تأثیر تغییر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های میکرومورفولوژیکی خاک در حوضه آبخیز رکعت در شرق استان خوزستان

پریسا حیدری[۱]، سعید حجتی[۱*]، نعیمه عنایتی‌ضمیر[۱] و امیر رعیت‌پیشه[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۷/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۱۳)

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثر تغییر کاربری اراضی (جنگل و مرتع طبیعی به کشاورزی) بر برخی شاخص‌های میکرومورفولوژیکی کیفیت خاک در بخشی از حوزه آبخیز رکعت در شرق استان خوزستان انجام شد. نمونه‌های دست‌نخورده خاک از لایه‌های ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری کاربری‌های مزبور تهیه و ساختمان میکروسکوپی، نوع و فراوانی حفرات، ویژگی‌های اکسید و احیائی، فراوانی مواد هومیکی در این اراضی مقایسه شدند. نتایج نشان دادند که در کاربری جنگل طبیعی غالب حفرات از نوع آرایشی و ماکروپور بوده درحالی که در تغییر کاربری از جنگل به کشاورزی این حفرات از توسعهٔ کمتری برخوردار هستند. در کاربری مرتع طبیعی حفرات عمدتاً از نوع آرایشی، کانال و ماکروپور بوده اما پس از تغییر کاربری از مرتع به کشاورزی حفرات بیشتر از نوع وگی مشاهده شد. نتایج همچنین نشان داد که کاربری جنگل طبیعی و پس از آن مرتع طبیعی به‌ترتیب با ۲۷/۷۳ و ۲۲/۱۸ درصد فراوانی حفرات بیشتری را در مقایسه با کاربری‌های چنگل به کشاورزی (۱۹/۰۱) و مرتع به کشاورزی (۱۸/۶۲) دارا هستند. در هر دو کاربری جنگل طبیعی و مرتع طبیعی انواع گرهک‌های اکسیدی، پوشش‌ها، پوشش‌های زیرسطحی و در امتداد سطح آهن و منگنز به‌میزان قابل توجهی بیشتر از کاربری‌های کشاورزی بود.

واژه‌های کلیدی: ریزساختمان، حفرات، کانال، مواد هومیکی، کیفیت خاک

۱. گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
۲. اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: s.hojati@scu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه کاربری‌های مختلف اراضی و کشت‌وکار شدید به‌دلیل تغییرات در خلل‌وفرج و توزیع اندازه حفرات می‌تواند منجر به تخریب ساختمان خاک و حتی کاهش عملکرد شوند. تغییرات ایجاد شده در ویژگی‌های شکل و تخلخل خاکدانه‌ها، اهمیت درک مکانیسم توسعه ریزساختار خاک در مقیاس میکرو را نشان می‌دهد (۱۸). یکی از روش‌های مهم و ضروری برای مطالعه خاک که توسط بیشتر پژوهشگران به‌کار می‌رود، مطالعات میکرومورفولوژی است. میکرومورفولوژی ابزاری است که معمولاً برای تجزیه‌وتحلیل کمّی و کیفی خاک‌های دست‌نخورده از طریق مطالعه مقاطع نازک و به‌کارگیری تکنیک‌های میکروسکوپی مورد توجه بسیاری از پژوهشگران است. همچنین در سه دهه اخیر از میکرومورفولوژی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین روش‌های شناسایی تشکیل و تحول و رده بندی خاک‌ها، توصیف خصوصیات فیزیکی، از جمله ساختمان و تخلخل خاک مطرح است (۲۹). میکرومورفولوژی خاک می‌تواند در بررسی تغییرات تحول خاک، تحت کاربری‌های مختلف کمک کند. بسیاری از پژوهشگران از جمله فیتزپاتریک (۹) و دلوین (۸) معتقدند مطالعه مقاطع نازک خاک به تفسیر مشاهدات صحرایی و تجزیه‌های آزمایشگاهی کمک قابل توجهی خواهد کرد. بنابراین از میکرومورفولوژی می‌توان به‌عنوان یک شاخص مهم کیفیت خاک برای مطالعهٔ ریزساختار، تخلخل (شکل، اندازه و الگوی توزیع) و فعالیت‌های بیولوژیکی خاک استفاده کرد (۳، ۷ و ۲۱).

شرایط محیطی مانند کاربری اراضی از طریق تغییر در مقدار مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی می‌تواند بر شاخص‌های میکرومورفولوژیک مانند نوع حفرات، ساختمان میکروسکوپی، بی‌فابریک و شکل پوشش‌های رسی و آهن اثرگذار باشد (۳۳). نوع منافذ برای رشد ریشه، انتقال آب و تبادل هوا ضروری است (۲۹). در خاک‌های ساختمان‌دار، گرانول‌ها و دانه‌های متخلخل تمایل به تشکیل حفرات مارپیچی، کشیده و به‌هم پیوسته دارند، درحالی که منافذ بین خاکدانه‌های بلوکی و یا صفحه‌ای به‌صورت صفحات مسطح هستند. ساختمان توده‌ای یا منافذ صفحه‌ای موازی سطح خاک می‌توانند شاخصی برای ارزیابی تراکم خاک باشند (۱۵). برخی از جانوران خاکزی بسیار متحرک و پویا بوده و با حرکت از یک مکان به مکان دیگر اجزای اصلی خاک شامل مواد آلی و یا معدنی خاک را منتقل می‌کنند (۱۰). سه نوع از حفرات تشکیل شده به‌وسیله جانوران خاک شامل کانال‌ها، چمبرها و حفرات تغییریافته یا اصلاح‌شده هستند. اسلاگر (۲۷) از اصطلاح حفرات زیستی برای همهٔ حفرات تشکیل یافته توسط میکروارگانیسم‌ها استفاده کرده است. حال آنکه اصطلاحات کانال‌ها و چمبرها توسط بروئر (۶) معرفی شده است و تاکنون نیز استفاده می‌شود. بلانک و فاسبرگ (۵) اثر شخم و شیار را روی خاک، با استفاده از مطالعات میکرومورفولوژی، با مقایسه خاک شخم‌خورده و خاک دست‌نخورده مجاور مورد مطالعه قرار دادند. در مقایسه این خاک‌ها، مشخص شد که افق‌های شخم‌خورده دارای حفرات درشت کمتر، خاکدانه‌های ریز کمتر و پوشش‌های کمتر روی سطوح ذارت شن و سیلت نسبت به خاک دست‌نخورده هستند. تأثیر نوع استفاده از اراضی بر طبقه‌بندی خاک‌ها در کاستاریکا توسط ویل میکر و لانسو (۳۲) مورد بررسی قرار گرفت و آنها با مطالعه میکرومورفولوژیکی خاک‌های جنگلی و خاک‌های تحت کشت ذرت به این نتیجه رسیدند که از بین بردن جنگل باعث تراکم خاک و حرکت رس در خاکرخ‌های تحت کشت ذرت و خاک‌های مرتعی شده است. نتایج مشاهدات میکروسکوپی عجمی و خرمالی (۱) در دو کاربری جنگل و زراعی (جنگل‌تراشی شده) نشان داد که ریزساختمان‌های دانه‌ای و اسفنجی بسیار متخلخل در اراضی جنگلی به انواعی از ریزساختمان‌های توده‌ای و متراکم با درصد تخلخل پایین در نواحی جنگل‌تراشی شده تبدیل شده است. همچنین از بین رفتن پوشش‌های رسی در این خاک‌ها همگام با عدم مشاهده پدوفیچرهای جانوری از مهم‌ترین شواهد میکرومورفولوژی فرسایش و تخریب اراضی منطقه به‌حساب می‌آید (۱۶).

www.SID.ir

Archive of SID

مواد آلی خاک از مهم‌ترین اجزای خاک است که به‌طور مستقیم بر فعالیت‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک تأثیر می گذارد. همچنین منبع انرژی بخش زنده خاک و عناصر گیاهی (نیتروژن، گوگرد و فسفر) از طریق تشکیل کمپلکس با یون‌های موجود در خاک است. اثر دیگر آن بر پایداری خاکدانه‌ها، نفوذپذیری، جذب آب و خصوصیات هیدرولیکی خاک است. درنتیجه مقدار ماده آلی خاک و کیفیت آن، فاکتوری برای شناسایی مدیریت کشاورزی پایدار است (۱۱). ثروتی (۲۵) در بررسی اهمیت خاکدانه‌سازی توسط ماده آلی با مطالعات میکرومورفولوژیکی گزارش کرد که خاکدانه‌سازی و دانه‌بندی خاک در خاکرخ‌هایی با کاربری باغ سیب بیشتر از اراضی زراعی بوده است که این امر نقش گیاه و موجودات زنده و تأثیر عملیات خاکورزی را در تجزیه مواد آلی و خاکدانه‌سازی نشان می‌دهد.

بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط حسن‌شاهی (۱۲) جنگل‌های زاگرس در اثر دخل و تصرف‌های مختلف و عوامل مختلف آب‌وهوایی، موجودی آن از لحاظ کمّی و کیفی به‌شدت به مخاطره افتاده است. بر اساس این گزارش‌ها جنگل‌های نیمه‌خشک زاگرس با دو خطر عمده روبه‌رو هستند: اول تخریب به‌وسیله انسان با توسعه اراضی کشاورزی، چرای آزاد و بی‌رویه دام، تأمین چوب و هیزم و ده‌ها نوع بهره‌برداری نامناسب، و دوم همجواری با اقلیم‌های خشک و گرم‌تر در اطراف خود که شرایط اکولوژیکی را حساس‌تر می‌کند. به علاوه، تحقیقات نشان می‌دهد که جنگل‌های ناحیه رویشی زاگرس به‌دلیل به‌هم خوردن سیکل اکولوژیک و تهی‌شدن جنگل از درختان مادری مناسب و کاهش پتانسیل تجدید حیات و غیره از شرایط چندان مساعدی برخوردار نیستند. از سوی دیگر مراتع استان خوزستان نیز به‌دلیل تبدیل گسترده به اراضی کشاورزی، چرای آزاد و بی‌رویه دام کیفیت خاک آنها از نظر کمّی و کیفی به مخاطره افتاده است. از این‌رو، این مطالعه با هدف تعیین اثرات تغییر کاربری اراضی (جنگل و مرتع طبیعی به زمین‌های زراعی) بر برخی شاخص‌های میکرومورفولوژیکی در کیفیت خاک‌های بخشی از زیرحوضه رکعت در شرق استان خوزستان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

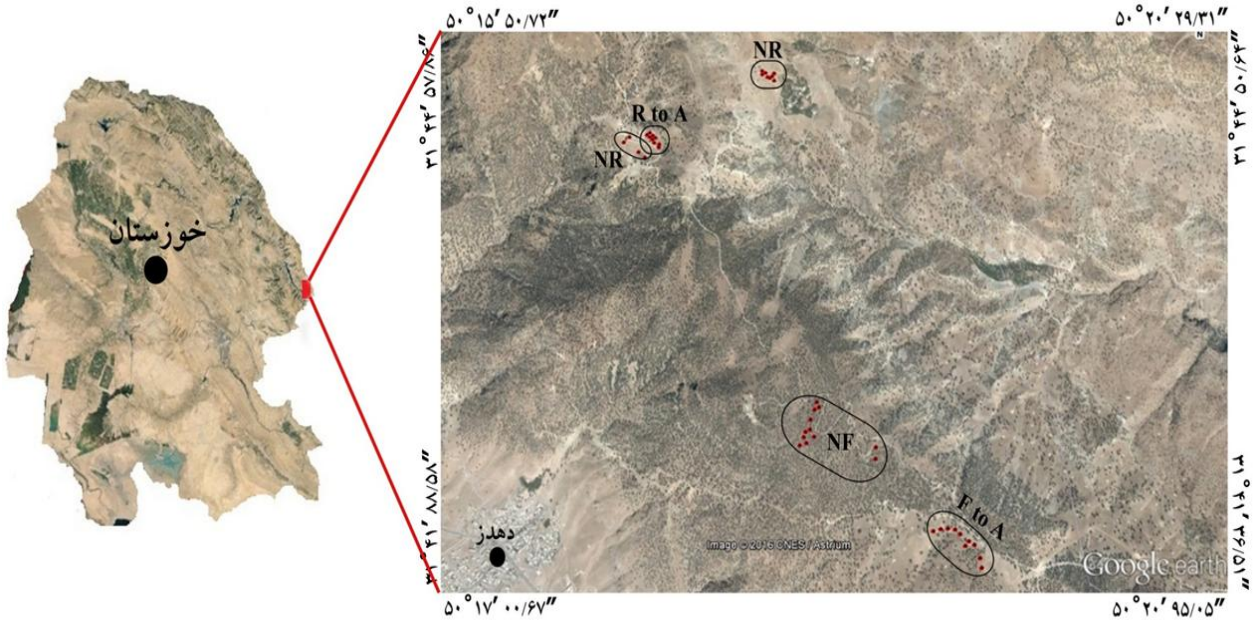
موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، در استان خوزستان در محدوده شهر دهدز و در منطقه بلوط‌بلند در قسمت شرقی زیرحوضه رکعت در موقعیت طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۸ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی واقع شده است (شکل ۱). زیرحوضه رکعت از زیرحوضه‌های حوضه آبخیز سد کارون ۳ به‌شمار می‌رود. اقلیم منطقه با استفاده از روش آمبروژه، نیمه مرطوب – مرطوب سرد است. متوسط بارش سالانه ۵۳۶ میلی‌متر است. میانگین دمای سالیانه هوا، درجه حرارت حداقل و حداکثر به‌ترتیب ۱۴/۶۹، ۶/۳۱ و ۲۲/۹ درجه سانتی‌گراد است. از لحاظ ساختار زمین‌شناسی این منطقه در محدوده ساختمانی زاگرس واقع شده است. در منطقه نمونه‌برداری سازند آسماری– جهرم خاک‌های منطقه را تحت تأثیر خود قرار داده است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های منطقه نیز به‌ترتیب از نوع زریک و ترمیک است.

گونه تیپیک جنگلی شامل گونه بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) است. گونه‌های مرتعی مهم منطقه را انواع گون‌ها (*Astragalus adscendens*) و گونه بومادران (*Achillea millefolium*) به‌همراه گراس‌های یک‌ساله (*Annual grass*) تشکیل می‌دهند که اغلب با پراکنش زیاد و تراکم به‌نسبت پایین در منطقه حضور دارند. اراضی زراعی نیز بیشتر زیرکشت گندم دیم قرار داشته و بیش از ۲۰ سال از زمان تغییر کاربری آنها گذشته است (۱۲). در این مطالعه دو کاربری جنگل و مرتع طبیعی به‌ترتیب با متوسط ارتفاع ۲۰۱۳ و ۲۱۵۰ متر از سطح دریا در واحد فیزیوگرافی تپه (ماهوری) به‌عنوان شاهد درنظر گرفته شد و تغییرات کاربری در دو کاربری جنگل طبیعی به کشاورزی و مرتع طبیعی به کشاورزی به‌ترتیب با متوسط ارتفاع ۲۰۵۰ و ۲۱۰۴ متر از سطح دریا در

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه و پراکندگی نقاط نمونه‌برداری (NR: مرتع طبیعی، R to A: مرتع به کشاورزی، NF: جنگل طبیعی و F to A: جنگل به کشاورزی)، هر ۱ سانتی‌متر روی نقشه معادل ۵۰۰ متر روی زمین است.

واحد فیزیوگرافی دشت‌های دامنه‌ای مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). کاربری‌ها به‌صورتی انتخاب شدند که حتی‌الامکان دارای خصوصیات به‌نسبت همگن باشند و از لحاظ برخی ویژگی‌های توپوگرافی مانند جهت شیب و مواد مادری یکسان باشند.

برای انجام مطالعات میکرومورفولوژیک در هر یک از کاربری‌های مورد مطالعه، نمونه‌برداری خاک با استفاده از جعبه های استاندارد نمونه‌برداری موسوم به قوطی‌های کوبینا (مکعب فلزی با ابعاد ۴×۶×۸ سانتی‌متر) در ۲ عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری انجام گرفت. نمونه‌های دست‌نخورده پس از انتقال به آزمایشگاه، برای خروج رطوبت اضافی در آون در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشکانده شدند و سپس با مخلوطی از رزین پلی‌استری، استون، کبالت و کاتالیست (اسید استارئیک) اشباع شدند. آنگاه نمونه‌ها در دسیکاتور تحت شرایط خلأ تلقیح و در دمای آزمایشگاه سخت شدند (۲۱ و ۲۸). پس از اتمام پلیمریزاسیون و سفت شدن رزین، نمونه‌ها برش داده شده و روی اسلایدهای شیشه‌ای چسبانده شدند. سپس نمونه‌ها به کمک دیسک سایش و با استفاده از پودرهای کاربراندوم با درجات (۲۲۰ ، ۴۰۰ و ۸۰۰ مش)، ضخامت آنها به حدود ۲۵ تا ۳۰ میکرون رسانده شد (۲۱). مقاطع نازک پس از آماده شدن با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان Ceti در دو حالت نور پلاریزه صفحه‌ای (PPL) و نور پلاریزه متقاطع (XPL) مورد مطالعه و عکس‌برداری قرار گرفته و بر اساس اصول و واژگان استوپس تشریح و تفسیر شدند (۲۸).

حذف انتخابی

حذف انتخابی اجزا از مقاطع نازک به دو منظور انجام گرفت: ۱- جداسازی اجزای مشابه؛ و ۲- نمایان ساختن عوارضی که به‌وسیله سایر اجزای معدنی پوشانده شده‌اند. حذف تمام مواد روی مقاطع بدون پوشش انجام شد و پس از هر مرحله مقاطع نازک به‌دقت با آب مقطر شسته شدند.

حذف تیرگی مواد هومیک و مواد آلی بی‌شکل

حذف تیرگی مواد هومیک و مواد آلی بی‌شکل در مقاطع نازک بدون پوشش به‌مدت چند دقیقه در دمای اتاق با استفاده از محلول ۳۷ درصد آب اکسیژنه صورت گرفت (۳۰).

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲. تصاویر مربوط به کاربری‌های مورد مطالعه

ترسیم نمودارها، تجزیه‌وتحلیل آماری و آنالیز تصویر

آنالیز تصاویر میکرومورفولوژی مربوط به حفرات با استفاده از نرم‌افزار متلب نسخه ۲۰۱۲ صورت پذیرفت. برای آنالیز تصاویر حفرات در مقاطع تهیه شده از هر کاربری عکس‌هایی (XPL) تهیه شد و با نرم‌افزار مذکور درصد حفرات موجود در هر عکس تعیین و سپس میانگین کل حفرات موجود در مقاطع مورد مطالعه در کاربری‌های مختلف توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ مقایسه شدند. همچنین آماده‌سازی کلیه تصاویر مربوط به مطالعات میکرومورفولوژی با استفاده از نرم‌افزار فتوشاپ (نسخه ۱۲/۰) صورت گرفت.

نتایج

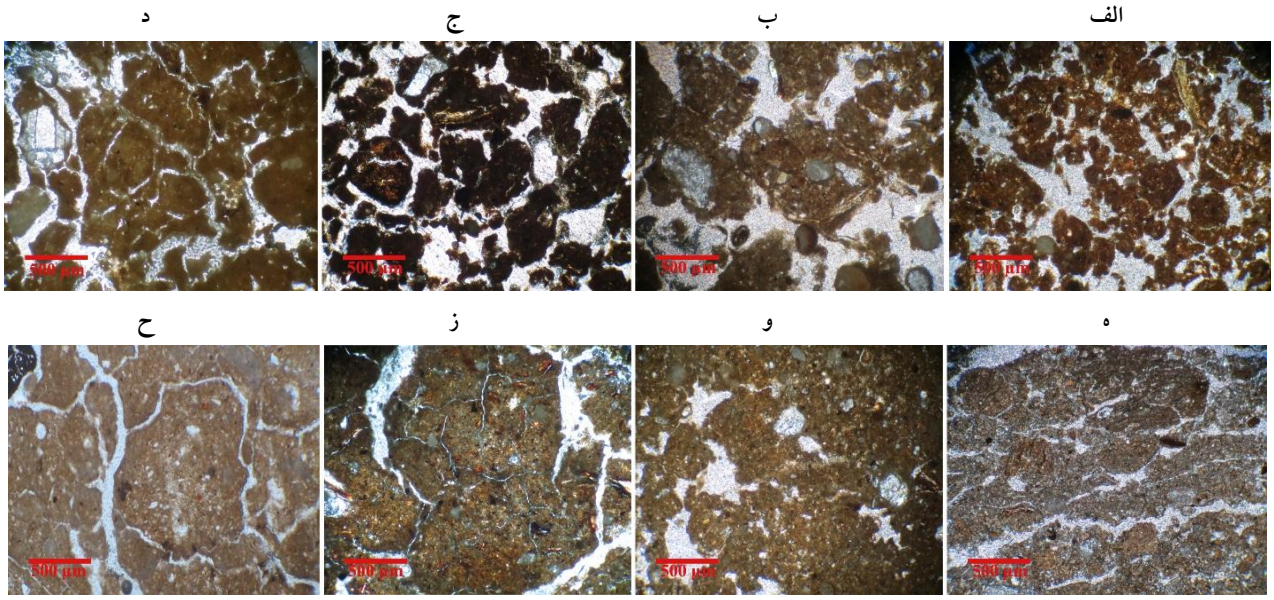
بررسی ساختمان میکروسکوپی خاک‌های مورد مطالعه

تصاویر حاصل از ساختمان‌های میکروسکوپی در هر چهار کاربری جنگل طبیعی، جنگل به کشاورزی، مرتع طبیعی و مرتع به کشاورزی در شکل (۳) نشان می‌دهد که در لایه ۱۵-۰ سانتی‌متری از کاربری جنگل طبیعی و جنگل به کشاورزی ساختمان میکروسکوپی غالب از نوع ساختمان اسفنجی است (شکل۳ - الف و ۳- ب). در لایه ۳۰-۱۵ سانتی‌متری نیز در جنگل طبیعی تنوع میکروساختمان بسیار بالا بوده درصورتی که میکروساختمان غالب در جنگل به کشاورزی از نوع مکعبی نیمه‌زاویه‌دار و توده‌ای است (شکل ۳ - د).

ارزیابی ساختمان میکروسکوپی خاک در لایه ۱۵-۰ سانتی‌متری مرتع طبیعی نشان‌دهنده میکروساختمان از نوع صفحه‌ای با جهت‌گیری و تمایز بسیار خوب است (شکل۳- ه). در مقابل در کاربری مرتع به کشاورزی میکروساختمان بیشتر از نوع وگی و توده‌ای است (شکل۳- و). همچنین نتایج حاکی از آن است که در لایه ۳۰-۱۵ سانتی‌متری در مرتع

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. انواع ساختمان میکروسکوپی (PPL): الف و ب) ساختمان میکروسکوپی اسفنجی با خاکدانه‌های متخلخل کروی به‌ترتیب در لایه سطحی جنگل طبیعی و جنگل به کشاورزی، ج و د) ساختمان میکروسکوپی اسفنجی با خاکدانه‌های متخلخل کروی و ساختمان میکروسکوپی مکعبی نیمه زاویه‌دار به‌ترتیب در لایه زیرسطحی جنگل طبیعی و جنگل به کشاورزی، ه و و) ساختمان میکروسکوپی صفحه‌ای با جهت‌یافتگی خطی و ساختمان میکروسکوپی وگی به‌ترتیب در لایه سطحی مرتع طبیعی و مرتع به کشاورزی، ز و ح) ساختمان میکروسکوپی مکعبی زاویه‌دار و ساختمان میکروسکوپی مکعبی نیمه زوایه‌دار به‌ترتیب در لایه زیرسطحی مرتع طبیعی و مرتع به کشاورزی

طبیعی ساختمان‌های غالب از نوع مکعبی زاویه‌دار، صفحه‌ای و اسفنجی بودند (شکل۳- ز)؛ حال آنکه در کاربری‌های مرتع به کشاورزی ساختمان‌های مکعبی نیمه زاویه‌دار، کانالی و صفحه‌ای به‌میزان بیشتری مشاهده شد (شکل۳ – ح).

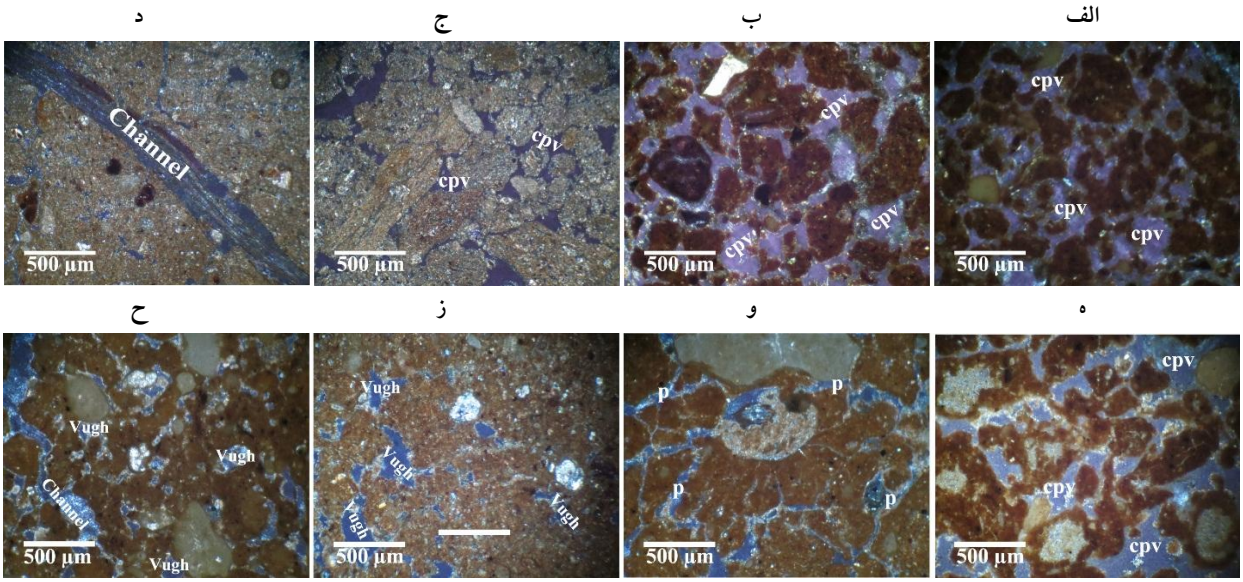
بررسی حفرات خاک

در شکل (۴) برخی حفرات موجود در هر چهار کاربری جنگل طبیعی، جنگل به کشاورزی ، مرتع طبیعی و مرتع به کشاورزی نشان داده شده است. در لایه ۱۵-۰ سانتی‌متر کاربری جنگل به کشاورزی مقدار حفرات از نوع آرایشی، کانال و ماکروپور (حفرات درشت)، نسبت به جنگل طبیعی به‌شدت کاهش یافته و حفرات آرایشی از درجه توسعهٔ کمتری نسبت به جنگل طبیعی برخوردار بودند (شکل‌های ۴- الف و ۴- ه). همچنین حضور خاکدانه‌های مکعبی نیمه زوایه‌دار در کاربری جنگل به کشاورزی بر اثر شخم و شیار موجب ایجاد حفرات از نوع صفحه‌ای به مقدار به‌نسبت زیادی شده است. همانند لایه سطحی در لایه زیرسطحی مقدار حفرات از نوع کانال و حجره ای در کاربری جنگل به کشاورزی نسبت به جنگل طبیعی به شدت کاهش یافته و حفرات آرایشی و ماکروپور نیز در این لایه مشاهده نشد. درحالی که حفرات وگی و صفحه‌ای در این لایه به‌میزان بسیار زیادی مشاهده شد (شکل‌های ۴- ب و ۴- و).

در لایه سطحی مرتع طبیعی با توجه به تنوع میکروساختمان در آن نسبت به مرتع به کشاورزی حفرات متنوعی نیز ایجاد شده است. در مرتع طبیعی اغلب حفرات مشاهده شده از نوع آرایشی و کانال بوده درصورتی که در مرتع به کشاورزی حفرات اغلب از نوع وگی بوده و حفرات آرایشی وکانال نسبت به مرتع طبیعی به مقدار کمتری مشاهده شد (شکل‌های ۴ – ج و ۴- ز). در لایه زیرسطحی مرتع به کشاورزی نیز غالب حفرات از

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. شکل‌های حفرات (XPL): الف و ب) حفرات آرایشی (cpv) به‌ترتیب در لایه سطحی و زیرسطحی جنگل طبیعی، ج و د) حفرات آرایشی (cpv) و کانال (Channel) به‌ترتیب در لایه سطحی و زیرسطحی مرتع طبیعی، ه و و) حفرات آرایشی (cpv) و حفرات صفحه‌ای (p) به‌ترتیب در لایه سطحی و زیرسطحی جنگل به کشاورزی، ز و ح) حفرات وگی (Vugh) و کانال (Channel) به‌ترتیب در لایه سطحی و زیرسطحی مرتع به کشاورزی

نوع کانال و حجره‌ای بوده و مقدار آنها نسبت به مرتع طبیعی کاهش قابل توجهی داشته است و در مقابل حفرات صفحه‌ای و وگی به‌میزان زیادی مشاهده شد (شکل‌های ۴- د و ۴- ح).

آنالیز تصویر حفرات

برای بررسی درصد کل حفرات خاک از تکنیک آنالیز تصویر استفاده شد. نمونه‌هایی از تصاویر آنالیز شده با استفاده از نرم افزار متلب در شکل (۵) نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس درصد کل حفرات خاک در جدول (۱) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود اثر کاربری و عمق به‌ترتیب در سطح یک درصد معنی‌دار و اثر متقابل کاربری در عمق غیرمعنی‌دار بوده است.

با توجه به درصد حفرات به‌دست آمده از آنالیز تصویر در شکل (۶) ، کاربری جنگل طبیعی و پس از آن مرتع طبیعی به‌ترتیب با ۲۷/۷۳ و ۲۲/۱۸ درصد بیشترین فراوانی مقدار حفرات (تخلخل) را در بین کاربری‌های مذکور دارا بودند. در مقابل در هر دو کاربری جنگل به کشاورزی و مرتع به کشاورزی درصد تخلخل کل از جنگل و مرتع طبیعی بسیار کمتر بوده و به‌ترتیب به میزان ۱۹/۰۱ و ۱۸/۶۲ درصد بوده است.

همچنین اثر عمق خاک بر درصد تخلخل کل خاک معنی‌دار بوده است. به‌طوری که تخلخل کل در لایه سطحی (۱۵-۰ سانتی‌متری) ۲۴/۰۱ درصد و در لایه زیرسطحی (۳۰-۱۵ سانتی‌متر) ۱۹/۷۷ درصد مشاهده شد.

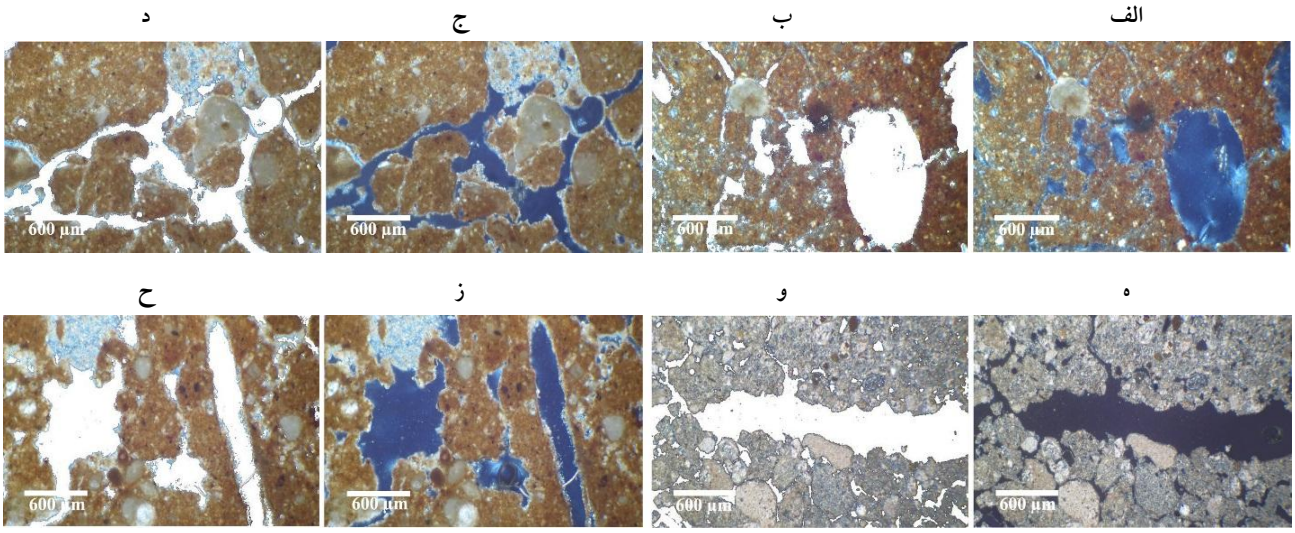
بررسی عوارض خاک‌ساخت ناشی از اکسیدهای آهن و منگنز

عوارض رداکسی مورفیک ناشی از احیا، جابه‌جایی و اکسیداسیون آهن و منگنز شکل می‌گیرند. به‌طور کلی، رنگ‌های قرمز، قهوه‌ای و زرد به‌علت پوشش اکسید آهن، رنگ‌های تیره متمایل به‌رنگ ارغوانی تیره، به‌علت اکسیدهای منگنز و رنگ‌های سیاه کدر به‌علت وجود ماده آلی است (۳۰ و ۳۱). به نظر می‌رسد که عوارض اکسیدی نسبت به تغییر کاربری اراضی بسیار حساس بوده زیرا در هر دو کاربری کشاورزی به‌میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته‌اند.

در لایه‌های ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری کاربری جنگل و

www.SID.ir

Archive of SID

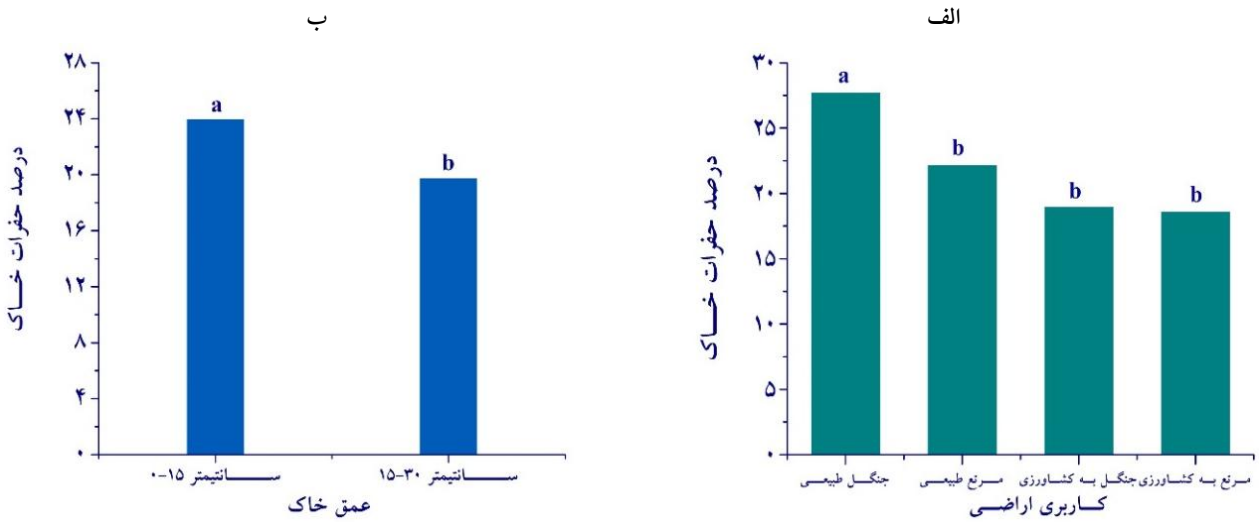


شکل ۵. الف و ب) لایه ۱۵-۰ سانتی‌متری کاربری جنگل طبیعی، ج و د) لایه ۳۰-۱۵ سانتی‌متر کاربری جنگل به کشاورزی، ه و و) لایه ۱۵-۰ سانتی‌متر کاربری مرتع طبیعی، ز و ح) لایه ۳۰-۱۵ سانتی‌متر کاربری مرتع به کشاورزی

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس تأثیر تغییر کاربری اراضی بر تخلخل کل خاک

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات حفرات	ارزش F
کاربری	۳	۱۰۶۲/۶۱	۱۴/۳۸ **
عمق	۱	۱۰۷۸/۹۵	۱۴/۶۰ **
کاربری × عمق	۳	۸۲/۷۷	۱/۱۲ ns
خطای کل		۷۳/۸۷	

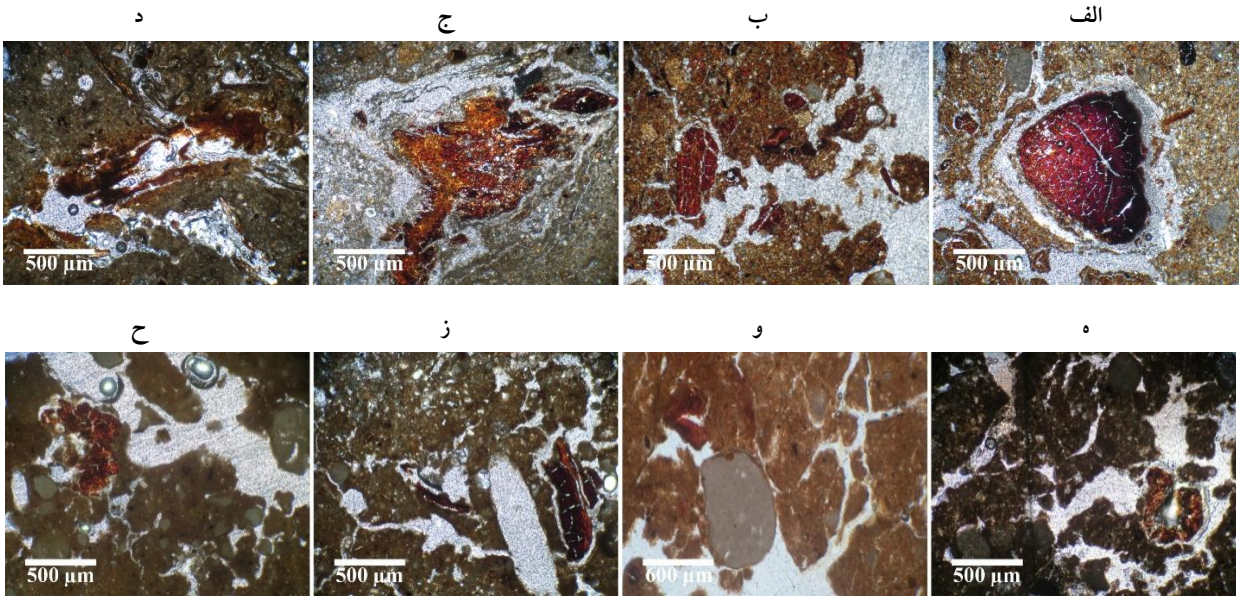
*معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ***معنی‌دار در سطح ۰/۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار



شکل ۶. الف) اثر کاربری اراضی و ب) اثر عمق بر فراوانی حفرات در خاک‌های مورد مطالعه (میانگین‌های با حروف مشترک بر اساس آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار (P >۰/۰۵) با یکدیگر هستند.)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. انواع شکل‌های اکسیدهای آهن و منگنز در کاربری‌های مورد مطالعه (PPL)، الف و ب) گرهک‌های اکسیدی به‌ترتیب در لایه سطحی و زیرسطحی جنگل طبیعی، ج و د) گرهک اکسیدی و پوشش زیرسطحی درونی اکسید آهن و منگنز به‌ترتیب در لایه سطحی و زیرسطحی مرتع طبیعی، ه و و) گرهک‌های اکسیدی به‌ترتیب در لایه سطحی و زیرسطحی جنگل به کشاورزی، ز و ح) گرهک‌های اکسیدی به‌ترتیب در لایه سطحی و زیرسطحی مرتع به کشاورزی

مرتع طبیعی انواع گرهک‌های آهن و منگنز به‌صورت تجمعی و به اشکال مختلف در متن خاک، درون ماکروپورها و در امتداد ریشه‌ها در مقاطع نازک مشاهده شد (شکل‌های ۷ – الف تا ۷– د). این درحالی است که در کاربری جنگل و مرتع به کشاورزی عوارض اکسیدی نسبت به‌کاربری‌های طبیعی به‌شدت کاهش یافته و به‌مقدار بسیار کمی گرهک‌های اکسیدی مشاهده شد (شکل‌های ۷ – ه و ۷– ح). علاوه بر این در کاربری‌های طبیعی به‌میزان زیادی پوشش‌ها و پوشش‌های زیرسطحی مشاهده شد. در مقابل در کاربری‌های کشاورزی هیچ‌گونه آثار ناشی از پوشش‌های اکسید آهن و منگنز مشاهده نشد.

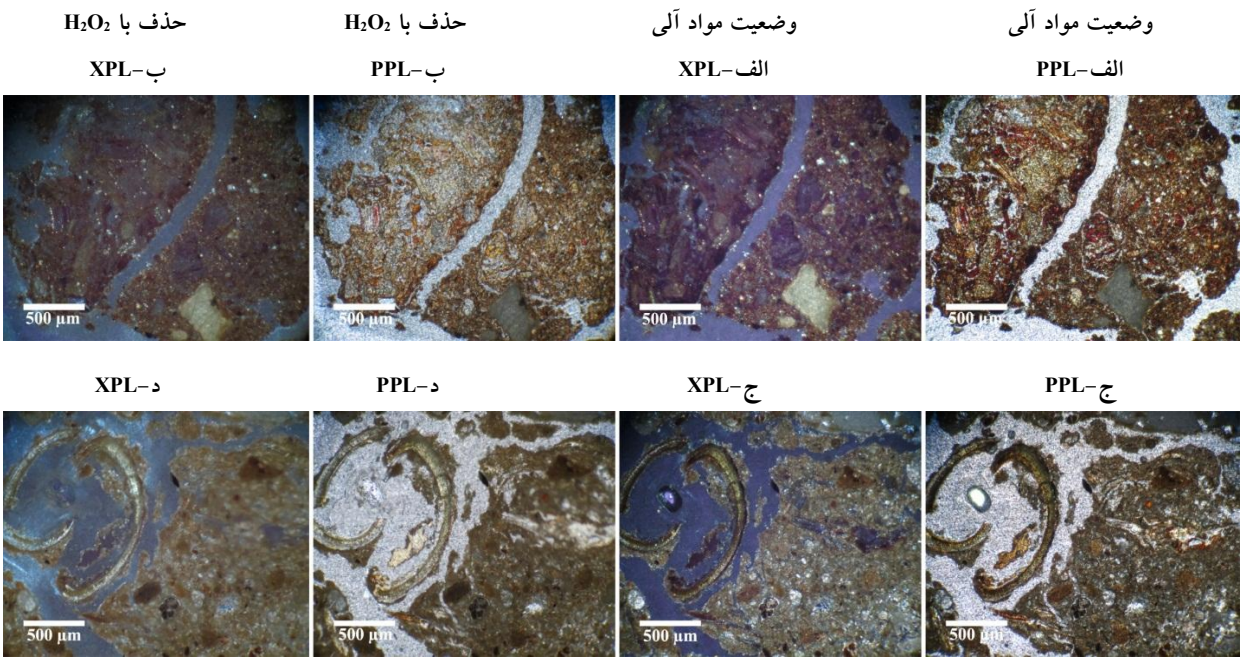
حذف تیرگی مواد هومیک

برای تشخیص مواد آلی از مواد معدنی مواد هومیک توسط آب اکسیژنه حذف شد که نتایج حاصل از مراحل حذف به‌شرح زیر است. در لایه ۱۵–۰ سانتی‌متری از کاربری جنگل طبیعی پس از اعمال تیمار آب اکسیژنه، مواد آلی به‌میزان قابل توجهی با آب اکسیژنه جوشش یافتند. در این لایه رنگ زمینه به‌شدت تغییر یافته و روشن شده است، که ناشی از حذف مواد هومیک است. در مقابل در کاربری جنگل به کشاورزی متن خاک تا حدودی دچار تغییر شد و حذف شد. همچنین مواد آلی درشت‌تر نیز تا حدودی حذف شدند. در این لایه جوشش ناشی از اعمال تیمار آب اکسیژنه به‌میزان بسیار کمتری نسبت به جنگل طبیعی مشاهده شد. در لایه ۳۰– ۱۵ سانتی‌متری جنگل طبیعی نیز پس از تیمار با آب اکسیژنه متن خاک دچار تغییر شده و تیرگی ناشی از مواد آلی تا حدودی حذف شد. لیکن در کاربری جنگل به کشاورزی با اعمال تیمار آب اکسیژنه متن خاک اندکی دچار تغییر شد (شکل‌های ۸ – الف و ۸– ب).

در لایه ۱۵–۰ و ۳۰–۱۵ سانتی‌متری مواد هومیک به‌مقدار قابل توجهی در کاربری مرتع طبیعی نسبت به مرتع به کشاورزی در کل سطح مقطع مشاهده شد. که با اعمال تیمار آب اکسیژنه بخش زیادی از مواد هومیک به‌میزان زیادی حذف و رنگ زمینه روشن‌تر شد. در مقابل در مرتع به کشاورزی با

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸. حذف مواد آلی با آب اکسیژنه در مقاطع نازک: الف و ب) لایه ۱۵-۰ سانتی‌متری جنگل طبیعی، ج و د) لایه ۱۵-۰ سانتی‌متری مرتع طبیعی

اعمال تیمار آب اکسیژنه تغییر کمی در متن خاک ایجاد شد و مواد آلی تا حدودی حذف شدند (شکل‌های ۸- ج و ۸- د).

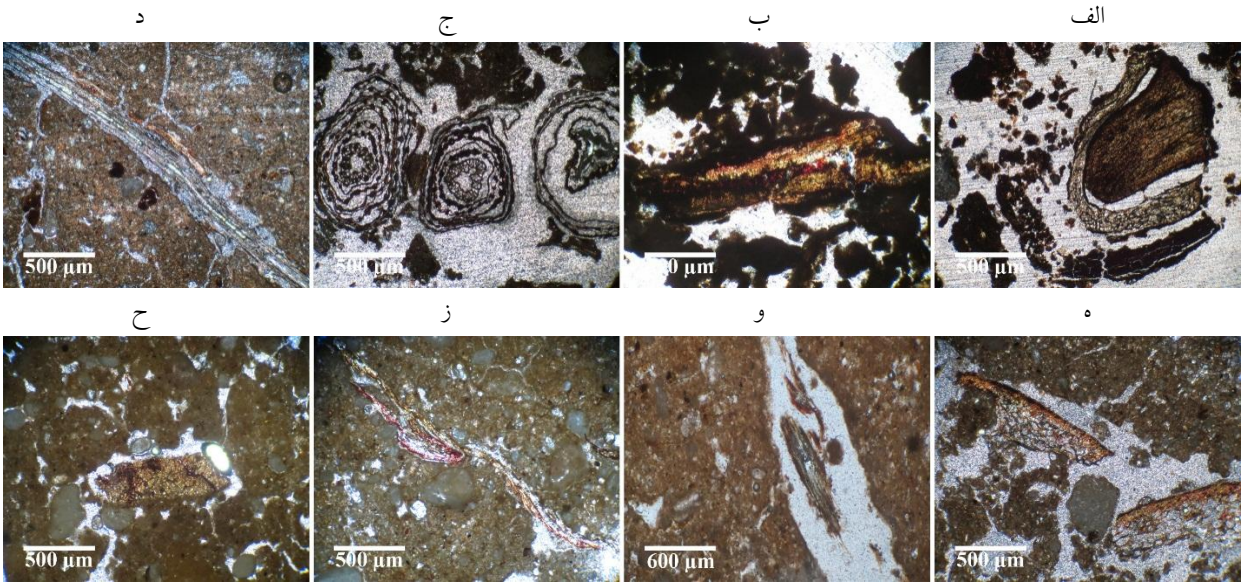
بررسی تغییرات ماده آلی خاک در کاربری‌های مورد مطالعه

بررسی تغییرات ماده آلی نشان می‌دهد که در لایه ۱۵-۰ سانتی‌متر کاربری جنگل طبیعی میزان مواد آلی قابل مشاهده بسیار زیاد است. در این لایه، تنوع بقایای آلی گیاهی و جانوری بسیار زیاد بوده به‌طوری که انواع بقایای آلی گیاهی و بقایای جانوری شامل بدن ریزجاندارن و مدفوع به‌جا مانده از آنها مشاهده شد (شکل ۹- الف و ۹- ب). این در حالی است که در کاربری جنگل به کشاورزی از مقدار بقایای آلی به‌شدت کاسته شده است و بقایای آلی اغلب به‌صورت نیمه‌تجزیه و تجزیه شده و با اندازه بسیار ریز مشاهده شدند (شکل ۹- ه و ۹- و). همچنین در هر دو لایه از کاربری جنگل طبیعی بقایای جانوران خاکزی و مواد دفعی به‌جا مانده از آنها در حفرات درشت و کانال‌ها زیاد مشاهده می‌شود (شکل ۱۰). در مقابل پس از تغییر کاربری اراضی از جنگل به کشاورزی بقایای ناشی از جانوران خاکزی مشاهده نشد. علاوه بر این، آثار مقطع طولی ریشه‌های گیاهی در داخل کانال‌ها و حفرات در هر دو کاربری مشاهده شد که در جنگل طبیعی احتمالاً ناشی از انتقال آنها توسط جانوران خاکزی بوده و در کاربری جنگل به کشاورزی به‌دلیل عدم مشاهدهٔ بقایای جانوران خاکزی احتمالاً ناشی از انتقال مکانیکی این مواد توسط شخم و شیار بوده است.

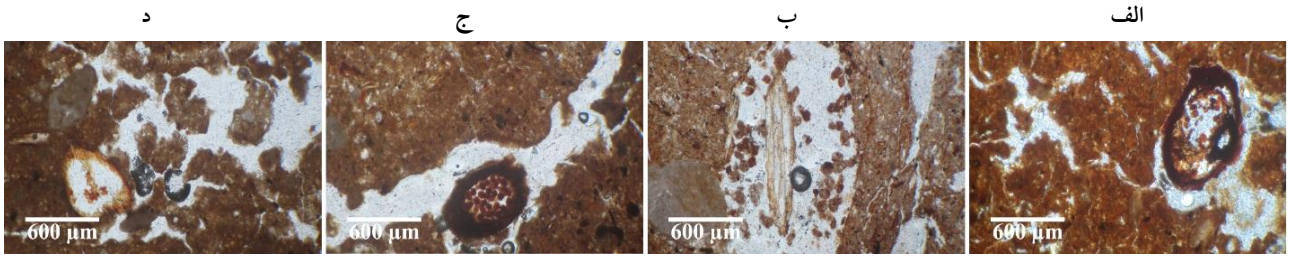
در هر دو لایه سطحی و زیرسطحی کاربری مرتع طبیعی نیز انواع بقایای گیاهی شامل ریشه و ساقه مشاهده شد (شکل‌های ۹- ج و ۹- د). در مقابل در کاربری مرتع به کشاورزی از مقدار مواد آلی به‌شدت کاسته شده است (شکل‌های ۹- ز و ۹- ح). در این لایه از مرتع طبیعی اندازه بقایا از ریز تا بسیار درشت به میزان بسیار زیادی مشاهده شد. علاوه بر مواد آلی ریز بی‌شکل، اجزای نیمه‌تجزیه شده نظیر اندام‌ها و بافت‌های گیاهی و جانوری با رنگ‌های روشن و تیره مشاهده شد. درحالی که در مرتع به کشاورزی بقایای آلی بیشتر در اندازه‌های ریز مشاهده شد. در لایه زیرسطحی هر دو کاربری، فضولات جانوری در حفرات از نوع کانال مشاهده شد (شکل ۱۰). اما در

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹. تغییر شکل مواد آلی در کاربری‌های مورد مطالعه (PPL): الف و ب) به‌ترتیب در لایه‌های سطحی و زیرسطحی جنگل طبیعی، ج و د) به‌ترتیب در لایه‌های سطحی و زیرسطحی مرتع طبیعی، ه و و) به‌ترتیب در لایه‌های سطحی و زیرسطحی جنگل به کشاورزی، ز و ح) به‌ترتیب در لایه‌های سطحی و زیرسطحی مرتع به کشاورزی



شکل ۱۰. شکل‌های حفرات و کانال‌های به‌وجود آمده توسط جانوران خاکزی در کاربری‌های مختلف (PPL): الف) بقایای مدفوع جانوری در جنگل طبیعی، ب و ج) مدفوع جانوری در مرتع طبیعی، د) مدفوع جانوری در مرتع به کشاورزی

مرتع طبیعی مقادیر آنها بیشتر از مرتع به کشاورزی بود. همچنین، در لایه سطحی مرتع به کشاورزی عوارض ناشی از فعالیت جانوران خاکزی مشاهده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

ساختمان خوب به توزیع ذرات خاک، مواد آلی، فرایندهای انتقال و میکروارگانیسم‌ها وابسته است. در لایه زیرسطحی هردو کاربری زراعی ساختمان میکروسکوپی نسبت به جنگل و مرتع طبیعی دچار تغییراتی شده است. وجود ساختمان مکعبی نیمه زاویه‌دار به مقدار زیاد در لایه ۳۰-۱۵ سانتی‌متری در کاربری‌های مذکور نشان‌دهنده تخریب خاک طبیعی و فشردگی آن به‌دلیل کشت و کار است. درنتیجه ساختمان مطلوب خاک از بین رفته و تا حدودی به نوع توده‌ای تبدیل شده است. از طرفی میکروساختمان نوع کانال در لایه سطحی و زیرسطحی هر دو کاربری‌های مرتع طبیعی و مرتع به کشاورزی مشاهده شد، اما در مرتع طبیعی این میکروساختمان غالب بوده و در مرتع به

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزی به مقدار بسیار کمتری مشاهده شد. میکروساختمان نوع کانال به فعالیت‌های بیولوژیکی موجودات زنده خاک و فعالیت ریشه گیاهان وابسته است (۲۳ و ۲۹). عاکف و همکاران (۲) با مطالعه میکرومورفولوژی اراضی شالیزاری و جنگلی بیان کردند که ساختمان میکروسکوپی خاک در اراضی جنگلی تکامل یافته‌تر و از نوع مکعبی زاویه‌دار است؛ درصورتی که ساختمان خاک شالیزاری از نوع مکعبی زاویه‌دار، ضعیف تا توده‌ای است و از تکامل کمتری برخوردار است.

با توجه به تصاویر میکروسکوپی، در هر دو کاربری جنگل و مرتع طبیعی حفرات موجود نسبت به‌کاربری‌های کشاورزی از درجه تکاملی بسیار خوبی برخوردار بوده و حفرات درشت به مقدار بسیار زیادی در این کاربری‌ها مشاهده شد. اما با تغییر کاربری به کشاورزی از مقدار حفرات درشت و آرایشی به شدت کاسته شده و حفرات از نوع صفحه‌ای به‌وجود آمده‌اند. عملیات خاکورزی، حفره‌ها را به‌سمت ریزترشدن پیش می‌برد. مدیریت خاکورزی سنتی به‌خصوص در خاک‌های ریزبافت موجب کاهش در پیوستگی منافذ شده که منجر به کاهش هوادهی، کاهش حفظ و انتقال آب و املاح، تشدید تلفات ناشی از فرسایش و رواناب می‌شود. خاک تحت مدیریت خاکورزی سنتی و کشت متناوب تمایل به کاهش تخلخل در لایه شخم خورده دارد، درنتیجه ویژگی‌های انتقال آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۴ و ۲۶). کانال‌ها شایع‌ترین حفرات مربوط به جانوران هستند. تشکیل منافذ گرد (کانال‌ها) در ارتباط با فعالیت‌های بیولوژیکی، ریشه‌های گیاه و موجودات زیرزمینی است (۲۹). در این مطالعه نیز با توجه به تصاویر میکروسکوپی (شکل ۵) می‌توان چنین نتیجه گرفت که کانال‌ها و حجره‌های مذکور بر اثر حضور جانوران خاکی از جمله کرم خاکی و وجود مدفوع آنها بر دیواره حفرات و همچنین رشد ریشه‌های گیاهی و انتقال بقایای آلی به‌جا مانده بر اثر جانوران خاکزی ایجاد شده‌اند. با توجه به حضور بیشتر بقایای کرم خاکی و مدفوع آنها در تصاویر مربوط به‌کاربری‌های جنگل و مرتع طبیعی نتیجه می‌شود که فعالیت بیولوژیکی در این دو کاربری بسیار بیشتر از کاربرهای زراعی بوده و به‌واسطهٔ آن حفرات از نوع کانال و حجره‌ای به‌مقدار بسیار بیشتری نیز در این دو کاربری ایجاد شده است.

در کاربری‌های جنگل و مرتع طبیعی به‌دلیل وجود ماده آلی بیشتر، فعالیت بیشتر جانوران خاکزی و نبود عملیات خاکورزی سبب ایجاد حفرات بزرگ‌تر و تخلخل بیشتری نسبت به‌کاربری‌های زراعی شده است، که این نتایج با نتایج میرکریمی و همکاران (۲۰) مطابقت دارد. همچنین در کاربری‌های زراعی به‌دلیل کشت و کار به‌طور مکرر ساختمان خاک بسیار ضعیف شده است و بدیهی است وجود چنین ساختمان نامطلوبی مانع تهویه مناسب خاک و نفوذ ریشه در کشت‌های بعدی می‌شود. بالاتر بودن درصد کل تخلخل خاک در لایه سطحی می‌تواند ناشی از حضور بیشتر ماده آلی و افزایش فعالیت زیستی در این لایه نسبت به لایه زیرسطحی بوده باشد. در ایران استفاده از تکنیک آنالیز تصویر بسیار جدید است به‌طوری که از مطالعات انجام شده می‌توان به مطالعه خصوصیات ماکروپورها، تعیین میزان تخلخل ناشی از ماکروپورها و طبقه‌بندی آنها با استفاده از نرم افزار Image Tool اشاره کرد (۱۳). راهب و حیدری (۲۴) با استفاده از نرم‌افزارهای آنالیز تصویر Image J و AnalySIS خصوصیات میکرومورفولوژی از جمله حفرات و خصوصیات اکسایش و کاهش در اثر تغییر کاربری از شالیزار به باغ کیوی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنالیز تصویر آنها بیانگر وجود لایه گلخراب در خاک‌های شالیزاری و وجود تخلخل بالاتر در اراضی زیر کشت کیوی بود.

مشاهدهٔ بقایا و مدفوع جانوران خاکزی در درون حفرات و در مجاورت بقایای گیاهی در حال تجزیه در کاربری‌های جنگل و مرتع طبیعی نشان می‌دهد که احتمالاً شرایط رشد و تکثیر ریزجانداران نسبت به‌کاربری‌های کشاورزی مطلوب‌تر بوده و همچنین نقش فعالی در تجزیهٔ مواد آلی در خاک داشته‌اند. به علاوه، وجود میکروساختمان‌های اسفنجی در کاربری‌های طبیعی از نشانه‌های فعالیت بیولوژیک در این کاربری‌ها است. بر این اساس، کاهش این میکروساختمان‌ها در کاربری‌های

www.SID.ir

Archive of SID

کشاورزی محدودیت فعالیت بیولوژیک را نشان می‌دهد (شکل ۳). از سوی دیگر در کاربری‌های طبیعی حضور بیشتر ماده آلی و تشکیل خاکدانه سبب ایجاد بیشتر حفره‌های درشت نسبت به سایر کاربری‌ها شده که اثرات مفیدی روی نفوذ ریشه و حرکت آب در خاک دارد (۲۶). وجود جانوران خاکزی نقش مهمی را در ایجاد و تغییر ساختمان خاک از طریق اثر گذاشتن روی فضای حفرات و خاکدانه‌های پایدار در آب بازی می‌کنند. فعالیت حفاری کرم‌های خاکی، اندازه حفره‌ها به‌ویژه حفره‌های درشت را افزایش می‌دهد (۴ و ۱۰) حال آنکه کشت و کار در اراضی زراعی، جانوران خاکزی را تا حدود ۷۰ درصد از بین می‌برد (۱۱).

در مطالعهٔ حاضر در کاربری‌های طبیعی گرهک‌های اکسیدی که بیشتر در اطراف حفرات و به فاصله کمی از آنها تشکیل می‌شوند می‌تواند نشانگر این باشد که در فضای خلل‌و فرج، شرایط احیا و در ماتریکس خاک، رابطهٔ اکسیدتری حاکم بوده، لذا اکسیدهای محلول با حرکت به‌طرف ماتریکس خاک و مواجهه با شرایط اکسید، به‌صورت نامحلول در آمده و به صورت گرهک رسوب و تجمع یافته‌اند (۱۷). در مقابل از دلایل کاهش گرهک‌های اکسیدی می‌توان به کمبود مواد آلی و عدم وجود شرایط احیایی در کاربری‌های زراعی اشاره کرد. زیرا فعالیت‌های ریشه و میکروارگانیسم‌ها در کاربری‌های جنگل و مرتع طبیعی سبب کاهش مقدار آب و اکسیژن خاک می‌شود و ایجاد شرایط اکسیداسیون و احیا را در خاک‌ها تشدید می‌کنند. همچنین میکروارگانیسم‌ها با تجزیه مواد آلی، الکترون ها را از مواد آلی به دیگر ترکیبات یا عناصر انتقال داده و به ایجاد شرایط احیایی کمک می‌کنند (۱۹). همچنین پوشش‌های اکسیدهای آهن و منگنز در حفرات، نتیجه تفاوت در شرایط اکسیداحیایی و زهکشی نامناسب خاک همراه با دوره‌های خشکی است. اعتقاد بر این است که این عوارض زمانی تشکیل می‌شوند که آب غنی از آهن و منگنز در طول دیواره میکروپورهای غنی از هوا عبور می‌کند (۲۲). که می‌توان آن را یکی از دلایل تشکیل پوشش‌های اکسیدهای آهن و منگنز در کاربری‌های طبیعی عنوان کرد.

با توجه به نتایج حاصل از تیمار آب اکسیژنه در کاربری های جنگل و مرتع طبیعی شواهد حذف مواد هومیک نشان داد که مواد آلی از فراوانی بسیار زیادی در این کاربری‌ها برخوردار بوده است و وجود مواد آلی باعث چسبیدن خاکدانه‌ها و ذرات به‌هم شده است. تصاویر میکروسکوپی در این کاربری‌ها نشان داد که مواد هومیک با مواد معدنی به‌شدت با هم مخلوط و در کل سطح مقطع نازک پخش شده‌اند. درحالی که در کاربری‌های کشاورزی به‌دلیل مقادیر کمتر مواد هومیک تغییرات زیادی در متن خاک ایجاد نشد.

بررسی مواد آلی در کاربری‌های گفته شده نیز نشان داد که در هر دو کاربری جنگل و مرتع طبیعی تنوع بقایای آلی و جانوری بسیار زیاد بوده به‌طوری که انواع بقایای آلی تازه، نیمه‌تجزیه شده و تجزیه شده از بقایای گیاهی (ریشه، ساقه و برگ)، و بقایای جانوری شامل بدن ریزجاندارن و مدفوع به‌جا مانده از آنها مشاهده شد. این درحالی است که در کاربری‌های زراعی مقدار مواد آلی و جانوری قابل مشاهده در هر دو لایه بسیار کاهش یافته بود. نتایج حاصل از آنالیز تصویر نیز نشان داد که به‌ترتیب کاربری‌های مرتع طبیعی، جنگل طبیعی، جنگل به کشاورزی و مرتع به کشاورزی بیشترین میزان مواد آلی را دارا هستند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه در راستای اثرات تغییر کاربری اراضی بر برخی شاخص‌های میکرومورفولوژیکی کیفیت خاک نشان داد که تغییر کاربری اراضی جنگلی و مرتعی به کشاورزی در منطقه مورد مطالعه موجب کاهش کیفیت خاک شده است. یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که عملیات کشاورزی موجب کاهش مقدار و تنوع حفرات شامل ماکروپورها، حفرات آرایشی، کانال‌ها و حفرات حجره‌ای شکل در کاربری‌های کشاورزی شده است. به‌علاوه، حضور بیشتر مواد آلی در جنگل و مرتع طبیعی سبب ایجاد خاکدانه‌های گرانوله و حفره‌های درشت‌تر در سطح خاک نسبت به‌کاربری کشاورزی شده که اثرات مفیدی روی نفوذ ریشه و حرکت آب دارد. همچنین، به

www.SID.ir

نظر می‌رسد که مهم‌ترین عامل در کاهش مواد آلی خاک در کاربری‌های کشاورزی عملیات خاکورزی باشد که سبب تجزیه مواد آلی خاک طی عملیات شخم شده است. در کل به‌نظر می رسد شاخص‌های میکرومورفولوژیکی مورد استفاده در این پژوهش نسبت به تغییر کاربری از حساسیت بالایی برخوردار بوده و می‌توانند به‌عنوان ابزاری مناسب برای ارزیابی تغییرات ایجاد شده در کیفیت خاک مناطق مورد مطالعه به‌کار گرفته شوند.

منابع مورد استفاده

1. Ajami, M. and F. Khormali. 2012. Pedogenic and micromorphological evidences of land degradation on deforested loess-derived soils in eastern golestan province. *Journal of Water and Soil Sciences* 16(61): 141-155.
2. Akef, M., S. Mahmoudi, M. Karimian Eghbal and F. Sarmadian. 2003. Physico-chemical and micromorphological-changes in paddy soils converted from forest in Foomanat region, Guilan. *Iranian Journal of Natural Resources* 56(4): 407-426.
3. Azizsoltani, E., N. Honarjoo and S. Ayoubi. 2019. How soil pore distribution could help in soil quality studies as an appropriate indicator. *Eurasian Soil Science* 52: 654-660.
4. Bastrom, U. 1995. Earthworm population (*Lumbricidae*) in ploughed and undisturbed soils. *Soil and Tillage Research* 35(3): 125-133.
5. Blank, R. R. and M. A. Fosberg. 1989. Cultivated and adjacent virgin soils in north central South Dakota. II. mineralogical and micromorphological comparisons. *Soil Science Society of America Journal* 53(5): 1490-1499.
6. Brewer, R. 1964. Fabric and Mineral Analysis of Soils. John Wiley and Sons, New York.
7. Bullock, P. and C. P. Murphy. 1980. Towards the quantification of soil structure. *Journal of Microscopy* 120(3): 317-328.
8. Delvigne, J. E. 1998. Atlas of Micromorphology of Mineral Alteration and Weathering. The Canadian Mineralogists Special Publication, No. 3, Ottawa.
9. FitzPatrick, E. A. 1993. Soil Microscopy and Micromorphology. John Wiley & Sons, Chichester.
10. Francis, G. S. and P. M. Fraser. 1998. The effects of three earthworm species on soil macro-porosity and hydraulic conductivity. *Applied Soil Ecology* 10(1): 11-19.
11. Gregorich, E. G., M. R. Carter, J. W. Doran, C. E. Pankhurst and L. M. Dwyer. 1997. Biological attributes of soil quality. PP. 81-113. *In*: Gregorich, E. G. and M. R. Carter (Eds.), Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health. Elsevier, Amsterdam.
12. Hasanshahi, A., 2005. Detailed executive studies of watershed management in Rakaat sub-basin of Karoon 3 region. Khuzestan Deputy of Agricultural Organization.
13. Heidari, A. and S. Mahmoudi. 2004. Using image analysis in soil micromorphology. 9th Iranian Congress of Soil Science, Karaj, Iran, 28-31 August.
14. Kapur, S., J. Ryan, E. Akça, İ. Çelik, M. Pagliai and Y. Tülün. 2007. Influence of Mediterranean cereal-based rotations on soil micromorphological characteristics. *Geoderma* 142(3): 318-324.
15. Khormali, F., M. Ajami, S. Ayoubi, C. Srinivasarao and S. P. Wani. 2009. Role of deforestation and hillslope position on soil quality attributes of loess-derived soils in Golestan province, Iran. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 134(3): 178-189.
16. Kooistra, M. J., A. S. R. Juo and D. Schoonderbeek. 1990. Soil degradation in cultivated Alfisols under different management systems in southwestern Nigeria. *Developments in Soil Science* 19: 61-69.
17. Manafi, S. and S. Mahmoudi. 2005. Micromorphology of secondary calcium carbonates in selected soils around Urmia Lake. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 36(6): 199-1411.
18. McCarthy, P. J., I. P. Martini and D. A. Leckie. 1998. Use of micromorphology for palaeoenvironmental interpretation of complex alluvial paleosols: An example from the Mill Creek Formation (Albian), southwestern Alberta, Canada. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 143(1): 87-110.
19. Megonigal, J. P., W. H. Patrick and S. P. Faulkner. 1993. Wetland identification in seasonally flooded forest soils: soil morphology and redox dynamics. *Soil Science Society of America Journal* 57(1): 140-149.
20. Mirkarimi, M., F. Khormali, F. Kiani and M. Akef. 2011. Micromorphological investigation of mollic epipedon porosity in Mollisols of the southern Gorgan River under different land uses. *Journal of Water and Soil Sciences* 18(1): 181-197.
21. Murphy, C. P. 1986. Thin Section Preparation of Soils and Sediments. AB Academic Publishers, Berkhamsted, UK.
22. Pagliai, M. and N. Vignozzi. 2002. The soil pore system as an indicator of soil quality. *Advances in Geo Ecology*

www.SID.ir

Archive of SID

35: 69-80.
23. Pagliai, M., N. Vignozzi and S. Pellegrini. 2004. Soil structure and the effect of management practices. *Soil and Tillage Research* 79(2): 131-143.
24. Raheb, A. and A. Heidari. 2014. Micromorphological studies of soils with aquic conditions by image analysis. *Journal of Water and Soil Conservation* 21(3): 123-143.
25. Servati, M. 2007. Effect of land use and physiography on micromorphological properties of soils in southern Ahar. M.Sc Thesis in Soil Science, College of Agriculture, Tabriz University.
26. Shukla, M. K., R. Lal and M. Ebinger. 2003. Tillage effects on physical and hydrological properties of a typic Argiaquoll in Central Ohio. *Soil Science* 168: 802-811.
27. Slager, S. 1966. Morphological Studies of Some Cultivated Soils. Center for Agricultural Publications and Agricultural documentation, Wageningen.
28. Stoops, G., 2003. Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. Soil Science Society of America, Madison, WI.
29. Vandenbygaard, A. J., R. Protz and A. D. Tomlin. 1999. Changes in pore structure in a no-till chronosequense of silt loam soils, Southern Ontario. *Canadian Journal of Soil Science* 79(1): 149-160.
30. Vepraskas, M. J. 2004. Redoximorphic Features for Identifying Aquic Conditions. Technical Bulletin 301, North Carolina Agricultural Research Service, Raleigh, NC, USA.
31. Vepraskas, M. J. and S. P. Faulkner. 2000. Redox chemistry of hydric soils. PP. 85-107, *In*: Richardson, J. L., M. J. Vepraskas (Eds.), Wetland Soils: Genesis, Hydrology, Landscapes and Classification. Lewis Publisher, Boca Raton, FL, USA.
32. Wielemaker, W. G. and A. L. E. Lansu. 1991. Land-use changes affecting classification of a Costa Rican soil. *Soil Science Society of America Journal* 55(6): 1621-1624.
33. Yurong, H., H. Chengmin, X. Xiangming, W. Yanqiang and H. Xiubin. 2008. Micromorphological features of paleostagnic Anthrosols at archaeological site of Sanxingdui. China. *Journal of Mountain Science* 5 (4): 358-366.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science
Vol. 24, No. 3, Fall 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Impact of Land Use Changes on some Soil Micromorphological Features in Rakat Watershed, Eastern Khuzestan Province

P. Heidari[1], S. Hojati[1*], N. Enayatizamir[1] and A. Rayatpisheh[2]

(Received: October 20-2019; Accepted: June 2-2020)

Abstract

The objective of this study was to investigate the impact of land use change (forest and rangelands to agriculture) on some micromorphological indices of soil quality in part of Rakat watershed, southwest of Iran. Accordingly, intact soil samples from 0-15 and 15-30 cm depths were collected from the above-mentioned land uses, and microstructure, type and abundance of voids, redoximorphic features, and humic substances were compared. The results showed that in the natural forest use, most of the voids are in the form of macropores, whereas after their conversion to agriculture, these types of voids have little development. In natural rangelands uses, voids were mainly oriented channels and of macropore type, but after switching from pasture to agriculture, they were mainly of vughy type. The results showed that natural forests (27.73%) and natural grasslands (22.28%) had more abundance of voids than forest to agriculture (19.01%) and grassland to agriculture (18.62%) land uses. In both natural forests and pasture land uses, various types of iron and manganese nodules, coatings, hypo-coatings, and quasi-coatings were significantly higher than agricultural land uses.

Keywords: Microstructure, Voids, Channel, Humic substances, Soil quality.

1. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Khuzestan, Iran.
2. Lecturer at Khuzestan Watershed and Natural Resources Organization, Ahvaz, Khuzestan, Iran.
*: Corresponding author, Email: s.hojati@scu.ac.ir

www.SID.ir