

تأثیر تفرج، جمعیت روستایی و جاده‌های جنگلی بر تنوع گونه‌های زیراشکوب جنگل (پژوهش موردی: جنگل زرین‌آباد ساری)

کوروش روحانی^۱، سید محمد حسینی نصر^{۲*}، حامد اسدی^۳ و محیا تفضلی^۴

- ۱- کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. (koroshrohani@gmail.com)
۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. (mhn1946@gmail.com)
۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. (h.asadi@sanru.ac.ir)
۴- دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. (mahya_tafazoli@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۳۰

چکیده

یکی از عواقب ناشی از تخریب و تکه‌تکه شدن بوم‌سازگان جنگل‌های شمال کشور ایجاد اثر حاشیه‌ای و تغییرات در ترکیب و تنوع زیستی پوشش زیراشکوب است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثرهای حاشیه‌ای ناشی از احداث جاده‌های بین روستایی، جاده‌های جنگلی، توسعه روستاها و مناطق تفرجی روی ترکیب و تنوع زیستی پوشش زیراشکوب در جنگل‌های زرین‌آباد منطقه ساری بود. برای انجام این پژوهش در هر یک از چهار منطقه مذکور سه ترانسکت به موازات هم با فاصله ۱۰۰ متر پیاده شد. روی هر ترانسکت در فواصل صفر، ۵۰ و ۱۰۰ و ۱۵۰ متر، قطعات-نمونه ۴۰۰ مترمربعی پیاده شد و در هر قطعه-نمونه فهرست تمام گونه‌های گیاهی و وفور (درصد تاج پوشش) آن‌ها ثبت شد. نتایج نشان داد که قطعات نمونه فاصله‌های ۵۰ و ۱۰۰، ۱۵۰ و ۱۰۰ ضریب تشابه جاکارد بالاتر و قطعات نمونه ۱۵۰ و ۰ ضریب تشابه جاکارد پایین‌تری داشتند. تحلیل‌های رج‌بندی DCA بیانگر آن است که قطعات نمونه فاصله صفر و ۱۵۰ متر از جاده، از دیگر فواصل متمایز بود. نتایج این پژوهش نشان داد که همه اثرهای حاشیه‌ای مورد بررسی بر غنا، تنوع و ترکیب پوشش گیاهی مناطق مجاور خود اثرگذار بودند که با افزایش فاصله از اثر حاشیه‌ای کاسته شد. از بین عوامل حاشیه مورد بررسی کمترین اثر را جاده جنگلی و بیشترین تأثیر را منطقه تفرجی داشت.

واژه‌های کلیدی: اثرهای حاشیه‌ای، تخریب رویشگاه، تشابه ترکیب پوشش گیاهی، جاده جنگلی.

مقدمه

فضای داخلی جنگل بر اثر فرآیندهای طبیعی و یا فعالیت‌های انسانی ایجاد می‌شود، تعریف می‌شود (Pfeifer et al., 2017; Bae and Ryu, 2021). به عبارت دیگر می‌توان بیان کرد که فرآیند تکه‌تکه شدن جنگل‌ها که ممکن است در اثر بروز پدیده‌های طبیعی یا غیرطبیعی رخ داده و منجر به اشتقاق جوامع گیاهی مختلف شود (Soleimani et al., 2015). امروزه بررسی اثرهای حاشیه‌ای روی بوم‌سازگان‌های جنگلی جهان مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (da Silva et al., 2021)، به طوری که آگاهی از اثرهای منفی بوم‌شناختی حاشیه‌ای برای مدیریت جنگل لازم و ضروری است (Harper et al., 2005). مرور منابع نشان می‌دهد که اثر حاشیه‌ای با ایجاد تغییر در ریز اقلیم منطقه (Hofmeister et al., 2019)، موجب افزایش صدمه‌های شدید و گاهی جبران‌ناپذیر شده‌اند و در بازخورد این اثرهای، حضور گروه‌های زیستی خاصی در این مناطق بیشتر می‌شوند که مانند آن‌ها می‌توان به گونه‌های مهاجم، علف‌های هرز، گونه‌های مقاوم به شرایط تخریب و گونه‌های پیشگام و مراحل اولیه توالی (Pfeifer et al., 2017) اشاره کرد.

یکی دیگر از عواملی که می‌تواند منجر به ایجاد اثر حاشیه‌ای روی بوم‌سازگان‌های جنگلی شود، حضور و گسترش روستاها باشد. در بیشتر روستاهای مناطق جنگلی، روستاییان در ارتباط تنگاتنگ با جنگل هستند و بخشی از زندگی آنان به جنگل و منابع طبیعی وابسته است. بدین ترتیب که افراد ساکن در روستا به دلایل مختلف بر اساس نیازمندی‌های خود وارد عرصه‌های طبیعی شده و با بهره‌برداری‌های چوبی و غیرچوبی خود سبب تغییرات در ترکیب و ساختار جنگل شده، و در نتیجه تغییرات حاصله فرم طبیعی جنگل دچار به هم‌ریختگی‌های مختلف و متفاوت می‌شود (Ghorbanian et al., 2021).

جنگل‌های شمال ایران به‌جامانده از دوران سوم زمین‌شناسی و جزو زیست‌بوم‌های طبیعی با ارزش و منحصر به فرد هستند. با این وجود فعالیت‌های انسانی در موارد بسیاری منجر به تخریب این بوم‌سازگان ارزشمند شده است. مانند این فعالیت‌های انسانی می‌توان به احداث جاده‌های بین روستایی و جاده‌های جنگلی اشاره کرد. جاده‌های جنگلی با وجود نقش اساسی و مهمی که در مدیریت، حفاظت و احیاء جنگل‌ها دارند، طراحی نامناسب آن‌ها می‌تواند منجر به تکه‌تکه شدن بوم‌سازگان جنگلی شده و در ادامه می‌تواند بر پایداری، ترکیب و تنوع زیستی جوامع گیاهی اثرگذار باشد (Zeng et al., 2011). همچنین جاده‌های روستایی و جنگلی در مقیاس کوچک تا متوسط با ایجاد یک دالان در سطح رویشگاه به دلیل برداشت درختان جنگلی، موجب ایجاد تغییرات گسترده از نظر نور دریافتی، رطوبت و ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک در طولانی مدت می‌شوند (Forman et al., 2002). حضور درختان و تاج پوشش حاصل از آن‌ها بر جریان هوا، تغییرات دما و رطوبت هوا، رژیم آبی و رطوبت خاک اثرگذار است. بنابراین، هرگونه تغییر در تاج پوشش می‌تواند تغییرات قابل توجهی را در بوم‌سازگان‌های جنگلی سبب شود. علاوه بر این با افزایش دسترسی به نور، فضا برای حضور گونه‌های مهاجم فراهم شده و آن‌ها به تدریج جایگزین گونه‌های بومی می‌شوند و این پدیده در لبه‌های جنگل نسبت به محیط‌های داخلی تر آن بیشتر مشهود است (Zeng et al., 2011).

یکی از معضلات مهم این تخریب‌ها که به مرور زمان به وجود می‌آید اثرهای حاشیه‌ای (Edge Effects) است، که معمولاً به‌عنوان تفاوت در عوامل زیست‌اقلیمی که در امتداد حاشیه جنگل نسبت به

جنگلی را اشغال می‌کنند. (Soleimani et al., 2015) تأثیر قطعه‌قطعه‌شدن جنگل‌ها بر روی ترکیب و پراکنش گونه‌های گیاهی، در دامنه‌های شمالی جنگل-های بلوط استان کرمانشاه را مورد بررسی قرار دادند. سه قطعه جنگلی با جهت شمالی و با شرایط مشابه فیزیوگرافی انتخاب و در هر قطعه، در فواصل صفر، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ متری با استفاده از سه ترانکسکت که در فواصل ۲۰۰ متری از هم قرار گرفتند، اقدام به نمونه‌برداری از پوشش گیاهی شد. نتایج نشان داد که دو گروه شامل گروه قطعات نمونه حاشیه جنگل (صفر و ۲۵ متر) و گروه قطعات نمونه زون جنگل (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ متری) تفکیک شد و مشخص شد که فاصله از حاشیه قطعه مهم‌ترین عامل در پراکنش گروه‌ها است. (Valadi et al., 2017) در پژوهش خود به ارزیابی تأثیر آشفستگی بر تنوع گونه‌ای زیر آشکوب پرداختند. بدین منظور با توجه به تأثیر تخریب انسانی با شدت‌های مختلف سه منطقه کمتر دست‌خورده، تخریب متوسط و تخریب شدید در جنگل‌های بلوط بانه انتخاب شدند. مدل‌های و فور-گونه شامل عصای شکسته، لوگ‌نرمال، سری هندسی و سری لگاریتمی برای هر تیمار برازش شدند و بهترین مدل توزیع بر پایه P بزرگ‌تر از ۰/۰۵ انتخاب شد. همچنین سه تیمار با استفاده از منحنی‌های درجه-بندی تنوع (Renyi) و روش غالبیت k مقایسه شدند. بر پایه تمام مدل‌ها دو منطقه جنگل کم‌تر دست‌خورده و تخریب متوسط دارای تنوع بالاتری نسبت به جنگل تخریب شدید بودند.

بر اساس منابع موجود پژوهشی در خصوص اثر جاده‌های جنگلی و همچنین مناطق تفرجی روی پوشش گیاهی جنگل انجام شده، ولی اثر جاده‌های بین روستایی و مناطق روستایی کمتر مورد توجه بوده است. با توجه به تفاوت در مقدار رفت‌وآمد و

مورد دیگری که منجر به ایجاد اثر حاشیه‌ای روی بوم‌سازگان جنگلی می‌شود، توسعه مناطق تفرجی به-دنبال افزایش جمعیت و افزایش نیاز به مناطق فضای سبز و پارک‌های جنگلی در حاشیه شهرها است. تغییر کاربری مناطق جنگلی به مناطق تفرجی سبب ایجاد فشارهای فزاینده بر عرصه منابع طبیعی به‌واسطه دخالت برای احداث جاده، محوطه پیک‌نیک، سکوی اسکان و توسعه تفرج برنامه‌ریزی نشده خواهد شد. اثر مستقیم فعالیت تفرجی بیشتر شامل از بین رفتن پوشش گیاهی ناشی از ساخت‌وساز جاده و کوبیدگی خاک در اثر تردد گردشگران است. ساخت و استفاده از جاده و مسیرهای فرعی در مناطق تفرجی مانند پارک‌های جنگلی ممکن است بر پوشش گیاهی و خاک مناطق مجاور حتی در فواصل دورتر نیز اثرگذار باشد (Hofmeister et al., 2019; Meza-Elizalde et al., 2021).

تخریب و به‌هم‌خوردگی عوامل غیر زیستی ناشی از اثر حاشیه‌ای حتی می‌تواند تا فواصل دورتری از منطقه اثر گسترش یابد (Hofmeister et al., 2019; Meza-Elizalde et al., 2021). در واقع اثر حاشیه‌ای در جنگل سبب ایجاد یک منطقه گذار (Transitional Zone) بین فضای داخلی جنگل و منطقه بدون درخت مجاور می‌شود. با توجه به اهمیت موضوع پژوهش-های متعددی در رابطه با اثر حاشیه‌ای در داخل کشور انجام شده است. (Eshaghi Rad et al., 2011) با هدف بررسی اثر حاشیه‌ای بر ترکیب و پراکنش گیاهان در جنگل‌های بلوط چهارزیر کرمانشاه بیان کردند که اثر حاشیه‌ای که به‌شدت با تکه‌تکه‌شدن رویشگاه‌ها در ارتباط هستند، خطری جدی برای ازدست رفتن تنوع گونه‌ای گیاهی محسوب می‌شوند و نشان دادند که به‌مرور زمان در قطعات جنگلی کمتر از دو هکتار، گروه‌های گیاهی حاشیه جنگل تمام سطح قطعه

شد. میانگین ارتفاع از سطح دریا منطقه حدود ۱۸۷ متر بوده و از گونه‌های غالب گیاهی بلوط، انجیلی و ممرز تشکیل شده است. بررسی آمار ۱۰ ساله ایستگاه اقلیم‌شناسی سمسکنده نشان داد که متوسط بیشینه دما در گرم‌ترین ماه سال (مرداد) ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال (دی) ۱/۶ درجه می‌گراد است. همچنین میانگین بارندگی سالیانه و میانگین درجه حرارت سالیانه در منطقه مورد پژوهش به ترتیب ۷۲۸ میلی‌متر و ۱۶ سانتی‌گراد است.

روش نمونه‌برداری

برای بررسی خصوصیات پوشش گیاهی در هر یک از مناطق با اثر حاشیه‌ای مختلف، سه ترانسکت به موازات هم با فاصله ۱۰۰ متر انتخاب شده و روی هر ترانسکت در فواصل صفر (متصل به حاشیه جنگل)، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ اقدام به پیاده کردن قطعات نمونه ۴۰۰ مترمربعی (۲۰×۲۰ متر) شد. در هر قطعه نمونه فهرست تمام گونه‌های گیاهی و وفور (درصد تاج پوشش) آن‌ها بر اساس ضرایب فراوانی- غلبه وان- درمارل ثبت شد (Dengler et al., 2008).

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

نرمال‌بودن و همگنی واریانس داده‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و لون انجام شد. برای اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع زیستی در قطعات نمونه از شاخص‌های غنای گونه‌ای (Maguran, 1988) و تنوع گونه‌ای شانون-وینر (Peet, 1974)، سیمپسون (Hill, 1973) و یکنواختی پیلو (Peet, 1974) استفاده شد (جدول ۱). همچنین برای بررسی تشابه پوشش گیاهی قطعات نمونه در فواصل مختلف از ضریب تشابه جاکارد (رابطه ۱) استفاده شد.

$$J = c / (a + b + c)$$

رابطه ۱)

همچنین نوع استفاده از جاده روستایی نسب به جاده-های جنگلی، کسب اطلاعات در این خصوص لازم و ضروری به نظر می‌رسد. همچنین لازم به ذکر است که بیشتر پژوهش‌های پیشین در ارتباط با اثر روستا بر بوم‌سازگان‌های جنگلی بیشتر روی مسائل اقتصادی و اجتماعی متمرکز بوده و کمتر اثر بوم‌شناختی توسعه روستا مورد توجه قرار گرفته است. همچنین با توجه به اینکه ساخت جاده‌های روستایی و جنگلی، توسعه پارک‌های جنگلی و همچنین بهره‌برداری روستانشینان حاشیه جنگل سبب تغییر در تنوع و ترکیب گونه‌های کف جنگل می‌شود، بنابراین این تحقیق به منظور بررسی اثر عوامل حاشیه ذکر شده روی تنوع زیستی و ترکیب گونه‌های گیاهی انجام شد. کسب اطلاعات در این زمینه می‌تواند راهکار مناسبی برای مدیریت بهینه جنگل‌ها و همچنین احیای اراضی مخروبه باشد.

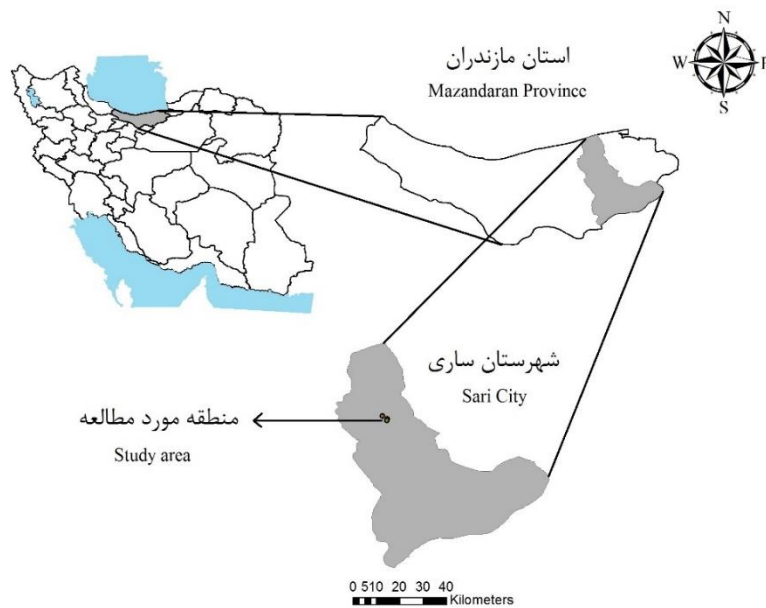
مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش

این پژوهش در اراضی پایین‌بند و جلگه‌ای جنگل‌های هیرکانی از حوزه روستاهای زرین‌آباد و خارکش در جنوب شرقی شهرستان ساری انجام شد. در این منطقه چهار اثر حاشیه‌ای مختلف شامل روستا (مناطق مجاور روستای زرین‌آباد)، جاده روستایی، جاده جنگلی و منطقه تفرجگاهی (پارک جنگلی شهید زارع انتخاب شد (شکل ۱). جاده دسترسی روستایی از ابتدای دهه ۶۰ از نوع آسفالت‌ه بود و جاده جنگلی (درجه سه، خاکی و با روکش سطحی شن‌ریزی شده) که جزئی از طرح جنگلداری نکاچوب است در اواخر دهه ۵۰ احداث شد. مناطق مجاور روستای زرین‌آباد برای بررسی عامل حاشیه‌ای روستا انتخاب شد. پارک جنگلی شهید زارع با وسعت نزدیک به ۷۳ هکتار در سال ۱۳۷۳ اولین بار تحت عنوان پارک جنگلی تعیین

آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد. از آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده DCA که مهم‌ترین روش تجزیه گرادیان غیرمستقیم محسوب می‌شود برای بررسی اختلاف ترکیب پوشش گیاهی در فواصل مختلف هر اثر حاشیه‌ای، استفاده شد. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS و PC-ORD 5 انجام شد.

که در رابطه فوق، a: تعداد گونه‌های که فقط در پلات a وجود دارد؛ b: تعداد گونه‌های که فقط در پلات b وجود دارد؛ c: تعداد گونه‌هایی که در هر دو پلات وجود دارد. برای مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی و ضریب تشابه جاکارد قطعات نمونه در بین فواصل مختلف اثر حاشیه‌ای از تحلیل واریانس یک‌طرفه و



شکل ۱- نقشه منطقه مورد بررسی (منطقه زرین‌آباد)

Figure 1. Study area map (Zarin Abad area)

تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۳). در این ارتباط در اثر حاشیه‌ای جاده روستایی و جاده جنگلی درجه تشابه گونه‌ای از فاصله صفر به سمت فاصله ۱۵۰ متر به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد ولی در منطقه تفرجی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. در صورتی که در اثر حاشیه‌ای جاده روستایی، جاده جنگلی و منطقه تفرجی کاهش معنی‌داری در درجه تشابه فاصله ۵۰ و ۱۰۰ متر با فواصل بعدی خود مشاهده نشد. همچنین درجه تشابه بین قطعات نمونه حاشیه روستا در فواصل مختلف از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳).

نتایج

خصوصیات پوشش گیاهی در فاصله‌های مختلف از عوامل حاشیه‌ای

فهرست فلورستیک و میانگین درصد تاج‌پوشش آن‌ها در فواصل مختلف و در اثرهای حاشیه‌ای مورد بررسی در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه ضرایب تشابه جاکارد برای اثر حاشیه‌ای جاده روستایی، جاده جنگلی و منطقه تفرجی نشان داد که ترکیب پوشش گیاهی قطعات نمونه این مناطق در فواصل مختلف از نظر ضریب تشابه جاکارد با یکدیگر

جدول ۱- شاخص‌های غنا و یکنواختی و تنوع گونه‌ای

رابطه	منبع	شاخص‌ها
Equation	Reference	Indices
R=S	Maguran, 1988	غناي گونه‌اي Species richness
$p_i = \frac{n_i}{N}$ $J' = [-\sum p_i \ln(p_i)] / \ln S$	Peet, 1974	یکنواختی پیلو Pilu evenness
$H' = -\sum p_i \ln(p_i)$	Peet, 1974	تنوع شانون-وینر Shannon-wiener diversity
$\lambda = 1 - \sum p_i^2$	Hill, 1973	تنوع سیمپسون Simpson diversity

S=تعداد گونه‌ها، P_i =نسبت درصد تاج پوشش گونه i ام (n_i) به مجموع درصد تاج پوشش گونه‌ها (N)
S: Number of species, P_i : The ratio of cover of species i^{th} (n_i) to total cover of all species (N)

مقایسه با قطعات نمونه دیگر فواصل بودند (جدول ۴).

قطعات نمونه حاشیه روستا در فواصل مختلف از نظر شاخص غنای گونه‌ای ($F=7.16$) دارای تفاوت معنی‌دار بوده ($P<0.05$) و از نظر تنوع گونه‌ای شانون-وینر و سیمپسون و شاخص یکنواختی پیلو با یکدیگر تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند ($P>0.05$). در این ارتباط قطعات نمونه فاصله صفر از نظر شاخص‌های غنای گونه‌ای دارای بیشترین و قطعات نمونه دیگر فواصل دارای کمترین مقدار بودند (جدول ۴). قطعات نمونه حاشیه تفرجگاه در فواصل مختلف از نظر همه شاخص‌های تنوع زیستی به جز شاخص یکنواختی پیلو با یکدیگر تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. به طوری که قطعات نمونه فاصله صفر از نظر شاخص‌های غنای گونه‌ای و تنوع گونه‌ای سیمپسون و شانون-وینر دارای بیشترین و قطعات نمونه دیگر فواصل دارای کمترین مقدار بودند.

نتایج تحلیل واریانس شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی نشان داد که قطعات نمونه حاشیه جاده روستایی در فواصل مختلف از نظر شاخص یکنواختی پیلو، تنوع گونه‌ای شانون-وینر و سیمپسون با یکدیگر تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند ($P>0.05$) و فقط از نظر شاخص غنای گونه‌ای دارای تفاوت معنی‌دار هستند ($F=13.60$, $P<0.05$). به طوری که قطعات نمونه فاصله صفر از نظر این شاخص دارای بیشترین مقدار و قطعات نمونه فاصله ۱۵۰ دارای کمترین مقدار هستند (جدول ۴). قطعات نمونه حاشیه جاده جنگلی در فواصل مختلف از نظر شاخص یکنواختی پیلو ($F=4.40$) دارای تفاوت معنی‌دار بوده ($P<0.05$) و از نظر تنوع گونه‌ای شانون-وینر و سیمپسون و همچنین شاخص غنای گونه‌ای با یکدیگر تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند ($P>0.05$). همچنین قطعات نمونه فاصله ۱۵۰ متر از حاشیه جاده جنگلی دارای بیشترین مقدار شاخص یکنواختی پیلو در

جدول ۲- لیست فلوریستیک و میانگین درصد تاج پوشش آن‌ها در فواصل مختلف هر یک از اثرهای حاشیه‌ای

Table 2. Floristic list and vegetation cover at different intervals of each edge effects

	جاده روستایی				جاده جنگلی				حاشیه روستا			منطقه تفرجگاهی				
	Rural road				Forest road				Village			Recreational zone				
	0	50	100	150	0	50	100	150	0	50	100	150	0	50	100	150
<i>Tamus communis</i> L.	0.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diospyros lotus</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	3.33	0.67	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	-	-	-	-	-	1.67	1.67	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus castaneifolia</i> C.A.Mey.	30	30	43.33	50	20	30	14	23.33	8.33	10	15	20	26.67	46.67	48.33	38.33
<i>Parrotia persica</i> (DC.) C.A.Mey.	20	16.67	21.67	21.67	15	20	18.33	10	23.33	45	53.33	40	15	16.67	18.33	33.33
<i>Mentha Pulegium</i> L.	1.67	-	-	-	2.33	1.67	-	-	-	-	-	-	0.67	-	-	-
<i>Punica granatum</i> L.	3.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oxalis acetosella</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	1.67	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P.Beauv.	11.67	12.67	2.67	-	8.33	0.67	6.67	1.67	20	4.33	6.67	-	46.67	13.33	5	8.33
<i>Avena sativa</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	8	-	-	-
<i>Rumex acetosella</i> L.	1	-	-	-	1.67	1.67	1.67	-	3.33	0.67	-	-	1	1	2	3.33
<i>Polygonum hyrcanicum</i> Rech.fil.	-	-	-	-	3.33	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paliurus spina-christi</i> Mill.	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rubus hyrcanus</i> Juz.	10.67	-	-	-	8.33	3	3.33	-	10	23.33	10	-	3.33	-	-	-
<i>Crataegus microphylla</i> C.Koch	11.67	8	2	-	11.67	15	9	-	4	5	-	-	6.67	-	-	-
<i>Acer velutinum</i> Boiss.	-	-	-	-	1.67	-	25	15	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zelkova carpinifolia</i> (Pall.) C.Koch	6.67	5	10	5	2	16.67	2.33	13.33	5	-	-	-	6.67	-	3	-
<i>Urtica dioica</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-
<i>Viola alba</i> Besser	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.33	-	-	-

جدول ۳- مقایسه مقادیر ضریب تشابه جاکارد بین فواصل مختلف برای اثرهای حاشیه‌ای مورد بررسی

Table 3. Comparison of Jaccard similarity index between different distances for the studied edge effects

Sig.	F	فاصله Distance						اثر حاشیه‌ای Edge effect
		100-150	50-150	50-100	0-150	0-100	0-50	
0.008**	5.13	0.58±0.05 a	0.36±0.03 bc	0.6±0.09 a	0.25±0.04 c	0.37±0.08 bc	0.48±0.03 ab	جاده روستایی Rural road
0.003**	7.12	0.37±0.07 cd	0.30±0.06 d	0.53±0.05 bc	0.36±0.04 cd	0.62±0.10 ab	0.77±0.08 a	جاده جنگلی Forest road
0.115ns	2.26	0.56±0.10 a	0.45±0.15 a	0.53±0.10 a	0.13±0.03 a	0.30±0.10 a	0.45±0.14 a	روستایی Village
0.001	9.51	0.80±0.11 a	0.91±0.09 a	0.73±0.17 a	0.31±0.02 b	0.30±0.02 b	0.27±0.04 b	منطقه تفریحی Recreational Zone

جدول ۴- مقایسه مقادیر (مقادیر میانگین ± اشتباه معیار) شاخص‌های تنوع زیستی قطعات نمونه در فواصل مختلف از اثرهای حاشیه‌ای مورد بررسی بر اساس تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون مقایسه میانگین دانکن

Table 4. Comparison of biodiversity indices (mean values ± standard error) of sample plots at different distances from the studied edge effects based on one-way analysis of variance and Duncan test

مقدار آماره F F value	فاصله Distance				شاخص‌ها Indices	اثر حاشیه‌ای Edge effect
	150	100	50	Zero		
0.28 ^{ns}	0.56±0.11	0.62±0.01	0.72±0.06	0.56±0.25	تنوع سیمپسون Simpson diversity	جاده روستایی Rural road
0.48 ^{ns}	0.96±0.24	1.17±0.09	1.47±0.14	1.32±0.56	تنوع شانون-وینر Shannon-wiener diversity	
1.82 ^{ns}	0.91±0.03	0.73±0.09	0.78±0.06	0.54±0.19	یکنواختی پیلو Pilu evenness	
13.60**	3.00±0.57 c	4.66±0.88 bc	5.66±0.33 b	8.66±0.66 a	غنای گونه‌ای Richnes	
0.40 ^{ns}	0.76±0.02	0.76±0.05	0.79±0.04	0.81±0.04	تنوع سیمپسون Simpson diversity	جاده جنگلی Forest road
0.93 ^{ns}	1.57±0.06	1.69±0.2	1.84±0.14	1.9±0.19	تنوع شانون-وینر Shannon-wiener diversity	
4.40*	0.85±0.01 a	0.73±0.01 b	0.71±0.02 b	0.74±0.05 b	یکنواختی پیلو Pilu evenness	
2.55 ^{ns}	5.66±0.66 a	7.66±0.66 a	9.00±0.66 a	9.33±0.66 a	غنای گونه‌ای Richnes	

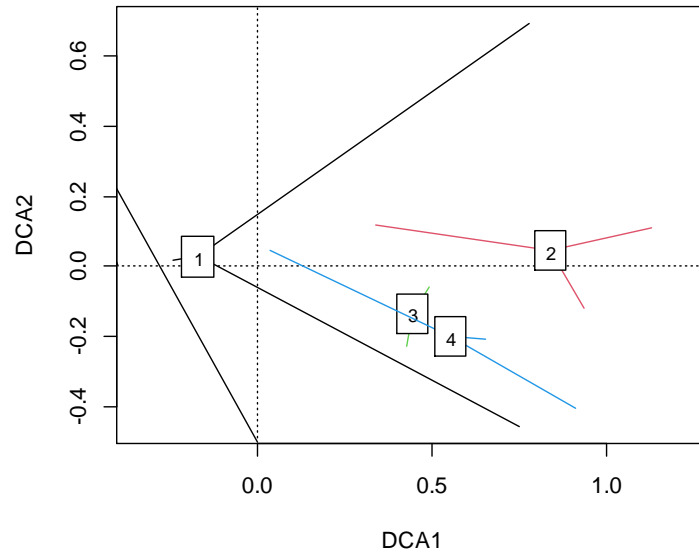
ادامهٔ جدول ۴.

Continued table 4.

مقدار آماره F F value	فاصله Distance				شاخص‌ها Indices	اثر حاشیه‌ای Edge effect
	150	100	50	Zero		
1.10 ^{ns}	0.6±0.03	0.51±0.2	0.66±0.1	0.8±0.03	تنوع سیمپسون Simpson diversity	روستا Village
2.69 ^{ns}	1.03±0.06	1±0.37	1.34±0.26	1.84±0.13	تنوع شانون-وینر Shannon-wiener diversity	
0.73 ^{ns}	0.85±0.03	0.68±0.14	0.67±0.1	0.77±0.07	یکنواختی پیلو Pilou evenness	
7.16*	3.33±0.33 b	4.33±0.88 b	6.00±1.15 ab	8.33±0.66 a	غنای گونه‌ای Richnes	
6.93**	0.58±0.02 b	0.53±0.05 b	0.51±0.08 b	0.78±0.01 a	تنوع سیمپسون Simpson diversity	منطقه تفرجی Recreational zone
21.26**	1.05±0.04 b	0.98±0.09 b	0.9±0.12 b	1.74±0.06 a	تنوع شانون-وینر Shannon-wiener diversity	
0.89 ^{ns}	0.71±0.03	0.62±0.06	0.68±0.03	0.66±0.02	یکنواختی پیلو Pilou evenness	
33.11**	4.00±0.01 b	4.33±0.33 b	3.66±0.33 b	8.66±0.66 a	غنای گونه‌ای Richnes	

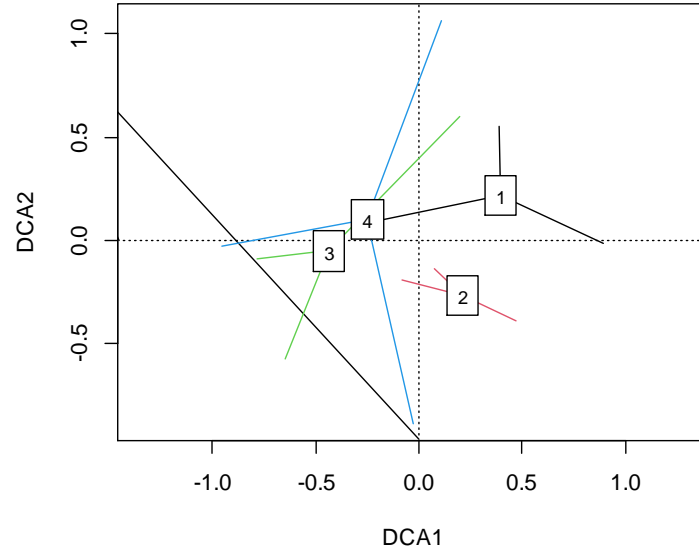
یکدیگر تفاوت واضحی ندارند (شکل ۲). این در حالی است که قطعات نمونه فواصل ۱۰۰ و ۱۵۰ متری در حاشیه جاده جنگلی ترکیب پوشش گیاهی متمایزی را با قطعات نمونه فواصل صفر و ۵۰ متری نشان دادند (شکل ۳). همچنین نتایج رج‌بندی DCA قطعات نمونه حاشیه روستا و حاشیه منطقه تفرجی نشان داد که ترکیب پوشش گیاهی فاصله صفر (چسبیده به اثر حاشیه‌ای) با دیگر فواصل (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ متر) دارای اختلاف هستند (شکل ۴ و ۵). در این ارتباط ترکیب پوشش گیاهی فاصله صفر با دیگر فواصل در منطقه تفرجی تمایز بیشتری را نشان دادند.

تحلیل‌های رج‌بندی DCA برای عوامل حاشیه مورد بررسی نمایش قطعات نمونه فواصل مختلف برای حاشیه جاده روستایی (شکل ۲)، حاشیه جاده جنگلی (شکل ۳)، حاشیه روستا (شکل ۴) و حاشیه منطقه تفرجی (شکل ۵) ابر نقاط به نسبت متمایزی را نشان می‌دهد. درصد تبیین واریانس توسط محورهای تحلیل DCA برای حاشیه جاده روستایی، حاشیه جاده جنگلی، حاشیه روستا و منطقه تفرجی به ترتیب ۱/۳۹۷، ۱/۵۵۱، ۲/۲۳۹ و ۱/۴۱۸ بود. رج‌بندی DCA قطعات نمونه حاشیه جاده روستایی نشان داد که ترکیب پوشش گیاهی فواصل مختلف از حاشیه روستا با



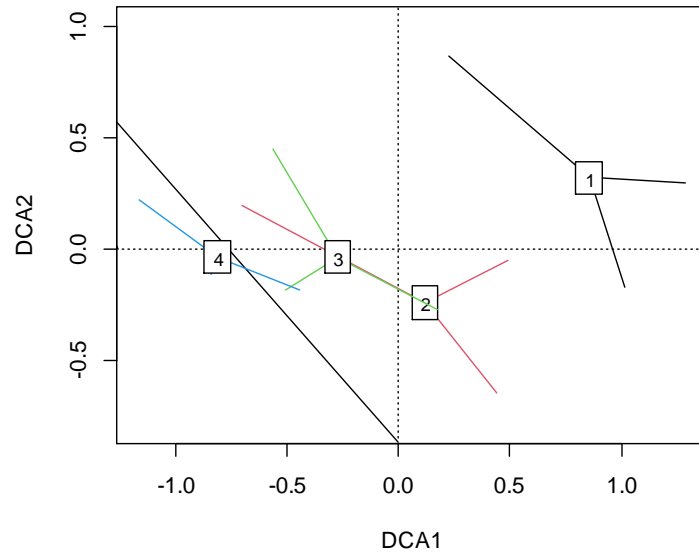
شکل ۲- رسته‌بندی DCA قطعات نمونه حاشیه جاده روستایی (کد ۱: فاصله صفر- کد ۲: فاصله ۵۰ متر- کد ۳: فاصله ۱۰۰ متر- کد ۴: فاصله ۱۵۰ متر). مقادیر ویژه دو محور اول به ترتیب ۰/۴۵۹ و ۰/۲۲۲ و به‌طور کلی ۴۹ درصد (به‌ترتیب ۳۳ و ۱۶ درصد) واریانس تغییرات ترکیب پوشش گیاهی قطعات نمونه را توجیه می‌کنند.

Figure 2. DCA Classification of rural road sample plots (Code 1: Zero - Code 2: 50 meters - Code 3: 100 meters - Code 4: 150 meters). The eigenvalues of the first two axes explain 0.459 and 0.222, respectively, and generally describes 49% (33% and 16%, respectively) of the variance of the vegetation composition changes of the sample plots.



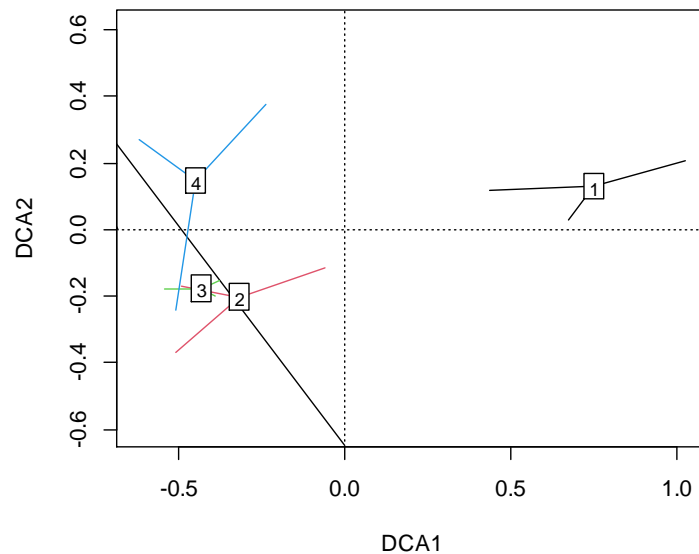
شکل ۳- رسته‌بندی DCA قطعات نمونه حاشیه جاده جنگلی (کد ۱: فاصله صفر- کد ۲: فاصله ۵۰ متر- کد ۳: فاصله ۱۰۰ متر- کد ۴: فاصله ۱۵۰ متر). مقادیر ویژه دو محور اول به ترتیب ۰/۳۷۴ و ۰/۲۴۲ و به‌طور کلی ۴۰ درصد (به‌ترتیب ۲۴ و ۱۶ درصد) واریانس تغییرات ترکیب پوشش گیاهی قطعات نمونه را توجیه می‌کنند.

Figure 3. DCA Classification of forest road sample plots (Code 1: Zero - Code 2: 50 meters - Code 3: 100 meters - Code 4: 150 meters). The eigenvalues of the first two axes explain 0.374 and 0.242, respectively, and generally describes 40% (24% and 16%, respectively) of the variance of the vegetation composition changes of the sample plots.



شکل ۴- رسته‌بندی DCA قطعات نمونه حاشیه روستا (کد ۱: فاصله صفر. کد ۲: فاصله ۵۰ متر- کد ۳: فاصله ۱۰۰ متر- کد ۴: فاصله ۱۵۰ متر). مقادیر ویژه دو محور اول به ترتیب ۰/۶۲۸ و ۰/۳۴۲ به‌طور کلی ۴۳ درصد (به ترتیب ۲۸ و ۱۵ درصد) واریانس تغییرات ترکیب پوشش گیاهی قطعات نمونه را توجیه می‌کنند.

Figure 4. DCA Classification of forest village sample plots (Code 1: Zero - Code 2: 50 meters - Code 3: 100 meters - Code 4: 150 meters). The eigenvalues of the first two axes explain 0.628 and 0.342, respectively, and generally describes 43% (28% and 15%, respectively) of the variance of the vegetation composition changes of the sample plots.



شکل ۵- رسته‌بندی DCA قطعات نمونه حاشیه منطقه تفرجی (کد ۱: فاصله صفر. کد ۲: فاصله ۵۰ متر- کد ۳: فاصله ۱۰۰ متر- کد ۴: فاصله ۱۵۰ متر). مقادیر ویژه دو محور اول به ترتیب ۰/۵۷۰ و ۰/۲۷۳ به‌طور کلی ۵۹ درصد (به ترتیب ۴۰ و ۱۹ درصد) واریانس تغییرات ترکیب پوشش گیاهی قطعات نمونه را توجیه می‌کنند.

Figure 5. DCA Classification of recreation area sample plots (Code 1: Zero - Code 2: 50 meters - Code 3: 100 meters - Code 4: 150 meters). The eigenvalues of the first two axes explain 0.570 and 0.273, respectively, and generally describes 59% (40% and 19%, respectively) of the variance of the vegetation composition changes of the sample plots.

بحث

با توجه به اهمیت زیاد جنگل‌های شمال کشور، شناخت کافی از تأثیرات بوم‌شناختی عوامل تخریب می‌تواند زمینه‌ساز کنترل اختلالات بوم‌شناختی از آن‌ها باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که در همه اثرهای حاشیه‌ای به‌جز منطقه تفرجی با فاصله‌گرفتن از نقطه صفر، شاخص تشابه گونه‌ای جاکارد کاهش می‌یابد. مرور منابع نشان می‌دهد که ایجاد اثر حاشیه‌ای سبب کاهش تاج پوشش، افزایش نور و افزایش دما، کاهش رطوبت خاک و کاهش زی‌توده روی زمینی در منطقه شده (Bae and Ryu, 2021) و در نتیجه افزایش نور، غنای پوشش گیاهی با توجه به استقرار گونه‌های مراحل اولیه توالی افزایش می‌یابد (Bhuiyan et al., 2021). همچنین پژوهش‌ها نشان داد که در قسمت حاشیه‌ای جنگل به دلیل ایجاد اختلاف در مقدار آب رسیده به کف جنگل و شدت باد، مقدار ته‌نشست مواد حاوی نیتروژن افزایش می‌یابد و بنابراین می‌تواند سبب افزایش غنای گونه‌ای شود. همچنین در مناطق حاشیه روستا و جاده‌های روستایی، تأثیر انسان و عبور وسایل نقلیه سبب ایجاد فشار به این مناطق و حذف گونه‌های حساس و استقرار گونه‌های مهاجم نیز می‌شود که مقدار حضور این گونه‌ها با افزایش مقدار تردد، افزایش می‌یابد (Ruwanza, 2019). حضور گونه‌های مراحل توالی و مهاجم در مناطق مجاور اثر حاشیه‌ای منجر به تغییر ترکیب پوشش گیاهی و در نهایت کاهش تشابه گونه‌ای با مناطق کمتر دست‌خورده و دست‌نخورده می‌شود. بیشتر بودن مقدار غنای گونه‌ای در منطقه حاشیه‌ای در پژوهش‌های گذشته نیز گزارش شده است (Erdős et al., 2017).

بیشترین (کمترین اثر منفی) و کمترین (بیشترین اثر منفی) کاهش تشابه مربوط به اثرهای حاشیه‌ای به- ترتیب مربوط به جاده جنگلی منطقه تفرجگاهی بود و

سپس جاده دسترسی روستایی و منطقه روستایی در حد وسط این دو مقدار قرار دارند. در جاده جنگلی با توجه عرض کم دالان قطع درخت ایجاد شده، قطع دوره‌ای بهره‌برداری چوب و در نتیجه کاهش تردد و همچنین حفاظت منظم و وجود حصارکشی اثر اختلال به عمق جنگل منتقل نشده (Meeussen et al., 2021) و در نتیجه جنگل شکل طبیعی خود را همچنان حفظ کرده و ترکیب متعادلی از پوشش گیاهی مختلف در این منطقه حضور داشت. برعکس در منطقه تفرجی ضمن کاهش شدید درصد تاج پوشش و افزایش نور در عرصه، به دلیل استفاده نادرست از ظرفیت و توان عرصه و افزایش کوبیدگی خاک سبب مشاهده آثار اختلال در عمق‌های ۱۵۰ متر هم شد و در نتیجه تشابه گونه‌ای افزایش نیز پیدا کرد (Salesa and Cerdà, 2020). به‌طور کلی اثر بوم‌شناختی مربوط به اثرهای حاشیه‌ای به سه نوع تقسیم شده است (Andriatsitohaina et al., 2020). اولین مورد مربوط به اثر مستقیم عوامل غیرزیستی است؛ به‌عنوان مثال تغییر در شرایط ریزاقليمی مانند مقدار نور وارد شده، دما، رطوبت و سرعت باد. عامل بعدی مربوط به اثر غیر مستقیم عوامل زیستی است که در نتیجه تغییر در شرایط غیر زیستی اتفاق می‌افتد، مانند تغییر در ترکیب پوشش گیاهی به واسطه تغییر مقدار نور. عامل بعدی مربوط به اثر غیرمستقیم عوامل زیستی به واسطه تغییر در ترکیب پوشش گیاهی است، به‌عنوان مثال تغییر در رقابت بین گونه‌ای (Andriatsitohaina et al., 2020). نتایج شاخص‌های تنوع زیستی نشان داد که با افزایش فاصله از اثرهای حاشیه‌ای مورد بررسی در این پژوهش غنای گونه‌ای نیز کاهش می‌یابد. همانند روند شاخص تشابه جاکارد، دلیل کاهش معنی‌دار مقادیر شاخص‌های غنای گونه‌ای با افزایش فاصله از اثر حاشیه‌ای، در واقع همان حضور متراکم درختان

قرار گرفته‌اند که بیانگر تفاوت در ترکیب فلورستیک آن‌ها می‌باشد. دارای حاشیه مخصوص به‌خود بوده و با دارای تمایز است. این تفاوت فلورستیک در منطقه تفرجی کاملاً متمایز است. در حاشیه جاده جنگلی اختلافی بین قطعات نمونه در فواصل مختلف مشاهده نشد. این بدان معناست که این نوع اثر حاشیه‌ای (جاده جنگلی) آثار مخرب زیادی نداشته و تأثیری بر ترکیب پوشش گیاهی وارد نمی‌کند که دلیل عمده آن مدیریت بهینه و عدم بهره‌وری متمرکز و همچنین رعایت اصل حفاظت از جنگل و جلوگیری از ورود بی‌رویه انسان به داخل عرصه است.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که همه اثرهای حاشیه‌ای مورد بررسی بر غنا، تنوع و ترکیب پوشش گیاهی مناطق مجاور خود اثر گذار بودند که این اثر با افزایش فاصله از اثر حاشیه‌ای کاهش پیدا کرد. از بین عوامل حاشیه مورد بررسی کمترین اثر را جاده جنگلی و بیشترین تأثیر را منطقه تفرجی داشت. به‌طوریکه در منطقه تفرجی اثر شدیدی حتی در فواصل ۱۵۰ متر از آن مشاهده شد. بنابراین برای کاهش اثرهای زیان‌بار حاشیه‌ای بر ترکیب و تنوع پوشش گیاهی زیرآشوب جنگل بایستی نکات فنی در هنگام ساخت جاده و مسائل مدیریتی و مراقبتی و حفاظتی و نگهداری و نهایتاً توجه به پتانسیل و توانایی و آستانه تحمل یک عرصه را مدنظر قرار داد تا محیط جنگل با مشکلات و مسائل بهم‌خوردگی خاک و آماده‌سازی بستر استقرار گونه‌های مهاجم مواجه نشود.

References

Andriatsitohaina, B.; Romero-Mujalli, D.; Ramsay, M. S.; Kiene, F.; Rasoloharijaona, S.; Rakotondravony, R.; Lehman, S. M.; Radespiel, U., Effects of habitat edges on vegetation structure and the vulnerable

جنگلی با تاج‌پوشش انبوه در اشکوب درختی جنگل است که با ایجاد محدودیت فضا، زمینه حضور متنوع گونه‌های زیراشکوب جنگل را سخت می‌کند. در منطقه تفرجی علاوه بر کاهش غنای گونه با افزایش فاصله از اثر حاشیه‌ای، مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون و شانون وینر نیز کاهش می‌یابد. این مسئله بیانگر این نکته است که حضور گونه‌ای نورپسند و مهاجم با وفور (درصد تاج‌پوشش) بالایی وقوع یافته است و در نتیجه شدت اثر منفی حاشیه‌ای منطقه تفرجی بیشتر است. همچنین کاهش مقادیر شاخص‌های اثر حاشیه‌ای جاده جنگلی نسبت به دیگر اثرهای حاشیه‌ای کمتر بود و در نتیجه می‌توان بیان کرد که از نظر شاخص‌های تنوع زیستی گونه‌های زیرآشکوب نیز، جاده‌ای جنگلی اختلال کمتری را در عرصه جنگلی ایجاد می‌کند. مرور منابع نیز نشان می‌دهد که دلیل اصلی تغییر در مقادیر شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌های زیرآشکوب از اثر حاشیه‌ای به سمت عمق جنگل، کاهش مقدار نور، کاهش به‌هم‌خوردگی و آسفتگی و کاهش تخریب فیزیکی خاک می‌باشد (Meza-Elizalde et al., 2021; Bhuiyan et al., 2021). همچنین پژوهش‌های متعددی در مناطق مختلف نشان داده است که اثرهای حاشیه‌ای مختلف می‌توانند عمق اثرگذاری متفاوتی داشته باشند (Andriatsitohaina et al., 2020).

تحلیل رسته بندی DCA اثرهای حاشیه‌ای روستا، جاده روستایی و منطقه تفرجی نشان داد که قطعات نمونه فاصله صفر (چسبیده به اثر حاشیه‌ای) کاملاً متمایز از قطعات نمونه فواصل ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ متر

golden-brown mouse lemur (*Microcebus ravelobensis*) in northwestern Madagascar. *BMC ecology* 2020, 20 (1), 1-13.

Bae, J.; Ryu, Y., The magnitude and causes of edge effects on soil organic carbon stocks within and across urban to rural forest

- patches. *Landscape and Urban Planning* **2021**, 215, 104223.
- Bhuiyan, A. R.; Mia, A.; Sarker, A.; Khan, A., Effect of transportation infrastructure on forest plant diversity and soil properties in Lawachara National Park, Bangladesh. *Acta Oecologica Sinica* **2022**, 42 (1), 110-120.
- da Silva, C. F.; de Souza, R. C.; Pereira, M. G.; Pinto, L. A. d. S. R.; Ferreira, R.; Correia, M. E. F.; Menezes, C. E. G.; Fontes, M. A.; da Silva, T. P., Edaphic attributes indicative of edge effect in Semideciduous tropical forest. *Acta Oecologica* **2021**, 113, 103776.
- Dengler, J., Chytrý, M., Ewald, J., *Phytosociology. In: Jørgensen SE, Fath BD (eds) Encyclopedia of ecology*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands 2008, 2767–2779
- Erdős, L.; Krstonošić, D.; Kiss, P. J.; Bátori, Z.; Tölgyesi, C.; Škvorec, Ž., Plant composition and diversity at edges in a semi-natural forest–grassland mosaic. *Plant Ecology* **2019**, 220 (3), 279-292.
- Eshaghi-Rad, J.E.; Heidari, M.; Mahdavi, A.; Zeinivandzadeh, M., Impact of recreational activities on vegetation and soil in forest park (case study: Choghasabz Forest Park-Illam). *Iranian journal of forest* **2011** 3 (1), 71-80. (In persian)
- Forman, R. T.; Sperling, D.; Bissonette, J. A.; Clevenger, A. P.; Cutshall, C. D.; Dale, V. H.; Fahrig, L.; France, R. L.; Goldman, C. R.; Heanue, K., *Road ecology: science and solutions*. Island press: 2003.
- Hill, M. O., Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* **1973**, 54 (2), 427-432.
- Hofmeister, J.; Hošek, J.; Brabec, M.; Stráalková, R.; Mýlová, P.; Bouda, M.; Pettit, J. L.; Rydval, M.; Svoboda, M., Microclimate edge effect in small fragments of temperate forests in the context of climate change. *Forest Ecology and Management* **2019**, 448, 48-56.
- Meeussen, C.; Govaert, S.; Vanneste, T.; Bollmann, K.; Brunet, J.; Calders, K.; Cousins, S. A.; De Pauw, K.; Diekmann, M.; Gasperini, C., Microclimatic edge-to-interior gradients of European deciduous forests. *Agricultural and Forest Meteorology* **2021**, 311, 108699.
- Meza-Elizalde, M. C.; Armenteras-Pascual, D., Edge influence on the microclimate and vegetation of fragments of a north Amazonian Forest. *Forest Ecology and Management* **2021**, 498, 119546.
- Peet, R. K., The measurement of species diversity. *Annual review of ecology and systematics* **1974**, 285-307.
- Pfeifer, M.; Lefebvre, V.; Peres, C.; Banks-Leite, C.; Wearn, O.; Marsh, C.; Butchart, S.; Arroyo-Rodríguez, V.; Barlow, J.; Cerezo, A., Creation of forest edges has a global impact on forest vertebrates. *Nature* **2017**, 551 (7679), 187-191.
- Ruwanza, S., The edge effect on plant diversity and soil properties in abandoned fields targeted for ecological restoration. *Sustainability* **2018**, 11 (1), 140.
- Salesa, D.; Cerdà, A., Soil erosion on mountain trails as a consequence of recreational activities. A comprehensive review of the scientific literature. *Journal of Environmental Management* **2020**, 271, 110990.
- Soleimani, F.; Eshaghi-Rad, J.; Khodakarami, Y., Influence of forest fragmentation on plant species composition and distribution in Northern slopes of Kermanshah forests. *Journal of Forest Research and Development* **2015**, 1(2), 123-134. (In persian)
- Tuff, K.; Tuff, T.; Davies, K., A framework for integrating thermal biology into fragmentation research. *Ecology letters* **2016**, 19 (4), 361-374.
- Valadi, G.; Eshaghi-Rad, J.; Zargarani, M.R., Evaluation of disturbance impact on species diversity of oak forest using parametric method. *Journal of Forest Research and Development* **2017**, 2(4), 315-324. (In persian)
- Zeng, S.-L.; Zhang, T.-T.; Gao, Y.; Li, B.; Fang, C.-M.; Flory, S. L.; Zhao, B., Road effects on vegetation composition in a saline environment. *Journal of Plant Ecology* **2012**, 5 (2), 206-218.

The effect of recreation, rural population and forest roads on the diversity of forest understory species (case study: Zarin Abad Forests of Sari)

K. Rouhani¹, S. M. Hosseini Nasr^{*2}, H. Asadi³ and M. Tafazoli⁴

1- MSc. in Forestry, Department of Forest science and engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. (koroshrohani@gmail.com)

2- Associate Professor, Department of Forest science and engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. (mhn1946@gmail.com)

3- Assistant Professor, Department of Forest science and engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. (h.asadi@sanru.ac.ir)

4- PhD in Forest Soil Science, Department of Forest science and engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. (mahya_tafazoli@yahoo.com)

Received: 21.11.2021 Accepted: 20.01.2022

Abstract

One of the consequences of destruction and fragmentation of forest ecosystems in the north of Iran is the creation of an edge effects and changes in the composition and biodiversity of the understory cover. Therefore, the purpose of this study was to investigate the edge effects due to rural roads, forest roads, rural development and recreational areas on the composition and biodiversity of understory cover in the Zarin Abad forests of Sari City. In order to conduct this research, in each of the four mentioned areas, three transects were considered in parallel with a distance of 100 meters. On each transect at intervals of zero, 50, 100 and 150 meters, sample-plots of 400 square meters were landed and in each sample plot, a list of all plant species and their abundance (percentage of canopy cover) were recorded. The results showed that the sample plots in the distances of 50,100 and 150,100 had higher Jaccard index and the 0,150 sample plots had lower Jaccard index. DCA analysis indicates that the sample plots at zero and 150 m distance from the road were different from other distances. The results of the present study showed that all the studied edge effects had significant effect on the richness, diversity and composition of vegetation, which these effects increased with the distance from the edges. Among the studied edge effects, the forest road had the least effect and the recreation area had the most effect.

Keywords: Edge effect, Recreational area, Vegetation similarity, Forest road.

* Corresponding author

Tel: +981133845411