Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دوازدهم، شماره چهار، زمستان ۸۹

بررسی اثر حمل و نقل با دو روش سنتی(با قاطر) و صنعتی(اسکیدر) بر خاک جنگلی

عقیل مرادمند جلالی[1*]
amj6210@gmail.com
مجید لطفعلیان[2]
سیدعطاء الله حسینی[2]
رامین نقدی[3]

تاریخ دریافت:۸۷/۱/۲۷ تاریخ پذیرش:۸۷/۴/۱۵

چکیده

بهره‌برداری از جنگل مانند استفاده از سایر نعمات خداوند کاری ضروری، عاقلانه و اقتصادی است. هر چند این کار صدماتی را به جنگل وارد می‌آورد. یکی از مهم ترین این صدمات فشردگی خاک می باشد که باعث تاخیر در زادآوری،کاهش رشد درختان یا نهال ها و فرسایش خاک جنگل می‌شود. ولی می‌توان با بررسی سیستم های مختلف بهره‌برداری برای هر منطقه روشی از بهره‌برداری را تعیین کرد که کم‌ترین صدمات را به توده جنگلی وارد آورد. به منظور بررسی اثر حمل و نقل با دو روش سنتی و صنعتی بر فشردگی خاک مطالعه‌ای در سری ۹ از حوزه ۹ شفارود انجام گرفت که طی آن میزان فشردگی خاک، فشار وارد بر واحد سطح و درصد پراکنش کوبیدگی حاصل از عملیات چوبکشی توسط این دو روش با توجه به میزان یکسانی از چوب خارج شده (۱۰۰ متر مکعب) در طول یک مسیر ۲۰۰ متری انجام یافت. نمونه‌های مورد نظر در دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری از خاک مسیرهای چوبکشی توسط سیلندر استاندارد برداشت شده و مورد اندازه گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان فشردگی در عمق ۱۰-۰ در روش سنتی بیشتر از روش صنعتی است ولی درعمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری این نتیجه برعکس می‌باشد. تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به اثرات چوبکشی با قاطر و اسکیدر بر کوبیدگی خاک، فشار وارد بر واحد سطح و درصد پراکنش کوبیدگی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین دو روش از نظر میزان کوبیدگی در عمق کلی ۲۰-۰ سانتی متری خاک وجود ندارد. هم چنین از نقطه نظر فشار وارد بر واحد سطح و درصد پراکنش کوبیدگی تفاوت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران [*](مسئول مکاتبات).
۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی ساری، دانشگاه مازندران.
۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی صومع سرا، دانشگاه گیلان.

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌دار بوده به طوری که میزان فشار وارد بر واحد سطح در روش چوبکشی با قاطر بیشتر بوده ولی درصد پراکنش کوبیدگی در روش چوبکشی با اسکیدر بیشتر است.

واژه های کلیدی: فشردگی خاک، مسیر چوبکشی، سیلندر استاندارد، چوبکشی با قاطر و اسکیدر، درصد پراکنش کوبیدگی، شفارود

مقدمه

برای استفاده از منابع چوبی جنگل بهره‌برداری ضروری است هر چند این کار صدماتی مانند فشردگی خاک را هم به دنبال دارد که ناشی از تردد ماشین آلات کشنده چوب و سایر سیستم های حمل و نقل چوب در جنگل می‌باشد و می‌تواند باعث تاخیر در زادآوری،کاهش رشد درختان یا نهال ها و فرسایش خاک جنگل گردد(۱). تهویه در خاک یکی از مهم ترین پارامترهای حاصلخیزی خاک است. در دو حالت می‌تواند با مشکل مواجه شود: ۱- ماندابی شدن خاک ۲- متراکم و فشرده بودن خاک(۲). افزایش تراکم خاک تا ۱۷٪ باعث کاهش مواد آلی تا ۶۵٪، گوگرد ۳۹٪ و کلسیم قابل تبادل ۸۰٪ در لایه‌های رویی خاک می‌شود و کاهش مواد آلی به عنوان توان بالای خاک باعث فرسایش می‌شود. باعث کاهش تبادل کاتیونی و منیزیم قابل تبادل و پتاسیم می‌شود. این تغییرات اساساً توسط بر هم خوردگی لایه‌های خاک و کاهش خاک به وسیله فرسایش به وجود می‌آید(۳). طی عمل تراکم ابتدا خلل و فرج درشت تخریب می‌شود و پس تراکم اثرات زیادی بر نظم و اندازه خلل و فرج می گذارد. تعداد خلل و فرج درشت و غیر منظم کاهش یافته و در نتیجه جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش می‌یابد(۴). فشردگی خاک باعث کاهش رشد درختان موجود یا نهال هایی که بعداً در این عرصه‌ها مستقر خواهند شد، می‌شود(۵).

غفاریان در مورد بررسی تخریب وارد شده به عرصه جنگل (زادآوری و خاک) در اثر حمل چوب به روش سنتی در پارسل ۲۱۸ جنگل خیرود کنار نوشهر به این نتیجه رسید که ۲۷٪ نهال ها آسیب دیده‌اند و کوبیدگی خاک با میزان تردد ۲۸ بار ۱۳/۸٪ افزایش یافته است(۶). Toms در تحقیقی تحت عنوان حیوانات بارکش در جنوب ایالات متحده در منطقه آلاباما به این نتیجه رسید که به هم خوردگی خاک در این شیوه بهره-برداری، کم است. در مسیرچوبکشی با قاطر، حدود دو اینچ (۵ سانتی متر) خاک به هم خورده و بیشترین کوبیدگی، احتمالاً مربوط به مرحله بارگیری بوده است(۷). McGonagil تحقیقی در ایالت اُرینج در آمریکا انجام داد که به هم خوردگی خاک حین عملیات چوبکشی با اسب، در خاک‌های معدنی اندک بوده است (۸). حسینی در مطالعه‌ای در مورد ارزیابی سیستم های بهره‌برداری زمینی و هوایی در جنگل های منطقه ساری به این نتیجه رسید که فشردگی خاک ایجاد شده در اثر تردد اسکیدر در مسیرهای چوبکشی ۷۶٪ بیشتر از نقاط دست نخورده (شاهد) می‌باشد(۵). بهرام کلهری تحقیقی در جنگل های اسالم در مورد تاثیر ماشین آلات بر خاک جنگلی انجام داد. نتایج نشان داد که در مناطق تحت تردد ماشین آلات وزن مخصوص ظاهری خاک افزایش یافته است که میزان این افزایش در قسمت وسط(محل کشیدن کنده ها) بیشتر از چرخ چپ و راست بوده و در چرخ چپ بیش از چرخ راست می‌باشد که مورد دوم به علت شیب عرضی مسیر حرکت است(۹).

Pinard و همکاران در تحقیقی اثرات سیستم های بهره‌برداری زمینی و هوایی را در به هم خوردگی خاک در جنگل های آمریکای شمالی بررسی کردند. این سیستم‌ها شامل اسکیدر چرخ لاستیکی، چرخ زنجیری و کابل هوایی بودند. با فرض یکسان بودن میزان جاده‌های بهره‌برداری و دپو کل به هم خوردگی خاک به ترتیب ۲۲/۴٪ برای چرخ زنجیری، ۳۴/۱٪ برای اسکیدر چرخ لاستیکی و ۱۰٪ برای سیستم کابلی مشاهده شد(۱۰). Williamson در تحقیقی میزان و سطح فشردگی خاک را در مسیرهای چوبکشی در شش محل در بر گیرنده دامنه‌ای از جنگل های خشک و مرطوب استرالیا مورد اندازه‌گیری قرار دادند که داده‌ها تا سقف ۲۱ عبور یک ماشین چوبکش جمع‌آوری گردید. به طور متوسط، ۶۲٪ از فشردگی در

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰ سانتی متر بالایی خاک تنها پس از یک عبور ماشین اتفاق افتاده بود(۱۱). Laffan و همکاران در مطالعه‌ای در جنگل های استرالیا بین دو سیستم هایلید و اسکیدر به این نتیجه رسیدند که به هم خوردگی خاک در سیستم هایلید به نسبت ۱۲٪ کمتر از به هم خوردگی خاک در چوب کشی با اسکیدر می‌باشد(۱۲). Modry در مقایسه بین کوبیدگی خاک در دو سیستم هایلید و اسکیدر در چکسلواکی در شرایط مختلف به این نتیجه رسیدند که کوبیدگی خاک در زمین‌های پوشیده از توده گیاهان برای سیستم هایلید ۲۸٪ و برای اسکیدر ۳۳٪ و در زمین‌های پوشیده از هوموس گیاهان برای سیستم هایلید ۹٪ و اسکیدر ۲۷٪ بوده است(۱۳). Ampoorter و همکاران در تحقیقی میزان تراکم خاک را توسط اسکیدر به صور مختلف در دو منطقه متفاوت در جنگل های هلند بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تراکم خاک توسط اسکیدر در مسیرهای عبور اسکیدر بیشتر از مسیرهای بین چرخ‌های اسکیدر یعنی زیر اسکیدر می‌باشد (۱۴).

با توجه به کارگیری دو روش حمل و نقل سنتی و صنعتی در کشور ما هنوز تحقیقاتی در مورد میزان فشردگی خاک در دو روش حمل و نقل سنتی و صنعتی و مقایسه آن ها انجام نگرفته و با توجه به اهمیت مسئله فشردگی خاک که باعث فرسایش خاک و کاهش رشد درختان و در نهایت تخریب جنگل می‌شود برای کاهش فشردگی خاک و جلوگیری از اثرات آن بر جنگل و محاسبه میزان فشردگی، تراکم نسبی، درصد پراکنش کوبیدگی و فشار وارد بر واحد سطح در دو روش حمل و نقل سنتی و صنعتی ضرورت بر مقایسه آن ها گرفته شد.

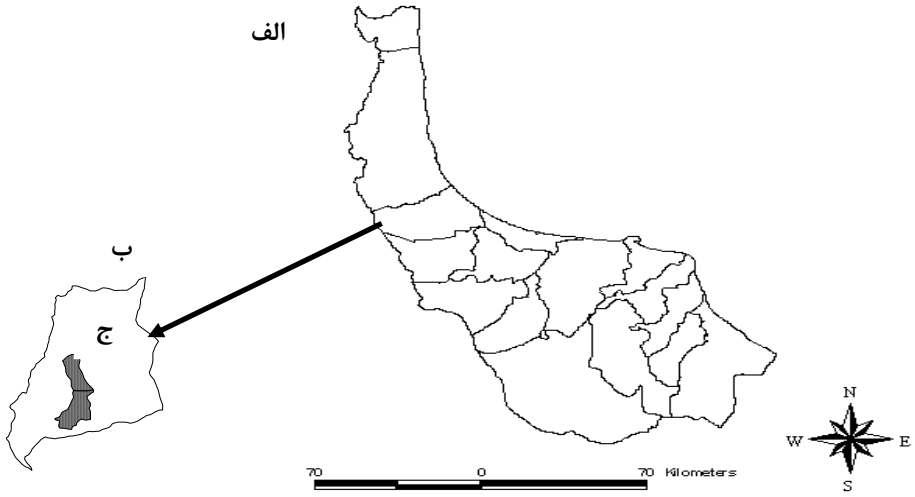
مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه سری ۹ از بخش ۹ شفارود می باشد که از نظر مختصات جغرافیایی از طرف شمال به رودخانه شفارود، یک‌شنبه بازار و پارگام، از طرف جنوب به یال مرز مشترک با حوزه چفرود و از طرف مشرق به مناطق ییلاق نشین برنی گوز و از طرف مغرب به دره مرز مشترک با سری ۸ شفارود ، محدود می‌شود. این سری در طول شرقی '۳۰/ °۴۸ تا '۲۷/ °۴۸ و عرض شمالی '۲۵ / °۳۷ تا '۲۲/ °۳۷ قرار دارد مساحت کلی این سری ۲۴۰۲ هکتار می باشد(شکل ۱). این بررسی در دو پارسل مجاور هم از این سری یعنی پارسل‌های ۹۲۳ و ۹۲۷ با مساحت های ۹۴ و ۸۵ هکتار انجام گرفت، ارتفاع متوسط از سطح دریا ۱۳۰۰-۱۲۵۰متر ، شیب عمومی ۶۰-۳۰ ٪ ، تیپ جنگلی راشستان و با موجودی ۴۴۴ و۴۱۸ سیلو در هکتار می‌باشد. پارسل ۹۲۳ دارای یک مسیر مال‌رو به طول ۱۰۰۰ متر است که ۲۰۰ متر اول آن از دپوی کنار جاده به سمت غرب ادامه دارد و بعد از آن به دو انشعاب ۴۰۰ متری به سمت جنوب تقسیم می شود. در کل ۲۰۰ متر مکعب کاتین و الوار از این پارسل از طریق این مسیرها خارج می شود. پارسل ۹۲۷ دارای ۷ مسیر اسکیدر رو است. طول مسیر چوبکشی در این پارسل ۱۸۰۰ متر و تراکم طول مسیر اسکیدر ۲۱/۱۷ متر در هکتار می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت استان گیلان (الف)، سری ۹ شفارود(ب)، منطقه مورد مطالعه (ج)

روش بررسی

به منظور مقایسه فشردگی خاک، درصد پراکنش کوبیدگی و فشار وارد شده بر واحد سطح این دو پارسل (با روش های حمل و نقل سنتی و صنعتی) ابتدا بافت خاک دو مسیر با برداشت نمونه‌های خاک از هر مسیر به روش هیدرومتری در آزمایشگاه تعیین شد که این مسیرهای مورد بررسی دارای بافت خاک یکسان یعنی لوم سیلتی می‌باشند. در هریک از پارسل ها مسیرچوبکشی با حجم بار خارج شده یکسان(۱۰۰ متر مکعب) حداقل طول ۱۰۰ متر و بدون شیب عرضی، شیب دامنه ۵۰-۴۰٪ ، با بافت خاک لوم سیلتی و تیپ توده راشستان و در کنار این مسیرها ، مسیرهای دست نخورده (شاهد) به تفکیک مشخص شد. سپس در هر یک از این مسیر ها و مسیر های دست نخورده تعیین شده هر کدام ۱۰ قطعه نمونه در عمق های اول و دوم(۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر) و در کل ۸۰ نمونه خاک به فاصله ۲۰ متر از هم برداشت شد. این قطعه نمونه‌ها توسط سیلندر استاندارد دو اینچی با قطر ۵ سانتی متر و ارتفاع ۱۰ سانتی متر با داشتن حجم مشخص با پاک و صاف کردن محل برداشت، گرفته شدند(۱۵،۱۱).

این نمونه‌ها در همان عرصه وزن مخصوص ظاهری- شان (وزن نمونه w نسبت به حجم سیلندر v) با استفاده از ترازوی استاندارد ۲۶۱۰ گرمی با دقت ۰/۱ گرم به وسیله فرمول (۱) به دست آمد.

$$\gamma_w = \frac{w}{v} \ (\mathrm{gr/cm^3}) \qquad (۱)$$

و برای محاسبه وزن مخصوص خشک خاک، مقدار ۱۰۰ گرم از همان نمونه برای به دست آوردن رطوبت خاک ϖ به آزمایشگاه انتقال داده شد که در این صورت وزن مخصوص خشک خاک برای مسیرهای اسکیدر رو و مال‌رو و شاهد در عملیات صحرایی به دست می‌آید وزن مخصوص خشک خاک از رابطه (۲) به دست می‌آید : (۱۶،۱۵).

$$(\mathrm{gr/cm^3}\ \gamma_d = \frac{\gamma_w}{1+\varpi}) \qquad (۲)$$

بعد از آن توسط روش پروکتور معمولی حداکثر وزن مخصوص خشک خاک و درصد رطوبت بهینه در آزمایشگاه به دست آمد. عمل تراکم یا کاهش تخلخل خاک به روش های مختلف صورت می گیرد که از میان آن ها ساده‌ترین و معمولی‌ترین روش ها روش پروکتور است(۱۵). میزان تراکم نسبی با داشتن وزن مخصوص خشک خاک در محل و حداکثر وزن مخصوص خشک خاک در آزمایشگاه ($\gamma_{d\max}$) با استفاده از فرمول (۳) برای مسیر مال‌رو و مسیر اسکیدر رو و مسیرهای شاهد محاسبه گردید(۱۹،۱۸،۱۷).

$$Rc\% = \frac{\gamma_{dn}}{\gamma_{d\max}} \times 100 \qquad (۳)$$

www.SID.ir

Archive of SID

و با مقایسه میزان تراکم نسبی مسیرهای مال‌رو و اسکیدر رو (Rc_M) با مسیرهای شاهد خود (Rc_{Sh}) درصد کوبیدگی آن ها نسبت به مسیرهای شاهد به دست می آید(۴).

$$Co\% = \frac{(Rc_M - Rc_{Sh})}{Rc_M} \times 100 \qquad (۴)$$

درصد پراکنش کوبیدگی، با توجه به مساحت مناطق مورد تردد قرار گرفته در این دو روش نسبت به مساحتی که این دو روش برای حجم خروجی یکسان ۱۰۰ متر مکعب پوشش دادند محاسبه می‌گردد.

فشار وارد شده بر واحد سطح (p_{kg/cm^2}) با در نظر گرفتن وزن مال(w_m)، اسکیدر(w_S)و چوب آلات حمل شده (w_w) توسط آن ها به وسیله فرمول های ۵ و۶ محاسبه گردید خاطر نشان می‌شود در حیوانات به علت ساختار فیزیولوژیکی بدن، در حین راه رفتن فقط دو پا به طور همزمان روی زمین قرار می‌گیرد به همین علت در مخرج فرمول سطح پا در عدد دو ضرب می‌شود(۶) ولی وزن اسکیدر توسط چهار چرخ بر زمین وارد می گردد(۵).

$$p_S = \frac{w_S + w_w}{4 \times A_S} \qquad (۵)$$

$$p_m = \frac{w_m + w_w}{2 \times A_m} \qquad (۶)$$

برای آنالیز داده ها از نرم افزارهای آماری SPSS و Excel استفاده شد. برای مقایسه میانگین تراکم نسبی به خاطر وجود مسیر شاهد از آزمون LSD ولی در مقایسه میانگین فشردگی خاک به خاطر مقایسه دو روش سنتی و صنعتی از آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج

نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها و مقایسه با شاهد نشان می‌دهد که تراکم در دو مسیر مال‌رو و اسکیدر رو در دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری اتفاق افتاده است و که این اختلافات توسط آزمون LSD در سطح ۹۹٪ معنی‌دار می‌باشد (جدول۱و۲ و شکل۲).

جدول ۱- وضعیت کوبیدگی خاک در مسیرهای مورد مطالعه (با حجم بار خروجی ۱۰۰ متر مکعب)

متغیرها	متوسط تراکم خشک خاک(gr/cm^3)		حداکثر تراکم خشک	درصد رطوبت بهینه	متوسط درصد تراکم نسبی		افزایش کوبیدگی نسبت به مسیرهای شاهد(درصد)		متوسط درصد رطوبت	
مسیر	عمق(cm)		آزمایش پروکتور		عمق(cm)		عمق(cm)		عمق(cm)	
	۱۰	۲۰	(gr/cm^3)		۱۰	۲۰	۱۰	۲۰	۱۰	۲۰
شاهد مال‌رو	۰/۸۲	۰/۹۷	۱/۵۷	---	۵۱/۹۷	۶۱/۸۷	---	---	---	---
مال‌رو	۱/۴۱	۱/۳۵	۱/۵۷	۲۱/۶	۸۴/۷۱	۸۰	۳۸/۶۶	۲۲/۱۲	۲۵/۸۲	۲۵/۳۵
شاهد اسکیدر	۰/۹۷	۱/۰۵	۱/۷۷	---	۵۴/۹۲	۵۹/۳۲	---	---	---	---
اسکیدر رو	۱/۴۷	۱/۶۲	۱/۷۷	۱۸/۷۶	۷۷/۸۰	۸۶/۲۱	۲۹/۲۵	۳۰/۶۱	۲۳/۷	۱۹/۹۲

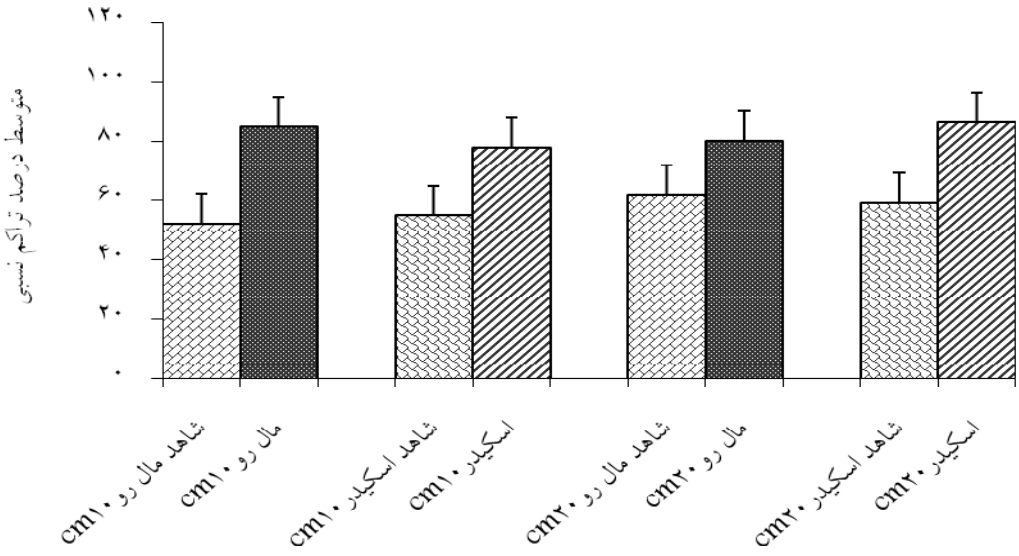
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- آنالیز واریانس بین متغیرهای تراکم نسبی و درصد فشردگی در روش های سنتی و صنعتی در عمق‌های مختلف

منبع تغییرات		جمع مربعات	df	میانگین مربعات	F
درصد تراکم نسبی	بین گروه‌ها	۱۳۷۹۰/۶۳۵	۷	۱۹۷۰/۰۹۱	۶۳/۹۳۵EE
	داخل گروه‌ها	۲۲۱۸/۶۱۶	۷۲	۳۰/۸۱۴	
	کل	۱۶۰۰۹/۲۵۲	۷۹		
درصد فشردگی	بین گروه‌ها	۱۲۹۳/۳۱۰	۳	۴۳۱/۱۰۳	۶/۴۱۵EE
	داخل گروه‌ها	۲۴۱۹/۳۱۳	۳۶	۶۷/۲۰۳	
	کل	۳۷۱۲/۶۲۳	۳۹		

ĖĖدارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹٪ می‌باشد.



شکل ۲- متوسط درصد تراکم نسبی روش های سنتی و صنعتی در عمق‌های ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری

متوسط درصد فشردگی خاک در عمق‌های اول و دوم بین دو مسیر مال‌رو و اسکیدر رو با حجم بار خروجی مساوی (۱۰۰ متر مکعب) در آزمـــون دانکن در سطح ۹۹٪ دارای اختـــلاف معنی‌داری می‌باشند(جدول ۲). در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر میزان فشردگی مسیر مال‌رو در مقایسه با مسیر اسکیدر رو بیشتر شده است. ولی درصد فشردگی خاک در عمق ۲۰-۱۰ سانتی متر در این دو روش در مسیر اسکیـدر رو بیشتر و در سطح ۹۵٪ معنی‌داری می‌باشد(جدول ۳). درصد فشردگی خاک در دو عمق مسیر مال‌رو نیز با هم در سطح ۹۹٪ اختلاف معنی‌داری داشتند که میزان درصد فشردگی عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر مسیر مال‌رو نسبت به عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متر خود خیلی بیشتر بود پس در نتیجه روش حمل نقل سنتی بیشترین تاثیرش روی عمق سطحی خاک یعنی عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر بوده است ولی در مسیر اسکیدر رو این دو عمق اختلاف معنی-داری نداشتند. (جدول۳ و شکل۳).

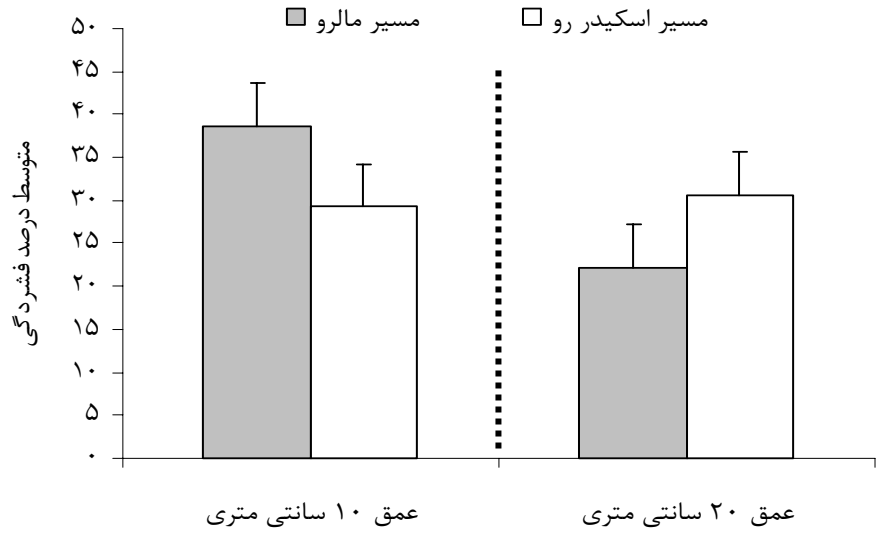
www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- نتایج مقایسه میانگین متوسط درصد فشردگی مسیرها نسبت به هم در سه عمق

میانگین ها	اعماق(cm)	مسیر
۳۸/۶۶a	۰-۱۰	مال‌رو
۲۹/۲۵e	۰-۱۰	اسکیدر رو
۲۲/۱۲f	۱۰-۲۰	مال‌رو
۳۰/۶۱ec	۱۰-۲۰	اسکیدر رو
۳۰/۷۶b	۰-۲۰	مال‌رو
۳۰/۰۳bd	۰-۲۰	اسکیدر رو

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند.

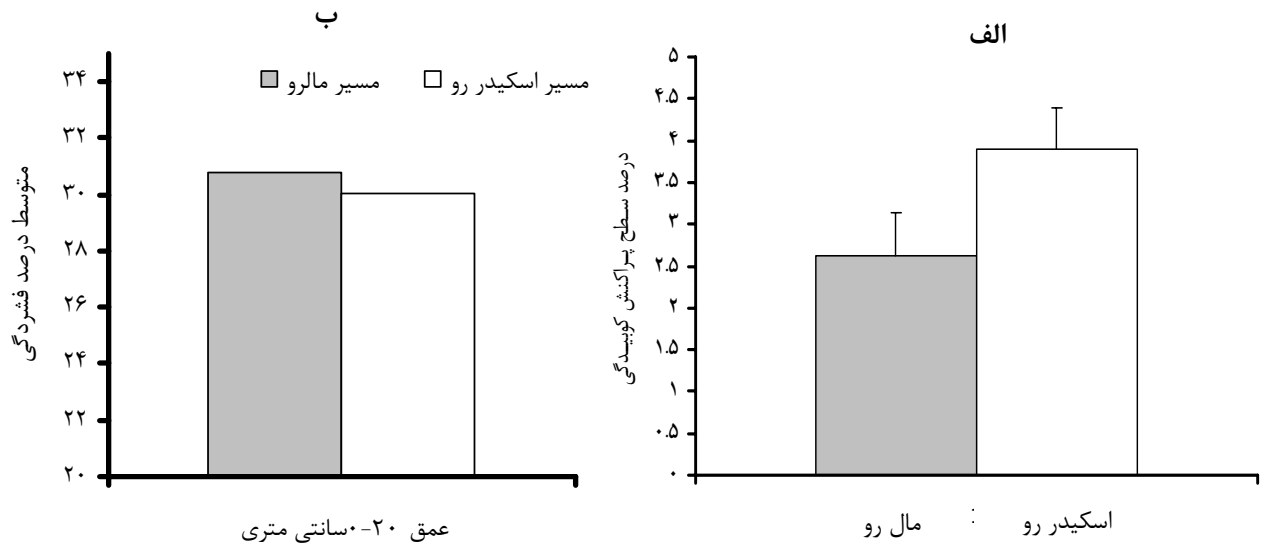


شکل ۳- متوسط درصد فشردگی ناشی از دو روش سنتی و صنعتی در دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متری

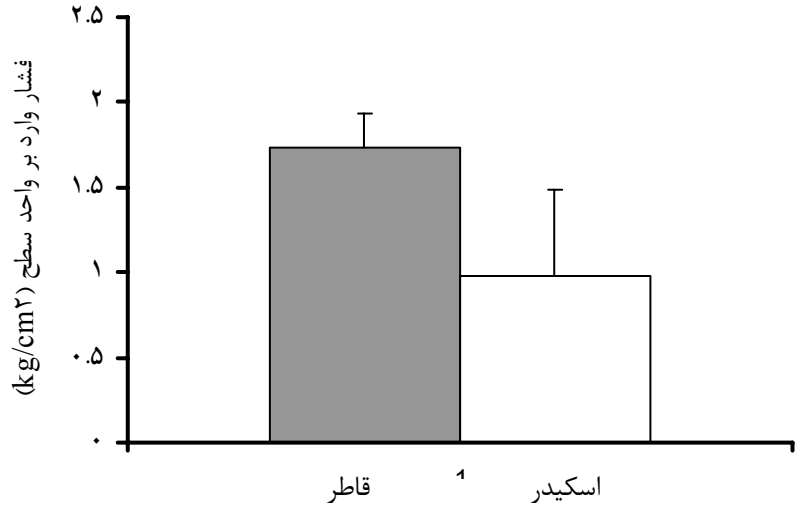
در نهایت میزان فشردگی در عمق کلی۲۰-۰ سانتی متری در این دو روش اختلاف معنی‌داری نداشته ولی با توجه به مساحتی که این دو روش برای حجم خروجی یکسان ۱۰۰ متر مکعب پوشش دادند که در روش سنتی و صنعتی به ترتیب ۲ و ۳/۰۸ هکتار می‌باشد سطح پراکنش کوبیدگی این دو روش در این مساحت برای روش سنتی ۲/۶۳٪ و برای روش صنعتی ۳/۹٪ به دست آمده است. یعنی میزان فشردگی درعمق ۲۰-۰ سانتی متری روش سنتی در ۲/۶۳٪ از مساحت مورد پوشش برای خروج ۱۰۰ متر مکعب چوب اتفاق افتاده است، در صورتی که در روش صنعتی متوسط درصد کوبیدگی در ۳/۹٪ از مساحت مورد پوشش اتفاق افتاده است. (شکل۴). فشار وارد بر واحد سطح در روش سنتی $۱/۷۳ \, kg/cm^2$ (۱۷۳kpa) و در روش صنعتی $۰/۹۸ \, kg/cm^2$ (۹۸kpa) به دست آمده است(شکل۵).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- درصد سطح پراکنش کوبیدگی (الف)، متوسط درصد فشردگی عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری (ب)



شکل ۵- میزان فشار وارد بر واحد سطح در دو روش سنتی و صنعتی

بحث و نتیجه گیری

ارتباط بین متوسط درصد تراکم نسبی و درصد فشردگی خاک در دو روش سنتی و صنعتی در حجم بار یکسان ۱۰۰متر مکعب (با ترافیک عبوری ۲۸ بار برای اسکیدر رو ۶۵۰ بار برای مال) در شکل‌های۲و۳و۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که میزان فشردگی در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر در روش سنتی بیشتر از روش صنعتی شده و این‌که در روش سنتی اکثراً عمق سطحی خاک تحت تاثیر قرار گرفته است. نتیجه تحقیقات Toms نیز نشان می‌دهد که حمل و نقل توسط مال باعث آشفتگی و کوبیدگی عمق سطحی خاک یعنی تا عمق ۵ سانتی‌متری می‌شود(۷). McGonagil تحقیقی در ایالت

www.SID.ir

Archive of SID

آرینج در آمریکا انجام داد و به این نتیجه رسید که به هم خوردگی خاک حین عملیات چوبکشی با اسب، در خاک‌های معدنی اندک بوده است (۸).

ولی در روش صنعتی نه تنها خاک در هر دو عمق مورد بررسی تحت تاثیر قرار گرفته، بلکه در عمق ۲۰-۱۰ سانتی متر میزان فشردگی افزایش یافته بود. به این خاطر که متوسط رطوبت در عمق های۱۰-۰ و۲۰-۱۰ سانتی متری به ترتیب ۲۳/۷ ،۱۹/۹۲٪ بود و با توجه به این‌که رطوبت بهینه در آزمایش پروکتور ۱۸/۷۶٪ به دست آمده یعنی میزان رطوبت تا این حد باعث افزایش فشردگی می شود و با افزایش رطوبت نسبت به میزان رطوبت بهینه آزمایش پروکتور، فشردگی خاک کاهش می یابد، به همین دلیل فشردگی در عمق دوم بیشتر شده است. مطالعات فراوانی نشان داده که وزن مخصوص و فشردگی اسکیدر در عمق ۲۰-۱۰ سانتی متر بیش از عمق سطحی خاک (عمق ۱۰-۰ سانتی متر) خود بوده است (۱۱،۹ ۱۳،۱۴). میزان فشردگی در عمق ۲۰-۱۰ سانتی متر در روش صنعتی بیشتر از روش سنتی بود که مقدار آن در دو روش سنتی و صنعتی در عمق ۱۰-۰ سانتی متر به ترتیب ۳۸/۶۶ و۲۹/۲۵٪ و در عمق ۲۰-۱۰ سانتی متر به ترتیب۲۲/۱۲و ۳۱/۶۵٪ شده است. Alban و Miller اشاره کرده اند که در اثر فشار طبیعی ماشین‌ها در اثر ویبره‌کردن میزان تراکم در مسیرهای چوبکشی با ماشین ۲۲٪ تا ۴۲٪ افزایش یافته است(۲۱،۲۰).

اگر چه در هر دو روش به میزان ۱۰۰ متر مکعب چوب آلات خارج شده ولی در روش سنتی تعداد تردد قاطر برای خروج این مقدار حجم، ۶۵۰ بار بود که تعداد تردد و فشار وارد بر واحد سطح در آن بیشتر از اسکیدر بوده که این عوامل می‌تواند سبب فشردگی در عمق سطحی خاک شود. Joshua بیان کرد که یک حیوان می تواند خاک را به اندازه یک اسکیدر فشرده کند، مثل محل دپو به این علت که دفعات بیشماری وزن حیوان به مساحت ۰/۰۰۱ متر مربعی توسط سم آن اعمال می‌شود. در صورتی که در هر بار تردد اسکیدر به خاطر وزن زیاد و فشار طبیعی آن در اثر ویبره‌کردن، فشار بیشتری بر خاک وارد می‌شود که باعث فشردگی نه تنها در عمق سطحی خاک بلکه در عمق‌های پایین‌تر نیز می‌گردد(۲۲).

در نهایت میزان فشردگی در عمق کلی۲۰-۰ سانتی-متری در این دو روش اختلاف معنی‌داری نداشته است Ficklin و همکاران به این نتیجه رسیدند که وزن مخصوص و میزان فشردگی در دو روش سنتی و صنعتی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری اختلاف معنی‌داری ندارند(۲۳). ولی Wang به این نتیجه رسید که در عمق۲۰-۰ سانتی‌متری میزان فشردگی خاک در روش صنعتی بیشتر از روش سنتی می‌باشد. علت آن این بود که حجم بار خروجی در دو روش یکسان نبود، بلکه در روش صنعتی به میزان ۵۰۸ تا ۵۴۶ متر مکعب و در روش سنتی ۴۹۲ متر مکعب چوب آلات خارج شده است(۲۴).

روش صنعتی مساحت بیشتری را نسبت به روش سنتی تحت تاثیرکوبیدگی قرار می‌دهد (شکل۴) درست است که فشار وارد بر واحد سطح در قاطر بیشتر از اسکیدر بوده اما فشار وارد شده بر زمین ضرورتاً بیانگر درجه فشردگی نیست بلکه علاوه بر آن عواملی چون میزان فشردگی و درصد پراکنش کوبیدگی نیز در تعیین سطح نسبی فشردگی در این دو روش موثرند (شکل۴و ۵). فشار وارد بر واحد سطح در روش سنتی ۱/۷۳ kg/cm^2 (۱۷۳kpa) و در روش صنعتی ۰/۹۸ kg/cm^2 (۹۸kpa) به دست آمده است. همان طور که موزی و سوتر در سال ۱۳۷۴ در مطالعه‌ای نشان دادند که فشار وارد بر واحد سطح در ماشین آلات نسبت به حیواناتی مثل گاو و اسب خیلی کمتر است(۲۵).

نتایج نهایی نشان داد که برای به حداقل رساندن خسارت به خاک در جنگل لازم است تا در درجه اول خروج چوب آلات، تنها از طریق مسیرهای از قبل پیش بینی شده انجام گیرد. بعد از این مرحله تعداد تردد در این مسیرها مشخص گردد، یعنی به اندازه‌ای مسیر چوب کشی احداث شود که تعداد تردد در مسیر زیاد نشود. طبیعی است برای جلوگیری از افزایش تردد طول مسیرها کوتاه‌تر، پوشش عرضی کم‌تر و تعداد مسیرهای چوبکشی در جنگل بیشتر از حال حاضر خواهد

www.SID.ir

Archive of SID

شد. اشاره به این نکته ضروری است که اگر تعداد این مسیرها افزایش یابد باعث تخریب جنگل نخواهد شد گرچه در نگاه اول دستخوردگی بیشتر جنگل به نظر می‌رسد ولی در نهایت به علت رعایت شدن حدود و آستانه تخریب، بازسازی طبیعی آن ها راحت و سریع تر صورت می پذیرد. نهایتاً عملیات حمل و نقل در این دو شیوه در شرایط هوای مساعد که خاک جنگل مرطوب نیست، صورت پذیرد. برای کاهش کوبیدگی در مورد اسکیدرها نیز می‌توان به پهن‌تر کردن تایرها، تنظیم باد تایرها (کاهش باد تایرها)، استفاده از تایرهای دو تایی و استفاده از زنجیر برای تایرهای لاستیکی، مبادرت ورزید.

منابع

۱. تشکری، م. ۱۳۷۵، بررسی صدمات بهره برداری بر درختان توده جنگلی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس،۸۹ ص.

۲. علیزاده، ا، ۱۳۸۳. فیزیک خاک، دانشگاه فردوسی مشهد،۲۸۱ص.

3. Merino, A., J.M. Edeso & M.J, Marauri, 1998.Soil properties in a hilly area following different harvesting management practices.

۴. گلینزکی،ج. لیپیک، ج. ۱۳۷۸. فیزیک خاک و ریشه گیاه.(ترجمه حاج عباسی،م)، انتشارات غزل اصفهان،۲۷۰ص.

۵. حسینی، س. م.۱۳۸۱. ارزیابی سیستم های بهره برداری زمینی و هوائی در جنگل های منطقه ساری، رساله دوره دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۶. غفاریان، م. ۱۳۸۴. بررسی تخریب وارد شده به عرصه جنگل (زادآوری و خاک) در اثر حمل چوب به روش سنتی، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۴، ۸۰۵-۸۱۲ ص.

7. Toms, C.W., J.H. Wilhoit & R.B. Rummer, 1996.Animal Logging in the Southern United States, ASAE Pap, No, 96-5005, ASAE, St, Joseph, MI, 13 p.

8. McGonagil, K, 1979. Southern Horse and Mule Logging/ Alabama, Logging systems guide, US Forest service.

۹. بهرام کلهری، س. عاکف، م. خرمالی، ف. باقری، ا.۱۳۸۶. بررسی تأثیر مکانیزاسیون (ماشین های جنگل) روی برخی خصوصیات فیزیکی و میکرومورفولوژیکی خاک های جنگلی، خلاصه دهمین کنگره علوم خاک ایران کرج ۴-۶ شهریور، ۱۵۶۷ ص.

10. Pinard, M., M. Barker & J. Tay, 2000.Soil disturbance and post-logging forest recovery on bulldozer paths in Sabah, Malaysia. Forest Ecology and Management 130:213-225.

11. Williamson, J& W. Neilson, 2000. The influence of forest site on rate and extent of soil compaction and profile disturbance of skid trails during ground-based harvesting, Canadian Journal Forest. Research 30: 1196-1205.

12. Laffan, M., G. Jordan & N. Duhig, 2001.Impacts on soils from cable-logging steep slopes in Northeastern Tasmania Australia, Forest Ecololgcal Management, 144: 91–99.

13. Modry, M and Hubeny, D.2003. Impact of skidder and high-lead system logging on forest soils and advanced regeneration. Journal of Forest Science, 49(6): 273–280.

14. Ampoorter, E. R. Goris, W, Cornelis. & K. Verheyen, 2007.Impact of Mechanized Logging on Compaction Status of Sandy Forest Soils, Forest Ecology and Management, 241:162-174pp.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۵. ابـن جـلال، ر. بجسـتان، م. ۱۳۷۶. اصـول نظـری و عملـی مکانیـک خـاک، انتشـارات دانشـگاه شـهید چمران، ۷۲۹ص.

۱۶. براجا، ام اس ، ۱۳۷۵. اصول مهندسی خاک مکانیک خاک، (ترجمه حسین صالح زاده)، انتشارات دانشـگاه علم و صنعت ایران، ۴۶۰ ص.

۱۷. اسکروچی، ع . صدیقی مـنش، م. ۱۳۸۰. آزمایشـگاه مکانیک خاک، انتشارات طلوع آزادی،۲۷۶ ص.

۱۸. افلاکی، ا ،۱۳۸۰. آزمایشگاه مکانیک خاک. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۳۲۹ ص.

۱۹. عبـدالهی، ر. وثـوقی فـر، ح. ۱۳۸۴. مکانیـک خـاک، انتشارات آریا زمین ، ۲۳۴ ص.

20. Alban, H.D., G.E. Host, J.D.Elioff, & D.A. Shadis, 1994. Soil and Vegetation Response to Soil Compaction and Forest Floor Removal after Aspen Harvesting, Research paper NC-315, USDA Forest Service, St. Paul, Minnesota.

21. Miller, R., W. Scott, & J. Hazard, 1996.Soil compaction and conifer growth after tractor yarding at three coastal Washington locations Canadian, Journal Forest Research, 26, 225–236.

22. Joshua A. 2008.Site Disturbance and Social Impacts of Animal Logging and Conventional Logging in Appalachia, Journal of Forest Science,

23. Ficklin, R., D. John & D. Hammer, 2002.Changes in soil organic carbon concentration and quantity following selection harvesting, Proceedings of the 14th Central Hardwoods Forest Conference, 217-223.

24. Wang, L, 1997. Assessment of animal skidding and ground machine skidding under mountain conditions, Journal of Forest Engineering 8(2): 57-64.

۲۵. موزی، آ. سوتر، م. ۱۳۷۴.ترجمه جواد غازان شـاهی، فیزیک خاک، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۶۷ص.

www.SID.ir