

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 امکان پذیر 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 چرای 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 می‌رسد، 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 می‌دهند.

کلید واژه‌ها: تخریب خاک، کیفیت خاک، مدیریت پایدار اراضی

مقدمه

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

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

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

تاریخ دریافت: ۸۴/۸/۷

۲- دانشیار خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

تاریخ پذیرش: ۸۵/۸/۱

۳- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

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^۳ که در اثر تغییر کاربری اراضی مرتعی ایجاد می شود، انجام و در این رابطه شاخص هایی نیز پیشنهاد شده است. با این حال، به طور کلی شناخت ما درباره نوع و نحوه تاثیر مدیریت های مرسوم و حفاظتی بر کیفیت و عملکرد خاک بسیار محدود است. از آنجائیکه شاخص های کیفیت خاک و حدود آستانه آنها با توجه به اهداف تحقیق و نیز شرایط منطقه ای متفاوت می باشند، تحقیق حاضر با هدف مطالعه تاثیر مدیریت های مرسوم (زراعی و مرتعی) بر عملکرد خاک در اراضی اطراف بروجن در استان چهارمحال و بختیاری بر اساس ارزیابی شاخص های کیفیت خاک انجام شد.

مواد و روش ها مناطق مطالعاتی

در اراضی حاشیه ای شهرستان بروجن در استان چهارمحال و بختیاری که به طور طبیعی قابلیت مرتع دارند و در سالهای اخیر تحت کاربری های متفاوتی قرار گرفته اند، پنج نوع مدیریت مرسوم مختلف شامل: ۱- مرتع قرق ۲- مرتع تحت چرای شدید ۳- اراضی که قبلاً تحت کشت گندم دیم بوده اند 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 شده اند، خصوصیات اقلیمی، فیزیوگرافی و رده بندی خاک در سیستم های مدیریتی فوق الذکر کاملاً مشابه یکدیگر می باشد. 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 شده اند. اراضی منطقه که از نظر

عناصر غذایی و سایر عناصر موجود در بیوسفر زمین، مورد ارزیابی قرار می گیرد (۱۵ و ۱۹).

ارزیابی عملکردهای فوق از طریق مطالعه ویژگی یا ویژگی های مرتبط با شاخص های کیفیت خاک انجام می شود. به عنوان مثال، به منظور بررسی وضعیت یک خاک در نگهداری و انتقال آب به محصول، شاخص هایی مانند ساختمان خاک، توزیع اندازه ذرات، پایداری خاکدانه ها و هدایت هیدرولیکی مناسب هستند و وقتی خاک به عنوان مدفن مواد زاید مطرح می شود، شاخص های شیمیایی به ویژه ظرفیت تبادل کاتیونی، واکنش خاک، مقدار مواد آلی و ظرفیت جذب مفید می باشند (۱۵). در هر صورت شاخص های انتخاب شده باید یک سری ویژگی های 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 می گیرند، همبستگی خوبی داشته باشند (۱۱).

اندازه گیری شاخص های کیفیت خاک و مقایسه آنها با مقادیر استاندارد و یا مطلوب، یکی از ساده ترین روش هایی است که در اینگونه مطالعات مورد استفاده قرار می گیرد (۱۵). مانلی و همکاران^۱ (۱۸) از این روش برای مقایسه پایداری مدیریت های مختلف چرای دام استفاده کردند و برای اینکار تغییرات کربن آلی و نیتروژن خاک را در مدیریت های مختلف نسبت به مرتع قرق بررسی نمودند. از مطالعات کیفیت خاک استفاده های گسترده ای در ارزیابی برنامه های حفاظت اراضی آمریکا^۲ به عمل آمده است (۱۶ و ۷). در این مطالعات، به منظور ارزیابی میزان موفقیت مدیریت های متفاوت احیاء مراتع تخریب شده، شدت تغییرات شاخص های کیفیت خاک در سیستم های مختلف مدیریتی و روند این تغییرات با یکدیگر مقایسه می گردند (۱۲).

1- Manley et al.

2- Conservation Reserve Program

پتانسیل فعالیت آنزیم فسفاتاز با استفاده از روش طباطبایی^۱ (۲۳) تعیین گردید. مطابق این روش، به مقدار مشخصی خاک، محلول سوبسترا (پارانیتروفل 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 CO₂ 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^۲ (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 اندازه‌گیری 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^۳ نیز می‌باشند (۱۷). از این رو 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

فیزیوگرافی دشت آبرفت دامنه‌ای می‌باشند، دارای شیب کلی ۱ تا ۳ درصد بوده و کمی حالت موج 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 جز، 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. در مرتع تحت چرای شدید گونه‌های گیاهی صرفاً از نوع *Cirsium* و *Hertia angustifolia* *bracteusum* بوده و میزان پوشش تاجی ۸ تا ۱۰ درصد می‌باشد.

نمونه‌برداری و تجزیه‌های آزمایشگاهی

خاکها

از هر یک از انواع استفاده‌های اراضی، ۵۰ نمونه خاک سطحی (۰-۱۵ cm) 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.

1- Tabatabai

2- Walkley and Black

3- Inherent Soil Quality

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 اقلیم های خشک و نیمه خشک، به علت بالا بردن میزان تولید بیولوژیکی، مقدار کربن آلی خاک را نسبت به اراضی غیر کشاورزی افزایش می دهد. این واقعیت علت افزایش کربن آلی را در سیستم های زراعی گندم و یونجه توضیح می دهد. البته این افزایش در مورد گندم آبی نسبت به قرق در سطح ۵ درصد معنی دار نبوده است.

معمولاً محققین رابطه خطی مثبتی بین مقدار ماده آلی خاک و کیفیت خاک در نظر می گیرند. 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 می تواند آلودگی های زیست محیطی ازت را به همراه داشته باشد (۱۳). ولی از آنجائیکه در نقاط مورد مطالعه، حفظ تولید بیولوژیکی حائز بیشترین اهمیت می باشد و از آنجا که وابستگی میزان تولید با مقدار ماده آلی خاک کاملاً به اثبات رسیده است (۱۳ و ۱۴)، می توان مواد آلی بیشتر در سیستم های مورد مطالعه را به معنی تولید بیولوژیکی بیشتر و در نتیجه کیفیت خاک بهتر در نظر گرفت. البته گفته می شود که وابستگی تولید به مقدار ماده آلی خاک با افزایش نهاده ها مانند کود و سم کاهش می یابد، بطوریکه در سیستم های زراعی پیشرفته این رابطه بسیار ضعیف است (۱۳)، ولی با این حال یافته های جدید نشان می دهند که حداکثر تولید گیاهان اصلاح شده و پرمحصول در خاک های با مواد آلی بیشتر اتفاق می افتد، چرا که در این شرایط راندمان استفاده از نهاده ها، بخصوص کودهای شیمیایی افزایش می یابد (۱۰).

شاخص های کیفیت خاک^۱ دارند تعیین گردید (جدول ۱). 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 می کند. بنابراین مقایسه شاخص های کیفیت خاک در سیستم های مورد مطالعه، واقع بینانه و منعکس کننده تاثیر مدیریت اراضی بر کارکردهای خاک خواهد بود.

به منظور نمایش پارامترهای مورد مطالعه در انواع مدیریت های متفاوت و مقایسه آنها از نمودارهای جعبه ای^۲ استفاده شده است. این نمودارها نحوه توزیع داده ها را در اطراف میانه، چارک های اول و سوم و نیز داده های پرت را نمایش می دهد. به منظور آشنایی بیشتر با این نمودارها، اجزای مختلف یک نمودار جعبه ای 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 معنی داری 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 می گردد. 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 می دهد.

نتایج بدست آمده با مطالعاتی که گریگوریچ و همکاران^۳ (۱۳) بر روی چمنزارهای کانادا انجام داده اند، هم خوانی دارد. این محققین در تبدیل چمنزارها به اراضی کشاورزی، کاهش ۵۰ درصدی در میزان کربن آلی مشاهده نمودند. نائل (۳) در

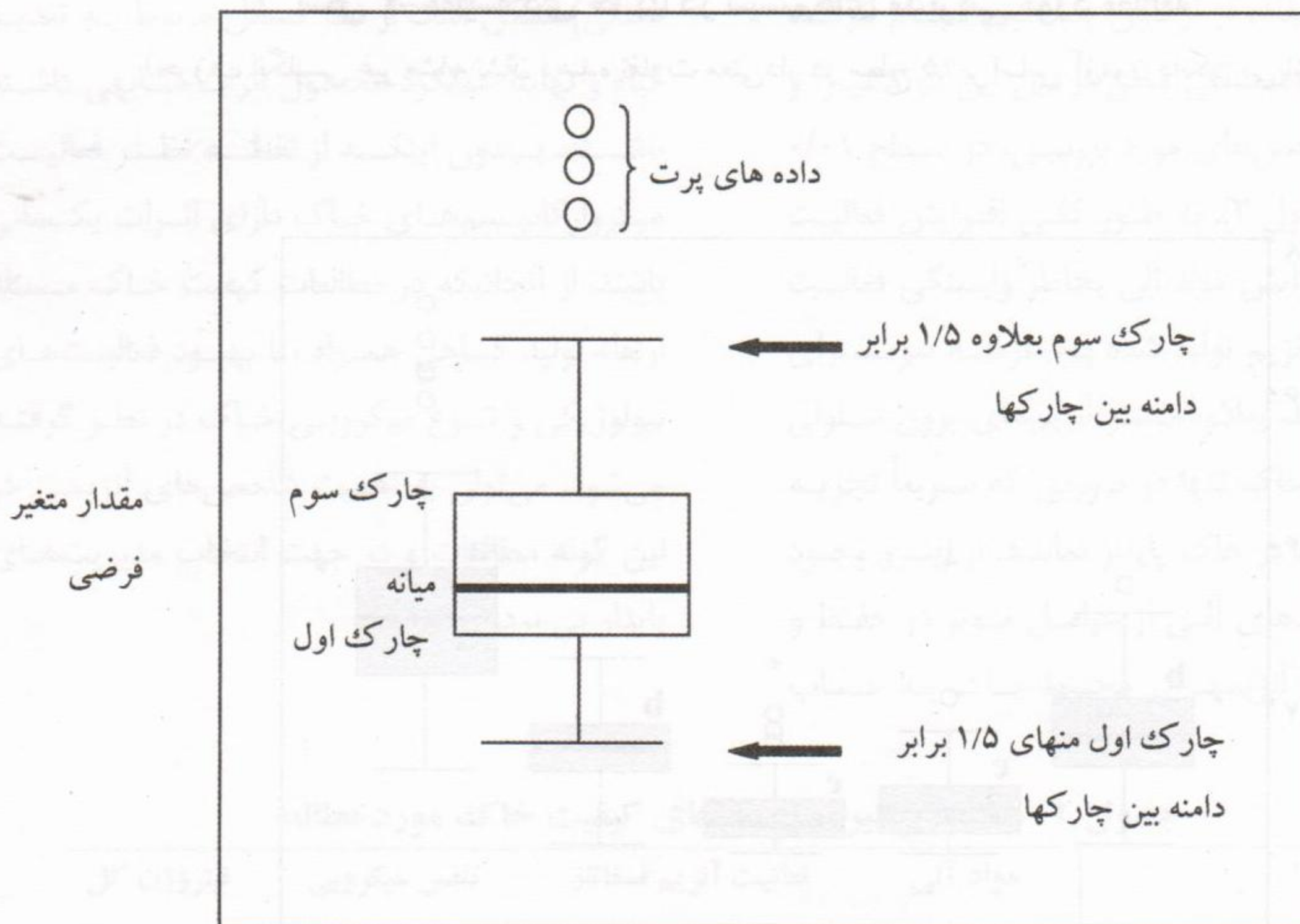
1- Soil Quality Indices

2- Box Plot

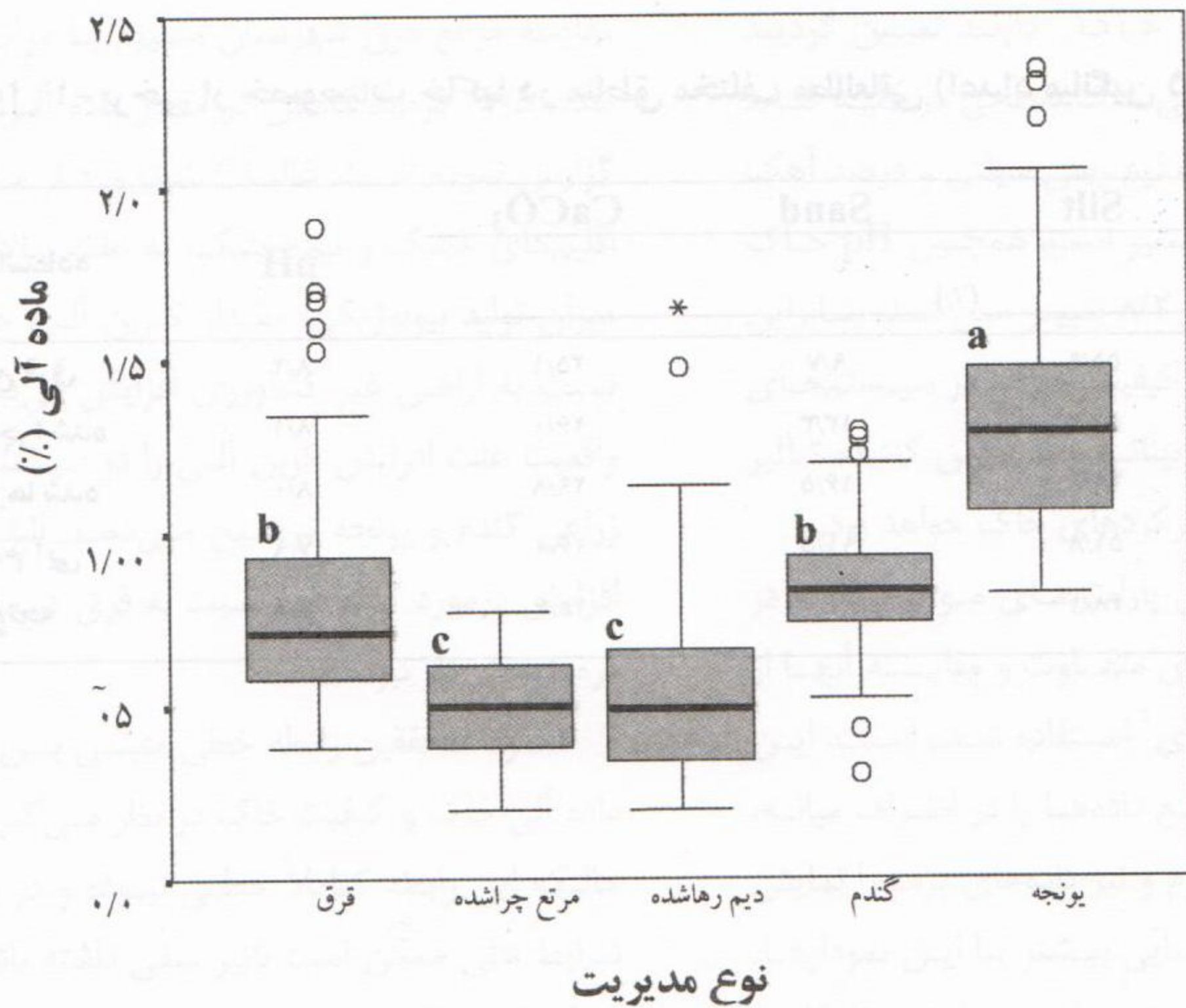
3- Gregorich et al.

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

Clay	Silt	Sand	CaCO ₃	pH	نوع استفاده
(%)					
۳۴/۴	۵۵/۹	۹/۷	۲۵/۱	۸/۲	مرتع قرق
۳۵/۰	۵۱/۷	۱۳/۳	۲۶/۰	۸/۱	مرتع چرا شده
۳۳/۷	۴۹/۸	۱۶/۵	۲۹/۸	۸/۰	دیم رها شده
۳۶/۷	۵۱/۸	۱۱/۵	۲۶/۰	۷/۹	گندم آبی
۳۷/۹	۴۸/۱	۱۴/۰	۲۸/۴	۷/۸	یونجه

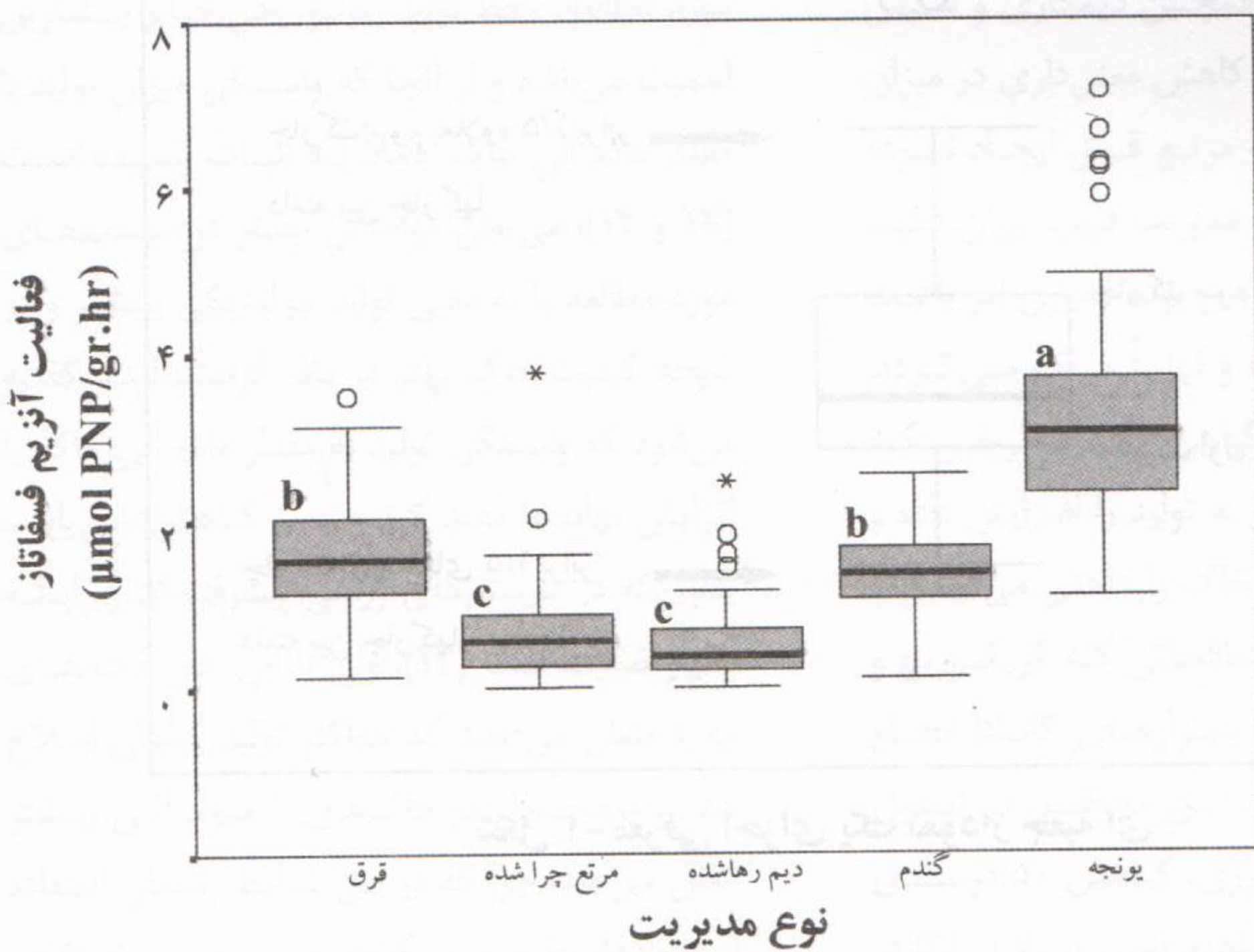


شکل ۱- معرفی اجزای یک نمودار جعبه ای



شکل ۲- مقایسه دی خاک در سیستم های مدیریتی مورد مطالعه

(حروف انگلیسی غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۰.۰۵ بر اساس آزمون دانکن می باشد)



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

(حروف انگلیسی غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۰.۰۵ بر اساس آزمون دانکن می باشد)

می آیند. بنابراین افزایش مواد آلی نه تنها از طریق افزایش فعالیت میکروبی بلکه از طریق پایدارسازی آنزیم فسفاتاز در خاک باعث افزایش فعالیت این آنزیم می شود.

هر چند آنزیمها شاخص های بسیار مناسبی در مطالعات کیفیت خاک به حساب می آیند، ولی مطالعات انجام شده در ارتباط با همبستگی بین فعالیت های 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 کرده اند کاهش می دهد، 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 میکروارگانیسم های خاک دارای اثرات یکسانی باشند. از آنجائیکه در مطالعات کیفیت خاک مسئله ارتقاء تولید گیاهی همراه با بهبود فعالیت های بیولوژیکی و تنوع میکروبی خاک در نظر گرفته می شود، می توان به اهمیت شاخص های آنزیمی در این گونه مطالعات و در جهت انتخاب مدیریت های پایدار پی برد.

نتایج حاصل از مقایسه پتانسیل فعالیت آنزیم فسفاتاز در هماهنگی کامل با نتایج مربوط به ماده آلی می باشد (شکل ۳)، 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 می باشد. لازم به توضیح است که آنزیم فسفاتاز از انواع آنزیم های برون سلولی بوده و به وسیله میکروارگانیسمها، ریشه های گیاهی و کرم های خاکی تولید می شود 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 می توان 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 معنی دار بین این دو متغیر، و نیز سایر شاخص های مورد بررسی، در سطح ۰/۰۱ می باشد (جدول ۲). به طور کلی افزایش فعالیت آنزیمی با افزایش مواد آلی بخاطر وابستگی فعالیت میکروبی و آنزیم تولید شده به عرضه سوبسترای کربن می باشد. بعلاوه بیشتر آنزیم های 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

جدول ۲- همبستگی بین شاخص های کیفیت خاک مورد مطالعه

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

** : همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی دار می باشد.

به عبارت دیگر، تولید گیاهی بیشتر و به تبع آن تجمع مواد آلی در خاک، بر جمعیت های میکروبی خاک نیز اثر گذاشته و از این رو باعث افزایش پتانسیل فعالیت های میکروبی در خاک می گردد. 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 معنی داری با یکدیگر نشان می دهند (شکل ۲) ولی این تفاوت در شدت تنفس میکروبی آنها به چشم نمی خورد. علت این مشاهده را که با اطلاعات موجود غیر قابل توضیح به نظر می رسد، 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 می باشند، توجیه نمود.

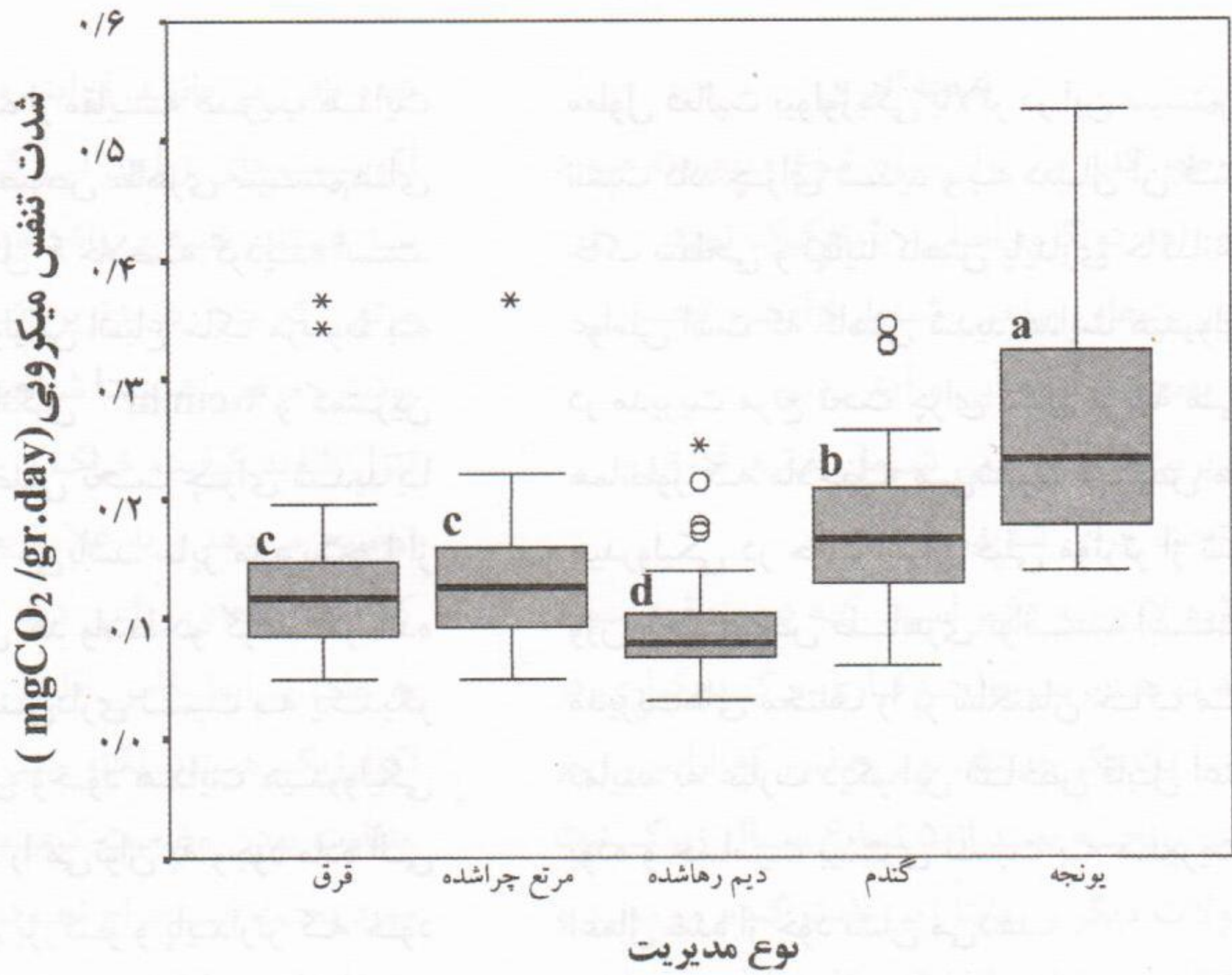
تاثیر مدیریت های مختلف بر روی درصد نیتروژن کل خاک در شکل ۵ ارائه گردیده است. مقدار نیتروژن کل در دو سیستم کشت یونجه و کشت گندم آبی حداکثر (به ترتیب ۰/۰۷۸ و ۰/۰۵۱ درصد) و در آیش دیم حداقل می باشد (۰/۰۳۵ درصد). از آنجائیکه بیشتر نیتروژن موجود در خاک به صورت نیتروژن آلی می باشد، می توان این نتایج را با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

در شکل ۴ نتایج بدست آمده از مقایسه پتانسیل تنفس میکروبی در نقاط مختلف مطالعاتی ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می شود، مقادیر تنفس میکروبی در کشت یونجه و گندم آبی بیشترین (به ترتیب $0.26 \text{ mgCO}_2/\text{gr.day}$ و $0.17 \text{ mgCO}_2/\text{gr.day}$) و درسیستم آیش دیم کمترین ($0.09 \text{ mgCO}_2/\text{gr.day}$) می باشند. بین دو مدیریت مرتع قرق و مرتع چرا شده، که از نظر شدت تنفس میکروبی حد واسط سیستم های فوق الذکر می باشند، تفاوت معنی داری وجود ندارد. لازم به یادآوری است که تنفس میکروبی خاک که تحت شرایط کنترل شده و در آزمایشگاه تعیین می گردد، معیاری برای فعالیت کل جمعیت های میکروبی می باشد (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 می گردد و از این رو نامناسب است ولی در عین حال در کوتاه مدت منجر به آزادسازی عناصر غذایی شده که برای رشد گیاه بسیار ضروری می باشد. بنابراین تعیین حدود بهینه ای برای تنفس بیولوژیک که در آن اثرات مثبت و منفی در تعادل هستند، لازم می باشد. بعلاوه به منظور مطالعه مجزای این دو مقوله توصیه می شود که از شاخص تنفس خاک^۱ که در مزرعه اندازه گیری می شود، برای برآورد پتانسیل ذخیره مواد آلی در خاک و از شاخص تنفس میکروبی^۲ که در آزمایشگاه تعیین می شود، برای برآورد رهاسازی عناصر غذایی به ویژه ازت استفاده شود.

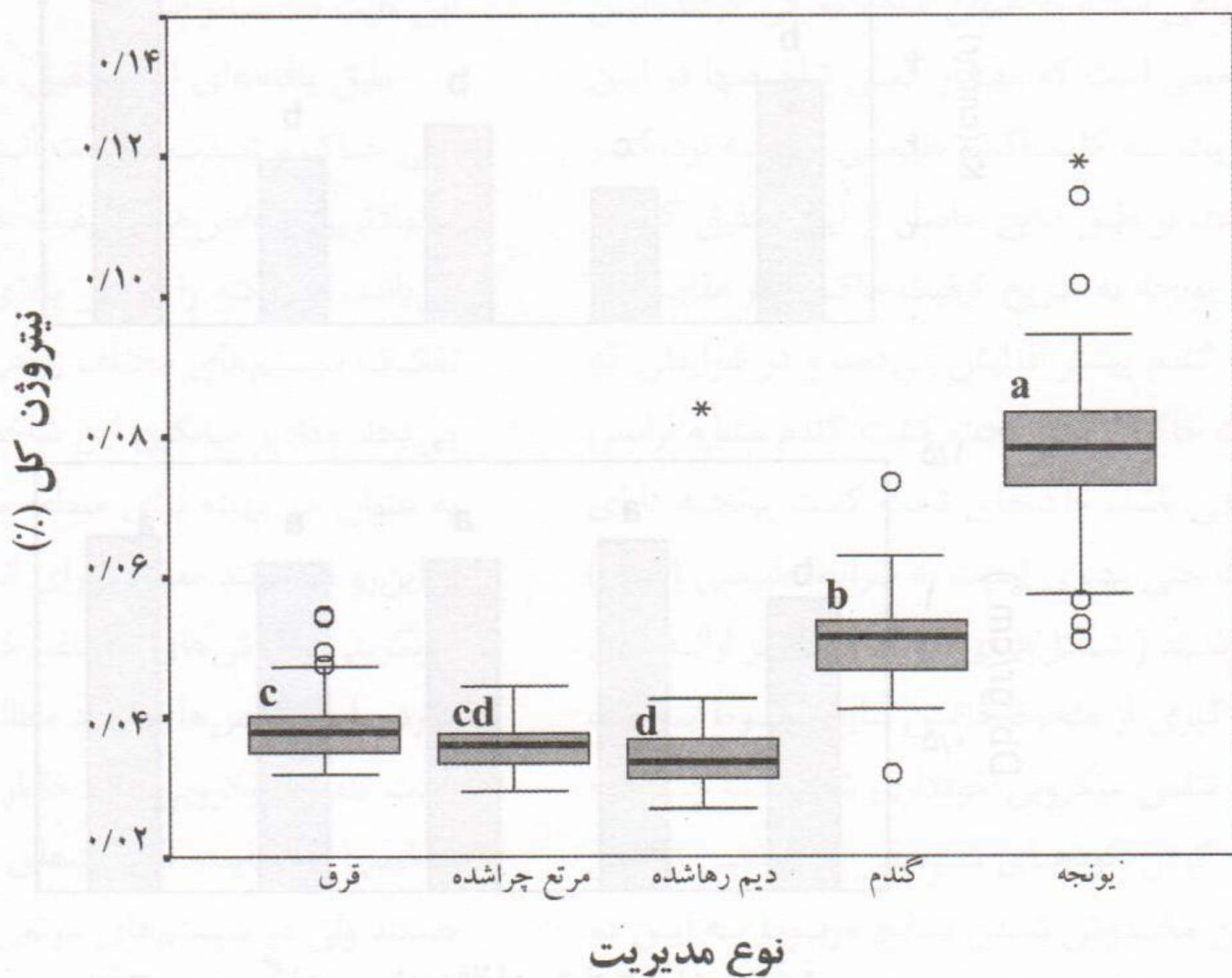
نتایج بدست آمده از مقایسه شاخص تنفس میکروبی در سیستم های مختلف تا حد زیادی به وسیله مقدار ماده آلی خاک و شدت فعالیت های بیولوژیکی (شکل های ۲ و ۳) قابل توجیه می باشد.

1- Soil Respiration

2- Microbial Respiration



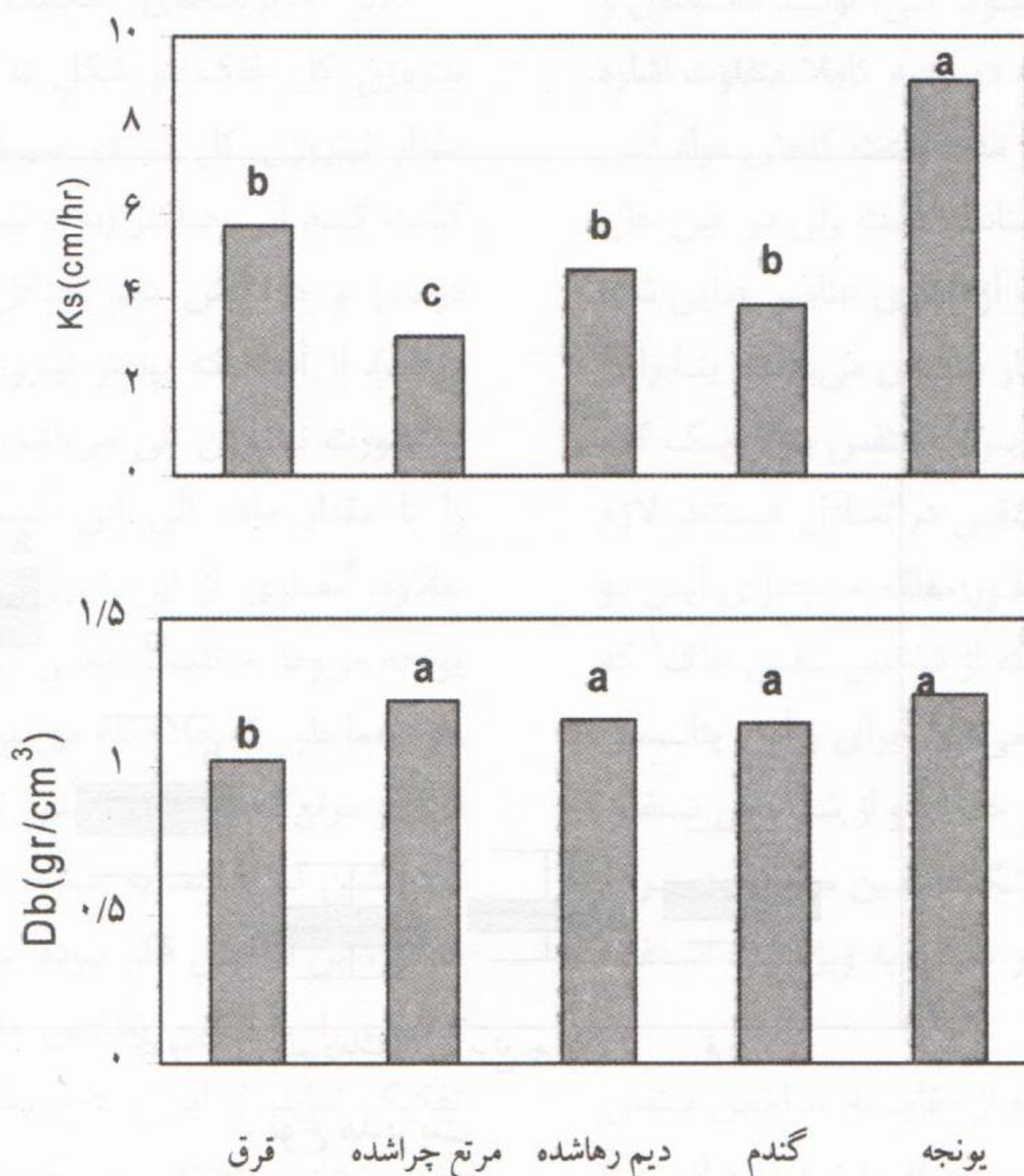
شکل ۴- مقایسه پتانسیل شدت تنفس میکروبی خاک در سیستم‌های مورد مطالعه (حروف انگلیسی غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می باشد)



شکل ۵- مقایسه درصد نیتروژن کل خاک در سیستم‌های مدیریتی مورد مطالعه (حروف انگلیسی غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می باشد)

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.

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 9 cm.hr^{-1} و کمترین میزان مربوط به اراضی تحت چرای شدید با میانگین $3/2 \text{ cm.hr}^{-1}$ 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



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)

نتیجه گیری

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

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

۲- مدیریت های مرتعی شامل مرتع قرق و مرتع تحت چرای شدید.

به علاوه لازم به ذکر است که در منطقه مورد مطالعه دو مدیریت یونجه کاری و گندم کاری در تناوب با یکدیگر هستند. بدین معنی که اراضی زیر کشت یونجه بعد از ۵ تا ۶ سال زیر کشت محصولات دیگر و نهایتاً زیر کشت گندم می روند و تا زمانی که میسر باشد این گندم کاری ادامه می یابد.

در اینجا و قبل از پرداختن به نتیجه گیری کلی لازم است میانگین شاخص های 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 می باشد. بر طبق نتایج حاصل از این تحقیق کشت مداوم یونجه به تدریج کیفیت خاک را در مقایسه با کشت گندم بیشتر افزایش می دهد و در شرایطی که کیفیت خاک اراضی تحت کشت گندم مشابه اراضی قرق می باشد، خاک های تحت کشت یونجه دارای کیفیت حتی بهتری نسبت به شرایط طبیعی (قرق) می باشند (شکل های ۳ و ۲). البته در ارائه این نتیجه گیری 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 می دهد.

در ارتباط با سیستم زراعی دیم مورد مطالعه، نکته ای که باید به یاد داشت این است که در این اراضی تنها در سال هایی که بارندگی زیاد است به زیر کشت می روند و در بقیه سالها به صورت رها

شده باقی می مانند. از اینرو، این سیستم نه به اکوسیستم های زراعی آبی که غالباً دارای پوشش سبز هستند، شبیه می باشد و نه به اکوسیستم های 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 می دهد و به علاوه بیانگر این حقیقت است که مدیریت های زراعی دیم در منطقه مورد مطالعه به علت شرایط خاص اقلیمی دارای حداقل پایداری اکولوژیک هستند. نکته جنبی دیگری که می توان از متفاوت بودن وضعیت کیفیت خاک سیستم های مورد بحث استخراج نمود، این است که احیاء دیمزارهای رها شده نسبت به مراتع چرا شده نیازمند هزینه و زمان بیشتری می باشد و شاید قرق تنها نتواند وضعیت این اراضی را در کوتاه مدت بهبود بخشد، حال آنکه وضعیت مراتعی که چرا شده اند، از این حیث مناسب تر است.

طبق یافته های این تحقیق، شاخص های کربن آلی خاک و شدت فعالیت آنزیم فسفاتاز قابل اعتمادترین شاخص های کیفیت خاک برای منطقه می باشد. این نکته را توانایی بالای این شاخصها در تفکیک سیستم های مختلف زراعی و مرتعی نشان می دهد. مقادیر میانگین این شاخصها در مرتع قرق به عنوان حد بهینه برای منطقه معرفی می گردند و از این رو می توانند معیاری برای انتخاب مدیریت های جایگزینی و روش های مختلف خاک ورزی باشند. در مورد سایر شاخص های مورد مطالعه یعنی ازت کل و شدت تنفس میکروبی، باید خاطر نشان ساخت این شاخصها در مقایسه مدیریت های زراعی قابل اعتماد هستند ولی در سیستم های مرتعی از قابلیت اعتماد پائین تری برخوردارند. بررسی علت این مسئله و نیز معرفی شاخص هایی مناسب تر، خصوصاً شاخه هایی که بتوانند وضعیت چرخه ازت را در سیستم های مرتعی توضیح دهند به عنوان موضوعاتی برای تحقیقات بعدی قابل توصیه هستند.

سپاسگزاری

اعتبارات این پروژه از طریق طرح بین دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان و دانشگاه شهرکرد تامین گردیده است که بدین وسیله قدردانی می گردد. همچنین از خانم مهندس الهام چاوشی و آقای مهندس ایرج قاسمی که در انجام

امور آزمایشگاهی و صحرایی زحمات زیادی متحمل شده اند، صمیمانه سپاسگزاری می گردد. 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 مقایسه ای سه سیستم کاربری در اراضی اطراف شهرستان سمیرم با استفاده از شاخص های 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 زمین نما 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 شاخص های کیفیت خاک و تغییرات مکانی آنها در اکوسیستم های 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.

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. Canadian 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.

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

Comparison of Selected Soil Quality Indicators in Different Land Management Systems in Boroojen, Chaharmahal Bakhtiari Province

H. Khademi¹, J. Mohammadi² and M. Nael³

Abstract

The effect of land use type on soil functioning within an ecosystem can be assessed and monitored using soil quality attributes. Such studies, which are carried out to create a balance between the biological production and the maintenance and improvement of land resource quality, provide a framework for land degradation control and also for identification of sustainable management. The objective of this paper was to investigate the effect of conventional management systems on soil quality indices in Boroojen area in order to identify the most sustainable practices. Five management systems including a protected rangeland, an overgrazed rangeland, an abandoned dryland farm, an irrigated wheat farm and an alfalfa farm were selected. Organic matter (OM), phosphatase activity (PA), microbial respiration (MR), total nitrogen (TN), saturated hydraulic conductivity (Ks), bulk density (Db), texture, carbonates and pH were measured in the surface soil samples of each site. PA and OM were maximum in alfalfa farm and minimum in both abandoned dryland farm and overgrazed rangeland. The highest rate of MR and TN content were obtained for alfalfa and wheat farms. The lowest potential of MR was measured in protected and also overgrazed rangeland, while the lowest amount of TN was determined in overgrazed rangeland and abandoned dryland farm. The hydraulic conductivity (Ks) was found to be more sensitive to land degradation, as compared to Db. It was highest in alfalfa farm and lowest in overgrazed rangeland. The findings of this study indicate that continuous wheat cultivation, as the most prevalent management system, decreases soil quality. This study also shows that abandoned dryland farming is ecologically the least sustainable land use in the area. Besides, soil phosphatase activity, organic matter content and hydraulic conductivity seem to be the most reliable soil quality indices for the area.

Keywords: *Soil Degradation, Soil Quality, Sustainable Land Management*

1,- Associate Professor of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran (hkhademi@cc.iut.ac.ir).

2- Associate Professor of Soil Science, College of Agriculture, Shahrekord University Shahrekord, Iran.

3- Ph. D. Student of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.