بررسی بازیابی خصوصیات فیزیکی خاک و استقرار تجدیدحیات طبیعی در مسیرهای چوبکشی (مطالعهٔ موردی: جنگل‌های حوضهٔ ناو اسالم)

علی صالحی*[۱]، کامبیز طاهری‌آبکنار[۱] و رضا بصیری[۲]

[۱]استادیار گروه جنگلداری دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

[۲]استادیار گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، مجتمع آموزش عالی بهبهان

(تاریخ دریافت: ۹/ ۱۲/ ۸۹، تاریخ پذیرش: ۲۸ / ۶ / ۹۰)

چکیده

خصوصیات خاکی متأثر از حرکت ماشین‌آلات در مسیرهای چوبکشی و استقرار تجدیدحیات و گونه‌های علفی در این مسیرها پس از اتمام عملیات بهره‌برداری، فرصت مناسبی برای بررسی عکس‌العمل استقرار گونه‌های مختلف گیاهی در برابر شرایط خاکی است. این تحقیق در سری یک جنگل ناو اسالم انجام شده است. از میان مسیرهای چوبکشی موجود، مسیرهایی که از زمان استفاده آنها به‌عنوان مسیر چوبکشی حدود ۱۰ سال می‌گذشت، مورد بررسی قرار گرفت. در هر یک از این مسیرها و در جنگل‌های هم‌جوار این مسیرها (جنگل طبیعی)، نمونه‌های خاک و همین‌طور نوع و تعداد تجدیدحیات استقراریافته برداشت شد. نتایج نشان داد که بین مسیرهای چوبکشی و جنگل طبیعی از نظر خصوصیات فیزیکی خاک مانند وزن مخصوص ظاهری، تخلخل، درصد رطوبت اشباع و بافت خاک، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین از نظر تجدیدحیات طبیعی گونه‌های افرا شیردار، ممرز و توسکا، اختلاف معنی‌داری بین مسیرهای چوبکشی و جنگل طبیعی وجود دارد، در حالی که تجدیدحیات گونه‌های راش و افرا پلت در دو مکان مورد بررسی تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. تجدیدحیات توسکا به‌طور معنی‌دار در مسیرهای چوبکشی بیشتر از جنگل طبیعی است و تجدیدحیات گونهٔ افرا شیردار و ممرز در جنگل طبیعی بیش از مسیر چوبکشی است. از بین خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری‌شدهٔ خاک، وزن مخصوص ظاهری، تخلخل و بافت خاک ارتباط معنی‌داری با نوع و تعداد تجدیدحیات مستقرشده در مسیرهای چوبکشی و جنگل طبیعی دارند و از بین گونه‌های موجود نیز افرا شیردار بیشترین همبستگی را با خصوصیات فیزیکی خاک نشان داد. این تحقیق نشان داد که سرشت برخی از گونه‌های جنگلی به شکلی است که تجدیدحیات آنها به‌شدت تحت تاثیر خصوصیات فیزیکی خاک‌هاست و برخی دیگر در این ارتباط بی‌تفاوت هستند. این موضوع می‌تواند در کنار تعیین چگونگی عکس‌العمل گونه‌های جنگلی نسبت به خصوصیات فیزیکی خاک، در جنگل‌شناسی و مدیریت توده‌های جنگلی، استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: مسیر چوبکشی، فشردگی خاک، خصوصیات فیزیکی خاک، تجدیدحیات طبیعی.

*نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۹۱۱ ۱۳۸۷۷۳۴ Email: asalehi@guilan.ac.ir

مقدمه و هدف

تردد ماشین‌آلات چوبکشی در جنگل و فشار حاصل از آن بر زمین و فشردگی و کوبیدگی خاک و تاثیری که این رویداد می‌تواند به‌طور مستقیم و غیر مستقیم بر دیگر عوامل زنده و غیر زنده در جنگل داشته باشد، مقوله‌ای است که همواره مد نظر مدیران و بهره‌برداران جنگل بوده است. تحت تأثیر فشردگی، شرایط خاصی در خصوصیات خاک که بستر رشد گیاهان مختلف است، ایجاد می‌شود. مشخص‌ترین و ملموس‌ترین نتیجهٔ فشردگی خاک، تأثیر آن بر وزن مخصوص ظاهری خاک است که البته شدت این تأثیرات در شرایط مختلف می‌تواند متفاوت باشد (جورغلامی و مجنونیان، ۱۳۸۹). کوبیدگی مقدمه‌ای برای کاهش مشخصه‌هایی مانند خلل و فرج خاک، هدایت هیدرولیکی آب، نفوذپذیری، تهویه و تبادلات گازی (Ampoorter *et al*., 2007) است. Grigal (2000) بیان کرد که بهره‌برداری و استفاده از ماشین‌آلات سنگین در جنگل به‌طور معمول با تاثیر بر وزن مخصوص ظاهری خاک، تخریب خاک‌دانه‌ها، کاهش خلل و فرج و ظرفیت نفوذپذیری خاک، در نهایت بر ساختمان و ساختار خاک تاثیر گذاشته و به این طریق سبب سفت شدن خاک و فرسایش می‌شود. لطفعلیان (۱۳۷۵) نیز در تحقیق خود که به بررسی اثر "چوبکش تاف" بر فشردگی خاک پرداخت، بیان کرد که پس از استفاده از ماشین‌آلات چوبکش، کوبیدگی خاک سبب کاهش تخلخل خاک، تهویهٔ نامطلوب خاک، جلوگیری از رشد ریشه‌ای و در نهایت تضعیف و از بین رفتن پوشش گیاهی خواهد شد.

خصوصیات ذکرشده اخیر می‌توانند اثرهای مستقیم و غیرمستقیم بر دیگر خصوصیات فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک داشته باشند که سبب ایجاد شرایط ویژه‌ای در خاک و در نتیجه برای بستر رشد گیاهان مختلف می‌شود. از آنجایی که مسیرهای چوبکشی پس از اتمام عملیات بهره‌برداری می‌بایستی در وهله نخست پذیرای تجدیدحیات و پوشش‌های رستنی کف جنگل باشند، شکل‌گیری شرایط جدید خاک و تفاوت آن با بسترهای دست‌نخورده و رفت و آمدنشده نقش مهمی در نوع و نحوهٔ استقرار گونه‌های گیاهی دارد و بدون شک، ظهور و شدت حضور این گونه‌ها ارتباط مستقیم با شرایط خاکی جدید دارد. Godefroid & Koedam (2004) در تحقیقات خود در زمینهٔ عکس‌العمل گیاهان کف جنگل نسبت به فشردگی خاک در جنگل‌های آمیختهٔ گونهٔ بلوط و راش کشور بلژیک به این نتیجه رسیدند که ۶۱ درصد از گیاهان مورد بررسی در این جنگل‌ها نسبت به مقادیر مختلف فشردگی خاک عکس‌العمل نشان می‌دهند. همان‌طور که در بوم‌شناسی جنگل مطرح است، گیاهان کف جنگل و نهال‌های گونه‌های جنگلی حساسیت بیشتری به شرایط و خصوصیات خاکی دارند و حضور آنها در یک منطقهٔ خاص بازگوکنندهٔ شرایط خاص محیطی و به‌ویژه شرایط خاکی است و می‌توان با تجزیه و تحلیل دقیق شدت حضور آنها، گونه‌های معرف شرایط خاص محیطی را معرفی کرد. Kozlowski (1999) در تحقیقات خود در زمینهٔ تأثیر فشردگی خاک بر رشد گیاهان چوبی، بیان کرد که فشردگی خاک با تأثیر بر کاهش جذب مواد غذایی در قسمت‌های سطحی و عمیق خاک، ممکن است بر جمعیت گروه‌های گیاهی که نیازهای تغذیه‌ای بالایی دارند تأثیر منفی بگذارد. نامبرده همچنین معتقد است که اگرچه فشردگی خاک می‌تواند برای برخی از گیاهان مفید باشد، اما اثرهای مضر آن خیلی بیشتر است. Brais (2001) در پژوهش‌های خود در جنگل‌های کانادا بیان کرد که رقابت گیاهی در مسیرهای چوبکشی که عموما دارای خاک‌های ریزبافت هستند اغلب بین گونه‌های بوته‌ای مانند *Rubus ideus* یا گونه‌های علفی است، در حالی که خاک‌هایی با همین بافت در مناطقی غیر از مسیرهای چوبکشی (در زمین‌های عادی جنگل)، اغلب به‌وسیلهٔ تجدیدحیات طبیعی گونه‌های سوزنی‌برگ یا گونه‌هایی مانند *Alnus rugosa* و *Salix sp.* پوشانده می‌شود. Demir *et al*. (2007) مقدار بازیابی پوشش علفی و ترکیب گونه‌ای ناشی از کوبیدگی خاک در مسیر چوبکشی در جنگل‌های راش ترکیه را بررسی کردند. آنها در تحقیقات خود بیان کردند که در سال‌های اولیهٔ ایجاد کوبیدگی در مسیرهای چوبکشی، بیشترین گیاهانی که قادر به بقا و زنده‌مانی هستند، انواعی از گیاهان علفی هستند و دلیل استقرار و زنده‌مانی آنها، ذخیرهٔ رطوبتی آب ناشی از کوبیدگی در خاک است. عباسی (۱۳۸۰) نیز در تحقیق خود

در ارتباط با تأثیر عملیات بهره‌برداری بر زادآوری گونهٔ راش، بیان کرد که زادآوری در مسیرهای اسکیدررو، به‌دلیل کوبیدگی خاک کاهش یافته ولی با این حال این مسیرها از زادآوری خالی نیستند و می‌توان با اندکی کوشش مسیرهای چوبکشی را احیا کرد.

از آنجا که بررسی رفتار و عکس‌العمل تجدیدحیات گونه‌های مختلف جنگلی نسبت به شرایط محیطی از موارد مهم در جنگل است، شکل‌گیری شرایط خاکی جدید در مسیرهای چوبکشی در جنگل می‌تواند به‌عنوان یک بستر طبیعی و با خصوصیات منحصر به فرد مطرح باشد و فرصت مناسبی را برای بررسی عکس‌العمل تجدیدحیات گونه‌های مختلف درختی فراهم می‌آورد. بخشی از مسیرهای چوبکشی که از سال‌های قبل در جنگل‌های شمال کشور ایجاد شدند جزء برنامهٔ ریزبافت طراحی جاده‌ها نبود و پس از اتمام عملیات بهره‌برداری به حال خود رها شدند و در طول سالیان پس از اتمام عملیات بهره‌برداری پذیرای تجدیدحیات و پوشش‌های رستنی کف جنگل شدند. در این حالت، شکل‌گیری شرایط جدید خاک و تفاوت آن با بسترهای دست‌نخورده و رفت و آمدنشده عامل مهمی در استقرار گونه‌های گیاهی خاص است. بررسی نوع واکنش گونه‌های مختلف در استقرار و پراکنش تجدیدحیات در این شرایط، می‌تواند در تعیین سرشت و عملکرد این گونه‌ها از جایگاه مهمی برخوردار باشد. در این تحقیق تلاش شد تا در ابتدا تفاوت‌های احتمالی بین خصوصیات فیزیکی خاک در مسیرهایی که در سال‌های قبل‌تر مسیر چوب‌کشی بودند با خاک توده‌های طبیعی بررسی شود و در مرحلهٔ بعد با مقایسه و تجزیه و تحلیل نوع و تعداد تجدیدحیات استقراریافته در این مسیرها و جنگل طبیعی، عکس‌العمل تجدیدحیات گونه‌های مختلف نسبت به خصوصیات فیزیکی خاک تعیین و در نهایت خصوصیات فیزیکی شاخص در استقرار تجدیدحیات و یا گونه‌های شاخص یک خصوصیت فیزیکی خاک معرفی شود.

مواد و روش‌ها

- محل اجرای طرح و نحوهٔ تعیین محل نمونه‌برداری

محل اجرای طرح، پارسل ۱۲۱ در سری ۱ ناو اسالم در استان گیلان است. بر اساس آمار آب و هوایی ایستگاه‌های نزدیک به سری ۱ ناو اسالم، میانگین بارندگی سالانه و متوسط درجهٔ حرارت ماهانه به‌ترتیب ۱۱۰۰ میلی‌متر و ۱۴ درجهٔ سانتی‌گراد و نوع اقلیم منطقه نیز در سیستم دمارتون فرا سرد و مرطوب است. ارتفاع از سطح دریای پارسل مورد نظر ۹۵۰ تا ۱۱۰۰ متر و جهت غالب پارسل نیز شمال و شمال غربی است. پوشش درختی غالب منطقه، راش است و همراه با آن در نقاط مختلف پارسل گونه‌هایی مانند ممرز، توسکا، پلت، شیردار، نمدار، ملج، گیلاس وحشی و بارانک دیده می‌شود (طرح تجدید نظر سری یک حوضهٔ ناو اسالم، ۱۳۸۸). در داخل پارسل مورد نظر مسیرهای چوبکشی که حدود ۱۰ سال از آخرین تردد ماشین‌آلات روی آنها گذشته بود در نظر گرفته شد. دلیل انتخاب این مسیرها بر اساس اهداف پژوهش است که از یک طرف، ۱۰ سال مدت زمانی است که خاک نتوانسته به‌طور کامل بازیابی شود و به حالت عادی خود یعنی حالت قبل از انجام عملیات تردد ماشین‌آلات برسد (عزتی، ۱۳۸۸؛ Rab, 2004) و در واقع مسیرهایی با چنین وضعیت هنوز می‌توانند بازگوکنندهٔ شرایط کوبیدگی و فشردگی خاک باشند. از طرف دیگر مدت ۱۰ سال، طول زمانی است که محیط طبیعی و خاک به گونه‌های مختلف موجود در یک منطقه اجازه می‌دهد که بتوانند تجدیدحیات طبیعی و عادی خود را انجام دهند (طاهری آبکنار، ۱۳۷۹).

به‌منظور بررسی تأثیر شدت‌های مختلف تردد بر خصوصیات فیزیکی خاک و تجدیدحیات، سه مسیر با شدت‌های تردد مختلف، شامل مسیر با شدت تردد زیاد، متوسط و کم با شیب طولی و عرضی یکسان در نظر گرفته شد. نحوهٔ تشخیص و انتخاب این مسیرها بر اساس مدارک و نظرات کارشناسان مجری و ناظر طرح و همچنین شواهد عینی موجود در منطقه و بر مبنای انشعابات گرفته‌شده از مسیرهای اصلی و مختلف (Rab 2004) صورت گرفت. علاوه بر مسیرهای چوبکشی، مناطق همجوار آنها که جزء عرصهٔ عادی و طبیعی جنگل بودند (جنگل طبیعی) و ماشین‌آلات چوبکشی روی آنها تردد نکرده بود، نیز مد نظر قرار گرفتند. فاصلهٔ این مناطق تا مسیرهای چوبکشی به

اندازهٔ ارتفاع متوسط درختان غالب در منطقه (حدود ۲۰ متر) در نظر گرفته شد. در داخل هر مسیر چوبکشی به فاصلهٔ هر ۱۰ متر، خطوطی به اندازهٔ عرض مسیر چوبکش در نظر گرفته شد. با توجه به طول هر یک از مسیرهای چوبکشی انتخاب شده، در مجموع برای هر مسیر چوبکشی ۱۱ خط در نظر گرفته شد. روی هر یک از این خطوط در دو نقطه، یکی در محل عبور چرخ ماشین چوبکش (که عموما در مسیرهای چوبکشی کاملا مشخص است) و دیگری در فاصلهٔ بین دو چرخ، نمونه‌برداری صورت گرفت. برای تعیین محل برداشت نمونه در داخل جنگل نیز، به ازای هر خط داخل مسیر چوبکشی، دو نقطه به فاصلهٔ ۲۰ متر از نقطهٔ وسط هر خط مسیر چوبکشی، یکی به‌صورت تصادفی و دیگری به‌صورت انتخابی تعیین شد. منظور از تعیین محل نمونه‌برداری در داخل جنگل به‌صورت انتخابی، انتخاب محل‌هایی است که از نظر شدت نوری، شرایطی مشابه با مسیرهای چوبکشی داشته باشد. برای انجام این کار در فاصلهٔ زمانی ساعات ۱۲ تا ۱۳ هر روز غیر ابری در ارتفاع ۱ متری در مرکز هر قطعه نمونهٔ مشخص‌شده در داخل مسیر چوبکشی، شدت نور با دستگاه "لوکس‌متر" اندازه‌گیری شد (Sagar *et al.*, 2008). در داخل جنگل نیز در فواصل ۲۰ متری از مسیر چوبکشی نقاطی انتخاب شد که از نظر شدت نور تا حد زیادی مشابه مسیر چوبکشی بودند. با مشخص کردن مکان هر قطعه نمونه در داخل مسیر چوبکشی و جنگل شاهد، قطعه‌های نمونه‌ای به ابعاد ۱×۱ متر در محل هر یک از این مکان‌ها پیاده شد.

- نمونه‌برداری در داخل قطعه‌های نمونه و روش‌های تجزیهٔ آنها

در داخل هر یک از قطعه‌های نمونه، تجدیدحیات بر اساس تعیین نوع گونه و تعداد نهال‌های سالم از هر گونه آماربرداری شد. سپس، در مرکز هر قطعه نمونه، برداشت خاک از عمق ۲۰ – ۰ سانتی‌متری با استفاده از استوانهٔ فلزی انجام شد. در آزمایشگاه، مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی این نمونه‌های خاک شامل بافت خاک به روش هیدرومتری بایکاس، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه، وزن مخصوص حقیقی به روش پیکنومتری و درصد رطوبت اشباع به روش گل اشباع اندازه‌گیری شد (علی احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲؛ جعفری حقیقی، ۱۳۸۲). همچنین با استفاده از داده‌های حاصل از وزن مخصوص ظاهری و حقیقی نیز، در صد تخلخل محاسبه شد.

- روش‌های تجزیه آماری

نرمال بودن و همگنی واریانس داده‌ها به‌ترتیب از طریق آزمون‌های شاپیرو ویلک (Shapiro-Wilk) و آزمون همگنی واریانس بر مبنای میانگین (Levene test) در نرم‌افزار SPSS بررسی شد. بیشتر متغیرهای مورد بررسی دارای توزیع نرمال ($P>0/05$)، یا واریانس آنها همگن بود ($P>0/05$). چند متغیری که یا از توزیع نرمال پیروی نمی‌کرد یا واریانس آنها همگن نبود، از نظر نقاط پرت و ضریب شکل توزیع مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که نقاط پرت موجود و ضریب شکل توزیع یعنی چولگی و کشیدگی آن معنی‌دار نیست ($P>0/05$). با توجه به اهداف پژوهش، آزمون t برای نمونه‌های مستقل به‌منظور مقایسهٔ خصوصیات خاک و تجدیدحیات گونه در جنگل طبیعی و مسیر چوبکشی، تحلیل واریانس یکطرفه برای مقایسهٔ خصوصیات خاک و تجدیدحیات گونه‌ها در شدت‌های مختلف تردد، آزمون چنددامنه‌ای دانکن برای مقایسهٔ چندگانهٔ میانگین‌ها و تحلیل همبستگی پیرسون نیز به‌منظور بررسی رابطه بین خصوصیات خاک و تجدیدحیات گونه‌ها، استفاده شد.

نتایج

قبل از بیان نتایج اصلی، ذکر این نکته ضروری است که نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین خصوصیات خاک و تجدیدحیات طبیعی در محل‌های نمونه‌برداری در مسیرهای چوبکشی، یعنی در محل عبور چرخ ماشین چوبکش و دیگری در فاصلهٔ بین دو چرخ نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین این خصوصیات وجود دارد (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) خصوصیات فیزیکی خاک در محل‌های عبور و محل‌های بدون عبور چرخ در مسیر چوبکشی

خصوصیات خاک	محل بدون عبور چرخ	محل عبور چرخ	سطح معنی‌داری
وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	۱/۸۱ ±۰/۱۴۳	۱/۸۵ ±۰/۱۷۰	۰/۲۸۶
وزن مخصوص حقیقی (gr/cm^3)	۲/۴۲ ±۰/۱۵۳	۲/۳۶ ±۰/۱۴۲	۰/۱۰۱
درصد تخلخل	۲۵/۲۶ ± ۶/۴۶۲	۲۱/۵۱ ± ۸/۵۳۳	۰/۰۴۸
درصد رس	۲۰/۸۱ ± ۷/۶۶۰	۱۸/۶۷ ± ۷/۱۰۸	۰/۲۴۳
درصد سیلت	۱۹/۹۹ ± ۶/۸۹۱	۱۸/۳۴ ± ۶/۶۷۶	۰/۳۲۷
درصد شن	۵۹/۱۹ ±۱۲/۵۵۸	۶۲/۹۹ ±۱۰/۶۷۱	۰/۱۹۰
درصد رطوبت	۵۸/۰۲ ±۱۷/۸۲۵	۵۷/۰۱ ±۱۷/۴۸۲	۰/۸۱۷

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین تعداد در واحد سطح قطعه نمونه (± انحراف معیار) تجدیدحیات طبیعی در محل‌های عبور و محل‌های بدون عبور چرخ در مسیر چوبکشی

نوع تجدیدحیات	محل بدون چرخ	محل عبور چرخ	سطح معنی‌داری
افرا پلت	۰/۳۶ ±۰/۷۴۲	۰/۶۷ ±۱/۰۸۰	۰/۱۸۹
راش	۰/۴۲ ±۱/۲۵۱	/۳۰ ±۰/۷۲۹	۰/۶۳۲
ممرز	۰/۲۴ ±۰/۵۶۱	۰/۳۳ ±۰/۹۸۹	۰/۶۴۸
توسکا	۰/۱۲ ±۰/۴۱۵	۰/۰۶ ±۰/۲۴۲	۰/۴۷۲
افرا شیردار	۰/۰۶ ±۰/۲۴۲	۰/۰۰ ±۰/۰۰۰	۰/۱۶۰

همچنین میانگین خصوصیات خاک و تجدیدحیات طبیعی نقاط برداشت‌شده در داخل جنگل طبیعی شامل نقاط تصادفی داخل جنگل و نقاط با شدت نور مشابه با مسیر چوبکشی، اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول‌های ۳ و ۴).

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین (± انحراف معیار) خصوصیات فیزیکی خاک در نقاط تصادفی و نقاط با شدت نور مشابه با مسیر چوبکشی در داخل جنگل طبیعی

خصوصیات خاک	نقاط تصادفی	شدت نور مشابه	سطح معنی‌داری
وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	۱/۳۴ ±۰/۱۲۵	۱/۳۷ ±۰/۱۶۳	۰/۳۸۹
وزن مخصوص حقیقی (gr/cm^3)	۲/۲۹ ±۰/۱۳۸	۲/۳۵ ±۰/۱۴۳	۰/۰۴۷
درصد تخلخل	۴۱/۳۸ ± ۶/۴۴۵	۴۱/۷۱ ± ۸/۸۴۶	۰/۸۶۶
درصد رس	۲۵/۳۵ ± ۵/۱۷۶	۲۵/۷۲ ± ۵/۷۳۲	۰/۷۸۵
درصد سیلت	۳۲/۹۲ ± ۶/۱۹۱	۳۳/۵۲ ± ۵/۲۴۴	۰/۶۶۹
درصد شن	۴۱/۷۳ ±۸/۹۵۰	۴۰/۷۵ ± ۸/۲۲۱	۰/۶۴۷
درصد رطوبت	۷۱/۶۲ ±۱۵/۷۷۶	۷۳/۱۸ ±۱۷/۹۷۴	۰/۷۰۸

جدول ۴- مقایسهٔ میانگین تعداد در واحد سطح قطعه نمونه (± انحراف معیار) تجدیدحیات طبیعی در نقاط تصادفی و نقاط با شدت نور مشابه با مسیر چوبکشی در داخل جنگل طبیعی

نوع تجدیدحیات	تصادفی	شدت نور مشابه	سطح معنی‌داری
افرا پلت	۰/۴۲ ±۰/۷۰۸	۰/۳۹ ±۰/۷۸۸	۰/۸۷۰
راش	۰/۶۷ ±۱/۴۲۹	/۳۶ ±۰/۷۸۳	۰/۲۸۹
ممرز	۰/۷۹ ±۱/۱۶۶	۰/۴۸ ±۱/۰۳۴	۰/۲۶۸
توسکا	۰/۰۰ ±۰/۰۰۰	۰/۱۷ ±۰/۰۳۰	۰/۳۲۱
افرا شیردار	۰/۲۱ ±۰/۴۸۵	۰/۳۰ ±۰/۶۳۷	۰/۵۱۶

ذکر این نکته مهم است که در جدول‌ها و شکل‌هایی که در ادامه ارائه شده است، منظور از مسیر چوبکشی، محل عبور چرخ ماشین چوبکشی و فاصلهٔ بین دو چرخ و منظور از جنگل طبیعی، نقطهٔ تصادفی داخل جنگل و نقطهٔ انتخابی با شدت نور مشابه با مسیر چوبکشی است.

نتایج مربوط به مقایسهٔ میانگین خصوصیات فیزیکی خاک و نوع تجدیدحیات طبیعی گونه‌ها به‌ترتیب در جدول‌های ۵ و ۶ آمده است. همانطور که در جدول ۵ دیده می‌شود اختلاف معنی‌داری بین تمام خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری‌شده در مسیرهای چوبکشی و جنگل طبیعی وجود دارد.

جدول ۵- مقایسهٔ میانگین (± انحراف معیار) خصوصیات فیزیکی خاک بین مسیر چوبکشی و جنگل طبیعی

خصوصیات خاک	مسیر چوبکشی	جنگل طبیعی	سطح معنی‌داری
وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	۱/۸۳ ±۰/۱۵۷	۱/۲۵ ±۰/۱۴۵	۰/۰۰۰
وزن مخصوص حقیقی (gr/cm^3)	۲/۴۰ ±۰/۱۵۳	۲/۳۳ ±۰/۱۴۴	۰/۰۰۸
درصد تخلخل	۲۳/۳۹ ± ۷/۷۴۶	۴۱/۵۵ ± ۷/۶۸۴	۰/۰۰۰
درصد رس	۱۹/۷۴ ± ۷/۴۱۱	۲۵/۵۴ ± ۵/۴۲۲	۰/۰۰۰
درصد سیلت	۱۹/۱۷ ± ۶/۷۸۳	۳۳/۲۲ ± ۵/۷۰۱	۰/۰۰۰
درصد شن	۶۱/۰۹ ±۱۱/۷۲۰	۴۱/۲۴ ± ۸/۵۴۱	۰/۰۰۰
درصد رطوبت	۵۷/۵۲ ±۱۷/۵۲۵	۷۲/۴۰ ±۱۶/۸۰۰	۰/۰۰۰

مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک در مسیر چوبکشی به‌طور معنی‌دار بیشتر از جنگل طبیعی است و این در حالی است که تخلخل خاک که با وزن مخصوص حقیقی و ظاهری ارتباط دارد، در جنگل طبیعی بیشتر از مسیر چوبکشی است. درصد رس در جنگل طبیعی بیشتر ولی مقدار شن در جنگل طبیعی نسبت به مسیر چوبکشی کمتر است. درصد رطوبت اشباع که تابعی از بافت، ساختمان، مقدار مواد آلی و خلل و فرج خاک است در جنگل طبیعی تفاوت معنی‌داری با مسیر چوبکشی دارد و در جنگل طبیعی مقدار آن بیشتر است.

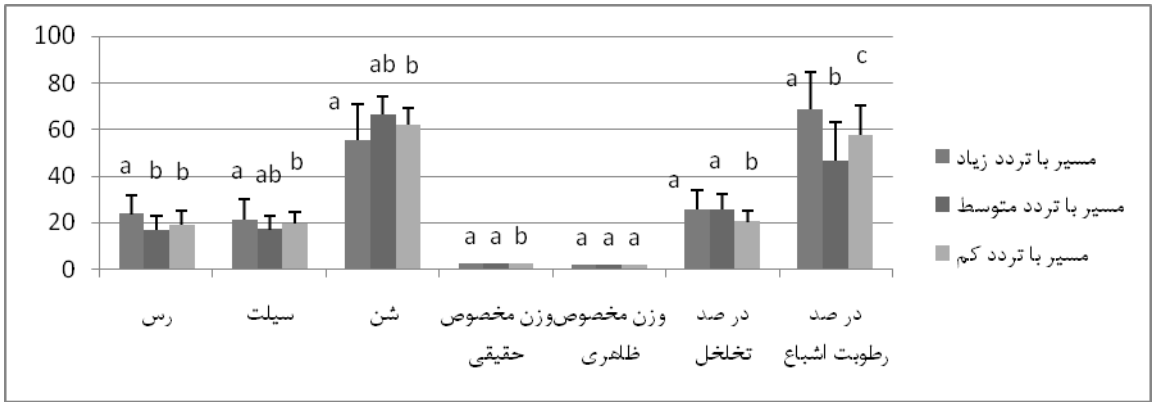
جدول ۶- مقایسهٔ میانگین تعداد در واحد سطح قطعه نمونه (± انحراف معیار) تجدیدحیات طبیعی بین مسیر چوبکشی و جنگل طبیعی

نوع تجدیدحیات	مسیر چوبکشی	جنگل طبیعی	سطح معنی‌داری
افرا پلت	۰/۵۱ ±۰/۹۳۲	۰/۴۱ ±۰/۷۴۴	۰/۴۷۱
راش	۰/۳۶ ±۱/۰۱۷	/۵۱ ±۱/۱۵۲	۰/۴۲۵
ممرز	۰/۲۹ ±۰/۷۹۹	۰/۶۳ ±۱/۱۰۴	۰/۰۴۰
توسکا	۰/۱۲ ±۰/۳۷۲	۰/۰۱ ±۰/۱۲۳	۰/۰۳۰
افرا شیردار	۰/۰۳ ±۰/۱۷۳	۰/۲۶ ±۰/۵۶۳	۰/۰۰۲

نتایج مربوط به نوع تجدیدحیات در مسیرهای چوبکشی و جنگل طبیعی نشان داد که تجدیدحیات طبیعی گونه‌های ممرز، توسکا و افرا شیردار به‌طور معنی‌دار بین این دو منطقه تفاوت دارد (جدول ۶). گونه‌های شیردار و ممرز به‌طور معنی‌دار در جنگل طبیعی نسبت به مسیر چوبکشی بیشتر و بر عکس گونه توسکا به‌طور معنی‌دار و محسوسی در مسیر چوبکشی بیشتر ظاهر شده است. نکتهٔ قابل توجه این است که، تجدیدحیات گونه‌های راش و افرا پلت در هر دو منطقهٔ

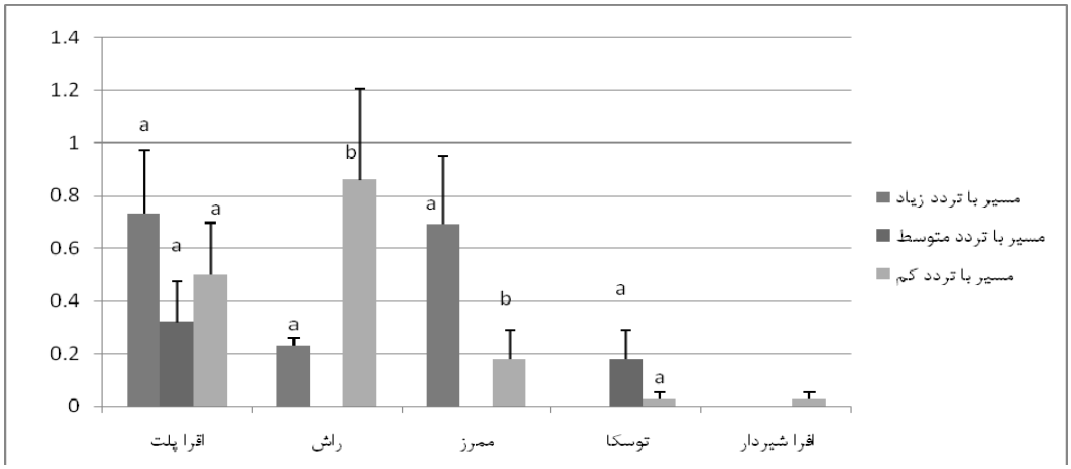
جنگل طبیعی و مسیر چوبکشی به تعداد زیاد وجود داشت و اختلاف معنی‌داری بین تعداد تجدیدحیات این دو گونه در بین دو منطقه دیده نشد.

مقایسهٔ خصوصیات فیزیکی خاک و تجدیدحیات طبیعی در سه مسیر با شدت‌های مختلف تردد در شکل‌های ۱و ۲ آمده است. در مورد خصوصیات فیزیکی خاک، بیشترین اختلافات معنی‌دار، بین شدت‌های تردد کم و زیاد است و این خصوصیات در شدت‌های تردد متوسط عموما تغییرات زیادی را نسبت به دو شدت تردد دیگر نشان نمی‌دهد.



شکل ۱- مقایسهٔ خصوصیات فیزیکی خاک در مسیرهای با شدت‌های مختلف تردد

تجدیدحیات گونهٔ افرا پلت در هر سه شدت تردد وجود داشته و اختلاف معنی‌داری نیز بین تعداد نهال‌ها در هر سه شدت تردد مشاهده نشد (شکل ۲). اختلافات معنی‌داری بین تجدیدحیات گونه‌های راش و ممرز در شدت‌های تردد کم و زیاد وجود دارد. بیشترین تعداد تجدیدحیات گونهٔ راش در مسیر با شدت تردد کم و بر عکس بیشترین تجدیدحیات گونهٔ ممرز در مسیر با شدت تردد زیاد است. تجدیدحیات گونهٔ توسکا تنها در مسیرهایی با شدت تردد متوسط و کم دیده می‌شود، اما اختلاف این تعداد معنی‌دار نیست. تجدیدحیات گونهٔ افرا شیردار در مسیرهایی با شدت تردد زیاد و متوسط دیده نشد و فقط به تعداد بسیار ناچیز در مسیر با تردد کم وجود داشت.



شکل ۲- مقایسهٔ تجدیدحیات گونه‌های مختلف در مسیرهای با شدت‌های مختلف تردد

نتایج این تحقیق نشان داد که گونهٔ افرا شیردار بیشترین همبستگی را با خصوصیات فیزیکی خاک نشان می‌دهد. تجدیدحیات این گونه با وزن مخصوص ظاهری و درصد شن همبستگی منفی معنی‌دار و با درصد تخلخل و درصد رس و سیلت همبستگی مثبت معنی‌دار دارد (جدول ۷). گونهٔ توسکا با وزن مخصوص ظاهری خاک همبستگی

مثبت معنی‌دار و با درصد سیلت همبستگی منفی معنی‌دار، نشان داد. گونهٔ ممرز و افرا پلت هیچ همبستگی معنی‌داری با خصوصیات فیزیکی خاک در منطقهٔ مورد بررسی نشان نداد. گونهٔ راش هم فقط با درصد سیلت همبستگی مثبت نشان داد.

جدول ۷- همبستگی و سطح معنی‌داری بین خصوصیات فیزیکی خاک و نوع تجدیدحیات

		وزن مخصوص ظاهری	وزن مخصوص حقیقی	درصد تخلخل	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	درصد رطوبت اشباع
افرا پلت	ضریب همبستگی پیرسون	۰/۱۱۶	-۰/۰۵۱	-۰/۱۳۰	-۰/۰۵۳	-۰/۰۷۰	۰/۰۷۲	-۰/۰۷۰
	سطح معنی‌داری	۰/۱۸۶	۰/۵۶۳	۰/۱۳۷	۰/۵۴۷	۰/۴۲۸	۰/۴۱۱	۰/۴۲۳
راش	ضریب همبستگی پیرسون	-۰/۰۸۸	-۰/۱۴۰	۰/۰۴۲	۰/۰۱۴	۰/۱۹۳	-۰/۱۳۵	۰/۰۰۷
	سطح معنی‌داری	۰/۳۱۶	۰/۱۱۰	۰/۶۳۱	۰/۸۷۵	۰/۰۲۶*	۰/۱۲۴	۰/۹۳۴
ممرز	ضریب همبستگی پیرسون	-۰/۱۰۰	۰/۰۲۳	۰/۱۱۱	۰/۰۱۵	۰/۱۰۴	-۰/۰۷۶	۰/۰۶۲
	سطح معنی‌داری	۰/۲۵۵	۰/۷۹۶	۰/۲۰۷	۰/۸۶۳	۰/۲۳۴	۰/۳۸۴	۰/۴۷۹
توسکا	ضریب همبستگی پیرسون	۰/۱۷۲	۰/۰۵۲	-۰/۱۵۹	-۰/۰۵۷	-۰/۱۹۷	۰/۱۵۸	-۰/۱۶۱
	سطح معنی‌داری	۰/۰۴۹*	۰/۵۵۲	۰/۰۶۸	۰/۵۱۹	۰/۰۲۴*	۰/۰۷۱	۰/۰۶۵
افرا شیردار	ضریب همبستگی پیرسون	-۰/۲۲۴	-۰/۰۴۷	۰/۲۰۴	۰/۱۷۳	۰/۲۲۹	-۰/۲۳۷	۰/۱۳۶
	سطح معنی‌داری	۰/۰۱۰**	۰/۵۹۲	۰/۰۱۹*	۰/۰۴۸*	۰/۰۰۸**	۰/۰۰۶**	۰/۱۲۰

*: معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ و **: معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

بحث

در این تحقیق، تمامی خصوصیات فیزیکی خاک در جنگل طبیعی و مسیر چوبکشی تغییرات معنی‌داری نسبت به هم نشان دادند. این موضوع نشان می‌دهد که تردد ماشین‌آلات در مسیرهای چوبکشی تأثیر زیادی روی خصوصیات فیزیکی خاک گذاشته تا حدی که با گذشت حدود ۱۰سال، خصوصیات فیزیکی خاک در مسیرهای چوبکشی هنوز ترمیم نشده است. Rab (2004) بیان می‌کند که بازیابی خاک پس از اتمام عملیات چوبکشی بسته به نوع خاک، پوشش گیاهی، شرایط رطوبتی، عمق لایه‌ها و درجهٔ کوبیدگی خاک و توپوگرافی عرصه متفاوت است. عزتی (۱۳۸۸) در نتایج تحقیق خود در مسیرهای چوبکشی در جنگل‌های شمال بیان می‌کند که وزن مخصوص ظاهری، تخلخل خاک و سرعت نفوذپذیری پس از گذشت ۲۰ سال نیز به حالت بازیابی نرسیدند و با منطقهٔ شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. افزایش وزن مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل خاک که در مسیرهای چوبکشی منطقهٔ مورد بررسی رخ داد، در بسیاری از تحقیقات دیگر هم مورد تأیید و تأکید است (Ampoorter *et al*. 2007; Mason *et al*., 2006; Demir *et al*., 2007; Makineci *et al*., 2008) و در واقع یکی از بارزترین تأثیرات ماشین‌آلات چوبکش، تأثیر بر همین خصوصیات است که می‌تواند منشاء بسیاری از تغییرات دیگر در خاک باشد. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که درصد رطوبت اشباع و در واقع ظرفیت

نگهداری آب در این مسیرها نسبت به جنگل طبیعی کمتر است. کاهش ظرفیت نگهداری آب در مسیرهای چوبکشی ارتباط مستقیم با کاهش تخلخل خاک و افزایش وزن مخصوص ظاهری دارد. همان‌طور که Igwe (2005) بیان کرد، کاهش ظرفیت نگهداری آب علاوه بر کاهش تخلخل به بافت خاک سبک‌تر نیز ارتباط پیدا می‌کند. نتایج این تحقیق نیز نشان داد که درصد شن در مسیر چوبکشی بیشتر و در نتیجه خاک سبک‌تر بوده و بر عکس خاک جنگل طبیعی دارای درصد رس و سیلت بیشتر و خاک سنگین‌تر است. همچنین کاهش ظرفیت نگهداری آب در مسیر چوبکشی، خود عاملی در جاری شدن بیشتر آب بر روی این مسیرها، افزایش فرسایش و قابلیت شسته شدن بیشتر ذرات ریز رس و سیلت و در نتیجه به جا ماندن ذرات درشت شن در مسیر چوبکشی است. بنابراین این عوامل تأثیرات متقابل دارند و هر کدام از آنها ضمن تاثیرگذاری روی خصوصیات دیگر، خودشان نیز تحت تاثیر عامل دیگر قرار می‌گیرند.

با وجود اینکه در سه مسیر با شدت‌های تردد مختلف، خصوصیات فیزیکی خاک اختلافاتی را به‌ویژه در بین شدت‌های تردد کم و زیاد نشان داد، اما این تغییرات از روند خیلی واضحی تبعیت نمی‌کند. عزتی (۱۳۸۸) که به بازیابی خصوصیات فیزیکی خاک در شدت‌های مختلف ترددی در دوره‌های زمانی ۱ تا ۲۰ سال پرداخت، نتیجه گرفت که روند تغییرات خصوصیات خاک در مسیرهای با شدت‌های تردد مختلف با گذشت زمان از اختلافات کمتری برخوردار بوده و در مورد بسیاری از خصوصیات اختلافات معنی‌دار و واضحی وجود ندارد. به این ترتیب به‌نظر می‌رسد در منطقهٔ مورد بررسی، بین بسیاری از خصوصیات فیزیکی خاک در مسیرهای چوبکشی و جنگل طبیعی اختلافات معنی‌داری وجود دارد و پس از گذشت حدود ۱۰ سال، شدت‌های مختلف تردد در ایجاد این تغییرات چندان تأثیرگذار نیست، اگرچه شدت‌های تردد در سال‌های نخستین بعد از اتمام عملیات چوبکشی بسیار تأثیرگذار است. این موضوع در رابطه با وضعیت زادآوری هم به چشم می‌خورد. نتایج این تحقیق نشان داد که پس از گذشت حدود ۱۰ سال در مسیرهای چوبکشی با شدت‌های مختلف تردد، اختلاف در نوع و تعداد زادآوری گونه‌های مختلف به اندازه‌ای که بین جنگل طبیعی و مسیر چوبکشی وجود دارد، نیست.

زادآوری طبیعی برخی از گونه‌های موجود در مسیرهای چوبکشی و جنگل طبیعی تفاوت معنی‌داری داشت. نتایج نشان داد که زادآوری دو گونهٔ راش و افرا پلت در هر دو منطقهٔ مسیر چوبکشی و جنگل طبیعی، زیاد است و اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. این نتیجه نشان می‌دهد که این دو گونه، به‌ویژه افرا پلت، در منطقهٔ مورد بررسی نسبت به شرایط خاکی حساسیت خاصی ندارند و می‌توانند در شرایط مختلف خاکی مورد نظر در این تحقیق (شرایط خاکی در جنگل طبیعی و مسیرهای چوبکشی) زادآوری مناسبی داشته باشند. Taheri Abkenar & Safarpoor (2007) در تحقیق خود در جنگلکاری‌های غرب استان گیلان بیان می‌کنند که گونهٔ افرا پلت در مقابل شرایط نامناسب محیطی مقاوم بوده و قادر است در شرایط سخت بردباری مناسبی داشته باشد. نتایج همبستگی بین خصوصیات خاک و تعداد زادآوری هم نشان داد که زادآوری گونهٔ افرا پلت با هیچ یک از خصوصیات خاک رابطهٔ معنی‌داری ندارد و تنها زادآوری گونهٔ راش آن هم فقط با مقدار سیلت در خاک همبستگی مثبت دارد. حبیبی (۱۳۵۳) و صالحی (۱۳۸۴) نیز رشد مناسب و پراکنش گونهٔ راش را در خاک‌هایی با مقدار سیلت بیشتر مشاهده کردند. در این تحقیق نیز، تجدیدحیات گونهٔ راش نسبت به مقدار سیلت در خاک حساسیت معنی‌داری را نشان داد.

بر خلاف دو گونهٔ راش و افرا پلت، زادآوری گونه‌های ممرز، توسکا و افرا شیردار اختلاف معنی‌داری را در دو منطقه نشان داد. زادآوری گونه‌های ممرز و شیردار به‌طور معنی‌دار و واضح در جنگل طبیعی بیشتر از مسیر چوبکشی است و زادآوری توسکا در مسیر چوبکشی بیشتر از جنگل طبیعی است. این نتایج مشخص می‌کند که تجدیدحیات این سه گونه نسبت به شرایط خاکی ایجادشده در مسیر چوبکشی بسیار حساس بوده و عکس‌العمل‌های معنی‌دار و مشخصی را نشان می‌دهند. بسیاری از پژوهش‌ها به موضوع تأثیر مسیرهای چوبکشی بر کمیت و کیفیت زادآوری برخی از گونه‌های جنگلی پرداخته‌اند. Blouin *et al.* (2008) بیان

می‌کند که فشار ماشین‌آلات در مسیرهای چوبکشی دسترسی برخی از نهال‌ها به مواد غذایی و آب را تحت تأثیر قرار دهد و از این طریق می‌تواند بر رشد و زنده‌مانی آنها اثر مستقیم و به‌سزایی داشته باشد. Jourdan *et al.* (2007) نیز تاکید می‌کنند که رشد نهال‌های دو گونه از بلوط در اثر فشردگی خاک در مسیرهای چوبکشی کاملا تحت تاثیر قرار گرفته است.

همبستگی بین خصوصیات فیزیکی خاک و نوع تجدید حیات نشان‌دهندهٔ وجود ارتباط‌هایی بین آنهاست. در بین گونه‌های مورد بررسی، گونهٔ شیردار همبستگی بالایی با بسیاری از خصوصیات فیزیکی خاک نشان داد و در واقع می‌توان گفت که نهال‌های این گونه می‌تواند شاخصی در معرفی برخی خصوصیات فیزیکی خاک باشد. از آنجا که تجدیدحیات این گونه با هر سه عامل درصد رس، سیلت و شن که معرف بافت خاک است ارتباط معنی‌دار و چشمگیری داشت، می‌توان بافت خاک را یکی از عوامل بسیار مهم در استقرار تجدیدحیات گونهٔ افرا شیردار معرفی کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که تجدیدحیات شیردار، خاک‌هایی با مقدار بیشتر رس و سیلت را بیشتر می‌پسندد و به‌عبارت دیگر، این گونه، خاک‌هایی با بافت‌های سنگین و نیمه‌سنگین را که عموما در جنگل طبیعی وجود داشت به خاک‌هایی با بافت سبک‌تر در مسیرهای چوبکشی ترجیح می‌دهد. رمضانی و همکاران (۱۳۸۰) و Salehi *et al.* (2007) نیز در تحقیق‌های خود که در ارتباط با ویژگی‌های رویشگاه‌های شیردار بود، به نتیجهٔ مشابه دست یافتند. علاوه بر این، تجدیدحیات این گونه با وزن مخصوص ظاهری و درصد تخلخل همبستگی بالایی نشان داد. بر این اساس، این گونه، خاک‌هایی با تخلخل بیشتر و وزن مخصوص کمتر که در جنگل طبیعی موجود است را به خاک‌هایی فشرده با تخلخل کمتر در مسیرهای چوبکشی ترجیح می‌دهد. Blouin *et al.* (2008) نیز بیان کردند که کمیت، نوع و کیفیت نهال‌ها در مسیرهای چوبکشی رابطهٔ معنی‌داری با وزن مخصوص ظاهری دارند. رمضانی و همکاران (۱۳۸۰) نیز اشاره می‌کنند که شیردار بیشتر در خاک‌هایی با وزن مخصوص بالا رشد می‌کند.

تجدیدحیات گونهٔ توسکا که در مسیر چوبکشی بیشتر از جنگل طبیعی بود، همبستگی مثبتی با وزن مخصوص ظاهری نشان داد و این بدان معنی است که با افزایش وزن مخصوص ظاهری در مسیرهای چوبکشی، استقرار تجدیدحیات توسکا نیز بیشتر می‌شود. صدیقی (۱۳۸۱)؛ زارع و حبشی (۱۳۷۹) نشان دادند که توسکا به‌عنوان گونه‌ای پیشگام می‌تواند در حاشیهٔ جاده‌ها و هرجا که خاک به‌نوعی جابه‌جا می‌شود به‌سرعت گسترش یابد. به‌نظر می‌رسد عامل اصلی ظهور و استقرار گونهٔ توسکا در مسیرهای چوبکشی جابه‌جایی خاک در حین عملیات چوبکشی بوده است و عامل ارتباط بین وزن مخصوص ظاهری و ظهور و گسترش توسکا تحت تأثیر همین موضوع قرار گرفته باشد.

همچنین نتایج نشان داد که اگرچه تجدیدحیات گونهٔ ممرز در مسیر چوبکشی و جنگل طبیعی نسبت به هم اختلاف معنی‌داری دارند، اما هیچ نوع ارتباط معنی‌داری بین خصوصیات فیزیکی خاک و تجدیدحیات طبیعی این گونه دیده نشد. به‌نظر می‌رسد عوامل دیگری به غیر از خصوصیات فیزیکی خاک‌ها در اختلاف ظهور و گسترش این گونه در مسیرهای چوبکشی و جنگل طبیعی نقش داشته باشد که نیاز به بررسی بیشتری دارد.

نتایج کلی این تحقیق نشان داد که وجود و رفت و آمد ماشین‌آلات در جنگل عامل ایجاد بسیاری از تغییرات در خصوصیات خاک‌هاست و به دنبال آن ایجاد بسیاری تغییرات در محیط جنگل، به این موضوع وابسته می‌شود. خصوصیات خاک‌ها به‌ویژه خصوصیات فیزیکی آنها در مسیرهای چوبکشی حتی پس از گذشت حدود ۱۰ سال نیز بازیابی نشده و می‌تواند بر تجدیدحیات طبیعی گونه‌های مختلف جنگلی که موضوع مهم در مدیریت جنگل‌هاست تأثیر آشکاری داشته باشد. بر اساس نتایج این تحقیق گونهٔ افرا پلت گونه‌ای است که تجدیدحیات آن تحت تأثیر خصوصیات فیزیکی خاک قرار نمی‌گیرد و قادر است در خاک‌هایی با خصوصیات فیزیکی مختلف مستقر شود. گونهٔ افرا شیردار به‌شدت تحت تأثیر خصوصیات فیزیکی خاک‌ها بوده و این خصوصیات می‌تواند تجدیدحیات این گونه را تحت تأثیر قرار دهد. تجدیدحیات طبیعی گونه‌هایی مثل

راش، ممرز و توسکا نیز که در عرصهٔ مورد بررسی وجود داشتند رفتارهای بینابینی از خود نشان دادند و بر اساس نتایج این تحقیق، کمتر تحت تأثیر خصوصیات فیزیکی خاک قرار گرفتند. شاید دیگر عوامل محیطی یا خاکی در تجدیدحیات آنها نقش دارند که باید مورد بررسی قرار گیرند.

اگرچه بر طبق ضوابط جدید، مسیرهای چوبکش و به‌ویژه آنهایی که به‌تازگی احداث می‌شوند جزء شبکه ریزبافت بوده و باید به‌صورت دائم مورد استفاده قرار گیرند، اما با توجه به شرایط ویژه‌ای که این مسیرها در عرصهٔ جنگل به‌وجود می‌آورند، در سال‌های مابین استفادهٔ مجدد از آنها، این مسیرها می‌توانند محل مناسبی برای بسیاری از بررسی‌های مختلف در جنگل باشند. در واقع در این حالت، این مسیرها مانند آزمایشگاهی رفتار می‌کنند که می‌توان عکس‌العمل طبیعت را در مقابل ایجاد این پدیده مورد ارزیابی قرار داد و از نتایج آن در موارد مختلف استفاده کرد.

منابع

بی‌نام، ۱۳۸۸. طرح تجدید نظر سری یک حوضهٔ ناو اسالم. ۳۸۴ ص.

حبیبی، حسین، ۱۳۵۳. بررسی تأثیر بافت خاک در میزان رویش راش ایران، نشریهٔ دانشکدهٔ منابع طبیعی، ۳۱: ۶۹-۶۱.

جعفری حقیقی، مجتبی، ۱۳۸۲. روش‌های تجزیهٔ خاک: نمونه‌برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی با تأکید بر اصول تئوری وکاربردی، انتشارات ندای ضحی، ۲۳۶ ص.

جورغلامی، مقداد و باریس مجنونیان، ۱۳۸۹. کوبیدگی و به‌هم خوردگی خاک جنگل در اثر خروج چوب با اسکیدر چرخ‌لاستیکی (مطالعهٔ موردی: جنگل خیرود)، مجلهٔ جنگل ایران، ۲(۴): ۲۹۸-۲۸۷.

رمضانی، الیاس، پیروز عزیزی، مسلم اکبری‌نیا، محمدرضا پورمجیدیان و توفیق احمدی، ۱۳۸۰. بررسی ویژگی‌های خاک و گیاهان همراه در رویشگاه‌های شیردار در منطقهٔ غرب مازندران. در مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت جنگل‌های شمال و توسعهٔ پایدار، ۲۰۵-۱۹۱.

زارع، حبیب و هاشم حبشی، ۱۳۷۹. توسکا گونهٔ اکولوژیک جنگل‌های شمال، مجلهٔ جنگل و مرتع، ۴۸: ۶۳-۵۵.

صالحی، علی، منوچهر زرین‌کفش، قوام‌الدین زاهدی امیری و رضا مروی مهاجر، ۱۳۸۴. بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در ارتباط با گروه‌های اکولوژیک درختی در سری نم‌خانهٔ جنگل خیرودکنار، مجلهٔ منابع طبیعی ایران، ۵۸ (۳): ۵۷۸-۵۶۷.

صدیقی، فرزانه، ۱۳۸۱. مطالعهٔ جنگل‌شناسی توده‌های دست‌کاشت توسکای قشلاقی در جنگل‌های شرق گیلان، رسالهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ منابع طبیعی، گیلان، ۷۹ ص.

طاهری آبکنار، کامبیز، ۱۳۷۹. بررسی ساختار تجدیدحیات طبیعی راش در جنگل‌های اسالم (دانگ زادآوری لومر). رسالهٔ دکتری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۰ ص.

عباسی، محمد، ۱۳۸۰. تأثیر عملیات بهره‌برداری بر زادآوری گونهٔ راش در سری الندان. رسالهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۶۷ ص.

عزتی، ستار، ۱۳۸۸. ارزیابی میزان بازیابی خصوصیات فیزیکی خاک تخریب‌شده در اثر چوبکشی زمینی. رسالهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس، ۸۹ ص.

علی احیایی، مریم و علی‌اصغر بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیهٔ شیمیایی خاک، انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریهٔ ۸۹۳، ۱۲۷ ص.

لطفعلیان، مجید، ۱۳۷۵. بررسی اثر چوبکشی تاف در فشردگی خاک. رسالهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس، ۷۶ ص.

Ampoorter, E., R. Goris, W.M. Cornelis & K. Verheyen, 2007. Impact of mechanized logging on compaction status of sandy forest soils, *Forest Ecology & Management*, 241: 162-174.

Blouin, V.M., M.G. Schmidt, C.E. Bulmer & M. Krzic, 2008. Effects of compaction and water content on lodge pole pine seedling growth, *Forest Ecology & Management*, 255: 2444-2452.

Brais, S., 2001. Persistence of soil copaction and effects on seedling growth in northwestern Quebec, *Soil science society of American Journal*, 65: 1263-1271.

Demir, M., E. Makineci & E.Yilmaz, 2007. Harvesting impact on herbaceous understory, forest floor and top soil properties on skid road in a beech stand, *Environment Biology*, 28(2): 427-432.

Godefroid, S. & N. Koedam, 2004. Interspecific variation in soil compaction sensitivity among forest floor species. *Biological Conservation*, 119: 207-217.

Grigal, D.F., 2000. Effects of extensive forest management on soil productivity, *Forest Ecology & Management*, 138: 167-158.

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(2005): 57-66.

Jourdan, D., J.F. Ponder & V.C. Hubbard, 2007. Effects of soil compaction, forest leaf litter and nitrogen fertilizer on two oak species and microbial activity, *Applied Soil Ecology*, 23: 33-41.

Kozlowski, T.T., 1999. Soil compaction and growth of woody plants, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 14: 596-619.

Mason C., J. Thomas, Z.W. Dean & A.N. Ray, 2006. Impacts of harvesting and postharvest treatments on soil bulk density, soil strength, and early growth of *Pinus taeda* in the Gulf Coastal Plain: a Long-Term Soil Productivity affiliated study, *Canadian Journal of forest resources*, 36: 601-614.

Makineci, E., M. Demir, A. Comez & E. Yilmaz, 2008. Effects of timber skidding on chemical characteristics of herbaceous cover, forest floor and topsoil on skid road in an oak forest, *Journal of Terramechanics*, 44: 423-428.

Rab, M.A., 2004. Recovery of soil physical properties from compaction and soil profile disturbance caused by logging of native forest in Victorian central highlands, Australia, *Forest Ecology and Management*, 191: 329-340.

Sagar, R., A. Singh & J.S. Singh, 2008. Differential effect of woody plant canopies on species composition and diversity of ground vegetation: a case study, *Tropical Ecology*, 49(2): 189-197.

Salehi, A., Gh. Zahedi Amiri, D. Burslem & M. Swaine, 2007. Relationships between tree species composition, soil properties and topographic factors in a temperate deciduous forest in northern Iran, *Asian journal of plant sciences*, 6(3): 455-462.

Taheri Abkenar, k. & E. Safarpoor, 2007. Performance of planted maple in western Guilan province, Iran, *Asian journal of plant sciences*, 6(7): 1143-1146.

Study of the recovery soil physical properties and establishment of natural regeneration in skid trails (case study: Nav-e Asalem forests)

A. Salehi[*1], K. Taheri Abkenar[1] and R. Basiri[2]
[1]Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Guilan, I. R. Iran
[2]Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Behbahan Higher Education Complex, I. R. Iran
(Received: 27 February 2011, Accepted: 19 September 2011)

Abstract
Soil properties affected by passing the machines in skid trails and establishment of natural regeneration and herbaceous palnts in these routes after the harvesting operation could be a suitable opportunity to study the reaction of different plant species to soil conditions. This study has been done in district 1 of Nav forest, Guilan/Iran. The skid trails where have been abandoned without traffic for 10 years were chosen among the available skid trail routes. Soil samples were taken and type and the number of natural regeneration in skid trials and adjacent forests (natural forests) wre recorded. The results showed that among soil physical properties, soil bulk density, porosity, saturation moisture percentage and soil texture differed significantly between skid trail routes and natural forest. The natural regeneration of cappadocia maple, hornbeam and alder showed significant difference between natural forest and skid trails routs, while natural regeneration of beech and Velvet maple did not show any significant differences. The regeneration of alder was significantly higher in skid trail routes compared to natural forests, but for hornbeam and maple this regeneration was better in natural forest. Among soil physical properties, bulk density, porosity and soil texture showed significant correlation with amount of natural regeneration and among tree species, cappadocia maple showed the higher correlation with soil physical properties. This study showed that the natural regeneration of some species is affected by soil physical properties. In addition to the determination of natural regeneration responses to soil physical properties, the results of this study could be used in silviculture and forest management.

Key words: Skid trails, Soil compaction, Soil physical properties, Natural regeneration.

[*]Corresponding author Tel: +98 911 1387734 Email: asalehi@guilan.ac.ir