"مقاله پژوهشی"

اثر توده‌های تخریب‌شده (بهره‌برداری‌شده) و تخریب‌نشده (بهره‌برداری‌نشده) درختان جنگلی بر خصوصیات و ذخیره کربن خاک

حمید جلیلوند[1] و خدیجه اصغری[2]

۱- استاد گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران
(نویسنده مسوول: h.jalilvand@sanru.ac.ir)
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۸
صفحه: ۲۶ تا ۳۴

چکیده

برداشت‌های شدید از جنگل‌های شمال ایران موجب تخریب و فرسایش خاک، کاهش ذخیره کربن و تغییر وضعیت طبیعی توده‌های جنگلی شده است. بر این اساس این پژوهش با هدف بررسی اثر آمیختگی گونه‌های درختی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و ذخیره کربن خاک در دو توده تخریب‌شده و تخریب‌نشده، سه تیپ مختلف جنگلی و دو عمق خاک در طرح جنگلداری علی‌آباد انجام شد. در این مطالعه ده قطعه‌نمونه در توده تخریب‌شده و ۱۵ قطعه‌نمونه در توده تخریب‌نشده با توجه به تیپولوژی گونه‌های درختی غالب، به‌صورت انتخابی برای نمونه‌برداری انتخاب شدند. نمونه‌های خاک به روش مخلوط در دو عمق سطحی برداشت و عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک (چگالی ظاهری، درصد رطوبت، اسیدیته، نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و کربن آلی) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و برای تجزیه متغیرهای مربوط به خاک از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد. طبق نتایج تیپ‌ها از نظر میزان پتاسیم، اسیدیته و هدایت الکتریکی در دو توده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ($p<0/01$)؛ دو عمق خاک از لحاظ مواد آلی و هدایت الکتریکی دارای تفاوت معنی‌داری بودند ($p<0/01$). همچنین دو رویشگاه از نظر میزان پتاسیم و اثر متقابل (رویشگاه × عمق خاک) نیز در رابطه با میزان اسیدیته اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$). علاوه بر این طبق نتایج میزان ذخیره کربن در توده تخریب‌نشده (۳۰/۹۷ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از توده تخریب‌شده (۲۹/۹۵ کیلوگرم در هکتار) بود و در دو عمق نیز عمق ۱۰- ۲۰ بیشترین میزان ترسیب کربن را نسبت به عمق ۰- ۱۰ داشت، از طرفی مقایسه میانگین ذخیره کربن در سه تیپ جنگل نیز نشان داد که تیپ ممرز بیشترین مقدار ذخیره کربن را نسبت به تیپ بلوط- ممرز و ممرز- افرا دارد و به‌نظر می‌رسد که گونه‌ی ممرز یک گونه تعدیل‌کننده در تجزیه عناصر و ترسیب کربن در خاک باشد.

واژه‌های کلیدی: ترسیب کربن، جنگل، عمق خاک، ممرز، ویژگی فیزیکی و شیمیایی

مقدمه

برداشت‌های شدید از جنگل‌های شمال ایران موجب تخریب و فرسایش خاک و کاهش مواد غذایی، ذخیره آب و ترسیب کربن شده است. تخریب طبیعت و محل زیست هزاران موجود زنده شاید عامل اصلی بیماری‌های متعدد واگیردار شده است که اگر به‌همین روال ادامه یابد ممکن است جان میلیون‌ها انسان را بگیرد. در یک توده جنگلی، درختان همراه با سایر گیاهان و جانوران، اقلیم و خاک به‌طور مشترک یک بوم‌سازگان جنگلی را تشکیل می‌دهند (۵) که این مجموعه می‌تواند زیستگاه موجودات ریز و درشت شناخته‌شده و ناشناخته باشد. بوم‌سامان‌های تخریب‌یافته، باعث افزایش ناهمگنی زیست‌محیطی، تغییر فراوانی در توزیع منابع حیاتی و غیرحیاتی بوده که منجر به تغییر چرخه عناصر غذایی و خصوصیات خاک می‌شود (۴)، همچنین تخریب جنگل و تغییر کاربری اراضی بر تغییرات ویژگی‌های خاک تاثیر گذاشته و منجر به کاهش کیفیت خاک می‌گردد (۲۱). نتایج تحقیقات در مناطق مختلف دنیا نشان می‌دهد که تغییر کاربری بوم‌سامانه‌های طبیعی به بوم‌سامانه‌های تخریب‌شده، اثرات زیان‌باری بر خصوصیات خاک دارد. قطع یکسره درختان جنگل باعث اختلال در بوم‌سامانه‌های طبیعی و کاهش ظرفیت تولید زیستی فعلی و آینده خاک خواهد شد و به‌دنبال آن سبب هدررفت بیشتر کربن آلی و تولید دی‌اکسیدکربن و انتشار آن به اتمسفر و افزایش گرمای جهانی شود (۲۰). همچنین خصوصیات خاک مهم‌ترین عامل محیطی اثرگذار بر پوشش گیاهی محسوب می‌شوند چرا که بین ویژگی‌های خاک با پوشش گیاهی همبستگی معنی‌داری وجود دارد (۲۰). بنابراین شناخت ویژگی‌های خاک یکی از پایه‌های مدیریت اصولی جنگل است که بسیاری از گزینه‌های جنگل‌شناسی از جمله انتخاب گونه، تعیین حاصلخیزی توده، نرخ رویش توده و میزان سطح ذخیره‌گاه لازم در جنگل تحت‌تأثیر آن قرار می‌گیرند (۳). یکی از مهم‌ترین عامل‌های ایجاد گرمایش زمین و به‌دنبال آن تغییر اقلیم، انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌خصوص گاز دی‌اکسیدکربن در فضای نیوار است (۲۴)، امّا ذخیره‌سازی و تجمع کربن در جنگل‌ها موجب کاهش تغییرات اقلیمی و انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود (۵). انسان به‌دلیل استفاده از سوخت‌های فسیلی، تغییرات کاربری اراضی و جنگل‌زدایی، به‌طور فزاینده‌ای باعث افزایش دی‌اکسید کربن نیوار است که این تغییرات به‌طور مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای اثر می‌گذارد و منجر به گرمایش جهانی می‌شود (۳۱). خاک منبع مهم کربن نیواری است و می‌تواند با مهار تولید دی‌اکسید کربن از پدیده افزایش گازهای گلخانه‌ای جلوگیری کند، چراکه خاک از مهم‌ترین اجزای بوم‌سامانه و در مقیاس جهانی سومین منبع ذخیره کربن است (۱۱). همچنین می‌توان بیان داشت ذخیره کربن

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.1.2]

عبارت است از ذخیره طولانی‌مدت کربن در اقیانوس‌ها، خاک‌ها، پوشش گیاهی (بویژه جنگل‌ها) و سازندهای زمین‌شناسی، و ذخیره کربن در جنگل‌شناسی ناشی از تعادلی است که بین مراحل مختلف چرخه کربن از جمله فتوسنتز، رشد گیاه، تراکم و انباشت کربن در خاک‌ها از یک طرف و دفع کربن ناشی از تنفس اندام‌های زنده، نابودی درختان، تجزیه میکروبی لاشبرگ، اکسیداسیون کربن خاک و تخریب سرزمین از سوی دیگر صورت می‌گیرد (۸). جنگل‌ها اثر مفیدی روی خاک‌ها دارند و درختان در غنی‌سازی خاک‌ها از نظر عناصر غذایی در بعضی مناطق معتدله که تبدیل به جنگل‌کاری شده‌اند مؤثرند (۲۹). در واقع نوع پوشش بر روی خاک تاثیر معنی‌داری بر ترسیب کربن خاک می‌گذارد (۳۳)، به‌طوری‌که تغییر در مقدار ترسیب کربن خاک، به مقدار ورودی کربن به خاک از راه بقایای گیاهی و هدررفت کربن از راه تجزیه بستگی دارد (۳۵)، همچنین تثبیت کربن در جنگل‌ها، که نقش کلیدی را در کاهش غلظت CO_2 دارند، می‌تواند به کاهش تأثیرات تغییرات اقلیمی کمک کند (۲۷). دی‌اکسید کربن از جو توسط فتوسنتز گیاه حذف و به‌عنوان کربن در زیست‌توده ذخیره می‌شود. از این‌رو، زیست‌توده و خاک دو بخش اصلی جنگل هستند که در آن‌ها کربن ذخیره می‌شود (۲۵). گیاهان سبز کربن اتمسفر را از طریق فتوسنتز ترسیب می‌کنند به این‌صورت که با جذب دی‌اکسید کربن هوا و جداسازی اتم‌های اکسیژن و کربن، اکسیژن را به اتمسفر بر می‌گردانند (۳) و از کربن برای تولید زی‌توده به شکل ریشه، ساقه، شاخه و برگ استفاده می‌کنند. درختان با رشد خود کربن را در بافت‌های خود ترسیب کرده و با افزایش مقدار زی‌توده درخت، کربن دی‌اکسید نیواری را کاهش می‌دهند (۳۳) و در این میان سازوکارهای جنگلداری باید در چارچوب مدیریت جنگل‌های پایدار ارزیابی شود چراکه مشاهده شد جنگل‌های تخریب‌نشده ممکن است مقادیر بیشتری از کربن را در مقایسه با جنگل‌های تحت تخریب، بسته به شرایط محل و ساختار جنگل نگهداری کنند (۲۵). خالدیان و همکاران (۱۴) در پژوهشی در استان گلستان به این نتیجه رسیدند که با افزایش تخریب توده‌های جنگلی، میانگین وزنی قطر و پایداری خاکدانه‌ها کاهش و جرم مخصوص ظاهری خاک‌ها افزایش می‌یابد. آسفا و همکاران (۱) نیز در پژوهشی با عنوان تاثیر تخریب جنگل و تغییر کاربری اراضی بر میزان ذخیره کربن و نیتروژن آلی خاک در شمال غربی اتیوپی دریافتند که تخریب جنگل منجر به کاهش و تخلیه کربن آلی خاک می‌شود. همچنین پیله‌ور و همکاران (۲۴) در پژوهش خود با عنوان مقایسه ترسیب کربن خاک گونه‌های مختلف جنگل‌کاری‌شده در پارک جنگلی مخمل کوه خرم‌آباد لرستان دریافتند که گونه‌های پهن‌برگ در مقایسه با سوزنی‌برگان منجر به ترسیب کربن بیشتری در خاک می‌شوند، از طرفی اظهار داشتند که با افزایش سن توده میزان ترسیب کربن در خاک افزایش خواهد یافت و گونه‌های پهن‌برگ در افزایش میزان مواد آلی خاک موفق‌تر از سوزنی‌برگان عمل نموده‌اند. در مطالعه حاضر نیز به بررسی تأثیر جنگل تخریب‌شده و تخریب‌نشده و تیپ جنگل در میزان ترسیب کربن خاک پرداخته شد که نتیجه آن برای چگونگی دخالت در توده‌های جنگلی تخریب‌شده و تخریب‌نشده جهت مدیریت بهتر جنگل‌های شمال ایران می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. همچنین هدف از این تحقیق بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در دو توده تخریب‌شده و تخریب‌نشده و همچنین ارزیابی قابلیت این بوم‌سامانه‌ها در میزان ظرفیت ذخیره و ترسیب ترکیب‌های کربن‌دار در لایه‌های مختلف خاک جنگلی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر در سری دو طرح جنگل‌داری رضائیان علی‌آباد کتول انجام شد که در آبخیز رودخانه بزرگ زرین‌گل قرار دارد و جزء حوزه آبخیز ۸۸ محسوب می‌شود. این سری در عرض شمالی ۰ ′۴۸ ˚ ۳۶ تا "۳۰ ′ ۵۲ ˚ ۳۶ و طول شرقی " ۰ ′ ۱ ˚ ۵۵ تا " ۳۰ ′ ۶ ˚ ۵۵ قرار دارد (شکل ۱)، حداقل ارتفاع از سطح دریا ۸۵۰ و حداکثر ارتفاع ۲۴۷۰ متر است. عرصه مورد مطالعه به‌دلیل استقرار در محیطی با پستی و بلندی شدید و برخورداری از رطوبت دریای خزر به‌شدت تحت‌تأثیر تغییرات ارتفاعی، جهات جغرافیایی، شیب‌های محلی و به‌ویژه رطوبت دریای خزر قرار دارد که شرایط آب و هوایی و نوع اقلیم آن را تعیین می‌نماید. از طرفی در فصل زمستان تحت تأثیر توده‌های قطبی سیبری و مدیترانه‌ای نیز قرار گرفته و تغییراتی را در نوع آب و هوای محلی ایجاد می‌نماید. همچنین با توجه به ارتفاع میانگین حوزه (حدود۱۲۵۰ متر)، میزان بارندگی سالانه در این منطقه برابر با ۵۸۳/۱ میلی‌متر است.این سری به مساحت بالغ بر ۳۴۳۵ هکتار است و در ۲۳ کیلومتری جنوب شهرستان علی‌آباد کتول واقع شده است. پارسل‌های مورد مطالعه شامل: پارسل‌های ۲۰۲ و ۲۴۴ بود و در مجموع حدود ۱۱۰ هکتار سطح محل کار بود و از جنبه‌های فیزیوگرافی همگن و با توجه به تغییر وضعیت طبیعی توده‌های جنگلی و کاهش تنوع گونه‌ای در اثر بهره‌برداری‌های غیراصولی و بی‌رویه در پارسل ۲۰۲ و عدم جنگل‌کاری و احیا به دو قسمت تخریب‌شده (پارسل ۲۰۲) و بدون تخریب (پارسل ۲۴۴) تقسیم شد. در هر قسمت سه تیپ با غالبیت ممرز با سایر گونه‌ها مانند نمدار، افراپلت و افراشیردار، بلوط– ممرز و ممرز– افرا برای نمونه‌برداری انتخاب شد (جدول ۱).

نمونه‌برداری و آزمایش‌های خاک

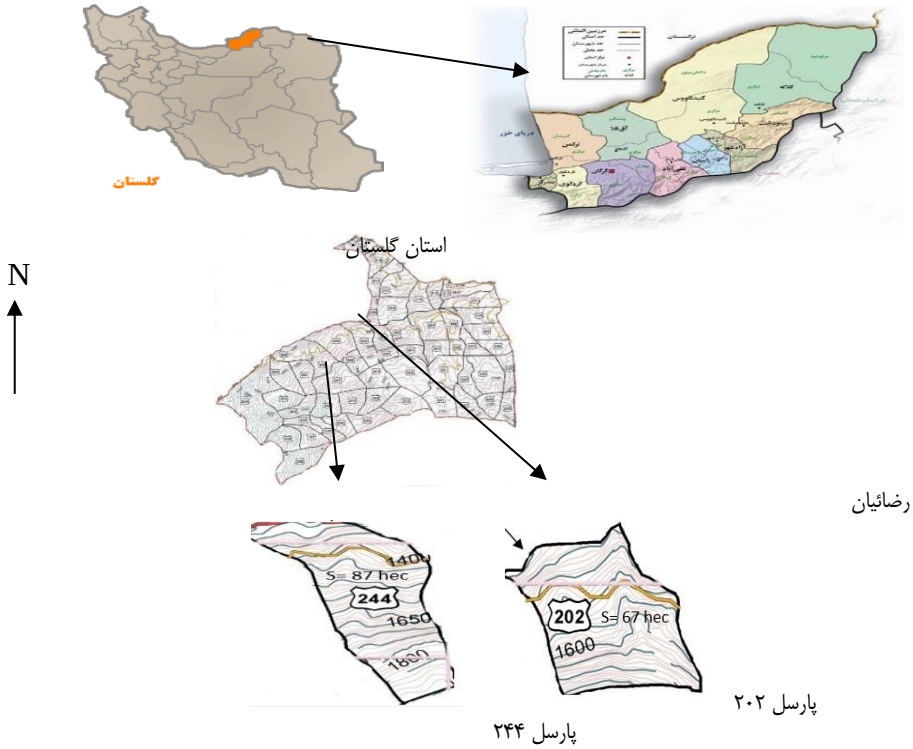
تعداد ۱۰ قطعه‌نمونه در پارسل تخریب‌شده و ۱۵ قطعه‌نمونه ۱۰۰۰ متر مربعی در پارسل تخریب‌نشده به‌صورت انتخابی برای نمونه‌برداری خاک انتخاب شد. در هر قطعه‌نمونه در عمق ۰–۱۰ سانتی‌متر پنج نمونه یک کیلویی برداشت و با هم مخلوط شد و از آن یک نمونه یک کیلو گرمی برای آزمایش جدا شد. برای عمق ۱۰–۲۰ سانتی‌متر هم به‌همین روش عمل شد (۳۲). نمونه‌های خاک بعد از انتقال به آزمایشگاه ابتدا در معرض هوای آزاد و در سایه خشک شدند و به‌طور جداگانه در آزمایشگاه کوبیده شده و از الک مخصوص برای جداسازی ناخالصی‌ها و مواد اضافی عبور

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.1.2]

داده شده‌اند. عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک شامل: چگالی ظاهری با روش استوانه نمونه‌گیری با حجم ثابت، درصد رطوبت اشباع خاک، اسیدیته به‌کمک آب مقطر، نیتروژن به‌روش کجلدال، پتاسیم قابل‌جذب به‌روش استات آمونیوم، کلسیم و منیزیم قابل‌جذب به‌روش جذب اتمی و کربن آلی به‌روش والکی‌بلاک اندازه‌گیری شدند (۱۰). برای محاسبه میزان ذخیره کربن خاک برحسب کیلوگرم در هر هکتار از رابطه (۱) استفاده (۲۰).

$$OC = 10000\times C\ (\%) \times Bd \times E \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این رابطه OC: میزان وزن کربن ذخیره‌شده در سطح یک متر مربع (Kg/ha)، C: درصد کربن اندازه‌گیری شده، Bd: چگالی ظاهری خاک (gr/cm^3) و E: عمق نمونه‌برداری خاک بر حسب سانتی‌متر هستند. همچنین برای تجزیه متغیرهای مربوط به خاک از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد. ابتدا داده‌های مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اکسل ثبت شد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه
Figure 1. Geographical location of the studied areas

جدول ۱- مشخصات پارسل‌های مورد مطالعه
Table 1. Parcel details of the study

مشخصات Specifications	پارسل ۲۰۲ Parcel 202	پارسل ۲۴۴ Parcel 244
مساحت کل (هکتار) Total area (ha)	۶۷	۸۷
مساحت قابل بهره‌برداری (هکتار) Usable area (ha)	۵۵	۶۳
مساحت نقاط حفاظتی و جاده (هکتار) Area of protection and roads (ha)	۱۲	۲۴
وضعیت بهره‌برداری Operational status	تخریب شده(Degraded)	تخریب نشده(Indegraded)
تیپ جنگل Forest Type	ممرز با سایر گونه‌ها (Hornbeam with other species)	ممرز- افراشیردار- نمدار (Hornbeam - Maple – Linden)
تعداد درختان در هکتار Number of trees per hectare	۱۸۷	۲۵۷
حجم درختان در هکتار (m^3) Volume of trees per hectare (مترمکعب)	۲۵۸	۲۹۷
حداقل ارتفاع از سطح دریا (متر) Minimum sea level (m)	۱۲۹۰	۱۳۰۰
حداکثر ارتفاع از سطح دریا (متر) Maximum sea level (m)	۱۷۱۰	۱۸۵۰
جهت عمومی General aspect	شمالی (North)	شمالی (North)

قبل از تجزیه، کیفیت داده‌ها بررسی شد که تمامی داده‌ها نرمال و دارای واریانس همگن بودند. قالب طرح کاملاً تصادفی در نظر گرفته شد؛ زیرا با درنظر گرفتن قطعات نمونه برداشت‌شده و تجزیه واریانس در قالب بلوک، بلوک‌ها

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.1.2]

معنی‌دار نشدند. سه عامل تیپ (ممرز، بلوط- ممرز و ممرز- افرا)، عمق خاک (۱۰-۰و ۲۰-۱۰) و توده (تخریب‌شده و تخریب‌نشده) مورد توجه قرار گرفت و آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه شد. مقایسه گروهی میانگین‌ها به‌روش استیودنت-نیومن-کولز (SNK) انجام گرفت.

نتایج و بحث

طبق نتایج مقایسه میانگین ذخیره کربن در سه تیپ مختلف جنگل تیپ ممرز بیشترین مقدار ذخیره کربن را نسبت به تیپ (بلوط- ممرز) و (ممرز- افرا) دارد و بین تیپ ممرز با دو تیپ دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده شد در حالی‌که بین دو تیپ (بلوط- ممرز) و (ممرز- افرا) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. میزان پتاسیم در دو توده تخریب‌شده و تخریب‌نشده با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشت و میزان پتاسیم در توده تخریب‌شده بیشتر از توده تخریب‌نشده بود. از آنجایی‌که یون پتاسیم در بین لایه‌های رس تثبیت می‌شود، هر چه درصد رس بیشتر باشد، مقدار بیشتری پتاسیم تثبیت می‌شود (۱۸)، بنابراین مشاهده شد که میزان پتاسیم در توده تخریب‌شده بیشتر از توده تخریب‌نشده است که این موضوع با اصل فوق مغایرت دارد. میزان فسفر در دو توده تخریب‌شده و تخریب‌نشده با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشت و میزان آن در توده تخریب‌شده بیشتر از توده تخریب‌نشده بود (جدول ۲). مقایسه میانگین ذخیره کربن در دو عمق خاک نشان داد که عمق دوم بیشترین میزان ذخیره کربن را در مقایسه با عمق اول داشته و با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۳). با توجه به نتایج به‌دست آمده مقدار فسفر در لایه اول خاک نسبت به لایه دوم بیشتر بوده است. زرین‌کفش (۳۳) اظهار داشت فسفر در خاک به دو صورت فسفر آلی و معدنی وجود دارد و در خاک‌های غنی از مواد آلی قسمت اعظم فسفر قابل‌جذب به‌صورت فسفر آلی و در خاک‌های جنگلی بیشترین مقدار فسفر قابل جذب در افق‌های سطحی است، بنابراین با نتیجه حاصل از این تحقیق مطابقت داشته است. میزان نیتروژن در دو توده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشت. میزان نیتروژن در عمق اول خاک اندکی بیشتر از عمق دوم بود که دلیل آن این است که ازت ارتباط مستقیمی با میزان مواد آلی دارد و قسمت اعظم ذخیره ازت در بخش آلی خاک است و از آنجایی‌که مواد آلی در عمق اول خاک بیشتر بود، در نتیجه میزان ازت بیشتری نسبت به عمق دوم داشته است که با نتایج حیدری و مهدوی (۹) مطابقت دارد. همان‌طور که نتایج تجزیه واریانس نشان داد، تیپ‌ها از نظر میزان پتاسیم، فسفر، اسیدیته، هدایت الکتریکی و رطوبت اشباع خاک در دو توده در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند، امّا میزان ازت کل، کربن آلی و چگالی ظاهری خاک در دو توده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. همچنین نتایج تجزیه واریانس مشخص کرد که توده‌ها از نظر میزان پتاسیم تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۴)، و طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها میزان مواد آلی، پتاسیم، فسفر، اسیدیته و رطوبت اشباع خاک در سه تیپ مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بودند. مقایسه گروهی میانگین‌های ذخیره کربن در دو توده نیز نشان داد توده تخریب‌نشده کربن بیشتری را نسبت به توده تخریب‌شده ذخیره کرده است، اما تفاوت معنی‌داری باهم ندارند (جدول ۴). عمق‌های مختلف خاک هم از لحاظ مواد آلی، فسفر و هدایت الکتریکی دارای تفاوت معنی‌داری بودند. اثر متقابل (توده×عمق خاک) در رابطه با میزان اسیدیته دارای اختلاف معنی‌داری بود. همین‌طور اثر متقابل (توده×تیپ) نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میزان اسیدیته و پتاسیم وجود دارد (جدول ۴)و میزان کربن آلی در دو توده اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت. میزان کربن در عمق اول خاک بیشتر از عمق دوم بود که به‌دلیل وجود مواد آلی بیشتر در لایه سطحی خاک است، عدم وجود تفاوت در درصد کربن در دو توده مورد مطالعه شاید به دلیل افزایش فعالیت بیولوژیکی در خاک این مناطق باشد. به طور کلی هر چقدر مقدار درصد کربن آلی در منطقه‌ای بالاتر از منطقه دیگر باشد. حاکی از آن است که انباشتگی مواد آلی در آن منطقه بیشتر و شدت تجزیه آنها پایین‌تر است (۳۰). در پژوهش حاضر میزان ازت و کربن آلی در عمق اول خاک بیشتر از عمق دوم است که می‌تواند سبب افزایش ذخیره کربن خاک در این عمق شود. همچنین تجزیه بیشتر لاشبرگ در لایه سطحی می‌تواند دلیل دیگر این افزایش باشد که با یافته‌های ورامش و همکاران (۳۲) مطابقت دارد. میزان هدایت الکتریکی در دو توده تخریب‌شده و تخریب‌نشده با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشت و مقدار آن در توده تخریب‌شده بیشتر از توده تخریب‌نشده بود، در طبقه‌بندی خاک‌های شور بر اساس طبقه‌بندی فائو خاک‌هایی که دارای هدایت الکتریکی کمتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر باشند جزء خاک‌های غیرشور می‌باشند (۷).

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2024-07-16]

[DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.1.2]

جدول ۲- آماره‌های توصیفی (میانگین ± اشتباه معیار) ویژگی‌های خاک در دو توده تخریب‌شده و تخریب‌نشده
Table 2. Descriptive statistics(mean±SE) of soil properties in two degraded and Non degraded stands

رویشگاه Site	متغیر Variable	تعداد مشاهدات Number of observations	میانگین (± اشتباه از معیار) Mean (± SE)	ضریب تغییرات (CV)
تخریب‌شده (Degraded)	اسیدیته (pH)	۲۵	۳/۸۸۱ ± ۰/۰۲^{a}	۵/۴۰
	هدایت الکتریکی (EC) ($ds.m^{-1}$)	۲۵	۰/۷۳۵ ± ۰/۰۴^{a}	۲۹/۸۶
	چگالی ظاهری (BD) ($gr.cm^{3}$)	۲۵	۱/۰۷۹ ± ۰/۰۱^{a}	۷/۲۲
	پتاسیم (K)($mg.kg^{-1}$)	۲۵	۵/۶۶۶ ± ۰/۰۱^{a}	۹/۰۴
	فسفر (P) ($mg.kg^{-1}$)	۲۵	۱/۸۲۸ ± ۰/۱۶^{a}	۴۶/۴۴
	نیتروژن (N) (٪)	۲۵	۰/۵۰۹ ± ۰/۰۲^{a}	۲۱/۱۹
	مواد آلی (OM) (٪)	۲۵	۱/۸۹۰ ± ۰/۱۰^{a}	۲۷/۰۹
	ترسیب کربن (CS) ($Kg\ ha^{1}$)	۲۵	۲۹/۹۵۶ ±۰/۰۷^{a}	۹/۴۰
تخریب‌نشده (Non-Degraded)	اسیدیته (pH)	۲۵	۳/۸۷۸ ± ۰/۰۲^{b}	۵/۵۹
	هدایت الکتریکی (EC) ($ds.m^{-1}$)	۲۵	۰/۷۲۲ ± ۰/۰۳^{b}	۲۵/۲۲
	چگالی ظاهری (BD) ($gr.cm^{3}$)	۲۵	۱/۰۷۳ ± ۰/۰۱^{a}	۷/۸۳
	پتاسیم (K)($mg.kg^{-1}$)	۲۵	۵/۷۶۸ ± ۰/۰۹^{b}	۸/۲۰
	فسفر (P) ($mg.kg^{-1}$)	۲۵	۱/۶۵۲ ± ۰/۱۲^{b}	۳۸/۲۳
	نیتروژن (N) (٪)	۲۵	۰/۵۱۸ ± ۰/۰۱^{a}	۱۸/۳۳
	مواد آلی (OM) (٪)	۲۵	۱/۸۴۹ ± ۰/۰۸^{a}	۲۲/۲۸
	ترسیب کربن (CS) ($Kg\ ha^{1}$)	۲۵	۳۰/۹۷۸ ± ۰/۰۴^{a}	۶/۱۵

جدول ۳- آماره‌های توصیفی (میانگین± اشتباه معیار) ویژگی‌های خاک در دو عمق مختلف
Table 3. Descriptive statistics (mean±SE) of soil characteristics at two different depths

عمق (۱۰-۰) Depth (0-10)	متغیر Variable	میانگین(اشتباه از معیار) Mean (±SE)	ضریب تغییرات CV	عمق (۲۰-۱۰) Depth (10-20)	متغیر Variable	میانگین (اشتباه از معیار) Mean (±SE)	ضریب تغییرات CV
عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر Depth (0-10 cm)	اسیدیته (pH)	۳/۸۳۷ ±۰/۰۲	۵/۷۲	عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متر Depth (10-20 cm)	اسیدیته (pH)	۳/۸۸۵ ± ۰/۰۱	۵/۲۵
	هدایت الکتریکی (EC) ($ds.m^{-1}$)	۰/۸۰۳ ±۰/۰۴	۲۵/۳۶		هدایت الکتریکی (EC) ($ds.m^{-1}$)	۰/۶۵۴ ±۰ /۰۳	۲۵/۸۲
	چگالی ظاهری (BD) ($gr.cm^{3}$)	۱/۰۵۷ ± ۰/۰۱	۷/۱۰		چگالی ظاهری (BD) ($gr.cm^{3}$)	۱/۰۹۵ ± ۰/۰۱	۷/۵۱
	پتاسیم (K) ($mg.kg^{-1}$)	۵/۸۱۲ ±۰/۰۸	۷/۱۱		پتاسیم (K) mg (kg^{-1})	۵/۶۲۲ ± ۰/۱۰	۹/۷۷
	فسفر (P) mg (kg^{-1})	۲/۰۵۲ ± ۰/۱۳	۳۲/۷۰		فسفر (P) mg (kg^{-1})	۱/۴۲۷ ± ۰/۱۳	۴۸/۶۲
	نیتروژن (N) (٪)	۰/۵۲۳ ±۰/۰۱	۱۸/۶۱		نیتروژن (N) (٪)	۰/۵۰۴ ± ۰/۰۲	۲۰/۸۴
	مواد آلی (٪) OM	۲/۱۹۶ ±۰/۰۶	۱۵/۵۳		مواد آلی (٪) (OM)	۱/۵۴۳ ±۰ /۰۶	۱۹/۹۰
	ترسیب کربن (CS) ($Kg\ ha^{-1}$)	۳۰/۹۳۴ ±۰/۰۵	۶/۶۲		ترسیب کربن (CS) ($Kg\ ha^{-1}$)	۴۰/۰۰۰ ± ۰/۰۷	۸/۸۵

جدول ۴- تجزیه واریانس مناطق تخریب‌شده و تخریب‌نشده، عمق خاک و تیپولوژی گونه‌های درختی غالب و اثرات متقابل
Table 4. Analysis of variance of managed and non managed areas, depth of soil and typology of dominant tree species and interactions

صفات Characteristics	منبع تغییرات SV	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS	مقدار F F value	سطح معنی‌داری P>F	ضریب تغییرات CV	انحراف معیار خطا (RMSE)
هدایت الکتریکی (EC) ($ds.m^{-1}$)	رویشگاه (Site)	۱	۰/۰۰۱۶	۰/۰۸	۰/۷۸۱۷^{ns}	۱۹/۷۶	۰/۱۴
	تیپ (Type)	۲	۰/۳۴۲۱	۱۶/۴۸	۰/۰۰۰۱***	۱۹/۷۶	۰/۱۴
	رویشگاه × تیپ (S×T)	۲	۰/۰۱۷۶	۰/۸۵	۰/۴۳۴۴^{ns}	۱۹/۷۶	۰/۱۴
	عمق (Depth)	۱	۰/۱۴۰۶	۶/۷۸	۰/۰۱۱۳**	۱۹/۷۶	۰/۱۴
	رویشگاه ×عمق(S×D)	۱	۰/۰۱۶۳	۰/۷۹	۰/۳۸۰۵^{ns}	۱۹/۷۶	۰/۱۴
	تیپ× عمق(D×T)	۲	۰/۰۲۷۵	۱/۳۳	۰/۲۷۶۷^{ns}	۱۹/۷۶	۰/۱۴
چگالی ظاهری (BD) ($gr.cm^{3}$)	رویشگاه (Site)	۱	۰/۰۰۳۱	۰/۴۳	۰/۵۱۶۴^{ns}	۷/۹۷	۰/۰۸
	تیپ (Type)	۲	۰/۰۰۱۷	۰/۲۴	۰/۷۸۶۲^{ns}	۷/۹۷	۰/۰۸
	رویشگاه × تیپ (S×T)	۲	۰/۰۰۱۳	۰/۱۹	۰/۸۳۱۵^{ns}	۷/۹۷	۰/۰۸
	عمق (Depth)	۱	۰/۰۱۴۹	۲/۰۳	۰/۱۶۲۲^{ns}	۷/۹۷	۰/۰۸
	رویشگاه ×عمق(S×D)	۱	۰/۰۰۱۳	۰/۱۸	۰/۶۷۶۶^{ns}	۷/۹۷	۰/۰۸
	تیپ× عمق(D×T)	۲	۰/۰۰۲۰	۰/۲۸	۰/۷۵۷۶^{ns}	۷/۹۷	۰/۰۸
پتاسیم (K) ($mg\ kg^{-1}$)	رویشگاه (Site)	۱	۰/۶۷۶۸	۳/۹۶	۰/۰۵۳۹*	۷/۲۴	۰/۴۱
	تیپ (Type)	۲	۱/۴۴۸۷	۸/۴۵	۰/۰۰۰۹***	۷/۲۴	۰/۴۱
	رویشگاه × تیپ (S×T)	۲	۰/۳۶۱۳	۲/۱۱	۰/۱۳۵۶^{ns}	۷/۲۴	۰/۴۱
	عمق (Depth)	۱	۰/۱۷۴۰	۱/۰۱	۰/۳۲۰۱^{ns}	۷/۲۴	۰/۴۱
	رویشگاه ×عمق(S×D)	۱	۰/۲۷۰۰	۱/۵۷	۰/۲۱۷۲^{ns}	۷/۲۴	۰/۴۱

**: در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار، * در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار، ns معنی‌دار نیست.

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.1.2]

ادامه جدول ۴- تجزیه واریانس مناطق تخریب‌شده و تخریب‌نشده، عمق خاک و تیپولوژی گونه‌های درختی غالب و اثرات متقابل
Continude Table 4. Analysis of variance of managed and non managed areas, depth of soil and typology of dominant tree species and interactions

صفات Characteristics	منبع تغییرات SV	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS	مقدار F F value	سطح معنی‌داری P>F	ضریب تغییرات CV	انحراف معیار خطا (RMSE)
	تیپ× عمق(D×T)	۲	۰/۰۱۹۶	۰/۱۱	۰/۸۹۱۸^{ns}	۷/۲۴	۰/۴۱
	رویشگاه (Site)	۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۵	۰/۸۱۵۸^{ns}	۳/۸۴	۰/۰۷
	تیپ (Type)	۲	۰/۱۰۳۱	۱۹/۷۳	۰/۰۰۰۱**	۳/۸۴	۰/۰۷
اسیدیته (pH)	رویشگاه × تیپ (S×T)	۲	۰/۰۰۱۱	۰/۲۳	۰/۷۹۸۳^{ns}	۳/۸۴	۰/۰۷
	عمق (Depth)	۱	۰/۰۰۷۳	۱/۴۰	۰/۲۴۳۸^{ns}	۳/۸۴	۰/۰۷
فسفر (P) ($mg\ kg^{-1}$)	رویشگاه ×عمق (S×D)	۱	۰/۰۳۲۹	۶/۳۰	۰/۰۱۶۵**	۳/۸۴	۰/۰۷
	تیپ× عمق(D×T)	۲	۰/۰۰۷۹	۱/۴۸	۰/۲۴۰۴^{ns}	۳/۸۴	۰/۰۷
	رویشگاه (Site)	۱	۰/۰۵۰۵	۰/۱۱	۰/۷۴۳۸^{ns}	۳۹/۲۴	۰/۶۸
	تیپ (Type)	۲	۱/۲۱۸۳	۲/۶۱	۰/۰۸۶۸^{ns}	۳۹/۲۴	۰/۶۸
	رویشگاه × تیپ (S×T)	۲	۰/۱۰۸۴	۰/۲۳	۰/۷۹۳۷^{ns}	۳۹/۲۴	۰/۶۸
	عمق (Depth)	۱	۲/۷۳۵۵	۵/۸۶	۰/۰۲۰۳*	۳۹/۲۴	۰/۶۸
نیتروژن (N) (٪)	رویشگاه ×عمق (S×D)	۱	۰/۸۴۳۲	۱/۸۱	۰/۱۸۶۷^{ns}	۳۹/۲۴	۰/۶۸
	تیپ× عمق(D×T)	۲	۰/۱۲۴۸	۰/۲۷	۰/۷۶۶۷^{ns}	۳۹/۲۴	۰/۶۸
	رویشگاه (Site)	۱	۰/۰۰۱۰	۰/۱۱	۰/۷۴۶۷^{ns}	۱۹/۴۳	۰/۰۹
	تیپ (Type)	۲	۰/۰۰۴۷	۰/۴۷	۰/۶۲۶۸^{ns}	۱۹/۴۳	۰/۰۹
	رویشگاه × تیپ (S×T)	۲	۰/۰۰۸۴	۰/۸۵	۰/۴۳۶۸^{ns}	۱۹/۴۳	۰/۰۹
	عمق (Depth)	۱	۰/۰۱۷۴	۱/۷۵	۰/۱۹۳۹^{ns}	۱۹/۴۳	۰/۰۹
مواد آلی (OM) (٪)	رویشگاه ×عمق (S×D)	۱	۰/۰۰۳۸	۰/۳۸	۰/۵۴۰۳^{ns}	۱۹/۴۳	۰/۰۹
	تیپ× عمق(D×T)	۲	۰/۰۲۵۲	۲/۵۳	۰/۰۹۳۲^{ns}	۱۹/۴۳	۰/۰۹
	رویشگاه (Site)	۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰	۰/۹۷۵۴^{ns}	۱۸/۳۷	۰/۳۴
	تیپ (Type)	۲	۰/۱۳۰۵	۱/۱۱	۰/۳۴۱۳^{ns}	۱۸/۳۷	۰/۳۴
	رویشگاه × تیپ (S×T)	۲	۰/۰۰۴۳	۰/۰۴	۰/۹۶۳۷^{ns}	۱۸/۳۷	۰/۳۴
	عمق (Depth)	۱	۳/۹۰۶۴	۳۳/۰۹	۰/۰۰۰۱***	۱۸/۳۷	۰/۳۴
	رویشگاه ×عمق (S×D)	۱	۰/۰۳۰۳	۰/۲۶	۰/۶۱۵۲^{ns}	۱۸/۳۷	۰/۳۴
	تیپ× عمق(D×T)	۲	۰/۰۸۱۴	۰/۶۹	۰/۵۰۷۶^{ns}	۱۸/۳۷	۰/۳۴

** در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار، * در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار، ns معنی‌دار نیست.

و طبق نتایج به‌دست آمده خاک‌های این منطقه جزء خاک‌های غیرشور بودند. در تمام توده‌ها میزان هدایت الکتریکی از لایه‌های سطحی به سمت عمق کاهش می‌یابد، که این کاهش هدایت الکتریکی ممکن است در اثر ترشحات ریشه‌ای و تجزیه بقایای درختان باشد (۱۶) و این موضوع با نتایج این تحقیق مطابقت دارد، به‌طوری که در لایه اول خاک میزان هدایت الکتریکی بیشتر از لایه دوم بوده و بین لایه اول و دوم در میزان هدایت الکتریکی اختلاف معنی‌دار وجود داشت. جرم حجمی ظاهری در دو توده تخریب‌شده و تخریب‌نشده با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشت. چگالی ظاهری شامل ذرات جامد خاک و حفرات بین آن‌ها است (۱۲)، که می‌توان گفت چگالی ظاهری با مواد آلی خاک در ارتباط است یعنی در خاک‌هایی که مقدار ماده آلی آن‌ها کم است چگالی ظاهری آن‌ها زیاد است و بالعکس (۲۰). در این تحقیق جرم حجمی ظاهری در تیپ‌های مختلف جنگلی با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشت و این بدان معناست که مقدار ماده آلی در آن‌ها اختلاف چندانی با یکدیگر نداشته است، همچنین کاهش pH خاک باعث پراکندگی ذرات خاک و افزایش فضاهای خالی و در نتیجه کاهش چگالی ظاهری می‌شود (۱۶). از طرفی اسیدیته خاک عامل مهمی در تغذیه شیمیایی و بیولوژیک گیاه است و بهترین اسیدیته برای اغلب گیاهان حدود شش تا هفت است، زیرا حلالیت و قابلیت جذب اکثر عناصر غذایی در این اسیدیته در حد مطلوب است (۹). اسیدیته در توده تخریب‌شده بیشتر از توده تخریب‌نشده بود که این می‌تواند به دلیل تجزیه سریعتر و مواد موجود در لاشبرگ‌ها در توده تخریب‌شده و بالاتر بودن سن در توده تخریب‌نشده باشد. طبق نتایج بدست آمده از آن‌جایی که مواد آلی در لایه سطحی خاک بیشتر بود باعث کاهش اسیدیته در عمق اول خاک نسبت به عمق دوم شد، همچنین با توجه به اینکه pH در توده تخریب‌نشده کمتر بود جرم حجمی ظاهری در توده تخریب‌نشده نیز اندکی کمتر از توده تخریب‌شده شد. از طرفی یکی از عوامل مؤثر در چگالی ظاهری تراکم خاک است که هرچقدر خاک متراکم‌تر می‌شود، چگالی ظاهری آن بیشتر می‌شود و چون در توده تخریب‌شده میزان رفت و آمد و تراکم خاک بیشتر بود، در نتیجه جرم حجمی ظاهری آن اندکی بیشتر از توده تخریب‌نشده است و در این تحقیق نیز جرم حجمی ظاهری در لایه اول خاک و لایه دوم با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشت، ضمن این‌که در لایه دوم خاک جرم حجمی ظاهری بیشتر بود. هدایت الکتریکی در توده تخریب‌شده بیشتر از توده تخریب‌نشده بود، و طبق نتایج به‌دست آمده خاک‌های این منطقه جزء خاک‌های غیرشور بودند. در واقع مدیریت جنگل می‌تواند به طور واضح میزان مقادیر جداسازی کربن جنگل را بهبود بخشد، همچنین مدیریت جنگل یک راه مؤثر برای حفظ و تقویت نرخ جذب

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.1.2]

کربن به منظور مقابله با تغییرات اقلیمی و ارائه خدمات بوم‌سامانه است (۱۴). میزان ذخیره کربن در توده تخریب‌نشده بیشتر از توده تخریب‌شده بود که با اصل فوق مغایرت داشت، در واقع می‌توان یکی از دلایل این نتیجه را به میزان حجم درختان در هکتار اطلاق کرد. چراکه میزان حجم در هکتار در توده تخریب‌نشده ۲۹۷ متر مکعب و تعداد درختان در هکتار ۲۵۷ اصله بوده است در حالی‌که میزان حجم در هکتار در توده تخریب‌شده ۲۸۵ مترمکعب و تعداد درختان در هکتار ۱۸۷ اصله بود. تأثیر حجم در هکتار جنگل رابطه مستقیم با میزان بیوماس جنگل داشته و در نتیجه به افزایش ذخیره کربن خاک کمک می‌کند (۱۹) که نتایج این تحقیق با این اصل مطابقت داشته است. همچنین رنجل و همکاران (۲۸) در تحقیقی که بر روی میزان ذخیره کربن در خاک و گیاه در منطقه تگزاس انجام دادند دریافتند که میزان ذخیره کربن در عمق (۱۰-۰) سانتی‌متر بیشتر از عمق (۲۰-۱۰) سانتی‌متر بود که با نتایج این تحقیق مغایرت دارد و دلیل آن را نیز به علت بارندگی کم و کاهش فعالیت میکروبی دانستند و معتقدند که کربن خاک به شدت تحت تاثیر میزان رطوبت و بارندگی است (۲۸). برخلاف ورامش و همکاران (۳۲) در تحقیقی که در جنگل‌های زاگرس شمالی گزارش کردند، مقدار ذخیره کربن در تمام کاربری‌ها (بکر، حفاظتی، تخریب شده وغیره) در عمق دوم (۵۰-۱۵ سانتی‌متر) بیشتر از عمق اول (۱۵-۰ سانتی‌متر) بوده است (۳۲) که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد و میزان ذخیره کربن در عمق دوم (۲۰-۱۰) بیشتر از عمق اول (۱۰-۰) بوده است که می‌توان آن را به دلیل کمبود رطوبت در سطح خاک و آبشویی بیشتر مواد آلی از لایه‌های بالاتر و افزایش آن در لایه دوم خاک دانست. به طور کلی برای مدیریت پایدار جنگل‌ها باید به بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی درختان و خصوصیات خاک در جنگل‌کاری‌های خالص و آمیخته پرداخت. همان‌طور که در این مطالعه به بررسی برخی از مشخصه‌های خاک پرداخته شد، نتایج نشان داد میزان ذخیره کربن در توده تخریب‌نشده بیشتر از توده تخریب‌شده بود چراکه میزان حجم درختان در هکتار در توده تخریب‌نشده بیشتر از توده تخریب‌شده بود که یکی از علل اصلی افزایش میزان ذخیره کربن افزایش میزان بیوماس در خاک بوده است، بنابراین با توجه به نتایج حاصل پیشنهاد می‌شود در مناطقی که توده‌ها دچار تخریب شده و گونه‌های درختی حذف شدند تنظیم اختلاط گونه‌های درختی به صورتی که توده‌های تخریب‌شده به سمت حالت اولیه خود میل کرده و بتواند آینده محصولات چوبی خوبی تولید کند و با توجه به نقش این پوشش‌های درختی بر میزان بیوماس و ذخیره کربن خاک جنگل‌کاری با گونه‌های ممرز که یک گونه تعدیل‌کننده در تجزیه عناصر و ترسیب کربن در خاک می‌باشد، صورت بگیرد.

منابع

1. Assefa, D., B. Rewald, H. Sanden, C. Rosinger, A. Abiyu, B.L. Yitaferu and D. Godbold. 2017. Deforestation and land use strongly effect soil organic carbon and nitrogen stock in Northwest Ethiopia. Catena, 153: 89-99.
2. Ardakani, M. 2005. Ecology. Tehran University Press, 340 pp (In Persian).
3. Arab, A., M. Hosseini and E. Jalali. 2005. Effect of maple, acacia, American poplar and sagebrush species on some soil physical and chemical properties in eastern Haraz forestry. Journal of Soil and Water Sciences, 19(1): 96-106 (In Persian).
4. Arunachalam, A. and K. Arunachalam. 2000. Influence of gap size and soil properties on microbial biomass in a subtropical humid forest of north- east India. Plant and Soil, 223(1): 185-193.
5. Binkley, D. 1986. Forest nutrition management. U. S. A: A Wiley- Inter Science Publication, 290 pp.
6. Elíades, L.A., M.N. Cabello, V. Pancotto, A. Moretto, N.A. Ferreri, M.C. Saparrat and M.D. Barrera. 2019. Soil mycobiota under managed and unmanaged forests of Nothofagus pumilio in Tierra del Fuego, Argentina. New Zealand Journal of Forestry Science, 49(7): 45-60.
7. Feruzeh, M., Gh. Heshmati, Gh. Ghadirian and S. H. Mesbah. 2008. Comparison of Carbon Sequestration Capacity of Three Species of Sunflower, Black Guinea and Plain Artemisia in Dry Rangelands of Iran (Case Study: Gerbeygan Fasa Plain) Journal of Ecology, 34 (46): 65-72 (In Persian).
8. Haya, T., P. Franzese, A. Paletto and B.D. Fath. 2015. Assessing, valuing, and mapping ecosystem services in Alpine forests. Ecosystem Services, 14(1): 12-23.
9. Heydari, M.P. and A.S. Mahdavi. 2014. Ecological evaluation of watershed projects based on vegetation composition and soil physical and chemical properties. Journal of Zagros Forests Research. 1(1): 93-108 (In Persian).
10. Hernandez, R., P. koohafkan and J. Antoine. 2004. Assessing Carbon Stocks and modeling win-win Scenarios of carbon sequestration through land-use change,166 pp.
11. Javadi Tabalvendani, M.R., Gh.R. Zehtabiyan, H. Ahmadi, Sh. Ayoubi, M. Jafari and M. Alizadeh. 2011. The role of different land use on the soil carbon sequestration (Case study: Numeh Roud Watershed, Nour province). Natural Ecosystems of Iran, 1(2): 146-154 (In Persian).
12. Jafari, M. and F. Sarmadian. 2003. Soil Basics and Soil Classification. Tehran Univ. Press, 788 p (In Persian).
13. Kerr, A. 2001. Carbon Sequestration. Department of Forest Ecology, USA, 300 pp.

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.1.2]

14. Khaledian, Y., F. Kiani, S. Ebrahimi and A. Movahedi Naeini. 2011. Impact of forest degradation, changing land use and building villas on some indicators of soil quality in the watershed, Golestan province, Journal of Soil and Water Conservation, 18: 167-184 (In Persian).
15. Liu, Y., P. Lei, W. Xiang, W. Yan. and X. Chen. 2017. Accumulation of soil organic C and N in planted forests by tree species mixture. Biogeosciences, 14: 3937-3945.
16. Mishra, A. and D. Shamra. 2003. Leguminous tree for the restoration of degraded sodic wasteland in eastern Uttar Pradesh, INDIA. Land Degraded and Development, 14: 245-261.
17. Mossadegh, A. 2005. Geography of the forests of the world. Tehran Univ. Press,, 418 pp (In Persian).
18. Majd Taheri, H. and A. Jalili. 1995. Comparative Study of the Effects of Forestry with *Pine Eldarica* and *Acacia* on Some Physical and Chemical Properties of Soil and Subterranean Vegetation (Study Area: Chitgar Forest Park). Journal of Research and Construction, 32(9): 6-15.
19. Mahmoudi Taleghani, A., Gh. Zahedi Amiri, H. Adeli and Kh. Sagheb Talebi. 2007. Estimation of soil carbon sequestration in managed forests (Case study of Golband Forest in Northern Iran), Journal Iranian Forest and Poplar Research, 15(3): 241-252 (In Persian).
20. Mahmoudi, C. Gh. Zahedi Amiri, A. Adeli and R Rahmani. 2005. Identification of plant ecological groups and their relation to soil characteristics in the plain forest of Chalous, Natural Resources of Iran, 58(2): 351-362 (In Persian).
21. Moradi, S., K. Nabiollahi and S.M.T. Hossaini. 2018. Assessing the effect of forest degradation in different slope positions on soil quality and evolution in the west of Kurdistan Province, Journal of Water and Soil Conservation, 25(2): 131-149.
22. Niknahad Gharmakher, H. and M. Maramaei. 2011. Effects of land use changes on soil properties (Case Study: the Kechik catchment). J. of Soil Management and Sustainable Production, 1(2): 81-96 (In Persian).
23. Nijnik, M., G. Pajot, A.J. Moffat and B. Slee. 2013. An economic analysis of the establishment of forest plantations in the United Kingdom to mitigate climatic change. Forest Policy and Economics, 26: 34-42.
24. Pilehvar, B., H. Jafari and Z. Mirazadi. 2016. Soil carbon sequestration compression in plantations with different species in Makhmalkooh forest park. khoramabad-Lorestan , Journal of Plant Research, 29(4): 717-727 (In Persian).
25. Ricardo, R.P, B.O. Andres, L.S. Eduardo, B. Felipe and D. Miren. 2017. Forest management and carbon sequestration in the Mediterranean region: A review. Forest Systems, 26(2): 2178-2235.
26. Rahimi, N. 2005. Climate change and its environmental impacts. Akhavan Press, Tehran, 304 pp (In Persian).
27. Rafiee Jahed, R.S., M. Hosseini and Y. Koch. 2016. Influence of Upper Lights on Soil Characteristics in Man-made and Natural Forest Ecosystems. Journal of Wood and Forest Science and Technology Research, Gorgan, 23(4): 1-24.
28. Rangel, L., V. Kapoor, J. Hutchinson and S. Dessouky. 2019 . Carboon Sequestration of Soil and Plants along IH-35 in Bexar Country, Texas. In Matec Web of Conferences. EDP Sciences, 271.
29. Seiyghalani, Sh. H. Ramazanpour and A. khne. 2015. The effect of white plum, cormorant alder and dartalab on some soil chemical properties in Astaneh Ashrafieh forest lands, Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences), 29(2): 234-241.
30. Salehi, A., M. Zarinkafsh, Gh. Zahedi Amiri and M.R. Marvi Mohajer. 2005. Investigation of changes in soil physical and chemical properties in relation to tree ecological groups in Kheyroudkenar forest view series. Journal of Natural Resources, 58(3): 567-578 (In Persian).
31. Saiedifar, Z. and H.R. Asgari. 2015. Effects of soil compaction on soil carbon and nitrogen sequestration and some physico-chemical features (Case study: North of Aqhghala). Ecopersia, 29(6): 1553-1566 (In Persian).
32. Varamesh, S., S.M. Hosseini, N. Abedi and M. Akbarinia. 2011. Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil, Iranian Journal of Forest, 2: 25-35 (In Persian).
33. Yang, Sh., D. Sheng, J. Adamowaki, Y. Gong, J. Zhang and J. Cao. 2018. Effect of land use change on soil carbon storage over the last 40 years in the soil Yang river basin. China. Land, 7(11): 9 pp.
34. Zarrinkafsh, M. 2002. Forest Soil, soil and plant interactions in relation to environmental factors in forest ecosystems. Research Institute of Forests and Rangelands press, 361 pp (In Persian).
35. Zribi, L., H. Chaar, A. Khaldi, B. Hanchi, F. Mouillot and F. Gharbi. 2016. Estimate of biomass and carbon pools undisturbed *oak* forests in Tunisia. Forest Systems, 25(2): 12 pp.

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2024-07-16]
[DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.1.2]

Imapact of Degraded (Exploited) and Undegraded (Un Exploited) Forest Tree Stands on Soil Characteristics and Carbon Storage

Hamid Jalilvand[1] and Khadijeh Asghari[2]

1- Professor, Department of Forest Science and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources,Sari, Mazandaran, Iran (Corresponding author: h.jalilvand@sanru.ac.ir)
2- M.Sc. Student, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Mazandaran, Iran
Received: April 23, 2020 Accepted: November 8, 2020

Abstract

Severe deforestation in the forests of northern Iran has caused soil degradation and erosion, reduced carbon storage and altered the natural state of forest stands. Therefore, this study aims to investigate the effect of tree species fusion on physical and chemical properties and soil carbon storage in two degraded and un degraded stands, three different forest types and two soil depths in Aliabad forestry plan Done. In this study, ten specimens in the degraded massif and 15 specimens in the undamaged massif were selected for sampling according to the typology of the dominant tree species. Soil samples were collected by mixed method at two shallow depths and physical and chemical factors of soil (bulk density, moisture content, acidity, nitrogen, potassium, calcium, magnesium and organic carbon) were measured and analyzed for variable Soil-related SAS statistical software was used. According to the results of the types in terms of potassium, acidity and electrical conductivity in the two masses are significantly different from each other ($P < 0.01$) two soil depths in terms of organic matter and electrical conductivity were significantly different ($P < 0.01$). Also, two habitats in terms of potassium content and interaction (habitat × soil depth) also showed a significant difference in terms of acidity ($P < 0.05$). In addition, according to the results, the amount of storage Carbon in undegraded mass (30/97 kg / ha) was more than degraded mass (29/95 kg / ha) and in two depths, 10-20 had the highest amount of carbon sequestration compared to 0-10, on the other hand, comparison The average carbon storage in the three forest types also showed that the hornbeam type has the highest amount of carbon storage compared to the oak-hornbeam and hornbeam-maple types, and it seems that the hornbeam species is a moderator in element decomposition and sedimentation Carbon is in the soil.

Keywords: Carbon sequestration, *Carpinus betulus*, Forest, Physical and chemical properties, Soil depth

[Downloaded from drnl.sanru.ac.ir on 2024-07-16]

[DOR: 20.1001.1.27174425.1399.1.2.1.2]