تعیین شاخص کیفیت فیزیکی خاک با استفاده از پارامترهای معادله ون‌گن‌اختن و توابع انتقالی در تعدادی از خاکهای آهکی و شورسدیمی

حجت امامی[۱]، محمدرضا نیشابوری[۲]، مهدی شرفاء[۱] و عبدالمجید لیاقت[۱]

۱- به ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار و دانشیار دانشگاه تهران. ۲- استاد دانشگاه تبریز.

مقدمه

کیفیت خاک معمولا از سه جنبه مورد شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی توجه قرار می‌گیرد. برای ارزیابی میزان تخریب اراضی یا اصلاح و تعیین نوع فعالیتهای مدیریتی جهت کاربری پایدار کیفیت خاک مهم است. کیفیت فیزیکی خاک به شکلهای مختلفی مشخص می‌شود. هنگامی که خاکها یک یا چند مورد از خصوصیات زیر را نشان دهند کیفیت فیزیکی ضعیفی دارند: نفوذ کم آب، رواناب سطحی، سخت‌شدگی، تهویه ضعیف قابلیت ریشه‌زنی پایین و قابلیت پایین کارکردن با خاک (دکستر ۲۰۰۴a). تخلخل خاک دارای دو بخش است: تخلخل بافتی و تخلخل ساختمانی (Guerif و همکاران ۲۰۰۱). تخلخل بافتی بین ذرات اولیه خاک وجود دارد در حالیکه تخلخل ساختمانی شامل شکافهای میکرو، شکافها، منافذ زیستی و ساختمانهای ماکرو که در اثر شخم به وجود می‌آید، می‌باشد. تخلخل بافتی به میزان کمی تحت تاثیر اعمال مدیریتی قرار می‌گیرد، درحالیکه تخلخل ساختمانی به اعمال مدیریتی مثل شخم، تراکم و سیستم کشت حساس است. دکستر (۲۰۰۴a) عنوان کرد که عمدتا شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف(S)، ناشی از تخلخل ساختمانی میکرو است و بنابراین بسیاری از ویژگیهای فیزیکی مهم خاک به طور مستقیم تحت تاثیر شاخص S قرار می‌گیرند. بنابراین وجود منافذ ساختمانی و در نتیجه مقادیر S بزرگ برای کیفیت خوب خاک ضروری هستند. نتایج ریچارد و همکاران (۲۰۰۱) استفاده از الگوریتم h و θ نقطه عطف منحنی رطوبتی برای اندازه‌گیری S را تایید می‌کند.

تئوری

منحنی رطوبتی در نقطه عطف فقط دارای دو مشخصه است: یکی محل عطف (θ_i, ln h_i)، و دوم شیب آن $S=d\theta/d(\ln h)$ است. معادله ون‌گن‌اختن(۱۹۸۰) در جهان به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. و شکل کلی آن به صورت زیر است.

$$\theta = (\theta_{sat} - \theta_{res})\left[1 + (\alpha h)^n\right]^{-m} + \theta_{res} \qquad (1)$$

اگر منحنی رطوبتی را بر حسب مقادیر θ و ln(h) رسم کنیم دارای یک نقطه عطف خواهد بود و شیب منحنی رطوبتی عبارت است از:

$$\frac{d\theta}{d\ln(h)} = \frac{d\theta}{dh}\frac{dh}{d\ln(h)} \qquad (2)$$

بنابراین اگر از معادله ون‌گن‌اختن دو بار مشتق گرفته و چون در نقطه عطف منحنی، مقدار انحناء برابر با صفر است. مشتق مرتبه دوم آن را برابر با صفر قرار دهیم شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف به دست می‌آید و عبارت است از (دکستر ۲۰۰۴a):

$$S = -n(\theta_{sat} - \theta_{res})\left[1 + \frac{1}{m}\right]^{-(1+m)} \qquad (3)$$

مواد و روشها

تعداد ۹۳ نمونهٔ دست‌خورده و ۹۳ نمونهٔ دست نخورده از عمق ۱۰-۰سانتیمتری خاکهای منطقهٔ کرج و ورامین انتخاب شد که شامل ۶۸ نمونه خاک آهکی و ۲۵ نمونه خاک شور-سدیمی بود. فراوانی نسبی ذرات خاک به روش

هیدرومتری، کربنات کلسیم معادل به روش کلسیمتری و جرم ویژهٔ ظاهری نمونه های دست نخورده به روش پارافین انداز ه‌گیری شد. علاوه براین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با دستگاه هدایت‌سنج و غلظت سدیم در عصاره اشباع خاک توسط دستگاه فلیم فتومتر و غلظتهای کلسیم و منیزیم با روش تیتراسیون توسط EDTA تعیین و نسبت جذب سدیم با استفاده از رابطه $SAR=Na/(Ca+Mg)^{1/2}$ تعیین شد. در جدول ۱ دامنه ویژگیهای اندازه‌گیری‌شده آمده است. منحنی رطوبتی خاک با استفاده از قیف هینز در مکشهای ۱۵، ۲۵ و ۵۵ سانتی‌متر و همچنین توسط دستگاه صفحات فشاری و غشاء فشاری با اعمال مکش های ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوپاسکال بدست آمد. با استفاده از داده‌های جرم مخصوص ظاهری، فراوانی نسبی ذرات خاک (شن، سیلت و رس) و رطوبتهای اندازه‌گیری شده به کمک نرم‌افزار ROSETTA پارامترهای معادله ون‌گن‌اختن(۱۹۸۰) تعیین شد. سپس با استفاده از معادله ۳ شاخص کیفیت فیزیکی خاک (S) محاسبه شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار SPSS ضرایب همبستگی آن با ویژگیهای زودیافت خاک تعیین و معادله رگرسیونی آن ارائه شد.

جدول ۱- دامنه ویژگیهای اندازه‌گیری‌شده

پارامتر	محدوده داده‌ها	پارامتر	محدوده داده‌ها
درصد رس	۲۲-۶۰	EC(mmoh/cm)	۰/۵۸-۳۴/۳۰
درصد سیلت	۸/۶۴-۴۶/۷۲	SAR	۰/۱۰-۳۷/۸۵
درصد شن	۱۰-۶۶/۷۲	درصد ماده آلی	۰/۹۷-۸/۵۸
جرم مخصوص ظاهری	۱/۱۶-۱/۶۴	درصد کربنات کلسیم معادل	۵/۶۷-۳۶/۹۵

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده در این بررسی نشان داد که همبستگی بالایی بین درصد رس، سیلت و کربنات کلسیم معادل خاک و همچنین قابلیت هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم (*SAR*) عصاره اشباع خاک وجود داشت که همگی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بودند که نتیجه آن در جدول۲ نشان داده شده است. ویژگیهای فوق بعنوان متغییر مستقل و شاخص S بعنوان متغییر وابسته در روش‌رگرسیون گام به گام، لحاظ شدند و رابطه‌رگرسیونی زیر بدست آمد.

$$S= 0.101 + (0.002CaCO_3) + (0.001EC)-(0.001Clay) + (0.001Silt)$$

$$r=0.871 \qquad R^2=0.759 \qquad R^2Adj=0.748 \qquad MSE=0.0001$$

نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که با استفاده از ویژگیهای زودیافت خاک می‌توان شاخص کیفیت فیزیکی‌خاک را براحتی تعیین نمودو آن را بعنوان معیاری برای ارزیابی ساختمان خاک لحاظ کرد. همچنین همبستگی بین شاخص *S* با درصد کربنات کلسیم معادل و *EC* مثبت و معنی‌دار است که نشان دهنده نقش مثبت این دو فاکتور در ایجاد ساختمان و در نتیجه افزایش شاخص S است. ولی همبستگی معنی‌دار و منفی بین *شاخصS* و درصد رس مشاهده شد. اگرچه وجود رس برای تشکیل ساختمان ضروری است ولی طبق این رابطه هر چه درصد رس افزایش یابد بعلت دافعه بین ذرات رس ساختمان خاک تخریب می‌شود که چنین نتیجه‌ای توسط دکستر ۲۰۰۴a نیز بدست آمد.

جدول ۲- ضرایب همبستگی(r) بین شاخص کیفیت فیزیکی (S) و ویژگیهای زودیافت خاک

ویژگیهای خاک	ضریب همبستگی (r)	ویژگیهای خاک	ضریب همبستگی (r)
درصد رس	-۰/۳۲۴**	درصد ماده آلی	۰/۲۴۹*
درصد سیلت	۰/۵۹۷**	درصد کربنات کلسیم معادل	۰/۶۵۷**
درصد شن	-۰/۲۰۶*	EC	۰/۵۳۸**
جرم مخصوص ظاهری	-۰/۰۹۳ns	SAR	۰/۶۱۷**

ns معنی‌دار نیست. * معنی‌دار در سطح پنج درصد ** معنی‌دار در سطح یک درصد

منابع

[1] Dexter, A.R. 2004a. Soil physical quality. Part I: Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. Geoderma. 120:201-214.

[2] Guerif, J., G. Richard, C. Durr, J.M. Machet, S. Recous, and J. Rogrerestrade. 2001. A review of tillage effects on crop residue management, seedbed conditions and seedling establishment. Soil Tillage Res. 61:13-32.

[3] Richard, G., I. Cousin, J.F. Sillon, A. Bruand, and J. Guérif. 2001. Effect of compaction on the porosity of a silty soil: Influence on unsaturated hydraulic propertiea. Eur. J. Soil Sci. 52:49-58.

[4] Van Genuchten, M.TH. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:892-898.