



تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با استفاده از پارامترهای زود یافت خاک

فهیمة نصرتی کاریزک^{۱*}، سید علیرضا موحدی نائینی^۲، ابوطالب هزارجریبی^۳، قربانعلی روشنی^۴، امیر احمد دهقانی^۵
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی، ۲-دانشیار گروه خاکشناسی و ۳و۵-استادیار گروه آبیاری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۴-استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

*فهیمة نصرتی کاریزک

Nosrati.f@gmail.com

چکیده

ظرفیت تبادل کاتیونی از مهمترین ویژگی های شیمیایی خاک است که توانایی خاک را برای جذب و رهاسازی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و نگهداری آب در خاک نشان می دهد و شاخص خوبی برای کیفیت و بهره وری از خاک می باشد. ولی اندازه گیری آن دشوار، وقت گیر و پرهزینه است. هدف از این تحقیق، بررسی امکان برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک از روی برخی خصوصیات فیزیکو-شیمیایی زود یافت خاک است. بدین منظور ۹۷ نمونه خاک از مناطق اطراف شهرستان گرگان نمونه برداری شد و ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد رس، درصد سیلت، درصد شن، درصد ماده آلی، درصد آهک، جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی، EC و pH هر یک از نمونه ها به طور جداگانه اندازه گیری و میانگین هندسی قطر ذرات هر نمونه نیز محاسبه گردید. سپس از روابط همبستگی خطی و توانی برای برآورد CEC استفاده شد. نتایج نشان داد که دو پارامتر درصد رس و میانگین هندسی قطر ذرات برای برآورد CEC خاک پارامترهای مهمی می باشند.

واژگان کلیدی: رس، شن، ظرفیت تبادل کاتیونی، ماده آلی، میانگین هندسی قطر ذرات.

مقدمه

ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) از خصوصیات مهم خاک است که پتانسیل حاصلخیزی خاک را تعیین می کند. CEC یک بیان کمی از مقدار بارهای منفی به ازای مقدار مشخص خاک یا به عبارت دیگر ظرفیت جذب کاتیون ها از محلول است. از طرفی به علت اینکه اندازه گیری CEC خاک کاری وقت گیر، پرهزینه و سنگین است، می توان از طریق سایر خصوصیات خاک و به وسیله رگرسیون مقدار آن را برآورد نمود. (بل و وان کولن، ۱۹۹۵) با تحقیقی که روی خاک های چهار منطقه از مکزیک انجام دادند تابعی برای برآورد CEC ارائه دادند که بیش از ۹۶ درصد از تغییرات را با استفاده از متغیرهای مستقل مقدار ماده آلی، رس و pH خاک بیان می کرد. (کروگ و همکاران، ۲۰۰۰) از توابع انتقالی برای پیش بینی CEC خاک های دانمارک به وسیله آنالیزهای رگرسیونی چند متغیره برای ۱۶۴۳ نمونه خاک استفاده کردند. مک دونالد (۱۹۹۸) دو معادله (رس) $0.05 + CEC = 2$ (ماده آلی) و (رس) $0.05 + CEC = 3/8$ (ماده آلی) را به ترتیب برای دو خاک کویبیک و آلبرتا در کانادا توصیه کردند. نتایج نشان داد که ۹۰ درصد از تغییرات در مقادیر CEC می تواند به وسیله استفاده از مقدار رس و مواد آلی به عنوان متغیرهای وابسته توجیه شود. علاوه بر این سهم نسبی CEC مربوط به بارهای وابسته به pH و بارهای دائمی در بین کانی های رسی متفاوت است. بنابراین بیشتر مدل های پیش بینی کننده، مختص به یک منطقه یا سطح محدودی بوده و قابل تعمیم به مناطق دیگر نیستند. (میلر، ۱۹۷۰). هدف از این تحقیق به دست آوردن روابطی بین CEC با بعضی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مانند درصد ذرات مختلف خاک (رس، سیلت و شن)، میانگین هندسی قطر ذرات خاک، درصد ماده آلی، درصد آهک، جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک، pH و EC می باشد. به کمک روابط به دست آمده می توان CEC خاک را به جای اندازه گیری مستقیم که

اقدامی دشوار، وقت گیر و پرهزینه است، با استفاده از سایر خصوصیات فیزیکو-شیمیایی خاک که اندازه گیری آنها ساده تر است، برآورد نمود.

مواد و روش ها

برای انجام این تحقیق، ۹۷ نمونه خاک تا عمق ۳۵ سانتی متری به روش نمونه برداری سیستماتیک و با تنوع بافتی نسبتا مناسب که در محدوده یساقی تا بندرتراکم واقع در اطراف شهرستان گرگان برداشت شد. ابتدا فراوانی نسبی ذرات خاک به روش هیدرومتری اندازه گیری و سپس کلاس بافتی خاکها تعیین گردید. کربنات کلسیم معادل به روش کلسیمتری، درصد ماده آلی به روش والکی-بلاک، جرم مخصوص حقیقی به روش پیکنومتری، جرم مخصوص ظاهری به روش استوانه، CEC به روش استات آمونیوم و EC و pH آنها پس از تهیه گل اشباع، با دستگاه EC متر و pH متر اندازه گیری شدند. همچنین میانگین هندسی قطر ذرات خاک بر اساس روش ارائه شده توسط شیرازی و بورسما (۱۹۸۴) تعیین شد. پس از اندازه گیری خصوصیات گفته شده در کلیه نمونه های خاک، بین CEC با درصد رس، درصد سیلت، درصد شن، درصد ماده آلی، درصد آهک، میانگین هندسی قطر ذرات خاک، جرم مخصوص حقیقی و ظاهری، EC و pH روابط همبستگی یک متغیره خطی و توانی به صورت روابط (۱) و (۲) برقرار گردید. برای مقایسه نتایج برآورد شده CEC نسبت به مقادیر اندازه گیری شده از حالت های مختلف همبستگی برای کلیه خاکها از رابطه ۳ تا ۶ استفاده شد.

$$CEC = a + bx \quad (1) \quad CEC = cx^d \quad (2) \quad e_i = \frac{P_i}{M_i} \quad (3) \quad RMSE = \sqrt{\frac{\sum (M_i - P_i)^2}{N}} \quad (4)$$

$$GMER = \exp \left[\frac{1}{N} \sum \ln(e_i) \right] \quad (5) \quad GSDER = \left[\left(\frac{1}{N} \sum \ln(e_i) \right) - \ln(GMER) \right]^2 \quad (6)$$

که در آن e_i : نسبت خطا، p_i و m_i : به ترتیب CEC برآورد و اندازه گیری شده برحسب سانتی مول بر کیلوگرم، N : تعداد داده ها و $RMSE$: میانگین مجموع مربعات خطای باقیمانده، $GMER$: میانگین هندسی نسبت خطا و $GSDER$: انحراف معیار هندسی نسبت خطا می باشد. هر چه مقدار $GMER$ نزدیک به یک و مقادیر $RMSE$ و $GSDER$ کوچکتر شوند، اختلاف بین مقادیر برآورد شده با مقادیر اندازه گیری شده کمتر است. همچنین از ضریب همبستگی (R^2) برای تعیین بهترین حالت برآورد CEC خاک استفاده گردید.

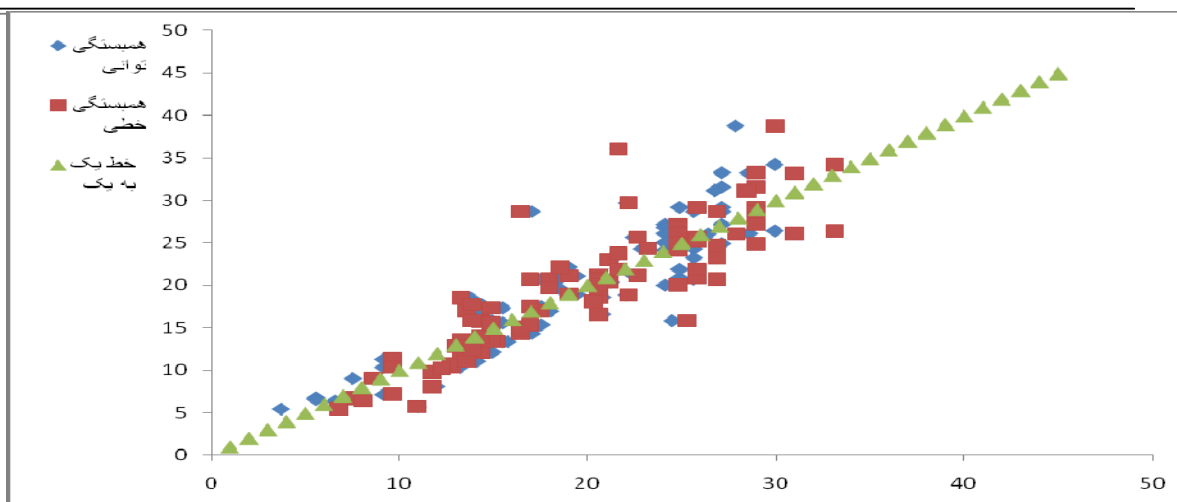
نتایج و بحث

پارامترهای آماری RMSE، GMER، GSDER و ضریب همبستگی (R^2) حاصل از روابط ۱ تا ۶ برای برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک براساس پارامترهای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- پارامتر آماری RMSE، GMER، GSDER و مقادیر همبستگی (R^2) برای برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک براساس پارامترهای مختلف

متغیر همبستگی	RMSE خطی	RMSE توانی	R^2 خطی	R^2 توانی	GSDER خطی	GSDER توانی	GMER خطی	GMER توانی
درصد رس	۳/۴۴۸۶۴	۳/۴۸۲۵۱۷	۰/۷۹۰۴	۰/۸۲۸	۱/۰۲۰۹	۰/۹۹۹۸۷۳	۱/۱۹۳۵	۱/۲۰۰۹
درصد سیلت	۵/۷۷۳۴۷۱	۵/۷۷۱۸۳۷	۰/۴۱۱۳	۰/۶۰۰۱	۱/۰۴۶۶	۰/۹۹۹۹۸۰۷۷	۱/۳۲۳۹	۱/۳۲۲۱
درصد شن	۴/۴۴۰۵۲۶	۶/۳۹۷۵۴۲	۰/۶۵۱۷	۰/۴۴۷۶	۱/۰۱۲۴	۰/۹۹۹۹۴۶	۱/۲۹۰۸	۱/۳۸۸۴
میانگین هندسی قطر ذرات	۵/۵۴۷۱۶	۳/۳۴۹۹۷۲	۰/۴۵۶	۰/۸۶۰۲	۱/۰۳۵۹	۱/۰۰۰۷	۱/۴۰۴۵	۱/۱۷۹۵
درصد مواد آلی	۴/۷۹۷۱۲۷	۴/۷۸۹۸۱	۰/۵۹۳۶	۰/۷۰۴۸	۱/۰۳۵۶	۱/۰۰۰۰۱۷	۱/۲۷۷۴	۱/۲۷۱۱
وزن مخصوص حقیقی	۷/۴۷۶۹۸۱	۷/۶۳۲۷۲۷	۰/۰۱۲۶	۰/۰۱۸۲	۱/۰۸۸۹	۱/۰۰۰۴۱	۱/۵۵۰۲	۱/۵۴۸۸
وزن مخصوص ظاهری	۶/۹۳۲۸۸۳	۷/۲۴۳۷۷۹	۰/۱۵۱۱	۰/۱۶۱۱	۱/۰۷۸۲	۱/۰۰۰۱۳	۱/۴۸۹۰	۱/۴۹۸۴
pH	۷/۵۱۷۱۴۷	۷/۶۹۹۳۵	۰/۰۰۲	۳*۱۰ ^{-۳}	۱/۰۸۹۸	۱/۰۰۰۰۵۴	۱/۵۵۵۴	۱/۵۵۵۱
EC	۷/۲۴۵۹۷۵	۷/۴۸۶۹۵۵	۰/۰۷۲۷	۰/۰۵۵۶	۱/۰۸۲۵	۰/۹۹۹۸۴	۱/۵۲۸۸	۱
درصد آهک	۶/۸۰۰۱۲۶	۶/۶۷۴۱۴۹	۰/۱۸۲۳	۰/۲۱۲۶	۱/۰۷۳۳	۰/۹۹۸۹	۱/۵۰۷۹	۱/۴۷۹۶

با توجه به جدول ۱، از نظر مقدار R^2 همبستگی توانی با میانگین هندسی قطر ذرات، درصد رس و همچنین همبستگی خطی با درصد رس، به ترتیب بهترین حالت‌های برآورد CEC نمونه‌های خاک می‌باشد. همچنین پارامترهای درصد کربنات کلسیم، درصد ماده آلی جرم مخصوص حقیقی و ظاهری، pH و EC پارامترهای مناسبی برای تخمین CEC خاک نمی‌باشند. از نظر مقدار GMER ده حالت همبستگی توانی و خطی اختلاف قابل توجهی با عدد یک ندارند. از نظر مقدار GSDER همبستگی خطی با درصد رس و همبستگی توانی با شوری دارد (ولی چون R^2 شوری کم است مورد توجه قرار نمی‌گیرد). از نظر مقدار RMSE نیز همبستگی توانی با میانگین هندسی قطر ذرات، همبستگی خطی با درصد رس و درصد شن به ترتیب بهترین حالت‌های برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌باشند. همبستگی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با میانگین هندسی قطر ذرات با نتایج فولادمند (۱۳۸۶)، درصد رس با نتایج (بل و وان کیولن (۱۹۹۵)، کروخ و همکاران (۲۰۰۰))، درصد شن با نتایج فولادمند (۱۳۸۶) یکسان است. همبستگی منفی ظرفیت تبادل کاتیونی با درصد شن که در بسیاری از تحقیقات دیگر مشاهده شده است به این علت است که با افزایش درصد شن از درصد رس خاک کاسته می‌شود و ذراتی که دارای توانایی ایجاد بار منفی و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی هستند، کاهش می‌یابد.



نمودار ۱- نتایج مقایسه مقادیر اندازه گیری و برآورد شده ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (سانتی مول بر کیلوگرم) براساس درصد رس (خطی و توانی)

نتیجه گیری کلی

به طور کلی با توجه به نتایج ارائه شده در جداول بالا، می توان نتیجه گرفت که دو پارامتر درصد رس و میانگین هندسی قطر ذرات برای برآورد CEC خاک پارامترهای مهمی می باشند..

منابع

۱. فولادمند، ح.م. ۱۳۸۶. تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با استفاده از برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۸-۱۱، جلد ۱۵، شماره ۱.
2. Krogh, L., Breuning-Madsen, H., and Greve, M.H. 2000. Cation exchange capacity pedotransfer function for Danish soils. Soil and Plant Sci. 50:1-12.
3. Bell M.A. and Keulen J.V. 1995. Soil pedotransfer functions for four Mexican soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 865-871.



Prediction of soil cation exchange capacity by soil easily measurable data

Fahimeh Nosrati Karizk^{1*}, Alireza Movahedi Naini², Abotaleb Hezargaribi³, Ghorbanali Roshani⁴, amirahmad Dehghani⁵

1-M.Sc student, 2, 3, 5-Gorgan university of Agricultural and Natural Resources, 5-Golestan Agricultural and natural resources research center

* Nosrati.f@gmail.com

Abstract

Soil cation exchange capacity is the most important soil chemical properties which represents the ability of soil to absorb, releasing the needed plant nutrient elements and to maintain water in the soil and is a good indicator of quality and productivity of the soil. But its measurement is difficult, time consuming and costly. The purpose of this research, is to investigation the possibility of cation exchange capacity estimation of soil easily measurable data. For this purpose, 97 soil samples were sampled from areas around the city of Gorgan and cation exchange capacity, clay, sand, silt, organic matter content, lime (%by weight) bulk density, particle density, EC and pH of each sample was measured seperately and geometric mean diameter was also calculated for each sample. Then, the linear and power correlation relations was used for estimating CEC. Results showed that two parameters of clay and geometric mean diameter are important for estimating soil CEC.

Keywords: Clay, Sand, Cation exchange capacity, Organic matter, Geometric mean diameter.