فصلنامهٔ علمی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۵، شماره ۳، صفحه ۵۱۱-۴۹۷، (۱۳۹۸)

تأثیر سن جاده بر تغییرات تنوع و اهمیت نسبی پوشش گیاهی در فواصل مختلف از حاشیه جاده جنگلی (بررسی موردی: جنگل‌های غرب گیلان)

مرضیه زمانی[۱]، مهرداد نیکوی*[۲]، حسن پوربابائی[۳] و رامین نقدی[٤]

۱- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (zamanym274@gmail.com)
۲- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (nikooy@guilan.ac.ir)
۳- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (h_pourbabaei@guilan.ac.ir)
٤- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (naghdir@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۰۱

چکیده

هدف از این پژوهش، ارزیابی تأثیر فاصله از جاده و سن آن بر پوشش گیاهی در جاده‌های جنگلی ناو اسالم در غرب استان گیلان بود. بدین منظور ۲٤۰ قطعه‌نمونه به‌صورت منظم-تصادفی با روش ترانسکت خطی در دو طبقه سنی جاده (کمتر از ۱۰ سال و ۱۰ تا ۲۰ سال ساخت) برداشت شد. درصد پوشش‌های گیاهی با استفاده از مقیاس‌های ترکیبی براون بلانکه ثبت شد. سپس مقادیر شاخص‌های غنا، یکنواختی، تنوع شانون-وینر و سیمپسون برای هر طبقهٔ سنی جاده محاسبه شد. به‌منظور تعیین نحوه توزیع فراوانی‌ها از نمایه اهمیت نسبی استفاده شد. نتایج نشان داد مقدار اهمیت نسبی و حضور گونه‌های درختی غالب منطقه در جاده‌های تازه‌ساخت بیشتر از جاده‌های قدیمی بود. همچنین مقدار اهمیت نسبی برای نهال‌های راش، ممرز و توسکای ییلاقی نسبت به دیگر گونه‌ها در هر دو طبقه سنی جاده، بیشتر بود. نتایج نشان داد با افزایش فاصله از جاده جنگلی مقدار اهمیت نسبی گونه‌های درختی کاهش می یابد، همچنین زادآوری راش و افرا پلت بیشترین مقدار را در فواصل مختلف از جاده نشان داد. نتایج تنوع و غنا در فواصل مختلف از جاده برای گونه‌های درختی و زادآوری بیشترین مقدار این شاخص را در فاصله نزدیک به جاده (۰ تا ۳۰ متر) نشان داد.

واژه‌های کلیدی: اهمیت نسبی، تنوع گونه‌ای، سن جاده، فاصله از جاده.

---

* نویسنده مسئول شمارهٔ تماس: ۰۹۱۱۳۳۸۸۳۰۵

مقدمه

به‌طورکلی حاشیه جاده‌های جنگلی دارای درجه حرارت، نور و رطوبت بیشتری است (Forman and Deblinger, 2000). از این‌رو رستنی‌های پیرامون این مسیرها با استقرار گونه‌های تندرشد و نورپسند مانند توسکا، تمشک و غیره همراه است (Karim and Mallik, 2008). قطع درختان در هنگام ساخت این مسیرها سبب افزایش نور و فعالیت فتوسنتزی بیشتر اشکوب زیرین می‌شود و عرصه‌هایی با تاج‌پوشش باز ایجاد می کند که مورد هجوم گونه‌های غیربومی و نورپسند قرار می‌گیرند (Arteaga *et al*., 2008). تخمین مقدار اثرات جاده جنگلی بر اکوسیستم‌های کناری، در مدیریت اکوسیستم‌های جنگلی ضروری است (Delgado *et al*., 2007). مقدار فضایی که جاده‌ها در جوامع گیاهی در جنگل تحت تأثیر قرار می‌دهند همچنان نامشخص است (Avon *et al*., 2010). از این‌رو، برآورد تأثیر جاده بر متغیرهای زنده و غیرزنده توده‌ی مجاور، ابزار مفیدی برای ارزیابی مقدار قلمرو تحت تأثیر جاده است (Forman and Deblinger, 2000). نکته بارز این است که جاده‌ها به‌عنوان تهدیدی برای تنوع زیستی منطقه‌ای محسوب می‌شوند، زیرا آن‌ها شرایط را برای هجوم گونه‌های غیربومی مهیا می‌کنند و تهدیدی برای حیات گونه‌های بومی می‌شوند (Forman and Alexander, 1998). یکی دیگر از عامل‌های مؤثر بر پراکنش گونه‌های غیربومی سن جاده است (Hodkinson and Thompson, 1997). به‌مرور زمان با افزایش سن جاده‌های جنگلی بسیاری از عوامل در درختان و درختچه‌های اطراف جاده، مانند درصد تاج‌پوشش، قطر تنه و مقدار زادآوری تغییر می‌کند، همچنین ورود برخی از گونه‌هایی که در گذشته در منطقه وجود نداشته‌اند با زادآوری و افزایش تعداد این گونه‌ها، تغییر در تنوع گونه‌های درختی و درختچه‌ای مشاهده می‌شود. بنابراین، سن جاده یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ساختار درختان و درختچه‌های کنار جاده است (Spooner and Smallbone, 2009). ازنقطه‌نظر بوم‌شناختی زمان ساخت جاده، برای حفظ‌گونه‌های با ارزش و در حال انقراض بااهمیت است (Deljouei *et al*., 2016b). یک اکوسیستم برای رسیدن به پایداری نیاز به زمان دارد، هرچه زمان بیشتری از احداث جاده گذشته باشد، اکوسیستم پایدارتر می‌شود و در نتیجه اثرات منفی جاده نسبت به سال‌های اولیه احداث آن کمتر می‌شود (Fu *et al*., 2009 ،Akay *et al*., 2008). در مراحل اولیه ساخت جاده‌های جنگلی درصد تاج-پوشش کاهش می‌یابد. در نتیجه، منجر به ایجاد روشنه، به‌هم‌خوردگی خاک، کاهش اندازه و تراکم پوشش جنگل می‌شود. افزایش تنوع زیستی در داخل جنگل به‌دلیل عبور نور از تاج‌پوشش درختان و مستقرشدن گونه‌های نورپسند در داخل جنگل است (Deljoueiet *al*., 2016a). حاشیه‌های جاده را می‌توان به‌عنوان اکوسیستم انتقالی میان جنگل و محیط مناطق باز در نظر گرفت که ایجاد آن می‌تواند پیامدهای ریزاقلیمی تغییریافته جنگل، دیرزیستی بالاتر درختان، تراکم بیشتر درختان، افزایش رویش گیاهان و گونه-های مهاجم را در پی داشته باشد (Mullerova *et al*., 2011). پژوهشگرانی مانند Avon و همکاران (2010) تأثیر جاده‌های اصلی در فاصله کمتر از پنج‌متری بر پوشش توده‌های جنگلی را نشان دادند. برخی دیگر مانند Lotfalian و همکاران (2012) به این نتیجه رسیدند که تنوع گونه‌های گیاهی تا ۲۰ متری داخل جنگل ادامه می یابد. تأثیر جاده‌ها بر پوشش گیاهی تا فواصل بیشتر از ۱۰۰ متر نیز گزارش شده است (Forman and Deblinger, 2000). در برخی پژوهش‌ها نیز تأثیر فاصله از حاشیه جاده بر غنای -

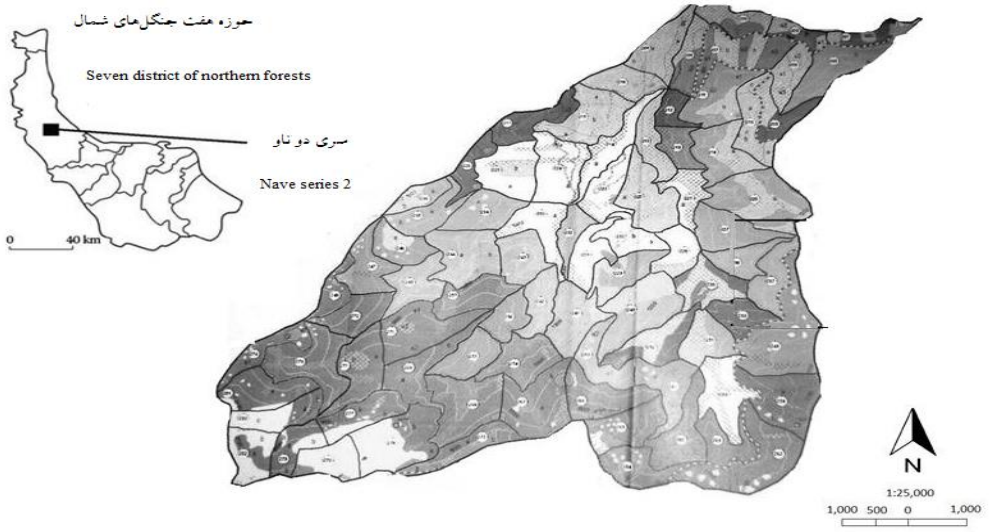
گونه‌ای، تنوع و ترکیب جوامع گیاهی را جدا از سن جاده و برخلاف آن‌ها ندانسته و اثر معنی‌دار فاصله از جاده بر جوامع گیاهی را مشاهده کردند (Zhang *et al.*, 2011). در حاشیه جاده‌های با سن کم (سه‌ساله) مقدار بازشدگی تاج‌پوشش دارای بیشترین مقدار و در جاده‌های ۲۰ ساله دارای کمترین مقدار است که این عامل با افزایش فاصله از جاده کاهش می‌یابد. درصد تاج‌پوشش در حاشیه جاده‌های ۲۰ ساله بیشترین و برای جاده‌های سه‌ساله کمترین مقدار است. درحالی‌که تراکم‌ها در هر سنی از جاده تفاوت معنی‌داری ندارد و با فاصله از جاده در هر سنی تغییر نمی‌کند (Enoki *et al.*, 2014). Nagaike (2003) برای ارزیابی اثرات بلند مدت (سی سال) حاشیه جاده در جنگل‌های سوزنی-برگ در کشور ژاپن، مشخصات ساختار توده را از حاشیه به سمت داخل جنگل تعیین کرده و نشان داد تراکم نهال‌ها و سطح مقطع درختان سرپا در قطعات نمونه نزدیک جاده بیشتر بود. در پژوهشی دیگر همبستگی مثبت بین درصد هالوفیت‌ها و حاشیه جاده در گروه‌های سنی مختلف جاده‌ها در کشور چین مشاهده شد نتایج این مطالعه نشان داد که در فواصل دورتر از جاده درصد هالوفیت‌ها با افزایش سن جاده کاهش می یابد (Zhang *et al.*, 2011).

با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده و با درنظر گرفتن اهمیت جاده در جنگل‌های شمال کشور به‌منظور دست‌یابی به توسعهٔ پایدار و همچنین حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی و تنوع زیستی آن‌ها، لازم است نقش عوامل اکولوژیکی و تأثیر جاده‌ها در تنوع - گونه‌های گیاهی مورد بررسی بیشتری قرار گیرد. از طرفی از اجرای طرح‌های جنگلداری و بهره‌برداری از جنگل‌ها در قالب طرح‌های جنگلداری زمان زیادی نمی‌گذرد (نزدیک به ٤٥ سال) و از آن زمان تاکنون برای اهداف مدیریتی و بهره‌برداری از جنگل‌ها جاده های زیادی ایجاد شده است. تأثیر این جاده‌ها در طول زمان با توجه به توالی و پویایی توده‌های جنگلی می-تواند متفاوت باشد. در این پژوهش مسئله این است که با توجه به شرایط جاده‌های جنگلی شمال و با در-نظر گرفتن زمان ساخت آن‌ها به‌عنوان عامل اثرگذار بر ساختار و تنوع جوامع گیاهی، آیا اهمیت نسبی گونه-های درختی و زادآوری در اطراف جاده‌های جنگلی با سن ساخت مختلف، متفاوت است؟. بنابراین شناخت اثر سن جاده‌های جنگلی با فواصل مختلف بر درختان و توده‌های جنگلی حاشیه جاده از اهمیت بسزایی برخوردار است که در جنگل‌های پهن‌برگ شمال ایران کمتر به آن پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سری دو ناو اسالم با (عرض ٣٧°٤١′٣٠″ تا ٣٧°٤٥′٢١″ شمالی، طول جغرافیایی ٤٨°٣٣′٤٤″ تا ٤٨°٥١′٣٣″ شرقی) در حوضهٔ آبخیز هفت جنگل‌های شمال ایران انجام شد (شکل ١). ارتفاع از سطح دریا در این منطقه بین ٦٠٠ تا ١٨٠٠ متغیر بود. متوسط بارش سالانهٔ حدود ٩٢٠ تا ١١٠٠ میلی‌متر با بیشترین بارش در پاییز و زمستان است. میانگین درجه حرارت روزانه از زیر صفر درجه سانتی‌گراد در ماه‌های آذر، دی و بهمن و تا ٢٥ درجه سانتی‌گراد در طول تابستان متغیر است. پوشش گیاهی اصلی این منطقه از جنگل‌های آمیخته ناهمسال با - گونه‌های غالب، راش (*Fagusorientalis* Lipsky) و ممرز (*Carpinusbetulus*L.) با زیراشکوب توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata* C.A.Mey)، شیردار (*Acer cappadocicum* Gled)، نمدار (*Tiliaplatyphyllos* Scop) همراه بود (Tavankar *etal.*, 2014). بافت خاک در این منطقه لومی رسی تا لومی کم‌عمق تا عمیق بوده و ساختمان خاک اسفنجی

دانه‌ریز و دانه‌ای–منشوری و یا فاقد ساختمان مشخص بود. جاده‌ها در منطقه مورد بررسی دارای ۵/۵ متر عرض خاکی بوده و طول کل جاده‌های جنگلی در این محدوده ۹/۰۹ کیلومتر و تراکم آن ۲۲/۹ متر در هکتار بود (Tavankar *et al*., 2014).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه

Figure 1. The geographical location of study area

روش نمونه‌برداری از پوشش گیاهی

برای بررسی پوشش گیاهی در حاشیهٔ جاده‌های جنگلی به روش ترانسکت خطی ۲۴۰ قطعه‌نمونه به‌صورت منظم–تصادفی برداشت شد (Berenji Tehrani *et al*., 2014). جاده‌هایی با دو طبقه سنی مختلف (<۱۰ سال و۲۰–۱۰ سال) (Enoki *et al*., 2014) در جهت و شیب‌های یکسان انتخاب شد (Bowering *et al*., 2006). عمود بر روی هر یک از مسیرها با نقطهٔ شروع تصادفی ۱۰ خط‌نمونه به طول ۱۵۰ متر با فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر پیاده شد (Berenji Tehrani *et al*., 2014، Enoki *et al*., 2014). بر روی هر خط‌نمونه پنج قطعه نمونه ۱۵۰ مترمربعی (۳۰ در پنج‌متر) در هر کلاسه سنی جاده به سمت داخل جنگل (دو و نیم برابر ارتفاع غالب درختان منطقه) پیاده شد (Park, 2010، Yin *et al*., 2011). در داخل قطعات نمونه ۱۵۰ مترمربعی علاوه بر اندازه‌گیری پوشش درختی یک پلات چهار مترمربعی (دو در دو متر) برای برداشت پوشش زادآوری هم انتخاب شد. اطلاعات مربوط به پوشش درختی (ارتفاع، قطر برابرسینه) و زادآوری (در سه کلاسه (قطر ۲/۵–۰ سانتی‌متر، قطر ۲/۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر و ارتفاع کمتر از ۱/۵ متر) برداشت شد (Gullison *et al*., 2006)، علاوه بر اندازه‌گیری قطر و تعداد (تراکم)، گونه‌های درختی و ارتفاع آنان همراه با درصد تاج‌پوشش تعیین و ارتفاع تاج و شیب با دستگاه سونتو اندازه‌گیری شد (Nyandwi, 2008). همچنین فراوانی و درصد پوشش گونه‌های مختلف با استفاده از مقیاس‌های ترکیبی براون بلانکه ثبت شد (Braun-Blanquet, 1964). نمونه‌های جمع‌آوری‌شده پس از خشک‌شدن در هرباریوم دانشکده منابع طبیعی

دانشگاه گیلان بر اساس روش‌های رایج و با بهره‌گیری از کلیدهای شناسایی مانند فلور ایرانیکا (Rechinger, 2010)، فلور ایران Asadi (2007) و رستنی‌های ایران Mobayen (1996) شناسایی شد.

روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

شاخص‌های غنا، یکنواختی و تنوع گونه‌ای با مقادیر درصد تاج‌پوشش گونه‌ها با استفاده از توابع مندرج در جدول ۱ برای هر قطعه‌نمونه، محاسبه شد. شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی برای هر قطعه‌نمونه و در طبقات مختلف ارتفاعی برای گونه‌های درختی و زادآوری به‌صورت مجزا محاسبه شد (Krebs, 1999). به‌منظور مشخص کردن مقدار اهمیت نسبی گونه‌ها از روابط جدول ۱ استفاده شد (Adam *et al*., 2007). مقدار اهمیت نسبی برای لایه درختی از جمع هر یک از شاخص‌های فراوانی نسبی (درصد تعداد قطعه‌نمونه‌ای که یک گونه خاص در آن حضور دارد به تعداد کل قطعات نمونه)، تراکم نسبی (درصد مجموع تعداد افراد یک گونه در کل قطعات نمونه به مجموع تعداد افراد کل گونه‌ها در کل قطعات نمونه) و چیرگی نسبی (درصد مجموع سطح مقطع یک گونه در کل قطعات نمونه به سطح مقطع کل گونه‌ها در کل قطعات نمونه) به دست آمد و مقدار SIV برای گونه‌های زادآوری از مجموع فراوانی نسبی و تراکم نسبی محاسبه شد.

در نهایت، نمودار اهمیت نسبی گونه‌ها برای دو لایه پوشش گیاهی منطقه به‌صورت جداگانه ترسیم شد. در این پژوهش تمام شاخص‌های تنوع، غنا و یکنواختی با نرم‌افزارهای Past و Ecological Methodology محاسبه شدند (Krebs, 2001). لازم به ذکر است مقایسه چندگانه با استفاده از آزمون GLM برای ارزیابی اثر سن جاده و ارتفاع از سطح دریا بر تنوع زیستی پوشش گیاهی و مقدار اهمیت نسبی گونه‌ها استفاده شد . از آزمون دانکن برای مقایسه چندگانه میانگین‌ها و برای مقایسات دو گروه، از آزمون T مستقل استفاده شد. تمام محاسبات این پژوهش در محیط نرم‌افزار SPSS 16 و Excel 2013 انجام شد.

نتایج

اهمیت نسبی گونه‌های درختی در سنین مختلف جاده

نتایج نشان داد مقدار اهمیت نسبی گونه‌های درختی راش، ممرز و توسکای ییلاقی در جاده‌هایی با سن ساخت کم (۱۰> سال) و سن ساخت متوسط (۱۰–۲۰ سال) نسبت به دیگر گونه‌ها بیشتر بود (شکل ۲). همچنین مقدار این شاخص برای گونه‌های بلوط، افرا پلت و شیردار در هر دو کلاسه سنی جاده نسبت به دیگر گونه‌ها کم بود (شکل ۲).

اهمیت نسبی گونه‌های زادآوری در سنین مختلف جاده

مقدار اهمیت نسبی در هر دو طبقه سنی جاده برای زادآوری گونه‌های افرا پلت، ممرز، شیردار و توسکای ییلاقی بیشتر از دیگر گونه‌ها بود، البته مقدار اهمیت نسبی زادآوری سفیدمازو (*Quercus petraea* subspiberica) در هر دو طبقه سنی جاده کاهش بسزایی نشان داد و گونهٔ افرا پلت (*Acer velutinum* Boiss) در جاده‌های قدیمی اهمیت نسبی بیشتری نسبت به جاده‌های تازه‌ساخت داشت (شکل ۳).

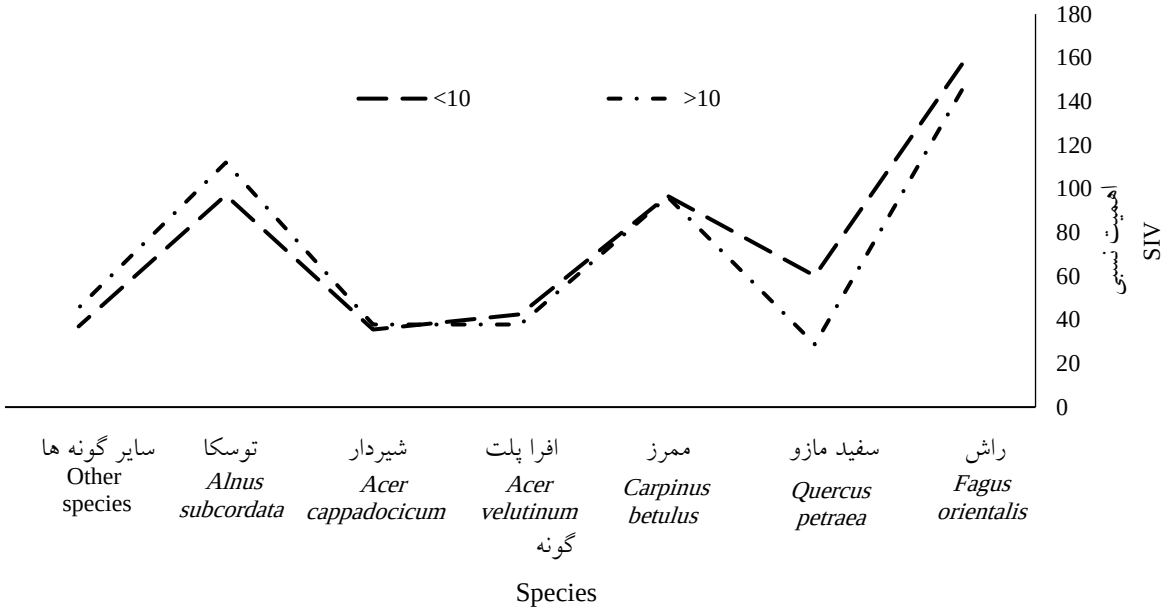
جدول ۱- شاخص‌های غنا، یکنواختی و ناهمگنی مورد استفاده در این پژوهش

Table 1. Richness, Uniformity and Heterogeneity indices used in this research

مؤلفه تنوع Diversity component	شاخص Indicator	فرمول Formula	دامنه Domain	مرجع Reference
غنا Richness	مارگالف Margalef	$R1=(S-1)/Ln(n)$	0-∞	Margalef(1958)
	منهینیک Menhinick	$R=S/\sqrt{n}$	0-∞	Menhinick(1964)
یکنواختی Uniformity	سیمپسون Simpson	$E_1=1/\sum(n_i^2\times S)$	0-1	Simpson(1949)
	اسمیت و ویلسون Smith and wilson	$E_{var}=1-2/\pi\,[\arctan\sum\log(n_i)-\sum\log(n_j/s)^2/s]$	0-1	Smith and wilson(1996)
ناهمگنی Heterogeneity	شانون وینر Shannon and weaner	$H' = -\Sigma(ni / n)\times Ln(ni / n)$	0-4.5	Shannon and Wiener(1949)
	سیمپسون Simpson	$S=1-\sum[(n_i(n_i-1)/N(N-1))$	0-1	Simpson(1949)

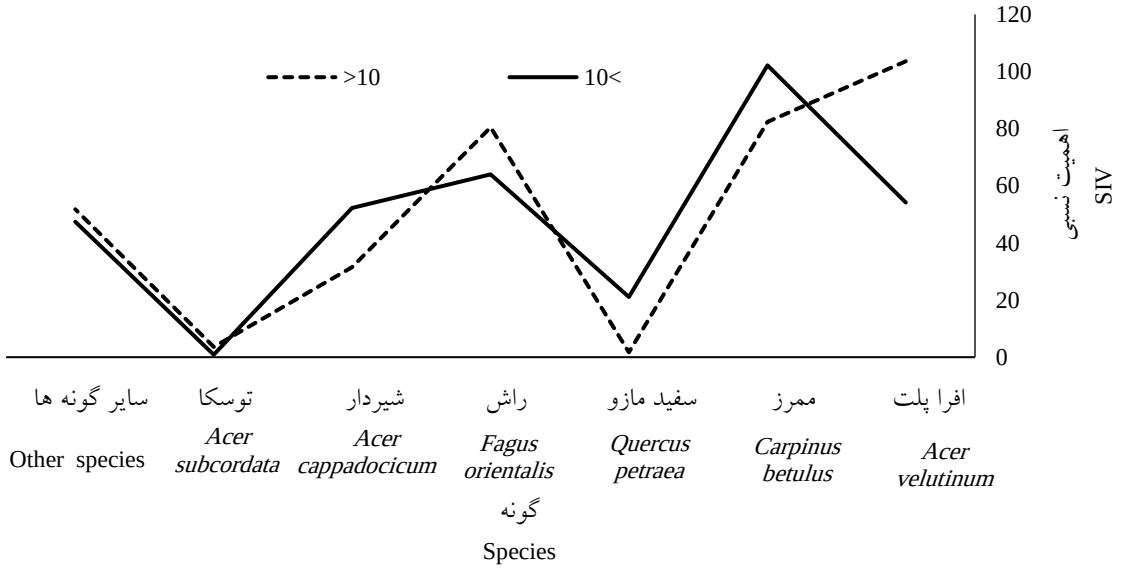
S= تعداد گونه‌ها در نمونه، N= حجم یا اندازه نمونه یا تعداد کل افراد در نمونه، Ln N= لگاریتم طبیعی N یا Log N است، ni= سهم افراد در گونهٔi ام نسبت به کل نمونه تعریف می‌شود.

S = Number of species or number of species in the sample, N = Size or sample size or total number of individuals in the sample, Ln N = Natural logarithm of N or Log N, ni = Share of individuals in iM species relative to the whole sample will be.



شکل ۲- مقادیر اهمیت نسبی گونه‌های درختی در سنین مختلف جاده (کلاسه سنی ۱ (<۱۰سال)، کلاسه سنی ۲ (۱۰-۲۰)

Figure 2. Importance Value of tree species in different ages of the road (age class 1 (<10 years), age class 2 (20-10)

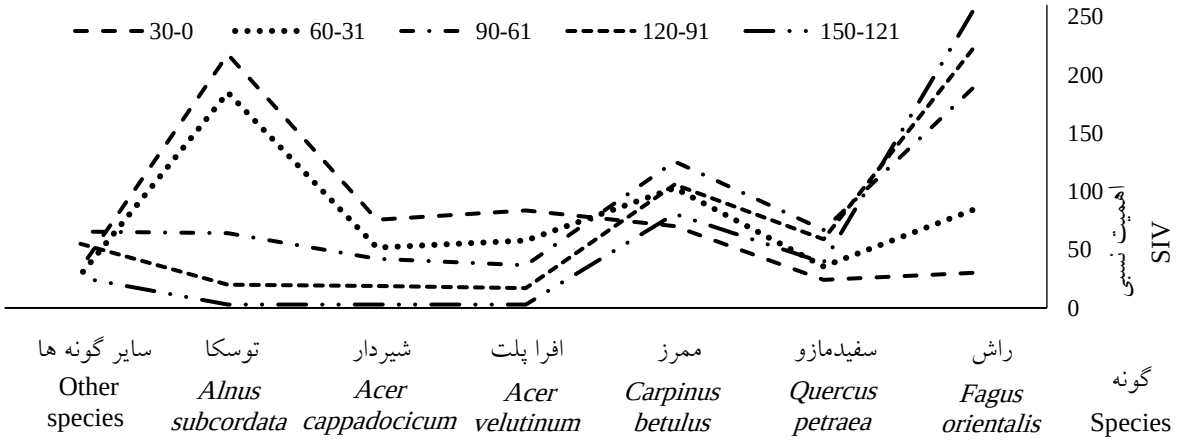


شکل ۳- مقادیر اهمیت نسبی گونه‌های زادآوری در سنین مختلف جاده (کلاسه سنی <۱۰ سال)، کلاسه سنی>۱۰ سال

Figure 3. Importance Value of regeneration species in different ages of the road (age class 1 (<10 years), age class 2 (20-10)

اهمیت نسبی گونه‌های درختی در فاصله از جاده

نتایج اهمیت نسبی در فواصل مختلف از جاده برای گونه‌های درختی نشان داد که گونهٔ توسکای ییلاقی بیشترین مقدار اهمیت نسبی را در فاصله‌های (۳۰-۰ و ۶۰-۳۱ متر) از جاده نسبت به دیگر گونه‌ها دارد. همچنین، در فاصله‌های (۹۰- ۶۱ و ۱۲۰-۹۱ متر) از جاده، گونهٔ ممرز بیشترین مقدار اهمیت نسبی را دارد و گونهٔ راش در درون جنگل اهمیت نسبی بالایی دارد (شکل ٤). نتایج نشان داد با حرکت از حاشیه به داخل جنگل مقدار اهمیت نسبی گونه‌های درختی کاهش می یابد. این موضوع در گونه‌های افرا پلت، شیردار و توسکای ییلاقی به‌وضوح قابل‌مشاهده است.

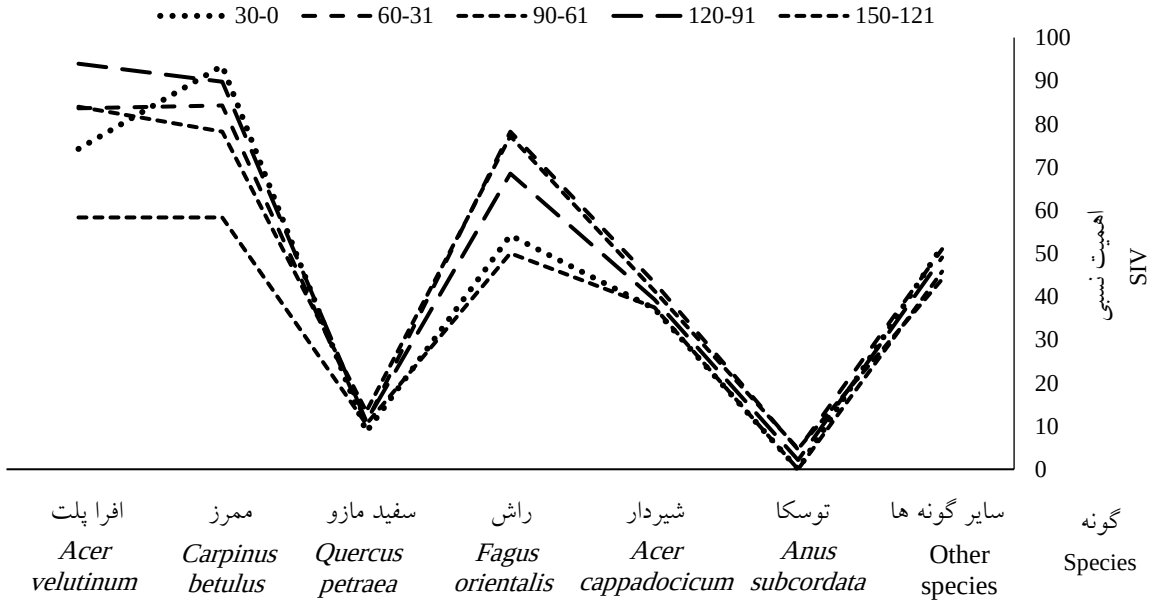


شکل ٤- اهمیت نسبی گونه‌های درختی در ارتباط با تغییرات فاصله از جاده

Figure 4. Importance Value of herbaceousspecies relating to distance from the road

اهمیت نسبی گونه‌های زادآوری در فاصله از جاده

نتایج نشان داد، تجدید حیات در گونه‌های افرا پلت و راش بیشترین مقدار را در فاصله‌های مختلف از جاده دارد (شکل ۵). این گونه‌ها به‌عنوان گونه‌های غالب منطقه بودند که در همه قطعات نمونه فراوانی زیادی از خود نشان دادند. گونه‌های سفید مازو و توسکای ییلاقی در همه فاصله‌های جاده کمترین مقدار اهمیت نسبی را نشان دادند.



شکل ۵- اهمیت نسبی گونه‌های زادآوری در ارتباط با تغییرات فاصله از جاده

Figure 5. Importance Value of regeneration species relating to distance from the road

تنوع گونه‌های درختی در فاصله از جاده

نتایج نشان داد مقدار تنوع (شانون وینر و سیمپسون) در حاشیه جاده (۳۰-۰) نسبت به دیگر فواصل تفاوت معنی‌داری دارد. نتایج برای شاخص‌های یکنواختی سیمپسون ($E_{1/D}$) در فاصله (۱۲۰-۹۱ متر) و شاخص اسمیت ویلسون در فاصله (۱۵۰-۱۲۱ متر) تفاوت معنی‌داری را با سایر فواصل از جاده نشان داد. همچنین، شاخص‌های غنا در فواصل نزدیک به جاده تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر فواصل نشان داد (جدول ۲).

تنوع گونه‌های زادآوری در فواصل مختلف از جاده

نتایج تغییرات تنوع برای شاخص‌های شانون وینر و سیمپسون در حاشیه جاده (۳۰-۰) متر و کمی دورتر (۹۰-۶۱) متر نسبت به دیگر فاصله‌ها تفاوت معنی-داری نشان داد. در شاخص‌های یکنواختی، سیمپسون ($E_{1/D}$) در فاصله (۶۰-۳۱) متر از حاشیه جاده و اسمیت ویلسون در فاصله ۳۰-۰ متر از جاده نسبت به دیگر فواصل تفاوت معنی‌داری داشت. نتایج برای شاخص‌های غنا هم در فاصله‌های نزدیک به جاده بیشتر بود (جدول ۳).

جدول ۲- تغییرات تنوع درختی در فواصل مختلف از جاده

Table 2. Tree variation at different distances from the road

شاخص‌ها Variables	فاصله از جاده (متر) Distance from road (m)				
	0-30	31-60	61-90	91-120	121-150
شانون وینر Shannon and Wiener	1.46[a]	1[b]	0.87[c]	0.54[d]	0.44[d]
سیمپسون Simpson	0.54[a]	0.37[b]	0.23[c]	0.17[d]	0.13[e]
سیمپسون Simpson ($E_{1/D}$)	[d]0.30	[c]0.30	[c]0.34	0.52[a]	0.48[b]
Smith and wilson	0.16[c]	0.17[c]	0.16[c]	0.23[b]	0.30[a]
مارگالف Margalef	2.52[a]	2.38[a]	1.61[b]	1.54[c]	1.43[c]
منهینیک Menhinick	1.93[a]	1.98[a]	1.40[b]	1.20[c]	1.24[c]

*حروف انگلیسی متفاوت، اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد است.

Different letters significant differences at level 0.05.*

جدول ۳- تغییرات تنوع زادآوری در فواصل مختلف از جاده

Table 3. Regeneration variation at different distances from the road

شاخص‌ها Variables	فاصله از جاده (متر) Distance from road (meters)				
	0-30	31-60	61-90	91-120	121-150
شانون وینر Shannon and Wiener	0.56[d]	1.32[b]	1.40[a]	1.28[c]	1.29[b]
سیمپسون Simpson	1.19[a]	1.09[b]	1.01[c]	0.81[d]	0.63[e]
سیمپسون Simpson ($E_{1/D}$)	0.15[b]	0.17[a]	0.15[b]	0.15[b]	0.14[c]
اسمیت و ویلسون Smith and Wilson	0.40[a]	0.40[a]	0.40[a]	0.29[c]	0.30[b]
مارگالف Margalef	0.99[a]	0.96[b]	0.92[c]	0.89[d]	0.85[d]
منهینیک Menhinic	0.55[a]	0.57[a]	0.42[d]	0.51[c]	0.53[b]

جدول ٤- فهرست گونه‌های گیاهی در جاده‌های چندسال ساخت (± حضور و عدم حضور گونه‌ها)

Table 4. Plant species list on multi-years road construction (presence and absence of species)

گونه Species	نام علمی Scientific nam	خانواده Family	سن جاده (سال) Age Road	
			<10	10-20
افرا پلت	*Acer velutinum.* Boiss	Aceraceae	+	+
شیردار	*Acer cappadocicum.* Gled	Aceraceae	+	+
توسکای ییلاقی	*Alnus subcordata* C.A.Mey	Betulaceae	+	-
ممرز	*Carpinus betulus* L	Corylaceae	+	+
راش	*Fagus orientalis* Lipsky	Fagaceae	+	+
سفیدمازو	*Quercus petraea* subsp. Iberica Steven ex M.Bieb.	Fagaceae	−	-
ون	*Fraxinus excelsior* subsp	Oleaceae	+	+
گیلاس وحشی	*Cerasus avium* (L.)Moench	Rosaceae	−	-
بارانک	*Sorbus torminalis* (L.) Crantz	Rosaceae	+	-
نمدار	*Tilia platyphyllos* Scop	Tillaceae	+	-

بحث

در این پژوهش مقدار اهمیت نسبی گونه‌های درختی راش، ممرز و توسکای ییلاقی در جاده‌های تازه‌ساخت (<۱۰ سال) بیشتر از جاده‌های قدیمی (۲۰-۱۰سال) بود. درحالی‌که مقدار این شاخص برای گونه‌های افرا پلت، بلوط و شیردار در هر دو کلاسه سنی جاده کم بود (شکل ۲)، که با نتایج Harper و همکاران (2004) که کاهش فراوانی گونه‌های درختی را در جاده‌های تازه‌ساخت (۵-۱سال) مطالعه نمودند، مطابقت ندارد. علت این امر افزایش شدت نور در جاده‌های تازه‌ساخت در مقایسه با جاده های قدیمی است. با افزایش سن جاده مقدار نور در حاشیه جاده کاهش می‌یابد این امر ناشی از افزایش تراکم پوشش گیاهی در سال‌های بعد از ساخت جاده و بسته‌تر شدن توده می‌باشد (Delgado *et al.*, 2007). در این پژوهش اهمیت نسبی زادآوری گونه‌های افرا پلت، بلوط و شیردار بیشتر از سایر گونه های درختی بود (شکل ۳) که با نتایج Zadsar و همکاران (2010) مطابقت داشت. آنها فراوانی و تراکم زادآوری را در جاده‌های با سن بیشتر مشاهده نمودند و علت آن شاید ناشی از فعالیت کمتر ماشین آلات و دخالت بیشتر انسان در جاده های قدیمی باشد (Bowering *et al.*, 2006). نتایج اهمیت نسبی گونه‌های درختی در فواصل مختلف از جاده نشان داد که در فواصل نزدیک به جاده (۳۰-۰ و ٦۰-۳۱ متر) گونهٔ توسکای ییلاقی بیشترین مقدار اهمیت نسبی را دارد، همچنین، گونهٔ ممرز و راش مقدار اهمیت نسبی بیشتری را در فواصل دورتر از جاده نشان دادند (شکل ٤). با فاصله گرفتن از جاده، به درصد تاج‌پوشش درختان افزوده شده و از تأثیر بوم‌شناختی جاده بر روی پوشش گیاهی کاسته می شود، به همین دلیل گونه‌های سایه‌پسند (مانند راش) که مربوط به مراحل پایانی توالی هستند، قادر به استقرار و حضور می باشند (Deljouei *et al.*, 2017). در واقع با حرکت از حاشیه جاده به داخل جنگل از مقدار اهمیت نسبی گونه‌ها کاسته می‌شود. این نتایج با برخی پژوهش‌های دیگر هم‌خوانی دارد (Goldblum and Beatty, 1999، Hosseini *et al.*, 2011، Deljooei *et al.*, 2016a) این امر می تواند

ناشی از افزایش مقدار نور در اطراف جاده‌ها باشد که موجب حضور یا عدم حضور برخی گونه‌های درختی می شود. در فواصل مختلف از جاده نتایج اهمیت نسبی برای زادآوری افرا پلت و راش بیشترین و برای زادآوری توسکای ییلاقی و ممرز کمترین مقدار را نشان داد (شکل ۵). در این پژوهش وجود گونه‌های نورپسند در حاشیه جاده و رقابت آن‌ها برای کسب نور مانع رشد زادآوری سایر گونه ها شد. از طرفی در حاشیه جاده نسبت به داخل جنگل بارش برف، باران و وزش باد شدیدتر است که این موضوع به‌ویژه در شّل گروه‌ها سبب از بین‌رفتن گیاه می‌شود که با نتایج برخی پژوهش‌های دیگر هم‌خوان است (Berenji Tehrani *et al*., 2014). برخی پژوهشگران کاهش زادآوری گونهٔ نورپسندی مانند توسکای ییلاقی در فاصله ۳۵ متری از جاده را به داشتن بذر ریز با توانایی استقرار در خاک های بهم خورده کنار جاده نسبت داده اند. (Pourbabaei *et al*., 2013).

نتایج شاخص‌های تنوع در فاصله‌های مختلف از جاده نشان داد که مقدار تنوع شانون و سیمپسون لایه درختی در حاشیه جاده (۳۰-۰)، شاخص‌های یکنواختی سیمپسون ($E_{1/D}$) در فاصله (۱۲۰-۹۱ متر) از جاده و شاخص اسمیت ویلسون در فاصله (۱۵۰-۱۲۱ متر) از جاده و شاخص‌های غنا در حاشیه جاده تفاوت معنی‌داری نسبت به دیگر فاصله‌ها از جاده دارند (جدول ۲)، که این نتایج با نتایج پژوهش‌های Speziale و همکاران (2012) و Marcantonio و همکاران (2013) هم‌خوانی دارد. هم چنین نتایج یکنواختی و غنای درختی با یافته‌های Hosseini و همکاران (2011) هم‌خوان است. دلیل این امر وجود حاشیه جاده به‌عنوان زیستگاهی با توالی اولیه است که گونه‌های تندرشد با نیاز نوری بالا و نیاز غذایی کم در آن مستقر می‌شوند. این درحالی است که شرایط داخل جنگل به نفع گونه‌های سایه‌پسند با نیاز غذایی بالا و حساس در برابر هرگونه آشفتگی است (Deljouei *et al*., 2016a). نتایج تغییرات تنوع زادآوری در فواصل مختلف جاده نشان داد که تنوع سیمپسون و شانون وینر در فاصله نزدیک به جاده اختلاف معنی‌داری با دیگر فاصله‌ها دارد (جدول ۳). این نتایج با نتایج پژوهش Karamirad (2013) که به بررسی اثر فاصله از جاده جنگلی بر تنوع پوشش کف، تنوع گونه‌ای درختی و استقرار زادآوری در بخش‌های پاتم و نم-خانه جنگل خیرود پرداخت، مطابقت دارد. وی تاثیر جاده جنگلی بر پوشش گیاهی اطراف جاده را تا عمق ۵ متر معنی داری نشان داد.

علت این امر ممکن است ناشی از زهکشی کم و تجمع آب در حاشیه جاده باشد که شرایط استقرار زادآوری را در این فاصله تسهیل می‌کند. در واقع هر چه از جاده به سمت درون جنگل پیش می‌رویم (تا فاصله‌ای مشخص و با فرض این‌که روشنه انسان‌ساخت یا طبیعی در مسیر نباشد)، مقدار نوربایی به‌دلیل افزایش درصد تاج‌پوشش افزایش می‌یابد و این امر در تنوع زادآوری مؤثر است (Deljouei *et al*., 2016a). نتایج این پژوهش برای شاخص سیمپسون ($E_{1/D}$) در فاصله (۶۰-۳۱) متر از حاشیه جاده نسبت به دیگر فواصل اختلاف معنی‌داری نشان داد و در شاخص‌های غنای زادآوری در فاصله (۳۰-۰) متر از حاشیه جاده اختلاف معنی‌داری داشت که با نتایج Belinchon و همکاران (2007) مطابقت دارد. این پژوهشگران نشان دادند در دامنه خاک‌ریزی زادآوری گونه‌های مختلفی از درختان در فاصله ۲/۵ وجود دارد و به همین دلیل شاخص غنای گونه‌ای افزایش یافته است. علت عدم استقرار زادآوری در داخل جنگل را می‌توان به چرا و کوبیدگی خاک توسط دام که سبب

اعمال فشار بر برخی از گونه‌های در حال استقرار می‌شوند، ربط داد (Barchuk *et al*., 1998).

نتایج این پژوهش نشان داد، گونه‌های درختی راش و ممرز با زیراشکوب افرا پلت و شیردار در همهٔ کلاسه‌های سنی جاده حضور دارند. همچنین در جاده‌های تازه‌ساخت فراوانی گونه‌ها نسبت به جاده‌های قدیمی بیشتر بود (جدول ٤). جاده‌های کم‌سن با شرایط محیطی مناسب (نور کافی و رطوبت فراوان) فضا را برای رشد بیشتر گونه‌های درختی امکان‌پذیر کرده است.

نتایج این پژوهش نشان داد که با حرکت از کنار جاده به سمت داخل جنگل مقدار تنوع گونه‌ای کاهش می‌یابد بنابراین لازم است تا با اصلاح راهکارهای موجود و شناسایی گونه های مناسب و با آگاهی از زمان ساخت جاده، در راستای حفظ و توسعه جوامع گیاهی گامی اساسی برداشت. چرا که بررسی تغییرات پوشش گیاهی در حاشیه جاده و فواصل نزدیک به آن سبب آگاهی از روند تأثیرگذاری جاده می‌شود و در نهایت می‌تواند به مدیریت بهینه پوشش گیاهی در زمان ساخت جاده‌های جدید یا در هنگام نگهداری از جاده‌های ساخته‌شده، کمک شایانی کند.

References

- Adam, J. H., A. M. Mahmud & N. E. Muslim, 2007. Cluster analysis on floristic and forest structure of hilly lowland forest in *Lak Kawi*, Sabah of Malaysia. *International Journal of Botany*, 3(4): 351-358**.**
- Akay, A. E. O. Erdas, M. Reis & A. Yuksel, 2008. Estimating sediment yield from a forest road network by using a sediment prediction model and GIS techniques.*Building and Environment*, 43(5): 687–695.
- Arteaga, M. A. J. D., R. Delgado, J. Otto, M. Fernandez – palacios & J. R. Arevab, 2008.How do alien plants distribute along roads onoceanic islands? A case study in Tenerife, Canary Islands.*Biological Invasions*, 11(4):1071-1086.
- Asadi, M., 2007. Iranian Flora Research Institute of Forests and Rangelands Press, Tehran, 72p. (In Persian)
- Avon, C., L. Berge`s, Y. Dumas & J. L. Dupouey, 2010. Does the effect of forest roads extend a few meters or more into the adjacent forest? A study on understory plant diversity in managed oak stands.*Forest Ecology and Management*, 259(8): 1546–1555.
- Barchuk, A. H., M. P. Díaz, F.Casanoves, M. G. Balzarin & U. O. Karlin, 1998. Experimental study on survival rates in two arboreal species from the Argentinean dry Chaco.*Forest Ecology and Management*, 103: 203-210.
- Belinchón R., I. Martínez, A. Escudero, G. Aragón & F. Valladares, 2007. Edge effects on epiphytic communities in a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest, *Journal of Vegetation Science*. 18: 81-92.
- Berengi tehrani, F., B. Majnonyan, A. Abdi & G. H. Amiri, 2014. Effects of forest roads on the diversity of plant species. Organic matter and organic carbon content (Case Study: Forest Kheiroud). *Journal of sustainable development*, 1: 102-112. (In Persian).
- Bowering, M., V. LeMay & P. Marshal, 2006. Effects of forest road on the growth of adjacent lodge pole pine trees. Can. *Journal Forestry Research*, 36 (4): 919-929.
- Braun-Blanquet, J., 1964. Plant Sociology, The study of Plant Communities translated by Fuller, G.D. and Conard, H.S., 1983. Mc raw HillBook Company, Inc., New York, 156 p.
- Delgado, J. D., N. L. Arroyo, J. R. Ar´evalo & J. M. Fern´andez-Palacios, 2007. Edge effects of roads on temperature, light, canopy cover, and canopy height in laurel and pine forests (Tenerife, Canary Islands).*Landscape and Urban Planning*, 81(4): 328–340.
- Deljouei, A., E. Abdi, M. Hasanvand, S. M. M. Sadeghi & S. Kaybondori, 2017.Zone effect of secondary forest roads on flora, life forms, and chorology of plants. *Forest Research and Development*, 3(1): 77-89. (In Persian)
- Deljouei, A., E. Abdi & B. Majnounian, 2016a. Changes in the diversity and richness

indices with distance from main and secondary forest roads. *Journal of Forest and Wood Product*, 68(4):829-842. (In Persian)
- Deljouei, A. E., S. M. M. Sadeghi & B. Abdi, 2016b. Comparing leaf area index at different distances from constructed forest roads edge in Hyrcanian forest (Case study: a hornbeam-beech forest in Kheyrud, Mazandaran).*Forest Research and Development*, 2(2):167-178. (In Persian)
- Enoki, T., B. Kusumoto, S. Igarashi & K. Tsuji, 2014. Stand structure and plant species occurrence in forest edge habitat along different aged roads on Okinawa Island, southwestern Japan.*Journal of forestry research*, 19(1): 97-104.
- Forman, R. T. T. & R. D. Deblinger, 2000. The ecological road-effect zone of a Massachusetts USA suburban highway.*Conservation Biology*, 14: 36–46.
- Forman, R. T. T. & L. E. Alexander, 1998. Roads and their major ecological effects. Ann Revew *Ecological System*, 29: 207–231.
- Fu, B., L. T. H. Newham & J. B. Field, 2009. Modeling erosion and sediment delivery from unsealed roads in southeast Australia, *Mathematics and Computers in Simulation*. 79(9): 2679–2688.
- Goldblum, D. & S. W. Beatty, 1999. Influence of old forest edge on a northeastern United States deciduous forest understory community. *Journal of the Torrey botanical society*, 4: 335-343.
- Gullison, R. E., S. N. Panfil, J. J. Strouse & S. P. Hubell, 2006. Ecology and management of mahogany (Swietenia Macrophylla King) in the Chimanes Forest Beni Bolivia. *Journal of the Linnean Society*, 122(1): 9-34.
- Harper, K. A., D. Lesieur, Y. Bergeron & P. Drapeau, 2004: Forest structure and composition at young fire and cut edges in black spruce boreal forest. *Canadian Journal Forestry Research*, 34 (2): 289-302.
- Hodkinson, D. J. & K. Thompson, 1997. Plant Dispersal: The role of Man.*Journal Appled Ecology*, 34(6):1484–1496.
- Hosseini, S. A., H. Jalilvand, M. R. Pourmajidian & A. Parsakhoo, 2011. Effects of forest road clearings on understory diversity beneath *Alnus subcordata* L. stands in Iran. *Journal of Science and Technology*, 5: 241-251.
- Karamirad, S., 2013. Investigation of forest road effects on tree and regeneration diversity in road edge, M.Sc. Thesis. Tehran Agricultural Sciences and Natural Resources University. Tehran, Iran, 116 p.
- Karim, M. N. & A. U. Mallik, 2008: Roadside re-vegetation by native plants. *Ecological Engineering*, 32(3): 222-237.
- Krebs, C. J., 1999. Ecological methodology. 2nd Ed. Addison Wesley Longman, Menlo Park, California, 620 p.
- Krebs, C. J., 2001. Ecological methodology. 2nd ed. Addison Wesley Longman. London, 540p.
- Lotfalian, M., N. Riahifar, A. Fallah & S. A. Hojati, 2012. Effects of roads on understory plant communities in a froadleaved forest in Hyrcanian zone. *Journal of Forest Science*, 58 (10): 446–455.
- Marcantonio, M., D. Rocchini, F. Geri, G. Bacaro & V. Amici, 2013. Biodiversity, roads & landscape fragmentation: Two Mediterranean cases. *Applied Geography*, 42: 63-72.
- Margalef, R., 1958. Information theory in Ecology General systematic, 71 p.
- Menhinick, E. F., 1964. A comparison of some species individual diversity indices applied to samples of field insects, *Ecology*, 45: 839 –861.
- Mobayen, S., 1996. Flora of Iran. Tehran University Publications, Tehran, 1- 4p. (In Persian)
- Mullerova, J., M. Vitkova & O. Vitek, 2011. The impacts of road and walking trails upon adjacent vegetation: Effects of road building materials on species composition in a nutrientpoor environment, *Science of the Total Environment*, 409(19): 3839-3849.
- Nagaike, T., 2003. Edge effects on stand structure and regeneration in a subalpine coniferous forest on Mt.Fuji, Japan, 30 year, *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 4: 454- 459.
- Nyandwi, E., 2008. Road edge effect on forest canopy structure and epiphyte biodiversity in Tropical Mountainous Rainforest, Nyungwe Nationnal Park, Rwanda. Thesis submitted to the national Institue for Geo-information Science and Earth Observation in partial fulfillment of the degree of Master of Science, 101p.
- Park, S. J., Z. Cheng, H. Yang, E. E. Morris, M. Sutherland, B. B. M. Gardener & P. S. Grewal, 2010. Differences in Soil chemical

properties with distance to roads and age of development in urban areas. *Urban Ecosystems*, 13:483-497.
- Pourbabaei, H. & T. Haghgoo, 2013. The impact of physiographic factors on the diversity of tree species (case study: Forest Park bars, Guilan).*Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21: 243-255. (In Persian)
- Rechinger, K. H., 2010. Flora Iranica, Akademische Druck-uVerlagsantalt, Graz, 1-178p.
- Shannon, C. E. & W. Wiener, 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, 350 p.
- Simpson, E. H., 1949. Measurement of diversity. Nature, 688p.
- Smith, B. & J. B. Wilson, 1996. A consumer's guide to evenness indices.Oikos, 76:70-82 p.
- Speziale, K. L., S. A. Lambertucci & O. Olson, 2012. Disturbance from roads negatively affects Andean condor habitat use. *Conservation Biology*, 41: 1765-1772.
- Spooner, P. G. & L. Smallbone, 2009. Effects of road age on the structure of roadside vegetation in south-eastern Australia. *Agricultuer, Ecosystm & Environmt*, 129(3):57–64.
- Tavankar, F., R. Picchio, A. LoMonaco & A. Bonyad, 2014.Forest management and snag characteristics in Northern Iran lowland forests. *Journal of Forest Science*, 60: 431–441. (In Persian)
- Yin, S., Z. Shen, P. Zhou, X. Zou, S. Che & W. Wang, 2011.Quantifying air pollution attenuation within urban parks: An experimental approach in Shanghai, China. *Environmental Pollution*, 159(9):2155-2163.
- Zadsar, Z., Sh. Shatay, H. Habashi & M. Lotifalian, 2010. The effect of age of forest roads and distance from roads on the diversity of trees and shrubs. M.Sc.Thesis. Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University.Gorgan, Iran, 86p.
- Zhang, S. L., T. T. Zhang, Y. Gao, Z. T. Ouyang & J. K. Chen, 2011. Effects of road age and distance on plant biodiversity: a case study in the Yellow River Delta of China. *Plant Ecology*, 212: 1213–1229.

Effects of road age on diversity variation and species importance value (SIV) at various distances from the roadside (Case study: Western Guilan forests)

M. Zamani[1], M. Nikooy[*2], H. Pourbabaei[3] and R. Naghdi[4]

1- Ph.D. student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Somehsara, I. R. Iran. (zamanym274@gmail.com)
2- Associate professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Somehsara, I. R. Iran. (nikooy@guilan.ac.ir)
3- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Somehsara, I. R. Iran. (h_pourbabaei@guilan.ac.ir)
4- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Somehsara, I. R. Iran. (naghdir@yahoo.com)

Received: 21.06.2018 Accepted: 23.07.2018

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of road distance and age on roadside vegetation cover on Nav district forest roads in the west of Guilan province.Therfore required data in 240 Systematic random plots on linear transect in two road age classes were collected. Percentages of vegetation were calculated using Brown Blanket combination scales. Then, the values of richness, evenness, Shannon-Wiener, and Simpson indices were calculated for each age class of road. Relative importance index was used to determine the distribution of species abundance. The results showed that the relative importance and presence of dominant tree species in the newly constructed roads were higher than the old ones. In both age groups, the relative importance of beech (Fagus orientalis), hornbeam (Carpinus betulus) and alder (Alnus subcordata) saplings was higher than other species. Also, the relative importance of tree species decreased with increasing distance from forest road. Also at different distances of the road, beech and maple regeneration were the most frequent. The highest values of diversity and richness were observed at 0-30 m distance from the road and its value was significantly different from other distances.

Keywords: Distance from road, Road age, Species diversity, Species importance value.

[*] Corresponding author Tel: +989113388305