ها در روشنه‌های با مساحت کوچک، متوسط و بزرگ طبیعی و ناشی از بهره‌برداری

همچنین رابطهٔ معنی‌داری بین فراوانی کل نهال‌ها و شاخص نسبت محیط به مساحت روشنه در روشنه‌های طبیعی وجود دارد ($P <$ ۰/۰۰۰ ، ۰/۷۱۴ $=r^2$) این در حالی است که فراوانی نهال‌های گونه‌های درختی مختلف رابطهٔ معنی‌داری را با این شاخص نشان نمی‌دهد، اما با تغییر و افزایش نسبت محیط به مساحت در روشنه‌های طبیعی میانگین نهال‌های گونه‌های مختلف افزایش می‌یابد. رابطهٔ کاملاً مشابهی نیز بین نسبت محیط به مساحت روشنه به‌عنوان شاخصی از شکل روشنه و میانگین فراوانی نهال وجود دارد، بدین معنی که میانگین کل با نسبت محیط به مساحت روشنه در روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری رابطهٔ معنی‌داری ($P =$ ۰/۰۴۷ ، $r^2=$۰/۳۶۵) دارد، اما فراوانی نهال‌های گونه‌های درختی مختلف رابطهٔ معنی‌داری با این شاخص ندارد (جدول ۲).

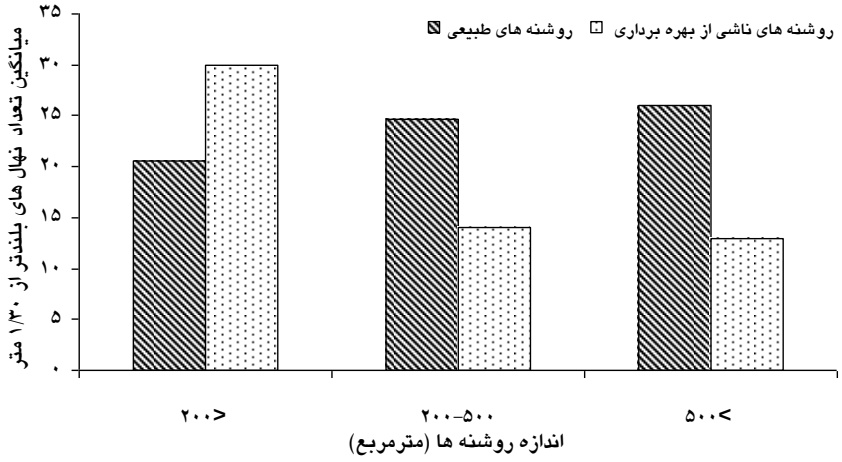
جدول ۱- رابطهٔ بین مشخصه‌های کمی زادآوری و اندازهٔ روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری در توده‌های راش آمیخته

مشخصه	روشنهٔ طبیعی		روشنهٔ ناشی از بهره‌برداری	
	ضریب همبستگی	Sig.	ضریب همبستگی	Sig.
میانگین تعداد نهال‌ها	-۰/۴۹۳	۰/۰۰۸ **	-۰/۳۶۳	۰/۰۴۱ *
تعداد در واحد سطح	۰/۳۷۰	۰/۰۵۳	۰/۰۰۶	۰/۹۷۵
تعداد نهال‌های بلندتر از ۱/۳۰ متر	۰/۱۷۱	۰/۳۸۴	۰/۱۶۸	۰/۳۵۱
تعداد نهال‌های راش	-۰/۵۴۷	۰/۰۰۴ *	۰/۰۴۶	۰/۸۱۴

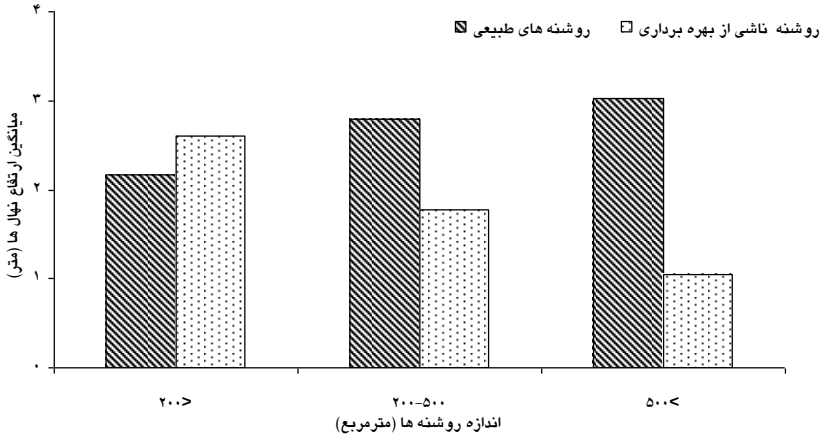
* و **: معنی‌دار در سطح خطای ۵ و ۱ درصد.

در روشنه‌های طبیعی ۹۸ درصد از گونه‌های درختی پرکنندهٔ اصلی روشنه را گونهٔ راش به خود اختصاص می‌دهد که در روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری این مقدار ۹۹ درصد است. در مقایسهٔ استقرار نهال‌های گونه‌های پرکنندهٔ روشنه در بین روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری در مساحت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود (شکل ۶)، هرچند که فراوانی نهال‌های بلندتر از ۱/۳۰ متر در روشنه‌های کوچک ناشی از بهره‌برداری، بیشتر؛ و در روشنه‌های متوسط و بزرگ، کمتر است.

درمجموع در روشنه‌های طبیعی و در داخل میکروپلات‌ها ۷۹۳ نهال اندازه‌گیری شد. متوسط ارتفاع کل نهال‌ها در روشنه‌های طبیعی ۰/۶۵ متر است. ارتفاع کوچک‌ترین زادآوری استقراریافته ۱۰ سانتی‌متر است و بزرگ‌ترین نهال ۸/۶ متر ارتفاع دارد. شکل ۸ پراکنش فراوانی نهال‌ها در کلاسه‌های ارتفاعی نهال‌ها را نشان می‌دهد. این در حالی است که در روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری درمجموع ۹۲۱ نهال اندازه‌گیری شد که متوسط ارتفاع ۰/۹۱ متر و بزرگ‌ترین نهال ۸/۵ و کوچک‌ترین نهال ۰/۱۲ متر است (شکل ۷). بررسی رابطه ارتفاع متوسط نهال‌های راش در روشنه‌های طبیعی با مساحت روشنه نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین مساحت روشنه و ارتفاع متوسط نهال‌های راش وجود ندارد، در روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری نیز نتیجهٔ مشابهی به‌دست آمد.



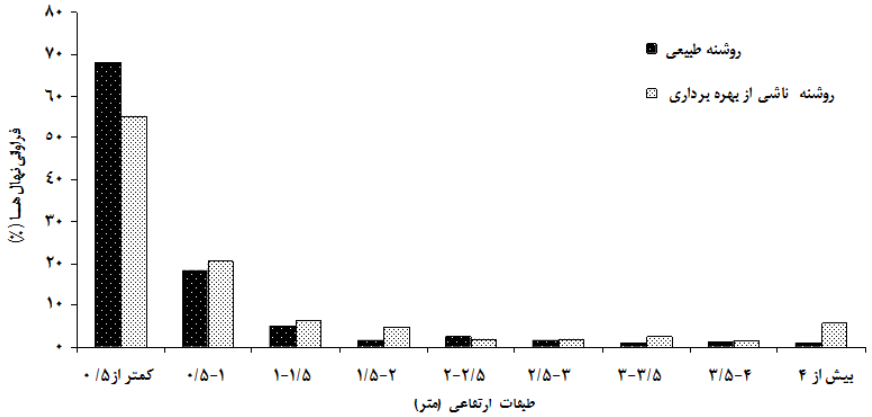
شکل ۶- مقایسهٔ استقرار نهال‌های بلندتر از ۱/۳۰ متر در روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری



شکل ۷- مقایسهٔ میانگین ارتفاع نهال‌ها در روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری

جدول ۲- رابطهٔ بین مشخصه‌های کمی زادآوری گونه‌های درختی و شاخص نسبت محیط به مساحت روشنه در توده‌های راش آمیخته

مشخصه	روشنه طبیعی		روشنه ناشی از بهره‌برداری	
	ضریب همبستگی	Sig.	ضریب همبستگی	Sig.
تعداد نهال‌های گونه راش	۰/۵۶۳	۰/۱۱۴	۰/۰۵۱	۰/۷۸۱
تعداد نهال‌های گونه ممرز	۰/۱۴۶	۰/۴۶۱	-۰/۱۱۲	۰/۵۴۲
تعداد نهال‌های گونه پلت	۰/۱۵۶	۰/۴۲۷	-۰/۱۳۹	۰/۴۴۸
تعداد نهال‌های سایر گونه‌ها	۰/۲۰۸	۰/۲۸۷	-۰/۱۷۹	۰/۳۲۷



شکل ۸- فراوانی کل نهال‌ها در کلاسه‌های ارتفاعی در روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری

بحث

استقرار نهال‌های گونه‌های مختلف درختی در روشنه‌های طبیعی در طی فرایند تکامل توده‌های جنگلی ضامن بقای جنگل و تجدید حیات طبیعی در آن است. آگاهی از نحوهٔ استقرار نهال‌های گونه‌های مختلف در جنگل می‌تواند الگویی برای اجرای شیوهٔ

جنگل‌شناسی تک‌گزینی باشد (Nyland, 1996) که در آن با انتخاب پایه‌های درختی و ایجاد روشنه، زادآوری طبیعی در جنگل تقویت می‌شود. نتایج نشان داد تعداد نهال در هر صد متر مربع با افزایش مساحت روشنه‌ها کاهش می یابد و علت آن حذف تدریجی پایه‌ها با گذشت زمان در نتیجه رقابت و سرشت سایه پسندی گونه راش به عنوان گونه غالب می‌باشد که امکان زنده مانی و استقرار را در محیط‌های باز در رقابت با گونه‌های علفی کاهش می دهد. در همین راستا در روشنه‌های طبیعی رابطه بین میانگین فراوانی نهال‌ها و اندازه روشنه‌ها معنی دار است، که نتایج مشابهی در سایر مطالعات نیز به دست آمده است (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۰؛ موسوی و همکاران، ۱۳۸۲). این در حالی است در جنگل گرازبن رابطه معنی داری بین فراوانی نهال‌ها و اندازه روشنه دیده نشد (Sefidi *et al.*, 2011؛ آملی کندری و همکاران،۱۳۹۱). همچنین در روشنه‌های ناشی از بهره برداری نیز رابطه بین میانگین فراوانی نهال‌ها و اندازه روشنه‌ها برقرار می باشد که به نظر می‌رسد نشانه گذار روشنه‌ها را در مکانی که نهال‌ها مستقر شده اند انتخاب کرده و با این شرایط، حضور نهال‌ها در روشنه و انتخاب یک یا حداکثر دو درخت باعث ایجاد روشنه‌هایی با اندازه‌های کوچک و متوسط شده و شرایط مطلوبی برای ادامه رشد گونه‌ها خصوصا راش فراهم آورده است اما با توجه به سرشت سایه پسندی راش به عنوان گونه تجاری و غالب در روشنه‌های بزرگتر امکان رقابت و استقرار کمتر می شود. مقایسهٔ فراوانی نهال‌ها در واحد سطح در روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری، نشان داد که اختلاف معنی‌داری در کلاسه‌های مساحت بین روشنه‌های با منشأ متفاوت وجود دارد. روشنه‌های طبیعی طی فرایند طبیعی تکامل توده‌ها ایجادشده‌اند طی شده ولی در روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری اغلب نشانه‌گذاری در جهت تقویت نهال‌ها انجام می‌گیرد. در شکل‌گیری روشنه‌ها در شرایط طبیعی حضور یا عدم حضور نهال در پناه درختان دارای اهمیت نیست و بسته به شرایط تکاملی توده‌ها و نوع آشفتگی‌های موجود، روشنه در اندازه‌های مختلف شکل می‌گیرد (Nagel *et al.*, 2010; Sefidi *et al.*, 2011)، علاوه‌بر این، سرشت و خواهش‌های اکولوژیک متفاوت گونه‌های درختی مختلف نیز در حضور و فراوانی نهال‌ها در روشنه‌های مختلف تأثیر دارد. اندازه‌های مختلف روشنه با تأثیر بر شدت نور نسبی (Clinton, 2003؛ حق‌وردی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Parhizkar *et al.*, 2011) و نیز تأثیر بر مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۰) همراه با دیگر عوامل می‌توانند حضور و فراوانی نهال‌ها را متأثر سازند. در مورد ارتفاع نهال‌ها نیز شرایط متعدد دیگری وجود دارند که به نظر می‌رسد بیش از اندازهٔ روشنه‌ها تأثیر داشته باشند (Nagel *et al.*, 2010; Sefidi *et al.*, 2011)، یافته‌ها نشان داد در هر دو نوع روشنه‌ها، اندازهٔ روشنه تأثیری بر فراوانی نهال‌های با ارتفاع بیش از ۱/۳۰ متری ندارد که علت می‌تواند استقرار نهال قبل از شکل‌گیری روشنه در توده‌های جنگلی باشد در که در مطالعات مشابه در زمینهٔ تکامل توده تأیید شده است (سفیدی و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین در اغلب روشنه‌ها، راش شرقی گونه اصلی بلندتر از ۱/۳۰ متر است که این موضوع کاملاً با سازوکار تجدید حیات توده‌های راش و وابستگی آن به استقرار در پناه درختان مادری مرتبط است (مروی مهاجر،۱۳۹۰). نسبت مساحت روشنه به محیط آن با توجه به تأثیر حاشیه‌ای تاج درختان مجاور می‌تواند در فراوانی نهال‌ها اثرگذار باشد. نتایج نشان داد نسبت محیط به مساحت روشنه ارتباط معنی‌داری با فراوانی کل نهال‌ها دارد. شکل روشنه مهم‌ترین عامل در کاهش یا افزایش تأثیر حاشیه‌ای درختان مجاور است که می‌تواند شرایط و مطلوبیت رویشگاه برای نهال‌های گونه‌های مختلف را تحت تأثیر قرار دهد (Lertzman and Krebs, 1992). فراوانی نهال‌های گونه‌های مختلف درختی در کلاسه‌های ارتفاعی

نهال‌ها در روشنه‌های طبیعی و ناشی از بهره‌برداری، روند کاهنده را نشان می‌دهد که با توجه به تناوب بذردهی و بذردهی فراوان نهال راش و به‌دنبال آن مرگ‌ومیر نهال‌ها در طی استقرار نهال‌های گونه‌های درختی این روند کاملاً عادی است (d'Oliveira and Ribas, 2011). با توجه به نتایج این پژوهش و رابطهٔ بین اندازه روشنه و فراوانی نهال‌های راش باید در نشانه‌گذاری و قطع درختان به اندازهٔ مناسب روشنه‌های ناشی از بهره‌برداری توجه داشت.

منابع

آملی کندری، علی، محمدرضا مروی مهاجر، محمود زبیری و وحید اعتماد، ۱۳۹۱. زادآوری طبیعی گونه‌های درختی در ارتباط با ویژگی‌های روشنه‌ها در یک راشستان طبیعی (مطالعهٔ موردی: بخش گرازبن جنگل خیرود)، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۰ (۱): ۱۵۱-۱۶۴.

حق‌وردی، کتایون،هادی کیادلیری، خسرو ثاقب‌طالبی و سیدمحسن حسینی، ۱۳۹۱. اثر شدت نور نسبی بر پوشش علفی در روشنه‌های ناشی از خشکه‌دارهای راش (مطالعهٔ موردی: قطعهٔ شاهد سری یک طرح جنگلداری لنگا-کلاردشت)، علوم و فنون منابع طبیعی، ۱: ۱۵-۲۶.

دلفان اباذری، بهرام، خسرو ثاقب‌طالبی و منوچهر نمیرانیان، ۱۳۸۳. بررسی سطوح حفره‌های زادآوری و وضعیت کمی نهال‌های استقراریافته در قطعه شاهد جنگل‌های کلاردشت (لنگا). فصلنامهٔ تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۲ (۲) :۲۵۱-۲۶۶.

ذوقی، مهرداد، رامین رحمانی و امین شایسته پاهنگه، ۱۳۹۱. تأثیر مساحت روشنه بر ویژگی‌های کمی گروه‌های زادآوری در تیپ انجیلی-ممرز (جنگل شصت کلاته)، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۰ (۳): ۴۹۳-۵۰۴.

کرمی، آرش، جهانگیر فقهی و محمدرضا مروی مهاجر،۱۳۹۲، تحلیل بوم شناختی وضعیت مکانی روشنه‌های تجدید حیات در تیپ‌های گوناگون جنگل‌های طبیعی راش در شمال ایران، مجلهٔ منابع طبیعی ایران، ۶۶ (۴): ۴۱۱-۴۲۲.

کوچ، یحیی، سید محسن حسینی، مسلم اکبری‌نیا، مسعود طبری و سید غلامعلی جلالی، ۱۳۸۹، نقش خشکه‌دار در تراکم تودهٔ زادآوری، مجله جنگل ایران، ۲: ۹۳-۱۰۳.

سفیدی، کیومرث، محمدرضا مروی مهاجر، محمود زبیری و وحید اعتماد، ۱۳۸۶. بررسی تأثیر خشکه دارها در استقرار نهال‌های راش و ممرز در جنگل آمیختهٔ راش، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵ (۴) : ۳۶۵-۳۷۳.

سفیدی، کیومرث، محمدرضا مروی مهاجر، وحید اعتماد و راینهارد موزاندل، ۱۳۹۳. پویایی مرحله نهایی توالی در توده‌های آمیختهٔ راش در جنگل‌های شمال ایران، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۲ (۲) : ۲۷۰-۲۸۳.

سفیدی، کیومرث، محمدرضا مروی مهاجر، وحید اعتماد و راینهارد موزاندل، ۱۳۹۳. تأثیر مشخصه‌های روشنه‌های پوشش تاجی بر تجدید حیات درختان راش در جنگل های آمیخته راش، اکوسیستم‌های طبیعی ایران، پذیرفته شده برای چاپ.

شعبانی، سعید، مسلم اکبری‌نیا، غلامعلی جلالی و علی عرب، ۱۳۹۰. رابطه بین عوامل خاکی و تراکم زادآوری گونه راش در روشنه‌های تاج پوشش با اندازه‌های مختلف، پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۱۸ (۳): ۶۳-۷۷.

متاجی، اسدالله، ساسان باباکفاکی، حسین صفایی و هادی کیادلیری، ۱۳۸۷، الگوی مکانی حفره‌های تجدید حیات در توده‌های مدیریت شده و مدیریت نشده در جنگل‌های طبیعی راش شرقی، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۶ (۱): ۱۴۹-۱۵۷.

مروی مهاجر، محمدرضا، ۱۳۹۰. جنگلشناسی و پرورش جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۳۹۰ ص.

مروی مهاجر، محمدرضا و کیومرث سفیدی، ۱۳۹۱. اکولوژی جنگل، (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی. ۳۷۹ ص.

موسوی.س.ر.، ثاقب طالبی.خ.طبری.م.،پور مجیدیان.م.ر.، ۱۳۸۲،تعیین اندازه سطح حفره تاج پوشش برای بهبود زادآوری طبیعی راش. مجله منابع طبیعی ایران ،شماره ۵۶ (۲)، ص ۳۹-۴۶.

Barnes, B.V., D.R. Zak, S.R. Denton., and S.H. Spurr, 1998. Forest ecology, 5th ed. Wiley, New York.765 pp.

Clinton, B.D., 2003. Light, temperature, and soil moisture responses to elevation, evergreen understory, and small canopy gaps in the southern Appalachians, *Forest Ecology and Management*, 186: 243– 255.

Collet, C., and 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.

Drößler, L., and B. Von Lüpke, 2005. Canopy gaps in two virgin beech forest reserves in Slovakia, *Jornal of Forest Science*, 51: 441-456.

d'Oliveira, V.N.M., and L.A. Ribasb, 2011. Forest regeneration in artificial gaps twelve years after canopy opening in Acre State Western Amazon, *Forest Ecology and Management*, 261: 1722–1731.

Huth, F., and S. Wagner, 2006. Gap structure and establishment of Silver birch regeneration (*Betula pendula* Roth.) in Norway spruce stands , *Forest Ecology and Management* , 229 : 314–324.

Gálhidy, L., B. Mihok, A. Hagyo, K.R ajkai, and 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*, 18: 133–145.

Gray, A.N., T.A. Spies, and M.J. Easter, 2002. Microclimatic and soil moisture responses to gap formation in coastal Douglas-fir forests, *Canadian Journal of Forest Research*, 32: 332–343.

Kenderes, K., B. Mihók, and T. Standovár, 2008. Thirty years of gap dynamics in a Central European beech forest reserve, *Forestry*, 81: 111–123.

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

Leibundgut, H., 1978. Über die Dynamik europäischer Urwälder. Allgemeine Forst Zeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge [AFZ/DerWald] 33:686–690.

Lertzman, K.P., and C.J. Krebs, 1991. Gap-phase structure of a subalpine old-growth forest. *Canadian Journal of Forest Research*: 21: 1730–1741.

Mihok, B., L.Gálhidy, K. Kenderes, and T. Standovár, 2007. Gap regeneration patterns in a semi-natural beech forest stand in Hungary, *Acta Silvatica Lignaria Hungarica*, 3: 31–45.

Muscolo, A., M, Sidari, and R. Mercurio, 2007. Influence of gap size on organic matter decomposition, microbial biomass and nutrient cycle in Calabrian pine (*Pinus laricio*, Poiret) stands, *Forest Ecology and Management*, 242: 412– 418.

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.

Parhizkar, P., K. Sagheb-Talebi, A. Mataji, R. Nyland, and M. Namiranian, 2011. Silvicultural characteristics of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) regeneration under different RLI and positions within gaps, *Forestry*, 84: 177–185.

Rentch, J.S., T.M. Schuler, G.J. Nowacki, N.R. Beane, and W.M. Ford, 2010. Canopy gap dynamics of second-growth red spruce-northern hardwood stands in West Virginia, *Forest Ecology and Management*, 260, 1921–1929.

Ritter, E., and 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.

Runkle, J.R., 1982. Patterns of disturbance in some old-growth mesic forests of eastern North America, *Ecology*, 63: 1533–1546.

Sagheb-Talebi, K., and 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.

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.

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.

Zeibig, A., J. Diaci, and S. Wagner, 2005. Gap disturbance patterns of a *Fagus sylvatica* virgin forest remnant in the mountain vegetation belt of Slovenia, *Forest Snow and Landscape Research*, 79: 69–80.

Quantitative charachteristics of regeneration in natural and tree fall canopy gaps in the mixed beech stands, Northern Iran (Case Study: Namkhaneh district, Kheyrud Forest)

L. Mohammadi[1], M.R. Marvie-Mohadjer[2], V. Etemad[3], and K. Sefidi [4*]

[1] M.Sc. in Forest Ecology and Silviculture, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran.
[2]Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran.
[3] Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran.
[4]Assistant Prof., Faculty of Agriculture Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, I. R. Iran.

(Received: 15 February 2014, Accepted: 1 March 2015)

Abstract

Canopy gaps have an important role in constitution of the forest stand composition and natural regeneration establishment in the forest ecosystems. In the single selection method, forest manager try to improve the forest regeneration by the creation of gaps in the crown canopy layer. This study was carried out in the Kheyrud forest to investigate the characteristics of established seedlings within natural and artificial gaps. The study was done in sixty canopy gaps. Gap properties including gap size and shape were precisely measured. The main objective of research was to discover the relationship between abundances and height of seedling with gap properties. Results showed that in the natural canopy gaps, total abundance of seedlings correlated with gap size, moreover beech seedlings density correlated negatively with size of gaps. Meanwhile there is no relationship among density and height of maple, hornbeam and minor species seedlings. Canopy gap shape in natural and artificial gaps correlates significantly with total density of seedlings. Also oriental beech constitutes more than 90 percent of definitive gap fillers. The comparison of total number of seedlings and sapling in different size classes in the natural and artificial canopy gaps revealed significant relationship between size of gap and seedling density. According to our findings, we strongly recommend that forest manager to consider the size and shape of canopy gaps in single tree selection method.

Keywords*:* Canopy gaps, Canopy gap filler, Canopy gap maker, Seedling establishment.

[*] Corresponding author Tel: +984533519983 Email: kiomarssefidi@gmail.com