شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

تهیه شاخص‌های کیفیت خاک به منظور ارزیابی تاثیر کاربری‌های دیم و آبی در استان زنجان

سمیه حمیدی نهرانی[۱]، محمدصادق عسکری[۲*]، سعید سعادت[۳]، محمدامیر دلاور[۴]، مهدی طاهری[۵]، نیکولاس هلدن[۶]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۲] استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان (مکاتبه کننده)

[۳] عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

[۴] دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۵] استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان زنجان

[۶] استاد دانشگاه دوبلین، شهر دوبلین، ایرلند

چکیده

این تحقیق با هدف ارزیابی کمی کیفیت خاک در اراضی کشاورزی استان زنجان انجام شد. ویژگی‌های خاک در ۷۷ مزرعه در استان زنجان شامل ۲۷ مزرعه با کاربری کشاورزی آبی و ۵۰ مزرعه با کاربری دیم در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. ۱۵ ویژگی خاک برای تعیین شاخص کیفیت مورد استفاده قرار گرفت. امتیازدهی ویژگی‌های انتخاب شده بین دو کاربری با استفاده از توابع امتیازدهی خطی و غیرخطی انجام شد و در نهایت دو شاخص کیفیت خاک با استفاده از روش تجمعی تعیین شد. شاخص تعیین شده با روش امتیازدهی غیرخطی بین دو کاربری اختلاف معنی‌دار نداشت. شاخص کیفیت تجمعی با روش امتیازدهی خطی دقت بالاتری ($p< ۰/۰۱$) برای ارزیابی کیفیت خاک در دو کاربری دیم و آبی داشت. شاخص کیفیت خطی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر در کاربری آبی (۰/۶۴) به طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم (۰/۵۵) بود. روش به‌کار رفته برای تعیین شاخص‌های کیفیت خاک در این تحقیق می‌تواند برای ارزیابی کمی کیفیت خاک در خاک‌های مناطق نیمه‌خشک مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: مدیریت خاک، کیفیت خاک، کشاورزی، تحلیل چند متغیره.

مقدمه

کیفیت خاک، به عنوان ظرفیت خاک برای انجام نقش‌های مربوط به آن در داخل مرزهای کاربری اراضی و اکوسیستم که تولید بیولوژیکی و کیفیت زیست‌محیطی را حفظ می‌کند و سلامت گیاه، حیوان و انسان را ترقی می‌دهد تعریف می‌شود (Doran and Parkin, 1994). ارزیابی کمی کیفیت خاک با استفاده از شناسه‌های[۱] کیفیت خاک (ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک) صورت می گیرد (Toledo و همکاران ۲۰۱۳). شناسه‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، امتیازدهی شده و با ادغام شناسه‌ها، شاخص‌های کیفیت خاک تعیین می‌شوند (Masto و همکاران ۲۰۰۸). در پژوهشی تأثیر تغییر کاربری از مرتع به زراعی بر کیفیت خاک در اراضی خشک و نیمه‌خشک ایران بررسی شد. نتایج نشان داد که کربن آلی، هدایت الکتریکی و آنزیم آریل‌سولفاتاز مؤثرترین ویژگی‌ها برای ارزیابی تغییر کاربری بر کیفیت خاک بودند (Raiesi, 2017). در تحقیقی که توسط گرجی و همکاران (۱۳۹۶) در قزوین انجام شد شاخص کیفیت تجمعی کارایی بهتری برای ارزیابی کیفیت خاک داشت و شاخص کیفیت تجمعی در کاربری آبی (۰/۳۷) به‌طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم (۰/۳۴) بود. بر اساس نتایج Nabiollahi و همکاران (۲۰۱۸) در استان کردستان، شاخص کیفیت تجمعی‌وزنی ارزیابی بهتری از شاخص کیفیت نمورو داشت و روش امتیازدهی غیرخطی کارایی بیش‌تری برای ارزیابی کیفیت خاک داشت. در تحقیقی دیگر که در اراضی کشاورزی استان قزوین انجام شد، روش‌های شاخص کیفیت تجمعی و شاخص کیفیت نمورو با کل ویژگی‌های مؤثر و حداقل ویژگی‌های مؤثر برای ارزیابی کیفیت خاک بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص کیفیت تجمعی با حداقل ویژگی‌های مؤثر ارزیابی قابل قبولی از کیفیت خاک ارائه کرد (Rahmanipour و همکاران ۲۰۱۴). نتایج محقق و همکاران (۱۳۹۵) در چهارمحال‌وبختیاری نشان داد که کربن آلی در کاربری کشت آبی (۱/۸۵ درصد) به‌طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم (۰/۴۴ درصد) بود و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها نیز در کشت آبی بیش‌تر

[1]. Indicators

از کاربری دیم بود. استان زنجان یکی از قطب‌های مهم تولیدات کشاورزی در ایران محسوب می‌شود و دو کاربری دیم و آبی بخش وسیعی از اراضی استان را در بر گرفته است. در زمین‌های زراعی استان به دلیل عدم استفاده از روش‌های صحیح مدیریتی، حاصلخیزی خاک‌های زراعی حفظ نمی‌شود. افزون بر این، استفاده از اراضی کم‌بازده در کشاورزی، انجام روش‌های خاک‌ورزی مرسوم، بالا بودن نسبت اراضی دیم به آبی در سطح استان و تخریب پوشش گیاهی و آلودگی خاک از عوامل دیگری است که منابع خاک استان را دچار چالش جدی نموده است. بنابراین این پژوهش با هدف ارزیابی کمی کیفیت خاک در دو کاربری کشاورزی آبی و دیم در استان زنجان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در اراضی کشاورزی دیم و آبی در سطح کل استان زنجان در سال ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. این استان بین ´۱۰ °۴۷ تا ´۵ °۵۰ طول شرقی و ´۲۵ °۳۵ تا ´۱۰ °۳۷ عرض شمالی واقع است. رده‌بندی غالب خاک‌های مورد مطالعه بر اساس سیستم طبقه‌بندی آمریکایی اینسپتی‌سول می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه ۳۲۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۰/۹۴ درجه‌ی سانتی‌گراد است. محصول اصلی منطقه گندم با سطح زیر کشت ۳۴۴۲۷۰ هکتار می‌باشد. برای انجام تحقیق، ۱۵۴ نمونه‌ی خاک از ۷۷ پایگاه در سطح استان زنجان (۲۷ پایگاه آبی و ۵۰ پایگاه دیم) از عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک جمع‌آوری شد. به دلیل اهمیت کیفیت خاک زیرسطحی در عمق توسعه‌ی ریشه و ذخیره‌ی آب مورد نیاز گیاهان زراعی (Ball و همکاران ۲۰۱۵)، در این پژوهش دو عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر مورد مطالعه قرار گرفت. ویژگی‌های فیزیکی شامل بافت خاک به روش هیدرومتر، درصد سنگریزه به روش وزنی، جرم مخصوص ظاهری خاک به روش سیلندر، پایداری خاکدانه به روش الک تر و بر اساس میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌های پایدار (به منظور انتخاب روش مناسب‌تر هر دو ویژگی بررسی شد)، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با استفاده از روش بار افتان در نمونه‌های خاک دست‌نخورده اندازه‌گیری شدند. ضریب جذب‌پذیری آب خاک (Sorptivity) با استفاده از روش فیلیپ در مزرعه اندازه‌گیری شد. برای این منظور حجم مشخصی آب در داخل استوانه‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر ریخته شد و زمان لازم برای نفوذ آب ثبت شد. ضریب جذب‌پذیری از نسبت ارتفاع آب نفوذ یافته (در ابتدای فرایند نفوذ) به ریشه‌ی دوم زمان محاسبه شد. ویژگی‌های شیمیایی شامل پ‌هاش خاک در گل اشباع با استفاده از pH سنج و هدایت الکتریکی در عصاره‌ی گل اشباع با استفاده از EC سنج، کربن آلی به روش والکی-بلاک، نیتروژن کل به روش کجلدال، فسفر قابل دسترس به روش عصاره‌گیری با بی‌کربنات سدیم، پتاسیم قابل دسترس به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید، سدیم محلول با استفاده از فلیم‌فتومتر، کلر، سولفات و بی‌کربنات محلول (جهت بررسی کیفیت شیمیایی خاک) با استفاده از روش تیتراسیون و نسبت جذب سدیم در عصاره‌ی اشباع خاک اندازه‌گیری شدند. عناصر سنگین شامل آهن، منگنز، روی، مس، کادمیوم و سرب قابل جذب (جهت بررسی آلودگی عناصر در خاک و عوامل محدود کننده رشد گیاه) به روش عصاره‌گیری با DTPA با استفاده از دستگاه جذب اتمی قرائت شدند. بر قابل دسترس به روش عصاره‌گیری با آب داغ و شاخص ذخیره‌ی کربن و نیتروژن به روش Simon و همکاران (۲۰۱۸) تعیین شدند. ویژگی‌های زیستی شامل تنفس میکروبی خاک با استفاده از شیشه‌های دربسته به مدت هفت روز اندازه‌گیری شد. کربن زیست‌توده‌ی میکروبی با استفاده از روش تدخین-استخراج و از اختلاف مقدار کربن آلی در خاک تدخین شده و تدخین‌نشده محاسبه شد. ضریب متابولیکی به صورت دی‌اکسیدکربن آزاد شده از تنفس هر واحد کربن زیست توده‌ی میکروبی در واحد زمان تعیین شد. شاخص سهم میکروبی از نسبت کربن زیست توده‌ی میکروبی به کربن آلی خاک محاسبه شد. تمام اندازه‌گیری‌ها در سه تکرار انجام شد. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از توابع امتیازدهی خطی و غیرخطی نمره‌دهی شدند (Askari and Holden, 2015). امتیازات ویژگی‌ها در نهایت با استفاده از روش تجمعی (رابطه‌ی ۱) ادغام و به صورت شاخص‌های کیفیت خاک محاسبه شد.

$$SQI_A = \sum_{i=1}^{n} S_i / n \qquad (۱)$$

که در آن SQI_A شاخص کیفیت تجمعی، S_i امتیاز ویژگی‌ها با روش‌های خطی و غیرخطی و n تعداد ویژگی‌ها است (Masto و همکاران ۲۰۰۸). در نهایت دو شاخص کیفیت خاک خطی و غیرخطی تعیین شد.

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. داده‌هایی که دارای توزیع نرمال نبودند با استفاده از روش‌های مرسوم نرمال شدند. آزمون t مستقل برای بررسی تأثیر دو کاربری دیم و آبی بر شاخص‌های کیفیت خاک و مقایسه میانگین داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. امتیازدهی ویژگی‌ها و محاسبه‌ی شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار اکسل انجام شد.

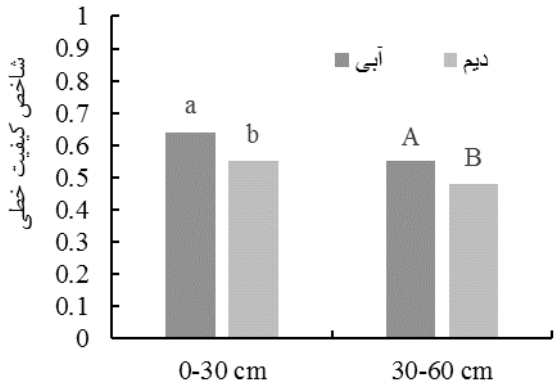
نتایج و بحث

از میان ۳۴ ویژگی اندازه‌گیری شده که بر اساس بررسی منابع به عنوان مهمترین ویژگی‌های موثر بر کیفیت خاک در منطقه تعیین شده بود، ۱۵ ویژگی بین دو کاربری اختلاف معنی‌دار داشتند. ویژگی‌های میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌های پایدار، کربن آلی، نیتروژن کل، کربن زیست-توده‌ی میکروبی، تنفس، شاخص ذخیره‌ی کربن و نیتروژن با استفاده از تابع "بیش‌تر بهتر است" به دلیل تأثیر مثبت این ویژگی‌ها در کیفیت خاک امتیازدهی شدند. ضریب متابولیکی، هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، سدیم محلول، کلر و بی‌کربنات با استفاده از تابع "کم‌تر بهتر است" به دلیل تأثیر منفی این ویژگی‌ها در کیفیت خاک امتیازدهی شدند. تابع "محدوده‌ی بهینه" برای روی قابل جذب خاک استفاده شد و محدوده‌ی بهینه معادل ۲-۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در نظر گرفته شد (lima و همکاران ۲۰۱۳). نتایج نشان داد که شاخص کیفیت خطی در هر دو عمق مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری ($p< ۰/۰۱$) بین دو کاربری دیم و آبی داشت. اختلاف شاخص کیفیت غیرخطی بین دو کاربری معنی‌دار نبود (جدول ۱). روش امتیازدهی خطی در مقایسه با روش غیرخطی در پژوهش‌های دیگر نیز به عنوان روش مؤثرتری برای مقایسه‌ی شاخص‌های کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف کشاورزی معرفی شده است (Guo و همکاران ۲۰۱۷).

جدول ۱- نتایج آزمون t برای شاخص‌های کیفیت خاک در دو کاربری دیم و آبی

شاخص‌های کیفیت	عمق (cm)	t	سطح معنی-داری
شاخص کیفیت خطی	۰-۳۰	۳/۳۸۹	۰/۰۰۲
	۳۰-۶۰	۳/۲۸۴	۰/۰۰۲
شاخص کیفیت غیرخطی	۰-۳۰	۱/۷۷۰	۰/۰۸۱
	۳۰-۶۰	۱/۳۶۸	۰/۱۷۹

مقایسه میانگین شاخص کیفیت خطی در بین دو کاربری دیم و آبی نشان داد که در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر شاخص کیفیت در کاربری آبی (۰/۶۴) به طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم (۰/۵۵) بود. در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر نیز شاخص کیفیت خاک در کاربری آبی به طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم بود (شکل ۱). این نتیجه می‌تواند به دلیل مقدار بیشتر ماده آلی و شرایط بهتر ویژگی های زیستی خاک در کاربری آبی باشد. گرجی و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که شاخص کیفیت تجمعی در کاربری آبی به‌طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم بود. سیستم‌های مدیریتی مناسب‌تر در کاربری آبی در مقایسه با کاربری دیم، باعث افزایش کیفیت خاک شده است. در کاربری دیم استان زنجان مدیریت ضعیف زراعی مانند کشت متراکم و حذف بقایای گیاهی از سطح خاک منجر به کاهش کربن آلی و پایداری خاکدانه‌ها در مقایسه با کاربری آبی می‌گردد و در نتیجه کیفیت خاک کاهش می‌یابد.



شکل ۱- مقایسه میانگین شاخص کیفیت خطی در عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر در دو کاربری آبی و دیم

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش روش امتیازدهی خطی در مقایسه با روش غیرخطی کارایی بهتری برای ارزیابی کیفیت خاک داشت. شاخص تجمعی کیفیت خاک در کاربری کشاورزی آبی به طور معنی‌داری بالاتر از کاربری دیم بود. در کاربری دیم، استفاده از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، افزایش بقایای گیاهی در سطح خاک، اجرای تناوب زراعی مناسب و استفاده‌ی متعادل از کودهای شیمیایی و کود دامی می‌تواند منجر به افزایش ذخیره‌ی کربن آلی خاک شده و کیفیت خاک را بهبود بخشد.

منابع

گرجی، م.، کاکه، ج.، علی‌محمدی، ع. ۱۳۹۶. ارزیابی کمی کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف در بخشی از اراضی جنوب شرق قزوین. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۸ (۵)، ۹۵۰-۹۴۱.

محقق، پ.، خوراسگانی، م.، محمدی، ج. ۱۳۹۵. تعیین حداقل مجموعه داده جهت ارزیابی کیفیت خاک مطالعه موردی حوضه آبخیز دریاچه چغاخور. نشریه آب و خاک، ۳۰ (۴)، ۱۲۳۲-۱۲۴۳.

Askari, M.S., and Holden, N.M. 2015. Quantitative soil quality indexing of temperate arable management systems. Soil and Tillage Research, 150, 57-67.

Ball, B.C., Batey, T., Munkholm, L.J., Guimarães, R.M.L., Boizard, H., McKenzie, D.C., Peigné, J., Tormena, C.A., Hargreaves, P., 2015. The numeric visual evaluation of subsoil structure (SubVESS) under agricultural production. Soil and Tillage Research 148, 85-96.

Doran, J.W., and Parkin, T.B. 1994. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: Doran J.W., and Jones A.J. (Eds.), Methods for Assessing Soil Quality. Special Publication 49. Soil Science Society of America, Madison, pp. 25–37.

Guo, L., Sun, Z., Ouyang Z., Han, D., and Li, F. 2017. A comparison of soil quality evaluation methods for Fluvisol along the lower Yellow River. Catena, 152, 135–143.

Lima, A.C.R., Brussaard, L., Totola, M.R., Hoogmoed, W.B., and de Goede, R.G.M. 2013. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. Applied Soil Ecology, 64, 194–200.

Masto, R.E., Chhonkar, P.K., Singh, D., and Patra, A.K. 2008. Alternative soil quality indices for evaluating the effect of intensive cropping, fertilisation and manur-ing for 31 years in the semi-arid soils of India. Environmental Monitoring and Assessment, 136, 419–435.

Nabiollahi, K., Golmohamadi, F., aghizadeh-Mehrjardi, R., Kerry, R., and Davari, M. 2018. Assessing the effects of slope gradient and land use change on soil quality degradation through digital mapping of soil quality indices and soil loss rate. Geoderma, 318, 16–28.

Qi, Y., Darilek, J.L., Huang, B., Zhao, Y., Sun, W., and Gu, Z. 2009. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. Geoderma, 149, 325–334.

Raiesi, F. 2017. A minimum data set and soil quality index to quantify the effect of land use conversion on soil quality and degradation in native rangelands of upland arid and semiarid regions. Ecological Indicators, 75, 307-320.

Rahmanipour F., Marzaioli R., Bahrami H.A., and Fereidouni Z. 2014. Assessment of soil quality indices in agricultural lands of Qazvin Province, Iran. Ecological Indicators, 40: 19–26.

Toledo, D.M., Galantini, J., Dalurzo, H., Vazquez, S., and Bollero, G. 2013. Methods for assessing the effects of land use changes on carbon stocks of subtropical oxisols. Soil Science Society of America Journal, 77(5), 1542-1552.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Development of soil quality indices for evaluating the impact of irrigated and rain-fed land uses in Zanjan province

Hamidi Nehrani[1], S., Askari[2*], M.S., Saadat[2], S., Delavar[4], M.A., Taheri[5], M., Holden[5], N.M.

[1] PhD Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran
[3] The member of scientific board, Soil and Water Research Institute (SWRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
[4] Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran
[5] Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Zanjan Province, Iran
[5] Professor, University College Dublin, Dublin, Ireland

Abstract

This study was conducted to evaluate soil quality in agricultural lands of Zanjan province. Soil properties were measured in 77 sites containing 27 irrigated and 50 rainfed land uses at 0-30 and 30-60 cm depths. 15 soil properties were used to identify soil quality index. Scoring of soil properties was performed using linear and non-linear functions and two soil quality indices were calculated using the additive method. The non-linear index had no significant difference between the two land uses. The linear additive index showed higher accuracy ($p< 0.01$) to assess soil quality in irrigated and rainfed land uses. The linear soil quality index at 0-30 cm depth, was significantly higher in irrigated land use (0.64) than rainfed land use (0.55). The method used to determine the soil quality index in this study can be used for quantitative evaluation of soil quality in semi-arid areas.

Keywords: Soil management, soil quality, agriculture, multivariate analysis.

[*] Corresponding author, Email: askari@znu.ac.ir