



محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

نقشه‌برداری رقومی کلاس‌های خاک در اراضی شیب‌دار پایاب سد آزاد استان کردستان

زینب زین‌الدینی^{۱*}، شاهرخ فاتحی^۲، حسن معصومی^۳، شجاع‌الدین فلاحی^۴

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
^۲ استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
^۳ امور کشاورزی، اقتصادی و اجتماعی، مهندسین مشاور یکم، تهران، ایران.

چکیده

در این پژوهش عملکرد مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و درخت تصمیم (C5.0) برای پیش‌بینی زیرگروه‌های خاک در اراضی شیب‌دار پایاب سد آزاد واقع در استان کردستان با مساحت ۲۱۷۸/۳ هکتار ارزیابی شد. برای این منظور، ۸۴ خاکرخ بر روی یک شبکه منظم ۵۰۰ در ۵۰۰ متر مورد مطالعه قرار گرفت. هر یک از خاکرخ‌ها به دقت تشریح، و از افق‌های مختلف آن نمونه‌برداری و سپس تجزیه آزمایشگاهی روی نمونه‌های خاک صورت گرفت و بر اساس روش تاکسونومی خاک آمریکایی تا سطح زیرگروه، رده‌بندی شدند. متغیرهای محیطی به عنوان ورودی‌های مدل‌ها از مدل رقومی ارتفاع و تصاویر ماهواره سنتیل B^۲ استخراج گردیدند. برای ارزیابی صحت مدل‌ها از شاخص‌های صحت عمومی و کاپا استفاده شد. نتایج نشان داد فراوانی زیرگروه Typic Haploxerepts در منطقه‌ی مطالعاتی در مقایسه با سایر زیرگروه‌ها بیشتر است. مدل ANN (OA=۰/۶۲ و OA=۰/۵۶) در مقایسه با مدل C5.0 (Kappa= ۰/۴۱ و OA=۰/۵۴) برای پیش‌بینی زیرگروه‌های خاک صحت عمومی و شاخص کاپای بالاتری داشت، در واقع کلاس‌های خاک را با صحت بیشتری پیش‌بینی نموده که با واقعیت منطقه همخوانی بیشتری دارد.

کلمات کلیدی: سد آزاد، متغیرهای محیطی، رایان آموختی، نقشه‌برداری رقومی خاک.

مقدمه

نقشه خاک یک نمایش تصویری از پراکنش مکانی ویژگی‌ها و کلاس‌های خاک است و داده‌های پایه برای مطالعات پایش کیفیت خاک و ارزیابی تناسب سرزمین را تشکیل می‌دهند. روش‌های نقشه‌برداری خاک به دو دسته‌ی نقشه‌برداری سنتی و رقومی قابل تفکیک هستند. در روش سنتی تغییرات ویژگی‌های خاک داخل واحدهای نقشه نادیده گرفته می‌شود (Rossiter, 2005). در این روش با استفاده از روش‌های آماری کلاسیک، اعتبار تفکیک واحدهای نقشه، مورد بررسی قرار می‌گیرد. استفاده از این نقشه‌ها به دلیل منطبق ناپیوسته‌ای که در نقشه‌برداری خاک دارند، مورد انتقاد قرار گرفته است. درحالی که تغییر ویژگی‌ها و کلاس‌های خاک در یک زمین‌چهر پیوسته است و تفکیک آن به شکل گروه‌ها یا کلاس‌های همسان و ناهمسان (واحدهای نقشه) باعث از دست رفتن مقدار قابل توجهی از اطلاعات می‌شود. از طرفی استفاده از روش‌های مرسوم نقشه‌برداری خاک برای تهیه نقشه در مناطقی با وسعت زیاد و با مقیاس مناسب، به دلیل هزینه‌بر و وقت‌گیر بودن بسیار مشکل است. این در حالی است که امروزه نیاز به اطلاعات دقیق در مورد خاک و نقشه‌های دقیق بیشتر از گذشته احساس می‌شود. بنابراین با ایجاد پایگاه داده‌های مکانی^۱ (SDB)، یافتن روش‌های نوین نقشه‌برداری که با وجود صرفه‌جویی در زمان و هزینه از صحت بالایی برخوردار باشند، ضروری به نظر می‌رسد. نقشه‌برداری رقومی خاک^۲ با استفاده از مشاهدات صحرایی یا استخراج داده از نقشه‌های سنتی و ایجاد روابط کمی با فرآیندهای محیطی مؤثر بر تشکیل خاک‌ها، مدیریت پایدار منابع را پشتیبانی می‌کند. از طرفی با نیاز به نقاط مشاهداتی کمتر، هزینه‌های کمتری را نیز به دنبال دارد (McBratney و همکاران ۲۰۰۳). در واقع نقشه‌برداری رقومی خاک شامل استفاده از روش‌ها و مدل‌های مختلف، جهت ایجاد ارتباط میان پراکنش کلاس‌ها یا ویژگی‌های خاک و متغیرهای محیطی^۳ که به آسانی و با قیمت ارزان از طریق روش‌های سنجش از دور، تصاویر و عکس‌های ماهواره‌ای و داده‌های زمین‌ریخت‌سنجی^۴ به دست می‌آیند، است (McKenzie و همکاران، ۲۰۰۰). در تهیه نقشه‌های رقومی خاک داده‌های مشاهده شده از ویژگی‌های خاک (داده‌های حاصل از تشریح خاکرخ، تجزیه آزمایشگاهی و رده‌بندی خاک) و داده‌های کمکی (مانند متغیرهای کمکی محیطی قابل استخراج از مدل رقومی ارتفاع، تصاویر ماهواره و

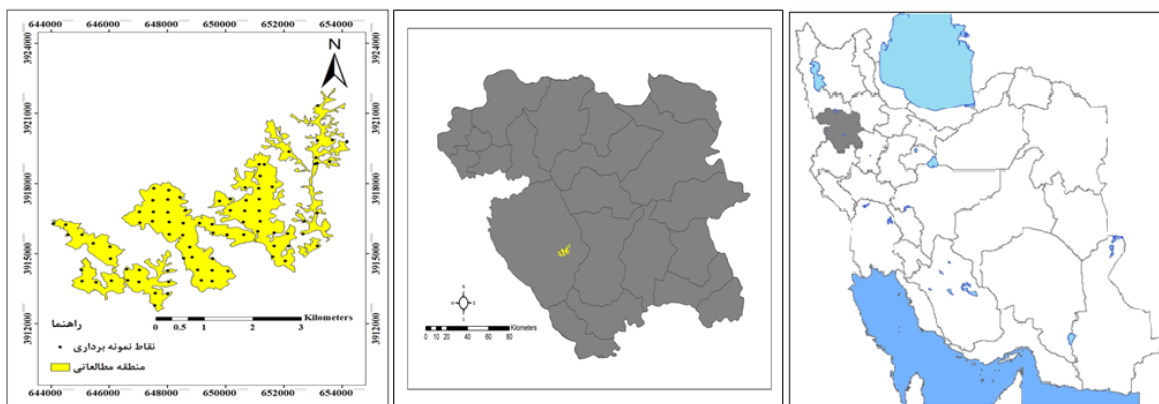
* ایمیل نویسنده مسئول: z.zeynoldini1990@gmail.com

¹ Spatial data base² digital soil mapping³ Enviromental covariates⁴ Geomorphometry

نقشه‌های کمکی) برای پیش‌بینی کلاس و ویژگی‌های خاک استفاده می‌شوند. در تهیه نقشه‌های رقومی خاک از روش‌های رایان‌آموختی مختلفی استفاده می‌شود. روش‌های رایان‌آموختی از شاخه‌های وسیع و پرکاربرد هوش مصنوعی هستند که به معنی طراحی و توسعه الگوریتم‌هایی است که توان یادگیری دارند (Grunwald و همکاران ۲۰۱۱). از جمله روش‌های رایان‌آموختی که در علوم خاک به صورت گسترده استفاده شده‌اند می‌توان روش‌های: درخت تصمیم‌گیری^۱ (DT)، شبکه عصبی مصنوعی^۲ (ANN)، جنگل تصادفی^۳ (RF)، درخت تصمیم‌گیری و رگرسیون^۴ (CART)، درختان رده‌بندی^۵ (CT) و کای نزدیک‌ترین همسایه^۶ (KNN) را نام برد. مطالعات نقشه‌برداری رقومی در ایران قدمت طولانی ندارد. در سالیان گذشته مطالعاتی در این زمینه انجام شده است. به عنوان مثال می‌توان به نقشه‌برداری رقومی افق‌های مشخصه و گروه‌های بزرگ خاک در منطقه زرنند کرمان (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱) و نقشه‌برداری رقومی از کلاس‌های خاک در همین منطقه توسط Jafari و همکاران (۲۰۱۲)، نقشه‌برداری رقومی بافت خاک در استان کردستان با استفاده از روش رگرسیون درختی و شبکه عصبی مصنوعی (نبی الهی و همکاران، ۱۳۹۳) و تهیه نقشه رقومی بافت خاک در اردکان استان یزد با مقایسه عملکرد درخت تصمیم‌گیری (DT) و شبکه عصبی مصنوعی (ANN) (تقی‌زاده مهرجردی و همکاران، ۱۳۹۳) اشاره نمود. در این زمینه مطالعات زیادی در کشورهای خارجی صورت گرفته است که در زمینه تهیه نقشه کلاس‌های خاک با استفاده از روش‌های رایان‌آموختی، می‌توان به مطالعه Heung و همکاران (۲۰۱۶) و Brungard و همکاران (۲۰۱۵) اشاره نمود. Heung و همکاران (۲۰۱۶) با مقایسه روش‌های رایان‌آموختی برای اهداف طبقه‌بندی در نقشه‌برداری رقومی خاک (DSM) مجموعه‌ای از الگوریتم‌های مختلف برای پیش‌بینی رده و گروه بزرگ خاک در پائین دره فریزر در کلمبیا به کار بردند و Brungard و همکاران (۲۰۱۵) از روش‌های مختلف رایان‌آموختی از جمله رگرسیون لاجستیک چندجمله‌ای، شبکه عصبی مصنوعی، درخت تصمیم و ماشین بردار پشتیبان برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک در سه منطقه نیمه‌خشک ایالات متحده آمریکا استفاده کردند. از آن‌جا که نقشه‌های خاک از مهم‌ترین اطلاعات پایه برای بسیاری از مطالعات مانند ارزیابی اراضی، مدیریت منابع طبیعی، محیط زیست، مکان‌یابی پروژه‌های صنعتی، شهری و فضای سبز است؛ دقت بالا و قابلیت به‌روزرسانی این نقشه‌ها توان آن‌ها را در انعطاف و پاسخگویی به نیازهای روزآمد در زمینه‌های گوناگون افزایش می‌دهد. همچنین با توجه به اینکه مطالعات محدودی در زمینه نقشه‌برداری رقومی کلاس‌های خاک در استان کردستان صورت گرفته است، بنابراین این پژوهش سعی بر این دارد که از روش‌های رایان‌آموختی شبکه عصبی مصنوعی و درخت تصمیم‌گیری برای پهنه‌بندی رقومی کلاس‌های خاک در سطح زیرگروه استفاده کند و همچنین عملکرد این دو مدل را مقایسه و با استفاده از بهترین روش، نقشه کلاس‌های خاک را در منطقه‌ی مطالعاتی تهیه نماید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با مساحت تقریبی ۲۱۷۸/۳ هکتار و ارتفاع متوسط ۱۳۳۰ متر از سطح دریا، در ۳۳ کیلومتری شمال غرب شهر سنندج در استان کردستان واقع شده‌است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعاتی

1. Decision trees
2. Artificial neural networks
3. Random forest
4. Classification and regression trees
5. Classification trees
6. K-nearest neighbor



این منطقه در حد فاصل طول‌های جغرافیایی "۴۶° ۳۵' ۵/۴۲" تا "۴۶° ۴۱' ۵۷/۲۵" شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۳۵° ۲۰' ۴۴/۰۶" تا "۳۵° ۲۵' ۴۸/۹" شمالی قرار گرفته است. رژیم رطوبتی و دمایی خاک در منطقه به ترتیب زیریک و مزیک و اقلیم منطقه براساس طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن و دمارتن اصلاح شده مدیترانه‌ای سرد می‌باشد. واحد فیزیوگرافی مشاهده شده در منطقه تپه و سازندهای زمین‌شناسی بیشتر از جنس شیل آهکی سیلتی و رسی است.

روش کار بدین ترتیب بود که بر روی یک شبکه منظم ۵۰۰ در ۵۰۰ متر، موقعیت ۸۴ خاکرخ در منطقه مورد مطالعه مشخص شد. سپس مختصات نقاط با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی^۱ (GPS) ثبت گردید. تمامی خاکرخ‌های حفر شده، با استفاده از راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک ارائه شده توسط Schoeneberger و همکاران (۱۹۹۸) تشریح و از تمامی افق‌های ژنتیک خاکرخ‌ها نمونه تهیه گردید. پس از هواخشک شدن نمونه‌های خاک و عبور از الک ۲ میلی‌متری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مهم خاک بر اساس روش‌های متداول مندرج در نشریه شماره ۸۹۳ مؤسسه تحقیقات خاک و آب تعیین شد. از جمله این آزمایش‌ها می‌توان به اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی گل اشباع خاک با استفاده از دستگاه هدایت-سنج، واکنش خاک با روش پتانسیومتری، بافت خاک به روش هیدرومتری، مقدار مواد خنثی‌شونده به روش تیتراسیون و تعیین مقدار کربن آلی به روش سوزانیدن تر اشاره نمود. بر اساس نتایج ریخت‌شناختی در صحرا و تجزیه‌های آزمایشگاهی، خاک‌ها به بر اساس روش تاکسونومی خاک آمریکایی (Soil Taxonomy, 2014) تا سطح زیرگروه رده‌بندی شدند. برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک از متغیرهای محیطی مشتق شده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر (مهندسی مشاور یکم، ۱۳۹۶) و تصویر ماهواره سنتیل ۲B در محیط نرم‌افزار SAGA-GIS نسخه ۱۶ استفاده شد. مدل‌سازی و پیش‌بینی کلاس‌های خاک بر اساس سیستم رده‌بندی ST در سطح زیرگروه در محیط نرم‌افزار (R-Studio) (0.97.551) انجام و برای مدل‌سازی از روش‌های شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و درخت تصمیم‌گیری (C5.0) استفاده شد. از مجموع کل داده‌ها، ۷۰ درصد را به عنوان آموزشی و ۳۰ درصد به عنوان اعتبارسنجی مدل در نظر گرفته شدند. برای برازش مدل از داده‌های آموزشی و برای تعیین کارایی مدل‌ها از داده‌های اعتبارسنجی استفاده شد. برای ارزیابی صحت مدل‌ها از صحت عمومی^۲ و شاخص کاپا^۳ و برای صحت پیش‌بینی کلاس‌های خاک از صحت کاربر^۴ و تولیدکننده^۵ (Lu و همکاران ۲۰۰۴) استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس سیستم رده‌بندی ST خاک‌ها در ۵ زیرگروه رده‌بندی شدند که نوع و فراوانی زیرگروه‌ها را در شکل ۲ ارائه شده است. زیرگروه‌های Typic Haploxerepts و Chromic Haploxerepts به ترتیب با ۲۶ و ۸ مشاهده بیشترین و کمترین پراکنش را در منطقه مطالعاتی داشتند. زیرگروه‌های Typic Haploxerepts، Typic Calcixerepts، Fluventic Haploxerepts و Chromic Haploxerepts مربوط به رده Inceptisols و زیرگروه Lithic xerorthents مربوط به رده Entisols در منطقه مورد مطالعه مشاهده شد. بنابراین با توجه به فراوانی و نوع زیرگروه‌ها، رده غالب در منطقه مطالعاتی Inceptisols است. Inceptisols خاک‌هایی هستند که از نظر تکامل خاکرخ، ضعیف هستند و غالباً دارای افق‌های مشخصه Cambic و نهایتاً Calcic هستند. Inceptisols رده غالب در مناطق خشک و نیمه خشک است. پژوهش‌های دیگری که در زمینه شناسایی و تهیه نقشه خاک در مناطق خشک و نیمه خشک صورت گرفته است، رده Inceptisols را به عنوان رده‌ای با بیشترین پراکنش در مناطق مطالعاتی گزارش کرده‌اند (یلوه، ۱۳۹۴؛ فاتحی، ۱۳۹۴).

مقدار صحت تولیدکننده و کاربر را برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک در سطح زیرگروه با استفاده از مدل‌های ANN و C.5 در جدول ۱ مشاهده می‌شود. صحت کاربر و تولیدکننده پیش‌بینی کلاس Chromic Haploxerepts توسط مدل ANN صفر است. از دلایل عملکرد ضعیف مدل ANN در پیش‌بینی این کلاس خاک می‌توان به تعداد کم این کلاس در منطقه مطالعاتی اشاره نمود. روش‌های رایان آموختی حساسیت بالایی به تعداد نمونه‌ها در پیش‌بینی دارند (Brungard و همکاران ۲۰۱۵؛ Jafari و همکاران ۲۰۱۲). Brungard و همکاران (۲۰۱۵) نتیجه گرفتند که افزایش صحت مدل نیازمند افزایش تعداد مشاهدات و کاهش تعداد کلاس‌های خاک است. همچنین Kempen و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند که با کاهش تعداد نمونه، دقت نقشه‌های رقومی کاهش خواهد یافت. Jafari و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند، کلاس‌هایی که تعداد نقاط مشاهداتی بیشتری داشتند دارای خطای پیش‌بینی کمتری هستند. مدل C5.0 کلاس Chromic Haploxerepts را حتی با وجود تعداد کم مشاهده در منطقه مطالعاتی با صحت تولیدکننده و کاربر بالایی پیش‌بینی کرد. از دلایل احتمالی صحت بالای پیش‌بینی این کلاس خاک توسط مدل C.5 در مقایسه با مدل ANN می‌توان به تفاوت در

1. Global Positioning System

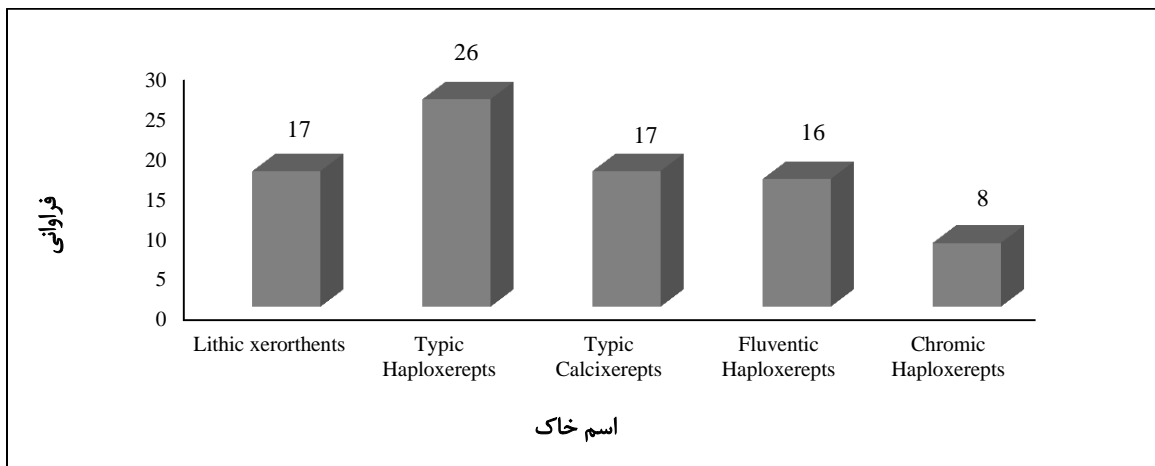
2. Overall accuracy

3. Kappa Index

4. User's accuracy

5. Producer's reliability

عملکرد مدل‌ها اشاره نمود. مدل‌های پیش‌بینی به کار رفته در این مطالعه تقریباً عملکرد مناسبی در پیش‌بینی کلاس‌های خاک به جز کلاس Chromic Haploxerepts داشتند. صحت پیش‌بینی کلاس Lithic xerorthents به‌وسیله دو مدل به کار رفته در مقایسه با سایر زیرگروه‌ها، بالا است. از دلایل احتمالی بالا بودن صحت پیش‌بینی این کلاس خاک می‌توان به این مورد اشاره نمود که این زیرگروه تنها زیرگروه مربوط به رده Entisols است و شباهت کمتری با سایر زیرگروه‌ها دارد. بنابراین مدل‌ها توانسته‌اند با صحت نسبتاً بالایی این کلاس خاک را پیش‌بینی نمایند از دلایل دیگر می‌توان به ارتباط بالای این کلاس خاک با متغیرهای محیطی انتخاب شده اشاره نمود.



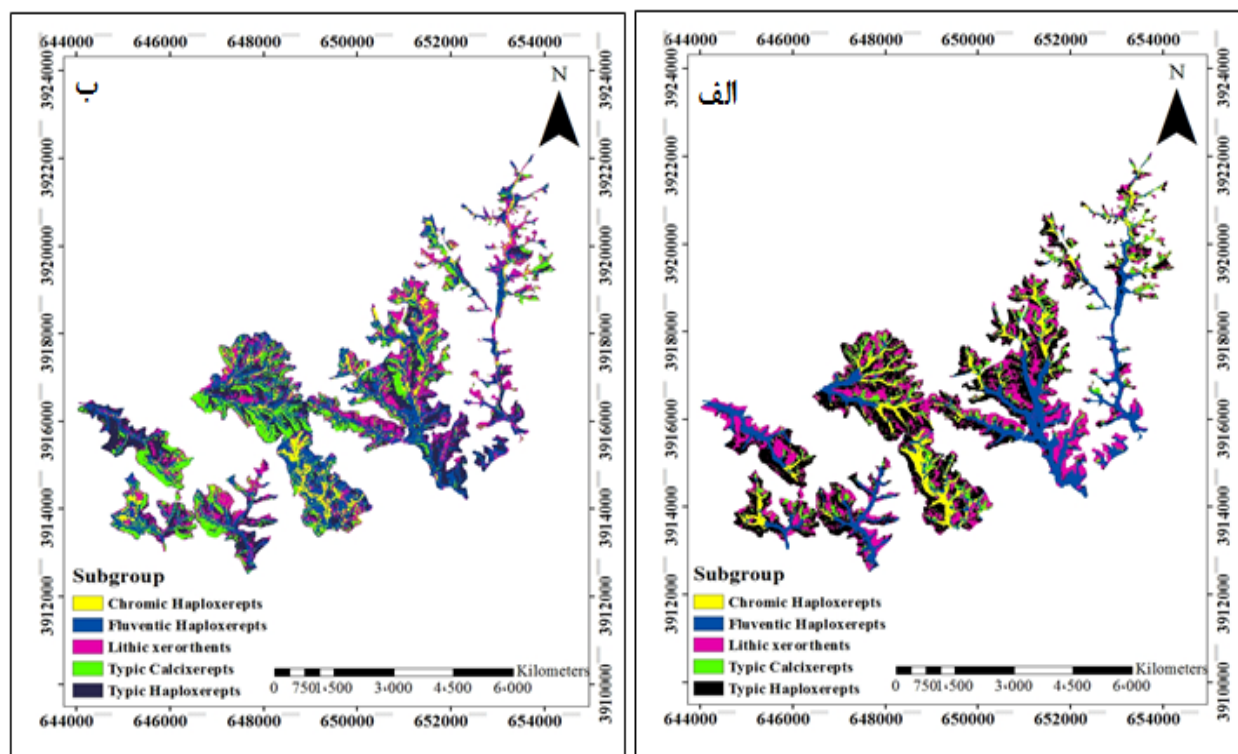
شکل ۲. نوع و فرآوانی زیرگروه‌های خاک در منطقه‌ی مطالعاتی

مقدار صحت عمومی و شاخص کاپا برای ارزیابی پیش‌بینی در جدول ۱ ارائه شده است. مقدار صحت عمومی و شاخص کاپا برای هر دو مدل تقریباً بالاست از دلایل احتمالی بالا بودن شاخص کاپا و صحت عمومی می‌توان به تعداد نقاط مشاهداتی بالا و انتخاب متغیرهای محیطی مناسب اشاره نمود. همانطور که در جدول ۱ قابل مشاهده است مدل شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با درخت تصمیم‌گیری عملکرد بهتری داشته و توانسته با صحت بیشتری کلاس‌های خاک را پیش‌بینی نماید. به طور کلی روش‌های رایج آموختی در پیش‌بینی کلاس‌های خاک در مناطق مختلف عملکردهای متفاوتی دارند، به‌نحوی که تقی‌زاده مهرجردی و همکاران (۱۳۹۳) به این نتیجه دست یافتند که دقت مدل درخت تصمیم در مقایسه با شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی کلاس خاک در سطح گروه بزرگ در منطقه‌ی اردکان یزد، بیشتر است. فاتحی (۱۳۹۴) به این نتیجه رسید که مدل رگرسیون لاجستیک چندجمله‌ای در مقایسه با سایر مدل‌ها توانسته خاک‌های فرعی واحدهای نقشه را نیز به‌خوبی پیش‌بینی کند و عملکرد بهتری داشته است. از نتایج دیگر پژوهش فاتحی (۱۳۹۴) این بود که مدل شبکه عصبی مصنوعی صحت و کارایی قابل قبولی در پیش‌بینی کلاس‌های خاک نداشته است. از دلایل احتمالی متفاوت بودن نتیجه‌ی این پژوهش با مطالعه تقی‌زاده مهرجردی و همکاران (۱۳۹۳) و فاتحی (۱۳۹۴) می‌توان به تفاوت منطقه‌ی مطالعاتی، تعداد مشاهدات مختلف در هر کلاس و در نهایت متغیرهای محیطی مختلف که در پیش‌بینی به کار رفته‌اند، اشاره نمود.

نقشه پیش‌بینی کلاس‌های خاک را با استفاده از مدل ANN و C5.0 در شکل ۳ ارائه شده است. Chromic, Typic Haploxerepts و Haploxerepts سه زیرگروه مربوط به گروه بزرگ Haploxerepts هستند. با توجه به نقشه پراکنش مکانی زیرگروه‌های خاک، زیرگروه Typic Haploxerepts بر روی لندفرم back slope با شیب بیش از ۲۵ درصد تشکیل شده‌اند. در این زیرگروه با افزایش عمق مقدار کربن آلی خاک به طور منظم افزایش پیدار نکرده یا در عمق ۱۲۰ سانتی‌متر مقدار کربن آلی کمتر از ۰/۲ درصد است. این خاک‌ها عمیق تا خیلی عمیق بوده و فاقد افق‌های مشخصه Calcic می‌باشند اما افق Cambic در آنها بخوبی توسعه و تکامل پیدا کرده است. بافت خاک در افق‌های سطحی و زیرسطحی این زیرگروه خیلی سنگین است. وجود ساختمان خاک مکعبی متوسط تا قوی سبب گردید که این خاک‌ها در رده Inceptisols رده‌بندی شوند. Chromic Haploxerepts بر روی مواد مادری شیل و سنگ آهک در لندفرم پای شیب footslope و Fluventic Haploxerepts بر روی مواد آبرفتی در لندفرم پنجه شیب Toeslope اراضی تپه‌ای تشکیل شده‌اند. Lithic xerorthents خاک‌هایی کم عمق فرسایش یافته هستند. بافت آنها لومی رسی سنگریزه دار بوده و از مواد مادری آهکی، شیلی و سیلتی زیرین منشاء گرفته‌اند. این خاک‌ها عمدتاً در مناطق مرتفع و شیب‌دار قرار دارند. ساختمان سنگی بخش اعظم این خاک‌ها را تشکیل داده است.

جدول ۱. ارزیابی مدل‌ها برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک در سطح زیرگروه

اسم خاک	مدل ANN				مدل C.5			
	صحت تولیدکننده	صحت کاربر	صحت عمومی	شاخص کاپا	صحت تولیدکننده	صحت کاربر	صحت عمومی	شاخص کاپا
Chromic Haploxerepts	۰	۰			۱۰۰	۵۰		
Fluventic Haploxerepts	۱۰۰	۵۷/۱			۶۰	۴۲/۹		
Lithic Xerorthents	۱۰۰	۶۲/۵	۰/۶۲	۰/۵۶	۸۳/۳	۷۱/۴	۰/۵۴	۰/۴۱
Typic Calcixerepts	۶۰	۶۰			۱۴/۳	۵۰		
Typic Haploxerepts	۴۲/۹	۴۲/۹			۵۷/۱	۵۰		



شکل ۳. نقشه پراکنش مکانی زیرگروه‌های خاک؛ الف - مدل ANN، ب - مدل C.5

خاک‌های Typic Calcixerepts در منطقه‌ی مطالعاتی بیشتر بر روی مواد مادری سنگ آهکی و در لندفرم پای شیب اراضی تپه‌ای تشکیل شده‌اند. از آنجایی‌که این کلاس خاک در مناطقی با ارتفاع بیشتر نسبت به پنجه شیب تشکیل شده‌اند از این رو پدیده‌های سیلگیری و ماندابی همانند خاک‌های Fluventic Haploxerepts در آنها مشاهده نشد. افق‌های Calcic در این خاک‌ها در داخل عمق ۱۰۰ سانتی‌متری از سطح خاک تشکیل شده‌اند. در این کلاس خاک علاوه بر افق مشخصه Calcic، افق Cambic نیز در بیشتر خاک‌ها مشاهده شد.

نتیجه‌گیری

مدل‌های مختلف به کار رفته برای پیش‌بینی زیرگروه‌های خاک عملکردهای متفاوتی داشتند و با بررسی صحت عمومی و شاخص کاپا، در مجموع هر دو مدل به کاررفته با صحت بالایی پیش‌بینی را انجام داده‌اند. مدل ANN در مقایسه با مدل C5.0 صحت عمومی و شاخص کاپای بالایی



داشت، در واقع کلاس‌های خاک را با صحت بیشتری پیش‌بینی نمود که با واقعیت منطقه بیشتر همخوانی دارد. از عوامل مهم در صحت پیش‌بینی‌ها می‌توان به تعداد نقاط مشاهداتی، تعداد و تنوع کلاس‌های خاک و نوع متغیرهای به‌کار رفته برای پیش‌بینی اشاره نمود.

منابع

- تقی‌زاده مهرجردی، ر.، سرمیدیان، ف.، امید، م.، تومانیان، ن.، روستا، م. ج.، رحیمیان، م. ح. ۱۳۹۳. نقشه‌برداری رقومی کلاس‌های خاک با استفاده از انواع روش‌های داده‌کاوی در منطقه اردکان استان یزد. *مجله مهندسی زراعی*. جلد ۳۷. شماره ۲. ص: ۵۳ - ۳۹.
- جعفری، ا.، خادمی، ح.، و ایوبی، ش. ۱۳۹۱. نقشه‌برداری رقومی افق‌های مشخصه و گروه‌های بزرگ خاک در منطقه زرنند کرمان. *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، علوم آب و خاک، سال شانزدهم شماره ۶۲، ص ۱۹۱-۱۷۷.
- علی‌احیائی، م. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیائی خاک (جلد اول). نشریه فنی ۸۹۳. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران.
- فاتحی، ش. ۱۳۹۴. نزول مقیاسی ویژگی‌ها و انبوه‌ش‌زدایی کلاس‌های خاک در بخشی از حوضه آبخیز رودخانه کرخه واقع در استان کرمانشاه. پایان‌نامه دکترا، دانشگاه شهرکرد، دانشکده کشاورزی، گروه خاکشناسی. ۱۹۱ صفحه.
- نبی‌الهی، ک.، حیدری، ا.، و مهرجردی، ر. ۱۳۹۳، نقشه‌برداری رقومی بافت خاک با استفاده از رگرسیون درختی و شبکه عصبی مصنوعی در منطقه بیجار کردستان. *نشریه آب و خاک (علوم و صنایع غذایی)*، جلد ۲۸، شماره ۵، ص: ۱۰۳۶ - ۱۰۲۵.
- یلوه، ج. ۱۳۹۳. نقشه‌برداری رقومی خاک با استفاده از مدل استنتاجی خاک-زمین (SoLIM). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی. گروه علوم و مهندسی خاک. ۸۱ صفحه.
- Brungard, C.W., Boettinger, J.L., Duniway, M.C., Wills, S.A. and Edwards Jr, T.C. 2015. Machine learning for predicting soil classes in three semi-arid landscapes. *Geoderma*, 239-240 (2015) 68-83.
- Grunwald, S., Thompson, J. A. and Boettinger, J. L. 2011. Digital soil mapping and modeling at continental scales: Finding solutions for global issues. *Soil Science Society of America Journal* 75 (4): 1201-1213.
- Heung, B., Ho, H. C., Zhang, J., Knudby, A., Bulmer, C. E. and Schmidt, M. G. 2016. An overview and comparison of machine-learning techniques for classification purposes in digital soil mapping. *Geoderma*, 265, 62-77.
- Jafari, A., Finke, P. A., Vande Wauw, J., Ayoubi, S. and Khademi, H. 2012. Spatial prediction of USDA-great soil groups in the arid Zarand region, Iran: comparing logistic regression approaches to predict diagnostic horizons and soil types. *European Journal of Soil Science*, 63(2), 284-298.
- Kempen, B., Brus, D.J., Stoorvogel, J.J., Heuvelink, G.B.M. and de Vries, F. 2012. Efficiency Comparison of Conventional and Digital Soil Mapping for Updating Soil Maps. *Soil Science Society of American Journal*. 76:2097-2115.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E. 2004. Change detection techniques. *International journal of remote sensing*, 25(12), 2365-2401.
- McBratney, A. B., Santos, M. M. and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. *Geoderma*, 117(1), 3-52.
- McKenzie, N. J., Gessler, P. E., Ryan, P. J. and O'Connell, D. 2000. The role of terrain analysis in soil mapping. In: Wilson, J.P., Gallant, J.C. (Eds.), *Terrain Analysis-Principles and Applications*. Wiley, New York, pp. 245-265.
- Rossiter D.G. 2005. Digital soil mapping: Towards a multiple-use Soil Information System.
- Schoenberger, P. J. Wysocki, D. A., Behnam, E. C. and D. Broderson. 1998. Field book for describing and sampling soils. Natural Resource Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Soil Survey Staff. 2014. Keys to soil taxonomy. 11th edition, Soil Conservation Service. USDA.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Pedometry and Soil Evaluation

Digital mapping of soil classes in sloping lands in downstream of Azad dam, Kurdistan province

Zeynodini^{*1}, Z., Fatehi², Sh., Masoumi³, H., Falahi, Sh.³

¹ MSc. Graduate, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

² Research Assistant Prof., Soil and Water Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran,

³ Agricultural, Economic and Social Affairs, Yekom Consultant Engineers. Tehran, Iran

Abstract

In this study, the performance of artificial neural network (ANN) and decision tree (C.5) models was evaluated for prediction of soil subgroup class in sloping lands in downstream of Azad dam with a total area of 217.32 hectare in Kurdistan province. In this research, 84 Profile were studied on a 500*500 m regular grid. Each of the Profile was carefully described and sampled from its horizons. Then, laboratory analysis was done on soil samples and soil profiles classified according to the American Soil Taxonomy to the subgroup level. The environmental variables as inputs of models, derived from the digital elevation model and Sentinel-2B satellite images. The general accuracy and Kappa index were used to validation of the models. The results showed that the frequency of Typic Haploxerepts subgroups in study area is higher than other subgroups. The ANN model (OA=0.62, Kappa=0.56), in comparison with the C.5 model (OA=0.54, Kappa=0.41) had a high overall accuracy and Kappa index for prediction the soil subgroups. In fact, the predicted soil classes with ANN approach were more consistent with the reality of the study area.

Keywords: Azad Dam, Environmental Covariates, Machine Learning, Digital soil mapping.

* Corresponding author, Email: z.zeynoldini1990@gmail.com