DOI: 10.29252/ARIDBIOM.2024.21807.2019

ارزیابی اثرات تغییر کاربری بر شاخص‌های کیفی خاک در جنگل‌های شهرستان چرداول استان ایلام (مقالهٔ پژوهشی)

۱- میثم صیدی، دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
۲- فرهاد قاسمی‌آقباش*، استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
f.ghasemi@malayeru.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۴
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۴

چکیده

تغییر کاربری اراضی علاوه بر تأثیر فراوانی که بر ویژگی‌های خاک دارد می‌تواند منجر به از بین رفتن بسیاری از کاربردها و عملکردهای خاک شود. بنابراین بررسی در این باره اهمیت زیادی دارد. در این پژوهش ابتدا ضمن بازدید میدانی و شناسایی دقیق منطقه، چهار کاربری جنگل طبیعی، مرتع، زمین کشاورزی و باغ زیتون که از نظر فیزیوگرافی دارای شرایط تقریبا مشابهی بودند، انتخاب شدند. در هر یک از کاربری‌ها ۱۰ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی‌متری جمع‌آوری شد. بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری، واکنش خاک، هدایت الکتریکی، ذخیره کربن آلی خاک، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، فراوانی و بیوماس کرم‌های خاکی اندازه‌گیری شدند. همچنین مقدار ترسیب کربن درختان در دو کاربری جنگل طبیعی و باغ زیتون محاسبه شد. نتایج نشان داد که بافت خاک در هر چهار کاربری مورد بررسی شنی-لومی بود. از نظر وزن مخصوص ظاهری خاک در سه کاربری کشاورزی (۱/۹۲ گرم بر سانتی‌مترمکعب)، باغ زیتون (۱/۷۶ گرم بر سانتی‌مترمکعب) و جنگل طبیعی (۱/۶۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین و کمترین مقدار واکنش خاک به‌ترتیب در کاربری‌های کشاورزی (۷/۷۷) و مرتع (۷/۱۵) مشاهده شد. بیشترین مقدار ذخیره کربن خاک در سه کاربری جنگل طبیعی (۴/۷۹ تن در هکتار)، کشاورزی (۴/۷۵ تن در هکتار) و باغ زیتون (۳/۸۸ تن در هکتار) و کمترین آن در مرتع (۱/۹۰ تن در هکتار) مشاهده شد. مقادیر نیتروژن و پتاسیم خاک نیز در دو کاربری کشاورزی و باغی بیشتر از کاربری‌های جنگل طبیعی و مرتع بود. کمترین مقدار فسفر خاک نیز در کاربری کشاورزی مشاهده شد. مقدار ترسیب کربن درختان در جنگل طبیعی بیشتر از باغ زیتون بود. از نظر شاخص‌های زیستی دو کاربری جنگل طبیعی و باغ زیتون وضعیت بهتری داشتند. در کل نتایج این پژوهش نشان داد که تغییر کاربری اراضی طبیعی به کشاورزی و باغی باعث ایجاد تغییراتی در ویژگی‌های فیزیکی (وزن مخصوص ظاهری خاک)، شیمیایی (ماده آلی، واکنش خاک، عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و زیستی (فراوانی و زیست‌توده کرم‌های خاکی) خاک شده است.

واژگان کلیدی: اراضی کشاورزی، باغ‌ها، جنگل بلوط غرب، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، کربن آلی، ماکروفون خاک.

مقدّمه

خاک‌ها مؤلفه اصلی بوم‌سازگان‌های خشکی بوده و منابع اساسی برای گیاهان و جانداران خاک محسوب می‌شوند [۸] و رویش پوشش گیاهی به آن وابسته است. با این حال، عواملی مانند فرسایش خاک، تخریب رویشگاه و پوشش گیاهی نامناسب به خاک خسارت می‌زنند و باعث کاهش کیفیت خاک می‌شوند [۴۹]. کیفیت خاک برای حفظ تولید بیولوژیکی، حفاظت از محیط زیست، ارتقای سلامت حیوانات و گیاهان مهم است. همچنین ابزاری قدرتمند برای آشکارسازی مقدار تخریب خاک و سلامت بوم‌سازگان‌های طبیعی است. ارزیابی کیفیت خاک می‌تواند منعکس‌کننده مدیریت خاک و ظرفیت تولید آن باشد [۴۴].

ارزیابی شاخص خاک، به دلیل ساختار پیچیده و عملکردهای فراوان آن، به تنهایی نمی‌تواند به طور کامل و دقیق ویژگی‌های جامع خاک را نشان دهد. برای افزایش دقت ارزیابی، ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی باید به‌طور جامع بررسی شوند. در سال‌های اخیر تعداد زیادی از

پژوهشگران تحقیقات گسترده‌ای در ارتباط با روش‌های ارزیابی کیفیت خاک انجام داده‌اند [۳۹، ۴۴]. روش شاخص کیفیت خاک، که روشی عینی‌تر و کاربردی برای ارزیابی کیفیت خاک است، به‌طور گسترده توسط پژوهشگران زیادی [۱۶، ۴۷]، برای مدیریت و توسعه پایدار مراتع، اراضی کشاورزی و جنگلی استفاده شده است. کیفیت خاک توانایی و پتانسیل خاک را در انجام کارکردهایی که برای سلامتی گیاهان، جانوران و انسان لازم و ضروری هستند را نشان می‌دهد [۱۳]. خاک منبع اصلی استفاده از سرزمین و حلقه ارتباط بین اقلیم و چرخه‌های بیوژئوشیمیایی است که نقش مهمی در توانایی بوم‌سازگان‌های خشکی برای تأمین نیازهای متنوع بشری ایفاء می‌کند.

امروزه یکی از نگرانی‌های مهم در دنیا تغییر و تبدیل کاربری اراضی جنگلی و مرتعی به کشاورزی است که در نتیجه آن تخریب محیط زیست و تغییرات اقلیمی جهانی اتفاق می‌افتد [۲۶]. در ایران و دیگر نقـاط جهان تخریب جنگل و تبدیل مراتع و جنگل‌ها بـه کاربری کشـاورزی باعث تنزل کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده است [۴]. تغییر نوع پوشش گیاهی و هیدرولوژی بوم سازگان‌ها، اولـین و شـاید آشـکارترین اثر تغییر کـاربری اراضی اسـت که با توجه به شرایط محیطی و اقلیمی ممکن است در درازمدت بسـیاری از ویژگی‌های فیزیکـی، شـیمیایی و زیستی خاک را تحت تاثیر قرار بدهد [۳۳].

تحقیقات زیادی نشان می‌دهند که تغییر در کاربری اراضی و یا تغییر در ساختار بوم‌سازگان‌ها، اثرات زیادی در چرخه ژئوشیمیایی آنها دارند و می‌توانند در خصوصیات خاک، نظیر تغییر در کیفیت خاک (در طی زمان) و تغییر قابل توجه و پایدار در مقادیر کربن آلی و واکنش خاک داشته باشند [۴۸]. مقادیر کربن آلی، نیتروژن، فسفر، ظرفیت تبادل کاتیونی، سیلت و وزن مخصوص ظاهری خاک از مؤلفه‌های اصلی هستند که به طور عمده بر تنوع کیفیت خاک تأثیرگذار هستند [۴۳].

با تغییر کاربری اراضی به کشاورزی کیفیت خاک به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. کاهش کیفیت خاک شاید در نتیجه خردشدن خاکدانه‌های بزرگ و کاهش بیوماس میکروبی و متعاقب آن کاهش ماده آلی ناشی از آتش‌سوزی، جنگل‌زدایی، شخم و فرسایش شدید خاک باشد. محققان زیادی کاهش قابل توجه در مقدار ماده آلی خاک با تغییر کاربری اراضی از جنگل و مرتع به اراضی کشاورزی را گزارش داده‌اند [۲۶].

تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی باعث افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک و در نتیجه از دست رفتن ماده آلی آن می‌شود. بنابراین می‌توان ادعا داشت که در چند دهه اخیر یکی از دلایل اصلی پدید آمدن اثرهای گلخانه‌ای و در نتیجه گرم‌شدن هوای کره زمین تغییر کاربری اراضی با مدیریت نادرست بوده است. از جمله تحقیقات انجام شده در خصوص اثرهای تغییر کاربری زمین می‌تون به موارد زیر اشاره نمود:

در مطالعه‌ای شاخص‌های کیفی خاک در رویشگاه‌های جنگلی تخریب و تبدیل شده به مرتع در غرب مازندران بررسی شد و گزارش شده است که مقادیر بالای رس، ماکرو و میکروخاکدانه، اسیدیته خاک، نیتروژن کل، مقدار نیتروژن در ماکرو و میکروخاکدانه‌های خاک منجر به افزایش فعالیت‌های بیوشیمیایی و میکروبی خاک شده است [۵۲]. همچنین نتایج بررسی تأثیر کاربری‌های مختلف بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در استان خراسان جنوبی نشان داد که تأثیر کاربری‌های مختلف بر ویژگی‌های شیمیایی خاک مانند واکنش خاک، درصد ماده آلی، هدایت الکتریکی، سولفات، نیتروژن، کلسیم و منیزیم معنی‌دار است. همچنین اثر کاربری‌های مختلف بر ویژگی های فیزیکی خاک مانند درصد سیلت و شن معنی‌دار بود [۵۰].

جباری و همکاران (۱۴۰۲) بررسی مقادیر ترسیب کربن خاک در چهار کاربری جنگلکاری، مرتع، باغ و کشاورزی در حاشیه جاده ملایر به همدان نشان داد که مقدار ذخیره کربن آلی خاک در کاربری باغ بیشتر از بقیه کاربری‌ها بوده است [۱۸]. ارزیابی شاخص‌های کیفی خاک در اراضی طبیعی و تخریب‌یافته در هند نشان داد که کاربری جنگل و اراضی بدون پوشش گیاهی به ترتیب از بیشترین و کمترین شاخص کیفیت خاک برخوردار بودند. بیشتر بودن مقدار شاخص کیفیت خاک در جنگل می‌تواند در اثر بیشتر بودن مقدار کربن آلی و کمتر شدن عامل فرسایش‌پذیری خاک باشد [۷]. همچنین ارزیابی کیفیت خاک تحت انواع کاربری اراضی در زیرحوضه کرسا، شرق اتیوپی نشان داد

که وزن مخصوص ظاهری خاک، پایداری سنگدانه‌ها، pH، ظرفیت تبادل کاتیونی، فسفر قابل دسترس و کربن آلی خاک تفاوت معنی‌داری در بین کاربری‌های مختلف داشته است [۳۲].

در دهه‌های اخیر تغییر کاربری جنگل‌ها و مراتع به اراضی کشاورزی به یکی از نگرانی‌های مهم در سطح دنیا در زمینه تخریب محیط‌زیست و تغییر اقلیم جهانی تبدیل شده است. به دلیل رشد روزافزون جمعیت مناطق زیادی از اراضی طبیعی تخریب شده و به زمین‌های کشاورزی تبدیل شده‌اند. با توجه به اهمیت بوم‌سازگان‌ها به لحاظ ارزش‌های محیط‌زیستی و نقش آنها در کاهش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات جهانی اقلیم بررسی اثر تغییر کاربری بوم‌سازگان های طبیعی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک لازم و ضروری به نظر می‌رسد. از این رو، یکی از ضرورت‌های انجام این پژوهش بررسی عوامل تأثیرگذار مانند تغییر کاربری در کیفیت خاک است که نتایج آن می تواند راهکارهای مناسبی برای مدیریت خاک ارایه کند به طوری که عملکردهای خاک بهبود یابند.

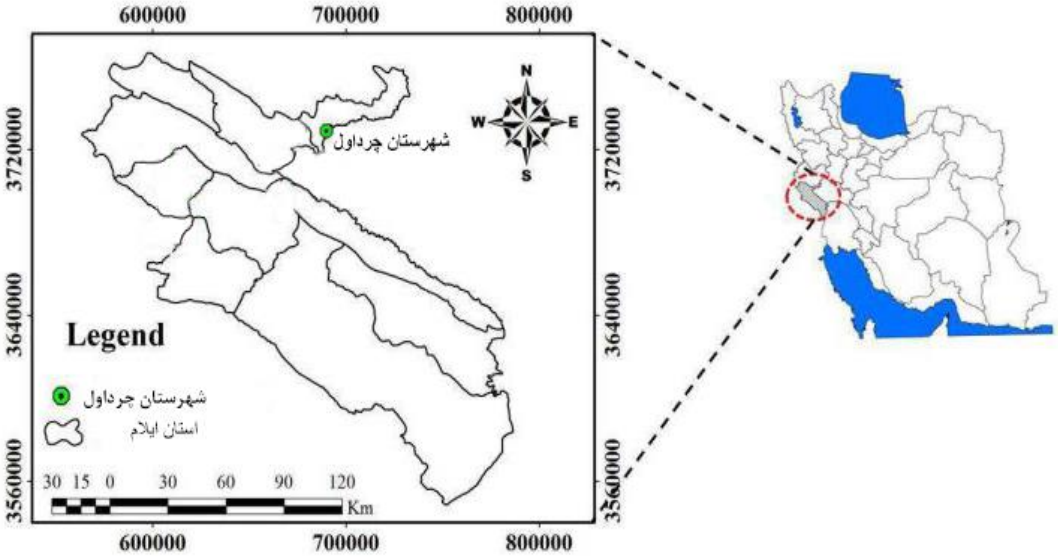
در این پژوهش فرض شد که مقادیر شاخص‌های کیفی خاک در چهار کاربری جنگل طبیعی، مرتع، کشاورزی و باغ زیتون اختلاف معنی‌داری باهم دارند. همچنین مقدار ذخیره کربن آلی خاک و درختان در جنگل طبیعی بیشتر از سایر کاربری‌هاست.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

تحقیق حاضر در بخشی از جنگل‌های شهرستان چرداول استان ایلام انجام گرفت. منطقه مورد مطالعه در شهرستان شیروان چرداول، جزء حوزه آبخیز چرداول است. این منطقه در منتهی الیه محدوده جغرافیایی استان ایلام و در شمال شرقی آن واقع شده است. مساحت منطقه مورد مطالعه ۲۰۷۸۸ هکتار است که از ′۵۸ °۳۳ تا ′۴۷ °۳۳ عرض شمالی و ′۱۷ °۴۷ تا ′۲۹ °۴۷ طول شرقی گسترش یافته است.

دامنه تغییرات ارتفاعی محدوده مطالعاتی از ۱۰۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا است. قسمت بیشتر این منطقه را عرصه‌های کوهستانی تشکیل می‌دهد و به همین دلیل کاربری غالب در منطقه فعالیت‌های دامداری و جنگلداری است. شیب متوسط مناطق دشتی ۲۵ درصد است. گونه درختی غالب منطقه مورد بررسی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindle) است [۳۴]. بر اساس آمار ۲۵ ساله ایستگاه هواشناسی چم بور شهرستان چرداول، میانگین بارش سالیانه ۳۴۶/۱ میلی‌متر و متوسط درجه‌حرارت سالیانه نیز ۱۸/۵ درجه‌سانتی‌گراد بود [۲۹]. بر اساس روش اقلیم نمای آمبرژه، اقلیم منطقه مورد بررسی نیمه‌خشک است. موقعیت منطقه مورد بررسی در کشور و استان ایلام در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد بررسی در استان ایلام و ایران

روش انجام تحقیق

به منظور دستیابی به اهداف پژوهش، در ابتدا با بازدید میدانی و شناسایی دقیق منطقه، چهار کاربری جنگل طبیعی، مرتع، زمین کشاورزی و باغ زیتون که از نظر فیزیوگرافی دارای شرایط تقریباً مشابهی بودند انتخاب شدند. لازم به ذکر است که مساحت باغ زیتون ۳/۵ هکتار، سن درختان ۲۱ سال و با فاصله کاشت ۶×۶ متر بود. سپس در هر یک از این کاربری‌ها با استفاده از شبکه آماربرداری ۱۵۰ × ۲۰۰ متر و به روش سیستماتیک تصادفی تعداد ۱۰ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۱۵ سانتی‌متری جمع‌آوری شد [۲۱].

در کل به منظور کاهش اثرات مرزی سعی شد که نمونه برداری‌ها متمایل به بخش مرکزی هر کدام از کاربری‌ها باشد. نمونه‌های خاکی پس از جمع‌آوری به آزمایشگاه منتقل شده و در فضای آزمایشگاه خشک شدند. سپس از الک مش دو میلی‌متری عبور داده شدند. مشخصات کیفی خاک مانند خصوصیات فیزیکی (بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری و رطوبت خاک)، خصوصیات شیمیایی (عناصر غذایی خاک شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم، واکنش خاک، هدایت الکتریکی، ماده آلی و کربن آلی خاک) و خصوصیات زیستی (فراوانی و بیوماس کرم‌های خاکی) مورد ارزیابی قرار گرفتند. لازم به ذکر است که اندازه‌گیری خصوصیات کیفی خاک با استفاده از روش‌های استاندارد مرسوم علمی انجام گرفت.

بافت خاک از طریق روش هیدرومتری، وزن مخصوص ظاهری خاک با استفاده از روش کلوخه، رطوبت خاک از طریق روش توزین، واکنش خاک به روش پتانسیومتری و با استفاده از دستگاه pH متر الکتریکی، هدایت الکتریکی خاک با استفاده از EC سنج، ماده آلی و کربن آلی خاک از طریق روش احتراق، نیتروژن به روش کجلدال، فسفر با روش اسپکتروفتومتری و در طول موج ۴۳۰ نانومتر و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شدند.

خصوصیات زیستی خاک از طریق بررسی فراوانی و بیوماس کرم‌های خاکی اندازه‌گیری شدند. بررسی کرم‌های خاکی به این صورت است که در زمان نمونه‌برداری خاک نمونه‌های کرم‌های خاکی در کیسه پلاستیکی قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. وزن تر، وزن خشک، تعداد و طول کرم‌های خاکی اندازه‌گیری شدند. برای بررسی ترسیب کربن خاک در هر یک از کاربری‌های مورد بررسی، در ابتدا مقدار مواد آلی موجود در نمونه‌های خاک با استفاده از روش احتراق در کوره الکتریکی اندازه‌گیری شد. به این صورت که نمونه‌ها در کوره با دمای حدود ۵۰۰ درجه‌سانتی‌گراد به مدت پنج ساعت قرار داده شدند. سپس اختلاف وزن نمونه های خاک قبل و بعد از کوره به عنوان ماده آلی موجود در نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شد. مقدار ۵۸ درصد از ماده آلی خاک به عنوان کربن آلی خاک در نظر گرفته شد [۳۸]. در نهایت مقدار کربن آلی خاک بر حسب کیلوگرم بر هکتار تعیین شد [۲۴] که بر اساس رابطه ۱ به تن بر هکتار تبدیل شد:

$$Cs = 10000 \times \%OC \times Bd \times E \quad (۱)$$

Cs= کربن آلی (Kg/ha)، %OC = درصد کربن آلی، Bd= وزن مخصوص ظاهری خاک (gr/cm^3)، E = عمق نمونه‌برداری (cm).

برای اندازه‌گیری مقادیر ترسیب کربن درختان در هر کدام از کاربری‌های جنگل طبیعی و باغ زیتون ۱۰ قطعه نمونه ۱۰۰ متر مربعی که از طریق شبکه آماربرداری ۱۵۰×۲۰۰ متر پیاده شده بودند، انتخاب شدند. برخی از مشخصه‌های درختان مانند قطر برابر سینه و ارتفاع برای محاسبه مقادیر ترسیب کربن درختان اندازه‌گیری شدند. با داشتن دانسیتهٔ چوب گونه‌های درختی، از طریق روابط زیر ترسیب کربن درختان در بخش روی زمینی و زیرزمینی محاسبه شدند.

مقدار کربن موجود در درختان سرپا بر اساس روابط ۲ و ۳ محاسبه شد [۴۲].

$$AGTB=0.112\times(\rho D^2H) \quad (۲)$$

$$CAGTB= AGTB\times 0.4 \quad (۳)$$

AGTB = بیوماس درختان در روی سطح زمین، ρ: دانسیته ویژه چوب g/cm^3، D = قطر درخت در ارتفاع برابر سینه (cm)، H= ارتفاع درخت (m).

کربن موجود در اندام زیر زمینی (BB) نیز از طریق روابط ۴ و ۵ بدست آمد [۴۲].

$$BB=AGTB\times 20\% \quad (۴)$$

$$CBB=BB\times 47\% \quad (۵)$$

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی شد که نتایج این آزمون حاکی از نرمال بودن داده‌ها بود. سپس همگن بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Leven مورد تأیید قرار گرفت. برای مقایسه خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک از آنالیز واریانس یک طرفه و از آزمون دانکن استفاده شد. همچنین برای مقایسه مقادیر ترسیب کربن درختی در دو کاربری جنگل طبیعی و باغ زیتون از آزمون t مستقل استفاده شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار SPSS و ترسیم نمودارها نیز در نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج

بر اساس نتایج حاصله مشخص شد که نوع بافت خاک در چهار کاربری مورد بررسی از نوع شنی-لومی بوده و هیچ اختلافی از این حیث بین چهار کاربری جنگل طبیعی، مرتع، کشاورزی و باغ زیتون وجود ندارد. مقادیر ذرات تشکیل دهنده خاک در هر چهار کاربری در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مقادیر ذرات تشکیل‌دهنده خاک در کاربری‌های مورد بررسی

نوع کاربری	درصد ذرات تشکیل دهنده		
	رس	شن	سیلت
جنگل طبیعی	11.35±1.12	70.84±2.53	11.81±1.87
مرتع	13.15±1.89	71.23±3.13	15.62±1.04
کشاورزی	12.85±1.09	74.18±2.35	12.97±2.09
باغ زیتون	12.87±1.04	73.78±2.71	13.44±1.94

در خصوص وزن مخصوص ظاهری خاک نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سه کاربری کشاورزی، باغ زیتون و جنگل طبیعی از نظر مقادیر وزن مخصوص ظاهری خاک اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند. کاربری مرتع نیز کمترین مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک را نشان داد (شکل ۲).

شکل ۲- وزن مخصوص ظاهری خاک در کاربری‌های مورد بررسی

مطابق با یافته‌های تحقیق مقدار واکنش خاک در کاربری کشاورزی بیشتر بود و کاربری مرتع نیز کمترین مقدار را داشت. در حالی که دو کاربری جنگل طبیعی و باغ زیتون از نظر مقدار واکنش خاک تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). یافته‌های تحقیق در خصوص هدایت الکتریکی خاک نشان داد که کاربری باغ زیتون بیشترین مقدار و کاربری‌های جنگل طبیعی و مرتع نیز کمترین مقدار هدایت الکتریکی خاک را داشتند (جدول ۲). در ارتباط با ماده آلی خاک نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاربری جنگل طبیعی در مقایسه با کاربری‌های مرتع، کشاورزی و باغ زیتون از مقادیر بالایی برخوردار بود. یافته‌های تحقیق در خصوص مقدار ذخیره کربن آلی خاک در کاربری‌های مورد بررسی نشان داد که کاربری‌های جنگل طبیعی، باغ زیتون و کشاورزی در مقایسه با کاربری مرتع مقادیر بالایی از کربن را در خاک ترسیب کرده بودند. بین مقادیر ذخیره کربن سه کاربری مورد اشاره اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصله مقدار نیتروژن خاک در کاربری کشاورزی بیشتر و به ترتیب مقدار آن در کاربری‌های باغ زیتون، جنگل طبیعی و مرتع کاهش یافته بود (جدول ۲). یافته‌های بدست آمده در خصوص مقدار فسفر در کاربری های مورد بررسی نشان داد که مقدار آن در سه کاربری جنگل طبیعی، مرتع و باغ زیتون با هم اختلاف معنی‌داری نداشته و نسبت به کاربری کشاورزی بیشتر بود. با توجه به نتایج تحقیق مشخص شد که مقدار پتاسیم در دو کاربری کشاورزی و باغ زیتون نسبت به دو کاربری مرتع و جنگل طبیعی بیشتر بود (جدول ۲).

نتایج این پژوهش نشان داد که جنگل طبیعی از نظر مشخصه های زیستی و فراوانی کرم‌های خاکی وضعیت خوبی دارد (جدول ۳).

جدول ۲- مقادیر خصوصیات شیمیایی خاک (میانگین ± اشتباه معیار) در کاربری‌های مورد بررسی

	خصوصیات شیمیایی خاک						
نوع کاربری	واکنش خاک	هدایت الکتریکی (ds/m)	ماده آلی خاک (%)	ذخیره کربن آلی خاک (t/ha)	نیتروژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)
جنگل طبیعی	7.65 ± 0.04^{b}	0.39 ± 0.03^{c}	3.38 ± 0.17^{a}	4.79 ± 0.98^{a}	0.48 ± 0.07^{c}	15.76 ± 1.72^{a}	398.23 ± 8.65^{b}
مرتع	7.15 ± 0.06^{c}	0.41 ± 0.02^{c}	2.12 ± 0.23^{b}	1.9 ± 0.43^{b}	0.26 ± 0.04^{d}	13.54 ± 2.45^{a}	405.26 ± 5.83^{b}
کشاورزی	7.77 ± 0.04^{a}	0.63 ± 0.01^{b}	2.84 ± 0.21^{b}	4.75 ± 0.89^{a}	0.95 ± 0.01^{a}	8.91 ± 0.87^{b}	475.83 ± 9.94^{a}
باغ زیتون	7.56 ± 0.08^{b}	0.72 ± 0.04^{a}	2.54 ± 0.32^{b}	3.88 ± 0.59^{a}	0.79 ± 0.05^{b}	12.35 ± 1.94^{a}	485.93 ± 4.05^{a}

در هر ستون حروف کوچک متفاوت به معنی وجود اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۳- ویژگی‌های زیستی کرم‌های خاکی (میانگین ± اشتباه معیار) در کاربری‌های مورد بررسی

کاربری	فراوانی (تعداد در متر مربع)	زیست توده تر (گرم در متر مربع)	زیست توده خشک (گرم در متر مربع)	طول ماکروفون (سانتی‌متر)	قطر ماکروفون (میلی متر)
جنگل طبیعی	14.45 ± 1.75^{a}	1.94 ± 0.07^{a}	1.21 ± 0.47^{a}	9.93 ± 1.72^{a}	2.98 ± 0.73^{a}
مرتع	2.23 ± 0.87^{d}	$0.44\pm0,02^{c}$	0.45 ± 0.04^{c}	2.39 ± 0.29^{c}	0.98 ± 0.22^{d}
کشاورزی	4.87 ± 0.67^{c}	0.54 ± 0.04^{c}	0.53 ± 0.07^{c}	2.89 ± 0.98^{c}	1.35 ± 0.89^{c}
باغ زیتون	11.78 ± 0.97^{b}	1.73 ± 0.03^{b}	1.11 ± 0.12^{b}	3.83 ± 0.84^{b}	1.65 ± 0.39^{b}

در هر ستون حروف کوچک متفاوت به معنی وجود اختلاف معنی‌دار است.

بررسی مقدار ترسیب کربن درختان (بیوماس رو زمینی و ریشه) در دو کاربری جنگل طبیعی و باغ زیتون نشان داد که درختان در جنگل طبیعی در مقایسه با باغ دست کاشت زیتون مقدار زیادی کربن (۴/۲۷ تن در هکتار) را در خود ذخیره کرده‌اند (جدول ۴).

جدول ۴- مقادیر ترسیب کربن درختان (میانگین ± اشتباه معیار) در دو کاربری جنگل طبیعی و باغ زیتون

کاربری	ترسیب کربن روی زمینی (تن در هکتار)	ترسیب کربن زیرزمینی (تن در هکتار)	ترسیب کربن کل (تن در هکتار)
جنگل طبیعی	3.45 ± 0.15^{a}	0.82 ± 0.07^{a}	4.27 ± 0.37^{a}
باغ زیتون	2.18 ± 0.37^{b}	0.52 ± 0.03^{b}	2.70 ± 0.42^{b}

در هر ستون حروف کوچک متفاوت به معنی وجود اختلاف معنی‌دار است.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به این که بافت خاک از خصوصیات زمین شناختی محسوب می‌شود و رابطه تنگاتنگی با سنگ مادر دارد بنابراین انتظار نمی‌رود در مقیاس کوچک تغییری در بافت خاک رخ بدهد. این تغییرات معمولاً در طولانی‌مدت و در اثر فرایندهای خاکشناسی رخ می‌دهند. یافته‌های تحقیق در این زمینه با نتایج تحقیقات [۱۵، ۲۶، ۳۰، ۳۷] همخوانی داشت.

بر اساس نتایج سه کاربری کشاورزی، باغ زیتون و جنگل طبیعی از نظر مقادیر وزن مخصوص ظاهری خاک اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند و کاربری مرتع نیز کمترین مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک را داشت. سه کاربری مورد اشاره از نظر ذرات تشکیل‌دهنده خاک مشابه هم بوده و از نظر محتوی ماده آلی خاک هم تقریباً وضعیت مشابهی دارند بنابراین، به نظر می‌رسد به همین دلیل از نظر وزن مخصوص ظاهری خاک وضعیت مشابهی دارند؛ اما در کاربری مرتع علی‌رغم داشتن بافت مشابه با سه کاربری مورد اشاره، مقدار ماده آلی خاک پایین بوده و همین مسئله منجر به کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک در این کاربری شده است.

فعالیت‌های کشاورزی با تغییر در ساختار سطحی، مواد آلی و تخلخل خاک باعث ایجاد تغییراتی در وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شوند [۱۳]. این مسئله کاملاً در کاربری کشاورزی مشهود بود. هرچند تغییرات معنی‌دار نبود. نتایج تحقیق در این بخش با نتایج [۲۱، ۲۶، ۳۱، ۳۲] مطابقت و با نتایج [۳۵] مغایرت داشت. بر اساس نظر [۳۱] افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک در کاربری‌های تغییر یافته (کشاورزی و باغ زیتون) به دلیل ایجاد تغییراتی است که در مقدار ذرات تشکیل دهنده خاک رخ داده است. [۲۰] اعتقاد دارد که افزایش در وزن مخصوص ظاهری خاک در کاربری های تغییر یافته به دلیل کاهش فعالیت ریشه دوانی گیاهان رخ می‌دهد. نتایج تحقیق نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار واکنش خاک به ترتیب در کاربری‌های کشاورزی و مرتع بود. در حالی که دو کاربری جنگل طبیعی و باغ زیتون از نظر مقدار واکنش خاک تفاوت معنی‌داری نداشتند.

مقدار ماده آلی خاک نقش بسزایی در اسیدی یا قلیایی شدن خاک دارد [۱۳] چراکه گنجایش بافری و گنجایش تبادلی کاتیونی کمتری دارند بنابراین دارای پتانسیل اسیدی‌شدن هستند. این مسئله در کاربری مرتع که از مقدار کمتر واکنش خاک برخوردار است مشاهده می‌شود. در این کاربری به دلیل عدم کودپاشی و همچنین کاهش بقایای ماده آلی خاک مقدار واکنش خاک کاهش یافت است. بر اساس نظر [۲۱، ۲۲] علت افزایش مقدار واکنش خاک در اراضی کشاورزی به فعالیت‌ها و نحوه مدیریت در کوددهی و مقدار آبیاری یا بارندگی بستگی دارد. نتایج این تحقیق با یافته‌های محققین دیگر [۳، ۲۱، ۲۳، ۳۱، ۴۶] مطابقت داشت.

بر اساس نظر [۲۳] کشت‌وکار در کاربری‌های باغ و کشاورزی به‌دلیل تأثیر بر فعالیت میکروارگانیسم‌ها و همچنین مقدار ماده آلی خاک باعث افزایش مقدار واکنش خاک می‌شود. نتایج این تحقیق با نتایج [۱۸، ۳۰] مغایرت داشت. در پژوهش [۳۰] وجود ماده آلی یکسان در لایه سطحی خاک منجر به ایجاد عدم معنی‌داری در مقدار واکنش خاک در کاربری‌های مورد بررسی شده بود.

بر اساس نتایج، کاربری باغ زیتون بیشترین مقدار و کاربری‌های جنگل طبیعی و مرتع نیز کمترین مقدار هدایت الکتریکی خاک را داشتند. استفاده از کودهای شیمیایی و تجمع املاح خاک که ناشی از تخریب کانی‌های تشکیل دهنده خاک هستند مقدار هدایت الکتریکی خاک در کاربری باغ و کشاورزی را افزایش داده بود. در مطالعه‌ای در ارتباط با اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک [۶] نشان دادند که هدایت الکتریکی خاک اراضی کشاورزی و باغی در مقایسه با کاربرهای مرتع و جنگل بیشتر بوده که علت آن افزودن کودهای شیمیایی به این اراضی است. همچنین [۵۲] علت افزایش هدایت الکتریکی کاربری کشاورزی را کشت و کار روی این کاربری اعلام کرده بودند. نتایج تحقیق در این بخش با نتایج [۲۱، ۳۱] موافقت داشت. در حالی که تحقیق [۲۶] نشان داد که هیچ اختلاف معنی داری بین مقادیر هدایت الکتریکی خاک در کاربری‌های جنگل طبیعی و کشاورزی وجود نداشت که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت داشت.

در ارتباط با ماده آلی خاک نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاربری جنگل طبیعی در مقایسه با کاربری‌های مرتع، کشاورزی و باغ زیتون از مقادیر بالایی برخوردار بود. لاشریزه‌های تولیدی در جنگل طبیعی مهم‌ترین منبع ورودی مواد آلی در خاک هستند که با انجام فرایند تجزیه، معدنی شده و مجدد مورد استفاده درختان و سایر گیاهان قرار می‌گیرند. نتایج تحقیق در این بخش با نتایج [۵، ۲۶، ۳۰، ۳۱، ۳۲] مطابقت داشت. اما با نتایج [۵۰] مغایرت داشت.

عملیات خاکورزی مانند شخم‌زدن زمین، نقش زیادی در افزایش سرعت تجزیه مواد آلی خاک دارد و کربن آلی به صورت دی اکسیدکربن از خاک خارج می‌شود [۴۱]. به نظر می‌رسد دلیل کم‌شدن مقدار ماده آلی در کاربری‌های کشاورزی و باغ زیتون همین مسئله باشد. اما در کاربری مرتع مسئله فرسایش خاک منجر به کاهش مواد آلی لایه سطحی شده [۲۶] بنابراین کاهش زیادی در مقدار ماده آلی خاک تحت کاربری مرتع رخ می‌دهد.

در خصوص مقدار ذخیره کربن آلی خاک در کاربری‌های مورد بررسی نتایج نشان داد که کاربری‌های جنگل طبیعی، باغ زیتون و کشاورزی در مقایسه با کاربری مرتع مقادیر بالایی از کربن را در خاک ترسیب کرده بودند. همچنین بین مقادیر ذخیره کربن سه کاربری مورد اشاره اختلاف معنی داری مشاهده نشد. این نتایج با یافته‌های [۲۶] مطابقت داشت. نوع پوشش گیاهی بر مقدار ترسیب کربن خاک اثر می‌گذارد [۴۸]. در جنگل‌های معتدله، لاشریزه‌های گیاهی در حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد ذخایر کربن خاک را تشکیل می دهند [۱۰]. تجزیه لاشبرگ از طریق انتقال و ذخیره کربن در افق آلی حاصلخیزی خاک را افزایش می‌دهد [۲۷].

در دو کاربری باغ زیتون و کشاورزی به علت مدیریت کشاورزان در کوددهی مناسب با استفاده از کودهای حیوانی و استفاده از سیستم‌های کم شخم، منجر به افزایش ذخیره کربن خاک سطحی شده بود. در واقع، افزایش مقدار کربن کاربری‌های باغ زیتون و کشاورزی، مخصوصاً کاربری باغ زیتون، به طور مستقیم به نوع پوشش گیاهی منطقه، مدیریت و دخالت انسانی وابسته است. [۱] در پژوهشی که در ارتباط با مقدار ترسیب کربن در کاربری‌های مختلف انجام دادند گزارش کردند که افزودن کودهای حاوی نیتروژن در زمین‌های کشاورزی مقدار ذخیره کربن را حدود ۳۰ درصد افزایش می‌دهد. در تحقیقی [۲۵] نشان دادند که مقدار ترسیب کربن خاک در کاربری کشاورزی بیشتر از کاربری‌های مرتع و جنگل است. آنها بیان داشتند که به دلیل قرار گرفتن اراضی کشاورزی در شرایط مساعد و فاقد شیب و همچنین استفاده از انواع کودهای آلی و غیر آلی توسط کشاورزان، مقدار ذخیره کربن آلی خاک زمین‌های کشاورزی بیشتر از سایر کاربری‌هاست. در پژوهش حاضر نیز زیرکشت بودن اراضی کشاورزی و همچنین استفاده از انواع کودهای دامی در منطقه می‌تواند دلیلی بر افزایش مقدار ذخیره کربن خاک موجود در این کاربری باشد. بر اساس نتایج پژوهش حاضر مقدار ذخیره کربن کاربری مرتع به دلیل چرای بیرویه دام‌ها و کوبیدگی خاک، فرسایش خاک و از بین رفتن پوشش گیاهی از کاربری جنگل طبیعی کمتر بوده است. نتایج مطالعه در این بخش با یافته‌های [۱۷، ۱۹] مطابقت داشت.

بر اساس یافته‌های تحقیق مقدار نیتروژن خاک در کاربری کشاورزی بیشتر و به ترتیب مقدار آن در کاربری های باغ زیتون، جنگل طبیعی و مرتع کاهش یافته بود. این نتایج با یافته‌های [۳، ۲۶] مطابقت و با نتایج [۳۰، ۵۰]

مغایرت داشت. از آنجایی که انتظار می‌رفت مقدار نیتروژن در کاربری جنگل بیشتر از سه کاربری دیگر باشد ولی نتایج حاکی از بالابودن نیتروژن در کاربری‌های کشاورزی و باغ زیتون بود. به نظر می‌رسد عدم‌تولید لاشبرگ به مقدار زیاد در جنگل طبیعی و نبود شرایط بهینه برای تجزیه سریع لاشبرگ‌ها از دلایل کم‌بودن سطوح نیتروژن در خاک جنگل طبیعی است.

کاربرد کودهای ازته در کاربری کشاورزی یکی از مهمترین دلایل افزایش نیتروژن موجود در خاک است. همچنین انجام عملیات خاکورزی در کاربری‌های کشاورزی و باغی به نرخ تجزیه لاشریزه‌های گیاهی کمک کرده و مقدار نیتروژن قابل دسترس خاک را افزایش می‌دهد. در کاربری باغ زیتون تولید لاشریزه گیاهی اعم از برگ، میوه و شاخه در سطح خاک بیشتر بوده و همین مسئله باعث افزایش نیتروژن نسبت به کاربری جنگل طبیعی شده است. یافته های بدست آمده در خصوص مقدار فسفر در کاربری‌های مورد بررسی نیز نشان داد که مقدار آن در سه کاربری جنگل طبیعی، مرتع و باغ زیتون با هم اختلاف معنی‌داری نداشته و نسبت به کاربری کشاورزی بیشتر بود. نتایج تحقیق در این بخش با نتایج [۳، ۲۱، ۲۶، ۳۰، ۳۲] مطابقت داشت. در موافقت با یافته‌های [۱۴] کاهش مقدار فسفر در کاربری کشاورزی را می‌توان به فرسایش خاک، کشت و کار مداوم و کاهش ورودی مواد آلی به خاک نسبت داد. بر اساس نظر [۵۱]، فرسایش خاک مهم‌ترین سازوکار برای انتقال فسفر از کاربری کشاورزی است. نتایج این پژوهش با نتیجه [۴۵] مطابقت دارد.

موافق با نظر [۳۲]، نوع پوشش گیاهی موجود در کاربری و همچنین اضافه‌شدن بقایای گیاهی به خاک می‌تواند مقدار فسفر خاک را تحت تأثیر قرار بدهد. نتایج تحقیق در این بخش با یافته‌های [۲] مغایرت داشت. ایشان مقدار فسفر خاک در کاربری کشاورزی را بیشتر از سایر کاربری‌ها گزارش داده بودند. با توجه به نتایج تحقیق مشخص شد که مقدار پتاسیم در دو کاربری کشاورزی و باغ زیتون نسبت به دو کاربری مرتع و جنگل طبیعی بیشتر بود. [۳، ۲۶، ۳۰] نیز به نتایج مشابه با یافته‌های ای تحقیق دست یافته بودند. استفاده از کودهای شیمیایی حاوی عنصر پتاسیم در کاربری کشاورزی و همچنین بازگشت بیشتر لاشریزه گیاهی در کاربری باغ زیتون از دلایل اصلی بالابودن مقدار پتاسیم در خاک این دو کاربری است. استفاده پتاسیم خاک توسط گیاهان و همچنین آبشویی از دلایل مهم کاهش پتاسیم خاک هستند بنابراین به نظر می‌رسد این عوامل در کاربری های جنگل طبیعی و مرتع باعث کاهش پتاسیم خاک شده‌اند چراکه در این کاربری‌ها عملیات تقویت بارخیزی خاک توسط کودپاشی انجام نمی‌گیرد و همان طوری که پیش‌تر بیان شد، مقدار لاشبرگ تولیدی در این کاربری‌ها کم است، بنابراین نباید انتظار افزایش غلظت پتاسیم در خاک تحت این دو کاربری را داشت.

موافق با یافته‌های [۲۸، ۳۶، ۳۷]، نتایج این پژوهش نیز نشان داد که جنگل طبیعی از نظر مشخصه‌های زیستی و فراوانی کرم‌های خاکی وضعیت خوبی دارد. از بین بردن و تخریب جنگل‌های طبیعی و برهم‌زدن ساختمان خاک، پراکنش و ساختار کرم‌های خاکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در اثر تجمع لاشبرگ‌ها در دو کاربری جنگل طبیعی و باغ زیتون (که این مسئله منجر به افزایش سطوح عناصر غذایی نظیر نیتروژن، فسفر و کربن آلی خاک و همچنین رطوبت خاک می‌شود) کیفیت خاک را ارتقاء داده و باعث افزایش جمعیت ماکروفون خاک می‌شود [۲۸].

افزایش مواد آلی و بهبود ساختمان خاک، افزایش تراکم و تاج‌پوشش گونه‌های گیاهی و همچنین رشد و توسعه ریشه گیاهان از عوامل تاثیرگذار در بالا بودن جمعیت کرم های خاکی در کاربری‌های جنگل طبیعی و باغ زیتون است. طبق نظر [۹، ۱۱] تجزیه مواد آلی خاک و آزادسازی عناصر غذایی از طریق ماکروفون خاک انجام می‌گیرد. نوع پوشش گیاهی، نوع کاربری، مقدار لاشبرگ تولیدی و همچنین مقدار رطوبت خاک در تنوع، ساختار و فعالیت کرم‌های خاکی اثرگذار هستند [۵۳].

در کل، نتایج این پژوهش نشان داد که تغییر کاربری اراضی جنگلی و مرتعی به کشاورزی و باغی باعث ایجاد تغییراتی در کیفیت خاک شده است. هرچند در بعضی از پارامترها این تغییر کاربری باعث بهبود وضعیت کیفی خاک شده است ولی باید توجه داشت این وضعیت در کوتاه‌مدت و تا زمانی که استفاده از کودهای شیمیایی و انجام برخی عملیات خاکورزی مانند شخم‌های سطحی انجام می‌گیرد، پایدار است. بنابراین نتایج این پژوهش تأکید بر حفظ

کاربری طبیعی جنگل و مرتع دارد. با توجه به یافته‌های تحقیق فرضیه‌های مطرح شده در پژوهش حاضر پذیرفته شدند. حفظ جنگل‌های طبیعی بلوط و جلوگیری از تغییر کاربری اراضی طبیعی، انجام عملیات اصلاحی در مراتع منطقه نظیر کودپاشی، تقویت پوشش گیاهی و غیره، استفاده از محصولات باغی و زراعی تثبیت‌کننده نیتروژن خاک در کاربری‌های مورد نظر موجود و کشت تلفیقی جنگل، زراعت و کشاورزی در مناطق عاری از پوشش گیاهی از جمله پیشنهادهای اجرایی پژوهش حاضر بودند.

References

[1]. Allard, V., Soussana, J.F., Falcimagne, R., Berbigier, P., Bonnefond, J.M., Ceschia, E., D'hou, P., Henault, C., Laville, P., Martin, C., & Pinares-Patino, C. (2007). The role of grazing management for the net biome productivity and Greenhouse gas Budget (CO_2, N_2O and CH_4) of semi-natural grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 121*(1-2), 47-58. doi: 10.1016/j.agee.2006.12.004

[2]. Alemayehu, K., & Sheleme, B. (2013). Effects of different land use systems on selected soil properties in south Ethiopia. *Journal of Soil Science and Environmental Management, 4*(5), 100-107. doi: 10.5897/JSSEM2013.0380

[3]. Asgharzadeh, S., Bazgir, M., Heydari, M., & Ghasemi Aghbash, F. (2023). *Chemical characteristics of soil in different uses and seasons*. 18th Iranian Congress of Soil Sciences (regenerative management and soil challenges: salinity, pollution, dust), Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. [in Farsi]

[4]. Beheshti Al Agha, A., Raiesi, F. and Golchin, A. (2011). The effects of soil disturbance due to land use change of forest lands to cultivated lands on biological soil quality indices of forest ecosystems of Northern Iran. *Journal of Agroecology*, *3*(4), 439-453. doi: 10.22067/jag.v3i4.13573 [in Farsi]

[5]. Bonilla-Bedoya, S., López-Ulloa, M., Vanwalleghem, T., & Herrera-Machuca, M.A. (2017). Effects of land use change on soil quality indicators in forest landscapes of the western amazon. *Soil Science, 182*(4), 1-9. doi: 10.1097/SS.0000000000000203

[6]. Brahim, N., Karbout, N., Dhaouadi, L., & Bouajila, A. (2021). Global landscape of organic carbon and total nitrogen in the soils of oasis ecosystems in southern Tunisia. *Agronomy, 11*(10), 1903. doi: 10.3390/agronomy11101903

[7]. Chandel, S., Hadda, M. S., & Mahal, A. K. (2018). Soil quality assessment through minimum data set under different land uses of submontane Punjab. *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 49*(6), 658-674. doi: 10.1080/00103624.2018.1425424

[8]. Chen, L., Fang, K., Wei, B., Qin, S., Feng, X., Hu, T., Ji, C., & Yang, Y. (2021). Soil carbon persistence governed by plant input and mineral protection at regional and global scales. *Ecology Letters, 24*, 1018–1028. doi: 10.1111/ele.13723

[9]. Creamer, R.E., Stone, D., Berry, P., & Kuiper, I. (2016). Measuring respiration profiles of soil microbial communities across Europe using MicroResp^{TM} method. *Applied Soil Ecology, 97*, 36- 43. doi: 10.1016/j.apsoil.2015.08.004

[10]. Faber, J., Quadros, A.F., & Zimmer, M. (2018). A Space-For-Time approach to study the effects of increasing temperature on leaf litter decomposition under natural conditions. *Soil Biology and Biochemistry, 123*, 250-256. doi: 10.1016/j.soilbio.2018.05.010

[11]. Gartzia-Bengoetxea, N., Kandeler, E., Martínez de Arano, I., & Arias-González, A. (2016). Soil microbial functional activity is governed by a combination of tree species composition and soil properties in temperate forests. *Applied Soil Ecology, 100*, 57-64. doi: 10.1016/j.apsoil.2015.11.013

[12]. Geissen, V., Sánchez, H.R., Kampichler, C., Ramos, R.R., Sepulveda, L.A., Ochoa, G.S., De, J.B., Huerta, L. E., & Hernández, D.S. (2009). Effects of land use change on some properties of tropical soils an example from Southeast Mexico. *Geoderma, 151*(3-4), 87-97. doi: 10.1016/j.geoderma.2009.03.011

[13]. Ghasemi Aghbash, F., & Pourreza, M. (2018). *Soil quality indicators*, Malayer University Press. [in Farsi]

[14]. Girma, A., & Endalkachew, W. (2013). Soil properties, and soil organic carbon stocks of tropical andosol under diferent land uses. *Open Journal Soil Science, 3*,153. doi: 10.4236/ojss.2013.33018

[15]. Hashemi, A. (2017). *Investigating the physical, chemical and biological characteristics of the soil in the paths of livestock in the forest areas of Zagros (Case study: Sarkashti Forest, Delfan, Lorestan)*. Master's thesis, Malayer University. [in Farsi]

[16]. Hemati, Z., Selvalakshmi, S., Xia, S., & Yang, X. (2020). Identification of indicators: Monitoring the impacts of rubber plantations on soil quality in Xishuangbanna, Southwest China. *Ecological Indicators, 116*, 106491. doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106491

[17]. Huang, J., & Hartemink, A.E. (2020). Soil and environmental issues in sandy soils. *Earth-Science Reviews*, 208, 103295. doi: 10.1016/j.earscirev.2020.103295

[18]. Jabari, S. (2023). *Assessment of carbon sequestration in different land uses along Hamadan-Malayer Road*, Master's thesis, Malayer University. [in Farsi]

[19]. James, J., & Harrison, R. (2016). The effect of harvest on forest soil carbon: A meta-analysis. *Forests, 7*(12), 308. doi: 10.3390/f7120308

[20]. Jaiyeoba, I. (2003). Changes in soil properties due to continuous cultivation in Nigerian semiarid Savannah. *Soil and Tillage Research, 70*(1), 91-98. doi: 10.1016/S0167-1987(02)00138-1

[21]. Kooch, Y., & Ehsani, S. (2020). The effect of different land uses on new indices of soil quality in central alborz region. *Ecology of Iranian Forest, 8*(16), 60-71. doi: 10.52547/ifej.8.16.60 [in Farsi]

[22]. Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science, 304*(5677), 1623-1627. doi: 10.1126/science.1097396

[23]. Lee, S.B., Lee, CH., Jung, K.Y., Do Park, K., Lee, D., & Kim, P.J. (2009). Changes of soil organic carbon and its fractions in relation to soil physical properties in a long-term fertilized paddy. *Soil and tillage research, 104*(2), 227-232. doi: 10.1016/j.still.2009.02.007

[24]. Lemma, B., Kleja, D. B., Nilsson, I., & Olsson, M. (2006). Soil carbon sequestration under different exotic tree species in the southwestern highlands of Ethiopia. *Geoderma, 136*(3-4), 886–898. doi: 10.1016/j.geoderma.2006.06.008

[25]. Liu, Z., Shao, M. A., & Wang, Y. (2011). Effect of environmental factors on regional soil organic carbon stocks across the Loess Plateau region, China. Agriculture, *Ecosystems & Environment, 142*(3-4), 184-194. doi: 10.1016/j.agee.2011.05.002

[26]. Mahdavi, A., Rezavinia, Z., Bazgir, M., & Rostaminia, M. (2022). The Effect of Land use Changes on Soil Quality Indicators and Carbon Sequestration in Semi-arid Areas. *Desert Ecosystem Engineering*, *8*(22), 101-113. doi: 10.22052/deej.2018.7.22.51 [in Farsi]

[27]. Mao, B., Cui, T., Su, T., Xu, Q., Lu, F., Su, H., Zhang, J., & Xiao, SH. (2022). Mixed-litter effects of fresh leaf semi-decomposed litter and fine root on soil enzyme activity and microbial community in an evergreen broadleaf karst forest in southwest China. *Frontiers in Plant Science, 13*, 1065807. doi: 10.3389/fpls.2022.1065807

[28]. Mazouji, M., Mohammadi Samani, K., & Hosseini, V. (2020). The variation in density and biomass of earthworms with physical and chemical properties of soil after forest land-use change. *Iranian Journal of Forest, 12*(2), 203-218. [in Farsi]

[29]. Mohammadi, M., Mirzaei, J., Moradi, M., & Naji, H. R. (2017). Soil physicochemical properties of Tamarisk (*Tamarix ramosissima* Ledeb.) sites in Ilam province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, *25*(3), 419-430. doi: 10.22092/ijfpr.2017.112876 [in Farsi]

[30]. Moges, A., Dagnachew, M., & Yimer, F. (2013). Land use effects on soil quality indicators: a case study of abo-wonsho southern Ethiopia. *Applied and Environmental Soil Science, 2013*, 237-245. doi: 10.1155/2013/784989

[31]. Molaei Arpnahi, M., Salehi, M., Karimian Egbal, M., & Mosleh, Z. (2020). Effect of Land-Use Change on some Physical and Chemical Indices of Soil Quality in the Bazoft

Region, (Chaharmahal-Va-Bakhtiari Province). *Water and Soil, 34*(3), 707-720. doi: 10.22067/jsw.v34i3.84914 [in Farsi]

[32]. Mulat, Y., Kibret, K., Bedadi, B., & Mohammed, M. (2021). Soil quality evaluation under diferent land use types in Kersa sub-watershed, eastern Ethiopia. *Environmental Systems Research, 10*(19), 1-11. doi: 10.1186/s40068-021-00224-6

[33]. Neill, C., Piccolo, M.P., Cerri, C.C., Steudler, P.A., Melillo, J.M., & Brito, M. (1997). Net nitrogen mineralization and net nitrification rates in soils following deforestation for pasture across the southwestern Brazilian Amazon Basin landscape. *Oecologia, 110*, 243-252. doi: 10.1007/s004420050157

[34]. Olad, J.A., Najafifar, A., & Siyavoshi, K. (2007). *Study of soil science and land suitability of Zardlan Shirvan Cherdavol area (Ilam province)*, Proceedings of the 10th Iran Soil Science Congress, Karaj. [in Farsi]

[35]. Samie, F., Yaghmaeian Mahabadi, N., Abrishamkesh, S., & Maslahatjou, A. (2022). Impact of land use change on erodibility and soil quality indicators (case study: Sidasht, Guilan Province). *Agricultural Engineering, 45*(1), 57-78. doi: 10.22055/agen.2022.39858.1630 [in Farsi]

[36]. Sankar, A.S., & Patnaik, A. (2018). Impact of soil physico-chemical properties on distribution of earthworm populations across different land use patterns in southern India. *The Journal of Basic and Applied Zoology, 79:* 50. doi: 10.1186/s41936-018-0066-y

[37]. Saremi-Nejad, H. (2022). *Investigating biodiversity and soil quality indicators in the livestock traffic routes in Zagros Forest areas (Case study: Sarkashti Forest, Delfan, Lorestan)*, Master's thesis, Malayer University. [in Farsi]

[38]. Schuman, G.E., Janzen, H., & Herick, J.E. (2002). Soil carbon information and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental Pollution, 116*(3), 391-396. doi: 10.1016/S0269-7491(01)00215-9

[39]. Sefati, Z., Khalilimoghadam, B., & Nadian, H. (2019). Assessing urban soil quality by improving the method for soil environmental quality evaluation in a saline groundwater area of Iran. *Catena, 173*, 471–480. doi: 10.1016/j.catena.2018.10.040

[40]. Shah Piri, A., Kooch, Y., & Dianati Tilaki, G. A. (2021). Evaluation of Soil Quality Indicators in Degraded and Converted Forest Habitats to Rangeland in Western Mazandaran. *Iranian Journal of Soil and Water Research, 52*(3), 857-867. doi: 10.22059/ijswr.2021.316154.668852 [in Farsi]

[41]. Solaimani, K., & Azmoudeh, A. (2011). Investigation of Land Use Change Effects on some Physical and Chemical Properties, as well as the Soil Erodibility. *Physical Geography Research, 42*(4), 111-123. [in Farsi]

[42]. Subedi, B.P., Pandey, S.S., Pandey, A., Bahadur Rana, E., Bhattarai, S., Banskota, T.R., Charma-kar, S., & Tamrakar, R. (2010). Asia network for sustainable agriculture and bio resources. Federation of community forest users, Nepal, international center for integrated mountain development, Norwegian agency for development cooperation, guidelines for measuring carbon stocks in community- managed forests, 16 pages.

[43]. Tesfahunegn, G.B., (2013). Soil quality indicators response to land use and soil management systems in northern Ethiopia's catchment. *Land Degradation & Development, 27*(2), 438-448. doi: 10.1002/ldr.2245

[44]. Tian, Y., Xu, Z., Wang, J., & Wang, Z. (2022). Evaluation of Soil Quality for Different Types of Land Use Based on Minimum Dataset in the Typical Desert Steppe in Ningxia, China. *Journal of Advanced Transportation, 2022*, 1-14. doi: 10.1155/2022/7506189

[45]. Vahabzadeh Kebria, G., Reiahi, M.R., & Roshun, S. H. (2016). Investigation of land use change on physicochemical characteristics and soil erosion in kaftargar basin of behshahr. *Environmental Erosion Research, 6*(2), 75-88. [in Farsi]

[46]. Vahedi, A. A., Mataji, A., & Hodjati, S. M. (2014). Modeling Soil Organic Carbon Pool Weight Associated with Soil Physico-chemical Properties within Glandrood Forest in Northern Iran. *Iranian Journal of Soil Research, 28*(1), 53-62. doi: 10.22092/ijsr.2014.120118 [in Farsi]

[47]. Van Leeuwen, J.P., Creamer, R.E., Cluzeau, D., Debeljak, M., Gatti, F., Henriksen, C.B., Kuzmanovski, V., Menta, C., Pérès, G., & Picaud, C. (2019). Modeling of soil functions for assessing soil quality: Soil biodiversity and habitat provisioning. *Frontiers in Environmental Science*, *7*, 113. doi: 10.3389/fenvs.2019.00113

[48]. Wen-bin, W., Yang, P., Tang, H-J., Ongaro, L., & Shibasa, R. (2007). Regional variability of the effects of land use systems on soil properties. *Agricultural Sciences in China*, *6*(11), 1369-1375. doi: 10.1016/S1671-2927(07)60185-0

[49]. Xiang, T., Qiang, F., Liu, G., Liu Ch., & Ai, N. (2023). Soil Quality Evaluation and Dominant Factor Analysis of Economic Forest in Loess Area of Northern Shaanxi. *Forests*, *14*(6), 1179. doi: 10.3390/f14061179

[50]. Yari, R., Jahantab, E., Sheyday-Karkaj, E., & Mirmiran, S. M. (2022). Investigation of the effect of different land uses on some of physical and chemical properties of soil (Case study: Sarayan county, South Khorasan). *Management of Natural Ecosystems*, *2*(2), 23-33. doi: 10.22034/emj.2022.254738 [in Farsi]

[51]. Yousefifard, M., Jalalian, A., & Khademi, H. (2007). Estimating nutrient and soil loss from pasture land use change using rainfall simulator. *Journal of Water and Soil Science*, *11*(40), 93-107. [in Farsi]

[52]. Zaman, M., Shahid, S.A., & Heng, L. (2018). Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques. Springer Nature.

[53]. Zarafshar, M., & Timuri, M. (2022). Introduction of suitable biological indicators to monitor soil quality and health of forest ecosystems. *Sustainable management of Hyrcanian forests*, *4*(1), 29-35. [in Farsi]

Evaluation of the effects of land use change on soil quality indicators in the forests of Chardavol city, Ilam province
(Research Paper)

1- Meysam seydi, Master's student, Department of Natural Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran.
2- Farhad Ghasemi Aghbash*, Assistant Professor, Natural Engineering Department, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran.
f.ghasemi@malayeru.ac.ir

Received: 24 Jun. 2024
Accepted: 25 Sep. 2024

Abstract
The change of land use, in addition to the many effects it has on soil characteristics, can lead to the loss of many uses and functions of soil. Therefore, it is very important to investigate the effects of land use changes on different soil characteristic. In this research, first, while visiting the field and identifying the area in detail, four uses of natural forest, rangeland, agricultural land and olive garden were selected. Then, 10 soil samples were collected from the depth of 0 to 15 cm in each of these uses. Soil texture, bulk density, soil reaction, electrical conductivity, organic matter, soil organic carbon storage, nitrogen, phosphorus, potassium, abundance and biomass of earthworms were measured. Also, the amount of carbon sequestration of trees in two uses of natural forest and olive garden was calculated. The results showed that the soil texture was sandy-loamy in all four investigated uses. There is not a significant difference in terms of bulk density of soil in three agricultural uses (1.92 g/cm^3), olive garden (1.76 g/cm^3) and natural forest (1.63 g/cm^3). The highest and lowest amount of soil reaction was observed in agricultural (7.77) and rangeland (7.15), respectively. The highest amount of soil carbon storage is in the three uses of natural forest (4.79 tons per hectare), agriculture (4.75 tons per hectare) and olive garden (3.88 tons per hectare) and the lowest in rangeland (1.90 tons per hectare) was observed. The amounts of soil nitrogen and potassium were also higher in agricultural and garden uses than in natural forest and rangeland. The lowest amount of soil phosphorus was also observed in agricultural use. The amount of carbon sequestration of trees in the natural forest was higher than that of the olive garden. In terms of biological indicators, the natural forest and olive garden were in better condition. In general, the results of this research showed that changing the use of natural lands to agriculture and garden lands causes changes in physical (bulk density of soil), chemical (organic matter, soil reaction, nitrogen, phosphorus and potassium) and biological (abundance and biomass of earthworms) characteristics.

Keywords: Agricultural and garden lands, Western oak forest, Physical and chemical properties, Organic carbon, Soil macrofauna.