مقایسه مدل های "رگراسیون چند متغیره تطبیقی" و "شبکه های عصبی مصنوعی" در پیش بینی آب قابل جذب گیاه

جواد گیوی و شیو پراشر

به ترتیب عضو هیئت علمی گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد و گروه مهندسی منابع زیستی دانشکده کشاورزی دانشگاه مک گیل، استان کبک، کانادا، shiv.prasher@mcgill.ca

مقدمه

استفاده از کیفیت اراضی (مثل آب قابل استفاده گیاه) به جای مشخصات اراضی (مثل بافت، مواد آلی و غیره)، در ارزیابی تناسب اراضی، نتایج بهتری را عاید خواهد کرد. اندازه گیری کیفیت اراضی مشکل تر از اندازه گیری مشخصات اراضی است (۵). یکی از خصوصیات خاک که در این مطالعه مورد بحث قرار گرفته است، آب قابل جذب گیاه می باشد. به خاطر وقت گیر بودن و پر هزینه بودن اندازه گیری مستقیم آب قابل جذب گیاه، در بعضی از موارد بهتر است تکنیک هائی را برای پیش بینی آن بکار برد (۶). مواردی که پیش بینی آب قابل جذب بر اندازه گیری آن ارجحیت دارد، عبارتند از (۲):

۱. در پیش بینی، خطای جزئی (کمتر از ۱۰ درصد)، قابل قبول باشد،
۲. مشکل کمبود منابع مالی و وقت وجود داشته باشد،
۳. پروژه مطالعاتی، مقدماتی و اجمالی باشد،
۴. منطقه مورد مطالعه بسیار وسیع و تغییرات آب قابل جذب در خاک آنقدر زیاد باشد که اندازه‌گیری مستقیم آن عملاً غیر ممکن باشد.

یکی از تکنیک هائی که از آن می توان در پیش بینی آب قابل جذب گیاه استفاده نمود، مدل های هوش مصنوعی Artificial Intelligence models (AI)، از قبیل مدل رگرسیون چند متغیره تطبیقی Multi-variate Adaptive Regression Splines (MARS) و مدل شبکه های عصبی مصنوعی Artificial Neural Network (ANN) است (۷).

هدف از این مطالعه، مقایسه مدل های رگرسیون چند متغیره تطبیقی و شبکه های عصبی مصنوعی در پیش بینی آب قابل جذب گیاه می باشد.

مواد و روش ها

در مدل‌های هوش مصنوعی، رابطه پیچیده غیر خطی بین ورودی ها و خروجی های مدل، به مدل آموزش داده شده و پس از این، مدل می تواند خروجی هائی را برای ورودی هائی که قبلاً با آنها آشنائی نداشته است، پیش بینی کند.

برای ساختن مدل های MARS و ANN به ترتیب از نرم افزار های MARS ^{TM}, version 2.0 (۴) و Neural Net vorks, Professinal II / Plus (۱) استفاده گردید.

۶۰ نمونه خاک از افق های مختلف ۱۹ پروفیل خاک با عمق حداکثر ۱۴۰ سانتی متر و با بافت رسی و لوم رسی واقع در منطقه چهار طاق اردل استان چهار محال و بختیاری، جمع آوری گردید. مشخصات مورد نیاز خاک بر اساس روش‌های استاندارد آزمایشگاهی اندازه‌گیری گردید. به دلیل محدود بودن تعداد مشاهدات (۶۰ نمونه خاک)، ابتدا اطلاعات مربوط به ۶۰ نمونه به صورت تصادفی توزیع و سپس به ۱۰ زیر مجموعه مساوی تقسیم گردید. هر یک از این زیر مجموعه ها (۶ نمونه)، هر بار برای آزمایش مدل ها به کار رفته و بقیه اطلاعات (۵۴ نمونه)، در آموزش آن ها به کار گرفته شدند. به این ترتیب، مدل ها، ۱۰ بار با اطلاعات متفاوت آموزش داده شدند و ۱۰ بار هم با اطلاعات ناآشنا آزمون گردیدند(۳ و۷). ورودی‌هایی که برای ساختن مدل های MARS و ANN به کار رفتند، شامل: در صد شن، سیلت و رس؛ درصد اشباع خاک از آب، متوسط وزنی قطر خاکدانه ها، وزن مخصوص حقیقی، ظرفیت تبادل کاتیونی، درصد ماده آلی، pH و درصد کربنات کلسیم معادل می باشند. درصد آب قابل جذب به عنوان خروجی مدل ها منظور گردید.

دقت پیش‌بینی مدل ها توسط دو شاخص آماری مورد ارزیابی قرار گرفت: درصد خطا (E) (۳) و ضریب همبستگی .(r)درصد خطا از رابطه (۱) به دست می آید:

رابطه (۱)

$$Ei = 100 \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(\left| M_i - F_i \right| \right)}{\sum_{i=1}^{n} M_i}$$

که در آن :

Mi = درصد آب قابل جذب اندازه گیری شده برای نمونه i،

Pi = درصد آب قابل جذب پیش بینی شده برای نمونه i،

i = ۱،۲،.....n و n = تعداد کل نمونه های خاک است.

درصد خطا و مقادیر ضریب همبستگی تکرار مدل ها با استفاده از t تست با یکدیگر مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

جدول(۱) تغییرات شاخص‌های آماری مورد استفاده (درصد خطا و ضریب همبستگی) را برای زیر مجموعه های مختلفی از اطلاعات که در آموزش و آزمایش سیستم ها (MARS و ANN) به کار رفته‌اند، نشان می‌دهد. در ستون آخر، متوسط آنها برای ده تکرار ملاحظه می گردد. این تغییرات، حاکی از آن است که انتخاب زیر مجموعه های اطلاعاتی، عملکرد سیستم‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. گرچه ضرایب همبستگی، اعداد بالائی را نشان نمی دهند، ولی متوسط درصد خطا، کمتر از ۱۱ درصد است. با توجه به تعداد محدود مشاهدات (۶۰ نمونه خاک) و روابط پیچیده بین مشخصات مختلف خاک، می توان نتیجه گرفت که تخمین آب قابل جذب به کمک خواصی از خاک که بیشترین اثررا بر دقت پیش‌بینی مدل‌ها MARS و ANN دارند، با دقت قابل قبولی امکان پذیر است. نکته دیگر اینکه، گرچه از نظر آماری، (در سطح معنی دار ۵ درصد)، اختلاف معنی داری بین درصد خطا و ضریب همبستگی دو مدل وجود ندارد و به عبارت دیگر، عملکرد دو مدل در پیش بینی آب قابل جذب یکسان است، ولی مدل MARS به دلیل آنکه، ورودی های مؤثر را به کاربر نشان می دهد و غیر مؤثر ها را حذف می کند بر مدل ANN ارجحیتی دارد (۷). برای اینکه در مدل ANN، ورودی های مؤثر تشخیص داده شوند، باید از روش وقت گیر آنالیز حساسیت استفاده شود (۳). مزیت دیگر مدل MARS این است که محاسبات و طرز عمل آن، حتی هنگامی که در مورد مسائل پیچیده به کار می رود، از مدل ANN ساده تر است (۷).

جدول (۱) ارزیابی آماری مدل های ANN و MARS برای پیش بینی آب قابل جذب گیاه

مدل	شاخص آماری	تکرار ۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	متوسط
ANN	R	۰/۱۷	۰/۵۰	۰/۷۱	۰/۴۳	۰/۷۳	۰/۹۹	۰/۰۶	۰/۵۵	۰/۲۷	۰/۳۶	۰/۴۸
	E	۱۲/۱۸	۸/۵۸	۱۰/۶۱	۷/۶۳	۱۵/۲۵	۵/۰۸	۱۲/۷۹	۶/۲۴	۱۴/۷۰	۱۱/۱۷	۱۰/۴۲
MARS	R	۰/۴۵	۰/۳۶	۰/۸۲	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۳۹	۰/۰۶	۰/۵۰	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۴۲
	E	۱۵/۴۵	۹/۰۷	۱۱/۶۸	۵/۳۹	۱۲/۰۱	۸/۵۲	۱۲/۷۳	۴/۸۲	۱۰/۰۳	۵/۳۵	۹/۵۰

منابع مورد استفاده

1- NeuralWare, 1993. Using Neural Works : A Tutorial for NeuralWorks Professional II / PLUS and NeuralWorks Explorer. NeuralWare, Inc., Pittsburgh, PA, USA.

2- Rawls, W.J., Y.A Pachepsky and M.H. Shen. 2001. Testing soil water retention estimation with the MUUF pedotransfer model using data from the southern United States. J. Hydrol, 251(3-4): 177-185.

3- Salehi, F., S.O. Prasher, S. Amin, A. Madani, S.J. Jebelli, H.S. Ramaswamy, C. Tan and C.F. Drury. 2000. Prediction of annual nitrate-N losses in drain outflows with artificial neural networks. Trans. ASAE, 43(5): 1137-1143.

4- Salford Systems. 2001. MARS™ User Guide. Salford Systems, San Diego, CA, USA.

5- Sys, C., E. Van Ranst and J. Debaveye. 1991. Land evaluation. Part I, General Administration for Development Cooperation, Brussels, Belgium.

6- Wosten, J.H.M., Y.A. Pachepsky and W.J. Rawls. 2001. Pedotransfer functions : bridging the gap between available basic soil data and missing soil hydraulic characteristics. J. Hydrol, 251(3-4): 123-150.

7- Yang, C.C., S.O. Prasher, R. Lacroix and S.H. Kim. 2003. A Multivariate Adaptive Regression Splines Model for simulation of pesticide transport in soils. Biosys. Eng. 86 (1): 9-15.