

تأثیر جاده جنگلی بر تنوع گونه‌های علفی و استقرار زادآوری درختی (مطالعه موردی: جنگل خیرود)

- ❖ سمیه کرمی‌راد؛ کارشناس ارشد مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
- ❖ احسان عبدی*؛ دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
- ❖ باریس مجنونیان؛ استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
- ❖ وحید اعتماد؛ دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
- ❖ هرمز سهرابی؛ استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

چکیده

ساخت جاده‌های جنگلی به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در ایجاد تغییرات اکولوژیکی می‌تواند بر تنوع و ترکیب گونه‌ها در حاشیه جاده تأثیرگذار باشد. این پژوهش به‌منظور بررسی تنوع گونه‌های علفی و استقرار زادآوری درختی در فواصل مختلف از حاشیه جاده و نیز بررسی تأثیر جاده، در بخش‌های پاتم و نمخانه جنگل خیرود انجام گرفت. بدین منظور، در شش فاصله ۰، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ متر و در سمت ترانشه خاک‌برداری و خاک‌ریزی ماکروپلات‌های ۱۰۰ متر مربع (۲۰×۵ متر) برای نمونه‌برداری گونه‌های علفی و درون آنها، میکروپلات‌های ۲×۲ متر برای نمونه‌برداری زادآوری درختی استفاده شد (۷۸ قطعه نمونه گونه علفی و ۱۵۶ قطعه نمونه زادآوری درختی). در داخل هر کدام از قطعات نمونه اطلاعات رویشگاه، نوع گونه‌های گیاهی و نهال‌ها و فراوانی آنها براساس مقیاس لوندو برداشت شد. برای بررسی تنوع از شاخص‌های سیمپسون و شانون-وینر، شاخص غنای تعداد گونه (S) و شاخص یکنواختی پیلو استفاده شد و آنالیز داده‌ها در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی انجام گرفت. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که فاصله از جاده به‌طور معنی‌داری بر ترکیب و تنوع گونه‌های علفی و زادآوری درختی تأثیر دارد. همچنین نتایج آنالیز چندمتغیره (CCA) نشان داد که از بین عوامل محیطی مؤثر، کربن، اسیدیته و نیتروژن بیشترین اثر را در پراکنش گونه‌ها دارند. این نتایج به برنامه‌ریزان در طراحی دقیق و مناسب جاده جنگلی به‌منظور به حداقل رساندن خسارات وارد به رویشگاه و در نتیجه استقرار زادآوری و نیز انتخاب گونه‌های مناسب زیست مهندسی کمک می‌کند.

واژگان کلیدی: تنوع گونه‌ای، جاده‌های جنگلی، زادآوری درختی، غنا، گیاهان علفی، یکنواختی.

مقدمه

توسعه جاده از سازوکارهای اولیه در جدا شدن اکوسیستم‌ها و ایجاد زیستگاه حاشیه جاده، تغییر ساختار، عملکرد و افزایش دسترسی انسان است [۱]. اگرچه تأثیرات مثبت جاده‌های جنگلی انکارناپذیرند، نباید این نکته را نادیده گرفت که جاده‌ها سبب از بین رفتن سطحی از جنگل می‌شوند که پیامدهای خاص خود را خواهد داشت. در واقع جاده‌سازی دخل و تصرف در اکوسیستم طبیعی جنگل است که مانعی بر سر راه تعاملات موجود بین اجزای این اکوسیستم محسوب می‌شود [۲، ۳]. پس از ساخت جاده در جنگل، قطع درختان مسیر سبب افزایش نور و سطح فعالیت فتوسنتزی اشکوب زیرین می‌شود [۴] که در نتیجه شرایط مساعد برای حضور گونه‌های غیربومی و مهاجم در حاشیه جاده‌ها فراهم می‌آید. سطوح تخریب آشکوب بالا و شدت نور از عوامل اصلی در نفوذ گونه‌های غیربومی از کناره جاده به درون جنگل است. شدت نور و دما از حاشیه جاده به سمت بخش‌های داخلی جنگل کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد؛ ولی میزان رطوبت افزایش نسبی پیدا می‌کند؛ به طوری که خاک کناره جاده دست‌کم دوبرابر آب باران بیشتری دریافت می‌کند و تبخیر و تعرق از سطح زمین در کناره جاده افزایش می‌یابد [۵]. در این میکروکلیم، متغیرهای محیطی (مدت و شدت تابش نور، رطوبت نسبی، دما) و فاکتورهای خاک (pH، کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر در دسترس، حرارت و رطوبت خاک) در فواصل کوتاه تفاوت بسیار زیادی دارند [۶، ۷]. در مقایسه با درون جنگل، شرایط حاشیه جاده بیشتر تحت تأثیر پراکنش زیاد نور، دمای زیاد هوا و خاک، رطوبت نسبی کم و

افزایش سرعت باد و همچنین افزایش طبقات کربن آلی، pH، نیتروژن کل، فسفر در دسترس و رطوبت خاک است [۸-۱۲].

با اینکه جاده‌ها سهم کمی از مساحت جنگل را شامل می‌شوند، مجراهای اولیه در گسترش گونه‌های جدید به داخل توده‌های مدیریت‌شده‌اند و در تغییر غنا و ترکیب گیاهان در سطح توده‌ها تأثیر دارند [۵]. شرایط محیطی مانند نور در دسترس و رطوبت خاک به عنوان موانع محیطی رفتار می‌کنند و بر استقرار گونه‌های غیر بومی اثر می‌گذارند. بسیاری از آثار ناشی از به هم خوردگی خاک نیز می‌توانند به فعالیت‌های اولیه اکوسیستم، چرخه‌های آبی، جابه‌جایی عناصر مغذی و قابلیت دسترسی آنها لطمه وارد کنند. در واقع خاک می‌تواند عامل دیگری در فراوانی پوشش علفی در کناره جاده باشد [۱۳]. افزایش کربن و غلظت نیتروژن [۱۴] موجب افزایش تولید می‌شود. گونه‌هایی مانند *Brachypodium pinnatum* L در غلظت زیاد نیتروژن رویش می‌یابند [۱۵] و در کناره جاده گونه‌ای مانند *Festuca drymeia* Mert. به دلیل دسترسی بیشتر به نور حضور دارد [۱۶] که این تغییرات در خاک بر رشد گیاه، ترکیب و تنوع گونه‌ها مؤثر است [۱۷، ۱۸].

در مطالعه‌ای در سه منطقه مکارود، گلندرود و لیره‌سر، زادآوری و تنوع زیستی در اطراف جاده‌های جنگلی بررسی شد [۱۹] و مهم‌ترین عامل اثرگذار در تنوع زیستی پوشش علفی و زادآوری موقعیت (فاصله از جاده) تعیین شد. همچنین اثر جاده‌های جنگلی بر خصوصیات خاک و پوشش گیاهی در جنگل‌های نکا (ظالم‌رود) بررسی شد [۲۰] و نشان داده شد که با افزایش فاصله از جاده، میزان تنوع زیستی پوشش علفی و زادآوری کاهش می‌یابد. در پژوهشی دیگر در

مواد و روش‌ها

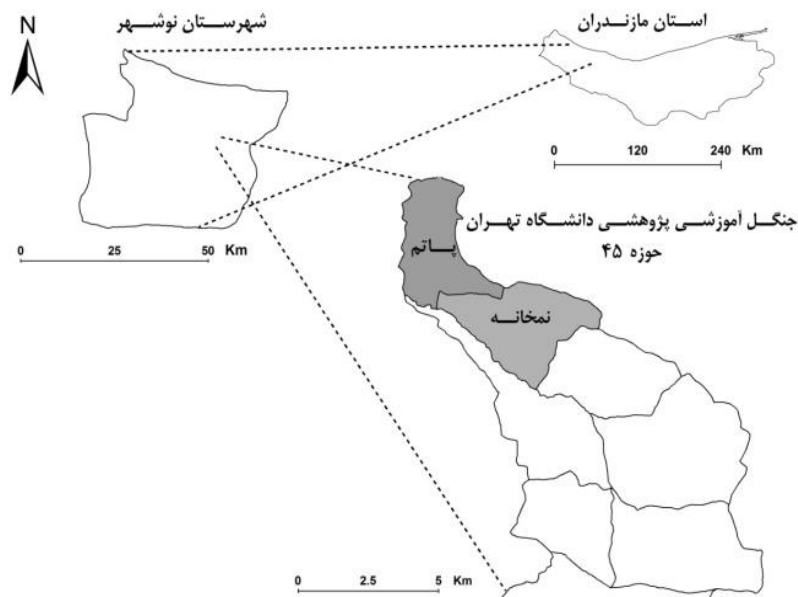
منطقه تحقیق

مطالعه حاضر در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود دانشگاه تهران، واقع در حوضه آبخیز ۴۵ اداره منابع طبیعی نوشهر واقع در استان مازندران انجام گرفت. این رویشگاه در هفت کیلومتری شرق نوشهر بین $36^{\circ} 27'$ تا $40^{\circ} 40'$ عرض شمالی و $51^{\circ} 32'$ تا $51^{\circ} 43'$ طول شرقی واقع شده که از شمال به نوار ساحلی و روستای نجارده و بندپی و از جنوب به بیلاقات و روستای کلیک و کهنه‌ده محدود می‌شود. مساحت کل منطقه حدود ۸۰۰۰ هکتار است. دو سری از مجموع هفت سری متعلق به این جنگل در بخش‌های پاتم و نمخانه برای این مطالعه انتخاب شدند (شکل ۱).

طبق داده‌های اقلیمی ثبت‌شده در طی یک دوره ۲۳ ساله در ایستگاه هواشناسی نوشهر (نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به منطقه تحقیق)، متوسط بارندگی سالیانه ۱۳۰۳ میلی‌متر، کمترین بارندگی ماهیانه ۴۱/۶

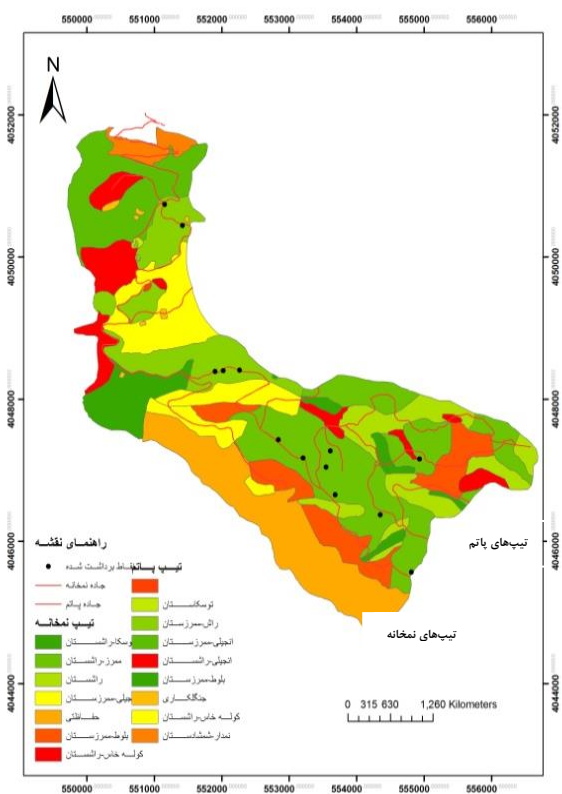
جنگل‌های خزان‌کننده آمریکا، فراوانی گونه‌های مهاجم و کمیاب در لبه جنگل نسبت به عمق جنگل به‌طور معنی‌داری بیشتر و میزان نهال‌های درختی در لبه جنگل کمتر بود و ناهمگنی در کنار جاده بیشتر از داخل جنگل بود [۲۱]. همچنین مطالعه‌ای در جنگل‌های ویسکانسین آمریکا نشان داد که غنای گونه‌ها و تنوع گیاهان بومی و پراکنش گونه‌های مهاجم، به‌طور واضح با فاصله از جاده ارتباط دارند و جاده‌ها شرایط داخلی (فراوانی و ترکیب گونه‌ای) جنگل را تغییر می‌دهند [۲۲].

از آنجا که ساخت جاده‌های جنگلی می‌تواند سبب تغییر در تنوع و ترکیب گونه‌های کناره و کف جنگل شود، بررسی تنوع و ترکیب گونه‌های علفی و زادآوری درختی از حاشیه جاده به عمق جنگل، حد تأثیر جاده‌های جنگلی را نمایان می‌کند. پژوهش حاضر به بررسی اثرهای اکولوژیکی جاده‌های جنگلی بر تنوع زیستی و ترکیب گونه‌های گیاهی حاشیه آن می‌پردازد.



شکل ۱. موقعیت منطقه تحقیق

به صورت موازی با محور جاده قرار گرفتند. سپس ماکروپلات‌های ۱۰۰ متر مربع (۵ × ۲۰ متر) برای نمونه‌برداری گونه‌های علفی و درون آنها، میکروپلات‌های ۲×۲ متر برای نمونه‌برداری زادآوری درختی پیاده شدند (۷۸ قطعه نمونه گونه علفی و ۱۵۶ قطعه نمونه زادآوری درختی). در داخل این پلات‌ها اطلاعات نوع گونه‌های گیاهی و نهال‌ها، ضرایب فراوانی - غلبه آنها (براساس مقیاس لوندو) [۲۴] و درصد تاج پوشش جنگل (به عنوان برآوردی از وضعیت نور) ثبت شد. برای هر کدام از ترانسکت‌های اصلی نیز تیپ جنگل، درصد و جهت شیب (آزیموت) اندازه‌گیری و ثبت شد.

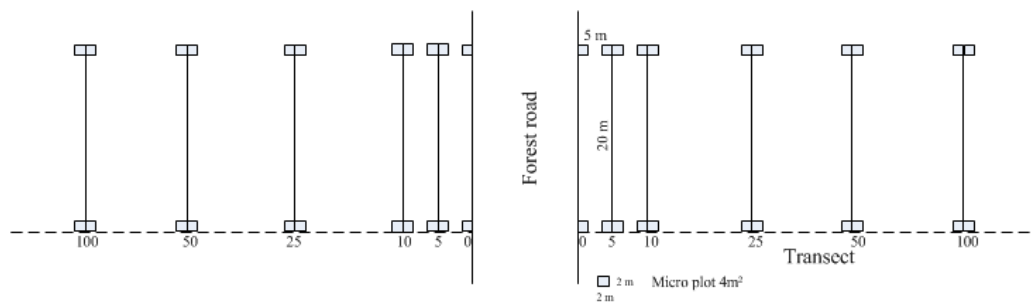


شکل ۲. موقعیت نقاط برداشت شده بر روی جاده در بخش‌های پاتم و نمخانه

میلی‌متر در مرداد و بیشترین بارندگی ماهیانه ۲۳۵/۴ میلی‌متر در مهر است [۲۳]. متوسط درجه حرارت سالانه ۱۶/۲ درجه سانتی‌گراد، متوسط درجه حرارت حداکثر گرم‌ترین ماه سال ۲۵/۸ درجه سانتی‌گراد (مرداد) و متوسط درجه حرارت حداقل سردترین ماه سال ۷/۱ درجه سانتی‌گراد (بهمن) است. بیشتر خاک‌های تشکیل دهنده از هوازدگی سنگ آهکی به وجود آمده‌اند که پوشش گیاهی در تکامل آنها تأثیر بسزایی داشته که در اغلب نقاط دارای خاک‌های مولی‌سول و آلفی‌سول است، عمده تیپ گیاهی ذکر شده راش آمیخته با افرا و شیردار و نیز راش-ممرز است.

روش پژوهش

ابتدا با استفاده از نقشه تپولوژی هر سری، ۱۳ نقطه در بخش‌های پاتم و نمخانه انتخاب شدند (شکل ۲). سپس در طبیعت با استفاده از GPS و توجیه نقشه (به ویژه استفاده از موقعیت مکانی نسبت به جاده‌ها)، این نقاط بازبازی شدند. هر جا که به دلیل وجود شرایط توپوگرافی ویژه، همپوشانی دو جاده موازی، وجود روشنیه یا وجود دپو امکان استقرار ترانسکت وجود نداشت، محل ترانسکت ۲۰۰ متر به پایین یا بالاتر از نقطه مشخص شده تغییر داده شد. این ترانسکت‌های اصلی روبه‌روی همدیگر و به سمت بالا و پایین شیب قرار گرفتند تا به اندازه کافی نمونه از قسمت بالا و پایین ترانسه‌های جاده برداشت شود و تأثیر احتمالی زهکشی جاده بر پوشش گیاهی نیز بررسی شود. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، هر کدام از ترانسکت‌های مورد بررسی دربرگیرنده شش ترانسکت فرعی بودند که در فواصل صفر، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ متری از جاده



شکل ۳. روش نمونه‌برداری در اطراف جاده‌های جنگلی

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تعداد گونه‌های علفی و زادآوری درختی مورد اندازه‌گیری در ترانسکت‌ها وارد نرم‌افزار Past 1.39 شد و میزان تنوع با شاخص‌های شانون-وینر و سیمپسون و یکنواختی با شاخص پیلو محاسبه شد. ابتدا نرمال بودن داده‌ها به وسیله آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. سپس اثر فاصله از بالا و پایین جاده بر شاخص‌های تنوع، غنا، یکنواختی با استفاده از آنالیز واریانس دوطرفه در قالب رویه GLM

(General Linear Model) تعیین شد. کلیه محاسبات آماری در نرم‌افزار SPSS 16 انجام پذیرفت. برای تعیین مهم‌ترین عوامل محیطی تأثیرگذار بر ترکیب زادآوری، آنالیز گرادیان مستقیم (CCA) با استفاده از نرم‌افزار Canoco 4.5 انجام گرفت [۲۵].

نتایج و بحث

در این بررسی در مجموع، ۴۸ گونه علفی و ۱۵ گونه درختی و درختچه‌ای شناسایی شد که در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱. اسامی گونه‌های علفی موجود در منطقه تحقیق

نام اختصاری در این مطالعه	نام علمی	ردیف	نام اختصاری در این مطالعه	نام علمی	ردیف
saeb	<i>Sambucus ebulus</i> L.	۲۰	Pone	<i>Poa nemoralis</i> L.	۱
sevi	<i>Setaria viridis</i> L.	۲۱	ptede	<i>Pteris dentata</i> Forssk	۲
paof	<i>Parietaria officinalis</i> L.	۲۲	oxaco	<i>Oxalis corniculata</i> L.	۳
calse	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br.	۲۳	Dryfmas	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott.	۴
convo	<i>Convolvulus</i> sp	۲۴	adicv	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	۵
polpe	<i>Polygonum persicaria</i> S.F.Gray	۲۵	ment	<i>Mentha aquatica</i> L.	۶
frve	<i>Fragaria vesca</i> L.	۲۶	pore	<i>Potentilla reptans</i> L.	۷
eupam	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	۲۷	Geur	<i>Geum urbanum</i> L.	۸
dipil	<i>Dipsacus pilosus</i> L.	۲۸	cagei	<i>Carex grioleti</i> Roem	۹
cyco	<i>Cyclamen coum</i> Miller.	۲۹	carem	<i>Carex remota</i> L.,	۱۰
phsc	<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newm.	۳۰	rubhi	<i>Rubus hirtus</i> L.	۱۱

ادامه جدول ۱. اسامی گونه‌های علفی موجود در منطقه تحقیق

نام اختصاری در این مطالعه	نام علمی	ردیف	نام اختصاری در این مطالعه	نام علمی	ردیف
bracho	<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P.	۳۱	physc	<i>Prunella vulgaris</i> L.	۱۲
urdi	<i>Urtica dioica</i> L.	۳۲	Geog	<i>Geranium robertianum</i> L.	۱۳
ceca	<i>Cephalanthera caucasica</i> Kranzl.	۳۳	laver	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bern.	۱۴
merpe	<i>Mercurialis perennis</i> L.	۳۴	lamal	<i>Lamium album</i> L.	۱۵
eqte	<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.	۳۵	plme	<i>Plantago media</i> L.	۱۶
castr	<i>Carex strigose</i> Huds.	۳۶	saneu	<i>Sanicula europaea</i> L.	۱۷
asod	<i>Asperula odorata</i> L.	۳۷	hyand	<i>Hypericum androsaemum</i> L.	۱۷
eppi	<i>Epimedium pinnatum</i> Fisch.	۳۸	soki	<i>Solanum kieseritzkii</i> C.A.Mey.	۱۹
asadm	<i>Asplenium adiantum nigrum</i> L.	۴۴	polap	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	۳۹
prhe	<i>Primula heterochroma</i> Stapf.	۴۵	vial	<i>Viola alba</i> Bess.	۴۰
hedpa	<i>Hedera pastuchovii</i> Woronow.	۴۶	cilut	<i>Circea lutetiana</i> L.	۴۱
hedhe	<i>Hedera helix</i> L.	۴۷	oplun	<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) P.	۴۲
Athffe	<i>Athyrium filix – femina</i> (L) Roth.	۴۸	smiex	<i>Smilax excelsa</i> L.	۴۳

جدول ۲. اسامی گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود در منطقه تحقیق

گونه‌های گیاهی		کد گونه
نام اختصاری در این مطالعه	نام علمی	
Carbe	<i>Carpinus betulus</i> L.	۱
Acve	<i>Acer velutinum</i> Boiss.	۲
Fagor	<i>Fagus orientalis</i> Lipesky.	۳
Alglu	<i>Alnus glutinosa</i> L.	۴
Ulgla	<i>Ulmus glabra</i> Hudson.	۵
Parper	<i>Parrotia persica</i> C.A.Mey	۶
Tilbeg	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	۷
Crata	<i>Crataegus microphylla</i> C.Koch.	۸
Accapp	<i>Acer cappadocicum</i> Gled.	۹
Prudi	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	۱۰
Quer	<i>Quercus castaneifolia</i> C.A.Mey.	۱۱
Mesger	<i>Mespilus germanica</i> L.	۱۲
Ilhy	<i>Ilex hyrcana</i> Pojark.	۱۳
Fraex	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	۱۴
Prudi	<i>Prunus divaricate</i> Ledeb.	۱۵

پوشش علفی

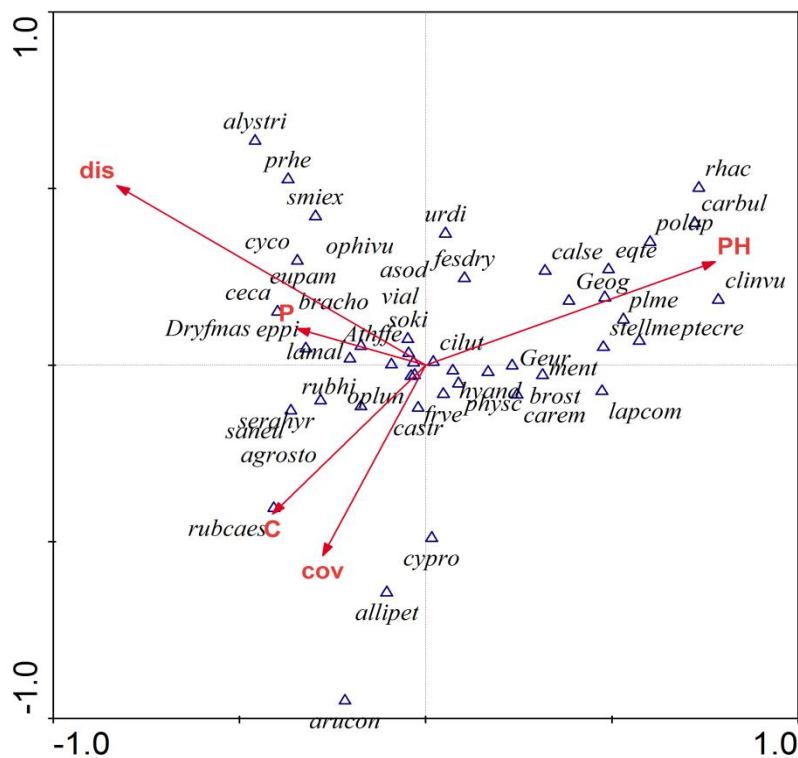
آنالیز گرادیان غیرمستقیم DCA نشان داد که در حدود ۱۸/۴ درصد از واریانس موجود در ترکیب زادآوری توسط متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده قابل تفسیر است. محور اول آنالیز غیرمستقیم DCA (طول گرادیان ۱/۶۳۷) بیشترین همبستگی را با فاصله از جاده و درصد کربن داشت، درحالی که محور دوم بیشترین همبستگی را با اسیدیته خاک نشان داد.

برای انتخاب مهم‌ترین متغیرهای محیطی تأثیرگذار، آنالیز گرادیان مستقیم CCA انجام گرفت. متغیرهای فاصله از جاده، درصد تاج‌پوشش، اسیدیته خاک، نیتروژن و کربن، تأثیرگذارترین متغیرها شناخته شدند و نمودار پراکنش گونه‌ها در فضای رسته‌بندی با این متغیرها رسم شد (شکل ۴). با توجه به شکل ۴، با افزایش فاصله از جاده، گونه‌های *Brachypodium*، *Epimedium pinnatum*، *Viola alba pinnatum*،

افزایش می‌یابند و با افزایش درصد کربن *Oplismenus*

Rubus hirtus undulatifolius دیده می‌شود.

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که بین شاخص‌های تنوع شانون-وینر و سیمپسون، شاخص غنای تعداد گونه و شاخص یکنواختی پیلو با فاصله از جاده ارتباط معنی‌داری وجود دارد. در واقع در کناره جاده، گونه‌های علفی دسترسی بیشتری به منابعی مانند نور دارند [۸] و همین عامل موجب افزایش تنوع زیستی نسبت به درون جنگل می‌شود. از طرفی هیچ‌یک از شاخص‌ها، در سمت بالا و پایین جاده این رابطه را نشان ندادند. همچنین به غیر از شاخص غنای تعداد گونه، بقیه شاخص‌ها با اثر متقابل فاصله و دامنه، رابطه معنی‌داری ندارند (جدول ۳) که این نتایج همسو با یافته‌های کریم و مالک (۲۰۰۸) است که بیان کردند فاصله از جاده می‌تواند بر تنوع، غنا و یکنواختی تأثیر بگذارد [۲۶].



شکل ۴. نمودار گونه-متغیرهای محیطی، حاصل از آنالیز CCA

جدول ۳. آنالیز واریانس شاخص‌های تنوع گونه‌های علفی در رابطه با مشخصه‌های مورد بررسی

Sig	F	شاخص‌های تنوع	منبع تغییرات
۰/۰۰۰	۸/۱۷۴	سیمپسون	فاصله از جاده
۰/۰۰۰	۱۴/۹۶۸	شانون	
۰/۰۰۰	۱۰/۷۹۸	تعداد گونه	
۰/۰۲۸	۲/۶۱۳	پیلو	بالا و پایین جاده
۰/۷۳۰	۰/۱۲۵	سیمپسون	
۰/۸۵۳	۰/۰۳۶	شانون	
۰/۱۵۲	۲/۳۴۶	تعداد گونه	فاصله × بالا و پایین جاده
۰/۵۵۶	۰/۳۶۶	پیلو	
۰/۰۰۲	۴/۰۲۴	سیمپسون	
۰/۰۶۱	۲/۱۷۷	شانون	فاصله × بالا و پایین جاده
۰/۳۷۹	۱/۰۷۳	تعداد گونه	
۰/۰۲۷	۲/۶۲۹	پیلو	

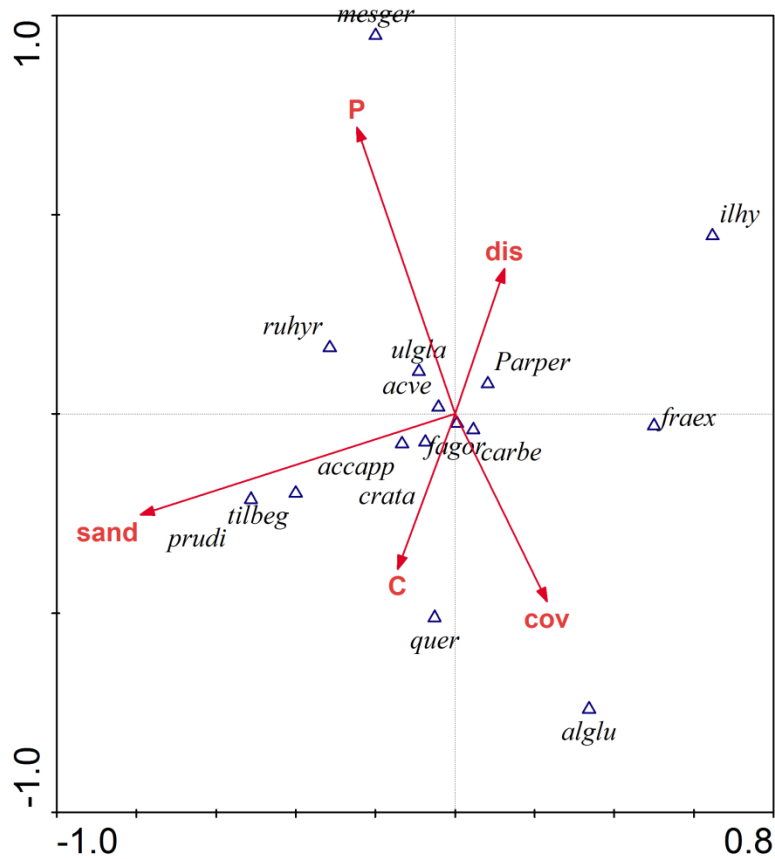
زادآوری گونه‌های درختی

آنالیز گرادیان غیرمستقیم DCA مشخص کرد که در حدود ۱۶/۴ درصد از واریانس موجود در ترکیب زادآوری توسط متغیرهای محیطی اندازه‌گیری شده قابل تفسیر است. محور اول آنالیز غیرمستقیم DCA (طول گرادیان ۰/۶۵۳) بیشترین همبستگی را با درصد تاج‌پوشش داشت.

متغیرهای فاصله از جاده، درصد تاج‌پوشش، اسیدیته خاک، نیتروژن، کربن و عمق لاشبرگ، تأثیرگذارترین متغیرها شناخته شدند و نمودار پراکنش گونه‌ها در فضای رسته‌بندی با این متغیرها رسم شد (شکل ۵). با توجه به شکل ۵، با افزایش فاصله، حضور گونه‌های راش، ملج؛ و با افزایش میزان تاج‌پوشش، درصد حضور گونه‌های بلوط و ممرز افزایش می‌یابد.

آنالیز واریانس دوطرفه زادآوری درختی نشان داد که شاخص‌های تنوع شانون-وینر و سیمپسون و شاخص غنای تعداد گونه، اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) با فاصله از جاده دارند و در مقابل میزان زادآوری کمی در

پلات‌های کناره جاده دیده می‌شود (جدول ۲) که با یافته‌های Avon et al. (2013) که بیان کردند فاصله از جاده می‌تواند بر تنوع، غنا و یکنواختی تأثیر بگذارد مطابقت دارد [۲۷]. در واقع توانایی و قابلیت استقرار زادآوری‌ها، به پراکنش، جوانه‌زنی و رقابت و زنده‌مانی بذر بستگی زیادی دارد [۲۸]. به دلیل کمبود مواد غذایی در شانه جاده، گونه‌های مستقر در این قسمت انرژی بیشتری را برای جذب مواد غذایی از قسمت‌های پایین مصرف می‌کنند [۲۹] که می‌تواند از عوامل محدودکننده محیط‌زیستی در زادآوری و رویش بذر محسوب باشد [۳۰]. مسئله استقرار زادآوری بسیاری از گونه‌ها در فواصل ابتدایی مربوط به رقابت بین گونه‌ها به‌ویژه گونه‌های علفی و فشرده‌گی خاک است. از دلایل دیگر در عدم استقرار زادآوری می‌توان به چرا و کوبیدگی خاک توسط دام و احشام که سبب اعمال فشار بر برخی از گونه‌های در حال استقرار می‌شوند اشاره کرد [۳۱]. این در حالی است که هیچ کدام از شاخص‌ها رابطه معنی‌داری با دامنه و اثر متقابل فاصله و دامنه نشان‌ندادند (جدول ۴).



شکل ۵. نمودار گونه-متغیرهای محیطی حاصل از آنالیز CCA

جدول ۴. آنالیز واریانس شاخص‌های تنوع زادآوری درختی در رابطه با مشخصه‌های مورد بررسی

Sig.	F	شاخص‌های تنوع	منبع تغییرات
۰/۱۹۴	۱/۵۰۲	سیمپسون	فاصله از جاده
۰/۳۴۵	۱/۱۳۶	شانون	
۰/۰۰۰	۵/۱۷۱	تعداد گونه	
۰/۰۰۰	۶/۰۲۹	پیلو	بالا و پایین جاده
۰/۴۹۹	۰/۴۸۶	سیمپسون	
۰/۷۸۱	۰/۰۸۰	شانون	
۰/۶۷۵	۰/۱۸۵	تعداد گونه	فاصله × بالا و پایین جاده
۰/۳۴۰	۰/۹۸۹	پیلو	
۰/۳۵۴	۱/۱۱۹	سیمپسون	
۰/۱۵۵	۱/۶۴۰	شانون	فاصله × بالا و پایین جاده
۰/۱۹۶	۱/۴۹۷	تعداد گونه	
۰/۷۰۴	۰/۵۹۵	پیلو	

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که فاصله از جاده به‌طور معنی‌داری بر ترکیب و تنوع گونه‌های علفی و زادآوری درختی تأثیر دارد. همچنین از بین مشخصه‌های مورد بررسی خاک، به‌ترتیب اسیدیته و کربن آلی بیشترین اثر را در میزان تنوع گونه‌ای پوشش علفی در ارتباط با فاصله از جاده؛ و کربن آلی و نیتروژن خاک بیشترین اثر را در تنوع گونه‌ای زادآوری درختی دارند. آنالیز CCA نشان داد که بین حضور گونه‌ها و فاصله از جاده ارتباط معنی‌داری وجود دارد. در حاشیه جاده، گونه‌های علفی تنوع

بیشتری نسبت به درون جنگل داشتند، در صورتی که در مورد زادآوری عکس این حالت دیده شد. در پایان تأکید می‌شود که مطالعات اکولوژی جاده برای پایش و کنترل تأثیر جاده‌های جنگلی بر تنوع زیستی بسیار مهم و ارزشمند است، زیرا جاده‌ها، مسیرهای دستیابی به اکوسیستم جنگل، هم برای انسان و هم برای گونه‌های گیاهی و جانوری مهاجم محسوب می‌شوند. با اطلاع به موقع از وضعیت پوشش گیاهی حاشیه جاده می‌توان مدیریت به‌روزتر و کارآمدتری را اعمال کرد.

References

- [1]. Saunders, S.C., Mislivets, M.R., Chen, J., and Cleland, D.T. (2002). Effects of roads on landscape structure within nested ecological units of the Northern Great Lakes Region, USA. *Biological Conservation*, 103: 209–225.
- [2]. Burroughs, E.R., Marsden, M.A., and Haupt, H.F. (1972). Volume of snowmelt intercepted by logging roads. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 98:1-12.
- [3]. Rummer, R.B., Stokes, B., and Graeme, L. (1997). Sedimentation associated with forest road surfacing in a bottomland hardwood ecosystem. *Forest Ecology and Management*, 90: 195-200.
- [4]. Wemple, B.C. (1998). Investigations of runoff production and sedimentation on forest roads. Ph.D. dissertation. Department of forest science, Oregon State University, Corvallis, p.234.
- [5]. Buckley, D. S., Crow, T. R., Nauertz, E. A., and Schulz, K.E. (2003). Influence of skid trails and haul roads on understory plant richness and composition in managed forest landscapes in Upper Michigan, USA. *Forest Ecology and Management*, 1(3): 509 - 520.
- [6]. Delgado, J.D., Arroyo, N.L., Arevalo, 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, and Islands). *Landscape and Planning*, 14 p.
- [7]. Williams-Linera, G. (1990). Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology*, 78:356-373.
- [8]. Jose, S., Gillespie, A.R., George, S.J., and Kumar, B.M. (1996). Vegetation responses along edge-to-interior gradients in a high altitude tropical forest in peninsular India. *Forest Ecology and Management*, 87: 51-62.
- [9]. Wales, B. (1972). Vegetation analysis of northern and southern edges in a mature oak-hickory forest. *Ecological Monographs*, 42: 451-471.
- [10]. Ranney, J., Bruner, M., and Levenson, J. (1981). The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands. In: Burgess, R., Sharpe, D. (Eds.), *Forest Islands Dynamics in Man-dominated Landscape*. Springer. New York, pp. 67-95.
- [11]. Brothers, T.S., and Spingarn, A. (1992). Forest fragmentation and alien plant invasion of central Indiana old-growth forests. *Conservation Biology*, 6: 91-100.
- [12]. Lopez de Casenave, J., Pelotto, J.P., and Protomastro, J. (1995). Edge-interior differences in vegetation structure and composition in a Chaco semi-arid forest, Argentina. *Forest Ecology and Management*, 72: 61-69.
- [13]. Lee, M., Manning, P., Rist, J., Power, S.A., and Marsh, C. (2010). A global comparison of grassland biomass responses to CO₂ and nitrogen enrichment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 365: 2047-2056.
- [14]. Le Bauer, D.S., and Treseder, K.K. (2008). Nitrogen limitation of net primary productivity in terrestrial ecosystems is globally distributed. *Ecology*, 89: 371-379.
- [15]. Bates, J.W. (1994). Responses of the mosses *Brachythecium-rutabulum* and *Pseudo sclerodium-purum* to a mineral nutrient pulse. *Functional Ecology*, 8: 686-693.
- [16]. Tilman D. (1984). The resource-ratio hypothesis of plant succession. *American Naturalist*, 125:439–64.



- [17]. Johnston, F.M., and Johnston, S.W. (2004). Impacts of road disturbance on soil properties and an exotic plant occurrence in Subalpine areas of the Australian Alps. *Arctic Antarctic and Alpin Research*, 2: 201-207.
- [18]. Widdicombe, C.E., Archer, S.D., Burkill, P.H., and Widdicombe, S. (2002). Diversity and structure of microplankton community during a cocolithophore bloom in the stratified northern north sea. *Deep Sea Research*, 49:2887-2930.
- [19]. Bazyari, M., Jalilvand, H., Kooch, Y., and Hosseini, S.A. (2014). Ecological Effects of Forest Roads on Biodiversity and Floristic Composition (Case Study; Leeresar, Galanderood, Makarood). *Iranian Journal of Biology*, 1(27):41-51.
- [20]. Lotfalian. M., Riahifar, N., Fallah,A., and Hodjati, S.A. (2012). Effects of roads on understory plant communities in a broadleaved forest in Hyrcanian zone. *Journal of Forest Science*, 58 (10): 446–455.
- [21]. Goldblum, D., and Beatty, S.W. (1999). Influence of old forest edge on a northeastern United States deciduous forest understory community. *Journal of the Torrey botanical society*, 4: 335-343.
- [22]. Watkins, R.Z., Chen, J.Q., and Brosofske, K.D. (2003). Effects of forest roads on understory plants in a managed hardwood landscape. *Conservation Biology*, 2:411-419.
- [23]. Ahmadi, M.T., Attarod, P., Marvi Mohadjer, M. R., Rahmani, R., and Fathi, J. (2009). Canopy interception loss in a pure oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand during the summer season. *Iranian Journal of Forest*, 1(2): 175-185.
- [24]. Londo, G. (1976). The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio*, 33: 61-64.
- [25]. Leps, J., and Smilauer, P. (2003). *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Cambridge University Press.
- [26]. Karim, M.N. and Mallik, A.U. (2008). Roadside revegetation by native plants: Roadside microhabitats, floristic zonation and species traits. *Ecological Engineering*, 32: 222–237.
- [27]. Avon, C., Bergers, L., Dumas, Y., and Berges,L. (2013). Management practices increase the impact of roads on plant communities in forests. *Biological Conservation*, 159: 24–31.
- [28]. Jones, P.D., New, N., Parker, D.E., Martin, S., and Rigor, I.G. (1999). Surface air temperature and its changes over the past 150 years. *Reviews of Geophysics*, 37:173–199.
- [29]. Tilman, D. (1988). *Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities*. Monographs in Population Biology 26. Princeton University Press, Princeton, NJ, 360 p.
- [30]. Newsome, W.T., Mikami, A., and Wurtz, R.H. (1986). Motion selectivity in macaque visual cortex. III. Psychophysics and physiology of apparent motion. *Journal of Neurophysiology*, 55:1340-1351.
- [31]. Barchuk, A.H., Díaz, M.P., Casanoves, F., Balzarín, M.G., and Karlin, U.O. (1998). Experimental study on survival rates in two arboreal species from the Argentinean dry Chaco. *Forest Ecology and Management*, 103: 203-210.
- [31]. Sheng, L.Z., Ting, T.Z., Yu, G., Zu, T.O., Jia, K.C., Bo, L., and Bin, Z. (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.