Archive of SID

مقایسه برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در انواع مدیریت‌های اراضی منطقه بروجن استان چهارمحال و بختیاری

حسین خادمی[۱]، جهانگرد محمدی[۲] و محسن نائل[۳]

چکیده

تاثیر نوع کاربری اراضی بر نحوه عملکرد خاک در اکوسیستم، از طریق مطالعه و ارزیابی تغییرات شاخص‌های کیفیت خاک امکان‌پذیر می‌باشد. اینگونه مطالعات که با هدف ایجاد تعادل بین میزان تولید و حفظ و بهبود کیفیت منابع اراضی انجام می‌گیرد، امکان شناسایی مدیریت‌های پایدار، و به تبع آن پیشگیری از تخریب فزاینده خاک را فراهم می‌سازد. در این تحقیق اثر مدیریت‌های مرسوم بر شاخص‌های کیفیت خاک مطالعه شد و از این طریق، از بین مدیریت‌های مرسوم در شهرستان بروجن، مناسبترین مدیریتها از نقطه نظر پایداری شناسایی گردید. پنج نوع مدیریت مرسوم شامل مرتع قرق، مرتع تحت چرای شدید، دیم رها شده، گندم و یونجه آبی انتخاب گردیدند. مقدار مواد آلی خاک، شدت فعالیت آنزیم فسفاتاز، پتانسیل تنفس میکروبی خاک، نیتروژن کل خاک، ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع، وزن مخصوص ظاهری خاک، بافت خاک، درصد آهک و واکنش نمونه‌های خاک سطحی برای هر کاربری اندازه‌گیری شد. فعالیت آنزیم فسفاتاز و درصد مواد آلی در اراضی تحت یونجه حداکثر، در آیش دیم و مرتع تحت چرای شدید حداقل، و در دو کاربری مرتع قرق و گندم آبی حد واسط می‌باشد. بیشترین پتانسیل تنفس میکروبی و نیتروژن کل در اراضی تحت یونجه، و بعد از آن در گندم آبی مشاهده شد. حداقل پتانسیل تنفس میکروبی در مرتع قرق شده و مرتع تحت چرای شدید اندازه‌گیری گردید. حال آنکه، حداقل نیتروژن کل خاک در کاربری‌های مرتع تحت چرا شدید و آیش دیم مشاهده گردید. مقادیر ضریب هدایت هیدرولیکی که نسبت به وزن مخصوص ظاهری قابلیت بیشتری در تفکیک مدیریت‌های مختلف از خود نشان داد، در اراضی تحت یونجه حداکثر، در مرتع تحت چرای شدید حداقل و در اراضی تحت سایر مدیریتها متوسط بود. طبق نتایج به دست آمده، کشت مداوم گندم آبی که مدیریت مرسوم منطقه می‌باشد، به تدریج کیفیت خاک را در مقایسه با سیستم زراعت یونجه کاهش داده است. این مطالعه نشان داد که ناپایدارترین مدیریت از نقطه نظر اکولوژیک، دیمکاری و سپس رهاسازی اراضی می‌باشد. به نظر می رسد، شدت فعالیت آنزیم فسفاتاز، درصد مواد آلی و ضریب هدایت هیدرولیکی در مقایسه با سایر شاخصها، تغییرات کیفیت خاک را در منطقه مطالعه شده بهتر نشان می دهند.

کلید واژه ها: تخریب خاک، کیفیت خاک، مدیریت پایدار اراضی

مقدمه

یکی از اهداف اصلی در مدیریت پایدار اراضی، شناسایی مدیریت‌هایی است که از یک طرف باعث ارتقاء کمی و کیفی تولید در طولانی مدت گردند و از طرف دیگر، باعث حفظ کیفیت خاک گردیده و منجر به تخریب اراضی نشوند. از دو دهه گذشته و در راستای مدیریت پایدار اراضی، مطالعه کیفیت خاک به منظور شناسایی و ارزیابی عملکردهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در اکوسیستم‌های مختلف زراعی، مرتعی و جنگلی مطرح شده است. در این مطالعات، هر یک از چهار عملکرد اصلی خاک، شامل: ۱- حفظ و تامین تولید گیاهی، فعالیت بیولوژیکی و تنوع زیستی، ۲- تنظیم و توزیع جریان آب و املاح، ۳- پاکسازی و جذب ضایعات شهری، صنعتی و کشاورزی و ۴- گردش

۱- دانشیار خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان (hkhademi@cc.iut.ac.ir)

۲- دانشیار خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۸۴/۸/۷

تاریخ پذیرش: ۸۵/۸/۱

۳- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

www.SID.ir

Archive of SID

عناصر غذایی و سایر عناصر موجود در بیوسفر زمین، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (۱۵ و۱۹).

ارزیابی عملکردهای فوق از طریق مطالعه ویژگی یا ویژگی‌های مرتبط با شاخص‌های کیفیت خاک انجام می‌شود. به عنوان مثال، به منظور بررسی وضعیت یک خاک در نگهداری و انتقال آب به محصول، شاخص‌هایی مانند ساختمان خاک، توزیع اندازه ذرات، پایداری خاکدانه‌ها و هدایت هیدرولیکی مناسب هستند و وقتی خاک به عنوان مدفن مواد زاید مطرح می‌شود، شاخص‌های شیمیایی به ویژه ظرفیت تبادل کاتیونی، واکنش خاک، مقدار مواد آلی و ظرفیت جذب مفید می‌باشند (۱۵). در هر صورت شاخص‌های انتخاب شده باید یک سری ویژگی‌های عمومی داشته باشند، از جمله اینکه با تغییر نوع مدیریت و شرایط اقلیمی تغییر یابند و نیز با فرآیندهایی که در محیط خاک و در کل اکوسیستم انجام می‌گیرند، همبستگی خوبی داشته باشند (۱۱).

اندازه‌گیری شاخص‌های کیفیت خاک و مقایسه آنها با مقادیر استاندارد و یا مطلوب، یکی از ساده‌ترین روش‌هایی است که در اینگونه مطالعات مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۵). مانلی و همکاران[1] (۱۸) از این روش برای مقایسه پایداری مدیریت‌های مختلف چرای دام استفاده کردند و برای اینکار تغییرات کربن آلی و نیتروژن خاک را در مدیریت‌های مختلف نسبت به مرتع قرق بررسی نمودند. از مطالعات کیفیت خاک استفاده‌های گسترده‌ای در ارزیابی برنامه‌های حفاظت اراضی آمریکا[2] به عمل آمده است (۷و۱۶). در این مطالعات، به منظور ارزیابی میزان موفقیت مدیریت‌های متفات احیاء مراتع تخریب شده، شدت تغییرات شاخص‌های کیفیت خاک در سیستم‌های مختلف مدیریتی و روند این تغییرات با یکدیگر مقایسه می‌گردند (۱۲).

در این رابطه، مطالعات مشابه و معدودی در ایران صورت گرفته است (۲،۱ و ۳). این پژوهشها غالباً با هدف بررسی و ارزیابی تغییر عملکردهای خاک[3] که در اثر تغییر کاربری اراضی مرتعی ایجاد می‌شود، انجام و در این رابطه شاخص‌هایی نیز پیشنهاد شده‌است. با این حال، به طور کلی شناخت ما درباره نوع و نحوه تاثیر مدیریت‌های مرسوم و حفاظتی بر کیفیت و عملکرد خاک بسیار محدود است. از آنجائیکه شاخص‌های کیفیت خاک و حدود آستانه آنها با توجه به اهداف تحقیق و نیز شرایط منطقه‌ای متفاوت می‌باشند، تحقیق حاضر با هدف مطالعه تاثیر مدیریت‌های مرسوم (زراعی و مرتعی) بر عملکرد خاک در اراضی اطراف بروجن در استان چهارمحال و بختیاری بر اساس ارزیابی شاخص‌های کیفیت خاک انجام شد.

مواد و روش ها

مناطق مطالعاتی

در اراضی حاشیه‌ای شهرستان بروجن در استان چهارمحال و بختیاری که به طور طبیعی قابلیت مرتع دارند و در سالهای اخیر تحت کاربری‌های متفاوتی قرار گرفته‌اند، پنج نوع مدیریت مرسوم مختلف شامل: ۱- مرتع قرق ۲- مرتع تحت چرای شدید ۳- اراضی که قبلاً تحت کشت گندم دیم بوده‌اند و در حال حاضر کاربری مشخصی ندارند (دیم رها شده)، ۴- اراضی تحت کشت گندم آبی و ۵- اراضی تحت کشت یونجه آبی شناسایی گردید. از آنجائیکه نقاط مطالعاتی کاملاً نزدیک به هم انتخاب شده‌اند، خصوصیات اقلیمی، فیزیوگرافی و رده‌بندی خاک در سیستم‌های مدیریتی فوق الذکر کاملاً مشابه یکدیگر می‌باشد. نقاط مطالعاتی در فاصله حدود ۵ کیلومتری شهر بروجن و در مسیر جاده بروجن – گندمان و در ارتفاع حدود ۲۲۳۰ متر از سطح دریا واقع شده‌اند. اراضی منطقه که از نظر

1- Manley *et al.*
2- Conservation Reserve Program
3- Soil Functions

www.SID.ir

Archive of SID

فیزیوگرافی دشت آبرفت دامنه‌ای می‌باشند، دارای شیب کلی ۱ تا ۳ درصد بوده و کمی حالت مواج دارند که البته در اراضی تسطیح شده خصوصیات مربوط به شیب و میکروتوپوگرافی کاملاً حفظ گردیده است.

میانگین بارندگی منطقه ۲۸۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۱/۵ درجه سانتیگراد می‌باشد. به طور کلی مراتع شهرستان بروجن جزء مناطق نیمه‌خشک طبقه‌بندی می‌شوند. پوشش گیاهی در مرتع قرق شده شامل:

Bromus tomentellus, Agropyron elangatum, Phlomis olivieri, Echinops sp. Scorzonera sp. Astragalus sp.

و درصد پوشش تاجی ۲۰ تا ۲۵ درصد می‌باشد. درمرتع تحت چرای شدید گونه های گیاهی صرفاً از نوع *Hertia angustifolia* و *Circium bracteusum* بوده و میزان پوشش تاجی ۸ تا ۱۰ درصد می‌باشد.

نمونه‌برداری و تجزیه‌های آزمایشگاهی خاکها

از هر یک از انواع استفاده های اراضی، ۵۰ نمونه خاک سطحی (cm ۱۵-۰) از مساحتی با وسعت ۰/۸ هکتار بر روی شبکه‌ای منظم برداشته شد. کل نمونه‌های خاک پس از اینکه کاملاً به حد هوا خشک رسیدند، کوبیده و از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند و فعالیت آنزیم فسفاتاز (PA)، پتانسیل تنفس میکروبی (MR)، درصد مواد آلی (OM) و نیتروژن کل (TN) در آنها اندازه‌گیری شد. بعلاوه، برخی خصوصیات دیگر خاک از قبیل بافت، واکنش خاک و درصد آهک خاک نیز با تکرار کمتر (۵ نمونه) برای هر منطقه تعیین گردید. علاوه بر این تعدادی نمونه خاک دست نخورده از هر منطقه جمع‌آوری و وزن مخصوص ظاهری و ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع (Ks) آنها اندازه‌گیری شد.

پتانسیل فعالیت آنزیم فسفاتاز با استفاده از روش طباطبایی[1] (۲۳) تعیین گردید. مطابق این روش، به مقدار مشخصی خاک، محلول سوبسترا (پارانیتروفنل فسفات) با غلظت و مقدار مشخص اضافه شد. سپس نمونه خاک تحت شرایط مشخصی از نظر درجه حرارت، اسیدیته و قدرت یونی قرار گرفته و شدت تبدیل سوبسترا به محصول در طی مدت انکوباسیون اندازه‌گیری شد. برای تعیین پتانسیل تنفس میکروبی، میزان CO_2 آزاد شده از خاک در طی مدت انکوباسیون و تحت شرایط کنترل شده حرارتی و رطوبتی، به روش تیتراسیون برگشتی با سود باقیمانده اندازه‌گیری گردید (۶).

درصد مواد آلی و نیتروژن کل به ترتیب با استفاده از روش اکسایش تر والکلی و بلک[2] (۲۱) و روش کجلدال (۹) تعیین گردید. pH خاک در مخلوط ۱ به ۲/۵ خاک به آب (۲۰) ، بافت خاک به روش پیپت (۲۰) و درصد کربنات کلسیم به روش تیتراسیون تعیین گردید (۴). برای تعیین ضریب هدایت هیدرولیکی از روش بار ثابت (۸) و برای اندازه گیری وزن مخصوص ظاهری از روش تهیه نمونه‌های دست نخورده با استفاده از نمونه‌گیرهای استوانه‌ای (۲۰) استفاده شد. تحلیل‌های آماری در سطح ۵ درصد و با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص‌های کیفیت خاک نه تنها تحت تاثیر نوع مدیریت اراضی هستند، بلکه شدیداً تحت کنترل خصوصیات ذاتی خاک[3] نیز می‌باشند (۱۷). از این‌رو وجود تفاوت‌های شدید در این خصوصیات، امکان ارائه تفاسیر غیر واقعی و بعضاً گمراه کننده را افزایش می‌دهد. به همین دلیل، برخی از خصوصیات کلیدی خاک سطحی که تاثیر غیرقابل انکاری در

1- Tabatabai
2- Walkley and Black
3- Inherent Soil Quality

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص‌های کیفیت خاک [1] دارند تعیین گردید (جدول۱). به طور کلی خاک سطحی در کلیه نقاط مطالعاتی دارای بافت لوم رسی سیلتی و درصد آهک بین ۲۵/۱ تا ۲۹/۸ متغیر است. همچنین pH خاک در محدوده ۷/۸ تا ۸/۲ تغییر می‌کند. بنابراین مقایسه شاخص‌های کیفیت خاک در سیستم‌های مورد مطالعه، واقع بینانه و منعکس کننده تاثیر مدیریت اراضی بر کارکردهای خاک خواهد بود.

به منظور نمایش پارامترهای مورد مطالعه در انواع مدیریت‌های متفاوت و مقایسه آنها از نمودارهای جعبه‌ای [2] استفاده شده است. این نمودارهانحوه توزیع داده‌ها را در اطراف میانه، چارک‌های اول و سوم و نیز داده‌های پرت را نمایش می‌دهد. به منظور آشنایی بیشتر با این نمودارها، اجزای مختلف یک نمودار جعبه‌ای در شکل ۱ نمایش داده شده است. مقایسه پنج سیستم مدیریتی مورد مطالعه از نظر میزان ماده آلی خاک در شکل ۲ آمده است. نتایج به دست آمده بیانگر این واقعیت است که چرای شدید و همچنین دیمکاری و سپس رهاسازی اراضی مرتعی، کاهش معنی‌داری در میزان ماده آلی خاک نسبت به مرتع قرق ایجاد نموده است. بدیهی است که در مدیریت قرق، میزان تولید گیاهی بیشتر از میزان تنفس بوده که این امر باعث تجمع کربن در توده زنده و نهایتاً خاک می‌گردد. حال آنکه حذف پوشش گیاهی، به هر طریقی که انجام گیرد، نسبت تنفس به تولید را افزایش داده و بدین ترتیب ذخایر کربن خاک را کاهش می‌دهد.

نتایج بدست آمده با مطالعاتی که گریگوریچ و همکاران [3] (۱۳) بر روی چمنزارهای کانادا انجام داده‌اند، هم‌خوانی دارد. این محققین در تبدیل چمنزارها به اراضی کشاورزی، کاهش ۵۰ درصدی در میزان کربن آلی مشاهده نمودند. نائل (۳) در مقایسه مراتع قرق شهرستان سمیرم با مراتع چرا شده، ۳۷/۵ درصد کاهش در مقدار ماده آلی خاک گزارش نموده است. غالباً کشت و کار مداوم در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک، به علت بالا بردن میزان تولید بیولوژیکی، مقدار کربن آلی خاک را نسبت به اراضی غیر کشاورزی افزایش می‌دهد. این واقعیت علت افزایش کربن آلی را در سیستم‌های زراعی گندم و یونجه توضیح می‌دهد. البته این افزایش درمورد گندم آبی نسبت به قرق در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبوده است.

معمولاً محققین رابطه خطی مثبتی بین مقدار ماده آلی خاک و کیفیت خاک در نظر می‌گیرند. در حالیکه این رابطه کاملاً خطی نبوده و در بعضی شرایط حتی ممکن است تاثیر منفی داشته باشد. به عنوان نمونه اگر عملکردهای زیست محیطی خاک در نظر گرفته شود، افزایش بیش از حد کودهای آلی حتی می‌تواند آلودگی‌های زیست محیطی ازت را به همراه داشته باشد (۱۳). ولی از آنجائیکه در نقاط مورد مطالعه، حفظ تولید بیولوژیکی حائز بیشترین اهمیت می‌باشد و از آنجا که وابستگی میزان تولید با مقدار ماده آلی خاک کاملاً به اثبات رسیده است (۱۳ و ۱۴)، می‌توان مواد آلی بیشتر در سیستم‌های مورد مطالعه را به معنی تولید بیولوژیکی بیشتر و در نتیجه کیفیت خاک بهتر در نظر گرفت. البته گفته می‌شود که وابستگی تولید به مقدار ماده آلی خاک با افزایش نهاده‌ها مانند کود و سم کاهش می‌یابد، بطوریکه در سیستم‌های زراعی پیشرفته این رابطه بسیار ضعیف است (۱۳)، ولی با این حال یافته‌های جدید نشان می‌دهند که حداکثر تولید گیاهان اصلاح شده و پرمحصول در خاک‌های با مواد آلی بیشتر اتفاق می‌افتد، چرا که در این شرایط راندمان استفاده از نهاده‌ها، بخصوص کودهای شیمیایی افزایش می‌یابد (۱۰).

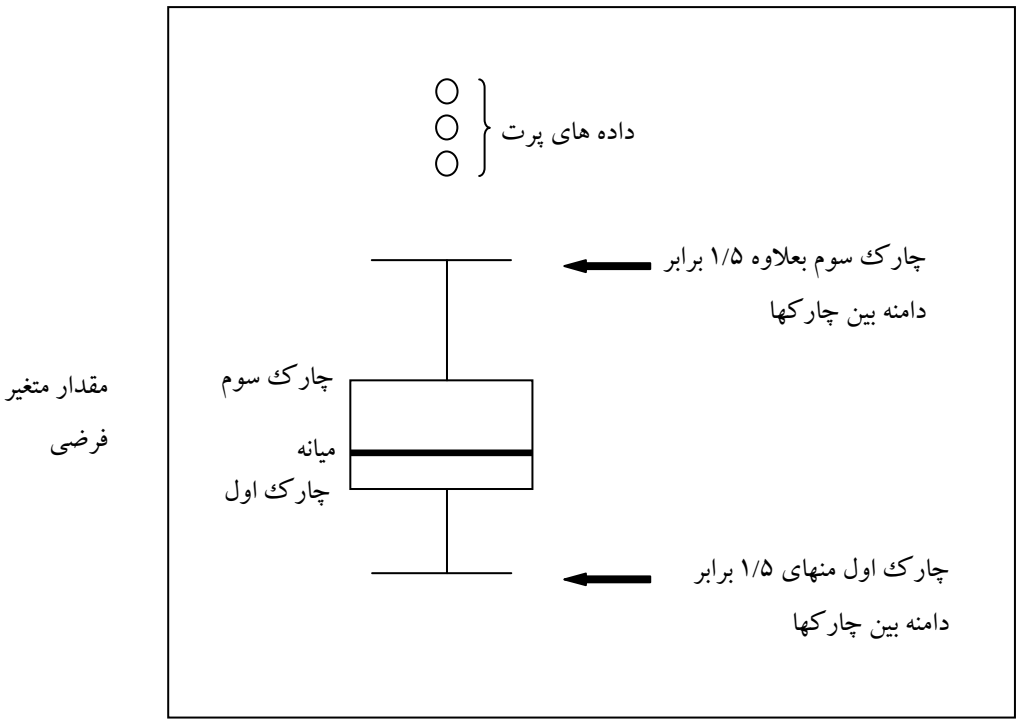
1- Soil Quality Indices
2- Box Plot
3- Gregorich *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- برخی از خصوصیات خاکها در مناطق مختلف مطالعاتی (اعداد میانگین ۵ تکرار می‌باشند)

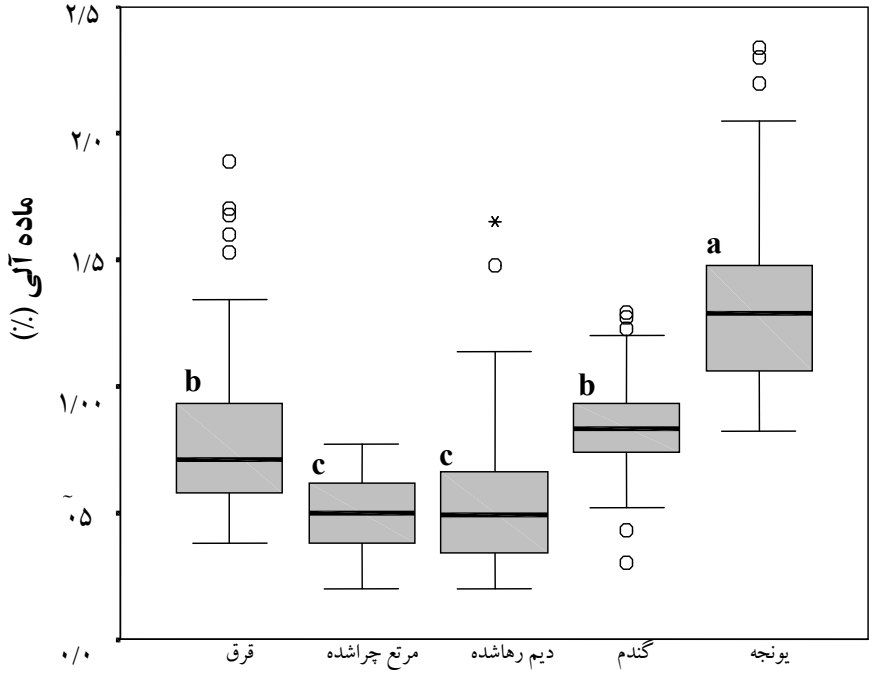
نوع استفاده	pH	$CaCO_3$	Sand	Silt	Clay
		(٪)			
مرتع قرق	۸/۲	۲۵/۱	۹/۷	۵۵/۹	۳۴/۴
مرتع چرا شده	۸/۱	۲۶/۰	۱۳/۳	۵۱/۷	۳۵/۰
دیم رها شده	۸/۰	۲۹/۸	۱۶/۵	۴۹/۸	۳۳/۷
گندم آبی	۷/۹	۲۶/۰	۱۱/۵	۵۱/۸	۳۶/۷
یونجه	۷/۸	۲۸/۴	۱۴/۰	۴۸/۱	۳۷/۹



شکل ۱- معرفی اجزای یک نمودار جعبه ای

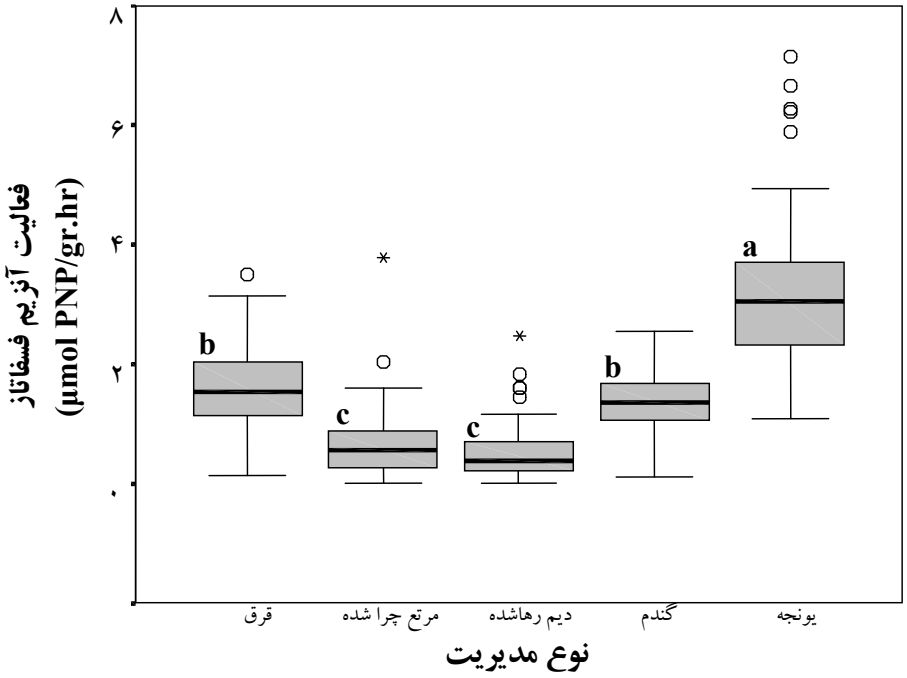
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- مقایسه دی خاک در سیستم‌های مدیریتی مورد مطالعه

(حروف انگلیسی غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشد)



شکل ۳- مقایسه پتانسیل فعالیت آنزیم فسفاتاز خاک در سیستم‌های مورد مطالعه

(حروف انگلیسی غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشد)

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاصل از مقایسه پتانسیل فعالیت آنزیم فسفاتاز در هماهنگی کامل با نتایج مربوط به ماده آلی می‌باشد (شکل۳)، به طوریکه فعالیت این آنزیم در کشت یونجه بیشتر از مراتع قرق و کشت گندم بوده و در مرتع تحت چرای شدید و دیمزار رها شده کمترین مقدار می‌باشد. لازم به توضیح است که آنزیم فسفاتاز از انواع آنزیم‌های برون سلولی بوده و به وسیله میکروارگانیسمها، ریشه‌های گیاهی و کرم‌های خاکی تولید می‌شود و رابطه این آنزیم با مقدار ماده آلی خاک، رطوبت خاک و حجم خاک در محیط ریشه، به اثبات رسیده است (۵). بنابراین هماهنگی نتایج مربوط به ماده آلی خاک و فعالیت آنزیم فسفاتاز در تحقیق حاضر را می‌توان به ارتباط تنگاتنگ این دو شاخص در منطقه مورد مطالعه نسبت داد. تحلیل همبستگی متغیرهای مورد مطالعه نیز که با استفاده از آزمون پیرسون انجام گرفت مؤید وجود همبستگی معنی‌دار بین این دو متغیر، و نیز سایر شاخص‌های مورد بررسی، در سطح ۰/۰۱ می‌باشد (جدول ۲). به طور کلی افزایش فعالیت آنزیمی با افزایش مواد آلی بخاطر وابستگی فعالیت میکروبی و آنزیم تولید شده به عرضه سوبسترای کربن می‌باشد. بعلاوه بیشتر آنزیم‌های برون سلولی آزاد شده در خاک تنها در صورتی که سریعاً تجزیه نشوند، قادرند در خاک پایدار بمانند. از اینرو وجود رس و کلوئیدهای آلی از عوامل موثر در حفظ و پایداری این آنزیمها در محیط خاک به حساب می‌آیند. بنابراین افزایش مواد آلی نه تنها از طریق افزایش فعالیت میکروبی بلکه از طریق پایدارسازی آنزیم فسفاتاز در خاک باعث افزایش فعالیت این آنزیم می‌شود.

هر چند آنزیمها شاخص‌های بسیار مناسبی در مطالعات کیفیت خاک به حساب می‌آیند، ولی مطالعات انجام شده در ارتباط با همبستگی بین فعالیت‌های آنزیمی و وضعیت حاصلخیزی خاک و تولید محصول نتایج بسیار ضد و نقیضی به همراه داشته است. محققین نشان داده اند که افزودن کودهای معدنی فعالیت آنزیمها را در مقایسه با تیمارهایی که کود حیوانی دریافت کرده‌اند کاهش می‌دهد، بدون اینکه تفاوت محسوسی از نظر عملکرد محصول بین این دو تیمار ایجاد شده باشد (۲۴). به عبارت دیگر منابع کودهای مختلف (آلی و معدنی) ممکن است از نظر مسائل مربوط به تغذیه گیاه و نهایتاً عملکرد محصول اثرات مشابهی داشته باشند، بدون اینکه از نقطه نظر فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک دارای اثرات یکسانی باشند. از آنجائیکه در مطالعات کیفیت خاک مسئله ارتقاء تولید گیاهی همراه با بهبود فعالیت‌های بیولوژیکی و تنوع میکروبی خاک در نظر گرفته می‌شود، می‌توان به اهمیت شاخص‌های آنزیمی در این گونه مطالعات و در جهت انتخاب مدیریت‌های پایدار پی برد.

جدول ۲- همبستگی بین شاخص‌های کیفیت خاک مورد مطالعه

	مواد آلی	فعالیت آنزیم فسفاتاز	تنفس میکروبی	نیتروژن کل
مواد آلی	۱			
فعالیت آنزیم فسفاتاز	۰/۲۸**	۱		
تنفس میکروبی	۰/۲۲**	۰/۶۸**	۱	
ازت کل	۰/۳**	۰/۷۸**	۰/۷۳**	۱

**: همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی دار می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

در شکل ۴ نتایج بدست آمده از مقایسه پتانسیل تنفس میکروبی در نقاط مختلف مطالعاتی ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، مقادیر تنفس میکروبی در کشت یونجه و گندم آبی بیشترین (به ترتیب ۰/۲۶ $mgCO_2/gr.day$ و ۰/۱۷ $mgCO_2/gr.day$) و درسیستم آیش دیم کمترین (۰/۰۹ mgCO2/gr.day) می‌باشند. بین دو مدیریت مرتع قرق و مرتع چرا شده، که از نظر شدت تنفس میکروبی حد واسط سیستم‌های فوق‌الذکر می‌باشند، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. لازم به یادآوری است که تنفس میکروبی خاک که تحت شرایط کنترل شده و در آزمایشگاه تعیین می‌گردد، معیاری برای فعالیت کل جمعیت‌های میکروبی می‌باشد (۲۲). در تفسیر فعالیت بیولوژیکی خاک و ارتباط آن با مواد آلی، تولید محصول و کیفیت خاک میتوان به دو جنبه کاملاً متفاوت اشاره کرد. تنفس در طولانی مدت باعث کاهش مواد آلی می‌گردد و از این‌رو نامناسب است ولی در عین حال در کوتاه مدت منجر به آزادسازی عناصر غذایی شده که برای رشد گیاه بسیار ضروری می‌باشد. بنابراین تعیین حدود بهینه‌ای برای تنفس بیولوژیک که درآن اثرات مثبت و منفی در تعادل هستند، لازم می‌باشد. بعلاوه به منظور مطالعه مجزای این دو مقوله توصیه می‌شود که از شاخص تنفس خاک[1] که در مزرعه اندازه‌گیری می‌شود، برای برآورد پتانسیل ذخیره مواد آلی در خاک و از شاخص تنفس میکروبی[2] که در آزمایشگاه تعیین می‌شود، برای برآورد رهاسازی عناصر غذایی به ویژه ازت استفاده شود.

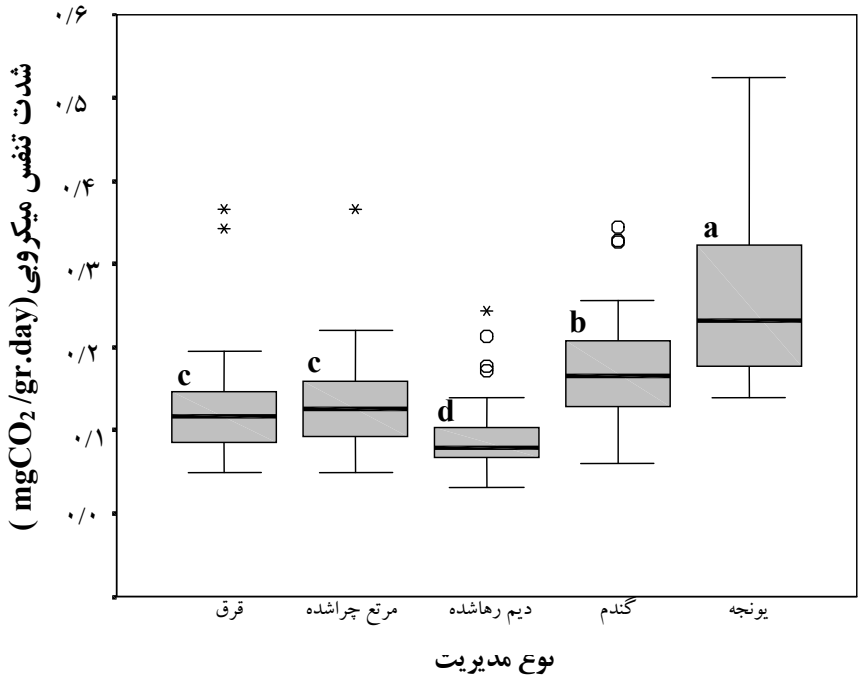
نتایج بدست آمده از مقایسه شاخص تنفس میکروبی در سیستم‌های مختلف تا حد زیادی به وسیله مقدار ماده آلی خاک و شدت فعالیت‌های بیولوژیکی (شکل‌های ۲ و ۳) قابل توجیه می‌باشد. به عبارت دیگر، تولید گیاهی بیشتر و به تبع آن تجمع مواد آلی در خاک، بر جمعیت‌های میکروبی خاک نیز اثر گذاشته و از این‌رو باعث افزایش پتانسیل فعالیت‌های میکروبی در خاک می‌گردد. در این مورد استثنایی بین دو مدیریت مرتع قرق و مرتع تحت چرای شدید وجود دارد. هرچند این دو سیستم از نظر میزان ماده آلی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان می‌دهند (شکل ۲) ولی این تفاوت در شدت تنفس میکروبی آنها به چشم نمی‌خورد. علت این مشاهده را که با اطلاعات موجود غیر قابل توضیح به نظر می‌رسد، شاید بتوان با مطالعه بیشتر بر روی کیفیت و ترکیب مواد آلی و مقایسه آن در دو سیستم مورد بحث که از نظر نوع پوشش گیاهی نیز بسیار متفاوت می‌باشند، توجیه نمود.

تاثیر مدیریت‌های مختلف بر روی درصد نیتروژن کل خاک در شکل ۵ ارائه گردیده است. مقدار نیتروژن کل در دو سیستم کشت یونجه و کشت گندم آبی حداکثر (به ترتیب ۰/۰۷۸ و ۰/۰۵۱ درصد) و در آیش دیم حداقل می‌باشد (۰/۰۳۵ درصد). از آنجائیکه بیشتر نیتروژن موجود در خاک به صورت نیتروژن آلی می‌باشد، می‌توان این نتایج را با مقدار ماده آلی این سیستمها توجیه نمود. بعلاوه، مقداری از این نیتروژن در سیستم کشت یونجه مربوط به تثبیت زیستی نیتروژن هوا می‌باشد. ولی همانطور که ملاحظه می‌شود، دو سیستم مرتع قرق و مرتع تحت چرای شدید تفاوتی از نظر مقدار ازت نشان نمی‌دهند. به عبارت دیگر در دو سیستم مذکور، این شاخص قادر نبوده است اثر مدیریت‌های مختلف را به خوبی شاخص ماده آلی از یکدیگر تفکیک نماید. از این‌رو لازم است برای مطالعه اثر مدیریت‌های مختلف بر چرخه نیتروژن عوامل بیشتری را مد نظر قرار داد.

1- Soil Respiration
2- Microbial Respiration

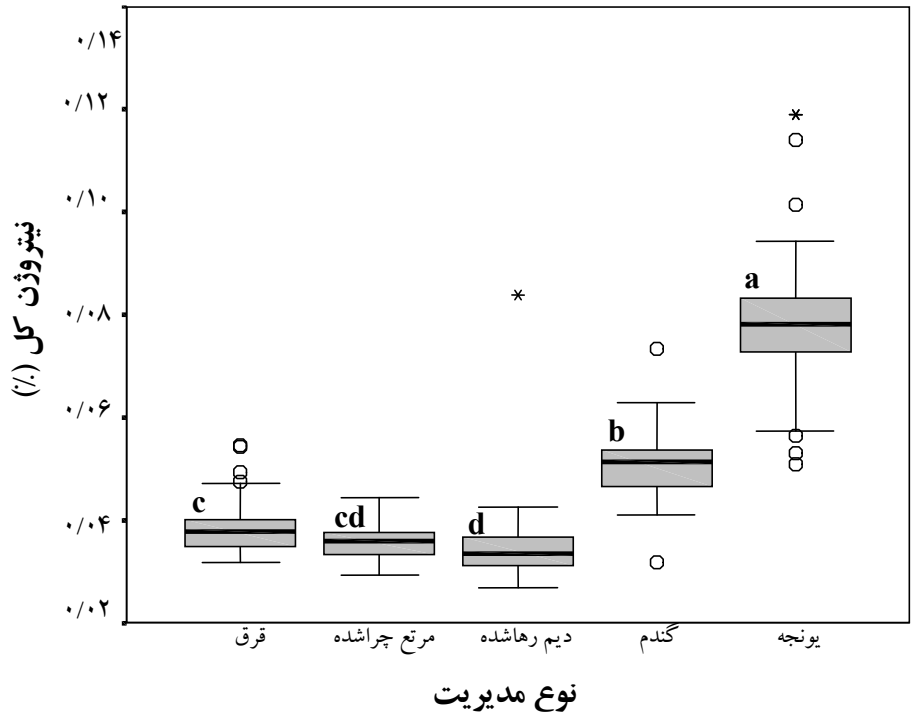
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- مقایسه پتانسیل شدت تنفس میکروبی خاک در سیستم‌های مورد مطالعه

(حروف انگلیسی غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشد)



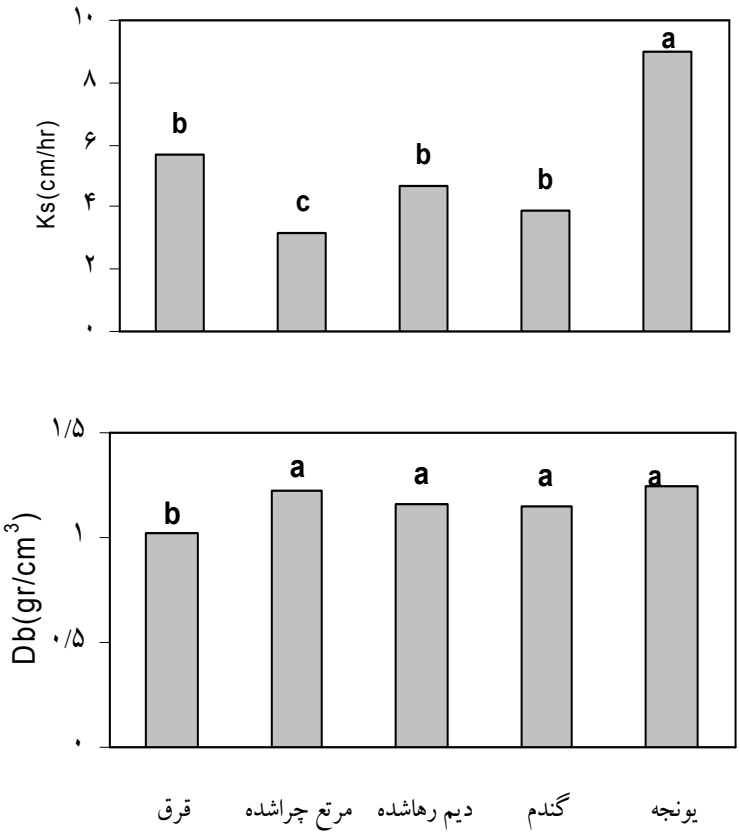
شکل ۵- مقایسه درصد نیتروژن کل خاک در سیستم‌های مدیریتی مورد مطالعه

(حروف انگلیسی غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشد)

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج بدست آمده از مقایسه ضریب هدایت هیدرولیکی و وزن مخصوص ظاهری سیستم‌های مورد مطالعه در شکل ۶ خلاصه گردیده است. بیشترین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک مربوط به کشت یونجه با میانگین ۹ $cm.hr^{-1}$ و کمترین میزان مربوط به اراضی تحت چرای شدید با میانگین ۳/۲ $cm.hr^{-1}$ می‌باشد. سایر مدیریت‌ها از نظر هدایت هیدرولیکی حد واسط دو کرانه ذکر شده قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر نشان نمی‌دهند. دلیل وجود هدایت هیدرولیکی بیشتر در کشت یونجه را می‌توان به وجود ماده آلی بیشتر و خاکدانه‌های بزرگتر و پایدارتر که خود معلول فعالیت بیولوژیکی بالاتر در این سیستم است نسبت داد. چرای شدید و به دنبال آن فشردگی خاک سطحی و نهایتاً کاهش پایداری خاکدانه‌ها، از عواملی است که کاهش شدید هدایت هیدرولیکی را در مدیریت مرتع تحت چرای شدید توجیه می‌کند. همانطور که ملاحظه می‌شود، شاخص هدایت هیدرولیکی در حالت اشباع خیلی موثرتر از شاخص وزن مخصوص ظاهری توانسته است اثر مدیریت‌های مختلف را بر ساختمان خاک منعکس نمایند. به عبارت دیگر این شاخص قابل اعتمادتر بوده و حساسیت بیشتری نسبت به مدیریت‌های اعمال شده از خود نشان می‌دهد.



شکل ۶- مقایسه ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع (Ks) و وزن مخصوص ظاهری (Db) در کاربری‌های مورد مطالعه

(حروف انگلیسی غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشد)

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

به طور کلی می توان پنج نوع مدیریت مورد مطالعه را به دو گروه اصلی زیر تفکیک نمود:

۱- مدیریت‌های زراعی شامل اراضی تحت کشت یونجه و گندم آبی و آیش دیم.

۲- مدیریت‌های مرتعی شامل مرتع قرق و مرتع تحت چرای شدید.

به علاوه لازم به ذکر است که در منطقه مورد مطالعه دو مدیریت یونجه‌کاری و گندم‌کاری در تناوب با یکدیگر هستند. بدین معنی که اراضی زیر کشت یونجه بعد از ۵ تا ۶ سال زیرکشت محصولات دیگر و نهایتاً زیر کشت گندم می‌روند و تا زمانیکه میسر باشد این گندم‌کاری ادامه می‌یابد.

در اینجا و قبل از پرداختن به نتیجه‌گیری کلی لازم است میانگین شاخص‌های کیفیت خاک بدست آمده از مرتع قرق که یک مدیریت نسبتاً طبیعی و غیر زراعی است، به عنوان شاهد معرفی گردند. این بدان معنی است که مقدار کمی شاخصها در این مدیریت به کلیماکس طبیعی منطقه نزدیکتر می‌باشد. بر طبق نتایج حاصل از این تحقیق کشت مداوم یونجه به تدریج کیفیت خاک را در مقایسه با کشت گندم بیشتر افزایش می‌دهد و در شرایطی که کیفیت خاک اراضی تحت کشت گندم مشابه اراضی قرق می باشد، خاک‌های تحت کشت یونجه دارای کیفیت حتی بهتری نسبت به شرایط طبیعی (قرق) می باشند (شکل‌های ۲و۳). البته در ارائه این نتیجه‌گیری از ملحوظ داشتن نتایج مربوط به ازت کل و تنفس میکروبی خودداری شده است چرا که اضافه کردن کودهای شیمیایی در اراضی زراعی امکان مخدوش شدن نتایج مربوط به این دو شاخص را افزایش می‌دهد.

در ارتباط با سیستم زراعی دیم مورد مطالعه، نکته‌ای که باید به یاد داشت این است که در این اراضی تنها در سال‌هایی که بارندگی زیاد است به زیر کشت می‌روند و در بقیه سالها به صورت رها شده باقی می‌مانند. از اینرو، این سیستم نه به اکوسیستم‌های زراعی آبی که غالباً دارای پوشش سبز هستند، شبیه می‌باشد و نه به اکوسیستم‌های مرتعی که حتی در بدترین شرایط دارای حداقلی از پوشش مرتعی هستند، شباهت دارد. این مطلب علت تنزل شدید کیفیت خاک در کاربری آیش دیم را توضیح می‌دهد و به علاوه بیانگر این حقیقت است که مدیریت‌های زراعی دیم در منطقه مورد مطالعه به علت شرایط خاص اقلیمی دارای حداقل پایداری اکولوژیک هستند. نکته جنبی دیگری که می‌توان از متفاوت بودن وضعیت کیفیت خاک سیستم‌های مورد بحث استخراج نمود، این است که احیاء دیمزارهای رها شده نسبت به مراتع چرا شده نیازمند هزینه و زمان بیشتری می‌باشد و شاید قرق تنها نتواند وضعیت این اراضی را در کوتاه مدت بهبود بخشد، حال آنکه وضعیت مراتعی که چرا شده‌اند، از این حیث مناسب‌تر است.

طبق یافته‌های این تحقیق، شاخص‌های کربن آلی خاک و شدت فعالیت آنزیم فسفاتاز قابل اعتمادترین شاخص‌های کیفیت خاک برای منطقه می‌باشد. این نکته را توانایی بالای این شاخصها در تفکیک سیستم‌های مختلف زراعی و مرتعی نشان می‌دهد. مقادیر میانگین این شاخصها در مرتع قرق به عنوان حد بهینه برای منطقه معرفی می‌گردند و از این‌رو می‌توانند معیاری برای انتخاب مدیریت‌های جایگزینی و روش‌های مختلف خاک‌ورزی باشند. در مورد سایر شاخص‌های مورد مطالعه یعنی ازت کل و شدت تنفس میکروبی، باید خاطر نشان ساخت این شاخصها در مقایسه مدیریت‌های زراعی قابل اعتماد هستند ولی در سیستم‌های مرتعی از قابلیت اعتماد پائین‌تری برخوردارند. بررسی علت این مسئله و نیز معرفی شاخص‌هایی مناسب‌تر، خصوصاً شاخص‌هایی که بتوانند وضعیت چرخه ازت را در سیستم‌های مرتعی توضیح دهند به عنوان موضوعاتی برای تحقیقات بعدی قابل توصیه هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

اعتبارات این پروژه از طریق طرح بین دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان و دانشگاه شهرکرد تامین گردیده است که بدین وسیله قدردانی می‌گردد. همچنین از خانم مهندس الهام چاوشی و آقای مهندس ایرج قاسمی که در انجام امور آزمایشگاهی و صحرایی زحمات زیادی متحمل شده‌اند، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد. همچنین از داوران محترمی که زحمت ارزیابی مقاله را متحمل گردیده و پیشنهادات مفیدی جهت ارتقاء کیفیت مقاله ارائه نمودند تشکر می گردد.

منابع

۱. چاوشی، ا. ۱۳۸۱. ارزیابی مقایسه‌ای سه سیستم کاربری در اراضی مواج اطراف شهرستان سمیرم با استفاده از شاخص‌های کیفیت خاک. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۵ شماره ۲، صص ۲۷-۴۴.

۲. خادمی، ح. و خیر، ح. ۱۳۸۳. تغییر پذیری برخی از خصوصیات کیفی خاک سطحی در مقیاس زمین‌نما در اراضی مرتعی اطراف شهرستان سمیرم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۸ شماره ۲، صص ۵۹-۷۴.

۳. نائل، م. ۱۳۸۰. مطالعه تخریب اراضی به کمک شاخص‌های کیفیت خاک و تغییرات مکانی آنها در اکوسیستم‌های مرتعی و جنگلی ایران مرکزی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۱۷ ص.

4. Allison, L. E., and Moodie, C. D. 1965. Carbonates, pp: 1379-1396. In: C. A. Black, D. D. Evans, L. E. Ensminger, J. L. White and F. C. Clark (eds.), Methods of Soil Analysis. Part II. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

5. Amador, J. A., Gluchsmam, A. M., Lyons, J. B., and Gorres, J. H. 1997. Spatial distribution of soil phosphatase activity within a riparian forest. Soil Science, 162 (11): 808-824.

6. Anderson, J. P. E. 1982. Soil respiration, pp: 831-872. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.), Methods of Soil Analysis. Part II. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

7. Baer, S. G., Rice, C. W., and Blair, J. M. 2000. Assessment of soil quality in fields with short and long term enrollment in the CRP. Journal of Soil and Water Conservation, 55 (2): 142-146.

8. Bouwer, H. 1986. Intake rate: cylinder infiltrometer, pp: 825-844. In: A. Kulte (ed.), Methods of Soil Analysis. Part I. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

9. Bremner, J. M., and Mulvany, C. S. 1982. Nitrogen total, pp: 595-624. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.), Methods of Soil Analysis. Part II. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Christensen, B. T., and Johnston, A. E. 1997. Soil organic matter and soil quality, Lessons learned from long-term experiments at Askov and Rothamsted, pp: 399-430. In: E. G. Gregorich and M. R. Carter (Eds.), Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.

11. Doran, J. W., and Parkin, T. B. 1996. Quantitative indicators of soil quality: A minimum data set, pp: 25-37. In: J. W. Doran and A. J. Jones (eds.), Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America Special Publication, No. 49, Madison, Wisconsin, USA.

12. Gewin, V. L., Kennedy, A. C., Veseth, R., and Miller, B. C. 1999. Soil quality changes in eastern Washington with Conservation Reserve Program (CRP) take-out. Journal of Soil and Water Conservation, 54 (1): 432-438.

13. Gregorich, E. G., Carter, M. R., Angers, D. A., Monreal, C. M., and Ellert, B. H. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Cananadin Journal of Soil Science, 74: 367-385.

14. Gregorich, E. G., Carter, M. R., Doran, J. W., Pankhurst, C. E., and Dwyer, L. M. 1997. Biological attributes of soil quality, pp: 81-114. In: E. G. Gregorich and M. R. Carter (eds.), Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.

15. Karlen, D. L., Mausbach, M. J., Doran, J. W., Cline, R. G., Harris, R. F., and Schuman, G. E. 1997. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. Soil Science Society America, 61: 4-10.

16. Karlen, D. L., Parkin, T. B., and Eash, N. S. 1996. Use of soil quality indicators to evaluate conservation reserve program sites in Iowa, pp: 345-355. In: J. W. Doran and A. J. Jones (eds.), Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America Special Publication, No. 49, Madison, Wisconsin, USA.

17. Ladd, J. N., Amato, M., Jocteur-Monrozier, L., and Van Gestal, M. 1990. Soil microhabitats and carbon and nitrogen metabolism. Transaction of International Congress of Soil Science, Kyoto, Japan, 3: 82-87.

18. Manley, J. T., Schuman, G. E., Reeder J. D., and Hart, R. H. 1995. Rangeland soil carbon and nitrogen responses to grazing. Journal of Soil and Water Conservation, 50: 294-298.

19. Nael, M., Khademi H., and Hafabbasi, M. 2004. Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degradation in central Iran. Applied soil Ecology 27:221-223.

20. National Soil Survey Center. 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report. No. 42, Lincoln, Nebraska.

21. Nelson, D. W., and Sommers, L. E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter, pp: 539-580. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.), Methods of Soil Analysis. Part II. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

www.SID.ir

Archive of SID

22. Parkin, T. B., Doran, J. W., and Franco-Vizcaion, E. 1996. Field and Laboratory tests of soil respiration, pp: 231-245. In: J. W. Doran and A. J. Jones (eds.), Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America Special Publication, No. 49, Madison, Wisconsin, USA.

23. Tabatabai, M. A. 1986. Soil enzymes, pp: 903-943. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.), Methods of Soil Analysis. Part II. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

24. Yaroschevich, I. V. 1966. Effect of fifty years application of fertilizers in a rotation on the biological activity of a Chernozem. Agrokhimiya, 6: 14-19.

www.SID.ir