اثر جنگل‌تراشی و توپوگرافی بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مؤثر بر کیفیت خاک در منطقه سراوان گیلان

نفیسه یغمائیان مهابادی، منیژه خسروآبادی و حسین اسدی[1]

استادیار دانشگاه گیلان؛ yaghmaeian_na@yahoo.com

دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان؛ khosroabadi.manijeh@gmail.com

دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران؛ ho.asadi@ut.ac.ir

دریافت: 95/6/16 و پذیرش: 95/12/2

چکیده

جنگل‌زدایی پیامدهای نامناسبی در منابع زیست محیطی مانند افزایش توان سیل‌خیزی، رخداد فرسایش و تخریب خاک دارد، به منظور شناخت اثر جنگل‌زدایی بر نحوه عملکرد خاک در اکوسیستم، شاخص‌های کیفیت خاک مورد ارزیابی قرار می‌گیرد تا امکان کنترل تخریب اراضی و ایجاد مدیریت پایدار را فراهم سازد. این پژوهش با هدف بررسی اثر جنگل‌تراشی در جهت‌ها و موقعیت‌های مختلف شیب بر تخریب خاک سطحی در بخشی از پارک جنگلی سراوان، واقع در جنوب شهرستان رشت که به علت نصب دکل‌های برق فشار قوی، پاک‌تراشی شده است، انجام گرفت. نمونه‌برداری از خاک از دو عمق 15-0 و 30-15 سانتی‌متر (در مجموع 144 نمونه) از مسیر جنگل‌تراشی شده و جنگل مجاور آن، از دو جهت و چهار موقعیت شیب انجام شد. برخی از شاخص‌های مهم فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک شامل جرم مخصوص ظاهری، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، توزیع اندازه ذرات، اسیدیته، ظرفیت تبادل کاتیونی، ماده آلی، کربنات‌کلسیم معادل، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل دسترس اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که جنگل‌تراشی، باعث کاهش معنی‌دار مقدار ماده آلی، پایداری خاکدانه‌ها، نیتروژن کل، ظرفیت تبادل کاتیونی، فسفر و پتاسیم قابل دسترس و افزایش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری، اسیدیته و کربنات‌کلسیم معادل در خاک سطحی شده است. شیب شمالی اراضی جنگلی، خاک‌های سطحی با کیفیت بالاتری از نظر ماده آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس و جرم مخصوص ظاهری دارا هستند. خاک سطحی قسمت‌های پایین شیب اراضی جنگلی دارای بیش‌ترین مقدار ماده آلی، فسفر و پایداری خاکدانه و کم‌ترین مقدار کربنات کلسیم معادل و جرم مخصوص ظاهری می‌باشند. نتایج نشان داد که میانگین شاخص کیفیت خاک نمورو (NQI) در خاک سطحی اراضی جنگل‌تراشی‌شده نسبت به اراضی جنگلی 67/6 درصد کاهش یافته است. اختلاف شاخص‌های کیفیت خاک بین موقعیت‌های مختلف شیب در اراضی جنگل‌تراشی‌شده، مشهودتر از اراضی جنگلی است. این موضوع بیانگر این مطلب است که عامل اصلی کاهش کیفیت و تخریب لایه‌های سطحی خاک، تشدید فرسایش، انتقال و جابجایی مواد از موقعیت‌های بالای شیب می‌باشد و موقعیت‌های مختلف شیب در اراضی جنگلی به دلیل حفاظت نسبتا کامل خاک در برابر فرسایش از وضعیت تقریبا یکنواختی برخوردار هستند. با توجه به شدت تخریب لایه‌های سطحی خاک در مناطق جنگل‌تراشی شده و سطح قابل توجه آن در مسیر خطوط انتقال برق در منطقه مورد مطالعه، لازم است در زمان احداث این خطوط، با اقدامات حفاظتی از قبیل مالچ‌های گیاهی، بوته‌کاری، بانکت‌بندی و احداث آبراهه‌های انحرافی اثرات منفی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مؤثر در کیفیت خاک را کم کرد تا از فرسایش و تخریب بیش‌تر خاک جلوگیری شود.

واژه‌های کلیدی: تخریب خاک، شاخص‌های کیفیت خاک، موقعیت شیب، جهت شیب

---

[1] نویسنده مسئول، آدرس: کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، گروه علوم و مهندسی خاک

مقدمه

تغییر کاربری زمین و تخریب اکوسیستم‌های طبیعی به ویژه جنگل، به دلیل رشد جمعیت و افزایش نیاز جهانی به غذا صورت گرفته و پیشرفت فنآوری و فرصت‌های اقتصادی، باعث دخالت انسان در تغییر تعداد زیادی از اکوسیستم‌ها شده‌است. مطالعات کیفیت خاک در شناسایی اثرات مدیریت‌های متفاوت در عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی از جمله تخریب مراتع و جنگل‌ها و احیاء اراضی از اهمیت بسیاری برخوردار است. در صورتی که این مطالعات منعکس‌کننده اثرات مدیریت بر کیفیت خاک در کوتاه مدت باشد، راه حل مفیدی جهت شناخت مدیریت‌های پایدار در هر منطقه به منظور جلوگیری از تخریب خاک، ایجاد و تثبیت تولید پایدار و محیط زیست می‌باشد (واندر و همکاران، 2002 و یانبینگ و همکاران، 2009). بدیهی است که با کنترل کیفیت خاک می‌توان تأثیر شیوه مدیریت خاک را مورد ارزیابی قرار داد.

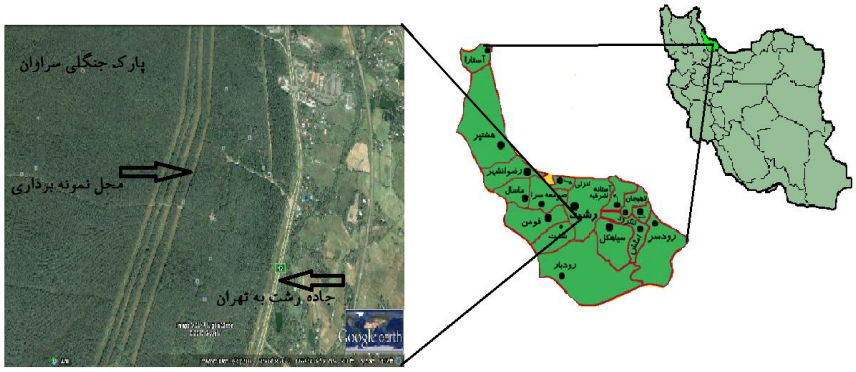
دوران و پارکین (1996) بر این باورند که ارزیابی کیفیت خاک به عنوان یک ابزار در گزینش شیوه‌های مدیریتی، نقش بسیار مهمی داشته و معیاری برای سنجش کشاورزی پایدار می‌باشد. کیفیت خاک به‌طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نیست و باید از طریق اندازه‌گیری شاخص‌های مختلفی، استنتاج شود. انتخاب خصوصیاتی که بتواند بیانگر کیفیت خاک باشد از اهمیت بالایی برخوردار است. در این رابطه می‌توان به شاخص‌هایی مانند میزان کربن آلی، نیتروژن کل، جرم مخصوص ظاهری، pH، ظرفیت تبادل کاتیونی، توزیع اندازه خاکدانه‌ها، سرعت نفوذپذیری، تخلخل خاک، تنفس خاک، فسفر و پتاسیم قابل دسترس اشاره نمود (لیما و همکاران، 2013). در این میان ماده آلی خاک به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت خاک بیان شده است؛ زیرا در حاصلخیزی، قابلیت دسترسی عناصر غذایی و پایداری خاکدانه‌ها، نقش کلیدی را ایفا می‌کند (یائو و همکاران، 2013).

امروزه تبدیل جنگل‌ها و مراتع به اراضی کشاورزی به یکی از نگرانی‌های قابل توجه در سطح دنیا در زمینه تخریب محیط زیست و تغییر اقلیم جهانی تبدیل شده است. تغییر کاربری اراضی در مناطق شمالی ایران معمولاً با کاهش میزان ماده آلی و مواد مغذی خاک همراه بوده و به تخریب ساختمان خاک و تغییر توزیع و پایداری خاکدانه‌ها منجر می‌شود (عمادی و همکاران، 2008). خاک‌های اراضی جنگلی به علت دارا بودن مواد آلی زیاد و ساختمان مناسب همواره مورد توجه بوده‌اند، ولی تغییر در مدیریت و کاربری آن‌ها و اعمال خاک‌ورزی، تأثیر عمده‌ای بر میزان ماده آلی و دیگر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گذارد (یمیر و همکاران، 2007). خرمالی و شمسی (2014) بیان داشتند که در اثر تغییر کاربری اراضی جنگلی به زراعی، کاهش قابل توجهی در سطح کربن آلی خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به‌وجود می‌آید که به سرعت منجر به کاهش کیفیت خاک و تخریب زمین می‌گردد. نوروزی مهیاری و همکاران (1393) در حوضه شصت کلاته استان گلستان با بررسی تأثیر تخریب جنگل‌ها بر برخی فاکتورهای کیفیت خاک نشان دادند که تغییر کاربری جنگل، مستعد شدن این اراضی برای فرسایش را به دنبال داشته است. همچنین کاربری نهال‌کاری و جنگل دست خورده در مقایسه با کاربری جنگل طبیعی، تنزل کیفیت خاک را باعث شده است. با توجه به مطالب ذکرشده، این پژوهش با هدف بررسی اثرات تخریبی جنگل‌تراشی در جهت و موقعیت مختلف شیب در مسیر خطوط انتقال برق بر برخی ویژگی‌های کیفیت خاک سطحی، در اراضی تپه‌ماهوری در پارک جنگلی سراوان رشت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

برای انجام مطالعه، بخشی از پارک جنگلی سراوان، واقع در جنوب شهرستان رشت که به علت نصب دکل-های برق فشار قوی جنگل‌تراشی شده است، انتخاب گردید. دکل‌ها از سال 1368 و در سه مسیر موازی در جنگل نصب شده‌اند و برای هر مسیر، جنگل به عرض حدود 23 متر و طول 25 کیلومتر (از رستم‌آباد تا حدود جنگل سراوان رشت) پاک تراشی شده است. پارک جنگلی سراوان به مساحت 1487 هکتار از حوزه جنگلداری رشت است و شامل قسمتی از جنگل‌های کم ارتفاع البرز شمالی در جنوب غربی استان گیلان بوده که در موقعیت جغرافیایی ″35 '5 °37 تا ″12 '37 °37 عرض شمالی و ″30 '4 °49 تا ″30 '37 °49 طول شرقی واقع شده است (شکل 1). حداقل ارتفاع از دریا 38 متر و حداکثر 150 متر می‌باشد. از نظر توپوگرافی شامل قسمتی از تپه ماهورهای کم ارتفاع است و دارای چندین رشته یال کم ارتفاع و دره و آبراهه‌های فصلی و چندین چشمه است. بر اساس اطلاعات دوره آماری 1990 تا 2010 ایستگاه هواشناسی رشت، میانگین دمای سالیانه‌ی منطقه 16/33 درجه سلسیوس و متوسط بارندگی 1359 میلی‌متر گزارش شده است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقه بر اساس اطلاعات نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی، به‌ترتیب یودیک و ترمیک می‌باشد.



شکل 1- موقعیت منطقه مورد مطالعه

مطالعات صحرایی و نمونه‌برداری خاک

نمونه‌های خاک از مسیر جنگل‌تراشی شده خطوط انتقال برق و جنگل دو طرف مجاور آن تهیه شد. به این منظور، دو دامنه (شیب شمالی و جنوبی) و چهار موقعیت شیب؛ ابتدای شانه شیب (شانه شیب 1)، انتهای شانه شیب (شانه شیب 2)، شیب پشتی و پای شیب انتخاب شد. به گونه‌ای‌که شیب شمالی و جنوبی در قسمت مسطح بالای شیب مشترک بوده و از طول یکسانی برخوردار بودند. به‌این ترتیب در هر کاربری، جهت و موقعیت شیب، تعداد سه نمونه خاک مرکب از هر کدام از دو عمق صفر تا 15 سانتی‌متر و 15 تا 30سانتی‌متر (در مجموع 144 نمونه) برداشت شد.

مطالعات آزمایشگاهی

پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه و آماده‌سازی آن‌ها، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌ها به روش استات آمونیوم، pH در عصاره اشباع به‌وسیله دستگاه pH متر، درصد کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی، فسفر قابل استفاده به روش اولسن، نیتروژن کل به روش کجلدال، پتاسیم قابل استفاده به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم اندازه‌گیری شد (اسپارکز و همکاران، 1996). همچنین ماده آلی خاک به روش والکی بلک (والکی و بلک، 1934)، درصد ذرات معدنی خاک (رس، سیلت و شن) به روش هیدرومتری (جی و باودر، 1986)، جرم مخصوص ظاهری خاک به روش کلوخه و پارافین (بلیک و هارتج، 1986) و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به روش الک تر (نیمو و پرکینز، 2002) اندازه‌گیری شد.

محاسبه شاخص کیفیت خاک

به منظور محاسبه مقادیر شاخص کیفیت خاک، با توجه به اینکه ویژگی‌های خاک اندازه‌گیری شده دارای واحدهای گوناگونی می‌باشند، بایستی آنها را بین صفر و یک نمره‌دهی و بدون واحد کرد. برای این منظور از توابع عضویت فازی استفاده شد (چروبین و همکاران، 2016 و توربرت و همکاران، 2008). به این ترتیب که محدوده‌ای از مقادیر ویژگی مورد بررسی که از نظر کیفیت خاک مطلوب‌ترین مقدار می‌باشد، مقدار عضویت 1 و محدوده‌ای که کمترین کیفیت را دارد، مقدار عضویت صفر می‌گیرند. برای ویژگی‌هایی که با افزایش و یا کاهش مقدار آن‌ها، کیفیت خاک بهبود می‌یافت، تابع عضویت سیگموئید و برای معیارهایی که دارای دو نقطه ایده‌آل بودند، تابع عضویت کندل استفاده شد (چروبین و همکاران، 2016 و بورو و همکاران، 1992). به این ترتیب ویژگی‌های مورد بررسی برای هر نمونه خاک، نمره‌دهی شدند. سپس شاخص کیفیت خاک نمورو (Nemero quality index; NQI) برای هر نمونه خاک با استفاده از رابطه 1 محاسبه شد (یانبینگ و همکاران، 2009).

$$NQI = \sqrt{\frac{p^2 ave + p^2 min}{2}} \times$$ رابطه (1)

در این رابطه، NQI، شاخص کیفیت خاک نمورو؛ p_{ave}، میانگین نمره ویژگی‌های مورد بررسی برای هر نمونه خاک؛ p_{min}، حداقل نمره موجود برای ویژگی‌های مورد بررسی برای هر نمونه و n، تعداد ویژگی‌های مورد بررسی است.

تحلیل آماری داده‌ها

نتایج به‌دست آمده به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه فاکتور کاربری یا نوع پوشش گیاهی (در دو سطح)، جهت شیب (در دو سطح) و موقعیت شیب (در چهار سطح) در نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تجزیه واریانس اثرات اصلی و متقابل فاکتورها برای دو عمق مورد بررسی به صورت جداگانه انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر پاک‌تراشی جنگل بر تمام ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک سطحی (0-15 سانتی‌متر) و زیر سطحی (15-30 سانتی‌متر) به جزء پتاسیم قابل دسترس و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک زیر سطحی در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول 1). نتایج مقایسه میانگین فقط برای اثراتی که در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار شده‌اند، در متن مقاله ارائه شده است.

ویژگی‌های شیمیایی کیفیت خاک

ماده آلی و نیتروژن کل

مقدار ماده آلی و نیتروژن کل خاک در مسیر جنگل‌تراشی شده، کاهش معنی‌داری نسبت به خاک منطقه جنگلی در هر دو عمق مورد بررسی داشته است (جدول 2). کاهش حفاظت فیزیکی مواد آلی خاک در اثر خرد شدن خاکدانه‌های درشت به واسطه جنگل‌زدایی (ناردی و همکاران،1996) و همچنین افزایش دمای خاک (کارتر و همکاران، 1998) می‌تواند کاهش ماده آلی خاک در اراضی جنگل‌تراشی شده را توجیه کند. لمنی و ایتانا (2004) اعلام کردند که به علت به هم خوردن تعادل بین سرعت تشکیل هوموس و معدنی شدن آن در اثر تغییر کاربری و افزایش به‌هم‌خوردگی خاک، ذخایر کربن آلی و نیتروژن خاک کاهش می‌یابد. حساسیت بیشتر اراضی جنگل‌تراشی‌شده در برابر فرسایش، عاملی برای کاهش کیفیت خاک از نظر ماده آلی و نیتروژن کل خاک به‌شمار می‌رود. به‌طوریکه بخش عمده‌ای از کربن آلی و نیتروژن خاک از طریق فرسایش و به‌صورت محلول همراه با رواناب از دسترس خارج خواهد شد (تجادا و گونزالز، 2008). همچنین وجود لاشبرگ فراوان و توازن بین تجزیه و تجمع مواد آلی در خاک جنگلی یکی از دلایل عمده افزایش ماده آلی و نیتروژن در این خاک‌ها است (زاچ و همکاران، 2006).

از نظر ماده آلی و نیتروژن کل خاک سطحی و زیر سطحی، بین کاربری‌های مختلف و در جهت‌های مختلف شیب اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود داشت، به‌طوری‌که خاک‌های شیب شمالی اراضی جنگلی از کیفیت بالاتری برخوردار بودند (شکل 2 و 3-الف، ب و ج). در دامنه شمالی به‌دلیل تراکم بیش‌تر درختان، تولید لاشبرگ بیش‌تر است که خود باعث افزایش ماده آلی می‌شود. وجود ماده آلی بیش‌تر در این شیب می‌تواند افزایش ازت را توجیه کند (صالحی و همکاران، 1387). بالاتر بودن میزان و ماندگاری رطوبت، درجه حرارت سالیانه کمتر و حضور بیش‌تر ریزجانداران در شیب‌های شمالی می‌تواند دلیل دیگری برای کیفیت بالاتر خاک در شیب‌های شمالی از نظر ماده آلی و نیتروژن باشد (شارما و همکاران، 2011). اثر متقابل کاربری و جهت و موقعیت شیب، تنها بر ماده آلی خاک سطحی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. تفاوت ماده آلی خاک سطحی بین موقعیت‌های مختلف شیب، در اراضی جنگل‌تراشی شده در جهت شمالی نمود بیشتری دارد؛ به‌طوری‌که در شیب شمالی اراضی جنگل‌تراشی، بیشترین میزان ماده آلی در موقعیت پای شیب (3/6 درصد) و کمترین میزان آن در موقعیت ابتدای شانه شیب (1/5 درصد) مشاهده شد.

در مقابل، خاک سطحی اراضی جنگلی به دلیل حفاظت نسبتاً کامل خاک در موقعیت‌های مختلف شیب، از وضعیت تقریباً یکنواخت‌تری برخوردار است (شکل 2). تفاوت در میزان ماده آلی خاک در موقعیت‌های متفاوت شیب را می‌توان فرسایش خاک‌های سطحی غنی از ماده آلی از قسمت‌های بالایی شیب و تجمع در موقعیت‌های پایینی و پایدار شیب بیان نمود (پلیاکوو و لال، 2004). یکی از دلایل تغییرات ماده آلی در طول دامنه، تأثیر زیاد پستی و بلندی بر جابه‌جایی و انتقال آب در موقعیت‌های مختلف شیب است که به دنبال این فرآیند، ویژگی‌های خاک و حساسیت آن به فرسایش در موقعیت‌های مختلف شیب متفاوت می‌شود (هتر و همکاران، 2010).

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس تأثیر نوع پوشش گیاهی، جهت و موقعیت شیب و اثر متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک در عمق صفر تا 15 و 15 تا 30 سانتی‌متری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات											
		درصد نیتروژن کل	فسفر قابل دسترس (mg/kg)	درصد کربنات کلسیم	pH	درصد ماده آلی	پتاسیم قابل دسترس (mg/kg)	CEC ($cmol_c/kg$)	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	MWD (mm)	درصد رس	درصد شن
عمق 15-0 سانتی‌متر												
کاربری (پوشش گیاهی)	1	0/41**	164/43**	12/12**	36/29**	22/81**	4826/53*	138/14**	1/84**	4/01**	4292/12**	170/88**
جهت شیب	1	0/05**	44/11**	0/57ns	0/07ns	0/08ns	1906/53ns	4/11ns	0/51**	0/03 ns	92/61ns	4/39ns
موقعیت شیب	3	0/01ns	194/38**	2/19*	0/23ns	0/96ns	1714/61ns	6/87ns	1/01**	0/23**	105/73ns	26/89ns
کاربری× جهت شیب	1	0/04*	46/77**	0/57ns	2/14**	1/19ns	1092/78ns	0/04ns	0/81**	0/01ns	99/87ns	12/6ns
کاربری× موقعیت شیب	3	0/01ns	25/56**	8/14*	0/11ns	0/15ns	890/19ns	3/56ns	0/44**	0/35**	47/07ns	9/32ns
جهت شیب × موقعیت شیب	3	0/007ns	0/09ns	0/21ns	0/16ns	1/03ns	1193/19ns	0/01ns	0/24ns	0/01ns	75/78ns	16/61ns
کاربری× جهت × موقعیت شیب	3	0/008ns	6/85ns	0/19ns	0/19ns	1/85*	1264/44ns	0/09ns	0/21ns	0/031ns	73/19ns	41/27ns
درصد ضریب تغییرات (CV)		24/62	9/19	28/90	2/31	13/17	7/17	11/79	8/51	6/30	8/72	28/27
عمق 30-15 سانتی‌متر												
کاربری (پوشش گیاهی)	1	0/01**	95/59**	11/28**	26/46**	12/16 **	3507/03 ns	0/14ns	11/28**	24/12**	698/96**	737/84**
جهت شیب	1	0/008**	87/34**	0/50 ns	0/16 ns	0/33 ns	87/78 ns	1/11ns	0/14ns	0/03ns	68/49ns	4/05ns
موقعیت شیب	3	0/004ns	217/27**	0/31 ns	0/79 ns	0/35 ns	714/03 ns	0/67ns	0/25ns	0/05ns	360/78ns	176/39ns
کاربری× جهت شیب	1	0/01**	70/83**	0/38 ns	0/48 ns	1/66 **	0/78 ns	0/04ns	0/38ns	0/08ns	113/15ns	23/74ns
کاربری× موقعیت شیب	3	0/004ns	53/12 **	0/61 ns	0/74 ns	0/45 ns	1245/36 ns	0/01ns	0/616**	0/01ns	354/48ns	86/72ns
جهت شیب × موقعیت شیب	3	0/005ns	15/09 ns	0/18 ns	0/53 ns	0/17 ns	989/44 ns	0/01ns	0/01ns	0/01ns	109/41ns	70/29ns
کاربری× جهت × موقعیت شیب	3	0/006ns	12/58 ns	0/57 ns	0/47ns	0/42 ns	35/44 ns	0/09ns	0/03ns	0/03ns	139/9ns	144/61ns
درصد ضریب تغییرات (CV)		25/15	8/28	8/18	2/61	34/09	7/55	4/00	10/01	5/99	24/29	29/81

* معنی‌داری در سطح احتمال 0/05، ** معنی‌داری در سطح احتمال 0/01 و ns غیرمعنی‌دار

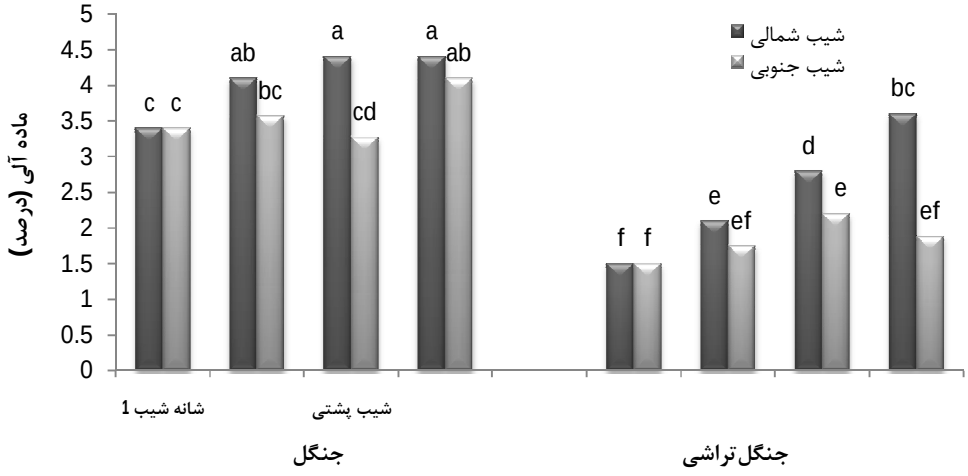
فسفر و پتاسیم قابل دسترس

مقدار فسفر و پتاسیم قابل دسترس در اراضی جنگل‌تراشی شده در هر دو عمق مورد بررسی کم‌تر از اراضی جنگلی است ولی این تفاوت برای پتاسیم قابل دسترس در عمق 15 تا 30 سانتی‌متری معنی‌دار نیست (جدول 2). نیک نهاد و مارامایی (1390) کاهش فسفر قابل دسترس و آقاسی و همکاران (2011) کاهش پتاسیم قابل دسترس خاک را در اثر تغییر کاربری جنگل گزارش کردند. اوتوی و همکاران (2011) بالاتر بودن غلظت فسفر قابل دسترس را به بهتر بودن وضعیت ماده آلی در اراضی دست نخورده نسبت داده‌اند. یوسفی فرد و همکاران (1386) انتقال خاک سطحی غنی از مواد آلی، همراه با فرسایش تشدیدی را دلیل کاهش فسفر قابل جذب در اثر تغییر کاربری و افزایش به‌هم‌خوردگی خاک دانستند. پوشش مواد آلی بر سطح خاکدانه‌ها امکان جذب فسفات توسط خاکدانه‌ها را تقلیل می‌دهد (کیخا و نیک نهاد، 1394). این احتمال برای پتاسیم هم وجود دارد. هوموس، سطوح اکسیدهای آهن و آلومینیوم را پوشانده و از ظرفیت تثبیت پتاسیم خاک می‌کاهد. از طرف دیگر، اسید کربنیک حاصل از ترکیب دی‌اکسید کربن تولید شده از تجزیه مواد آلی با آب می‌تواند در خاک‌های دارای کانی‌های پتاسیم‌دار، باعث دگرگونی ساختمان کانی‌ها شده و به این ترتیب قابلیت جذب آن‌ها افزایش می‌یابد (اگمن و لیروی، 1995). همچنین پایین بودن فسفر قابل جذب در منطقه جنگل‌تراشی شده، می‌تواند در ارتباط با pH بیش‌تر این خاک‌ها باشد (جدول 2).

جدول 2- اثر پوشش گیاهی بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک در عمق صفر تا 15 و 15 تا 30 سانتی‌متری

کاربری (پوشش گیاهی)	درصد نیتروژن کل	فسفر قابل دسترس (mg/kg)	درصد کربنات کلسیم معادل	pH	درصد ماده آلی	پتاسیم قابل دسترس (mg/kg)	CEC ($cmol_c/kg$)	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	MWD (mm)	درصد رس	درصد شن
عمق 15-0 سانتی‌متر											
جنگل	0/28[a]	14/55[a]	1/18[b]	4/9[b]	3/74[a]	238/19[a]	30/92[a]	1/33[b]	1/50[a]	30/15[b]	16/29[a]
جنگل تراشی	0/05[b]	10/08[b]	2/43[a]	6/9[a]	2/05[b]	213/63[b]	23/20[b]	1/54[a]	0/84[b]	40/23[a]	11/35[b]
عمق 30-15 سانتی‌متر											
جنگل	0/08[a]	13/10[a]	1/75[b]	5/2[b]	2/76[a]	202/21[a]	25/33[a]	1/41[b]	1/38[a]	36/63[b]	11/72[a]
جنگل تراشی	0/03[b]	9/42[b]	2/62[a]	7/0[a]	1/85[b]	191/42[a]	22/45[a]	1/65[a]	0/78[b]	42/75[a]	9/24[b]

برای هر عمق، میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون، بیانگر اختلاف معنی‌دار بین کاربری‌ها است.



شکل 2- اثر متقابل پوشش گیاهی و جهت و موقعیت شیب بر مقدار ماده آلی خاک در عمق صفر تا 15 سانتی‌متری (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند)

میزان فسفر قابل جذب خاک سطحی و زیر سطحی در دامنه شمالی هر دو کاربری بیش‌تر از دامنه جنوبی بود و دارای اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بودند (شکل 3-د و ه). دلیل بیش‌تر بودن فسفر در دامنه شمالی می‌تواند بیش‌تر بودن پوشش گیاهی و افزایش لاشبرگ باشد. همچنین فرسایش بیش‌تر خاک در دامنه جنوبی به دلیل تنک‌بودن پوشش گیاهی و افزایش هدررفت بخش‌های غنی از فسفر همانند مواد آلی خاک می‌تواند دلیل مقادیر کمتر فسفر در این دامنه باشد (کوبل و همکاران، 2001).

از نظر فسفر در خاک سطحی و زیر سطحی، بین کاربری‌های مختلف و در موقعیت‌های مختلف شیب اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود داشت و بیش‌ترین مقدار فسفر قابل دسترس خاک در هر دو عمق مورد بررسی مربوط به موقعیت پای شیب اراضی جنگلی و کم‌ترین مقدار آن مربوط به شانه شیب اراضی جنگل‌تراشی بود (جدول 3). بالا بودن مقدار ماده آلی در موقعیت‌های پایینی شیب، مقادیر بیش‌تر فسفر خاک را به خوبی توجیه می‌کند. یکی از راه‌های اصلی هدررفت فسفر خاک، فسفر حل شده در رواناب سطحی است که می‌تواند علت افزایش فسفر قابل دسترس در طول دامنه باشد (وانگ و همکاران، 2010).

اسیدیته خاک (pH)

تخریب جنگل باعث افزایش معنی‌دار اسیدیته خاک سطحی و زیر سطحی شده است (جدول 2). نوروزی مهیاری و همکاران (1393) علت افزایش اسیدیته خاک در نتیجه تغییر کاربری جنگل طبیعی به جنگل دست‌خورده را شستشوی کاتیون‌های بازی از خاک جنگلی گزارش کردند. pH خاک سطحی (15-0 سانتی‌متری) بین کاربری‌های مختلف و در جهت‌های مختلف شیب اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد نشان دادند. کمترین مقدار pH خاک سطحی مربوط به شیب شمالی اراضی جنگلی (4/8) و بیش‌ترین مقدار آن (7/2) مربوط به شیب جنوبی اراضی جنگل‌تراشی شده (شکل 3- و) بود. دلیل این اختلاف pH را می‌توان به بالا بودن میزان ماده آلی خاک و در نتیجه افزایش سهم گروه‌های عاملی اسیدی مواد آلی در قسمت سطحی خاک جنگلی نسبت داد (کیانی و همکاران، 2004).

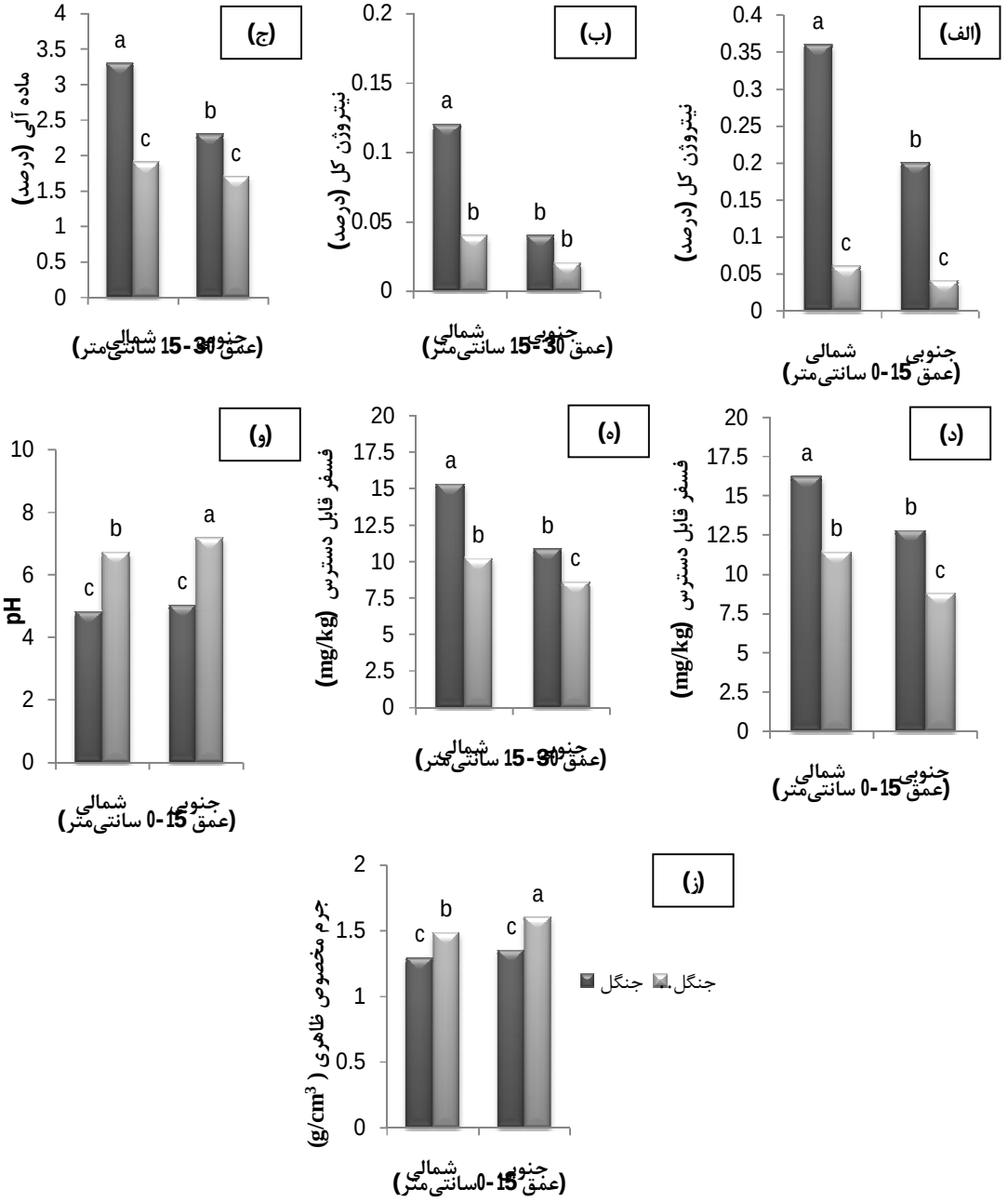
ظرفیت تبادل کاتیونی

ظرفیت تبادل کاتیونی از مهم‌ترین خصوصیات شیمیایی خاک است که توانایی آن را برای نگهداری مواد غذایی نشان می‌دهد و شاخص خوبی برای کیفیت و بهره‌وری از خاک می‌باشد. خاک سطحی و زیر سطحی جنگل از نظر ظرفیت تبادل کاتیونی از کیفیت بالاتری نسبت به اراضی جنگل‌تراشی‌شده برخوردار است؛ هرچند که این تفاوت در عمق 15 تا 30 سانتی‌متری خاک معنی‌دار نیست (جدول 2). دلیل این امر تبعیت مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی از تغییرات ماده آلی خاک است (جی‌ایوبا، 2003). با توجه به کاهش ماده آلی خاک، افزایش درصد رس و کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی با افزایش عمق در هر دو پوشش گیاهی (جدول 2) می‌توان اظهار داشت تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در منطقه بیش‌تر تحت تأثیر مقدار ماده آلی خاک است. به این ترتیب ظرفیت تبادل کاتیونی بیش‌تر در اراضی جنگلی، علیرغم دارا بودن درصد رس کمتر در هر دو عمق مورد بررسی، قابل توجیه است. مهاجری و همکاران (1395) به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان کردند که میزان ظرفیت تبادل کاتیونی با افزایش عمق خاک کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند ناشی از کاهش میزان ماده آلی خاک با افزایش عمق باشد. وگن و همکاران (2006) نیز در تحقیقات خود در مورد اثرات تغییر کاربری بر خصوصیات خاک همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ماده آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی به دست آوردند. گاجری و همکاران (2002) سهم میزان ماده آلی در تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را بیش‌تر از اثر مقدار و نوع کانی‌های رسی بیان کردند.

کربنات کلسیم معادل خاک

جنگل‌تراشی باعث افزایش معنی‌دار مقدار کربنات‌کلسیم معادل خاک در هر دو عمق مورد بررسی شده است (جدول 2). اثر متقابل کاربری و موقعیت شیب بر کربنات‌کلسیم خاک سطحی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد وکم‌ترین مقدار کربنات‌کلسیم (0/7 درصد) مربوط به موقعیت پای شیب اراضی جنگلی بود (جدول 3) که این مقدار حداقل می‌تواند ناشی از پایداری نسبی این موقعیت شیب و دریافت آب از اراضی بالادست باشد. همچنین فراهم بودن رطوبت بیش‌تر در خاک جنگل طبیعی به همراه دی‌اکسیدکربن ناشی از فعالیت‌های بیولوژیکی باعث شده تا آهک شسته شده و از افق سطحی تخلیه گردد. نتایج مشابهی توسط مختاری و همکاران (1390) مبنی بر حداقل بودن مقدار کربنات‌کلسیم در اراضی پست جنگلی گزارش شده است. هتر و همکاران (2010) اعلام داشتند که میزان کربنات‌های افق‌های سطحی، با کاهش میزان شیب کاسته می‌شود که در واقع نشان دهنده فرسایش کم‌تر، دریافت رطوبت بیش‌تر و افزایش شستشوی کربنات‌ها به عمق می‌باشد. دلیل کم بودن مقدار کربنات کلسیم معادل در این پژوهش، بارش

زیاد در منطقه می‌باشد. با در نظر گرفتن این‌که درصد کربنات کلسیم معادل خاک در عمق 15 تا 30 سانتی‌متری، بیش‌تر از عمق صفر تا 15 سانتی‌متری در اراضی جنگل‌تراشی است (جدول 2)؛ این احتمال نیز وجود دارد که علت مقادیر بیش‌تر این ویژگی در جنگل تخریب‌شده، فرسایش افق سطحی و در سطح قرار گرفتن لایه‌های زیرین با مقادیر بیش‌تر کربنات‌کلسیم معادل در این خاک‌ها باشد. این نتیجه‌گیری با نتایج چلیک (2005) همخوانی دارد.



شکل 3- اثر متقابل پوشش گیاهی و جهت شیب بر ویژگی‌های خاک، الف- نیتروژن (عمق 15-0 سانتی‌متر)، ب- نیتروژن (عمق 30-15 سانتی‌متر)، ج- ماده آلی (عمق 30-15 سانتی‌متر)، د- فسفر (عمق 15-0 سانتی‌متر)، ه- فسفر (عمق 30-15 سانتی‌متر)، و- pH (عمق 30-15 سانتی‌متر) و ز- جرم مخصوص ظاهری (عمق 15-0 سانتی‌متر)،
(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند)

جدول 3- اثر متقابل پوشش گیاهی و موقعیت شیب بر برخی ویژگی‌های خاک در عمق صفر تا 15 و 15 تا 30 سانتی‌متری

موقعیت شیب	کاربری (پوشش گیاهی)	عمق صفر تا 15 سانتی‌متر					عمق 15 تا 30 سانتی‌متر	
		فسفر قابل دسترس (mg/kg)	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	درصد کربنات کلسیم معادل	MWD (mm)		فسفر قابل دسترس (mg/kg)	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm^3)
شانه شیب 1	جنگل	$11/1^{bc}$	$1/59^{b}$	$1/5^{c}$	$1/14^{cd}$		$12/3^{bc}$	$1/61^{b}$
	جنگل‌تراشی	$3/6^{d}$	$1/71^{a}$	$2/5^{b}$	$0/66^{g}$		$7/3^{d}$	$1/81^{a}$
شانه شیب 2	جنگل	$10/0^{bc}$	$1/56^{b}$	$1/3^{c}$	$1/22^{c}$		$9/4^{cd}$	$1/53^{c}$
	جنگل‌تراشی	$8/8^{c}$	$1/54^{bc}$	$3/0^{a}$	$0/67^{g}$		$9/9^{cd}$	$1/58^{bc}$
شیب پشتی	جنگل	$14/8^{b}$	$1/15^{e}$	$1/2^{c}$	$1/49^{b}$		$13/8^{ab}$	$1/32^{d}$
	جنگل‌تراشی	$13/7^{bc}$	$1/48^{cd}$	$2/8^{ab}$	$0/93^{de}$		$9/0^{cd}$	$1/64^{b}$
پای شیب	جنگل	$22/3^{a}$	$1/01^{f}$	$0/7^{d}$	$2/13^{a}$		$16/9^{a}$	$1/16^{e}$
	جنگل‌تراشی	$14/2^{bc}$	$1/42^{d}$	$1/4^{c}$	$1/11^{cde}$		$11/6^{bc}$	$1/56^{bc}$

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

ویژگی‌های فیزیکی کیفیت خاک

توزیع اندازه ذرات و بافت خاک

بافت خاک در ناحیه جنگلی، لوم رسی سیلتی و در مسیر جنگل‌تراشی شده، رسی سیلتی می‌باشد. جنگل‌تراشی باعث شده است که تغییرات معنی‌داری در میانگین اجزای تشکیل‌دهنده بافت خاک ایجاد شود. همان‌طورکه در جدول 2 مشاهده می‌شود؛ جنگل‌تراشی باعث افزایش معنی‌دار مقدار رس در هر دو عمق مورد مطالعه شده است. میزان رس کمتر در اراضی جنگلی می‌تواند به دلیل آبشویی بیش‌تر رس در این اراضی باشد که احتمالاً نفوذپذیری و ریشه‌دوانی عمیق پوشش جنگلی، آبشویی رس به اعماق پایین‌تر را تسهیل نموده است. اثرات جنگل‌تراشی بر مقدار شن تقریباً بر عکس اثرات آن بر رس بوده است و باعث کاهش معنی‌دار مقدار شن شده است. همچنین علت بیش‌تر بودن درصد رس در اراضی جنگل‌تراشی‌شده می‌تواند، تأثیر فرسایش و از بین رفتن لایه سطحی و رخنمون شدن لایه‌های عمقی با درصد رس بیشتر (جدول 2) باشد. این نتایج در تطابق با نتایج اسدیان و همکاران (1392) است که نشان دادند درصد رس در جنگل تخریب شده نسبت به جنگل طبیعی افزایش یافته است. نوروزی مهیاری و همکاران (1393) نیز افزایش درصد رس در نتیجه تخریب جنگل و تغییر کلاس بافت خاک از لوم رسی سیلتی در کاربری جنگل به رسی سیلتی در جنگل دست‌خورده را گزارش کردند.

جرم مخصوص ظاهری

اثر متقابل کاربری و جهت شیب بر جرم مخصوص ظاهری خاک سطحی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود به‌طوری‌که شیب شمالی اراضی جنگلی با کم‌ترین جرم مخصوص ظاهری (1/29 گرم بر سانتی‌متر مکعب) در عمق صفر تا 15 سانتی‌متر، خاک‌های با کیفیت بالاتری دارا هستند (شکل 3-ز). از نظر جرم مخصوص ظاهری بین کاربری‌های مختلف و در موقعیت‌های مختلف شیب اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود داشت؛ به‌طوری‌که ابتدای شانه شیب اراضی جنگل‌تراشی شده، حداکثر جرم مخصوص ظاهری و پای شیب اراضی جنگلی، حداقل این ویژگی را در هر دو عمق سطحی و زیر سطحی دارا هستند. وجود مقادیر بیش‌تر مواد آلی و در نتیجه تشکیل خاکدانه‌های با ثبات‌تر در جهت شمالی و موقعیت‌های پایین شیب می‌تواند کاهش جرم مخصوص ظاهری را موجب شده باشد. صالحی و همکاران (1387) نشان دادند که میزان جرم مخصوص ظاهری خاک در موقعیت‌های پای و پنجه شیب کاهش یافت. ایشان دلیل این امر را وجود مواد آلی بیش‌تر در این موقعیت ها و در نتیجه تشکیل بهتر ساختمان خاک بیان کردند.

در این پژوهش، تلفات ماده آلی خاک، تضعیف ثبات طبیعی خاکدانه‌ها و متراکم شدن خاک در اثر تردد تجهیزات نصب دکل‌های برق را می‌توان از دلایل عمده افزایش جرم مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل خاک در منطقه جنگل‌تراشی‌شده نسبت به اراضی بکر مجاورش دانست. چلیک (2005) تجزیه مواد آلی خاک بر اثر تغییر کاربری‌های طبیعی زمین و کاهش تشکیل ساختمان را به عنوان دو عامل مهم برای افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک‌ها عنوان کرد. جی‌ایوبا (2003) فروپاشی خاکدانه‌ها

و افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک را نشانگر اتلاف فزاینده مواد چسباننده خاک، کاهش فعالیت بیولوژیک خاک و ریشه گیاهان دانسته است.

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها

بررسی نتایج میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها نشان داد که جنگل‌تراشی باعث کاهش معنی‌دار این ویژگی در خاک سطحی و زیر سطحی شده است (جدول 2). به دلیل کاهش ماده آلی در اراضی جنگل‌تراشی میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در اراضی جنگل‌تراشی کاهش یافته است و نتایج به دست آمده با نتایج مطالعات گرین و همکاران (2008) مطابقت دارد. اثر متقابل کاربری و موقعیت شیب بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در عمق صفر تا 15 سانتی‌متری در سطح پنج درصد معنی‌دار شده است؛ به‌طوری‌که کم‌ترین (0/66 میلی‌متر) و بیش‌ترین (2/13 میلی‌متر) مقدار آن به ترتیب مربوط به ابتدای شانه شیب اراضی جنگل‌تراشی و پای شیب اراضی جنگلی بوده است (جدول 3). دلیل بالاتر بودن میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در پای شیب را می‌توان به مقادیر بیش‌تر مواد آلی نسبت داد. اینارد و همکاران (2004) دریافتند که ماده آلی، از عوامل مهم در ایجاد و پایداری خاکدانه‌های درشت می‌باشد. خاکدانه‌ها نیز از طریق حفاظت فیزیکی ماده آلی، مانع تجزیه و معدنی شدن کربن می‌شوند. با توجه به سطوح بحرانی پایداری خاکدانه‌ها (لال، 1994) و نتایج به دست آمده، سطح بحرانی پایداری خاک سطحی اراضی جنگلی با میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های 1/5 میلی‌متر در سطح متوسط و خاک اراضی جنگل‌تراشی شده با میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های 0/84 میلی‌متر در سطح شدید قرار گرفته است.

شاخص کیفیت خاک نمورو

شاخص NQI با استفاده از اثر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مؤثر بر کیفیت خاک در عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک برآورد شد (جدول 4). از نظر NQI بین کاربری‌های مختلف و در موقعیت‌های مختلف شیب اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود داشت؛ به‌طوری‌که میانگین کیفیت خاک جنگل 0/57 و کیفیت خاک اراضی جنگل‌تراشی‌شده 0/34 تعیین گردید. به بیان دیگر میانگین شاخص NQI در اراضی جنگل‌تراشی‌شده نسبت به اراضی جنگلی 67/6 درصد، کاهش معنی‌دار داشته است. تفاوت شاخص‌های کیفیت خاک بین موقعیت‌های مختلف شیب در اراضی جنگل تراشی‌شده، مشهودتر از اراضی جنگلی است. این موضوع بیانگر این مطلب است که عامل اصلی کاهش کیفیت و تخریب خاک اراضی جنگل تراشی‌شده، انتقال و جابجایی ذرات و لایه سطحی خاک از موقعیت‌های بالایی و محدب شیب به موقعیت‌های مقعر پایین شیب است که در اراضی جنگلی به دلیل حفاظت نسبتا کامل خاک در برابر فرسایش، رخ نداده است و خاک در موقعیت‌های مختلف شیب، وضعیت تقریباً یکنواختی داشته است. عجمی و همکاران (1387) بیان داشتند که پایداری اراضی در ناحیه جنگلی موجب شده است تا کیفیت خاک در موقعیت‌های مختلف شیب همواره ثابت باقی مانده و در مقابل، تأثیر موقعیت‌های شیب بر کیفیت خاک در سایر کاربری‌ها بارزتر از کاربری جنگل باشد. نتایج پژوهش رسولی صدقیانی و همکاران (1395) نشان داد که هر گونه مدیریت و تغییر کاربری جنگل که باعث افزایش دست‌خوردگی خاک شود، کاهش کیفیت خاک و افزایش حساسیت اراضی به فرسایش خاک را در پی دارد. بنابراین لازم است به منظور حفظ کیفیت خاک عملیات مدیریتی مناسبی انجام گردد. رضاپور و صمدی (2012) در پژوهشی با مقایسه کاربری‌های جنگل، مرتع و زراعت از نظر برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک به این نتیجه رسیدند که شاخص کیفیت خاک در اثر تغییر کاربری جنگل به زراعت 17 درصد کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که جنگل‌تراشی، کاهش کیفیت خاک سطحی و تغییر در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی تعین‌کننده خاک را در پی داشته است. به‌طوری‌که باعث کاهش معنی‌دار مقدار ماده آلی، پایداری خاکدانه‌ها، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل دسترس و ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری، اسیدیته و کربنات‌کلسیم معادل خاک سطحی شده است. همچنین شیب شمالی و قسمت‌های پایین شیب اراضی جنگلی، خاک‌های سطحی و زیر سطحی با کیفیت بالاتری از نظر ماده آلی، فسفر قابل دسترس و جرم مخصوص ظاهری دارا هستند. تغییرات شاخص‌های کیفیت لایه‌های سطحی خاک در موقعیت‌های مختلف شیب در اراضی جنگل‌تراشی شده نسبت به اراضی بکر و جنگلی، نمود بیش‌تری داشته است. این واقعیت نشان دهنده این است که تأثیر موقعیت‌های شیب بر ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک در نتیجه تأثیری است که بر پراکندگی مکانی مواد آلی و رطوبت خاک دارد؛ بنابراین فرآیندهای تجمع آب و رواناب به طور عمده به وسیله موقعیت زمین تعیین شده و در در اراضی جنگلی که به طور نسبتاً کاملی از خاک حافظت می‌شود؛ انتقال و جابجایی مواد سطحی فرسایش‌یافته از موقعیت‌های بالای شیب به سمت پایین شیب که عامل ایجاد تفاوت است، کمتر رخ داده است. به

بیان دیگر اثر موقعیت شیب به عنوان یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر ویژگی‌های خاک لایه‌های سطحی، وابسته به کاربری (نوع پوشش گیاهی) است. با توجه به شدت تخریب خاک در مناطق جنگل‌تراشی شده و سطح قابل توجه آن در مسیر خطوط انتقال برق، در این مورد در فاصله بین رستم‌آباد تا سراوان رشت بیش از 170 هکتار و اثرات دراز مدت آن، لازم است با اقدامات حفاظتی خاک که اثرات منفی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک را تعدیل کرده و آنها را به محدوده بهینه‌شان نزدیک می‌کند، از قبیل مالچ‌های گیاهی در زمان احداث این خطوط و سپس بوته کاری، بانکت‌بندی و احداث آبراهه-های انحرافی از فرسایش، هدرروی و تخریب بیش‌تر خاک جلوگیری شود.

جدول 4- مقایسه میانگین اثر متقابل پوشش گیاهی و موقعیت شیب بر شاخص کیفیت خاک نمورو در عمق صفر تا 30 سانتی‌متری

کاربری (پوشش گیاهی)	موقعیت شیب	شاخص کیفیت خاک نمورو (NQI)
	شانه شیب 1	0/54[b]
	شانه شیب 2	0/55[ab]
جنگل	شیب پشتی	0/58[a]
	پای شیب	0/62[a]
	میانگین	0/57[A]
	شانه شیب 1	0/26[e]
	شانه شیب 2	0/27[e]
جنگل‌تراشی	شیب پشتی	0/36[d]
	پای شیب	0/45[c]
	میانگین	0/34[B]

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

فهرست منابع:

1. اسدیان، م.، س. م. حجتی، م. ر. پورمجیدیان و ا. فلاح. 1392. تأثیر انواع مختلف کاربری اراضی روی کیفیت خاک در جنگل الندان ساری. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، جلد 45، شماره 3. صفحه‌های: 76 – 65.
2. رسولی صدقیانی، م. ح.، ک. قدرت، س. اشرفی سعیدلو، م. جعفری و ح. خداوردیلو. 1395. ارزیابی شاخص‌های کیفیت خاک در مناطق تغییر کاربری‌یافته جنگل‌های زاگرس شمالی (مطالعه موردی: اشنویه -استان آذربایجان غربی). نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد 6، شماره 3. صفحه‌های: 99 – 83.
3. صالحی، م. ح.، ف. جزینی و ع. محمدخانی. 1387. تأثیر پستی و بلندی بر خصوصیات خاک با تأکید بر عملکرد و کیفیت بادام در منطقه سامان شهرکرد. مجله پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی، جلد 8، شماره 2. صفحه‌های: 79-92.
4. عجمی، م.، ف. خرمالی و ش. ا. ایوبی. 1387. تغییرات برخی پارامترهای کیفیت خاک بر اثر تغییر کاربری اراضی در موقعیت‌های مختلف شیب اراضی لسی در شرق استان گلستان. نشریه تحقیقات آب و خاک ایران، جلد 39، شماره 1. صفحه‌های: 30 – 15.
5. کیخا، ا. و ح. نیک‌نهادقرماخر. 1394. اثرات سیستم جایگزین بر برخی خصوصیات خاک در قیاس با سیستم‌های جنگلی و زراعی. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد 22، شماره 2. صفحه‌های: 142 – 127.

6. مختاری کرچگانی، پ.، ش. ا. ایوبی، م. ر. مصدقی و م. ملکیان. 1390. اثر شیب و تغییر کاربری اراضی بر ذخایر مواد آلی خاک در اجزاء اندازه‌ای ذرات و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی تپه ماهوری لردگان. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد 1، شماره 1، صفحه‌های: 42-23.
7. مهاجری، پ.، پ. علمداری و ا. گلچین. 1395. تأثیر موقعیت‌های شیب بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های واقع بر ردیف پستی و بلندی در منطقه دیلمان استان گیلان. نشریه آب و خاک، جلد 30، شماره 1، صفحات: 171-162.
8. نوروزی مهیاری، ر.، ف. کیانی و ه. حبشی. 1393. بررسی تأثیر تخریب جنگل‌ها و نهال‌کاری بر برخی از فاکتورهای کیفیت خاک حوضه شصت کلاته، استان گلستان. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد 21، شماره 4، صفحه‌های: 177-159.
9. نیک نهاد، ح. و م. ق. مارامایی. 1390. مطالعه اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک (مطالعه موردی: حوضه آبخیزکچیک). مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد 1، شماره2. صفحه‌های: 96-81.
10. یوسفی‌فرد، م.، ح. خادمی و ا. جلالیان. 1386. تنزل کیفیت خاک طی تغییر کاربری اراضی منطقه چشمه‌علی استان چهارمحال و بختیار. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 14، شماره 1. صفحه‌های: 38-28.
11. Aghasi, B., A. Jalalian and N. Honarjoo. 2011. Decline in soil quality as a result of land use change in Ghareh Aghaj watershed of Semirom, Isfahan, Iran. African Journal of Agriculture Research. 6(4): 992-997.
12. Awotoye, O., C.O. Ogunkunle and S.A. Adeniyi. 2011. Assesment of soil quality under various land use practices in a humid agro-ecological zone of Nigeria. African Journal of Plant Science. 5(10): 565-569.
13. Burrough, P.A., R.A. MacMillian and W. Van Deusen. 1992. Fuzzy classification methods for determining land suitability from soil profile observations and topography. Journal of Soil Science. 43: 193-210.
14. Carter, M.R., E.G. Gregorich, D.A. Angers, R.G. Donald and M.A. Bolinder. 1998. Organic C and N storage and organic C fractions in adjacent cultivated and forested soils of eastern Canada. Soil and Tillage Research. 47: 253-261.
15. Celik, I. 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil and Tillage Research, 83: 270–277.
16. Cherubin, M.R., D.L. Karlen, C.E.P. Cerri, A.L.C. Franco, C.A. Tormena, C.A. Davies and C.C. Cerril. 2016. Soil quality indexing strategies for evaluating sugarcane expansion in Brazil. PLoS ONE 11(3): e0150860. doi:10.1371/journal.pone.0150860.
17. Coble, D.W., K.S. Milner and J.D. Marshall. 2001. Above- and below-ground production of trees and other vegetation on contrasting aspects in western Montana: a case study. Forest Ecology and Management. 42: 231-241.
18. Doran, J.W. and T.B. Parkin. 1996. Quantitative indicators of soil quality: A minimum data set. p. 25–37. In J.W. Doran and A.J Jones (ed.) Methods for assessing soil quality. SSSA Spec. Publ. 49. SSSA, Madison, WI.
19. Emadi, M., M. Baghernejad and H.M. Memarian. 2008. Effect of land-use change on soil fertility characteristics within water–stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. Journal of Applied Sciences. 8(3): 496-502.
20. Engeman, R. and P. Leroy. 1995. Population and sustainable food production. Committee for the National Institute for Environment, Washington, DC. 4: 1. 1-48.
21. Eynard, A., T.E. Schumacher, M.J. Lindstrom and D.D. Malo. 2004. Aggregate sizes and stability in cultivated South Dakota prairie Ustolls and Usterts. Soil Science Society of America Journal. 68:1360–1365.
22. Gajri, P.R., V.K. Arora and S.S. Prihar. 2002. Tillage for sustainable cropping. Food products press, New York. USA. Pp. 196.

23. Gee, G.W. and J.M. Bauder. 1986. Partical-size analysis. In Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monogroph No. 9 (2nd edition), American Society of Agronomy, Madison, WI. Pp 383-411.
24. Green, V.S., D.E. Stott, J.C. Cruz and N. Curi. 2008. Tillage impacts on soil biological activity and aggregation in Brazilian cerrado oxisols. Soil and Tillage Research. 92: 114-121.
25. Hattar, B., A. Taimeh and F. Ziadat. 2010. Variation in soil chemical properties along toposequences in an arid region of the Levant. Catena. 83: 34-45.
26. Jaiyeoba, I.A. 2003. Changes in soil properties due to continuous cultivation in Nigerian semiarid savannah. Soil and Tillage Research. 70: 91-98.
27. Khormali, F. and S. Shamsi. 2014. Effect of Land use on the carbon stock and soil quality attributes in loess derived soils in Agh-Su watershed, Golestan province, Iran. Environmental Resources Research. 2(2): 107-122.
28. Kiani, F., A. Jalalian, A. Pashaee and H. Khademi. 2004. Effect of deforestation on selected soil quality attributes in loess-derived landforms of Golestan province, northern Iran. Proceeding of the Fourth International Iran and Russia Conference. Pp: 546-550.
29. Lal, R. 1994. Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. SMSS Technical Monograph, No. 21, soil management support services, USA.
30. Lemenih, M. and F. Itanna. 2004. Soil carbon stock and turnovers in various vegetation types and arable lands along an elevation gradient in Southern Ethiopia. Geoderma. 123: 177–188.
31. Lima, A.C.R., L. Brussaard, M.R. Totola, W.B. Hoogmoed and R.G.M. Goede. 2013. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. Applied Soil Ecology. 64 (0): 194–200.
32. Nardi, S., G. Cocheri and G. Dell Agnola. 1996. Biological activity of humus. P 361-406. In: Piccolo, A. (Ed.), Humic Substances in Terrestrial Ecosystems. Elsevier, Amsterdam.
33. Nimmo, J.R. and K.S. Perkins. 2002. Aggregate stability and size distribution. In: Dane, J.H. and Topp, G.C. (Eds.), Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods. Agronomy Monograph, vol. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, pp 317-328.
34. Polyakov, V. and R. Lal. 2004. Modeling soil organic matter dynamics as affected by soil water erosion. Environment International. 30(4): 547-556.
35. Rezapour, S. and A. Samadi. 2012. Assessment of inceptisols soil quality following long-term cropping in a calcareous environment. Environmental Monitoring and Assessment. 184: 1311-1323.
36. Sharma, C., S. Gairola, N. Baduni, S. Ghildiyal and S. Suyal. 2011. Variation in carbon stocks on different slope aspects in seven major forest types of temperate region of Garhwal Himalaya. Journal of Bioscinces. 36(4): 01-708.
37. Sparks D.L., A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Leoppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, G.T. Johnston and M.E. Summer. 1996. In: Bartels J. M. (Eds.), Methods of soil analysis. Soil science society of America, Madison, Wisconsin USA.
38. Tejada, M. and J.L. Gonzalez. 2008. Influence of two organic amendments on the soil physical properties, soil losses, sediments and runoff water quality. Geoderma. 145: 325-334.
39. Torbert, H.A., E. Krueger and D. Kurtene. 2008. Soil quality assessment using fuzzy modeling. International Agrophysics. 22: 365-370.
40. Vagen, T.G., M.A.A. Andrianorofaromezana and S. Andrianorofaromezana. 2006. Deforestation and cultivation effects on characteristics of Oxisoils in the highlands of Madagascar. Geoderma. 131: 190-200.

41. Walkley A. and Black I.A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37: 29-37.
42. Wander M.M., G.L. Walter, T.M. Nissen, G.A. Billero, S.S. Andrews and D.A. Cavanaugh-Grant. 2002. Soil quality: science and process. Agronomy Journal. 94: 23–32.
43. Wang, D., X. Shi, H. Wang, D.C. Weindorf, D. Yu, W. Sun, H. Ren and Y. Zhao. 2010. Scale Effect of Climate and Soil Texture on Soil Organic Carbon in the Uplands of Northeast China. Pedosphere. 20:525-535.
44. Yanbing Q., J.L. Darilek, H. Biao, Z. Yongcun, W. Sun and Z. Gu. 2009. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. Geoderma. 149: 325-334.
45. Yao, R.J., J.S. Yang, T.J. Zhang, P. Gao, S.P. Yu and X.P. Wang. 2013. Short-term effect of cultivation and crop rotation systems on soil quality indicators in a coastal newly reclaimed farming area. Journal of Soils Sediments. 13 (8): 1335–1350.
46. Yimer, F., S. Ledin and A. Abdelkadir. 2007. Changes in soil organic carbon and total nitrogen contents in three adjacent land use types in the Bale Mountains, south-eastern highlands of Ethiopia. Forest Ecology and Management. 242: 337-342.
47. Zach, A., H. Tiessen and E. Noellemeyer. 2006. Carbon turnover and 13C natural abundance under land use change in the semiarid La Pampa, Argentina. Soil Science Society of America Journal. 70: 1541-1546.

Effect of Forest Clearing and Topography on Some Soil Physicochemical Properties Effective on Soil Quality in Saravan Region, Guilan

N. Yaghmaeian Mahabadi, M. Khosroabadi, and H. Asadi[1]
Assistant Professor., University of Guilan; E-mail: yaghmaeian_na@yahoo.com
M.Sc., University of Guilan; E-mail: khosroabadi.manijeh@gmail.com
Associate Professor., University of Tehran; E-mail: ho.asadi@ut.ac.ir
Received: September, 2016 & Accepted: February, 2017

Abstract

Deforestation has detrimental effects on the environment which could result in increased flooding and soil erosion and degradation. Study on the effect of forest clearing on soil functioning within an ecosystem is evaluated by soil quality indicators, and can provide the basis to control the land degradation and develop sustainable management strategies. This research was conducted to investigate the effect of forest clearing on some of soil quality indicators in Saravan Forest Park, located in Guilan province. This region has been cleared in some parts to allow installation of the high voltage power towers. In overall, 144 soil samples were taken from 0-15 and 15-30 cm soil depths of the cleared part and its adjacent forest from four slope positions and two slope aspects. The data were analyzed to compare the effects of land use type and topography on some soil quality indicators. Some important soil quality indicators including bulk density, weighted mean diameter of aggregates, particle size distribution, pH, cation exchange capacity, organic matter content, equivalent calcium carbonate, total nitrogen, and available phosphorous and potassium were measured. The results showed that organic matter content, aggregate stability, cation exchange capacity, total nitrogen, available phosphorous and potassium of surface soils were decreased by forest clearing, whereas, bulk density, pH and equivalent calcium carbonate were increased. Forest surface soils of the hill slope with northern face had higher organic matter, total nitrogen, available phosphorous and lower bulk density compared to other parts. The results indicated that the lower slope positions had the highest amounts of organic matter, available phosphorous, and aggregate stability, and the lowest bulk density and equivalent calcium carbonate. As a result of forest clearing, average Nemero quality index (NQI) decreased by 67.7%. The results showed that the differences of soil quality indicators among different slope positions in deforested parts were more obvious than in the original forest parts. It can be concluded that deforestation may lead to surface soil degradation, which is mainly due to acceleration of soil erosion and soil transportation from top to down slope positions. Different slope positions in the forest are partly uniform due to relatively conserved soil. Considering the severity of surface soil degradation by forest clearing in power transmission lines and the considerable affected area in the region, it is essential to minimize these negative effects by conservation practices such as crop mulches, planting, terraces and diversion channels at the time of construction of these lines.

Keywords: Soil degradation, Soil quality indicators, Slope position, Slope aspect

[1]. Corresponding author: Soil Science Department, University of Tehran, Karaj.