



استفاده از روش فراکاوشی برنامه ریزی بیان ژن در برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک

مسلم ثروتی^۱، علی اصغر جعفرزاده^۲، مریم رحمتی^۳

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشگاه تبریز

۲- استاد گروه علوم خاک دانشگاه تبریز

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه تبریز

مقدمه

ظرفیت تبدالی کاتیونی به عنوان یکی از ویژگی های شیمیایی خاک، نقش موثری در تعیین حاصلخیزی و مدیریت آلودگی داشته و شاخص خوبی برای کیفیت و بهره‌وری خاک محسوب می‌شود (مانریک و همکاران ۱۹۹۱). همچنین میزان ظرفیت تبادل کاتیونی یک خاک به اجزای آن خاک وابسته است (میرخانی ۲۰۰۵). با وجود اینکه می‌توان ظرفیت تبادل کاتیونی را به روش مستقیم اندازه‌گیری کرد، ولی این روش بویژه در خاک‌های آهکی مناطق خشک با واکنش بازی بسیار پر هزینه و زمان‌بر است (فرناندو و همکاران ۱۹۷۷). بنابراین تعیین آن از طریق دیگر ویژگی‌های زود یافت مطلوب می‌باشد. در دو دهه گذشته توابع انتقالی گوناگونی در تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک توسعه یافته‌اند (مک براتنی ۲۰۰۲). تاکنون از آنالیزهای رگرسیون چند متغیره و شبکه عصبی مصنوعی برای ایجاد توابع انتقالی استفاده شده (ونگ و کلاس ۲۰۰۵) و برای اولین بار بوما (۱۹۸۹) روابط رگرسیونی میان متغیرهای زود یافت خاک و دیر یافت خاک را به دست آورد و آنها را توابع انتقالی خاک نامید. تحقیقات زیادی در مورد رابطه بین ظرفیت تبادل کاتیونی و ویژگی‌های خاک صورت پذیرفته است که می‌توان به تحقیقات بل و ون کیولن (۱۹۹۵) و کریمیان (۱۹۹۶) اشاره کرد. در این زمینه برنامه‌ریزی بیان ژنی علاوه بر دارا بودن قابلیت‌های سایر مدل‌های فراکاوشی می‌تواند رابطه صریحی نیز بین متغیرهای وابسته و مستقل بیان کند که استفاده از این روش در برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی نوآوری پژوهش حاضر است. این روش عبارت از یک تکنیک جستجوی بهینه‌سازی است که مبتنی بر اصول ژنتیک و گزینش طبیعی می‌باشد. یک الگوریتم ژنتیکی اجازه می‌دهد که یک جمعیت متشکل از تعداد زیادی افراد تحت قواعد گزینش مشخص و تعیین شده‌ای، تکامل پیدا نماید، به گونه‌ای که آن جمعیت به حداکثر برازش و اصلحیت نائل گردد، به عبارت دیگر تابع هزینه را کمینه سازد (محمدی ۱۳۸۸). همچنین برنامه‌ریزی بیان ژن علاوه بر توانایی استخراج رابطه‌ی بین متغیرهای ورودی و خروجی به طور خودکار و هوشمند، متغیرهایی که در مدل بیشترین تأثیر را دارند انتخاب می‌کند. بنابراین استفاده از این الگوریتم می‌تواند در ایجاد توابع انتقالی برای برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی موثر باشد. هدف از این مطالعه برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی به عنوان یک ویژگی دیر یافت و اساسی در تهیه نقشه حاصلخیزی خاک از روی متغیرهای زود یافت و برآورد تاثیر نسبی هر یک از پارامترهای موثر در میزان ظرفیت تبادل کاتیونی در منطقه مطالعاتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق بر اساس نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده، ۱۱۹ نمونه سطحی خاک از ۲۶ فامیلی با توجه به وسعت هر کدام از خاک‌ها، از منطقه خواجه واقع در استان آذربایجان شرقی با مختصات جغرافیایی ما بین $38^{\circ} 11' 30''$ تا $38^{\circ} 7' 30''$ عرض شمالی و $46^{\circ} 37' 30''$ تا $46^{\circ} 44' 30''$ طول شرقی، برداشته شد. سپس با



توجه به گچی بودن نمونه‌های خاک از روش سابق و همکاران (۱۹۸۱) برای اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی استفاده گردید. سایر پارامترها نیز شامل pH، گچ، آهک، کربن‌آلی، رس، شن، سیلت و ذرات درشت‌تر از شن بوده که با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند (بی‌نام ۱۹۹۲). در برازش توابع انتقالی حاصل از برنامه‌ریزی بیان ژن از متغیرهای ذکر شده به عنوان ورودی مدل و ظرفیت تبادل کاتیونی به عنوان تنها خروجی مدل در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

برای مدل‌سازی بر اساس برنامه‌ریزی بیان ژنی کد GeneXproTools 4.0 استفاده گردید. ۸۰ درصد از داده‌ها برای آموزش و ۲۰ درصد نیز به منظور تست انتخاب گردید. جهت بررسی بیشتر علاوه بر چهار عملگر اصلی F_1 ، حالتی نیز بر اساس مقادیر پیش‌فرض برنامه F_2 مطابق با جدول ۱ لحاظ گردیده‌است. تنظیمات عمومی و عوامل ژنتیکی مورد استفاده نیز در اجرای مدل برنامه بیان ژن در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- نام‌گذاری ترکیبات و عملگرهای مورد استفاده در اجرای مدل GEP

نام‌گذاری ترکیب‌ها	ترکیب پارامترهای ورودی	عملگرهای ریاضی
IF_1	I	F_1
IF_2	I	F_2

$F_1 = \{+, -, *, /, \}$

$F_2 = \{+, -, *, /, x^2, x^3, x^{1/3}, \exp, \ln, x^{1/2}, \sin x, \cos x, \arctg x\}$

$I = \{\%Si, \%Sa, \%C, \%OC, \%Gyp, >2mm, pH, \%CCE\}$

جدول ۲- تنظیمات عمومی و عوامل ژنتیکی مورد استفاده در اجرای مدل GEP

تنظیمات عمومی	مقادیر	عوامل ژنتیک	مقادیر
تعداد کروموزوم‌ها	۳۰	سرعت جهش	۰/۰۴۴
اندازه سر	۸	سرعت وارونگی	۰/۱
تعداد ژن‌ها	۳	سرعت تلاقی با یک نقطه	۰/۳
تعداد تولید جمعیت	۱۰۰۰	سرعت تلاقی با دو نقطه	۰/۳
عملگر ریاضی بین ژن‌ها	جمع	سرعت تلاقی ژن	۰/۳
نوع خطا	RMSE	سرعت جابجایی	۰/۱

بین دو ترکیب مورد استفاده در اجرای روش برنامه‌ریزی بیان ژن ترکیب IF_2 به دلیل داشتن MAE کمتر نسبت به ترکیب دیگر به ازای R^2 و ضریب NS (ضریب نش-ساتکلیف) تقریباً یکسان، عملکرد بهتری داشته است. جدول ۳ موید این مطلب است.



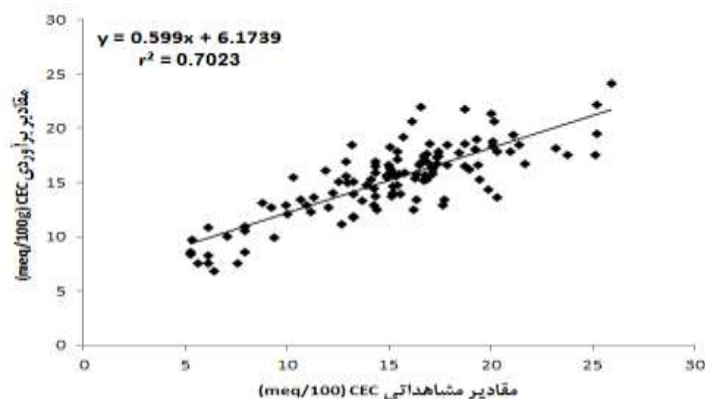
جدول ۳- نتایج روش مورد استفاده در تخمین CEC

ترکیب مورد استفاده	R ²	MAE	NS
IF ₁	۰/۶۶	۰/۴۰	۰/۷۰
IF ₂	۰/۷	۰/۰۹	۰/۷۰

رابطه [۱] بهترین مدل گزینش شده برای تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی با استفاده از ترکیب IF₂ می باشد. همچنین این رابطه نشان می دهد که پارامترهای بافت (رس، سیلت و شن) و کربن آلی بیشترین تاثیر را در میزان ظرفیت تبادل کاتیونی خاک های مطالعاتی داشته و برنامه جهت برآورد این خصوصیت، تنها از این پارامترها استفاده نموده است. رابطه رگرسیونی بین ظرفیت تبادل کاتیونی برآورد شده و ظرفیت تبادل کاتیونی اندازه گیری شده در منطقه مطالعاتی در شکل ۱ نشان داده شده است. ضریب رگرسیون، ۰/۷ بوده و آزمون F نشان دهنده معنی دار بودن آن در سطح احتمال ۵ درصد است.

$$CEC = \text{Sqrt}[(\%Oc * \%Si) + \%Cl] + \text{Sqrt}[\left(\%Cl + \left(\left(\text{Sqrt}(\%Oc) + \%Cl\right)^2 - 7.538025\right)\right)] \quad [1]$$

$$+(7.538025 * \%Sa)$$



شکل ۱- نمودار نتایج مدل سازی برنامه ریزی بیان ژن در مقایسه با مقادیر مشاهداتی برای بهترین ترکیب

منابع

محمدی ج، ۱۳۸۸. پدومتری- محاسبات نرم، جلد دوازدهم، انتشارات پلک.

منهاج م ب، ۱۳۸۴. مبانی شبکه های عصبی (هوش محاسباتی)، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.



- Anonymous, 1992. Soil survey laboratory methods and procedures for collection soil sample. Soil Conservation Service, Invest. Rep., Gov. Print. Office, Washington DC.
- Bell MA and Van keulen H, 1995. Soil pedotransfer function four Mexican soils. Soil, Sci, Soc, Am, J, 59: 865-871.
- Bouma J, 1989. Using soil survey data for quantitative land evaluation. ADV, in soil science. 9: 177-213.
- Fernando M J, Burau R G and Arulanandam K, 1977. A new approach to determination of cation exchange capacity. Soil, Sci, Soc, Am, J, 41: 818-820.
- Karimian, A. 1996. Influence of clay and organic matter in cation exchange capacity in calcareous soils of Fars province. 5th Soil science congress in Iran.
- Manrique LA, Jones CA and Dyke P T, 1991. Predicting cation exchange capacity from soil physical and chemical properties. Soil, Sci, Soc, Am, J, 55: 787-794.
- McBratney AB, Minasny B, Cattle SR and Vervoort RW, 2002. From pedotransfer function to soil inference systems. Geoderma, 93: 225-253.
- Minasny B and Mcbratney AB. 2002. The neuro-m method for fitting neural network parametric pedotransfer functions. Soil. Sci. Soc. Am. J., 66:352-361.
- Mirkhani R, Shabanpour m and Saadat S, 2005. Using particle-size distribution and organic carbon percentage to predict exchange capacity of soils of Lorestan province. Tehran, Iran, Journal of soil and water Science, 19(2): 235-242.
- Sayegh AH, Khan P and Ryan J, 1978. Factors affecting gypsum and cation exchange capacity determination in gypsiferous soils. SSJ, 125: 294-300.
- Wang QR and Klassen W, 2005. Determination of cation exchange capacity on low to highly calcareous soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 36:1479-1498.