دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(فیزیک خاک و رابطه آب خاک و گیاه)

ارزیابی کیفیت خاک به دو دو روش شاخص پایداری و رتبه‌بندی تجمعی

حجت امامی
استار یار گروه خاکشناسی دانشگاه فردوسی مشهد
Email: hemami@um.ac.ir

چکیده
کیفیت خاک برای ارزیابی میزان تخریب اراضی یا اصلاح و تعیین نوع فعالیتهای مدیریتی جهت کاربری پایدار، مهم می‌باشد. در این تحقیق از دو روش رتبه‌بندی تجمعی (CR) و شاخص پایداری (SI) برای برای ارزیابی کیفیت خاک در 30 نمونه از خاک‌های کشاورزی دشت کرج استفاده شد. با توجه به نتایج شاخص پایداری، 53/33 درصد از خاک‌های مورد مطالعه دارای کیفیت نامناسبی برای کشاورزی می‌باشند. نتایج روش رتبه‌بندی تجمعی نیز نشان داد که فقط 10 درصد خاک‌های مورد مطالعه دارای وضعیت پایدار بوده، 53/33 درصد خاک‌های مورد مطالعه به شرطی برای کاربری کشاورزی پایدار خواهد ماند که از نهاده‌های بیشتری استفاده شود و 36/67 درصد نمونه‌ها نیز دارای وضعیت ناپایداری برای کشاورزی بودند. علاوه بر این بین مقادیر شاخص پایداری و رتبه تجمعی همبستگی معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (R^2 =0.68).

کلمات کلیدی: رتبه‌بندی تجمعی، شاخص پایداری، کیفیت خاک

مقدمه

کشت متراکم ممکن است سبب ایجاد تغییرات مختلف در ویژگی‌های فیزیکی خاک و کاهش کیفیت آن شود. اگر استفاده از زمین افزایش یابد، مقدار پوشش سطحی و ریشه‌های آن کاهش یافته و از کیفیت و کمیت کربن آلی خاک و درنتیجه کیفیت خاک کاسته می‌شود (لال و همکاران 1999). گومز و همکاران (1996) چارچوبی را برای سنجش پایداری سیستم‌های کشاورزی در مقیاس مزرعه بر اساس کمی نمودن شاخص‌های کیفیت خاک ارائه نمودند. شاخص-های کیفیت خاک شامل ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری می‌باشند یعنی ویژگی‌هایی از خاک که منعکس کننده‌ی حاصلخیزی خاک یا عملگرهای زیست محیطی هستند و برای مشخص نمودن کاهش، ثبات و یا بهبود وضعیت پایداری مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده از شاخص‌ها به جای ویژگی‌های خاک برای کمی کردن کیفیت خاک مفید می-باشند زیرا شاخص‌ها نمایانگر اثرات تجمعی ویژگی‌های خاک با در نظر گرفتن مقدار وزنی هر ویژگی با توجه به نقشی که در کیفیت خاک دارند، می‌باشند (سینگ و خرا 2009). مطالعه تخریب زمین از طریق کیفیت خاک که نشان دهنده عملگرهای خاک در هر بوم نظام است برای مدیریت پایدار منابع زمین ضروری می‌باشد.

در این تحقیق از دو روش رتبه‌بندی تجمعی و شاخص پایداری برای برای ارزیابی شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک در تعدای از خاک‌های کشاورزی دشت کرج استفاده شد. روش اول بر اساس چارچوب مفهومی گومز و همکاران (1996) برای سنجش پایداری سیستم‌های کشاورزی در مقیاس مزرعه است. در روش دوم که توسط شوکلا و همکاران (2004) ارائه شده است سطوح بحرانی ویژگی‌ها با در نظر گرفتن فاکتور وزنی برای ارزیابی پایداری کاربری زمین تعیین می‌شوند.

مواد و روشها

برای ارزیابی کیفیت خاک از بانک اطلاعاتی امامی (1387) که از دشت کرج جمع‌آوری شده بودند، استفاده شد. 30 نمونه خاک دست‌نخورده توسط سیلندری به قطر و ارتفاع 5 سانتی‌متر نمونه‌برداری شدند. پنج پارامتر مرتبط با ساختمان درصد کربن آلی (به روش والکلی و بلک)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف(دکستر 2004)، رطوبت قابل استفاده گیاه (تفاضل رطوبت در مکش‌های 33 و 1500 کیلوپاسکال) و جرم مخصوص ظاهری (به روش کلوخه و پوشش دادن با پارافین) تعیین شدند. انتخاب نوع خاکها بر این اساس صورت گرفت که دامنه وسیعی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی را در بر گیرد. نمونه‌های دست‌خورده پس از انتقال به آزمایشگاه هواخشک شده، به آرامی کوبیده و از الک 2 میلی متری عبور داده شدند و تجزیه های فیزیکی و شیمیایی بر روی آنها انجام شد.

علاوه بر این هدایت هیدرولیکی اشباع در نمونه‌های دست‌نخورده خاک پس از اشباع تدریجی استوانه‌ها از بخش زیرین به وسیله محلول کلرید کلسیم 0/01 به روش آزمایشگاهی بار ثابت، بافت خاک به روش هیدرومتر اندازه‌گیری شد. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) با توجه به جرم خاکدانه‌های باقی مانده روی هر الک (به قطرهای2000، 1000، 500، 250، 120 و 50 میکرون) به روش الک تر، اسیدیته (pH) و هدایت الکتریکی (ECe) نمونه‌ها پس از اشباع خاک به مدت 24 ساعت در عصاره گل اشباع با استفاده از دستگاه‌های pH متر و هدایت سنج الکتریکی اندازه‌گیری شدند. شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف آن (Si Index) از داده‌های منحنی رطوبتی که مقادیر رطوبت در مکش‌های صفر، 15، 25 و 55 سانتی متر توسط ستون آب آویزان و در مکشهای 0/1، 0/2، 0/3، 0/5، 1، 2، 3، 5 و 10 بار توسط دستگاه صفحات فشاری در نمونه‌های دست‌نخورده تعیین شده بود و با برازش داده های منحنی رطوبتی با مدل وان‌گن‌اختن (نرم افزار RETC) و بر اساس معادلات زیر تعیین شد (دکستر 2004).

$$Si = \left| -n\left(q_s - q_r\right)\left[1+\frac{1}{m}\right]^{-(1+m)} \right| \qquad (1)$$

در معادله فوق θ_S و θ_r به ترتیب مقادیر رطوبت اشباع و باقی‌مانده ($g.g^{-1}$)، و m پارامتر تجربی معادله ون‌گن‌اختن است.

علاوه‌بر این مقدار تخلخل تهویه‌ای (Fa) از تفاضل رطوبت اشباع و رطوبت در مکش 100 سانتی‌متر و ظرفیت مزرعه نسبی (RFC) از حاصل تقسیم رطوبت ظرفیت مزرعه (مکش 33 کیلو پاسکال) بر رطوبت اشباع محاسبه شد (رینولدز 2009)

شاخص پایداری

شاخص پایداری بر اساس روش گومز و همکاران (1996) تعیین شد، ولی در این تحقیق به جای عمق خاک و خاکدانه‌های پایدار در آب از پارامترهای شاخص Si، تخلخل تهویه‌ای و RFC که همبستگی بیشتربا ساختمان خاک دارند استفاده شد. سایر پارمترهای مرتبط با شاخص پایداری در این تحقیق شامل جرم مخصوص ظاهری، ظرفیت آب قابل استفاده گیاه و کربن آلی خاک بودند (گومز و همکاران 1996). مقدار میانگین هر پارامتر در خاک‌های مورد مطالعه به عنوان حد بحرانی آنها لحاظ شد (گومز و همکاران 1996). سپس فاکتور تاثیر هر پارامتر از حاصل تقسیم مقادیر پارامتر مورد نظر در خاک مورد مطالعه برحد بحرانی آن پارامتر محاسبه شد . در این روش هر چه فاکتور تاثیر بزرگ‌تر باشد آن پارامتر نقش مهم‌تری در بهبود پایداری خاک ایفا می‌کند. مقدار یک یا بیشتر برای فاکتور تاثیر هر پارامتر نمایانگر همبستگی مثبت آن با پایداری خاک می‌باشد در حالیکه مقادیر کمتر از یک نشان دهنده نقش آنها در کاهش پایداری است. سرانجام شاخص پایداری بر اساس میانگین حسابی فاکتور تاثیر پنج پارامتر مرتبط با شاخص

پایداری محاسبه شد. اگر شاخص پایداری به دست آمده کمتر از یک باشد به صورت ناپایدار (NS) بیان می‌شود. در انتها ضرایب همبستگی بین شاخص پایداری و پارامترهای مرتبط با آن نیز محاسبه شد.

روش رتبه‌بندی تجمعی

برای تعیین حدود بحرانی در روش رتبه‌بندی تجمعی از حدود پیشنهادی لال (1994) استفاده شد (جدول 1) که این حدود بحرانی براساس محدودیت در تولید محصول ارائه شده‌اند و این دامنه شامل بدون محدودیت تا محدودیت شدید و از مقیاس 1 تا 5 برای فاکتور وزنی نسبی مشخص گردید (شوکلا و همکاران 2004). حد پایینی یعنی عدد یک برای هر ویژگی خاک نمایانگر بدون محدودیت (کیفیت عالی خاک)و حد بالایی یعنی عدد 5 نشان دهنده محدودیت شدید می‌باشد. شاخص پایداری (جدول 2) بر اساس رتبه تجمعی (CR) هر خاک از خیلی پایدار (CR< 20) تا ناپایدار (CR > 40) توسط لال (1994) پیشنهاد شده است. در این روش نیز به جای پارامترهای سرعت نفوذ آب در خاک و خاکدانه‌های پایدارد در آب از پارامترهای شاخص Si، و RFC استفاده شد. رتبه‌ای که برای شاخص Si در این تحقیق در نظر گرفته شده است بر اساس نتایج دکستر (2004) و رینولدز (2009) می‌باشد، که این محققین شاخص Si کمتر از 0/020 و بالاتر از 0/050 را به ترتیب برای وضعیت‌های بسیار ضعیف بسیار خوب کیفیت خاک و مقدار 0/035 را مرز وضعیت خوب و ضعیف ساختمان خاک در نظر گرفتند، لذا مقیاس 1 تا 5 بر این اساس تعیین شد. برای فاکتور وزنی نسبی ظرفیت مزرعه‌ی نسبی نیز از فرضیه رینولدز و همکاران (2009) استفاده شد که مورد تایید محققین دیگر نیز می‌باشد و مقدار مطلئب آن 0/6 تا 0/7 است.

جدول 1) حدود بحرانی و فاکتور وزنی نسبی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک درروش رتبه‌بندی بحرانی

محدودیت	RWF	Fa (cm^3 cm^{-3})	AWC (cm^3 cm^{-3})	شاخص Si	Ks (cm hr^{-1})	OC (Mg ha^{-1})	MWD (mm)
بدون محدودیت	1	>0/20	>0/30	>0/050	> 2	-130 70	>2/5
محدودیت کم	2	0/18-0/20	0/20-0/30	0/042-0/050	0/2-2	45-70	2-2/5
محدودیت متوسط	3	0/15-0/18	0/08-0/20	0/035-0/042	0/02-0/2	14-45	1-2
محدودیت زیاد	4	0/10-0/15	0/02-0/08	0/035-0/020	0/002-0/02	7/5-14	0/5-1
محدودیت شدید	5	< 0/10	< 0/02	< 0/020	< 0/002	< 7/5	< 0/5

ادامه جدول 1) حدود بحرانی و فاکتور وزنی نسبی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک درروش رتبه‌بندی بحرانی

محدودیت	RWF	Bd (Mg M^{-3})	بافت	EC (dS m^{-1})	pH	RFC
بدون محدودیت	1	< 1/3	Loam	<3	6-7	0/6-0/7
محدودیت کم	2	1/3-1/4	SiL, Si, SiCL	3-5	5/8-6 و 7-7/4	0/6-0/5 و 0/7-0/75
محدودیت متوسط	3	1/4-1/5	CL, SL	5-7	5/4-5/8 و 7/4-7/8	0/5-0/4 و 0/75-0/8
محدودیت زیاد	4	1/5-1/6	SiC, LS	7-10	5/0-5/4 و 7/8-8/2	0/4-0/35 و 0/8-0/9
محدودیت شدید	5	>1/6	C,S	>10	5/0 > و >8/2	0/35 > و 0/9>

جدول 2) پایداری خاک بر اساس شاخص رتبه‌بندی تجمعی با توجه به 11 ویژگی خاک

وضعیت پایداری	RWF	CR
خیلی پایدار (HS)	1	< 20
پایدار (S)	2	20-25
پایدار با اضافه کردن نهاده‌های بیشتر (SWHI)	3	25-30
پایدار برای کاربری دیگر (SWALU)	4	30-40
ناپایدار (US)	5	>40

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که شاخص پایدرای تنها در 14 نمونه خاک مورد مطالعه در این تحقیق بالاتر از یک بوده و در 16 نمونه دیگر بالاتر از یک می‌باشد بنابراین با توجه به نتایج شاخص پایداری، در 53/33 درصد از خاک‌های مورد مطالعه سیستم مدیریتی نامناسب بوده و در واقع این زمین‌ها برای کشاورزی مناسب نیستند و 46/67 درصد از خاک‌های مورد مطالعه دارای وضعیت پایدارمی‌باشند. ضرایب همبستگی شاخص پایداری خاک‌های مورد مطالعه با پارامترهای مرتبط با شاخص پایداری نشان داد که بین تمامی پارامترهای مرتبط با شاخص پایداری و شاخص پایداری همبستگی معنی-داری در سطح یک درصد وجود داشته و ضریب تبیین آنها از 0/81 تا 0/89 متغییر بود.

نتایج به دست آمده از روش رتبه‌بندی تجمعی نیز نشان داد که مقدار CR به دست آمده با این روش فقط در 10 درصد خاک‌های مورد مطالعه کمتر از 25 بوده و به عبارتی تنها 10 درصد خاک‌های مورد مطالعه دارای وضعیت پایدار می‌باشند. در 16 نمونه (53/33 درصد) که مقادیر CR آنها بین 25 تا 30 بود به شرطی خاک‌های مورد مطالعه برای کاربری کشاورزی پایدار خواهد ماند که از نهاده‌های بیشتری استفاده شود. مثلا آب مناسب آبیاری برای نیاز آبشویی و کاهش شوری خاک، افزودن عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاهان و استفاده از روش‌های مناسب کوددهی، افزودن کربن آلی به خاک از طریق کودهای دامی و برگرداندن بقایای گیاهی به خاک جهت بهبود ساختمان خاک، کاهش جرم مخصوص ظاهری، افزایش تخلخل تهویه‌ای و آب قابل استفاده گیاهان وصیه می‌گردد. 36/67 درصد نمونه‌ها (شامل 11 نمونه) نیز دارای وضعیت ناپایداری برای کشاورزی بودند و CR آنها بیشتر از 40 بود و می‌توان آنها را برای کاربری دیگری مثل مرتع استفاده نمود. علاوه بر این بین مقادیر شاخص پایدداری و رتبه تجمعی همبستگی معنی-داری در سطح یک درصد وجود داشت (R^2 =0.68). با توجه به نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد چون در روش رتبه‌بندی تجمعی از پارامترهای بیشتر و موثرتری برای ارزیابی کیفیت خاک استفاده می‌شود برای پایش کیفیت خاک و تولید محصول حداکثر در کاربری کشاورزی این روش توصیه می‌گردد و چنانچه پارامترهای کمتری برای ارزیابی کیفیت خاک داشته باشیم از روش شاخص پایداری می‌توان برای ارزیابی کیفیت خاک استفاده نمود.

منابع

1. امامی ح. 1387. تعیین بعضی از ویژگیهای هیدرولیکی و مکانیکی با استفاده از شاخص کیفیت فیزیکی خاک (Si). رساله دکتری. پردیش کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
2. Dexter A.R. 2004. Soil physical quality. Part I: Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. Geoderma, 120:201-214.
3. Gomez A.A., Kelly D.E.S., Syers J.K., and Coughlan K.J. 1996. Measuring sustainability of agricultural systems at farm level, pp. 401-410. In: Doran J.W.

and Jones A.J., Eds. Methods for assessing soil quality. SSSA Special Publication Number 49, Soil Science Society of America, INC., Madison, WI.

4. Lal R. 1994. Soil Methods and guidelines for Sustainable use of soil and water resources in the tropics. Soil Management Support System, USDA,-NRCS. Washington, DC.
5. 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 physical quality. Geoderma, 152: 252-263.
6. Shukla M.K., Lal R., and Ebinger M. 2004. Soil quality indicators for reclaimed mine soils in southeastern Ohio. Soil Sci. 169:133–142.
7. 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.