



برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های مرودشت با استفاده از روش رگرسیونی چندگانه

میشم شیخی^۱، مرتضی بهمنی^۲، کامران عسگری^۲، یاسر استواری^۲
۱- دانشجوی کارشناسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد ۲- دانشجویان دکتری علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده

برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از روش‌های رگرسیونی و استفاده از خصوصیات زودیافت خاک از روش‌های مرسوم داده کاوی است. هدف از این مطالعه برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های دشت مرودشت با استفاده از روش‌های رگرسیونی است. برای این منظور از ۳۰ نقطه نمونه برداری و CEC و برخی از خصوصیات خاک در آن‌ها اندازه‌گیری خواهد شد. نتایج نشان داد که CEC بیشترین همبستگی را با درصد رس و ماده آلی خاک داشت. از میان ضرایب پارامترهای ورودی در برآورد CEC تنها ماده آلی و درصد رس معنی دار شد و مدل رگرسیونی بر اساس این پارامترها توسعه داده شد. بر اساس خط ۱ به ۱ روش رگرسیونی چندگانه کارایی مناسبی در برآورد CEC داشت.

کلمات کلیدی: مرودشت، CEC، رگرسیون خطی

مقدمه

خاک یکی از اصلی‌ترین منابع طبیعی در اکوسیستم‌های زمین است. اکثر موجودات زنده بصورت مسقیم یا غیر مستقیم به خاک وابسته‌اند. آلودگی و سوء مدیریت خاک باعث تخریب و تنزل کیفیت خاک می‌شود. از آنجا که منابع خاک در جهان محدود و عملاً غیر قابل تجدید هستند، امروزه به استفاده پایدار از خاک توجه ویژه‌ای می‌شود. استفاده پایدار از منابع خاک مستلزم شناخت، تشریح و توصیف کلیه خواص و فرایندهای کنترل‌کننده کیفیت خاک است (پوساداس و همکاران، ۲۰۰۱).

ظرفیت تبدالی کاتیونی (CEC: Cation Exchange Capacity) عبارت است از حداکثر مقدار کاتیونی که وزن معینی از خاک، قادر است جذب سطحی یا نگهداری نماید. این مقدار را بر حسب سانتی‌مول بار بر کیلوگرم خاک خشک و یا میلی‌اکی والان در صد گرم خاک خشک نشان می‌دهند (هزار جریبی و همکاران، ۱۳۹۲). ظرفیت تبدالی کاتیونی از مهمترین خصوصیات خاک در ارتباط با توانایی خاک در نگهداری آب و مواد غذایی و همچنین شاخص خوبی برای کیفیت و بهره‌وری و مدیریت آلودگی خاک است که به عنوان ورودی در مدل‌های خاک و زیست محیطی مورد استفاده می‌باشد (معماریان فرد و بیگی، ۱۳۸۸).

یکی از روش‌های غیر مستقیم برای برآورد ویژگی‌های دریافت خاک CEC استفاده از تکنیک‌های داده کاوی است که با استفاده از معادله‌های رگرسیونی، منطق فازی و یا شبکه‌های عصبی مصنوعی بین پارامترهای دیریافت خاک و پارامترهای زودیافت خاک مانند جرم ویژه ظاهری و درصد اجزای بافت خاک که اندازه‌گیری آنها سریع و آسان و کم هزینه و در پژوهش‌های خاکشناسی متداول اند ارتباط برقرار می‌کند (قربانیدشتکی و همایی، ۲۰۰۴؛ عباسی و همکاران، ۲۰۱۱). روش رگرسیونی خطی چندگانه روش رایجی است که هدف از آن، بیان متغیر وابسته به شکل تابعی ریاضی از متغیر(های) مستقل است (بازرگان لاری، ۱۳۸۴). رگرسیون درختی از روش‌های تجزیه و تحلیل در علوم محیطی است (استات سافت، ۲۰۰۷).

فولادمند (۱۳۸۷) ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را با استفاده از برخی از خصوصیات خاک تخمین زد. در این پژوهش ۲۰ نمونه خاک از مناطق اطراف شهرستان‌های مرودشت و فسا تهیه و ظرفیت تبادل کاتیونی و برخی دیگر از خصوصیات فیزیکی شیمیایی آن‌ها اندازه‌گیری شد. از روابط همبستگی خطی و توانی برای برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک استفاده شد. نتایج نشان داد که همبستگی خطی با درصد شن و همبستگی‌های توانی با میانگین هندسی قطر ذرات، درصد رس و درصد سیلت به ترتیب بهترین حالت‌های برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌باشند.

معماریان فرد و بیگی هرچگانی (۱۳۸۸) به مقایسه توابع انتقالی رگرسیونی و شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. در این مطالعه، توابع انتقالی برای پیش‌بینی CEC از خصوصیات اساسی ۲۰۰ خاک مانند توزیع اندازه ذرات، کربن آلی، درصد رطوبت اشباع و pH توسعه داده شد. نتایج نشان داد هنگامی که از شبکه عصبی با یک لایه پنهان و هفت نرون در این لایه و ماده آلی، درصد رطوبت اشباع، درصد رس و شن به عنوان ورودی استفاده شد، CEC با $R^2 = 0.81$ و $RMSE = 0.5/3$ سانتی‌مول بار کیلوگرم خاک بهتر از دیگر مدل‌ها پیش‌بینی شد.

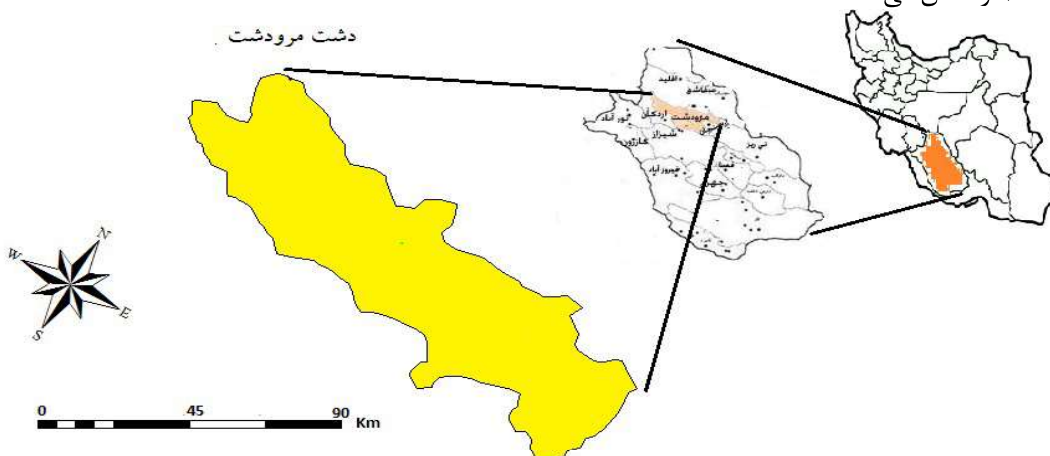
دشت مرودشت از دشت‌های مهم کشاورزی استان فارس است. با توجه به اهمیت خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک‌ها مانند ظرفیت تبادل کاتیونی در تولید محصولات کشاورزی، توانایی برآورد این خصوصیات مهم دیریافت از خصوصیات زودیافت و قابل دسترس از اهمیت بسزایی برخوردار است. لذا هدف از این پژوهش برآورد CEC با استفاده از روش رگرسیون خطی چندگانه است.

مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی مرودشت در مرکز استان فارس بین طول‌های جغرافیایی ۱۵° و ۵۲° تا ۲۷° و ۵۳° شرقی و عرض‌های ۱۹° و ۲۹° تا ۲۵° و ۳۰° شمالی در حوضه آبریز بختگان قرار دارد. از این دشت تعداد ۳۰ نمونه خاک برداشت و CEC، بافت خاک و چگالی

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

ظاهری در نمونه‌ها اندازه‌گیری خواهد شد. شکل ۱ محدوده شهرستان مرودشت و دشت مورد مطالعه (بخش مرکزی شهرستان مرودشت) را نشان می‌دهد.

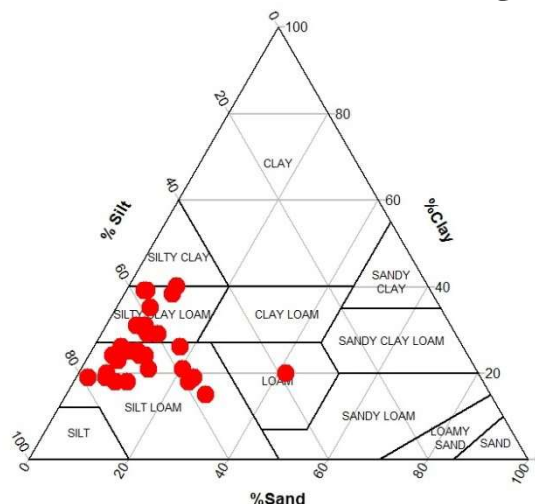


شکل ۱ - محدوده مورد مطالعه

مواد آلی به روش اکسیداسیون تر، CEC نمونه‌ها به روش استات سدیم-آمونیم در پی.اچ ۲/۸ و چگالی ظاهری به روش زیر اندازه‌گیری شد. برای این منظور با استفاده از یک رینگ خاک دست نخورده نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها در آن به مدت ۲۴ ساعت قرار داده تا رطوبت آن‌ها از بین برود. با داشتن حجم نمونه اولیه خاک (همان حجم رینگ) و وزن خاک خشک، چگالی ظاهری محاسبه می‌شود. مقایسه میانگین متغیرها در مجموعه داده‌های اولیه و اعتبارسنجی با آزمون t و در سطح ۵ درصد انجام شد. کلیه محاسبات آماری در محیط نرم‌افزار STATISTICA ۸.۰ انجام گرفت.

نتایج و بحث

شکل ۲ کلاس بافت خاک نمونه‌های خاک دشت مرودشت را نشان می‌دهد. نمونه خاک‌های دشت مرودشت در سه کلاس از ۱۲ کلاس بافت خاک USDA قرار دارند (شکل ۲). تعداد ۸ نمونه (۲۷٪) در کلاس لوم رسی سیلتی، یک نمونه (۳/۳ درصد) در کلاس لوم و ۲۱ نمونه (۷۰٪) در کلاس لوم سیلتی قرار دارد. چنانچه از شکل ۲ مشخص است خاک دشت مرودشت بیشتر در کلاس‌های لومی-سیلتی قرار دارند. بر اساس این شکل مقدار کلاس‌های شنی و رسی در خاک‌های دشت مرودشت کمتر دیده می‌شود. جدول ۱ خلاصه آماری خصوصیات فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده در نمونه خاک‌های دشت مرودشت را نشان می‌دهد.



شکل ۲- مثلث کلاس بافت خاک دشت مرودشت

جدول ۱- خلاصه آماری خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های دشت مرودشت

پارامتر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	ضریب تغییرات
ماده آلی	۵۹/۱	۴۷/۱	۳۵/۰	۱۲/۳	۲۱/۱	۵۴/۷۶
CEC	۸۸/۲۴	۰۹/۲۴	۱۷/۱۷	۴۵/۳۹	۰۶/۶	۳۶/۲۴
درصد شن	۹/۱۰	۵/۸	۲/۲	۲/۴۱	۵/۸	۲/۷۷
درصد رس	۹/۲۵	۲/۲۴	۱/۱۵	۳/۴۰	۱/۷	۶/۲۷
درصد سیلت	۲/۶۳	۴/۶۲	۷/۳۸	۷/۷۸	۵/۸	۴/۱۳
چگالی ظاهری	۳۶/۱	۳۹/۱	۲۸/۱	۶۷/۱	۲۱/۰	۰۷/۰

مقدار میانگین و میانه pH نزدیک بهم بوده که به نحوی نرمال بودن این پارامتر در خاک‌های دشت مرودشت را نشان می‌دهد (جدول ۱). مقدار ماده آلی با میانگین ۵۹/۱ از ۳۵/۰ تا ۱۲/۳ % تغییر دارد. در بین اجزای بافت خاک سیلت با میانگین ۲/۶۳ % بیشتر جز را دارد (جدول ۱). با توجه به شکل ۲ چنانچه دیده شد کلاس لوم سیلتی دارای بیشترین نمونه‌های خاک است. شن کمترین جز از اجزای بافت خاک را تشکیل می‌دهد (جدول ۲). مقدار شن با میانگین ۹/۱۰ % از ۲/۲ تا ۲/۴۱ % متغیر است. درصد سیلت با میانگین ۲/۶۳ از ۷/۳۸ تا ۷/۸۷ % متغیر است (جدول ۲). درصد رس با میانگین ۲/۲۴ از ۱/۱۵ تا ۳/۴۰ % تغییر دارد. مقدار چگالی ظاهری با میانگین ۳۹/۱ $g\ cm^{-3}$ از ۲۸/۱ تا ۶۷/۱ $g\ cm^{-3}$ تغییر دارد. چگالی حقیقی با میانگین ۴۵/۲ از ۳۸/۲ تا ۶۸/۲ $g\ cm^{-3}$ متغیر است.

همبستگی ظرفیت تبادل کاتیونی با پارمترهای اجزای بافت خاک و ماده آلی خاک‌های دشت مرودشت در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان داد که CEC با ماده آلی ($r = ۰.۶۵$)، درصد رس ($r = ۰.۳۸$) همبستگی مستقیم و با درصد شن ($r = -۰.۳۰$) همبستگی معکوس معنی داری دارد (جدول ۲). میرخانی و همکاران (۱۳۸۴) نیز بین CEC با درصد رس و ماده آلی همبستگی خوبی مشاهده کردند. بین درصد شن با دیگر اجزای بافت خاک (درصدهای سیلت و رس) رابطه‌ی منفی معنی داری وجود داشت که با پژوهش معماریان فر و بیگی هرچگانی (۱۳۸۸) همخوانی دارد.

خاک‌های مرودشت pH، با پارمترهای اجزای بافت خاک، جرم ویژه ظاهری، ماده آلی CEC جدول ۲ - ضرایب همبستگی

پارامتر	CEC	Bd	OM	Clay	Silt
OM	۶۵/۰	-۵۷/۰			
Clay	۳۸/۰	-۱۲/۰	۴۵/۰		
Silt	۱۴/۰	۰۸/۰	۰۲/۰	۱۹/۰	
Sand	-۳۰/۰	-۰۳/۰	-۲۱/۰	-۴۹/۰	-۶۷/۰

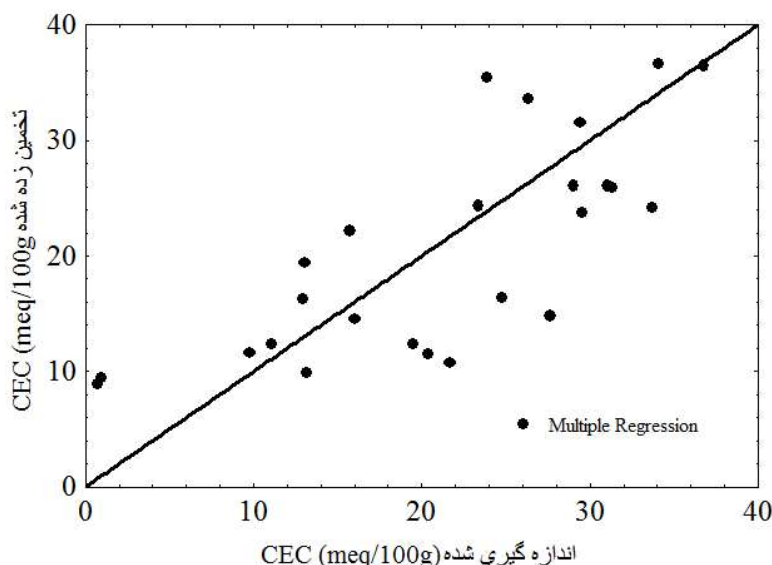
درصد ماده آلی است OM چگالی ظاهری و Bd. معنی داری در سطح ۵% را نشان می‌دهد.

ایجاد معادله رگرسیونی

از میان ضرایب پارمترهای ورودی مدل رگرسیونی، تنها ضرایب رس و ضریب ماده آلی در سطح ۵% معنی دار شدند، لذا مدل نهایی برآورد CEC به شکل معادله ۱ توسعه یافت:

$$CEC = ۰.۶۳ + ۰.۴۱۲۵\ Clay + ۲.۵۱۲۴\ OM \quad (1)$$

که در این معادله رس و ماده آلی بر حسب درصد هستند. در بین ذرات معدنی خاک، ذرات رس بیشترین ظرفیت تبادل کاتیونی را دارند. شکل ۳ نمودار ۱ به ۱ مقادیر اندازه گیری شده در برابر مقادیر برآورد شده توسط روش رگرسیون خطی چندگانه را نشان می‌دهد. با توجه به پراکندگی مناسب نقاط حول خط ۱ به ۱ کارایی مناسب روش رگرسیون خطی چندگانه را در برآورد CEC نشان می‌دهد.



شکل ۳- نمودار ۱ به ۱ مقادیر اندازه‌گیری شده در برابر مقادیر برآورد شده توسط روش رگرسیون خطی چندگانه

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش از میان پارامترهای مختلف زودیافت و ورودی به مدل رگرسیونی تنها ماده آلی و درصد به عنوان متغیرهای ورودی انتخاب شدند. نتایج نشان داد که CEC با ماده آلی ($r = ۰/۶۵$)، درصد رس ($r = ۰/۳۸$) همبستگی مستقیم و با درصد شن ($r = -۰/۳۰$) همبستگی معکوس معنی‌داری دارد. کارایی روش رگرسیونی خطی چندگانه با استفاده از خط ۱ به ۱ مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس خط ۱ به ۱ این روش کارایی مناسبی در برآورد CEC داشت.

منابع

- هزارجریبی، ا.، نصرتی‌کاریز، ک.، عبداله‌نژاد، ک. و قربانی، خ. ۱۳۹۲. بررسی امکان پیش‌بینی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک با استفاده از پارامترهای زود یافت خاک. نشریه آب و خاک. ۲۷ (۴): ۷۱۲-۷۱۹.
- معماربان‌فر، م. و بیگی‌هرچگانی، ح. ۱۳۸۸. مقایسه مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و توابع انتقالی رگرسیونی برای پیش‌بینی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک‌های استان چهارمحال و بختیاری. نشریه آب و خاک. ۲۳ (۴): ۹۰-۹۹.
- فولادمند، ح. ر. ۱۳۸۷. تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را با استفاده از برخی از خصوصیات خاک. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱: ۸-۱.
- میرخانی، ر. شعبان‌پور شهرستانی، م. و سعادت، س. ۱۳۸۴. برآورد منحنی مشخصه رطوبتی خاک با استفاده از توابع انتقالی. مجله دانش کشاورزی. ۱۵ (۳): ۱۵۱-۱۶۲.
- Shorafa. ۲۰۱۱. Evaluation of Pedotransfer Functions for Estimating Soil Water Retention Curve of Saline and Saline-Alkali Soils of Iran. *Pedosphere* ۲۱(۲): ۲۳۰-۲۳۷.
- Ghorbani-Dashtaki S., and Homae M. ۲۰۰۴. Using geometric mean particle diameter to derive point and continuous pedotransfer functions. In: Nicole Whrle and Maik Scheurer (Eds.). ۲۰۰۴. *Euroasian Soil science*. ۱۰: ۳۰ (۱-۱۰).
- StatSoft. ۲۰۱۱. STATISTICA (data analysis software system). Version ۱۰. www.statsoft.com.

Abstract

Estimating CEC using multiple liner regression using easily soil properties is usual data mining methods. The purpose of this study is estimation of CEC Marvdasht Plain using multiple linear regressions. For this work ۳۰ soil samples were sampled and CEC and some soil properties were measured. Results showed that CEC has high correlation with %clay and OM. Only the coefficient of %clay and OM were significant and the regression models based on this parameters were developed. Based on ۱:۱ linear multiple linear regression had high performance for estimation CEC.