

تأثیر مدیریت مبتنی بر حفاظت بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک جنگل‌های ارسباران

سمیرا ساسانی فر^۱، احمد علیجانپور^{۲*}، عباس بانج شفیعی^۳، جواد اسحاقی راد^۳ و مرتضی مولایی^۴

۱- دانشجوی دکتری، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران

۲* - نویسنده مسئول، دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران. بست الکترونیک: a.alijanpour@urmia.ac.ir

۳- دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران

۴- دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۵

چکیده

بررسی ویژگی‌های خاک یکی از راه‌های ارزیابی مدیریت اعمال‌شده بر رویشگاه‌های جنگلی است. در پژوهش پیش‌رو به بررسی اثر مدیریت مبتنی بر حفاظت بر ویژگی‌های خاک رویشگاه‌های جنگلی منطقه ارسباران پرداخته شد. ابتدا منطقه حفاظت‌شده و غیرحفاظتی (دیزمار) ارسباران به دو طبقه ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر و ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا تقسیم شد و در هر منطقه ۲۲ نمونه خاک (در هر طبقه ارتفاعی ۱۱ نمونه خاک) و در مجموع ۴۴ نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری دامنه‌های شمالی این جنگل‌ها برداشت شد. آزمون تجزیه واریانس دوطرفه برای بررسی اثرات تیمار مدیریت حفاظتی ۴۵ ساله و عامل ارتفاع از سطح دریا بر ویژگی‌های خاک انجام شد. نتایج نشان داد که مدیریت حفاظتی بر اسیدیته (۶/۵)، هدایت الکتریکی (۱/۴۵ ds/m)، رطوبت گل اشباع (۷۷/۵ درصد)، کربن آلی (۸/۳۱ درصد)، رس (۳۱/۷۷ درصد)، شن (۴۰ درصد)، نیتروژن کل (۰/۸۴ درصد)، پتاسیم قابل جذب (۲۴۷۵/۸۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) و محتوای رطوبتی خاک (۱۷/۴۲ درصد) اثر معنی‌دار داشت و میانگین تمامی این شاخص‌ها به‌جز شن در منطقه حفاظت‌شده بیشتر از منطقه غیرحفاظتی بود. همچنین، نتایج نشان داد که عامل ارتفاع از سطح دریا بر وزن مخصوص ظاهری و محتوای رطوبتی خاک تأثیر معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که میانگین وزن مخصوص ظاهری در طبقه ارتفاعی پایین (۱/۰۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و میانگین محتوای رطوبتی خاک در طبقه ارتفاعی بالا (۱۷/۹۲ درصد) بیشتر بود. نتایج این پژوهش مؤید تأثیر قابل توجه رویکرد مدیریت حفاظتی بر شاخص‌های کیفیت خاک رویشگاه‌های جنگلی بخش حفاظت‌شده منطقه ارسباران بود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع از سطح دریا، تجزیه واریانس دوطرفه، کیفیت خاک، منطقه حفاظت‌شده، وزن مخصوص ظاهری.

مقدمه

است (Rezaei et al., 2016). اگرچه ویژگی‌ها و عناصر غذایی خاک بسته به مکان و زمان تغییر می‌کنند، با این حال بیشتر ویژگی‌های خاک تحت تأثیر عامل‌هایی مانند سنگ مادر، گیاهان، انسان، حیوانات، میکروارگانیسم‌ها، اقلیم و

خاک یکی از اجزاء بسیار مهم اکوسیستم‌های جنگلی بوده و مطالعه تأثیرپذیری ویژگی‌های مختلف خاک‌های جنگلی از رویکردهای مختلف مدیریتی مرتبط با جنگل، امری ضروری

منطقه انجام شده است (Rezaei et al., 2016). بررسی اثرات مدیریت مبتنی بر حفاظت بر تنوع گونه‌ای گیاهان چوبی جنگل‌های ارسباران نشان داده است که شاخص‌های غنا، یکنواختی و تنوع گونه‌ای در توده‌های جنگلی منطقه حفاظت‌شده در مقایسه با منطقه غیرحفاظتی اختلاف معنی‌داری داشتند (Alijanpour et al., 2009). در مطالعه‌ای دیگر، Moradi Dirmandrik و همکاران (۲۰۱۵) در بخش حفاظت‌شده جنگل‌های ارسباران در طول یک گرادیان ارتفاعی، چهار تیپ ممرز- بلوط سفید (۱۱۰۰ تا ۱۴۰۰ متر از سطح دریا)، ممرز- بلوط سفید- کرب- ون (۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا)، ممرز- بلوط سفید- کرب (۱۵۰۰ تا ۱۶۵۰ متر از سطح دریا) و ممرز- اوری (۱۶۵۰ تا ۱۷۲۵ متر از سطح دریا) را شناسایی کردند. در رابطه با مطالعات خاک این جنگل‌ها، Rezaei و همکاران (۲۰۱۶) با انتخاب ۳۰ خاک‌رخ در ترازهای مختلف ارتفاعی در منطقه کلیبرچای ارسباران، تشکیل و تکامل خاک‌های منطقه را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که چهار رده خاک انتی‌سول، اینسپتی‌سول، مالی‌سول و آلفی‌سول در منطقه وجود دارد. همچنین، ذکر کردند که ارتفاع از سطح دریا فاکتور اصلی تشکیل خاک‌ها نبوده، ولی اصلی‌ترین فاکتور مؤثر بر تکامل خاک‌ها در این منطقه است. Eskandari Shahraki و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی تأثیر کاربری‌های مختلف اراضی بر ترسیب کربن خاک با بررسی اثر شش نوع کاربری اراضی جنگل قرق‌شده، جنگل طبیعی، جنگل تخریب‌شده، باغ، مرتع و کشاورزی نتیجه گرفتند که جنگل قرق‌شده بیشترین ترسیب کربن و جنگل تخریب‌شده کمترین اندوخته کربن را دارا بود. در پژوهشی دیگر در منطقه جنگلی پردانان پیرانشهر، با بررسی اثرات تغییر کاربری بر برخی ویژگی‌های حاصلخیزی خاک، مشخص شد که تغییر کاربری جنگل به اراضی زراعی به دلیل کاهش ورودی کربن آلی و انجام عملیات خاک‌ورزی مختلف می‌تواند در درازمدت باعث کاهش کیفیت و ماده آلی خاک شود (Rasouli-Sadaghiani et al., 2015). همچنین، Salehi و همکاران (۲۰۱۱) ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک جنگل‌های کمتر تخریب‌یافته و تخریب‌یافته زاگرس را

شرایط توپوگرافی قرار گرفته و دچار تغییر می‌شوند. به نظر می‌رسد پوشش گیاهی و ترکیب گونه‌ها نیز به دلیل تغییر در زی‌توده (بقایای مواد، زی‌توده هوایی و زیرزمینی) بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اثرگذار است (Lal, 2004). پژوهشگران بیان کرده‌اند که درختان در اکوسیستم‌های جنگلی به واسطه ایجاد فرایندهای بیوژئوشیمیایی، خاک‌های حاصلخیزتری را در زیر تاج‌پوشش خود نسبت به فضای باز ایجاد می‌کنند (Camping et al., 2002). از سوی دیگر، تغییر در پوشش گیاهی تحت تأثیر روش‌های مختلف مدیریتی ممکن است باعث به وجود آمدن تغییرات درازمدت در شرایط خاک شود، به طوری که حتی پس از گذشت مدت زمان طولانی، خاک به شرایط اولیه خود برنگردد (Khanmirzaeifard & Sameni, 2005). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که شدت تغییر ویژگی‌های خاک‌های جنگلی به نوع مدیریت جنگل نیز بستگی دارد (Zhang et al., 2007) و اجرای شیوه‌های مختلف مدیریت در جنگل، اثرات متعددی بر بوم‌سازگان جنگل به‌ویژه خاک دارد. بنابراین، مطالعه اثر کاربری و مدیریت‌های مختلف اکوسیستم‌های طبیعی بر نحوه تغییر ویژگی‌های خاک با استفاده از ارزیابی شاخص‌های کیفی خاک، امری اجتناب‌ناپذیر است (Puladi et al., 2013).

جنگل‌های ارسباران واقع در شمال غرب ایران، به دلیل دارا بودن ویژگی‌های مختلف اکولوژیکی و مشخصه‌های متمایزی همچون پناه‌گاه حیات‌وحش، ویژگی‌های بکر و گردشگرپسند و گونه‌های چندمنظوره (مانند سماق، زغال‌اخته، قره‌قات و بنه)، عناوین منطقه حفاظت‌شده و پارک ملی را به خود اختصاص داده است. از نظر پوشش گیاهی، ۱۳۳۴ گونه گیاهی که به ۴۹۳ جنس و ۹۷ تیره تعلق دارند، در این منطقه وجود دارد (Birang et al., 1995). با توجه به وسعت ایران و نیمه‌خشک بودن بخش وسیعی از آن، بدیهی است سطح محدود جنگل‌های موجود تأثیر مهمی در تمام زمینه‌ها اعم از کشاورزی، صنعت و محیط زیست دارد. در همین راستا، رویشگاه جنگلی ارسباران با وجود ثبت جهانی به‌عنوان ذخیره‌گاه بیوسفر کمتر مورد توجه قرار گرفته و مطالعات موجود نیز بیشتر در رابطه با پوشش گیاهی این

مواد و روش‌ها

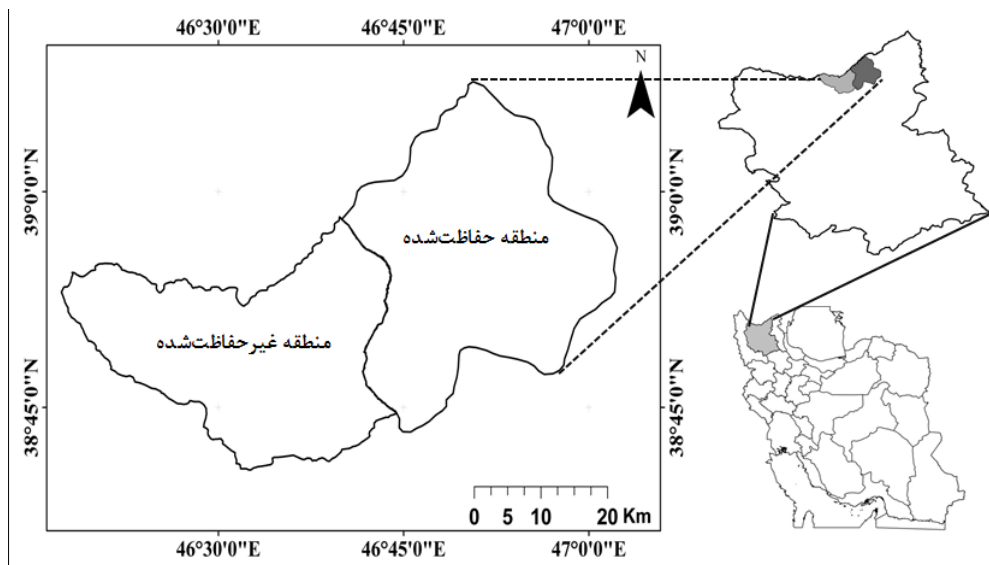
منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در دو منطقه حفاظت‌شده و غیرحفاظتی در جنگل‌های ارسباران انجام شد. مساحت کل جنگل‌های ارسباران بیشتر از ۱۶۴۰۰۰ هکتار است که ۵۶ درصد آن (حدود ۷۲۴۰۰ هکتار) از سال ۱۳۵۰ تحت مدیریت مبتنی بر حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست کشور قرار گرفته است (Javanshir, 2000) و مابقی این جنگل‌ها غیرحفاظتی بوده و زیر نظر اداره کل منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی مدیریت می‌شود. میانگین بارندگی در این جنگل‌ها حدود ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر گزارش شده (Alijanpour et al., 2009) و بخش‌های جنگلی به‌طور عمده در دامنه‌های شمالی گسترش دارند. منطقه ارسباران از نظر زمین‌شناسی متعلق به دوران سوم است و قسمت عمده سنگ‌شناسی منطقه را واحدهای آهکی و آذرین تشکیل می‌دهد. خاک منطقه در نقاط جنگلی اغلب از نوع خاک قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای آهکی است. این خاک‌ها بیشتر بر روی سنگ مادر آهکی سخت، مارن و ماسه‌سنگ واقع شده‌اند (Anonymous, 1995). کوهستانی بودن، شیب به‌نسبت زیاد، وجود درختان اندمیک، تغییرات شدید آمیختگی و ساختار در ارتفاع از سطح دریا و فیزیوگرافی مختلف از مهم‌ترین ویژگی‌های این جنگل‌ها است (Amirghasemi et al., 2001). در این جنگل‌ها گونه‌های ممرز، بلوط سیاه، بلوط سفید، کرب، کیکم و گیلاس وحشی به‌عنوان گونه‌های اصلی و گونه‌های ملج، ون، گوشوارک، زغال‌اخته، ال، گلایی وحشی، آردوج، سرخدار و پسته وحشی به‌عنوان گونه‌های همراه انتشار دارند. بخش حفاظت‌شده این جنگل‌ها بین طول جغرافیایی $46^{\circ}42'40''$ تا $47^{\circ}42'25''$ شرقی و عرض جغرافیایی $38^{\circ}47'24''$ تا $39^{\circ}43'36''$ شمالی گسترش دارد. بخش غیرحفاظتی نیز بین طول جغرافیایی $46^{\circ}22'17''$ تا $46^{\circ}43'44''$ شرقی و عرض جغرافیایی $38^{\circ}39'44''$ تا $38^{\circ}53'4''$ شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).

میانگین برخی مشخصه‌های توده‌های جنگلی بخش حفاظت‌شده و غیرحفاظتی در جدول ۱ ارائه شده است (Alijanpour et al., 2014).

بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که تمام ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بین دو منطقه تفاوت معنی‌داری داشته و شرایط خاک در منطقه کمتر تخریب‌یافته بهتر بود. در مطالعه‌ای در جنگل‌های مدیریت‌شده با شرایط مختلف (بهره‌برداری شده، تنک‌شده، کوددهی شده، آمیخته و جنگل کنترل‌شده در مقابل بلایای طبیعی) در اروپا نتیجه‌گیری شد که مدیریت‌های مختلف و تغییر در شدت اعمال یک نوع رویکرد مدیریتی خاص، بر ذخیره کربن تأثیر معنی‌داری می‌گذارد (Jandl et al., 2007).

در جنگل‌های ارسباران، وجود فعالیت‌های زغال‌گیری، برداشت چوب توسط مردم محلی و تبدیل اراضی جنگلی به زمین‌های کشاورزی، زمینه حفاظتی‌شدن منطقه را از سال ۱۳۵۰ فراهم کرد. حفاظت از این جنگل‌ها فقط به دلیل کنترل امور ذکر شده و جلوگیری از تخریب جنگل انجام شد. از آنجایی‌که موارد یاد شده به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر پوشش علفی و چوبی و در نتیجه خاک جنگل تأثیرگذار است، انتظار می‌رود در راستای مدیریت حفاظتی مناسب، وضعیت پوشش گیاهی و پیرو آن وضعیت شاخص‌های کیفی خاک بخش حفاظت‌شده در شرایط مناسب‌تری از بخش غیرحفاظتی باشد. همچنین، با توجه به اینکه در این جنگل‌ها تاکنون در رابطه با بررسی اثرات مدیریت حفاظتی بر ویژگی‌های خاک، مطالعه‌ای انجام نشده است، این پژوهش سعی دارد اثرات ۴۵ سال مدیریت مبتنی بر حفاظت را بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک این منطقه بررسی و با منطقه مجاور که تحت مدیریت حفاظتی نیست، مقایسه کند. به دلیل تأثیر تغییرات ارتفاع از سطح دریا بر خصوصیات خاک (Rezaei et al., 2016) و همچنین برای بررسی چگونگی تأثیر تغییرات ارتفاع از سطح دریا بر عملکرد مدیریت حفاظتی، این عامل نیز در پژوهش پیش‌رو در نظر گرفته شد. نتایج این پژوهش می‌تواند در شناخت دقیق تغییرات خاک تحت حفاظت و اثر ارتفاع از سطح دریا بر آن و نیز تصمیم‌گیری‌های مدیریتی مفید باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان آذربایجان شرقی

جدل ۱- میانگین مشخصه‌های کمی توده‌های جنگلی در دو بخش حفاظت شده و غیرحفاظتی جنگل‌های ارسباران

منطقه	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	تراکم (تعداد در هکتار)	ارتفاع (متر)	سطح تاج تک‌درخت (متر مربع)
حفاظت شده	۱۲/۵۸	۲۰۴۳/۴۳	۱۴/۱۴	۱۱/۰۹
غیرحفاظتی	۱۱/۷۱	۲۳۲۳/۲۳	۱۳/۳۹	۱۰/۴۳

روش پژوهش

پیشتر انجام شده بود (Alijanpour et al., 2009). به روش منظم- تصادفی شبکه نمونه‌برداری به ابعاد ۳۰۰ × ۱۵۰ متر برای کل منطقه طراحی و ۱۳۲ قطعه نمونه پیاده شد. سپس، از هر سه قطعه نمونه به طور تصادفی یک قطعه نمونه به مساحت ۳۰۰ متر مربع برای برداشت نمونه خاک انتخاب شد (در هر طبقه ارتفاعی ۱۱ نمونه و در هر منطقه ۲۲ نمونه، در مجموع ۴۴ نمونه). در قطعه نمونه انتخابی، چهار نمونه خاک از چهار گوشه قطعه نمونه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری برداشت (Heidari Safari Kouchi et al., 2016) و پس از ترکیب، یک نمونه دو کیلوگرمی تهیه شد. همچنین، از مرکز قطعه نمونه‌های انتخابی برای اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک، یک نمونه خاک به وسیله سیلندر فلزی با حجم مشخص و قطر ۴/۴ سانتی‌متر برداشت شد. پس از انتقال نمونه‌های خاک و سیلندر به آزمایشگاه،

علاوه بر تیمار مدیریت، برای بررسی تأثیر عامل ارتفاع از سطح دریا بر ویژگی‌های خاک، با توجه به شرایط منطقه جنگلی ارسباران و محدوده رویش جنگل، مناطق مورد مطالعه حفاظت شده و غیرحفاظتی به دو طبقه ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر و ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا تقسیم شده (Moradi Dirmandrik et al., 2015) و در هر منطقه، توده‌های جنگلی در دامنه‌های شمالی انتخاب شدند. برای انجام این فرایند، نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM) برای مناطق مورد مطالعه استخراج و طبقه‌بندی ارتفاع بر روی آن انجام شد و به محیط Google Earth انتقال داده شد. پس از جنگل‌گردشی مقدماتی، موقعیت توده‌های جنگلی برای آماربرداری در هر دو منطقه حفاظت شده و غیرحفاظتی بر روی نقشه طبقه‌بندی ارتفاع مشخص شدند. با توجه به پژوهشی که

اصلی (PCA) استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در محیط نرم‌افزار SPSS 21 انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری مربوط به تجزیه واریانس دوطرفه ویژگی‌های مختلف خاک در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اثرات اصلی تیمار مدیریت بر ویژگی‌های اسیدیته، هدایت الکتریکی، کربن آلی، درصد رس، نیتروژن کل و پتاسیم قابل جذب و محتوای رطوبتی خاک در سطح اطمینان ۹۹ درصد و بر شاخص‌های رطوبت گل اشباع و درصد شن در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود. اثرات اصلی فاکتور طبقه ارتفاعی بر وزن مخصوص ظاهری در سطح اطمینان ۹۵ درصد و بر محتوای رطوبتی خاک در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود. همچنین، اثرات متقابل نیز بر ویژگی آهک در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود.

نتایج مقایسه میانگین پارامترها مربوط به اثرات اصلی مدیریت و طبقه ارتفاعی (جدول ۳) نشان داد که میانگین ویژگی‌های اسیدیته، هدایت الکتریکی، رطوبت گل اشباع، کربن آلی، درصد رس، نیتروژن کل، پتاسیم قابل جذب و محتوای رطوبتی خاک در بخش حفاظت‌شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از بخش غیرحفاظتی بوده و میانگین درصد شن در بخش غیرحفاظتی بیشتر از بخش حفاظت‌شده بود. نتایج همچنین بیانگر آن بود که در جنگل‌های ارسباران میانگین وزن مخصوص ظاهری در طبقه ارتفاعی پایین بیشتر از طبقه ارتفاعی بالا و میانگین محتوای رطوبتی خاک در طبقه ارتفاعی بالا بیشتر از طبقه ارتفاعی پایین بود.

مشخصه‌های اسیدیته خاک با استفاده از روش توماس (Thomas, 1996)، هدایت الکتریکی خاک با استفاده از روش روآدس (Rhoades, 1996)، رطوبت گل اشباع با استفاده از روش وزنی (Jafari Haghghi, 2003)، کربن آلی با استفاده از روش والکی-بلاک (Jafari Haghghi, 2003)، درصد آهک با استفاده از روش تیتراسیون (Loeppert & Suarez, 1996)، رس، سیلت و شن با استفاده از روش هیدرومتری بایوکوس (Jafari Haghghi, 2003)، نیتروژن کل با استفاده از روش کج‌دال (Bremner & Mulvaney, 1982)، فسفر کل با استفاده از روش اولسون (Moreno *et al.*, 2007)، پتاسیم قابل جذب با استفاده از روش عصاره گل اشباع (Jafari Haghghi, 2003)، وزن مخصوص ظاهری با روش سیلندر و درصد سنگریزه و محتوای رطوبتی خاک با استفاده از روش وزنی (Jafari Haghghi, 2003) اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده، فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-سمیرنوف تأیید و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لیون بررسی شد. از آزمون تجزیه واریانس دوطرفه با طرح آماری فاکتوریل با دو فاکتور شامل (۱) مدیریت در دو سطح (حفاظت‌شده و غیرحفاظتی) و (۲) طبقه ارتفاعی در دو سطح (طبقه ارتفاعی پایین، ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ و طبقه ارتفاعی بالا، ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا) و در مجموع چهار تیمار استفاده شد. مقایسات میانگین‌های اثرات اصلی مدیریت و طبقه ارتفاعی با استفاده از آزمون *t* مستقل و مقایسه میانگین اثرات متقابل با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. برای بررسی مهم‌ترین ویژگی خاک تغییر یافته بین دو منطقه حفاظت‌شده و غیرحفاظتی در اثر مدیریت مبتنی بر حفاظت از تجزیه به مؤلفه‌های

جدول ۲- تجزیه واریانس تغییرات ویژگی‌های خاک با توجه به فاکتورهای مدیریت و عامل ارتفاع از سطح دریا

معنی‌داری	F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منبع تغییرات
۰/۰۰**	۳۸/۴۰	۷/۲۹	۷/۲۹	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۷۸ ^{ns}	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۲۹ ^{ns}	۱/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۱	۱	اثرات متقابل
		۰/۱۹	۷/۵۹	۴۰	خطا
۰/۰۰**	۱۱/۱۸	۰/۵۶	۰/۵۶	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۵۸ ^{ns}	۰/۳۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۳۱ ^{ns}	۱/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۵	۱	اثرات متقابل
		۰/۰۵	۲	۴۰	خطا
۰/۰۱*	۷/۱۶	۱۰۱۱/۸۴	۱۰۱۱/۸۴	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۲۶ ^{ns}	۱/۲۷	۱۸۰/۰۲	۱۸۰/۰۲	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۶۴ ^{ns}	۰/۲۲	۳۱/۱۱	۳۱/۱۱	۱	اثرات متقابل
		۱۴۱/۲۰	۵۶۴۸/۱۸	۴۰	خطا
۰/۰۰**	۱۴/۷۶	۷۱/۴۷	۷۱/۴۷	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۰۶ ^{ns}	۳/۵۲	۱۷/۰۳	۱۷/۰۳	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۹۱ ^{ns}	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۱	اثرات متقابل
		۴/۸۴	۱۹۳/۵۸	۴۰	خطا
۰/۲۷ ^{ns}	۱/۲۰	۰/۶۱	۰/۶۱	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۶۴ ^{ns}	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۰۱*	۶/۲۰	۳/۱۶	۳/۱۶	۱	اثرات متقابل
		۰/۵۱	۲۰/۴۱	۴۰	خطا
۰/۰۰**	۱۰/۰۱	۴۱۴/۲۰	۴۱۴/۲۰	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۷۶ ^{ns}	۰/۰۹	۳/۸۴	۳/۸۴	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۶۲ ^{ns}	۰/۲۴	۱۰/۰۲	۱۰/۰۲	۱	اثرات متقابل
		۴۱/۳۷	۱۶۵۵/۰۹	۴۰	خطا
۰/۶۶ ^{ns}	۰/۱۸	۷/۳۶	۷/۳۶	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۴۱ ^{ns}	۰/۶۶	۲۶/۲۷	۲۶/۲۷	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۹۲ ^{ns}	۰/۰۰	۰/۳۶	۰/۳۶	۱	اثرات متقابل
		۳۹/۴۰	۱۵۷۶/۱۸	۴۰	خطا
۰/۰۴*	۴/۲۰	۳۰۵/۸۱	۳۰۵/۸۱	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۷۲ ^{ns}	۰/۱۲	۹/۰۹	۹/۰۹	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۶۷ ^{ns}	۰/۱۸	۱۳/۰۹	۱۳/۰۹	۱	اثرات متقابل

معنی داری	F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منبع تغییرات
		۷۲/۷۵	۲۹۱۰/۱۸	۴۰	خطا
۰/۰۰**	۱۵/۹۵	۰/۷۷	۰/۷۷	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۰۸ ^{ns}	۳/۰۳	۰/۱۴	۰/۱۴	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۷۹ ^{ns}	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۱	اثرات متقابل
		۰/۰۴	۱/۹۳	۴۰	خطا
۰/۴۲ ^{ns}	۰/۶۵	۲۰۲۹۶/۰۲	۲۰۲۹۶/۰۲	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۸۰ ^{ns}	۰/۰۶	۱۸۴۶/۰۲	۱۸۴۶/۰۲	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۲۱ ^{ns}	۱/۵۶	۴۸۳۷۹/۱۱	۴۸۳۷۹/۱۱	۱	اثرات متقابل
		۳۰۸۵۳/۱۴	۱۲۳۴۱۲۵/۸۱	۴۰	خطا
۰/۰۰**	۳۳/۵۸	۱۲۷۷۸۶۱۲/۳۶	۱۲۷۷۸۶۱۲/۳۶	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۷۴ ^{ns}	۰/۱۰	۳۹۶۰۰	۳۹۶۰۰	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۳۳ ^{ns}	۰/۹۷	۳۶۹۱۱۱/۳۶	۳۶۹۱۱۱/۳۶	۱	اثرات متقابل
		۳۸۰۵۲۵/۱۵	۱۵۲۲۱۰۰۶/۱۸	۴۰	خطا
۰/۶۶ ^{ns}	۰/۱۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۰۱*	۶/۴۲	۰/۱۰	۰/۱۰	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۷۶ ^{ns}	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۱	اثرات متقابل
		۰/۰۱	۰/۶۸	۴۰	خطا
۰/۰۵ ^{ns}	۴	۳۹۹/۳۰	۳۹۹/۳۰	۱	اثر اصلی مدیریت
-/۳۷ ^{ns}	۰/۷۹	۷۹/۵۵	۷۹/۵۵	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۵۸ ^{ns}	۰/۲۹	۲۹/۶۱	۲۹/۶۱	۱	اثرات متقابل
		۹۹/۶۱	۳۹۸۴/۶۵	۴۰	خطا
۰/۰۰**	۵/۳۴	۱۵۰/۵۱	۱۵۰/۵۱	۱	اثر اصلی مدیریت
۰/۰۰**	۸/۶۱	۲۴۲/۸۰	۲۴۲/۸۰	۱	اثر اصلی طبقه ارتفاعی
۰/۸۳ ^{ns}	۰/۰۴	۱/۲۸	۱/۲۸	۱	اثرات متقابل
		۲۸/۱۸	۱۱۲۷/۲۹	۴۰	خطا

** معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ ** معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ^{ns} غیر معنی دار

در این راستا با توجه به نتایج برش‌دهی اثرات متقابل (Slicing) (جدول ۴) مشاهده می‌شود که مدیریت مبتنی بر حفاظت تنها در طبقه ارتفاعی بالا موجب افزایش معنی داری مقدار آهک شده بود.

مقایسه نتایج مربوط به ترکیبات سطوح مختلف دو فاکتور مورد بررسی (اثرات متقابل فاکتورهای دوگانه) در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به اینکه در نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس دو طرفه (جدول ۲) تنها اثرات متقابل مربوط به ویژگی آهک معنی دار شده بود،

جدول ۳- مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک مربوط به اثرات اصلی فاکتورهای مدیریت و طبقه ارتفاعی با استفاده از آزمون t مستقل (انحراف معیار \pm میانگین)

ویژگی خاک	حفاظت شده	غیرحفاظتی	معنی داری	طبقه ارتفاعی پایین	طبقه ارتفاعی بالا	معنی داری
اسیدیته	۶/۵۰±۰/۳۰	۵/۶۹±۰/۵۲	۰/۰۰**	۶/۱۱±۰/۴۶	۶/۰۷±۰/۰۷	۰/۸۴ ^{ns}
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۴۵±۰/۲۲	۱/۲۳±۰/۲۲	۰/۰۰**	۱/۳۲±۰/۱۹	۱/۳۶±۰/۲۹	۰/۶۱ ^{ns}
رطوبت گل اشباع (درصد)	۷۷/۵۰±۹/۹۴	۶۷/۹۰±۱۳/۴۲	۰/۰۱*	۷۰/۶۸±۱۱/۷۶	۷۴/۷۲±۱۳/۴۳	۰/۲۹ ^{ns}
کربن آلی (درصد)	۸/۳۱±۲/۳۹	۵/۷۶±۲/۰۷	۰/۰۰**	۶/۴۱±۲/۲۵	۷/۶۶±۲/۷۴	۰/۱۰ ^{ns}
آهک (درصد)	۱/۸۱±۰/۸۲	۱/۵۸±۰/۶۷	۰/۳۰ ^{ns}	۱/۷۵±۰/۷۴	۱/۶۵±۰/۷۷	۰/۶۶ ^{ns}
رس (درصد)	۳۱/۷۷±۵/۹	۲۵/۶۳±۶/۶۸	۰/۰۰**	۲۹/۰۰±۸/۱۸	۲۸/۴۰±۵/۶۷	۰/۷۸ ^{ns}
سیلت (درصد)	۲۸/۲۲±۵/۶۶	۲۹/۰۴±۶/۶۶	۰/۶۶ ^{ns}	۲۷/۸۶±۶/۹۵	۲۹/۴۰±۵/۲۱	۰/۴۰ ^{ns}
شن (درصد)	۴۰/۰۰±۹/۰۱	۴۵/۲۷±۷/۶۴	۰/۰۴*	۴۳/۰۹±۱۰/۰۶	۴۲/۱۸±۷/۲۵	۰/۷۳ ^{ns}
نیتروژن کل (درصد)	۰/۸۴±۰/۲۳	۰/۵۸±۰/۲۰	۰/۰۰**	۰/۶۵±۰/۲۲	۰/۷۷±۰/۲۷	۰/۱۳ ^{ns}
فسفر کل (میلی گرم در کیلوگرم)	۷۴۸/۰۰±۱۹۱/۸	۷۹۰/۹۵±۱۵۶/۱	۰/۴۲ ^{ns}	۷۶۳/۰۰±۱۶۵/۱	۷۷۵/۹۵±۱۸۶/۵	۰/۸۰ ^{ns}
پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)	۲۴۷۵/۸۶±۶۵۷	۱۳۹۸/۰۵±۵۵۹	۰/۰۰**	۱۹۶۶/۹۵±۸۲۱	۱۹۰۶/۹۵±۸۲۳	۰/۸۱ ^{ns}
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	۱/۰۳±۰/۱۳	۱/۰۵±۰/۱۴	۰/۶۷ ^{ns}	۱/۰۹±۰/۱۱	۰/۹۹±۰/۱۴	۰/۰۱*
سنگریزه (درصد)	۴۶/۳۵±۱۰/۴۷	۴۰/۳۳±۹/۲۴	۰/۰۵	۴۲/۰۰±۱۱/۳۹	۴۴/۶۸±۸/۹۷	۰/۳۸ ^{ns}
محتوای رطوبتی خاک (درصد)	۱۷/۴۲±۶/۸۳	۱۳/۷۲±۴/۳۲	۰/۰۳*	۱۳/۲۲±۴/۸۶	۱۷/۹۲±۶/۱۱	۰/۰۰**

طبقه ارتفاعی پایین (۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا)، طبقه ارتفاعی بالا (۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا)؛ ** معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ^{ns} غیر معنی دار

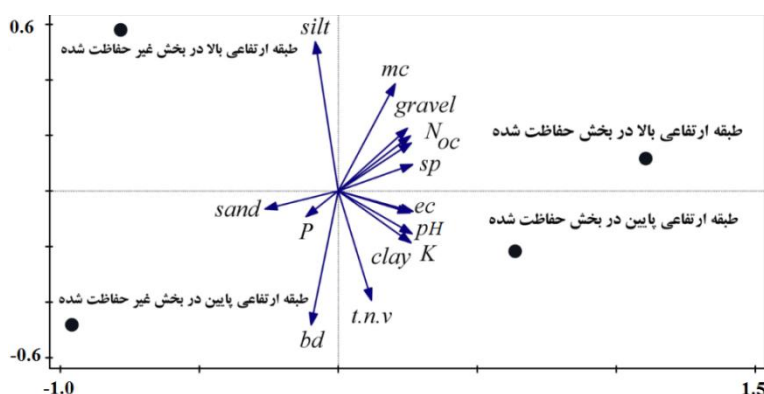
رس و آهک به منطقه حفاظت شده و بردار ویژگی‌های وزن مخصوص ظاهری، فسفر کل، شن و سیلت به منطقه غیرحفاظتی تمایل داشتند. به عبارتی، در صورت هم سو بودن بردارهای ویژگی‌های خاک با هر یک از مناطق رابطه مثبت و برعکس آن رابطه منفی بین آنها وجود داشت.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای بررسی مهم‌ترین ویژگی خاک تغییر یافته بین دو منطقه حفاظت شده و غیرحفاظتی در اثر مدیریت مبتنی بر حفاظت در شکل ۲ ارائه شده است. با توجه به دیاگرام به دست آمده از دو مؤلفه اول مشاهده می‌شود که بردار ویژگی‌های محتوای رطوبتی خاک، سنگریزه، نیتروژن کل، کربن آلی، رطوبت گل اشباع، هدایت الکتریکی، اسیدیته، پتاسیم قابل جذب،

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص‌های خاک در طبقات ارتفاعی دو منطقه حفاظت شده و غیرحفاظتی (انحراف معیار ± میانگین)

ویژگی خاک	طبقه پایین حفاظت شده	طبقه بالا حفاظت شده	طبقه پایین غیرحفاظتی	طبقه بالا غیرحفاظتی
اسیدیتته	۶/۴۵ ± ۰/۲۴ ^a	۶/۵۵ ± ۰/۳۶ ^a	۵/۷۷ ± ۰/۳۸ ^b	۵/۶۰ ± ۰/۶۴ ^b
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۴۰ ± ۰/۱۳ ^{ab}	۱/۵۱ ± ۰/۲۸ ^a	۱/۲۴ ± ۰/۲۱ ^b	۱/۲۱ ± ۰/۲۳ ^b
رطوبت گل اشباع (درصد)	۷۴/۶۳ ± ۱۰/۲۴ ^{ab}	۸۰/۳۶ ± ۹/۲ ^a	۶۶/۷۲ ± ۱۲/۲۹ ^b	۶۹/۰۹ ± ۱۴/۹۸ ^b
کربن آلی (درصد)	۷/۷۲ ± ۲/۱۴ ^{ab}	۸/۸۹ ± ۲/۵۸ ^a	۵/۱۰ ± ۱/۵۰ ^c	۶/۴۲ ± ۲/۴۱ ^{bc}
آهک (درصد)	۱/۶۰ ± ۰/۷۰ ^{ab}	۲/۰۳ ± ۰/۹ ^a	۱/۹۰ ± ۰/۷۸ ^{ab}	۱/۲۶ ± ۰/۳۳ ^b
رس (درصد)	۳۲/۵۴ ± ۶/۸۸ ^a	۳۱/۰۰ ± ۴/۹۶ ^{ab}	۲۵/۴۵ ± ۸/۰۹ ^b	۲۵/۸۱ ± ۵/۳۱ ^b
سیلت (درصد)	۲۷/۵۴ ± ۶/۰۴ ^a	۲۸/۹۰ ± ۵/۴۵ ^a	۲۸/۱۸ ± ۸/۰۵ ^a	۲۹/۹۰ ± ۵/۱۷ ^a
شن (درصد)	۳۹/۹۰ ± ۱۰/۸۷ ^a	۴۰/۰۹ ± ۷/۲۵ ^a	۴۶/۲۷ ± ۸/۵ ^a	۴۴/۲۷ ± ۶/۹۴ ^a
نیترژن کل (درصد)	۰/۷۹ ± ۰/۲۰ ^{ab}	۰/۸۹ ± ۰/۲۶ ^a	۰/۵۱ ± ۰/۱۵ ^c	۰/۶۴ ± ۰/۲۴ ^{bc}
فسفر کل (میلی گرم در کیلوگرم)	۷۰۸/۳۶ ± ۱۴۱/۲ ^a	۷۸۷/۶۳ ± ۲۳۲ ^a	۸۱۷/۶۳۶ ± ۱۷۵/۴ ^a	۷۶۴/۲۷۳ ± ۱۳۷/۴ ^a
پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)	۲۴۱۴/۲۷ ± ۶۷۰ ^a	۲۵۳۷/۴۵ ± ۶۷۱ ^a	۱۵۱۹/۶۴ ± ۷۲۵ ^b	۱۲۷۶/۴۵ ± ۳۱۳/۴ ^b
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۰۹ ± ۰/۱۰ ^a	۰/۹۸ ± ۰/۱۳ ^a	۱/۱۰ ± ۰/۱۲ ^a	۱/۰۱ ± ۰/۱۴ ^a
سنگریزه (درصد)	۴۵/۸۳ ± ۱۱/۸۸ ^a	۴۶/۸۸ ± ۹/۴۱ ^a	۳۸/۱۶ ± ۹/۹۵ ^a	۴۲/۴۹ ± ۸/۳۶ ^a
محتوای رطوبتی خاک (درصد)	۱۴/۹۰ ± ۵/۵۷ ^b	۱۹/۹۴ ± ۷/۲۷ ^a	۱۱/۵۴ ± ۳/۵ ^b	۱۵/۹۰ ± ۴/۰۷ ^{ab}

حروف انگلیسی متفاوت در سطر بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.



شکل ۲- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) ویژگی‌های خاک بین دو منطقه حفاظت شده و غیرحفاظتی

mc (محتوای رطوبتی خاک)، gravel (سنگریزه)، N (نیترژن کل)، oc (کربن آلی)، sp (رطوبت گل اشباع)، ec (هدایت الکتریکی)، pH (اسیدیتته)، K (پتاسیم قابل جذب)، clay (رس)، t.n.v. (آهک)، bd (وزن مخصوص ظاهری)، P (فسفر کل)، sand (شن) و silt (سیلت)

بحث

امروزه نیاز به مطالعات خاک به دلیل ضرورت فهم اثرات مختلف مدیریت بر ویژگی‌های خاک اکوسیستم، افزایش یافته است (Schoenholtz *et al.*, 2000). در پژوهش پیش‌رو با بررسی اثرات تیمار مدیریت حفاظتی بر ویژگی‌های خاک جنگل‌های ارسباران مشخص شد که این نوع مدیریت بر ویژگی‌های اسیدیته، هدایت الکتریکی، رطوبت گل اشباع، کربن آلی، رس، نیتروژن کل، پتاسیم قابل جذب و محتوای رطوبتی خاک اثر معنی‌دار افزایشی و بر شن اثر معنی‌دار کاهش داشت. پژوهشگران بیان کرده‌اند که دو شاخص نیتروژن کل و پتاسیم قابل جذب از جمله شاخص‌هایی هستند که به وسیله اعمال مدیریت‌های مختلف در اکوسیستم‌های طبیعی تغییر می‌کنند (Puladi *et al.*, 2013). در پژوهش پیش‌رو، مقدار نیتروژن کل و پتاسیم قابل جذب در بخش حفاظت‌شده بیشتر از بخش غیرحفاظتی بود. از آنجایی‌که افزایش مواد آلی و معدنی خاک در نتیجه شرایط و فرآیندهایی خاص مانند غنی‌بودن پوشش گیاهی و سیستم ریشه‌ای متراکم‌تر، تجزیه لاشبرگ و بازگشت سریع‌تر عناصر غذایی به خاک اتفاق می‌افتد، روند حاضر نشان‌دهنده آثار مثبت مدیریت حفاظتی در بخش حفاظت‌شده است. به نظر پژوهشگران، تغییر در کاربری خاک‌های جنگلی سبب کاهش مواد آلی، نیتروژن کل و پتاسیم قابل جذب شده و این مواد در اثر آب‌شویی از دسترس خارج می‌شوند (Kazemi *et al.*, 2015). همچنین، Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که پوشش جنگلی موجب افزایش نیتروژن کل خاک می‌شود.

نتایج این پژوهش نشان داد که درصد رطوبت گل اشباع و محتوای رطوبتی خاک در منطقه حفاظت‌شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از منطقه غیرحفاظتی بود. مواد آلی به‌واسطه افزایش ژل‌های مترشحه میکروارگانیسم‌های خاک به‌عنوان اسفنج عمل کرده و سبب افزایش توان نگهداشت رطوبت خاک می‌شوند (Kazemi *et al.*, 2015). از سویی، رطوبت زیاد خاک در بخش حفاظت‌شده زمینه‌ساز فعالیت هرچه بیشتر جانوران خاکزی را فراهم می‌کند. این عامل‌ها

سبب افزایش pH، آزادسازی یون‌های معدنی، افزایش غلظت املاح محلول و در نتیجه، افزایش هدایت الکتریکی خاک می‌شوند (Schoenholtz *et al.*, 2000). در پژوهش پیش‌رو، افزایش pH و هدایت الکتریکی خاک در منطقه حفاظت‌شده مشاهده شد. کاهش pH در منطقه غیرحفاظتی نیز به دلیل کم‌بودن نسبی مواد آلی و رطوبت خاک، کندی تجزیه و برگشت سریع لاشبرگ و به‌دنبال آن تأخیر در بازگشت کاتیون‌های بازی به خاک توجیه می‌شود.

چرخه عناصر غذایی از درختان به خاک جنگل و در نهایت فعالیت میکروارگانیسم‌ها علاوه بر تأثیر در تولید مواد آلی، افزایش pH و هدایت الکتریکی، سبب تجزیه و خرد شدن خاک و تبدیل ذرات شن به رس می‌شود که این تبدیل به نوبه خود سبب افزایش محتوای رطوبتی خاک و کاهش فرسایش می‌شود. به عبارت دیگر، هرچه مقدار شن بیشتر باشد، نفوذپذیری، زهکشی و تهویه خاک بیشتر و مواد غذایی خاک کمتر خواهد بود و هرچه مقدار رس بیشتر باشد، نفوذپذیری، زهکشی و تهویه خاک کمتر و مواد غذایی خاک بیشتر خواهد بود (Paterson & Hoyle, 2011). در پژوهش پیش‌رو، مقدار بیشتر رس در منطقه حفاظت‌شده و شن در منطقه غیرحفاظتی نشان‌دهنده مواد غذایی بیشتر خاک در منطقه حفاظت‌شده بود. در پژوهش Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۵)، با بررسی اثر جنگل‌کاری بر خصوصیات خاک، بیان شد که افزایش رس در خاک جنگل موجب افزایش رطوبت خاک می‌شود. همچنین، Eskandari و Shahraki و همکاران (۲۰۱۶) بیان کردند که منطقه قرق به دلیل حفظ بیشتر پوشش گیاهی خاک، قابلیت فرسایش‌پذیری کمتری نسبت به مناطق غیرقرق داشت.

در بخش حفاظت‌شده منطقه ارسباران به دلیل ممنوعیت قطع درختان، عامل‌هایی مانند زیاد بودن ورود لاشبرگ و بقایای گیاهی به خاک و زیاد بودن رطوبت خاک، سبب بهبود وضعیت پوشش گیاهی و تراکم بیشتر سیستم ریشه‌ای شده و در نتیجه به افزایش ذخیره کربن خاک کمک می‌کند. در حالی‌که تخریب جنگل موجب کاهش مقدار و کیفیت زی توده برگشتی به خاک، کاهش حاصلخیزی خاک و در

منطقه (به ویژه در طبقه ارتفاعی بالاتر که دسترسی و فرسایش از طبقه ارتفاعی پایین کمتر است) شده بود. در منطقه غیرحفاظتی که دارای مقدار شن بیشتری بود، آهک انحلال پیدا کرده و وارد خاک شده و در اثر آبشویی از دسترس خارج می شود که در پژوهش های پیشین (Salehi *et al.*, 2011) نیز به آن اشاره شده است.

نتایج تجزیه به مؤلفه های اصلی نشان داد که بیشتر شاخص های خاکی که نشان دهنده بهبود کیفیت خاک هستند، تحت تأثیر مدیریت مبتنی بر حفاظت تغییر پیدا کرده اند. تمایل بردار ویژگی های سیلت، شن و وزن مخصوص ظاهری به منطقه غیرحفاظتی حاکی از وجود استعداد فرسایش و تخریب خاک و تنزل کیفیت خاک در این بخش از جنگل های ارسباران بود.

به طور کلی با توجه به نتایج این پژوهش مشخص شد که تیمار مدیریت حفاظتی ۴۵ ساله سبب بهبود برخی ویژگی های خاک بخش حفاظت شده جنگل های ارسباران شده بود. به دلیل زمان بر بودن تکامل خاک با گذشت زمان اثرات مثبت مدیریت حفاظتی بر خاک توده های جنگلی این بخش، بیش از پیش نمود پیدا خواهد کرد که لازمه آن تحکیم قوانین حفاظتی و تأمین نیازهای معیشتی مردم بومی و بی نیاز ساختن آنها از توده های جنگلی است.

References

- Alijanpour, A., Banj Shafiei, A. and Asghari, A., 2014. The effect of aspect, climate (temperature, precipitation) and soil on annual ring width of Cornalian cherry in Arasbaran Forests (N.W. Iran). *Iranian Journal of Applied Ecology*, 3(7): 55-67.
- Alijanpour, A., Eshaghi Rad, J. and Banej Shafiei, A., 2009. Comparison of woody plants diversity in protected and non-protected areas of Arasbaran forests. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(1): 125-133 (In Persian).
- Amirghasemi, F., Saghebalebi, Kh. and Dargahi, D., 2001, The study of natural regeneration structure in Arasbaran forest (Sotanchi region). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 6: 1-62 (In Persian).
- Anonymous, 1995. Comprehensive studies of agricultural development in the Lake Urmia and Aras. Iran Engineering Consulting Engineers.

نتیجه کاهش ذخیره کربن آلی می شود (Lal, 2004). در پژوهشی، Eskandari Shahraki و همکاران (۲۰۱۶) با مقایسه اثر شش نوع کاربری از جمله جنگل قرق شده و جنگل تخریب شده به این نتیجه رسیدند که جنگل قرق شده با مقدار ۴۷/۴۶ تن در هکتار دارای بیشترین مقدار ترسیب کربن در خاک بود.

تأثیر عامل ارتفاع از سطح دریا بر ویژگی های خاک در کل منطقه ارسباران نشان داد که در این رویشگاه جنگلی میانگین وزن مخصوص ظاهری در طبقه ارتفاعی پایین (۱/۰۹ گرم بر سانتی متر مکعب) به طور معنی داری بیشتر از طبقه ارتفاعی بالا (۰/۹۹ گرم بر سانتی متر مکعب) بود و در رابطه با میانگین محتوای رطوبتی خاک این وضعیت برعکس بود. افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک در نتیجه عامل هایی مانند تردد بیشتر و ورود بیشتر انسان و دام به منطقه و کوبیدگی خاک اتفاق می افتد (Parsakhoo *et al.*, 2017) که این عامل ها در ارتفاعات پایین جنگل های ارسباران به دلیل دسترسی راحت تر نسبت به ارتفاعات بالا محسوس تر است. از سوی دیگر، در طبقه ارتفاعی بالا در اثر دسترسی و تخریب کمتر، مواد آلی خاک افزایش یافته و سبب ایجاد حالت اسفنجی در ساختمان خاک شده و در نهایت سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری می شود (Salehi *et al.*, 2005). همچنین، برآیند عامل های دسترسی کم، زیاد بودن تاج پوشش و همچنین زیاد بودن روزهای مه خیز و وجود مهابارش در ارتفاعات بالا (Moradi Dirmandrik *et al.*, 2015) سبب افزایش محتوای رطوبتی خاک در مناطق مرتفع تر شده است.

نتایج مقایسه میانگین های به دست آمده از اثرات متقابل نیز نشان داد که مدیریت مبتنی بر حفاظت تنها در طبقه ارتفاعی بالای بخش حفاظت شده موجب افزایش معنی داری مقدار آهک شده بود. در منطقه حفاظت شده به دلیل وجود بیشتر رطوبت گل اشباع و محتوای رطوبتی خاک، آهک انحلال بیشتری پیدا کرده و در خاک وارد می شود، اما به دلیل وجود رس بیشتر، آبشویی آهک اتفاق نیفتاده و در خاک باقی می ماند که موجب افزایش مقدار آهک در خاک این

- organic and mineral phosphorus in Garabaigan plain soils, Fasa, Iran. Proceedings of the 9th National Congress of Soil Sciences. Iran, 28-31 Aug. 2005: 28-31 (In Persian).
- Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123(1): 1-22.
 - Loeppert, R.H. and Suarez, D.L., 1996. Carbonate and gypsum: 437-474. In: Sparks, D.L., (Ed.). *Methods of Soil Analysis*. American Society of Agronomy, WI Press, Madison, Wisconsin, 474p.
 - Moradi Dirmandrik, Sh., Ramezani Kakroudi, E., Alijanpour, A. and Banj Shafiei, A., 2015. Quantitative and qualitative characteristics of Arasbaran forest protected area in slope gradient classes. *Journal of Forest Research and Development*, 1(1): 1-15 (In Persian).
 - Moreno, G., Obrador, J.J. and Garcia, A., 2007. Impact of evergreen oaks on soil fertility and crop production in intercropped dehesas. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119(3): 270-280.
 - Parsakhoo, A., Mostafa, M. and Pourmalekshah, A.A.M.A., 2017. The effects of slash and sawdust on reducing soil compaction on skid trails. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(1): 172-183 (In Persian).
 - Paterson, J. and Hoyle, F., 2011. Soil organic carbon: a Western Australian perspective. Department of Agriculture and Food, Western Australia, 20p.
 - Puladi, N., Delavar, M.A., Golchin, A. and Mosavi Koper, A., 2013. Effect of alder and poplar plantation on soil quality and carbon sequestration (A case study: Saffrabasteh Poplar Experimental Station). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 21(2): 286-299 (In Persian).
 - Rasouli-Sadaghiani, M.H., Karimi, S., Khodaverdiloo, H., Barin, M. and Banedg-Shafiei, A., 2015. Effect of land-use change on carbon and nitrogen dynamics and selected soil fertility properties in forest ecosystems of Perdanan region of Piranshahr, West Azerbaijan province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(3): 478-489 (In Persian).
 - Rezaei, H., Jafarzadeh, A. A., Alijanpour, A., Shahbazi, F. and Valizadeh Kamran, Kh., 2016. Genetically evolution of Arasbaran forests soils along altitudinal transects of Kaleybar Chai Sofla sub-basin. *Water and Soil Science*, 26: 151-166 (In Persian).
 - Rhoades, J.D., 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids: 417-435. In: Sparks, D.L., (Ed.). *Methods of Soil Analysis*. American Society of Agronomy, WI Press, Madison, 435p.
 - Salehi, A., Mohammadi, A. and Safari, A., 2011. Investigation and comparison of physical and Twelfth Volume of Forest and Thicket, 350p (In Persian).
 - Birang, N., Javanshir, A. and Mojtahedi, Y., 1995. Azerbaijan Flora Plan Report. University of Tabriz, Tabriz, 300p (In Persian).
 - Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen total: 595-624. In: Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, R.R., (Eds.). *Methods of Soil Analysis*. American Society of Agronomy, Madison, WI: American Society of Agronomy Press, 624p.
 - Camping, T.J., Dahlgren, R.A., Tate, K.W. and Horwath, W.R., 2002. Changes in soil quality due to grazing and oak tree removal in California blue oak woodlands: 75-85. In: Standiford, R.B., McCreary, D. and Purcell, K.L., (Eds.). *Oaks in California's Changing Landscape*, Berkeley, CA: USDA, General Technical report, PSW.
 - Ebrahimi, H., Chapi, K., Ghahramany, L. and Davari, M., 2015. Effect of conversion of rangelands to planted forests on some physical and chemical soil properties. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(2): 379-391 (In Persian).
 - Eskandari Shahraki, A., Kiani, B. and Iranmanesh, Y., 2016. Effects of different land use types on soil organic carbon storage. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(3): 379-389 (In Persian).
 - Heidari Safari Kouchi, A., Iranmanesh, Y. and Rostami Shahraji, T., 2016. Above-ground and soil carbon sequestration of white poplar (*Populus alba* L.) species in four different planting spaces in Chaharmahal and Bakhtiari province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 24(2): 200-213 (In Persian).
 - Jafari Haghighi, M., 2003. Analytical methods of soil and the important physical and chemical sampling and analysis, with emphasis on theory and application. Nedazehi Press, 236p (In Persian).
 - Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F., Johnson, D.W., Minkkinen, K. and Byrne, K.A., 2007. How strongly can forest management influence soil carbon sequestration?. *Geoderma*, 137(3-4): 253-268.
 - Javanshir, K., 2000. History of the Natural Resource Sciences of Iran. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, 470p (In Persian).
 - Kazemi, Sh., Hojjati, M., Fallah, A. and Tafazoli, M., 2015. Effects of forest management on soil physical and chemical properties of Khalil-Mahale forest. *Journal of Forest Research and Development*, 1(2): 167-180 (In Persian).
 - Khanmirzaeifard, A. and Sameni, A., 2005. Effect of some Eucalyptus species on different forms of

- as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management*, 138(1): 335-356.
- Thomas, G.W., 1996. Soil pH and soil acidity: 475-490. In: Sparks, D.L., (Ed.). *Methods of Soil Analysis*, American Society of Agronomy, WI Press, Madison, Wisconsin, 490p.
 - Zhang, H., Zhang, G.L. and Zhao, Y.G., 2007. Chemical degradation of Ferralsol (Oxisol) under intensive rubber (*Hevea brasiliensis*) farming in tropical China. *Soil and Tillage Research*, 93(1): 109-116.
 - chemical soil properties and quantitative characteristics of trees in less-damaged and damaged area of Zagros forests (Case study: Pol-e Dokhtar, Lorestan province). *Iranian Journal of Forest*, 3(1): 81-89 (In Persian).
 - Salehi, A., Zarinkafsh, M., Zahedi amiri, Gh. and Marvi-Mohajer, M.R., 2005. A study of soil physical and chemical properties in relation to tree ecological groups in Nam-Khaneh district of Kheyrod Kenar forest. *Iranian Journal of Natural Resource*, 58(3): 567-578 (In Persian).
 - Schoenholtz, S.H., Van Miegroet, H. and Burger, J.A., 2000. A review of chemical and physical properties

Effect of protection based management on physical and chemical properties of soil in Arasbaran forests

S. Sasanifar¹, A. Alijanpour^{2*}, A. Banj Shafiei³, J. Eshaghi Rad³, M. Molaei⁴

1- Ph.D. Student, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

2* - Corresponding author, Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: a.alijanpour@urmia.ac.ir

3- Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

4- Associate Prof., Department of Agriculture Economy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

Received: 09.12.2017

Accepted: 14.02.2018

Abstract

In order to evaluate the applied management function on forest habitats, soil properties will provide useful information. In the present study, the effect of conservation based management on soil properties of Arasbaran forest habitats has been investigated. At first, the protected (Dizmar) and non-protected area of Arasbaran is divided into two altitude classes of 1000-1500 and 1500-2000 m.a.s.l. In each region, 22 soil samples (11 soil samples per elevation class) and totally 44 soil samples were taken at 0-30 cm depths of Northern aspect of these forests in the summer of 2016. Two-way ANOVA tests were carried out to evaluate the effects of 46-year conservation management treatment on the soil properties. The results showed that conservation management has significant effect on acidity (6.5%), Electrical Conductivity (EC) (1.45 ds/m), saturation moisture (77.5%), organic carbon (8.31%), clay (31.77%), sand (40%), N (0.84%), K (2475.86 ppm) and soil water content (17.42%). The mean of all these parameters except the sand are higher in protected region than the non-protected region. Also, the results indicate that in the Arasbaran area, the treatment of altitude from the sea level had significant effect on the bulk density and soil water content of the area, so that the mean bulk density in the low altitude is higher, whereas the mean soil water content is higher in upon altitude. The results of this research confirm the significant effect of conservation management approach on the soil quality indices of forest stands in the Arasbaran area.

Keywords: Bulk density, elevation, protected area, soil quality, two-way ANOVA.