

مقایسه تنوع گونه‌های روشنه‌های طبیعی و انسان‌ساخت در شرایط مختلف فیزیوگرافی در جنگل‌های سیاهکل استان گیلان

سجاد قنبری^{۱*}، میلاد نصری^۲، فرشاد کیوان بهجو^۲ و کیومرث سفیدی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱/۲۶)

چکیده

پژوهش حاضر با هدف مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی و تراکم زادآوری در روشنه‌های طبیعی و انسان‌ساخت در جنگل‌های سیاهکل استان گیلان انجام شد. داده‌ها از ۶۰ روشنه شامل ۳۰ روشنه طبیعی و ۳۰ روشنه انسان‌ساخت جمع‌آوری شد. نتایج بررسی ترکیب گونه‌ای نشان داد که گونه‌های خرمندی (*Diospyros lotus* L.)، توسکای قشلاقی (*Alnus glutinosa* L.)، ممرز (*Carpinus betulus* L.) در هر دو نوع روشنه حضور داشتند. در اشکوب درختچه‌ای بین تمام گونه‌های شناسایی شده در هر دو نوع روشنه، میانگین تراکم در هکتار تمام گونه‌ها به‌استثنا گونه خاس (*Ilex aquifolium* L.) در روشنه‌های انسان‌ساخت بیشتر از روشنه‌های طبیعی بوده و گونه‌های خاس و سیاه‌ولیک (*Crataegus ambigua* A.K.Becker) اختلاف معنی‌داری نشان دادند. همچنین تراکم زادآوری برای تمامی گونه‌ها، در روشنه‌های طبیعی بیشتر از روشنه‌های انسان‌ساخت بود و میانگین تراکم در هکتار برای گونه‌های خرمندی، توسکای قشلاقی و افرا، اختلاف معنی‌داری بین دو نوع روشنه نشان دادند. از طرفی زادآوری گونه راش نیز فقط در روشنه‌های طبیعی مشاهده شد. نتایج بررسی شاخص‌های تنوع زیستی نشان داد که در زادآوری و اشکوب‌های درختی و علفی، میانگین شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای در روشنه‌های طبیعی بیشتر بود. در حالی که در اشکوب درختچه‌ای، میانگین شاخص‌های گفته‌شده در روشنه‌های انسان‌ساخت بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: خرمندی، روشنه، تنوع زیستی، زادآوری، یکنواختی

۱. گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز

۲. گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ghanbarisajad@gmail.com

مقدمه

روشنه یا گپ به فضای رویشی یا فیزیکی موجود در جنگل گفته می‌شود که به وسیله دیرزیستی تک‌درخت یا گروه کوچکی از درختان و یا توسط باد افتادگی یا شکستن تنه درختان به وجود می‌آید (۱۷). به طور کلی روشنه‌ها دو نوع هستند، روشنه‌های طبیعی و روشنه‌های انسان‌ساخت یا مصنوعی. در روشنه‌های طبیعی، درختان بعد از رسیدن به سن کهولت و پایان زندگی گیاهی با توجه به عمر فیزیولوژیکی، فشارهای محیطی، آفات، حشرات و بیماری‌ها شروع به پوسیدگی می‌کنند و از زمانی که درختان خشک می‌شوند روشنه‌هایی در تاج پوشش جنگل به وجود می‌آیند که این روشنه‌ها با استقرار گونه‌های جدید و گسترش مناظر طبیعی، تنوع زیستی جنگل را افزایش می‌دهند (۱۶). اما روشنه‌های مصنوعی، در اثر بهره‌برداری چوب از جنگل ایجاد می‌شود. دوران-رانگل و همکاران (۱۲) بیان می‌دارند که روشنه‌های تاج پوشش به وسیله افتادن یک یا چند درخت و ایجاد حفره در تاج پوشش جنگل ایجاد می‌شوند و باعث اختلال در مقیاس کوچک در اکوسیستم‌های جنگلی می‌شوند. اکوسیستم‌های جنگلی سیستم‌های پویا در سنین مختلف هستند که توسط فرایندهای متفاوتی تحت تأثیر قرار می‌گیرند و باعث ناهمگنی مکانی، زمانی و طبیعی در پوشش جنگل می‌شوند که به نوبه خود باعث در دسترس بودن منابع مختلف و در نتیجه تنوع در جایگاه‌های ویژه تجدید حیات گیاهان می‌شوند. در میان تمامی فرایندها در جنگل‌های طبیعی، روشنه‌های موجود در تاج پوشش به عنوان یک فرایند مهم ایجادکننده اختلال در بسیاری از اکوسیستم‌های جنگلی محسوب می‌شود (۲۰). در جنگل‌های معتدله، ایجاد روشنه‌ها با افتادن یک یا چند درخت، می‌تواند به همزیستی گونه‌های سایه‌پسند و نورپسند کمک کند. اختلال در تاج پوشش و تشکیل روشنه‌ها باعث افزایش رشد تجدید حیات گونه‌ها و رسیدن آن به موقعیت بالای تاج پوشش می‌شود. بنابراین تعداد و اندازه روشنه‌ها به طور عمیق و اساسی پویایی جوامع را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۹).

از مسائل مهم و مطرح در علم جنگل‌شناسی، تجدید حیات درختان به صورت طبیعی است، زیرا آینده و استمرار جنگل به تجدید نسل این اکوسیستم وابسته است. البته با توجه به سرشت

نوری گیاهان، حداکثر و حداقل نور برای رشد و توسعه آنها لازم است، به عنوان مثال راش (*Fagus orientalis* Lipsky) نسبت به سایه، بردباری زیاد و پلت (*Acer velutinum* Boiss) نسبت به نور زیاد، بردباری بیشتر دارد، در صورتی که ملج (*Ulmus glabra* Huds) و ممرز (*Carpinus betulus* L.) نسبت به نور زیاد، بردباری کمتر داشته و جزء گونه‌های نیمه‌سایه‌پسند محسوب می‌شوند (۸). بنابراین اندازه روشنه می‌تواند تأثیر زیادی روی رشد و استقرار این گونه‌ها بگذارد. از طرف دیگر، امروزه یکی از چالش‌های مدیریت جنگل این است که به چه وسیله‌ای تجدید حیات گونه‌ها را به خوبی توسعه دهند تا از جمعیت‌های گیاهی نگهداری و حمایت بیشتری صورت گیرد و با حفاظت دقیق و بر اساس موازین علمی، خودتنظیمی را در اکوسیستم‌های جنگلی اجرا کنند. به همین دلیل بررسی و شناخت گسترده و مناسب روش‌های مدیریتی برای تأمین کارایی اکولوژیکی امری ضروری به نظر می‌رسد (۱۸). در کنار مدیریت جنگل باید برنامه‌هایی برای حفظ و کمک به استقرار تجدید حیات طبیعی جنگل نیز در نظر گرفته شود. زیرا فراوانی تجدید حیات و نحوه استقرار آن تأثیر بسزایی در آینده اکوسیستم جنگل دارد. برای داشتن یک جنگل آمیخته و ناهمسال باید از زمان استقرار نونهال‌ها به برنامه‌ریزی و مدیریت پرداخت (۹).

با توجه به اهمیت بالای تأثیر روشنه‌ها در تنوع زیستی، در مطالعات مختلفی در داخل و خارج از کشور به موضوع کمی‌کردن تنوع گونه‌های درختی، درختچه‌ای و علفی در روشنه‌ها پرداخته شده است. موسوی میرکلایی و همکاران (۲)، در تعیین اندازه سطح روشنه‌های تاج پوشش برای بهبود زادآوری راش، به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح روشنه از تراکم نهال‌های راش کاسته و به تراکم نهال‌های افرا پلت افزوده می‌شود. فلاح چای (۱)، اثرات اجرای شیوه تک‌گزینی بر تنوع گونه‌های درختی را در جنگل‌های شنود سیاهکل استان گیلان بررسی کردند. این محقق نشان داد که با افزایش سطح روشنه‌ها، تعداد یا غنا و فراوانی گونه‌های درختی افزایش می‌یابد، اما دارای نظم خاصی نیست. مرادی (۵) در بررسی تأثیر روشنه‌های مصنوعی تاج پوشش روی تنوع و ترکیب

حتی ممکن است از غنای کمتر نیز برخوردار باشند، اما به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین مکان‌ها برای تغییرات اقلیمی و رویشی در جنگل‌ها در ازدیاد تراکم نهال‌ها مؤثر هستند.

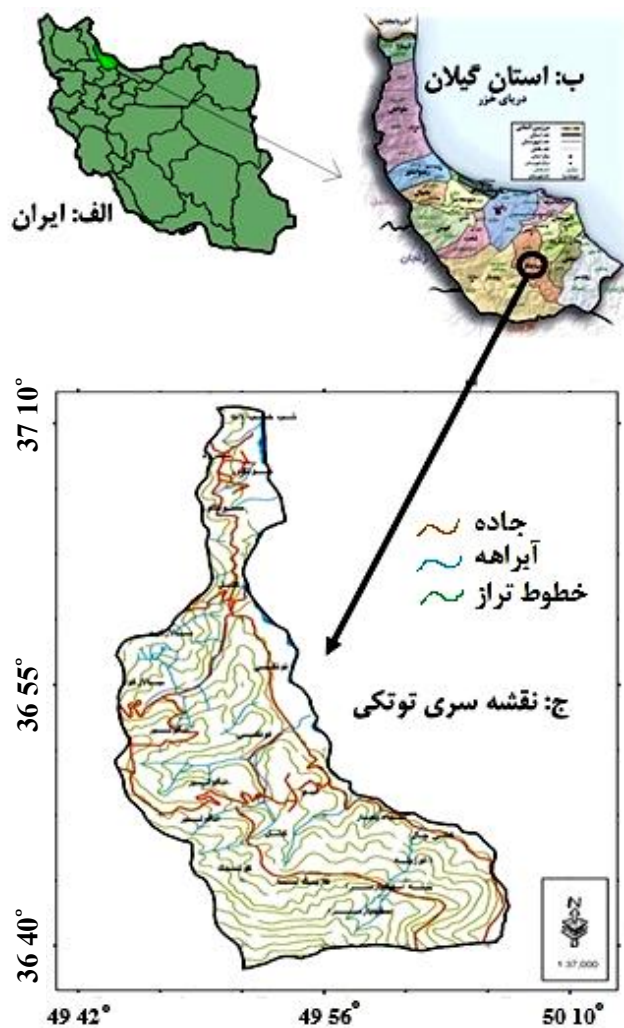
حفاظت از تنوع گونه‌های موجود در اکوسیستم‌های طبیعی از مهم‌ترین اهداف مدیریت منابع طبیعی است، یکی از پیش‌نیازهای اصلی مدیریت تنوع زیستی، آگاهی از وضعیت کمی تنوع زیستی در منطقه تحت مدیریت است. لذا به‌منظور دستیابی به این امر، در تحقیق حاضر تنوع گونه‌های درختی، درختچه‌ای و علفی موجود در منطقه با استفاده از شاخص‌های مرتبط با تنوع زیستی در روشن‌های طبیعی و انسان‌ساخت بررسی و همچنین وضعیت زادآوری نیز در این وضعیت مقایسه شده است. این مطالعه با هدف بررسی و مقایسه تأثیر روشن‌های طبیعی و انسان‌ساخت بر خصوصیات خاک و تراکم زادآوری در جنگل‌های توتکی شهرستان سیاهکل انجام شد. علاوه بر این، بررسی اثر عوامل فیزیوگرافی بر تنوع گونه‌ای در روشن‌های طبیعی و انسان‌ساخت نیز از اهداف دیگر این مطالعه بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

رویشگاه مورد مطالعه واقع در سری یکی از بخش توتکی و متعلق به حوزه آبخیز شنرود سیاهکل استان گیلان با طول جغرافیایی $49^{\circ}44'$ تا $50^{\circ}10'$ و عرض جغرافیایی $36^{\circ}41'$ تا $37^{\circ}11'$ است. این سری جزء جنگل‌های جلگه‌ای و میانبند بوده با دامنه ارتفاع از سطح دریا ۱۰۰ تا ۹۵۰ متر است. بر اساس ایستگاه کلیماتولوژی لاهیجان، میزان میانگین بارندگی سالیانه در منطقه $1264/5$ میلی‌متر است. از نظر انبوهی، تاج پوشش جنگل $70-80$ درصد بوده و پوشش کف جنگل نیز $30-40$ درصد است. از نظر شیب، این سری جزء جنگل‌های کم شیب و متوسط بوده به‌طوری که 875 هکتار از آن دارای شیب کمتر از 30 درصد و جهت عمومی آن شرقی است. تپ خاک نیز قرمز پدزولیک همراه با خاک‌های قهوه‌ای شسته شده است. موقعیت جغرافیایی سری یکی از جنگل‌های توتکی سیاهکل در شکل ۱ نشان داده شد.

گونه‌های گیاهی و خصوصیات خاک در جنگل‌های غرب استان گیلان (مطالعه موردی، ناو اسالم) در 15 روشن با 2250 مترمربع نشان داد که برخی از شاخص‌های تنوع و شاخص غنا دارای تغییرات معنی‌داری هستند. بررسی تراکم زادآوری در سطوح روشن و سطوح تاج پوشش بسته اختلاف معنی‌داری در سطح 95 درصد را نشان نداد اما مقایسه تراکم زادآوری بین روشن و تاج پوشش بسته حاکی از تفاوت معنی‌دار تراکم دو گونه افرا شیردار (*Acer cappadocicum*) و افرا پلت (*Acer velutinum*) در دو منطقه بود و بالاترین تراکم زادآوری این دو گونه در روشن مشاهده شد. شومن (۲۶)، اثرات روشن‌های ایجاد شده در اثر بهره‌برداری را روی تنوع، ترکیب و فراوانی گونه‌های گیاهی در سطح 40 هکتار از یک جنگل بلوط-کاج در آمریکا بررسی کردند. روشن‌های حاصل از بهره‌برداری گروه گزینی، غنای گونه‌ای بیشتری نسبت به منطقه شاهد در زیر اشکوب دارند. ساپکوتا و همکاران (۲۵)، بیان کردند که روشن‌های ایجاد شده توسط افتادن چندین درخت دارای تراکم نهال‌های بیشتری نسبت به روشن‌های ایجاد شده توسط افتادن یک و یا چند درخت در همان سال است. در نتیجه، روشن‌ها باعث حفظ تنوع گونه‌ها از طریق افزایش تراکم نهال‌ها و کمک به تجدید حیات جنگل می‌شوند. سفیدی و همکاران (۲۷)، ارتباط معنی‌داری بین مساحت روشن‌ها و استقرار گونه‌های درختی مختلف در جنگل‌های شمال ایران مشاهده نکردند، هرچند که بهترین و بیشترین زادآوری در روشن‌هایی با ابعاد متوسط و کوچک ثبت شد. پرومیس و همکاران (۲۲) بیان کردند که گیاهان کف جنگل در ترکیب، تنوع و غنای گونه‌ای خیلی شبیه بوده و تفاوت معنی‌داری در تنوع و غنای گونه‌ها در روشن‌های با اندازه‌های مختلف وجود نداشت. کلمن و همکاران (۱۵)، به این نتیجه رسیدند که روشن‌ها باعث حفظ غنای گونه‌های علفی شدند و فراوانی گونه‌ها در روشن‌های بزرگ به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. شارما و همکاران (۲۸)، بیان کردند که اگرچه در بیشتر مواقع، روشن‌ها از غنای درختی و پوشش گیاهی برخوردار نیستند و



شکل ۱. موقعیت سری یک توتکی سیاهکل در استان گیلان: الف) نقشه کشور، ب) نقشه استان گیلان و ج) نقشه سری یک توتکی

روش جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده

ابتدا روشنه‌های طبیعی (با مساحت سه هکتار) و انسان‌ساخت (با مساحت ۱/۵ هکتار) موجود در جنگل مورد مطالعه شناسایی و آمار مربوط به تراکم گونه‌های درختی، درختچه‌ای، علفی و همچنین زادآوری موجود در روشنه‌ها به صورت صد درصد برداشت شد. همچنین، فهرست کلیه گونه‌های درختی و درختچه‌ای همراه با ارزش‌های فراوانی غلبه بر اساس مقیاس براون بلانکه ثبت شد. در داخل هر روشنه، چهار پلات یک مترمربعی برای اندازه‌گیری زادآوری و پوشش علفی برداشت شدند. به منظور داشتن حداقل تعداد نمونه لازم در مقایسه میانگین‌ها، ۳۰ روشنه طبیعی و ۳۰ روشنه انسان‌ساخت برای

مقایسه بهتر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. پس از جمع‌آوری داده‌ها، کلیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور ابتدا با استفاده از آزمون کولموگراف اسمیرنوف، آزمون نرمالیته داده‌ها و با استفاده از آزمون لون، آزمون همگنی واریانس‌ها مورد بررسی قرار گرفت. سپس با توجه به نرمال بودن داده‌ها، با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه مشخصه‌های مورد نظر، مورد آزمون قرار گرفت. به منظور مقایسه میانگین‌ها در دو تیمار روشنه‌های طبیعی و انسان‌ساخت نیز از آزمون تی مستقل استفاده شد. شاخص‌های تنوع زیستی با استفاده از شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون-وینر، مک‌آرتور، هیل، یکنواختی اصلاح شده نی، اسمیت-ویلسون و

روشنه و گونه سیاه‌توسه (*Rhamnus frangula* Mill.) تنها در روشن‌های انسان‌ساخت حضور داشتند. در روشن‌های طبیعی، گونه خاس با میانگین ۳۸ تراکم در هکتار و در روشن‌های انسان‌ساخت، گونه سیاه‌ولیک با میانگین ۴۳ تراکم در هکتار به‌عنوان گونه غالب بودند. در بین تمام گونه‌های شناسایی شده در روشن‌های طبیعی و انسان‌ساخت، به استثناء گونه خاس، میانگین تراکم در هکتار تمام گونه‌ها در روشن‌های انسان‌ساخت بیشتر از روشن‌های طبیعی بوده و گونه‌های خاس و سیاه‌ولیک اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۹۵ درصد نشان دادند. نتایج بررسی شاخص‌های تنوع زیستی در اشکوب درختچه‌ای نشان داد که میانگین شاخص‌های تنوع و غنا در روشن‌های انسان‌ساخت بیشتر از روشن‌های طبیعی است اما اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود ندارد (جدول ۲).

نتایج نشان داد تراکم کل زادآوری‌ها در روشن‌های طبیعی برابر با ۲۴۹ اصله و در روشن‌های انسان‌ساخت با ۲۳۷ اصله بود. میانگین تراکم در هکتار گونه خرمنندی در هر دو نوع روشنه طبیعی و انسان‌ساخت به ترتیب برابر با ۳۹۱ و ۵۵ اصله بود. همچنین بالاترین میانگین تراکم در هکتار برای تمام گونه‌ها به روشن‌های طبیعی تعلق داشت. محاسبات آماری نشان داد که بین روشن‌های طبیعی و انسان‌ساخت از نظر میانگین تراکم کل زادآوری‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت؛ درحالی که میانگین تراکم در هکتار زادآوری برای گونه‌های خرمنندی، توسکای قشلاقی و افرا، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد بین دو نوع روشنه نشان داد. نتایج بررسی شاخص‌های تنوع زیستی در زادآوری نشان داد که میانگین تمام شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنا در روشن‌های طبیعی نسبت به روشن‌های انسان‌ساخت بالاتر بود و شاخص‌های تنوع مک‌آرتور، هیل و شاخص مک‌آرتور بین دو نوع روشنه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد نشان دادند (جدول ۳).

در روشن‌های طبیعی خانواده‌های راش‌سانان (Fabaceae)، هفت‌بندیان (Polygonaceae) و گل‌سرخیان (Rosaceae)

نسبت اصلاح شده هیل و غنای گونه‌ای محاسبه شد (۷). به‌منظور بررسی اثر عوامل فیزیوگرافی بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای، هر یک از عوامل ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت جغرافیایی طبقه‌بندی شدند (۶ و ۷). با توجه به بازدید میدانی از منطقه، عوامل فیزیوگرافی به‌منظور بهتر نشان داده شدن اثر عوامل فیزیوگرافی در تنوع گونه‌ای در چند دسته طبقه‌بندی شدند. طبقات ارتفاع از سطح دریا در سه طبقه، ۲۰۰-۴۰۰ متر، ۴۰۰-۶۰۰ متر و ۶۰۰-۸۰۰ متر از سطح دریا و طبقات شیب در سه طبقه ۰-۱۰ درصد، ۱۰-۳۵ درصد و ۳۵-۷۰ درصد و جهات جغرافیایی در چهار جهت اصلی شمال، جنوب، شرق و غرب طبقه‌بندی شدند. بررسی اولیه مقادیر شاخص‌های تنوع زیستی در هر یک از طبقات ارتفاعی، شیب و جهت‌های جغرافیایی با توجه به نرمال بودن داده‌ها توسط آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) انجام گرفت (۷).

نتایج

به‌طور کلی در هر دو نوع روشنه طبیعی و انسان‌ساخت، شش گونه درختی شامل خرمنندی (*Diospyros lotus* L.)، توسکای قشلاقی (*Alnus glutinosa* L.)، مرمر (*Carpinus betulus* L.)، افرا (*Acer velutinum* L.)، راش (*Fagus orientalis* Lipsky) و گردو (*Junlans regia* L.) حضور داشتند (جدول ۱).

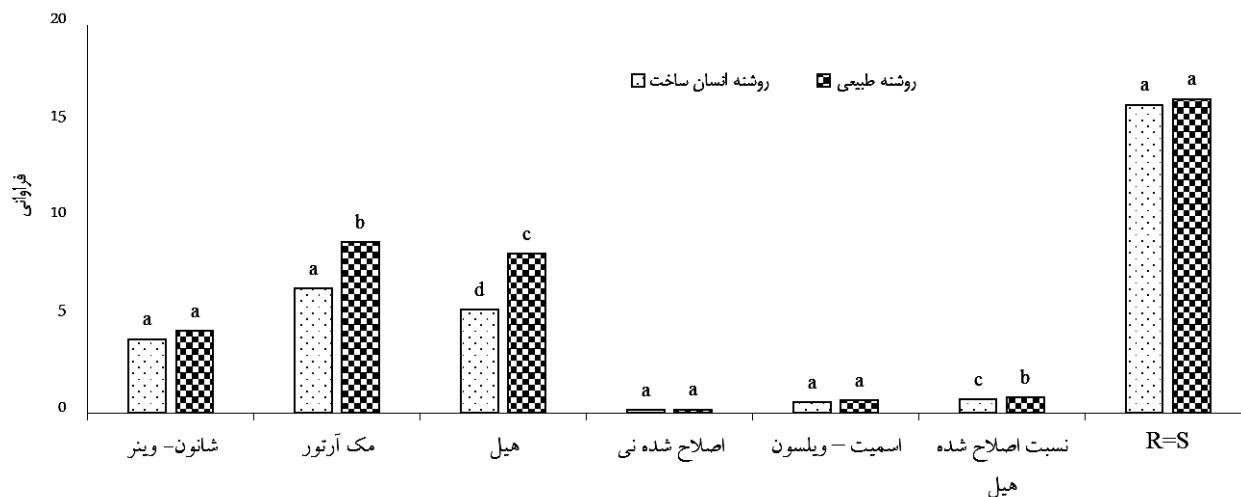
نتایج بررسی شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای در اشکوب درختی در شکل ۲ نشان داده شده است. محاسبات آماری نشان داد میانگین شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای در روشن‌های طبیعی بالاتر بود. همچنین میانگین شاخص مک‌آرتور و یکنواختی هیل بین دو نوع روشنه اختلاف معنی‌داری را به ترتیب در سطوح احتمال ۹۹ درصد و ۹۵ درصد نشان داد، درحالی که میانگین سایر شاخص‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.

چهار گونه خاس (*Ilex aquifolium* L.)، کوله‌خاس (*Ruscus hyrcanus* L.)، ازگیل (*Mespilus germanica* L.) و سیاه‌ولیک (*Crataegus ambigua* A.K.Becker) در هر دو نوع

جدول ۱. میانگین تراکم در هکتار درختان در روشنه‌های طبیعی و انسان‌ساخت

نام گونه	طبیعی	انسان‌ساخت	t	P-value
خرمندی	۱۰۶/۴۸	۸۳/۳۳	۲/۴۵	۰/۰۵
توسکا قشلاقی	۷۶/۸۰	۶۴/۸۲	۰/۸۷	۰/۶
ممرز	۸۱/۲۵	۲۵۴/۴	۸/۴۸	۰/۰۰۱**
افرا	۴۱/۹۵	۲/۹۴	۸/۰۹	۰/۰۲*
راش	۱۲/۶	۱۱/۷	۱/۲۵	۰/۳
گردو	۰/۷۸	۱/۲	۱/۱۹	۰/۰۸

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد و **: معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹ درصد



شکل ۲. شاخص‌های تنوع درختی در روشنه‌های طبیعی و انسان‌ساخت (حروف مشابه نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار است)

جدول ۲. شاخص‌های تنوع درختچه‌ای در روشنه‌های طبیعی و انسان‌ساخت

شاخص	روشنه انسان‌ساخت	روشنه طبیعی
شانون-وینر (H')	۱/۰۵	۰/۷۷
مک آرتور (N_1)	۲/۱۷	۱/۶۵
هیل (N_2)	۱/۸	۱/۴۸
اصلاح شده نی (EQ)	۰/۱۹	۰/۲۵
اسمیت - ویلسون (Evar)	۰/۴	۰/۵۲
نسبت اصلاح شده هیل (E_S)	۰/۵۷	۰/۵۹
غنا	۰/۸۷	۰/۶۲

جدول ۳. شاخص‌های تنوع زیستی در زادآوری روشنه‌های طبیعی و انسان‌ساخت

شاخص	روشنه انسان‌ساخت	روشنه طبیعی	معنی‌داری تفاوت
شانون-وینر (H')	۰/۲	۰/۲۴	-
مک‌آرتور (N_1)	۰/۴۶	۰/۷۵	*
هیل (N_2)	۰/۴۳	۰/۶۸	*
اصلاح شده نی (E_Q)	۰/۰۷	۰/۱۴	-
اسمیت - ویلسون (E_{var})	۰/۲	۰/۳۲	-
نسبت اصلاح شده هیل (E_D)	۰/۲۱	۰/۲۸	-
غنا	۰/۰۸	۰/۲۱	*

طبقه اثر معنی‌دار و قابل توجهی بر هیچ‌کدام از شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای نداشته و بیشترین میانگین از تمام شاخص‌های تنوع به طبقه ارتفاعی میانه ۶۰۰ - ۴۰۰ متر از سطح دریا تعلق داشت. از سویی عامل شیب دامنه در برخی از شاخص‌ها از جمله تنوع شانون وینر و غنای گونه‌ای اختلاف معنی‌داری را نشان داده است. همچنین مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد میانگین تمام شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای در طبقه دوم شیب ۱۰ تا ۳۵ درصد بالاترین مقدار را به‌خود اختصاص داده است. در نهایت بررسی‌ها در طبقات جهت دامنه نشان داد که شاخص‌های تنوع شانون-وینر و غنای گونه‌ای اختلاف معنی‌داری را نشان دادند و بیشترین مقدار از تمام شاخص‌ها به ترتیب به جهت‌های شمالی و شرقی تعلق داشت (جدول ۶).

اثر عوامل فیزیوگرافی بر تنوع گونه‌ای در روشنه‌های انسان‌ساخت

در روشنه‌های انسان‌ساخت، نتایج تجزیه واریانس در ارتباط با عامل ارتفاع از سطح دریا نشان داد که در این روشنه‌ها نیز هیچ‌کدام از شاخص‌های تنوع، اختلاف معنی‌داری بین طبقات ارتفاعی نشان ندادند (جدول ۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که طبقه ارتفاعی اول ۲۰۰ تا ۴۰۰ متر از سطح دریا، کمترین میزان از شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای را به‌خود اختصاص داده است؛ درحالی که بیشترین مقدار این شاخص‌ها در آخرین طبقه ارتفاعی ۶۰۰ تا ۸۰۰ متر از سطح دریا مشاهده

هر یک با سه گونه، خانواده‌های نعناعیان (Lamiaceae) و فریفونیان (Euphorbiaceae) هر کدام با دو گونه و سایر خانواده‌ها هر کدام با یک گونه حضور داشتند. در روشنه‌های انسان‌ساخت بیشترین تراکم از گونه‌ها به خانواده راش‌سانان با چهار گونه و نعناعیان و گل‌سرخیان با سه گونه تعلق داشت و سایر خانواده‌ها هر کدام با یک گونه در این روشنه‌ها حضور داشتند.

بیشترین درصد پوشش گونه‌های علفی در روشنه‌های طبیعی در جدول ۴ نشان داده شده است.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین شاخص تنوع شانون - وینر در روشنه‌ها نشان داد که میانگین این شاخص در روشنه‌های طبیعی بیشتر است. همچنین شاخص یکنواختی اسمیت- ویلسون در کلاس روشنه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. در بین روشنه‌ها، روشنه‌های طبیعی بیشترین و روشنه‌های انسان‌ساخت کمترین مقدار یکنواختی گونه‌ای را نشان دادند. در رابطه با شاخص غنا، میانگین غنای گونه‌های علفی نشان داد که روشنه‌های طبیعی دارای غنای گونه‌ای بیشتری نسبت به روشنه‌های انسان‌ساخت هستند. همچنین از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین شاخص تنوع مک‌آرتور و هیل و شاخص یکنواختی نسبت اصلاح شده هیل در سطح احتمال ۹۹ درصد وجود دارد (جدول ۵).

اثر عوامل فیزیوگرافی بر تنوع گونه‌ای در روشنه‌های طبیعی

نتایج بررسی‌ها نشان داد که عامل ارتفاع از سطح دریا در سه

جدول ۴. میانگین درصد پوشش گونه‌های علفی در روشنه‌های طبیعی و انسان‌ساخت

گونه	نام علمی	خانواده	میانگین درصد پوشش	
			طبیعی	انسان‌ساخت
سرخس نر	<i>Dryopteris adans</i>	Aspidiaceae	۳۱/۲۵	۲۶/۶۵
دم اسب	<i>Equisetum L.</i>	Equisetaceae	۲۲/۵	۱۲
فرفیون	<i>Euphorbia amygdaloides L.</i>	Euphorbiaceae	۲۰	-
خلر	<i>Lathyrus sp.</i>	Fabaceae	۱۰/۵	۱۸/۲۴
پونه آبی	<i>Mentha arvensis</i>	Euphorbiaceae	۴۷/۰۷	۴۸/۳
هفت بند	<i>Polygonum hydropiper</i>	Polygonaceae	۳۵	۲۰
سرخس عقابی	<i>Pteridium aquilinum L.</i>	Hypolepidaceae	۲۰/۲	۲۵/۵
آقطی	<i>Sambucus ebulus L.</i>	Caprifoliaceae	۱۷/۵	۳۰/۹۵

جدول ۵. شاخص‌های تنوع علفی در روشنه‌های طبیعی و انسان‌ساخت

شاخص	روشنه انسان‌ساخت	روشنه طبیعی	معنی‌داری تفاوت
شانون- وینر (H')	۳/۸۲	۴/۲۵	-
مک‌آرتور (N_1)	۶/۴۲	۸/۸۲	*
هیل (N_2)	۵/۳۵	۸/۲۳	*
اصلاح شده نی (E_Q)	۰/۱۶	۰/۱۸	-
اسمیت- ویلسون (E_{var})	۰/۵۵	۰/۶۵	-
نسبت اصلاح شده هیل (E_5)	۰/۷	۰/۸۲	*
غنا	۱۵/۹	۱۶/۲	-

یکنواختی در روشنه‌های طبیعی بیشتر است. بیشتر بودن شاخص یکنواختی در روشنه‌های طبیعی را می‌توان به این موضوع نسبت داد که فراوانی گونه‌ها در این منطقه از همگنی بیشتری برخوردار است. همچنین نتایج کلی نشان داد که روشنه‌های طبیعی تنوع بیشتری در اشکوب درختی دارا هستند. باید توجه داشت که روشنه‌های ایجاد شده به دلیل ظهور گونه‌های نورپسند و همچنین توزیع یکنواخت‌تر افراد بین این گونه‌ها، از تنوع گونه‌های چوبی بیشتری نسبت به جوامع اصلی برخوردار هستند. با این حال در روشنه‌های طبیعی به دلیل تخریب و آشفتگی کمتر این موضوع مشهودتر است. همچنین مشاهده شد که شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنا به استثناء شاخص یکنواختی اصلاح شده هیل و غنا، اختلاف معنی‌داری

شد. در ارتباط با عامل شیب دامنه، نتایج مشخص کرد شاخص تنوع شانون- وینر و غنای گونه‌ای اختلاف معنی‌داری را بین طبقات نشان دادند. همچنین بیشترین مقدار از شاخص‌ها در آخرین طبقه شیب ۳۵ تا ۷۰ درصد و کمترین میزان آن در طبقه اول شیب صفر تا ۱۰ درصد مشاهده شد. در نهایت در طبقات جهت جغرافیایی نیز شاخص‌های شانون- وینر و غنای گونه‌ای اختلاف معنی‌داری نشان دادند. بیشترین و کمترین میزان از شاخص‌ها نیز به ترتیب به جهات شمالی و جنوبی تعلق داشت.

بحث

بررسی شاخص‌های تنوع نشان داد که میانگین غنای گونه‌ای و

جدول ۶. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی در روشنه‌های طبیعی

عوامل فیزیوگرافی	طبقه‌بندی	شاخص تنوع گونه‌ای			
		شاخون - وینر (H')	مک آر تور (Ni)	هیل (Ns)	اصلاح شده تی
ارتفاع از سطح دریا (متر)	۲۰۰-۴۰۰	۴۳۳ ± ۰/۳۰ ^a	۶۱۸ ± ۰/۵۰ ^۲	۵۳۰ ± ۱/۵ ^a	۰/۲۸ ± ۰/۵۴ ^a
	۴۰۰-۶۰۰	۴۳۳ ± ۰/۴۵ ^b	۷۱۹ ± ۰/۶۵ ^a	۶۱۸ ± ۱/۳ ^{ab}	۰/۳۲ ± ۰/۵۱ ^a
	۶۰۰-۸۰۰	۳۳۳ ± ۰/۳۵ ^b	۶۳۳ ± ۱/۱ ^a	۴۱۹ ± ۱/۰۱ ^a	۰/۳۱ ± ۰/۱۳ ^{ab}
	df	۲	۲	۲	۲
	F	۳/۰۱	۰/۲۵	۰/۰۳	۴/۰۱
	P	۰/۲۴ ^{ns}	۰/۳۲ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۵ ^{ns}
شیب دامنه (درصد)	۰-۱۰	۱۱۲ ± ۰/۱۱ ^a	۵۲۴ ± ۰/۰۲ ^a	۴۳۳ ± ۱/۳ ^a	۰/۲۰ ± ۰/۰۷ ^a
	۱۰-۲۵	۴۱۲ ± ۰/۵۵ ^{ab}	۶۱۸ ± ۰/۱۲ ^a	۵۱۹ ± ۰/۹ ^a	۰/۳۲ ± ۰/۰۱ ^a
	۲۵-۷۰	۳۱۲ ± ۰/۷۲ ^b	۵۱۶ ± ۰/۰۴ ^a	۵۱۸ ± ۱/۱ ^a	۰/۲۶ ± ۰/۱ ^a
	df	۲	۲	۲	۲
	F	۳/۱۲	۰/۳۳	۰/۰۵	۴/۱۸
	P	۰/۰۳*	۰/۲۰ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}
جهت جغرافیایی	شمالی	۴۱۶ ± ۰/۴ ^a	۵۱۸ ± ۰/۱۱ ^a	۶۱۸ ± ۱/۲ ^a	۰/۳۸ ± ۰/۱۳ ^a
	جنوبی	۳۱۳ ± ۰/۳۵ ^a	۴۱۲ ± ۰/۰۱ ^a	۴۱۹ ± ۰/۸ ^a	۰/۲۲ ± ۰/۰۱ ^a
	شرقی	۴۱۲ ± ۰/۰۲ ^a	۵۱۵ ± ۰/۱۳ ^a	۵۱۹ ± ۰/۱ ^a	۰/۳۵ ± ۰/۰۲ ^{ab}
	df	۳	۳	۳	۳
	F	۴/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۳	۴/۱۰
	P	۰/۰۵*	۰/۲۰ ^{ns}	۰/۲۰ ^{ns}	۰/۴ ^{ns}

مقایسه میانگین بین شاخص‌ها در ردیف‌های افقی و میانگین بین عوامل فیزیوگرافی با سطح احتمال معنی‌داری در ردیف آخر با P نشان داده شده است. ab مربوطه به معنی دار بودن اختلاف با دو گروه دیگر و ns همان عدم معنی‌داری است.

جدول ۷. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی در روش‌های انسان‌ساخت

غناي گونه‌ای	شاخص یکنواختی			شاخص تنوع گونه‌ای			عامل فیزیوگرافی
	نسبت اصلاح شده هیل	اسمیت - ویلسون	اصلاح شده نی	هیل (H2)	مک آرتور (N1)	شانون-ویتر	
۷/۱۰ ± ۰/۰۴ ^a	۰/۶۲ ± ۰/۱۰ ^a	۰/۳۲ ± ۰/۱۱ ^a	۰/۲۶ ± ۰/۰۵ ^a	۴/۴ ± ۱/۱ ^a	۶/۸ ± ۰/۰۵ ^{۲a}	۲/۱۹ ± ۰/۰۱۵ ^{۲a}	طبقه بندی ۲۰۰-۴۰۰
۸/۱۲ ± ۰/۰۳ ^a	۰/۷۰ ± ۰/۱۱ ^a	۰/۵۵ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۳۲ ± ۰/۰۱ ^a	۵/۳ ± ۱/۴ ^a	۷/۹ ± ۰/۲۵ ^a	۳/۱۰ ± ۰/۰۶ ^a	۴۰۰-۶۰۰
۸/۴۰ ± ۰/۱۵	۰/۸۳ ± ۰/۰۱ ^a	۰/۴۸ ± ۱/۷ ^a	۰/۳۵ ± ۰/۱	۴/۸ ± ۱/۰۸ ^a	۶/۳ ± ۱/۱ ^a	۳ ± ۰/۲ ^a	۶۰۰-۸۰۰
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	df
۱/۱	۱/۰۶	۲/۱	۴/۱۵	۰/۰۶	۰/۲۲	۳/۱۵	F
۰/۱ ^a	۰/۶ ^{NS}	۰/۲ ^{NS}	۰/۴ ^{NS}	۰/۱۵ ^{NS}	۰/۲۹ ^{NS}	۰/۲۱ ^{NS}	P
۷ ± ۰/۳۲ ^a	۰/۵۲ ± ۰/۰۹ ^a	۰/۲۹ ± ۰/۰۳ ^a	۰/۱۸ ± ۰/۰۵ ^a	۴/۱ ± ۱/۲ ^a	۵/۵ ± ۰/۰۱ ^a	۲/۲ ± ۰/۱ ^۰	۰-۱۰
۷/۸ ± ۰/۲۵ ^b	۰/۶۶ ± ۰/۰۲ ^a	۰/۳۳ ± ۰/۰۶ ^a	۰/۲۵ ± ۰/۰۴ ^a	۵/۶ ± ۱/۱ ^a	۵/۵ ± ۰/۱۱ ^a	۴/۱ ± ۰/۴ ^{ab}	۱۰-۲۵
۸/۱۸ ± ۰/۳۱ ^{ab}	۰/۶۸ ± ۰/۰۵ ^a	۰/۳۸ ± ۰/۰۴ ^a	۰/۲۸ ± ۰/۰۳ ^a	۵/۸ ± ۱/۵ ^a	۶/۲ ± ۰/۰۳ ^a	۴/۸ ± ۰/۰۶ ^{۲b}	۳۵-۷۰
۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	df
۱/۱	۲/۲۵	۳/۱	۲/۹	۰/۰۲	۰/۲۵	۳/۸	F
۰/۰۴ [*]	۰/۱۲ ^{NS}	۰/۸ ^{NS}	۰/۹ ^{NS}	۰/۱۹ ^{NS}	۰/۲۳ ^{NS}	۰/۰۲ [*]	P
۸/۴۰ ± ۰/۱۲ ^a	۰/۹ ± ۰/۱۰ ^a	۰/۵۵ ± ۰/۰۴ ^a	۰/۴۲ ± ۰/۱۱ ^a	۶/۸ ± ۱/۸ ^a	۶/۸ ± ۰/۱۱ ^a	۴/۹ ± ۰/۳ ^a	شمالی
۶/۹ ± ۰/۳۳ ^a	۰/۵۵ ± ۰/۱۵ ^a	۰/۲ ± ۰/۰۸ ^a	۰/۲۰ ± ۰/۰۵ ^a	۴/۶ ± ۰/۰۷ ^a	۵/۲ ± ۰/۰۱ ^a	۲/۵ ± ۰/۰۶ ^a	جنوبی
۸/۲۵ ± ۰/۳۵ ^a	۰/۷۲ ± ۰/۲۲ ^a	۰/۴۰ ± ۰/۱۴ ^a	۰/۳۲ ± ۰/۰۱۲ ^a	۵/۲ ± ۰/۰۳ ^a	۶/۵ ± ۰/۱۳ ^a	۳/۴ ± ۰/۰۵ ^a	شرقی
۷/۲۲ ± ۰/۲۵ ^a	۰/۵۸ ± ۰/۲۸ ^a	۰/۲۵ ± ۰/۳۳ ^a	۰/۱۹ ± ۰/۰۲۱ ^a	۴/۳ ± ۰/۰۵ ^a	۵/۱ ± ۰/۰۳ ^a	۲/۸ ± ۰/۰۲ ^a	غربی
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	df
۲	۲/۴۰	۲/۸	۴/۳۲	۰/۰۸	۰/۰۱	۴/۱۲	F
۰/۰۳ [*]	۰/۱۴ ^{NS}	۰/۱۲ ^{NS}	۰/۴ ^{NS}	۰/۲ ^{NS}	۰/۲۰ ^{NS}	۰/۰۴ [*]	P

مقایسه میانگین بین شاخص‌های در ردیف‌های افقی و میانگین بین عوامل فیزیوگرافی با سطح احتمال معنی‌داری در ردیف آخر با P نشان داده شده است. ab مربوط به معنی‌دار بودن اختلاف با دو گروه دیگر و NS همان عدم معنی‌داری است.

هکتار کمتر درختچه‌هاست. عامل دیگر برای موفقیت استقرار زادآوری و افزایش غنا و تنوع در روشن‌های طبیعی، تراکم بیشتر خشکه‌دارها است. از سویی در روشن‌های انسان‌ساخت به دلیل دریافت نور کامل خورشید و حرارت بیشتر، شرایط برای رشد گونه‌های داخل جنگل مناسب نیست و منجر به افزایش رشد گیاهان علفی نورپسند می‌شود. از این‌رو جوانه‌زنی، استقرار و در نتیجه آرایش مکانی تجدید حیات ممکن است به دلیل فراوانی پوشش علفی که باعث ایجاد سایه و همچنین رقابت ریشه می‌شود تحت تأثیر قرار گیرد (۱۴). با وجود افزایش آگاهی از نقش کلیدی اشکوب علفی در حفظ ساختار و عملکرد جنگل، این اشکوب به‌عنوان یک جنبه نامفهوم از اکوسیستم‌های جنگلی باقی مانده است. با توجه به اینکه اشکوب علفی خیلی سریع به اختلالات از طریق جنبه‌های زمانی و مکانی گسترده پاسخ می‌دهد، پویایی آن می‌تواند اطلاعات مهمی از نظر خصوصیات منطقه جنگلی فراهم کند. همچنین در میان سطوح مختلف پوشش گیاهی در جنگل‌ها، اشکوب علفی به دخالت‌های بهره‌برداري حساس‌تر است و دارای بیشترین تنوع گونه‌ای است. بنابراین، درک پاسخ گیاهان علفی به بهره‌برداری جنگل مهم است.

نتایج بررسی عوامل فیزیوگرافی نشان داد که در هر دو نوع روشن، عامل ارتفاع از سطح دریا تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های تنوع نداشت. اگر چه عامل ارتفاع از سطح دریا تابعی از درجه حرارت و رطوبت بوده و می‌تواند نقش مهمی در پراکنش گونه‌های گیاهی داشته باشد (۲۴)، اما در مطالعه حاضر اثر قابل توجهی روی پوشش گیاهی نشان نداد. دلیل این موضوع می‌تواند از محدود بودن دامنه ارتفاعی در منطقه مورد مطالعه منشأ بگیرد که با نتایج تحقیق سهرابی و اکبری‌نیا (۶) و اسماعیل زاده و همکاران (۷) مطابقت دارد. در بررسی شاخص‌های تنوع زیستی در طبقات شیبی و جهت جغرافیایی مشخص شد که اثرات این عوامل روی برخی از شاخص‌ها از جمله شاخص تنوع شانون - وینر و شاخص غنای گونه‌ای معنی‌دار بود؛ به‌طوری که در هر دو نوع روشن طبیعی و

بین دو منطقه نشان ندادند. ناقایکه و همکاران (۱۹)، در بررسی خود روی تنوع گونه‌های گیاهی در جنگل‌های راش ژاپن (*Fagus crenata*) نشان دادند که بعد از اعمال تخریب و بهره‌برداری، از نظر تنوع درختان بین توده‌های اولیه و مدیریت شده اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است در صورتی که تراکم درختان با قطر بزرگ و میانگین قطر درختان کاهش یافته است. در روشن‌های انسان‌ساخت در بیشتر پلات‌های مورد بررسی، گونه مرز به‌عنوان گونه غالب بود. باید بیان کرد که جنگل‌هایی که در آنها تنها یک گونه بیش از ۸۰ - ۵۰ درصد تاج پوشش را تشکیل می‌دهد به‌عنوان جنگل با تنوع پایین شناخته می‌شوند (۱۳).

به‌طور کلی در روشن‌ها رقابت کمتر درختچه‌ها با درختان، بازبودن تاج پوشش و افزایش میزان نور دریافتی توسط گیاهان شرایط را برای ظهور گونه‌های درختچه‌ای فراهم می‌کند. تخریب و بهره‌برداری نامتعادل و بیش از ظرفیت از منابع در روشن‌های انسان‌ساخت با ایجاد فضاهای خالی در بین درختان جنگلی به تدریج بر تراکم در هکتار گونه‌های درختچه‌ای از جمله سیاه ولیک و ازگیل افزوده است (۲۱). باید توجه داشت که وجود این درختچه‌ها در روشن‌ها نشان‌دهنده تخریب در زمان‌های گذشته است. مطالعات رامیرز - مارسسیال و همکاران (۲۳) در ارتباط با تنوع درختان و تخریب‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی در جنگل‌های بارانی مونتانا مکزیک نشان داد که تراکم در هکتار بالای درختان اشکوب بالایی (تاج پوشش) باعث کاهش (تقریباً) دو برابری در غنای گونه‌های زیراشکوب شده است. کاستدو دورادو و همکاران (۱۰)، در مطالعات خود در جنگل‌های کاج اسپانیا به این نتیجه رسیدند که پوشش درختچه‌ای در زیر تاج پوشش *Pinus pinaster* بیشتر و ناشی از انتقال نور بیشتر از تاج پوشش بالایی است که با برخی دیگر از مطالعات مطابقت داشت (۱۱).

طبق نتایج، تمامی شاخص‌های تنوع مورد مطالعه در روشن‌های طبیعی بیشتر بود. یک عامل برای افزایش غنای گونه‌ای، تنوع و تراکم زادآوری در روشن‌های طبیعی، تراکم در

به کاهش تنوع گونه‌ای خواهد شد (۴ و ۷).

در حفرة‌های حاصل از بهره‌برداری توسط فعالیت‌های مردم محلی، افتادن درختان و قطع آنها برای تأمین چوب سوخت و کت‌زنی درختان برای تولید علوفه و چرای دام، از طریق ایجاد ناهمگنی در شرایط محیطی و ایجاد شرایط نامطلوب برای بازسازی و تجدید حیات گونه‌ها، باعث کاهش در تراکم و فراوانی گونه‌های درختی شده است. اما با ایجاد فضاهای خالی در بین درختان جنگلی به تدریج بر تراکم در هکتار گونه‌های درختچه‌ای از جمله سیاه‌ولیک و ازگیل افزوده است و جنگل در این بخش از روشن‌ها در سیر قهقرایی قرار گرفته است. وجود درختچه‌های قطور ازگیل و ولیک در نقاط باز نشان‌دهنده تخریب جنگل از زمان‌های گذشته و دور است. برای تقویت زادآوری در روشن‌های انسان‌ساخت، پیشنهاد می‌شود که با به‌کارگیری گونه‌هایی که ضمن رشد موفق، سطح تاج بزرگتری دارند برای غنی‌سازی و تقویت تاج پوشش در منطقه گام برداشت. پیشنهاد می‌شود که تأثیر ویژگی‌های روشن‌ها از قبیل اندازه، شکل، جهت و سن روی پوشش گیاهی مورد مطالعه قرار گیرد. با توجه به اینکه مدیریت و هدایت تنوع زیستی به سمت یک تنوع ایده‌آل ارتباط مستقیم با حفظ تجدید حیات گونه‌های چوبی دارد، بنابراین، حفاظت بدون در نظر گرفتن مسائل اقتصادی - اجتماعی جنگل‌نشینان امکان‌پذیر نیست. از این رو پیشنهاد می‌شود مطالعات اقتصادی و اجتماعی در ارتباط با وضعیت معیشت جنگل‌نشینان صورت گیرد.

انسان‌ساخت با افزایش دامنه شیب، مقدار شاخص‌های تنوع گونه‌ای افزایش یافت. این موضوع نشان‌دهنده اثرات قابل توجه شیب بر افزایش تنوع زیستی است. به طوری که در طبقات شیب صفر تا ۲۰ درصد، دسترسی مردمان محلی و بهره‌برداران سنتی به عرصه بیشتر بوده که در نهایت منجر به بروز انواع تخریب در این روشن‌ها و در نهایت کاهش شاخص‌های تنوع زیستی شده است. اگر چه خصوصیات توپوگرافیک می‌توانند با تأثیر بر میزان بارش و دما نقش قابل توجهی در الگوی تغییرات تنوع گونه‌ای داشته باشند، اما با توجه به نقش مهم تخریب‌ها و بهره‌برداری‌های محلی به خصوص در روشن‌های انسان‌ساخت، نمی‌توان از این موضوع چشم‌پوشی کرد، که البته این مورد با نتایج اسماعیل‌زاده و همکاران (۷) مغایرت دارد. همچنین مشخص شد که در هر دو نوع روشن‌ها، دامنه‌های شمالی و شرقی به ترتیب بیشترین مقدار از شاخص‌های تنوع را به خود اختصاص دادند. در این دامنه‌ها به خصوص دامنه‌های شمالی به علت بیشتر بودن رطوبت خاک و در نتیجه دریافت کمتر انرژی خورشیدی و به طور کلی بهتر بودن شرایط رویشی، شاخص‌های تنوع در حالت بیشینه بوده، در حالی که در دامنه‌های جنوبی و غربی میزان این شاخص‌ها به کمترین مقدار می‌رسد. در مقابل در دامنه‌های غربی و جنوبی، به علت شرایط نامساعد رویشگاهی از جمله دریافت مقدار زیادی از انرژی خورشیدی و قرار گرفتن این دامنه‌ها در شیب تندتر، شرایط رویشی برای ظهور تمام گونه‌های گیاهی مساعد نبوده که منجر

منابع مورد استفاده

۱. فلاح چای، م. م. ۱۳۹۰. بررسی عملکرد اجرایی شیوه تک‌گزینی بر تنوع گونه‌های درختی در جنگل‌های شنرود سیاهکل. فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی (۲): ۴۱-۵۴.
۲. موسوی میرکلایی، س. ر.، خ. ثاقب طالبی، م. طبری و م. ر. پورمجیدیان. ۱۳۸۲. تعیین اندازه سطح حفرة تاج پوشش برای بهبود زادآوری راش. مجله منابع طبیعی ایران (۱): ۳۹-۴۶.
۳. دلفان‌آبادی، ب. و خ. ثاقب طالبی. ۱۳۸۶. بررسی روند رویش قطری و ارتفاعی راش در جنگل‌های طبیعی کلاردشت. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران (۴): ۳۲۸-۳۲۰.
۴. اسحاق نیموری، ج. ق. زاهدی امیری، م. ر. مروی مهاجر، م. اسدی و ا. متاجی. ۱۳۸۵. ارزیابی و مقایسه تنوع گونه‌ای در جوامع

- گیاهی *Quercus carpinetum betulii* و *Carpino-Fagetum orientalis*, *Fagetum orientalis* (مطالعه موردی: بخش‌های نمخانه و گرازین جنگل آموزشی و پژوهشی خیرودکنار نوشهر). فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ۱۴(۴): ۳۲۶-۳۳۷.
۵. مرادی، ز. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر روشن‌های مصنوعی تاج پوشش بر روی تنوع و ترکیب گونه‌های گیاهی و خصوصیات خاک در جنگل‌های غرب استان گیلان (مطالعه موردی: ناو اسالم). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی صومعه‌سرا، ۹۶ ص.
۶. سهرابی، ه. و م. اکبری نیا. ۱۳۸۴. بررسی تنوع گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی در منطقه جنگلی ده سرخ، جانورد، استان کرمانشاه. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ۱۳(۳): ۲۷۹-۲۹۴.
۷. اسماعیل‌زاده، ا.، س. م. حسینی، ح. اسدی، پ. غدیری پور و ع. احمدی. ۱۳۹۱. رابطه تنوع زیستی گیاهی با عوامل فیزیوگرافی در ذخیره‌گاه سرخدار افراتخته. زیست‌شناسی گیاهی ۱۲(۴): ۱-۱۲.
۸. مروی مهاجر، م. ر. ۱۳۹۰. جنگل‌شناسی و پرورش جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۸۶ ص.
۹. ذوالفقاری، ا.، م. ر. مروی مهاجر، ق. زاهدی امیری و م. نمیرانیان. ۱۳۹۰. بررسی اثر روشن‌های تاج پوشش در تنوع و استقرار زادآوری جنگل (مطالعه موردی بخش چلیبر از جنگل خیرود، نوشهر)، مجله تحقیقات علوم و مهندسی جنگل ۱(۲): ۲۹-۳۳.
10. Castedo-Dorado, F., E. Gómez-García, U. Diéguez-Aranda, M. Barrio-Anta and F. Crecente-Campo. 2012. Aboveground stand-level biomass estimation: a comparison of two methods for major forest species in northwest Spain. *Annals of Forest Science* 69(6): 735-746.
11. Coll, L., J. R. González-Olabarria, B. Mola-Yudego, T. Pukkala and C. Messier. 2011. Predicting understory maximum shrubs cover using altitude and overstory basal area in different Mediterranean forests. *European Journal of Forest Research* 130(1): 55-65.
12. Durán-Rangel, C., S. Gärtner, L. Hernández and A. Reif. 2013. Do microhabitats in forest gaps influence tree regeneration? A study in the montane forests of the Venezuelan Guayana. *Ecotropica* 18: 93-104.
13. Ebrahimi, S. S., H. Pourbabaee, D. Potheir, A. Omidi and J. Torkaman. 2014. Effect of livestock grazing and human uses on herbaceous species diversity in oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests, Guilan, Masal, northern Iran. *Journal of Forestry Research* 25(2): 455-462.
14. Hagemann, U., G. V. D. Kelen and S. Wagner. 2012. Comparative assessment of natural regeneration quality in two northern hardwood stands. *Northern Journal of Applied Forestry* 30(1): 5-15.
15. Kelemen, K., B. Mihók, L. Gálhidy and T. Standovár. 2012. Dynamic response of herbaceous vegetation to gap opening in a Central European beech stand. *Silva Fennica* 46(1): 53-65.
16. Mayo, J. 2002. Dead trees effects in forest ecosystem. *Science Finding Journal* 11: 25-34.
17. McCarthy, J. 2001. Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to boreal forests. *Environmental Reviews* 9: 1-59.
18. 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.
19. Nagaike, T., T. Kamitani and T. Nakashizuka. 1999. The effect of shelterwood logging on the diversity of plant species in a beech (*Fagus crenata*) forest in Japan. *Forest Ecology and Management* 118(1): 161-171.
20. Nagel, T. A. and 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.
21. Pourbabaee, H., H. Ahani and A. E. Bonyad. 2004. Spatial pattern of Maple trees (*Acer plamnoides* L.) in Guilan province. *Journal of Environment* 1: 24-30.
22. Promis, A., S. Gärtner, A. Reif, and G. Cruz. 2012. Effects of canopy gaps on forest floor vascular and non-vascular plant species composition and diversity in an uneven-aged *Nothofagus betuloides* forest in Tierra del Fuego, Chile. *Community Ecology* 13(2): 145-154.
23. Ramírez-Marcial, N., M. González-Espinosa and G. Williams-Linera. 2001. Anthropogenic disturbance and tree diversity in montane rain forests in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* 154(1): 311-326.
24. Sang, W. 2009. Plant diversity patterns and their relationships with soil and climatic factors along an altitudinal gradient in the middle Tianshan Mountain area, Xinjiang, China. *Ecological Research* 24: 303-314.
25. Sapkota, I. P., M. Tigabu and P. C. Oden. 2009. Species diversity and regeneration of old-growth seasonally dry

- Shorea robusta* forests following gap formation. *Forestry Research* 20(1): 7-14.
26. Schumann, M. E. 2004. The effect of harvest-created gaps on plant species diversity, composition and abundance in a main Oak-Pine forest. *Forest Ecology and Management* 176: 543-561.
27. 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(6): 1094-1099.
28. Sharma, L. N., J. A. Grytnes, I. E. Måren and O. R. Vetaas. 2016. Do composition and richness of woody plants vary between gaps and closed canopy patches in subtropical forests? *Journal of Vegetation Science* 27(6): 1129-1139.
29. Wagner, S., C. Collet, P. Madsen, T. Nakashizuka, R. D. Nyland and Kh. Sagheb-Talebi. 2010. Beech regeneration research: from ecological to silvicultural aspects. *Forest Ecology and Management* 259: 2172-2182.

Comparison of Species Diversity of Natural and Man-made Gaps at Different Physiographic Conditions in Siahkal Forests of Gilan Province

S. Ghanbari^{1*}, M. Nasri², F. Keyvan behju² and K. Sefidi²

(Received: Jan. 14-2018; Accepted: Apr. 15-2019)

Abstract

This study was conducted to compare regeneration density and biodiversity indices in the natural and man-made gaps in the Tutaki forests of Siahkal in Gilan province. Data were collected from 60 gaps (including 30 natural and 30 man-made gaps). The results of species composition indicated that three tree species including *Diospyros lotus* L., *Carpinus betulus* L. and *Alnus glutinosa* L. in both gaps. In the shrub floor, for both gaps and all kinds of species, the average number in hectares of man-made gaps (with the exception of *Ilex*) was higher than that of natural gaps. *Ilex* & *Crataegus pentagyna* indicated the significant difference at 95% level between 2 gaps. Also, the regeneration density for all species at the natural gaps was more than man-made gaps and the average number in hectares for *Diospyros lotus*, *Alnus glutinosa* and *Acer sp* indicated the significant difference at the 95% level between the 2 gaps. So the regeneration of *Fagus orientalis* Lipsky was observed only in the natural gaps. The results of biodiversity indices also revealed that in natural gaps, the average of diversity, evenness and richness had the highest value, whereas in shrub, the average of these indices had the highest value.

Keywords: Biodiversity indices, *Diospyrus lotus*, Evenness, Gap, Regeneration.

1. Dept. of Forestry, Ahar Faculty of Agric. and Natur. Resour., Unive. of Tabriz, Tabriz, Iran.

2. Dept. of Natur. Resour., Faculty of Agric. and Natural Resour., Univ. of Mohaghegh Ardebili, Ardebil, Iran.

*: Corresponding Author, Email: ghanbarisajad@gmail.com