

## مدل سازی خصوصیات خاک با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، رگرسیون چند متغیره و توابع انتقالی

مجتبی مهربانیان<sup>۱\*</sup>، روح الله تقی زاده مهرجردی<sup>۲</sup>، فرهاد دهقانی<sup>۳</sup> و کاظم زمانیان<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، <sup>۲</sup> دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، <sup>۳</sup> عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی یزد، <sup>۴</sup> دانشجوی دکتری دانشگاه تهران

### مقدمه

امروزه استفاده از داده های قابل اطمینان خصوصیات مختلف خاک، جهت بررسی احتیاجات مدل های طراحی سیستمهای کاربری اراضی، تفکیک آلودگی های خاکی و پیش بینی تخریب اراضی رو به گسترش است [۵]. اما بسیاری از این داده ها در اثر منابع متعدد خطا دور از واقعیتند و به علاوه روش اندازه گیری سخت، زمان گیر و پر هزینه ای دارند. از این رو پژوهشگران طی سالیان اخیر تلاش های زیادی به منظور یافتن شیوه های ساده و ارزان جهت شناسایی روابط منطقی و عملی بین خصوصیات مختلف خاک انجام داده اند. با توجه به مشکلات موجود در اندازه گیری مستقیم ویژگی های دیر یافت خاک از قبیل ظرفیت تبادل کاتیونی و همچنین ویژگی های هیدرولیکی شامل منحنی رطوبتی، نقاط رطوبتی مهم مانند نقطه پژمردگی یا ظرفیت زراعی، نفوذ آب در خاک، هدایت هیدرولیکی و ...، روش های غیرمستقیم در سالیان اخیر مورد توجه قرار گرفته اند. تخمین خواص دیر یافت خاک با استفاده از اطلاعات زود یافت موجود خاک از قبیل بافت، وزن مخصوص ظاهری، میزان مواد آلی و ... که به وسیله معادلات رگرسیونی صورت می گیرد، توابع انتقالی خاک نامیده می شود. اخیرا تلاش هایی جهت به کارگیری روش ها و فنون جدید در مدل بندی چنین توابعی صورت گرفته است که میتوان برای نمونه به استفاده از شبکه های عصبی اشاره نمود. با توجه به اهمیت ظرفیت تبادل کاتیونی و سخت و پر هزینه بودن اندازه گیری مستقیم آن به ویژه در اربدی سول ها به دلیل مقادیر بالای کلسیم و گچ، هدف از این تحقیق مقایسه توابع انتقالی، رگرسیون چند متغیره و نیز بررسی کارایی شبکه عصبی مصنوعی برای تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی خاک از طریق متغیرهای زود یافت خاک می باشد. در اکثر مدل ها، فرض شده که  $CEC^{46}$  تابع خطی از مواد آلی خاک و میزان رس خاک باشد [۳ و ۵].

### مواد و روش ها

از منطقه مورد مطالعه در دشت یزد- اردکان واقع در استان یزد، ۶۰ نمونه تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس درصد ذرات خاک، هدایت الکتریکی عصاره اشباع، واکنش خاک عصاره اشباع، کربن آلی خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی نمونه های خاک از طریق روش های معمول آزمایشگاهی اندازه گیری شدند. سپس با استفاده از سه تابع انتقالی تجربی رایج بروسما و همکاران (۱۹۸۶) [۳]، مانریکو (۱۹۹۱) [۴] و بل و ونکولن (۱۹۹۵) [۲] و معادلات رگرسیون چند متغیره و شبکه عصبی پرسپترون چندلایه که ۸۰ درصد از داده ها صرف آموزش و مابقی صرف آزمون شبکه شده بودند، اقدام به برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی شد. پارامترهای ورودی جهت تخمین ظرفیت تبادل کاتیونی در مدل های مذکور، بافت خاک، کربن آلی و واکنش خاک بودند. نهایتا نتایج پیش بینی ظرفیت تبادل کاتیونی مدل های رگرسیون چند متغیره و شبکه عصبی مصنوعی با سه تابع انتقالی تجربی نیز از طریق پارامترهای

<sup>46</sup> Cation Exchange Capacity

خطای استاندارد نسبی<sup>۴۷</sup> و مجذور میانگین مربعات خطا<sup>۴۸</sup> و ضریب همبستگی<sup>۴۹</sup> مورد ارزیابی قرار گرفته شدند.

### بحث و نتایج

عملکرد مدل‌های مختلف در برآورد پارامتر ظرفیت تبادل کاتیونی در جدول یک نشان داده شده است. با توجه به این جدول ملاحظه می‌شود در کل بهترین عملکرد مربوط به شبکه عصبی می‌باشد که مقادیر ضریب همبستگی، RMSE و RSE آن به ترتیب ۰/۹۶، ۱/۰۶ و ۰/۱۱ می‌باشد که از لحاظ هر سه معیار بهتر از سایر مدل‌ها می‌باشد. بعد از شبکه عصبی که بهترین عملکرد مربوط به رگرسیون چند متغیره و بعد از آن سایر مدل‌ها رفتار متفاوتی از خود نشان داده‌اند. نتایج مدل‌های بروسما و مانریکو مشابه یکدیگر شده و مدل بل و ونکولن نسبت به این دو مدل برتری نشان می‌دهند. نتایج بدست آمده از این تحقیق با آنچه که امینی (۲۰۰۵) در برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی در منطقه اصفهان به دست آورد همخوانی دارد. ایشان نیز نشان دادند که شبکه‌های عصبی کارایی بالایی در برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک نسبت به سایر توابع انتقالی که به صورت خطی هستند، دارد [۱]. پاچپسکی و همکاران (۱۹۹۶)، با استفاده از آماره‌های ضریب همبستگی و ریشه میانگین مربعات خطا به بررسی شبکه عصبی مصنوعی و آنالیز رگرسیون پرداختند و نتیجه گرفتند که شبکه عصبی برآورد بهتر و با خطای کمتری، بر اساس داده‌های زودیاخت خاک دارد [۶].

جدول ۱- عملکرد مدل‌های مختلف در برآورد پارامتر ظرفیت تبادل کاتیونی

RMSE	R <sup>2</sup>	RSE	
۸/۰۲	۰/۵۱	۰/۷۲	بروسما و همکاران (۱۹۸۶)
۶/۵۷	۰/۵۳	۰/۶۲	مانریکو (۱۹۹۱)
۶/۵۷	۰/۵۳	۰/۶۲	بل و ونکولن (۱۹۹۵)
۴/۴۸	۰/۵۶	۰/۴۷	رگرسیون
۱/۰۶	۰/۹۶	۰/۱۱	شبکه عصبی

### منابع

- Amini M., K. C. Abbaspour., H. Khademi., N. Fathianpour., M. Afyuni and R. Schulin. 2005. Neural network models to predict cation exchange capacity in arid regions of Iran. *European Journal of Soil Science*.
- Bell, M. A. and H. van Keulen. 1995. Soil pedotransfer functions for four Mexican soils. *Soil Science Society of America Journal*, 59, 865–871.

<sup>47</sup> RSE

<sup>48</sup> RMSE

<sup>49</sup> R<sup>2</sup>

- Breeuwsma, A., Woosten, J.H.M., Vleeshouwer, J.J., van Slobbe, A.M. & Bouma, J. 1986. Derivation of land qualities to assess environmental problems from soil surveys. *Soil Science Society of America Journal*, 50, 186–190.
- Manrique, L.A., Jones, C.A. & Dyke, P.T. 1991. Predicting cationexchange capacity from soil physical and chemical properties. *Soil Science Society of America Journal*, 50, 787–794.
- McBratney, A.B., Minasny, B., Cattle, S.R. & Vervoort, R.W. 2002. From pedotransfer functions to soil inference systems. *Geoderma*, 109, 41–73.
- Pachepsky, Y.A. & Rawls, W.J. 1999. Accuracy and reliability of pedotransfer functions as affected by grouping soils. *Soil Science Society of America Journal*, 63, 1748–1757.