



دانشگاه گواران

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل  
جلد هفدهم، شماره چهارم، ۱۳۸۹  
www.gau.ac.ir/journals

## مقایسه زادآوری و تنوع زیستی درختان در ترانسه خاک‌برداری و خاک‌ریزی جاده جنگلی با افزایش فاصله از آن (مطالعه موردی: جنگل‌های چمستان و لایوچ، نور)

\* اکبر نجفی<sup>۱</sup>، سیدمحسن حسینی<sup>۲</sup>، ستار عزتی<sup>۳</sup>، مهدی ترابی‌ورکی<sup>۴</sup> و محمدعلی فخاری<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، <sup>۲</sup> دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس،

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، <sup>۴</sup> دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشگاه

تربیت مدرس، <sup>۵</sup> کارشناس‌ارشد سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۲۰

### چکیده

برآورد اثرات حاشیه جاده‌های جنگلی برای درک تغییرات ناشی از شبکه جاده‌های جنگلی بر روی اکوسیستم از اهمیت بالایی برخوردار است. به این منظور در این پژوهش تأثیر ساخت یک جاده درجه دو جنگلی بر روی زادآوری و تنوع زیستی درختان استقرار یافته تا فاصله ۳۵ متری از لبه جاده بررسی شده است. بخشی از جاده درجه دو جنگلی که به مدت تقریباً ۱۰ سال قبل ساخته شده بود، در جنگل‌های چمستان و لایوچ با داشتن شرایط فیزیوگرافی، حجم در هکتار و ترکیب گونه‌ای یکسان در کل طول جاده انتخاب شد. تعداد ۳ خط نمونه در ترانسه خاک‌ریزی و ۳ خط نمونه در ترانسه خاک‌برداری طراحی گردید. زادآوری درختان حاشیه جاده در قطعات نمونه دایره‌ای شکل در فواصل (۲/۵، ۷/۵، ۱۵، ۲۵ و ۳۵ متر) از لبه جاده بر روی هر یک از خط نمونه‌ها بررسی شد. نتایج پژوهش نشان داد که، اختلاف میانگین زادآوری در دامنه‌های خاک‌برداری و خاک‌ریزی تا عمق ۳۵ متری داخل جنگل معنی‌دار نمی‌باشد ( $P < 0/05$ ). هر چند میانگین تعداد زادآوری در دامنه خاک‌ریزی در همه فواصل بیش‌تر از دامنه خاک‌برداری بوده است. در هر دو ترانسه خاک‌برداری و خاک‌ریزی بیش‌ترین و کم‌ترین تراکم زادآوری درختی در فاصله ۷/۵ و ۲/۵ متر به ترتیب از لبه جاده مشاهده شد. نتایج نشان داد که دو گونه افرا (*Acer spp*) و ممرز (*Carpinus betulus*) در دامنه خاک‌ریزی و گونه کلهو (*Diospyrus*)

\* مسئول مکاتبه: a.najafi@modares.ac.ir

*lutus* در دامنه خاک‌برداری، بالاترین میانگین زادآوری را به خود اختصاص داده‌اند. مقایسه شاخص‌های تنوع و غنای زیستی نیز نشان داد به‌طور کلی شاخص‌های تنوع گونه‌ای (شانون- وینر و سیمپسون) در فاصله ۷/۵ متر و شاخص‌های غنای گونه‌ای (منهینگ و مارگالف) در فاصله ۲/۵ و ۱۵ متر از لبه جاده، دارای بیش‌ترین مقدار بوده‌اند. اما این شاخص‌ها در دو ترانسه خاک‌برداری و خاک‌ریزی تا فاصله ۳۵ متری از لبه جاده، فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بوده‌اند ( $P > 0.05$ ).

**واژه‌های کلیدی:** جاده جنگلی، تنوع زیستی، خط نمونه، درختان حاشیه جاده

### مقدمه

جاده‌های جنگلی برای فعالیت‌های مختلف از جمله مدیریت منابع چوبی، حفظ حیات وحش، تفریح و تفرج، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و مقابله با آتش‌سوزی ضروری می‌باشند (فدکیو، ۱۹۹۸؛ نگیشی و همکاران، ۲۰۰۴؛ آون و همکاران، ۲۰۱۰). از سوی دیگر این جاده‌ها در مقیاس کوچک تا متوسط با ایجاد یک دالان در سطح رویشگاه به دلیل برداشت درختان جنگلی، موجب ایجاد تغییرات وسیع از نظر نور دریافتی، رطوبت، و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در طولانی‌مدت می‌شوند (فرمن و همکاران، ۲۰۰۲). بسته به شدت و میزان تأثیرات، تراکم و تنوع جوامع گیاهی دست‌خوش تغییرات می‌گردند (دیکینسون و همکاران، ۲۰۰۰؛ باکلی و همکاران، ۲۰۰۳). در مطالعه اکولوژی جاده‌های جنگلی در جزایز قناری (دلگادو و همکاران، ۲۰۰۷) به این نتیجه رسیدند که با فاصله گرفتن از لبه جاده‌های جنگلی میزان تاج پوشش افزایش یافته و در نتیجه در شدت نور ورودی به داخل جنگل و نوسانات دمای محیط تغییرات معنی‌داری ایجاد شده بود. همچنین مالمر و گریپ (۱۹۹۰)، جوزف و مجید (۱۹۹۲) و کریم و مالیک (۲۰۰۸) در مطالعات خود بر روی میکروکلیمای اطراف جاده‌های جنگلی نشان دادند که از فاصله ۲/۵ متری از لبه جاده میزان رطوبت و مواد آلی خاک افزایش و از میزان فشردگی خاک کاسته شده و بر میزان زادآوری گونه‌های درختی سایه‌پسند افزوده شده بود. جاده‌های جنگلی از طریق تغییر در رژیم‌های نوری، بادی، رطوبت و نوسانات دمایی بر میکروکلیمای محیط، فراوانی یا کاهش تنوع زیستی اطراف خود مؤثر می‌باشند (فرمن و همکاران، ۲۰۰۲؛ باکلی و همکاران، ۲۰۰۳). تخریب و به‌هم‌خوردگی عوامل غیرزیستی ناشی از ساخت جاده‌های جنگلی حتی می‌تواند تا فواصل دورتری از گپ<sup>۱</sup> جاده‌ای گسترش یابد (ورونسکی، ۱۹۸۴؛ ویلیامز

1- Road Gap

لینزا، ۱۹۹۰). بسیاری از گونه‌های غیربومی ممکن است بعد از ساخت جاده در حاشیه‌های آن تجمع یابند و با فاصله گرفتن از لبه جاده و حرکت به سمت عمق جنگل کاهش یابند (موستاسدو و همکاران، ۱۹۹۸؛ حسن و کلونگر، ۲۰۰۵؛ آروالو و همکاران، ۲۰۰۵). کاهش زادآوری گونه‌های درختی به سمت لبه جاده ممکن است به دلایلی از جمله بالا بودن تردد ماشین‌آلات و افزایش کوبیدگی خاک مسیر جاده و حاشیه جاده تا ۲-۳ متری اطراف جاده و در نتیجه کاهش نفوذ ریشه نهال‌ها و گیاهان به داخل خاک باشد (رونسکی، ۱۹۸۴؛ دیاز و نورت‌کلیف، ۱۹۸۵؛ بلینچون و همکاران، ۲۰۰۷). تجدید حیات جنگل به دلایلی مانند باز شدن تاج پوشش درختی و تغییر در رژیم نوری در اثر ساخت جاده و جابه‌جایی و به هم خوردگی خاک در شیروانی‌های آن باعث تغییر بر روی ترکیب و تنوع گونه‌ای می‌شود (مولینو و ساباتیر، ۲۰۰۱؛ باورینگ و همکاران، ۲۰۰۶). علاوه بر این کاهش درختان در حریم جاده و دامنه‌های خاک‌برداری<sup>۱</sup> و خاک‌ریزی<sup>۲</sup> ممکن است باعث کاهش میزان رویش<sup>۳</sup>، کاهش تعداد بذور درختان در بانک بذر خاک<sup>۴</sup> و در نهایت کاهش میزان تولید درختان حاشیه<sup>۵</sup> جاده‌های جنگلی گردد (گالیسون و همکاران، ۱۹۹۶؛ چازدون، ۲۰۰۳؛ نیلسن و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به این که در دامنه خاک‌ریزی جاده‌های جنگلی، خاک دچار به هم خوردگی و جابه‌جایی می‌شود، میزان اکسیژن و نور بیشتری را نسبت به دامنه خاک‌برداری دریافت می‌کند (اولاندر و همکاران، ۱۹۹۷). به همین دلیل بسیاری از گونه‌های تندرشد چوبی از جمله افرا و توسکا و پوشش علفی در این مناطق از تراکم بیشتری به نسبت جاهای دیگر جنگل برخوردار هستند (کلمنس و همکاران، ۱۹۷۷؛ ثابتی، ۱۹۹۶؛ فینزی و کانهام، ۲۰۰۰). در حالی که در دامنه خاک‌برداری، خاک حالت طبیعی خود را بیش‌تر حفظ می‌کند و گونه‌های جنگلی تندرشد مستقر در این دامنه‌ها به‌طور عمده به دلیل اتفاق افتادن پدیده فتوتوپیسیم سریع‌تر از چرخه تولید خارج شده و در نتیجه محدودیت بذری ناشی از این پایه‌ها را در این دامنه‌ها به دنبال دارد (گالیسون و همکاران، ۱۹۹۶؛ مروی‌مهاجر، ۲۰۰۵). با توجه به بررسی سوابق پژوهش، در زمینه اثرات جاده‌های جنگلی بر روی زادآوری، تراکم و تنوع درختان حاشیه جاده در دنیا اطلاعات کمی وجود دارد و در ایران تنها یک مطالعه (حسینی و جلیلونند، ۲۰۰۷) در ارتباط با تأثیر جاده جنگلی روی رویش درختان حاشیه گزارش شده است. بنابراین، این پژوهش، به منظور بررسی و

- 
- 1- Depth of Cut
  - 2- Depth of Fill
  - 3- Lost Growth
  - 4- Soil Seed Bank
  - 5- Lost Productive Area

مقایسه تأثیر بخشی از جاده جنگلی درجه دو، با سن تقریبی ۱۰ سال بر روی زادآوری و تنوع زیستی درختی در فواصل مختلف از لبه جاده در دو دامنه خاک‌برداری و خاک‌ریزی طرح‌ریزی شده است.

### مواد و روش‌ها

**مشخصات منطقه مورد مطالعه:** این پژوهش در استان مازندران، شهرستان نور، واقع در سری‌های ۱ و ۲ طرح چمستان و لاریج با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۵۲ درجه و ۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۲ دقیقه و ۱۰ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه و ۳۵ ثانیه شمالی انجام شده است. ارتفاع از سطح دریای منطقه ۹۰۰-۷۵۰ متر، میانگین بالاترین و پایین‌ترین دمای ماهانه ۲۹ و ۳ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارش سالیانه ۸۰۳ میلی‌متر، جهت شمالی و متوسط شیب منطقه مورد مطالعه و جاده به ترتیب ۲۵ و ۹ درصد بوده است. بافت خاک از نوع لومی رسی - ماسه‌ای<sup>۱</sup> و گونه‌های علفی مهم منطقه شامل (*Rubus hyrcanus*, *Fragaria vesca*, *Viola odorata*, *Sambucus ebulus*) و گونه‌های غالب درختی شامل (*Asperulla odorata* و *Acer velutinum*, *Acer capadocicum* Gled) و گونه‌های *Fagus orientalis* Lipsky و *Carpinus betulus* L. Boiss بوده است (بی‌نام، ۱۹۹۷).

**روش نمونه‌گیری:** نمونه‌گیری در مردادماه سال ۱۳۸۶ انجام شد. برای بررسی زادآوری و تنوع زیستی در حاشیه جاده، بخشی از جاده احداث شده، با سن تقریباً ۱۰ ساله و دارا بودن شرایط همگن به لحاظ فیزیوگرافی، حجم در هکتار و ترکیب گونه‌ای یکسان در کل طول جاده در طرح چمستان و لاریج انتخاب گردید. به این منظور در مجموع تعداد ۶ خط نمونه به صورت عمود بر مسیر جاده استقرار یافت. به طوری که از این ۶ خط نمونه، تعداد ۳ خط نمونه در دامنه خاک‌برداری و ۳ خط نمونه دیگر در روبروی آن روی دامنه خاک‌ریزی طراحی شد. این خط نمونه‌ها از لبه جاده جنگلی آغاز و تا فاصله ۳۵ متری به سمت داخل جنگل ادامه داشت (باورینگ و همکاران، ۲۰۰۶). اولین خط نمونه به صورت تصادفی و خط نمونه‌های بعدی با فاصله‌ای معادل ارتفاع بلندترین درخت روی خط نمونه قبل از خود، تعیین گردیدند، تا اثر حاشیه‌ای خط نمونه‌ها به حداقل برسد. برای مطالعه دقیق‌تر، اولین خط نمونه در فاصله ۵ متر (۲/۵-۷/۵ متر)، دومی ۷/۵ متر (۷/۵-۱۵ متر) و سومی و چهارمین خط نمونه در فاصله ۱۰ متر (۱۵-۵۵ و ۲۵-۳۵ متر) از لبه جاده مستقر شدند. سپس بر روی هر خط نمونه اقدام به ایجاد قطعات نمونه دایره‌ای به شعاع ۲ متر و با مساحت ۱۲/۵۶ مترمربع شد (اولاندر و همکاران، ۱۹۹۷؛ دیکسون و همکاران، ۲۰۰۰؛ هارپر و همکاران، ۲۰۰۴). در هر یک از قطعات نمونه

1- Loam Clay-Sandy

تمام زادآوری درختی با ارتفاع کم‌تر از ۱۵۰ سانتی‌متر و قطر یقه زیر ۵ سانتی‌متر به همراه نوع گونه‌های درختی ثبت گردید. در مجموع تعداد ۳۰ خط نمونه و ۱۵۰ قطعات نمونه دایره‌ای اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۱/۵ انجام گردید. به این صورت که ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگراف-اسمیرونوف و همگنی داده‌ها با استفاده از تست لون صورت گرفت. به منظور مقایسه چندگانه، بررسی وجود یا نبود اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد. مقایسه‌های دوگانه با استفاده از آزمون t جفتی مورد آزمون قرار گرفت. تنوع گونه‌ای با استفاده از شاخص‌های سیمپسون و شانون وینر، غنای گونه‌ای با شاخص‌های

منهینیک، مارگالف محاسبه شده است (وایت، ۲۰۰۰).

۱- شاخص سیمپسون

$$1-D = 1 - \sum_{i=1}^s \left[ \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \right]$$

N: فراوانی کل گونه‌ها؛  $n_i$ : فراوانی گونه  $i$  ام؛ S: تعداد گونه؛ 1-D: شاخص تنوع سیمپسون.

۲- شاخص شانون-وینر

$$H = -\sum_{i=1}^s [P_i \log_2(P_i)]$$

$P_i$ : فراوانی نسبی گونه  $i$  ام؛ H: شاخص تنوع شانون وینر.

۳- شاخص منهینیک

$$R = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

N: فراوانی کل گونه‌ها؛ S: تعداد گونه؛ R: غنای گونه‌های منهینیک.

۴- شاخص مارگالف

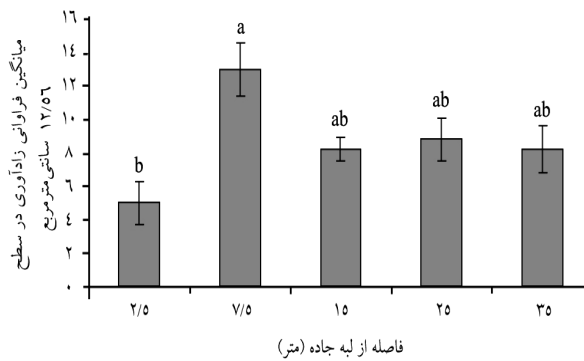
$$R = \frac{S-1}{\ln \sqrt{N}}$$

N: تعداد کل افراد؛ S: تعداد گونه؛ R: غنای گونه‌ای مارگالف.

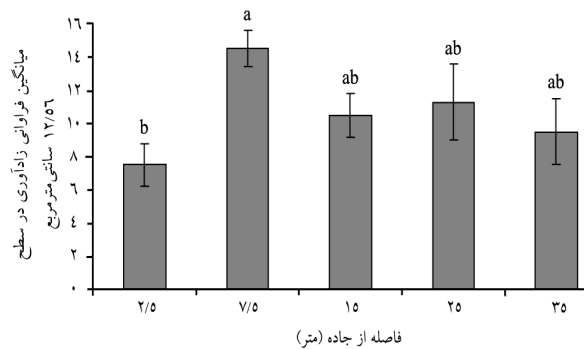
در نهایت مقادیر شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای نیز با استفاده از نرم‌افزار PAST تعیین گردید.

نتایج

میانگین زادآوری درختی در دو دامنه خاک‌برداری و خاک‌ریزی: نتایج مقایسه میانگین زادآوری درختان در فواصل مختلف از لبه جاده جنگلی در هر یک از دو دامنه خاک‌برداری و خاک‌ریزی نشان داد که کم‌ترین و بیش‌ترین میانگین زادآوری درختی به ترتیب در فاصله ۲/۵ و ۷/۵ متری از لبه جاده مشاهده گردید. به طوری که میانگین زادآوری در این دو طبقه اختلاف معنی‌داری را با هم داشته‌اند (شکل ۱)، اما میانگین زادآوری در سایر طبقات فاصله‌ای فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بوده‌اند (شکل ۱). مقایسه میانگین زادآوری درختی در دو دامنه خاک‌برداری و خاک‌ریزی در هر یک از فواصل از لبه جاده نشان داد که، از فاصله ۷/۵ متری به بعد، فاقد اختلاف معنی‌دار بوده‌اند ( $P > 0.05$ ). هر چند در همه فواصل از لبه جاده تا عمق ۳۵ متری، میانگین زادآوری درختی در قطعات نمونه دامنه خاک‌ریزی بیش‌تر از دامنه خاک‌برداری بوده است (شکل ۱).



شکل ۱- الف - دامنه خاک‌برداری



شکل ۱- ب - دامنه خاک‌ریزی

شکل ۱- مقایسه میانگین زادآوری در فواصل مختلف از لبه جاده در دو دامنه خاک‌برداری و خاک‌ریزی.

میانگین زادآوری گونه‌های مختلف درختی در دو دامنه خاک‌برداری و خاک‌ریزی: مقایسه میانگین زادآوری گونه‌های مختلف درختی در دامنه خاک‌برداری و خاک‌ریزی نشان داد که، میانگین زادآوری گونه‌های افرا (*Acer spp*) و ممرز (*Carpinus betulus*) به‌طور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) در دامنه خاک‌ریزی بیش‌تر از دامنه خاک‌برداری بوده است. در حالی‌که زادآوری گونه خرمنندی (*Diospyros lotus*) در دامنه خاک‌برداری بیش‌تر است، اما میانگین زادآوری سایر گونه‌ها در دو دامنه فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بوده‌اند (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین زادآوری گونه‌های مختلف درختی در دو دامنه خاک‌برداری و خاک‌ریزی.

گونه های درختی	دامنه خاک‌برداری	دامنه خاک‌ریزی	مقدار آماره t	سطح معنی‌داری
<i>Acer spp</i>	۱/۱۲ <sup>b</sup>	۲/۵۳ <sup>a</sup>	۱۳/۲۷ <sup>**</sup>	۰/۰۰۹
<i>Albizia julibrissin</i>	۰/۰۳	۰/۰۱	۱/۳۵	۰/۵۶
<i>Alnus subcordata</i>	۰/۱۷	۰/۲۵	۱/۴۳	۰/۵۷
<i>Parrotia persica</i>	۱/۲۳	۰/۹۶	۲/۹۲	۰/۳
<i>Carpinus betulus</i>	۰/۴۸ <sup>b</sup>	۱/۲۷ <sup>a</sup>	۲۱/۱۳ <sup>*</sup>	۰/۰۱
<i>Fagus orientalis</i>	۳/۷۲	۳/۹۲	۰/۰۱	۰/۸۷
<i>Ficus carica</i>	۰/۰۴	۰/۰۰	۴/۱۱	۰/۳۱
<i>Diospyros lotus</i>	۱/۳۵ <sup>a</sup>	۰/۵۶ <sup>b</sup>	۶/۹۳ <sup>*</sup>	۰/۰۳
<i>Gleditschia caspica</i>	۰/۰۱	۰/۰۴	۲/۷۵	۰/۴۱
<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	۰/۰۰	۰/۱۳	۱۶/۱۶	۰/۰۵۶
<i>Morus alba</i>	۰/۰۱	۰/۰۷	۴/۸۱	۰/۲۸
<i>Quercus castaneifolia</i>	۰/۲۵	۰/۴	۱/۹۵	۰/۳۷
<i>Zelkova carpinifolia</i>	۰/۲۱	۰/۲۹	۱/۲۸	۰/۶

<sup>\*\*</sup> وجود اختلاف معنی‌دار تا سطح احتمال ۹۹ درصد، <sup>\*</sup> وجود اختلاف معنی‌دار تا سطح احتمال ۹۵ درصد.

شاخص‌های تنوع و غنای زیستی: مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای و غنای زیستی در دامنه خاک‌برداری در فواصل مختلف از لبه جاده نشان داد که بالاترین تنوع گونه‌ای و غنای زیستی در قطعات نمونه‌های واقع در فاصله ۷/۵ و ۱۵ متر مشاهده گردید (جدول ۲). اما در دامنه خاک‌ریزی، بالاترین شاخص‌های تنوع زیستی شانون و سیمپسون در فاصله ۷/۵ متری و بالاترین شاخص‌های

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۱۷)، شماره (۴) ۱۳۸۹

غناي زیستی منهنیک و مارگالف در فواصل ۲/۵ متری مشاهده گردید (جدول ۲). همچنین پایین‌ترین مقدار شاخص تنوع گونه‌ای و غناي زیستی در هر دو دامنه در قطعات نمونه واقع در فاصله ۳۵ متری مشاهده شد.

جدول ۲- مقایسه شاخص‌های تنوع زیستی و غناي درختان در فواصل مختلف از لبه جاده در دو دامنه خاک‌برداری و خاک‌ریزی.

فاصله از لبه جاده (متر)	شاخص شانون		شاخص سیمپسون		شاخص منهنیک		شاخص مارگالف	
	خاک‌برداری	خاک‌ریزی	خاک‌برداری	خاک‌ریزی	خاک‌برداری	خاک‌ریزی	خاک‌برداری	خاک‌ریزی
۲/۵	۰/۳۷ <sup>ab</sup>	۰/۶۱ <sup>ab</sup>	۰/۲۵ <sup>ab</sup>	۰/۳۸ <sup>ab</sup>	۰/۷۳ <sup>ab</sup>	۰/۸۹ <sup>a</sup>	۰/۴۲ <sup>ab</sup>	۰/۶۶ <sup>a</sup>
۷/۵	۰/۶۳ <sup>ab</sup>	۰/۱۸ <sup>a</sup>	۰/۴۱ <sup>a</sup>	۰/۵ <sup>a</sup>	۰/۷۱ <sup>ab</sup>	۰/۷۳ <sup>abc</sup>	۰/۵۴ <sup>a</sup>	۰/۶۲ <sup>ab</sup>
۱۵	۰/۶۴ <sup>a</sup>	۰/۷۲ <sup>a</sup>	۰/۳۹ <sup>a</sup>	۰/۴۳ <sup>a</sup>	۰/۸۱ <sup>a</sup>	۰/۸۱ <sup>ab</sup>	۰/۶ <sup>a</sup>	۰/۶۵ <sup>a</sup>
۲۵	۰/۳۹ <sup>ab</sup>	۰/۳۳ <sup>bc</sup>	۰/۲۴ <sup>ab</sup>	۰/۲ <sup>bc</sup>	۰/۶۵ <sup>ab</sup>	۰/۵۳ <sup>c</sup>	۰/۳۶ <sup>ab</sup>	۰/۳۱ <sup>bc</sup>
۳۵	۰/۲ <sup>b</sup>	۰/۲۷ <sup>c</sup>	۰/۱۳ <sup>b</sup>	۰/۱۷ <sup>c</sup>	۰/۵۲ <sup>b</sup>	۰/۵۷ <sup>bc</sup>	۰/۱۸ <sup>b</sup>	۰/۲۳ <sup>c</sup>

مقایسه کلی دو دامنه از نظر شاخص‌های تنوع زیستی و غناي زادآوری با استفاده از آزمون t جفتی نشان داد که تا فاصله ۳۵ متری از لبه جاده در همه قطعات نمونه‌ها تفاوت معنی‌دار آماری وجود ندارد، هر چند میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای و غناي زیستی در دامنه خاک‌ریزی بیش‌تر بوده است (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه شاخص‌های مختلف تنوع و غناي زیستی در دو دامنه خاک‌برداری و خاک‌ریزی.

شاخص‌های تنوع	دامنه خاک‌برداری	دامنه خاک‌ریزی	مقدار آماره t	سطح معنی‌داری
تنوع شانون	۰/۴۴	۰/۵۴	۰/۵۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۶
تنوع سیمپسون	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۰/۲۳
غناي منهنیک	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۶۱ <sup>ns</sup>	۰/۷۲
غناي مارگالف	۰/۴۲	۰/۵۰	۱/۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۲۹

<sup>ns</sup> بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار تا سطح احتمال ۹۵ درصد.



## بحث و نتیجه گیری

مقایسه زادآوری گونه‌های درختی در دو دامنه خاک‌برداری و خاک‌ریزی در فواصل مختلف از لبه جاده نشان داد که روند تغییرات زادآوری در هر دو دامنه مشابه و در قطعات نمونه واقع شده در فاصله ۲/۵ و ۷/۵ متر از لبه جاده به ترتیب، کم‌ترین و بیش‌ترین تعداد زادآوری مشاهده شده است. این نتیجه ممکن است به دلیل بالا بودن فعالیت ماشین‌آلات سنگین مورد استفاده در هنگام عملیات جاده‌سازی در جنگل باشد (نگیسی و همکاران، ۲۰۰۴؛ آون و همکاران، ۲۰۱۰)، که باعث به هم خوردن، جابه‌جایی سطحی خاک و از بین رفتن بسیاری از زادآوری‌های موجود در نزدیکی جاده‌های جنگلی بشود، که این تأثیر در یک تا دو سال اولیه ساخت جاده‌ها بیش‌تر ملموس می‌باشد. در حالی‌که با فاصله گرفتن از لبه جاده از شدت به هم خوردگی‌ها کاسته شده و میانگین زادآوری افزایش پیدا کرده بود. این نتیجه با نتایج (مالمر و گریپ، ۱۹۹۰؛ جوزف و مجید، ۱۹۹۲؛ فدکیو، ۱۹۹۸؛ باورینگ و همکاران، ۲۰۰۶) مطابقت دارد. از سوی دیگر در فاصله ۲/۵ متری از لبه جاده جنگلی به علت تثبیت دامنه و فعالیت ماشین‌آلات، میزان کوبیدگی خاک بیش‌تر و نفوذ ریشه نهال‌ها به داخل خاک سخت می‌گردد به‌ویژه اگر این مسأله در خاک‌های خشک‌تر اتفاق بیفتد دارای اهمیت می‌باشد (رونسکی، ۱۹۸۴؛ ویلیامز لینرا، ۱۹۹۰؛ دیاز و نورت‌کلیف، ۱۹۸۵). مطالعات کریم و مالیک (۲۰۰۸) در مطالعه بر روی میکروکلیمای اطراف جاده‌های جنگلی در کانادا نشان داد که، در فواصل نزدیک به شانه جاده (فاصله ۲/۵ متری از لبه جاده) میزان رطوبت، مواد آلی و وزن مخصوص ظاهری خاک به ترتیب کم‌ترین، کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار بوده است، در حالی‌که با فاصله گرفتن از لبه جاده‌های جنگلی (از فاصله ۲/۵ متر به بعد) بر میزان رطوبت و مواد آلی خاک افزایش و از فشردگی آن کاسته شده بود. پوشش انبوه گونه‌های علفی رقابت‌کننده در کناره‌های جاده یکی از عوامل مهم در کاهش تراکم زادآوری گونه‌های درختی تجاری است (موستاسدو و همکاران، ۱۹۹۸؛ دیکینسون و همکاران، ۲۰۰۰). در این مطالعه با فاصله گرفتن از لبه جاده، تنوع گونه‌ای کاهش پیدا کرده بود (حسن و کلونجر، ۲۰۰۵). کمبود بذور کافی در اطراف جاده‌های جنگلی و به دنبال آن کاهش میانگین زادآوری در این فواصل، شاید به دلیل منطبق نبودن زمانی بین زمان ساخت جاده‌های جنگلی و دوره بذردهی گونه‌های درختی باشد (چازدون، ۲۰۰۳). به نظر می‌رسد فاصله ۷/۵ متر از لبه جاده به دلیل این که مانند یک منطقه گپ طبیعی عمل کرده، دارای حداقل به هم خوردگی و تخریب ناشی از تردد ماشین‌آلات جاده‌سازی بوده است. این فاصله با داشتن ویژگی‌های مساعدی مانند نور کافی، مواد آلی، رطوبت بیش‌تر و گونه‌های رقابت‌کننده کم‌تر، شرایط مناسبی را برای زادآوری گونه‌های درختی فراهم

کرده است (واتکینس و همکاران، ۲۰۰۳). علت کاهش زادآوری در فواصل بعد از ۷/۵ متر به سمت عمق جنگل، ممکن است به دلایلی از جمله افزایش درصد تاج پوشش و بسته‌تر شدن آن (هارپر و همکاران، ۲۰۰۴؛ دلگادو و همکاران، ۲۰۰۷)، کاهش زادآوری گونه‌های نورپسند (باکلی و همکاران، ۲۰۰۳) افزایش ضخامت لاش‌برگ و رویش نداشتن بعضی از بذور در این ضخامت‌ها به‌خصوص در گونه‌های بذر ریز (نیلسن و همکاران، ۲۰۰۷) بوده باشد. مطالعات اندکی در مورد دامنه‌های خاک‌برداری و خاک‌ریزی جاده‌های جنگلی صورت گرفته است. نتایج این مطالعه نشان داد میزان زادآوری در تمام فواصل از لبه جاده در دامنه خاک‌ریزی بیش‌تر از دامنه خاک‌برداری بوده است. علت این امر ممکن است به دلایلی از جمله ریزش و جابه‌جایی خاک در دامنه‌های خاک‌ریزی و افزایش به‌هم‌خوردگی خاک بوده باشد، که افزایش استقرار نهال‌ها به‌دلیل شکستن دوره کمون و خواب بذور از طریق خراش سطحی بذرها و به‌وجود آوردن یک بستر رشد مناسب را فراهم می‌کند (کلمنس و همکاران، ۱۹۷۷). همچنین شاید به‌علت جریان آبی که به سمت پایین‌دست دامنه‌ها در جاده‌های جنگلی در حرکت بوده است، باعث جابه‌جایی بذور و انتقال آن‌ها از دامنه خاک‌برداری به سمت دامنه خاک‌ریزی بوده باشد. در عین حال بعضی از گونه‌ها از جمله افرا و توسکا به‌دلیل داشتن بذور ریز در مناطق ریزشی و جاهایی که خاک دچار به‌هم‌خوردگی شده است بهتر می‌توانند مستقر شوند (ثابتی، ۱۹۹۶؛ حسینی و جلیلود، ۲۰۰۷)، از سوی دیگر برداشت درختان در اثر عملیات جاده سازی سبب افزایش نور در دسترس گیاهان شده و باعث افزایش رطوبت و دما در کف جنگل و بالا بردن سرعت معدنی شدن نیتروژن و افزایش رشد نهال‌های گونه افرا شده است (فینزی و کانهام، ۲۰۰۰). همچنین به‌دلیل تثبیت دامنه‌های خاک‌ریزی تعداد کم‌تری از گونه‌های درختی در مجاورت جاده‌ها قطع می‌شوند که خود این مسأله باعث بیش‌تر بودن بذور قابل استفاده در زادآوری، کاهش نور ورودی به کف جنگل و افزایش تراکم و تنوع گونه‌های علفی سایه‌پسند می‌شود. در حالی که در دامنه خاک‌برداری تعداد بیش‌تری از درختان به‌علت ترس از انحراف آن‌ها به سمت مرکز جاده برای دریافت نور بیش‌تر و پدیده فتوتروپیسم قطع می‌شوند (مروی‌مهاجر، ۲۰۰۵) در نتیجه محدودیت بذری ناشی از قطع درختان موجب کاهش زادآوری می‌شود (گالیسون و همکاران، ۱۹۹۶). شاخص‌های تنوع و غنای زیستی نشان داد که در هر دو دامنه خاک‌برداری و خاک‌ریزی میزان این شاخص‌ها در عمق جنگل به‌خصوص در فاصله ۳۵ متری کم‌تر از سایر فواصل دیگر بوده است. این مسأله ممکن است به‌دلیل متعادل شدن شرایط کف جنگل از نظر نور و رطوبت خاک بوده باشد که باعث کاهش تعداد گونه‌ها و فراوانی آن‌ها به نسبت سایر فواصل بوده است. که با مطالعات (حسن و کلونگر، ۲۰۰۵؛

آروالو و همکاران، ۲۰۰۵؛ دلگادو و همکاران، ۲۰۰۷) مطابقت دارد. در حالی که کمترین مقدار رطوبت و مواد آلی، بیشترین وزن مخصوص خاک، در شانه راه فاصله ۲/۵ متری از لبه جاده وجود دارد. این عوامل مانع تجمع بسیاری از اشکال زیستی گیاهان و کاهش تنوع را موجب شده است (کریم و مالیک، ۲۰۰۸). از طرف دیگر تخریب و به هم خوردگی های خاک و ضعیف بودن رویشگاه از نظر مواد غذایی ممکن است سبب تاخیر در استقرار گونه های درختی، کمبود تراکم و کاهش غنای زیستی آنها شده باشد (دیاز و نورت کلیف، ۱۹۸۵). فراوانی گونه های غیربومی تا فاصله ۱۰ متری از لبه جاده های جنگلی معنی دار بوده است و تأثیر جاده ها بر روی فراوانی گونه های غیربومی تا فاصله ۲۵ متری از لبه جاده های جنگلی می باشد (حسن و کلونگر، ۲۰۰۵) که این مسئله بر روی تنوع و غنای گونه های اطراف جاده های جنگلی مؤثر می باشد. در دامنه خاکریزی گونه های مختلفی از درختان در فاصله ۲/۵ متری زادآوری می کنند بنابراین شاخص غنای گونه ای که تنها به نوع گونه های استقرار یافته وابسته است افزایش پیدا کرده است. در حالی که چون این گونه ها از تعداد و فراوانی لازم در قطعات نمونه برخوردار نیستند شاخص های تنوع زیستی که هم به فراوانی و تعداد گونه های استقرار یافته وابسته است نه در فاصله ۲/۵ متری از لبه جاده، بلکه در فاصله ۷/۵ متری بیشترین مقدار را از خود نشان داده اند که با مطالعات باکلی و همکاران (۲۰۰۳)؛ بلینچون و همکاران (۲۰۰۷) در مورد غنای گونه ای و تنوع زیستی مطابقت دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که حداکثر تغییرات جاده جنگلی بر روی میانگین زادآوری درختی تا فاصله ۷/۵ متری از لبه جاده های جنگلی مؤثر بوده است. در این فاصله و فاصله ۱۵ متری از لبه جاده، شاخص های غنا و تنوع زیستی دارای بالاترین مقدار خود بوده اند. به طوری که بالاترین شاخص های تنوع زیستی (شانون و سیمپسون) در فاصله ۷/۵ متری در دامنه خاکریزی، و شاخص های غنای زیستی (منهینیک و مارگالف) در فواصل ۲/۵ متری بیشترین مقدار را داشته اند. در فاصله ۷/۵ متری، دامنه خاکریزی دارای بیشترین تعداد نهال و بالاترین میزان شاخص های تنوع و غنای گونه ای را به خود اختصاص داده است. با توجه به موقعیت خاص جنگل های شمال کشور لازم است تا در مطالعات آتی بر روی تأثیرات جاده سازی و سایر فعالیت های مکانیکی در ارتباط با جنگل به منظور تدوین دستورالعمل های مدیریتی مبنی بر کاستن خسارات به خاک و درختان سرپای حاشیه جاده، میزان تولید در جنگل و طراحی بهینه شبکه جاده های جنگلی اتخاذ گردد.

منابع

1. Anonymous. 1997. Booklet of forest management plane in Chamestan and lavige Forests. Ditric. 1&2: 82. 1:
2. Arevalo, J.R., Delgado, J.D., Otto, R., Naranjo, A., Salas, M. and Fernández-Palacios, J.M. 2005. Exotic species in the roadside plant communities through an altitudinal gradient in tenerife and gran canaria (Canary Islands). *Perspect. Plant Ecol., Evol. Systematics*, 7: 185-202.
3. Avon, C., Bergès, L., Dumas, Y. and Dupouey, J.L. 2010. Does the effect of forest roads extend a few meters or more into the adjacent forest? A study on understudy plant diversity in manage *oak* stands, 259: 8. 1546-1555.
4. Belinchon, R., Martinez, I., Escudero, A., Aragon, G. and Valladares, F. 2007. Edge effects on epiphytic communities in a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest. *Veg. Sc. J.* 18: 81-90.
5. Bowering, M., LeMay, V. and Marshal, P. 2006. Effects of forest road on the growth of adjacent lodgepole pine trees. *Can. J. For. Res.* 36: 4. 919-929.
6. Buckley, D.S., Crow, T.R., Nauertz, E.A. and Schulz, K.E. 2003. Influences of skid trails and haul roads on under story plant richness and composition in managed forest lands capes in upper Michigan, USA. *For. Ecol. Manag.* 175: 509-520.
7. Clemens, J., Jones, P.G. and Gilbert, N.H. 1977. Effect of seed treatments on germination in acacia. *Aus. J. Bot.* 25: 269-274.
8. Chazdon, R.L. 2003. Tropical forest recovery, legacies of human impact and natural disturbances. *Persp Plant Ecol, Evol. Syst.* 6: 1-2. 51-71.
9. Dias, A.C. and Nortcliff, S. 1985. Effects of two land clearing methods on the physical properties of an ox sol in the Brazilian amazon. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 62: 207-212.
10. Dickinson, M.B., Whigham, D.F. and Hermann, S.M. 2000. Tree regeneration in felling and natural tree fall disturbances in a semi deciduous Tropical Forest in Mexico. *For. Ecol. Manag.* 134: 1-3. 137-151.
11. Delgado, J.D., Arroyo, N.L., Are'valo, J.R. and Fernández-Placios, J.M. 2007. Edge effects of roads on temperature, light, canopy cover and canopy height in laurel and pine forests (Tenerife, Canary), *Island. Lands. Plan.* 81: 328-340.
12. Fedkiw, J. 1998. Managing multiple uses on national forests, 1905-1995: a 90-year learning experience and it isn't finished yet. *Used forest service publication fs-628*, 284p.
13. Finzi, A.C. and Canham, C.D. 2000. Sapling growth in response to light and nitrogen availability in a southern New England forest. *For. Ecol. Manag.* 131: 153-165.
14. Forman, R.T.T., Forman, D., Sperling, J.A., Bissonette, P., Clevenger, C.D., Cutshall, V.H., Dale, L., Fahrig, R., France, C.R., Goldman, K., Heanue, A.J., Jones, F.J., Swanson, T., Turrentine and Winter, T.C. 2002. *Road Ecology, Science and Solutions*, Island Press, Washington, USA Press, 467p.
15. Gullison, R.E., Panfil, S.N., Strouse, J.J. and Hubell, S.P. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia Macrophylla* King) in the Chimanes Forest Beni Bolivia. *Bot. J. Linnean Soc.* 122: 9-34.

16. Hansen, M.J. and Clevenger, A.P. 2005. The Influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transport corridors. *Biol. Conserve.* 125: 249-25.
17. Harper, K.A., Lesieur, D., Bergeron, Y. and Drapeau, P. 2004. Forest structure and composition at young fire and cut edges in black spruce boreal forest. *Can. J. For. Res.* 34: 2. 289-302.
18. Hosseini, S.A. and Jalilv, H. 2007. Marginal effect of forest road on alder trees (case study: Darab Kola Forest, Mazandaran province, Iran). *Pakistan. Biol. Sc.* 10: 10. 1766-1771.
19. Jusoff, K. and Majid, N.M. 1992. An analysis of soil disturbance from a logging operation in a hill forest of peninsular Malaysia. *For. Ecol. Manag.* 47: 323-333.
20. Karim, M.N. and Mallik, A.U. 2008: Roadside re vegetation by native plants. *Ecological Engineering*, 45: 425-430.
21. Malmer, A. and Grip, H. 1990. Soil disturbance and loss of infiltrability caused by mechanical and manual extraction of tropical rainforest in sabah malaysia. *For. Ecol. Manag.* 38: 1-12.
22. Molino, J.F. and Sabatier, D. 2001. Tree diversity in tropical rain forests: a validation of the inter mediate disturbance hypothesis. *Sci. J.* 294: 1702-1704.
23. Marvi Mohajer, M.R. 2005. *Silvicultur*, Tehran University Press, 91p.
24. Mostacedo, B.B., Fredericksen, T.S. and Toledo, M. 1998. Respuestas de las plantas a la intensidad de aprovechamiento en un bosque semi-decidual pluvial de la región de Imerio Santa Cruz Bolivia. *bulletin de sociedad botanica boliviana*, 2: 75-88.
25. Negishi, J.N., Noguchi, S., Sidle, R.C. and Abdul Rahim, N. 2004. Some observations on logging road recovery: implications to road rehabilitations. *Proceedings of the international workshop on the landscape level rehabilitation of degraded tropical forests.* Forestry and Forest Product Research Institute, Tsukuba, 12: 29-36.
26. Nielsen, J.N., Severich, W., Fredericksen, T. and Nabe-Nielsen, L.I. 2007. Timber tree regeneration along abandoned logging roads in a tropical Bolivian forest. *New Forests*, 34: 31-40.
27. Olander, L.P., Scatena, F.N. and Silver, W.L. 1997. Impacts of disturbance initiated by road construction in a subtropical cloud forest in the liquidly experimental forest, Puerto Rico. *For. Ecol. Manag.* 109: 33-49.
28. Sabeti, H. 1996. *Trees and shrubs of Iran.* Yazd Univ. Press, 810p.
29. Watkins, Z., Chen, J., Pickens, J. and Brososke, K. 2003. Effects of forest roads on understory plants in a managed hardwood landscape, *Conserv. Biol.* 17:2003. 411-419.
29. Williams-Linera, G. 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *J. Ecol.* 78: 356-373.
30. Waite, S. 2000. *Statistical ecology in practice: A guide to analysing environmental and ecological field data*, 414p.
31. Wronski, E.B. 1984. Impact of tractor thinning operations on soil and tree roots in a Karri forest, western Australia. *Aust. For. Res.* 14: 319-332.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 17(4), 2011  
[www.gau.ac.ir/journals](http://www.gau.ac.ir/journals)

## Comparison of Regeneration and Biodiversity of Trees on Cut and Fill Edges of Forest Road (Case Study: Chamestan and Lavige Forests, Noor)

\*A. Najafi<sup>1</sup>, S.M. Hossieni<sup>2</sup>, S. Ezzati<sup>3</sup>, M. Torabi<sup>4</sup> and M.A. Fakhari<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Assistant Prof., Dept. of Forestry, Tarbiat Modarres University, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Forestry, Tarbiat Modarres University, <sup>3</sup>M.Sc. Student of Forestry, Tarbiat Modarres University, <sup>4</sup>M.Sc. Graduate of Forestry, Tarbiat Modarres University, <sup>5</sup>M.Sc., Organization of Forests and Rangeland of Iran

Received: 7,4,2010; Accepted: 11,12,2010

### Abstract

The evaluation of the edge effects of forest roads on ecosystem is very useful to understand changes from forest road. With this regard, in this research the effect of main forest road construction on regeneration and biodiversity of established trees in edge of forest road was investigated at 35 m distance into forest area. An existing 10 years old road segment, with same physiographic properties, volume per hectare and species composition along the road was selected in Chamestan and Lavige Forests in Mazandaran province. Six linear transactions were set on the fill and cut edge (three transects were set on fill and others on cut edges). Trees' regenerations were recorded on linear transactions, within circular sample plots by 2 m radius at (2.5, 7.5, 15, 25, 35 m) distances from the road edge. The results showed, no significant differences between trees' regenerations in the cut and fill edges up to 35 m into the forest area at 0.05 level. However, the average trees' regenerations in the fill edge were more than the cut edge along the forest road. Maximum and minimum trees' regenerations density, were recorded in 7.5 and 2.5 m distances from the road edge. The result showed that the maximum densities of trees' regenerations were belonged to *Acer* spp and *Carpinus betulus* species in fill edge and *Diospyrus lotus* species in cut edge. The comparison of the species diversity and species richness indexes indicated that, the maximum values of species diversity indexes (both Shannon-wiener and Simpson) were in 7.5 m distance and richness indexes (Minhinick and Margalef) were in 2.5 and 15 m distances from the road edge. However, no significant differences were found between indexes in the cut edge and fill edge at 35 m distance ( $P>0.05$ ).

**Keywords:** Forest road, Biodiversity, Transect, Marginal trees

---

\* Corresponding Author; Email: [a.najafi@modares.ac.ir](mailto:a.najafi@modares.ac.ir)