بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه خاکشناسی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی و حاصلخیزی خاک

تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منطقه کالپوش

نگارنده

زهرا شکوهی راد

اساتید راهنما

دکتر علی عباسپور

دکتر وجیهه درستکار

استاد مشاور

دکتر یاسرصفری

دکترمحمد هادی موحدنژاد

شهریور ۱۳۹۸

اگر باشد شایسته تقدیم، تقدیم به

ساحت مقدس امام زمان (عج)

به استوارترین تکیه گاهم، دستان پر مهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان زیبای مادرم

که هر چه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هر چه بکوشم قطره‌ای از دریای بی کران مهربانیتان را سپاس نتوانم بگویم.

امروز هستی‌ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شماست

باشد که حاصل تلاشم نسیم گونه، غبار خستگیتان را بزداید.

و برادران و خواهران عزیزم که در تمام عرصه های زندگی یار و یاور بی چشم داشت برایم بوده اند.

تشکر

پروردگار قادر و مهربان را سپاسگزارم که پرورد مرا و فرصت آموختنم داد. خداوندا، بار الها شکر تو نتوان به کمال گفت که دریای رحمت تو را هیچ کران نیست...

بر خود لازم می دانم که از اساتید راهنمای گرانقدر جناب آقای دکتر عباسپور و خانم دکتر دستکار که در این پایان نامه مرا راهنمایی کردند تشکر کنم. از اساتید مشاور محترم ام جناب آقای دکتر صفری و جناب آقای دکتر موحدنژاد به خاطر زحمات فراوانشان قدردانم. از جناب آقای دکتر قربانی و جناب آقای دکتر مؤذن زاده که زحمت داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند کمال قدردانی را دارم. و از جناب آقای دکتر دلقندی ناظر تحصیلات تکمیلی کمال قدردانی را دارم.

از مسئولین محترم آزمایشگاه آقای مهندس شاکری و خانم مهندس آموزگار به خاطر زحمات فروان و همچنین از مسئولین دیگر آزمایشگاه ها آقای مهندس گلی، آقای مهندس حسین پور و آقای مهندس مطهری که نهایت همکاری را داشتند کمال تشکر و قدردانی را دارم. و همچنین از دوستانم و همکلاسی های خوبم که در لحظات سخت مرا یاری کردند سپاسگزارم.

تعهدنامه

اینجانب **زهرا شکوهی‌راد** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **علوم خاک** دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان‌نامه **تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منطقه کالپوش** تحت راهنمائی **جناب آقای دکتر علی عباسپور** متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .

استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون مرجع مجاز نمی‌باشد.

تغییر و تبدیل کاربری اراضی جنگلی به اراضی کشاورزی، امروزه به یکی از نگرانی‌های قابل توجه در سطح دنیا تبدیل شده است. برای حفظ حاصل‌خیزی و افزایش بهره‌وری خاک در کشاورزی پایدار، آگاهی از تأثیر تغییر کاربری بر خصوصیات مختلف خاک ضروری می‌باشد. تغییر اراضی جنگلی یکی از بزرگ‌ترین معضلات زیست محیطی در شمال کشور می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی از جنگل به مرتع و زمین زراعی در منطقه کالپوش شاهرود بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بود. بر این اساس، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از خاک (جنگل، مرتع، مزرعه گندم و لوبیا) به صورت تصادفی از هر کاربری سه نمونه (در مجموع ۴۲ نمونه) برداشت و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در آنها اندازه‌گیری شد. نتایج بررسی خصوصیات فیزیکی خاک نشان داد که سیلت جزء غالب بافت خاک‌های منطقه مورد مطالعه بود، اما از نظر کلاس بافت خاک در بین چهار کاربری تفاوتی دیده نشده و همه از نوع لوم سیلتی بودند. بیش‌ترین مقدار میانگین وزنی و هندسی قطر خاک‌دانه‌ها (به ترتیب ۱/۸۹ و ۱/۲۲ میلی‌متر) در کاربری بلندمدت جنگل و کم‌ترین مقدار در کاربری بلندمدت لوبیا (به ترتیب ۰/۶۵ و ۰/۴۵ میلی‌متر) مشاهده شد. کم‌ترین و بیش‌ترین جرم مخصوص ظاهری (۰/۴۶ و ۱/۰۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و رس قابل پراکنش (۱/۵۷ و ۸/۰۵ درصد) به ترتیب در کاربری‌های جنگل و کشت کوتاه مدت لوبیا اندازه‌گیری شد. نتایج بررسی خصوصیات شیمیایی نشان داد که کاربری‌های بلندمدت جنگل و کشت گندم، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار ماده آلی (۱۶/۶۱ و ۲/۳۶ درصد) و ترسیب کربن (۱۳۱/۴۴ و ۳۲/۲۰ تن در هکتار) را داشتند. فسفر قابل دسترس با مقدار ۲۹۲/۴۴ و ۷/۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار را در کاربری جنگل و مرتع کوتاه‌مدت نشان داد. کاربری جنگل در بسیاری از شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی دارای بالاترین کیفیت بود؛ تخریب کمتر خاک توسط فعالیت‌های انسانی و وجود لاشبرگ فراوان در زیر تاج‌پوشش درختان منجر به چرخه مناسب عناصر غذایی و بهبود خواص خاک شده است. در مجموع، بر اثر تغییر کاربری اراضی جنگلی به کشت گیاهان زراعی طی ۵۰-۱۰۰ سال اخیر، کیفیت خاک به‌خصوص از نظر فسفر قابل دسترس کاهش محسوسی داشته است.

کلمات کلیدی: تغییرپذیری زمانی، کیفیت خاک، جنگل‌تراشی، تخریب اراضی

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه و کلیات ۱
۱-۱-مقدمه ۲
۱-۲- ضرورت و اهمیت پژوهش ۶
۱-۳- اهداف پژوهش ۷
فصل ۲ : مروری بر منابع ۹
۲-۱-اثر تغییر کاربری زمین بر ویژگی‌های خاک ۱۰
۲-۲- اثر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی خاک ۱۰
۲-۲-۱- توزیع اندازه ذرات ۱۱
۲-۲-۲- جرم مخصوص ظاهری ۱۲
۲-۲-۳- جرم مخصوص حقیقی ۱۴
۲-۲-۴- پایداری خاک‌دانه‌ها ۱۴
۲-۲-۵- تخلخل کل ۱۷
۲-۲-۶-رس قابل پراکنش ۱۸
۲-۳- اثر تغییر کاربری زمین بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک ۱۹
۲-۳-۱- اثر تغییر کاربری زمین بر ماده آلی خاک ۱۹
۲-۳-۲- اثر تغییر کاربری بر فسفر قابل دسترس ۲۲
۲-۳-۳- کربنات کلسیم ۲۳
۲-۳-۴- ترسیب کربن ۲۴
۲-۳-۵- اسیدیته خاک ۲۵
۲-۳-۶-هدایت الکتریکی خاک ۲۷
فصل۳ : مواد و روش‌ها ۲۹
۳-۱- معرفی منطقه‌ی مورد مطالعه ۳۰
۳-۲-کاربری‌های اصلی و پوشش گیاهی ۳۱
۳-۲-۱-کاربری‌های اصلی ۳۱

۳-۲-۲-پوشش گیاهی ۳۱
۳-۲-۳-اقلیم منطقه ۳۱
۳-۲-۴-مشخصات نقاط نمونه برداری خاک ۳۲
۳-۲-۵- مطالعات صحرایی و نمونه برداری ۳۴
۳-۳- خصوصیات اندازه‌گیری شده در خاک منطقه ۳۵
۳-۳-۱- خصوصیات فیزیکی ۳۵
۳-۳-۱-۱- بافت خاک ۳۵
۳-۳-۱-۲- جرم مخصوص ظاهری خاک ۳۶
۳-۳-۱-۳- جرم مخصوص حقیقی خاک ۳۶
۳-۳-۱-۴- پایداری خاک‌دانه‌ها به روش الک‌تر ۳۷
۳-۳-۱-۵- تخلخل خاک ۳۸
۳-۳-۱-۶- نسبت پوکی ۳۸
۳-۳-۱-۷- رس قابل پراکنش ۳۸
۳-۳-۲- خصوصیات شیمیایی ۳۹
۳-۳-۲-۱- ماده آلی خاک ۳۹
۳-۳-۲-۲- فسفر قابل دسترس ۴۰
۳-۳-۲-۳-کربنات کلسیم ۴۰
۳-۳-۲-۴- برآورد ترسیب کربن در خاک ۴۱
۳-۳-۲-۵- اسیدیته خاک ۴۱
۳-۳-۲-۶-هدایت الکتریکی ۴۲
۳-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها ۴۲
فصل ۴ :نتایج و بحث ۴۳
۴-۱-خصوصیات خاک منطقه مورد مطالعه ۴۴
۴-۲- شاخص‌های شیمیایی خاک ۴۸
۴-۲-۱-تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی خاک ۴۸

۴-۲-۲-ماده آلی خاک ۴۸
۴-۲-۳-فسفر قابل دسترس خاک ۵۰
۴-۲-۴-کربنات کلسیم ۵۲
۴-۲-۵-ترسیب کربن ۵۳
۴-۲-۶-اسیدیته ۵۵
۴-۲-۷- هدایت الکتریکی ۵۶
۴-۳-شاخص‌های فیزیکی خاک ۵۸
۴-۳-۱-اثر تغییر کاربری اراضی بر بافت خاک ۵۸
۴-۳-۲-اثر تغییر کاربری بر جرم مخصوص ظاهری ۶۱
۴-۳-۳-اثر تغییر کاربری بر جرم مخصوص حقیقی ۶۴
۴-۳-۴-پایداری خاک‌دانه‌ها ۶۶
۴-۳-۴-۱-اثر تغییر کاربری بر میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها ۶۶
۴-۳-۴-۲-اثر تغییر کاربری اراضی برمیانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها..... ۶۹
۴-۳-۵- اثر تغییر کاربری بر تخلخل کل خاک ۷۰
۴-۳-۶- اثر تغییر کاربری بر نسبت پوکی خاک ۷۲
۴-۳-۷-اثر تغییر کاربری اراضی بر رس قابل پراکنش خاک ۷۳
۴-۳-۸-روابط هم‌بستگی بین خصوصیات اندازه‌گیری شده ۷۴
فصل ۵ : نتیجه‌گیری و پیشنهادها..... ۷۷
۵-۱-نتیجه‌گیری کلی ۷۸
۵-۲-پیشنهادها..... ۷۹
منابع ۸۲

فهرست جدول‌ها

جدول۳-۱- مختصات نقاط نمونه برداری ۳۳
جدول۴-۱- آمار توصیفی خصوصیات اندازه گیری شده ۴۵
جدول۴-۲- تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی ۴۶
جدول۴-۳- تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی ۴۷
جدول۴-۴- ضریب هم‌بستگی پیرسون بین خصوصیات اندازه‌گیری شده. ۷۵

فهرست شکل‌ها

شکل ۳-۱- منطقه مورد مطالعه ۳۰
شکل ۳-۲- محل‌های نمونه برداری ۳۲
شکل ۳-۳- نمایی از کاربری‌ها و نحوه نمونه‌برداری ۳۴
شکل ۴-۱- اثرات تغییر کاربری اراضی بر ماده آلی خاک. ۴۹
شکل ۴-۲- اثرات تغییر کاربری اراضی بر فسفر قابل دسترس خاک. ۵۱
شکل ۴-۳- اثرات تغییر کاربری اراضی بر آهک خاک. ۵۲
شکل ۴-۴- اثرات تغییر کاربری اراضی بر ترسیب کربن خاک. ۵۴
شکل۴-۵-اثرات تغییر کاربری اراضی بر اسیدیته خاک. ۵۵
شکل۴-۶- اثرات تغییر کاربری اراضی بر هدایت الکتریکی خاک. ۵۷
شکل ۴-۷- اثرات تغییر کاربری اراضی بر رس خاک. ۵۹
شکل ۴-۸- اثرات تغییر کاربری اراضی بر شن خاک. ۶۰
شکل ۴-۹- اثرات تغییر کاربری اراضی بر جرم مخصوص ظاهری خاک. ۶۲
شکل ۴-۱۰- اثرات تغییر کاربری اراضی بر جرم مخصوص حقیقی خاک. ۶۵
شکل ۴-۱۱- اثرات تغییر کاربری اراضی بر میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها. ۶۷
شکل ۴-۱۲- اثرات تغییر کاربری اراضی بر میانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها. ۶۹
شکل ۴-۱۳- اثرات تغییر کاربری اراضی بر تخلخل خاک. ۷۰
شکل ۴-۱۴- اثرات تغییر کاربری اراضی بر نسبت پوکی خاک. ۷۲
شکل ۴-۱۵- اثرات تغییر کاربری اراضی بر رس قابل پراکنش خاک. ۷۳

فصل ۱: مقدمه و کلیات

۱-۱-مقدمه

تغییر کاربری جنگل‌ها به اراضی کشاورزی امروزه به یکی از نگرانی‌های قابل توجه در سطح دنیا در زمینه تخریب محیط زیست و تغییر اقلیم جهانی تبدیل شده است (ویل، ۱۹۹۹). زمین منبع غیرقابل جایگزینی است که به آسانی و با صرفه‌های اقتصادی قابل بازیافت نیست. بنابراین کاربری اراضی در کشورهایی نظیر ایران که فضای زیستی آن محدود است، باید همانند آب با اندیشه همراه با برنامه ریزی و کاملاً بهینه باشد (میردامادی و احمدی گرجی، ۱۳۹۳). زمانی که تغییرات بدون توجه به مسائل محیط زیستی باشد مشکلاتی به وجود می‌آورد، به عنوان مثال از بین بردن جنگل‌ها باعث افزایش گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه در بلندمدت باعث تغییر اقلیم می‌گردد. هم‌چنین افزایش بیش از حد زمین‌های کشاورزی سبب تخریب خاک و افزایش آلودگی می‌شود (ریبسام و همکاران، ۱۹۹۴).

تغییر کاربری زمین منجر به خسارت‌های جبران ناپذیر به عرصه‌های طبیعی شامل گسترش بیابان‌زایی و فرسایش خاک، وقوع بلایای طبیعی مانند سیل، تغییر اقلیم، از بین رفتن پوشش گیاهی، کاهش تنوع زیستی و حاصل‌خیزی اراضی و پیامدهای منفی زیست محیطی همچون آلوده شدن منابع آبی، خاکی و نهایتاً باعث از بین رفتن منابع غیر قابل تجدید شونده و تهدید جدی امنیت غذایی می‌گردد (درودیان و درودیان، ۱۳۹۶). کاربری زمین و تغییر آن به یکی از چالش‌های بزرگ پیش روی بشر در قرن ۲۱ تبدیل شده است (براتی و همکاران، ۲۰۱۵).

زمین همچنان یکی از پایه‌های اصلی معیشت جوامع، ثروت و جایگاه اجتماعی بوده، امنیت غذایی هر جامعه‌ای تا حد زیادی به این عامل اساسی تولید بستگی داشته و از سوی دیگر تقاضا برای زمین، به ویژه افزایش جمعیت بشر در سطح کره زمین و چشم انداز افزایش این جمعیت به نه میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰، هم‌چنان رو به افزایش است (اودریکو و همکاران ، ۲۰۱۳). در اثر تبدیل مراتع و جنگل‌ها به زمین‌های کشاورزی و عملیات خاکورزی، سالانه حدود ۴۳۰ میلیون هکتار از اراضی کشورهای مختلف، فرسایش می‌یابد از چرخه تولید مطلوب خارج می‌شوند، که برابر با ۳۰ درصد کل زمین‌های شخم خورده

جهان است (حاج عباسی و همکاران، ۲۰۰۲). به عنوان نمونه در ایران سالیانه حدود ۲۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی تغییر کاربری می‌دهند از این نظر ایران جزء یکی از کشورهای دارای بالاترین نرخ تغییر کاربری است (براتی و همکاران، ۲۰۱۵). مطالعات مرتبط با تحولات خاک در پی شیوه‌های مختلف کاربری زمین برای انتخاب شیوه‌های مدیریتی مناسب به منظور بازسازی بهره وری خاک و حفظ پایداری سیستم بسیار مهم است (کروز و همکاران، ۲۰۱۵). شناخت رفتار خاک به عنوان جز مهم محیط زیست و تأمین کننده‌ی طیف گسترده‌ای از نیازهای انسانی بیش از بیش ضروری به نظر می‌رسد؛ شناختی که بی‌توجهی به آن، عواقبی را در پی دارد که جبران ناپذیر و یا جبران آن به سختی انجام پذیر است. لذا شایسته است قبل از تأثیر گذاشتن بر این جز مهم محیط زیست، که بی‌شک اجزای دیگر را نیز متأثر می‌کند، به بررسی و اقداماتی که در پی فعالیت‌های بشری روی آن و بر محیط اطراف تحمیل می‌گردد، پرداخته شود؛ که این یک نگرانی جهانی است اقداماتی در جهت کاهش تخریب زمین نشأت گرفته از سیستم‌های تولیدی، اتخاذ گردد (لیسبوآ و همکاران، ۲۰۱۴).

در حال حاضر تغییر کاربری زمین، به صورت غیراصولی از مهم‌ترین معضلات کشور می‌باشد، چرا که تغییر اکثر کاربری‌ها غالباً بدون برنامه اصولی و در نظر گرفتن محدودیت‌های زیست محیطی صورت می‌گیرد (حسینی، ۲۰۰۲). مطالعه تغییرات خصوصیات خاک در شناسایی اثرات مدیریت‌های متفاوت در عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی ازجمله تخریب مراتع و جنگل‌ها و احیای اراضی از اهمیت بسیاری برخوردار است. در صورتی که این مطالعات منعکس کننده اثرات مدیریت بر کیفیت خاک در کوتاه‌مدت باشد، راه حل مفیدی برای شناخت مدیریت‌های پایدار در هر منطقه به منظور جلوگیری از تخریب خاک، ایجاد و تثبیت تولید پایدار و حفاظت از محیط زیست است (یوسفی فرد و همکاران، ۲۰۰۷).

خاک جنگل‌ها و مراتع به خاطر دارا بودن مواد آلی نسبتاً بالا و ساختمان مناسب همواره مورد توجه بوده اما تغییر در مدیریت کاربری آن‌ها و اعمال خاکورزی تأثیر زیادی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

آن‌ها داشته است (باور و بلک، ۱۹۹۴). جهت حفظ حاصل‌خیزی خاک و افزایش بهروری خاک در کشاورزی پایدار آگاهی از تأثیر تغییر کاربری بر خصوصیات مختلف خاک ضروری است. خاک یکی از مهمترین منابع طبیعی هر کشور است که در مقایسه با دوره زندگی انسان غیر قابل تجدید می‌باشد (ینی، ۱۹۸۰). امروزه تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که بشر به شکل‌های مختلف، خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد که متأسفانه اکثراً با پیامدهای منفی همراه است. بنابراین با توجه به اهمیتی که خاک در ارتباط با تأمین غذای جمعیت رو به رشد جهان ایفا می‌کند، شناخت کلیه خصوصیات آن ضروری است (خادمی و همکاران، ۱۳۸۳). تغییر خصوصیات خاک مانند کاهش نیتروژن، ظرفیت تبادل کاتیونی، فسفر قابل جذب و تخلخل از دیگر اثرات تغییرات کاربری و تخریب منابع طبیعی است (گیبرییل و همکاران، ۲۰۱۴). ساختمان خوب برای یک خاک، به پیدایش خاک‌دانه‌های پایدار بستگی دارد (وانگ و همکاران، ۲۰۱۶). خاک‌دانه‌ها یکی از خصوصیات مهم خاک بوده، پایداری و اندازه آن‌ها شاخصی است که ظرفیت نگهداری کربن آلی و فرسایش‌پذیری، مقاومت، نفوذپذیری، تهویه و توانایی خاک برای انتقال آب، املاح، گازها و گرما را نشان می‌دهد (هریک جی و سایبودس، ۲۰۰۲).

خاک‌دانه‌ای شدن خاک می‌تواند با کاهش فرسایش و جلوگیری از معدنی شدن کربن آلی، باعث حفاظت مواد آلی خاک شود (جاسترو و همکاران، ۱۹۹۶). تغییر کاربری اراضی موجب کاهش مواد آلی خاک، کاهش میزان عناصر قابل استفاده گیاهان، به ویژه تلفات شدید نیتروژن، کاهش میزان تخلخل، نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب گردد. مواد آلی خاک از جمله شاخص‌های برجسته و بارز کیفیت خاک بوده که به تغییر کاربری اراضی پاسخ می‌دهد. توزیع ماده آلی خاک در اجزاء با اندازه مختلف می‌تواند تغییرات ویژگی‌های مختلف شیمیایی، فیزیکی و حاصل‌خیزی خاک در اثر تغییر کاربری اراضی را بهتر منعکس کند (کریستنسن، ۲۰۰۱). کاربری و کشت کار بر کمیت و کیفیت ماده آلی در ذرات اولیه خاک اثر گذار است، اما اثرات مهم کاربری اراضی بر میزان کل ماده آلی و توزیع آن در ذرات با اندازه‌های مختلف خاک می‌باشد. جهت درک و پویایی مواد آلی و شناخت مکانیزم‌های پایداری آن، می‌توان ماده آلی خاک را به مخازنی با سرعت‌های تجزیه متفاوت تقسیم کرد تا سهم این مخازن در

تغذیه گیاه در کوتاه‌مدت و دراز مدت مشخص شود. افزون بر این معلوم گردد کدامیک از اجزاء مواد آلی می‌تواند در نظارت و کنترل مدیریت‌های اعمال شده بر خاک نقش بیشتری داشته باشد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۵). بررسی تغییرات مواد آلی خاک در اثر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی نتایج متفاوتی در پی داشته است. عملیات مدیریتی مؤثر در افزایش ذخیره کربن آلی شامل تغییر کاربری اراضی (از زراعت به مرتع و یا جنگل)، در کنار آن زراعت - جنگل، بهبود سامانهٔ کشت وکار (از طریق مدیریت تناوب و بهینه سازی عملیات زراعی)، کاهش خاک ورزی و به کار بستن سامانه‌های خاک ورزی حفاظتی و مدیریت بقایا، توزیع مناسب دام و استفاده از گونه‌های لگوم است (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۲). در مطالعه‌ای نقش جنگل تراشی، قرق و تخریب مراتع برکیفیت خاک در اراضی لسی استان گلستان گزارش شده است که تبدیل جنگل‌های طبیعی به اراضی زراعی میزان ماده آلی خاک را تا ۶۶ درصد، پایداری خاک‌دانه را تا یک سوم مقدار اولیه کاهش داده است (کیانی و همکاران، ۱۳۸۶). تغییر کاربری اراضی می‌تواند موجب تخریب خاک‌های تکامل یافته نیز شود، چرا که اجرای عملیات زراعی پس از جنگل تراشی موجب کاهش حاصل‌خیزی خاک، افزایش تراکم خاک و کاهش نفوذپذیری نیم‌رخ خاک می‌شود (مجددی و همکاران، ۱۳۹۱). در اسپانیا طی مطالعه‌ای که به منظور بررسی تغییر کاربری بر میزان کربن آلی و هدر رفت خاک انجام دادند، دریافتند که هدر رفت خاک به میزان هفت برابر افزایش یافته است و کربن آلی خاک نیز طی این تغییر به میزان ۵۰ درصد در لایه سطحی خاک کاهش پیدا کرده است (مارتینز و همکاران، ۲۰۰۸).

تغییر کاربری مهم‌ترین عاملی است که حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مارتینز-منا و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی‌های خود به تأثیر سوء تغییر کاربری اراضی بر ماده‌ی آلی خاک اشاره نموده‌اند. هم‌چنین اندازه و پایداری خاک‌دانه‌ها می‌تواند شاخصی از تغییرات کیفیت خاک ناشی از مدیریت‌های متفاوت در شرایط مشخص محسوب گردد (تاجیک، ۲۰۰۴). پایداری خاک‌دانه‌ها هم‌بستگی بالایی با میزان ماده آلی خاک دارد. کاربری اراضی بر پایداری خاک‌دانه‌ها و توزیع خاک‌دانه‌ها نیز مؤثر است. خاک‌دانه‌های کوچک پایدارتر از خاک‌دانه‌های بزرگ‌ترند، بنابراین هنگامی که خاک تحت

کشت قرار می‌گیرد، خاک‌دانه‌های بزرگ به طور ناگهانی شکسته می‌شوند و ماده آلی بیشتری در معرض معدنی شدن قرار می‌گیرد (کامباردلا و همکاران، ۱۹۹۰). خاک‌دانه‌ها، چه از نظر شکل و چه از نظر پایداری بر دامنه‌ی وسیعی از فرآیندها اثر مستقیم دارد. در واقع ترتیب قرار گرفتن مواد جامد (خاک‌دانه‌ها) و منافذ بین آن‌ها بسیاری از خصوصیات فیزیکی خاک نظیر آب قابل دسترس گیاه، تهویه و دمای خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. پایداری خاک‌دانه‌ها در واقع توانایی خاک در حفظ شکل ساختمانی خود در طول زمان در مقابل نیروهای خارجی از جمله تنش حاصل از بارندگی و رواناب است (بایبوردی، ۱۳۷۲). تأثیر انواع مختلف کاربری اراضی روی کیفیت خاک و تفسیر تغییرات مشاهده شده را می‌توان به واسطه اندازه‌گیری خصوصیات خاک ارزیابی کرد. از سوئی، درک سازوکار اثر کاربری‌های مختلف بر کیفیت خاک، می‌تواند راه کارهای مناسب برای تصمیم گیری در مدیریت کاربری اراضی در مناطق مشابه باشد (مندال و همکاران، ۲۰۱۰). تبدیل اکوسیستم جنگل به کاربری‌های دیگر از پوشش زمین ممکن است میزان کربن آلی خاک را به علت تغییرات در رطوبت خاک، رژیم‌های دمایی و تغییر در نوع و انتخاب گونه‌های گیاهی جانشین در محل، در میزان کمیت و کیفیت زیست توده تاثیر بگذارد و باعث کاهش میزان کربن بازگردانده به خاک بشود. جانشینی گونه‌های گیاهی در تغییر کاربری از جنگل به کشاورزی با توجه به تفاوت در کمیت و کیفیت زیست توده موجود می‌تواند باعث کاهش مواد بازگردانده به خاک شود (اوفیونگ و آوار، ۲۰۱۲). در مطالعاتی اسچیپر و اسپرلینگ (۲۰۰۰) اشاره کردند که تغییر کاربری اراضی در اکوسیستم‌های استوایی می‌تواند تغییرات قابل توجهی در خواص خاک ایجاد کند. مطالعه تأثیر نوع کاربری و پوشش گیاهی بر نحوه عملکرد خاک در اکوسیستم از طریق ارزیابی شاخص‌های کیفی خاک امکان پذیر است.

۱-۲- ضرورت و اهمیت پژوهش

با توجه به نتایج تحقیقات تأثیر تغییر کاربری در مناطق مختلف دنیا و اثرات زیان‌باری که بر خصوصیات خاک داشته است. بر طبق مطالعات انجام شده یکی از دلایل اصلی کاهش کیفیت خاک تبدیل اراضی

جنگلی و مرتعی به اراضی زراعی می‌باشد. لذا بررسی این موضوع از نظر حفاظت از منابع آب و خاک ضروری به نظر می‌رسد. بر اساس مشاهدات صحرایی و گفتگو با کشاورزان بومی منطقه، سطح جنگل‌های منطقه به علت استفاده از چوب درختان جنگلی جهت تأمین گرمای منازل در گذشته با توجه به سردسیر بودن منطقه جنگل تراشی و تبدیل مراتع به زمین کشاورزی به علت افزایش جمعیت روستا و تأمین معیشت مردم در چند سال اخیر جنگل تراشی رو به افزایش گذاشته است. این پژوهش در نظر دارد تأثیر تغییر کاربری اراضی جنگلی به مرتعی و زراعی بر برخی شاخص‌های کیفیت خاک را در منطقه ذکر شده بررسی کند. امید است تحقیق حاضر با ارائه راه کارهای مناسب جهت حفظ جنگل‌های باقی مانده مفید واقع گردد.با توجه به مطالب گفته شده و مطالعات انجام گرفته در اثر تغییرات کاربری جنگل به مراتع و دیم‌زارها، خاک می‌تواند از لحاظ فیزیکی و شیمیایی تحت تأثیر قرار بگیرد. بنابراین در این تحقیق سعی بر آن است که آثار تغییر کاربری اراضی جنگلی به سایر کاربری‌ها و خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در اراضی جنگلی و اراضی تغییر کاربری یافته در جنگل‌های منطقه کالپوش در اطراف روستای حسین آباد به صورت موردی مطالعه شود.

۱-۳- اهداف پژوهش

- اندازه‌گیری تغییرات برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اثر تغییر کاربری اراضی از جنگل به مراتع و زمین کشاورزی
- مقایسه کاربری‌های زراعی مختلف از دیدگاه کنترل تغییرات خاکی ناشی از تغییر کاربری اراضی
- بررسی اثر مدت‌زمان بر درجه تغییرات ویژگی‌های مختلف خاک در پی تغییر کاربری اراضی

فصل ۲: مروری بر منابع

۲-۱-اثر تغییر کاربری زمین بر ویژگی‌های خاک

منابع طبیعی در هر کشور از سرمایه‌های اساسی آن محسوب گردیده و بنابراین لازم است تا با مدیریتی صحیح و عملی از آن حفاظت شود. این امر مستلزم داشتن اطلاعاتی دقیق از ویژگی‌های کمی وکیفی رستنی‌ها و آگاهی از روابط بین گیاهان و عوامل محیطی آن‌ها (از جمله خاک) است (اولیایی و همکاران، ۱۳۹۰). تغییر کاربری اراضی یک بخش اصلی و یک تغییر محیطی مهم در جهان به شمار می‌آید. جنگل تراشی از یک سو و از سوی دیگر تردد ماشین آلات و انجام عملیات خاکورزی در سیستم‌های کشاورزی، کوددهی و برداشت محصول، خصوصیات مختلف خاک را کم و بیش تحت تأثیر قرار می‌دهند و باعث برهم خوردن تعادل بین آن‌ها می‌شود؛ پس علاوه بر تغییر کاربری، مدیریت زمین نیز اثرات زیادی بر ویژگی‌های خاک می‌گذارد (مورگان-کرنادو و همکاران، ۲۰۱۵).

در بررسی تغییر پوشش گیاهی و کاربری زمین بر برخی خصوصیات خاک در قسمت‌های مرکزی ترکیه بیان داشتند که کشت و کار پیوسته دراز مدت خاک‌های جنگلی در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک تأثیر گذار است؛ بررسی سلامت خاک به طیف گسترده‌ای از شاخص‌ها نیاز دارد (ماسکالو و همکاران، ۲۰۱۴). در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در خصوص تغییر کاربری اراضی در نقاط مختلف جهان صورت گرفته است، ولی تحقیقاتی در زمینه مقایسه کاربری‌ها در مناطق شمال شرقی (جنگل‌های دامنه جنوبی البرز) صورت نگرفته است. در این فصل گزیده‌ای از تحقیقات صورت گرفته مرتبط با موضوع در داخل و خارج کشور ارائه گردیده است.

۲-۲- اثر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی خاک

شاخص‌های فیزیکی شامل ویژگی‌هایی نظیر جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی، تخلخل، پایداری خاک‌دانه‌ها، رس قابل پراکنش و بافت خاک می‌باشد. بافت خاک یک ویژگی ذاتی است که در

کوتاه‌مدت، تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد، مگر تحت نیروهای خارجی مانند جریان‌های آب، باد، نیروی ثقل و یا دخالت‌های انسانی موجب تغییر آن می‌گردد (اولیایی و همکاران، ۱۳۹۰).

۲-۲-۱- توزیع اندازه ذرات

بافت خاک نسبت درصد وزنی ذرات شن، سیلت و رس موجود در خاک است. رس‌ها دارای سطح ویژه بالایی در حدود ۱۵ الی ۷۵۰ متر مربع درگرم بوده و می‌تواند از فعالیت‌های شیمیایی و فیزیکی بالایی برخوردار باشد. ذرات شن دارای سطح ویژه پایین و از نظر شیمیایی و فیزیکی کمتر فعال هستند (نیشابوری و ریحانی تبار، ۱۳۸۹). برومند و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی اثر تغییر کاربری اراضی جنگلی به زمین‌های زراعی دیم، شالیزار و باغ مرکبات چنین گزارش نمودند که میزان شن در کاربری باغ بیش‌ترین مقدار را دارا بود علت آن را آبیاری مکرر باغات مرکبات و فرسایش انتخابی ذرات ریزتر و بر جا ماندن ذرات درشت‌تر دانستند. هم‌چنین درصد ذرات شن در لایه سطحی صفر تا ۲۰ سانتی‌متری به طور معنی‌داری بیش‌تر از لایه ۲۰-۵۰ سانتی‌متری بوده است. این محقیقن بیان کردند که کاربری جنگل بیش‌ترین مقدار سیلت را نسبت به سایر کاربری‌ها داشت.

اسلام و ویل (۲۰۰۲) با بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی جنگل طبیعی به جنگل احیا شده با اقاقیا، علف‌زارها و اراضی زیر کشت روی درصد ذرات معدنی خاک در بنگلادش (عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری) گزارش نمودند که تغییر کاربری زمین باعث کاهش معنی‌دار مقدار سیلت از ۶۶ درصد در جنگل طبیعی به ۳۶/۵۰ درصد در اراضی زیر کشت در بنگلادش گردید. بکت و همکاران (۲۰۰۳) بررسی اثرات کاربری‌های مختلف (جنگل‌های طبیعی، مراتع، اراضی زراعی و اراضی کشت اکالیپتوس) را بر روی ویژگی‌های خاک در یک حوضه واقع در شمال غربی اراضی مرتفع اتیوپی مطالعه کردند. بر اساس این مطالعه کم‌ترین درصد شن خاک در اراضی جنگلی و بیش‌ترین آن در اراضی کشت شده مشاهده شد. مارتینز-منا و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعات خود مشاهده کردند که طی تغییر کاربری جنگل، میزان رس و سیلت کاهش می‌یابد و بر میزان شن افزوده خواهد شد. زمان و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی

خصوصیات خاک مناطق جنگلی و غیرجنگلی بنگلادش گزارش کردند که در مناطق جنگلی نسبت به مناطق غیرجنگلی، رس ۱۶ درصد بیشتر و سیلت ۲۰ درصد کمتر بود ولی تفاوت معنی‌داری در میزان شن دو منطقه وجود نداشت. ایوبی و همکاران (۲۰۱۱) با ارزیابی اثرات تغییر کاربری اراضی روی شاخص‌های کیفیت خاک‌های لسی استان گلستان ۴۰ نمونه خاک از لایه سطحی در چهار کاربری شامل جنگل طبیعی، اراضی کشت شده، اراضی جنگل کاری شده با زیتون و اراضی جنگل کاری شده با سرو بیان کردند که اختلاف معنی‌داری بین شن در هر چهار کاربری وجود داشت. به طوری که، کم‌ترین مقدار (۱۰/۵۰ درصد) در کاربری جنگل طبیعی و بیش‌ترین مقدار آن ۳۷ درصد در اراضی کشت شده گزارش شد. این محققین بیان کردند کشت وکار باعث افزایش ۲۵۲ درصدی مقدار شن شده است.

۲-۲-۲- جرم مخصوص ظاهری

نتایج به‌دست آمده توسط کیانی و همکاران (۱۳۸۶) نشان داد که عملیات خاک ورزی موجب کاهش ۶۶ درصد مواد آلی شده و به موجب آن جرم مخصوص ظاهری خاک را از ۱/۲۸ در اراضی جنگلی به ۱/۳۱ گرم بر سانتی متر مکعب در اراضی کشاورزی افزایش یافت. مطالعات عجمی و همکاران (۱۳۸۷) در استان گلستان نشان داد که پس از تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی جرم مخصوص ظاهری به میزان قابل توجهی افزایش یافت، بطوری که میزان این پارامتر تا عمق یک متری از زمین۱/۴۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب به ۱/۵۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب رسید. این محققین علت عمده افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در منطقه تحت کشت نسبت به کاربری طبیعی مجاورش را تلفات ماده آلی و از بین رفتن خاک‌دانه‌ها بر اثر عملیات زراعی، متراکم شدن خاک و سبک بودن بافت خاک در کاربری زراعی دانستند. ملک پور و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی اثر تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی بیان داشتند که جرم مخصوص ظاهری خاک در اثر کشاورزی افزایش یافته است. آن‌ها علت این امر را هدر رفت مواد آلی در اثر تبدیل مرتع به زمین زراعی و هم‌چنین تبدیل خاک‌دانه‌ها به ذرات ریزتر و

جای گرفتن این ذرات در خلل و فرج خاک بیان کردند. کاویانی و رضایی پاشا (۱۳۹۰) طی مطالعات خود گزارش کردند که جرم مخصوص ظاهری در عمق صفر تا ۱۰سانتی‌متری در کاربری مرتع ۴/۹ درصد افزایش و در اراضی کشاورزی ۳۲/۸۵ درصد کاهش و در عمق ۲۰-۱۰ سانتی متری در مرتع و کشاورزی به ترتیب ۱۰/۷ درصد و ۳۴/۸۳ درصد نسبت به کاربری جنگل کاهش یافته است که افزایش جرم مخصوص ظاهری در مرتع می‌تواند به دلیل فشردگی خاک فوقانی به علت چرای بیش از حد در مرتع نسبت داده شود.

برومند و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی اثر تغییر کاربری اراضی جنگلی به زمین‌های زراعی دیم، شالیزار و باغ مرکبات چنین گزارش کردند جرم مخصوص ظاهری در باغ مرکبات با ۱/۷۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب بیش‌ترین مقدار بوده است و در شالیزار ۱/۶۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده که نسبت به باغ کاهش ۵/۷۴ درصدی نشان داده است. ذوالفقاری و حاج عباسی (۱۳۸۷) طی بررسی تغییر کاربری در مراتع فریدون شهر و جنگل‌های لردگان چنین گزارش نمودند خاک‌های کشاورزی نسبت به دیگر کاربری‌ها (جنگل و مرتع) دارای جرم مخصوص ظاهری بالاتری بود و در اثر تغییر کاربری اراضی جنگلی به زراعی در منطقه لردگان استان چهار محال بختیاری، جرم مخصوص ظاهری از ۱/۲۰ به ۱/۳۰ گرم بر سانتی متر مکعب افزایش یافت. این محققین افزایش جرم مخصوص ظاهری طی تغییر کاربری از بین رفتن مواد آلی در زمین کشاورزی بیان کردند.

بهشتی آل آقا و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه روی تغییر کاربری اراضی از جنگل به اراضی زیر کشت در جنگل‌های شمال ایران در دو عمق صفر تا ۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتی‌متری چنین گزارش کردند با تغییر کاربری از اراضی جنگل به اراضی زراعی در منطقه گرگان جرم مخصوص ظاهری خاک از ۱/۱۵ به ۱/۵۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب به طور معنی داری افزایش یافت. ولی در عمق ۲۰-۴۰ سانتی‌متری اختلاف معنی‌داری بین دو کاربری مشاهده نشد.

۲-۲-۳- جرم مخصوص حقیقی

جرم مخصوص حقیقی یک خاک بسته به نوع کانی‌های غالب و مقدار ماده آلی خاک می‌تواند از ۲/۴ به ۲/۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب تغییر یابد. خاک‌های آلی با بیش از ۳۰ درصد ماده آلی به طور متوسط دارای جرم مخصوص حقیقی ۱/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب هستند (محمودی و حکیمیان، ۱۳۸۶). صالحی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگل‌های تخریب یافته حوزه شهرستان پل‌دختر چنین گزارش کردند جرم مخصوص حقیقی در اثر تخریب جنگل از ۲/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب به ۲/۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب افزایش یافت. نتایج برومند و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که مقدار جرم مخصوص حقیقی از ۲/۴۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب در خاک جنگل به ۲/۷۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب در خاک اراضی دیم رسید. آن‌ها علت این امر را به کاهش میزان ماده آلی خاک و فعالیت‌های زراعی و هم‌چنین پدیده فرسایش در اراضی شالیزار نسبت دادند. وحیدی و همکاران (۱۳۹۱) بیان کردند تغییرات کم جرم مخصوص حقیقی نشان دهنده این است که نوع مواد تشکیل دهنده خاک تفاوت چندانی با یکدیگر نداشته و بر عکس تغییرات در مقدار جرم مخصوص ظاهری وتخلخل خاک نشان دهنده تنوع زیاد خاک‌دانه‌ها می‌باشد.

۲-۲-۴- پایداری خاک‌دانه‌ها

پایداری خاک‌دانه یکی از ویژگی‌های تعیین کننده و اثر گذار بر پایداری خاک و تولید محصول است که بر گستره وسیعی از فرآیندهای فیزیکی و بیوشیمیایی در محیط‌های طبیعی و کشاورزی تأثیر گذار است (آمزکتا، ۱۹۹۹). پایداری خاک‌دانه به عنوان شاخصی برای ساختمان خاک استفاده می‌شود (سیکس و همکاران، ۲۰۰۰). ساختمان خاک، شاخص مهمی برای مدیریت بهینه‌ی منابع خاک و آب می‌باشد؛ زیرا به گونه‌ای مستقیم بر بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی خاک همچون مقدار آب، تهویه، جرم مخصوص ظاهری، تخلخل و دیگر ویژگی‌های خاک اثر می‌گذارد (محمدیان خراسانی و همکاران،

۱۳۹۴). تغییرات در شیوه‌های مدیریتی کشاورزی خصوصیات ساختاری از جمله دانه بندی خاک و خاک‌دانه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند (تریودی و همکاران، ۲۰۱۵).

پایداری خاک‌دانه، سنجشی از میزان مقاومت خاک است. از شاخص‌های اندازه‌گیری مستقیم پایداری خاک‌دانه می‌توان به شاخص میانگین وزنی قطر (MWD) خاک‌دانه، رس قابل پراکنش و میانگین هندسی قطر (GMD) خاک‌دانه‌ها اشاره کرد (کالرو وهمکاران، ۲۰۰۸). کیانی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای نقش جنگل تراشی و قرق و تخریب مراتع بر شاخص‌های کیفیت خاک را در استان گلستان انجام دادند، مشاهده نمودند که تبدیل جنگل‌های طبیعی به اراضی زراعی پایداری خاک‌دانه‌ها را تا یک سوم مقدار اولیه کاهش می‌دهد. ذوالفقاری و حاج عباسی (۱۳۸۷) به منظور بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی خاک از دو عرصه مرتع و جنگل نمونه برداری کردند. ایشان چنین گزارش کردند که در اثر تبدیل جنگل به زمین کشاورزی کاهش ۵۵ درصدی میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها و در اثر تبدیل مرتع به زمین کشاورزی کاهش ۴۰ درصدی میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها مشاهده گردید. عجمی و همکاران (۱۳۸۷) به منظور بررسی تغییرات پارامترهای مختلف کیفیت خاک در نتیجه تغییر کاربری اراضی لسی و شیب دار از دو کاربری جنگل و زمین زراعی، ۲۰۰ نمونه خاک برداشت نمودند. ایشان چنین بیان کردند که در اثر تغییر کاربری جنگل به زمین زراعی تا عمق یک متری میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها از ۱/۴۹ میلی‌متری در کاربری جنگل به ۰/۸۸ میلی‌متری در کاربری زراعی کاهش یافت. (کاویانی و رضایی پاشا، ۱۳۹۰) در بررسی تغییر کاربری اراضی جنگلی به مرتع و زمین کشاورزی چنین بیان کردند پایداری خاک‌دانه‌ها در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری در کاربری مرتع و کشاورزی به ترتیب ۵۲/۱۷ درصد و ۱۹/۵۶ درصد کاهش در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متری نیز ۲۴/۱۷ و ۵۵/۴۸ درصد نسبت به کاربری جنگل کاهش داشته است. نیک نهاد و مارامایی (۱۳۹۰) در بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک در حوزه آبخیز کچیک استان گلستان در سه کاربری جنگل، مرتع و زمین زراعی چنین گزارش کردند که میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها از ۱/۶۴ میلی‌متری در خاک جنگلی به ۱/۱۸ در خاک مرتعی و ۰/۵۴ میلی‌متری در خاک زراعی کاهش یافت.

زراعی و شکل آبادی (۱۳۹۳) در ارزیابی کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف زمین با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره در جنگل‌های زاگرس واقع در شهرستان مریوان از سه کاربری جنگل، مرتع و زراعی در دو عمق صفر تا ۲۵ و ۲۵-۵۰ سانتی‌متری نمونه برداری صورت گرفت. ایشان چنین گزارش کردند با تغییر کاربری، شاخص پایداری خاک‌دانه‌ها بیش‌ترین حساسیت را نشان داد و باعث کاهش پایداری خاک‌دانه‌ها گردید. اصغری و همکاران (۱۳۹۳) با هدف ارزیابی تغییرات برخی شاخص‌های کیفیت خاک در منطقه جنگلی فندقلو در اثر تغییر کاربری اراضی با نمونه برداری از خاک دست خورده و دست نخورده از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متر از سه کاربری جنگل، مرتع و زمین زراعی به ترتیب میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها از ۱/۲۸ به ۰/۹۷ و ۰/۳۵ میلی‌متر کاهش یافته است. واتس و دکستر (۱۹۹۷) گزارش کردند که عملیات مدیریتی طولانی مدت، مواد آلی خاک و در نتیجه میزان پایداری خاک‌دانه را کاهش و حساسیت خاک به فرسایش را افزایش داد. سیلک (۲۰۰۵) معتقد است که بر اثر کاهش مواد آلی، خاک‌دانه‌ها به آسانی شکسته شده و ذرات ریز خاک طی فرسایش آبی حمل خواهد شد. ایوبی و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر شاخص‌های کیفیت خاک تکنیک تجزیه عامل‌ها با چهار کاربری شامل جنگل طبیعی، اراضی کشت شده، اراضی جنگل کاری شده با زیتون، اراضی جنگل کاری شده با سرو ایشان چنین بیان کردند که قطع کامل درختان طبیعی منطقه کشت و کار منجر به کاهش ۵۲/۱ درصدی مقدار میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها و افزایش ۲۵۲ درصدی مقدار شن گردید. در مطالعه ای توسط خرمالی و شمس (۲۰۱۴) بر روی اثر تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های خاک در اراضی لسی در آق سو، استان گلستان صورت گرفت. در این تحقیق خاک در چهار کاربری مرتع، جنگل‌های بلوط طبیعی، جنگل سرو و زمین زیر کشت مورد مطالعه قرار گرفت. ایشان بیان کردند که کشت موجب کاهش شدید ویژگی‌های کیفیت خاک منجر شده است. ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و میانگین وزنی قطر خاک‌دانه در زمین زراعی به طور قابل توجهی کاهش یافت. میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها با بیش‌ترین مقدار ۲/۳۶ میلی‌متر در جنگل طبیعی بلوط و کم‌ترین مقدار ۰/۵۴ میلی‌متر در زمین زراعی داشت.

۲-۲-۵- تخلخل کل

تخلخل خاک کل حجم فضای منافذ در خاک است که به صورت حجمی یا درصد اندازه‌گیری می‌گردد. مقدار تخلخل خاک به نوع کانی‌های خاک و طبقه بندی ساختمان خاک بستگی دارد (هیلل، ۲۰۰۴). یوسفی فرد و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی کیفیت خاک در اثر تغییر کاربری مراتع به دیمزار مشاهده کردند که مقدار تخلخل در دیمزار رها شده نسبت به مرتع دارای پوشش گیاهی خوب، ۳۲/۲ درصد کاهش یافته است که وی مقدار بیشتر تخلخل در مرتع با پوشش گیاهی خوب را به دلیل وجود مواد آلی بیشتر و بنابراین پایداری بیشتر خاک‌دانه‌ها دانستند. بررسی‌های عجمی و همکاران (۱۳۸۷) بر تغییرات پارامترهای مختلف خاک در نتیجه تغییر کاربری اراضی نشان داد که تخلخل خاک اختلاف معنی داری بین دو کاربری جنگل و زراعی نشان داد، بطوری که میزان این پارامتر از ۴۴ درصد به ۴۲ درصد کاهش یافته است. ذوالفقاری و حاج عباسی (۱۳۸۷) در بررسی تغییر اثر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی خاک از دو عرصه مرتع و جنگل نمونه برداری کردند. نمونه برداری از دو کاربری دست خورده و دست نخورده از هر کاربری با سه تکرار از دو عمق صفر تا هفت سانتی‌متر و هفت تا ۱۵ سانتی‌متر صورت گرفت. ایشان چنین گزارش کردند در اثر تبدیل جنگل به زمین کشاورزی کاهش ۱۱ درصدی در تخلخل خاک و در اثر تبدیل مرتع به زمین کشاورزی کاهش ۹ درصدی تخلخل خاک مشاهده شد. اکبری و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی اثرات کشت دراز مدت برنج، باغ، تناوب برنج و آیش بر روی کیفیت خاک بیان کردند مقدار درصد تخلخل خاک در لایه سطحی کاربری تناوب برنج بسیار بیشتر از کشت برنج است، آن‌ها علت این امر را به بهتر شدن ساختمان خاک و افزایش ماده آلی در لایه سطحی کاربری تناوب بیان کردند. این محققین همچنین بیان کردند که در هر دو کاربری کشت برنج و تناوب، به علت انجام عملیات کشت و کار برنج و عملیات گلخرابی درصد تخلخل در افق کفه شخم کاهش می‌یابد. نیک نهاد فرماخر و مارامایی (۱۳۹۰) با بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی در استان گلستان گزارش کردند که میانگین درصد تخلخل کل در خاک کاربری‌های مختلف (جنگل، مرتع و

زراعت) تفاوت معنی‌داری داشتند. ایشان بیان کردند تبدیل اراضی جنگلی به مرتع و زراعت، به فشردگی لایه‌های خاک همراه با افزایش جرم مخصوص ظاهری آن منتهی می‌گردد.

اصغری و همکاران (۱۳۹۳) بیان داشتند که با تغییر کاربری اراضی از جنگل به زمین مرتعی و زراعی به ترتیب و به طور معنی دار تخلخل کل از ۵۴/۱۱ درصد به ۴۶/۶۷ درصد و ۳۷/۳ درصد کاهش یافت. پژوهشی که سیلک (۲۰۰۵) برروی ویژگی‌های خاک در زمین‌های کشاورزی و مراتع دست نخورده در جنوب ترکیه که از قبل به شکل مرتع بوده و به مدت ۱۲ سال تغییر کاربری داده شده است انجام شد. ایشان چنین بیان داشتند که جرم مخصوص ظاهری به صورت معنی‌داری افزایش یافت و به دنبال آن تخریب منافذ به وسیله عملیات کشاورزی تخلخل کل نیز کاهش یافت.کیانی و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی کاربری‌های اراضی مرتعی، مرتع تخریب شده و زمین‌های کشت شده بیان کردند که تخلخل در مراتع، به علت کاهش مواد آلی به سبب فعالیت‌های کشاورزی در سایر کاربری‌ها بیشتر بود. کزیلیکا و دنگیز (۲۰۱۰) اثرات تغییر کاربری اراضی و پوشش گیاهی بر روی ویژگی‌های شیمیایی خاک را مورد بررسی قرار دادند. ایشان چنین گزارش کردند که در سه نوع کاربری جنگل طبیعی، مرتع و مزارع کشت شده تغییر کاربری و عملیات خاکورزی متوالی منجر به کاهش معنی‌داری در ماده آلی، تخلخل کل و افزایش جرم مخصوص ظاهری و گسیختگی منافذ شد.

۲-۲-۶-رس قابل پراکنش

پایداری خاک‌دانه‌ها تابعی از پیوندهای بین ذرات اولیه بوده که خاک‌دانه‌ها را تشکیل می‌دهند. احتمال دارد این پیوندها در اثر برخورد گاو آهن شکسته شوند و این امر باعث ناپایداری ساختمان خاک و افزایش رس قابل پراکنش در خاک گردد (بیاتی و همکاران، ۱۳۸۶). دروگری و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی تأثیر ابزارهای مختلف خاکورزی بر پایداری ساختمان خاک چنین گزارش کردند اثر تیمارهای مختلف خاکورزی بر رس قابل پراکنش در خاک در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری از سطح خاک نشان

داد کاربرد چیزل پس از شخم با گاو آهن برگردان دار سبب افزایش معنی‌داری در مقدار رس قابل پراکنش گردیده است.

۲-۳- اثر تغییر کاربری زمین بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک

پارامترهای شیمیایی از مهم‌ترین شاخصه‌های به کار رفته در ارزیابی کیفیت خاک هستند. از جمله شاخص‌های شیمیایی pH، EC، ماده آلی، فسفر قابل دسترس، که زندگی گیاهان و جانداران خاک تا حدود زیادی به این ویژگی‌ها وابسته است. تغییرات در کاربری زمین و روش‌های مدیریتی می‌تواند چرخه بیوژئوشیمیایی کربن، نیتروژن و فسفر را تغییر دهد (گائو و همکاران، ۲۰۱۴).

۲-۳-۱- اثر تغییر کاربری زمین بر ماده آلی خاک

ماده آلی یک جزء ضروری خاک است، زیرا منبع تأمین کربن و انرژی ریز جانداران خاک است. نگهدارنده و ثبات دهنده ذرات خاک به یکدیگر و از این طریق کاهنده اثرات زیانبار فرسایش خاک می‌باشد. به رشد محصول به واسطه‌ی بهبود توانایی خاک در ذخیره و انتقال آب و هوا کمک می‌کند. کاهش دهنده سله و رواناب و افزایش دهنده نفوذپذیری خاک بوده و شرایط را برای نفوذ ریشه فراهم می‌نماید. سبب افزایش کارایی کودهای شیمیایی می‌گردد. باعث بهبود کیفیت خاک‌های شور و افزایش کارایی آبشویی در این خاک‌ها می‌گردد. مقاومت گیاه را در برابر تنش‌های محیطی افزایش می‌دهد. تغییر و تحول کربن مشتق شده از گیاهان به کربن آلی خاک هم چرخه‌ی محلی و هم چرخه‌ی جهانی کربن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (لی و اشمیت، ۲۰۱۴). کربن آلی خاک، بخش مهمی از مخزن جهانی کربن است که دارای نقش اساسی در تغییر اقلیم و پایداری اکوسیستم جهانی است (ارندا و کامینا، ۲۰۱۴). وقتی خاک برای تولید محصولات کشاورزی مورد کشت قرار می‌گیرد، ماده آلی خاک به دلیل تغییرات به وجود آمده در شرایط هوادهی، دما و مقدار آب به سرعت تجزیه می‌شود؛ چرا که این می‌تواند بسیاری از عملکردها را

که چه به صورت مستقیم و چه غیرمستقیم به ماده آلی خاک مربوط می‌شوند را با توجه به ظرفیت آن برای نگهداری آب و مواد غذایی تحت تأثیر قرار دهد (ویرا و همکاران، ۲۰۱۳).

بهشتی و همکاران (۱۳۹۰) بیان داشتند که کشت و کار با کاهش ورود کربن به خاک، تخریب خاک‌دانه‌ها و افزایش دسترسی ریز جانداران به ماده آلی و در نتیجه تشدید اکسایش میکروبی ماده آلی، نه تنها سبب تنزل سلامت خاک گردیده، بلکه باعث کاهش پتانسیل ترسیب کربن خاک می‌شود.

کیانی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای که در زمینه‌ی نقش جنگل تراشی و قرق و تخریب مراتع بر شاخص‌های کیفیت خاک در استان گلستان انجام دادند، مشاهده نمودند که تبدیل جنگل‌های طبیعی به اراضی زراعی میزان ماده آلی خاک را تا ۶۶ درصد کاهش می‌دهد. سولومون و همکاران (۲۰۰۲) با پژوهش دربارهٔ خاک‌های مناطقع مرتفع و نیمه مرطوب اتیوپی بیان کردند جنگل تراشی و ۲۵ سال کشت و زرع پیوسته، باعث کاهش ۵۵ درصدی ماده آلی خاک گردید. آن‌ها دلیل این امر را کاهش ورود مواد گیاهی تازه و مواد آلی به خاک و هم‌چنین تأثیر عملیات خاکورزی اعلام کردند. این پژوهشگران بیان کردند جنگل تراشی و عملیات کشاورزی علاوه بر مقدار ماده آلی خاک، بر ترکیب شیمیایی آن نیز در منطقه اثر گذاشته است. اورندلیک (۲۰۰۴) به منظور بررسی تغییرات کربن آلی و دیگر خصوصیات فیزیکی در کوه‌های جنوب مدیترانه در ترکیه از سه کاربری جنگل، چمن زار و زمین کشاورزی نمونه برداری کردند. ایشان چنین گزارش کردند که در طی تبدیل چمن‌زار به زمین کشاورزی در طول ۱۲ سال، کربن آلی ۴۳ درصد کاهش یافت. عجمی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که در افق‌های سطحی خاک مناطق جنگلی کربن آلی خاک از ۴ درصد به ۱/۳ درصد در اراضی زیر کشت کاهش معنی‌داری پیدا کرد که کاهشی برابر با ۶۷/۵ درصد داشت. صالحی و همکاران (۱۳۹۰) ویژگی‌ها فیزیکی و شیمیایی خاک را در جنگل‌های تخریب یافته حوزه شهرستان پل‌دختر بررسی کردند. نتایج ایشان نشان دادند که کربن آلی از ۳/۲۳ درصد به ۱/۸۳ درصد، در اثر تخریب خاک جنگلی تغییر پیدا کرد. حسینی و گلچین (۱۳۹۰) بیان کردند کشت و کار در خاک‌های بکر سبب کاهش شدید کربن آلی

گردید. ایشان بیان کردند در زمین‌های زراعی به علت خروج بخش زیادی از گیاه به عنوان محصول از زمین، ورودی کربن آلی به خاک کم شده که این عامل یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش کربن آلی در خاک‌های زراعی می‌باشد. اصفری و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی اثر تغییر کاربری اراضی چنین گزارش کردند که مقدار کربن آلی خاک از ۵/۸ درصد در کاربری جنگل به ۳/۰۸ درصد در مرتع و ۲/۲۴ درصد در کاربری زراعی کاهش یافته است.

خطیر پاشا و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی (جنگل طبیعی، جنگل تفرجی، شالیزار و باغ مرکبات) در استان مازندران؛ شهرستان قائم‌شهر بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک برای نمونه برداری از خاک در هر کاربری از ۱۰ قطعه نمونه به صورت تصادفی منظم از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری انجام شد. ایشان چنین گزارش کردند که مقدار کربن آلی خاک به طور معنی‌داری کاهش یافته است به طوری که در جنگل طبیعی و تفرجی بیش‌ترین مقدار و کم‌ترین آن مربوط به کاربری شالیزار می‌باشد.

پیچند (۱۳۹۶) در مطالعه تأثیر تبدیل مرتع به سایر کاربری‌های کشاورزی بر خصوصیات خاک در حوزه آبخیز امامه از خاک به صورت تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری انجام دادند. ایشان چنین گزارش کردند کاهش ۱/۸ درصدی میزان کربن آلی خاک در مرتع نسبت به کاربری باغ گردیده است. دلیل این امر را برداشت بخش عمده پوشش گیاهی توسط دام در مرتع چرای شدید و به دنبال آن کاهش بازگشت بقایای گیاهی به خاک، کربن ورودی به اکوسیستم، کمتر از کربن خروجی می‌شود. به علاوه ورود مکرر دام به منطقه، موجب فشردگی خاک در نتیجه فشار ناشی از وزن دام گشته و کیفیت فیزیکی خاک در دراز مدت کاهش یافته و فرسایش پذیری آن افزایش می‌یابد. برآیند موارد گفته شده، کاهش کربن آلی خاک را به دنبال داشته است.

۲-۳-۲- اثر تغییر کاربری بر فسفر قابل دسترس

فسفر یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی برای گیاهان است. از وظایف مهم فسفر در گیاه تقسیم سلولی، انتقال انرژی، سنتز اسید نوکلئیک، فتوسنتز، تنفس، تولید قندها و نشاسته هستند. اگر چه فسفر به مقدار فراوان در خاک‌ها به دو شکل آلی و معدنی یافت می‌شود اما در بیشتر خاک‌ها تحرک و فراهمی کمی دارد. شکل‌های فسفر و پویایی آن در خاک می‌تواند تا حد زیادی تحت تأثیر عملیات و مدیریت کشاورزی قرار گیرد (توریون و همکاران، ۲۰۰۰). یوسفی فرد و همکاران (۱۳۸۵) در منطقه چشمه علی استان چهارمحال و بختیاری کاهش در مقدار فسفر قابل دسترس را در اثر کاربری مرتع به دیمزار ایشان چنین گزارش کردند که دلیل کمتر بودن فسفر در کاربری دیم زار و دیم زار رها شده را نسبت به کاربری مرتع در منطقه مورد مطالعه خود، انتقال خاک سطحی غنی از مواد آلی، همراه با فرسایش تشدیدی ذکر کردند.

کیانی و همکاران (۱۳۸۶) در منطقه مورد مطالعه خود در استان گلستان، افزایش نزدیک به هفت میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در میزان فسفر قابل استفاده در خاک اراضی مرتعی به دلیل کارایی بالای پوشش مرتعی در آزاد کردن و جذب فسفر نسبت به درختان جنگلی و محصولات کشاورزی ذکر کردند. نیک نهاد قرماخر و مارامایی (۱۳۹۰) در منطقه کچیک استان گلستان مشاهده نمودند که خاک جنگلی و خاک مرتعی به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار فسفر قابل استفاده می‌باشند. آن‌ها بیان کردند از آن جای که مقدار فسفر در ذرات خاک ریز بیشتر از ذرات درشت می‌باشد، هر چه میزان این ذرات کاهش پیدا کند، تلفات فسفر نیز بیش‌تر می‌باشد. نوروزی مهیاری و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر تغییر کاربری بر روی برخی از فاکتورهای کیفیت خاک در سه کاربری جنگل طبیعی، نهال کاری و جنگل دست خورده را مورد بررسی قرار دادند. ایشان چنین بیان کردند که مقدار فسفر قابل دسترس خاک در کاربری جنگل طبیعی نسبت به دو کاربری دیگر به صورت معنی‌داری کاهش یافت. اصغری و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی تأثیر تغییر کاربری بر کیفیت خاک چنین گزارش نمودند مقدار فسفر در خاک

جنگلی دارای ۵۵/۱۸ میلی‌گرم در کیلوگرم و در کاربری مرتع دارای ۲۷/۶۷ میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار فسفر قابل دسترس بودند. فسفر قابل دسترس خاک جنگلی به طور معنی‌داری ۵/۸ درصد بیش تر از میانگین فسفر قابل جذب زمین زراعی بود. با این وجود تفات معنی‌داری مشاهده نشد. رئیسی (۲۰۰۷) تأثیر تغییر کاربری را در کاربری مراتع تحت چرای شدید، مرتع تبدیل شده به بادام‌زار برای ۴۵ سال، بادام‌زار تبدیل شده به کشت یونجه برای پنج سال و بادام‌زار تبدیل شده به کشت یونجه برای دو سال در مرکز ایران مطالعه کردند. ایشان بیان کردند که در اثر تبدیل مرتع به کشت یونجه فسفر قابل دسترس ۱۳ گرم بر کیلوگرم افزایش یافت. مطالعات آلن و همکاران (۲۰۱۶) در اندونزی، میزان فسفر قابل جذب در خاک در اراضی تحت کشت نخل روغنی نسبت به جنگل‌هایی که از آن‌ها احداث شده بودند را بیشتر گزارش کردند کوددهی و سوزاندن بقایا را دلیلی بر این افزایش عنوان کردند.

۲-۳-۳- کربنات کلسیم

پیچند (۱۳۹۶) طی مطالعه‌ی تأثیر تغییر کاربری بر خصوصیات خاک پرداختند. ایشان چنین گزارش کردند، کاربری مرتع با ۲۸/۱ درصد دارای بیشترین و کاربری آیش با ۲۰/۵ درصد دارای کمترین مقدار آهک بودند. تغییر آهک خاک در اثر تغییر کاربری نشان می دهد که آب آبیاری و عملیات کشاورزی نقش مهمی در آهکی شدن خاکهای زمین کشاورزی دارد. اصغری و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی تغییر کاربری اراضی از جنگل به زمین مرتعی و زراعی پرداختند. ایشان چنین گزارش کردند که کربنات کلسیم معادل از ۵/۵۷ درصد در جنگل به ۹/۹۳ درصد در مرتع و ۱۱/۹۸ درصد در زمین زراعی افزایش یافت. ولی با این وجود اختلاف معنی‌داری در کاربری مرتعی و زراعی مشاهده نشد به دلیل فراهم بودن رطوبت بیش‌تر در خاک جنگلی همراه با دی اکسید کربن ناشی از فعالیت‌های بیولوژیکی باعث انحلال کربنات کلسیم و تجمع آن در افق کلسیک زرین می گردد. خطیر پاشا و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی تغییر کاربری اراضی چنین گزارش کردند. بیش‌ترین مقدار کربنات کلسیم در شالیزار و کم‌ترین مقدار

آن در کاربری جنگل مشاهده گردید. با توجه به اینکه مواد مادری و لند فرم در کاربری‌ها یکسان بوده، دلیل آن را تأثیر تغییر کاربری اراضی در منطقه ذکر کردند. ایوبی و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند که تغییر کاربری اراضی از جنگل به زمین زراعی، کربنات کلسیم معادل از ۴/۱۶ به ۱۴/۵۹ درصد افزایش یافت. بهشتی و همکاران (۲۰۱۲) در گرگان بیان داشتند که تغییر کاربری اراضی جنگلی به زراعی باعث افزایش کربنات کلسیم معادل به ترتیب از ۱۷/۵ به ۲۶/۷ درصد گردید. ریاحی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعات خود در نقش تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک چنین گزارش کردند میزان کربنات کلسیم نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر سه کاربری بوده است. در کاربری زراعت نسبت به دیگیر کاربری ها بیشترین میزان آن مشاهده گردید. علت آن را عملیات خاکورزی بیان کردند که سبب شده تا لایه های پایین خاک با درصد آهک بیشتر، به سطح بالایی خاک نزدیک شده و با توجه به قرار گرفتن در لایه های فوقانی و مخلوط شدن با آن، درصد آهک خاک سطحی را افزایش دهد. در کاربری جنگل به علت نفوذ پذیری بالا و آبشویی بیشتر، کمترین میزان آهک مشاهده گردید.

۲-۳-۴- ترسیب کربن

سیستم خاک به شدت بر ساختار اکوسیستم‌ها اثر گذاشته و به عنوان یک بافر در تغییرات جهانی اقلیم اثر می‌گذارد. زیست کره حاوی حدود ۱۵۰۰ میلیارد تن کربن در عمق یک متری خاک‌ها و حدود ۶۰۰ میلیارد تن کربن در پوشش گیاهی می‌باشد که این دو مجموعاً سه برابر مقدار کربن موجود در اتمسفر را دارا می‌باشند. بنابراین هر تغییری در ذخیره کربن گیاهان یا خاک‌ها بطور قابل توجهی بر میزان دی اکسید کربن اتمسفر تأثیر می‌گذارد (ورامش و همکاران، ۲۰۱۰). اهمیت ترسیب کربن به حدی است که پژوهش‌های زیادی در قالب طرح‌های تحقیقاتی مرتبط با بحث ترسیب کربن در ایران و دنیا انجام شده است. که به اهمیت موضوع ترسیب کربن و تأثیر آن بر کاهش گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین پرداخته است. جوادی طبالوندانی و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی نقش کاربری‌های مختلف در میزان

ترسیب کربن خاک در شمال کشور پرداختند. ایشان چنین گزارش نمودند که جنگل‌های انبوه با پوشش متراکم درختی بیش‌ترین و مراتع با پوشش علفی کم‌ترین مقدار ترسیب کربن را دارا می باشند. طاطیان و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی تأثیر گونه های رویشی مختلف بر ترسیب کربن در میانکاله پرداختند. ایشان چنین گزارش کردند که گیاهان چوبی و اندام‌های که دارای بافت چوبی هستند، از توانایی بیشتری برای ترسیب کربن برخوردار می‌باشند. دیناکاران و کریشنا (۲۰۰۸) در نتایج پژوهش های خود چنین بیان کردند که نوع پوشش تأثیر معنی‌داری بر ترسیب کربن خاک می‌گذارد به طوری که تغییر در مقدار ترسیب کربن خاک به مقدار ورودی کربن به خاک از راه بقایای گیاهی و هدر رفت کربن از راه تجزیه بستگی دارد. گیاهان علاوه بر ذخیره کربن در بیوماس خود با فراهم کردن نهادهای کربن به شکل بقایای گیاهی، بر مقدار ذخیره کربن خاک نیز تأثیر می‌گذارند. نتایج تحقیقات لورنز و لال (۲۰۰۶) نشان داد که مقدار کربن آلی در کاربری های مختلف متفاوت است به طوری که در باغات بیش‌ترین و در مراتع با پوشش گیاهی فقیر و زمین های بایر کم‌ترین مقدار کربن آلی وجود دارد.

۲-۳-۵- اسیدیته خاک

pH خاک معیاری از اسیدیته یا قلیایت خاک است که نشان دهنده‌ی فعالیت یون هیدروژن یا هیدروکسیل در محلول‌های آبی می‌باشند. pH مشخص کننده وضعیت شیمیایی خاک ممکن است به عنوان راهنما در تعیین شایستگی خاک برای گونه‌های گیاهی و مرتعی مورد استفاده قرار گیرد (نیشابوری و ریحانی تبار، ۱۳۸۹).کیانی و همکاران (۱۳۸۶) بیان کردند pH خاک‌هایی که در زمان‌های قبل زیر کشت بوده (اراضی سالم و تخریب شده) و خاک‌های تحت کشت کنونی به میزان ۰/۳ تا ۰/۴ بالاتر از خاک‌های جنگلی هستند و آن‌ها علت این امر را اینگونه بیان کردند که کشت و کار، عملیات خاکورزی باعث به هم خوردن لایه‌های خاک و جا به جا شدن کاتیون‌های بازی از لایه‌های پایین‌تر به سطح خاک می‌شود. قرق اراضی کشاورزی که موجب ایجاد مرتع شده به دلیل عدم شخم خوردگی و اثر بارش طی سالیان قرق، مقداری از کاتیون‌های بازی منتقل شده به سطح خاک را مجدداً به لایه‌های زیرین منقل می‌کند، به این دلیل pH خاک‌های مرتعی نسبت به اراضی کشاورزی کمتر است. مطالعات

عجمی و همکاران (۱۳۸۷) تا عمق یک متری دو کاربری جنگل و زراعی نشان دادند که pH خاک در کاربری جنگل با اختلاف معنی‌داری از کاربری زراعی کمتر است بطوریکه میزان این پارامتر از ۷/۲ در کاربری جنگل به ۷/۵ در ناحیه زراعی افزایش یافته است.

خرمالی و شمس (۱۳۸۸) در یک پژوهشی به مطالعه کیفیت و تحول خاک در کاربری‌های جنگل طبیعی بلوط، جنگل مصنوعی کاج، جنگل مصنوعی سرو و اراضی زراعی پرداختند. ایشان بیان کردند که pH خاک در کاربری جنگل طبیعی از کاربری زراعی کمتر بود بنابراین با تغییر کاربری از جنگل طبیعی به زمین زراعی pH به مقدار ۱۳/۸۴ درصد افزایش یافت که زیر و رو شدن پروفیل خاک موجب بالا آمدن مواد آهکی به سطح در کاربری زراعی شده و بنابراین pH خاک این کاربری را نسبت به جنگل طبیعی افزایش داد. مجددی و همکاران (۱۳۹۱) به منظور بررسی اثر تغییر کاربری اراضی جنگلی به دو کاربری کشاورزی، چهار کاربری جنگل، باغ چای با توتستان با قدمت ۴۰ سال و باغ چای با قدمت ۵۰ سال را در کم‌ترین فاصله نسبت به هم انتخاب کردند.

نتایج این تحقیق نشان داد که در لایه صفر تا ۳۰ سانتی‌متری اسیدیته خاک با تبدیل کاربری جنگل به سایر کاربری‌ها اسیدی‌تر شده است و این میزان در باغ چای با قدمت ۵۰ سال نسبت به سه کاربری دیگر اسیدی‌تر شده است. این محققان بیان کردند که این کاهش اسیدیته ممکن است به علت عدم برگشت لاشبرگ و بقایای هرس به خاک در باغ چای و اسیدهای آلی حاصله از تجزیه بیشتر مواد آلی در باغ چای باشد. نتایج رحیمی و همکاران (۱۳۸۹) مبنی بر این که بالا بودن مقدار ماده آلی و وجود کمپلکس‌های اسیدهای آلی باعث کاهش pH در اراضی زراعی و باغی می‌گردد. همچنین آن‌ها بالا بودن بیوماس میکروبی و در نتیجه افزایش فشار گاز دی اکسیدکربن را از دیگر دلایل کاهش pH خاک در این اراضی برشمردند. نیک نهاد قرماخر و مارامایی (۱۳۹۰) در بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک انجام دادند به این نتیجه رسیدند که میانگین pH در کاربری‌های مختلف (زراعی، جنگل و مرتع) تفاوت معنی داری ندارد. شعبان زاده و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی دریافتند که

کاربری جنگل کم‌ترین مقدار واکنش خاک را نسبت به دو کاربری دیگر داشت ولی اختلاف معنی‌داری بین دو کاربری کشاورزی و مرتع وجود نداشت. خالدیان و همکاران (۱۳۹۰) طی آزمایشات خود در منطقه زیارت استان گلستان به این نتیجه رسیدند که مقدار واکنش خاک در جنگل به علت بارندگی بیشتر و شستشوی کاتیون‌های بازی از دیگر کاربری‌ها کمتر بوده ولی بین بقیه کاربری‌ها اختلاف زیادی دیده نشد. ملک پور و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی مرتعی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در کهنه لاشک کجور شهرستان نوشهر بیان داشتند که تغییر کاربری اراضی روی pH خاک تأثیری نداشته است. اسلام و ویل (۲۰۰۰) با پژوهشی درباره اثرات تغییر کاربری اراضی (بر چهار کاربری جنگل طبیعی، زمین احیا شده، چمن، زمین کشت شده)، روی کیفیت خاک در بنگلادش بیان کردند، pH از ۴/۹ به ۵/۳ افزایش یافت.

۲-۳-۶-هدایت الکتریکی خاک

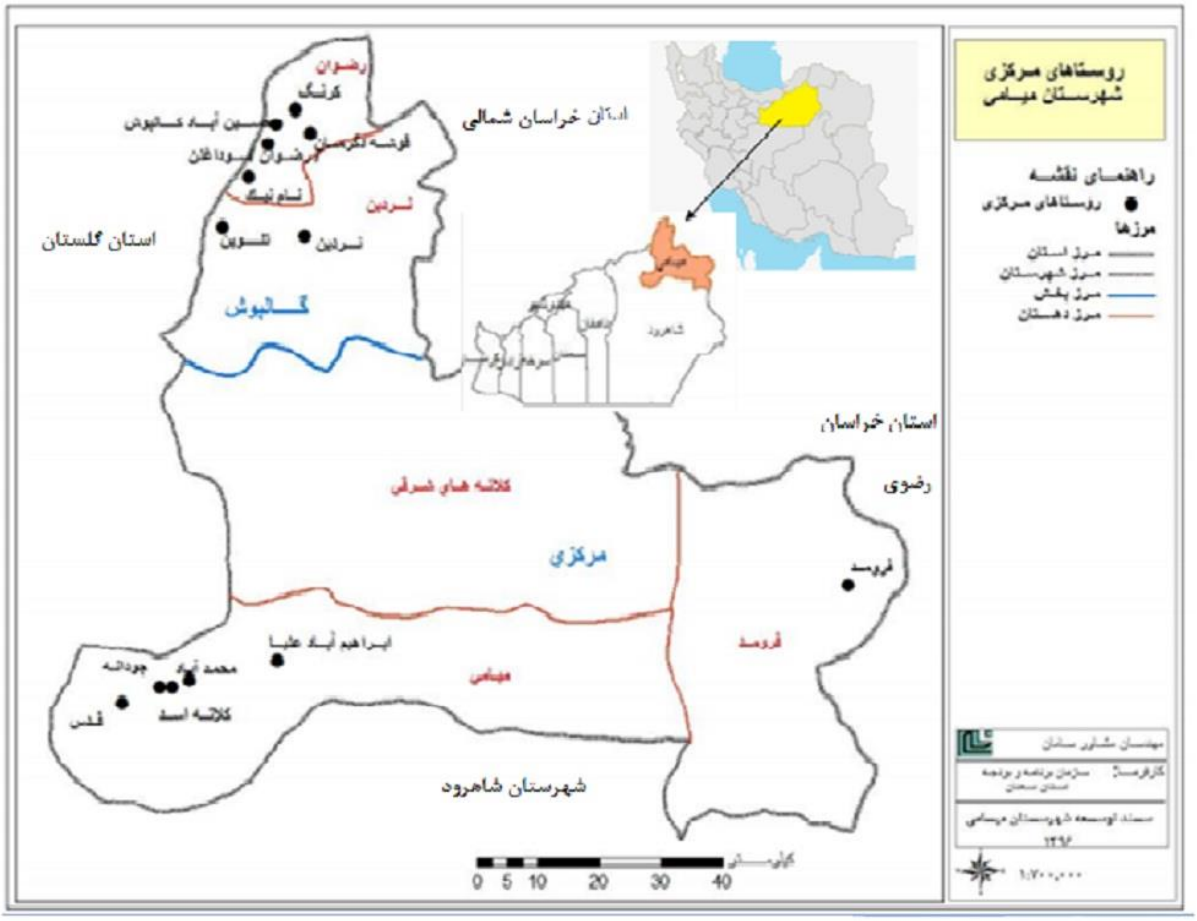
سلیمانی و آزموده (۱۳۸۹) در بررسی تغییر کاربری جنگل تأثیر مشخص و معنی‌داری بر هدایت الکتریکی خاک مشاهده نکردند. نیک نهاد قرماخر و مارامایی (۱۳۹۰)، طی مطالعاتی بیان کردند که میانگین هدایت الکتریکی خاک زراعی بطور معنی‌داری بیشتر از کاربری‌های دیگر است. هدایت الکتریکی خاک نماینده‌ی میزان املاح هادی محلول خاک می‌باشد. احتمالاً کاربرد سالانه و ممتد کودهای شیمیایی در اراضی کشاورزی را می‌توان دلیل این امر دانست. خالدیان و همکاران (۱۳۹۰) در نتایج آزمایشات خود در منطقه زیارت استان گلستان به این نتیجه رسیدند که متوسط هدایت الکتریکی در کاربری جنگل، مرتع، کشاورزی و شهر به ترتیب ۵/۵۵، ۷/۸۰، ۰/۹۷۰ و ۳/۶۸۶ دسی زیمنس بر متر بود. این محققین بیان کردند هدایت الکتریکی در شهر به علت تجمع مواد شیمیایی و زائد حاصل از شهرسازی بسیار بالا بوده است. میزان افزایش هدایت الکتریکی شهر، کشاورزی و مرتع نسبت به جنگل به ترتیب ۸۴ درصد، ۷۸ درصد و ۷۳ درصد بود که این تغییر نشان دهنده این است که تغییر کاربری، عملیات کشت و کار و کوددهی سبب افزایش هدایت الکتریکی می‌شود. بلان و همکاران (۱۹۹۱) در

مطالعات خود به افزایش EC در اثر جنگل تراشی و تخریب اراضی مرتعی و سپس کشت و کار روی این اراضی اشاره داشتند. وو و تیسن (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند که در کشتزارها مقدار EC خاک کاهش یافت.

فصل ۳: مواد و روش‌ها

۳-۱- معرفی منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی در این پژوهش، در شمال شرق استان سمنان قرار گرفته است. نزدیکترین شهرستان به این منطقه، گنبد کاووس می‌باشد. این منطقه در دوره صفویه جزء طبرستان یا استرآباد-گرگان فعلی بوده است بعد از آن در دوره قاجاریه جزء خراسان بزرگ و بعد از آن به شهرستان شاهرود و میامی (سمنان) الحاق شده است. منطقه کالپوش یکی از زیر حوزه‌های سد گلستان در ۱۷۳کیلومتری شمال شرق شهرستان شاهرود واقع شده است.



شکل ۳-۱- منطقه مورد مطالعه

از نظر موقعیت جغرافیایی بین عرض‌های شمالی '۱۱-°۳۷ تا '۲۰-°۳۷ و طول شرقی '۴۴-°۵۵ تا '۰۵-°۵۶ قرار دارد. قسمت اعظم دهستان کالپوش که در حوزه آبخیز استان گلستان واقع شده است، مساحتی بالغ بر ۶۸ هکتار از حوزه سد گلستان را شامل می‌شود. حداکثر ارتفاع از دریا ۱۲۲۳ متر و حداقل آن ۱۲۷۰ متر می‌باشد. این منطقه با ۱۰۰۰ هکتارجنگل، ۳۰ هزار هکتار مرتع و ۲۸ هزار هکتار مزارع زیر کشت دیم و آبی با متوسط بارندگی سالیانه ۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد.

۳-۲-کاربری‌های اصلی و پوشش گیاهی

۳-۲-۱-کاربری‌های اصلی

کاربری‌های اصلی حوزه مورد مطالعه به ترتیب شامل جنگل، مرتع و کشاورزی است که مساحت نمونه برداری در هر کاربری ۲ هکتار است.

۳-۲-۲-پوشش گیاهی

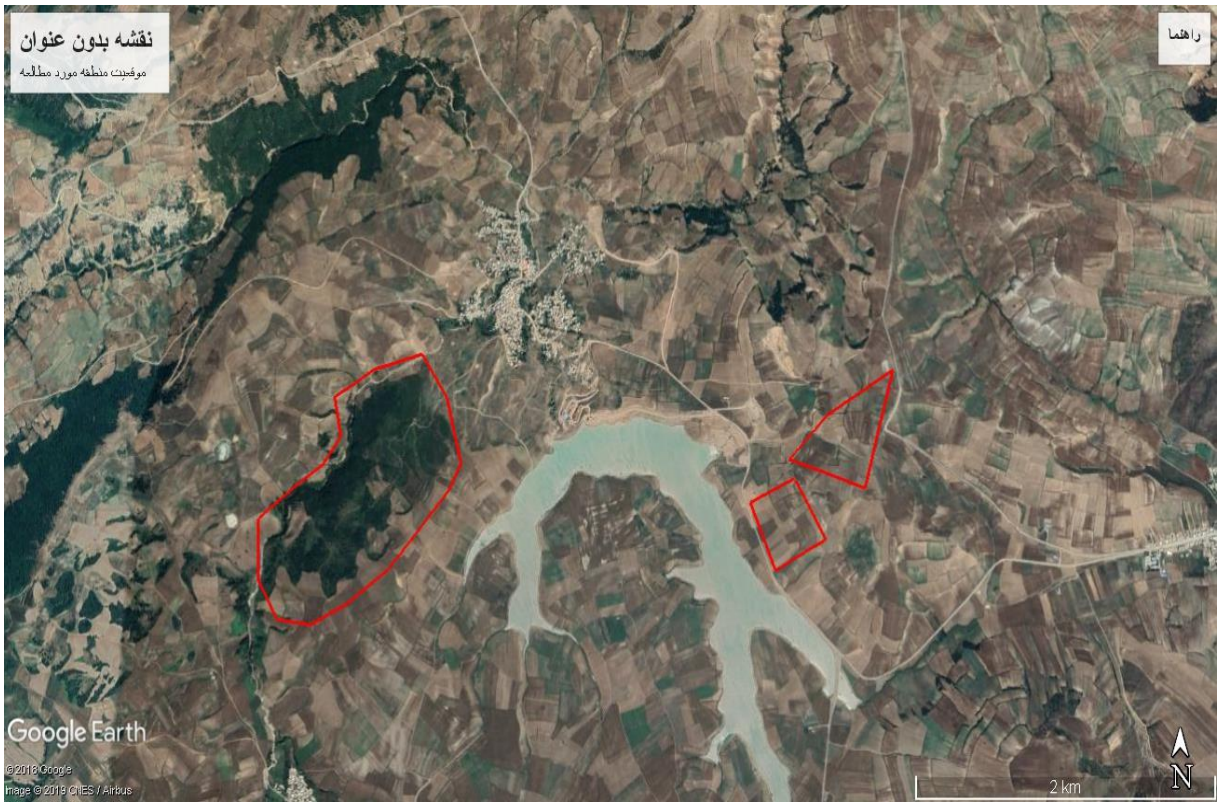
در حوزه حسین آباد کالپوش گندم با ارقام دیم (کوهدشت، کریم و سرداری) و آبی (سایسون، میهن، پیشتاز، پیشگام و سیوند) و لوبیا (چیتی، چشم بلبلی و سبز) کشت اصلی در اراضی کشاورزی است. در مراتع پوشش گیاهی طبیعی شامل تیپ (شبدر) و جنگل (افرا، توسکا، ممرز و... به طور عمده پهن برگ خزری) می‌باشد.

۳-۲-۳-اقلیم منطقه

منطقه کالپوش دارای اقلیم متأثر از اقلیم خزری است. که این اقلیم باعث تنوع زیادی در پوشش گیاهی و نوع خاک متفاوتی از کل استان گردیده است.

۳-۲-۴-مشخصات نقاط نمونه برداری خاک

در منطقه مورد مطالعه تعداد ۴۲ نمونه خاک مورد آزمایش قرار گرفت. مطابق جدول ۳-۱ مختصات نقاط نمونه برداری خاک شامل تعداد، عمق برداشت نمونه‌ها، نوع کاربری و مختصات جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی) مکان برداشت نمونه‌ها که در شکل ۳-۲ به شرح زیر است.



شکل ۳-۲- محل‌های نمونه برداری

جدول۳-۱- مختصات نقاط نمونه برداری

کاربری	مدت زمان	x	y
جنگل	بلند مدت	386360	4116371
جنگل	بلند مدت	386376	4116278
جنگل	بلند مدت	386367	4116284
جنگل	بلند مدت	386465	4116002
جنگل	بلند مدت	386469	4116002
جنگل	بلند مدت	386467	4115996
جنگل	بلند مدت	386472	4116002
جنگل	بلند مدت	386470	4116000
جنگل	بلند مدت	386471	4116003
جنگل	بلند مدت	386392	4116283
جنگل	بلند مدت	386394	4116288
جنگل	بلند مدت	386392	4116294
مرتع	میان مدت	390510	4116740
مرتع	میان مدت	390537	4116724
مرتع	میان مدت	390555	4116707
مرتع	میان مدت	389488	4116373
مرتع	میان مدت	389492	4116364
مرتع	میان مدت	389499	4116353
مرتع	کوتاه مدت	387140	4116938
مرتع	کوتاه مدت	387137	4116937
مرتع	کوتاه مدت	387132	4116940
مرتع	کوتاه مدت	386487	4116000
مرتع	کوتاه مدت	386487	4116001
مرتع	کوتاه مدت	386485	4116000
گندم	بلند مدت	389508	4116342
گندم	بلند مدت	389507	4116352
گندم	بلند مدت	389490	4116373
گندم	میان مدت	386490	415990
گندم	میان مدت	386496	4115976
گندم	میان مدت	386488	4115978
گندم	کوتاه مدت	386326	4116279
گندم	کوتاه مدت	386333	4116282
گندم	کوتاه مدت	386336	4116290
لوبیا	بلندمدت	390515	4116737
لوبیا	بلندمدت	390535	4116722
لوبیا	بلندمدت	390561	4116709
لوبیا	میان مدت	386365	4116292
لوبیا	میان مدت	386354	4116289
لوبیا	میان مدت	386345	4116287
لوبیا	کوتاه مدت	386355	411630
لوبیا	کوتاه مدت	386359	4116303
لوبیا	کوتاه مدت	386356	4116302

۳-۲-۵- مطالعات صحرایی و نمونه برداری

قدمت جنگل مورد مطالعه با قدمت بیش از هزار سال (کاربری بلندمدت) و مرتع با قدمت ۱۰۰سال (کاربری میان مدت)، قدمت ۵۰ سال (کاربری کوتاه‌مدت) و مزرعه گندم و لوبیا با قدمت ۱۰۰ سال (کاربری بلندمدت) قدمت ۵۰-۱۰۰ سال (کاربری میان مدت) کمتر از ۵۰ سال (کاربری کوتاه‌مدت) صورت دیم و با نهاده‌های شیمیایی کوددهی می‌شود. برای نمونه برداری، نمونه‌ها از نقاطی با توپوگرافی یکسان و هم‌شیب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر، در سه تکرار به صورت تصادفی گرفته شد (شکل۳-۳). نمونه‌های خاک را به آرامی در ظروف پلاستیکی قرارداده تا کمترین آسیب به خاک‌دانه‌ها وارد گردد. برای بررسی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌های خاک به آزمایشگاه انتقال داده شده پس از یک هفته هوا خشک شدن و سپس کوبیدن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. قسمتی از نمونه‌ها نیز برای ارزیابی پایداری خاک‌دانه‌ها پس از هوا خشک شدن به صورت دست نخورده از الک ۸ میلی‌متری عبور داده شد. همچنین برای تعیین جرم مخصوص ظاهری به صورت جداگانه و با استفاده از سیلندرهای با حجم یکسان نمونه برداری شد.

شکل ۳-۳- نمایی از کاربری‌ها و نحوه نمونه‌برداری

۳-۳- خصوصیات اندازه‌گیری شده در خاک منطقه

۳-۳-۱- خصوصیات فیزیکی

۳-۳-۱-۱- بافت خاک

برای تعیین بافت خاک به روش پیپت عمل شد برای این منظور معادل ۵۰ گرم خاک هوا خشک را وزن کرده داخل بشر شیشه‌ای ریخته و با افزودن مقداری آب مقطر خاک را خیس نموده سپس روی حرارت قرار گرفت با افزودن ۵۰ میلی‌لیتر آب اکسیژنه به صورت قطره قطره به آن اضافه می‌کنیم تا ایجاد کف نماید آن را مرتب هم می‌زنیم تا کف متوقف شود. بعد از برداشتن از روی حرارت سوسپانسیون را به داخل بشر پلاستیکی انتقال داده به آن ۵۰ میلی‌لیتر محلول کالگون ۵٪ (هگزا متا فسفات سدیم) اضافه نموده سپس به مدت ده دقیقه آن را داخل همزن برقی قرار داده پس از اتمام ده دقیقه مخلوط را داخل سیلندر ۱۰۰۰ میلی‌لیتری ریخته با آب به حجم رسانده و بعد آن را به حالت سکون به مدت چهار ساعت رها کرده بعد از اتمام چهار ساعت با یک پیپت ۲۵ میلی لیتری از سوسپانسیون برداشته آن را داخل پتریدیش ریخته در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. در انتها مقدار رس موجود در نمونه بدست می‌آید. در ادامه سوسپانسیون داخل سیلندر را داخل الک ۰/۰۵۳ ریخته و با آب شسته تا آب خروجی از آن کاملاً شفاف گردد. بقایای باقی مانده را داخل پتریدیش ریخته و بعد از خشک شدن در آون با همان دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آن را وزن کرده مقدار شن موجود در نمونه بدست می‌آید. بعد از مشخص شدن مقدار رس و شن موجود در نمونه با استفاده از مثلث بافت خاک یا نرم افزار TAL بافت نمونه‌ها مشخص می‌کنیم (ینی، ۱۹۸۶).

$$\%clay = \frac{Mclay}{Msoil} * 100$$

$$\%sand = \frac{Msand}{Msoil} * 100$$

$$\%silt = 100 - (\%sand + \%clay)$$

۳-۳-۱-۲- جرم مخصوص ظاهری خاک

جرم مخصوص ظاهری (وزن خاک خشک نمونه ی دست نخورده در واحد حجم کل) برای انجام این آزمایش ابتدا از لوله‌های پولیکا چهار اینچ برش‌های با ارتفاع ۴ سانتی‌متری تهیه و آن‌ها را وزن نموده برای بستن انتهای لوله‌ها از کش و پارچه‌های ضخیم استفاده گردید. از قبل وزن سیلندرها، کش و پارچه را مشخص نموده . برای این منظور پس از فرو بردن کرها در محل‌های نمونه برداری از خاک دست نخورده پر گردید. بعد ازهوا خشک شدن نمونه‌ها توزین و طبق رابطه زیر محاسبه گردید (بلک و هارتگ، ۱۹۸۶).

$$pb = \frac{\text{Msoil}}{VA}$$

M: وزن خاک خشک (گرم) VA: حجم سیلندر

حجم استوانه: $A = \pi r2h$

۳-۳-۱-۳- جرم مخصوص حقیقی خاک

جرم مخصوص حقیقی (وزن خاک خشک در واحد حجم خاک) به روش پیکنومتر (بلک و هارتگ، ۱۹۸۶) به این صورت که میزان ۱۰ گرم خاک آون-خشک را درون پیکنومتر ریخته و پس از افزودن آب مقطر و خارج نمودن هوای محبوس منافذ خاک با استفاده از حرارت دادن سپس به حجم رسانده و توزین پس از خنک شدن، طبق رابطه‌ی زیر(سرکار و هالدر، ۲۰۱۰). برای خارج کردن هوا از آب، ۱۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر را در بشر به مدت ده دقیقه جوشانده و سرد شد. پیکنومتر را از آب جوشانده پر کرده پس از خشک نمودن بخش خارجی آن، آنرا وزن نمودیم (m_1).

حدود نیمی از آب پیکنومتر را خالی کرده، درب آنرا گذاشته و پس از خشک نمودن سطح خارجی ظرف آن را دوباره وزن نمودیم (m_2).

حدود ۱۰ گرم خاک خشک را داخل پیکنومتر ریخته و دوباره وزن گردید (m_4). برای مدت چند دقیقه پیکنومتر حاوی خاک را حرارت داده و پس از پر کردن با آب جوش توزین گردید (m_6).

$$\text{وزن خاک} = m_3 - m_2$$

جرم آب جابه جا شده = وزن خاک –(($m_6 - m_1$))، جرم مخصوص حقیقی خاک =وزن خاک/ جرم آب جابه جا شده

۳-۳-۱-۴- پایداری خاک‌دانه‌ها به روش الک‌تر

به منظور انجام این آزمایش حدود ۵۰ گرم نمونه‌ی خاک هوا خشک (خاک دست نخورده و عبور داده شده از الک ۸ میلی متر) با عبور از سری الک‌ها (به ترتیب از بالا به پایین ۵، ۱۰، ۱۸، ۳۵، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۷۰ مش) قرار داده شد. الک‌ها با سرعت ۳۰ دور در دقیقه و دامنه نوسان ۱/۳ سانتی متر به مدت ده دقیقه در آب تکان داده شد و سپس محتویات هر الک پس از خشک شدن توزین و پس از در نظر گیری مقدار شن در هر بخش، میانگین وزنی قطر خاکدانه ها از رابطه زیر محاسبه گردید (کمپر و روزینو، ۱۹۸۶).

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} w\, i\, \overline{x}$$

که در این معادله $\bar{x}$، میانگین قطر خاک‌دانه‌های باقی مانده بر روی هر الک و Wi نسبت وزن خاک‌دانه‌های باقی مانده بر روی هر الک به وزن کل نمونه و n تعداد الک‌ها می‌باشد.

برای محاسبه میانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها (GMD) از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$GMD = \exp\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} w_{i\, log}\, \overline{x}_i}{\sum w_i}\right)$$

که $\overline{x}$ و Wi همان تعریف ذکر شده در فرمول MWD را دارند.

۳-۳-۱-۵- تخلخل خاک

تخلخل کل خاک ها با اساس جرم مخصوص ظاهری و حقیقی (دانیلسون و سوترلند، ۱۹۸۶) از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$F = \left(1 - \frac{pb}{ps}\right) \times 100$$

F: درصد تخلخل کل (برسانتی‌متر مکعب)، ρ_b: جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، ρ_s: جرم مخصوص حقیقی خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)

۳-۳-۱-۶- نسبت پوکی

نشان دهنده نسبت حجم منافذ به حجم جزء جامد خاک است و با استفاده از رابطه ی زیر محاسبه گردید (علیزاده، ۱۳۸۸).

$$e = \frac{n}{(100 - n)}$$

۳-۳-۱-۷- رس قابل پراکنش

برای تعیین میزان رس قابل پراکنش در خاک، میزان چهار گرم از خاک از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد. سپس خاک‌ها به لوله‌های سانتریفیوژ انتقال داده شد و به میزان ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر به هر لوله اضافه گردید و روی شیکر به مدت یک ساعت با سرعت ۹۰ دور در دقیقه تکان داده شد. سپس لوله‌ها به حالت سکون روی میز قرار داده شد و زمان لازم جهت ته نشست ذرات سیلت به وسیله قانون استوکز مورد محاسبه قرار گرفت. در زمان مورد نظر ۲/۵ میلی

لیتر از سوسپانسیون در عمق ۲/۵ سانتی متر برداشت شد و در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد خشک شد و سپس مقدار رس قابل پراکنش در آب بصورت بخشی از کل خاک مورد استفاده در این آزمایش بدست آمد (بورت و همکاران، ۱۹۹۳).

۳-۳-۲- خصوصیات شیمیایی

۳-۳-۲-۱- ماده آلی خاک

اندازه گیری ماده آلی خاک به روش والکی – بلک اندازه‌گیری شد (نلسون و سامرز، ۱۹۸۲). بدین منظور نیم گرم ازخاک هوا خشک گذرانده شده از الک ۰/۵ میلی‌متری آماده شده را در ارلن مایر ۵۰۰ میلی‌لیتر ریخته و به آن ده میلی‌لیتر بی‌کرومات پتاسیم یک نرمال اضافه شد. پس از تکان دادن ظرف به منظور پراکنده سازی ذرات، ده میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به محلول اضافه و نیم ساعت به حال خود رها گردید. پس از نیم ساعت به مدت ده دقیقه روی حرارت قرار داده سپس ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و بعد از سرد شدن ۱۰ قطره معرف ارتوفناترولین افزوده با فرو آمونیوم سولفات ۰/۵ نرمال تیتر تا ظاهر شدن رنگ ارغوانی یا قرمز فروسولفات مصرفی یادداشت گردید. مراحل فوق برای نمونه‌ی شاهد نیز انجام شد. در نهایت ماده‌ی آلی نمونه‌های خاک با استفاده از روابط زیر محاسبه و برآورد گردید.

$$\%OC = \frac{(V1 - V2) * N}{1000} * eqc * \frac{100}{Ms}$$

$$\%OM = \%OC * 1.724$$

OC: کربن آلی خاک، OM: ماده‌ی آلی خاک، V1: حجم فرو سولفات آمونیوم مصرفی برای نمونه‌ی شاهد، V2: حجم فرو سولفات مصرفی برای نمونه‌ی خاک، N: نرمالیته‌ی فرو سولفات آمونیوم، eqc: اکی والان کربن، MS: جرم خاک هوا خشک

۳-۳-۲-۲- فسفر قابل دسترس

فسفر قابل جذب طبق روش اولسن اندازه گیری شد (اولسن و سامرز، ۱۹۹۰). در این روش با استفاده از محلول۰/۵ نرمال بی کربنات سدیم با معادل ۸/۵، عصاره ی خاک تهیه شد. برای این منظور ۵ گرم نمونه ی خاک درون ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری ریخته و به آن ۱۰۰ میلی لیتر بی کربنات سدیم اضافه گردید. پس از ۳۰ دقیقه شیکر محلول از کاغذ صافی عبور داده شد. پس از آن ۲/۵ میلی لیتر از عصاره در ارلن مایر ۱۲۵ میلی لیتری ریخته و به آن ۲/۵ میلی لیتر از محلول مخلوط (۵۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک چهار مولار، ۱۵ میلی‌لیتر محلول آمونیوم مولیبدات، ۳۰ میلی لیتر اسید آسکوربیک، پنج میلی‌لیتر پتاسیم آنتیمونی تارتارات و ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر) اضافه گردید، پس از ۱۵ دقیقه شیک کردن و کامل شدن رنگ آبی، شدت رنگ آن به وسیله ی اسپکتروفتو متر در طول موج ۸۸۰ نانومتر قرائت شد (مرکز بین المللی اطلاعات و مؤاخذ خاک، ۲۰۰۰). در نهایت نیز مقدار آن طبق رابطه ی زیر محاسبه گردید.

$$C= [(a-b)*v*mcf]/s$$

C : فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر لیتر)، a: عدد بدست آمده از منحنی برای هر نمونه، b : عدد به دست آمده از منحنی برای شاهد به همراه نمونه ی خاک، V : حجم محلول عصاره گیر افزوده شده (میلی‌لیتر)، S : وزن نمونه ی خاک توزین شده، mcf : ضریب تصحیح رطوبت که از رابطه ی زیر بدست خواهد آمد.

$$mcf=100+(\text{درصد رطوبت} / 100)$$

۳-۳-۲-۳-کربنات کلسیم

برای محاسبه میزان کربنات کلسیم معادل خاک از روش تیتراسیون اندازه گیری شد (پیچ و همکاران، ۱۹۸۷). برای این منظور مقدار ۲ گرم خاک توزین و در ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتر ریخته شد. سپس ۲۵میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۱ نرمال به آن اضافه شد و به مدت ۵ دقیقه روی حرارت قرار داده شد.

بعد از آن که حدود ۵ دقیقه جوشید گازهای CO_2 خارج شد، ارلن را از روی حرارت برداشته و پس از خنک شدن، ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. چند قطره معرف فنول فتالئین به آن اضافه گردیده و سپس آن را با سود (NaOH) ۰/۵ نرمال، اسید اضافی تا پیدایش رنگ صورتی تیتر گردید و ازرابطه زیر محاسبه شد.

$$\%CaCo3 = [(A - B) * N * \frac{5}{S}]$$

%CaCo3: درصد کربنات کلسیم معادل خاک، A: حجم سود مصرفی برای نمونه شاهد (میلی‌متر)، B: حجم سود مصرفی برای نمونه خاک (میلی‌متر)، N: نرمالیته سود مصرفی، S: وزن خاک خشک (گرم).

۳-۳-۲-۴- برآورد ترسیب کربن در خاک

برآورد میزان ترسیب کربن موجود در خاک بر اساس فرمول استفاده شده توسط (لیمل و همکاران، ۲۰۰۶) تعیین شده است. میزان برآورد شده در نهایت براساس $ton.ha^{-1}$ (تن بر هکتار) در یک ضخامت مشخص از خاک با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$CS = OC * BD * E$$

CS: میزان ترسیب کربن در خاک بر حسب (تن بر هکتار)، OC: کربن آلی بر حسب درصد، BD: جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب)، E: ضخامت لایه خاک (سانتی‌متر).

۳-۳-۲-۵- اسیدیته خاک

PH نمونه‌های خاک در سوسپانسیون ۱:۲ خاک به آب مقطر توسط pH متر اندازه‌گیری شد (کالوا و همکاران، ۱۹۹۸).

۳-۳-۲-۶-هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی نمونه‌های خاک در عصاره ۱:۲ خاک به آب مقطر توسط دستگاه EC متر اندازه گیری شد (کالوا و همکاران، ۱۹۹۸).

۳-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل‌های آماری به صورت طرح تصادفی درسه تکرار برای هر کاربری در عمق مشخص و با استفاده از نرم افزارStatistix 8 انجام گرفت. کاربری اراضی در سه سطح جنگل، مرتع و زمین زراعی (لوبیا و گندم) در عمق صفر تا ۳۰سانتی‌متری و در سه تکرار صورت پذیرفت. آزمون معنی‌دار شدن تیمارها نیز، با بهره گیری از آزمون LSD و در سطح احتمال 5% صورت پذیرفت.

فصل ۴: نتایج و بحث

۴-۱-خصوصیات خاک منطقه مورد مطالعه

جدول ۴-۱ آمار توصیفی خصوصیات مورد بررسی در کاربری جنگل، مرتع، زراعی در منطقه حسین آباد کالپوش را نشان می‌دهد. در کاربری جنگل به علت وجود کربن آلی زیاد، بیشترین مقدار میانگین وزنی قطر خاک و کمترین مقدار میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در کاربری زراعی می‌باشد. هم‌بستگی قوی و معنی‌داری بین مقادیر کربن آلی و پایداری خاک‌دانه‌ها به دست آمد. بیشترین مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک در کاربری زراعی و کمترین در کاربری جنگل می‌باشد. در کاربری زراعی عملیات خاک‌ورزی و بر هم زدن خاک سطحی، موجب کاهش کربن آلی و در پی آن ترکیب خاک می‌شود، در نتیجه خلل و فرج خاک کاهش پیدا کرده و جرم مخصوص ظاهری افزایش می‌یابد.

جدول۴-۱- آمار توصیفی خصوصیات اندازه گیری شده

شاخص‌های خاک	واحد	کم‌ترین	بیش‌ترین	میانگین	انحراف معیار
میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها	mm	۰/۵	۱/۲۸	۰/۸۳	۰/۲۱
میانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها	mm	۰/۵۱	۲/۴۳	۱/۲۲	۰/۴۴
جرم مخصوص حقیقی	$g\ cm^{-3}$	۱/۸۲	۳/۰۴	۲/۱۴	۰/۲۶
جرم مخصوص ظاهری	$g\ cm^{-3}$	۰/۳۵	۱/۰۹	۰/۸۰	۰/۱۶
تخلخل کل	٪	۰/۴۶	۰/۸۱	۰/۶۱	۰/۰۷
نسبت پوکی	-	۰/۸۴	۴/۱۸	۱/۷۳	۰/۶۸
رس	٪	۶	۳۳/۹	۲۰/۴۲	۶/۷۹
شن	٪	۰/۲۶	۳/۰۶	۱/۶۷	۰/۶۷
سیلت	٪	۶۳/۹	۹۳/۳	۷۸/۵۹	۶/۷۳
رس قابل پراکنش	g.kg	۱/۰۵	۹	۴/۵۸	۲/۱۶
اسیدیته	-	۷/۶۳	۸/۰۴	۷/۸۴	۰/۱۳
هدایت الکتریکی	$dS\ m^{-1}$	۰/۰۷	۰/۳۵	۰/۱۸	۰/۰۷
فسفر قابل دسترس	ppm	۷/۴	۲۹۲/۹	۴۳/۳۹	۷۸/۷۸
ماده آلی	٪	۲/۰۷	۱۹	۵/۴۳	۴/۲۶
ترسیب کربن	ton/ha	۲۷/۲	۱۸۳/۸	۶۷/۶۳	۳۱/۶۹
آهک	٪	۰۰	۵/۱۳	۰/۷۶	۱/۱۰

جدول۴-۲- تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی

منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		میانگین وزنی قطر خاک دانه‌ها	میانگین هندسی قطر خاک دانه‌ها	جرم مخصوص حقیقی	جرم مخصوص ظاهری	تخلخل	رس قابل پراکنش	نسبت پوکی	رس	شن	سیلت
کاربری	۸	۰/۱۱**	۰/۴۲**	۰/۱۷**	۰/۰۷**	۰/۰۱**	۱۰/۶**	۱/۰۵**	۷۲/۴ns	۰/۸۰*	۷۰/۴ns
خطای آزمایش	۱۸	/۰۱	۰/۱	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۲/۰۶	۰/۲۰	۳۴/۴۶	۰/۲۹	۳۴/۱۵

**: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، *: معنی دار درسطح احتمال ۵ درصد، ns: غیر معنی دار

جدول۴-۳- تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی

منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		اسیدیته	هدایت الکتریکی	فسفر	ماده آلی	آهک	ترسیب کربن
کاربری	۸	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۱۶**	۱۹۷۰۹**	۵۶/۵۵**	۱/۷۵*	۲۶۵۰**
خطای آزمایش	۱۸	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰	۲۰۷	۱/۱۹	۰/۹۷	۲۷۲

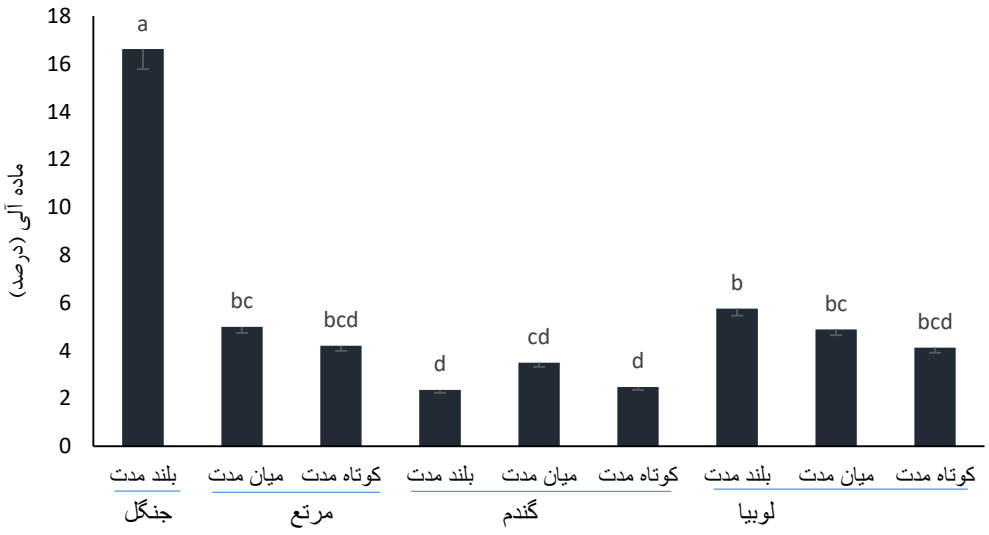
۴-۲- شاخص‌های شیمیایی خاک

۴-۲-۱-تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی خاک

تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی خاک نشان داد که تغییر در نوع کاربری دارای تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات شیمیایی خاک ($p<۰/۰ ۱$) شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهند که نوع کاربری سبب ایجاد تفاوت معنی‌دار در شاخص‌هایی چون EC، کربن آلی و ماده آلی، فسفر قابل دسترس، کربنات کلسیم و ترسیب کربن خاک شده است. ولی در pH خاک اختلاف معنی‌داری در بین کاربری‌ها دیده نشده است.

۴-۲-۲-ماده آلی خاک

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس ۴-۲ اثرات تغییر کاربری اراضی بر کربن آلی خاک در بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰ ۱$) را نشان می‌دهد. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی بر کربن آلی خاک در شکل ۴-۱ نشان داده شده است. کم‌ترین میزان درصد ماده آلی خاک در کاربری زراعی (بلندمدت گندم) به میزان ۲/۰۷ درصد و بیش‌ترین میزان آن در جنگل ۱۹/۰۳ درصد بوده است. نتایج نشان می‌دهد که در اثر تغییر کاربری اراضی از جنگل به زمین زراعی و مرتعی میانگین کربن آلی به طور معنی‌داری کاهش یافته است. مقدار این کاهش ۸۹/۱۲ درصد در زمین زراعی نسبت به کاربری جنگل بوده است.



شکل ۴-۱- اثرات تغییر کاربری اراضی بر ماده آلی خاک.

میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

این مقدار قابل توجه از مواد آلی در این منطقه بخاطر داشتن اقلیم متأثر از ناحیه خزری و مرطوب بودن سطح جنگل در اکثر روزها، اضافه شدن حجم قابل توجهی از بقایای گیاهی (پوشش گیاهی خوب) و لاشبرگ خاک این منطقه را مستعد داشتن مواد آلی با درصد قابل توجهی نموده است. مواد آلی در اراضی جنگلی به دلیل نسبت بالای مواد گیاهی تازه و تجزیه پایین، بیش‌ترین مقدار را داشته و در اراضی زراعی به دلیل تجزیه زیاد، نسبت به جنگل کاهش یافته است (فیتزسیمونس و همکاران، ۲۰۰۴). گونه‌های درختی، سن درخت توده و تغییرات کاربری اراضی می‌تواند اثرات قابل توجهی در میزان کربن خاک داشته باشد (ساریلدیز و همکاران، ۲۰۱۵). بیوماس تولیدی بالا توسط بلوط در منطقه جنگل منجر به افزایش کربن آلی، در حالی که سوزاندن بقایای گیاهی و عملیات شخم نامناسب، به خصوص در مناطق ناهموار کشاورزی موجب کاهش آن می‌شود (حشمتی و همکاران (۲۰۱۱). دلیل این کاهش آن است که در خاک جنگل، به دلیل عدم کشت و زرع تجمع لاشبرگ زیاد است که باعث افزایش مقدار کربن آلی خاک در کاربری جنگل شده است. کاهش کربن آلی در کاربری مرتع می‌تواند ناشی از چرای مفرط دام‌ها و در نتیجه کاهش میزان لاشبرگ اضافه شده به خاک باشد. مهم‌ترین عاملی که در تسریع کاهش کربن آلی کاربری زراعی تأثیر می‌گذارد کشت و کار مداوم می‌باشد که موجب افزایش تجزیه مواد آلی خاک

طی عملیات شخم می‌شود. حساسیت بیشتر اراضی زراعی در برابر فرسایش، عاملی دیگر برای کاهش کربن خاک به شمار می‌رود. علاوه بر این، عملیات خاک ورزی سبب مخلوط شدن لایه‌های زیرین خاک با درصد کربن آلی کمتر با خاک رویی حاوی کربن آلی بیشتر می‌شود در نتیجه موجب کاهش کربن آلی خاک کاربری زراعی در مقایسه با حالت اولیه می‌گردد (یوسفی فرد و همکاران، ۲۰۰۷).

تغییرات کربن آلی خاک یک معرف مهم کیفیت خاک برای ارزیابی تأثیر مدیریتی در اراضی کشاورزی و جنگلی است. مهم‌ترین عامل مؤثر در تسریع کاهش مواد آلی در خاک، عملیات خاک ورزی که سبب افزایش سرعت تجزیه مواد آلی خاک طی عملیات شخم گردیده است (سلیمانی و آزموده، ۱۳۸۹). عامل مؤثر دیگر که سبب کاهش مواد آلی سطحی خاک شده، فرسایش خاک است (خالدیان و همکاران، ۱۳۹۰). برومند و همکاران (۱۳۹۳) بیان کردند که در خاک جنگل، به دلیل عدم کشت و زرع وجود لاشبرگ فراوان، بین تجزیه سریع ماده آلی و خاک تجمع سریع لاشبرگ توازن وجود دارد اما در اراضی زراعی و باغ این توازن وجود ندارد. مهم‌ترین عاملی که در تسریع کاهش ماده آلی در خاک تأثیر می‌گذارد، کشت و کار است که موجب افزایش تجزیه مواد آلی خاک طی عملیات شخم می‌شود. دون و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی به منظور برآورد تغییرات کربن آلی خاک در ۳۸۵ ناحیه مختلف واقع در مناطق استوایی بیان داشتند که بیش‌ترین کاهش کربن آلی خاک (۲۵ تا ۳۰ درصد) ناشی از تغییر کاربری جنگل به زمین زراعی به وجود آمده است. تبدیل جنگل اولیه به مرتع با کاهش ۱۲ درصدی کربن آلی خاک شده است.

۴-۲-۳-فسفر قابل دسترس خاک

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس ۴-۳ اثرات تغییر کاربری اراضی بر فسفر قابل دسترس خاک در بین کاربری‌ها دارای اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰ ۱$) را نشان می‌دهد. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی بر فسفر قابل دسترس خاک در شکل ۴-۲ نشان داده شده است. شکل ۴-۲ نشان می‌دهد که با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی و مرتعی میانگین فسفر قابل دسترس خاک

به طور معنی‌دار کاهش یافته است. مقدار این کاهش ۹۷/۴۷ درصد در زمین زراعی نسبت به کاربری جنگل می‌باشد. کم‌ترین میزان درصد فسفر قابل دسترس خاک در کاربری زراعی (گندم کوتاه‌مدت) به میزان ۷/۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و بیش‌ترین میزان آن در جنگل ۲۹۲/۹۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است.

شکل ۴-۲- اثرات تغییر کاربری اراضی بر فسفر قابل دسترس خاک.

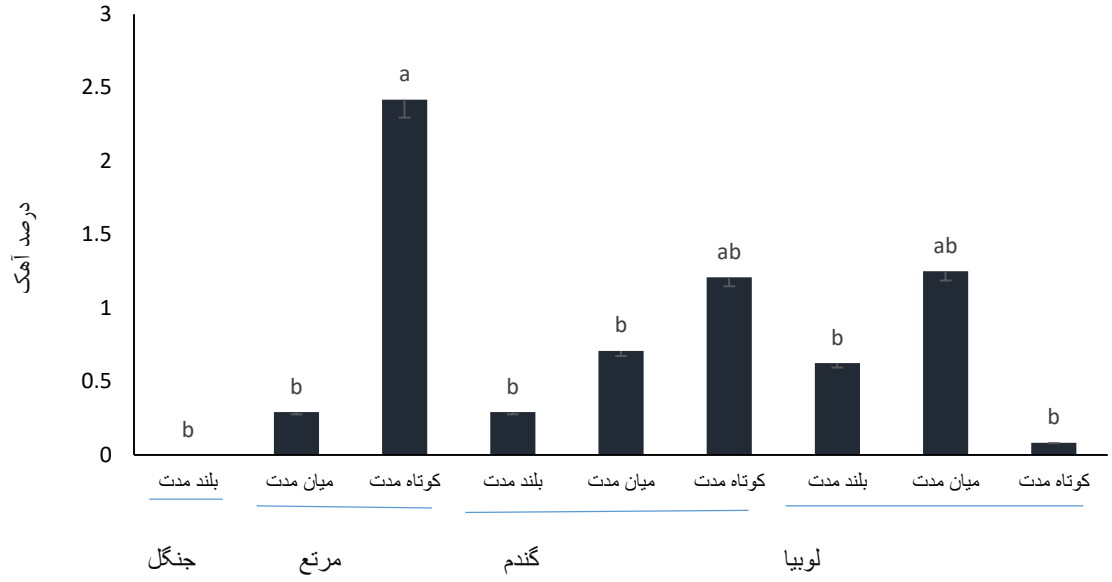
میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

بیش‌ترین میزان تأثیر تغییر کاربری بر میزان فسفر قابل دسترس مشاهده شد که یکی از عناصر ضروری برای گیاهان می‌باشد که این تغییر بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی تأثیر خواهد داشت. که نیاز به تأمین این عنصر به وسیله کودهی شیمیایی است. رفیع شریف عباد و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در فسفر قابل دسترس در کاربری اراضی مختلف وجود ندارد، ولی میزان آن در مرتع نسبت به جنگل و کشاورزی کمتر بود. نیک نهاد فرماخر و مارامایی (۱۳۹۰) گزارش کردند که فسفر قابل دسترس از بیش‌ترین به کم‌ترین در کاربری جنگل، کشاورزی و مرتع است. اصغری و همکاران (۱۳۹۳) کاهش معنی دار فسفر قابل دسترس را در اثر تبدیل جنگل به مرتع گزارش کردند بین کاربری جنگل و مزرعه تفاوت معنی‌داری در میزان فسفر قابل جذب وجود ندارد. برومند و همکاران (۱۳۹۳)

در بررسی اثر تغییر کاربری بر خصوصیات خاک سمسکنده ساری کاهش فسفر قابل جذب خاک در اثر تبدیل جنگل به مزرعه‌ی دیم را گزارش کردند.

۴-۲-۴-کربنات کلسیم

با توجه به نتایج به دست آمده جدول تجزیه واریانس ۴-۳ نشان داده شد که بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری (p<۰/۰ ۵) وجود دارد. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی بر کلسیم کربنات خاک در شکل۴-۳ نشان داده شده است. شکل ۴-۳ نشان می‌دهد که با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی و مرتعی میانگین کلسیم کربنات خاک خاک به طور معنی‌دار کاهش یافته است. بیش‌ترین مقدار آن مربوط به کاربری مرتع جدید (کوتاه‌مدت کمتر از ۵۰ سال) ۲/۴ درصد و کم‌ترین مقدار آن در کاربری جنگل صفر درصد بوده است.



شکل ۴-۳- اثرات تغییر کاربری اراضی بر آهک خاک.

میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

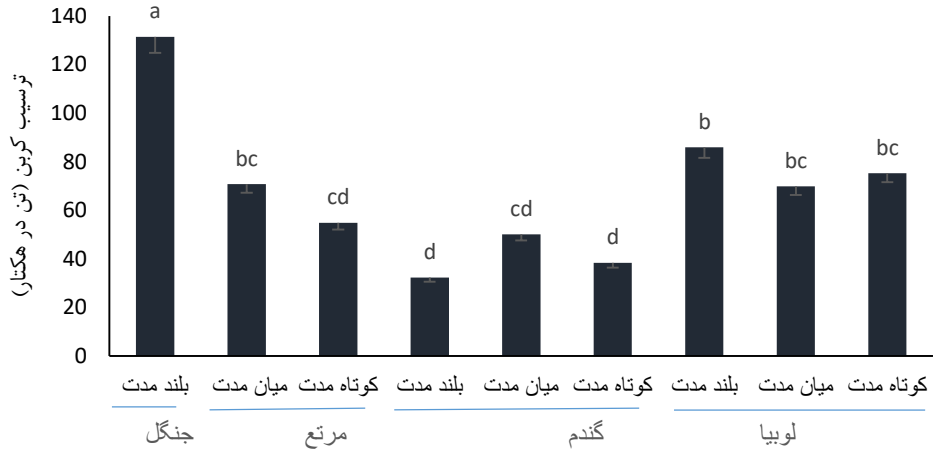
خاک‌های جنگلی در موقعیت‌های مطلوبی از لحاظ آهک زدایی به سر می‌برند، زیرا پوشش گیاهی طبیعی از یک طرف رطوبت مناسب را برای خاک تأمین کرده و از طرفی تنفس بیولوژیکی قابل توجه شرایط

مساعد را برای حرکت آهک در پروفیل خاک فراهم می‌کند. نتایج سامان و رشید (۲۰۱۶) در عراق نشان داد که کربنات کلسیم به شدت توسط استفاده از اراضی تحت تأثیر قرار گرفته است بیشترین میزان آهک در کاربری کشاورزی و کمترین مقدار آن مربوط به کاربری جنگل می‌باشد. بهشتی و همکاران (۲۰۱۲) پایین بودن کربنات کلسیم معادل در کاربری جنگل نسبت به زراعی را به انتقال کربنات کلسیم معادل و تشکیل کربنات ثانویه در کاربری جنگلی نسبت دادند.

ایوبی و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند با تغییر کاربری اراضی از جنگل به زمین زراعی، کربنات کلسیم معادل از ۴/۱۶ به ۱۴/۵۹ درصد افزایش یافت. نتایج پژوهش (کلیک، ۲۰۰۵؛ خرمالی و همکاران، ۲۰۰۹) پایین بودن کربنات کلسیم در کاربری جنگلی نسبت به زراعی را به انتقال عمقی کربنات کلسیم و تشکیل کربنات ثانویه در کاربری جنگلی نسبت دادند. خاک‌های جنگلی در موقعیت مطلوبی از لحاظ آهک‌زدایی به سر می‌برند، زیرا پوشش گیاهی طبیعی از یک طرف رطوبت مناسب را برای خاک تأمین کرده و از طرفی تنفس بیولوژیکی قابل توجه شرایط مساعد را برای حرکت آهک در پرو فیل خاک فراهم می‌کند.

۴-۲-۵-ترسیب کربن

با توجه به نتایج به دست آمده جدول تجزیه واریانس ۴-۳ نشان داده شدکه ترسیب کربن بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰ ۱$) می‌باشد. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی بر ترسیب خاک در شکل ۴-۴نشان داده شده است. شکل ۴-۴ نشان می‌دهد که با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی و مرتعی میانگین ترسیب کربن خاک به طور معنی‌دار کاهش یافته است. بر اساس نتایج بیش‌ترین میزان ترسیب کربن خاک درکاربری جنگل با میزان ۱۳۱/۴۴ تن بر هکتار و کم‌ترین میزان در کاربری زراعی (گندم بلندمدت) ۳۲/۲۰ تن بر هکتار مشاهده شد.



شکل ۴-۴- اثرات تغییر کاربری اراضی بر ترسیب کربن خاک.

میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

رویکرد جدید در تعدیل تغییرات اقلیمی، مدیریت خاک‌ها در حفظ ذخیره کربن موجود و افزایش ذخیره کربن از طریق تثبیت کربن اتمسفر است. زیرا خاک از مهم‌ترین اجزای اکوسیستم است و در مقیاس جهانی سومین منبع ذخیره کربن است (جوادی طبالوندانی و همکاران، ۲۰۱۰). ذخیره کربن آلی خاک با تغییر پوشش و تغییر کاربری تغییر می‌کند (وانگ و همکاران، ۲۰۱۴). میزان ترسیب کربن خاک در کاربری جنگل بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده است. در جنگل علاوه بر این که پوشش درختی از وضعیت مناسبی برخودار بود به دلیل پوشش گیاهی موجب افزایش لایه هوموس خاک گردید. و این امر باعث افزایش ترسیب کربن در خاک می‌گردد. نتایج تحقیقات ورامش و همکاران (۲۰۱۰) بیانگر رابطه ترسیب کربن خاک با درصد پوشش گیاهی، نوع گونه‌های گیاهی، مقدار لاشبرگ و بقایای گیاهی، نوع کاربری اراضی و مدیریت می‌باشد. جذب کربن توسط محصولات کشاورزی عموماً کمتر از جوامع گیاهی جنگلی است.

۴-۲-۶-اسیدیته

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس ۴-۳، اثرات تغییر کاربری اراضی بر اسیدیته خاک در بین کاربری‌ها دارای اختلاف معنی‌داری (۵ ۰/۰ >p) نشد. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی بر اسیدیته خاک در شکل (۴-۵) نشان داده شده است. در این نمودار نشان می‌دهد که با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی و مرتعی میانگین اسیدیته خاک معنی‌دار نشده است. بیش‌ترین اسیدیته خاک مربوط به کاربری مرتع (کوتاه مدت) با مقدار۸/۰۴ و کم‌ترین اسیدیته خاک در کاربری زراعی (گندم و لوبیا بلند مدت) با مقدار۷/۶۳ می‌باشد.

شکل۴-۵-اثرات تغییر کاربری اراضی بر اسیدیته خاک.

میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

میزان اسیدیته خاک طبق جدول ۴-۳ اختلاف معنی‌داری (۵ ۰/۰ >p) با یکدیگر نداشتند، ولی بیش‌ترین میزان اسیدیته خاک در کاربری مرتع (بلند مدت) ۷/۹۹ را نشان داد. pH خاک ارتباط نزدیکی با تجزیه ماده آلی خاک دارد. معمولاً به دنبال بالاتر بودن مواد آلی کاهش pH خاک مورد انتظار است (خادمی وخیر، ۱۳۸۳). فرآیندهای طبیعی نظیر دی اکسید کربن آزاد شده بر اثر تنفس ریشه گیاهان و تنفس میکروبی خاک نیز می‌تواند از عوامل کنترل کننده pH خاک باشد (NRCS, 1999). رفیع شریف عباد و

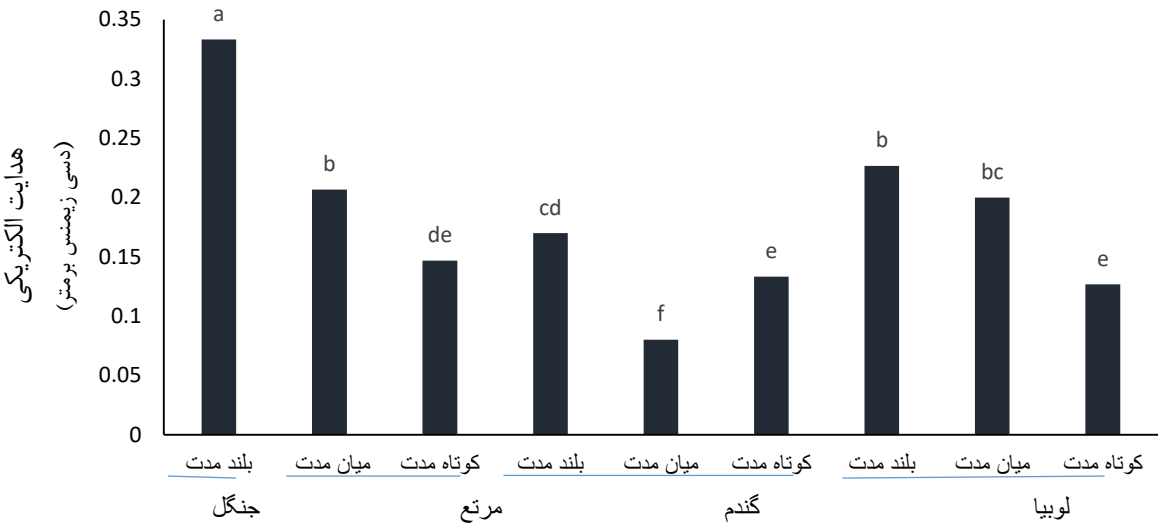
همکاران (۲۰۱۴) در منطقه‌ای در گلستان نشان داده شد که، خاک تحت کشت pH بالاتری نسبت به خاک‌های جنگل و مرتع داشت، اما این میزان تفاوت معنی داری بین زمین کشت شده و مرتع نداشت. احتمالاً مواد مادری، آب و هوا و شسته شدن شدید کاتیون‌ها از دلایل این شرایط اسیدی هستند. نتایج پژوهش کیزلی و دینگز (۲۰۱۰) در ترکیه نیز حاکی از آن بود که افزایش قابل توجهی در میزان pH از ۶/۰۳ در جنگل‌های طبیعی به ۷/۷۱ در زمین‌های کشاورزی شد . شسته شدن کاتیون‌های اساسی در جنگل و انتشار CO2 توسط تنفس میکروبی، از دلایل اصلی برای pH خاک پایین‌تر در جنگل بیان شده است، که عدم تطابق با یافته‌های ما را نشان می‌دهد.

مطابق با نتایج احمد (۲۰۰۲) شیوه‌های کشت مداوم، بارش بیش ازحد، شیب توپوگرافی زمین و کاربرد کود معدنی نیز می‌تواند به کاهش pH در پروفیل خاک مؤثر باشد. (اسدیان و همکاران، ۱۳۹۲)، بیان کردند که بیش‌ترین میزان اسیدیته خاک در جنگل کاری ون و کم‌ترین مقدار آن در جنگل راش و جنگل کاری کاج مشاهده شده است. علت بالا بودن میزان مشخصه واکنش خاک در جنگل کاری ون باید به تجزیه سریع لاشبرگ ون و در نتیجه غنی سازی محتوای مواد مغذی، که خود بازگشت مقادیر زیادی از کاتیون‌های بازی به خاک را به همراه دارد اشاره کرد.

۴-۲-۷- هدایت الکتریکی

با توجه به نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس ۴-۳ اثرات تغییر کاربری اراضی بر هدایت الکتریکی خاک در سوسپانسیون ۲:۱ در بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰ ۱$) را نشان می‌دهد. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی بر هدایت الکتریکی خاک در شکل (۴-۶) نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی و مرتعی میانگین هدایت الکتریکی خاک به طور معنی‌دار کاهش یافته است. مقدار این کاهش ۸۰ درصدی در زمین زراعی نسبت به کاربری جنگل (بلند مدت) می‌باشد. میزان EC در کاربری جنگل بیش‌ترین مقدار با ۰/۳۵ دسی

زیمنس برمتر و در کاربری زراعی (گندم قدیمی) کم‌ترین مقدار با ۰/۰۷ دسی زیمنس برمتر را دارا می‌باشد.



شکل۴-۶- اثرات تغییر کاربری اراضی بر هدایت الکتریکی خاک.

میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

هدایت الکتریکی‌های بدست آمده در تحقیق حاضر کمتر از یک دسی زیمنس بر متر هستند با توجه به اینکه خاک‌های با هدایت الکتریکی کوچک‌تر از یک در خاک‌های بسیار مناسب قرار می‌گیرند . علی رغم تأثیر معنی‌دار تغییر کاربری اراضی بر هدایت الکتریکی خاک، می‌توان گفت که تغییری در شاخصه شیمیایی خاک از نظر هدایت الکتریکی حاصل نشده است.

بنابراین می‌توان انتظار داشت به دلایلی چون وجود بقایای گیاهی، رطوبت کافی جهت ایجاد شرایط مناسب برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه تجزیه بقایای گیاهی و تخریب شیمیایی کانی‌ها، غلظت املاح محلول در خاک هدایت الکتریکی افزایش یابد که با تغییر کاربری اراضی جنگلی به اراضی تحت کشت به دلیل کشت و کار، کم شدن پوشش درختی و کاهش بقایای گیاهی در اثر برداشت‌های مداوم، میزان هدایت الکتریکی خاک کاهش می‌یابد. اولیایی و همکاران (۱۳۹۰) بیان داشتند پوشش درختی مانع تابش مستقیم نور خورشید به سطح خاک و در نتیجه کاهش درجه حرارت و افزایش میزان رطوبت

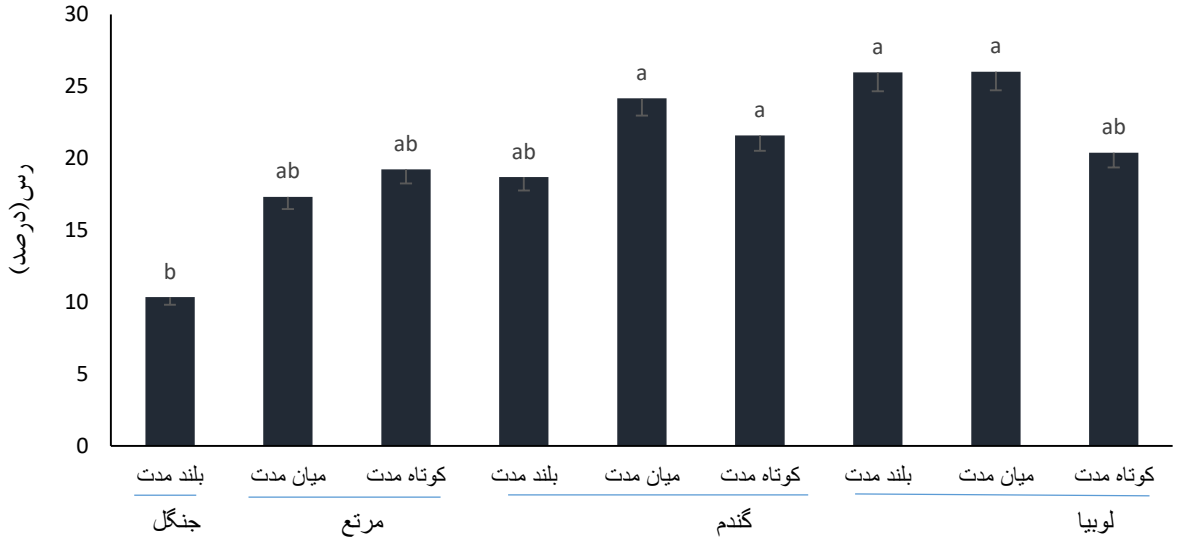
آن شده و شرایط را برای تجزیه مواد آلی و انحلال بیشتر کانی‌ها و آزاد سازی یون‌ها فراهم می‌آورد. به طور کلی در اراضی تغییر کاربری یافته به دلایلی چون عدم رطوبت کافی، تابش مستقیم نور خورشید و به علاوه آبشویی املاح محلول از خاک به دلیل پوشش کم گیاهی، هدایت الکتریکی و غلظت املاح محلول در خاک کاهش می‌یابد. عملیات کشت و کار و آبیاری با آب‌های با کیفیت مناسب و در خاک‌های با سطح آب زیرزمینی عمیق، باعث کاهش میزان نمک‌های محلول خاک بر اثر شستشو و انتقال این نمک‌ها از سطح به عمق خاک می‌شود. ولی در خاک‌های با سطح آب زیر زمینی بالا، کشت و کار، فرآیند شور شدن خاک را تشدید می‌کند عسگری (۱۳۸۴). نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۷) که بیان داشتند تغییر کاربری باعث کاهش میزان هدایت الکتریکی خاک می‌شود، مطابقت دارد. مطالعات بهشتی آل آقا و همکاران (۱۳۹۰) نیز نشان داد که اراضی کشت شده دارای هدایت الکتریکی کمتری نسبت به اراضی بکر (مرتع) بودند و این امر نشان می‌دهد که املاح محلول اراضی کشت شده به تدریج در اثر آبیاری مکرر این اراضی با آب با کیفیت مطلوب، شسته و از خاک خارج شده‌اند. ایوبی و همکاران (۲۰۱۱) بیان داشتند که قطع درختان طبیعی جنگل و کشت و کار باعث کاهش هدایت الکتریکی به میزان ۸/۱۸ درصد گردید. در پژوهش صورت گرفته توسط کرام و همکاران (۲۰۱۵) در شرق مکزیک نشان دادند که تبدیل جنگل به مزرعه ذرت باعث کاهش هدایت الکتریکی خاک شده است. از علل بالا بودن میزان هدایت الکتریکی خاک در ناحیه جنگل می‌توان به بالا بودن ماده آلی و برگشت عناصری هم چون کلسیم و منیزیم به خاک از طریق اضافه شدن لاشبرگ به خاک در این اراضی و عدم بازگشت آن در اراضی زراعی اشاره نمود.

۴-۳-شاخص‌های فیزیکی خاک

۴-۳-۱-اثر تغییر کاربری اراضی بر بافت خاک

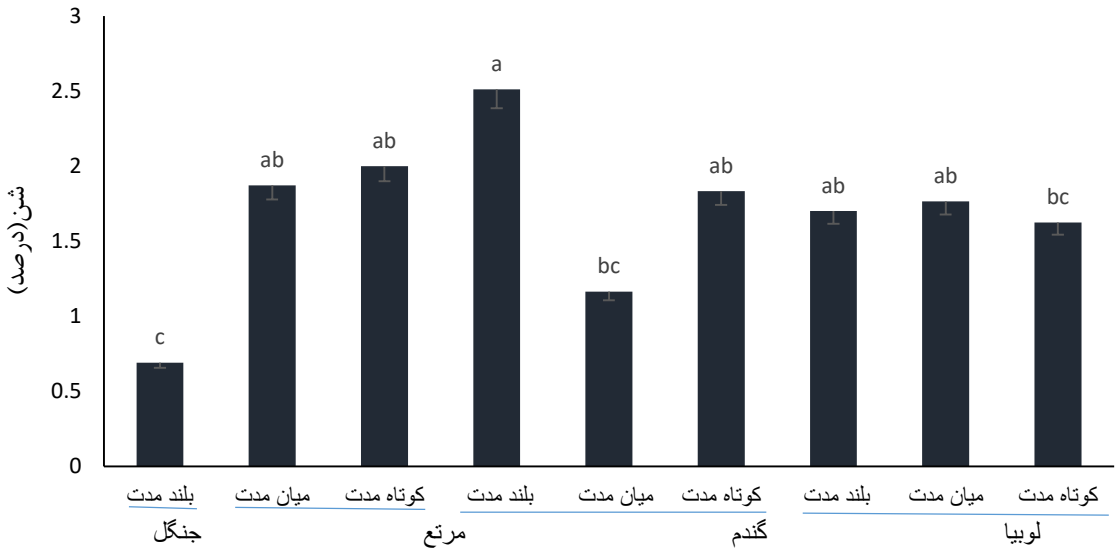
با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس ۴-۲ اثرات تغییر کاربری اراضی بر بافت خاک (شن) در بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) را نشان می‌دهد. مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر

کاربری اراضی بر بافت خاک در شکل (۴-۷ و۴-۸) نشان داده شده است. میزان رس و سیلت در بین کاربری‌ها داری اختلاف معنی‌دارای نشدند. بیش‌ترین میزان رس در کاربری زراعی (لوبیا بلندمدت) با ۲۶/۰۲ درصد و کم‌ترین میزان آن در کاربری جنگل با میزان ۱۰/۳۴ درصد می‌باشد. هم‌چنین برای شن بیش‌ترین در کاربری زراعی (گندم بلندمدت)، ۲/۵۱ درصد و کم‌ترین درصد در کاربری جنگل ۰/۶۹ درصد می‌باشد. میزان سیلت بیش‌ترین درصد در کاربری جنگل ۸۸/۶۹ و کم‌ترین درصد در کاربری زراعی (لوبیا میان مدت)، ۷۳/۰۸ می‌باشد. برا اساس مثلث بافت خاک در اکثر کاربری‌ها بافت منطقه از نوع لوم رسی شنی می‌باشد.



شکل ۴-۷- اثرات تغییر کاربری اراضی بر رس خاک.

میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)



شکل ۴-۸- اثرات تغییر کاربری اراضی بر شن خاک.

میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

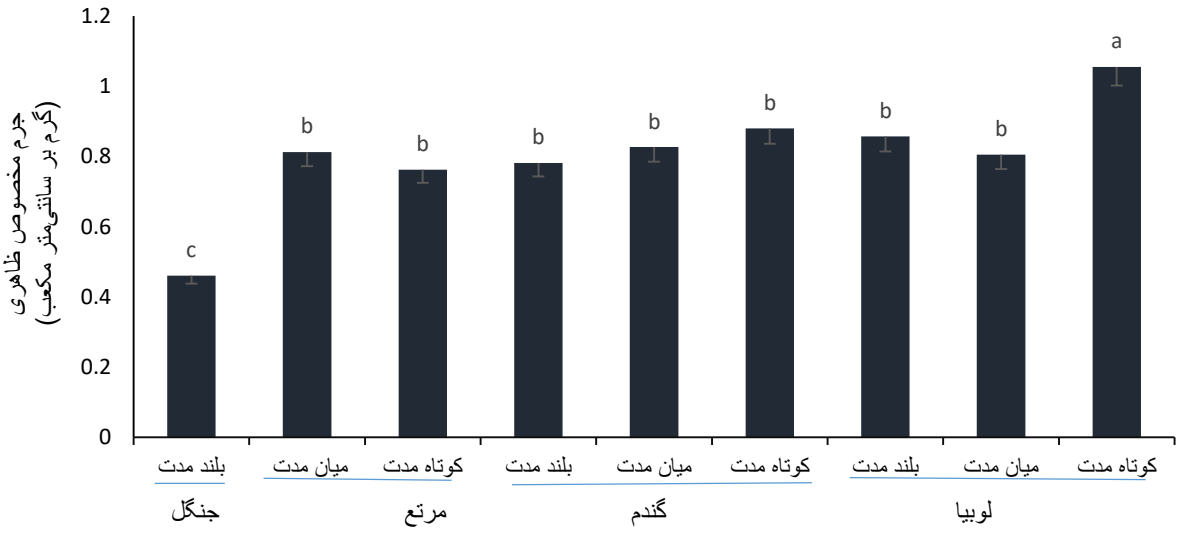
مطابق نتایج به‌دست آمده بافت خاک در چهار کاربری دارای اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰ ۵$) در شن شده است، اما در میزان رس و سیلت دارای اختلاف معنی‌داری نشده است. بر اساس جدول درصد شن و رس به ترتیب در کاربری گندم بلندمدت ۲/۵۱ ٪ ودر کاربری لوبیا میان مدت ۲۶/۰۲ ٪ بالاترین میزان درصد سیلت در کاربری جنگل با میزان ۸۸/۹۶ ٪ بیش‌ترین میزان را به خود اختصاص داده‌اند. بافت خاک یک ویژگی ذاتی است که در کوتاه‌مدت، خاک تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد، درصورت وجود نیروهای خارجی مانند جریان‌های آب، نیروی ثقل یا دخالت‌های انسانی موجب تغییر در آن می‌شود (اولیایی و همکاران، ۱۳۹۰).

تورودو (۱۹۸۱) طی مطالعه‌ای به این نتیجه رسید که درصد رس خاک در اراضی زراعی به طور معنی‌داری بیشتر از اراضی مرتعی و جنگلی است، اگر چه (عجمی و همکاران، ۲۰۰۹؛ مارتینزمنا و همکاران، ۲۰۰۸) نتایج متفاوتی را طی مطالعات خود مبنی بر کمتر بودن مقادیر رس در اراضی زراعی نسبت به اراضی جنگلی گزارش نمودند. رفیع شریف‌عباد و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه جعفرآباد گلستان چنین گزارش کردند درصد

سیلت زمین‌های کشاورزی به طور قابل توجهی پایین‌تر از سایر انواع کاربری اراضی است. رمضانپور و رسولی (۱۳۹۴) در بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی و مواد مادری بر برخی ویژگی‌های خاک چنین گزارش کردندمیزان رس با تغییر کاربری اراضی جنگلی به کاربری‌های تحت کشت افزایش می‌یابدایشان دلیل کمتر بودن میزان رس در اراضی جنگلی می‌تواند آبشویی بیشتر رس در اراضی جنگلی باشد که، احتمالاً نفوذپذیری و ریشه دوانی عمیق‌تر درختان جنگلی، آبشویی رس به اعماق پایین‌تر را تسهیل نموده است.

۴-۳-۲-اثر تغییر کاربری بر جرم مخصوص ظاهری

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس ۴-۲ اثرات تغییر کاربری اراضی بر جرم مخصوص ظاهری در بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰ ۱$) را نشان می‌دهد. مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی بر جرم مخصوص ظاهری در شکل ۴-۹ نشان داده شده است. شکل ۴-۹ نشان می‌دهد که با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی و مرتعی میانگین جرم مخصوص ظاهری به طور معنی‌داری افزایش یافته است. بیش‌ترین جرم مخصوص ظاهری در کاربری زراعی (لوبیا کوتاه‌مدت) با مقدار ۱/۰۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب و کم‌ترین در کاربری جنگل با مقدار ۰/۴۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد. اختلاف معنی‌داری در سطح ($p<۰/۰۵$) بین جنگل و کاربری‌های دیگر مشاهده شد.



شکل ۴-۹- اثرات تغییر کاربری اراضی بر جرم مخصوص ظاهری خاک.

میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

کیانی و همکاران (۱۳۸۶) بیان کردند در اراضی مرتعی به دلیل بالا رفتن مواد آلی در اثر بهبود پوشش گیاهی نسبت به اراضی کشاورزی، جرم مخصوص ظاهری کاهش یافته است. عجمی و همکاران (۱۳۸۷) علت عمده افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در منطقه تحت کشت نسبت به کاربری طبیعی مجاورش را تلفات ماده آلی و گسیخته شدن خاک‌دانه‌ها بر اثر عملیات زراعی، متراکم شدن خاک و سبک بودن بافت خاک در کاربری زراعی دانستند. فرراس و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند عملیات خاکورزی باعث کاهش ماده آلی و در پی آن تخریب خاک می‌شود و ذرات ریز خاک طی فرسایش آبی در خلل و فرج خاک جای می‌گیرد، خلل و فرج خاک کاهش پیدا می‌کند و جرم مخصوص ظاهری افزایش می‌یابد. (حاج عباسی و همکاران، ۱۹۹۷؛ ذوالفقاری و حاج عباسی، ۱۳۸۷) افزایش جرم مخصوص ظاهری را طی تبدیل جنگل به اراضی زراعی گزارش کردند.

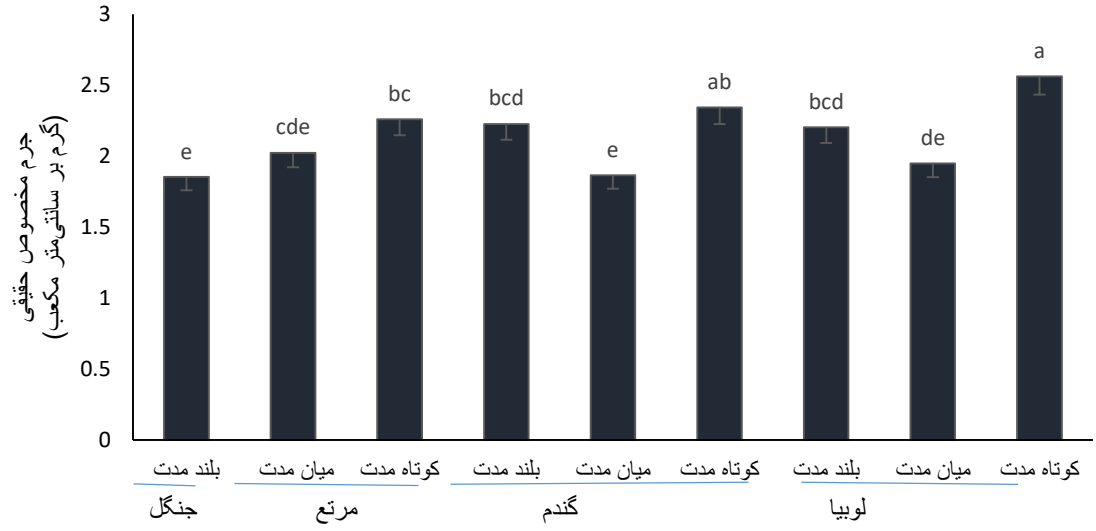
از جمله شاخص‌های نشان دهنده‌ی تخریب ساختمان فیزیکی خاک، تراکم خاک می‌باشد. جرم مخصوص ظاهری خاک به شدت وابسته به بافت خاک و تراکم ذرات (شن، سیلت و رس) و ماده آلی و همچنین

نحوه آرایش ذرات است (ساکین و همکاران، ۲۰۱۱). با کاهش ماده آلی و سبک شدن بافت، جرم مخصوص ظاهری افزایش می‌یابد. در تغییر کاربری جنگل به سایر کاربری‌ها، به دلیل تردد ماشین آلات کشاورزی در سطح خاک و ایجاد فشردگی، جرم مخصوص ظاهری افزایش و به تبع آن کاهش تخلخل خاک و در نتیجه کاهش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک مشاهده می‌شود و نشان دهنده‌ی تخریب کیفیت خاک می‌باشد (دانگ و همکاران، ۲۰۰۲). یافته‌های مشابه توسط کلیک (۲۰۰۵) گزارش شد که جنگل زدایی و عملیات شخم پس از آن منجر به افزایش در جرم مخصوص ظاهری بر روی سطح خاک در ارتفاعات جنوب ترکیه شده است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر با گزارشات (سامان و رشید، ۲۰۱۶) نیز در کاهش جرم مخصوص ظاهری در تغییر کاربری از جنگل به سایر کاربری‌ها مطابقت دارند. (میچل یائو و همکاران، ۲۰۱۰) گزارش دادند که کشاورزی منجر به ریزتر شدن ذرات خاک شده و این امر سبب افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌گردد. گراندی و رابرنسون (۲۰۰۷) بیان کردند که عامل اصلی کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک به دلیل افزایش کربن آلی و تأثیر آن بر بهبود ساختمان و افزایش تخلخل خاک می‌باشد. صالحی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک جنگل‌های تخریب یافته حوزه شهرستان پلدختر، افزایش چهار درصدی جرم مخصوص ظاهری خاک را در اثر تخریب جنگلی گزارش کردند. جرم مخصوص ظاهری در جنگل طبیعی پایین‌تر است با توجه به مقدار نسبتاً بالا از کربن آلی همین انتظار می‌رفت. مطالعات گل (۲۰۰۹) نشان داد که تفاوت معنی‌داری در جرم مخصوص ظاهری خاک بین جنگل، مرتع و مزرعه ذرت وجود داشته، او چنین اظهار کرده است که از دست رفتن ماده آلی خاک در اثر تبدیل منابع طبیعی به اراضی زراعی باعث افزایش جرم مخصوص ظاهری در اراضی کشت شده گردید. زمان و همکاران (۲۰۱۰) با مطالعه بر روی برخی از خصوصیات خاک در مناطق جنگل طبیعی و مناطقی که تخریب جنگل توسط قطع درختان در آن صورت گرفته بود را در بنگلادش انجام دادند. ایشان بیان کردند که جرم مخصوص ظاهری در خاک‌های جنگلی از ۱/۲۱ به ۱/۳۷ گرم بر سانتی متر مکعب در خاک‌های که تخریب جنگل در آن صورت گرفته بود به طور معنی داری افزایش یافت. یوسفی فرد و همکاران (۱۳۸۵) تحقیقات خود را بر روی چهار کاربری شامل مرتع

با پوشش گیاهی تقریباً مناسب، مرتع با پوشش گیاهی ضعیف، دیمزار و دیمزار رها شده انجام دادند. نتایج آزمایش نشان داد که بین جرم مخصوص ظاهری خاک در هر چهار کاربری اختلاف معنی داری وجود داشت. بیش‌ترین مقدار جرم مخصوص ظاهری ۱/۳۴ گرم بر سانتی متر مکعب در دیمزار رها شده و کم‌ترین مقدار آن ۱/۱۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب در مرتع با پوشش گیاهی تقریباً مناسب مشاهده شد. بیش‌ترین مقدار جرم مخصوص ظاهری مربوط به کاربری گندم جدید وکم‌ترین مقدار جرم مخصوص ظاهری مربوط به جنگل می‌باشد. تردد پیوسته ماشین‌های کشاورزی و کاهش ماده آلی خاک از جلمه دلایل افزایش جرم مخصوص ظاهری توده خاک در زمین‌های زراعی در مقایسه با زمین‌های جنگلی و مرتعی می‌باشد. حاج عباسی و همکاران (۱۹۹۷) دریافتند، جنگل زدایی و به دنبال آن انجام عملیات شخم به مدت ۲۰ سال در زاگرس مرکزی ایران باعث افزایش ۲۰ درصدی جرم مخصوص ظاهری و کاهش ۵۰ درصدی ماده آلی خاک در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک شد. آن‌ها این افزایش را کاهش ماده آلی و هم‌چنین به رفت و آمد و فشار ماشین‌آلات نسبت دادند.

۴-۳-۳-اثر تغییر کاربری بر جرم مخصوص حقیقی

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس ۴-۲ اثرات تغییر کاربری اراضی بر جرم مخصوص حقیقی در بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) را نشان می‌دهد. مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی بر جرم مخصوص حقیقی در شکل ۴-۱۰ نشان داده شده است. شکل ۴-۱۰ نشان می‌دهد که با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی و مرتعی میانگین جرم مخصوص حقیقی به طور معنی‌داری افزایش یافته است.کم‌ترین میزان جرم مخصوص حقیقی در کاربری جنگل ۱/۸۵ گرم بر سانتی متر مکعب و بیش‌ترین میزان در کاربری کشاورزی (لوبیا-کوتاه‌مدت) زراعی و به میزان ۲/۵۶ گرم بر سانتی متر مکعب مشاهده گردید.



شکل ۴-۱۰- اثرات تغییر کاربری اراضی بر جرم مخصوص حقیقی خاک.

میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

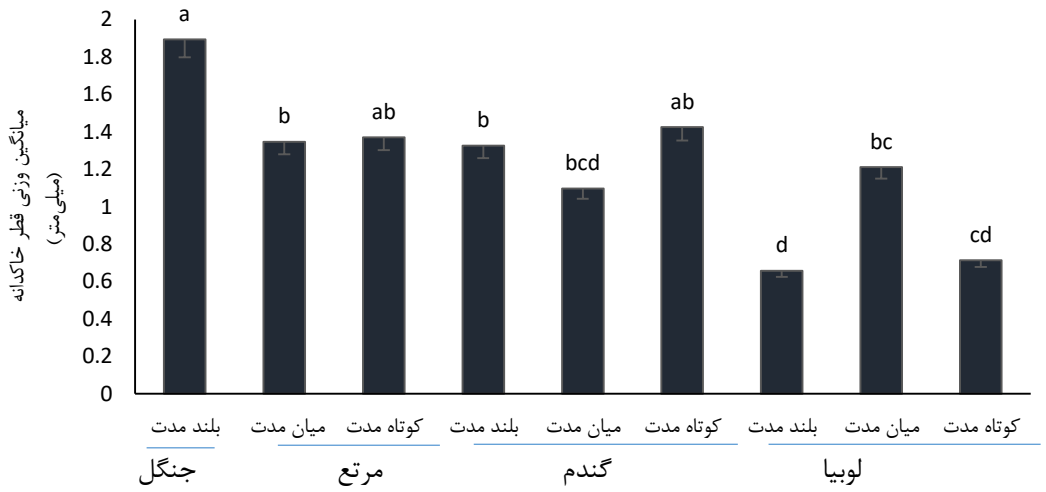
وحیدی و همکاران (۱۳۹۱) بیان کردند تغییرات کم جرم مخصوص حقیقی نشان دهنده این است که نوع مواد تشکیل دهنده خاک تفاوت چندانی با یکدیگر نداشته و بر عکس تغییرات در مقدار جرم مخصوص ظاهری و تخلخل خاک نشان دهنده تنوع زیاد خاک‌دانه‌ها می‌باشد. اصغری و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای در منطقه فندقلوی استان اردبیل به این نتیجه دست یافتند که تغییر کاربری اراضی از جنگل به زراعی باعث افزایش جرم مخصوص حقیقی به مقدار ۱۷ درصد گردید. در تحقیقات ایشان میانگین‌ها نشان داد که در سطح احتمال ۹۹ درصد بین سه کاربری جنگل، اراضی زراعی و مرتعی، کربن آلی با جرم مخصوص حقیقی هم‌بستگی منفی دارد. برومند وهمکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای اثر تغییر کاربری بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه سمسکنده ساری به این نتیجه دست یافتند که مقدار جرم مخصوص حقیقی در اراضی شالیزاری ۲/۷۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده که به ۲/۶۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب در باغ مرکبات کاهش یافته است. آن‌ها علت این امر را به کاهش میزان ماده آلی خاک و فعالیت‌های زراعی و همچنین پدیده فرسایش در اراضی شالیزاری نسبت دادند.

۴-۳-۴-پایداری خاک‌دانه‌ها

۴-۳-۴-۱-اثر تغییر کاربری بر میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها

پایداری خاک‌دانه‌ها به آثار متقابل ذرات اولیه و ترکیبات آلی بستگی دارد تا خاک‌دانه‌های پایدار تشکیل شود. این آثار تحت تأثیر فاکتورهای مختلف محیطی نظیر خصوصیات خاک، مدیریت اراضی و نوع کاربری اراضی قرار می‌گیرد (الاستوندو و همکاران، ۱۹۹۰). توزیع اندازه خاک‌دانه‌ها و پایداری آن‌ها می‌تواند به طور قابل توجهی با روش خاک ورزی تغییر کند (بیری و همکاران، ۱۹۹۴).

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس ۴-۲ اثرات تغییر کاربری اراضی بر میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) را نشان می‌دهد. مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی بر میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در شکل ۴-۱۱ نشان داده شده است. شکل ۴-۱۱ نشان می‌دهد که با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی و مرتعی میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافته است. بیش‌ترین میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها را می‌توان در کاربری جنگل با میزان ۱/۸۹میلی‌متر و کم‌ترین آن در کاربری زراعی (لوبیا بلندمدت) با میزان ۰/۶۵ میلی‌متر مشاهده گردید. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری ($p< ۰/۰۱$) در میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در کاربری‌های مختلف وجود دارد، شکسته شدن خاک‌دانه‌ها در اثر عملیات زراعی و نیز هدر رفت ماده آلی از جمله دلایل کاهش شاخص میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در زمین‌های تحت کشت است. در پژوهش‌های متعددی اثر ماده آلی بر افزایش مقاومت خاک‌دانه‌ها در برابر تنش‌های محیطی و در نتیجه افزایش پایداری ساختمان خاک مورد تأکید قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها تحت تأثیر کاربری اراضی تغییر یافته‌اند.



شکل ۴-۱۱- اثرات تغییر کاربری اراضی بر میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها.

میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

پایداری خاک‌دانه بسته به تعامل بین ذرات اولیه و ترکیبات آلی دارد، که خاک‌دانه‌های پایدار به وجود می‌آورند. که توسط عوامل مختلف مربوط به شرایط محیطی خاک و شیوه‌های مدیریتی تحت تأثیر قرار می‌گیرند (ایوبی و همکاران، ۲۰۱۱). این یافته‌ها با نتایج گرین و همکاران (۲۰۰۷) هم‌خوانی دارد که نقش ماده آلی متأثر از مدیریت‌های مختلف کشت را در پایداری و توزیع اندازه ذرات مهم دانسته‌اند. بسیاری از پژوهشگران نقش مواد آلی را در افزایش فراوانی خاک‌دانه‌های پایدار گزارش نموده‌اند.

یکی از دلایل احتمالی افزایش میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها را می‌توان به کربن آلی نسبت داد. کربن آلی به عنوان عامل پیوند دهنده‌ی ذرات به یکدیگر عمل می‌کند و در نتیجه باعث ایجاد خاک‌دانه‌هایی با میانگین وزنی قطر بیشتر می‌شود (محمودآبادی و همکاران، ۱۳۹۵). از دیگر دلایل افزایش میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها می‌توان به افزایش فعالیت میکروبی در حین عمل تجزیه‌ی بقایا اشاره کرد؛ در اثر تجزیه‌ی بقایای گیاهی و افزایش فعالیت میکروبی، فشار جزئی دی اکسید کربن در هوای خاک افزایش می‌یابد، از سوی دیگر کاهش اسیدیته خاک، سبب انحلال کربنات کلسیم موجود می‌گردد (یزانپناه و

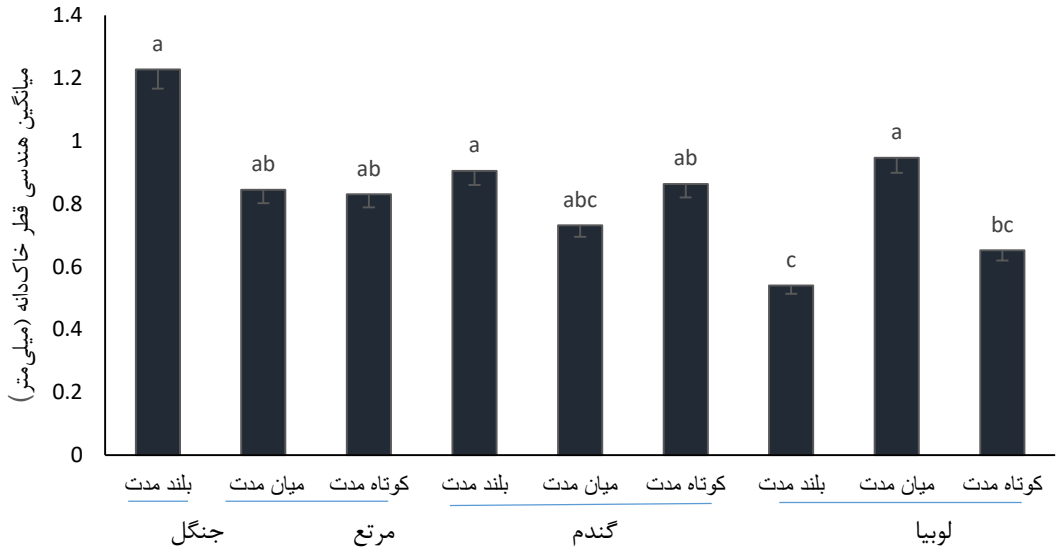
همکاران، ۲۰۱۳) کلسیم زیاد جایگزین سدیم تبادلی می‌گردد و در نهایت ذرات رس را منعقد و به تشکیل ذراتی با میانگین وزنی بیشتر منجر می‌شود (روستا و همکاران، ۱۳۸۹).

کاهش شدید پایداری خاک‌دانه‌ها و کربن آلی در اثر کشت و کار بر اهمیت ماده آلی به عنوان ماده مؤثر در پایداری خاک‌دانه‌ها دلالت دارد (حسینی و گلچین، ۱۹۹۰؛ اورندلیک و همکاران، ۲۰۰۴) با تحقیق بر روی اثر تغییر کاربری اراضی بیان داشتند عملیات زراعی باعث خرد شدن خاک‌دانه‌های درشت و از بین رفتن ماده آلی خاک می‌گردد. مهم‌ترین عواملی را که می‌توان به عنوان فاکتورهای مؤثر در کاهش پایداری خاک‌دانه‌ها در کاربری زراعی منطقه مورد مطالعه برشمرد عبارتند از: تلفات شدید ماده آلی و افزایش فشردگی خاک در اثر استفاده از ماشین آلات کشاورزی. ایوبی و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای به تأثیر تغییر کاربری اراضی بر شاخص‌های کیفیت خاک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که قطع کامل درختان طبیعی منطقه کشت و کار منجر به کاهش ۵۲/۱ درصدی در مقدار میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها گردید.

کاراواکا و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که پایداری خاک‌دانه‌های خاک زراعی (متوسط۴۰٪) نسبت به خاک‌های جنگلی (متوسط۸۲٪)، که به طور مثبت تحت تأثیر کربن آلی قرار داشته است به طور قابل توجهی پایین‌تر بود. (رفیع شریف عباد، ۲۰۱۴؛ خرمالی و شمس، ۲۰۱۴؛ زراعی و شکل آبادی، ۱۳۹۳) نشان دادند که با تغییر کاربری اراضی از جنگل به زراعی میزان شاخص میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها کاهش می‌یابد. همچنین، کاهش شدید ماده آلی خاک، افزایش میزان سیلت، کاهش فعالیت میکروبی، تردد ماشین آلات سنگین عوامل اصلی در کاهش میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در زمین‌های شخم زده بود (باقری فام و همکاران ۱۳۹۲؛ خرمالی و شمس، ۲۰۱۴). سوزاندن بقایای نباتات توسط کشاورزان هم‌چنین می‌تواند پایداری ذرات را از طریق کاهش کربن آلی در خاک منطقه کشاورزی به طور قابل توجهی پایین‌تر آورد.

۴-۳-۴-۲-اثر تغییر کاربری اراضی برمیانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس ۴-۲ اثرات تغییر کاربری اراضی برمیانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها در بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰ ۱$) را نشان می‌دهد. مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی برمیانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها در شکل ۴-۱۲ نشان داده شده است. شکل ۴-۱۲ نشان می‌دهد که با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی و مرتعی برمیانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافته است. بیش‌ترین مقدار در کاربری بلندمدت جنگل ۱/۲۲ میلی‌متر و کم‌ترین مقدار در کاربری لوبیا بلندمدت با میزان ۰/۵۴ میلی‌متر می‌باشد.



شکل ۴-۱۲- اثرات تغییر کاربری اراضی بر میانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها.

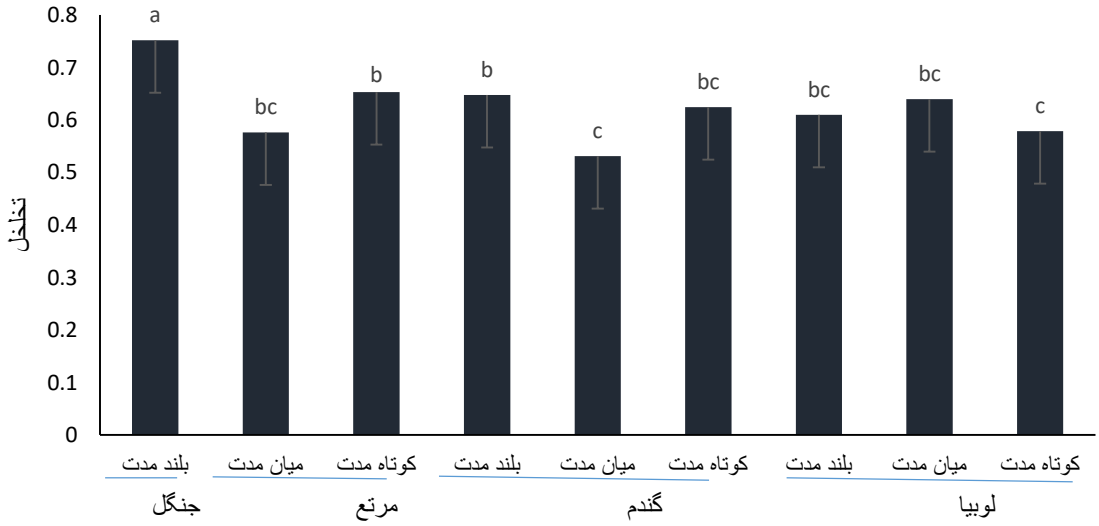
میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

علت این امر اضافه شدن لاشبرگ و بقایای گیاهی می‌باشد در این زمینه، گزارش شده مخلوط کردن کاه و کلش گندم و سبوس جو باعث افزایش میانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها را افزایش می‌دهد (کرمی و همکاران، ۲۰۱۲). در مطالعه‌ای سه ساله، دلیل افزایش مقدار میانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌های خاک به افزایش نسبت ماده آلی به خاک مرتبط دانسته‌اند (زانگ و همکاران، ۲۰۱۴). در مطالعه‌ای (محمودآبادی و همکاران، ۱۳۹۵) چنین گزارش کردند که مخلوط کردن یک درصد کاه و کلش جو با

خاک، در بهبود وضعیت توزیع اندازه خاک‌دانه‌ها بیش‌ترین نقش را دارد. به نحوی که در اثر اعمال این تیمار، مقدار شاخص‌های میانگین وزنی و هندسی قطر خاک‌دانه‌ها در حالت تر و خشک ۸۷ و ۶۸/۶ درصد و در حالت خشک به ترتیب ۳۳/۶ و ۲۱ درصد را نشان می‌دهند.

۴-۳-۵- اثر تغییر کاربری بر تخلخل کل خاک

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس ۴-۲ اثرات تغییر کاربری اراضی بر تخلخل کل خاک در بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<0/01$) را نشان می‌دهد. مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی بر تخلخل در شکل ۴-۱۳ نشان داده شده است. شکل ۴-۱۳ نشان می‌دهد که با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی و مرتعی میانگین تخلخل کل خاک به طور معنی‌داری کاهش یافته است. کم‌ترین میزان تخلخل ۵۳ درصد در کاربری زراعی (گندم میان مدت) و بیش‌ترین مقدار در کاربری جنگل با ۷۵ درصد مشاهده گردید. که این کاهش ۲۹/۳۳ درصدی تخلخل خاک را به همراه داشت.



شکل ۴-۱۳- اثرات تغییر کاربری اراضی بر تخلخل خاک.

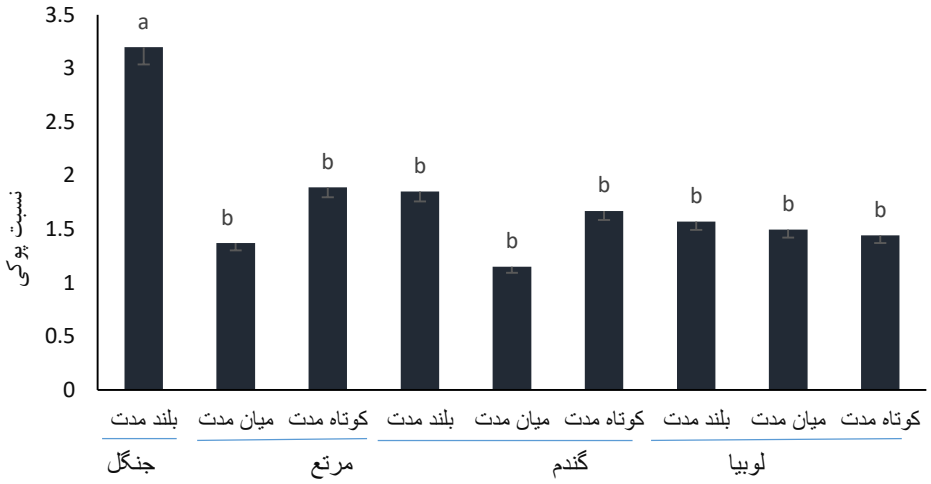
میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

تخلخل بالا در خاک جنگل‌های طبیعی به مقدار ماده آلی بالا نسبت داده شده است . افزایش تخلخل در خاک باعث افزایش حجم منافذ شده و در نتیجه باعث کمتر شدن جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شود

(حیدری و همکاران، ۱۳۹۲). عجمی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی اثر تغییر کاربری از جنگل به اراضی زراعی یافته‌هایی مبنی بر کاهش میزان تخلخل ضمن تغییر کاربری گزارش دادند. کیانی و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی کاربری‌های اراضی مرتعی، مرتع تخریب شده و زمین‌های کشت شده نشان دادند که تخلخل در مراتع بیشتر از سایر کاربری‌ها بود زیرا در دیگر کاربری‌ها به دلیل کاهش مواد آلی به سبب فعالیت‌های کشاورزی، تخلخل کاهش یافته است. سانچز مارانون و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که تغییر کاربری‌های طبیعی اراضی، تخلخل کل را تا بیشتر از ۱۸ درصد کاهش می‌دهد. فعالیت‌های کشاورزی بر تخلخل خاک تأثیر مستقیم می‌گذارد (بلوم و همکاران، ۲۰۰۹). لمینه و همکاران (۲۰۰۵) کاهش تخلخل خاک را در اراضی زراعی با تلفات ماده آلی خاک مرتبط می‌دانند. یوسفی فرد و همکاران (۱۳۸۵) تحقیقات خود را بر روی چهار کاربری شامل مرتع با پوشش گیاهی مناسب، مرتع با پوشش گیاهی ضعیف، دیمزار و دیمزار رها شده انجام دادند. نتایج این محققان نشان داد که بیشترین مقدار تخلخل کل ۴۱ درصد در مرتع با پوشش گیاهی مناسب و کمترین مقدار آن ۲۷/۸ درصد در دیمزار رها شده مشاهده شد. نیک نهاد و مارمایی (۱۳۹۰) نمونه های خاک را از عمق ۳۰-۰ سانتی متری در سه کاربری جنگل، مرتع و زراعی برداشته و نشان دادند که اختلاف معنی داری بین مقدار تخلخل کل خاک در هر سه کاربری وجود داشت، به طوری که بیشترین مقدار تخلخل کل در کاربری جنگل و کمترین مقدار آن در کاربری زراعی مشاهده شد. گراندی و رابرستون (۲۰۰۷) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که تخریب جنگل‌های طبیعی و تبدیل آن‌ها به زمین‌های زراعی باعث کاهش معنی‌داری در مقدار تخلخل کل خاک شد. نیو فلدت و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی اثرات تغییر کاربری جنگل به اراضی زیر کشت نشان دادند که مقدار تخلخل کل خاک در کاربری جنگل نسبت به اراضی زیر کشت به طور معنی‌داری افزایش یافت. محققانی مانند (راسیا و همکاران، ۲۰۰۴؛ لیما و همکاران، ۲۰۰۹) در بررسی اثر تغییر کاربری از جنگل به اراضی زراعی نیز یافته‌هایی مبنی بر کاهش میزان تخلخل ضمن تغییر کاربری گزارش دادند. شعبانیان و همکاران (۱۳۸۹) برای انجام تحقیق خود دو کاربری شامل جنگل و مرتع (شاهد) را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که تخلخل کل خاک در اثر تغییر کاربری جنگل به کاربری مرتع کاهش معنی‌داری یافت.

۴-۳-۶- اثر تغییر کاربری بر نسبت پوکی خاک

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس ۴-۲ اثرات تغییر کاربری اراضی بر نسبت پوکی خاک در بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰ ۱$) را نشان می‌دهد. مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی بر نسبت پوکی در شکل ۴-۱۴ نشان داده شده است. شکل ۴-۱۴ نشان می‌دهد که با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی و مرتعی میانگین نسبت پوکی خاک به طور معنی‌داری کاهش یافته است. کم‌ترین میزان ۱/۱۴ درصد در کاربری زراعی (گندم میان مدت) و بیش‌ترین مقدار در کاربری جنگل با ۳/۱۹ درصد مشاهده گردید. که این کاهش ۶۴/۲۶ درصدی نسبت پوکی را به همراه داشت.



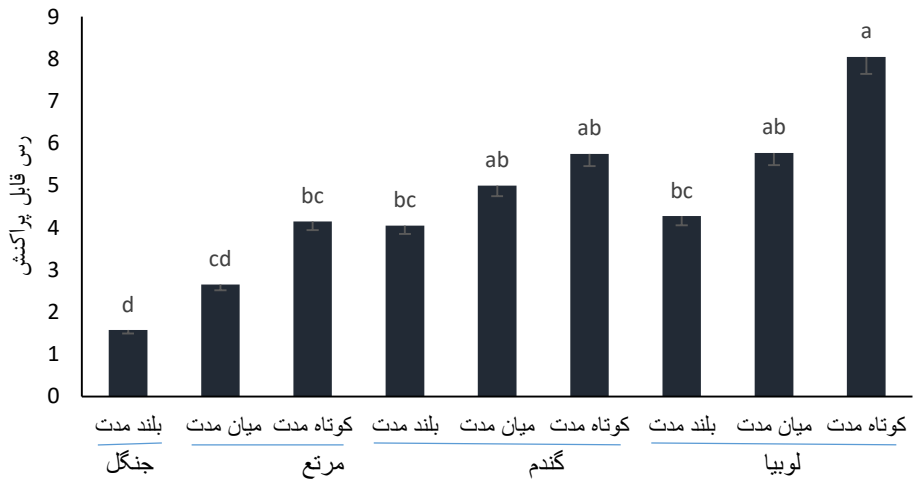
شکل ۴-۱۴- اثرات تغییر کاربری اراضی بر نسبت پوکی خاک.

میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

روند تغییرات در نسبت پوکی نیز بالطبع روند تغییرات تخلخل خاک می‌باشد. با توجه به اینکه نسبت پوکی از رابطه تخلخل خاک محاسبه می‌گردد، روند تغییرات آن نیز مشابه به روند تغییرات در تخلخل خاک می‌باشد.

۴-۳-۷-اثر تغییر کاربری اراضی بر رس قابل پراکنش خاک

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس ۴-۲ مقادیر درصد رس قابل انتشار در کاربری‌ها در سطح (۱ $p<۰/۰$) تفاوت معنی‌داری داشت. مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به اثرات تغییر کاربری اراضی بر رس قابل پراکنش خاک در شکل ۴-۱۵ نشان داده شده است. شکل ۴-۱۵ نشان می‌دهد که با تغییر کاربری از جنگل به زمین زراعی و مرتعی میانگین رس قابل پراکنش خاک به طور معنی‌داری افزایش یافته است. بیش‌ترین مقدار مربوط به کاربری زراعی (لوبیا کوتاه‌مدت) ۸/۰۵ درصد و کم‌ترین آن مربوط به کاربری جنگل ۱/۵۷ درصد است. که تغییر کاربری باعث افزایش ۸۰/۴۹ درصدری رس قابل انتشار در کاربری زراعی گردیده است. در کاربری اراضی عملیات خاکورزی، کم شدن مواد آلی و تغییر پوشش گیاهی خاک باعث افزایش رس قابل انتشار در این کاربری گردیده است.



شکل ۴-۱۵- اثرات تغییر کاربری اراضی بر رس قابل پراکنش خاک.

میانگین‌های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد هستند (آزمون LSD)

رس قابل پراکنش در آب یکی از شاخص‌های نشان دهنده پایداری ساختمان خاک می‌باشد. هر عاملی که سبب افزایش پایداری خاک‌دانه‌ها در خاک شود، می‌تواند مقدار رس قابل پراکنش خاک در آب را کاهش دهد (حسینی و همکاران، ۲۰۱۵). (نظمی و همکاران، ۱۳۹۰) افزایش مواد آلی به خاک سبب

کاهش رس قابل انتشار می‌گردد. نتایج پژوهش (جعفری، ۱۳۹۲) افزایش ۳۹ درصدی رس قابل پراکنش در اراضی زراعی نسبت به کاربری جنگل گزارش گردیده است.

۴-۳-۸-روابط هم‌بستگی بین خصوصیات اندازه‌گیری شده

جدول ۴-۴ هم‌بستگی پیرسون بین خصوصیات اندازه‌گیری شده در سه کاربری مورد مطالعه را نشان می‌دهد. اکثر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دارای هم‌بستگی با پارامتر فسفر قابل دسترس و ماده آلی خاک را نشان می‌دهد. بیش‌ترین میزان هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ($p<۰/۰ ۱$) را فسفر قابل دسترس با میزان ماده آلی ($r=۰/۹۴۴$) را نشان داد که افزایش تاج پوشش درختان به تبع آن افزایش لاشبرگ، به عنوان منبع اصلی مواد آلی، سبب تولید مهم‌ترین عناصر غذایی خاک مانند فسفر شده است، که این مورد از عوامل اصلی ایجاد همبستگی مثبت بین تاج پوشش و عنصر غذایی مذکور است. توانایی درختان در ایجاد مناطق حاصلخیز در زیر تاج پوشش و تولید لاشبرگ که مقادیر زیادی از عناصر غذایی را به خاک باز می‌گرداند، که از عوامل مؤثر در هم‌بستگی‌های مثبت ایجاد شده است. هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ($p<۰/۰ ۱$) بین میزان ماده آلی و میزان میانگین وزنی و هندسی قطر خاک‌دانه‌ها می‌باشد. این نشان دهنده آن است که کربن آلی بر روی بسیاری از خصوصیات خاک تأثیر بسزایی دارد و بیش‌ترین هم‌بستگی منفی و معنی‌داری در سطح ($p<۰/۰ ۱$) بین جرم مخصوص ظاهری و میزان فسفر قابل دسترس و ماده آلی را نشان می‌دهد با افزایش مواد آلی افزایش خلل و فرج خاک و مقدار فعالیت میکروارگانیسم‌ها و جانوران خاکزی است که این مسئله سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری شده است.

	GMD	MWD	ps	pb	F	e	Clay	Sand	silt	SDC	pH	Ec	P	OM	SC	CaCO3
GMD	1															
MWD	.87**	1														
ps	-.43*	-.32ns	1													
pb	-.61**	-.57**	.50**	1												
F	.40*	.38*	.12ns	-.75**	1											
e	.50**	.39*	-.05ns	-.81**	.93**	1										
Clay	-.54**	-.53**	.05ns	.32ns	-.32ns	-.37ns	1									
Sand	-.15ns	-.08ns	.29ns	.31ns	-.13ns	-.27ns	.05ns	1								
silt	.55**	.53**	-.05ns	-.33ns	.33ns	.38*	-.99**	-.11ns	1							
SDC	-.35ns	-.39*	.39*	.64**	-.42*	-.43*	.22ns	-.06ns	-.19ns	1						
ph	.20ns	.24ns	-.06ns	-.37ns	.42*	.37ns	-.52**	-.28ns	.53**	-.12ns	1					
Ec	.52**	.38*	-.37ns	-.62**	.52**	.60**	-.42*	-.27ns	.42*	-.56**	.26ns	1				
P	.65**	.55**	-.42*	-.75**	.61**	.73**	-.50**	-.53**	.52**	-.52**	.33ns	.81**	1			
OM	.53**	.39*	-.42*	-.73**	.55**	.72**	-.42*	-.57**	.44*	-.48*	.29ns	.82**	.94**	1		
sc	.29ns	.18ns	-.31ns	-.35ns	.19ns	.33ns	-.33ns	-.55**	.34ns	-.28ns	.13ns	.75**	.75**	.85**	1	
CaCO3	-.01ns	.05ns	-.07ns	-.02ns	-.05ns	-.127ns	.17ns	.21ns	-.18ns	.05ns	-.01ns	-.18ns	-.25ns	-.20ns	-.22ns	1

جدول۴-۴- ضریب هم‌بستگی پیرسون بین خصوصیات اندازه‌گیری شده.

**: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، *: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns: غیر معنی دار. GMD: میانگین هندسی قطر خاک‌دانه‌ها، MWD: میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها، PS: جرم مخصوص حقیقی، Pb: جرم مخصوص ظاهری، F: تخلخل کل، e: نسبت پوکی، clay: درصد رس، sand: درصد شن، silt: درصد سیلت، SDC: رس قابل پراکنش، pH: اسیدیته، EC: هدایت الکتریکی، P: فسفر قابل دسترس، OM: ماده آلی، SC: ترسیب کربن، CaCO3: کربنات کلسیم (آهک).

فصل ۵: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱-نتیجه‌گیری کلی

تبدیل جنگل‌های طبیعی به مرتع و کشت‌زار بر روی بسیاری از خصوصیات و زوال ساختار خاک تأثیر گذار است. نتایج این تحقیق نشان دهنده این است که در کاربری‌ها از نظر بسیاری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تغییرات معنی‌داری مشاهده گردید. با توجه به نتایج به‌دست آمده خاک جنگل نسبت به سه کاربری دیگر در حد مطلوبی قرار دارد. در جنگل پایداری خاک‌دانه‌ها، میزان اسیدیته، کربن آلی، ماده آلی، فسفر قابل دسترس بیش‌تری را نسبت به سایر کاربری‌ها داشته است.

این نتایج گویای کیفیت خاک این منطقه است وجود درختان، اضافه شدن بقایای گیاهان و لاشبرگ به این خاک وجود درختان پهن برگ در بهبود کیفیت خاک نقش مؤثری را داشته است. تغییرات از نظر خصوصیات مورد آزمایش قرار گرفته در بین چهار کاربری نشان دهنده وجود تغییرات و تفاوت بیشتر در بین کاربری جنگل و کشاورزی بوده است که بیش از یک قرن از تبدیل آن گذشته است.

۵-۲-پیشنهادها

با توجه به نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌شود:

۱. با توجه به کاهش حدود ۴۰ برابری مقدار فسفر قابل دسترس خاک در پی تغییر کاربری و نقش کلیدی این عنصر در حفظ کیفیت خاک، پیشنهاد میگردد که برای جلوگیری از تخریب بیشتر خاک‌های منطقه و خارج شدن آن‌ها از شمار اراضی قابل کشت در آینده نچندان دور از تخریب گستره جنگل‌های منطقه جلوگیری شود.

۲. پیشنهاد می‌شود برای افزایش باروری خاک‌های منطقه به طریقی مثل کودهی مقدار فسفر خاک افزایش یابد.

۳. با شرایط فعلی منطقه رانش‌ها و فرونشست‌های به وجود آمده بر روی پارامترهای مکانیکی خاک، نفوذ آب و ساختمان خاک نیز مورد بررسی قرار گیرد.

۴. گرچه اثر تغییر کاربری اراضی همواره اثرات نامطلوبی بر کیفیت خاک دارد اما با توجه به تفاوت شدت اثرات کاربری‌های جایگزین بر خصوصیات خاک در پژوگرچه اثر تغییر کاربری اراضی همواره اثرات نامطلوبی بر کیفیت خاک دارد اما با توجه به تفاوت شدت اثرات کاربری‌های جایگزین بر خصوصیات خاک در پژوهش حاضر، توصیه می‌شود دقت بیشتری در انتخاب نوع کاربری اراضی پس از تغییر کاربری آن‌ها صورت گیرد (اثرات کاربری گندم نسبت به لوبیا کمتر است).

۵. براساس تجربیات شخصی و پرس جو از زارعین محلی می‌توان اظهار داشت که با در نظر گرفتن مواردی همچون تناوب کشت انتخاب نوع مناسبی از گیاهان (لگوم و غیر لگوم)، با رعایت اینها می‌توان اثرات نامطلوب تغییر کاربری اراضی را تا حدی تعدیل نمود.

۶. با توجه به اثر قابل ملاحضه مدت زمان تغییر کاربری اراضی بر میزان تنزل شاخص‌های کیفیت خاک، پیشنهاد می‌شود این مطلب در برنامه ریزی‌های بلندمدت کاربری اراضی مد نظر قرار گیرد.

۷. از قطع درختان بومی جنگل برای توسعه مزارع و مراتع جلوگیری شود. اقدامات لازم جهت حفاظت مدیریتی برای جلوگیری از تخریب جنگل‌ها و تغییر کاربری منطقه در جهت حفظ کیفیت خاک استفاده شود. در مطالعات بعدی از کاربری‌های بیش‌تر و نمونه برداری بیش‌تر و سایر روش‌های آماری به صورت مقایسه‌ای در تفسیر نتایج استفاده گردد.

۸. هم‌چنین در تحقیقات بعدی اثرات تغییر کاربری بر سایر پارامترهای کیفیت خاک مثل فعالیت آنزیم‌ها، جمعیت میکروارگانیسم‌ها، نیتروژن کل نیز در منطقه کالپوش مورد مطالعه قرار گیرد. با توجه به شرایط فعلی منطقه (رانش و فرونشست‌های به وجود آمده) پیشنهاد می‌گردد بر روی پارامتر مقاومت مکانیکی خاک، نفوذ آب و ساختمان خاک نیز در منطقه مورد مطالعه قرار گیرد. اثر اندازه خاک‌دانه‌ها بر جذب و آزاد شدن ماده آلی توسط گیاه بررسی شود. اثر اندازه خاک‌دانه‌ها بر جذب فسفر توسط گیاه نیز بررسی گردد.

منابع

منابع

اصغری ش ، هاشمیان صوفیان س، گلی کلانپا ا، و محب الدینی م ، **(۱۳۹۳)** "اثرات تغییر کاربری اراضی بر برخی شاخص‌های کیفیت خاک در شرق استان اردبیل" نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، شماره سوم.

اکبری ن. ا، جلالیان ا، جلالیان ن، و رضایی نژاد ع، **(۱۳۹۰)** " اثرات دراز مدت کشت برنج، باغ تناوب برنج، آیش بر روی کیفیت خاک در سری زاینده رود زرین شهر اصفهان"، دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، تبریز ۱۴-۱۲ شهریور.

اولیایی ح، ادهمی ا، فرجی ه، و فیاضی پ، **(۱۳۹۰)** " آثار درخت بلوط ایرانی بر برخی خصوصیات خاک در منطقه جنگلی یاسوج"، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال پانزدهم، شماره ۵، ص ۲۰۶-۱۹۳.

باقری فام س، کریمی ع.ر، لکزیان ا، و ایزانلو ا، **(۱۳۹۲)**" تأثیر مدیریت اراضی بر تغییرات کربن آلی خاک، توزیع اندازه ذرات و پایداری خاک‌دانه‌ها در طول چند توپوسکوئنس، در مناطق نیمه خشک خراسان شمالی" پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۰(۴): ص ۷۳-۵۱.

بای بوردی م. **(۱۳۷۲)** " فیزیک خاک"، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۱ ص.

برومند م، قاجارسپانلو م، و بهمنیار م.ا، **(۱۳۹۳)** " اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: سمسکنده ساری)"، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، شماره ۹، صص ۹۴-۷۸.

برومند م، بهمنیار م، قاجار سپانلو م ، و سالک گیلانی، **(۱۳۹۱)** " اثر تبدیل اراضی جنگلی به اراضی باغی، کشت دیم و شالیزار بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک (مطالعه موردی: سمسکنده ساری) "، همایش ملی پژوهش‌های راهبردی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان (قزوین)، دانشکده کشاورزی ۱ (۳): ۳-۱.

بهشتی آل آقا ع، رئسیی ف، و گلچین ا، **(۱۳۹۰)** " تأثیر تغییر کاربری اراضی از مرتع به زمین زراعی بر شاخص‌های میکروبیولوژیکی بیوشیمیایی خاک" نشریه آب و خاک، ۲۵ (۳): ۵۶۲-۵۴۸.

پیچند م. **(۱۳۹۶)** " مطالعه تأثیر تبدیل مرتع به سایر کاربری‌های کشاورزی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز امامه)" فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران، شماره ۱، صص ۱۲۲-۹۹.

جعفری ح.، **(۱۳۹۲)**" تأثیر تغییر نوع کاربری مدیریت اراضی بر برگشت پذیری و ویژگی‌های کیفی خاک" پایان نامه ارشد.

جعفری س، گلچین ا، و طولابی فرد ا، **(۱۳۹۵)**" تأثیر تغییر کاربری بر خصوصیات اجزاء فیزیکی ماده آلی، میزان رس قابل انتشار و پایداری خاک‌دانه‌ها در برخی از اراضی استان خوزستان" تحقیقات آب و خاک ایران، شماره ۳، ص ۶۰۳-۵۹۳.

حسینی م. و گلچین ا، **(۱۳۹۰)** " پایداری خاک‌دانه‌ها در اراضی با کاربری متفاوت و نحوی توزیع کربن آلی و معدنی در خاک‌دانه‌های با اندازه‌های مختلف" دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران تبریز، ۱۴-۱۲ شهریور.

خادمی ح. و خیر ح، **(۱۳۸۳)**" تغییر پذیری برخی از خصوصیات کیفی سطحی در مقیاس زمین نما در اراضی مرتعی اطراف شهرستان سمیرم" علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۲، ص ۷۳-۵۹.

خالدیان ی، کیانی ف، ابراهیمی س، و موحدی نائینی ع، **(۱۳۹۰)** " تأثیر تخریب جنگل‌ها، تغییر کاربری اراضی و ویلا سازی بر برخی شاخص‌های کیفیت خاک در حوزه زیارت استان گلستان" مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۱۸ (۳): ۱۸۴-۱۶۴.

خرمالی ف. و شمسی س، **(۱۳۸۸)** " مطالعه کیفیت و میکرومورفولوژی تحول خاک در کاربری‌های مختلف در اراضی شیبدار لسی شرق استان گلستان" مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۶، شماره ۳، صص ۲۹-۱۴.

خطیر پاشا ن، حجتی م، پورمجیدیان م، و اسدیان م، **(۱۳۹۶)** " تأثیر تغییر کابری اراضی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک در جنگل قلک شهرستان قائم‌شهر" نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، شماره ۶، ص ۲۲۵-۲۱۱.

دروگری ف، درستکار و، شاهسونی ش، و موحدنژاد م ه، **(۱۳۹۷)**" تأثیر ابزارهای مختلف خاکورزی بر پایداری ساختمان خاک" یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران.

درودیان ح.ر.، و درودیان ع، **(۱۳۹۶)**"پیامدهای اجتماعی و بوم شناختی تغییر بی‌رویه کاربری اراضی کشاورزی" نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی، جلد ۵، شماره ۲، ص۹۷-۸۱.

ذوالفقاری ع. و حاج عباسی م.ع، **(۱۳۸۷)** " تأثییر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و آبگریزی خاک در مراتع فریدونشهر و جنگل‌های لردگان" مجله آب و خاک، ۲۲ (۲): ۲۶۲-۲۵۱.

رحیمی ف، جعفری م، نصرتی ک، و نظری سامانی ع.ا، **(۱۳۸۹)** " تأثیر مدیریت‌های مختلف اراضی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک" اولین همایش ملی بیابان، دانشگاه تهران.

روستا م. ج، و گلچین ا، (**۱۳۸۴**) " نظریه‌های تشکیل خاک‌دانه" مجله علمی-ترویجی حفاظت آب و خاک، جلد ۱، ششماره ۳، ص ۹۲-۸۷.

رمضانپور ح، رسولی ن، (**۱۳۹۴**)"بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی و مواد مادری بر برخی ویژگی‌های خاک" نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، شماره ۲، ص ۲۳۱-۲۲۱.

ریاحی م، وهاب زاده ق، و راعی ر، (**۱۳۹۵**)" نقش تغییر کاربری اراضی بربرخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی:حوزه آبخیز کیاسر گلوگاه)" نشریه دانش آب و خاک، شماره ۱، ص ۱۷۱-۱۵۹.

زراعی و. و شکل آبادی، م. (**۱۳۹۳**)" ارزیابی کیفیت خاک در کاربری های مختلف زمین با استفاده از روش های آماری چند متغیره" مجله علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۸(۷۰): ۱۱۰-۱۰۱.

سلیمانی ک. و آزموده ع، (**۱۳۸۹**) " بررسی نقش تغییر کاربری اراضی بر برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و فرسایش پذیری خاک" پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، شماره ۷۴، صص ۱۵۱-۱۲۴.

شمسی محمود آبادی س، خرمالی ف، قربانی نصر آبادی ر، و پهلوانی م. ه، (**۱۳۸۹**) " تأثیر تغییر کاربری بر شاخص‌های کیفیت خاک در اراضی لسی منطقه آق سو، استان گلستان" مجله پژوهش‌های آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۷ (۴): ۱۳۹-۱۲۵.

شعبان‌زاده س.ز، جعفریان م، شکری ع، و کاویان ا، (**۱۳۹۰**) " مطالعه برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در سه کاربری مجاور هم (مطالعه موردی: منطقه پشرت کیاسر)" دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران تبریز، ۱۴-۱۲ شهریور.

شعبانیان ن، حیدری م، و زینی وندزاده م، (**۱۳۸۹**)" اثر جنگل کاری با گونه‌های سوزنی برگ و پهن برگ بر تنوع گونه‌های گیاهی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک" فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، شماره ۳، ص۴۴۶-۴۳۷.

صالحی ع ، محمدی ا، و اصغری ا، (**۱۳۹۰**) " بررسی و مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و خصوصیات کمی درختان در جنگل‌های کمتر تخریب یافته و تخریب یافته زاگرس" مجله جنگل ایران، سال سوم، شماره ۱، ص ۸۹-۸۱.

عجمی م، خرمالی ف، و ایوبی ش، (**۱۳۸۷**) " تغییرات برخی پارامترهای کیفیت خاک بر اثر تغییر گاربری اراضی در موقعیت‌های مختلف شیب اراضی لسی در شرق استان گلستان" تحقیقات آب و خاک ایران، شماره یک، صص ۳۰-۱۵.

عسگری ه. گلچین ا، **(۱۳۸۴)**" تأثیر مواد آلی بر میزان ظرفیتتبادل کاتیونی، ظرفیت نگه‌داری آب و میزان آب قابل استفاده گیاه در چند خاک بکر و کشت شده" مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۹-۶ شهریور.

علیزاده ا. **(۱۳۸۸)**" فیزیک خاک انتشارات آستان قدس رضوی، ص ۵۶۸.

کاویانی ع. و رضایی پاشا م ، **(۱۳۹۰)** " مطالعه تأثیر تغییر کاربری اراضی بر تخریب خاک در شمال ایران (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کسیلیان)" مجله علمی پژوهشی علوم و مهندسی آبخیز داری در ایران، ۵ (۱۵): ص ۴۴-۳۵.

کیانی ف، جلالیان ا، پاشایی ع، و خادمی ح، **(۱۳۸۶)** " نقش جنگل تراشی، قرق و تخریب مراتع بر شاخص‌های کیفیت خاک در اراضی لسی استان گلستان" علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱ (۴۱): ۴۶۳-۴۵۳.

مجددی ح، اسماعیلپور س، بهمنیار م.ع، **(۱۳۹۱)** " تأثیر تغییر کاربری اراضی جنگلی بر خصوصیات شیمیایی خاک" پژوهش‌های آبخیزداری، شماره ۹۷، ص ۹-۱.

محمدیان خراسانی ش، همایی م، و پذیرا ا، **(۱۳۹۴)** " ارزیابی پایداری خاک‌دانه‌ها با استفاده از مدل‌های فرکتالی و روش‌های کلاسیک" نشریه حفاظت منابع آب و خاک، شماره ۳، صص ۵۱-۳۹.

محمودی ش. و حکیمیان م ، **(۱۳۸۶)** " مبانی خاکشناسی (ترجمه)" انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ۵، ۷۰۰ ص.

محمودآبادی م، میرزایی م، و تقوی ه، **(۱۳۹۵)** " شاخص‌های توزیع اندازه خاک‌دانه متأثر از نوع و مدیریت‌های مختلف بقایای گیاهی در شرایط مزرعه‌ای" مجله پژوهش‌های فرسایش محیطی، شماره ۶، ص ۷۰-۵۲.

ملک‌پور ب، احمدی ب، کاضمی مازندرانی س، **(۱۳۹۰)** " تأثیر تغییر کاربری اراضی مرتعی بر برخی خصوصیات خاک در کهنه لاشک کجور شهرستان نوشهر" مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۳، صص ۱۲۶-۱۱۵.

میر دامادی س.م، و احمدی گرجی خیلی ح، **(۱۳۹۳)**" شناسایی عوامل تأثیر گزار بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی از دیدگاه کارشناسان جهاد کشاورزی شهرستان ساری، استان مازندران" سومین همایش ملی توسعه پایدار، صص ۹-۱.

نوروزی مهیاری ر، کیانی ف، و حبشی ه، **(۱۳۹۳)** " بررسی تأثیر تخریب جنگل‌ها و نهال کاری بر برخی از فاکتورهای کیفیت خاک حوزه شصت کلاله، استان گلستان" نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۱ (۴): ۱۷۷-۱۵۹.

نظمی ل، شعبانپور م، و هاشمی مجد ک، (**۱۳۹۰**)" تأثیر نوع و مقدار کمپوست ضایعات آلی بر برخی خصوصیات فیزیکی دو نوع خاک" مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۵(۲): ص ۱۰۴-۹۴.

نیشابوری م. و ریحانی تبار ع ،(**۱۳۸۹**) " تفسیر نتایج آزمون خاک " انتشارات دانشگاه تبریز، شماره ۱، ۲۱۶ صفحه.

نیک نهادقرماخر ح. و مارامایی م، (**۱۳۹۰**) " مطالعات اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات خاک" مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، ۱ (۲): ۹۶-۸۱.

وحیدی م .ج، جعفر زاده ع. ا ، اوستا ش، و شهبازی ف ، (**۱۳۹۱**) " تأثیر تغییر کاربری بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و کانی شناسی خاک‌های جنوب شهرستان اهر" نشریه دانش آب و خاک، ۲۲ (۱): ۴۸-۳۳.

ورامش س. و حسینی س.م، (**۱۳۸۹**) " اثرهای جنگل کاری در افزایش ترسیب کربن و بهبود برخی از ویژگی‌های خاک"، مجله جنگل ایران، سال دوم، شماره ۱، صص ۳۵-۲۵.

یوسفی فرد م، خادمی ح، و جلالیان ا، (**۱۳۸۶**) " تنزل کیفیت خاک طی تغییر کاربری اراضی مرتعی منطقه چشمه علی استان چهار محال و بختیاری" علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲ (۱): ۳۸-۲۸.

Ahmed H. **(2002)**, "Assessment of Spacial Variability of Some Physicochemical Property of Soil under Different Elevation and Land Use Systems in the Western Slopes of Mount Chilalo", Arisi, Master's Thesis, Alemaya University, Dire Dawa.

Ajami, M., Khormali, F., Ayoubi, S., Omrani, R. A. **(2006)**, "Changes in soil quality attributes by conversion of land use on a loess hillslope in Golestan province, Iran". Soil.

Amezketa, E. **(1999)**. "Soil aggregate stability: A review". Sustain. Agric. 14: 83–151.

Alemayehu, A., and Assefa, A. **(2016)**, "Effects of land use changes on the dynamics of selected soil properties in northeast Wellega, Ethiopia". Soil J. 2: 63-70.

Aranda V. and Comino F. **(2014)**," Soil organic matter quality in three Mediterranean environments (a first barrier against desertification in Europe)". Journal of Soil Science and Plant Nutrition 14(3):743-760.

Ayoubi S., Khormali F., Sahrawat K.L., Rodrigues D., and Lima A.C. **(2011)**, "Assessing Impacts of Land Use Changes on Soil Quality Indicators in a Loessial Soil in Golestan Province, Iran, Journal of Agriculture Science Technology", 13:727- 742.

Barati, A. A., Asadi, A., Kalantari, K., Azadi, H., & Witlox, F. **(2015)**," Agricultural Land Conversion in Northwest Iran. Internaional Journal of Environmental Research", 9(1), 281-290.

Baur, A. and A.L. Blac. **(1994)**. "Quantification of effect on soil organic matter content on soil productivity". Soil ScienceSociety ofAmericaJournal, 58: 185-193.

Bear, M.H., Hendrix, P.F. and Coleman, D.C. **(1994)**, "Water stable aggregates and organic carbon fractions in conventional and notillage soils". Soil Science Society American Journal. 58: 777-786.

Bewket W. and Stoosnijder L. **(2003)**," Effects of agroecological land use succession on soil properties in Chemogawatershed, Blue Nile basin, Ethiopia". Geoderma 111 (1), p: 85– 98.

Beheshti, A., Raiesi, F., and Golchin, A. **(2012)**, "Soil properties, C fractions and their dynamics in land use conversion from native forests to crop lands in northern Iran". Agriculture, Ecosystems and Environment. 148: 121-133. (In Persian).

Blume H.P., Brümmer G.W., Horn R., Kandeler E., Kögel-Knabner I., Kretschmar R., Stahr K., and Wilke B.M.**(2009)**. "Lehrbuch der Bodenkunde, Spektrum", Pp: 500.

Bolan N.S., Hedley M.J. and White R.E. **(1991)**, " Process of soil acidification during nitrogen cycling with emphasis on legume based pastures". Plant and Soil 134: 53-63.

Bormann H. and Klassen K. (2008). "Seasonal and land use dependent variability of soil hydrological properties of two northern German soils". Geoderma145: 295-302. 65.

Burt, R., Reinsch, T.G., and Miller, W.P. **(1993)**, "A micro-pipette method for water dispersible clay". Communications in Soil Science and Plant Analsis, 24:2531-2544.

Calero, N., Barron, V., and Torrent, J. **(2008)**, "Water dispersible Clay in calcareous Soil of south western in Spain". Catena. 74: 22 30.

Caravaca, F., A. Lax. and J. Albaladejo, (2004). "Aggregate stability and carbon

characteristics of particle-size fractions in cultivated and forested soils of semiarid

Spain". Soil and Tillage Research, 78: 83 -90.

Celik I. **(2005)**, "Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey". J. Soil Tillage Research 83: 270-277.

Christensen, B. T. **(2001)**. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turn over. European Journal of Soil Science, 52, 345-353.

Cram S., Sommer I., Fernández P., Galicia1 L., Ríos C. and Barois I. **(2015)**, "Soil natural capital modification through landuse and cover change in a tropical forest landscape: implications for management". Journal of Tropical Forest Science 27(2):189-201.

Cruz R.E., Cruz R.A., Vaca R, del-Aguila P. and Lugo J. **(2015)**, "Assessment of soil parameters related with soil quality in agricultural systems". Life Science Journal 12(1), 154-161.

Davenport, D., Wilcox, B. and Breshears, D. **(1996)**, "Soil Morphology of Canopy and Intercanopy Sites in a Piñon-Juniper Woodland. Soil Science society of America Journal", 60: 1881-1887.

Dinakaran J., and Krishnayya N.S.R. **(2008)**,"Variations in Type of Vegetal Cover and Heterogeneity of Soil Organic Carbon in Affecting Sink Capacity of Tropical Soils", 94:1144-1150.

D'Odorico, P., Bhattachan, A., Davis, K. F., Ravis, S., &Runyan, C. W. **(2013)**, "Global desertification: Drivers and feedbacks". Advances in Water Resources, 51(0), 326-344. Doi:

http://dx.doi.org/10.1016/j.advwaters.2012.01.013

Don, A. Schumacher, J. and Freibaure, A. **(2011)**, "Impact of tropical land use change on soil organic carbon stocks – a meta-analysis".Global Change Biology. 17(4): 1658-1670.

Evrendliek, I., Celik, I. and Klic, S. **(2004)**, "Changes in soil organic carbon and other physical soil properties along adjacent Mediterranean forest, grass land, and crop land ecosystems in Turkey". Journal of Arid Environments.59: 743-752.

FAO. **(2011)**,"The State of the World, s Land and WaterResources for Food and Agriculture (FAO Ed.)". Rome: FAO.

FAO. **(2013)**, "FAO STATISTICAL YEARBOOOK 2013 World Foodand Agriculture". Rome, Italy: FAO.

Ferreras L.A., Costa L., and Pecorari S. **(2000)**. "Effect of no-tillage on some Soil Physical Properties of a Structural Degraded Petrocalcic Paleudoll of the Pouthern Pampa of Argentina", Soil and Tillage Research, 54:31-39.

Fitzsimmons M.J., Pennock D.J., and Thorpe j. **(2004)**, "Effects of Deforestation on Ecosystem Carbon Densities in Central Saskatchewan, Canada". Forest Ecology and Management, 188:349-361.

Gao Y., He N., Yu G., Chen W. and Wang Q. (2014). "Long-term effects of different land use types on C, N, and P stoichiometry and storage in subtropical ecosystems: A case study in China". Ecological Engineering 67: 171-181.

Gee, G.W. and J.W. Bauder. **(1986)**, "Particle-size distribution". PP. 384-411. *In*: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed., Agron. Monog. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Getache f., Abdulkadir A., Lemenih M., and Fetene A. **(2012)**. "Effects of Different Landuses on Soil Physical and Chemical Properties in Wondo Genet Area, Ethiopia, New York Science Journal, 5(11):110-118.

Gibreel, T.M., S. Herrmann, K. Berkhoff, E.A. Nuppenau & A. Rinn, **(2014)**, "Farm Typesas an Interface between an Agro-Economical Model and CLUE-Naban Land Change Model: Application for Scenario Modeling", Ecological Indicators, No. 36, pp. 766– 778.

Gol, C. **(2009)**. "The effects of land use change on soil properties and organic carbon at Dagdamir river catchment in Turkey". J. Environ. Biol. 30: 5. 825-830.

. Hajabbasi M. A., Jalalian A. and Karimzadeh H. R. **(1997)**, "Deforestation effects on soil" physical and chemical properties. Lordegan, Iran. Plant and Soil 190: 301-308.

Hajabasi, M., A. Jalalian, J. Khajedin and H. Karimzadeh. **(2002)**, "Depasturation effects on physical characteristics, fertility and tilth index of soil: a case study of Boroojen". Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science-Isfahan University of Technology. 6(1):149-161. (In Persian).

Heshmati M., Arifin A., Shamshuddin J., and Nik M.M. **(2011)**. "Effects of Land Use Practices on the Organic Carbon Content, Cation Exchange Capacity and Aggregate Stability of Soils in the Catchment Zones, American Journal of Applied Sciences", 8(12): 1363-1373

Hillel D. **(2004)**, "Introduction to Environmental Soil Physics". Elsevier Academic Press. 494 pp.

Hosseini, F., Mosaddeghi, M.R., Hajabbasi, M.A., and Sabzalian, M.R. **(2015)**, "Aboveground fungal endophyte infection in tall fescue alters rhizosphere chemical, biological, and hydraulic properties in texture-dependent ways". Plant and Soil, 388, 351–366.

Islam K. R and R. R. Wei, **(2000)**, "Soil quality indicator properties in mid- Atlantic

soils as influenced by conservation management". Soil and Water Conservation Journal, 55: 69–78a.

Jamala G.Y. and Oke D.O. **(2013)**, "Humic substances and mineral-associated soil organic carbon as influenced by land use in Southeastern Adamawa State, Nigeria". IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology 6(5):59-70.

Jastrow J.D., Boutton T.W., and Miller R.M. **(1996)**, "Carbon dynamics of aggregate-associated organic matter estimated by carbon-13 natural abundance". Soil Science Society of America Journal, 60: 801–807.

JavadiTabalundany M.R., Zehtabian GH. R., Ahmadi H., Ayubi SH., Jafary M., and Alizadeh M**. (2010)**, "Role different land uses in soil carbon sequestration (Case study: catchment bosin nome stream, Noor)". Journal Natural Ecosystems Iran.2:156-166.

Jenny, H. **(1980)**, "The Soil Resource: Origin and Behavior". Ecological Studies, 37

Springer- Verlage, New York.

Kalva, Y.P., Reak, R., Vaughan, B., Wolf, A. M. **(1998)**," Handbook of refrence methods for plant and analysis". Soil and Plant Analysis Council. Inc, Athens, GA. CRC Press. Boca Raton. Florida, pp.94-145.

Karami, A.; Homaee, M.; Afzalinia, S.; Rouhipour, H.; & S. Basirat. **(2012)**, "Organic residue management: Impacts on soil aggregate stability and other soil physic-chemical properties", Agriculture and Ecosystem Environment, 148, 22 – 28.

Kay B.D. **(1990)**. Rates of Change of Soil Structure under Different Cropping Systems, Adv. Soil Sci, 12: 1-52.

Kemper, W.D., and Rosenau, K. **(1986)**, "Size distribution of aggregates". P 425-442, In: A Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis: Part 1: Physical and Mineralogical Methods, American Society of Agronomy, Madison, WI.

Kiani F., Jalalian A., Pashaee A. and Khademi H. **(2007)**, "Effect of deforestation, grazing exclusion and rangeland degradation on soil quality indices in loess- derived landforms

of Golestan Province". J.Sci. & Technol. Agric. & Natur. Res., Vol: 11(41), Isf. Univ. Technol., Isf., Iran.

Kizilkaya R. and Dengiz O. **(2010)**, "Variation of land use and land cover effects on some soil physic-chemical characteristics and soil enzyme activity". Zemdirbyste-Agriculture 97(2):15-24.

Khademi, H. and kheir. H. **(1383)**, "Variability some of topsoil quality indicators in landscape scale in range lands around the city Semirom". Sience and Technology Agriculture and Natural Resources, 2:59-73.

Khormali F., and Shamsi S. **(2014)**, "Effect of Land Use on the Carbon Stock and Soil Quality Attributes in Loess Derived Soils in Agh-Su Watershed, Golestan Province, Iran", Environmental Resources Researc, 2(2):108-122.

Khormali, F., and Tazikeh, H**. (2010)**. "Evolution of clay minerals in saline-sodic soils as influenced by topography and ground water table in northern Atrak watershed". J. Water Soil Conserv. 17: 2. 107-123. (In Persian).

Khormali, F., and S. Shamsi. **(2009)**. "Micromorphology and quality attributes of the loess derived soils affected by land use change: a case study in Ghapan watershed, northern Iran. J. Mt. Sci. 6: 197-204.

Lambin E, Geist F.H. **(2006)**. "Land Use and Land-Cover Change-Local Processes and Global Impacts, Springer, Germany", Pp: 71-113.

Lemma B., Kleja D.B., Nilsson I., and Olsson M. **(2006)**," Soil Carbon Sequestration under Different Exotic Tree Species in the Southwestern Highlands of Ethiopia", Geoderma, 136:886–898.

Lemenih, M., E. Karltun, and M. Olsson. **(2005)**. "Assessing soil chemical and physical property responses to deforestation and subsequent cultivation in smallholders farming" system in Ethiopia, Agriculture, Ecosystems and Environment, 105(4): 373-386.

Lee Z.M., Schmidt T.M. **(2014)**, "Bacterial growth efficiency varies in soils under different land management practices". Soil Biology and Biochemistry 69:282-290

Likens, G. E., Bormann, F. H., Johnson, N. M. and Fisher, D. W. **(1970)**, "Effects of forest cutting and herbicide treatment on nutrient budgets in the H. Brooke watershed-ecosystem". Ecology Monographs, 40: 23-41.

Lisboa F.J.G., Chaer G.M., Fernandes M.F., Berbara R.L.L. and Madari B.E. **(2014)**, "The match between microbial community structure and soil properties is modulated by land use types and sample origin within an integrated agroecosystem". Soil Biology and Biochemistry 78:97-108.

Lorenz K., and Lal R. **(2006)**, "Subsoil organic carbon pool, Encyclopedia of soil science" DOI: 10.108/E-ESS12004I45I.

Martinez-Mena M., Lopez J., Almagro M., Boix-Fayos V. and Albaladejo J. **(2008)**, "Effect of Water Erosion and Cultivation on the Soil Carbon Stock in a Semiarid Area of South-EastSpain", Soil and Tillage Research, 99, pp. 119-129.

Mandal D., Singh R., Dhyani S.K., and Dhyani B.L. **(2010)**, Landscape and Land Use Effects on Soil Resources In A Himalayan Watershed", Catena, 81)3(:203– 208.

Martinez, M., Lopez, J., Almagro, M., and Albaladejo, J. **(2008)**. "Effect of water erosion and cultivation on the soil carbon stock in a semiarid area of south-east Spain". Soil and Tillage Research. 99: 119-129.

Martinez-Salgado M.M., Gutierrez-Romero V., Jannsens M. and Ortega-Blu R. **(2010)**,"Biological soil quality indicators: a review". Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology : 319-328.

Morugan-Coronado A., Garcia-Orenes F. and Cerda A. **(2015)**, "Changes in soil microbial activity and physicochemical properties in agricultural soils in eastern Spain". Spanish Journal of Soil Science 5(3):201-213.

Muscolo A., Rosaria Panuccio M., Mallamaci C. and Sidari M. **(2014)**, "Biological indicators to assess short-term soil quality changes in forestecosystems". Ecological Indicators. 45:416-423.

Natural Resources Conservation Service (NRCS), USDA, **(1999)**. "Liming To Improve Soil Quality in Acid Soils", Soil Quality–Agronomy Technical Note, 8:1-10.

Offiong R.A., and Iwara A.I., **(2012)**, "Quantifying the Stock of Soil Organic Carbon Using Multiple Regression Model in a Fallow Vegetation", Southern Nigeria Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management, 5(2):166172.

http://dx.doi.org/10.4314/ejesm.v5i2.

Olsen S.R. and Sommers L.E. **(1990)**, "Phosphorus. In: page A, L., Method of soil Analysis". Part2. 2nd Agron Monger, ASA, Madison, WI. 403-431.

Rafi Sharif Abad J., Khosravi H., and Haidari Alamdarlou E. **(2014)**, "Assessment the Effects of Land Use Changes on Soil Physicochemical Properties in Jafarabad of Golestan Province, Iran", Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, India, 3:296-300.

Raiesi, F. **(2007)**, "The conversion of overgrazed pastures to almond orchards and alfalfa cropping systems may favor microbial indicators of soil quality in central Iran". Agriculture, Ecosystems and Environment.121: 309-318.

Richter D.D., Allen H.L., Li J.W., Markewitz D., and Raikes J. **(2006)**. "Bioavailability of Slowly Cycling Soil Phosphorus: Major Restructuring of Soil P Fractions over Four Decades in an Aggrading Forest", Oecologia, 150:259-271.

Riebsame, W.E., W.B. Meyer & I.I. B.L Turner. **(1994)**, "Modeling Land Use and Cover as Part of Global Environmental Change", Climate Change, No. 28, pp. 45-64.

USDA Natural Resources Conservation Services. **(2003)**. "Managing soil organic matter". Technical Note No.5. WWW.soils.usda.gov.

Saman M., and Rasheed T.K. **(2016)**, "The Effect of Clay Content and Land Use on Dispersion Ratio at Different Locations in Sulaimani Governorate-Kurdistan Region-Iraq". Open Journal of Soil Science (Published Online January 2016 in SciRes), 6:1-8.

Sakin E., Deliboran A., and Tutar E. **(2011)**. "Bulk Density of Harran Plain Soils in Relation to Other Soil Properties". African Journal of Agricultural Research, 6: 1750-1757.

Sanchez-Maranon, M., M. Soriano, G. Delgado and R. Delgado. **(2002)**. "Soil quality in mediterranean mountain environments: effects of land use change". Soil Science Society of America Journal, 66: 948-958.

Sariyildiz T., Savaci G., and Kravkaz I.S. **(2015)**, "Effects of Tree Species, Stand Age and Land-use Change on Soil Carbon and Nitrogen Stock Rates in Northwestern Turkey", iForest (early view), Pp: 1-6.

Schipper L.A., and G.P. **(2000)**,"Sparling, Performance of Soil Condition Indicators Across Taxonomic Groups and Land Uses", Soil Science Society of America Journal, 64:300-311.

Six, J., Paustion, K., Elliott, E. T., and Combrink, C. **(2000)**. "Soil structure and aggregate-associated carbon". Journal of Soil Sciences Society, 64: 681-689.

Seybold C.A., and Herrick J.E. **(2001)**, "Aggregate stability kit for soil quality assessments. Catena, 44:37–45.

Six, J., Paustion, K., Elliott, E. T., and Combrink, C. **(2000)**, "Soil structure and aggregate-associated carbon". Journal of Soil Sciences Society, 64: 681-689.

Solomon, D., Lehman, J., Mamo, T., Fritzsche, F. and Zech, W. **(2002)**, "Phosphorus forms and dynamics as influenced by land use changes in the sub-humid Ethiopian highlands". Geoderma. NO. 50. Pp.21-84.

Tajik. F. **(2004)**. "Evaluation of soil aggregate stability in some regions of Iran". Isfahan Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 8(1), 107-123.

Tatian M.R., Tamartash R., and Yousefian M. **(2011)**,"Influence vegetative species in carbon sequestration in valley pasture Miankaleh.Iran", Journal Ecology.62:45-54

Trivedi P., Rochester I.J., Trivedi. C., Van Nostrand J.D., Zhou J., Karunaratne S., Anderson I.C., Singh B.K. **(2015)**, "Soil aggregate size mediates the impacts of cropping regimes on soil carbon and microbial communities". Soil Biology and Biochemistry 91:169-181.

Turner B.L., and Engelbrecht B.M.J. **(2011)**, "Soil Organic Phosphorus in Lowland Tropical Rain Forests". Biogeoche mistry, 103:297-315.

Turrion M.B., Glaster B., Solomon D., Ni A. and Zech W. **(2000)**, "Effect of deforestation on phosphorus pools in mountain soils of the Allay Range, Khyrgyzia. Biol". Soils 31:134-182. 151. USDA NRCS, 2015. Natural Resources Conservation Service soils. http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/site/soils

Turudu O.A., **(1981)**,"Investigation of some Physical and Chemical Properties of Spruce Forest, Beech Forest and Meadow and Maize Farmland Soils Located same Aspects in Trabzon-Hamsikoy province". Kardeniz Technical UniversityForestry Faculty Publication Number-13, Kardeniz Technical University Press, Trabzon.

Varamesh S., Hosseini S.M., Abdi N. and Akbari-nia M. **(2010)**, "Afforest effects in the carbon sequestration and improve some features of the soil, the forests of Iran", Iran forestry association, the second year, 1: 25-35.

Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenko J., and Melillo J.M., Human Domination of Earth's Ecosystems, Science, 277:494–499, 1997.

Walkley, A.C. and Black, T.A. **(1935)**, "Estimation of soil organic carbon by chromic acid titration method". Soil Science Society of America No. 47. pp. 29-38.

Wang, H., Guan, D., Zhang, R., Chen, Y., Hu, Y. and Xiao, L. **(2014)**," Soil aggregates and organic carbon affected by the land use change from rice paddy to vegetable field". Ecological Engineering, 70: 206-211.

Wang, J. G., Yang, W., Yu, B., Li, Z. X., Cai, C. F. and Ma, R. M. **(2016)**. "Estimating the influence of related soil properties on macro- and microaggregate stability in ultisols of south-central China. Catena, 137: 545-553.

Watts, C. W., Dexter, A. R. **(1997)**, "The influence of organic matter in reducing the destabilization of soil bay simulated tillage". Soil and Tillage Research. 42: 253-275.

Wali M.K., Evrendilek F., West T., Watts S., Pant D., Gibbs H., and McClead B. **(1999)**, "Assessing Terrestrial Ecosystem Sustainability Usefulness of Regional Carbon and Nitrogen Models", Natur. Resour, 35:20-33.

Yazdanpanah, N.; Pazira, E.; Neshat, A.; Mahmoodabadi, M.; & L. Rodríguez Sinobas. **(2013)**, "Reclamation of calcareous saline sodic soil with different amendments (II): Impact on nitrogen, phosphorous and potassium redistribution and on microbial respiration", Agricultural Water Management, 120, 39 – 45.

Yousefifard, M. Khadmi, H. and Jalalian. A. **(2007)**, "Decline in soil quality as a result of land use change in Cheshmeh Ali region", Chaharmahal Bakhtiari Province. Jounal of Cultivataed Sciene Nature Resource. 14(1): 25-39.

Zaman, M.K., Osman, K.T. and Sirajul Haque, S.M. **(2010)**, Comparative study of some soil properties in forested and deforested areas in Cox's Bazar and Rangamati disturbance, Bangladesh. Journal of Forestry Research. 21(3): 319- 322.

. Zhang, P.; Wei, T.; Jia, Z.; Han, Q.; Ren, X.; & Y. Li. **(2014)**, "Effects of straw incorporation on soil organic matter and soil water-stable aggregates content in semiarid regions of northwest China", PLoS ONE, 9 (3): e92839. doi:10.1371/journal.pone.0092839.

Abstract

Nowadays, converting of forest lands into agricultural ones has become one of the most significant concerns worldwide. To maintain the soil fertility and increase soil productivity in sustainable agriculture, awareness of the impact of land use change on different soil properties is quite essential. Deforestation would be one of the biggest environmental challenges in the north of the country. The purpose of this study was to investigate the land use change from forest to pasture and agricultural lands on soil physic-chemical properties in Kalpoosh area, Shahrood. Accordingly, three surface soil samples (0-30 cm) from each land use were randomly taken (42 samples in total) and some soil physic-chemical properties were measured. The results showed that silt was the dominant component of soil texture in the study area, but the soil texture class did not differ among the four studied land uses, as they all were in salty loam class. The maximum value of mean weight and geometric diameter of aggregates (1.89 and 1.22 mm, respectively), were observed in long-term forest use; whereas the lowest values were observed in long-term bean cultivation (0.65 and 0.45 mm, respectively). Minimum and maximum bulk density (0.48 and 1.05 g/cm^3) and dispersible clay (1.57 and 8.05%, respectively) were measured in forest land and short-term bean cultivation, respectively. It was also observed that the highest and lowest amounts of organic matter (16.61 and 2.39%) and carbon sequestration (131.44 and 32.20 ton/ha, respectively) were obtained in the long-term forest and wheat cultivation, respectively. The highest and lowest amounts of available phosphorus (292.44 and 7.48 mg/kg), were respectively measured in the soils under the short-term forest and pasture use. Forest use was of the highest quality in many physical and chemical indices; lower soil degradation by human activities and abundant litter beneath the canopy of trees have resulted in proper nutrient cycling and improved soil properties. Overall, soil quality, especially available phosphorus, has markedly decreased due to changing the forest lands to agricultural ones during the last 50-100 years.

Keywords: Temporal variability, Soil quality, Deforestation, Land degradation.

Shahrood University of

Technology

Faculty of Agriculture

M.sc Thesis in soil scinece

The Effect of Land Use Change on Physical and Chemical Propertis of Soils in Kalpoosh Region

By: Zahra Shokuhi Rad

Supervisor:
Dr. Ali Abaspour
Dr. Vajiheh Dorostkar

Advisor:
Dr. Yaser Safari
Dr. Mohammad-hadi Movahednejad

September 2019