



بررسی اثرات جاده جنگلی بر پوشش گیاهی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، (مطالعه موردی: جنگل‌های شفارود، سری ۲)

رامین نقدی^۱، حسن پوربابایی^۲، مهدی حیدری^۳ و مهدیه نوری^۴

۱- دانشیار، دانشگاه گیلان، (نویسنده مسوول: rmaghdi@guilan.ac.ir)

۲ و ۴- دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان

۳- استادیار، دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۱۰

چکیده

به منظور ارزیابی اثرات جاده جنگلی بر پوشش گیاهی و برخی خصوصیات خاک جاده‌ای به طول ۴۰۰ متر انتخاب شد. نوع و تعداد زادآوری گونه‌های درختی و درختچه‌ای در قطعات نمونه‌ی ۱۰۰ مترمربعی و نوع و درصد پوشش گونه‌های علفی با استفاده از روش حداقل سطح در قطعات نمونه‌ی ۶۴ مترمربعی ثبت شد و با استفاده از آنالیز دو طرفه گونه‌های شاخص، پوشش علفی به صورت دو گروه طبقه‌بندی شد. نمونه‌های خاک در هر قطعه نمونه از عمق صفر الی ۱۰ سانتی‌متری برداشت شدند و برای تعیین مهم‌ترین عوامل خاکی تغییرپذیر و تبیین روابط بین ترکیب گونه‌ای و عوامل خاکی، آنالیزهای آماری چندمتغیره‌ی PCA و CCA و همچنین روش تجزیه‌ی واریانس به کار برده شد. طبق نتایج، ترکیب گونه‌های قطعات نمونه‌ی نزدیک جاده با قطعات نمونه‌ی داخل جنگل متفاوت بوده و در دو دسته‌ی مجزا گروه‌بندی شدند. درصد رطوبت، رطوبت اشباع، رس، تخلخل و کربن آلی در قطعات نمونه نزدیک جاده کاهش یافته، ولی بر مقدار شن، سیلت، وزن مخصوص ظاهری و اسیدیته این منطقه افزوده شده است. از بین زادآوری‌های ثبت شده، فراوانی توسکای بیلاقی اختلاف معنی‌داری را بین لبه جاده و داخل جنگل نشان داد. یافته‌های این تحقیق نشان داد جاده‌ها به طور مؤثری بر بوم‌سازگان‌های مجاور اثر می‌گذارند و لازم است که تا حد ممکن در هنگام احداث جاده‌های جنگلی از شدت تخریب و بهم اختلال کاسته شود.

واژه‌های کلیدی: جاده‌های جنگلی، پوشش گیاهی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، آنالیزهای چندمتغیره

مقدمه

می‌بایست کمترین خسارات به جنگل وارد شود. از این رو مسیرهای جاده باید با توجه به ویژگی‌های زیست‌محیطی مناطق و رعایت اصول آن طراحی شوند (۸). جاده‌ها در مقیاس

جاده‌های جنگلی نقشی اساسی در مدیریت، حفاظت و احیاء جنگل‌ها در مناطق کوهستانی دارند و با طراحی مناسب جاده‌ها

همکاران و نجفی و همکاران (۲۱،۵) تغییر 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 را نشان دادند. هدف از این تحقیق، بررسی شدت تأثیرگذاری اکولوژیکی جاده‌ی جنگلی روی پوشش گیاهی و برخی خصوصیات خاک با افزایش فاصله از آن می‌باشد. با توجه به این که راه حل اصولی در ارزیابی اکولوژیکی رویشگاه‌ها، مطالعه‌ی پوشش گیاهی از جنبه‌ی فلورستیک و بررسی خصوصیات خاک به طور مجزا نیست مطالعه همزمان عناصر رویشی و خاک در این مطالعه صورت گرفت و با توجه به اینکه گیاهان کف جنگل و نهال‌های گونه‌های جنگلی حساسیت بیشتری به شرایط و خصوصیات خاکی دارند و حضور آنها در یک منطقه‌ی خاص بازگوکننده‌ی شرایط خاص محیطی و به‌ویژه شرایط خاکی است، از این رو در بررسی‌های مربوط به پوشش گیاهی در این پژوهش، از گیاهان کف جنگل استفاده شد.

مواد روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

سری ۲ حوزه‌ی شفارود معروف به خجه دره بین طول جغرافیایی ۵۴° ۴۸' و ۱° ۴۹' و عرض جغرافیایی ۳۱° ۳۷' و ۳۳° ۳۷' قرار دارد. ارتفاع آن از سطح دریا بین ۲۵۰ متر تا ۱۱۵۰ متر می‌باشد و مساحت کل سری ۱۷۴۲ هکتار برآورد شده است. متوسط درجه حرارت سالانه ۱۶/۵ و معدل حداکثر درجه‌ی حرارت سالانه ۱۹/۷ و حداقل درجه‌ی حرارت سالانه ۱۱/۱ می‌باشد. غالباً این سری دارای بافت خاک

کوچک تا متوسط با ایجاد یک دالان در سطح رویشگاه به دلیل برداشت درختان جنگلی، موجب ایجاد تغییرات گسترده از نظر نور دریافتی، رطوبت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در طولانی مدت می‌شوند (۱۱). قطع کردن درختان در مسیر جاده باعث کاهش ریزش برگ‌ها از درختان و در نتیجه کاهش لاشبرگ می‌شود (۱۹). اثر حضور درختان و تاج پوشش حاصل از آنها بر جریان هوا، تغییرات دما و رطوبت هوا، رژیم آبی و رطوبت خاک و همچنین تبادل مواد موضوعی شناخته شده است (۳). بنابراین، هرگونه تغییر در تاج پوشش می‌تواند تغییرات قابل توجهی را در اکوسیستم‌های جنگلی سبب شود. کاهش درجه تراکم تاج پوشش و رقابت نوری در حریم جاده، امکان دسترسی به تشعشعات خورشیدی را برای انواع گیاهان فراهم می‌کند (۱۶). به این ترتیب میزان تراکم گیاهان پیرامون جاده با استقرار گونه‌های سریع‌الرشد و نورپسند نظیر توسکا، خرمندی، تمشک و ... افزایش می‌یابد (۱۷). لبه‌های جاده، نسبت به محیط‌های داخل جنگل به هجوم گونه‌های غیربومی آسیب‌پذیرتر است (۳،۲). کنار جاده با بالاترین سطح تخریب توأم با شرایط خاص رویشگاهی مانند تخریب خاک، آشکارسازی نور و خاک‌های مرطوب، برای گونه‌های غیربومی مطلوب هستند (۲۴،۲۰). برای بقاء هر نوع پوشش گیاهی امکان زادآوری اهمیت ویژه‌ای دارا می‌باشد. بلینکون و همکاران و ورونسکی (۳۰،۴) گزارش می‌دهند که در حاشیه‌ی جاده تا ۲-۳ متری اطراف آن نسبت به عمق جنگل کاهش زادآوری وجود دارد. همچنین بورینگ و

داده‌های مورد نیاز پیاده شد. در مجموع پلات‌ها نشان‌دهنده‌ی وضع کلی جنگل بودند. طرح نمونه‌برداری از جاده‌ی مذکور در شکل (۱) آمده است.

نمونه‌برداری از پوشش گیاه

اندازه‌گیری و ثبت زادآوری در قطعات نمونه‌ی ۱۰۰ مترمربعی صورت گرفت. در هر یک از این قطعات نمونه، نوع و تعداد تمام زادآوری درختی و درختچه‌ای با ارتفاع کمتر از ۱۵۰ سانتی‌متر و قطر یقه‌ی زیر ۱۲ سانتی‌متر به همراه نوع گونه‌های درختی ثبت شد. نمونه‌برداری از پوشش علفی با استفاده از روش قطعات نمونه حلزونی ویتاگر صورت گرفت و حداقل سطح ۶۴ مترمربع به دست آمد و در همان قطعه نمونه اصلی ۱۰۰ مترمربعی پیاده شد (۷). نوع گونه و درصد پوشش آنها نیز به روش براون- بلانکه تخمین زده شد (۶). اسامی علمی گونه‌های گیاهی با استفاده از منابع هرباریومی و تشخیص صحرائی تعیین شد.

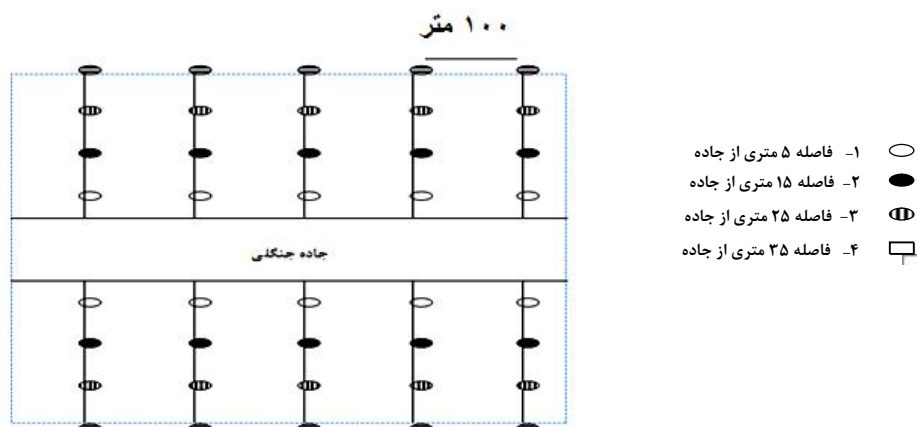
نمونه‌برداری از خاک

به‌منظور بررسی‌های مربوط به خاک، در مرکز قطعات نمونه اقدام به برداشت نمونه‌های خاکی از عمق صفر الی ۱۰ سانتی‌متری شد. درصد رطوبت طبیعی، درصد رطوبت اشباع، وزن مخصوص ظاهری و درصد رس، درصد سیلت، درصد شن، درصد تخرخل، اسیدیته و درصد کربن آلی نمونه‌های خاک نیز پس از انتقال به آزمایشگاه خاک و آماده‌سازی، تعیین شد.

سبک و pH اسیدی می‌باشد. در نقاط پر شیب این سری گونه‌های با ارزشی مثل ون، افرا، نمدار و راش دیده می‌شود. اما در نقاط کم شیب و کم ارتفاع به علت تخریب باعث ایجاد تپ‌های مختلفی از نظر فرم آمیختگی، ساختار و تراکم شده است. جاده جنگلی این سری دارای قدمت ۱۰ سال است.

روش نمونه‌برداری

به‌منظور ارزیابی اثرات جاده‌ی جنگلی بر پوشش گیاهی و برخی خصوصیات خاک، ۴۰۰ متر از جاده احداث شده در این منطقه که در تمام طول خود از لحاظ ارتفاع، جهت، تغییرات شیب و ترکیب گونه‌های دارای وضعیت یکنواختی بود، انتخاب شد. نمونه‌برداری روی خط (ترانسکت) انجام شد. تعداد ۱۰ ترانسکت در امتداد هم در دو طرف جاده (۵ ترانسکت در بالادست جاده و ۵ ترانسکت در پایین دست جاده) پیاده شد. اولین ترانسکت به صورت تصادفی و ترانسکت‌های بعدی با فاصله‌ی تقریباً ۱۰۰ متری تعیین شدند. ترانسکت‌ها از لبه‌ی جاده و قائم بر آن، تا عمق ۳۵ متری داخل جنگل ادامه یافتند. نمونه‌برداری‌ها در فواصل ۵، ۱۵، ۲۵، ۳۵ متری در طول ترانسکت‌ها انجام شد. تا حد امکان سعی گردید ترانسکت‌ها به‌صورت منظم و با فواصلی که ذکر شد، پیاده شوند و در محل‌هایی که پیاده کردن یک ترانسکت به جهت صخره‌ای بودن به‌صورت منظم امکان‌پذیر نبود، آن ترانسکت به‌صورت تصادفی به سمت چپ یا راست جابه‌جا شد. به این ترتیب در این پژوهش ۴۰ پلات که جهت تمامی آنها جنوبی بود، جهت جمع‌آوری



شکل ۱- طرح نمونه برداری از کنار جاده جنگلی

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا با استفاده از روش صفر و ۱ داده‌ها استاندارد شد. سپس از آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) و داده‌های مربوط به عوامل محیطی (خاک) برای دسته‌بندی قطعات نمونه استفاده شد. علاوه بر این از تحلیل تطبیقی متعارف (CCA) نیز به منظور بررسی ارتباط بین عوامل محیطی و پوشش گیاهی استفاده شد و نتایج آن روی محورهای دو بعدی نشان داده شد. به منظور حذف عامل ذهنیت و درک بهتر ترکیب گونه‌ای از تحلیل دو طرفه گونه‌های شاخص (TWINSPAN) استفاده شد.

ایده اصلی تحلیل گونه‌های شاخص دو طرفه بر اساس نظریه جامعه‌شناسی گیاهی استوار است که هر گروه از قطعات نمونه توسط گروهی از گونه‌های تفریقی^۱ مشخص می‌شوند. برای انجام آنالیزهای چندمتغیره از نرم‌افزار PC-ORD for WIN.VER.4.17 استفاده شد و به منظور بررسی تشابه گونه‌ای بین چهار فاصله از ضریب تشابه گونه‌ای

جاکارد استفاده شد. که از طریق فرمول زیر بدست می‌آید:

$$JI = \frac{a}{a+b+c}$$

که در آن JI ضریب تشابه گونه‌ای، a تعداد گونه‌های مشترک بین دو فاصله، b تعداد گونه‌هایی که فقط در فاصله‌ی اول وجود دارد و c تعداد گونه‌هایی که فقط در فاصله‌ی دوم یافت می‌شود. به منظور تجزیه و تحلیل نمونه‌های خاکی و زادآوری از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۱۶ و EXCEL استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها در هر یک از گروه‌ها به وسیله آزمون کولموگروف اسمیرنوف و همگن بودن واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی اختلافات کلی میانگین خصوصیات مختلف خاکی و نیز اختلافات کلی میانگین زادآوری گونه‌های مختلف درختی بین چهار گروه از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. آزمون دانکن نیز به منظور مقایسه چندگانه میانگین‌ها به کار گرفته شد.

1- Differential species

نتایج و بحث

(جدول ۱) و همچنین زادآوری‌های ثبت شده در مجموع، متعلق به ۱۰ گونه از ۷ خانواده بودند (جدول ۲).

نتایج مربوط به بررسی پوشش گیاهی در منطقه‌ی مورد مطالعه، ۲۴ گونه‌ی علفی متعلق به ۱۵ خانواده شناسائی شدند

جدول ۱- فهرست گونه‌های علفی موجود در منطقه‌ی مورد مطالعه

ردیف	اسم علمی	نام فارسی	خانواده	محل حضور	ردیف	اسم علمی	نام فارسی	خانواده	محل حضور
۱	<i>Poa nemoralis</i> L.	چمن جنگلی	Poaceae	۴.۳.۲.۱	۱۳	<i>Urtica dioica</i> L.	گزنه	Urticaceae	۴.۳.۲.۱
۲	<i>Erigeron canadensis</i> L.	پیر بهار	Asteraceae	۱ و ۲	۱۴	<i>Fragaria vesca</i> L.	توت فرنگی	Rosaceae	۴.۳.۲.۱
۳	<i>Phleum pratense</i> L.	دم‌گره‌ای	Poaceae	۴.۳.۲.۱	۱۵	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) kuhn	سرخس عقابی نر	Hypolepidaceae	۴.۳.۲.۱
۴	<i>Hypericum perforatum</i>	گل راعی	Hypericaceae	۲.۱.۴.۳	۱۶	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	پیچک	Convolvulaceae	۱ و ۲
۵	<i>Cyclamen coum</i> miller	سیکلامن	Primulaceae	۴.۳.۲.۱	۱۷	<i>Sambucus ebulus</i> L.	آقطنی	Caprifoliaceae	۳ و ۴
۶	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	هفت بند	Polygonaceae	۴.۳.۲.۱	۱۸	<i>Smilax excels</i> L.	ازملک	Liliaceae	۱ و ۲
۷	<i>Lolium temulentum</i> L.	چچم	Poaceae	۴.۳.۲.۱	۱۹	<i>Hypericum androsaemum</i> L.	متمامتی	Hypericaceae	۴.۳.۲.۱
۸	<i>Rumex conglomeratus</i> Murr	ترشک دسته‌ای	Polygonaceae	۴.۳.۲.۱	۲۰	<i>Rubus hyrcanus</i> juss	تمشک خزری	Rosaceae	۴.۳.۲.۱
۹	<i>Geranium robertianum</i> L.	سوزن چوپان	Geraniaceae	۴.۳.۲.۱	۲۱	<i>Trifolium</i> sp.	شبدر	Fabaceae	۴.۳.۲.۱
۱۰	<i>Phyllitis scolopendrium</i> L.	زنگی دارو	Aspleniaceae	۴.۳.۲.۱	۲۲	<i>Mentha aquatic</i> L.	سوسنمبر	Lamiaceae	۱ و ۲
۱۱	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	سگ واش	Poaceae	۴.۳.۲.۱	۲۳	<i>Parietaria officinalis</i> L.	ساس واش	Urticaceae	۴.۳.۲.۱
۱۲	<i>Primula heterochroma</i> Stapf	پامچال	Primulaceae	۱.۳.۴	۲۴	<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.)P. Beauv	ملف	Poaceae	۴.۳.۲.۱

۱: فاصله ۵ متری از جاده، ۲: فاصله ۱۵ متری از جاده، ۳: فاصله ۲۵ متری از جاده و ۴: فاصله ۳۵ متری از جاده.

جدول ۲- فهرست زادآوری گونه‌های درختی و درختچه‌ای در منطقه‌ی مورد مطالعه

ردیف	اسم علمی	نام فارسی	خانواده	ردیف	اسم علمی	نام فارسی	خانواده
۱	<i>Alnus subcordata</i> C. A. Mey.	توسکای ییلاقی	Betulaceae	۶	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	آلوجه	Rosaceae
۲	<i>Carpinus betulus</i> L.	ممرز	Betulaceae	۷	<i>Mespilus germanica</i> L.	ازگیل	Rosaceae
۴	<i>Acer velutinum</i> Boiss.	پلت	Aceraceae	۸	<i>Gleditschia caspica</i> Desf.	لیلیکی	Fabaceae
۵	<i>Ficus carica</i> L.	انجیر	Moraceae	۹	<i>Petrocarya fraxinifolia</i> (Lam.) Spach	لرگ	Juglandaceae
۶	<i>Parrrotia persica</i> (DC.) C., A. Mey	انجیلی	Hammamelidaceae				

تشابه ۰/۸۵ و فاصله‌ی ۳ و ۴ با ضریب تشابه ۰/۹۴ بیشترین تشابه را با هم داشتند (جدول ۳).

به‌منظور بررسی تشابه گونه‌ای بین چهار فاصله از ضریب تشابه گونه‌ای جاکارد استفاده شد. بر این اساس فاصله‌ی ۱ و ۲ با ضریب

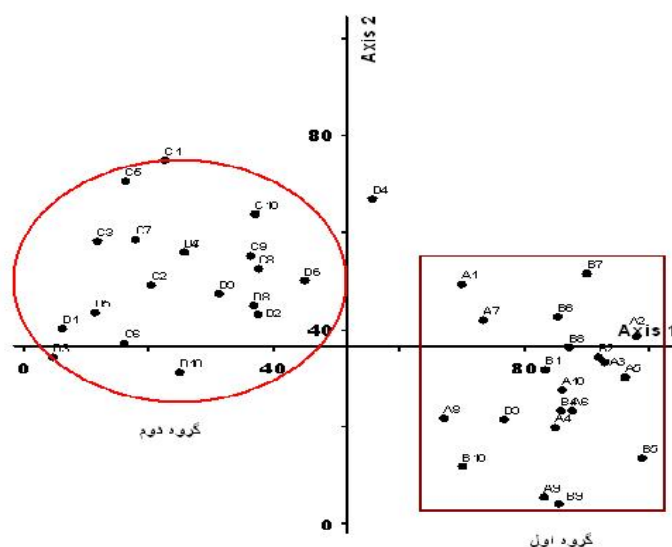
جدول ۳- ضریب تشابه گونه‌ای جاکارد بین فواصل مختلف جاده

فاصله ۲ و ۱	فاصله ۳ و ۱	فاصله ۳ و ۲	فاصله ۴ و ۱	فاصله ۴ و ۲	فاصله ۴ و ۳
۰/۸۵	۰/۷۹	۰/۷۵	۰/۷۹	۰/۷۵	۰/۹۴

نتایج آنالیزهای چندمتغیره

تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای گروه‌بندی قطعات نمونه بر اساس متغیرهای محیطی انجام شد (شکل ۲). برای این منظور از محورهای اول و دوم PCA به دلیل داشتن سهم بیشتری از مقدار ویژه به ترتیب ۶/۱۸۲ و ۱/۶۲۶ درصد و واریانس به ترتیب ۶۸/۶۹۱ و ۱۸/۰۶۴ استفاده شد. فاصله‌ی قطعات نمونه در روی محورهای اول و دوم بیانگر شباهت یا عدم شباهت آنها است. به این معنی که قطعات نمونه‌ای که به هم نزدیک‌تر هستند از نظر عوامل محیطی (خاک) به هم شباهت بیشتری دارند و قطعات نمونه‌ای که از هم دور هستند، شباهت کمتری

از نظر عوامل محیطی دارند. بنابراین بر اساس موقعیت قرار گرفتن قطعات نمونه روی محورهای اول و دوم PCA، ۲ گروه در منطقه‌ی مورد مطالعه تشکیل شد (شکل ۲). گروه اول شامل قطعات نمونه فاصله اول و دوم (نزدیک جاده) است. این گروه با محور اول همبستگی مثبت و با محور دوم همبستگی منفی دارد. اکثر قطعات نمونه این گروه در اطراف جهت منفی محور دوم هستند. گروه دوم شامل قطعات نمونه فاصله دوم و چهارم است. این گروه با محور اول همبستگی منفی و با محور دوم همبستگی مثبت دارد.



شکل ۲- رسته‌بندی PCA برای قطعات نمونه گروه اول (A و B) شامل قطعات نمونه فاصله اول و دوم (نزدیک جاده) و گروه دوم (C و D) شامل قطعات نمونه فاصله سوم و چهارم (دورتر از جاده) است.

گروه درصد رطوبت، رطوبت اشباع، رس، تخلخل و کربن آلی پایین است. در مقابل در تشکیل گروه دوم درصد رطوبت، رطوبت اشباع، رس، تخلخل و کربن آلی مهم‌ترین عوامل هستند (جدول ۴).

با توجه به همبستگی محور اول و دوم با عوامل محیطی و نیز موقعیت قرار گرفتن قطعات نمونه در دیاگرام PCA می‌توان گفت که بالا بودن مقدار سیلت، شن، اسیدیت، وزن مخصوص ظاهری مهم‌ترین عوامل در تشکیل گروه اول هستند. باید توجه کرد که در این

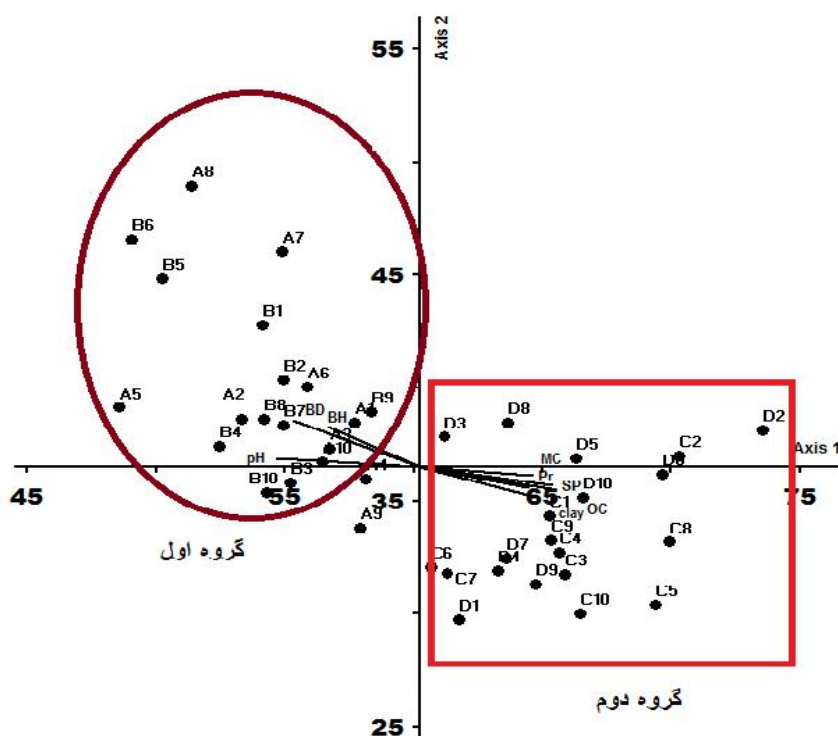
جدول ۴- مقادیر همبستگی پیرسون بین متغیرهای محیطی و محورهای یک و دو PCA

متغیرهای محیطی	محور یک	محور دو
درصد رطوبت	-۰/۸۵۰**	-۰/۱۴۳ ^{ns}
درصد رطوبت اشباع	-۰/۹۷۶**	-۰/۰۹ ^{ns}
وزن مخصوص ظاهری	۰/۹۳۴**	-۰/۰۴ ^{ns}
درصد رس	-۰/۹۳۶**	-۰/۰۴۵ ^{ns}
درصد سیلت	۰/۳۷۲ ^{ns}	-۰/۹۱۳**
درصد شن	۰/۵۲۶*	-۰/۸۲۸**
درصد تخلخل	-۰/۸۹۶**	۰/۲۶۱ ^{ns}
اسیدیت	۰/۹۴۵**	۰/۰۷ ^{ns}
درصد کربن آلی	-۰/۹۳۱**	-۰/۰۳ ^{ns}

*: نمایانگر معنی‌دار بودن در سطح ۵٪، **: نمایانگر معنی‌دار بودن در سطح ۱٪ و ns: نشان‌دهنده عدم معنی‌داری

رس، تخلخل، کربن آلی با این محور همبستگی منفی داشتند (جدول ۵). بر اساس عوامل فوق می‌توان قطعات نمونه را به دو گروه تقسیم کرد: گروه اول با محور اول همبستگی منفی و با محور دوم همبستگی مثبت دارد. در این گروه که در برگیرنده قطعات نمونه فاصله اول و دوم از جاده است، بالا بودن شن، اسیدیت و وزن مخصوص ظاهری مهم‌ترین عوامل هستند. در تشکیل گروه دوم که با محور اول همبستگی مثبت و با محور دوم همبستگی منفی دارد و شامل قطعات نمونه فاصله دوم و سوم است، عواملی چون درصد رطوبت، درصد رطوبت اشباع، رس، تخلخل و کربن آلی مهم‌ترین عوامل هستند.

در آنالیز CCA نیز از محورهای اول و دوم به دلیل دارا بودن بالاترین مقدار ویژه به‌منظور نشان دادن همبستگی استفاده شد. این روش یک روش آنالیز مستقیم است که برای بررسی ارتباط بین پراکنش گونه‌ای و عوامل محیطی به کار برده می‌شود. تحلیل همبستگی انجام شده برای متغیرهای محیطی نشان داد که عواملی همچون درصد رطوبت طبیعی، رطوبت اشباع، رس، تخلخل و کربن آلی با محور یک همبستگی مثبت و عواملی چون سیلت، شن، اسیدیت و وزن مخصوص ظاهری با این محور همبستگی منفی دارند. شن، وزن مخصوص ظاهری و اسیدیت با محور دو همبستگی مثبت و درصد رطوبت طبیعی، رطوبت اشباع،



شکل ۳- رسته‌بندی CCA برای قطعات نمونه

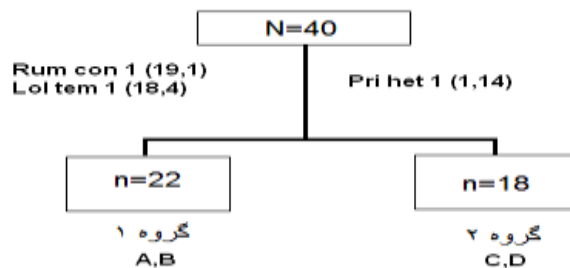
جدول ۵- مقادیر همبستگی پیرسون بین متغیرهای محیطی و محورهای یک و دو CCA

محور دو	محور یک	متغیرهای محیطی
-۰/۱۴۶ ^{ns}	۰/۷۲۷ ^{**}	درصد رطوبت
-۰/۲۹۷ ^{ns}	۰/۸۳۳ ^{**}	درصد رطوبت اشباع
۰/۴۵۴ [*]	-۰/۸۴۲ ^{**}	وزن مخصوص ظاهری
-۰/۳۶۵ ^{ns}	۰/۷۴۵ ^{**}	درصد رس
۰/۰۵۵ ^{ns}	-۰/۳۵۲ ^{**}	درصد سیلت
۰/۲۹۲ ^{ns}	-۰/۳۶۶ ^{**}	درصد شن
-۰/۲۴۲ ^{ns}	۰/۶۸۹ ^{**}	درصد تخلخل
۰/۱۲۶ ^{ns}	-۰/۹۲۷ ^{**}	اسیدیته
-۰/۲۴۵ ^{ns}	۰/۸۴۹ ^{**}	درصد کربن آلی

گروه‌های چپ و راست نشان می‌دهد. گونه‌های شاخص برای گروه‌های این سطح، از قطعات نمونه‌ای حاصل شده که حضور آن گونه‌ها در آن قطعات نمونه عامل تفکیک آنها بوده است. گونه‌های شاخص گروه سمت چپ شامل *Rumex* و *Lolium temulentum* L.

به‌منظور حذف عامل ذهنیت و درک بهتر ترکیب گونه‌ای از روش تحلیل دو طرفه‌ی گونه‌های شاخص (TWINSPAN) استفاده شد (شکل ۴). در اولین سطح دو گروه مشخص ۲۲ و ۱۸ قطعه نمونه‌ای قابل تشخیص است. اعداد داخل هر پرانتز حضور هر گونه را در زیر

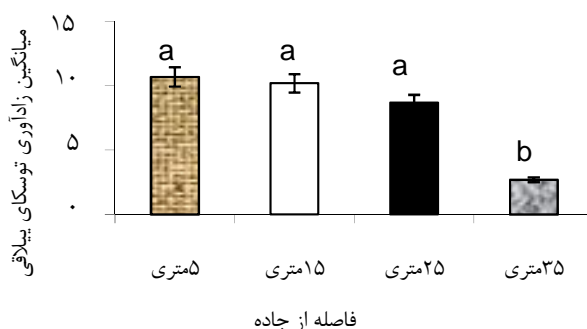
مطالعه حاضر دو گروه مشخص در اولین سطح *conglomeratus* و برای گروه سمت راست، *Primula heterochroma* هستند. لذا در TWINSpan قابل تفکیک است.



شکل ۴- دارنگاره طبقه‌بندی قطعات نمونه از طریق TWINSpan

فواصل نزدیک به جاده کمتر بوده و با افزایش فاصله از آن به حداکثر مقدار خود می‌رسد. برای تعیین معنی‌دار بودن اختلاف میانگین زادآوری گونه‌های مختلف درختی و درختچه‌ای در گروه‌های مختلف فاصله از جاده، از آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد (جدول ۷). همانطور که از جدول مشخص می‌باشد، توسکا تنها گونه‌ای بود که در میانگین زادآوری آن در فواصل مختلف جاده اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و در میانگین زادآوری بقیه‌ی گونه‌ها با فاصله گرفتن از جاده اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به آزمون آنالیز دانکن، میانگین زادآوری گونه‌ی توسکا از فاصله‌ی ۵ متری به سمت فاصله‌ی ۳۵ متری کاهش یافت (شکل ۵).

نتایج مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در فواصل مختلف از جاده به طوری که در جدول (۶) مشاهده می‌شود در منطقه‌ی مورد مطالعه بین خطوط مختلف فاصله از جاده از نظر تمام خصوصیات خاکی بجز سیلت اختلاف معنی‌داری وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن نشان داد که از بین خصوصیات خاکی اندازه‌گیری شده، وزن مخصوص ظاهری و درصد سیلت، درصد شن و اسیدپته در فواصل نزدیک جاده (۵ و ۱۵ متری) نسبت به فواصل دورتر از آن (۲۵ و ۳۵ متری) دارای مقدار بالاتری بوده و درصد رطوبت طبیعی، درصد رطوبت اشباع، درصد رس، درصد تخلخل و درصد کربن آلی در



شکل ۵- مقایسه‌ی میانگین زادآوری توسکای بیلاقی بین چهار فاصله

جدول ۶- میانگین سطح معنی‌داری و اشتباه معیار خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در بین چهار فاصله از جاده بر اساس آنالیز واریانس و آزمون چنددامنه‌ای دانکن

متغیر	۵ متری	۱۵ متری	۲۵ متری	۳۵ متری	سطح معنی‌داری
درصد رطوبت طبیعی	۱۸/۳ ^c ± ۰/۲۱	۱۸/۱۱ ^c ± ۰/۱۹	۲۳/۱۴ ^b ± ۰/۲۳	۳۲/۰۹ ^a ± ۰/۱۷	۰/۰۰۰*
درصد رطوبت اشباع	۵۰/۱۵ ^b ± ۰/۵۵	۵۰/۸ ^b ± ۰/۲۹	۶۵/۶۵ ^a ± ۰/۷	۶۷/۱ ^a ± ۰/۷۸	۰/۰۰۰*
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۶۴ ^a ± ۰/۰۱	۱/۶ ^b ± ۰/۰۱	۱/۴۲ ^c ± ۰/۰۰۸	۱/۴۱ ^c ± ۰/۰۱	۰/۰۰۰*
درصد رس	۱۶/۲۱ ^b ± ۰/۱۷	۱۶/۳۸ ^b ± ۰/۱۲	۱۸/۵۴ ^a ± ۰/۱۶	۱۸/۴۳ ^a ± ۰/۱۴	۰/۰۰۰*
درصد سیلت	۲۳/۷۷ ± ۰/۳۶	۲۴/۰۹ ± ۰/۴۳	۲۳/۱۱ ± ۰/۳۷	۲۲/۸۳ ± ۰/۲۶	۰/۰۷۲ ^{ns}
درصد شن	۶۰/۰۱ ^a ± ۰/۳۱	۵۹/۵ ^{ab} ± ۰/۴۵	۵۸/۳۵ ^c ± ۰/۳۷	۵۸/۷۳ ^{bc} ± ۰/۲۶	۰/۰۱۰*
درصد تخلخل	۲۴/۳۳ ^c ± ۰/۳۹	۲۶/۶۸ ^b ± ۰/۵۵	۳۲/۲۱ ^a ± ۰/۱۶	۳۲/۲ ± ۰/۶۷	۰/۰۰۰*
اسیدیته	۶/۷۴ ^a ± ۰/۰۴	۶/۷۳ ^a ± ۰/۰۳	۶/۰۶ ^b ± ۰/۰۴	۶/۰۸ ^b ± ۰/۰۲	۰/۰۰۰*
کربن آلی (درصد)	۲/۱۱ ^c ± ۰/۱۰	۱/۹۶ ^c ± ۰/۰۶	۳/۸۶ ^b ± ۰/۱	۴/۲۱ ^a ± ۰/۱۷	۰/۰۰۰*

حروف غیرهمسان در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است. *: معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵؛ ns: نشان‌دهنده‌ی عدم معنی‌داری

جدول ۷- میانگین سطح معنی‌داری و اشتباه معیار زادآوری در بین چهار فاصله از جاده بر اساس آنالیز واریانس و آزمون چنددامنه‌ای دانکن

فاصله از جاده					
متغیر	۵ متری	۱۵ متری	۲۵ متری	۳۵ متری	سطح معنی‌داری
توسکی بیلاقی	۱۰/۷۰ ^a ± ۲/۲۱	۱/۲ ^b ± ۰/۰۰۵	۸/۷ ^a ± ۱/۰۹	۲/۷ ^b ± ۰/۴	۰/۰۱۴*
ممرز	۱/۴ ± ۰/۱	۱/۶ ± ۰/۱	۱/۶ ± ۰/۸۱	۱/۵ ± ۰/۹	۰/۱۱۸ ^{ns}
انجیلی	۱/۱۰ ± ۰/۰۱	۰/۹ ± ۰/۰۰۴	۱/۱ ± ۰/۲	۱/۴ ± ۰/۲	۰/۹۷۲ ^{ns}
لیلکی	۰/۳ ± ۰/۰۰۱	۰/۲ ± ۰/۰۰۱	.	.	۰/۵۳۹ ^{ns}
لرگ	۱/۸ ± ۰/۰۰۲	۱/۸ ± ۰/۰۰۶	۱/۴ ± ۰/۰۰۵	۱/۷ ± ۰/۱	۰/۵۶۹ ^{ns}
انجیر	۰/۲ ± ۰/۰۰۳	.	.	.	۰/۱۰۸ ^{ns}
افرا	.	.	۰/۱ ± ۰/۰۰۰۵	.	۰/۱۳۵ ^{ns}
آلوچه	.	.	۰/۲ ± ۰/۰۰۱	۰/۴ ± ۰/۰۰۱	۰/۲۸۳ ^{ns}
ازگیل	.	۰/۱ ± ۰/۰۰۱	۰/۳ ± ۰/۰۰۱	۰/۲ ± ۰/۰۰۳	۰/۷۰۱ ^{ns}

حروف غیرهمسان در هر سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است. *: معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ و ns: نشان‌دهنده‌ی عدم معنی‌دار

نتایج و بحث

در این مطالعه مشاهده شد که ترکیب فلورزیستیک در امتداد حاشیه‌ی جاده، دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. با مؤلفه‌های اصلی یا PCA، قطعه نمونه‌های ما به دو گروه مجزا

تفکیک شدند. قطعات نمونه‌ی فواصل ۵ و ۱۵ متری به جهت داشتن عوامل خاکی مشابه در یک گروه قرار گرفته و قطعات واقع در فواصل ۲۵ و ۳۵ متری به لحاظ دارا بودن شرایط مشابه، گروه ۲ را تشکیل دادند در این

پژوهش، درصد رطوبت طبیعی، درصد رطوبت اشباع و وزن مخصوص ظاهری درصد رس، درصد سیلت، درصد شن، تخلخل، اسیدیت و کربن آلی به‌عنوان عوامل مؤثر در تفکیک رویشگاه مطرح شدند. آنالیز تطبیقی متعارفی یا CCA که همزمان داده‌های محیطی و پوشش گیاهی را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد نیز نتایج آنالیز مؤلفه‌های اصلی یا PCA را تأیید و رویشگاه اطراف جاده را به دو گروه تقسیم کرد. مهمترین عوامل در تفکیک منطقه بر اساس آنالیز تطبیقی متعارفی درصد رطوبت طبیعی، درصد رطوبت اشباع، وزن مخصوص ظاهری، درصد رس، درصد سیلت، درصد شن، درصد تخلخل، اسیدیت و ماده‌ی آلی بودند که درصد رطوبت، رطوبت اشباع، رس، تخلخل و کربن آلی در قطعات نمونه نزدیک جاده کاهش یافته، ولی بر مقدار شن، سیلت، وزن مخصوص ظاهری و اسیدیت این منطقه افزوده شده است. رطوبت خاک از جمله عوامل مهم در پراکنش و تفکیک گروه‌ها در این بررسی بوده است. بالا رفتن میزان نور در دسترس در حاشیه‌ی جاده به سبب قطع درختان موجود در مسیر و باز شدن تاج پوشش در پی عملیات جاده‌سازی، موجب از دست رفتن رطوبت موجود در خاک حاشیه‌ی جاده نسبت به خاک داخل جنگل شده است. نتایج تحقیق ما با یافته‌های (۲۹،۱۵) همخوانی دارد. درصد رطوبت اشباع تابعی از بافت، ساختمان، مقدار مواد آلی و خلل و فرج خاک است. گروه دو در مقایسه با گروه یک مقدار درصد رطوبت اشباع بیشتری داشتند دلیل این امر نیز به ارتباط مستقیم کاهش

ظرفیت نگهداری آب با کاهش تخلخل و افزایش وزن مخصوص ظاهری در گروه یک بر می‌گردد (۲۷). کاهش ظرفیت نگهداری آب علاوه بر کاهش تخلخل به بافت خاک سبک‌تر نیز ارتباط پیدا می‌کند (۱۴). نتایج این تحقیق نیز نشان داد که درصد شن در گروه یک (نزدیک به جاده) بیشتر و خاک این مناطق سبک‌تر بوده و در نتیجه ظرفیت نگهداری آب آن کاهش می‌یابد و عکس شرایط گروه یک در مورد گروه دو صدق می‌کند. همچنین کاهش ظرفیت نگهداری آب در گروه یک، خود عاملی در جاری شدن بیشتر آب روی این مناطق، افزایش فرسایش و قابلیت شسته شدن بیشتر ذرات ریز رس و در نتیجه به‌جا ماندن ذرات درشت شن در این گروه شده است. بنابراین، این عوامل تأثیرات متقابل دارند و هر کدام از آنها ضمن تأثیرگذاری روی خصوصیات دیگر، خودشان نیز تحت تأثیر عامل دیگر قرار می‌گیرند. از این گذشته شن‌ریزی انجام شده هنگام ساخت و ساز جاده‌ها نیز بدون شک در بالا رفتن درصد شن فواصل نزدیک به جاده تأثیرگذار بوده است. تثبیت دامنه به هنگام جاده‌سازی و فعالیت ماشین آلات جنگلی، میزان کوبیدگی خاک حاشیه‌ی جاده را بالا برده با افزایش کوبیدگی خاک به شدت بر وزن مخصوص ظاهری خاک افزوده می‌شود (۱۵). خاک فشرده شده دارای هوا و رطوبت کمتری است بنابراین، مطلوبیت شرایط خاک برای برخی گونه‌ها کاهش می‌یابد (۱). کربن آلی، به‌عنوان عامل تغییرپذیر دیگر در حاشیه‌ی جاده کمترین درصد را به خود اختصاص داد. این موضوع علاوه بر مسئله‌ی قطع درختان به

جنگل باشد (۲۲،۲) که باعث به هم خوردن، جابه جایی سطحی خاک و از بین رفتن بسیاری از زادآوری‌های موجود در نزدیکی جاده‌های جنگلی شده است، که این تأثیر در یک تا دو سال اولیه ساخت جاده‌ها بیش‌تر ملموس می‌باشد. در این مطالعه مشاهده شد که با فاصله گرفتن از لبه‌ی جاده از شدت به هم خوردگی‌ها کاسته شده و میانگین زادآوری افزایش پیدا می‌کند. این نتیجه با نتایج (۲۱،۱۰،۵) مطابقت دارد. در عین حال گونه‌ی توسکا به دلیل داشتن بذور ریز در مناطق ریزشی و جاهایی که خاک دچار به هم خوردگی شده است بهتر می‌تواند مستقر شوند (۲۶). در مطالعه‌ی ما مشاهده شد که بیشترین زادآوری این گونه در لبه‌ی جاده است و از آن به بعد تا عمق ۳۵ متری زادآوری توسکا کاهش یافته و بین لبه‌ی جاده و فاصله‌ی ۳۵ متری دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. همچنین می‌توان گفت تغییر یافتن میکروکلیم و فراوانی ازت (به دلیل زیر و رو شدن خاک طی عملیات راه‌سازی) و کاهش رقابت نوری در اطراف جاده‌های جنگلی پس از احداث جاده‌های جنگلی و باز شدن حفره، سبب استقرار گونه‌های پیشاهنگ نظیر توسکا شده است (۲۵). کاهش زادآوری گونه‌های نورپسندی چون توسکا در فاصله‌ی ۳۵ متری ممکن است به دلایلی از جمله افزایش درصد تاج پوشش و بسته شدن آن (۹)، افزایش ضخامت لاشبرگ و رویش نداشتن بعضی از بذور در این ضخامت‌ها به خصوص در گونه‌های بذر ریز بوده باشد (۲۳). در فراوانی بقیه‌ی انواع گونه‌ها با افزایش فاصله از جاده

منظور احداث جاده و باز شدن تاج پوشش در فواصل نزدیک به جاده و به دنبال آن کاهش تجمع لاشبرگ، به رابطه‌ی معکوس وزن مخصوص ظاهری و تعداد و فعالیت میکروارگانسیم‌ها برمی‌گردد. این با پژوهش صورت گرفته توسط کریم و همکاران (۱۵) همخوانی دارد. در این تحقیق عامل اسیددیده نیز به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در تفکیک گروه‌ها شناخته شد و مقدار اسیددیده در فواصل کنار جاده، نسبت به فواصل دورتر از آن بیشتر بود. مشابه این نتیجه در پژوهش (۱۸،۱۲،۲) یافت شد. در این تحقیق مشخص شد گروه دوم با درصد کربن آلی بالاتر، اسیددیده‌ی پایین‌تری دارند، چرا که مواد آلی موجود در خاک در نتیجه‌ی فساد و پوسیدگی اسیددیده‌ی خاک را کاهش داده و آن را اسیدی می‌کنند (۱۳) این نتیجه با یافته‌های کریم و همکاران (۱۵) مطابقت دارد. مقایسه‌ی زادآوری گونه‌های درختی در فواصل مختلف از لبه‌ی جاده، نشان داد که میانگین فراوانی زادآوری کل از لبه‌ی جاده به داخل جنگل از یک الگوی افزایشی تبعیت کرده و هرچند اختلافات بین فواصل از نظر آماری معنی‌دار نبود، با این حال کمترین تعداد زادآوری در حاشیه‌ی جاده و بیشترین آن در داخل جنگل مشاهده شد. در تاج پوشش باز به دلیل کم بودن تراکم پایه‌های بذر ده، نور زیاد، تراکم پوشش علفی و تبخیر و تعرق زیاد، استقرار بذر و جوانه‌زنی و رشد آن با مشکل مواجه می‌شود (۲۸) همچنین این نتیجه ممکن است به دلیل بالا بودن فعالیت ماشین‌آلات سنگین مورد استفاده در هنگام عملیات جاده‌سازی در

حرکت کند که وضعیت فواصل نزدیک به جاده (گروه ۱) از نظر خصوصیات خاکی و ترکیب گیاهی به گروه ۲ که شرایط مساعدتری از این نظر دارد نزدیک شود و استفاده از معیار گونه‌های شاخص، ابزار خوبی برای آگاهی از این وضعیت خواهد بود. با توجه به یافته‌های این تحقیق مشخص شد که جاده‌ها به طور مؤثری بر اکوسیستم‌های مجاور اثر می‌گذارند و لازم است که تا حد ممکن در احداث جاده‌های جنگلی از شدت تخریب و بهم‌خوردگی‌ها کاسته شود.

تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. آنالیز دو طرفه گونه‌های شاخص نیز، تفکیک گونه‌ها و قطعات نمونه را در دو گروه نشان داد و گونه‌های شاخص هر گروه را مشخص نمود که عبارتند از: گروه ۱: *Lolium temulentum* L. و گروه ۲: *Rumex conglomeratus* و *Primula heterochroma* این گونه‌های شاخص، معیار خوبی در ارزیابی وضعیت اکولوژیکی حاشیه‌ی جاده‌ها در شرایط مشابه خواهند بود و فعالیت‌های جاده‌سازی و همچنین فعالیت‌های مدیریتی برای احیاء مناطق تأثیر گرفته از جاده باید به سمتی

منابع

1. Amelung, B., P. Beers, J. Rotmans, M. Van Asselt and J. Hogervorst. 1999. Global tourism, Towards an integrated approach, Maasticht University Press, 59 pp.
2. Avon, C., L. Bergès, Y. Dumas and 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 manageoak stands, 259: 1546-1555.
3. Barnes, B.V., D.R. Zak, S.R. Denton and S.T. Spurr. 1997. Forest ecology. John Willy and sons, 774 pp.
4. Belinchon, R., I. Martinez, A. Escudero, G. Aragon and F. Valladares. 2007. Edge effects on epiphytic communities in a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest. *Journal of Vegetation Science*, 18: 81-90.
5. Bowering, M., V. Lemay and P. Marshall. 2006. Effects of forest roads on the growth of adjacent lodgepole pine trees. *Canadian Journal of Forest Research*, 36: 919-929.
6. Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde*. 3rd ed, Springer, Wien-New York, 865 pp.
7. Cain, S.A. 1938. The species-area curve *American Midland Naturalist*, 19: 573-580.
8. Darvishsefat, A.A., H. Ahmadi, M.F. Makhdom and S. Abolghasemi. 2007. Routing using GIS with consideration of environmental principles (Case study: Parchin Road). *Journal of the Iranian Natural Resources*, 60: 203-211. (In Persian)
9. Delgado, J.D., N.L. Arroyo, J.R. Are'valo and J.M. Fernández-Placios. 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.
10. 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*, 284 pp.
11. Forman, R.T.T., 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 T.C. Winter. 2002. *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington, DC, 504 pp.

12. Godefroid, S. and N. Koedam. 2004. The impact of forest paths upon adjacent vegetation: effects of the path surfacing material on the species composition and soil compaction. *Biological Conservation*, 119: 405-419.
13. Hajizadeh, A. 1991. *Soil Agriculture*, Islamic Azad University, 173 pp. (In Persian)
14. Igwe, C.A. 2005. Soil physical properties under different management systems and organic matter effects on soil moisture along soil catena in southeastern Nigeria, *Tropical and subtropical agroecosystems*, 5: 57-66.
15. Karim, M.N. and A.U. Mallik. 2008. Roadside revegetation by native plants. *Ecological Engineering*, 32: 222-237.
16. Lamont, B.B. and K.J. Southall. 1982. Biology of mistletoe *Amyema preissii* on road verges and undisturbed vegetation, 13: 87-88.
17. Lamont, B.B., R. Rees, E. Witkowski and V.A. Whitten. 1994. Comparative size, fecundity and ecophysiology of roadside plants of *Banksia hookeriana*. *Journal of Applied Ecology*, 31: 137-144.
18. Lee, M.A., L. Davies and S.A. Power. 2011. Effects of roads on adjacent plant community composition and ecosystem function: An example from three calcareous ecosystems, 163: 273-280.
19. Makineci, E., M. Demir and E. Yilmaz. 2007. Long-term harvesting effects on skid road in a fir (*Abies bornmulleriana* Mattf.) plantation forest. *Building and Environment*, 42: 1538-1843.
20. Molino, J.F. and D. Sabatier. 2001. Tree diversity in tropical rain forests: a validation of the intermediate disturbance hypothesis. *Science Journal*, 23: 1702-1704.
21. Najafi, A., S.M. Hossieni, S. Ezzati, M. Torabi and M.A. Fakhari. 2011. Comparison of Regeneration and Biodiversity of Trees on Cut and Fill Edges of Forest Road (Case Study: Chamestan and Lavage Forests, Noor). *J. of Wood & Forest Science and Technology*, 17: 139-152. (In Persian)
22. Negishi, J.N., S. Noguchi, R.C. Sidle and N. Abdul Rahim. 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.
23. Nielsen, J.N., W. Severich, T. Fredericksen and L.I. Nabe-Nielsen. 2007. Timber tree regeneration along abandoned logging roads in a tropical Bolivian forest. *New Forests*, 34(1): 31-40.
24. Parendes, L.A. and J.A. Jones. 2000. Light availability, dispersal and exotic plant invasion along roads and streams in the H.J. Andrew Experimental Forest. *Oregon. Conser. Biology*, 14: 64-75.
25. Ranney, J.W., M.C. Bruner and J.B. Levenson. 1981. *The importance of edge in the structure and dynamic of forest islands*. Springer-Verlag, New York, USA.
26. Sabeti, H. 1996. *Trees and shrubs of Iran*. Yazd University Press, 810 pp. (In Persian)
27. Salehi, A., K. Taheri Abkenar and R. Basiri. 2012. Study of the recovery soil physical properties and establishment of natural regeneration in skid trails (case study: Nav-e Asalem forests). *Iranian Journal of Forest*, 3: 317-329. (In Persian)
28. Shabani, S., M. Akbarinia, G.h. Jalali and A. Aliarab. 2011. Impact of canopy gaps size on woody species biodiversity in mountainous forest of northern Iran (case

- study: beech stand of Lalis. Chalous Iranian Journal of Forest and Poplar research, 19: 73-82. (In Persian)
29. Torabi, M. 2010. Effects of forest roads on the grass, soil moisture and litter Master science thesis University of Tarbiat modares. Faculty of natural resource, Noor, 72 pp. (In Persian)
30. Wronski, E.B. 1984. Impact of tractor thinning operations on soil and tree roots in a Karri forest, Western Australia Australian forest research, 14: 319-332.

The Effects of Forest Road on Vegetation and Some Physical and Chemical Properties of Soil, Case Study: Shafarood Forests, District No.2

Ramin Naghdi¹, Hassan Pourbabaei², Mehdi Heidari³ and Mahdieh Nouri⁴

1- Associate Professor, University of Guilan (Corresponding author: rnaghdi@guilan.ac.ir)

2 and 4- Associate Professor and Graduated M.Sc., University of Guilan

3- Assistant Professor, University of Ilam

Received: February 13, 2013 Accepted: July 1, 2014

Abstract

In order to evaluate the effects of forest road on vegetation and some soil properties was selected a road with the length of 400 m. Type and number of regeneration species of trees and shrubs in plot area of 100 m² and type and cover percentage of herbaceous species using minimal area method were recorded in plot area of 64 m² and herbaceous species was classified into two groups using Two-Way Indicator Species Analysis (TWINSPAN). Samples of soil were taken in depth of 0-10 cm. Multivariate analysis methods (PCA and CCA) and ANOVA were used to recognize the most important soil variables and determine relationship between species composition and soil factors. Results indicated that species composition of plots in near the road has been varied in comparing with plots of inside the forest and it was classified into two separate groups. Percentage of moisture content, saturation moisture, clay, porosity and organic carbon in plots near to road decreased, while the amount of sand, silt, bulk density and pH were increased in this site. Among the regenerations *Alnus subcordata* abundance had significant difference between the edge of the road and inside the forest. The findings showed that the roads affect to adjacent ecosystem effectively and it is essential to reduce the damage and disturbance in construction of forest roads.

Keywords: Forest road, Vegetation, Physical and chemical properties of soil, Multivariate analysis