نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد سوم، شماره دوم، ۱۳۹۲
http://ejsms.gau.ac.ir

تأثیر تغییر کاربری اراضی بر فعالیت آنزیمی خاک در جلگه سلدوز (آذربایجان‌غربی– نقده)

*سیدعلی ابراهیم‌زاد[1]، ناصر علی‌اصغرزاد[2] و نصرت‌اله نجفی[3]
[1]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه تبریز، [2]استاد گروه علوم خاک، دانشگاه تبریز،
[3]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۵

چکیده

منابع خاکی از اجزای مهم محیط زیست هستند که برای حفظ آن باید کیفیت و سلامت آن مدنظر قرار گیرد. از عوامل مهم اثرگذار بر کیفیت و سلامت خاک‌ها، تغییر کاربری آن‌ها است. ریزجانداران توانایی ویژه‌ای در سنجش کیفیت و سلامت خاک دارند و به سرعت به تغییرات محیطی واکنش نشان می‌دهند. این پژوهش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲ فاکتور کاربری اراضی در ۳ سطح (مرتع، باغ سیب و زراعت) و عمق خاک در ۲ سطح (۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر) و با ۵ تکرار در دشت سلدوز نقده استان آذربایجان‌غربی در منطقه میرآباد در پهنه‌ای به مساحت ۲۰۰ هکتار انجام گردید. شاخص‌های بیولوژیک کیفیت خاک شامل فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، سلولاز، اوره‌آز، فسفومنواستراز اسیدی و قلیایی، شاخص‌های شیمیایی شامل کربن آلی، pH، EC، درصد آهک و شاخص‌های فیزیکی شامل بافت خاک و پایداری خاک‌دانه‌ها در آب (WAS) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد شاخص‌های کیفیت و سلامت خاک در کاربری‌های زراعت و باغ سیب نسبت به مرتع دست‌نخورده (شاهد) کاهش معنی‌داری دارد. فعالیت اوره‌آز در کاربری باغ سیب و زراعت نسبت به کاربری مرتع در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۶۵/۵ و ۷۲/۷ درصد کاهش یافت. در کاربری مرتع با افزایش عمق خاک (۶۰-۳۰ سانتی‌متر) فعالیت اوره‌آز خاک ۷۷/۵ درصد کاهش یافت. نتیجه آزمایش نشان داد، تغییر کاربری از مرتع به زراعت و باغ سیب نسبت به مرتع دست‌نخورده (شاهد) در منطقه مورد مطالعه سبب کاهش معنی‌دار فعالیت‌های آنزیمی خاک گردیده است.

واژه‌های کلیدی: اوره‌آز، دهیدروژناز، فعالیت آنزیمی خاک، کاربری اراضی، کیفیت خاک

* مسئول مکاتبه: s.a.ebrahimzad@gmail.com

مقدمه

آنزیم‌های خاک برای کاتالیز کردن فرآیندهای حیاتی ریزجانداران خاک، تجزیه بقایای آلی، چرخه عناصر، تشکیل ماده آلی و ساختمان خاک مهم هستند (دیک و همکاران، ۱۹۹٤). ماده آلی، تولید آنزیم توسط جامعه ریزموجودات را تعدیل و اصلاح می‌کند. بنابراین عملیات مدیریتی که کم‌ترین ماده آلی را به خاک می‌رساند، فعالیت آنزیمی را کاهش داده و این امر می‌تواند بر تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه اثر بگذارد (آجوا و همکاران، ۱۹۹۹). ماده آلی، محیط بهتری را برای پایداری آنزیم‌های برون‌سلولی فراهم کرده و از آن‌ها در مقابل تنش‌های محیطی حمایت می‌کند (بالوتا و همکاران، ۲۰۰٤). متراکم شدن خاک در طی عملیات زراعی و احیای اراضی باعث کاهش ماده آلی خاک، تجمع نیتروژن در آن و در نهایت کاهش فعالیت ریزموجودات خاک می‌شود (ونگ و همکاران، ۲۰۰۵). مدیریت صحیح کشاورزی و حفظ مواد آلی خاک، از جمله عوامل مهم در کشاورزی پایدار می‌باشند. مقدار ماده آلی خاک ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی و فرایندهای خاک را به‌شدت تحت‌تأثیر قرار می‌دهد و یکی از شاخص‌های مهم کیفیت خاک محسوب می‌شود. در واقع مواد آلی عاملی برای تداوم حاصل‌خیزی خاک، جلوگیری از فرسایش و پیش‌روی بیابان و فراهم‌کننده یک محیط مناسب برای فعالیت بیولوژیکی خاک می‌باشند (اسپاکینی و همکاران، ۲۰۰٤). برای حفظ خاک‌ها برای نسل‌های آینده، باید نظام‌های مدیریتی توسعه یابند تا موجب حفظ و افزایش کیفیت خاک‌ها و سایر منابع طبیعی گردند. بر پایه اهداف کشاورزی، کیفیت خاک عبارت از توانایی تولید پایدار خاک است. بنابراین ارتباط قوی بین کشاورزی پایدار و کیفیت خاک وجود دارد. اگر نظام کشاورزی ناپایدار باشد، بخشی از ناپایداری به‌دلیل کاهش کیفیت خاک در طول زمان است (لال، ۱۹۹۸). ریزجانداران خاک نه تنها از طریق معدنی کردن نیتروژن، فسفر آلی و... می‌توانند آن‌ها را به شکل قابل استفاده گیاه درآورند، بلکه محصولات رشدیافته بر روی خاک‌های با مواد آلی کافی و ریزجانداران فعال، کم‌تر به‌وسیله علف‌های هرز، بیماری‌ها و آفات آلوده می‌گردند (آلتیری و نیکلاس، ۲۰۰۳؛ بایلی و همکاران، ۲۰۰۲). آنزیم‌ها از نخستین محصولات میکروبی هستند که می‌توانند توسط گیاهان و جانوران نیز تولید شوند. آن‌ها دائماً تولید شده و می‌توانند در خاک به‌صورت غیرفعال و یا حتی تجزیه شده تجمع یابند و به این ترتیب در چرخه عناصر در کشاورزی اهمیت زیادی دارند (دیک، ۱۹۹۷؛ طباطبایی، ۱۹۹٤). به عقیده کیس و همکاران (۱۹۷۵) فعالیت آنزیمی در خاک از فعالیت آنزیم‌های تجمع‌یافته (آنزیم‌های برون‌سلولی تثبیت شده در سطوح کلوئیدهای خاک) و ریزجانداران فعال و زنده خاک حاصل می‌شود.

منبع آنزیم‌های تجمع‌یافته نیز سلول‌های میکروبی اولیه است (لاد، ۱۹۸۵). ریوچی و راناموخاراچی (۲۰۰۸) در پژوهشی نمونه‌های خاک را از سه کاربری جنگل طبیعی، جنگل مصنوعی اقاقیا (کشت شده در سال ۱۹۸۷) و خاک لخت تخریب شده برداشت نمودند و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و فعالیت آنزیم دهیدروژناز را اندازه‌گیری کردند. نتایج به‌دست آمده نشانگر وجود تفاوت بسیار جزیی در شاخص‌های نام برده بین کاربری جنگل طبیعی و جنگل مصنوعی اقاقیا و تفاوت معنی‌دار بین دو کاربری نام برده با خاک تخریب‌یافته بود.

فعالیت آنزیم دهیدروژناز همبستگی مثبت و معنی‌داری با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (ماده آلی، کاتیون‌های تبادلی مثل Ca، K و Mg و درصد رطوبت خاک) که حاصل‌خیزی خاک با آن سنجیده می‌شود داشت (r=۰/۷۸۷، P<۰/۰۰۱). بنابراین فعالیت دهیدروژناز یک شاخص کارآمد در ارزیابی کیفیت و سلامت خاک است. از آن‌جایی‌که دهیدروژناز در خارج سلول نمی‌تواند فعالیت کند، بنابراین فعالیت آن شاخص خوبی از کل فعالیت توده زنده میکروبی خاک می‌باشد (دیک، ۱۹۹۷). کرمر (۲۰۰۳) تفاوت فعالیت میکروبی را در نظام‌های مدیریتی مختلف خاک و کشت بررسی کرد. ارزیابی فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز و دهیدروژناز خاک در نظام‌های کشت متمرکز، آلی و بوم‌نظام چمنزار نشان داد که در بوم‌نظام چمنزار به‌دلیل مواد آلی بیش‌تر فعالیت دو آنزیم نام برده بسیار بالا بود. هم‌چنین فعالیت فسفاتاز در خاک‌هایی که با نظام مدیریتی آلی اداره می‌شوند، نسبت به خاک‌های با نظام مدیریتی متداول، بیش‌تر است. آکوستا مارتینز و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه تأثیر کاربری اراضی و ویژگی‌های خاک بر فعالیت آنزیمی خاک، دریافتند که بیش‌ترین فعالیت آنزیم بتا-گلوکوزیداز در کاربری‌های مورد مطالعه مربوط به مرتع و سپس جنگل و زراعت بود. فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی و آریل سولفاتاز در کاربری‌های مرتع و جنگل با هم برابر و بیش‌تر از زراعت بود و به‌طورکلی فعالیت آنزیمی خاک بر اثر مدیریت کاربری کشاورزی، کاهش معنی‌داری یافت. گوپتا و جرمیدا (۱۹۸۸) فعالیت آنزیمی خاک در پاسخ به تیمارهای خاک‌ورزی را مطالعه نمودند. آنان خاک‌های کشت شده را با چمن‌زارهای مجاور، در کانادا مقایسه کرده و مشاهده نمودند که عملیات کشاورزی فعالیت فسفاتاز را ٤٩ درصد و آریل سولفاتاز را ٦٥ درصد کاهش داده است. سلامت خاک متأثر از فرایندهای میکروبیولوژیک است که توانایی ویژه‌ای در سنجش سلامت خاک دارند و به سرعت به تغییرات محیطی واکنش می‌دهند. تغییراتی که در کوتاه‌مدت در سلامت خاک ایجاد می‌شود توسط پارامترهای فیزیکی و شیمیایی مثل بافت خاک، EC و pH قابل سنجش نیستند. این پارامترها

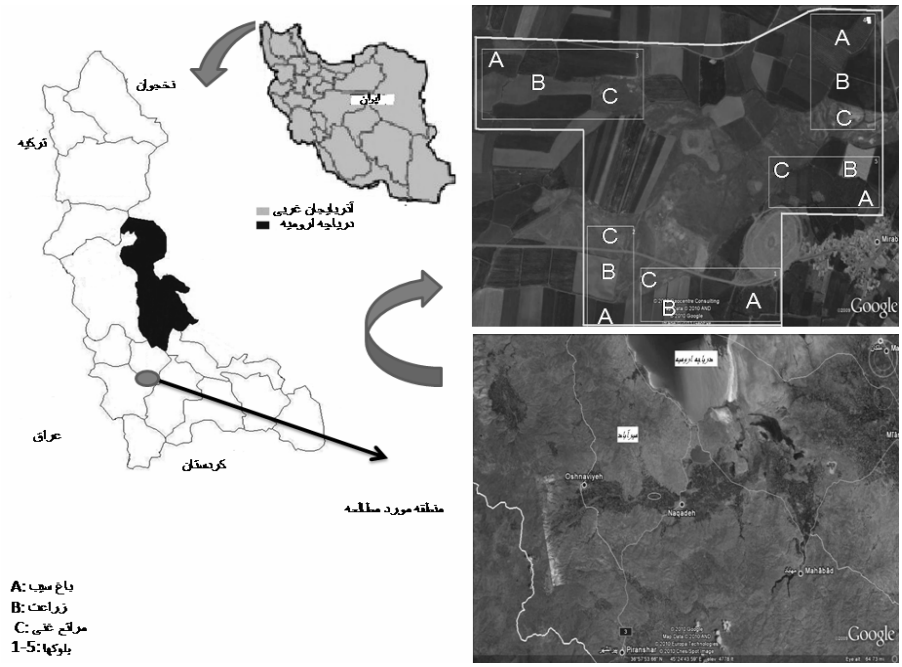
در درازمدت تحت‌تأثیر قرار می‌گیرند ولی پارامترهای بیولوژیک و اکوفیزیولوژیک به سرعت تحت‌تأثیر قرار گرفته و با اندازه‌گیری آن‌ها می‌توان به میزان و نوع تغییرات در بوم‌نظام خاک پی برد (دوران، ۱۹۸۰). مطالعات پژوهش‌گران مختلف نشان می‌دهد که تغییر کاربری اراضی از مرتع به زراعت و باغداری و اعمال تیمارهای مربوط به کشاورزی متداول مثل شخم و مصرف انواع سموم، تعادل بیولوژیکی خاک را بر هم زده و یکسری پیامدهای مضر برای شاخص‌های کیفیت و سلامت خاک و استفاده پایدار از خاک به‌دنبال دارد. شدت و ضعف این پیامدها وابسته به شرایط مکانی، مدیریت و نوع خاک می‌باشد. از جمله شاخص‌های حساس، فعالیت‌های آنزیمی است که در این پژوهش از این شاخص‌ها برای تعیین کیفیت و سلامت خاک استفاده شده است. بنابراین مطالعه این موارد با توجه به گستردگی تغییر کاربری اراضی در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران می‌تواند از جنبه‌های مختلف دارای اهمیت باشد. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر تغییر کاربری صورت گرفته در اراضی منطقه مورد مطالعه (جلگه سلدوز) طی ۵۰ سال اخیر از مرتع به زراعت و باغ سیب، بر فعالیت آنزیمی خاک است.

مواد و روش‌ها

جلگه سلدوز در استان آذربایجان‌غربی، میان شهرهای ارومیه، میاندوآب، مهاباد و پیرانشهر واقع شده است. منطقه مورد مطالعه (میرآباد) در بخش غربی جلگه سلدوز مابین شهرهای نقده و اشنویه قرار دارد. ارتفاع این منطقه ۱۳۲۵ متر از سطح دریا بوده، طول جغرافیایی منطقه ٤٥ درجه و ۱۸ دقیقه و ٤٨/٢٢ ثانیه تا ٤٥ درجه و ۱۷ دقیقه و ٣٥/٦٤ ثانیه شرقی، عرض جغرافیایی آن ٣٦ درجه و ٥٩ دقیقه ٣٥/٨٩ ثانیه تا ٣٦ درجه و ٥٨ دقیقه ٥٦/٨٣ شمالی و میانگین بارندگی منطقه ٣٢٦/٣ میلی‌متر است. موقعیت منطقه و بلوک‌ها در منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

بیش‌ترین میزان بارندگی در فصل زمستان ۱۱۳/۲ میلی‌متر بوده و کم‌ترین آن در فصل تابستان ٤/٦ میلی‌متر می‌باشد. میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۲/۸ درجه سلسیوس، حداکثر دما ٤٢ درجه سلسیوس و حداقل آن ۲۰- درجه سلسیوس می‌باشد. این مطالعه به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور کاربری اراضی و عمق خاک اجرا گردید. کاربری اراضی در ۳ سطح شامل: ۱- باغ سیب هم‌زمان با زراعت یونجه (کشت مخلوط) با قدمت بیش از ۱۰ سال، ۲- زمین زراعی با تناوب (گندم- چغندرقند- ذرت- کلزا)، ۳- مرتع درجه یک با تراکم بالای ۹۰

درصد پوشش گیاهان مرتعی (به‌عنوان بوم‌نظام شاهد) و عمق خاک در ۲ سطح ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر بودند که در ۵ تکرار (بلوک) در دشت سلدوز نقده استان آذربایجان‌غربی در منطقه میرآباد در پهنه‌ای به مساحت ۲۰۰ هکتار انجام گردید. در بهار ۸۹ از هر کاربری داخل هر بلوک ۲ نمونه مرکب از عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر برداشته شد و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متر، بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و در دمای ٤ درجه سلسیوس نگهداری شد. پس از آماده‌سازی نمونه‌های خاک، شاخص‌های بیولوژیک کیفیت خاک از جمله فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، سلولاز، اوره‌آز، فسفومنواستراز اسیدی و قلیایی به روش‌های زیر اندازه‌گیری گردید.



شکل ۱- موقعیت منطقه و بلوک‌ها در منطقه مورد مطالعه.

فعالیت آنزیم دهیدروژناز: نمونه‌های خاک در محلول تری‌فنیل تترازولیوم کلراید به حالت سوسپانسیون درآمده و به‌مدت ١٦ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند، تری‌فنیل فورمازون تولید شده طی فرایند آنزیمی، به‌وسیله اتیل استات استخراج و در طول موج ٥٤٦ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری گردید (علی‌اصغرزاد، ۲۰۱۰).

فعالیت آنزیم سلولاز: نمونه‌های خاک با استفاده از کربوکسی متیل سلولز به‌عنوان بستره به‌مدت ٤ ساعت در دمای ٥٠ درجه سلسیوس در دستگاه شیکر انکوباتور قرار داده شد (کانازاوا و میاشیتا، ١٩٨٦) و سپس میزان گلوکز آزاد شده در این مدت با روش گلوکز استات اندازه‌گیری گردید (دوبیوس و همکاران، ١٩٥٦).

فعالیت آنزیم اوره‌آز: پس از افزودن محلول اوره به نمونه خاک، آن را به‌مدت ۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس نگهداری کرده و آمونیوم آزاد شده در این مدت به‌وسیله محلول کلرید پتاسیم استخراج گردید (علی‌اصغرزاد، ۲۰۱۰). مقدار آمونیوم موجود در عصاره‌ها به روش ایندوفنل (رایلی و سین‌هاسینی، ۱۹۵۷) با اندکی اصلاحات اندازه‌گیری شد.

فعالیت آنزیم فسفومنواستراز اسیدی و قلیایی: پس از افزودن محلول بافری دی‌سدیم پارانیتروفنیل فسفات، نمونه‌های خاک به‌مدت ۱ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس نگهداری شد و سپس پارانیتروفنل آزاد شده بر اثر فعالیت فسفومنواستراز استخراج گردید و با هیدروکسید سدیم رنگی شده در طول موج ٤٠٠ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری گردید (علی‌اصغرزاد، ۲۰۱۰).

بافت خاک به روش هیدرومتر (بویوکاس، ١٩٦٢)، کربن آلی به روش والکلی- بلک (بلک‌مور و همکاران، ۱۹۷۲)، درصد کربنات کلسیم معادل خاک به روش جکسون (۱۹۵۸)، درصد خاک‌دانه‌های پایدار در آب به روش جان و کیم (۲۰۰۲) و pH و EC خاک در عصاره گل اشباع اندازه‌گیری گردید. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و رگرسیون چندمتغیره گام به گام با استفاده از نرم‌افزار SPSS در سطح احتمال ٥ درصد انجام گرفت. جدول‌ها و نمودارها با Word و Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

با توجه نتایج به‌دست آمده از آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی نمونه‌های خاک مورد آزمایش، بافت خاک لوم رسی تا رسی، pH خاک در محدوده ٨/٠٤-٧/٥٣، EC خاک در محدوده (دسی‌زیمنس بر متر) ٥/٤-٠/٤٧، پایداری خاک‌دانه‌ها در حالت مرطوب از ٩٩/٠٨-٥٥/٧٧ درصد و کربن آلی خاک در محدوده ٧/٤٤-٠/٨٥ درصد بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.

عمق خاک (سانتی‌متر)	نوع کاربری	بلوک	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	pH	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	CCE (درصد)	WAS (درصد)	OC (درصد)
۰-۳۰	مرتع	۱	۴۰/۸	۲۵/۷	۳۳/۵	۷/۹	۱/۱	۵۶/۷	۹۹/۱	۷/۴
		۲	۴۳/۱	۲۶/۷	۳۰/۲	۷/۶	۱/۴	۴۹/۶	۹۲/۸	۶/۴
		۳	۳۷/۵	۲۳/۹	۳۶/۶	۷/۸	۰/۹	۳۰	۹۴/۸	۷/۱
		۴	۳۹/۶	۲۹/۲	۳۱/۲	۷/۸	۱/۶	۳۱/۸	۹۴/۸	۶/۱
		۵	۳۶/۸	۲۸/۵	۳۴/۷	۷/۶	۱/۷	۴۶/۸	۹۳/۶	۶/۸
	باغ سیب	۱	۲۲/۷	۲۹/۹	۴۷/۴	۷/۷	۰/۷	۱۷	۹۵/۸	۲/۸
		۲	۲۱/۶	۲۵/۵	۵۲/۹	۷/۷	۰/۷	۲۶/۲	۹۴/۴	۲/۳
		۳	۱۲/۹	۲۷/۹	۵۹/۲	۷/۷	۰/۵	۴/۱	۹۵/۱	۲/۵
		۴	۱۹/۱	۳۶/۸	۴۴/۱	۷/۷	۱/۱	۱۰/۹	۷۴/۴	۲/۲
		۵	۱۵/۵	۳۰/۶	۵۳/۹	۷/۷	۰/۸	۲۰/۸	۹۴/۵	۲/۴
	زراعت	۱	۲۴/۶	۲۹/۱	۴۶/۳	۷/۸	۱/۱	۳۶/۹	۸۹/۲	۲/۷
		۲	۱۲/۳	۳۴/۰	۵۳/۷	۷/۸	۰/۱	۱۷/۴	۸۳/۵	۱/۸
		۳	۳۲/۸	۳۰/۶	۳۶/۶	۵/۷	۰/۹	۹/۵	۵۵/۸	۱/۸
		۴	۲۶/۹	۳۱/۶	۴۱/۵	۷/۷	۱/۵	۱۹/۴	۷۸/۳	۲/۸
		۵	۱۷/۳	۲۹/۹	۵۲/۸	۷/۶	۱/۳	۲۰/۷	۸۴/۲	۲
۳۰-۶۰	مرتع	۱	۲۷/۳	۲۶/۳	۴۶/۴	۷/۷	۳/۴	۵۷/۷	۹۰	۳/۴
		۲	۲۸/۵	۲۶/۹	۴۴/۶	۷/۶	۳/۱	۶۸/۶	۹۳/۹	۳/۱
		۳	۳۶/۱	۲۲/۰	۴۱/۹	۷/۷	۱/۳	۲۶/۳	۹۳/۲	۳/۳
		۴	۴۲/۶	۲۲/۹	۳۴/۴	۷/۷	۴/۵	۳۴	۹۱/۹	۳/۵
		۵	۳۴/۵	۲۴/۸	۴۰/۷	۷/۵	۵/۴	۳۷/۲	۹۴/۵	۳/۳
	باغ سیب	۱	۳۲/۹	۲۷/۶	۳۹/۴	۷/۷	۰/۵	۲۱/۹	۹۸/۷	۱/۵
		۲	۲۰/۱	۲۵/۵	۵۴/۴	۸/۰۴	۰/۵	۳۸/۵	۹۶/۶	۱/۸
		۳	۱۸/۸	۳۱/۷	۴۹/۵	۷/۷	۰/۵	۱۹/۵	۹۲/۷	۱/۲
		۴	۲۳/۵	۳۵/۹	۴۰/۶	۷/۷	۱/۲	۱۸	۵۷/۹	۰/۸
		۵	۲۱/۶	۲۸/۵	۴۹/۹	۷/۹	۰/۷	۲۲/۴	۹۲/۸	۱/۸
	زراعت	۱	۲۳/۰	۲۳/۶	۵۳/۴	۷/۹	۰/۹	۵۴/۱	۹۶/۷	۲/۵
		۲	۲۳/۲	۲۷/۲	۴۹/۶	۷/۶	۰/۷	۴۲/۳	۹۱/۵	۱/۸
		۳	۳۲/۰	۲۷/۹	۴۰/۰	۶/۷	۰/۸	۸/۳	۷۸/۵	۱/۳
		۴	۳۳/۲	۲۵/۹	۴۰/۹	۶/۷	۱/۵	۲۷	۷۷/۵	۱/۸
		۵	۱۸/۷	۲۷/۷	۵۳/۵	۷/۵	۰/۸	۲۰/۸	۹۷/۳	۱/۷

pH: واکنش خاک، EC: هدایت الکتریکی خاک، CCE: درصد کربنات کلسیم معادل خاک، WAS (درصد): درصد خاک‌دانه‌های پایدار در آب، OC (درصد): کربن آلی خاک.

فعالیت آنزیم دهیدروژناز خاک: با توجه به مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) تغییر کاربری اراضی باعث تغییر فعالیت آنزیم دهیدروژناز خاک شده است. این تغییرات در عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری در کاربری باغ به‌ترتیب ۶۸/۸۱ و ۷۷/۴۵ درصد و در کاربری زراعت به‌ترتیب ۷۵/۰۷ و ۶۵/۷ درصد نسبت به کاربری مرتع کاهش یافته است. تغییر عمق خاک تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم دهیدروژناز خاک نداشته است. نتایج مشابهی توسط ریوچی و راناموخاراچی (۲۰۰۸) و کرمر (۲۰۰۳) گزارش شده است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از تجزیه رگرسیون چندمتغیره (جدول ۲) فعالیت دهیدروژناز خاک دارای رابطه مثبت با فعالیت اوره‌آز و هدایت الکتریکی خاک و رابطه منفی با واکنش خاک دارد. فعالیت دهیدروژناز خاک بر اثر فعالیت گروهی از آنزیم‌های درون سلولی مؤثر در واکنش‌های متابولیکی و چرخه انتقال انرژی می‌باشد (اسمیت و همکاران، ۱۹۸۳). از آن‌جایی‌که دهیدروژناز در خارج سلول نمی‌تواند فعالیت کند فعالیت دهیدروژناز شاخص خوبی از کل فعالیت توده زنده میکروبی خاک می‌باشد (دیک، ۱۹۹۷). بنابراین هر قدر فعالیت دهیدروژناز بالا باشد فعالیت توده زنده میکروبی بالا بوده و فعالیت دیگر آنزیم‌ها نیز افزایش خواهد یافت. خاک مورد مطالعه در محدوده خاک غیرشور بوده (جدول ۱)، بنابراین شاید با افزایش هدایت الکتریکی خاک عناصر مورد نیاز توده میکروبی به راحتی تأمین شده و رابطه مثبت بین فعالیت دهیدروژناز خاک و هدایت الکتریکی خاک نشانگر این مطلب باشد. افزایش واکنش خاک محدودکننده فعالیت میکروبی خاک است.

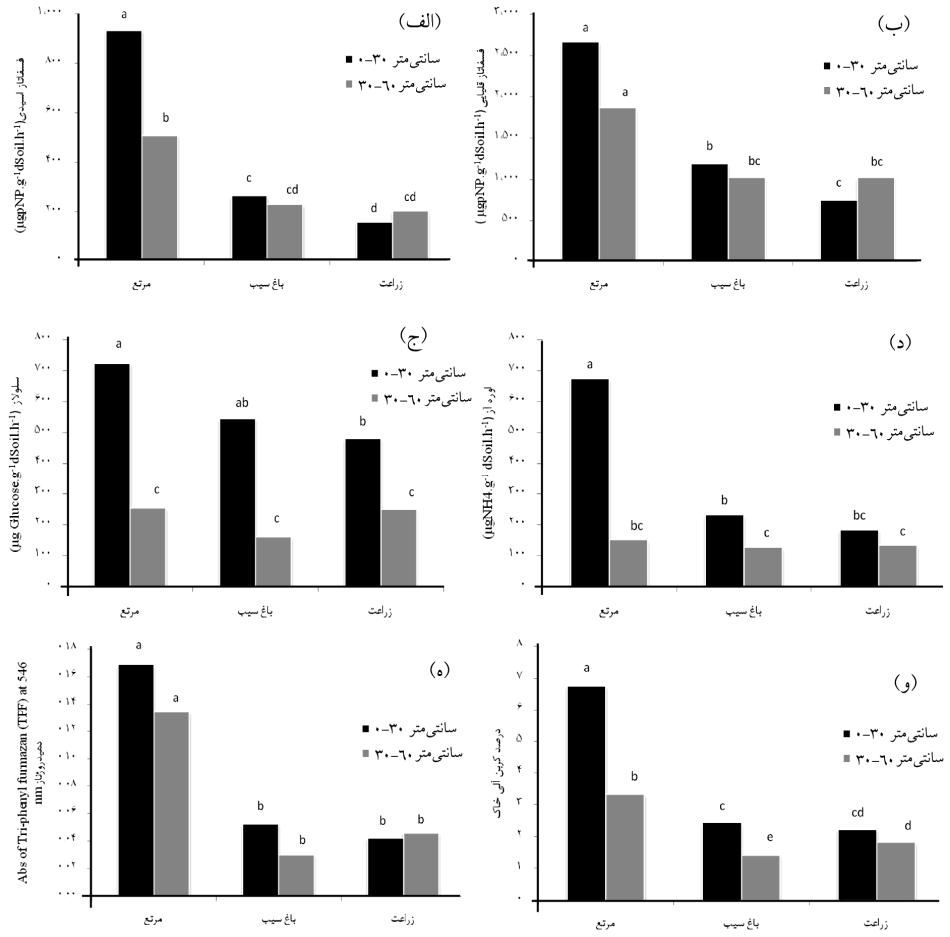
فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی: با توجه به مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) بیش‌ترین میزان فعالیت فسفاتاز اسیدی خاک در کاربری مرتع (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) و کم‌ترین فعالیت فسفاتاز اسیدی خاک در هر دو عمق در کاربری‌های باغ سیب و زراعت بوده است. اعمال تیمارهای مربوط به کشاورزی متداول در کاربری‌های باغ سیب و زراعت تأثیر منفی بر فعالیت فسفاتاز اسیدی خاک گذاشته است. در عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری اختلاف معنی‌دار در فعالیت فسفاتاز اسیدی خاک در بین کاربری باغ به‌ترتیب و زراعت با مرتع وجود داشته و فعالیت فسفاتاز اسیدی خاک در کاربری باغ به‌ترتیب ۷۱/۷، ۵۴/۸ درصد و در کاربری زراعت به‌ترتیب ۸۲/۹، ۵۹/۷ درصد نسبت به کاربری مرتع کاهش یافته است. در کاربری‌های زراعت و باغ سیب در اعماق مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ولی در کاربری مرتع اختلاف معنی‌دار در سطح فعالیت فسفاتاز اسیدی خاک در اعماق مورد مطالعه مشاهده

شد، به‌طوری‌که با افزایش عمق به ٦٠-٣٠ سانتی‌متری فعالیت فسفاتاز اسیدی خاک ٤٥/٥ درصد کاهش یافت فسفاتاز اسیدی توسط ریشه گیاهان و ریزجانداران خاک تولید می‌شود اعمال تیمارهای مربوط به زراعت و باغداری باعث افت فعالیت میکروبی خاک و کاهش تراکم ریشه‌ای در واحد حجم خاک شده و به دنبال آن باعث افت فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی خاک گردیده است، با افزایش عمق خاک جمعیت میکروبی خاک و تراکم ریشه‌ای افت کرده که باعث کاهش فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی شده است. کرمر (٢٠٠٣)، وئتس و همکاران (١٩٧٤)، میجانگوس و همکاران (٢٠٠٦) و مایور و همکاران (٢٠٠٩) نتایج مشابهی را گزارش کردند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از تجزیه رگرسیون چندمتغیره (جدول ٢) فعالیت فسفاتاز اسیدی رابطه مثبت با درصد کربن آلی خاک و فعالیت فسفاتاز قلیایی و رابطه منفی با درصد سیلت خاک داشت. پژوهش‌ها نشان داده که مقادیر بالای ماده آلی، فعالیت فسفاتاز اسیدی را تحریک می‌کند (فرانکبرگر و دیک، ١٩٨٣؛ جوردن و همکاران، ١٩٩٥). با افزایش درصد سیلت خاک شاید منافذ خاک مسدود شده و تهویه خاک دچار مشکل شده، فعالیت میکروبی و به دنبال آن فعالیت آنزیمی خاک افت کند.

جدول ٢- معادلات به‌دست آمده از رگرسیون چندمتغیره.

معادله	R^2
ACPA = ١٠٨ OC٪ + ٠/٠٩٩ ALPA – ٨/٧٣ Silt٪ + ١٦٤/٠٥٥	٠/٩٦**
ALPA = ٣/٤١٥ ACPA + ٤٩٤/٩٣	٠/٧٦**
DHA = ٠/٠٠٠١ UA + ٠/٠٠٠٠٣ EC – ٠/٢١٤ pH + ١/٦٣	٠/٧٤**
CA = ١٣٨/٨١ OC٪ – ١٠/٧٩CCE٪ – ٧/٨١ WAS٪ + ٩٩٩/٨٨	٠/٧٧**
UA = ١٠٤/٣٣ OC٪ – ٦٣/٢٦٨	٠/٦٨**
OC٪ = ٠/٠٠٥ ACPA + ٠/٠٠٢ UA + ٠/٦٠٨	٠/٩٤**

ACPA: فعالیت فسفومنواستراز اسیدی، ALPA: فعالیت فسفومنواستراز قلیایی، DHA: فعالیت دهیدروژناز، CA: فعالیت سلولاز، UA: فعالیت اوره‌آز، OC (درصد): درصد کربن آلی خاک، pH: واکنش خاک، EC: هدایت الکتریکی خاک، CCE (درصد): درصد آهک فعال خاک، Silt (درصد): درصد سیلت خاک، WAS (درصد): درصد خاک‌دانه‌های پایدار در آب، R^2: ضریب تبیین.



شکل ۲- مقایسه میانگین فعالیت فسفاتاز اسیدی و قلیایی خاک (A) و (B)، سلولاز خاک (C)، اوره‌آز خاک (D)، دهیدروژناز خاک (E)، درصد کربن آلی خاک (F) در کاربری‌های مورد مطالعه (P≤۰/۰۵).

فعالیت فسفاتاز قلیایی خاک: تغییر کاربری اراضی باعث تغییر فعالیت فسفاتاز قلیایی خاک شده است. این تغییرات در عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری در کاربری باغ به‌ترتیب ۵۵/۳۷ و ٤٤/۹۹ و در کاربری زراعت به‌ترتیب ۷۱/۹۲ و ٤٥/۲۷ درصد نسبت به کاربری مرتع کاهش یافته است. تغییر عمق خاک تأثیر معنی‌دار بر فعالیت فسفاتاز قلیایی خاک نداشته است. در کاربری مرتع شرایط طبیعی حاکم بوده سموم و کودهای شیمیایی و خاکورزی اعمال نشده بنابراین فعالیت بالای ریزجانداران

باعث حداکثر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی شده، با تغییر کاربری از مرتع به زراعت یا باغ سیب و اعمال تیمارهای کشاورزی متداول اکوسیستم خاک به هم خورده و فعالیت میکروبی و آنزیمی خاک افت کرده است. در کاربری زراعت و باغ سیب مصرف کودهای فسفاته به‌شدت فعالیت فسفاتازها را کاهش می‌دهد، آنزیم‌های فسفاتاز برای شکستن مولکول‌های آلی شامل فسفات و آزاد شدن ارتوفسفات‌ها توسط گیاهان و ریزجانداران ترشح می‌شوند و با توجه به این‌که کودهای شیمیایی فسفاته شامل ارتوفسفات‌ها هستند بنابراین با افزایش ارتوفسفات‌ها در خاک فعالیت فسفاتازها کاهش می‌یابد. کرمر (۲۰۰۳)، بالوتا و همکاران (۲۰۰٤) و گوپتا و جرمیدا (۱۹۸۸) نتایج مشابهی را گزارش کردند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از تجزیه رگرسیون چندمتغیره (جدول ۲) فعالیت فسفاتاز قلیایی با فعالیت فسفاتاز اسیدی رابطه مثبت دارد. فسفاتازها جزو آنزیم‌های القاء شونده هستند که در شرایط کمبود فسفر قابل جذب تولید و فعالیت آن‌ها با کاهش فسفر قابل جذب خاک، افزایش می‌یابد (مک‌گیل و کل، ۱۹۸۱). در بیش‌تر خاک‌ها بخش آلی فسفر بیش‌تر از بخش معدنی آن است. در بین استرهای آلی اسید فسفریک در خاک، اسید فیتانیک یا فیتین بیش‌ترین سهم را به خود اختصاص داده است (هالستید و مک‌کرچر، ۱۹۷۵). آنزیم فسفاتاز خاک نقش مهمی در معدنی شدن فسفر آلی خاک دارد و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و نوع پوشش گیاهی (دینکلارکر و مارشنر، ۱۹۹۲)، جمعیت قارچ‌ها و جمعیت باکتری‌ها (طرفدار و کلاسن، ۱۹۸۸) متغیر است. بیش‌تر گیاهان توان تولید فسفاتاز قلیایی را ندارند (طرفدار و کلاسن، ۱۹۸۸)؛ بنابراین فسفاتاز قلیایی به‌طور عمده توسط ریزجانداران خاک تولید می‌شود. گیاهان برای جذب فسفر از منابع آلی نیاز دارند که فسفر آلی توسط فسفاتازها به ارتوفسفات تبدیل گردد (مالکولم، ۱۹۸۳).

فعالیت آنزیم سلولاز خاک: با توجه به مقایسه میانگین‌های فعالیت سلولاز خاک (شکل ۲)، بیش‌ترین فعالیت آنزیم سلولاز خاک مربوط به عمق ۳۰-۰ در کاربری مرتع و کم‌ترین آن در عمق ٦۰-۳۰ سانتی‌متری بوده است. در عمق ٦۰-۳۰ سانتی‌متری اختلاف معنی‌دار در سطوح فعالیت آنزیم سلولاز خاک در بین کاربری‌ها وجود ندارد. در کاربری باغ سیب در اعماق مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. فعالیت آنزیم سلولاز در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در کاربری زراعت ۳۳/۵ درصد کاهش یافت. فعالیت سلولاز خاک با افزایش عمق خاک در کاربری‌های مرتع، باغ سیب و زراعت به‌ترتیب ٦٤/۸، ۷۰/۵ و ٤۸/۲ درصد کاهش نشان داد. فعالیت سلولاز خاک رابطه مثبت با درصد کربن آلی خاک و رابطه منفی با آهک فعال خاک و پایداری خاک‌دانه‌ها در آب دارد. ماده آلی، محیط بهتری را

برای پایداری آنزیم‌های برون‌سلولی فراهم کرده و در مقابل تنش‌های محیطی از آن‌ها حمایت می‌کند (بالوتا و همکاران، ۲۰۰٤)، بنابراین رابطه مثبت بین فعالیت سلولاز خاک با درصد کربن آلی خاک ناشی از حمایت کربن آلی خاک از آنزیم سلولاز است. به‌نظر می‌رسد با افزایش فعالیت سلولاز رشته‌های سلولز که در پایداری خاک‌دانه‌ها نقش دارند تجزیه شده و پایداری خاک‌دانه‌ها در حالت خیس کاهش می‌یابد. با توجه به این‌که درصد کربنات کلسیم معادل در منطقه مورد مطالعه بالا است بنابراین افزایش آهک خاک باعث افت فعالیت میکروبی و آنزیمی خاک شده است.

فعالیت آنزیم اوره‌آز خاک: تغییر کاربری اراضی باعث تغییر فعالیت اوره‌آز خاک شده است. این تغییرات در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در کاربری باغ ٦٥/٥ درصد و در کاربری زراعت ۷۲/۷ درصد نسبت به کاربری مرتع کاهش یافته است. تغییر عمق خاک در کاربری مرتع تأثیر معنی‌دار بر فعالیت آنزیم اوره‌آز خاک داشته، و با افزایش عمق فعالیت اوره‌آز خاک ۷۷/٥ درصد کاهش یافت. با توجه به جدول ۳ فعالیت اوره‌آز خاک رابطه مثبت با کربن آلی خاک دارد. اوره‌آز عهده‌دار هیدرولیز اوره به دی‌اکسیدکربن و آمونیاک است، اوره‌آز آنزیم برون‌سلولی بوده و ساختار سه‌بعدی مولکول آن روی سطوح کلوئیدی (به‌ویژه کلوئیدهای آلی) محافظت می‌شود. با افزایش ماده آلی افزون بر پایداری و تثبیت بیش‌تر آنزیم در خاک، خود ماده آلی نیز به‌عنوان پیش‌ماده موجب تحریک و افزایش تولید و فعالیت آنزیم اوره‌آز می‌شود، انجام خاک‌ورزی با تغییر ساختمان خاک، ظرفیت نگه‌داری رطوبت را در خاک کاهش می‌دهد، در شیوه بدون خاک‌ورزی نگه‌داری رطوبت خاک بیش‌تر است که موجب تحریک فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی به‌ویژه آنزیم اوره‌آز می‌شود، فعالیت اوره‌آز در خاک وابسته به باکتری‌های رطوبت دوست تجزیه‌کننده اوره است (آلویر و همکاران، ۲۰۰۵) با توجه با این‌که در کاربری مرتع شرایط بدون خاک‌ورزی حاکم بوده و بیش‌ترین درصد کربن آلی خاک در مرتع بوده بنابراین فعالیت اوره‌آز نیز در مرتع بالاتر از دیگر کاربری‌ها است.

کربن آلی خاک: با توجه به شکل ۲، کربن آلی خاک در عمق‌های ۳۰-۰ و ٦۰-۳۰ سانتی‌متری در کاربری باغ به‌ترتیب ٦۳/۸، ٥۷/۱ درصد و در کاربری زراعت به‌ترتیب ٦۷، ٤٤/۸ درصد نسبت به کاربری مرتع کاهش یافته است. در کاربری‌های مرتع، باغ سیب با تغییر عمق خاک نسبت به خاک سطحی کربن آلی خاک به‌ترتیب ٥۰/۸ و ٤۱/۷ درصد کاهش یافت. با توجه به نتایج به‌دست آمده از تجزیه رگرسیون چندمتغیره، رابطه بین فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و اوره‌آز خاک با کربن آلی

خاک مثبت است (جدول ۲). ماده آلی، محیط بهتری را برای پایداری آنزیم‌های برون‌سلولی فراهم کرده و در مقابل تنش‌های محیطی از آن‌ها حمایت کرده، بنابراین رابطه بین کربن آلی خاک و فعالیت آنزیمی خاک مثبت است. ماده آلی، تولید آنزیم توسط جامعه میکروبی را تعدیل و اصلاح می‌کند. بنابراین عملیات مدیریتی که کم‌ترین ماده آلی را به خاک برساند، فعالیت آنزیمی را کاهش می‌دهد. مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به‌خصوص کودهای نیتروژنی و استفاده نکردن از کودهای آلی در سالیان اخیر باعث کاهش مواد آلی خاک‌های زراعی ایران شده است (محمدیان و ملکوتی، ۲۰۰۲). به‌دنبال شخم معمولی فعالیت میکروبی افزایش می‌یابد که این افزایش در نتیجه تخریب خاک‌دانه‌ها، بهبود تهویه و در معرض قرار گرفتن سطح مواد قابل تجزیه می‌باشد (علی‌اصغرزاد، ۲۰۰۹). انجام عملیات‌های کشاورزی مانند شخم زدن باعث بهبود تهویه خاک و تسریع تجزیه مواد آلی خاک و افت آن گردیده است.

نتیجه‌گیری کلی

تغییر کاربری اراضی از مرتع به زراعت و باغداری و اعمال تیمارهای مربوط به کشاورزی متداول مثل شخم و مصرف انواع سموم تعادل بیولوژیکی خاک را بر هم زده، باعث تغییر شاخص‌های کیفیت و سلامت خاک شده است. از جمله شاخص‌های حساس، فعالیت‌های آنزیمی است که در این پژوهش از این شاخص‌ها برای تعیین کیفیت و سلامت خاک استفاده شد. تجمع ریزجانداران در لایه سطحی خاک بوده و با افزایش عمق خاک از جمعیت آن کاسته شده است. با توجه به مقایسه میانگین‌ها بیش‌ترین تأثیر تغییر کاربری در لایه ۳۰-۰ سانتی‌متر است. شاخص‌های کیفیت و سلامت خاک در کاربری‌های زراعت و باغ نسبت به مرتع دست‌نخورده (شاهد) کاهش معنی‌داری داشت. بالاترین فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، سلولاز، اوره‌آز، فسفومنواستراز اسیدی و قلیایی و کربن آلی خاک در کاربری مرتع بوده و تغییر کاربری اراضی باعث افت شدید شاخص‌های نام برده در کاربری‌های زراعت و باغ سیب شده است. در کاربری مرتع، ماده آلی زیادی وارد خاک شده، خاک مرتع دست‌کاری نشده و تقریباً شرایط مشابه حالت نبود خاک‌ورزی در آن‌جا حاکم بوده تغییر کاربری‌های انجام یافته، ماده آلی و فعالیت آنزیمی خاک را به‌شدت کاهش داده و تهدیدی بر کیفیت و سلامت خاک در منطقه مورد مطالعه است.

منابع

1.Aliasgharzad, N. 2009. Soil Microbiology and Biochemistry. Tabriz University Press. (Translated In Persian)

2.Aliasgharzad, N. 2010. Methods in Soil Biology. Tabriz University Press. (Translated In Persian)

3.Alvear, M., Rosas, A., Rouanet, J.L., and Borie, F. 2005. Effects of three soil tillage systems on some biologicalactivities in an Ultisol from southern Chile. Soil Till. Res. 82: 195-202.

4.Mohammadian, M., and Malakouti, M.J. 2002. Effect of Two Type of Composts on Soil physical and chemical properties and Corn Yield. J. Soil water. 16: 2. 144-151.

5.Acosta-Martı´nez, V., Leo, C., and Luis, P. 2007. Enzyme activities as affected by soil properties and land use in a tropical watershed. Appl. Soil Ecol. 35: 1. 35-45.

6.Altieri, M.A., and Nicholls, C.I. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agro ecosystems. Soil Till. Res. 72: 203-211.

7.Ajwa, H.A., Dell, C.J., and Rice, C.W. 1999. Changes in enzyme activities and microbial biomass of tallgrass prairie soil as related to burning and nitrogen fertilization. Soil Biol. Biochem. 31: 769-777.

8.Balota, E.L., Kanashiro, M., Filho, A.C., Andrade, D.S., and Dick, R.P. 2004. Soil enzymes activities under long-term tillage and crop rotation systems in subtropical agro-ecosystems. Braz. J. Microbiol. 35: 300-306.

9.Bailey, V.L., Peacock, A.D., Smith, J.L., and Bolten, H.J.R. 2002. Relationships between soil microbial biomass determined by chloroform fumigation-extraction, substrate-induced respiration, and phospholipids fatty acid analysis. Soil Biol. Biochem. 34: 1385-1389.

10.Blakemore, L.C., Searle, P.L., and Daley, B.K. 1972. Methods for Chemical Analysis of Soils. New Zealand Soil Bureau Report 10 A. Government Printer, Wellington.

11.Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of Soils. Agron. J. 54: 464-465.

12.Dick, W.A. 1984. Influence of long-term tillage and crop rotation combinations on soil enzyme activities. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 569-574.

13.Dick, R.P., Sandor, J.A., and Eash, N.S. 1994. Soil enzyme activities after 1500 years of terrace agriculture in the colca Vally, Peru. Agric. Ecosys. Environ. 50: 123-131.

14.Dick, R.P. 1997. Soil enzyme activities as indicators of soil health. P 121-156, In: Pankhurst, C.E., Doube, B.M., Gupta, V.V.S.R (eds.), Biological Indicators of Soil Health, CAB International, Welling Ford.

15.Dinkelaker, B., and Marschner, H. 1992. In vivo demonstration of acid phosphatase in the rhizosphere of soil grown plants. Plant Soil. 144: 199-205.

16.Doran, J.W. 1980. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 756-771.
17.Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., and Smith, F. 1956. Colorimetric method of determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28: 350-356.
18.Frankenberger, W.T., and Dick, W.A. 1983. Relationship between enzyme activities and microbial growth and activity indices in Soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 47: 945-951.
19.Gupta, V.V.S.R., and Germida, J.J. 1988. Distribution of microbial biomass and its activity in different soil aggregate size closes as affected by cultivation. Soil Biol. Biochem. 20: 777-786.
20.Halstead, R.I., and Mckercher, R.B. 1975. Biochemistry and cycling of phosphorus. P 3-1-63, In: Paul, E.A., Mc Laren, A.D (eds), Soil Biochem. Vol 4. Marcel Dekker, New York.
21.Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice- Hall Inc.
22.John, R.N., and Kim S.P. 2002 Aggregate stability and size distribution. P 201-414, In Jacob, H.D., and Clarke Topp, G (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 4. Physical Methods. Siol. Sci. Soc. A., Madison, WI., USA.
23.Jordan, D., Kremer, R.J., Bergfield, W.A., Kim, K.Y., and Cancino, V.N. 1995. Evaluation of microbial methods as potential indicators of soil quality in historical agricultural fields. Biol. Fert. Soil. 19: 297-302.
24.Kanzawa, S.H., and Miyashita, K. 1987. A method for the determination of Cellulase activity in forest soil. Soil Sci. Plant Nutr. 32: 71-79.
25.Kiss, S., Dragon-Bulardo, M., and Radulescu, D. 1975. Biological significance of enzymes in soil. Adv. Agron. 27: 25-91.
26.Kremer, R.J. 2003. Developing weed-suppressive soils through improved soil quality management. Soil Till. Res. 72: 193-202.
27.Ladd, J.N. 1985. Soil enzymes. P 175-221, In: Vaughan, D., Malcolm, R.E (eds.), Soil Organic Matter and Biological Activity. Boston.
28.Lal, R. 1998. Soil quality and agricultural sustainability. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan, Pp: 3-12.
29.Malcolm, R.E. 1983. Assessment of phosphatase activity in soil. Soil Biol. Biochem. 15: 403-408.
30.Mayor, Á.G., Goirán, S., and Bautista, S. 2009. Influence of vegetation spatial heterogeneity on soil enzyme activity in burned Mediterranean areas. Geophysical Research Abstracts Vol. 11, EGU2009-890-1.
31.McGill, W.B., and Cole, C.V. 1981. Comparative aspects of cycling of organic C, N, S and P through soil organic matter. Geoderma. 26: 267-286.
32.Mijangos, I., Perez, R., Albizu, I., and Garbisu, C. 2006. Effects of fertilization and tillage on soil biological parameters. Enzy. Microb. Tech. 40: 100-106.

33.Railey, J.P., and Sinhaseni, P. 1957. The determination of ammonia and total ionic nitrogen in sea water. J. Mar. Biol. Associ. U.K. 36: 161-168.
34.Ryoichi, D., and Ranamukhaarachchi, S.L. 2008. Soil dehydrogenase in a land degradation-rehabilitation gradient: observations from a savanna site with a wet/dry seasonal cycle. Revista de Biol. Trop. 57: 1-2. 223-234.
35.Smith, E.L., Hill, R.L., Lehman, I.R., Lefkowitz, R.J., Handler, P., and White. A. 1983. Biochemistry: Mammalian Biochemistry. 7th edition. McGraw-Hill International Book Co., London/Tokyo.
36.Spaccini, R., Mbagwu, J.S.C., Igwe, C.A., Conte, P., and Piccolo, A. 2004. Carbohydrate and aggregation in lowland soil of Nigeria as influenced by organic input. Soil Till. Res. 75: 161-172.
37.Tabatabai, M.A. 1994. Soil enzymes. In: Weaver, R.W., Mickelson, S.H., and Bigham, J.M. (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2 Microbial and Biochemical Properties. Soil Sci. Soc. Am. J. Madison, Wisconsin.
38.Trafdar, J.C., and Classen, N. 1988. Organic phosphorous compounds as a phosphorous source through the activity of phosphatase produced by plant roots and microorganisms. Biol. Fert. Soil. 5: 308-312.
39.Voets, J.P., Meerschman, P., and Verstraetc, W. 1974. Soil microbiological and biochemical effects of long-term atrazine applications. Soil Biol. Biochem. 6: 149-152.
40.Wingfield, G.I., Davies, H.A., and Greaves, M.P. 1977. The effect of soil treatment on the response of thesoil microflora to the herbiside dalapon. J. Appl. Bacteriol. 43: 39-46.
41.Wong, W., Ohse, K., Liu, J., M.o, W., and Oikawa, T. 2005. Contribution of root respiration to soil respiration in a C3/C4 mixed grassland. J. Biosci. 30: 507-514.

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 3(2), 2013
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Effect of land use changes on soil enzyme activity in Sulduz plain (Naqadeh-West Azarbaijan)

***S.A. Ebrahimzad[1], N. Aliasgharzad[2] and N. Najafi[3]**
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, University of Tabriz, [2]Professor, Dept. of Soil Science, University of Tabriz, [3]Associate Prof., Dept. of Soil Science, University of Tabriz
Received: 08/09/2012; Accepted: 02/23/2013

Abstract

Soil is a vital component of environment which its quality and health maintenance should be considered as an important factor. Land use changes mainly affect soil quality and health. Soil microorganisms respond to these changes and have special capability to assay these criteria. This research was carried out as factorial on the basis of randomized complete block design with two factors in 200 ha of Mirabad region, Suldoz plain in West Azerbaijan of Iran. Three types of land uses (pasture, crops and apple orchards) and two soil depths including 0-30 and 30-60 cm were considered in this experiment as main factors. Soil enzyme activity including dehydrogenase (DHA), cellulase (CA), urease (UA), acid and alkaline phosphatases (ACP and ALP) activities were measured as biological indices. Some important soil physical and chemical properties such as organic carbon, pH, EC, calcium carbonate equivalent (CCE), soil texture and water aggregate stability (WAS) were also determined. Results showed that soil quality and health indices were significantly decreased in apple orchard and crop production fields compared to the intact grassland. Decline of urease activity in orchards and crop fields at 0-30 cm depth were 65.5 and 72.7% and in grassland with increasing soil depth (30-60 cm) were 77.5, respectively. Soil enzyme activities were significantly decreased in apple orchard and crop production fields compared to the intact grassland.

Keywords: Enzyme activity, Land use, Soil quality, Urease, Dehydrogenase

* Corresponding Authors; Email: s.a.ebrahimzad@gmail.com