



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و
محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴
دانشگاه محقق اردبیلی



ارزیابی محیط زیستی بازیابی وزن مخصوص ظاهری و تخلخل کل خاک در مسیرهای چوبکشی ۲۰ سال

بعد از عملیات چوبکشی

هادی سهرابی^۱ و مقداد جورغلامی^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی جنگل دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

^۲ دانشیار گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

mjgholami@ut.ac.ir

چکیده:

حفظ خاک‌های جنگلی به عنوان پایه تولید در هنگام عملیات بهره‌برداری و چوبکشی یک امر ضروری است تا میزان تخریب و مدت زمان بازیابی آن بعد از عملیات بهره‌برداری به حداقل برسد. این تحقیق در دو بخش پاتم و نم‌خانه جنگل خیرود به منظور ارزیابی محیط زیستی اثر شیب، ترافیک و جهت رد چرخ بر روی خصوصیات فیزیکی خاک و بازیابی آن با گذشت ۲۰ سال در مقایسه با منطقه شاهد انجام شد. چهار مسیر چوبکشی رها شده با جهت رو به پایین و سنین مختلف انتخاب و در هر یک از این مسیرها سه کلاسه ترافیک و در هر کلاسه ترافیک دو طبقه شیب مشخص شد. برای اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری و تخلخل کل، پلات‌هایی با ابعاد ۴×۱۰ متر تعیین و در هر پلات، نمونه‌برداری در مسیرهای چوبکشی و منطقه شاهد انجام شد. نتایج نشان داد در مسیر چوبکشی ۲۰-۱۵ ساله وزن مخصوص ظاهری و تخلخل کل در شیب، ترافیک و جهت‌های مختلف رد چرخ با منطقه شاهد تفاوت معنی‌داری ندارند ولی مقادیر آن‌ها هنوز بیشتر از منطقه شاهد است. با گذشت ۲۰ سال از عملیات چوبکشی وزن مخصوص ظاهری و تخلخل کل به ترتیب به اندازه ۱۲/۷۵ درصد بیشتر و ۹/۷۴ درصد کمتر از منطقه شاهد بوده که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نیست. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش سن رها شدن، خصوصیات فیزیکی خاک تمایل به بازیابی بیشتر دارند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی محیط زیستی، وزن مخصوص ظاهری، تخلخل کل، بازیابی خاک جنگل.

مقدمه و هدف:

عملیات بهره‌برداری جنگل در چند دهه اخیر به دلایلی از جمله بالا بودن حجم چوب آلات قطع شده، وجود گونه‌های صنعتی و دارای ارزش افزوده بالا، شیب‌دار بودن قسمت اعظم این جنگل‌ها، کاهش هزینه حمل و نقل اولیه، کوتاه کردن مدت زمان چوبکشی و توسعه مکانیزاسیون بهره‌برداری جنگل، در حال حرکت به سوی استفاده از ماشین‌آلات سنگین و پر قدرت برای قطع و خارج کردن محصولات چوبی از جنگل بوده است (Ampoorter et al., 2007). با توجه به این که عملیات بهره‌برداری جنگل با احداث مسیر چوبکشی و تردد ماشین‌آلات برای خروج محصولات جنگلی در این مسیرها همراه است ممکن است به طور متوسط حدود ۱۶ تا ۲۵ درصد (McMahon, 2004; Rab, 1996; Murphy, 1995) از کل منطقه را در بر بگیرد، که هر ساله باعث ایجاد صدمات گسترده و تغییر در خصوصیات فیزیکی خاک شده و در نهایت از توان تولیدی آن کاسته می‌شود. که این تغییرات به صورت کوبیدگی (Buckley et al., 2003; Eisenbies et al., 2007)، افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک (Curran & Dykster, 2006)، افزایش مقاومت به نفوذ (Ampoorter et al., 2010)، جابجایی لایه لاشبرگ (Blocke et al., 2002; Rab et al., 2005; Demir et al., 2007)، ترکیب لایه لاشبرگ با خاک سطحی (Makineci et al., 2007)، کاهش تهویه و نفوذپذیری آب و هوا در خاک (Smidt & Kolka, 2005)، شیاری شدن مسیر (Ballard, 2000; Horn et al., 2004)، جابجایی و هدر رفت خاک سطحی (Arvidsson et al., 2001; Tan et al., 2005)، کاهش ریشه دوانی گیاهان (Barzegar et al., 2006)، فرسایش و تغییرات هیدرولوژی عرصه (Rab, 1994; McCurdy et al., 2004) و اختلال در تبادل گازها (Gaertig et al., 2002) است. یک خاک با ساختار خوب برای موجودات خاکزی (Jordan et al., 1999)، ریشه درختان (Greacen & Sands, 1980) و گیاهان (Buckley et al., 2003) بسیار حائز اهمیت است.

تداوم کوبیدگی خاک و بازیابی خصوصیات فیزیکی خاک بسته به درجه تراکم خاک، عمق لایه‌های خاک، نوع خاک، پوشش گیاهی و آب و هوا متفاوت است (Rab, 2004). بازیابی خاک‌های کوبیده جنگلی در غیاب تیمارهای اصلاحی، تحت تاثیر شرایط اقلیمی، فعالیت



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴

دانشگاه محقق اردبیلی



ریشه‌ها و جانوران خاک آهسته بوده و نیاز به زمان طولانی دارد. سریع‌ترین میزان نرخ بازیابی گزارش شده، یک سال پس از عملیات چوبکشی با اسکیدر چرخ لاستیکی در شرایط خشک بر روی یک خاک درشت بافت در مینه‌سوتای آمریکا بوده است (Mace, 1971). بر طبق نتایج (Tiarks et al. (1997) و (Croke et al. (2001، رسیدن به بازیابی کامل خصوصیات فیزیکی بعد از یک دوره ۲۰ تا ۳۰ سال محقق می‌شود، البته به شرطی که هیچ اختلالی در آنجا صورت نگیرد. (Thorud & Fissel (1976 نشان دادند که برای بازیابی عمق (۸-۱۰) سانتی‌متر کوبیده شده، در تردد ماشین‌آلات در خاک‌های لومی تا شنی ممکن است ۵ تا ۹ سال زمان لازم باشد. (Ezzati et al. (2012 در جنگل‌های شمال نشان دادند که وزن مخصوص ظاهری، تخلخل و نفوذپذیری خاک، ۲۰ سال پس از عملیات چوبکشی، با منطقه شاهد اختلاف معنی‌داری دارد. (Anderson et al. (1992) و (Jakobsen (1983) نشان دادند که مقدار وزن مخصوص ظاهری بر روی مسیرهای چوبکشی، ۲۵ تا ۳۲ سال پس از عملیات چوبکشی به مقدار قابل توجهی با منطقه دست نخورده تفاوت دارد. بازیابی کوبیدگی لایه‌های سطحی خاک (۱۰-۰ سانتی‌متر)، ممکن است ۱۰ تا ۲۰ سال یا بیشتر زمان لازم داشته باشد (Dickerson, 1976; Froehlich, 1979; Jakobsen, 1983) و لایه‌های فشرده عمیق‌تر خاک، برای بازیابی به ۵۰ تا ۱۰۰ سال زمان نیاز دارد (Greacen & Sands, 1980). با این حال برای تسریع بازیابی تنها در موارد استثنایی که خاک جنگل به شدت کوبیده شده است، می‌توان از ماشین‌های سست‌کننده مانند خراش‌دهنده‌های سطحی (Sinnnet et al., 2008) استفاده کرد که این روش ممکن است سبب آسیب شدید به ریشه درختان و جانوران، اختلال در استقرار بذرها، نابودی لایه گیاهی حاضر و تغییر ترکیب لایه علفی شود. بنابراین برای حفظ تنوع و عملکرد اکوسیستم جنگل، این روش باید در شدت آسیب و کوبیدگی خاک زیاد و یا هنگامی که سرعت بازیابی طبیعی ناکافی است، استفاده شود. در تمامی خاک‌های جنگلی دیگر، بازیابی خاک وابسته به فرآیند طبیعی است که تحریک این فرآیندها، باعث بهبود شرایط خاک و افزایش سرعت بازیابی می‌شود. مطالعه حاضر به منظور بررسی و ارزیابی محیط زیستی بازیابی خصوصیات فیزیکی خاک بعد از عملیات چوبکشی در دوره‌های ۱۰ تا ۲۰ ساله در جنگل آموزشی و پژوهشی خیرود می‌پردازد.

مواد و روش‌ها:

– منطقه مورد پژوهش

این تحقیق در جنگل آموزشی پژوهشی خیرود و به ترتیب در پارسل‌های ۱۱۸ و ۲۱۲، ۲۱۴، ۲۱۷ دو بخش پاتم و نم‌خانه انجام شده است. مساحت پارسل در بخش پاتم ۵۸/۴ هکتار، که دارای جهت عمومی شمال غربی است. پارسل‌های بخش نم‌خانه به ترتیب ۲۵/۲، ۳۸ و ۵۰/۲ هکتار وسعت دارند که جهت عمومی در این سه پارسل به ترتیب غربی، جنوبی و شمال تا شمال غربی بوده که ارتفاع آن‌ها پایین‌تر از ۱۱۱۰ متر از سطح دریا است. خاک عرصه در این دو بخش اغلب روی سنگ مادری آهکی مربوط به دوره ژوراسیک علیا از دوران دوم بوده و دارای اقلیم نیمه مرطوب تا مرطوب با متوسط بارندگی ۱۳۰۰ تا ۱۶۰۰ میلی‌متر است. تیپ پوشش گیاهی غالب در این دو بخش و پارسل‌های مورد مطالعه راش – مرمرستان به همراه گونه‌های افراپلت، شیردار، ملج، نمدار، بلندمازو و توسکا است.

– روش تحقیق

برای رسیدن به اهداف مورد نظر چهار مسیر چوبکشی رها شده با جهت چوبکشی رو به پایین و فواصل سنی معین از زمان چوبکشی با دامنه و تنوع شیب طولی زیاد، بدون در نظر گرفتن شیب عرضی انتخاب شد. در هر یک از مسیرهای چوبکشی بر اساس فاصله از دیو، سه شدت تردد (کم، متوسط و زیاد) شناسایی و بر اساس شیب طولی در هر کلاسه ترافیک، دو کلاسه شیب (۲۰-۰ و بیشتر از ۲۰ درصد) جدا شد (Ezzati et al., 2012). بنابراین مطالعه در قالب آزمایش طرح فاکتوریل بر پایه بلوک کامل تصادفی با سه فاکتور شدت ترافیک (کم، متوسط و زیاد)، دو طبقه شیب (۲۰-۰ و بیشتر از ۲۰ درصد) و چهار سن مسیر چوبکشی (۵-۰، ۱۰-۵، ۱۵-۱۰ و ۲۰-۱۵ سال) انجام گرفت. در هر کلاسه ترافیک، در مجموع با توجه به تاثیر دو طبقه شیب ۶ پلات با ابعاد ۱۰×۴ متر پیاده شد. در هر پلات ۵ خط با فاصله ۲ متر از همدیگر طراحی که سه تا از این خطوط به تصادف انتخاب شد. روی هر خط سه محل برای نمونه‌گیری در نظر گرفته شد، به طوری که یک نمونه در مرکز شیار سمت چپ و راست و نمونه دیگر در مرکز شیار وسط چرخ‌ها قرار گرفت. برای تعیین محل برداشت نمونه در داخل جنگل نیز، در مجاورت هر پلات و به ازای هر خط داخل مسیر در فاصله ۲۰-۳۰ متری از مسیر چوبکشی، یک نقطه برداشت شد. برای مقایسه روند بازیابی خاک بین مسیرهای چوبکشی و منطقه شاهد (جنگل دست نخورده)، متغیرهای وزن مخصوص ظاهری، تخلخل



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴ دانشگاه محقق اردبیلی



اندازه‌گیری شدند. برداشت نمونه خاک از عمق ۱۰-۰ سانتی متری با استفاده از سیلندر فلزی انجام گرفت که وزن مخصوص ظاهری با استفاده از این روش تعیین و با استفاده از داده‌های حاصل از وزن مخصوص ظاهری و حقیقی، درصد تخلخل بدست آورده شد.

- تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های جمع آوری شده در نرم‌افزار Excel به عنوان بانک اطلاعاتی ذخیره و سپس داده‌ها به محیط نرم‌افزار SPSS وارد شده تا آنالیز و تحلیل آماری توسط آن صورت گیرد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا با آزمون کولموگراف-اسمیرنوف نرمال بودن داده‌ها بررسی شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها به منظور اثر شدت ترافیک، دو طبقه شیب و چهار مسیر چوبکشی با فاصله زمانی معین بر مقدار وزن مخصوص ظاهری و تخلخل کل خاک، از تجزیه واریانس دو طرفه استفاده شد. در صورتی که اثر هر یک از عوامل در تجزیه و تحلیل واریانس دو طرفه معنی‌دار باشد، از آزمون‌های مقایسه‌ای چندگانه دانکن برای گروه‌بندی مقدار بازیابی خصوصیات فیزیکی خاک استفاده شده است. برای مقایسه خصوصیات فیزیکی خاک در سه شدت ترافیک و دو کلاسه شیب، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد.

نتایج:

- اثر شیب بر تغییرات وزن مخصوص ظاهری و تخلخل

نتایج نشان می‌دهد که شیب طولی به دلیل افزایش وزن مخصوص و کاهش تخلخل، بخصوص در شیب‌های بیشتر یکی از فاکتورهای موثر بر روند بازیابی خاک است، به طوری که در تمام مسیرهای چوبکشی (بجز مسیر ۲۰-۱۵ سال) میزان وزن مخصوص ظاهری در شیب بالای ۲۰ درصد، بیشتر از شیب ۲۰-۰ درصد است، در حالی که میزان تخلخل در شیب‌های بالای ۲۰ درصد، کمتر از شیب ۲۰-۰ درصد بوده است. بیشترین و کمترین مقدار وزن مخصوص ظاهری به ترتیب در مسیر ۱۰-۵ سال، در شیب بیشتر از ۲۰ درصد و مسیر ۱۵-۱۰ سال، در شیب ۲۰-۰ درصد قرار گرفته است بنابراین کمترین و بیشترین میزان تخلخل در همین مسیرها و کلاسه شیب قرار دارد. در مسیر ۱۵-۲۰ سال، در هر دو طبقه شیب، منطقه شاهد با مسیر چوبکشی دارای اختلاف معنی‌دار نیست اما مقدار وزن مخصوص و تخلخل کل در مسیر چوبکشی بیشتر و کمتر از منطقه شاهد است.

- اثر ترافیک بر تغییرات وزن مخصوص ظاهری و تخلخل

ترافیک همراه با شیب نقش عمده‌ای را در افزایش وزن مخصوص ظاهری و به دنبال آن کاهش تخلخل کل خاک دارند. در تمامی مسیرها با افزایش شدت ترافیک از کم به شدید، وزن مخصوص ظاهری افزایش و تخلخل کل خاک کاهش یافته است. بیشترین و کمترین مقدار وزن مخصوص ظاهری به ترتیب در ترافیک شدید مسیر ۱۰-۵ سال و ترافیک کم مسیر ۲۰-۱۵ سال رخ داده و کمترین و بیشترین مقدار تخلخل کل نیز به ترتیب در همین شدت ترافیک و مسیرها بدست آمده است. در تمامی مسیرها به استثنای ۲۰-۱۵ سال، در هر سه شدت ترافیک، مقادیر وزن مخصوص ظاهری و تخلخل کل با منطقه شاهد تفاوت معنی‌داری دارد ولی در مسیر ۲۰-۱۵ سال، اگرچه وزن مخصوص ظاهری و تخلخل کل خاک به ترتیب بیشتر و کمتر از منطقه شاهد است اما تفاوت آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نیست.

- اثر متقابل شیب و ترافیک بر تغییرات وزن مخصوص ظاهری و تخلخل

نتایج اثر متقابل شیب و شدت ترافیک در مسیرهای چوبکشی ۲۰ ساله بر روی تغییرات وزن مخصوص ظاهری و تخلخل در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در شکل ۱، مقادیر وزن مخصوص ظاهری در شیب‌های ۲۰-۰ درصد در هر سه کلاسه ترافیک بیشتر از شیب بالای ۲۰ درصد می‌باشد و مشخص است که در هر دو کلاسه شیب، وزن مخصوص ظاهری از ترافیک کم به زیاد افزایش یافته است. بعد از گذشت ۲۰ سال وزن مخصوص ظاهری در هر دو کلاسه شیب و سه کلاسه ترافیک بیشتر از منطقه شاهد است ولی اختلاف معنی‌داری با آن ندارند. شکل ۲ نمایش نتایج برای تخلخل کل خاک برعکس وزن مخصوص ظاهری می‌باشد به طوری که تخلخل کل کلاسه شیب بالای ۲۰ درصد در هر سه کلاسه ترافیک بیشتر از کلاسه شیب ۲۰-۰ درصد می‌باشد. میزان تخلخل از ترافیک کم به زیاد در هر دو

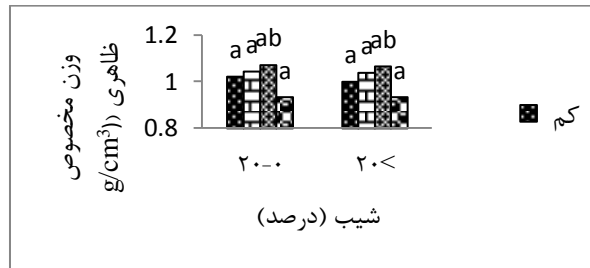


دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴

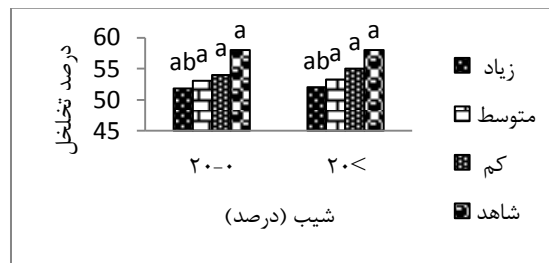
دانشگاه محقق اردبیلی



کلاس شیب کاهش یافته است. با این حال با گذشت ۲۰ سال از عملیات چوبکشی تخلخل کل در مسیرهای چوبکشی در شیب و ترافیک-های مختلف با منطقه شاهد تفاوت معنی داری ندارد.



شکل ۱- وزن مخصوص ظاهری در شیب و ترافیک‌های مختلف در مسیر چوبکشی ۱۵-۲۰ سال



شکل ۲- تخلخل کل در شیب و ترافیک‌های مختلف در مسیر چوبکشی ۱۵-۲۰ سال

اثر جهت‌های مختلف رد چرخ بر تغییرات وزن مخصوص ظاهری و تخلخل نتایج نشان داد که اثر جهت رد چرخ در مسیرها بر مقادیر وزن مخصوص ظاهری و تخلخل کل خاک از نظر آماری معنی دار نیست. تفاوت وزن مخصوص ظاهری و تخلخل خاک در جهت‌های مختلف رد چرخ کم است، با این حال افزایش وزن مخصوص و کاهش تخلخل کل در محل رد چرخ راست نسبت به محل رد چرخ چپ و وسط مسیر بیشتر بوده است (بجز مسیر چوبکشی ۱۰-۵ سال). در مسیرهای ۵-۰ و ۱۰-۵ سال، جهت‌های مختلف رد چرخ با هم تفاوت معنی داری ندارند ولی در مقایسه با منطقه شاهد هر سه جهت رد چرخ با آن تفاوت معنی دار دارند. در مسیر ۱۵-۱۰ سال محل رد چرخ چپ با منطقه شاهد تفاوت معنی دار ندارد و محل رد چرخ‌های وسط و راست تفاوت معنی داری با منطقه شاهد دارند. در مسیر ۲۰-۱۵ سال اگرچه مقدار وزن مخصوص ظاهری در هر سه محل رد چرخ بیشتر از منطقه شاهد است ولی بین آن‌ها از نظر آماری تفاوت معنی داری وجود ندارد.

وزن مخصوص ظاهری و تخلخل خاک در سال‌های مختلف با گذشت چندین سال از عملیات بهره‌برداری و چوبکشی، خصوصیات فیزیکی خاک تمایل به بازیابی دارند که سرعت این بازیابی در سال‌های مختلف، متفاوت است. نتایج نشان می‌دهد که در سال‌های اولیه (مسیرهای ۵-۰ و ۱۰-۵ سال)، روند بازیابی کند بوده است ولی با گذشت سال‌های بیشتر روند بازیابی بیشتر شده است. به طوری که با گذشت ۲۰ سال از عملیات بهره‌برداری، مقادیر وزن مخصوص ظاهری و تخلخل کل خاک، از نظر آماری تفاوت معنی داری با منطقه شاهد ندارند، هرچند وزن مخصوص ظاهری بیشتر و تخلخل کمتر از منطقه شاهد است.



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴ دانشگاه محقق اردبیلی



بحث:

- اثر شیب بر تغییرات وزن مخصوص ظاهری و تخلخل

شیب یکی از عوامل تاثیرگذار بر روند عملیات چوبکشی و اثرات بعد از آن است. به طوری که با افزایش شیب طولی و شدت ترافیک میزان تخریب افزایش یافته و در نتیجه دوره بازیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک طولانی می شود (Rab, 2004; Ezzati et al., 2012). وزن مخصوص ظاهری در شیب بالای ۲۰ درصد بیشتر از شیب ۰-۲۰ درصد و میزان تخلخل کل در شیب بالای ۲۰ درصد کمتر از شیب ۰-۲۰ درصد بدست آمده است که نشان از تاثیر بیشتر شیب زیاد در افزایش وزن مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل کل را می دهد که Ezzati et al. (2012) به چنین نتایجی دست یافتند. با گذشت ۲۰ سال از عملیات چوبکشی (مسیر ۲۰-۱۵ سال) وزن مخصوص ظاهری در شیب بالای ۲۰ و ۰-۲۰ درصد به مقدار ۱۰/۹۳ و ۱۲/۱۱ درصد بیشتر از منطقه شاهد بوده است که از مقدار آستانه افزایش ۱۵ درصد (USDA; Powers et al., 1998) کمتر است. بنابراین با گذشت ۲۰ سال تاثیر شیب در بازیابی وزن مخصوص ظاهری از بین رفته و با منطقه شاهد تفاوت معنی داری ندارد اگرچه هنوز بیشتر از منطقه شاهد است. در مسیر ۲۰-۱۵ سال مقدار تخلخل خاک بیشتر از حداقل آستانه ۱۰ درصد (Koorevaar et al., 1983; De Bruycker, 1984) است که نشان از عدم تفاوت بازیابی انجام شده در شیب های مختلف است. Wilpert & Schaffer (2006) در مطالعه اثرات اکولوژیکی کوبیدگی و بازیابی اولیه ناشی از تردد ماشین آلات در توده های جوان و پیر ۳۰-۴۰ ساله نشان دادند که برای بازیابی تخلخل خاک حداقل ۱۰ سال زمان لازم است. بازیابی وزن مخصوص ظاهری در هر دو طبقه شیب ممکن است به دلایلی از جمله تعداد تردها، کم بودن رطوبت خاک حین چوبکشی، چرخه انبساط و انقباض در خاک و گذشت ۲۰ سال از عملیات چوبکشی باشد (Sands & Greacen, 1980; Rab, 2004). بازیابی تخلخل خاک نیز می تواند به علت شرایط اقلیمی جنگل های شمال، کاهش وزن مخصوص ظاهری در طول زمان، لایه لاشبرگ زیاد و وجود موجودات خاکزی باشد.

- اثر ترافیک بر تغییرات وزن مخصوص ظاهری و تخلخل

در این مطالعه ترافیک به عنوان مهمترین عامل در تغییر خصوصیات فیزیکی خاک شناخته شد. هر چند در مطالعاتی چون Karg et al. (1986) در جنوب کلمبیا و Susanjar et al. (2006) در جنگل های کرواسی شیب را به عنوان مهمترین فاکتور موثر در تخریب خاک عنوان کردند. با افزایش شدت ترافیک از کم به زیاد در تمام مسیرهای چوبکشی، وزن مخصوص ظاهری افزایش و تخلخل کل کاهش می یابد که این نتایج با تحقیقات Rab, Zenner et al. (2007) و Ezzati et al. (2012) همخوانی دارد. بیشتر بودن وزن مخصوص ظاهری و کمتر بودن تخلخل کل در ترافیک شدید نسبت ترافیک کم، ممکن است به دلایلی از جمله بالا بودن رطوبت خاک حین عملیات چوبکشی در مقایسه با تردد کم، حجم چوب آلات خروجی از عرصه مورد نظر (Froehlich et al., 1981) و تعداد تردها (Murphy, 1984)، ضخامت لایه لاشبرگ، میزان اختلال مواد آلی با خاک و در نهایت فعالیت موجودات خاکزی باشد.

- اثر متقابل شیب و ترافیک بر تغییرات وزن مخصوص ظاهری و تخلخل

در شکل های ۱ و ۲، تغییرات وزن مخصوص ظاهری و تخلخل خاک در شیب و ترافیک های مختلف، ۲۰ سال بعد از عملیات چوبکشی نشان می دهد که وزن مخصوص ظاهری و تخلخل کل بازیابی شدند و با منطقه شاهد از نظر آماری تفاوت معنی داری ندارد ولی مقدار آنها بعد از گذشت ۲۰ سال بیشتر از منطقه شاهد است. افزایش وزن مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل هرچند در شیب ۰-۲۰ درصد بیشتر از شیب بالای ۲۰ درصد بوده است ولی این افزایش وزن مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل در ترافیک زیاد نسبت به متوسط و در ترافیک متوسط نسبت به کم بیشتر بوده است. چینی نتایجی این مطلب را می رساند که در این مطالعه بعد از گذشت ۲۰ سال اثر شیب های مختلف خنثی می شود ولی ترافیک های مختلف همچنان اثرات متفاوتی بر خصوصیات فیزیکی خاک می گذارند و بیشترین نقش را در تغییرات خصوصیات فیزیکی خاک دارند. بازیابی کوبیدگی خاک بسته به تیپ خاک، پوشش گیاهی، شرایط رطوبتی، عمق لایه های خاک، درجه کوبیدگی و توپوگرافی عرصه متفاوت است (Rab et al., 1992; Rab, 2004). در این مطالعه ممکن است به دلیل شرایط اقلیمی جنگل های شمال، نوع و بافت خاک، فعالیت زیاد ریشه و جانوران نرخ بازیابی سریع باشد.



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و
محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴
دانشگاه محقق اردبیلی



- اثر جهت‌های مختلف رد چرخ بر تغییرات وزن مخصوص ظاهری و تخلخل در نتایج تجزیه واریانس که اثر جهت رد چرخ بر روی تغییرات خصوصیات فیزیکی خاک معنی‌دار نیست، مشخص شد که جهت رد چرخ نسبت به شیب و ترافیک اثر کمتری بر تغییرات وزن مخصوص ظاهری و تخلخل کل خاک دارد. افزایش بیشتر وزن مخصوص ظاهری و کاهش بیشتر تخلخل کل، در جهت رد چرخ راست نسبت به رد چرخ‌های وسط و چپ ممکن است به دلیل غلت خوردن بینه وسط مسیر به سمت محل رد چرخ راست باشد که اثر بینه و لاستیک در محل رد چرخ راست، باعث تغییرات بیشتر خصوصیات فیزیکی خاک شده است (به دلیل جهت چوبکشی رو به پایین و شیب عرضی بیشتر، در سمت رد چرخ چپ). در مسیر ۵-۰ و ۱۰-۵ سال عدم بازیابی وزن مخصوص و تخلخل و تفاوت معنی‌دار با منطقه شاهد به دلیل گذشت زمان کم از عملیات چوبکشی بوده است ولی عدم بازیابی در مسیر ۱۵-۱۰ سال (جهت رد چرخ وسط و راست) ممکن است به دلیل اثر بینه و لاستیک با هم در محل این رد چرخ‌ها باشد. در مسیر ۲۰-۱۵ سال مقادیر وزن مخصوص ظاهری و تخلخل در مقایسه با منطقه شاهد بازیابی شده است و اختلاف معنی‌داری با منطقه شاهد ندارد. این بازیابی به دلیل گذشت زمان بیشتر از عملیات چوبکشی نسبت به سایر مسیرها بوده است.

- وزن مخصوص ظاهری و تخلخل خاک در سال‌های مختلف پس از عملیات بهره‌برداری با گذشت سال‌های مختلف از عملیات بهره‌برداری خصوصیات فیزیکی خاک تمایل به بازیابی دارند. Froehlich et al. (1985) چنین نتیجه‌ای را تایید کردند. بعد از گذشت ۲۰ سال از عملیات چوبکشی وزن مخصوص ظاهری ۱۲/۷۵ درصد بیشتر و تخلخل کل ۹/۷۴ درصد کمتر از منطقه شاهد هستند ولی تفاوت آن‌ها معنی‌دار نیست که نشان از بازیابی این خصوصیات را بعد از ۲۰ سال می‌دهد که با نتایج Croke et al. (2001) و Tiarks et al. (1997) که اعلام کردند رسیدن به بازیابی کامل بعد از یک دوره ۲۰ تا ۳۰ ساله به شرطی که در عین حال هیچ اختلالی در آنجا صورت نگیرد، محقق می‌شود، همخوانی ندارد. فرآیند بازیابی خاک‌های تخریب شده در جنگل طولانی مدت بوده و احیای آن به کندی صورت می‌گیرد و بازیابی ممکن است از یک سال در لایه‌های سطحی تا ۱۰۰ سال در لایه‌های عمیق به طول بیانجامد (Rab, 2004). روند بهبود در سطح خاک شروع و سپس به تدریج به عمق خاک گسترش می‌یابد (Wilpert & Schaffer, 2006)، در این مطالعه با توجه به اینکه برداشت خاک از لایه‌های سطحی (۱۰-۰ سانتی‌متری) انجام شد، بنابراین در مدت زمان ۲۰ سال خصوصیات فیزیکی خاک به بازیابی رسیدند. البته هرچه مدت زمان بازیابی بیشتر باشد، می‌توان به بازیابی کامل خصوصیات فیزیکی خاک رسید.

منابع:

- Ampoorter, E., R. Goris, W.M. Cornelis & K. Verheyen, 2007. Impact of Mechanized Logging on Compaction status of Sandy Forest Soils, *Forest Ecology and Management*, 241: 162-174.
- Anderson, H., D. Boddington & H. Van Rees, 1992. *The long-term effects of saw log-only harvesting on some soil physical and chemical properties in East Gippsland*. Department of Conservation and Environment, Victoria, Australia, 29 pp.
- Arshad, M.A., B. Lowery & B. Grossman, 1996. Physical tests for monitoring soil quality. In: Doran JW, AJ Jones (Eds.) *Methods for assessing soil quality*, *Soil Science Society of America Journal*, 49: 123-143.
- Arvidsson, J., A. Trautner, J.J.H. Van den Akker & P. Schjonning. 2001. Subsoil compaction caused by heavy sugarbeet harvesters in southern Sweden. II. Soil displacement during wheeling and model computations of compaction, *Soil and Tillage Research*, 60(1-2): 79-89.
- Ballard, T.M., 2000. Impacts of forest management on northern forest soils, *Forest Ecology and Management*, 133: 37-42.
- Barzegar, A.R., H. Nadian, F. Heidari, S.J. Herbert & A.M. Hashemi, 2006. Interaction of soil compaction, phosphorus and zinc on clover growth and accumulation of phosphorus, *Soil and Tillage Research*, 87: 155-162.
- Block, R., K.C.J. Van Rees & D.J. Pennock, 2002. Quantifying harvesting impacts using soil compaction and disturbance regimes at a landscape scale, *Soil Science Society American Journal*, 66:



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و
محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴
دانشگاه محقق اردبیلی



1669-1676.

- Buckley, D.M., T.R. Crow, E.A. Nauertz & K.E. Schulz, 2003. Influence of skid and roads on understory plant richness and composition in managed forest landscape in Upper Michigan, USA, *Forest Ecology and Management*, 175: 509-520.
- Croke, J., P. Hairsine & P. Fogarty, 2001. Soil recovery from track construction and harvesting changes in surface infiltration, erosion and delivery rates with time, *Forest Ecology and Management*, 143: 3-12.
- Demir, M., E. Makineci & E. Yilmaz, 2007. Investigation of timber harvesting impacts on herbaceous cover, forest floor and surface soil properties on skid road in an oak (*Quercus petraea* L.) stand, *Building and Environment*, 42: 1194-1199.
- Dickerson, B.P., 1976. Soil compaction after tree-length skidding in Northern Mississippi, *Soil Science Society of America Journal*, 40: 965-966.
- Dykstra, P.R. & M.P. Curran, 2006. Tree Growth on Rehabilitated Skid Roads in Southeast British Columbia, *Forest Ecology and Management*, 133: 145-156.
- Eisenbies, M., H. Aust, J.A. Burger & M.B. Adams, 2007. Forest Operations, Extreme Flooding Events, and Considerations for Hydrologic Modeling in the Appalachians- A review, *Forest Ecology and Management*, 242: 77-98.
- Ezzati, S., A. Najafi, M.A. Rab & E. Zenner. 2012. Recovery of soil bulk density, porosity and rutting from ground skidding over a 20-year period after timber harvesting in Iran, *Silva Fennica*, 45(4): 521-538.
- Froehlich, H.A., 1979. Soil compaction from logging equipment: effects on growth of young ponderosa pine, *Journal of Soil and Water Conservation*, 34: 276-278.
- Froehlich, H.A., D.W.R. Milers & R.W. Robbins, 1985. Soil Bulk Density Recovery on Compacted Skid Trails in Central Idaho, *Soil Science Society of America Journal*, 49: 1015-1017.
- Gaertig, T., H. Schack-Kirchner, E.E. Hildebrand & K. Van Wilpert, 2002. The impact of soil aeration on oak decline in southwestern Germany, *Forest Ecology & Management*, 159: 15-25.
- Greacen, E.L. & R. Sands, 1980. Compaction of Forest Soils: a review, *Australian Journal of Soil Research*, 18: 163-189.
- Horn R., J. Vossbrink & S. Becker, 2004. Modern Forestry Vehicles and Their Impacts on Soil Physical Properties, *Soil and Tillage Research*, 79: 207-219.
- Jakobsen, B.F., 1983. Persistence of compaction effects in a forest Kraznozem, *Australian Journal of Forest Research*, 13: 305-308.
- Jordan, D., F. Li, F.J. Ponder, E.C. Berry, V.C. Hubbard & K.Y. Kim, 1999. The effects of forest practices on earthworm populations and soil microbial biomass in a hardwood forest in Missouri, *Applied Soil Ecology*, 13: 31-38.
- Kolka, R.K. & M.F. Smidt, 2005. Effects of Forest Road Amelioration Techniques on Soil Bulk Density, Surface Runoff, Sediment Transport, Soil Moisture and Seedling Growth, *Forest Ecology and Management*, 202: 313-323.
- Koorevaar, P., G. Menelik & C. Dirksen, 1983. Elements of soil physics, Elsevier, Amsterdam.
- Krage, R., B.K. Higging & R. Rottwell, 1986. Logging and Soil Disturbance in Southeast British Columbia, *Canadian Journal of Forest Research*, 16: 1345-1354.
- Mace, A.C., 1971. Recovery of forest soils from compaction by rubber-tired skidders, Minnesota Forestry Research Notes No. 266. University of Minnesota, St. Paul.
- Makineci, E., M. Demir & E. Yilmaz 2007. Long-term harvesting effects on skid road in a fir (*Abies bornmulleriana* Mattf.) Plantation forest, *Building and Environment*, 42: 1538-1543.
- McCurdy, D., B. Stewart, P. Neily, E. Quigley & K. Keys. 2004. Post-harvest soil disturbance and permanent structure survey, Ecosystem Management Group Forest Management Planning. Nova Scotia Department of Natural Resources, pp. 17.
- McMahon, S.D., 1995. Accuracy of two ground survey methods for assessing site disturbance, *Journal of Forest Engineering*, 6: 27-34.



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و
محیط زیست، ۱۲ و ۱۳ اسفند ۱۳۹۴
دانشگاه محقق اردبیلی



- Murphy, G., 2004. Long-Term Impacts of Forest Harvesting Related Soil Disturbance on Log Product Yields and Economic Potential in a New Zealand Forest, *Silva Fennica*, 38(3): 279-289.
- Pennington, P.I., M. Laffan, R. Lewis & K. Churchill, 2004. Impact of major snig tracks on the productivity of wet Eucalyptus obliqua forest in Tasmania measured 17-23 years after harvesting, *Australian Forest*, 67: 17-24.
- Powers, R.F., A.E. Tiarks & J.R. Boyle, 1998. *Assessing soil quality: practicable standards for sustainable forest productivity in the United States*. In: Davidson EA et al (ed) The contribution of soil science to the development of an implementation of criteria and indicators of sustainable forest management," SSSA Spec. Publ. 53, SSSA, Madison, WI pp 52-80.
- Rab, A., J. Bradshaw, R. Campbell & S. Murphy, 2005. *Review of Factors Affecting Disturbance, Compaction and Traffic Ability of Soils with Particular Reference to Timber Harvesting in the Forests of South-West Western Australia*, Department of Conservation and Land Management SFM Technical Report No. 2. pp 160.
- Rab, M.A., 1994. Changes in physical properties of a soil associated with logging of Eucalyptus regnans forest in southeastern Australia, *Forest Ecology and Management*, 70: 215-229.
- Rab, M.A., 1996. Soil physical and hydrological properties following logging and slash burning in the Eucalyptus regnans forest of southeastern Australia, *Forest Ecology and Management*, 84 (1-3): 159-176.
- 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.
- Rab, M.A., H. Anderson, D. Boddington & H. Van Rees, 1992. Soil disturbance and compaction. In: Squire, R.O. (Ed.), *First Interim Report for the Value Adding Utilization System Trial*, Department of Conservation and Environment, Victoria, Australia, pp. 25-31.
- Shoulders, E. & T.A. Terry, 1978. Dealing with site Disturbances from Harvesting and Site Preparation in the Lower Coastal Plain. In: *Proceedings of the Symposium on Principles of Maintaining Productivity on Prepared Sites*," Mississippi State University, USA, pp.