گزارش کوتاه علمی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و سوم، شماره دوم، ۱۳۹۵
http://jwsc.gau.ac.ir

بررسی اثرات جهت و درجه شیب بر کیفیت خاک در جنوب‌شرق مشهد

محمدباقر صوفی[۱]، *حجت امامی[۲]، علی‌رضا کریمی‌کارویه[۲] و غلام‌حسین حق‌نیا[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد، [۲]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد،
[۳]استاد گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: توپوگرافی به‌عنوان یکی از عوامل خاک‌سازی در قالب جهت و موقعیت شیب بر ویژگی‌های فیزیکی خاک موثر است. جهت شیب از طریق تأثیر بر روی رطوبت، دما و فعالیت ریزجانداران خاک باعث تغییر ماده آلی خاک در جهت‌های مختلف شیب و باعث ایجاد تفاوت در کیفیت خاک می‌شود. درجات مختلف شیب نیز از طریق انتقال رس‌ها و ماده آلی به قسمت‌های پایین شیب و تغییر در جرم مخصوص ظاهری، کیفیت خاک را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. بررسی کیفیت خاک به‌منظور حداکثر بهره‌برداری کشاورزی با حداقل تخریب زیست‌محیطی و جلوگیری از فرسایش خاک ضروری است. هدف از این پژوهش بررسی کیفیت خاک در درجات مختلف دو جهت شمالی و جنوبی در حوضه سد طرق در جنوب‌شرق مشهد بود.

مواد و روش‌ها: برای ارزیابی کیفیت خاک، تعداد ۴۰ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری دو جهت شمالی و جنوبی در شیب‌های کم‌تر از ۱۰ درصد، ۱۰ تا ۲۰ درصد، ۲۰ تا ۳۰ درصد و بیشتر از ۳۰ درصد از حوضه سد طرق واقع در جنوب‌شرق مشهد برداشته شد. از هر درجه شیب ۵ نمونه برداشته شد و ویژگی‌هایی مثل درصد ماده آلی خاک، جرم مخصوص ظاهری، مقدار آهک، نسبت جذب سدیم (SAR)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، رس و سیلت قابل پراکنش در آب، درصد شن، سیلت و رس خاک، واکنش خاک و شاخص پایداری ساختمان خاک (SI) اندازه‌گیری شدند. نمره مربوط به هر ویژگی بر اساس توابع نمره‌دهی و وزن هر ویژگی از تقسیم سهم هر ویژگی بر مجموع سهم تمام ویژگی‌ها به‌وسیله نرم‌افزار JMP4 محاسبه شد، سپس شاخص کیفیت خاک بر اساس مجموع حاصل‌ضرب نمره هر ویژگی در وزن آن محاسبه گردید.

نتایج: بر اساس نتایج این پژوهش، همبستگی بین شاخص کیفیت خاک با ماده آلی، آهک، رس و سیلت قابل پراکنش در آب، سیلت و رس مثبت و با شن و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها منفی و معنی‌دار در سطح یک درصد به‌دست آمد. مقدار عددی شاخص کیفیت خاک در شیب شمالی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از شیب جنوبی بود. علت بیش‌تر بودن شاخص کیفیت خاک در جهت شمالی شیب در محدوده بهینه قرار داشتن اکثر ویژگی‌ها نسبت به جهت جنوبی شیب است. بین درجات مختلف شیب جنوبی با هم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی در جهت شمالی بین

* مسئول مکاتبه: hemami@um.ac.ir

درجات مختلف شیب با شیب ۲۰ تا ۳۰ درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد و مقادیر کیفیت خاک در این شیب کم‌تر از سایر شیب‌ها بود.
نتیجه‌گیری: در این پژوهش کیفیت خاک بیش‌تر تحت‌تأثیر جهت شیب بود و درجات مختلف شیب تأثیری بر روی کیفیت خاک نداشتند.

واژه‌های کلیدی: رس قابل پراکنش در آب، شاخص پایداری ساختمان خاک، شاخص کیفیت خاک

مقدمه

کیفیت خاک را می‌توان توانایی همیشگی خاک در انجام وظایف خود به‌عنوان یک سیستم حیاتی زنده در داخل اکوسیستم و تحت کاربری‌های متفاوت تعریف کرد. این سیستم حیاتی باید علاوه بر حفظ تولید بیولوژیک، کیفیت آب و هوا را نیز بهبود بخشد و تامین‌کننده سلامت انسان، گیاه و حیوان باشد (۲). کیفیت خاک در نواحی مختلف جغرافیایی به‌دلیل تفاوت در اقلیم، توپوگرافی، ماده مادری، پوشش گیاهی و کاربری اراضی متفاوت است. شهاب آرخازلو و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش‌های خود برای تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های مؤثر بر کیفیت خاک در اراضی مرتعی و کشاورزی جنوب مشهد، ویژگی‌های مانند مقدار آهک، فاکتور فرسایش‌پذیری، درصد کربن آلی خاک، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و شاخص پایداری ساختمانی (SI) را به‌عنوان مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر کیفیت خاک منطقه معرفی کردند. ایگوی (۲۰۰۵) اظهار داشتند که نسبت سیلت و رس قابل پراکنش و سرعت پراکنش آن شاخص‌های خوبی برای پیش‌بینی فرسایش‌پذیری در برخی خاک‌های جنوب نیجریه می‌باشند.

توپوگرافی به‌عنوان یکی از عوامل خاک‌سازی در قالب جهت و موقعیت شیب بر ویژگی‌های فیزیکی خاک مؤثر است. به‌طورکلی جهت شیب از طریق تأثیر بر روی رطوبت و دما و فعالیت ریزجانداران خاک باعث افزایش یا کاهش ماده آلی خاک در جهت‌های مختلف شیب و باعث ایجاد تفاوت در کیفیت خاک می‌شود. درجات مختلف شیب نیز از طریق انتقال رس‌ها و ماده آلی به قسمت‌های پایین شیب و تغییر در جرم مخصوص ظاهری، کیفیت خاک را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند (۱۵). به عقیده بیول و همکاران (۲۰۱۱) از جمله خصوصیاتی از خاک که در ارتباط با توپوگرافی می‌باشد، عمق سولوم خاک، ضخامت و مقدار ماده آلی افق A، رطوبت نیمرخ خاک، مقدار نمک محلول، درجه تکامل خاک‌ها و درجه حرارت می‌باشد. با توجه به تأثیرپذیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و در نتیجه کیفیت خاک از شیب، این پژوهش با هدف بررسی اثر جهت و درجه شیب بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کیفیت خاک در دو جهت شمالی و جنوبی حوضه سد طرق درجنوب شرق مشهد انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم خشک تا نیمه‌خشک با میانگین دمای سالیانه ۱۴ سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۲۵۰ میلی‌متر است (۱۳). جنس سازندهای زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه بیش‌تر از جنس سنگ‌های دگرگونی مانند شیست و فیلیت است با توجه به هوادیدگی کم، منشا کربنات‌ها در این مناطق را می‌توان رسوبات اتمسفری دانست (۷). نوع کاربری منطقه مورد مطالعه مرتع بوده و عملیات حفاظتی در این منطقه انجام نشده است.

پوشش گیاهی در منطقه از نوع بوته‌های خاردار با غالبیت درمنه و گون می‌باشد (۹). در این مناطق چرای دام‌ها در هر دو جهت شیب صورت می‌گیرد. فرم شیب در هر دو جهت تقریباً یکسان است. شیب کم‌تر از ۱۰ درصد در هر دو جهت شیب در قسمت پایه شیب قرار دارد و بقیه درجات شیب در هر دو جهت تقریباً بر روی پشته شیب قرار دارد.

برای ارزیابی کیفیت خاک، تعداد ۴۰ نمونه خاک ازعمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری دو جهت شمالی و جنوبی در شیب‌های کم‌تر از ۱۰ درصد، ۱۰ تا ۲۰ درصد، ۲۰ تا ۳۰ درصد و بیش‌تر از ۳۰ درصد از حوضه سد طرق واقع در جنوب‌شرق مشهد برداشته شد. از هر درجه شیب ۵ نمونه برداشته شد که در مجموع شامل ۴۰ نمونه بود. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه هوا خشک شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و پارامترهای مربوط به کیفیت خاک شامل جرم مخصوص ظاهری، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، کربن آلی، اسیدیته نمونه در عصاره گل اشباع، توزیع اندازه ذرات کم‌تر از ۲ میلی‌متر و رس و سیلت قابل پراکنش در آب، آهک، نسبت جذب سدیم یا SAR و شاخص پایداری ساختمان (SI) خاک (۱۰)، تعیین شدند.

کیفیت خاک توسط شاخص IQI[1] بر اساس مجموع حاصل‌ضرب نمره ویژگی‌های انتخاب شده در وزن ویژگی‌ها به‌صورت زیرتعیین شد (۲):

$$IQI=\Sigma Wi\times Ni \qquad (1)$$

که در آن، Ni نمره مربوط به هر ویژگی و Wi وزن مربوط به هر ویژگی است. نمره مربوط به هر ویژگی بر اساس توابع پیشنهادی امامی و همکاران (۲۰۱۴) برای ویژگی‌های مورد بررسی تعیین شد. وزن مربوط به هر ویژگی با نرم‌افزار JMP4 و از تقسیم سهم هر ویژگی[2] به مجموع سهم همه ویژگی‌ها محاسبه شد (۱۱). شاخص کیفیت خاک (IQI) بر اساس مجموعه کل داده‌ها (TDS)[3] و مجموعه حداقل ویژگی‌های مؤثر بر کیفیت خاک (MDS)[4] محاسبه شد. در روش TDS همه ویژگی‌ها برای محاسبه کیفیت خاک لحاظ شدند (۲، ۱۲). برای گزینش MDS، از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA)[5] استفاده شد (۲). این کار نیز با استفاده از نرم‌افزار آماری JMP4 انجام شد. روش PCA برای کاهش حجم داده‌ها، به‌صورت انتخاب ویژگی‌هایی که بیش‌ترین تأثیر را بر کیفیت خاک منطقه دارند، به‌صورت زیرمجموعه‌ای از کل ویژگی‌های مورد بررسی خاک استفاده شد (۱۱). طبق روشی که برای انتخاب MDS ارائه شده است، مؤلفه‌های اصلی با ارزش ویژه[6] بزرگ‌تر از یک به‌عنوان MDS انتخاب شدند (۴).

با توجه به این‌که ویژگی‌های مورد بررسی دارای واحدهای گوناگونی می‌باشند، به‌منظور این‌که بتوان آن‌ها را در قالب یک شاخص کلی درآورد، ویژگی‌ها باید بدون واحد باشند. برای این منظور از توابع عضویت فازی استفاده گردید (۱۱). به این ترتیب که محدوده‌ای از مقادیر ویژگی مورد نظر که از نظر کیفیت خاک مطلوب‌ترین مقدار می‌باشد مقدار عضویت یک و محدوده‌ای که کم‌ترین کیفیت را دارد مقدار صفر به آن‌ها تعلق گرفت. با استفاده از این روش، ویژگی‌های مورد بررسی برای هر نمونه خاک نمره‌دهی شدند. در پایان مقایسه میانگین کیفیت خاک در هر یک از شیب‌های مورد بررسی با آزمون توکی در سطح پنج درصد در قالب طرح آشیانه‌ای[7] که جهت شیب تیمار و درجات مختلف شیب تکرار را تشکیل می‌دادند، مقایسه شد.

1- Integrated Quality Index

2- Communality
3- Total data set
4- Minimum data set
5- Principle component analysis
6- Eigen values
7- Nested

نتایج و بحث

نتایج همبستگی بین پارامترهای مختلف خاک در جدول ۱ ارائه شده است، که بر این اساس بین جرم مخصوص ظاهری با شاخص پایداری ساختمان (SI) و مقدار ماده آلی همبستگی منفی و معنی‌داری (P<۰/۰۱) مشاهده شد. بین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها با مقدار شن خاک و جرم مخصوص ظاهری همبستگی مثبت و معنی‌داری (P<۰/۰۱) به‌ترتیب ۷۰/۰ و ۵۲/۰ وجود داشت که علت آن می‌تواند تأثیر سایر عوامل مثل فرسایش‌پذیری، رس و سیلت قابل پراکنش در آب که در جهت شمالی شیب نسبت به جهت جنوبی بیش‌تر است، دانست که باعث توزیع خاکدانه‌های با قطر کوچک‌تر در جهت شمالی شیب شده است. همبستگی منفی بین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها با رس و سیلت خاک و درصد سیلت و رس قابل پراکنش در آب معنی‌دار (P<۰/۰۱) بود؛ که علت این همبستگی منفی تأثیر رس و سیلت قابل پراکنش در آب و درصد سیلت بر تخریب خاکدانه‌ها و فرسایش خاک است. ویشمایر و مانینگ (۱۹۶۹) نشان دادند که تغییر جزئی در مقدار سیلت خاک با تغییر قابل‌توجهی در فرسایش‌پذیری خاک همراه است. در برخی پژوهش‌ها ارتباط منفی بین رس و پایداری خاکدانه‌ها مشاهده شده است (۸). علاوه بر این اثر رس‌ها بر پایداری خاکدانه‌ها بستگی به نوع رس دارد رس‌های که داری قدرت انبساط و انقباض زیادی هستند بر اثر انقباض رس‌ها خاکدانه‌ها شکسته شده و پایداری آن‌ها کاهش می‌یابد.

همچنین بین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها با مقدار آهک همبستگی منفی وجود داشت (P<۰/۰۱). نقش کربنات کلسیم در پایداری خاکدانه‌ها به نوع و اندازه کربنات کلسیم بستگی دارد. بین شاخص پایداری ساختمانی خاک و مقدار ماده آلی با درصد شن همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد به‌دست آمد. در خاک‌های با شن زیاد به‌علت ظرفیت نگه‌داری رطوبت کم، پوشش گیاهی ضعیف بوده و مقدار ماده آلی خاک کم است همچنین خاک‌های شنی حساسیت مواد آلی به تجزیه را افزایش داده و باعث کاهش ماده آلی خاک و کاهش شاخص پایداری ساختمانی می‌شود، که با پژوهش‌های هبرت و همکاران (۱۹۹۱) مطابقت دارد.

شاخص کیفیت خاک IQI_{TDS} بر اساس ۱۲ ویژگی محاسبه شد که شامل درصد شن، رس، سیلت، سیلت و رس قابل پراکنش در آب، ماده آلی، میانگین قطر وزنی خاکدانه‌ها، جرم مخصوص ظاهری، شاخص پایداری ساختمان خاک، واکنش خاک، آهک و SAR بودند. شاخص کیفیت خاک IQI_{MDS} بر اساس هشت ویژگی تعیین شد که شامل واکنش خاک، درصد شن، رس، سیلت، مقدار آهک، SAR، جرم مخصوص ظاهری و رس قابل پراکنش در آب بودند. که این ویژگی‌ها بر اساس روش PCA تعیین شده است (جدول۲).

بین شاخص کیفیت خاک IQI_{TDS} و IQI_{MDS} با مقدار شن خاک همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد، که علت آن تأثیر شن بر کاهش مقدار ماده آلی، شاخص پایداری ساختمانی و آهک خاک و همچنین افزایش جرم مخصوص ظاهری است. همبستگی بین شاخص کیفیت خاک IQI_{TDS} و IQI_{MDS} با رس و سیلت خاک و مقدار آهک مثبت و در سطح یک درصد معنی‌دار بود، که علت آن نقش رس و احتمالاً سیلت خاک در افزایش ماده آلی خاک است. که با افزایش درصد رس و سیلت خاک و در نتیجه سنگین‌تر شدن بافت خاک تجزیه مواد آلی در خاک کاهش می‌یابد. مقادیر کافی رس و سیلت در خاک باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود.

بین شاخص کیفیت خاک IQI_{TDS} با ماده آلی خاک همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت، مواد آلی باعث بهبود ساختمان خاک و کاهش تراکم، جرم مخصوص ظاهری و افزایش نفوذپذیری خاک به‌دلیل جلوگیری از تشکیل سله در سطح خاک می‌شود. همبستگی بین شاخص کیفیت خاک IQI_{TDS} و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها منفی و در سطح یک درصد معنی‌دار بود. با توجه به این‌که در مجموع مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و دامنه آن در خاک‌های مورد بررسی کم بود بنابراین به‌نظر می‌رسد در افزایش کیفیت خاک تأثیر نداشته و وجود خاکدانه‌های کوچک سبب کاهش آن شده است. بین شاخص کیفیت خاک IQI_{TDS} و IQI_{MDS} با مقدار واکنش خاک، SAR و جرم مخصوص ظاهری همبستگی وجود نداشت (جدول ۱).

بین دو جهت شیب شمالی و جنوبی در مقدار شاخص کیفیت خاک IQI_{TDS} و IQI_{MDS} تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد مشاهده شد. شاخص IQI_{TDS} و IQI_{MDS} در جهت شمالی شیب بیش‌تر از جهت جنوبی بود. علت بیش‌تر بودن شاخص کیفیت خاک در جهت شمالی شیب در محدوده بهینه قرار داشتن بیش‌تر ویژگی‌ها نسبت به جهت جنوبی شیب است. درجات مختلف شیب جنوبی با هم تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد از نظر مقدار IQI_{TDS} و IQI_{MDS} نداشتند، اما در شیب شمالی، بین شیب بیش‌تر از ۳۰ با شیب ۲۰-۳۰ درصد تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشت. مقادیر IQI_{TDS} و IQI_{MDS} در شیب ۳۰ تا ۲۰ درصد شمالی کم‌تر از سایر شیب‌های شمالی بود که علت آن مقادیر نامناسب (در محدوده بهینه قرار نگرفتن برخی از پارامترها است) برخی از ویژگی‌های مؤثر بر کیفیت خاک مثل ماده آلی، رس و سیلت و بیش‌تر بودن مقدار شن است. بین شاخص کیفیت خاک IQI_{MDS} با IQI_{TDS} همبستگی بالایی وجودداشت. کی و همکاران (۲۰۰۹) نیز همبستگی معنی‌داری بین IQI_{TDS} و IQI_{MDS} گزارش کرده‌اند. بر این اساس کی و همکاران (۲۰۰۹) چهار کلاس برای کیفیت خاک تعیین کرده‌اند که درجه I مناسب برای رشد گیاهان، درجه II مناسب برای رشد گیاهان با اندکی محدودیت، درجه III دارای محدودیت متوسط و درجه VI داری محدودیت زیاد برای رشد گیاهان است. با توجه به مقدار IQI_{MDS}، جهت شمالی دارای درجه II و تمامی درجات شیب به‌جز شیب ۲۰-۳۰ درصد در جهت شمالی در کلاس درجه II و شیب ۲۰-۳۰ درصد در کلاس درجه III طبقه‌بندی می‌شوند و تمامی درجات شیب جنوبی در کلاس درجه VI قرار می‌گیرند. براساس مقدار IQI_{TDS} جهت شمالی شیب و تمامی درجات شیب آن به‌جز شیب ۲۰-۳۰ درصد، در کلاس درجه III قرار می‌گیرند و شیب ۲۰-۳۰ درصد، درجه VI (دارای محدودیت شدید برای رشد گیاهان) را دارا است. همچنین بر اساس مقدار IQI_{TDS} تمامی درجات شیب جنوبی داری درجه VI و دارای محدودیت شدید برای رشد گیاهان هستند (جدول ۳). از آن‌جایی‌که بین شاخص‌های IQI_{TDS} و IQI_{MDS} همبستگی بالای مشاهده شد استفاده از روش MDS برای محاسبه کیفیت خاک، کیفیت خاک را با دقت قابل‌قبولی برای این مناطق تعیین کرده است. با توجه به این‌که استفاده از روش MDS به‌علت در نظر گرفتن تعداد کم‌تری از ویژگی‌ها باعث کاهش هزینه‌ها و زمان می‌شود و همبستگی دو بالا و معنی‌دار شده است، استفاده از آن برای تعیین کیفیت خاک قابل توصیه است.

جدول ۱- ضریب همبستگی بین ویژگی‌های خاک با شاخص‌های کیفیت خاک.

Table 1. Correlation coefficient between soil properties and soil soil quality indices.

ویژگی‌های خاک Soil Properties	کربن آلی Organic carbon	رس قابل‌پراکنش Dispersible Clay	سیلت قابل‌پراکنش Dispersible Silt	آهک $CaCO_3$	جرم مخصوص ظاهری Bulk density	نسبت جذب سدیم SAR	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها MWD	شاخص پایداری ساختمان خاک SI	رس clay	سیلت Silt	شن Sand	واکنش خاک pH	شاخص کیفیت خاک تجمعی	
													IQI_{TDS}	IQI_{MDS}
کربن آلی OC	1													
رس قابل پراکنش Dispersible Clay	0.56**	1												
سیلت قابل پراکنش Dispersible Silt	0.06^{ns}	0.45**	1											
آهک $CaCO_3$	0.57**	0.79**	0.41**	1										
جرم مخصوص ظاهری Bulk density	-0.44**	-0.26^{ns}	0.04^{ns}	-0.21^{ns}	1									
نسبت جذب سدیم SAR	-0.07^{ns}	0.03^{ns}	-0.10^{ns}	-0.01^{ns}	0.20^{ns}	1								
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها MWD	-0.45**	-0.66**	-0.48**	-0.59**	0.52**	0.07^{ns}	1							
شاخص پایداری ساختمان خاک SI	0.73**	0.37*	0.04^{ns}	0.42**	-0.50**	-0.11^{ns}	-0.47**	1						
رس Clay	0.62**	0.70**	0.42**	0.80**	-0.24^{ns}	-0.07^{ns}	-0.64**	0.57**	1					
سیلت Silt	0.70**	0.85**	0.43**	0.86**	-0.30^{ns}	-0.02^{ns}	0.70**	0.51**	-	1				
شن Sand	-0.70**	-0.83**	-0.43**	-0.87**	0.29^{ns}	0.05^{ns}	0.70**	-0.54**	-	-	1			
واکنش خاک pH	-0.12^{ns}	0.11^{ns}	0.11^{ns}	0.04^{ns}	0.09^{ns}	-0.04^{ns}	-0.10^{ns}	-0.11^{ns}	0.01^{ns}	0.10^{ns}	-0.07^{ns}	1		
IQI_{TDS}	0.72**	0.87**	0.43**	0.93**	-0.28^{ns}	-0.03^{ns}	-0.67**	0.54**	0.90**	0.95**	-0.97**	0.02^{ns}	1	
IQI_{MDS}	-	0.88**	-	0.90**	-0.29^{ns}	-0.03^{ns}	-	-	0.91**	0.96**	-0.98**	0.04^{ns}	0.99**	1

** تفاوت در سطح ۰/۰۱، * تفاوت در سطح ۰/۰۵ و ^{ns} بدون همبستگی معنی‌دار.

جدول ۲- نتایج تجزیه مؤلفه‌های اصلی.

Table 2. Results of principle component analysis.

1.18	1.25	5.85	ارزش ویژه Eigen value
10.76	11.39	53.17	درصد percent
75.31	64.56	53.17	درصد تجمعی Cumulative percent
PC3	PC2	PC1	ویژگی‌های خاک Soil Properties
0.2084	0.0882	-0.3296	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها MWD
-0.5231	0.5048	0.0286	واکنش خاک pH
0.1194	0.1512	0.3669	آهک $CaCo_3$
0.3059	-0.3056	0.2987	کربن آلی OC
0.5486	0.4385	-0.0313	نسبت جذب سدیم SAR
0.0322	0.1585	0.3634	رس قابل پراکنش در آب Dispersible clay
-0.4585	0.1500	0.2157	سیلت قابل پراکنش Dispersible Silt
0.2119	0.6049	-0.1784	جرم مخصوص ظاهری Bulk density
-0.0780	-0.0722	-0.4018	شن Sand
0.0734	0.0864	0.3970	سیلت Silt
0.0812	0.0510	0.3693	رس Clay
0.1673	0.3452	0.2654	شاخص پایداری ساختمان خاک SI

جدول ۳- داده‌های مربوط به شاخص کیفیت خاک و کلاس محدودیت آن.

Table 3. Data of soil quality index and its limitation class.

کلاس محدودیت Limitation class	IQI_{MDS}	کلاس محدودیت Limitation class	IQI_{TDS}	شیب	جهت Aspect
II	0.6923	III	0.5728	کم‌تر از ۱۰ درصد < 10%	شمالی Northern
II	0.7195	III	0.5928	۱۰-۲۰ درصد 10-20%	
III	0.6393	VI	0.5331	۲۰-۳۰ درصد 20-30%	
II	0.7113	III	0.5965	بیش‌تر از ۳۰ درصد > 30%	
VI	0.3136	VI	0.2758	کم‌تر از ۱۰ درصد < 10%	جنوبی Southern
VI	0.3076	VI	0.2825	۱۰-۲۰ درصد 10-20%	
VI	0.3388	VI	0.3204	۲۰-۳۰ درصد 20-30%	
VI	0.3137	VI	0.2826	بیش‌تر از ۳۰ درصد > 30%	

نتیجه‌گیری

از بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده هشت ویژگی بیش‌ترین تأثیر را بر کیفیت خاک این مناطق داشتند که شامل واکنش خاک، درصد شن، رس، سیلت، مقدار آهک، SAR، جرم مخصوص ظاهری و رس قابل پراکنش در آب بودند. در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌علت کم بودن بارندگی و عدم وجود پوشش گیاهی مناسب مقدار ماده آلی خاک کم است و نقش ماده آلی در کیفیت خاک و کاهش فرسایش خاک ناچیز است. در این پژوهش درجات مختلف شیب تأثیری بر روی کیفیت خاک نداشتند و کیفیت خاک بیش‌تر تحت‌تأثیر جهت شیب بود. در مناطق خشک و نیمه‌خشک خاک‌ها کیفیت خوبی نداشته و عملیات حفاظتی در مناطق خشک و نیمه‌خشک بایستی به‌منظور افزایش کیفیت خاک و جلوگیری از فرسایش خاک صورت گیرد. چون این مناطق از نظر ماده آلی ضعیف هستند این عملیات بایستی در جهت افزایش ماده آلی خاک به‌منظور بهبود کیفیت و کاهش فرسایش خاک صورت گیرد. استفاده از روش حداقل ویژگی‌های مؤثر بر کیفیت خاک MDS می‌تواند کیفیت خاک را با دقت قابل‌قبولی در این مناطق تعیین کند.

منابع

1.Buol, S.W., Hole, F.O., and McCracken, R.J. 2011. Soil genesis and Classification. The Lowa State University Press. USA.

2.Doran, J.W., and Parkin, B.T. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek D.F., Stewart, B.A. (Eds.), Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI, USA, pp. 3-21. Special Publication. No. 35.

3.Emami, H., Astaraei, A.R., and Fotovat, A. 2014. Evaluating the effect of organic matter on soil quality score functions. J. Water Soil. 28: 3. 565-574. (In Persian)

4.Govaerts, B., Sayre, K.D., and Deckers, J. 2006. A minimum data set for soil quality assessment of wheat and maize cropping in the highlands of Mexico. Soil & Tillage Research. 87: 163-174.

5.Hebert, K., Karam, A., and Parent, L.E. 1991. Mineralization of nitrogen andcarbon in soils amended with composted manure. Biological Agriculture and Horticulture. 7: 336-361.

6.Igwe C.A. 2005. Erodibility in relation to water-dispersible clay for somesoils of eastern Nigeria. Land Degradation Development. 16: 87-96.

7.Kaimi, A.R., Mahmoodi Gharaei, M.H., and Hasani Nekoo, A. 2014. Effect of Parent Materials and Pedogenic Processes on Distribution of Pb, Zn, Cu and Ni in the Residual Soils of Binaloud Zone, Western Mashhad. Iran. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. Water and Soil. 18: 67. 123-134. (In Persian)

8.Mbagwu, J.S.C., and Bazzoffi, P. 1998. Soil characteristics related to resistance of breakdown of dry soil aggregates by water-drops. Soil & Tillage Research. 45: 133-145.

9.Ostad, M., Mosaedi, A., Mestaghi, M., Samadi, Z., and Sepehr, A. 2013. Study the relationship between cover crop and rainfall by using of remote sending data in Torogh catchment. The First national conference of solution to access sustainable development in agriculture, natural resources and the environment. 6-7 march. Tehran, Iran.

10.Pieri, C.J.M.G. 1992. Fertility of Soils: A Future for Farming in the West African Savannah. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

11.Qi, Y., Jeremy, L.D., Biao, H., Yongcun, Z., Weixia, S., and Zhiquan G. 2009. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. Geoderma. 149: 325-334.

12.Reynolds, W.D., Drury, C.F., Tan, C.S., Fox, C.A., and Yang, X.M. 2009.Use of indicators and pore volume-function characteristics to quantify soil physical quality. Geoderma. 152: 252-263.

13. Shahab Arkhazlou, H., Emami, H., Haghnia, Gh., and Karimi, A. 2011. Determining most Important Properties for Soil Quality Indices of Agriculture and Range Lands in some Parts of Southern Mashhad. J. Water Soil. 25: 5. 1197-1205. (In Persian)
14. Wischmeier, W.H., and Mannering, J.V. 1969. Relation of soil properties to its erodibility. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. J. 33: 131-137.
15. Yuan, J.Z., and Mingan, S. 2008. Spatial distribution of surface rock fragment on hill slopes in a small catchment in wind-water erosion crisscross region of the loess Plateau. Science in China Series D: Earth Sciences. 51: 862-870.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 23(2), 2016
http://jwsc.gau.ac.ir

Short Technical Report

Investigation the effects of aspect and degree of slope on soil quality in the South East of Mashhad

M.B. Soofi[1], *H. Emami[2], A.R. Karimi Karoyeh[2] and Gh.H. Hagh Nia[3]

[1]M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad,
[2]Associate Prof., Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad,
[3]Professor, Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad
Received: 12/17/2014; Accepted: 09/13/2015

Abstract

Background and Objectives: Topography is one of soil forming factors through the degree and aspect of slope affect on soil physical properties. The aspect of slope influences soil moisture, temperature and activity of micro organisms cause change soil organic matter in different soil aspects and therefore create different soil qualities. Different solpe degrees through transport of organic and clay particles down parts of the slope and changing bulk density affect the soil quality. In order to maximize utilization of agricultural lands and minimal environmental degradation and to prevent soil erosion, study soil quality is essential. The aim of this study was to evaluate soil quality in different degrees of both northern and southern slopes in catchment of Torogh dam, located south eastern of Mashhad.

Materials and Methods: To asses the soil quality, 40 soil samples were taken from 0-30 cm soil depth in both northern and southern slopes consist of less than 10%, 10-20%, 20-30% and more than 30% slope degrees in catchment of Torogh dam, located south eastern of Mashhad. 5 soil samples were collected from each slope degree and properties such as soil organic matter content, bulk density, $CaCO_3$, sodium adsorption ratio (SAR), mean weight diameter of aggregates, water dispersible clay and silt, sand, silt and clay percent, pH and soil structural stability index (SI) were measured. The score of each property based on scoring functions and their weights were calculated by dividing the communality value of each property to total communality of all properties in JMP4 software. Then Soil quality index was calculated by multiplying the score and weight of the studied properties and sum of them.

Results: According to the results of this research, The significant correlation between the percentage of organic matter, $CaCO_3$, water dispersible clay and silt, silt and clay with soil quality index was positive and, that of soil quality index with mean weight diameter of aggregates and percentage of sand was negative ($P<0.01$). The quantitative value of soil quality index in the northern slope was significantly more than that of the southern slope. Because of the optimal values of most soil properties in north aspect, therefore soil quality in this aspect was higher than south one. There was no significant difference between slope degrees in south slope, but in north aspect the difference between different slope degrees with 20-30% was significant ($P<0.05$) and soil quality value was the least compared others.

Conclusions: In this research, the effect of slope aspect on soil quality was more than degree, and different slope degrees had no significant effect on soil quality.

Keywords: Soil quality index, Soil structural stability index, Water dispersible clay

* Corresponding Author; Email: hemami@um.ac.ir