تأثیر فعالیت‌های چوبکشی زمینی بر خصوصیات خاک جنگل‌های اسالم گیلان

فرشاد کیوان بهجو [۱]، فروغ مسرت [۲]، سجاد قنبری [*۳]، سمیرا ساسانی فر [۴]

۱- استاد، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد علوم زیستی جنگل دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی

۳*-دانشیار گروه علوم و مهندسی جنگل دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تبریز

۴- دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه

ایمیل نویسنده مسئول: Ghanbarisajad@gmail.com

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۸/۱۴ تاریخ پذیرش:

چکیده

عملیات بهره‌برداری و سیستم چوبکشی زمینی سبب ایجاد کوبیدگی و تخریب خاک شده و منجر به ایجاد تغییراتی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. از آنجایی که اطلاعات کافی در خصوص زمان لازم برای بازیابی خصوصیات خاک تخریب شده وجود ندارد، از این‌رو پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر فعالیت‌های چوبکشی زمینی بر خصوصیات خاک در جنگل‌های اسالم گیلان انجام شده است. به‌منظور جمع‌آوری داده، سه مسیر چوبکشی ۵، ۱۰ و ۱۵ ساله انتخاب شدند. در هر کدام از این مسیرها و همچنین در جنگل طبیعی مجاور آن‌ها (منطقه شاهد)، نمونه‌های خاک جمع‌آوری شدند. در مجموع تعداد ۲۷ نمونه خاک (مسیرهای چوبکشی و منطقه شاهد) از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری برداشت شدند. در نهایت برخی خصوصیات خاک شامل ماده آلی، اسیدیته، هدایت الکتریکی، بافت خاک (درصد رس، سیلت و شن)، جرم مخصوص ظاهری و حقیقی، مقاومت خاکدانه، درصد رطوبت اشباع، مقاومت فروروی خاک و درصد تخلخل اندازگیری شدند. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین خصوصیات اندازه‌گیری شده (به استثنای مقاومت فروروی خاک) در مسیرهای چوبکشی با منطقه شاهد وجود ندارد. نتایج بررسی مقاومت فروروی خاک نیز نشان داد که در رابطه با این شاخص، اختلاف معنی‌داری بین مسیرهای چوبکشی با منطقه شاهد وجود دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که پس از گذشت ۵ سال از عملیات چوبکشی، خاک مناطق مورد مطالعه توانسته است به حالت اولیه خود برگردد.

کلمات کلیدی

"بازیابی خاک"، "جنگل‌های اسالم"، "چوبکشی زمینی"، "عملیات بهره‌برداری"

۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین اصولی که در امر بهره‌برداری از منابع جنگلی مطرح می‌شود، به حداقل رساندن میزان خسارات وارده به خاک و زادآوری در طی عملیات بهره‌برداری است. برآورد میزان این خسارات، می‌تواند در امر مدیریت جنگل نقش به‌سزایی داشته باشد. در اثر تردد ماشین‌آلات بهره-برداری، خاک جنگل دچار تخریب و تحولات می‌شود. به-عنوان مثال کاهش میزان ترسیب کربن خاک باعث تغییرات زیاد در تراکم دی‌اکسیدکربن اتمسفری و در نتیجه سبب کاهش عملکرد مناسب اکوسیستم می‌شود. مسیرهای چوبکشی، مسیرهایی هستند که خود به خود در اثر چند بار رفت و آمد از یک نوار مشخص (برای کشیدن چوب توسط تراکتور) در سطح جنگل به وجود می‌آیند. این مسیرها قبل از شروع عملیات بهره‌برداری به‌منظور رفت و آمد تراکتورها و اسکیدرها توسط مسئولین مشخص می‌شود تا در نتیجه آن، به کل عرصه پارسل، درختان و نهال‌ها آسیب وارد نشود که گاه به برداشت مانع (مانند سنگ و غیره) در مسیر چوبکشی اقدام و اکتفا می‌شود (ساریخانی و مجنونیان، ۱۳۷۳). هدف عمده این مسیرها، خروج چوب از جنگل است منتهی این فعالیت منجر به ایجاد اثرهای منفی بر سیستم متعادل جنگل از جمله تخریب خاک و تولید رواناب و رسوب در منطقه می-شوند (شهریاری و همکاران، ۱۳۹۷). استفاده از سیستم چوبکشی زمینی، هر چند بیشترین مشکلات محیط زیستی را سبب می‌شود، اما عملیاتی معمول برای خروج چوب از عرصه قطع است که سبب ایجاد تراکم در خاک و فشردگی آن می-شود. مطالعات متعددی در بخش‌های مختلف جهان برای بررسی اثرات چوبکشی زمینی بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شده است. غفاریان (۱۳۸۲) و سلطانپور و جورغلامی (۱۳۹٤) بیان کردند که چوبکشی زمینی منجر به ایجاد کوبیدگی خاک شده و مقاومت به نفوذ خاک، افزایش پیدا می‌کند. توانکار و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی آثار چوبکشی زمینی بر فشردگی خاک جنگل در

استان گیلان بیان کردند که وزن مخصوص ظاهری خاک جنگل در مسیرهای چوبکشی ۳۵/۶۱ درصد نسبت به مناطق شاهد افزایش داشته است. شهریاری و همکاران (۱۳۹۷) در جنگل کوهمیان آزادشهر در استان گلستان بیان کردند که بیشترین مقدار شاخص‌های کوبیدگی خاک و مقاومت به نفوذ خاک در محل رد چرخ در مسیر چوبکشی است. نصیریان و همکاران (۱۴۰۱) با بررسی تاثیر عملیات چوبکشی بر خصوصیات خاک و وضعیت کربن آلی در طی دوره ۷ ساله در جنگل خیرود به نتیجه رسیدند که شدت کوبیدگی در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری بیشتر از عمق‌های دیگر بوده و مقدار ماده آلی طی ۷ سال روند بازیابی را نسبت به سال اول پس از چوبکشی نشان داده است. Williamson و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند که به‌طور کلی در روش بهره‌برداری با ماشین‌های چوبکشی، وزن مخصوص ظاهری خاک جنگل ۰/۱۷ گرم در سانتی‌مترمکعب افزایش پیدا می‌کند و ۶۲ درصد از کوبیدگی خاک در ۱۰ سانتی‌متر اول رخ می‌دهد. McNabb و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی اثرات تردد اسکیدر بر خصوصیات خاک بیان کردند که این روش منجر به ایجاد تراکم در خاک و کاهش ظرفیت نگهداشت آب خاک می‌شود . Horn و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی کوبیدگی و تغییرات خصوصیات فیزیکی خاک ایجاد شده در اثر ماشین‌آلات مدرن بهره‌برداری جنگل در کشور آلمان به نتیجه رسیدند که شیارهای عمیق جابجایی عمودی و افقی خاک که در اثر حرکت ماشین‌آلات جنگل بر روی مسیرهای ایجاد شده است، سبب ایجاد کوبیدگی در لایه های سطحی و تحتانی خاک شده است. Proto و همکاران (۲۰۱۶) بیان کردند که با افزایش تردد در مسیرهای چوبکشی، جرم مخصوص خاک افزایش و ظرفیت نگهداری آب خاک کاهش پیدا می‌کند. در بیشتر مطالعات انجام شده در رابطه با بررسی اثرات چوبکشی بیشتر خصوصیات فیزیکی خاک مدنظر قرار گرفته است در حالی‌که دیگر خصوصیات ساختاری و شیمیایی خاک نیز به همان اندازه تحت تأثیر این فعالیت قرار گرفته و دچار دگرگونی می‌شوند. در این راستا در مطالعه حاضر مجموع شاخص‌های شیمیایی و فیزیکی خاک در نظر گرفته شده است تا تأثیر فعالیت‌های چوبکشی بر آنها مورد بررسی قرار گیرد. همچنین از آنجایی‌که بررسی محض تغییرات خصوصیات خاک قابلیت پاسخگویی زیادی برای رهنمودهای مدیریتی ندارد و ضمن اینکه با بررسی و تعیین تغییرات شاخص‌های خاک در مسیرهای چوبکشی با سابقه زمانی متفاوت، می‌توان کیفیت خاک را حفظ و به تجدید آن کمک کرد، لذا در این پژوهش اثرات تغییرات فاصله‌های زمانی بر تغییرپذیری شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در اثر مسیرهای چوبکشی پرداخته شده است.

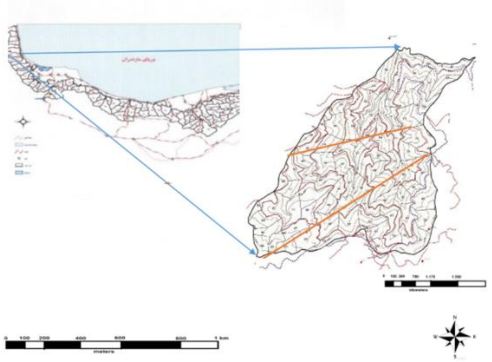
۲- مواد و روش‌ها

- منطقه مورد مطالعه
- سری یک ناو اسالم

سری یک ناو اسالم مربوط به حوزه هفت ناو در محدوده حوزه جنگلداری شهرستان تالش تحت نظر اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گیلان است. این سری در حدود ارتفاعی ۲۵۰ تا ۱۷۰۰ متر از سطح دریا با ارتفاع اکثریت سطح سری ۹۰۰ متری واقع شده است. این سری بین طول جغرافیایی ۵۱ ۴۸ ۴۸ تا ۲۷ ۵۲ ۴۸ و عرض جغرافیایی ۵۱ ۳۷ ۳۷ تا ۱۶ ۴۱ ۳۷ واقع شده است که این محدوده از نظر تقسیمات کشوری در استان گیلان و شهرستان تالش قرار دارد. پوشش جنگلی مناسب و از نظر تجدیدحیات در وضعیت خوبی قرار دارد. بافت خاک تکامل یافته اکثرا از نوع سنگین تا کمی سنگین و در منطقه خاک‌های کم عمق متوسط تا سبک است. تیپ‌های خاک موجود در قطعات مطالعه شده از نوع قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای شسته شده جنگلی است.

- سری دو ناو اسالم

محدوده سری دو ناو اسالم قسمتی از جنگل‌های حوزه آبخیز ناو (آبخیز شماره ۷) را شامل می‌شود و جنگل‌های این سری تقریباً در قسمت میانی حوزه واقع شده است. از لحاظ تقسیمات کشوری تابع فرمانداری شهرستان هشتپر طوالش و از نظر تقسیمات اداری جنگل، جزو سرجنگلبانی اسالم، جنگلداری هشتپر و اداره کل منابع طبیعی گیلان است (طرح تجدیدنظر سری ۲ حوزه ناو اسالم ، ۱۳۸۸). مختصات تقریبی جغرافیایی سری دو عبارتند از: طول جغرافیایی "۳۶ '۴۴ °۴۸ - "۵۸ '۴۹ °۴۸ و عرض جغرافیایی "۲۳ '۳۷ °۳۷ - "۳۱ '۴۲ °۳۷. تیپ‌های اصلی خاک در سری دو ناو اغلب به شکل‌های تیپ خاک قهوه‌ای شسته شده با افق آرژیلیک، تیپ خاک تکامل نیافته رانکر، تیپ خاک قهوه‌ای جنگلی با pH اسیدی، تیپ خاک قهوه‌ای جوان تا واریزه‌ای و تیپ خاک قهوه‌ای اسیدی است.



شکل ۱- موقعیت پارسل های مورد مطالعه در سری دو ناو

این دو سری جزء اراضی جنگل‌های حوزه ۷ ناو هستند، به‌طوری که در سری یک حداقل ارتفاع ۲۵۰ متر و حداکثر آن ۱۷۰۰ متر بوده، ارتفاع اکثریت سطح آن ۹۰۰ متر است. در سری دو حداقل ارتفاع ۲۸۰ متر و حداکثر آن ۲۱۲۰ متر بوده، ارتفاع اکثریت سطح آن ۱۰۰۰ متر است و هر دو سری از لحاظ شیب جزء اراضی دارای شیب متوسط تا زیاد هستند. اقلیم منطقه از روش دومارتن، از نوع "خیلی مرطوب نوع الف" و از روش آمبرژه، از نوع "مرطوب سرد" تعیین گردیده است.

- وضعیت پوشش گیاهی

به‌طور کلی گونه‌های درختی موجود در سری‌های مورد مطالعه تقریبا مشابه بوده و به صورت زیر می‌باشد:

تیپ های پوشش درختی حاضر در سری یک تیپ راش– ممرز– شیردار، تیپ راش – ممرز- افرا تا راش - افرا – ممرز، تیپ راش – توسکا – افرا تا راش – افرا – توسکا، تیپ راش – توسکا – ممرز تا راش – ممرز – توسکا، تیپ آمیخته و تیپ جنگلکاری پهن‌برگ بومی و سوزنی‌برگ هستند. تیپ‌های حاضر در سری دو تیپ راش، تیپ راش - ممرز – توسکا تا راش – توسکا – ممرز، تیپ راش – ممرز، تیپ راش – ممرز – شیردار تا راش – شیردار – ممرز، تیپ راش – افرا – ممرز تا راش – ممرز – افرا، تیپ راش – توسکا – افرا تا راش – افرا – توسکا، تیپ پهن برگ آمیخته، تیپ توسکا، تیپ جنگلکاری سوزنی برگ و تیپ جنگلکاری آمیخته (پهن برگ و سوزنی برگ) هستند.

- جمع‌آوری داده

برای جمع‌آوری داده‌ها، مسیرهای چوبکشی موجود در سه پارسل بهره‌برداری شده (سری یک پارسل ۲۷، سری دو پارسل ۷ و سری دو پارسل ۱۱) ترجیحاً با شرایط سنی متفاوت (یکی با سن کمتر از ۵ سال، ۱۰ و ۱۵ سال) انتخاب شدند. از روش نمونه‌برداری خطی استفاده شده و نحوه نمونه‌برداری از خاک بدین صورت بوده که در فواصل ۵۰ متری روی مسیرهای چوبکشی به‌صورت عمود بر مسیر یک خط‌نمونه به طول هفت و نیم متر با در نظر گرفتن مرکز مسیر چوبکشی پیاده شد، سپس به‌ترتیب در ابتدا، روی چرخ‌ها و همچنین انتهای ترانسکت نمونه‌برداری از خاک انجام و علاوه بر این در فاصله ۳۰ متری از اطراف مسیرهای چوبکشی (منطقه شاهد) نمونه‌برداری خاک انجام شد. به این ترتیب تعداد ۲۷ نمونه خاک با استفاده از سیلندرهای استوانه‌ای و از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری و جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده هواخشک شده و بعد از خرد کردن کلوخه‌ها، جدا کردن ریشه‌ها، سنگ و دیگر ناخالصی‌ها، آسیاب و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. در نهایت بافت خاک (درصد اجزای تشکیل دهنده خاک) به روش هیدرومتری بایکاس تعیین و از طریق مثلث بافت خاک مشخص شد (حبشی و رحمانی، ۱۳۹۴). جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه و جرم مخصوص حقیقی به روش پیکنومتری و برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب به‌دست آمده است (جعفری حقیقی، ۱۳۸۲). تخلخل کل از روی جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک و از رابطه زیر محاسبه شده است (جعفری حقیقی، ۱۳۸۲):

جدول۱- فهرست گونه‌های درختی موجود در سری‌های مورد مطالعه

نام فارسی	نام علمی
ممرز	*Carpinus betulus* L.
راش	*Fagus orientalis* Lipsky
افرا	*Acer velutinum* Boiss
بلوط	*Quercus castanifolia* C.A.Mey.
توسکا	*Alnus subcordata* C.A.Mey.
شیردار	*Acer capadosicum* GLED.
لرگ	*Pterocarya fraxinifolia*
خرمندی	*Diospyrus lotus*
آزاد	*Zelkova carpinifolia*
داغداغان	*Celtis australis*
گیلاس وحشی	*Cerasus avium* (L.) Moench.Meth.
بارانک	*Sorbus torminalis* (L.) Crantz. Shrip.
شمشاد	*Buxus hyrcana* Pojark
ون	*Fraxinus exselsior*
انجیلی	*Parrotia persica (DC.) C.A.Mey.*
ملج	*Ulmus glabra* Hudson, FL.
گردو	*Juglans regia* L.
نمدار	*Tillia begonifolia* Stev.

رابطه ۱ $$n = (1 - \frac{Dp}{Db}) \times 100$$

n: درصد تخلخل کل (% $cm^3 cm^{-3}$)، Db: جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)، Dp: جرم مخصوص حقیقی خاک (گرم بر سانتی‌مترمکعب)

خصوصیات شیمیایی که در این بررسی مورد مطالعه قرار گرفتند شامل اسیدیته، هدایت الکتریکی و درصد کربن آلی می‌باشند. اسیدیته به‌وسیله دستگاه pH متر و به‌کارگیری مخلوط ۱:۲.۵ خاک و آب مقطر محاسبه شد (جعفری حقیقی، ۱۳۸۲). کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر والکی-بلک براساس درصد اندازه‌گیری شده است (جعفری حقیقی، ۱۳۸۲؛ احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲؛ Allison, ۱۹۶۵)، هدایت الکتریکی با استفاده از روش روآدس (Rhoades, ۱۹۹۶)، مقاومت فروروی خاک به‌صورت درجا در محل و نیز هم‌زمان رطوبت خاک جنگل به روش وزنی نیز اندازه‌گیری شد مقدار ترسیب کربن بر حسب کیلوگرم بر هکتار بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

رابطه ۲ $$Cs = ۱۰۰۰۰ \times OC\ (\%) \times Bd \times e$$

در رابطه ۲، Cs: مقدار ترسیب کربن آلی، OC: درصد کربن آلی ، Bd : وزن مخصوص ظاهری خاک، e: عمق نمونه برداری است.

- تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای همگن بودن واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. به‌منظور مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در مسیرهای چوبکشی مختلف از آزمون تجزیه واریانس (ANOVA) استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مسیرهای مختلف با توجه به داشتن منطقه شاهد (نمونه‌های اطراف چوبکشی)، از آزمون مقایسه میانگین دانکن (Duncan) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شده است. همه تجزیه‌وتحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری IBM SPSS ver. ۲۲ و همه نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel ۲۰۱۳ ترسیم شده است.

۳- نتایج

- کربن آلی خاک

نتایج مربوط به مشخصه کربن آلی خاک مسیرهای چوبکشی مختلف در جدول ۲ و شکل ۲ ارائه شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد بیشترین مقدار کربن آلی خاک مربوط به مسیر چوبکشی ۱۰ ساله و کمترین آن مربوط به منطقه شاهد است. همچنین نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین کربن آلی خاک در مسیرهای چوبکشی مختلف وجود ندارد (جدول ۲).

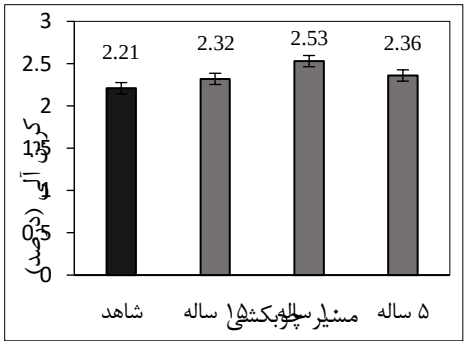
جدول ۲- پارامترهای آماری مشخصه کربن آلی خاک

مسیر چوبکشی	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
شاهد	۹	۲/۲۱	۱/۱٤	٥۱/٥
۱٥ ساله	٦	۲/۳۲	۰/۹۸	٤۲/۲
۱۰ ساله	٦	۲/٥۳	۱/۰۰	۳۹/٥
٥ ساله	٦	۲/۳٦	۱/۱۷	٤۹/٥

جدول۳- نتایج آزمون تجزیه واریانس مشخصه کربن آلی خاک در مسیرهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه ازادی	میانگین مربعات	F	معنی-داری
بین گروه‌ها	۰/۳۸۷	۳	۰/۱۲۹	۰/۱۰۸	۰/۹٥٤^{ns}
درون گروه‌ها	۲۷/٤	۲۳	۱/۱۹		
کل	۲۷/۷۹	۲٦			

ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار



شکل ۲- مقایسه میانگین درصد کربن آلی در مسیرهای مختلف چوبکشی

- اسیدیته خاک

نتایج مربوط به مشخصه اسیدیته خاک مسیرهای مختلف چوبکشی در جدول ٤ و شکل ۳ ارائه شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد بیشترین مقدار اسیدیته خاک مربوط به مسیر چوبکشی ٥ ساله و کمترین آن مربوط به منطقه شاهد است. همچنین نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین اسیدیته خاک در مسیرهای مختلف چوبکشی وجود ندارد (جدول ٤).

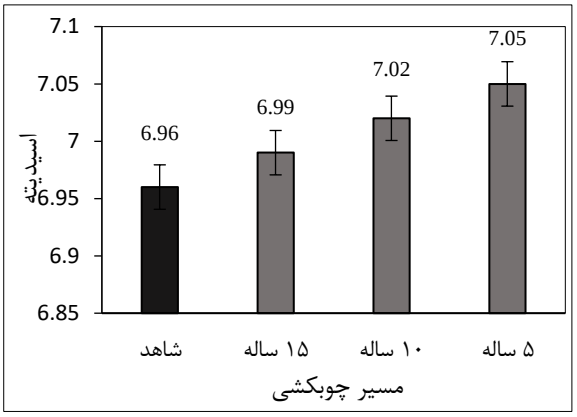
جدول٤- پارامترهای آماری مشخصه اسیدیته خاک

مسیر چوبکشی	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
شاهد	۹	٦/۹٦	۰/۲۱٦	۳/۱
۱٥ ساله	٦	٦/۹۹	۰/۱۹۰	۲/۷
۱۰ ساله	٦	۷/۰۲	۰/۱۸۲	۲/٥
٥ ساله	٦	۷/۰٥	۰/۳۰۹	٤/۳

جدول۵- نتایج آزمون تجزیه واریانس مشخصه اسیدیته خاک در مسیرهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه ازادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
بین گروه‌ها	۰/۰۳٤	۳	۰/۰۱۱	۰/۲۱۹	۰/۸۸۲ns
درون گروه‌ها	۱/۲۰	۲۳	۰/۰۵۲		
کل	۱/۲۳	۲٦			

ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار



شکل ۳- مقایسه میانگین اسیدیته خاک در مسیرهای مختلف چوبکشی

- **هدایت الکتریکی خاک**

نتایج مربوط به مشخصه هدایت الکتریکی خاک مسیرهای چوبکشی مختلف در جدول٦ و شکل ٤ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار هدایت الکتریکی خاک مربوط به مسیر چوبکشی ۱۰ ساله و کمترین آن مربوط به مسیر ۵ ساله است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین هدایت الکتریکی خاک در مسیرهای چوبکشی مختلف وجود ندارد (جدول ۷).

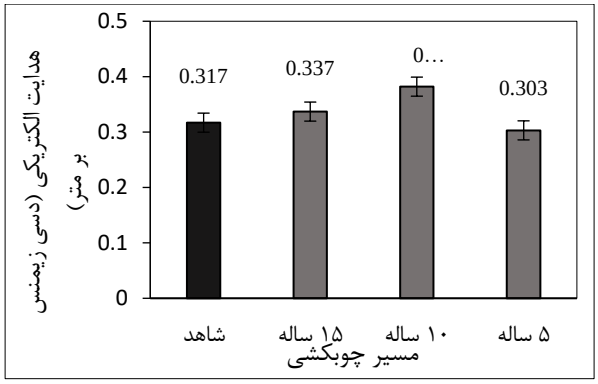
جدول٦- پارامترهای آماری مشخصه هدایت الکتریکی

مسیر چوبکشی	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
شاهد	۹	۰/۳۱۷	۰/۰٤۸	۱۵/۱
۱۵ ساله	٦	۰/۳۳۷	۰/۱۰۹	۳۲/۳
۱۰ ساله	٦	۰/۳۸۲	۰/۱۲۱	۳۱/٦
۵ ساله	٦	۰/۳۰۳	۰/۱۱۵	۳۷/۹

جدول ۷- نتایج آزمون تجزیه واریانس مشخصه هدایت الکتریکی در مسیرهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه ازادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
بین گروه-ها	۰/۰۲۲	۳	۰/۰۰۷	۰/۷۷۳	۰/۵۲۱ns
درون گروه‌ها	۰/۲۱۹	۲۳	۰/۰۱۰		
کل	۰/۲٤۱	۲٦			

ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار



شکل ٤- مقایسه میانگین هدایت الکتریکی خاک در مسیرهای مختلف چوبکشی

- **درصد رس**

نتایج مربوط به مشخصه درصد رس خاک مسیرهای مختلف چوبکشی در جدول ۸ و شکل ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار درصد رس خاک مربوط به منطقه شاهد و کمترین آن مربوط به مسیر چوبکشی ۱۰ ساله است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین درصد رس خاک در مسیرهای چوبکشی مختلف وجود ندارد (جدول ۹).

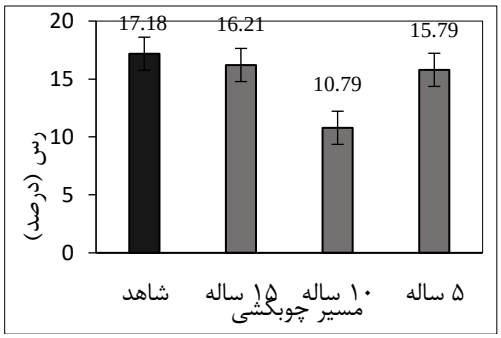
جدول۸- پارامترهای آماری مشخصه درصد رس خاک

مسیر چوبکشی	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
شاهد	۹	۱۷/۱۸	۱۲/۲۷	۷۱/٤
۱۵ ساله	٦	۱٦/۲۱	٤/٦۷	۲۸/۸
۱۰ ساله	٦	۱۰/۷۹	۳/۰۲	۲۷/۹
۵ ساله	٦	۱۵/۷۹	۷/۳۵	٤٦/۵

جدول ۹- نتایج آزمون تجزیه واریانس مشخصه درصد رس در مسیرهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه ازادی	میانگین مربعات	F	معنی-داری
بین گروه‌ها	۱٦۰/۰٦	۳	۵۳/۳	۰/۷۵۲	۰/۵۳۲ns
درون گروه‌ها	۱٦۳۱/۵	۲۳	۷۰/۹		
کل	۱۷۹۱/٦	۲٦			

ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار



شکل ۵- مقایسه میانگین درصد رس خاک در مسیرهای مختلف چوبکشی

- **درصد سیلت**

نتایج مربوط به مشخصه درصد سیلت خاک مسیرهای چوبکشی مختلف در جدول ۱۰و شکل ٦ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار درصد سیلت خاک مربوط به منطقه شاهد و کمترین آن مربوط به مسیر چوبکشی ۵ ساله است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین درصد سیلت خاک در مسیرهای چوبکشی مختلف وجود ندارد (جدول ۱۱).

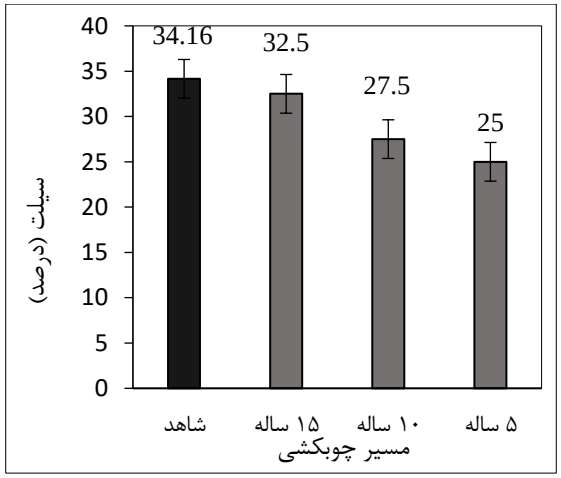
جدول ۱۰- پارامترهای آماری مشخصه درصد سیلت

مسیر چوبکشی	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
شاهد	۹	۳٤/۱٦	۸/٦٦	۲۵/۳
۱۵ ساله	٦	۳۲/۵	۹/٦۱	۲۹/۵
۱۰ ساله	٦	۲۷/۵	۱۱/۵۱	٤۱/۸
۵ ساله	٦	۲۵	۸/۲۱	۳۲/۸

جدول ۱۱- نتایج آزمون تجزیه واریانس مشخصه درصد سیلت در مسیرهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه ازادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
بین گروه‌ها	۳۷۹/۱	۳	۱۲٦/۳	۱/٤۰	۰/۲٦۵^{ns}
درون گروه‌ها	۲۰٦۲/۵	۲۳	۸۹/٦		
کل	۲٤٤۱/٦	۲٦			

ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار



شکل ٦- مقایسه میانگین درصد سیلت خاک در مسیرهای مختلف چوبکشی

- **درصد شن**

نتایج مربوط به مشخصه درصد شن خاک مسیرهای چوبکشی مختلف در جدول ۱۲و شکل ۷ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار درصد شن خاک مربوط به مسیر جوبکشی ۱۰ ساله و کمترین آن مربوط به منطقه شاهد است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین درصد شن خاک در مسیرهای چوبکشی مختلف وجود ندارد (جدول ۱۳).

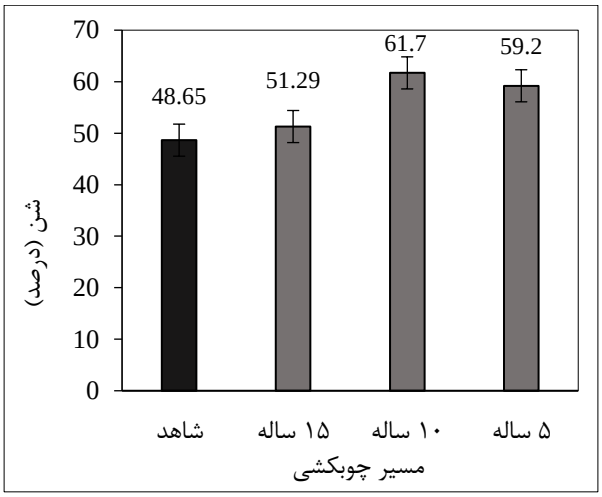
جدول ۱۲- پارامترهای آماری مشخصه درصد شن

مسیر چوبکشی	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
شاهد	۹	٤۸/٦۵	۱٤/۷۹	۳۰/٤
۱۵ ساله	٦	۵۱/۲۹	۱۳/۷٦	۲٦/۸
۱۰ ساله	٦	٦۱/۷	۱۰/۹۱	۱۷/٦
۵ ساله	٦	۵۹/۲	۱۱/۹۰	۲۰/۱

جدول ۱۳- نتایج آزمون تجزیه واریانس مشخصه درصد شن در مسیرهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه ازادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
بین گروه‌ها	۸۱٤/۲	۳	۲۷۱/٤	۱/۵٦	۰/۲۲٦^{ns}
درون گروه‌ها	٤۰۰۲/٤	۲۳	۱۷٤/۰۱		
کل	٤۸۱٦/٦	۲٦			

ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار



شکل ۷- مقایسه میانگین درصد شن خاک در مسیرهای چوبکشی

- **جرم مخصوص ظاهری**

نتایج مشخصه جرم مخصوص ظاهری خاک مسیرهای چوبکشی مختلف در جدول ۱٤ و شکل ۸ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک مربوط به مسیر چوبکشی ۱۰ ساله و کمترین آن مربوط به مسیر چوبکشی ۵ ساله است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین مشخصه مذکور در مسیرهای چوبکشی مختلف وجود ندارد (جدول ۱۵).

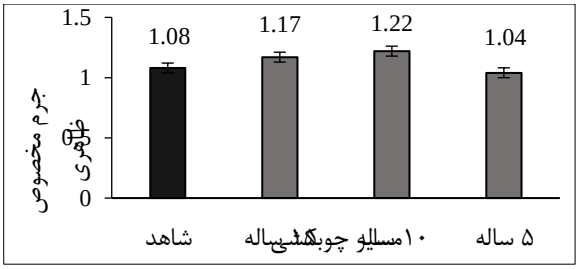
جدول ۱٤- پارامترهای آماری مشخصه جرم مخصوص ظاهری

مسیر چوبکشی	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
شاهد	۹	۱/۰۸	۰/۲۱۶	۲۰
۱۵ ساله	٦	۱/۱۷	۰/۱۹۷	۱٦/۸
۱۰ ساله	٦	۱/۲۲	۰/۱۷۳	۱٤/۱
۵ ساله	٦	۱/۰٤	۰/۲۲۲	۲۱/۳

جدول ۱۵- نتایج آزمون تجزیه واریانس مشخصه جرم مخصوص ظاهری در مسیرهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
بین گروه‌ها	۰/۱۲٦	۳	۰/۰٤۲	۰/۹۹۸	۰/٤۱۲ns
درون گروه‌ها	۰/۹۷۰	۲۳	۰/۰٤۲		
کل	۱/۰۹	۲٦			

ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار



شکل ۸- مقایسه میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در مسیرهای چوبکشی

- **جرم مخصوص حقیقی**

نتایج مشخصه جرم مخصوص حقیقی خاک مسیرهای چوبکشی مختلف در جدول۱٦و شکل ۹ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک مربوط به مسیر چوبکشی ۱۰ ساله و کمترین آن مربوط به مسیر چوبکشی ۱۵ ساله است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین مشخصه مذکور در مسیرهای چوبکشی مختلف وجود ندارد (جدول ۱۷).

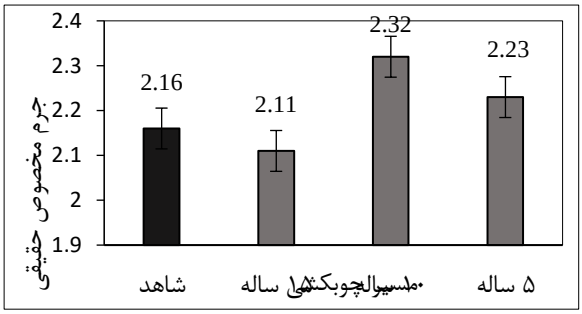
جدول ۱٦- پارامترهای آماری مشخصه جرم مخصوص حقیقی

مسیر چوبکشی	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
شاهد	۹	۲/۱٦	۰/۱۸۱	۸/۳
۱۵ ساله	٦	۲/۱۱	۰/۱۰۵	٤/۹
۱۰ ساله	٦	۲/۳۲	۰/۱٤۷	٦/۳
۵ ساله	٦	۲/۲۳	۰/۲۳٦	۱۰/۵

جدول۱۷- نتایج آزمون تجزیه واریانس مشخصه جرم مخصوص حقیقی در مسیرهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
بین گروه‌ها	۰/۱۵٤	۳	۰/۰۵۱	۱/٦٦	۰/۲۰۲ns
درون گروه‌ها	۰/۷۰۷	۲۳	۰/۰۳۱		
کل	۰/۸٦۰	۲٦			

ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار



شکل ۹- مقایسه میانگین جرم مخصوص حقیقی خاک در مسیرهای مختلف چوبکشی

مقاومت خاکدانه

نتایج مشخصه مقاومت خاکدانه خاک مسیرهای چوبکشی مختلف در جدول۱۸ و شکل ۱۰ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین مقاومت خاکدانه خاک مربوط به مسیر چوبکشی ۱۰ ساله و کمترین آن مربوط به مسیر چوبکشی ۱۵ ساله است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین مقاومت خاکدانه خاک در مسیرهای چوبکشی مختلف وجود ندارد (جدول ۱۹).

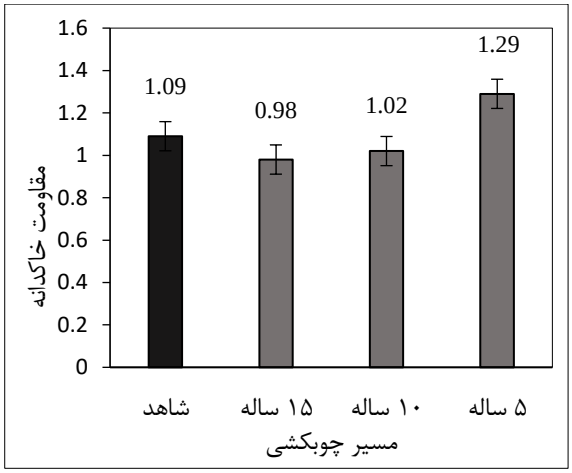
جدول ۱۸- پارامترهای آماری مشخصه مقاومت خاکدانه

مسیر چوبکشی	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
شاهد	۹	۱/۰۹	۰/۳۱۳	۲۸/۷
۱۵ ساله	۳	۰/۹۸	۰/۱۳۳	۱۳/۵
۱۰ ساله	۳	۱/۰۲	۰/۲۵۰	۲٤/۵
۵ ساله	۳	۱/۲۹	۰/۲۸۹	۲۲/٤

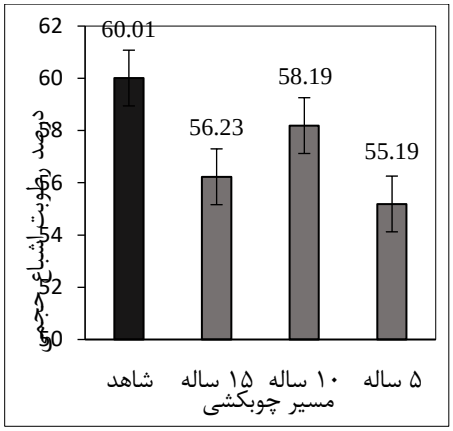
جدول ۱۹- نتایج آزمون تجزیه واریانس مشخصه مقاومت خاکدانه در مسیرهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
بین گروه‌ها	۰/۱۷۱	۳	۰/۰۵۷	۰/۷۱٦	۰/۵۵۹ns
درون گروه‌ها	۱/۱۱	۲۳	۰/۰۸۰		
کل	۱/۲۸	۲٦			

ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار



شکل ۱۰- مقایسه میانگین مقاومت خاکدانه در مسیرهای مختلف چوبکشی



شکل ۱۱- مقایسه میانگین درصد رطوبت اشباع حجمی خاک در مسیرهای چوبکشی

- **رطوبت اشباع حجمی**

نتایج مشخصه رطوبت اشباع حجمی خاک مسیرهای چوبکشی مختلف در جدول ۲۰ و شکل ۱۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین درصد رطوبت اشباع حجمی خاک مربوط به منطقه شاهد و کمترین آن مربوط به مسیر چوبکشی ۵ ساله است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین مشخصه مذکور در مسیرهای چوبکشی مختلف وجود ندارد (جدول ۲۱).

جدول ۲۰- پارامترهای آماری مشخصه رطوبت اشباع حجمی

مسیر چوبکشی	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
شاهد	۹	۶۰/۰۱	۹/۱۲	۱۵/۱
۱۵ ساله	۶	۵۶/۲۳	۸/۵۲	۱۵/۱
۱۰ ساله	۶	۵۸/۱۹	۷/۵۵	۱۲/۹
۵ ساله	۶	۵۵/۱۹	۳/۳۰	۵/۹

جدول ۲۱- نتایج آزمون تجزیه واریانس مشخصه رطوبت اشباع حجمی در مسیرهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
بین گروه‌ها	۱۰۰/۱	۳	۳۳/۳	۰/۵۶۱	۰/۶۴۶ns
درون گروه‌ها	۱۳۶۹/۱	۲۳	۵۹/۵		
کل	۱۴۶۹/۳	۲۶			

ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار

۴- بحث

از عواملی که سبب ایجاد و تشکیل ساختمان خاک می‌شود، می‌توان ماده آلی خاک را نام برد که در اثر وجود ماده آلی نیز میزان تخلخل، میزان نفوذپذیری خاک و همچنین درصد رطوبت خاک افزایش می‌یابد (صیادیان و بهشتی آل‌آقا، ۱۳۸۹). هر چند که نتایج نشان داد که مقدار کربن آلی خاک در مسیرهای چوبکشی بررسی شده بیشتر از منطقه شاهد است. جعفری و نجفی (۱۳۹۴) به بررسی میزان کربن آلی خاک در سه مسیر چوبکشی ۱، ۵ و ۱۰ ساله پرداختند که نتایج نشان داد با گذشت ۱۰ سال از عملیات چوبکشی زمینی، بین مقدار ماده آلی خاک با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی ندارد. از دلایل تفاوت نتایج می‌توان به شدت ترددهای بررسی شده اشاره کرد؛ به‌طوری که در مطالعه جعفری و نجفی (۱۳۹۴) سه تردد کم، متوسط و شدید در نظر گرفته شد در حالی‌که در مطالعه حاضر علاوه بر این‌که شدت تردد ماشین‌آلات چوبکشی در نظر گرفته نشده است، سال احداث مسیرهای چوبکشی نیز با مطالعه جعفری و نجفی (۱۳۹۴) متفاوت بود. از دیگر دلایل تفاوت نتایج نیز می‌توان به نوع پوشش گیاهی و همچنین غنای فون و فلور مناطق مورد بررسی اشاره کرد. Startsev and McNabb (۲۰۰۰) نیز بیان کردند که به بیش از ۳ سال زمان باری بازگشت خصوصیات خاک موجود در مسیرهای چوبکشی نیاز است که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد؛ زیرا در مسیرهای چوبکشی بررسی شده در تحقیق حاضر بیش از ۳ سال از احداث آنان گذشته بود. همچنین نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعه Sylvia and James (۲۰۰۶) نیز مطابقت دارد.

رابطه مستقیمی بین تعداد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها با تجزیه مواد آلی وجود دارد؛ بنابراین با کاهش فعالیت

میکروارگانیسم‌ها ضمن اینکه تجزیه مواد آلی خاک کاهش می‌یابد، مقادیر عناصر معدنی خاک کاهش می‌یابد. اسحاقی‌راد و همکاران (۱۳۹۰) نیز بیان کردند که در اثر فشردگی خاک، مقدار رواناب و متعاقب آن شسته شدن مواد معدنی خاک افزایش می‌یابد که در نهایت باعث کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود. ضمن اینکه نتایج نشان داد کمترین مقدار pH خاک مربوط به منطقه شاهد است و با افزایش سن مسیرهای چوبکشی، مقدار pH خاک پایین‌تر آمده و خاک اسیدی‌تر شده است. که این نتایج نشان می‌دهد pH خاک مسیرهای چوبکشی در حال بازگشت به مقدار واقعی خود (مشابه منطقه شاهد) است و می‌توان استنباط کرد که خاک مسیرهای چوبکشی با گذشت زمان به حالت اولیه خود برگشته است. نتایج این بررسی با نتایج مطالعه غفاریان و همکاران (۱۳۸٤) و همچنین مطالعه Makineci و همکاران (۲۰۰۷) هم‌خوانی دارد.نتایج بررسی مشخصه-های بافت خاک (رس، سیلت و شن) مسیرهای چوبکشی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین درصد رس، سیلت و شن خاک مسیرهای چوبکشی با منطقه شاهد وجود ندارد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که هر چقدر میزان استفاده از مسیرهای چوبکشی کمتر شده باشد و یا به‌عبارتی دیگر کمتر مورد بهره‌برداری قرار گرفته باشند، میزان خصوصیات بافت خاک بررسی شده به حالت اولیه خود بازگشته است.در تحقیق حاضر، بررسی درصد رطوبت خاک در مسیرهای چوبکشی حاکی از این مطلب بود که باوجود اینکه درصد رطوبت خاک در مسیرهای چوبکشی از درصد رطوبت منطقه شاهد کمتر بوده اما از نظر آماری این اختلاف معنی‌دار نبود. آریا و همکاران (۱۳۹۰) نیز نشان دادند که طی عملیات چوبکشی میزان رطوبت خاک نسبت به منطقه شاهد کاهش یافته است.صالحی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که میزان تخلخل خاک در مسیرهای چوبکشی با جنگل طبیعی اختلاف معنی‌داری دارد که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی ندارد که از دلایل تفاوت نتایج می‌توان به عمق نمونه‌برداری خاک اشاره کرد. همچنین صالحی و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که میزان تخلخل خاک در مسیر چوبکشی کمتر از جنگل طبیعی (منطقه شاهد) است که در بررسی حاضر نیز نتایج نشان داد میزان تخلخل خاک در مسیرهای ۱۰ و ۱۵ ساله کمتر از منطقه شاهد بوده است. نتایج مطالعات مختلف نیز حاکی از این مطلب است که انجام عملیات چوبکشی سبب کاهش میزان تخلخل خاک می‌شود (Sasal et al., ۲۰۰۲; Botta et al., ۲۰۰٦).نتایج بررسی مشخصه مقاومت خاکدانه در تحقیق حاضر نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین خاک مسیرهای چوبکشی مختلف با خاک منطقه شاهد وجود ندارد. بررسی روند تغییرات نیز نشان داد که با افزایش سن مسیر چوبکشی مقاومت خاکدانه کاهش یافته است. ضمن اینکه نتایج نشان داد مقاومت خاکدانه در خاک مسیرهای چوبکشی ۱۰ و ۱۵ ساله کمتر از خاک منطقه شاهد است.

۵- نتیجه‌گیری

به‌طور کلی وجود و رفت و آمد ماشین‌آلات بهره‌برداری در جنگل سبب ایجاد تغییرات بسیاری در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های جنگلی می‌شود که در نتیجه آن تغییرات عمده دیگر در محیط جنگل اتفاق می‌افتد. در تحقیق حاضر با بررسی تأثیر عملیات چوبکشی زمینی بر خصوصیات خاک مسیرهای چوبکشی نتیجه شد که بیشتر خصوصیات بررسی شده (به استثنای مشخصه مقاومت فروروی خاک) پس از گذشت ۵ سال بازیابی شده‌اند. هر چند نتایج تحقیق نشان داد که بین میانگین خصوصیات بررسی شده با منطقه شاهد تفاوت وجود دارد، اما این تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود. پس می‌توان بیان کرد که خاک مسیرهای چوبکشی در مدت زمان ۵ سال توانسته است به‌طور تقریبی به حالت اولیه خود برگردد. به‌نظر می‌رسد تغییر مسیرهای چوبکشی بعد از حداکثر ۵ سال و ایجاد مسیرهای چوبکشی جدید (به‌شرط وارد نشدن آسیب جدید به اکوسیستم جنگل) و یا ایجاد مدت زمان استراحت متوالی برای مسیرهای چوبکشی‌های موجود، می‌تواند به احیاء شاخص‌های خاکی اکوسیستم جنگل سرعت بخشد.

منابع

- اسحاقی راد، ج.، حیدری، م.، مهدوی، ع.، زینی‌وندزاده، م.، ۱۳۹۰. تأثیر فعالیتهای تفرجی بر پوشش گیاهی و خاک پارک جنگلی (مطالعه‌ی موردی :پارک جنگلی چقاسبز ایلام)، مجله‌ی جنگل ایران، سال ۳، شماره ۱، ص ۸۰-۷۱.
- جعفری حقیقی، م.، ۱۳۸۲. روش‌های تجزیه خاک، انتشارات ندای ضحی.
- جعفری، ا.، نجفی، ا.، ۱۳۹٤. روند بازیابی مواد آلی خاک تخریب شده طی یک دوره ده ساله پس از عملیات چوبکشی در جنگل، مجله تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران، سال ۱۳، شماره ۱، ص ۱۹-۱۱.
- جورغلامی، م.، مجنونیان، ب.، ۱۳۸۹. کوبیدگی و به هم خوردگی خاک جنگل در اثر خروج چوب با اسکیدر چرخ لاستیکی، مجله جنگل ایران، سال ۲، شماره ٤، ص ۲۹۸-۲۸۷.

- ساریخانی، ن.، مجنونیان، ب.، ۱۳۷۳. راهنمای طرح، اجرا و بهره‌برداری راه‌های جنگلی، شماره ۱۳۱، انتشارات سازمان برنامه و بودجه.
- سلطانپور، ش.، جورغلامی، م.، ۱۳۹٤. آثار چوب‌کشی زمینی با اسکیدر چرخ لاستیکی تیمبرجک C٤٥٠ بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک‌های جنگلی (مطالعهٔ موردی: بخش گرازبن، جنگل خیرود)، نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، سال ٦۸، شماره ۱، ص ۳۰-۱۷.
- غفاریان، م. ۱۳۸٤. بررسی تخریب وارده به عرصه جنگل (زادآوری و خاک) در اثر حمل چوب به روش سنتی: پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه تهران.
- صالحی، ع.، طاهری آبکنار، ک.، بصیری، ر.، ۱۳۹۰. بررسی بازیابی خصوصیات فیزیکی خاک و استقرار تجدید حیات طبیعی در مسیرهای چوبکشی (مطالعه موردی: جنگل های حوضه ناو اسالم)، مجله جنگل ایران، سال ۳، شماره ٤، ص ۳۲۹-۳۱۷.
- نصیریان، ع.، جورغلامیف م.، حیدریف ا.، تاثیر عملیات چوبکشی بر خصوصیات فیزیکی خاک و وضعیت کربن الب طی دوره هفت ساله در بخش گرازبن جنگل خیرود، جنگل و فرآورده های چوب، سال ۷۵، شماره ۲، ص ۹۵-۱۰۵.
- شهریاری, ع.، مقدمی‌راد، م.، و عبدی، ا.، ۱۳۹٦. بررسی اثرات ناشی از چوبکشی زمینی بر خاک جنگل (مطالعه موردی: جنگل کوهمیان آزادشهر)، حفاظت زیست بوم گیاهان، سال ٦، شماره ۱۳، ص ۲۳۳-۲۵۰.
- توانکار، ف.، مجنونیان، ب.، اسلام بنیاد، ا.، ۱۳۸۸، بررسی آثار بهره‌برداری بر زاداوری و فشردگی خاک جنگل در سیستم چوبکشی زمینی (مطالعه موردی جنگل اسالم استان گیلان)، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۳، شماره ٤۸، ص ٤٤۹-٤٥٦.
- Allison, L.E. ۱۹٦٥. Chemical and microbiological properties. American Society of Madison, Wisconsin..
- Botta, G.F., et al. ۲۰۰٦. Light tractor traffic frequency on soil compaction in the Rolling Pampa region of Argentina, Soil and Tillage Research, Vol ۸٦, P. ۹-۱٤.
- Horn, R., et al. ۲۰۰٤. Modern forestry vehicles and their impacts on soil physical properties, Soil and Tillage Research, Vol ۷۹, P. ۲۰۷–۲۱۹.
- Makineci, E., et al. ۲۰۰۷. Survived herbaceous plant species on compacted skid road in a fir (Abies bornmulleriana Mattf.) forest–A note, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol ۳, P. ۱۸۷-۱۹۲.
- McNabb, D.H., et al. ۲۰۰۱. Soil wetness and traffic level effects on bulk density and air-filled porosity of compacted boreal forest soils, Soil Science Society of America Journal, Vol ٦٥, P. ۱۲۳۸-۱۲٤۷.
- Proto, A. R., et al. ۲۰۱٦. Impact of skidding operations on soil physical properties in southern Italy, Contemp Eng Sci, Vol ۲۳, P. ۱۰۹٥-۱۱۰٤.
- Sasal, M.C., et al. ۲۰۰٦. Soil porosity characteristics and water movement under zero tillage in silty soils in Argentinian Pampas, Soil and Tillage Research, Vol ۸۷, P. ۹-۱۸.
- Startsev, A.D., McNabb, D.H. ۲۰۰۰. Effects of skidding on forest soil infiltration in west-central Alberta, Canadian Journal of Soil Science, Vol ۸۰, P. ٦۱۷-٦۲٤.
- Sylvia, W., James, F. ۲۰۰٦. Compacted of Boreal Forest Soils. Sustainable Forest Management Network University of Alberta, Edmonton. Vol ۱۷. P.۱۸.
- Rhoades, J.D., ۱۹۹٦. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids: ٤۱۷-٤۳٥. In: Sparks, D.L., (Eds.). Methods of Soil Analysis, American Society of Agronomy, Madison, WI Press.
- Williamson J.R., Neilsen. W.A. ۲۰۰۰. The Influence of Forest Site on Rate and Extent of Soil Compaction and Profile Disturbance of Skid Trails during Ground-Based Harvesting. Can. J. For. Res. Vol ۳۰, P. ۱۱۹٦-۱۲۰٥.

The effect of logging activities on the soil characteristics of Islam forests in Guilan

Farshad Keivan Behjou [۱], Furugh Masarat [۲], Sajad Ghanbari [۳,*], Samira Sasanifar [٤]

۱- Professor, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Agricultural Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
۲- MSc of Forestry, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of Agricultural Technology and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
۳- Associate Professor, Department of Forestry, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Iran
٤- PhD of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University

Abstract

Introduction

One of the most important principles in the exploitation of forest resources is to minimize the amount of damage to the soil and reproduction during exploitation operations. Estimating the amount of these damages can play a significant role in forest management. As a result of the traffic of exploitation machines, the forest soil undergoes destruction and changes. For example, the decrease in soil carbon deposition causes large changes in the concentration of atmospheric carbon dioxide and as a result, reduces the proper functioning of the ecosystem. Logging paths are paths that are created spontaneously as a result of going back and forth from a specific strip (for pulling wood by a tractor) on the forest surface. These routes are defined by the authorities before the start of exploitation operations for the movement of tractors and skidders, so that as a result, the whole area of the parcel, trees and saplings are not damaged, which sometimes obstructs the harvesting (such as stones and so on) in the way of logging, it is done and it is sufficient. The main purpose of these routes is the removal of wood from the forest. As a result of this activity, they lead to negative effects on the balanced system of the forest, including soil degradation and the production of runoff and sediment in the region. Although the use of ground logging system causes the most environmental problems, it is a common operation to remove wood from the cutting area, which causes compaction in the soil. Several studies have been conducted in different parts of the world to investigate the effects of logging on the physical and chemical properties of soil. The results of these studies have shown that ground logging causes soil compaction and increases the soil bulk density. The highest amount of these factors was also observed in the place of wheel tracks. Also, the results of the studies have shown that the intensity of soil compaction at a depth of ۰ to ۱۰ cm is higher than at other depths and the amount of organic matter in logging paths has been recovered after ۷ years. In most of the studies conducted regarding the effects of logging, most of the physical properties of the soil have been taken into consideration, while other structural and chemical properties of the soil are equally affected by this activity and are transformed. In this regard, in the present study, all the chemical and physical indicators of the soil have been considered in order to investigate the impact of logging activities on them. Examining changes in soil properties alone is not capable of responding to management guidelines. Also, by examining and determining the changes of soil indicators in logging routes with different time history, it is possible to maintain the quality of the soil and help to renew it. Therefore, in this research, the effects of changes in time intervals on the variability of physical and chemical indicators of soil due to logging routes have been investigated.

Methodology

Series ۱ Nav Asalem belongs to watershed No. ۷ Nav within the forest area of Talesh city under the supervision of the General Directorate of Natural Resources and Watershed Management of Gilan province. The forest cover is suitable and in good condition in terms of regeneration. The developed soil texture is mostly heavy to slightly heavy and in the area of shallow soils it is medium to light. The soil types in the studied plots are forest brown soil and forest washed brown soil. Linear sampling method was used to collect information. Then, at intervals of ۵۰ meters, a sample line of ۷,۵ meters length was laid down on the logging paths perpendicular to the path, considering the center of the logging path. Then, at the beginning, on the wheels, and also at the end of the transect, soil sampling was done. Also, soil sampling was done at a distance of ۳۰ meters from the logging roads (control area). Finally, ۲۷ soil samples were collected from the depth of ۰ to ۱۰ cm using cylinder. By using soil samples, soil texture characteristics, apparent specific gravity, true specific gravity, total porosity,

acidity, electrical conductivity and organic carbon percentage were measured. Analysis of variance and Duncan's mean comparison test were used to analyze the data.

Conclusion

The results showed that there is no significant difference between the measured properties (with the exception of the soil subsidence resistance) in the logging roads and the control area. The results of the investigation of soil subsidence resistance also showed that there is a significant difference between logging routes and the control area in relation to this index. In general, the presence and movement of exploitation machines in the forest causes many changes in the physical and chemical properties of the forest soils, as a result of which other major changes occur in the forest environment. In the current research, by examining the effect of ground logging operation on the soil properties of the logging routes, it was concluded that most of the investigated properties (with the exception of the soil subsidence resistance characteristic) were recovered after ۵ years. Although the research results showed that there is a difference between the average characteristics of the investigated area and the control area, but these differences were not statistically significant. Therefore, it can be said that the soil of the logging roads has been able to return to its original state approximately within a period of ۵ years. It seems that changing the logging routes after a maximum of ۵ years and creating new logging routes (provided no new damage is caused to the forest ecosystem) or creating a consecutive rest period for the existing logging routes can restore the soil indicators of the forest ecosystem should be accelerated.

Keywords

Soil recovery; Asalem forests; land logging; exploitation operations