

بر آورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با استفاده از توابع انتقالی

رسول میرخانی، سعید سعادت و محمود شعبانپور

به ترتیب کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات خاک و آب، عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب و دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه تربیت

مدرس و استادیار دانشگاه گیلان

مقدمه

ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) یکی از ویژگی‌های شیمیایی خاک است و در جذب و رهاسازی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و برآورد پتانسیل خطر فلزات سنگین و برخی آلاینده‌های آلی کاتیونی نقش مؤثری دارد. این ویژگی‌های شاخص خوبی برای تعیین کیفیت و بهره‌وری خاک Soil quality and productivity بوده و مقدار آن بسته به میزان مواد آلی، مقدار و نوع رس و شرایط خاک متغیر است. pH خاک نیز در خاک‌های دارای بار ولجسته به pH با تأثیر بر گروه‌های عامل، در مقدار CEC مؤثر می‌باشد. از این رو اندازه‌گیری CEC ضروری ولی مستلزم صرف وقت و هزینه می‌باشد. در مورد مشخصاتی که اندازه‌گیری مستقیم آنها مشکل و پرهزینه می‌باشد، تجزیه اطلاعات موجود به نحوی که منجر به برآورد آنها از داده‌های اندازه‌گیری شده موجود شود، راهی آسان و به صرفه خواهد بود. روش اخیر یا روش غیرمستقیم بدست‌آوردن داده‌ها، توابع انتقالی خاک نامگذاری شده است. توابع انتقالی خاک Pedotransfer functions، توابعی هستند که خصوصیات زودبافت خاک Readily available properties مانند فراوانی نسبی ذرات خاک و میزان مواد آلی خاک را به خصوصیات دیربافت خاک Costly measured properties مانند ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ارتباط می‌دهند (۴). ظرفیت تبادل کاتیونی عموماً بر اساس بافت و مواد

آلی خاک بر آورد می‌شود. در این خصوص پژوهشگران توابعی برای برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی از روی ویژگی‌های زود یافت خاک ارائه نمودند. به عنوان مثال خاکشناسان برای ایالت کبک کانادا فرمول $CEC = 20.0.C + 1.5$ و برای ایالت آلبرتا کانادا فرمول $CEC = 3/80.C + 1/6.Clay$ Patterson (۱۹۸۱) برای ناحیه هالدمند نرفولک اونتاریو کانادا رابطه $CEC = 3/79 + 4/370.C + 1/21.Clay$ و Van keulen و Bell (۱۹۹۵) برای خاک‌های چهار منطقه از مکزیک با استفاده از متغیرهای مقدار رس، ماده آلی و pH خاک تابعی برای برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی ارائه دادند $(R^2 = 0.96)$ Krogh و همکاران (۲۰۰۰) با 1643 نمونه از خاک‌های دانمارک و استفاده از متغیرهای مقدار ماده آلی، رس، سیلت ریز و pH خاک در عصاره کلرور کلسیم توابعی برای برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی ارائه دادند $(R^2 = 0.90)$. کریمیان (۱۳۷۵) با استفاده از 150 نمونه خاک استان فارس، معادلات رگرسیونی چند متغیره ایجاد و سهم رس و مواد آلی در ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را محاسبه و نیز ظرفیت تبادل کاتیونی تعدادی از خاکها را پس از اکسایش مواد آلی با آب اکسیژنه اندازه گیری کرد و سهم مواد آلی و رس را به طور مستقیم تعیین نمود. با توجه به اهمیت ظرفیت تبادل کاتیونی بعنوان یکی از ویژگی‌های شیمیایی مهم خاک، تأثیر عمده آن بر رشد گیاه و توانایی خاک را برای

هیدرومتری و درصد کربن آلی به روش الکلی و بلک اندازه‌گیری شد. پس از بررسی همبستگی بین متغیرهای مستقل، با استفاده از نرم‌افزار Minitab11 با روش رگرسیون با بهترین زیر مجموعه، مناسب‌ترین ترکیب از متغیرهای مستقل برای برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی انتخاب و معادله رگرسیونی چند متغیره خطی برای تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی ارائه شد.

نتایج و بحث

محدوده داده‌های اندازه‌گیری شده در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول (۱) محدوده داده‌های اندازه‌گیری شده

پارامتر	ظرفیت تبادل کاتیونی ($\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$)	درصد رس (%)	درصد کربن آلی (%)
محدوده داده‌ها	۳-۳۲/۸	۳-۶۱	۰/۳-۳/۵۲

مدل آزموده شود. ولی در اهداف تحقیقاتی روش اندازه‌گیری مستقیم کماکان بهترین روش است.

منابع مورد استفاده

- ۱- برزگر، ع. ۱۳۸۰. مبانی فیزیک خاک. چاپ اول، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
- ۲- کریمیان، ن. ع. ۱۳۷۵. سهم رس و مواد آلی در ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های آهکی استان فارس، پنجمین کنگره علوم خاک ایران، کرج، ایران.
- 3- Bell, M. A. and H. Van Keulen. 1995. Soil pedotransfer functions for four mexican soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 865-871.
- 4- Bouma, J. and H. A. J. Van Lanen. 1987. Transfer functions and threshold values from soil characteristics to land qualities. In: Beek, K., P. A. Barrough and D. D Mc Cormack (Editors).. Proc. Workshop by ISSS/SSSA on Quantified land evaluation procedures, ITC publication No. 6, Enschede, the Netherlands, pp: 106-111.
- 5-Krogh, L., H. Breuning-madsen. And M.H. Greve. 2000. Cation exchange capacity pedotransfer function for Danish soils. Soil and Plant Sci. 50:1-12.
- 6-Macdonald, K.B. 1998. Development of pedotransfer functions for southern ontario soils. A report from Greenhouse and Processing Crops Research Center Harrow, Ontario. 01686-8-0436. pp:1-23.
- 7-Sparks, D.L. 1995. Environmental Soil Chemistry. Academic Press Inc. University of Delaware. London.

نگهداری آب و مواد غذایی، اندازه‌گیری آن ضروری می باشد از آنجا که اندازه گیری آن مستلزم صرف وقت و هزینه بالا می باشد، برآورد آن با دقتی قابل قبول از طریق برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تلاشی ارزنده خواهد بود. هدف از این پژوهش برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از توابع انتقالی می باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش از ۱۰۰ نمونه خاک موجود در بانک نمونه های مؤسسه تحقیقات خاک و آب با بافتهای مختلف استفاده شد که ظرفیت تبادل کاتیونی آنها به روش استات آمونیوم، فراوانی نسبی ذرات به روش

محدوده مقادیر داده های مورد استفاده نشان می دهد که نمونه ها دارای تنوع بافتی بوده و نسبت به بافت، CEC نمونه ها نیز دارای محدوده گسترده ای می باشد.

مقایسه همبستگی بین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با پارامترهای استفاده شده نشان می‌دهد که ظرفیت تبادل کاتیونی بیشترین همبستگی را با درصد رس خاک دارد ($R^2 = 0/77$)، که دلیل آن تأثیر زیاد رس بر افزایش CEC به جهت باردار بودن رس‌ها می‌باشد. همبستگی بین درصد کربن آلی با CEC ($R^2 = 0/35$) نیز نشان‌دهنده تأثیر زیاد مواد آلی بر افزایش CEC به دلیل داشتن گروه های عامل سطحی این مواد می باشد.

پس از بررسی همبستگی بین متغیرهای مستقل، با استفاده از نرم‌افزار Minitab11 معادله رگرسیونی چند متغیره خطی زیر برای تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی ارائه شد.

$$CEC = 4/02 + 2/41 O.C + 0/367 Clay$$

$$R^2_{adj} = 0/804$$

تابع ارائه شده نشان می‌دهد که از بین متغیرهای مستقل، استفاده از درصد رس و کربن آلی برای برآورد CEC مناسب بوده و مؤثرترین پارامتر، کربن آلی می باشد که این امر به دلیل سطح ویژه زیاد مواد آلی و داشتن گروه های عامل می باشد.

نتایج نشان داد که بین مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده همبستگی معنی‌داری ($R^2 = 0/804$) وجود دارد. تابع ارائه شده در سطح ۰/۱ درصد معنی‌دار شده است. که نشان دهنده صحت تابع ارائه شده می باشد. با توجه به نتایج و ضرایب آماری، استفاده از این توابع برای مواردی که نیاز به دانستن مقدار دقیق ظرفیت تبادل کاتیونی نیست و به برآوردی از آن می‌توان اکتفا کرد، توصیه‌پذیر است و پیش از کاربرد نیز می‌بایست اعتبار