



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"

دوره پنجم، شماره یازدهم، پاییز و زمستان ۹۶

<http://pec.gonbad.ac.ir>

## تأثیر جاده‌سازی جنگل بر تنوع گونه‌های درختی، مشخصه‌های کمی درختان و ماکروفون خاک (مطالعه موردی: جنگل قالی کوه لرستان)

علیرضا ایلدرمی<sup>۱\*</sup>، فرهاد قاسمی آقباش<sup>۲</sup>، اشرف پارسه<sup>۳</sup>، بختیار فتاحی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر، ملایر

<sup>۲</sup> استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر، ملایر

<sup>۳</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی جنگل دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر، ملایر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۴

### چکیده

جنگل‌های زاگرس از دیرباز در معرض آسیب‌های فراوانی ناشی از عوامل طبیعی، خشکسالی و فعالیت‌های انسانی قرار داشته‌اند. یکی از این فعالیت‌ها، جاده‌سازی جنگلی است که با قطع بخشی از درختان، اختلال و نابودی پناهگاه و زیستگاه برخی از گونه‌های حیات وحش و بومی منطقه را در پی داشته است. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر جاده‌سازی جنگل بر تنوع گونه‌های درختی و ماکروفون خاک جنگل در منطقه قالی کوه الیگودرز انجام گرفت. در این تحقیق جهت بررسی ویژگی‌های کمی درختان (قطر تنه، ارتفاع و قطر تاج) و ویژگی‌های کیفی (سالم یا ناسالم بودن، زنده یا مرده بودن، شادابی و نشانه‌هایی نظیر پوسیدگی و چنگالی بودن گونه‌های درختی) دو ترانسکت خطی به فاصله ۵۰ تا ۱۰۰ متر از دو طرف جاده و روی هر ترانسکت پلات‌هایی در فواصل ۲۰، ۵۰ و ۹۰ متر به ابعاد ۱۰×۱۰ متر مستقر شد و شاخص‌های تنوع و غنا در آن اندازه‌گیری شد. همچنین بررسی گونه‌های ماکروفون موجود در خاک با نمونه برداری از چهار گوشه و مرکز پلات و شمارش و تعیین نوع گونه‌ها انجام گرفت. نتایج نشان داد که با فاصله گرفتن از جاده، تنوع گونه‌های درختی و ماکروفون خاک ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. همچنین ارتفاع، قطر تنه و قطر تاج پوشش درختان افزایش نشان داد. همچنین جاده‌سازی در فواصل نزدیک سبب یک-نواختی گونه‌ها و شادابی درختان شده است.

واژه‌های کلیدی: شاخص تنوع، جاده‌سازی، ماکروفون خاک

\* نویسنده مسئول: ildoromi@gmail.com

## مقدمه

جنگل‌های زاگرس رویشگاه ویژه‌ای برای گونه‌های بلوط در ایران بشمار می‌رود. گونه اصلی این جنگل - ها بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) است که به دلیل تخریب و برداشت‌های متعدد، اغلب به فرم رویشی شاخه‌زاد دیده می‌شود. تحقق اهداف مدیریتی و بهره برداری اصولی از جنگل نیازمند دسترسی به بخشهای مختلف آن است که این امر از طریق جاده های جنگلی ممکن است. جاده، چه در مرحله ساخت و چه در مدت بهره برداری اکوسیستم جنگلی را دچار تغییر خواهد کرد که در بسیاری از موارد همراه با آسیبهای زیست محیطی است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱). مرگ و میر تعدادی از درختان، تغییر شکل زندگی و رفتار حیوانات، گسترش گونه های مهاجم (Trombulak & Frissel, 2000)، برهم خوردن جریانهای آبی، افزون شدن میزان رسوبات، برهم خوردگی خاک، لغزش و رانش (Spellerberg, 1998)، آسیب و جراحات توده جنگلی، انهدام برخی زیستگاه ها از جمله این آسیب های زیست محیطی هستند (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱). سلیمی و همکاران (۱۳۹۰): احداث جاده اثرات منفی زیست محیطی از جمله کاهش سطح جنگل، تغییر میکروکلیم، تخریب زهکشی طبیعی، تغییر رژیم نوری، رطوبت و ... را در پی خواهد داشت.

همچنین تغییر ماکروفون خاک یکی دیگر از مهمترین پیامدهای جاده سازی در جنگل است؛ زیرا موجودات ماکروفون خاک در ایجاد هوموس (Morón-Ríos and Huerta-Lwanga, 2006)، آزاد سازی عناصر غذایی برای گیاهان طی معدنی کردن مواد آلی (Aquino et al., 2008) نقش دارند. آنان مواد معدنی و آلی را همچون میکروارگانیسیم‌ها در سراسر پروفیل خاک‌ها پراکنده و مخلوط می‌نمایند (Aquino et al., 2008; Kalisz and Powell, 2000; Morón-Ríos and Huerta-Lwanga, 2006). بنابراین تولید و پایداری اکوسیستم های جنگلی، مرتعی و اراضی زراعی، تا حد بسیار زیادی به تنوع و فعالیت ماکروفون خاک بستگی دارد. در مورد جنگل‌های زاگرس تاکنون اثر جاده سازی بر تنوع گونه‌های درختی و خصوصیات ماکروفون خاک گزارش نشده است؛ اما مطالعاتی در زمینه اثر جاده سازی بر روی خصوصیات کمی توده های جنگلی به ویژه در جنگلهای شمال کشور انجام شده است.

پارساخو و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی تاثیر جاده های جنگلی آسفالته و خاکی بر میزان موجودی حجمی توده‌های حاشیه جاده و مجاور در رویشگاه‌های جنگلی شمال کشور نشان دادند که موجودی در هکتار حاشیه‌های جاده جنگلی آسفالته بیشتر از جاده خاکی بود. احتمالاً دسترسی به نور بیشتر، حاصلخیزی خاک و شکل‌گیری جزیره گرمایی در اطراف دالان حمل و نقل موجب افزایش موجودی توده- های حاشیه جاده نسبت به توده‌های درونی جنگل می‌باشد. مباشر امینی و همکاران (۱۳۸۹) جاده ها از ارکان مهم طرح های جنگل‌داری و تنها راه دسترسی به جنگل جهت بهره برداری و یا عبور از آن می باشند. ساخت جاده باعث می شود که درختان حاشیه جاده نسبت به درختان داخل توده نور بیشتری دریافت کنند و رشد بیشتری نمایند و تا اندازه ای کاهش رویش ناشی از کاهش سطح را جبران کنند. و رویش سطح مقطع درختان کنار جاده به طور معنی‌داری بیشتر از سطح رویش درختانی است که در

بخش‌های درونی‌تر توده قرار دارند. حسینی (۱۳۸۹) اثر حاشیه‌ای جاده‌های جنگلی را بر روی برخی مشخصه‌های کمی و کیفی توده‌های مجاور مطالعه کردند و نشان دادند که قطر برابر سینه، رویش حجمی و ارتفاع درختان حاشیه جاده با توده‌های مجاور اختلاف معنی‌دار داشت؛ اما از نظر تراکم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نجفی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی و مقایسه تاثیر ساخت یک جاده درجه دو جنگلی بر زادآوری و تنوع زیستی درختان در ترانسه خاک‌برداری و خاک‌ریزی جاده‌جنگلی در جنگل‌های چمستان و لایوچ (نور-مازندران) پرداختند. نتایج نشان داد که، اختلاف میانگین زادآوری در دامنه‌های خاک‌برداری و خاک‌ریزی تا عمق ۳۵ متری داخل جنگل معنی‌دار نمی‌باشد. بازیاری و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی اثرات اکولوژیکی جاده‌های جنگلی بر تنوع گونه‌ای و ترکیب گونه‌های گیاهی در مکارود شمال دریافتند که شاخص‌های تنوع گونه‌ای در بالا و پایین، جاده آسفالتی و خاکی تفاوت معنی‌داری نداشته و تنها با فاصله از جاده تنوع گونه‌ای کاهش می‌یابد. واردی کولایی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی تنوع در توده‌های تمشک و توسکای حاشیه جاده جنگلی نشان دادند که جاده تاثیر منفی بر تنوع زیستی حاشیه جاده دارد و با افزایش فاصله از جاده به سمت داخل توده جنگلی، میزان تنوع گونه‌ای افزایش می‌یابد. سلیمی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی تاثیر جاده جنگلی و ویژگی‌های شیمیایی خاک اطراف آن بر روی رویش گونه توسکای ییلاقی نشان دادند که قطر برابر سینه در حاشیه جاده بیش از توده داخل عرصه بود و فقط فاکتور کربن در حاشیه بیشتر از داخل توده بود. با وجودی که بین میزان غلظت عناصر خاک در بالادست و پایین دست جاده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما ارتفاع درختان در بالادست جاده به طور معنی‌داری بیش از پایین دست جاده بود. سلیمان نژاد و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه قسمتی از جاده جنگل‌های سری ۸ لاروچال شمال نشان دادند که تنوع گونه‌ای درختی در پایین دست جاده بیشتر از بالادست جاده بود. همچنین تنوع گونه‌ای در هر دو سمت جاده به طرف داخل توده کاهش یافته است. در پایین دست جاده کیفیت درختان با افزایش فاصله از جاده افزایش یافته در حالیکه در بالا دست جاده وضعیت عکس این حالت بود. همچنین هرچه بر فاصله از جاده افزوده می‌شد بر میزان میانگین قطر برابر سینه درختان افزوده می‌شد در حالیکه در پایبندست جاده، وضعیت عکس وضعیت به دست آمده برای بالادست حاصل شده و میانگین قطر برابر سینه درختان با افزایش فاصله از جاده کاهش یافت.

فلوری و کلی (Flory and Clay, 2008) در مطالعه اثر جاده سازی بر روی توالی جنگل در جنوب ایندیانا در آمریکا نشان دادند که جاده سازی گیاهان و شرایط زیستگاهی آنها را در نزدیکی جاده‌ها تغییر می‌دهند و دو ویژگی جاده‌ها و ناهمگنی سنی، می‌تواند توزیع گیاهان را تحت تاثیر قرار دهد. آون و همکاران (Avon et al., 2012) در بررسی اثر استفاده از شن‌های سنگ آهک در جاده سازی، نشان دادند که بیشترین اثرات جاده روی جنگل تا فاصله‌های ۲۰ متری و حتی ۶۰ متری از جاده است. فریتاس و همکاران (Freitas et al., 2010)، در بررسی اثرات جاده‌ها، توپوگرافی و کاربری اراضی بر پویایی پوشش جنگلی در جنگل‌های آتلانتیک برزیل نشان دادند که جاده‌ها دارای تأثیرات بلند مدت بوده و در جنگل-زدایی و تکه تکه کردن جنگل‌ها مؤثر هستند.

مولروا و همکاران (Mullerova et al., 2011) در بررسی اثر جاده سازی بر روی جوامع گیاهی مجاور در منطقه خط بالای جنگل در جمهوری چک ابراز داشتند که تغییر ویژگی‌های خاک در امتداد جاده‌ها، تاثیر زیادی بر ساختار پوشش گیاهی به‌ویژه در اکوسیستم‌های فقیر از نظر مواد مغذی دارند. هوفمن و همکاران (Hofman et al., 2012) به بررسی تأثیر نمک پاشی جاده‌ها بر خواص میکروبی و شیمیایی خاک در جنگل‌ها و نواحی طبیعی حفاظت شده در مناطق جنگلی پارک ملی کوه کرکنوس و علف‌زارهای ککرینسکو در چک و اسلواکی در دو فصل بهار و پاییز پرداختند. نتایج نشان داد که خواص میکروبی و شیمیایی خاک در جنگل تا فاصله یک تا پنج متری از جاده بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته‌اند. هرچنانکه نمک پاشی وجود داشته است تغییرات در آن ناحیه افزایش پیدا کرده‌است. آون و همکاران (Avon et al., 2013) اثر فاصله جاده‌ی جنگلی روی تنوع زیر اشکوب‌های گیاهی در ۲۰ مکان در جنگل‌های فرانسه را مطالعه کردند. آن‌ها دریافتند که ساختار گیاهی در حاشیه جاده و مناطق داخلی‌تر جنگل به شدت متفاوت است. اثر اصلی جاده تا حدود پنج متر در عمق جنگل، گسترده شده‌است. دامبورس و همکاران (Dambros et al., 2013) در مطالعه تاثیرات جاده‌سازی روی ساختار بخشی از جنگل‌های آمازون در برزیل بیان کردند که جاده‌سازی نسبت به سایر انواع تخریب اکوسیستم، آسیب کمتری به جوامع موربانه‌ها وارد می‌کند و حتی در برخی موارد هر یک از دو بخش جنگلی ایجاد شده به وسیله جاده‌ها گروه‌های متنوع‌تری از موربانه‌ها را در خود جای می‌دهند. هاسیگوا و همکاران (Hasegawa et al., 2014) به بررسی اثرات جاده‌ها در ساختار جامعه حشرات راسته کولمبولا (Collembola) در جنگل همیشه سبز نیمه گرمسیری در جزیره اوکیناوا در جنوب غربی ژاپن پرداختند؛ آن‌ها نشان دادند که - آرایش و ترکیب دسته‌های کلمبلن (Collembolan) هم با فاصله از جاده جنگل و هم با مقادیر شاخص ساختار دسته‌های درختی مرتبط است. در مجموع، تغییرات در دسته‌های کولمبولا در حاشیه‌های جنگل به نظر می‌رسد که به خاطر تقلیل محتوای آب خاک و وجود گروه‌های درختی متفاوت از آن‌هایی که در عمق جنگل هستند، باشد. از تمام این مطالب می‌توان به این نتیجه رسید که جاده سازی در جنگل‌ها و به دنبال آن برداشت‌های مکانیزه محصول به تولید بیشتر می‌انجامد، اما ممکن است به طور جدی به خاک‌ها و تنوع فون و فلور جنگلی آسیب برساند که میزان و شدت این آسیب با فاصله از جاده‌ها کاهش می‌یابد. بدین - ترتیب ضرورت انجام چنین تحقیقی در جنگل‌های قالی کوه الیگودرز لرستان نیز احساس می‌شود. هدف از این پژوهش بررسی اثر جاده سازی بر تنوع زیستی گونه‌های درختی و خصوصیات ماکروفون خاک است.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه مورد مطالعه

قالی کوه یا غالیه کوه، از کوه‌های زاگرس در شهرستان الیگودرز در استان لرستان است (شکل ۱). حداکثر و حداقل ارتفاع از سطح دریا در منطقه به ترتیب ۴۰۵۵ و ۲۴۰۰ متر است. این منطقه از شمال غربی به سراب کیگوران از شرق به روستای کیزاندره و از جنوب شرقی به آبشار آب سفید ختم می‌شود و در شمال آن دشت لاله‌های واژگون قرار دارد. منطقه قالی کوه با وسعت ۱۱۳۶۵۴ هکتار در سال ۱۳۸۵ توسط

سازمان حفاظت محیط زیست به عنوان منطقه شکار و صید ممنوع اعلام گردید. پوشش گیاهی منطقه شامل گونه‌های بلوط ایرانی (شکل ۲ و ۳)، ارس، کیکم، زالزالک، گل‌ابی وحشی، بنه (پسته وحشی)، انجیر وحشی، نسترن وحشی، تمشک، شنگ، گون، لاله واژگون، لاله ایرانی و غیره است. شهرستان الیگودرز دارای آب و هوای سرد و معتدل است. میانگین بارندگی سالانه ۳۸۸/۵ میلی متر و میانگین دمای سالانه ۱۲/۳ درجه سانتی گراد است. بارش‌های زمستانه اغلب به صورت برف و بارش‌های بهاره و پاییزه به صورت باران است. نوع اقلیم نیمه خشک و طول دوره خشکی ۱۵۴ روز است. اقلیم منطقه مدیترانه ای با زمستان‌های سرد و تابستان‌های خشک است. طول دوره خشکی بین ۴ تا ۶ ماه متغیر است. حداقل و حداکثر درجه حرارت بین ۳۰- تا ۴۵+ درجه سانتی گراد است (فتاحی، ۱۳۹۴). تیپ خاک راندزین، قهوه ای جنگلی و لیتوسل باسنگ مادر آهکی کرتاسه است (مردانی و همکاران، ۱۳۹۱).

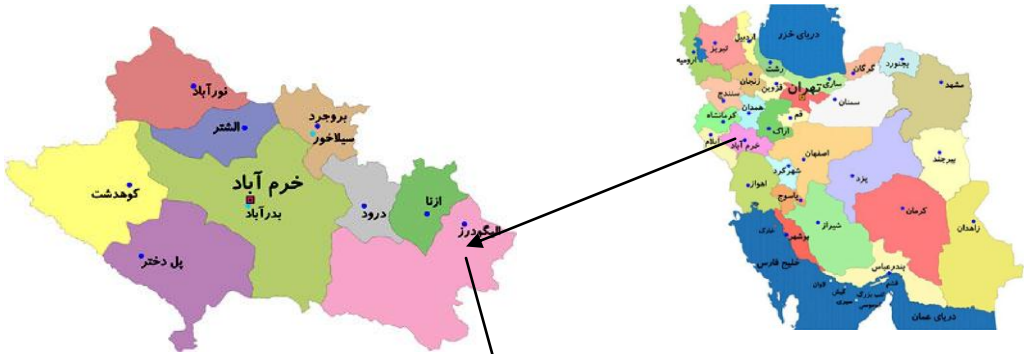
### روش تحقیق

#### روش نمونه‌برداری در عرصه

در دو طرف جاده دو ترانسکت به فاصله ۵۰ تا ۱۰۰ متر از یکدیگر در نظر گرفته شدند و قطعات نمونه (پلات ها) به ابعاد ۱۰×۱۰ متر در روی هر ترانسکت در فواصل صفر، ۲۰، ۵۰ و ۹۰ متری مستقر شدند و برداشت‌های لازم در آنها انجام شد. در هر یک از قطعات نمونه، فاکتورهای کمی و کیفی مختلفی از پوشش گیاهی و ماکروفون خاک اندازه گیری شدند.

#### بررسی وضعیت کمی و کیفی درختان

بررسی وضعیت کمی و کیفی درختان در داخل قطعه‌های مورد مطالعه از طریق فرم‌های آماربرداری انجام شد. فاکتورهای کمی مورد بررسی شامل قطر، ارتفاع و قطر تاج درختان بودند. وضعیت کیفی درختان نیز از نظر سالم یا ناسالم بودن، زنده یا مرده بودن، شادابی درختان، داشتن نشانه‌هایی نظیر چنگالی بودن و هم‌چنین داشتن پوسیدگی به صورت درصدی مورد بررسی قرار گرفتند. الف) اندازه گیری درصد پوشش: پس از استقرار پلات ها در هر ترانسکت، قطر تنه، تاج پوشش و ارتفاع درختان اندازه‌گیری شد. ب) اندازه گیری تراکم: پس از استقرار پلات ها، با شمارش تعداد درختان، میزان تراکم گونه‌های درختی در هر پلات بدست آمد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و تصویر هوایی آن (Google Earth)



شکا ۳- حرا، دام، جنگا، هاء، منطقه مورد مطالعه



شکا ۲- حاده، جنگا، هاء، منطقه مورد مطالعه

### بررسی تنوع گونه‌ای درختی

برای بررسی تنوع گونه‌ای در قطعه نمونه‌های مورد مطالعه از شاخص تنوع سیمپسون (رابطه ۱)، استفاده شد.

$$1-D = 1 - \sum P_i^2 \quad \text{رابطه ۱}$$

$1-D$ : شاخص تنوع سیمپسون،

$P_i$ : فراوانی نسبی گونه  $i$  در اجتماع

این رابطه برای برآورد شاخص تنوع فقط در جمعیت نامحدود مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیلو در سال ۱۹۶۹ نشان داد که برای جمعیت محدود می‌توان از رابطه (۲) استفاده کرد:

$$1-\hat{D} = 1 - \sum_{i=1}^s \left[ \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \right] \quad \text{رابطه ۲}$$

$n_i$ : تعداد افراد گونه  $i$  در پلات‌ها

$N$ : تعداد کل افراد در پلات‌ها

$S$ : تعداد گونه در پلات‌ها

### بررسی ماکروفون خاک

در هر پلات در پنج نقطه (چهار گوشه و مرکز پلات) پروفیلی به عمق ۳۰ سانتی متر حفر و نمونه خاک برداشت گردید و سپس ماکروفون خاک به روش دستی از نمونه‌های خاک جدا شده و از آنها عکس-برداری شد و سپس به منظور جلوگیری از تخریب نمونه‌ها، در داخل فرمالین قرار داده شدند و برای شناسایی به آزمایشگاه منتقل شدند (شکل ۴).

### نحوه تجزیه و تحلیل اطلاعات

در ابتدا با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف نرمال بودن داده‌های کمی مورد بررسی قرار گرفت. سپس با استفاده از آزمون Leven همگن بودن داده‌های کمی بررسی شد. برای مقایسه میانگین‌ها از تجزیه واریانس یک طرفه و از آزمون دانکن برای مقایسه گروه‌ها استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و ترسیم نمودارها نیز از طریق نرم افزار Excel انجام گرفت.



شکل ۴- نمونه هایی از ماکروفون خاک منطقه

#### نتایج

#### تأثیر جاده سازی بر تنوع گونه های درختی

جاده سازی اثر معنی داری بر روی تنوع گونه های درختی در اطراف جاده داشته است ( $P < 0.05$ ). بدین ترتیب که با عملیات جاده سازی و قطع درختان ناهمواری های محل رویش برخی درختان نیز از بین رفته و در نتیجه تنوع گونه های درختی کاهش پیدا کرده است (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر میانگین تنوع سیمپسون در فواصل مختلف از جاده

تنوع سیمپسون	فاصله از جاده (متر)
$0.1855 \pm 0.12$ a	۲۰
$0.174 \pm 0.136$ b	۵۰
$0.1845 \pm 0.107$ c	۹۰

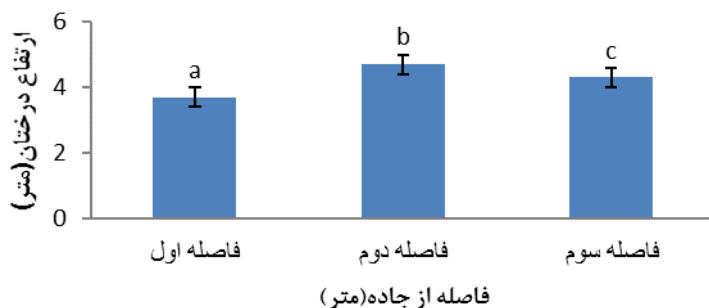
\* اعدادی که حروف متفاوت دارند، با هم اختلاف معنی دار در سطح ۹۵٪ دارند.

#### تأثیر جاده سازی بر مشخصه های کمی درختان

#### ارتفاع درختان

با افزایش فاصله از جاده، ارتفاع درختان افزایش معنی داری پیدا کرد ( $P < 0.05$ ) و در ادامه با افزایش فاصله بیشتر از جاده، ارتفاع درختان کاهش یافت این اختلاف بین درختان معنی دار بود (شکل ۵).

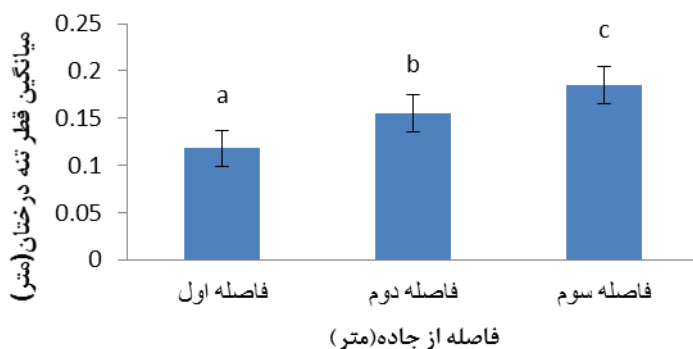




شکل ۵- میانگین ارتفاع درختان در پلات ها

### قطر تنه درختان

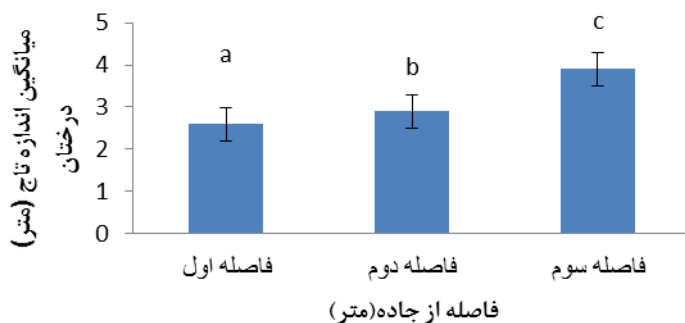
با افزایش فاصله درختان از جاده قطر تنه درختان افزایش معنی داری پیدا کرد ( $P < 0.05$ ) (شکل ۶).



شکل ۶- میانگین قطر تنه درختان در پلات ها

### تاج پوشش درختان

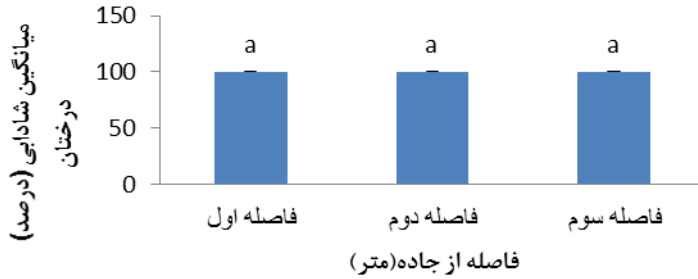
با افزایش فاصله درختان از جاده ارتفاع تاج پوشش درختان افزایش معنی داری پیدا کرد ( $P < 0.05$ ) (شکل ۷).



شکل ۷- میانگین اندازه تاج درختان در پلات ها

### تأثیر جاده سازی بر کیفیت درختان

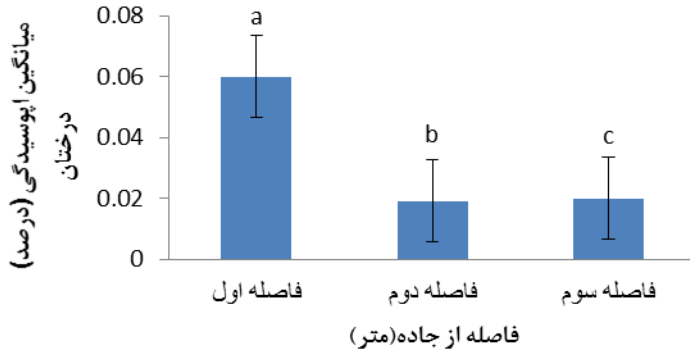
با افزایش فاصله درختان از جاده کیفیت درختان تغییر معنی داری نشان نداد ( $P < 0.05$ ) (شکل ۸).



شکل ۸- میانگین شاداب بودن درختان در پلات ها

### تأثیر جاده سازی بر خسارات وارده بر درختان

با توجه به بررسی ها و جنگل گردشی های اولیه در منطقه تحقیق، به منظور تعیین شدت آسیب- دیدگی درختچه های سرپا از روش نمونه برداری منظم تصادفی با استفاده از قطعات نمونه با مساحت ثابت استفاده شد؛ سپس فرم های لازم برای بررسی خسارت های وارد بر درختچه های جنگل تهیه شد. نتایج نشان داد با افزایش فاصله درختان از جاده پوسیدگی درختان نیز کاهش پیدا کرده بود و این اختلاف بین درختان معنی دار بود (شکل ۹).

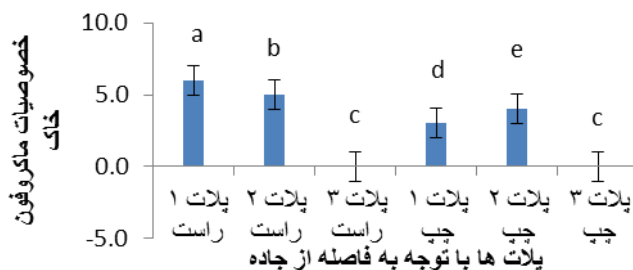


شکل ۹- میانگین پوسیدگی درختان در پلات ها

ذکر این نکته ضروری است که در مناطقی که با رویش مجدد درختان روبرو بوده است رویش از نوع ریشه زاد بوده و میانگین سن درختان مناطق نزدیک به جاده در مقایسه با مناطق دور از جاده کمتر بوده است.

### تأثیر جاده سازی بر تعداد ماکروفون خاک

با افزایش فاصله درختان از جاده تعداد کرم‌های خاکی کاهش پیدا کرده بود و این اختلاف بین جاده سازی و تعداد ماکروفون خاک معنی دار بود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- خصوصیات ماکروفون خاک در پلات‌ها

### بحث و نتیجه گیری

#### تنوع زیستی گونه‌های درختی

با افزایش فاصله از جاده تنوع گونه‌ای درختی افزایش می‌یابد زیرا شکسته شدن شیب دامنه در اثر جاده سازی، تنوع گونه‌ای را در مجاورت جاده کاهش می‌دهد که با نتایج نجفی و همکاران (۱۳۸۹)، کرمی‌راد (۱۳۹۳)، فلوری و همکاران (۲۰۰۸)، مطابقت دارد. اما برعکس نتیجه بازیاری و همکاران (۱۳۹۰) است که علت آن توپوگرافی یکسان در تمام مناطق مورد مطالعه ایشان می‌باشد. در حالی که در مطالعه حاضر توپوگرافی یکسان نبوده و شیب یکی از عوامل تعیین کننده تنوع گونه‌ای در منطقه است.

#### مشخصه‌های کمی درختان

با افزایش فاصله از جاده خصوصیات کمی درختان مانند ارتفاع درختان، قطر تنه و تاج پوشش درختان افزایش می‌یابد. بدین ترتیب که با عملیات جاده‌سازی و قطع درختان در مناطق نزدیک به جاده به علت رشد درختان جوان میانگین ارتفاع درختان دارای کاهش محسوسی در مقایسه با مناطق دورتر از جاده بوده است. اما به علت دریافت نور و گرمای بیشتر در حاشیه جاده درختان تاج پوشش بیشتری داشتند.

#### مشخصه‌های کیفی درختان

با افزایش فاصله از جاده خصوصیات کیفی درختان تغییری نکرده است بدین ترتیب که با عملیات جاده‌سازی و قطع درختان و رویش درختان جدید، اکثر درختان از شادابی برخوردار بودند.

#### خسارات وارده بر درختان

نتایج نشان داد که با افزایش فاصله از جاده میزان پوسیدگی درختان افزایش می‌یابد. بدین ترتیب که با عملیات جاده‌سازی و قطع درختان در مناطقی که با قطع زیادی از درختان روبه رو بوده است به دلیل رویش مجدد و جوان بودن درختان میزان پوسیدگی کم و در مناطقی که درختان کمتری قطع شده بودند و سن درختان به نسبت مناطق نزدیک به جاده بیشتر بوده است و یا هنگام انجام عملیات جاده‌سازی مورد

آسیب قرار گرفته بودند؛ پوسیدگی در درختان آن نواحی بیشتر بوده است. همان‌طور که عزتی و همکاران (۱۳۹۳)، به نتیجه مشابهی دست یافتند.

### ماکرو فون خاک

با افزایش فاصله از جاده تعداد کرم‌های خاکی کاهش یافت. بین جاده‌سازی و خصوصیات ماکروفون خاک اختلاف معنی‌داری وجود دارد؛ بدین ترتیب که با عملیات جاده‌سازی و قطع درختان در مناطق نزدیک جاده به علت انباشت بقایای گیاهی حاصل از قطع درختان و منطقه مجاور تعداد کرم‌های خاکی زیاد و در مناطق دور از جاده که عمدتاً دارای شیب زیاد بوده‌اند کرم خاکی مشاهده نگردید. در حالی که هاسگوا (۲۰۱۴)، به نتیجه عکس نتیجه فوق دست یافتند؛ به عبارتی نتیجه کار آنها بیان می‌کرد که با افزایش فاصله از جاده تعداد موجودات ماکروفونی خاک (به طور اختصاصی کلمبولا) افزایش می‌یابد زیرا خاک حاشیه جاده از حجم آب کمتری برخوردار است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که جاده‌سازی با تنوع و تعداد گونه‌های درختی، وضعیت کیفی درختان و خصوصیات ماکروفون خاک دارای اختلاف معنی‌داری است. جاده‌سازی در فواصل نزدیک سبب یک‌نواختی گونه‌ها، شادابی درختان و افزایش ماکروفون خاک در عمق ۳۰ سانتی متری خاک شده است.

### سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از زحمات و تلاش‌های رضا جعفری در انجام نمونه برداری‌های میدانی تقدیر و تشکر می‌گردد.

### منابع

- بازیاری، م.، جلیل‌وند، ح.، کوچ، ی.، حسینی، س.ع.ا. ۱۳۹۰. اثرات اکولوژیکی جاده‌های جنگلی بر روی تنوع زیستی و ترکیب گونه‌های گیاهی (مطالعه موردی: طرح‌های جنگلداری لیرهسر، گلند رود و مکارود). مجله پژوهش‌های گیاهی؛ ۵۱-۴۱: (۱) ۲۷.
- پارساخو، آ.، جلیلود، ح.، حسینی، س.ع.ا.، شیخی، م. ۱۳۸۷. تاثیر جاده‌های جنگلی آسفالت‌ه و خاکی بر میزان موجودی حجمی توده‌های حاشیه جاده و مجاور. مجله علووم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵ (۵): ۹۱-۸۲.
- حسینی، س.ز. ۱۳۸۹. اثر حاشیه‌ای جاده‌های جنگلی بر مشخصه‌های کمی توده‌های مجاور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده جنگلداری و فناوری چوب و کاغذ. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۲۷ صفحه.
- سلیمان‌نژاد، ش.، رافت‌نیا، ن.ا.، موسوی، س.ن.ا. ۱۳۹۴. اثرات جاده‌های جنگلی بر درختان حاشیه‌ای (مطالعه موردی: جنگل سری یک ماشلک نوشهر)، اولین کنگره بین‌المللی در مسیر توسعه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، کشور لهستان-شهر ووج، گروه آموزش و پژوهش شرکت مهندسی بارو گستر پارس، آکادمی آکسفورد سرت انگلستان،

- سلیمی، م.، حسینی، سید. ع.، جلیلود، ح.، حجتی، محمد. ۱۳۹۰. تاثیر نوع جاده جنگلی و ویژگیهای شیمیایی خاک اطراف آن بر رویش گونه توسکای بیلاقی (*Alnus subcordata*) (مطالعه موردی: دارابکلا-مازندران). مجله تحقیقات علوم و مهندسی جنگل، ۱ (۳): ۴۵-۵۲.
- صادقی، م.، لطفعلیان، م.، حسینی، س. ع. ا. ۱۳۹۱. جاده جنگلی و آسیب های زیست محیطی. نشریه حفاظت و بهره برداری از منابع طبیعی. ۱ (۳): ۳۱-۴۰.
- عزتی. س.، نجفی. ا.، حسینی. و. ۱۳۹۳. ارزیابی روند بازیابی خاک و استقرار تجدید حیات طبیعی در مسیر چوبکشی پس از گذشت ۲۰ سال از اجرای چوبکشی زمینی. مجله جنگل ایران\_انجمن جنگل بانی ایران؛ ۱۱۲-۹۹: (۱).  
مباشر امینی، ا.، نقدی، ر.، اسلام بنیاد، ا. ۱۳۸۹. اثرات جاده سازی بر رویش سطح مقطع درختان راش کناره جاده. اولین همایش ملی تحقیقات منابع طبیعی ایران، ۲۸ و ۲۹ مهرماه، سنندج، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان.
- نجفی. ا.، حسینی. س. م.، عزتی. س.، ترابی ورکی. م.، فخاری. م. ع. ۱۳۸۹. مقایسه زادآوری و تنوع زیستی درختان در ترانشه خاک برداری و خاک ریزی جاده جنگلی با افزایش فاصله از آن (مطالعه موردی: جنگل های چمستان، لاریج و نور). فصلنامه پژوهش های علوم و فناوری چوب و جنگل؛ ۱۷ (۴): ۱۵۲-۱۳۹.
- واردی کولایی، س. م.، جلیلود ح.، حجتی س. م.، پارساخو آ. ۱۳۹۰. بررسی تنوع زیستی در توده های تمشک و توسکای حاشیه جاده جنگلی، همایش منطقه ای دانش محوری در مدیریت پایدار کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- Aquino, A.M., Silva, R.F., Mercante, F.M., Correia, M.E. F., Guimaraes, M.F., Lavelle, P. 2008. Invertebrate soil macrofauna under different ground cover plants in the no-till system in the Cerrado. European journal of soil biology, 44: 191-197.
- Avona, C., Bergesa, L., Dumasa, Y., Dupouey, J.L. 2013. 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, 1546-1555
- Avona, C., Dumasa, Y., Bergesa, L. 2012. Management practices increase the impact of roads on plant communities in forests, 24-31
- Dambrosa, C. de S., Silvab, V.N.V., Azevedob, R., Morais J.W. 2012. Road-associated edge effects in Amazonia change termite community composition by modifying environmental conditions, 279-285
- Mullerovaa, J., Vítkováa, M., Vítek, O. 2011. The impacts of road and walking trails upon adjacent vegetation: Effects of road building materials on species composition in a nutrient poor environment, 3839-3840
- Kalish, P.J., Powell, J.E. 2000. Invertebrate macrofauna in soils under old growth and minimally disturbed second growth forests of the Appalachian mountains of Kentucky. American Midland Naturalist, 144: 297-307.
- Morón-Ríos, A., Huerta-Lwanga, E. 2006. Soil macrofauna of two successional evergreen cloud forest stages from the Cerro Huitepec nature reserve, San Cristóbal De Las Casas, Chiapas, México. Interciencia, 31(8): 611-615.
- Hasegawa, M., Sasaki, T., Sato, H., Abe, S. 2014. Effects of roads on collembolan community structure in subtropical evergreen forests on Okinawa Island, southwestern Japan, 13-21.

- Flory, S. L., Clay, K. 2008. Effects of roads and forest successional age on experimental plant invasions, 2531-2537
- Freitas, S.R., Hawbaker, T.J., Metzger, J.P. 2010. Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian Atlantic Forest, 259:410-417
- Spellerberg, I. 1998. Ecological effects of roads and traffic: a literature review. *Global Ecology and Biogeography*, 7: 317-333.
- Trombulak, S.C., Frissell, C.A. 2000. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. *Conservation Biology*, 14: 18-30