مجله مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد دوم، شماره دوم، ۱۳۹۱
http://ejsms.gau.ac.ir

ارزیابی کمی پیامدهای تغییر کاربری زمین بر کیفیت خاک‌های جنوب مشهد

*حسین شهاب‌آرخازلو[۱] و حجت امامی[۲]

[۱]دانشجوی دکتری گروه خاک‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، [۲]استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۱۰

چکیده

نوع کاربری زمین از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت خاک است. در این مطالعه با هدف بررسی تأثیر تغییر کاربری زمین بر کیفیت خاک، ۱۸ ویژگی (مجموعه TDS) ۶۰ نمونه خاک به‌عنوان شاخص کیفیت خاک، در زمین‌های کشاورزی و مرتعی محدوده‌ای به وسعت ۱۸۰۰ هکتار در جنوب مشهد تعیین شد. همچنین منحنی توزیع اندازه منافذ خاک نیز به‌عنوان شاخص دیگری از کیفیت خاک در ۴۰ نمونه تعیین گردید. مقادیر کمی کیفیت خاک در نمونه‌های مورد بررسی توسط ۶ مدل (IQI_{TDS}، IQI_{MDS}، NQI_{TDS}، NQI_{MDS}، CR و SI) محاسبه شد. نتایج نشان داد که تغییر کاربری زمین از مرتع به کشاورزی موجب کاهش معنی‌دار تخلخل، خاک‌دانه‌های پایدار در آب (WSA)، شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف (شاخص S_{gi}) و میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها (MWD) در سطح ۱ درصد و فاکتور فرسایش‌پذیری و آب قابل استفاده گیاه (PAWC) در سطح ۵ درصد شد و نیز باعث خارج شدن توزیع اندازه منافذ از محدوده بهینه گردید. تغییر کاربری با تأثیر منفی بر ویژگی‌های فیزیکی، موجب فروسایی کیفیت خاک گردید. همچنین همبستگی معنی‌دار و مثبت درصد خاک‌دانه‌های درشت (بزرگ‌تر از ۴ میلی‌متر) با درصد کربن آلی و شاخص S_{gi}، در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد. در بین مدل‌های مورد بررسی، سه مدل IQI_{TDS}، NQI_{TDS} و SI به تغییر کاربری زمین حساس بودند و تفاوت معنی‌داری بین دو کاربری داشتند ($P<0/01$).

واژه‌های کلیدی: کاربری زمین، پایداری خاک، توزیع اندازه منافذ، مشهد

* مسئول مکاتبه: hose_shohab@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مفهوم کیفیت خاک به‌عنوان ظرفیت نوع مشخصی از خاک برای کاربرد آن در زیست‌بوم‌های طبیعی یا مدیریت شده بیان می‌شود (کارلن و همکاران، ۲۰۰۱). کیفیت خاک به‌عنوان عاملی که ویژگی‌های ذاتی و مدیریت خاک بر آن مؤثر است در نظر گرفته شده و با تعیین شاخص‌های کیفیت خاک[1] ارزیابی می‌گردد (دوران و پارکین، ۱۹۹٤). شاخص‌های کیفیت خاک به‌صورت فرآیندها و ویژگی‌هایی از خاک تعریف می‌شوند که به تغییر کاربری خاک حساس باشند (آپاریسیو و کوستا، ۲۰۰۷). این ویژگی‌ها برای انجام یک ارزیابی ساده و کاربردی کیفیت خاک، اهمیت دارند (دومانسکی و پیری، ۲۰۰۰). همچنین می‌توان از مدل‌هایی که بیانگر تأثیر تجمعی ویژگی‌های مختلف خاک بر کیفیت آن است، برای تعیین کیفیت خاک استفاده کرد (کی و همکاران، ۲۰۰۹). کیفیت خاک در نواحی مختلف جغرافیایی به‌دلیل تفاوت در اقلیم، توپوگرافی، مواد مادری، پوشش گیاهی و کاربری اراضی متفاوت است (بریجا، ۲۰۰۰). نوع کاربری زمین از جمله عوامل تأثیرگذار بر کیفیت خاک می‌باشد. خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده کردند که تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی که با رشد سریع جمعیت صورت گرفته است، موجب تخریب شدید خاک و کاهش کیفیت آن می‌شود. یوسفی‌فرد و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که تغییر کاربری اراضی از مرتع به کشاورزی موجب کاهش کیفیت آن و حساسیت در برابر فرسایش می‌شود.

ویژگی‌های مختلفی از خاک به‌عنوان شاخص کیفیت خاک مطرح شده‌اند که تغییر کاربری زمین بر آن‌ها مؤثر است. از جمله این شاخص‌ها ساختمان خاک است که تأثیر مخرب عملیات کشاورزی بر تشکیل خاک‌دانه، به‌وسیله پژوهش‌گران مختلف و در انواع مختلف خاک‌ها و اقلیم‌ها گزارش شده است (شونینگ و راسموسن، ۱۹۸۹). درصد کربن آلی نیز به شیوه‌های مختلف بر کیفیت خاک مؤثر است که یکی از مهم‌ترین تأثیرات آن، بهبود پایداری ساختمان خاک و افزایش خاک‌دانه‌های درشت است (کورتین و مولن، ۲۰۰۲؛ بتینا و همکاران، ۲۰۰۵). برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک نیز به‌عنوان شاخص کیفیت خاک مطرح شده‌اند که عبارتند از ظرفیت زراعی نسبی (RFC)، ظرفیت آب قابل استفاده گیاه (PAWC[2])، تخلخل تهویه‌ای (AC)، جرم ویژه ظاهری (BD)، شاخص پایداری ساختمان خاک

1- Soil Quality Indicators
2- Plant Available Water Capacity

www.SID.ir

(SI) (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۲)، میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌های پایدار در آب (MWD) (دنف و همکاران، ۲۰۰۱) و شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف یا S_{gi} (دکستر، ۲۰۰٤). شاخص‌های کیفیت فیزیکی خاک یاد شده به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بیانی از حجم منافذ خاک بوده و تابعی از آن می‌باشند (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین، توزیع اندازه منافذ خاک رابطه معنی‌داری با کیفیت فیزیکی خاک دارد. بنابراین، می‌توان با استفاده از حدود بهینه شاخص‌های کیفیت خاک، حدود بهینه تابع توزیع اندازه منافذ را به‌دست آورد و آن را به‌عنوان شاخصی از کیفیت خاک که با تنش‌های زیست‌محیطی، تولید محصول و حرکت آب و املاح در خاک‌رخ ارتباط دارد در نظر گرفت. از این‌رو، توزیع اندازه منافذ نیز به‌عنوان شاخصی از کیفیت خاک مطرح شده است (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۹).

برخی از مدل‌های کمی نیز به‌منظور تعیین کیفیت خاک ارایه شده‌اند، که این مدل‌ها با در نظر گرفتن تأثیر مجموعه‌ای از ویژگی‌های خاک مقداری کمی برای کیفیت خاک ارایه می‌کنند. از جمله این مدل‌ها که کارآیی بالایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارند، شاخص کیفیت تجمعی یا IQI[1] (دوران و پارکین، ۱۹۹٤) و شاخص کیفیت نمورو یا NQI[2] (کیوین و ژاو، ۲۰۰۰) است که هر کدام با استفاده از دو مجموعه ویژگی‌های خاک، شامل مجموعه کل داده‌ها (TDS) و مجموعه حداقل داده‌ها (MDS)، محاسبه می‌شوند (کی و همکاران، ۲۰۰۹). شاخص پایداری خاک (SI) (گومز و همکاران، ۱۹۹٦) و روش رتبه‌بندی تجمعی (CR) (شوکلا و همکاران، ۲۰۰٤) نیز دو مدل دیگر هستند که برای بیان کیفیت خاک براساس پایداری فیزیکی آن در برابر فرسایش استفاده می‌شوند (سینگ و خرا، ۲۰۰۹).

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر تغییر کاربری زمین بر کیفیت خاک منطقه‌ای از جنوب مشهد بود که ۷۰ درصد سطح آن در دو دهه اخیر به زمین زراعی تبدیل شده است و ۳۰ درصد به‌صورت مرتع باقی مانده است. همچنین تعیین ویژگی‌ها و مدل‌های مربوط به شاخص کیفیت خاک از دیگر اهداف این پژوهش بود، که به‌منظور بررسی تأثیر کمی تغییر کاربری زمین بر کیفیت خاک مورد استفاده قرار گرفتند. علاوه‌بر این رابطه بین دو عامل مؤثر بر ساختمان خاک یعنی درصد کربن آلی و شاخص S_{gi} با کلاس‌های مختلف اندازه خاک‌دانه‌ها، در دو کاربری کشاورزی و مرتع بررسی شد.

1- Integrated Quality Index
2- Nemero Quality Index

Archive of SID
www.SID.ir

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: تعداد ٦٠ نمونه دست‌نخورده و دست‌خورده خاک سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) از منطقه‌ای به وسعت ۱۸۰۰ هکتار در ٤٠ کیلومتری جنوب شهرستان مشهد تهیه شد که در حد فاصل طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۱ دقیقه و ۵۲/۱۷ ثانیه و ۵۹ درجه و ۳٦ دقیقه و ۵۱/۵۹ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۰۰ دقیقه و ۵۲/۲۳ ثانیه و ۳٦ درجه و ۵۷ دقیقه و ۲۷/۲۱ ثانیه شمالی قرار دارد. اقلیم منطقه خشک تا نیمه‌خشک با میانگین دمای سالیانه ١٤ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالیانه ۲۵۰ میلی‌متر است. به‌طورکلی، منطقه به‌صورت دشت با شیب عمومی ۱۰ درصد بود و به‌صورت نقطه‌ای دارای عوارض سطحی بود که شیب جانبی دامنه‌های آن به ۲۰-۱۵ درصد می‌رسید. خاک منطقه در گروه بزرگ Haplocalcid رده‌بندی شد. ۷۰ درصد سطح منطقه دارای زمین‌های کشاورزی زیر کشت دیم غلات بود که تعداد ٤١ نمونه خاک از این زمین‌ها تهیه شد و ۳۰ درصد باقی‌مانده مراتع با پوشش گیاهی کم‌تر از ۵۰ درصد بود که ۱۹ نمونه خاک از آن‌ها تهیه شد. الگوی نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی و نمونه‌برداری مرکب بود که فاصله بین نمونه‌ها ٤۵۰-۳۵۰ متر بود.

شاخص‌ها و مدل‌های کیفیت خاک: پس از برداشت نمونه‌ها، ۱۸ ویژگی خاک اندازه‌گیری شد که این ویژگی‌ها به‌همراه منبع مربوط به روش اندازه‌گیری، به‌طور خلاصه در جدول ۱ ارایه شده است. مجموع ۱۸ ویژگی به‌عنوان مجموعه کل داده‌ها (TDS[1]) در مدل‌ها در نظر گرفته شد. به‌منظور تعیین عمق خاک مورد مطالعه، ٦ خاک‌رخ در سطح منطقه بررسی شد. عمیق‌ترین لایه‌ای که در آن خاک‌سازی صورت گرفته به‌عنوان عمق خاک در نظر گرفته شد که در همه خاک‌رخ‌های مورد مطالعه معادل ۱/۵ متر بود.

برای گزینش مجموعه حداقل داده‌ها (MDS)[2]، به‌علت قابلیت روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA[3]) در انتخاب MDS (دوران و پارکین، ۱۹۹٤)، از این روش استفاده شد. روش PCA برای کاهش حجم داده‌ها، از میان کل ویژگی‌های مورد بررسی خاک، ویژگی‌هایی که بیش‌ترین تأثیر را بر کیفیت خاک منطقه دارند انتخاب می‌کند (کی و همکاران، ۲۰۰۹). طبق روشی که توسط اندریوس و همکاران (۲۰۰۲) و گوارتز و همکاران (۲۰۰٦) برای انتخاب MDS ارایه شده است، مؤلفه‌های اصلی با ارزش ویژه[4] بزرگ‌تر از یک به‌عنوان MDS انتخاب شدند، که در جدول ۱ ارایه شده است. در

1- Total Data Set
2- Minimum Data Set
3- Principle Component Analysis
4- Eigen Values

www.SID.ir

نهایت با استفاده از رابطه‌های زیر، برای هر نمونه مدل‌های IQI و NQI با استفاده از دو مجموعه TDS و MDS محاسبه شدند:

$$IQI = \sum_{i=1}^{n} W_i N_i \qquad (1)$$

که در آن، W_i: وزن تعلق‌یافته به هر ویژگی خاک، N_i: مقدار نمره تعلق‌یافته به هر ویژگی و n: تعداد ویژگی‌های موردنظر است.

جدول ۱- ویژگی‌های اندازه‌گیری شده و ارزش ویژه به‌دست آمده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای هر ویژگی.

ویژگی موردنظر	ارزش ویژه به‌دست آمده از PCA	منبع روش مورد استفاده برای اندازه‌گیری
میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها (MWD)	٦٧/٣٥	کمپر و روزنا، ١٩٨٦
نسبت جذب سدیم (SAR)	٠/٠٠١١	پیج و همکاران، ١٩٨٢
pH	٠/٠٠٢٤	پیج و همکاران، ١٩٨٢
EC	٠/٠٤٥٢	پیج و همکاران، ١٩٨٢
درصد آهک معادل	١١/٨٧	پیج و همکاران، ١٩٨٢
جرم ویژه ظاهری	٠/٠١٣٧	رینولدز و همکاران، ٢٠٠٩
درصد رس	٠/٨٢	گی و باودر، ١٩٨٦
درصد شن	٠/٠٧٣٢	گی و باودر، ١٩٨٦
درصد سیلت	٠/٤٧٦	گی و باودر، ١٩٨٦
درصد کربن آلی	٢٥٨/٦	والکلی و بلک، ١٩٣٤
شاخص پایداری خاک‌دانه‌ها (SI)	٤/٣	رینولدز و همکاران، ٢٠٠٩
ظرفیت زراعی نسبی RFC	٠/٠١٩٦	رینولدز و همکاران، ٢٠٠٩
آب قابل استفاده گیاه (PAWC)	٠/٠٠٧٢	رینولدز و همکاران، ٢٠٠٩
تخلخل هوایی AC	٠/٠٠٠١	رینولدز و همکاران، ٢٠٠٩
شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف (S_{gi})	٠	دکستر، ٢٠٠٤
تخلخل کل	٠/٠١٠١	رینولدز و همکاران، ٢٠٠٩
فاکتور فرسایش‌پذیری معادله جهانی فرسایش (K)	١٨	ویشمایر و همکاران، ١٩٦٩
درصد خاک‌دانه‌های پایدار در آب (WSA)	٥١٥/٩	سینگ و خرا، ٢٠٠٩

* ویژگی‌های دارای ارزش ویژه بزرگ‌تر از ١ به‌صورت پررنگ نشان داده شده و به‌عنوان مجموعه MDS در نظر گرفته شده‌اند.

Archive of SID
www.SID.ir

برای تعیین وزن ویژگی‌ها (W_i)، سهم هر ویژگی (COM[1]) به‌وسیله روش تجزیه عامل (FA[2]) با نرم‌افزار آماری SAS محاسبه شد (شوکلا و همکاران، ۲۰۰۶؛ سان و همکاران، ۲۰۰۳). سپس نسبت مقدار سهم هر ویژگی به مجموع مقادیر سهم کل ویژگی‌ها، به‌عنوان وزن هر ویژگی برای محاسبه شاخص کیفیت خاک در نظر گرفته شد (کی و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به این‌که ویژگی‌های مورد بررسی دارای واحدهای گوناگونی می‌باشند، برای ارایه آن‌ها در قالب یک مقدار کلی، باید آن‌ها را بی‌بعد نمود. برای این منظور از توابع عضویت فازی استفاده می‌شود (توربرت و همکاران، ۲۰۰۸؛ کی و همکاران، ۲۰۰۹). به این ترتیب که محدوده‌ای از مقادیر ویژگی موردنظر که از نظر کیفیت خاک مطلوب‌ترین مقدار می‌باشد مقدار عضویت یک و محدوده‌ای که کم‌ترین کیفیت را دارد مقدار صفر به آن تعلق می‌گیرد. به این ترتیب تابعی به‌دست می‌آید که با استفاده از آن، مقادیر ویژگی موردنظر بین صفر (کم‌ترین مطلوبیت برای کیفیت خاک) و ۱ (بیش‌ترین مطلوبیت برای کیفیت خاک) نمره‌دهی می‌شود (کی و همکاران، ۲۰۰۹). با استفاده از این روش ویژگی‌های مورد بررسی برای هر نمونه خاک نمره‌دهی و در روابط استفاده شدند.

$$NQI = \sqrt{\frac{p_{ave}^{2} + p_{\min}^{2}}{2}} \times \frac{n-1}{n} \qquad (2)$$

که در آن، p_{ave} : میانگین نمره تعلق‌یافته به ویژگی‌های انتخاب شده در هر نمونه خاک، $p_{\min}$: حداقل نمره موجود در بین ویژگی‌های انتخاب شده برای هر نمونه و n: تعداد ویژگی‌های موردنظر برای محاسبه شاخص است. در نتیجه در پایان برای هر نمونه خاک، مقدار کمی کیفیت خاک با استفاده از دو مدل IQI و NQI و در دو مجموعه داده‌های MDS و TDS تعیین شد که برای سادگی به‌صورت IQI_{TDS}، IQI_{MDS}، NQI_{TDS} و NQI_{MDS} نشان داده شدند (کی و همکاران، ۲۰۰۹).

برای تعیین شاخص پایداری خاک (SI) در هر نمونه به این ترتیب عمل شد که مقدار هر کدام از ۵ ویژگی خاک شامل عمق خاک، میزان کربن آلی، درصد خاک‌دانه‌های پایدار در آب (WSA)، جرم ویژه ظاهری و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه (PAWC) به مقدار آستانه این ویژگی‌ها از نظر پایداری خاک تقسیم شد. سپس با محاسبه میانگین حسابی اعداد به‌دست آمده، شاخص پایداری خاک (SI) تعیین شد (گومز و همکاران، ۱۹۹۶). مقادیر آستانه در نظر گرفته شده برای عمق خاک ۵۰ سانتی‌متر،

1- Communality
2- Factor Analysis

Archive of SID
www.SID.ir

کربن آلی ۱ درصد، درصد خاک‌دانه‌های پایدار در آب ۱۰ درصد، جرم ویژه ظاهری ۱ گرم بر سانتی‌مترمکعب و ظرفیت آب قابل استفاده گیاه ۰/۱ سانتی‌مترمکعب بر سانتی‌مترمکعب می‌باشد (گومز و همکاران، ۱۹۹٦).

شاخص CR در هر نمونه به روش شوکلا و همکاران (۲۰۰٤) تعیین شد. برای این منظور ۹ ویژگی خاک شامل pH، EC، میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها (MWD)، درصد خاک‌دانه‌های پایدار در آب (WSA)، ظرفیت نگهداری آب (WHC)، بافت خاک، جرم ویژه ظاهری، تخلخل کل و درصد کربن آلی در نظر گرفته شد (سینک و خرا، ۲۰۰۹). سپس براساس حدود بحرانی ارایه شده توسط لال (۱۹۹٤) به هر ویژگی خاک نمره ۵-۱ اختصاص داده شد، به‌گونه‌ای که نمره ۱ برای بیش‌ترین کیفیت ویژگی موردنظر و نمره ۵ به کم‌ترین کیفیت ویژگی موردنظر اختصاص داده شد. در پایان، مجموع نمرات ۹ ویژگی برای هر خاک به‌عنوان شاخص رتبه تجمعی (CR) آن خاک در نظر گرفته شد.

برای تعیین منحنی‌های توزیع اندازه منافذ نمونه‌ها، در ٤۰ نمونه خاک دست‌نخورده شامل ۲۲ نمونه از اراضی کشاورزی و ۱۸ نمونه از مراتع، با استفاده از دستگاه صفحات فشاری مقادیر رطوبت در مکش‌های ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۳۰۰۰، ۵۰۰۰، ۱۰۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر و رطوبت اشباع خاک به‌عنوان مکش صفر، تعیین شد. شاخص S_{gi} به‌صورت شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف تعریف می‌شود که برای تعیین این شاخص، منحنی رطوبتی براساس مقدار رطوبت وزنی خاک θ_g (کیلوگرم بر کیلوگرم)، در برابر لگاریتم طبیعی مکش خاک $\ln(h)$ رسم می‌شود (دکستر، ۲۰۰٤). با برازش معادله وان‌گن‌اختن به داده‌های آزمایشگاهی منحنی رطوبتی با استفاده از نرم‌افزار RETC و تعیین پارامترهای معادله وان‌گن‌اختن مقدار شاخص S_{gi} نمونه‌ها از رابطه‌های زیر به‌دست آمد (دکستر، ۲۰۰٤). شیب منحنی رطوبتی در هر مکش (h) عبارت است از:

$$S_g(h) = \frac{d(\theta_g)}{d(\ln h_i)} = -mn(\theta_{gs} - \theta_{gr})\alpha^n h^n [1 + (\alpha h)^n]^{-(m+1)} \qquad (۳)$$

در نتیجه شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف $(-)$ S_{gi} را می‌توان براساس معادله زیر محاسبه نمود:

$$S_{gi} = \frac{d(\theta_{gi})}{d(\ln h_i)} = \left| -n(\theta_{gi} - \theta_{gr}) \left[1 + \frac{1}{m} \right]^{-(m+1)} \right| \qquad (٤)$$

Archive of SID

www.SID.ir

که در این رابطه‌ها، θ_{gi} (کیلوگرم بر کیلوگرم) و h_i: به‌ترتیب رطوبت وزنی و مکش در نقطه عطف، θ_{gs} (کیلوگرم بر کیلوگرم): رطوبت وزنی حد اشباع خاک، θ_{gr} (کیلوگرم بر کیلوگرم): رطوبت وزنی باقی‌مانده و α (هکتار بر پاسکال): عکس مکش در نقطه ورود هوا، h: مکش رطوبتی خاک (سانتی‌متر آب)، n (–) و m (–): پارامترهای تجربی معادله وان‌گن‌اختن هستند.

شیب منحنی رطوبتی در هر مکش با اندازه منافذ در آن نقطه رطوبتی ارتباط مستقیم دارد (دکستر، ۲۰۰٤). تابع توزیع اندازه منافذ، $S_V(h)$ (–)، را می‌توان به‌صورت شیب منحنی رطوبتی تعریف نمود. با استفاده از منحنی رطوبتی براساس رطوبت حجمی، در رابطه ۳ و جایگزینی اندیس v به‌جای g تابع $S_V(h)$ (–) به‌دست می‌آید (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۹). تابع نرمال شده توزیع اندازه منافذ، $S^*(h)$، از تقسیم $S_V(h)$ به نقطه عطف شیب منحنی رطوبتی حجمی ، S_{vi}، به‌دست می‌آید:

$$S^*(h)=\frac{S_v(h)}{S_{vi}}=\frac{m(\alpha h)^n[1+m^{-1}]^{(m+1)}}{[1+(\alpha h)^n]^{(m+1)}};\ 0\le S^*(h)\le 1 \qquad (5)$$

با فرض ثابت بودن جرم ویژه ظاهری در مکش‌های مختلف و در نتیجه $\theta_i=(BD)\theta_g$ و $S_V(h)=(BD)S_g(h)$ خواهیم داشت:

$$S^*(h)=\frac{S_v(h)}{S_{vi}}=\frac{S_g(h)}{S_{gi}} \qquad (6)$$

$S^*(h)$ مستقل از جرم ویژه ظاهری و تخلخل می‌باشد. پس می‌توان از آن به‌عنوان مفهومی برای مقایسه توزیع اندازه منافذ در مواد متخلخل استفاده کرد (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۲). با رسم $S^*(h)$ در برابر قطر معادل هر مکش (d_e)، منحنی توزیع اندازه منافذ هر نمونه به‌دست آمد.

قطر معادل هر مکش (d_e) از معادله صعود موئینه (واریک، ۲۰۰۲) تعیین شد:

$$d_e=\frac{4\gamma\cos\omega}{\rho w g h}\approx\frac{0.298}{h};\ h>0 \text{ (سانتی‌متر)};\ d_e \text{ (میکرومتر)};\ 20 \text{ (درجه سانتی‌گراد)} \qquad (7)$$

که در آن، معادله $\gamma=72.8$ گرم در متر بر مجذور ثانیه: کشش سطحی آب، $\rho_w=0.998$ گرم بر سانتی‌مترمکعب: چگالی آب، $g=980$ سانتی‌متر بر مجذور ثانیه: شتاب ثقل و $\omega\approx 0$: زاویه تماس آب با منافذ است.

Archive of SID

www.SID.ir

توزیع اندازه منافذ خاک‌های گوناگون را می‌توان با استفاده از پارامترهای موقعیت[1] و شکل منحنی تعیین و با یکدیگر مقایسه کرد. پارامترهای موقعیت منحنی شامل مد، میانه و میانگین d_e می‌باشد. برای بیان تقارن و پراکندگی توزیع اندازه منافذ از میانگین هندسی $d_e(d_{mean})$ و پارامترهای شکل منحنی شامل انحراف معیار (SD)، کشیدگی (skewness) و پخی (kurtosis) منحنی استفاده می‌شود (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۹). افزون بر این، شاخص‌های AC، PAWC، RFC و شاخص پایداری خاک‌دانه (SI[2]) نیز محاسبه شد (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به مقادیر بهینه تعیین شده برای ۸ شاخص کیفیت خاک شامل (۰/۷–۰/٦) RFC، (S_{gi} > ۰/۰۳۵) S_{gi}، (۱/۲ > میلی‌متر) MWD، (۷ > درصد) SI، (۰/۱۵ > میلی‌مترمکعب بر میلی‌مترمکعب) PAWC، (۰/۱٤ > میلی‌مترمکعب بر میلی‌مترمکعب) AC، (۱/۳–۰/۹ میلی‌گرم بر مترمکعب) BD و (۵–۳ درصد) OC، ٦ نمونه خاک وجود داشت که در آن‌ها همه ۸ شاخص در محدوده بهینه قرار داشتند. بنابراین محدوده پارامترهای موقعیت و شکل منحنی‌های توزیع اندازه منافذ این ٦ نمونه به‌عنوان محدوده بهینه منحنی‌های توزیع اندازه منافذ نمونه‌ها تعیین شد (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۹).

در پایان، به‌منظور بررسی تأثیر تغییر کاربری زمین بر کیفیت خاک، مقایسه میانگین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده به‌عنوان شاخص کیفیت خاک و مدل‌های کیفیت خاک، بین دو مجموعه نمونه خاک‌های مربوط به اراضی مرتعی و اراضی کشاورزی صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها به‌صورت آزمون t-test و مقایسه‌های جفت نشده بین دو سری نمونه خاک با استفاده از نرم‌افزار آماری JMP4 (انستیتو SAS، ۲۰۰۰) انجام شد. همچنین همبستگی بین کلاس‌های مختلف اندازه خاک‌دانه‌ها با درصد کربن آلی و شاخص S_{gi}، بررسی شد. بررسی همبستگی نیز با استفاده از نرم‌افزار آماری JMP4 (انستیتو SAS، ۲۰۰۰) صورت گرفت.

نتایج و بحث

مقایسه‌های میانگین بین ویژگی‌های موردنظر به‌عنوان شاخص کیفیت خاک، نشان داد که از ۱۸ ویژگی اندازه‌گیری شده در ٦ ویژگی اختلاف معنی‌داری بین دو کاربری وجود دارد، که مقایسه میانگین این ویژگی‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

1- Location Parameters
2- Stability Index

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های کیفیت خاک در دو کاربری زمین.

شاخص	فاکتور فرسایش‌پذیری معادله جهانی فرسایش خاک	تخلخل کل (سانتی‌مترمکعب بر سانتی‌مترمکعب)	WSA (درصد)	S_{gi} (-)	MWD (میلی‌متر)	PAWC (سانتی‌مترمکعب بر سانتی‌مترمکعب)
کاربری مرتعی	۰/۴۹*	۰/۳۳**	۵۴**	۰/۰۶۳**	۱/۳**	۰/۳۲*
کاربری کشاورزی	۰/۴۳*	۰/۲۶**	۱۵**	۰/۰۴۵**	۰/۶۷**	۰/۲۸*

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

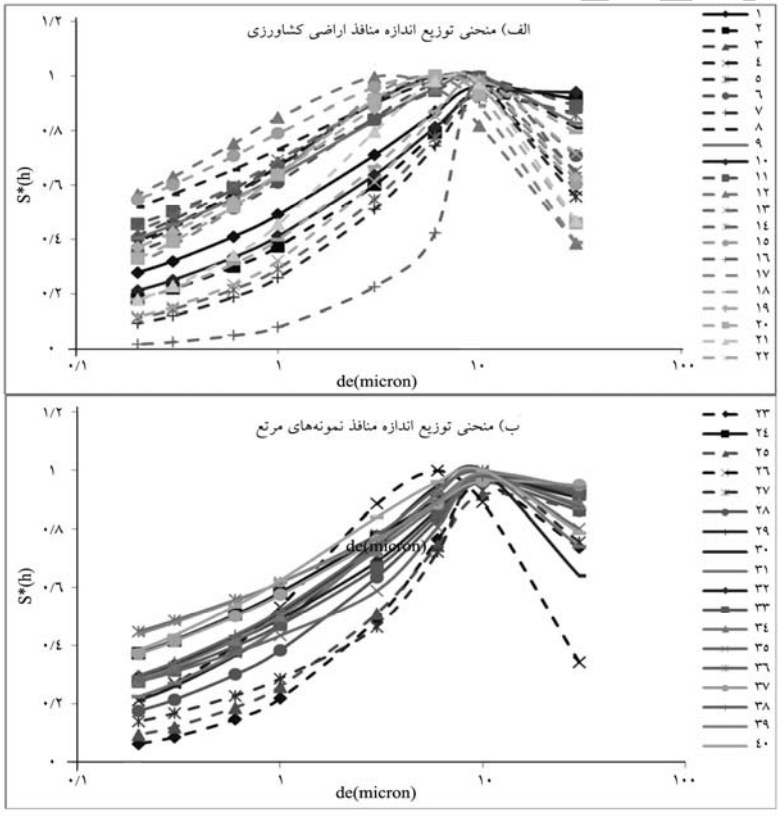
مشاهده می‌شود که تغییر کاربری زمین به‌طور عمده تأثیر مخرب بر شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک داشته است، در حالی‌که شاخص‌های شیمیایی مانند pH، EC و SAR تغییری نکردند. درصد کربن آلی نیز که به‌عنوان شاخص مهمی از کیفیت خاک مطرح می‌شود، اختلاف معنی‌داری بین دو کاربری نداشت. علت این امر می‌تواند پایین بودن سطح کربن آلی در کل منطقه به سبب اقلیم خشک آن باشد، به‌طوری‌که متوسط درصد OC در سطح منطقه ۰/۹ درصد بود. بنابراین با توجه به این‌که درصد کربن آلی خاک منطقه کم بوده است، به‌نظر می‌رسد که شدت عملیات کشاورزی به‌ویژه در کشت دیم کم بوده و تأثیر معنی‌داری بر میزان کربن آلی خاک نداشته است. با این وجود موجب شده است شاخص‌های مرتبط با پایداری خاک‌دانه‌ها شامل تخلخل کل، WSA، S_{gi}، MWD و PAWC به‌طور معنی‌داری کاهش یابند، که این امر می‌تواند به‌دلیل تأثیر مستقیم کاربرد ماشین‌آلات در خاک‌ورزی و فشردگی خاک در اثر تردد آن‌ها بوده باشد.

حدود بالا و پایین مشخصات آماری منحنی‌های توزیع اندازه منافذ نمونه‌های اراضی مرتعی و کشاورزی، شامل شاخص‌های موقعیت منحنی (میانگین، میانه و فراوانی اندازه منافذ) و شاخص‌های شکل منحنی (کشیدگی، انحراف معیار و پخی منحنی) تعیین شد، که از این ٦ مشخصه آماری برای مقایسه بین منحنی‌ها از نظر قرار گرفتن در محدوده بهینه استفاده گردید (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۹). در شکل ۱، منحنی‌های توزیع اندازه منافذ برای نمونه خاک‌های کشاورزی و مرتع نشان داده شده است. با توجه به شکل ۱ مشاهده می‌شود که ۷۸ درصد نمونه‌ها (١٤ نمونه از ۱۸ نمونه) در مرتع دارای توزیع بهینه اندازه منافذ می‌باشند، در حالی‌که در اراضی زیر کشت این رقم به ۱۳ درصد (۳ نمونه از ۲۲ نمونه) رسیده است. این امر بیانگر تأثیر مخرب زیر کشت بردن اراضی بر توزیع اندازه منافذ خاک و به پیروی از آن کیفیت فیزیکی خاک می‌باشد. این مسأله ناشی از تأثیر مخرب عملیات کشاورزی بر شاخص‌های کیفیت فیزیکی

Archive of SID
www.SID.ir

خاک بود به‌طوری‌که مقایسه میانگین بین دو مجموعه نشان داد که شاخص‌های MWD، S_{gi} و PAWC نیز که با توزیع اندازه منافذ در ارتباط هستند، با تغییر کاربری زمین به‌طور معنی‌داری کاهش داشته است.

به‌طورکلی مشاهده می‌شود که تغییر کاربری زمین تأثیر مخربی بر شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک دارد و بنابراین منجر به فروسایی کیفیت خاک می‌شود. این کاهش کیفیت از طریق تخریب ویژگی‌های فیزیکی می‌تواند منجر به کاهش کارایی و سودبخشی تولید محصول گشته، تأثیرات منفی بر محیط زیست داشته و موجب ایجاد فرسایش آبی و بادی و آب‌شویی و ورود آفت‌کش‌ها و عناصر غذایی به منابع آب سطحی و زیرزمینی شود (والاس و تری، ۱۹۹۸).



شکل ۱- منحنی‌های توزیع اندازه منافذ الف) نمونه‌های خاک اراضی کشاورزی و ب) نمونه‌های خاک مرتع. خطوط پیوسته منحنی‌های توزیع اندازه منافذی هستند که در محدوده بهینه قرار دارند و خط‌چین‌ها منحنی‌هایی که خارج از محدوده بهینه هستند.

www.SID.ir

نتایج همبستگی بین کربن آلی و کلاس اندازه خاک‌دانه‌ها نشان داد که به‌طورکلی همبستگی بین درصد خاک‌دانه‌های درشت و کربن آلی مثبت و معنی‌دار بود و با کاهش کلاس اندازه خاک‌دانه‌ها این همبستگی نیز کاهش یافت به‌طوری‌که در خاک‌دانه‌های ریز همبستگی به‌دست آمده منفی و معنی‌دار بود (جدول ۳). بیاتا (۲۰۰۵) نیز روند مشابهی را مشاهده کرد. همبستگی بالا بین خاک‌دانه‌های درشت و OC نشان‌دهنده وابستگی زیاد تشکیل این خاک‌دانه‌ها به مقدار کربن آلی و حضور مقدار بیش‌تری OC در این خاک‌دانه‌ها است. روند عکس در خاک‌دانه‌های ریز دلالت بر وابستگی کم‌تر این خاک‌دانه‌ها به‌مقدار OC دارد (بیاتا، ۲۰۰۵). بنابراین همبستگی مثبت برای خاک‌دانه‌های درشت و منفی برای خاک‌دانه‌های کوچک‌تر، به‌ویژه خاک‌دانه‌های ریز (۰/۲۵–۰/۰۵۳) نشان می‌دهد که با افزایش کربن آلی، مقدار خاک‌دانه‌های کلاس درشت افزایش می‌یابد و این مسأله سبب کاهش نسبت خاک‌دانه‌های ریز می‌شود.

جدول ۳- همبستگی بین OC و درصد خاک‌دانه کلاس‌های مختلف.

همبستگی OC با درصد خاک‌دانه	زمین کشاورزی	مرتع
کلاس > ٤ میلی‌متر	۰/۷۹۳۷**	۰/۹۱۰۳**
کلاس ٤–۲ میلی‌متر	۰/۲۲۹٦^{ns}	۰/۲۸۸۱^{ns}
کلاس ۲–۱ میلی‌متر	–۰/۰٤٤^{ns}	–۰/۳۹۷٤^{ns}
کلاس ۱–۰/٦ میلی‌متر	–۰/۱۳٤۷^{ns}	–۰/٤۷۱٥^{ns}
کلاس ۰/٦–۰/۲٥ میلی‌متر	–۰/۰٦۸٦^{ns}	–۰/٥۲۹٤*
کلاس < ۰/۲٥ میلی‌متر	–۰/٥۹۹۳**	–۰/٦٤۷۷**

* معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

چنین نتیجه‌ای توسط بیاتا و همکاران (۲۰۰۵) و کاسترو فیلهو و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش شد. بتینا و همکاران (۲۰۰۵) نیز نشان دادند که در هر دو خاک کشاورزی و مرتع مقدار کربن آلی در خاک‌دانه‌های درشت (بزرگ‌تر از ۲٥۰ میکرومتر) بیش‌تر از خاک‌دانه‌های کوچک (کوچک‌تر از ۲٥۰ میکرومتر) است. با توجه به اختلاف معنی‌دار میانگین درصد خاک‌دانه‌های درشت (بزرگ‌تر از ٤ میلی‌متر) بین خاک کشاورزی (۸ درصد) و مرتع (۹/٥ درصد) و نبود اختلاف معنی‌دار در

Archive of SID
www.SID.ir

خاک‌دانه‌های ریز (کوچک‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر) می‌توان نتیجه گرفت که در اثر تغییر کاربری مرتع به زمین کشاورزی خاک‌دانه‌های درشت کاهش می‌یابد در حالی‌که خاک‌دانه‌های ریز مقاوم به تخریب مکانیکی بوده و هم‌چنان پایدار می‌مانند. کاسترو فیلهو و همکاران (۱۹۹۸) نیز گزارش کردند که خاک‌دانه‌های در اندازه بین ۰/۰۲–۰/۲۵ میلی‌متر، به‌شدت پایدارند و توسط عملیات زراعی تخریب نمی‌شوند. انجام ندادن عملیات کشاورزی نسبت خاک‌دانه‌های درشت را در خاک سطحی (۱۵–۰ سانتی‌متر) افزایش می‌دهد (بهاتاچاریا وهمکاران، ۲۰۰۹).

همان‌طورکه مشاهده می‌شود، خاک‌دانه‌های درشت در اراضی مرتعی نسبت به اراضی کشاورزی همبستگی شدیدتری با OC دارند (۰/۹۱۰۳ نسبت به ۰/۷۹۳۷) از سوی دیگر در زمین‌های کشاورزی خاک‌دانه‌های در اندازه کوچک‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر همبستگی منفی معنی‌دار با OC داشتند در حالی‌که در اراضی مرتعی، خاک‌دانه‌های در اندازه کوچک‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر و ۰/۰٦–۰/۲۵ میلی‌متر همبستگی منفی معنی‌دار و شدیدتری با OC نشان دادند. این دو نکته و اختلاف میانگین معنی‌دار و زیاد خاک‌دانه‌های بزرگ‌تر از ٤ میلی‌متر در زمین‌های مرتع نسبت به کشاورزی، نشان می‌دهد که با زیر کشت بردن مرتع، میزان خاک‌دانه‌های درشت کاهش می‌یابد و بر میزان خاک‌دانه‌های ریزتر افزوده می‌شود. یعنی خاک‌دانه‌های درشت تخریب شده و به خاک‌دانه‌های در اندازه کلاس‌های پایین تبدیل می‌شود و درصد آن‌ها را افزایش می‌دهد و به سبب این‌که این افزایش به یک کلاس مشخص مربوط نمی‌شود بلکه به ۵ کلاس پایین‌تر مربوط است افزایش معنی‌داری در درصد یک کلاس مشخص مانند کلاس کوچک‌تر از ۰/۲۵ مشاهده نمی‌شود در حالی‌که کاهش قابل‌توجهی در درصد کلاس خاک‌دانه‌های درشت به‌وجود می‌آید.

همبستگی بین شاخص S_{gi} و درصد خاک‌دانه‌های با کلاس‌های اندزه‌ای مختلف (جدول ٤) بیانگر این نکته است که این شاخص، بیش‌تر با کلاس‌های درشت اندازه خاک‌دانه ارتباط دارد. بنابراین افزایش میزان خاک‌دانه‌های درشت که منجر به افزایش حجم منافذ بین خاک‌دانه‌ای می‌شود، موجب افزایش شاخص S_{gi} و کیفیت فیزکی خاک می‌شود. رینولدز و همکاران (۲۰۰۹) نیز بیان کردند شاخص S_{gi} با منافذ بین خاک‌دانه‌ای ارتباط دارد.

www.SID.ir

جدول ٤- همبستگی بین شاخص S_{gi} و درصد خاک‌دانه کلاس‌های مختلف.

همبستگی شاخص S_{gi} با درصد خاک‌دانه	زمین کشاورزی	مرتع
کلاس > ٤ میلی‌متر	۰/۸۳**	۰/۸۷**
کلاس ٤-۲ میلی‌متر	۰/٦۱*	۰/٦٥*
کلاس ۲-۱ میلی‌متر	۰/٤٤ns	۰/٤۹ns
کلاس ۱-۰/٦ میلی‌متر	۰/۳۹ns	۰/۳۰ns
کلاس ۰/٦-۰/۲٥ میلی‌متر	-۰/۱۱ns	-۰/۲۰ns
کلاس < ۰/۲٥ میلی‌متر	۰/۱٦ns	-۰/۲۷ns

* معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار.

مقادیر میانگین ٦ مدل کیفیت خاک تعیین شده در دو کاربری زمین، در جدول ٥ نشان داده شده است.

جدول ٥- مقایسه میانگین مدل‌های تعیین کیفیت خاک در نمونه خاک‌های کشاورزی و مرتع.

کاربری زمین	IQI_{TDS}	IQI_{MDS}	NQI_{TDS}	NQI_{MDS}	CR	SI
کشاورزی	۰/٤**	۰/۲٥ns	۰/۲۹**	۰/٤۹ns	۲۹/٤ns	۳**
مرتع	۰/٤٦**	۰/۲٥ns	۰/۳٤**	۰/٤۸ns	۲۹/۸ns	۳/۹۲**

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار.

مشاهده می‌شود مدل‌های NQI_{MDS} و IQI_{MDS} که با استفاده از مهم‌ترین ویژگی‌های مؤثر بر کیفیت خاک (مجموعه MDS) تعیین شده‌اند، اختلاف معنی‌داری را بین کیفیت خاک دو کاربری زمین نشان نمی‌دهد. در حالی‌که وقتی این مدل‌ها با استفاده از کل ویژگی‌های مؤثر بر کیفیت خاک (مجموعه TDS) تعیین می‌شوند یعنی مدل‌های IQI_{TDS} و NQI_{TDS}، اختلاف معنی‌داری بین کیفیت خاک زمین‌های کشاورزی و مرتع مشاهده می‌شود. وقتی مقدار عددی کیفیت خاک توسط مدل‌های NQI و IQI و با استفاده از مجموعه TDS محاسبه می‌شود، کل تغییرات موجود در مجموعه داده‌ها در محاسبه وارد می‌شود و بر خروجی مدل تأثیر می‌گذارد که همین امر سبب می‌شود تا اختلاف جزیی کیفیت خاک بین دو محیط را نیز به روشنی نشان دهد. به‌عبارت دیگر حساسیت مدل با استفاده از مجموعه کل داده‌ها بیش‌تر می‌شود. در حالی‌که وقتی از مجموعه MDS استفاده می‌شود بخشی از

Archive of SID
www.SID.ir

تغییرات داده‌ها در نظر گرفته نمی‌شود که این امر حساسیت مدل‌های NQI_{MDS} و IQI_{MDS} را برای مقایسه کیفیت خاک بین دو محیط کاهش می‌دهد. اما با این وجود چون در NQI_{MDS} و IQI_{MDS} از داده‌های تعداد کم‌تری از ویژگی‌های خاک استفاده می‌شود، برای مقایسه کیفیت خاک با حساسیت کم‌تر استفاده از مجموعه MDS از نظر اقتصادی به‌صرفه‌تر است.

مدل SI نیز که مدلی ساده و با ۵ جزء است، کاهش کیفیت خاک را در اثر تغییر کاربری نشان می‌دهد، در حالی‌که مدل CR تغییری نداشته است. در مدل SI ٤ ویژگی (درصد کربن آلی، WSA، PAWC و جرم مخصوص ظاهری) از ۵ ویژگی استفاده شده برای تعیین کیفیت خاک، ویژگی‌های حساس به تغییر کاربری زمین می‌باشند که ورود آن‌ها در مدل حساسیت آن را به تغییر کاربری افزایش می‌دهد در حالی‌که در مدل CR وارد شدن ویژگی‌هایی مانند pH، EC و بافت خاک که تغییرات‌شان تأثیرپذیری کمی از نوع کاربری زمین دارند، باعث شده است تا حساسیت این مدل به تغییر کاربری کم‌تر شود. همچنین در مدل CR همان‌طورکه گفته شد، نمره‌دهی ویژگی‌ها به‌صورت غیرپیوسته از ۵-۱ صورت می‌گیرد که این امر نیز حساسیت مدل را کاهش می‌دهد (سینگ و خرا، ۲۰۰۹).

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که عملیات کشاورزی می‌تواند تأثیر مخربی بر کیفیت خاک‌ها داشته باشد (کاسترو فیلهو و همکاران، ۲۰۰۲؛ چلیک، ۲۰۰۵). از این‌رو وجود اختلاف معنی‌دار بین دو کاربری زمین در شاخص‌های IQI و NQI کیفیت خاک که از مجموعه کل داده‌ها (TDS) استفاده کرده‌اند، نشان می‌دهد که مجموعه TDS حساسیت بیش‌تری نسبت به نوع کاربری زمین داشته و به گونه مؤثرتری اختلاف کیفیت خاک بین کاربری‌های کشاورزی و مرتع را نشان می‌دهد. با توجه به این‌که بین این ٦ مدل، SI ساده‌ترین مدل بوده و کم‌ترین تعداد ویژگی را برای تعیین آن نیاز داریم و در عین‌حال حساسیت خوبی به تغییر کیفیت خاک در اثر تغییر کاربری زمین دارد، می‌تواند برای پایش تغییرات کیفیت خاک در سطح منطقه مورد مطالعه استفاده شود.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی می‌توان گفت که تغییر کاربری زمین در منطقه مورد مطالعه، موجب کاهش کیفیت خاک شده است که این امر به‌علت تأثیر منفی تغییر کاربری بر شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک است. همچنین به‌علت همبستگی مثبت و معنی‌دار درصد خاک‌دانه‌های درشت با درصد کربن آلی و شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف (شاخص S_{gi})، افزایش درصد کربن آلی خاک می‌تواند موجب بهبود

www.SID.ir

ساختمان خاک شود و بهبود ساختمان خاک باعث بهبود شاخص کیفیت خاک S_{gi} شود. در بین ٦ مدل تعیین کیفیت خاک بررسی شده، مدل‌های IQI_{TDS}، NQI_{TDS} و SI تغییر کیفیت خاک بین دو کاربری را نشان دادند، بنابراین حساسیت بیش‌تری به تغییر کیفیت خاک دارند. بنابراین استفاده از این مدل‌ها برای بررسی تغییرات کیفیت خاک در اثر تغییر کاربری زمین در منطقه توصیه می‌شود، که در بین این مدل‌ها نیز استفاده از SI به‌دلیل سهولت استفاده و داشتن پارامترهای کم‌تر از نظر اقتصادی مناسب‌تر است.

منابع

1.Andrews, S.S., Karlen, D.L., and Mitchell, J.P. 2002. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. Agriculture, Ecosystems and Environment, 90: 25-45.

2.Aparicio, V., and Costa, J.L. 2007. Soil quality indicators under continuous cropping systems in the Argentinean pampas. Soil and Tillage Research, 96: 155-165.

3.Beáta, M., Pedro, L.O., Machado, A., Eleno Torres, G., Alu´ısio de Andrade, and Luis, V. 2005. No tillage and crop rotation effects on soil aggregation and organic carbon in a Rhodic Ferralsol from southern Brazil. Soil and Tillage Research, 80: 185-200.

4.Bettina, J., Tamon, Y., Bernard, L., and Heiner, F. 2005. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use. Geoderma. 128: 63-79.

5.Bhattacharyya, R., Ved Prakash, Kundu, S., Srivastva, A.K., and Gupta, H.S. 2009. Soil aggregation and organic matter in a sandy clay loam soil of the Indian Himalayas under different tillage and crop regimes. Agriculture, Ecosystems and Environment, 132: 126-134.

6.Brejda, J.J., Moorman, T.B., Karlen, D.L., and Dao, T.H. 2000. Identification of regional soil quality factors and indicators: I. Central and Southern High Plains. Soil Sci. Soc. Amer. J. 64: 2115-2124.

7.Castro Filho, C., Lourenço, A., Guimarãesde, M.F., and Fonseca, I.C.B. 2002. Aggregate stability under different management systems in a red Latosol in the State of Paraná, Brasil. Soil and Tillage Research, 65: 45-51.

8.Celik, I. 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil and Tillage Research, 83: 270-277.

9.Curtin, J.S., and Mullen, G.J. 2002. Spent mushroom compost effect on aggregate stability and percent organic carbon on low organic matter tilled soils. Life Science Dept., University of Limerick, Limerick.

Archive of SID
www.SID.ir

10.Denef, K., Six, J., Bossuyt, H., Frey, S.D., Elliott, E.T., Merckx, R., and Paustian, K. 2001. Influence of dry–wet cycles on the interrelationship between aggregate, particulate organic matter, and microbial community dynamics. Soil Biology Biochemistery, 33: 1599-1611.
11.Dexter, A.R. 2004. Soil physical quality Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effect on root growth. Geoderma. 120: 201-214.
12.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, Special Publication, 35: 3-21.
13.Dumanski, J., and Pieri, C. 2000. Land quality indicators: research plan. Agriculture Ecosystem and Environment, 81: 93-102.
14.Gee, G.W., and Bauder, J.M. 1986. Partical-size analysis, P 91-100. In: Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph No. 9 (2nd edition), American Society of Agronomy. Madison, WI.
15.Gomez, A.A., Kelly, D.E.S., Syers, J.K., and Coughlan, K.J. 1996. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level, P 401-410. In: Doran J.W. and Jones A.J. (eds). Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America, Inc. Madison, WI.
16.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 and Tillage Research, 87: 163-174.
17.Karlen, D.L., Andrews, S.S., and Doran, J.W. 2001. Soil quality: current concepts and applications. Advances in Agronomy, 74: 1-39.
18.Kemper, W.D., and Rosenau, R.C. 1986. Aggregate stability and size distribution, P 425-442. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part a: Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph No. 9. American Society of Agronomy. Soil Science Society of America. Madison, WI.
19.Khormali, F., Ajami, M., Ayoubi, S., Srinivasarao, Ch., and Wani, S.P. 2009. Role of deforestation and hillslope position on soil quality attributes of loess-derived soils in Golestan province, Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment, 134: 178-189.
20.Lal, R. 1994. Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics. Soil Management Support System, USDA-NRCS, Washington, DC.
21.Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Methods of Soil Analysis, part 2, chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of Aamerica, Madison, WI. 1159p
22.Qi, Y., Jeremy, L., Darilek, B.H., Yongcun, Zh., Weixia, S., and Zhiquan, Gu. 2009. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. Geoderma. 149: 325-334.

Archive of SID
www.SID.ir

23.Qin, M.Z., and Zhao, J. 2000. Strategies for sustainable use and characteristics of soil quality changes in urban-rural marginal area: a case study of Kaifeng. Acta Geographic Sinica, 55: 545-554.
24.Reynolds, W.D., Bowman, B.T., Drury, C.F., Tan, C.S., and Lu, X. 2002. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. Geoderma. 110: 131-146.
25.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.
26.SAS Institute Inc. 2000. JMP Design of Experiments, Version 4. Cary, NC, USA.
27.Schjønning, P., and Rasmussen, K.J. 1989. Long-term reduced cultivation. I. Soil strength and stability. Soil and Tillage Research. 15: 79-90.
28.Shukla, M.K., Lal, R., and Ebinger, M. 2004. Soil quality indicators for the North Appalachian experimental watersheds in Coshocton, Ohio. Soil Science, 169: 195-205.
29.Shukla, M.K., Lal, R., and Ebinger, M. 2006. Determining soil quality indicators by factor analysis. Soil and Tillage Research, 87: 194-204.
30.Singh, M.J., and Khera, K.L. 2009. Physical indicators of soil quality in relation to soil erodibility under different land uses. Arid Land Research and Management, 23: 152-167.
31.Sun, B., Zhou, S.L., and Zhao, Q.G. 2003. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical China. Geoderma. 115: 85-99.
32.Torbert, H.A., Krueger, E., and Kurtene, D. 2008. Soil quality assessment using fuzzy modeling. International Agrophysics, 22: 365-370.
33.Walkley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. J. Soil Sci. 37: 29-37.
34.Wallace, A., and Terry, R.E. 1998. Soil conditioners, soil quality and soil sustainability. New York.
35.Wischmeier, W.H., and Mannering, J.R. 1969. Relation of soil properties to its erodibility. Soil Sci. Soc. Amer. J. 33: 131-137.
36.Yousefifard, M., Khademi, H., and Jalalian, A. 2007. Decline in soil quality as a result of land use change in Cheshmeh Ali region, Chaharmahal Bakhtiari Province. Journal of Agriculture Science and Natural Resour. 11: 40. 93-106. (In Persian)
37.Warrick, A.W. 2002. Soil physica compaction. CRC. Press LLC, Boca Ration. USA.

Archive of SID
www.SID.ir

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 2(2), 2012
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Quantitative evaluating the effects of land use conversion on soil quality of southern Mashhad area

***H. Shahab Arkhazloo[1] and H. Emami[2]**

[1]Ph.D. Student, Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad,
[2]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 01/20/2012; Accepted: 07/31/2012

Abstract

Land use type is one of the most important factors affecting the soil quality. In this study for evaluating the effects of land use change on soil quality, 18 soil properties (TDS) were determined as soil quality indicators in 60 soil samples of agriculture and range lands with 1800 ha area in southern Mashhad (Iran). Also, pore size distribution curve for 40 soil samples was determined as another indicator of soil quality. The quantitative values of soil quality were calculated by six models (IQI_{TDS}, IQI_{MDS}, NQI_{TDS}, NQI_{MDS}, CR, and SI) for studied samples. The results showed that changing of land use from range land to agriculture decreased significantly the mean values of soil porosity, water stable aggregate (WSA), the slop of soil moisture curve at inflection point (S_{gi} index), mean weight diameter of aggregates (MWD) at $P<0.01$, and soil erodibility factor and plant available water content (PAWC) at $P<0.05$ and also caused the soil pore size distribution to be out of optimum range. Changing the land use by negative effect on soil physical properties degraded the soil quality. Also, it was shown the significant and positive correlation of macro aggregates (greater than 4 mm) with soil organic carbon percentage and S_{gi} index at $P<0.01$. Between studied models three models including IQI_{TDS}, NQI_{TDS} and SI were more sensitive to the land use change and had a significant difference in two land uses ($P<0.01$).

Keywords: Land use, Soil sustainability, Pore volume distribution, Mashhad

* Corresponding Authors; Email: hose_shohab@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir