محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

تناسب اراضی و تخمین پتانسیل تولید گندم در خاکهای شور دشت تبریز، استان آذربایجان شرقی

سیدعلیرضا سیدجلالی*[۱]، اصغر فرج نیا[۲]

استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

مربی پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذبایجان شرقی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده

منطقهٔ مورد مطالعه به مساحت ۱۰۰۰۰ هکتار در غرب و جنوب‌غربی شهرستان تبریز واقع است. با توجه به اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک تبریز این منطقه دارای زمستان‌های سرد و مرطوب و دارای تابستان‌های گرم و خشک است به‌منظور تعیین تناسب و پتانسیل تولید اراضی برای گندم این تحقیق انجام شده و از آنجایی که یکی از مهمترین عوامل کاهش عملکرد گندم در منطقه شوری خاک است، به بررسی تاثیر شوری خاک بر رشد و عملکردگندم در منطقه مورد مطالعه پرداخته شده است. برای بررسی تاثیر افزایش میزان شوری خاک بر افت محصول در گندم آبی ۲۰ مزرعه که دارای شوری‌های متفاوتی بودند (۲/۷ تا ۲۲ دسی زیمنس بر متر) انتخاب و پس از حفر پروفیل اقدام به تشریح، نمونه‌برداری خاک و ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه شد. نتایج حاصل نشان داد که با افزایش شوری خاک عملکرد محصول گندم کاهش می‌یابد. البته مقدار کاهش ابتدا کم بوده و در مقادیر بالای شوری خاک افت محصول شدیدتر است. با مقایسهٔ عملکردهای واقعی با عملکردهای تخمینی اراضی یا پتانسیل تولید اراضی که با توجه به پتانسیل تولید اقلیمی و شاخص خاک که به روش پارامتریک تعیین می‌شود نشان داد که این روش دقت خوبی در برآورد تخمین پتانسیل تولید اراضی دارد به طوری‌که در اکثر مزارع میزان اختلاف عملکردهای مشاهده شده و تخمینی کم‌تر از ۱۵ درصد بود. پتانسیل تولید گندم در منطقه ۶۳۰۶ کیلوگرم در هکتار است. عملکرد دانه در مزارع انتخابی از ۵۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار متفاوت بود که این کاهش عملکرد بعلت تاثیر عوامل محدود کننده از قبیل شوری و قلیائیت خاک، سطح آب زیرزمینی، شوری آب آبیاری و مدیریت اعمال شده بر روی اراضی است.

کلمات کلیدی: گندم، پتانسیل تولید، شوری خاک

مقدمه

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و نیاز بشر به تامین غذا ضمن حفظ پایداری اراضی نیاز به افزایش تولید در واحد سطح است که یکی از ابعاد آن شناخت خاک‌ها و استفاده مناسب از اراضی با درنظر گرفتن استعداد پتانسیل آن‌ها است. از زمان‌های قدیم کشاورزان پرمنفعت‌ترین محصول را تعیین و به کشت آن اقدام می‌نمودند که این امر در دراز مدت منجر به کاهش خاصیت باروری اراضی می‌گردد (FAO، ۱۹۹۱). برای جلوگیری از این امر و حفظ منابع طبیعی لازم است ابتدا خصوصیات اراضی و مشخصات اقلیمی منطقه و اثر متقابل آنها شناسائی شده و با شرایط مورد نیاز هر گیاه مقایسه گردد تا به کمک آن‌ها کلاس تناسب اراضی هر واحد خاک تعیین شود (Sys و همکاران، ۱۹۹۱). سیدجلالی(۱۳۷۹) ارزیابی تناسب اراضی و تعیین مدل پتانسیل تولید اراضی برای گندم در منطقه میان آب شوشتر در استان خوزستان به روش پارامتریک (ریشه دوم) را انجام داد. ایشان نتیجه گرفت که پتانسیل تولید گندم به روش سایس در شوشتر ۶۴۵۷ کیلوگرم در هکتار و به روش اپت ۸۰۴۱ کیلوگرم درهکتار است. درک شناخت عواملی که پیش‌بینی عملکرد منطقه ای محصول را محدود کرده و روش‌های مدیریت را بهبود بخشد، امری ضروری است (Budong، ۲۰۰۹). برای پیش بینی عملکرد محصول، طیف وسیعی از تکنیک‌ها مانند برآوردهای چشمی، روش آنالوگ، مدل‌های شبیه‌سازی محصول و روش‌های رگرسیون وجود دارد (Doraiswamy و همکاران ، ۲۰۰۳؛ و Wall و همکاران، ۲۰۰۷). در چین، Chen و همکاران (۲۰۰۸) از یک مدل رگرسیون خطی برای پیش بینی عملکرد گندم زمستانه در استان شاندونگ استفاده کردند. در سال‌های گذشته، مدل‌های شبیه سازی رشد محصول به طور گسترده ای به عنوان یک ابزار مهم برای بررسی عملکرد محصول در شرایط مختلف اقلیمی مورد استفاده قرار گرفته است (Toscano و همکاران، ۲۰۱۲). عوامل مهمی مثل خصوصیات زهکشی خاک، شیب اراضی، بافت خاک، هدایت الکتریکی خاک و آب، پهاش، کربنات کلسیم می‌توانند بر عملکرد گندم تاثیر گذار باشند (Bidadi، ۲۰۱۵ و Hadler، ۲۰۱۳). Sharififar و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه ای ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات گوجه، سیب زمینی و گندم به روش های استوری، ریشه دوم و محدودیت ساده انجام دادند و نتیجه گرفتند که روش استوری و ریشه دوم دارای همبستگی معنی داری با هم هستند. هدف از این تحقیق تعیین تناسب اراضی و تخمین میزان پتانسیل تولید گندم در خاکهای شور دشت تبریز از استان آذربایجان شرقی است.

*ایمیل نویسنده مسئول: ajalali@areeo.ac.ir

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه به مساحت ۱۰۰۰۰ هکتار بخشی از اراضی دشت تبریز است که از شمال به روستاهای مایان سفلی و علیا از جنوب به روستای نوجه‌ده و از غرب به روستای کجاباد و از شرق به مراتع و شوره‌زارهای دریاچهٔ ارومیه محدود می‌شود. از نظر مختصات جغرافیائی بین ۴۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۴۶ درجه ۷ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۷ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. دشت تبریز جزو نواحی استپی سرد با زمستان‌های سرد و تابستان‌های نسبتاً گرم است. میانگین حداقل دما در ایستگاه تبریز براساس آمار ۱۰ ساله (۱۹۹۶- ۱۹۸۷) در دی ماه برابر ۵/۶- و میانگین حداکثر آن در تابستان در تیرماه ۳۲/۹ درجهٔ سانتی‌گراد است. میزان بارندگی سالیانه ۲۶۳/۲ میلی‌متر است. برای اجرای ازمایش در دشت تبریز ۲۰ پروفیل و مته در۲۰ مزرعه گندم که شوری خاک در آنها از ۲,۷ تا ۲۲ دسی زیمنز بر متر متفاوت بود انتخاب شد. پس از حفر پروفیل‌ها، تشریح و نمونه‌برداری انجام و نمونه‌های گرفته شده به آزمایشگاه خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان‌شرقی منتقل شدند و آزمایشات لازم مثل پهاش (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، بافت، گچ، آهک، کربن آلی بر روی آن‌ها صورت گرفت. سپس اقدام به کشت گندم رقم الوند که رقم قالب کشت منطقه بوده شد. در طول دورهٔ رشد در مراحل ساقه رفتن و خوشه رفتن مزارع براساس لایه‌های تفکیک شده در تشریح پروفیل‌ها با استفاده از مته مجدداً نمونه‌برداری خاک انجام و عواملی مثل پهاش(pH)، هدایت الکتریکی (EC) اندازه‌گیری شدند. در تمام مزارع کود پاشی براساس توصیه کودی منطقه (N_{110}-P_{90}-K_{60}) از منابع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم انجام شد. ازت در دو مرحله قبل از کاشت و مرحلهٔ ساقه رفتن بصورت سرک داده شد. در طول دورهٔ رشد ۵ مرحله آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و سایر مراقبت‌های زراعی به‌طور یکنواخت در تمام مزارع صورت گرفت. در اواسط تیر ماه برداشت محصول انجام و عملکرد دانه تعیین شد. سپس از هر کدام از مزارع برای اندازه‌گیری درصد رطوبت دانه مقداری به آزمایشگاه منتقل شدند.

پتانسیل تولید آبی بر اساس مدل رشد محصول[۲]

این مدل مقدار تولید وزن زنده خالص گیاه و عملکرد محصول را برای بهترین واریته در شرایط مطلوب از نظر تابش خورشید، دما، آب و مواد غذائی و کنترل آفات و بیماری‌ها، تخمین میزند (FAO ، ۱۹۷۹).

برای محاسبه وزن زنده گیاه از رابطه (۱) استفاده می‌شود:

(۱)

$$Bn = \frac{0.36 \times bgm \times KLAI}{\left(1/L\right) + 0.25 \times ct}$$

Bn: تولیدکل خالص وزن زنده گیاه ،. bgm: حداکثر کل ناخالص وزن زنده گیاه ،. KLAI : فاکتور تصحیح برای ($LAI<5m^2/m^2$)، L: تعداد روزهای بین کاشت و برداشت، ct: ضریب تنفس. برای محاسبه عملکرد محصول از رابطه (۲) استفاده می‌شود:

$$RPP = Bn \times Hi \qquad (۲)$$

RPP: پتانسیل تولید حرارتی-تابشی (Radiation-Thermal Production Potential) یا پتانسیل تولید آبی، Bn: تولیدکل وزن زنده خالص گیاه و Hi: شاخص برداشت است.

برای ارزیابی اراضی، خصوصیا ت اراضی با نیازهای نوع کاربری اراضی مقایسه می‌شود و کلاس اراضی به روش پارامتریک تعیین می‌گردد (Sys و همکاران، ۱۹۹۱). درروش پارامتری به هرخصوصیت از اراضی یک درجه‌بندی عددی بین صفر و ۱۰۰ اختصاص داده می‌شود. اگر خصوصیت اراضی برای نوع استفاده از اراضی دارای شرایط مطلوب باشد به آن عدد ۱۰۰ و اگر شرایط نامطلوب باشد نسبت به محدودیتی که ایجاد می‌کند عدد کمتری اختصاص می‌یابد، ازاین درجه بندی عددی برای تعیین شاخص استفاده خواهد شد. دراین روش ابتدا خصوصیات آب و هوائی از قبیل بارندگی، دما، رطوبت نسبی وتابش خورشید برای نوع کاربری اراضی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و برای هر گروه آب وهوائی پارامتری که کمترین عدد راداشته باشد درجه آن گروه را تعیین می‌کند. سپس براساس این درجه‌بندی شاخص‌های آب و هوائی تعیین و بعد شاخص کل به درجه‌بندی عددی تبدیل وهمراه با سایر درجه‌بندی‌های اراضی شاخص اراضی به روش‌های ریشه دوم و استوری تعیین می‌گردد. برای تعیین پتانسیل تولید اراضی از رابطه (۳) استفاده می‌شود. دراین رابطه اثرخصوصیات خاک که بصورت شاخص محاسبه می‌شود بر روی پتانسیل تولید آبی گندم دیده می‌شود.

$$LPP = RPP \times \frac{SI}{100} \qquad (۳)$$

LPP[۳] معرف پتانسیل تولید اراضی، RPP[۴] معرف پتانسیل تولید تابشی یا پتانسیل تولید آبی (کیلوگرم برهکتار) و SI[۵] معرف شاخص خاک (بر اساس روش پارامتری) است.

---

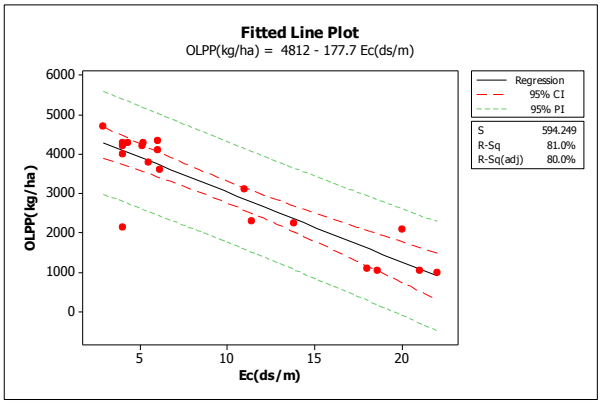
[2] irrigated potential yield (radiation-thermal production potential yield)= RPP

[۳] Land Production Potential

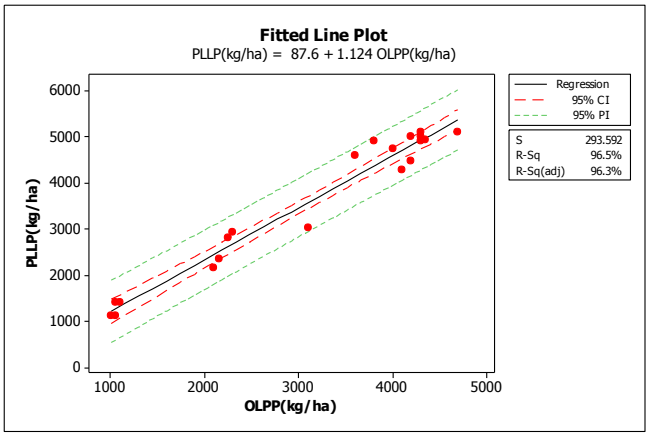
[۴] Radiation Production Potential

نتایج و بحث

پتانسیل تولید آبی برای گندم به روش مدل فائو (۱۹۷۹) محاسبه گردید. بر این اساس پتانسیل تولید گندم آبی در دشت تبریز ۶۳۰۰ کیلوگرم در هکتار است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که افزایش شوری خاک ارتباط مستقیمی با کاهش عملکرد گندم آبی دارد. مقدار کاهش عملکرد در مقادیر پائین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک کم‌تر از افت عملکرد در مقادیر بالای هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک است (شکل ۱). شکل (۱) رابطه رگرسیونی بین شوری خاک (EC) و عملکرد گندم توسط زارع (LLP) را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل نشان داده شده است با افزایش شوری خاک میزان عملکرد گندم کاهش می‌یابد. و میزان ضریب تشخیص (R^2) برابر ۸۰ است که نشان می‌دهد رابطه رگرسیونی بین شوری و عملکرد گندم دلالت بر پیشبینی عملکرد گندم با استفاده از شوری خاک تا دقت ۸۰ درصد است که این درصد بالا نشان از همبستگی خوبی بین شوری خاک و عملکرد گندم را نشان می‌دهد.



شکل ۱- رابطه رگرسیونی بین میزان شوری خاک با عملکرد مشاهده شده توسط زارع



شکل ۲- رابطه رگرسیونی بین میزان عملکرد پیش‌بینی شده با عملکرد مشاهده شده توسط زارع

مقایسهٔ عملکردهای واقعی گندم توسط زارع با عملکردهای تخمینی با روش پارامتریک در شکل (۲) نشان می‌دهد که با توجه به ضریب تشخیص بسیار بالا (۹۶/۵ درصد) دلالت بر همبستگی بسیار بالا بین عملکرد زارع و عملکرد پیش‌بینی شده است. بنابر این مدل پیش‌بینی عملکرد در این تحقیق بخوبی توانسته عملکرد گندم را با دقت ۹۶ درصد تخمن بزند. در نتیجه این مدل دقت بسیار خوبی دارد. با بررسی مزارع مختلف از نظر میزان عملکرد مشاهده می‌شود که مقدار اختلاف عملکرد در اکثر مزارع کمتر از ۱۵ درصد می‌باشد. در برخی از مزارع که میزان این اختلاف نسبتاً بالاست مربوط به کیفیت آب آبیاری است که دارای شوری بسیار بالا و هدایت الکتریکی ۵۲۰۰ میکروموس بر سانتیمتر است. لذا بخشی از افت عملکرد مربوط به کیفیت پائین آب آبیاری می‌تواند باشد. با توجه به سنگین بودن بافت خاک در اکثر مزارع انتخابی و کیفیت پائین آب و خاک منطقه زارعین مدیریت نسبتاً خوبی را با توجه به تجربه کشت برای بهره‌برداری از این منابع بکار می‌برند. به‌عنوان مثال پس از آماده‌سازی زمین و کاشت، در کرت‌ها تا عمق ۵۰ سانتی‌متر آبیاری سنگین انجام می‌دهند تا شوری مانع از جوانه زدن بذور نشود. در طول فصل رشد نیز ۵-۷ مرحله آبیاری سنگین، امکان بهره‌برداری نسبتاً خوب را از این اراضی فراهم می‌کند.

° Soil Index

نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق مدل فائو برای تخمین عملکرد گندم به همراه روش پارامتریک از دقت خوبی برخوردار است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که افزایش شوری خاک ارتباط مستقیمی با کاهش عملکرد گندم آبی دارد. مقدار کاهش عملکرد در مقادیر پائین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک کمتر از افت عملکرد در مقادیر بالای هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک است. در نواحی خشک و نیمه خشک شوری به عنوان مهمترین عامل بستر بذر شناخته شده است که استقرار گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ در این مناطق بارندگی کافی برای آبشویی نمک‌ها از منطقه ریشه وجود نداشته و اغلب به دلیل بالا بودن میزان تبخیر بر غلظت نمک در سطح خاک افزوده می شود. شوری علاوه بر کاهش پتانسیل آزاد آب از طریق اثرات سمی یون هایی چون Na^{+1} و Cl^{-1} نیز جوانه زنی بذور را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در نتیجه موجب کاهش عملکرد محصول می‌گردد. مقایسهٔ عملکردهای واقعی با عملکردهای تخمینی با روش پارامتریک نشان می‌دهد که این روش دقت بسیار خوبی دارد و مقدار این اختلاف در اکثر مزارع کم‌تر از ۱۰ درصد می‌باشد. در برخی از مزارع که میزان این اختلاف نسبتاً بالاست مربوط به مدیریت ضعیف زارع بوده است. پیشنهاد می‌شود در استفاده از اراضی شوری که دارای عملکرد پایین است احتیاط شود، زیرا از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد. این اراضی باید ابتدا آبشویی گردند تا میزان شوری خاک کاهش یابد و سپس مورد استفاده قرار گیرد. برای ارتقائ سطح مدیریت زارع بهتر است مروجین کشاورزی به کمک کشاورزان بشتابند و سطح مدیریت زارع را افزایش دهند تا عملکرد محصول افزایش یابد.

منابع:

سید جلالی ،س. ع . ۱۳۷۹. طبقه بندی تناسب و تعیین پتانسیل تولید اراضی میان آب شوشتر برای گندم.مجله علوم خاک و آب . جلد ۱۴، شماره ۲. صفحه ۱۵۳-۱۴۱.

Sharififar, A., Ghorbani, H and Sarmafian, F. 2016. Soil suitability evaluation for crop selection using fuzzy sets methodology. Acta Agrixulture Slovania. Vo; 107, No 1.

Bidadi, M.J., Kamkar, B., Abdi, O. and Kazemi, H. 2015. Land suitability analysis on rainfed wheat cropping using geospatial information systems (a case study: Qaresoo Basin)', Journal of Agricultural Science (University of Tabriz), Vol. 25, No. 9, pp.131–143.

Budong, Q., Reinder, De J., and G. Samuel. 2009. Multivariate analysis of water-related agroclimatic factors limiting spring wheat yields on the Canadian prairies. Europ. Journal. Agronomy 30, 140–150.

Chen, Z. X., Ren, J. Q., Zhou, Q. B., and , Tang,H. J. 2008. Regional yield estimation for winter wheat with MODIS-NDVI data in Shandong, China. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 10, 403−413.

Doraiswamy, P. C., Moulin, S., Cook, P. W., and V., Stern. 2003. Crop yield assessment from remote sensing. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69, 665−674.

FAO. 1979. Report on agro-ecological zones project. Vol. 1: Methodology and result for Africa. World soil resources report No. 48, FAO, Rome.

FAO. 1991. Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soil Buletin No. 58. Rome., FAO. 158 pp.

Halder, J.C. 2013. Land suitability assessment for crop cultivation by using remote sensing and GIS. Journal of Geography and Geology, Vol. 5, No. 3, p.65.

Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye,J. 1991. Land evaluation, Part I and II. General Admhnstrationfor developmentcoopration ,Brussels.

Toscano, P., Ranieri, R., Matese, A., Vaccari, F.P., Gioli , B. A.,Zaldeia, M. Silvestri , C. Ronchi,P. La Cava, J.R. Porter and F. Miglietta. 2012. Durum wheat modeling: The Delphi system, 11 years of observations in Italy. Europ. Journal. Agronomy 43, 108–118.

Wall, L., Larocque, D., and P. M., Leger. 2007. The early explanatory power of NDVI in crop yield modeling. International Journal of Remote Sensing, 29, 2211−2225 pp.

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Land suitability and predition of wheat in saline soils of Tabriz plain.

SeyedJalali, S. A.[*1] and A.Farajnia[2]
Assistant Professor of Soil and Water research Institute, Agricultural Research, Education and Extension, Iran
[2]Researcher of Research Agriculture and Natural Rresourcecenter of Azarbayejanshargiprovince, Agricultural Research, Education and Extension,Iran.

Abstract

The study area is located in the west and southwest of Tabriz city at 10,000 hectares. According to the weather information of the synoptic station of Tabriz, this area has cold, humid winters and hot and dry summers. In order to study the effect of different salinity level on irrigated wheat yield loss in different areas, 20 farms with different salinities (2.7 to 22 ds/m) were selected, and after digging soil profiles, the soil samples were sent to the laboratory. The results showed that with increasing salinity of the soil, the yield of wheat decreased, however, the amount of reduction was initially low and in higher amounts of soil salinity the yield loss was more severe. The comparison of actual wheat yields with estimated ones by parametric method showed that this method has a good accuracy so that in most farms, the difference between the observed and estimated yields is less than 15%. The wheat production potential is 6306 kg/ha. Seed yield in the field selected was varied from 5100 to 1000 kg/ha, which is due to the effect of limiting factors such as salinity and soil alkalinity, groundwater level, irrigation water salinity, and land management.

Keywords: Parametric, Salinity, Yield, Uremia Lake.

[*] Corresponding author, Email: ajalali@areeo.ac.ir

محور مقاله: کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک

بررسی اثرات نوع کاربری اراضی، موقعیت و جهت شیب بر مقادیر کربن آلی، فسفر و ازت خاک منطقه چهارزبر کرمانشاه

میترا مظفری[۱]، حمیدرضا متین فر[۲*]، فوزیه کوهنی[۳]
[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
[۳] دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

چکیده

شناسایی خاک، تعیین قابلیت و استعداد آن اولین گام برای اعمال مدیریت بهتر به شمار می‌رود. هدف از این مطالعه بررسی ارتباط بین جهت دامنه و موقعیت آن در کاربری‌های مختلف بر مقادیر کربن آلی، نیتروژن و فسفر خاک می باشد. نمونه‌برداری از خاک در منطقه چهارزبر در نزدیکی استان کرمانشاه در دو دامنه شمالی و جنوبی و در کاربری‌های جنگل‌های بلوط، مرتع و زراعی انجام شد. در منطقه در ۳ ترانسکت و در طول دامنه به تعداد ۱۹ نمونه به فواصل ۵۰۰ متر از یکدیگر برداشت گردید. پس از انجام آنالیزها، نتایج نشان داد که اثر جهت دامنه بر میزان نیتروژن کل و کربن آلی خاک معنادار می‌باشد و موقعیت دامنه بر میزان هر سه تأثیرگذار است. بیشترین مقدار کربن در کاربری جنگل در بالای دامنه شیب شمالی به میزان ۳/۷۳ درصد و کمترین آن نیز در پایین دامنه شیب شمالی جنگل با ۰/۶۲درصد می‌باشد، بیشترین مقدار نیتروژن در کاربری جنگل در بالای دامنه شیب شمالی ۰/۳۷۳درصد و کمترین آن در پایین دامنه شیب شمالی جنگل ۰/۰۶۲ درصد می باشد. بیشترین مقدار فسفر مربوط به وسط دامنه شیب شمالی جنگل، ۹/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین مقدار آن در وسط دامنه شیب جنوبی مرتع، ۰/۴۴ میلی‌گرم در کیلوگرم می باشد.

کلمات کلیدی: کاربری اراضی، شیب، کربن آلی، فسفر، نیتروژن

مقدمه

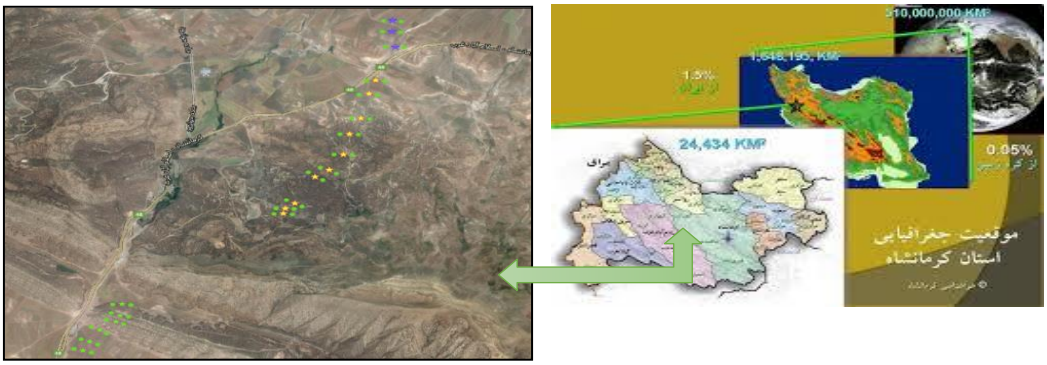
تغییرات مکانی ویژگی های خاک از جمله کربن آلی ، میزان عناصر غذایی همچون نیتروژن و فسفر تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله اقلیم، رطوبت، بافت خاک، نوع خاک، توپوگرافی و عملیات کشاورزی قرار می گیرد (Sidari و همکاران، ۲۰۰۸). ویژگی های توپوگرافی مانند طول، جهت، انحنا و زاویه شیب، جهت و موقعیت دامنه، خاک را تحت تأثیر قرار می دهند و در نتیجه تغییرات کربن آلی و میزان فسفر و نیتروژن خاک را به همراه دارد (Burton و همکاران، ۱۹۹۹). Hanna و همکاران (۱۹۸۲) دریافتند که مقدار آب در دسترس در شیب‌های رو به شمال ۲۰ درصد بیشتر از شیب‌های رو به جنوب است، بنابراین شیب‌های شمالی به دلیل دمای کمتر و قابلیت حفظ رطوبت، ماده آلی بیشتری نسبت به شیب‌های جنوبی دارند. هم‌چنین تغییر کاربری اراضی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک را تحت تأثیر قرار داده و به‌طور کلی کیفیت خاک را تغییر می‌دهد (Benny و Stephens، ۲۰۱۵). کوهستانی بودن این منطقه و دوری از مراکز مهم و صنعتی در غرب، سبب شده‌اند که مطالعه در این منطقه از کشورمان به‌رغم وسعت زیادی که دارد کمتر انجام بگیرد (Karamian و Hosseini، ۲۰۱۴). تشخیص پتانسیل‌های دو دامنه شمالی و جنوبی جهت اعمال مدیریت بهتر با توجه به مسئله چگونگی تغییرات میزان عناصر در دو دامنه شمالی و جنوبی با در نظر داشتن موقعیت دامنه و نوع کاربری ضروری است. بنابراین هدف این تحقیق بررسی تاثیر جهت دامنه و موقعیت‌های مختلف دامنه و شیب بر میزان کربن آلی، ازت و فسفر خاک در کاربری‌های مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در جنوب روستای چهارزبر واقع شده است(شکل ۱). مساحت این منطقه ۱۹۰ هکتار است و فاصله این نقطه تا مرکز استان کرمانشاه حدود ۳۴ کیلومتر می باشد. منطقه مطالعاتی بین طول ″۱۲ ′۴۰ °۴۶ تا ″۳۶ ′۴۲ °۴۶ شرقی و عرض جغرافیایی ″۰ ′۱۲ °۳۴ تا ″۳۵,۹۹ ′۱۵ °۳۴ شمالی می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه ۴۸۱ میلی‌متر و درجه حرارت سالانه ۱۳/۲ درجه سانتی‌گراد می باشد. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۰۰۰ متر می‌باشد. خاک‌ها بر اساس روش رده‌بندی آمریکایی در رده اینسپتی‌سول بوده و از نوع کم‌عمق تا نیمه‌عمیق سنگریزه‌دار می‌باشد. نمونه‌برداری به روش تصادفی طبقه بندی شده، در طول ۳ ترانسکت در دو دامنه شمالی و جنوبی و در جهت شیب به فواصل ۵۰۰ متری از یکدیگر انجام گرفت. هر ترانسکت دارای ۳ کاربری مرتع، جنگل و زمین کشاورزی می‌باشد. نقاط نمونه‌برداری به‌وسیله GPS تعیین شده و نمونه برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری انجام

* ایمیل نویسنده مسئول: Matinfar44@gmail.com

گرفت. در سه نقطه به فاصله ۱۰۰ متری از هر دو طرف نقطه تعیین‌شده نیز در عمق ذکرشده خاک برداشته و با خاک نقطه وسط مخلوط گردید. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه و عبور از الک ۲ میلی‌متری برای انجام آزمایش آماده شدند. نیتروژن کل به روش کجلدال، کربن آلی به روش والکی بلاک و فسفر قابل‌جذب به روش اولسن با استفاده دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شدند (Jafari Haghighi، ۲۰۰۳). تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS و اکسل انجام شد. بعد از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف ، آنالیز واریانس انجام شد و درنهایت برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون آماری دانکن استفاده شد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

جدول (۱) مقادیر متوسط، حداقل، حداکثر، انحراف معیار و ضریب تغییرات کربن آلی، ازت و فسفر نقاط نمونه برداری شده را نشان میدهد. همانگونه که مشاهده می‌شود فسفر دارای بیشترین ضریب تغییرات می باشد، که می‌تواند ناشی از اثرپذیری میزان فسفر از عوامل توپوگرافی باشد. ازت و کربن آلی نیز دارای ضریب تغییرات حدود ۴۶ درصدی بوده که شباهت این دو ناشی از تبعیت مقدار ازت از مقدار کربن ترکیبات آلی خاک می باشد.

جدول ۱- خلاصه آماری مقادیر ازت ، کربن آلی و فسفر خاک

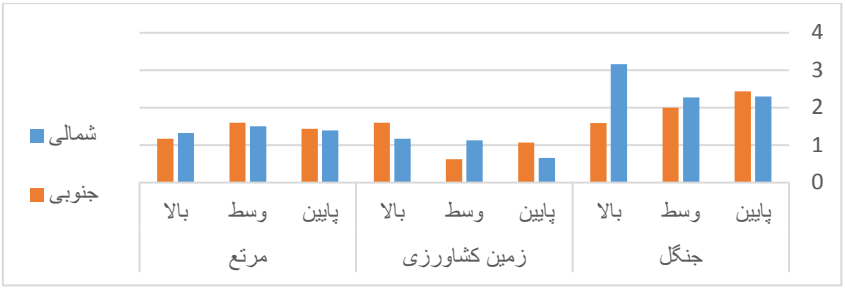
	تعداد	حداقل	حداکثر	متوسط	انحراف معیار	ضریب تغییرات
P	۱۹	۰/۴۴	۹/۸۰	۴/۷۴۴۲	۲/۲۶۳۷۳	۰/۴۷۷
N	۱۹	۰/۰۶۲	۰/۳۷۳	۰/۱۷۱۷۹	۰/۰۷۸۵۶۲	۰/۴۵۹
OC	۱۹	۰/۶۲	۳/۷۳	۱/۶۶۱۶	۰/۷۲۷۷۲	۰/۴۴۹

جدول (۲) آنالیز واریانس درصد کربن آلی را نشان می‌دهد. بیشترین درصد کربن آلی مربوط به موقعیت بالای دامنه شیب شمالی در کاربری جنگل با ۳/۳۵ درصد و کمترین آن مربوط به موقعیت پایین دامنه شیب شمالی در کاربری زمین کشاورزی با ۰/۶۲ درصد می‌باشد.

جدول۲- آنالیز واریانس درصد کربن آلی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	خطا
بین گروهی	۴/۰۶۲	۲	۰/۲۶۹	۰/۴۷۸^{ns}	۰/۶۲۸
درون‌گروهی	۷/۰۴۷	۱۶	۰/۵۶۲		
کل	۱۱/۱۱۰	۱۸			

درصد کربن آلی در دامنه جنوبی با حرکت از بالای دامنه به سمت پایین دامنه تقریباً افزایش می‌یابد و در دامنه شمالی با حرکت از بالای دامنه به سمت پایین دامنه کاهش یافت. البته نوع کاربری در میزان کربن آلی در موقعیت‌های مختلف دامنه تأثیرگذار است شکل (۲). در کاربری زراعی میزان کربن آلی به دلیل کشت و کار و خاک‌ورزی کاهش‌یافته و در کاربری جنگل ذخیره کربن آلی به دلیل شرایط رویش گاهی و ریشه دوانی درختان و افزایش اندوخته کربن آلی به خاک، بیشتر است، که با نتایج Baker و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد.



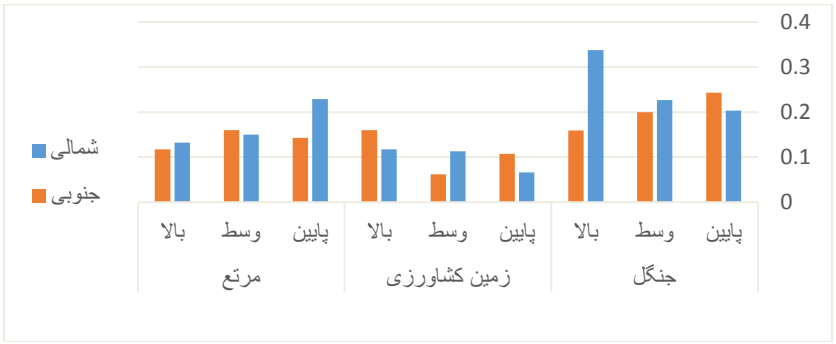
شکل۲- مقایسه میانگین کربن آلی به تفکیک جهت، دامنه و کاربری

جدول (۳) آنالیز واریانس درصد نیتروژن کل را نشان می‌دهد. بیشترین میزان نیتروژن کل مربوط به بالای دامنه شمالی با کاربری جنگل به مقدار ۰/۳۳۵ درصد و کمترین آن مربوط به وسط دامنه شمالی با کاربری زمین کشاورزی به مقدار ۰/۰۶۲ درصد می باشد.

جدول۳- آنالیز واریانس درصد نیتروژن کل

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	خطا
بین گروهی	۰/۰۰۶	۲	۰/۰۰۳	۰/۴۷۳ ns	۰/۶۳۲
درون‌گروهی	۰/۱۰۵	۱۶	۰/۰۰۷		
کل	۰/۱۱۱	۱۸			

در کاربری مرتع بیشترین مقدار نیتروژن در دامنه شیب شمالی است در حالی که در کاربری کشاورزی بیشترین مقدار نیتروژن مربوط به دامنه شیب جنوبی است. درصد نیتروژن در دامنه جنوبی با حرکت از بالای دامنه به سمت پایین دامنه تقریباً افزایش می‌یابد و در دامنه شمالی با حرکت از بالای دامنه به سمت پایین دامنه کاهش یافته است (شکل ۳).



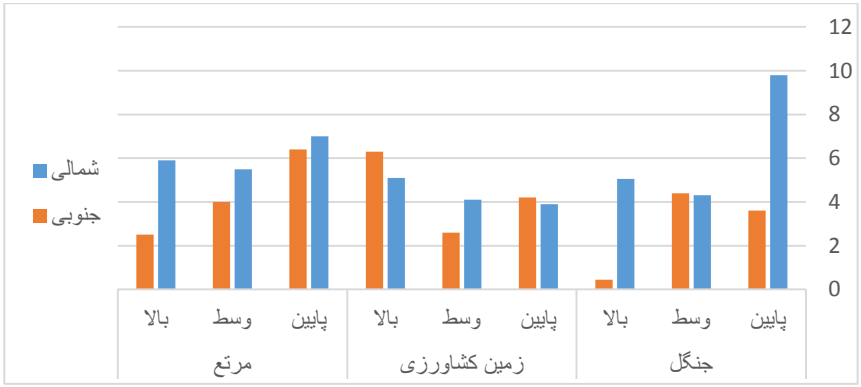
شکل۳- مقایسه میانگین نیتروژن به تفکیک جهت، دامنه و کاربری

جدول (۴) آنالیز واریانس فسفر قابل‌جذب را نشان می‌دهد. بیشترین مقدار فسفر مربوط به پایین دامنه شمالی کاربری جنگل با ۹/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن مربوط به بالای دامنه جنوبی کاربری مرتع به میزان ۰/۴۴میلی گرم در کیلوگرم می‌باشد.

جدول ۴- آنالیز واریانس فسفر قابل‌جذب

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	خطا
بین گروهی	۱۰/۱۹۶	۲	۵/۰۹۸	۰/۹۹۴ ns	۰/۳۹۲
درون‌گروهی	۸۲/۰۴۵	۱۶	۵/۱۲۸		
کل	۹۲/۲۴۰	۱۸			

کاربری مرتع نیز همانند جنگل بیشترین درصد فسفر را در پایین دامنه شیب شمالی دارد. ولی در زمین کشاورزی در دامنه شیب شمالی با حرکت از بالای دامنه به سمت پایین دامنه شیب شمالی میزان فسفر کاهش یافته است(شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین فسفر به تفکیک جهت، دامنه و کاربری

نتیجه گیری

مقدار کربن آلی خاک در ترانسکت های دامنه شمالی بیشتر از دامنه جنوبی می‌باشد که می تواند به علت تفاوت در میزان رطوبت، تراکم پوشش گیاهی و بقایای بازگشتی به خاک در شیب‌های شمالی در مقایسه با شیب جنوبی باشد (Benny و Stephens، ۱۹۸۵). مقدار کربن آلی خاک با حرکت از بالای دامنه شمالی به پایین دامنه کاهش یافت. دلیل این موضوع می‌تواند جهت و موقعیت دامنه باشد که بر روی، کیفیت لاشبرگ و چرخه عناصر غذایی (Sariyildiz و همکاران، ۲۰۰۵) مؤثر است. بیشترین مقدار کربن را از مناطق بالادست دامنه گزارش نمودند و دلیل آن را پایین بودن نرخ تجزیه و کیفیت لاشبرگ بیان نمودند (Tsuia و همکاران، ۲۰۰۴). دلایل افزایش کربن آلی در بالای دامنه، رطوبت و میزان تجمع گیاهی بیشتر و پایین بودن دمای سالیانه است (Smitha و همکاران، ۲۰۰۲). البته در تحقیقی که توسط Karamian و Hosseini (۲۰۱۴) انجام شد به نتایج عکس رسیدند و بیشترین مقدار کربن را در پایین دست دامنه گزارش نمودند. در تحقیق دیگری که توسط Wang و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد به نتایجی مشابه تحقیق قبلی دست یافتند و این افزایش را به الگوی حمل رسوب از سمت بالا به پایین دامنه نسبت دادند که به همراه خود کربن را منتقل می‌نماید. میزان نیتروژن کل در ترانسکت های واقع در دامنه شمالی بیشتر از دامنه جنوبی می‌باشد. در دامنه شمالی به دلیل تراکم بیشتر درختان، تولید لاشبرگ بیشتر است که خود باعث افزایش نیتروژن است (Shahuyy،۲۰۰۶). میزان نیتروژن از بالای دامنه به سمت پایین دامنه افزایش یافته که می‌تواند به دلیل فرسایش آبی باشد که به‌صورت قابل‌توجهی باعث شست‌و شوی نیتروژن خاک در طول دامنه می‌شود (Zhu، ۱۹۸۴)، این در حالی است که (Smitha و همکارن، ۲۰۰۲) و (Tsuia و همکاران ،۲۰۰۴) در پژوهشی مشابه به نتایجی عکس رسیدند و بیشترین میزان نیتروژن را در بالای دامنه گزارش کردند، دلایل این امر به ترتیب به افزایش زیست‌توده گیاهی در ارتفاعات بالا و سردی هوا، کمیت لاشبرگ در کف جنگل، مدت زمان طولانی‌تر تجزیه و آزادسازی نیتروژن لاشبرگ و کاهش تلفات نیتروژن خاک ذکر شده است. میزان فسفر قابل‌جذب در ترانسکت های واقع در دامنه شمالی بیشتر از ترانسکت های واقع در دامنه جنوبی بود. دلیل آن می‌تواند توان تولیدات گیاهی بیشتر در این دامنه و هم‌چنین افزایش میزان لاشبرگ باشد که خود بر بیشتر بودن میزان فسفر تأثیرگذار است (Coble و همکاران، ۲۰۰۱). کمتر بودن میزان فسفر در دامنه جنوبی می‌تواند به دلیل تنک بودن پوشش گیاهی باشد که سبب افزایش هدر رفت فسفر در اثر فرسایش می‌شود که عمدتاً بخش‌های غنی از فسفر خاک همانند مواد آلی انتقال‌یافته و بخش‌های درشت با مقدار فسفر کمتر باقی می‌مانند. میزان فسفر قابل‌جذب از بالای دامنه به سمت پایین دامنه افزایش یافت که می‌تواند به دلیل فرسایش آبی

باشد که به‌صورت قابل‌توجهی باعث از دست رفتن فسفر خاک در طول دامنه می‌شود، زیرا یکی از مسیرهای اصلی که فسفر در نظام خاک از دست می‌رود، فسفر حل‌شده در رواناب سطحی است که این نتایج با نتایج (Shahuyy، ۲۰۰۶) همخوانی دارد. دلیل افزایش میزان فسفر در طول دامنه، عامل شیب است که در انتقال و تجمع محلول‌ها و بالا بودن این عنصر در پایین شیب نقش مؤثری داشته، زیرا شیب‌های تندتر ایجاد رواناب بیشتری می‌کنند و در جابه‌جایی بیشتر مواد سطحی خاک و حرکت توده‌های خاک به پایین شیب تأثیر گذارند(Tsuia و همکاران، ۲۰۰۴).

منابع

Baker JM. Ochsner TE. Venterea RT and Griffis TJ. 2007. Tillage and soil carbon sequestrationWhat do we really know? Agriculture, Ecosystems and Environment 118: 1–5 Pp.

Benny, L. A. and P. R. Stephens. 1985. The Feasibility of Determining the Influence of Arable Land Management on Topsoil Depth. Publication.Soil Conservation Centre, Aokautere 0111-7971; No. 7.

Burton, D.L. Depose, S., and Banerjee, M.R. 1999. The functional diversity of soil microbial communities in selected Manitoba soils. Soil Biol. Biochem. 31: 1390-1396.

Coble, D. W., K. S. Milner and J. D. Marshall. 2001. Above- and below-ground production of trees and other vegetation on contrasting aspects in western Montana: a case study, For. Ecol. Manage, 42: 231-241.

Hanna, A.Y., Harlan, P.W., and Lewis, D.T. 1982. Soil available water as influenced by landscape position and aspect. Agron J. 74: 999-1004.

Jafari Haghighi, d. 2003. Methods of soil analysis, sampling and genetic analyzes of physical and chemical important (with emphasis on theoretical principles and practical (printing, publications Zoha voice. Tehran.

Karamian, d and Hosseini, v. 2014. The effect of the orientation and position of organic carbon, total nitrogen and available phosphorous in the soil Jngl. mtalh Daalaab Elam tight case. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Science Bvkhak, the nineteenth year, No. 71.

Sariyildiz, T., J. M. Anderson and M. Kucuk. 2005. Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey, Soil Biol. Biochem. 37: 1695-1706.

Shahuyy, p. 2006. The nature and properties of soils (Translation). The first edition, published by the University of Kurdistan.

Sidari, M., G. Ronzello, G. Vecchio and A. Muscolo. 2008. Influence of slope aspects on soil chemical andbiochemical properties in a Pinus laricio forest ecosystem of Aspromonte (Southern Italy), Eur. J Soil Bioly. 44(4): 364-372.

Smitha, J. L., J. J. Halvorsonb and J. R. Harvey Bolton. 2002. Soil properties and microbial activity across a 500 elevation gradient in a semi-arid environment, Soil Biol. Biochem. 34: 1749-1757.

Sohrabi, e. And Akbarinia, d. 2005. Study on plant species diversity in relation to physiographic factors in forest area ten young Red River Kermanshah, Iran's Forest and Poplar Research, 13 (3): 279- 294.

Tsuia,Ch. Ch., Z. S. Chen and C. F. Hsieh. 2004. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan, Geoderma. 123: 131-142.

Wang, D., X. Shi, H. Wang, D. C. Weindorf, D. Yu., W. Sun, H. Ren and Y. Zhao. 2010. Scale Effect of Climate and Soil Texture on Soil Organic Carbon in the Uplands of Northeast China, Pedosphere 20:525-535.

Zhu, X. M. 1984. Land resource development and conservation of the Chinese Loess Plateau. (in Chinese with English abstract) Geogr. Sci. 2: 97-10.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Soil quality and sustainable management

Investigating the effects of land use, position and orientation of gradient on organic carbon, phosphorus and nitrogen content of Soils in Chaharzebar Area of Kermanshah Province.

Mozafari[1], M., Matinfar [*2], H.R., Kohani[3],F.

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of lorestan, Iran

[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of lorestan, Iran

[3] Ph. D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of lorestan, Iran

Abstract

Soil identification, determination, and talent are the first step to better management. The aim of this study was to investigate the relationship between the domain and position in the different applications of organic carbon, nitrogen and phosphorus soil. Soil sampling was carried out in the Chaharzebar area near Kermanshah province in the northern and southern slopes in oak forests, pasture and crops are done. After analyzes, the results showed that the effect of orientation on total nitrogen and organic carbon content was significant. Domain position affects the value of all three. the greatest amount of carbon in the forest at the top of the North Slope to the 3.73 percent and its lowest at the bottom of the northern slope of the forest with 0.62 percent, The total nitrogen transects located on the northern slopes of the southern slope is most nitrogen in forest on the northern slope of the 0.373 percent and the lowest at the bottom of the northern slope of 0.062 percent is forest, nitrogen from the top of the range towards the bottom of the rose. most phosphorus on the northern slope of the forest, 9.8 mg per kg and minimum range in the middle of the southern slope, 0.44 mg per kg.

Keywords: Land Use, Slope, Organic carbon, Phosphorus, Nitrogen.

* Corresponding author, Email: Matinfar44@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

تهیه نقشه رقومی پراکنش کربن آلی خاک با استفاده از مدل جنگل تصادفی

سید عرفان خاموشی [۱*]، فریدون سرمدیان [۲]، سید روح‌الله موسوی [۱]، اصغر رحمانی [۱]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

[۲] استاد گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده

یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی کیفیت خاک و استفاده پایدار از اراضی مقدار کربن آلی خاک است. هم‌چنین نحوه توزیع مکانی کربن آلی خاک نقش مهمی در مدیریت تغییرات اقلیمی جهانی و کاهش اثرات مخرب تغییر اقلیم دارد. پژوهش حاضر باهدف تهیه نقشه رقومی کربن آلی و بررسی کارایی مدل جنگل تصادفی در پیش‌بینی مقدار کربن آلی خاک اجرا گردید. در این مطالعه، از اطلاعات نیمرخ‌های خاک، مدل جنگل تصادفی و متغیرهای محیطی مستخرج از مدل رقومی ارتفاع و تصاویر ماهواره لندست ۸ برای پیش‌بینی کربن آلی خاک در سه عمق۲۵-۰، ۵۰-۰ و ۱۰۰-۰ سانتی‌متری خاک استفاده شد. نتایج اعتبار سنجی خصوصیات در سه عمق نشان داد که دقت پیش‌بینی مدل‌سازی برای کربن آلی به ترتیب ۰/۷۳، ۰/۷۵ و ۰/۷۵ است و همچنین نتایج حاصل از آنالیز حساسیت متغیرهای محیطی نشان داد که بیش‌ترین اهمیت در هر سه عمق مربوط به شاخص‌های catchment area، Standard Height و Diffusion insolationاست. به‌طورکلی این پژوهش نشان می‌دهد که مدل جنگل تصادفی درصورتی‌که با متغیرهای محیطی مناسب آموزش داده شود،می‌تواند آن را به‌عنوان یکی از مؤثرترین الگوریتم‌های داده‌کاوی در نقشه‌برداری رقومی خاک دانست.

کلمات کلیدی: متغیر محیطی، تغییرات اقلیمی، ماهواره لندست ۸، مدل رقومی ارتفاع.

مقدمه

کربن آلی خاک را می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار در ساختمان خاک، تشکیل خاک و ظرفیت نگه داشت آب معرفی کرد (Wang و همکاران، ۲۰۱۰) هم‌چنین توزیع مکانی کربن آلی در خاک با تأثیرگذاری بر خاکدانه‌سازی و حاصلخیزی خاک، یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی کیفیت خاک و استفاده پایدار از اراضی است (Somarathna و همکاران، ۲۰۱۷)؛ بنابراین کربن آلی خاک و الگوی پراکنش مکانی آن، به‌طور غیرمستقیم با زیست‌بوم محلی، ویژگی‌های پوشش گیاهی منطقه و فعالیت‌های انسانی مرتبط است (Su و همکاران ۲۰۰۵ و Wu و همکاران، ۲۰۱۶). مقدار ذخیره کربن در اکوسیستم‌های خاکی، درجهان ۱۵۰۲×۱۰^{۱۵} کیلوگرم برآورد شده است که از این مقدار کربن آلی موجود در خاک کره زمین سه برابر بیش‌تراز کربن موجود در پوشش گیاهی سطح زمین و دو برابر کربن موجود در اتمسفر است (Wang و همکاران، ۲۰۱۲)؛ بنابراین، اهمیت توزیع مکانی و تغییرات دینامیک کربن آلی خاک در کنترل تغییرات محیطی و اقلیمی جهانی، کاهش اثرات مخرب تغییر اقلیم و پایداری منابع طبیعی قابل‌توجه است (Minasny و همکاران، ۲۰۱۷ و Wang و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به مقدار بسیار زیاد کربن ذخیره‌شده در خاک، تغییرات جزئی در مقدار کربن آلی خاک می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی سبب افزایش غلظت کربن دی‌اکسید در اتمسفر شود (liu و همکاران، ۲۰۱۱).

یکی از گزینه‌های تهیه نقشه توزیع مکانی کربن آلی، ایجاد یک مدل پیش‌بینی کننده، از طریق برقراری ارتباط بین مقادیر کربن آلی خاک و متغیرهای محیطی مانند پوشش گیاهی، عوارض زمینی و خصوصیات خاک است (Mishra و همکاران، ۲۰۱۰). بااین‌حال صحت و دقت مدل پیش‌بینی کننده تا حدود زیادی به داده‌های حاصل از مطالعات صحرایی و متغیرهای کمکی وابسته است. بخشی از متغیرهای کمکی شامل باند طیفی، شاخص‌های پوشش گیاهی و تصاویر بافتی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای است، درحالی‌که بخش دیگر به‌طور عمده شامل شاخص‌های توپوگرافی حاصل از مدل رقومی ارتفاع هستند (Mishra و همکاران، ۲۰۱۰). نقشه‌برداری رقومی کربن خاک شامل طیف متنوعی از تکنیک‌های مدل‌سازی مکانی می‌شود؛ که ازلحاظ پیچیدگی، از رگرسیون خطی ساده به سمت تکنیک‌های یادگیری ماشین پیچیده است (Minasny و McBratney، ۲۰۱۶). در سال‌های اخیر، الگوریتم‌های یادگیری ماشین از قبیل جنگل تصادفی(RF) ، شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و رگرسیون خطی چندگانه، برای توسعه روابط بین کربن آلی خاک و متغیرهای محیطی استفاده‌شده است (Aitkenhead و Coull، ۲۰۱۶). ترکیب داده‌های خاک و متغیرهای کمکی با استفاده از مدل‌های زمین‌آماری و مدل‌های رگرسیون انجام می‌شود. ازجمله این مدل‌ها می‌تواند به مدل رگرسیون خطی چندگانه (MLR) اشاره کرد که به‌طور گسترده‌ای در بسیاری از مطالعات برای پیش‌بینی مقدار کربن آلی استفاده‌شده است (Florinsky و همکاران، ۲۰۰۲، Meersmans و همکاران، ۲۰۰۸، Guo و

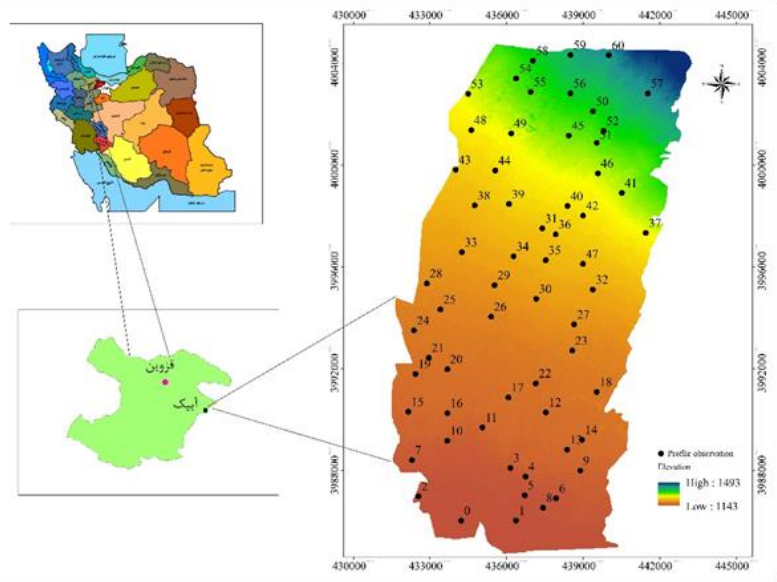
* ایمیل نویسنده مسئول: khamoshierfan@ut.ac.ir

همکاران، ۲۰۱۵). بااین‌حال، روابط بین خاک و زمین‌نما در طبیعت، اغلب به‌صورت غیرخطی است که ممکن است مدل MLR به‌خوبی قادر به بیان آن نشود (Grimm و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج بسیاری از تحقیقات نشان داد که مدل رگرسیونی جنگل تصادفی که یک روش یادگیری ماشینی است پتانسیل بالایی در جهت تعیین مناسب روابط غیرخطی بین خاک و زمین‌نما دارد (Wiesmeier و همکاران، ۲۰۱۱، Taghizadeh-Mehrjardi و همکاران، ۲۰۱۴، Hengl و همکاران، ۲۰۱۵، Ottoy و همکاران، ۲۰۱۷، Zhang وهمکاران، ۲۰۱۷).

جنگل تصادفی یک الگوریتم فراگیر است که می‌تواند با نویز و مجموعه داده‌های بزرگ تعامل کند. به‌طورکلی، مدل جنگل تصادفی شامل تعداد زیادی از درختان رگرسیونی است، هر درخت یک مدل پیش‌بینی را ایجاد می‌کند و سپس با افزایش درختان، درختی که پیش‌بینی دقیق‌تر دارد به‌عنوان خروجی در نظر گرفته می‌شود. برای هر گره در هر درخت مجموعه‌ای از متغیرهای کمکی به‌طور تصادفی برای تقسیم هر گره انتخاب می‌شوند و معیار انتخاب بهترین متغیر بر اساس پایین‌ترین خطا است. (Breiman، ۲۰۰۱).

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه شامل حدود ۱۶۶۰۰ هکتار از اراضی شهرستان آبیک از توابع استان قزوین است که در حد واسط ۳۶ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی واقع گردیده است. خاک‌های منطقه در سه رده Entisols، Inceptisolsو Aridisols قرار دارند و منطقه دارای سه رژیم رطوبتی Dry Xeric، Weak Aridicو Aquic و رژیم حرارتی Thermic است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت منطقه موردمطالعه و نیمرخ‌های مطالعاتی

متوسط ارتفاع منطقه ۱۲۸۷ متر نسبت به سطح دریای آزاد و دامنه تغییرات شیب ۰ تا ۲۵ درصد است. متوسط بارندگی سالانه منطقه ۲۵۷ میلی‌متر و متوسط دما ۱۴/۳ درجه سانتی‌گراد است ازنظر زمین‌شناسی این منطقه تحت تأثیر فعالیت‌های زمین‌شناسی دوره‌های ترشیاری و کواترنر است که عمدتاً شامل توف سبز، بازالت خاکستری، شیل، گدازه‌های آتشفشانی و رسوبات کواترنری می‌باشد. پوشش گیاهی منطقه شامل گیاهان مرتعی گراس، گرامینه، شیرین بیان، درمنه و کهورک است و در بخش‌های تحت کشت منطقه نیز کشت غالب به گندم و ذرت مشاهده شده است.

بر اساس تفسیر عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ (سازمان نقشه‌برداری کشور،۱۳۷۶) و بازدیدهای میدانی و تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ مرزبندی‌های اولیه به‌منظور تفکیک واحدهای ژئوفرم منطقه بر اساس سیستم پیشنهادی زینک و همکاران (۱۹۸۸) صورت پذیرفت. این نقشه مبنای مطالعات خاکشناسی منطقه قرار گرفت (Mousavi و همکاران، ۲۰۱۷). درمجموع موقعیت ۶۱ نیمرخ مشاهداتی بر اساس روش نمونه‌برداری تصادفی

طبقه‌بندی‌شده با متوسط فاصله ۷۵۰ متر حفر (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) گردید. سپس کلیه نیمرخ‌های حفرشده بر اساس راهنما تشریح و نمونه‌برداری خاک‌ها انجام گردید.

پس از نمونه‌برداری کلیه افق‌های ژنتیکی نیمرخ‌های موردنظر، خاک‌ها جهت هوا خشک شدن و انجام آنالیزهای لازم به آزمایشگاه منتقل گردید. مقادیر کربن آلی برای هر افق به روش اکسیداسیون تر (Walkley و Black،۱۹۳۴) به دست آمد، داده‌های مربوط به مقدار کربن آلی با استفاده از میانگین وزنی برای سه عمق ۲۵-۰، ۵۰-۰ و ۱۰۰-۰ محاسبه گردید.

متغیرهای محیطی مورداستفاده در این پژوهش شامل شاخص‌های مستخرج از مدل رقومی ارتفاع باقدرت تفکیک مکانی ۱۲/۵ متر و شاخص‌های تصاویر ماهواره لندست ۸ باقدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر است. کلیه متغیرهای موردنیاز با استفاده از نرم‌افزارهای Saga GIS 5.00 و ERDAS IMAGINE 2014 استخراج گردید (جدول ۱). درمجموع ۱۰ متغیر کمکی در این مطالعه جهت مدل‌سازی کربن آلی خاک مورداستفاده قرار گرفت.

جدول ۱. متغیرهای محیطی مستخرج از مدل رقومی ارتفاع و ماهواره لندست ۸

	متغیر محیطی	توضیحات	منبع
پارامترهای ژئومورفومتریک	Standard Height	توپوگرافی (متر)	Olaya (2004)
	Catchment area	مناطق فوقانی یک پیکسل که به درون آن زهکشی می‌شوند	Gallant and Wilson (2000)
	Valley depth	تفاضل ارتفاع‌های اصلی سطح پایه شبکه کانل برحسب (متر)	Olaya (2004)
	MRVBF	شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا	Taghizadeh-Mehrjardi (2015)
	MRRTF	شاخص همواری قله با درجه تفکیک بالا	Olaya (2004)
	Modified catchment	محاسبه تجمع آبراهه و پارامترهای وابسته آن	Olaya (2004)
	Diffusion insolation	تابش پخشیده مقدار تابش خورشیدی که به‌طور غیرمستقیم (از ابرها و غیره) به هر نقطه می‌رسد	Olaya (2004)
متغیرهای لندست ۸	GNDVI	(NIR-G)/(NIR+G)	Gitelson et al., (1966)
	NDVI	(NIR-R)/(NIR+R)	Rouse *et al.* (1974)
	RVI	NIR/R	Birth and McVey (1968)
	DVI	NIR-R	Tucker (1979)

در این مطالعه، از مدل جنگل تصادفی برای پیش‌بینی کربن آلی خاک در سه عمق ۰-۲۵، ۰-۵۰ و ۰-۱۰۰ سانتی‌متری خاک استفاده شد. مدل جنگل تصادفی یک روش ناپارامتری است که می‌تواند رابطه‌های غیرخطی بین متغیر مشاهده‌شده و متغیر پیش‌بینی را بازتاب دهد، زیرا از تجزیه‌وتحلیل متعدد مجموعه داده، برای بررسی روابط استفاده می‌کند. مدل جنگل تصادفی در سه عمق، در نرم‌افزار R ورژن ۳،۵،۱ با استفاده از پکیج " randomforest " با ۶۰۰ درخت طبقه‌بندی اجرا گردید. تعداد ۶۱ داده مشاهده‌شده خاک به مدل وارد شد که ۸۰ درصد این داده‌ها به‌عنوان داده آموزش و ۲۰ درصد به‌عنوان داده اعتبار سنجی مدل توسط پکیج جداسازی گردید.

عملکرد مدل‌ها با استفاده از شاخص‌های خطا، میانگین مربعات خطا (MSE)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تعیین (R^2) توسط نرم‌افزار R و پکیج ''caret'' اندازه‌گیری شد (Hounkpatinو همکاران، ۲۰۱۸).

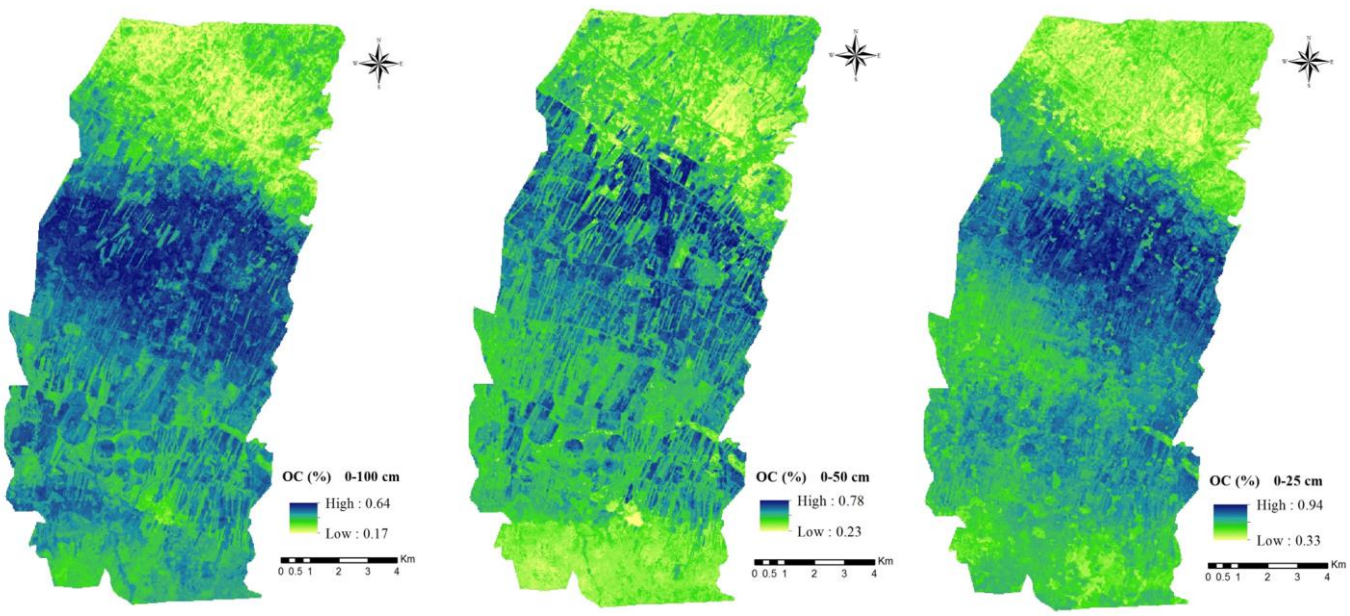
نتایج و بحث

نتایج حاصل از تغییرات عمقی درصد کربن آلی در منطقه موردمطالعه به ترتیب از سطح تا عمق ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متری دارای یک‌روند کاهشی بود به‌نحوی‌که دامنه تغییرات این ویژگی در سطح اول ۰/۳۳ – ۰/۹۴ درصد، در سطح دوم ۰/۲۲ – ۰/۷۸ درصد و در سطح سوم ۰/۱۷ – ۰/۶۴ پیش‌بینی گردید (شکل ۲). همچنین نتایج اعتبار سنجی مدل برای مقدار کربن الی نشان داد که دقت پیش‌بینی در هر سه سطح تقریباً یکسان بوده است؛ اما دقت با افزایش عمق به صورت جزئی افزایش پیدا کرده است. Hounkpatin و همکاران در سال ۲۰۱۸ نیز گزارش کردند که دقت مدل‌سازی کربن آلی خاک در عمق بیشتر با دقت بیشتری همراه است. نتایج اعتبارسنجی برای هر سه عمق در جدول ۲ گزارش‌شده است.

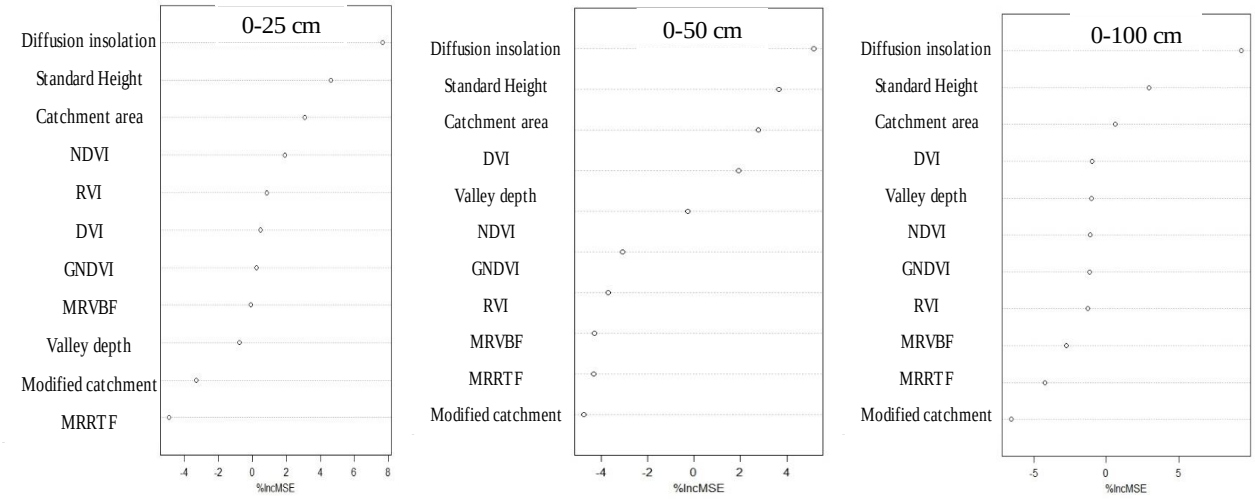
جدول ۲. نتایج اعتبارسنجی مدل جنگل تصادفی برای پیش‌بینی کربن آلی خاک

عمق (cm)	R^2	MSE	RMSE
۲۵-۰	۰/۷۳۵۲	۰/۰۲۰	۰/۱۴۴
۵۰-۰	۰/۷۵۶۱	۰/۰۶	۰/۲۴۴
۱۰۰-۰	۰/۷۵۴۵	۰/۰۱۰	۰/۱۰

طبق نتایج حاصل از آنالیز حساسیت متغیرهای محیطی، بیش‌ترین اهمیت در هر سه سطح مربوط به شاخص‌های catchment area، Standard Height ، Diffusion insolation، DVI و NDVI شد (شکل ۳). این شاخص‌ها عمدتاً با زهکش‌های سطحی و هم‌چنین جهت شیب و مقدار تابش نور خورشید رابطه دارند. به نظر می‌رسد با توجه به اینکه پوشش گیاهی منطقه موردمطالعه به‌صورت زراعی و علفی است. شاخص‌های پوشش گیاهی اثربخشی مناسبی داشته باشند (Taghizadeh-Mehrjardiو همکاران، ۲۰۱۶).



شکل ۲. نقشه پیش‌بینی مقادیر کربن آلی در اعماق مختلف



شکل ۳: مقادیر اهمیت متغیرهای محیطی برای کربن آلی

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که روش‌های یادگیری ماشینی به‌عنوان یکی از مؤثرترین الگوریتم‌های داده‌کاوی در نقشه‌برداری رقومی خاک هستند. چارچوب این مدل‌ها به‌گونه‌ای است که با بهینه‌سازی فرآیند پیش‌بینی که با تکرار همراه با تصحیح، انتخاب مناسب متغیرها، پیش‌بینی کلاس یا خصوصیات خاک را انجام می‌دهد. در این مطالعه مدل جنگل تصادفی پیش‌بینی مکانی مقدار کربن آلی خاک در سه عمق مختلف را همراه با دقت مناسب و با ضریب تبیین ۰/۷۳، ۰/۷۵ و ۰/۷۵ انجام داد. به نظر میرسد نزدیک بودن نتایج اعتبار سنجی مدل در هرسه عمق می تواند به دلیل یکسان بودن نتایج حاصل از آنالیز حساسیت متغیرهای محیطی باشد. شاخص‌های مرتبط با پوشش گیاهی در عمق ۰-۲۵ سانتی‌متری دارای مقادیر مثبت بوده و استفاده از این شاخص‌ها در مدل باعث افزایش دقت مدل‌سازی گردیده است در سطوح بعدی به‌تدریج از دامنه تأثیر این شاخص‌ها کاسته شده اما همچنان دارای اثرات مثبت در آنالیز حساسیت هستند. به نظر می‌رسد استفاده از متغیرهای محیطی که اطلاعاتی راجع به اعماق خاک را در اختیار مدل قرار می‌دهند، می‌تواند موجب بهبود عملکرد مدل‌های پیش‌بینی کننده می‌شود.

منابع

Aitkenhead, M. J. and Coull, M. C. 2016. Mapping soil carbon stocks across Scotland using a neural network model. Geoderma, 262, 187-198.

Breiman, L. 2001. Random forests. Machine learning, 45, 5-32.

Dai, W., Zhao, K., Fu, W., Jiang, P., Li, Y., Zhang, C. and Wu, J. 2018. Spatial variation of organic carbon density in topsoils of a typical subtropical forest, southeastern China. Catena, 167, 181-189.Guenet, B., Neill, C., Bardoun, G. and Abbadie, L. 2010. Is there a liner relationship between priming effect intensity and the amount of organic matter input? Applied Soil Ecology, 49, 436-442.

Guo, P. T., Li, M. F., Luo, W., Tang, Q. F., Liu, Z. W. and Lin, Z. M. 2015. Digital mapping of soil organic matter for rubber plantation at regional scale: An application of random forest plus residuals kriging approach. Geoderma, 237, 49-59.

Hengl, T., Heuvelink, G. B., Kempen, B., Leenaars, J. G., Walsh, M. G., Shepherd, K. D. and Tondoh, J. E. 2015. Mapping soil properties of Africa at 250 m resolution: Random forests significantly improve current predictions. PloS one, 10, e0125814.

Hounkpatin, O. K., de Hipt, F. O., Bossa, A. Y., Welp, G. and Amelung, W. 2018. Soil organic carbon stocks and their determining factors in the Dano catchment (Southwest Burkina Faso). Catena, 166, 298-309.

Martín, J. R., Álvaro-Fuentes, J., Gonzalo, J., Gil, C., Ramos-Miras, J. J., Corbí, J. G. and Boluda, R. 2016. Assessment of the soil organic carbon stock in Spain. Geoderma, 264, 117-125.

Minasny, B. and McBratney, A. B. 2016. Digital soil mapping: A brief history and some lessons. Geoderma, 264, 301-311.

Minasny, B., Malone, B. P., McBratney, A. B., Angers, D. A., Arrouays, D., Chambers, A. and Field, D. J. 2017. Soil carbon 4 per mille. Geoderma, 292, 59-86.

Somarathna, P. D. S. N., Minasny, B. and Malone, B. P. 2017. More Data or a Better Model? Figuring Out What Matters Most for the Spatial Prediction of Soil Carbon. Soil Science Society of America Journal.

Taghizadeh-Mehrjardi, R., Nabiollahi, K. and Kerry, R. 2016. Digital mapping of soil organic carbon at multiple depths using different data mining techniques in Baneh region, Iran. Geoderma, 266, 98-110.

Wang, K., Zhang, C. and Li, W. 2012. Comparison of geographically weighted regression and regression kriging for estimating the spatial distribution of soil organic matter. GIScience & Remote Sensing, 49, 915-932.

WANG, Y., Qi, Y., Chen, Y. and Xie, F. 2016. Prediction of soil organic matter based on multi-resolution remote sensing data and random forest algorithm. Acta Pedologica Sinica, 53, 342-354.

Wu, C. S., Liu, G. H., Liu, Q. S., Huang, C., Zhang, Y. and Guang, X. 2016. The spatial distribution of soil organic matter on north-central Mongolian Plateau. Resources Science, 38, 994-1002.

Zhang, H., Wu, P., Yin, A., Yang, X., Zhang, M., and Gao, C. 2017. Prediction of soil organic carbon in an intensively managed reclamation zone of eastern China: A comparison of multiple linear regressions and the random forest model. Science of the Total Environment, 592, 704-713.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Organic soil carbon mapping using random forest model

Khamoshi[*1], S.E., Sarmadian[2], F., Mousavi, S.R.,[1] Rahmani, A. [1]

[1] PhD Student, Soil Science Department, College of Agriculture and natural resource University of Tehran, Iran

[2] Prof., Soil Science Department, College of Agriculture and natural resource University of Tehran, Iran

Abstract

One of the important indicators in soil quality assessment and sustainable land use is the amount of organic carbon in the soil. Also, the spatial distribution of soil organic carbon plays an important role in managing global climate change and reducing the adverse effects of climate change. The present study was conducted with the aim of preparing an organic carbon map and evaluating the efficiency of the Random Forest model in predicting the amount of organic carbon in the soil. In this study, data from soil profiles, the Random Forest model and environmental variables extracted from the digital elevation model and Landsat 8 satellite imagery were used to predict the soil organic carbon at three depths of 0-25, 0-50 and 0-100 Cm of soils. The results of the validation of properties for three depths showed that the prediction accuracy of organic carbon modeling was 0.73, 0.75 and 0.75, respectively. Also, the results of environmental sensitivity analysis showed that the highest importance in all three depths related to the indicators of the catchment area, standard heights, and diffusion insolation. In general, this research suggests that the Random Forest model can be considered as one of the most effective data mining algorithms in digital soil mapping if it is trained with appropriate environment variables.

Keywords: Environmental variable, Climate change, Landsat 8 satellite, Digital Elevation Model.

[*] Corresponding author, Email: khamoshierfan@ut.ac.ir

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

نقشه‌برداری شاخص تناسب اراضی جو با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

لیلا رسولی*[۱]، کمال نبی‌اللهی [۲] و روح الله تقی‌زاده مهرجردی [۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

[۲]استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

[۳]استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

چکیده

جو از مهم‌ترین محصولات زراعی در ایران و استان کردستان می‌باشند که نقشه تناسب اراضی می‌تواند مناسب‌ترین واحد اراضی را برای کشت آن مشخص کند. هدف از این پژوهش نقشه‌برداری رقومی شاخص تناسب اراضی برای جو دیم می‌باشد. بدین منظور در منطقه‌ای به وسعت ۶۵۰۰ هکتار در استان کردستان ابتدا نقشه اجزاء واحد اراضی به روش فیزیوگرافی ماهلر تهیه و سپس بر اساس آن ۱۷ پروفیل شاهد در هر اجزاء واحد اراضی حفر و تشریح شدند. همچنین ۱۰۵ نمونه اوگر در سه عمق (۰-۲۰، ۲۰-۵۰ و ۵۰-۱۰۰ سانتی‌متری) برداشت شد. در کلیه نمونه‌ها ی خاک خصوصیات بافت، اسیدیته، کربن آلی، آهک، گچ، ESP، هدایت الکتریکی و سنگریزه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که منطقه دارای حدود ۳۵/۶۱ درصد کلاس N2، ۳۷/۶۱ درصد کلاس N1 و ۲۶/۷۸ درصد کلاس S3 می‌باشد. محدودیت‌های اصلی منطقه برای کشت جو عمدتاً اقلیم، توپوگرافی، سنگریزه و pH می‌باشد. نتایج اعتبارسنجی مدل بر اساس شاخص‌های آماری میانگین ریشه مربعات خطا، میانگین خطا و ضریب تبیین (به ترتیب ۶/۷۵، ۴/۳۱ و ۰/۶۸) بود که نشان دهنده دقت مناسب مدل می‌باشد.

کلمات کلیدی: ارزیابی اراضی، روش پارامتریک، پدومتری، کردستان.

مقدمه

خاک یکی از منابع حیاتی به شمار رفته که تجدید آن به زمان طولانی نیاز دارد. در واقع خاک به‌عنوان اینکه محیط اصلی پرورش محصولات کشاورزی است و باتوجه به‌اینکه تولیدات کشاورزی زیربنای بقا و توسعه بشری است از اهمیت بسزایی برخوردار است (Xu و Zhang ، ۲۰۱۳). این در حالی است که رشد روزافزون جمعیت و تشدید فشار بر منابع خاکی موجب تنزل بیش از پیش کیفیت برخی اراضی کشاورزی و کاهش سطح اراضی قابل کشت شده است (Zali، ۲۰۰۱). محققان راه‌حل‌های متعددی را برای علاج عدم توازن رشد جمعیت و میزان غذای تولید شده جهان، خصوصاً جهان سوم پیشنهاد نموده‌اند که با توجه به محدودیت منابع، افزایش میزان تولید در واحد سطح بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (Prakash، ۲۰۰۳). لذا یکی از راه‌های افزایش تولید در واحد سطح، شناسایی ظرفیت تولید هر زمین و انتخاب کاربری متناسب با این ظرفیت می‌باشد به‌طوریکه همگام با حفظ باروری زمین، سودآوری زمین افزایش‌یافته و کلاس تناسب اقتصادی ارتقاء یابد (Tang، ۱۹۹۳) به منظور افزایش تولید هر محصولی در واحد سطح باید ظرفیت تولید اراضی انتخاب شده متناسب با نیازهای رویشی آن محصول باشد (Sys و همکاران ۱۹۹۱). که در این راستا ارزیابی تناسب اراضی یکی از مهم‌ترین روش‌های دست‌یابی به کشاورزی پایدار است در واقع ارزیابی اراضی پتانسیل اراضی را برای استفاده‌های مورد نظر قبل از بکارگیری اراضی جهت بهره وری‌های خاص مورد مطالعه و بررسی قرار می‌دهد.

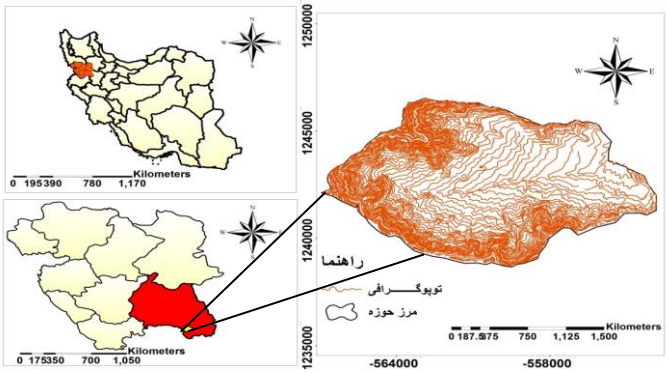
نقشه‌های تناسب اراضی ابزارهایی هستند که اطلاعات مورد نیاز و ضروری را برای برنامه‌ریزان کشاورزی فراهم می‌آورند که این نقشه‌ها حاوی اطلاعات مفید و ضروری برای تک تک واحدهای نقشه به عنوان واحد همگن اراضی هستند که ظرفیت بالقوه کشاورزی و محدودیت‌های آن را برای برنامه‌ریزان کشاورزی مشخص می‌کند (خسروی و همکاران، ۱۳۹۱). این در حالی است که تعیین شاخص تناسب اراضی زمان‌بر و هزینه‌بر است که یکی از راه حل‌ها، استفاده از تکنیک نقشه‌برداری رقومی است. یکی از جدیدترین روش‌های نقشه‌برداری خاک، نقشه‌برداری رقومی است که به‌معنای به‌تصویرکشیدن داده‌های مکان‌دار خاک است به گونه‌ای که توزیع و پراکندگی مکانی انواع خاک‌ها و یا خصوصیات آن‌ها را نشان دهد (McBratney و همکاران ۲۰۰۳) و توسط محققین مختلفی برای اهداف متفاوت مورد استفاده قرار گرفته است (Pahlavan-Rad و Akbarimoghaddam ۲۰۱۸ ; TaghizadehMehrjardi و همکاران ۲۰۱۶). جو یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است و از نظر تولید جهانی چهارمین غله بعد از گندم، برنج و ذرت محسوب می‌شود. بیش از ۱۳۶×۱۰^۶ تن جو در هرساله در جهان تولید می‌شود که مورد استفاده عمده آن در تغذیه دام، طیور و صنعت

* ایمیل نویسنده مسئول: Leila.rasouly71@gmail.com

می‌باشد (yun و همکاران ۲۰۰۶).لذا هدف از این پژوهش بررسی شرایط محیطی و برقراری ارتباط منطقی بین این شرایط با خصوصیات مورد نیاز گیاه جو و تعیین شاخص تناسب اراضی و نهایتا نقشه‌برداری آن به صورت رقومی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه در این پژوهش، حوزه‌ای به وسعت ۶۵۰۰ هکتار در محدوده شهرستان قروه در استان کردستان می‌باشد (شکل ۱)



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش ابتدا نقشه اجزاء واحد اراضی به روش سنتی (روش فیزیوگرافی ماهلر) با استفاده از نقشه توپوگرافی، عکس‌های هوایی و تصویر ماهواره‌ای تهیه گردید. سپس بر اساس نقشه اجزاء واحدهای اراضی، ۱۰۵ اوگر (در سه لایه تا عمق ۱۰۰ سانتی متر ۰-۲۰، ۲۰-۵۰ و ۵۰-۱۰۰ سانتی‌متری) نمونه‌برداری شد. همچنین در هر یک از اجزاء واحدهای اراضی یک پروفیل و جمعا ۱۷ پروفیل حفر، تشریح و تا سطح فامیل طبقه‌بندی شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در هوای آزاد خشک شده و پس از کوبیدن آن‌ها از الک ۲ میلی‌متری عبورداده شد. ذرات کمتراز ۲ میلی‌متر جهت انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی استفاده گردید و میزان سنگریزه نیز همزمان با عبور از الک تعیین شد. همچنین بافت خاک به روش هیدرومتری، هدایت الکتریکی به‌وسیله دستگاه هدایت‌سنج، اسیدیته با دستگاه pH متر، کربن آلی به‌روش والکلی‌بلک ، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور، گچ به روش استون، درصد سدیم تبادلی توسط دستگاه فلیم فتومتر و کربنات‌کلسیم معادل خاک به‌روش تیتراسیون برگشتی با اسید کلریدریک ۲ نرمال اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی خصوصیات اقلیمی مقدار درجه حرارت و بارندگی در دوره سیکل رشد محصولات مورد مطالعه بررسی شد برای محصولات مورد نظر به‌طور جداگانه با جداول نیازهای اقلیمی جو دیم (گیوی، ۱۳۷۶) انطباق داده شد و درجه هر یک از پارامترهای اقلیمی محاسبه شد. سپس درجات نهایی محاسبه شده برای خصوصیات اقلیمی به فرمول ریشه دوم محاسبه شاخص اقلیم وارد شده و شاخص اقلیم نهایی برآورد و درجه نهایی اقلیم محاسبه گردید. همچنین خصوصیات خاک و توپوگرافی با جداول مربوط به‌نیازهای خاک و توپوگرافی جو مطابقت داده شد و درجه-بندی گردید. (گیوی، ۱۳۷۶). در مرحله نهایی درجه مربوط به اقلیم همراه با درجات خصوصیات خاک و توپوگرافی با استفاده از فرمول ریشه دوم خیدر (رابطه ۱) ترکیب شدند و شاخص اراضی محاسبه شد.

رابطه(۱) $LI=Rmin\sqrt{(A/100)*(B/100)}$

Rmin مشخصه‌ای بادرجه حداقل A, B , C درجات اختصاص داده شده به سایر مشخصه‌های دیگر است.

متغیرهای محیطی استفاده شده جهت نقشه‌برداری شاخص تناسب اراضی جو در این پژوهش شامل نقشه اجزاء واحدهای اراضی، پارامترهای سرزمین و داده‌های تصویر ETM^+ بودند جهت ارتباط بین شاخص تناسب اراضی و متغیرهای کمکی از مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. از نرم‌افزار Matlab برای طراحی شبکه عصبی مصنوعی و پیش‌بینی فاکتور شاخص تناسب اراضی جو دیم استفاده شد، که در آن لایه ورودی شامل متغیرهای کمکی استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه اجزاء واحدهای اراضی و لایه خروجی شاخص تناسب اراضی بود. نهایتا نقشه رقومی شاخص تناسب اراضی جو دیم با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی تهیه شد. برای بررسی ارزیابی نقشه شاخص تناسب اراضی جو دیم اعتبارسنجی به روش حذف یک داده و پیش‌بینی آن انجام گرفت . مقادیر واقعی و برآورد شده شاخص‌تناسب اراضی با استفاده از محاسبه شاخص‌های آماری ریشه میانگین مربعات خطا، میانگین خطا و ضریب تبین اعتبارسنجی شد.

نتایج و بحث

خصوصیات آماری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منطقه مورد مطالعه در جدول (۱) نشان داده شده است که نشان‌دهنده میزان کم هدایت الکتریکی خاک، بازی بودن pH خاک، مقدار کم کربن آلی خاک و آهک کم تا متوسط می‌باشد.

جدول ۱. پارامترهای آماری

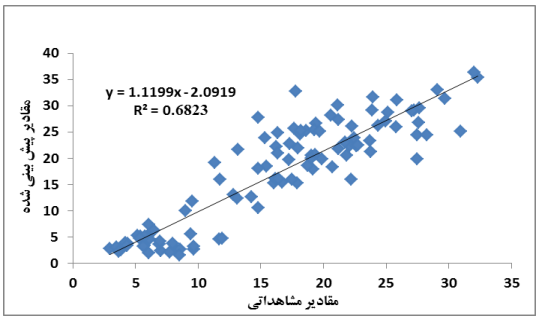
پارامتر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین
هدایت الکتریکی	(ds/m)	۰/۰۲	۱/۵	۰/۴۴
سنگریزه	٪	۱	۶۴	۲۴/۷۲۶
آهک	٪	۰	۳۴	۱۷/۰۹
اسیدیته		۷	۸/۹۸	۸/۲۲
کربن آلی	٪	۰/۰۶	۲/۶	۰/۵۷
نسبت جذب سطحی سدیم	٪	۰/۳۴	۱۲	۲/۹۷

نتایج آنالیز حساسیت شبکه عصبی مصنوعی بر روی داده کمکی جهت پیش‌بینی شاخص تناسب اراضی جو دیم نشان داد که پارامترهای اجزاء واحد اراضی، شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا (MrVBF)، شاخص بالای پشته با درجه تفکیک بالا (MRRTF) فاصله عمودی تاکانال (vdcn) شیب، فاکتور (LS) ارتفاع و باند ۵ بیش‌ترین تأثیر را در برآورد شاخص اراضی جو داشتند. نتایج ارزیابی شبکه عصبی مصنوعی بر اساس روش اعتبارسنجی متقاطع برای پیش‌بینی شاخص اراضی جو دیم در جدول (۲) ارائه‌شده است. هرچه آماره‌های مجذور میانگین مربعات خطا، میانگین خطا و خطای نسبی کمتر و ضریب تبیین بیشتر باشد کارآیی مدل بیش‌تر است.

جدول ۲. نتایج معیارهای ارزیابی خطا مدل شبکه عصبی مصنوعی بر اساس نتایج اعتبارسنجی متقاطع

	ریشه مربعات خطا	ضریب تبیین	میانگین خطا
جو	۶/۷۵	۰/۶۸	۴/۳۱

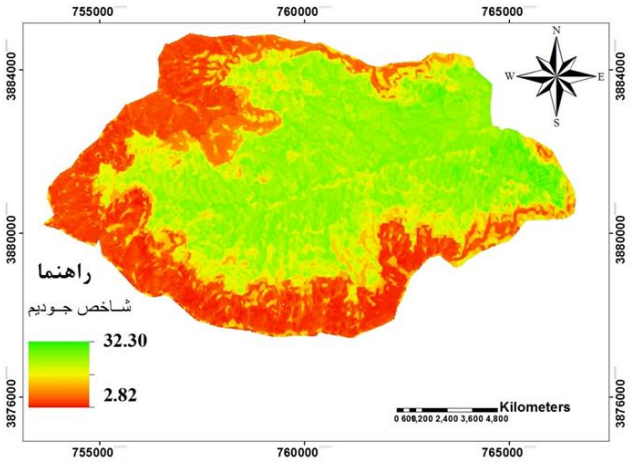
علاوه بر این نمودار پراکنش مقادیر اندازه گیری شده و برآورد شده برای پیش‌بینی شاخص اراضی جو دیم در مقابل مقادیر مشاهداتی در شکل (۲) نشان داده شده است که تأییدی بر این موضوع است که مدل شبکه عصبی ایجاد شده با استفاده از داده‌های کمکی نقشه اجزاء واحد اراضی، پارامترهای سرزمین و داده‌های تصاویر ماهواره‌ای دارای دقتی نسبتا بالا در برآورد شاخص اراضی جو دیم داشته است. مصلح و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه پیش-بینی کلاس تناسب اراضی با استفاده از مدل‌های رگرسیون درختی، درختان تصمیم‌گیری تصادفی، شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لاجستیک چندجمله‌ای نشان دادند به‌ترتیب مدل‌های درختان تصمیم‌گیری تصادفی و رگرسیون درختی توسعه¬یافته، شبکه¬های عصبی مصنوعی، رگرسیون لاجیستیک چندجمله‌ای، دارای بالاترین دقت می‌باشند.



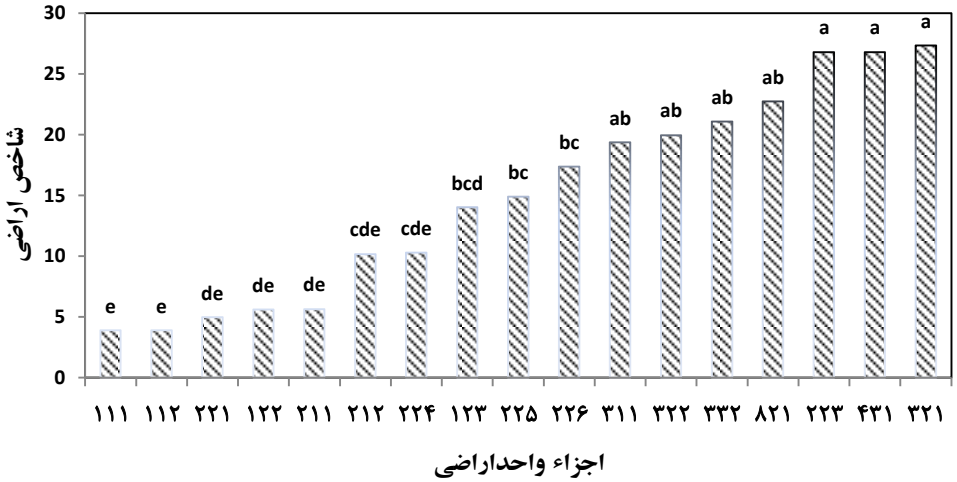
شکل ۲. نمودار پراکنش مقادیر اندازه‌گیری شده و برآورد شده شاخص تناسب اراضی جو

پس از مدل‌سازی و پیش‌بینی شاخص تناسب اراضی توسط مدل شبکه عصبی، تمام اطلاعات کمکی در یک چارچوب استاندارد با اندازه پیکسل یکسان قرارگرفته و با فرمت txt ذخیره شدند و در نهایت نقشه رقومی شاخص تناسب اراضی جو تهیه شد (شکل ۳). مطابق با شکل (۳) بیشترین مقدار شاخص‌های تناسب اراضی جو دیم در اجزاء واحدهای اراضی با فیزیوگرافی دشت‌های دامنه‌ای و فلات‌های کم شیب و در مقابل

کمترین مقادیر در اجزاء واحدهای اراضی با فیزیوگرافی کوه و تپه مشاهده شد که عمدتا دارای محدودیت‌های شیب، عمق کم خاک و سنگریزه زیاد هستند. همچنین نتایج آنالیز واریانس یک طرفه (شکل ۴) نشان داد که اجزاء واحدهای اراضی دارای اختلاف آماری معنی‌داری از لحاظ شاخص‌های تناسب اراضی بودند و نتایج آزمون دانکن هم نشان داد که در اجزاء واحدهای اراضی ۳۲۱ (فلات با شیب کم) و ۴۳۱ (دشت‌های دامنه‌ای با شیب کم) مقادیر شاخص تناسب اراضی جو به طور معنی‌داری در مقایسه با سایر اجزاء واحدهای اراضی بیشتر می باشد. در مقابل اجزاء واحدهای اراضی که دارای فیزیوگرافی کو ه و تپه‌های شیب‌دار هستند کم‌ترین شاخص تناسب اراضی را داشتند. که این نتایج نشان‌دهنده تاثیر نوع واحدهای فیزیوگرافی و متعاقبا شیب و نوع خاک در میزان شاخص‌های تناسب اراضی می‌باشد.



شکل ۳. نقشه رقومی شاخص تناسب اراضی جو



شکل ۴. مقاسیه میانگین شاخص تناسب اراضی محصول جو در اجزاء واحدهای اراضی
(حروف متفاوت بیانگرمعنی‌دار بودن میانگین ها به روش دانکن درسطح ۵ درصد می‌باشد)

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که به طور کلی منطقه مورد مطالعه به علت محدودیت‌های اقلیم (خصوصا از نطر بارندگی)، شیب زیاد، مقدار سنگریزه و pH بالا دارای تناسب کم تا نامناسب برای زراعت جو دیم می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که مدل شبکه عصبی مصنوعی ارائه شده بااستفاده از پارامترهای کمکی استفاده شده دارای دقت نسبتا مناسب در پیش‌بینی شاخص تناسب اراضی جو دیم می باشد و پارامترهای اجزاء واحد اراضی،

شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا (MrVBF) شاخص بالای پشته با درجه تفکیک بالا (MRRTF) فاصله عمودی تاکانال (vdcn) شیب، فاکتور (LS) ارتفاع و باند ۵ مهم‌ترین بودند. بیشترین مقدار شاخص‌های تناسب اراضی جو دیم در اجزاء واحدهای اراضی با فیزیوگرافی دشت‌های دامنه‌ای و فلات‌های کم شیب و در مقابل کمترین مقادیر در اجزاء واحدهای اراضی با فیزیوگرافی کوه و تپه مشاهده شد.

منابع

خسروی، ی.، کلانتری، م. و کوهستانی، ن. ۱۳۹۱. تحلیل فضایی درجه تناسب اراضی برای فعالیت‌های کشاورزی و منابع طبیعی با استفاده از مدل فائو. حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی، ۱(۳)، ۲۹-۱۰.

گیوی ج. ۱۳۷۶ . ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی. موسسه تحقیقات آب و خاک، ۱۱۸، ۱۰۱۵-۹۸.

مصلح، ز.، صالحی، م.، جعفری، ا.، محنتکش، ع .، اسفندیارپور ، ع. ۱۳۹۶. بررسی کارایی روش‌های رقومی به منظور ارزیابی کیفی تناسب اراضی (مطالعه‌ی موردی: دشت شهرکرد، استان چهارمحال و بختیاری). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۲(۱)، ۹۹ -۸۷.

McBratney, A.B., Santos, M.L.M., and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. Geoderma. 117, 3-52.

Pahlavan-Rad, M.R., Akbarimoghaddam, A. 2018. Spatial variability of soil texture fractions and pH in a flood plain (case study from eastern Iran). Catena, 160, 275–281.

Prakash, T. N. 2003. December. Land suitability analysis for agricultural crops: a fuzzy multicriteria decision making approach. ITC.

Sys, C., Van Ranst, E. and Debaveye, J. 1991. Land Evaluation. Part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. Agricultural Publications No. 7. General Administration for Development Cooperation Place, Brussels, Belgium.

Taghizadeh-Mehrjardi R., Nabiollahi K., and Kerry, R. 2016. Digital mapping of soil organic carbon at multiple depths using different data mining techniques in Baneh region, Iran. Geoderma, 253-254, 67-77.

Tang, H. 1993. Land suitability classification based on fuzzy set theory and modelling of land production potential of maize and winter wheat in different zones of China (Doctoral dissertation, Ghent University).

Xu, E., & Zhang, H. 2013. Spatially-explicit sensitivity analysis for land suitability evaluation. Applied Geography, 45, 1-9.

Yun, Z., Zhang, L., Zheng, Y. and Qing Ling, H. 2006. Genetic diversity and geographical of cultivated six-rowed naked barley land races from the Qinghai-Tibet plateau of China detected by SSR analysis. Genetics andFAO. 1976. A Framework for Land Evaluation. FAO Soils Bulletin No. 32. Rome.

ZaliVargahan, B., F. Shahbazi andM.Hajrasouli, 2001. Quantitative and qualitative land, 91-104.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Land suitability index mapping of barley using artificial neural network

Rasouli[*1], L., Nabiollahi[2], K., Taghi zadeh-mehrjardi, R.[3]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Kurdistan, Iran

[2] Assistant Prof., Soil Science and Engineering Department, Faculty of Agriculture University of Kurdistan, Iran

[3] Assistant Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resource, Ardakan University , Iran

Abstract

Barley is one of the most important crops in Iran and Kurdistan province which land suitability map can clarify the most suitable land unit for its cultivation. The aim of this research is digital mapping of land suitability index for rain-fed barley. For this purpose, in a region with 6500 hectares in Kurdistan province, at first land unit component map was prepared by Mahler physiography method, then 17 representative profiles in each land unit component were dug and described. 105 auger samples also were taken at three depths (0-20, 20-50 and 50-100 cm). Soil texture, acidity, organic carbon, $CaCO_3$, gypsum, ESP, electrical conductivity and gravel were measured in all soil samples. The results showed that the area has about 35.61% N2 class, 37.61% N1 class and 26.78% S3 class. The main limitations of the region for cultivating are mainly climates, topography, gravel and pH. The validation results of the model based on the statistical indices including root mean square error, mean error, and determination coefficient (6.75, 4.13, 0. 68, respectively), indicates that the model has suitable accuracy.

Keywords: Land evaluation, parametric method, pedometric, Kurdistan.

[*] Corresponding author, Email: leila.rasouly71@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

مقایسه نقشه‌برداری سنتی و رقومی کلاس تناسب اراضی جو

لیلا رسولی*[۱]، کمال نبی‌اللهی [۲] و روح الله تقی‌زاده مهرجردی [۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

[۲] استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

[۳] استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

چکیده

نقشه تناسب اراضی می‌تواند مناسب‌ترین واحد اراضی را برای کشت گیاهان با توجه به خصوصیات اراضی مشخص کند. هدف از این پژوهش نقشه‌برداری کلاس تناسب اراضی برای جو دیم به دو روش سنتی و رقومی و مقایسه آنهامی‌باشد. حوضه مورد مطالعه در منطقه قروه استان کردستان می‌باشد. نقشه اجزاء اراضی به روش ماهلر تهیه شد و بر اساس آن ۱۷ پروفیل شاهد در هز اجزاء واحد اراضی حفر و نمونه‌برداری شدند. و ۱۰۵ نمونه اوگر در سه عمق (۰-۲۰، ۲۰-۵۰ و ۵۰-۱۰۰ سانتی‌متری) برداشت شد. نقشه سنتی کلاس تناسب اراضی بر اساس نقشه اجزاء واحد اراضی تهیه گردید. نقشه تناسب اراضی جو به روش رقومی با استفاده از تکنیک نقشه‌برداری رقومی و با استفاده از مدل راندوم فارست تهیه گردید. نتایج نشان داد که منطقه دارای حدود ۳۵/۶۱ درصد کلاس N2، ۳۷/۶۱ درصد کلاس N1 و ۲۶/۷۸ درصد کلاس S3 می‌باشد. محدودیت‌های اصلی منطقه برای کشت جو عمدتاً اقلیم، توپوگرافی، سنگریزه و pH می‌باشد. نتایج شاخص کاپا نشان داد نقشه کلاس تناسب اراضی به روش رقومی با شاخص کاپای ۰/۵۹ دارای دقت بیشتری در مقایسه با نقشه سنتی کلاس تناسب اراضی با شاخص کاپای ۰/۴۳ می‌باشد.

کلمات کلیدی: نقشه اجزاء واحد اراضی، لندست، پارامترهای سرزمین، راندوم فارست

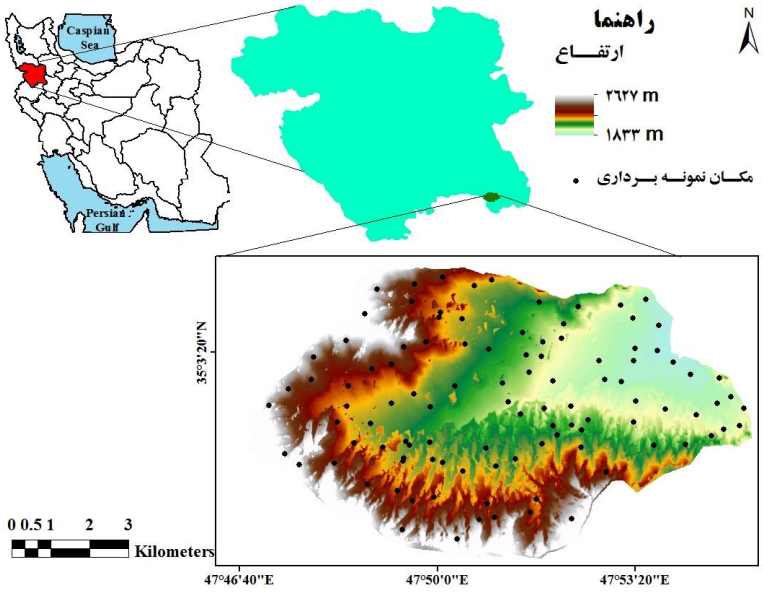
مقدمه

سازمان خوارو بار کشاورزی سازمان ملل متحد (فائو) یک چهارچوب کلی برای طبقه‌بندی تناسب اراضی ارائه کرد (FAO، ۱۹۹۱) که یکی از رایج‌ترین و کاربردی‌ترین روش‌ها می‌باشد (Groenemans، ۱۹۹۷) نقشه‌های کلاس تناسب اراضی در مدیریت اراضی بسیار حائز اهمیت بوده و اطلاع از چگونگی توزیع مکانی آنها در جلوگیری از تخریب اراضی بسیار موثر می‌باشد. تهیه نقشه کلاس تناسب اراضی به روش سنتی به دلیل نیاز به عملیات صحرایی و آزمایشگاهی زیاد زمان‌بر و هزینه‌بر است. نقشه‌برداری سنتی بر مبنای خاکرخ شاهد و تعمیم نتایج آن به کل واحد نقشه بدون در نظر گرفتن تغییرات مکانی خاک می‌باشد. علاوه بر این سلیقه شخصی هم در آن دخالت دارد (صالحی و خادمی، ۱۳۷۸) پدومتری به عنوان یک حوزه میان رشته‌ای، نیاز خاکشناسان به کمّی‌سازی شیوه‌های سنتی را بر طرف می‌کند. نقشه‌برداری رقومی به‌عنوان زیرمجموعه‌ای از روش‌های پدومتری، تلاش می‌کند تا بر اساس پارامتر های محیطی که به‌راحتی قابل دست‌یابی می‌باشد و همچنین با بررسی تغییرات پیوسته‌ی خاک ویژگی‌های مد نظر همانند کلاس‌ها یا ویژگی‌های خاک، کلاس های تناسب اراضی را با دقت بالا پیش‌بینی کند (McBratney و همکاران ۲۰۰۳) درکل اساس نقشه‌برداری رقومی مبتنی بر معادله اسکورپن است که درآن خصوصیات یا کلاس خاک با یکسری متغیرهای محیطی کمکی ارتباط داده می‌شوند، به این شکل که در هر موقعیت مشاهده خاک یک‌سری متغیر کمکی با یکسری از خصوصیات خاک همبستگی بالایی دارند که یافتن این ارتباط و پیش‌بینی کلاس و خصوصیات در نقاط دیگر موجب تهیه نقشه رقومی خاک در نقاط دیگر می‌شود. جو یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین گیاهان زراعی است که در استان کردستان کشت می شود که وجود نقشه‌های تناسب اراضی می‌تواند منجر به افزایش تولید در واحد سطح همگام با حفظ باروری زمین شود. لذا هدف از این پژوهش تهیه نقشه کلاس تناسب اراضی جو به دو صورت سنتی و رقومی و مقایسه آنها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

* ایمیل نویسنده مسئول: Leila.rasouly71@gmail.com

حوضه مورد مطالعه در منطقه قروه با مساحت ۶۵۰۰ هکتار می‌باشد (شکل ۱) ابتدا نقشه اجزاء اراضی به روش فیزیوگرافی ماهلر تهیه و سپس بر اساس آن ۱۷ پروفیل شاهد در هز اجزاء واحد اراضی حفر، تشریح و نمونه‌برداری شدند. همچنین ۱۰۵ نمونه اوگر در سه عمق (۰-۲۰، ۲۰-۵۰ و ۵۰-۱۰۰ سانتی‌متری) برداشت شد. در تمامی نمونه‌ها خصوصیات بافت، اسیدیته، کربن آلی، آهک، گچ، ESP، هدایت الکتریکی و سنگریزه اندازه‌گیری شد. با استفاده از خصوصیات اقلیمی، خاکی و توگوگرافی شاخص تناسب اراضی جو محاسبه گردید (گیوی، ۱۳۷۶) سپس سپس با استفاده از جدول شماره ۱ کلاس‌های تناسب اراضی جو برای هر کدام از اجزاء واحدهای اراضی تعیین گردید. در نهایت نقشه سنتی کلاس تناسب اراضی بر اساس نقشه اجزاء واحد اراضی تهیه گردید. علاوه بر این نقشه تناسب اراضی به روش رقومی با استفاده از تکنیک نقشه‌برداری رقومی و با استفاده از مدل راندوم فارست و داده های کمکی شامل نقشه اجزاء واحدهای اراضی، پارامترهای سرزمین و داده‌های تصویر ETM تهیه و دقت آن با نقشه سنتی از طریق تشکیل ماتریس خطا و محاسبه شاخص کاپا مقایسه گردید. جنگل تصادفی مدل توسعه‌یافته از مدل طبقه‌بندی و رگرسیون درختی می‌باشد که داده‌های مشاهداتی و متغیرهای کمکی را به طور تکراری برای به دست آوردن ارتباط بهینه بین متغیر پاسخ و متغیرهای مستقل و انجام تخمین جداسازی می-کند (تقی زاده، ۱۳۹۵). از مهمترین مزایای مدل راندوم فارست می توان به توانایی آن جهت مدل کردن روابط غیر خطی و با استفاده از هر دو متغیرهای کمی و کیفی اشاره کرد. روش جنگل تصادفی دارای تابعی با دو پارامتر mtry و ntree که به ترتیب تعداد متغیرها و تعداد درخت می‌باشد که قابل تغییر بوده و توسط کاربر تعیین می‌شود که در این مطالعه به ترتیب از یک تا ۱۲ و ۱۰۰ تا ۱۰۰۰۰ متغیر بودند. در تحقیق حاضر از نرم‌افزار R برای ساختن جنگل تصادفی و پیش‌بینی کلاس تناسب اراضی استفاده شد و در نهایت نقشه رقومی کلاس تناسب اراضی تهیه شد. جهت مقایسه نقشه-های کلاس‌های تناسب اراضی گندم و جو تهیه شده به دو روش سنتی و رقومی از ۱۰۵ نقطه نمونه‌برداری شده (به جز ۱۷ پروفیل شاهد) استفاده شد.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱. محدوده شاخص تناسب اراضی و کلاس آن

شاخص اراضی	کلاس مناسب بودن	کلاس محدودیت
۱۰۰ -۷۵	S1 به طورکامل متناسب	٪ ۱۵ -۰ of potential yield
۷۵ -۵۰	S2 تناسب کم	٪ ۱۵ -۴۰ of potential yield
۵۰ -۲۵	S3 تناسب بحرانی	٪ ۴۰ -۶۰ of potential yield
۲۵ -۱۲/۵	N1 نامتناسب (قابل اصلاح)	٪ ۶۰ -۸۰ of potential yield
۱۲/۵ -۰	N2 به‌طورکامل نامتناسب (بدون اصلاح)	٪ ۸۰ -۱۰۰ of potential yield

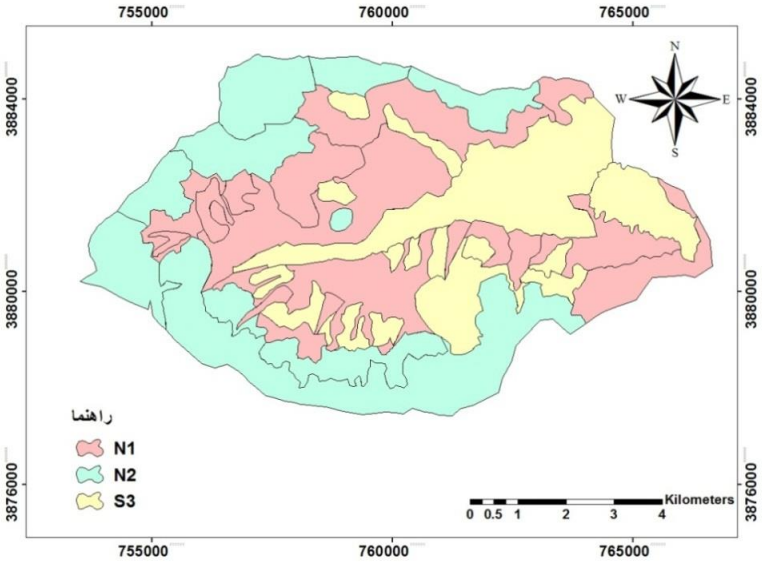
نتایج و بحث

ویژگی‌های آماری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های منطقه مورد مطالعه در جدول (۲) نشان داده شده است. میانگین هدایت الکتریکی خاک منطقه ۰/۴۴ دسی زیمنس برمتر است و دامنه تغییرات آن بین ۰/۰۲ تا۱/۵ می‌باشد که نشان‌دهنده میزان کم هدایت الکتریکی خاک منطقه است. مقدار متوسط آهک ۱۷/۰۹ و دامنه تغییرات آن ۰ تا ۳۴ می‌باشد که نشان‌دهنده مقدار کم تا نسبتا زیاد آهک در خاک‌های این منطقه است. دامنه تغییرات اسیدیته خاک ۷ تا ۸/ ۹۸ و مقدار میانگین آن ۸/۲ می‌باشد که نشان دهنده بازی بودن PH خاک است. دامنه تغییرات کربن آلی از ۰/۰۶ تا ۲/۶۶ و میانگین آن ۰/۷۵ درصد است که نشان‌دهنده مقدار کم کربن آلی خاک منطقه است. میانگین نسبت جذب سطحی سدیم ۲/۹۷ و دامنه تغییرات آن از ۰/۳۴ تا۱۲ است. شایان ذکر است که در منطقه میزان درصد گچ صفر می‌باشد.

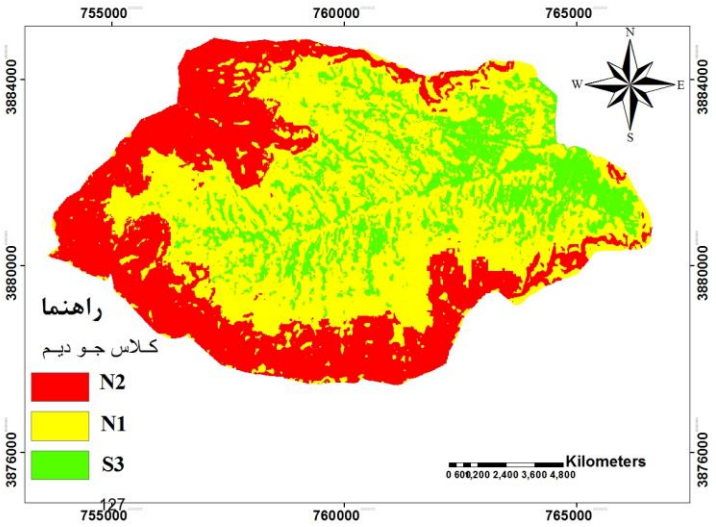
جدول ۲. پارامترهای آماری

پارامتر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین
هدایت الکتریکی	(ds/m)	۰/۰۲	۱/۵	۰/۴۴
سنگریزه	٪	۱	۶۴	۲۴/۷۲۶
آهک	٪	۰	۳۴	۱۷/۰۹
اسیدیته		۷	۸/۹۸	۸/۲۲
کربن آلی	٪	۰/۰۶	۲/۶	۰/۵۷
نسبت جذب سطحی سدیم	٪	۰/۳۴	۱۲	۲/۹۷

شرایط ژئومورفولوژیک منطقه مطالعاتی بر روی بسیاری از خصوصیات خاک از جمله عمق خاک، بافت خاک، ماده آلی، زهکشی، مقدار سنگریزه و مقدار آهک تجمع یافته در مقاطع خاک بیش‌ترین تأثیر را داشته است افق‌های مشخصه سطح‌الارضی اکریک و افق‌های زیر سطحی کمبیک و کلسیک وجه تمایز خاک‌های مورد مطالعه می‌باشند و از جمله فرایندهای بارز خاک‌سازی در این منطقه می‌توان به حرکت و آبشویی کربنات کلسیم در نیمرخ خاک و تجمع مواد آلی در افق‌های سطحی اشاره کرد. کلیه عوامل بالا باعث تمایز و تفکیک خاک‌ها منطقه گردیده است که آنها را می‌توان در دو رده طبقه بندی کرد که عبارتند از: انتی‌سولز و اینسپتی‌سولز. نتایج آنالیز حساسیت بر روی داده کمکی جهت پیش‌بینی شاخص تناسب اراضی جو دیم نشان داده که پارامترهای اجزاء واحد اراضی، شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا (MrVBF) شاخص بالای پشته با درجه تفکیک بالا (MRRTF) فاصله عمودی تاکانال (vdcn) شیب، فاکتور (LS) ارتفاع و باند ۵ بیش‌ترین تأثیر را در برآورد شاخص اراضی جو داشتند. نقشه سنتی و رقومی کلاس تناسب اراضی جو در شکل‌های (۲ و ۳) نشان داده شده است. باتوجه به این نقشه‌ها تقریباً از کل مساحت منطقه حدود ۳۵/۶۱ درصد آن کلاس N2 و ۳۷/۶۱ درصد نیزکلاس N1 و ۲۶/۷۸ درصد نیز کلاس S3 می‌باشد. درکل منطقه مورد مطالعه به علت محدودیت‌های اقلیم (خصوصا از نظر بارندگی) شیب زیاد، مقدار سنگریزه و pH بالا دارای تناسب کم تا نامناسب برای زراعت جو می‌باشد. جهت اصلاح و بهبود کلاس‌های تناسب اراضی در منطه عملیات اصلاح اراضی همچون اصلاح pH خاک توسط گوگرد، اصلاح شیب زیاد خاک توسط تراس‌بندی، تسطیح خاک، جمع‌آوری سنگریزه و رفع محدودیت اقلیم (بارندگی) از طریق عوض کردن تیپ بهره‌وری و کاشت نوع آبی محصولات موردنظر پیشنهاد می‌شود.



شکل ۲. نقشه سنتی کلاس تناسب اراضی جو



شکل ۳. نقشه رقومی کلاس تناسب اراضی جو

نتایج شاخص کاپا نشان داد که نقشه رقومی برای جو با ۰/۵۹ دارای دقت بالاتری در مقایسه با نقشه سنتی با مقدار ۰/۴۳می‌باشد. شاخص کاپا میزان توافق حاصل از مقایسه دقت طبقه‌بندی نقشه مشاهده شده نسبت به دقت مورد انتظار از نقشه تهیه شده را نشان می‌دهد. در جدول (۳) سطح دقت طبقه‌بندی بر اساس شاخص کاپا نشان داده شده است (Silva و همکاران ۲۰۱۵) شاخص کاپا زمانی که عملیات طبقه‌بندی کاملا موفقیت‌آمیز باشد برابر با یک خواهند و زمانی که کاملا وابسته به شانس باشد عدد صفر را نشان می‌دهند. (Pahlavan-Rad و همکاران۲۰۱۸) جهت پیش‌بینی بافت خاک و pH در دشت‌های سیلابی استان سیستان و بلوچستان از مدل جنگل تصادفی و داده های کمکی استفاده کردند که نتایج نشان داد فاصله تا رودخانه، شبکه کانال، ارتفاع، عمق دره، فاکتور LS، شاخص شوری نرمال شده، شاخص روشنایی و فاصله عمودی تا شبکه کانال مهمترین متغییرهای کمکی بودند

جدول ۳ سطح دقت طبقه‌بندی برای شاخص کاپا

سطح موفقیت	شاخص کاپا
عدم موفقیت	شاخص کاپا < ۰
خیلی ضعیف	۰ < شاخص کاپا = ۰/۱۹
ضعیف	۰/۲ < شاخص کاپا = ۰/۳۹
متوسط	۰/۴ < شاخص کاپا = ۰/۵۹
خوب	۰/۶ <شاخص کاپا = ۰/۷۹
عالی	۰/۸ <شاخص کاپا= ۱

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که شرایط ژئومورفولوژیک منطقه مطالعاتی بر روی بسیاری از خصوصیات تأثیر داشته متعاقبا کلاس شاخص تناسب اراضی را نیز تحت تاثیر قرار داده است به طوری که درکل منطقه مورد مطالعه به علت محدودیت‌های اقلیم (خصوصا از نظر بارندگی) شیب زیاد، مقدار سنگریزه و pH بالا دارای تناسب کم تا نامناسب برای زراعت جو می‌باشد. و جهت اصلاح و بهبود کلاس‌های تناسب اراضی عملیات اصلاح اراضی توصیه می‌شود. همچنین نتایج شاخص کاپا نشان داد که نقشه تناسب اراضی به روش رقومی برای جو دارای دقت بیشتری در مقایسه با نقشه سنتی تناسب اراضی می‌باشد.

منابع

صالحی، م .ح و خادمی، ح. ۱۳۷۸ . مبانی نقشه‌برداری خاک. انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان،۲۱۰.

گیوی، ج. ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی. موسسه تحقیقات آب و خاک، ۱۱۸، ۱۰۱۵-۹۸.

تقی زاده، ر. ۱۳۹۵ . مباحث نوین در علوم خاک (پدومتری). انتشارات دانشگاه اردکان،۳۱۱.

FAO, 1991. Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture. FAO Soils, 221pp.

Groenemans, R., Kerre, E., De Cooman, G., & Van Ranst, E. 1997. Fuzzy database model based on quasi-order relations. Journal of Intelligent Information Systems, 8(3), 227-243.

McBratney, A.B., Santos, M.L.M., and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. Geoderma, 117, 3-52.

Pahlavan-Rad, M.R., Akbarimoghaddam, A. 2018. Spatial variability of soil texture fractions and pH in a flood plain (case study from eastern Iran). Catena, 160, 275–281.

Silva, A.F.D., A.P. Barbosa. C.R.L. Zimback. P.M.B. Landim. and A. Soares. 2015. Estimation of croplands using indicator kriging and fuzzy classification. Computers and Electronics in Agriculture, 111, 1-11.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Comparison of digital and traditional mapping of Land suitability class of Barley

Rasouli[*1], L., Nabiollahi[2], K., Taghizadeh-Mehrjardi, R.[3]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Kurdistan, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science and Engineering Department, Faculty of Agriculture University of Kurdistan, Iran
[3] Assistant Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resource, Ardakan University , Iran

Abstract

Land suitability map can determine the most suitable land unit for plant cultivation according to land characteristics. The aim of this study was to map the land suitability class of barely using two methods of digital and traditional and their comparison. The study area is located in Ghorveh area. land unit component map was prepared by Mahler's method then based on it 17 reprehensive profiles were dug, and sampled. 105 auger samples were taken at three depths (0-20, 20-50 and 50-100 cm. traditional map of the land suitability class was prepared based on the map of land unit component., the land suitability map of barley using a digital mapping technique and random forest model was prepared and its accuracy was compared with the traditional map through the Kappa index. The results showed that the area has about 35.61% N2 class, 37.61% N1 class and 26.78% S3 class. The main limitations of the region for barely cultivation are mainly climates, topography, gravel and pH. The results of Kappa index showed that the digital map of the land suitability class with the Kappa index of 0.59 was more accurate than the traditional map of land suitability class with Kappa index 0.43.

Keywords: Land unit component, Landsat, terrain attribute, random forest.

[*] Corresponding author, Email: leila.rasouly71@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

طبقه‌بندی تناسب اراضی برای محصولات مهم زراعی(منطقه دهلران، استان ایلام)

جعفر علی اولاد [۱*]، امیر میرزایی [۲]، ایوب پیرانی [۳] و رضا دارایی [۴]

[۱] بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران

[۲] بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران

[۳] بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران

[۴] بخش تحقیقات منابع طبیعی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران

چکیده

امروزه با توجه به منابع محدودی که برای تولید محصول در اختیار بشر است، استفاده بهینه از اراضی، ضرورتی انکارناپذیر است. به منظور تعیین تناسب بهینه اراضی دشت عباس (دهلران) با وسعتی حدود ۲۰۰۰۰ هکتار، این مطالعه انجام شد. گیاهان عمده زراعی عمدتاً گندم، ذرت و جو است. جمع‌آوری و پردازش اطلاعات لازم درباره مشخصات اراضی انجام و سپس نیازهای نباتات مورد مطالعه از جداول ویژه، ضمن تطابق با منطقه استخراج شد. با توجه به ارزیابی اقلیمی، اقلیم منطقه برای کشت گندم نسبتاً مناسب (S2) و برای کشت ذرت تناسب بحرانی (S3) می‌باشد. نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد که قسمت اعظم منطقه برای کشت گندم و ذرت دارای کلاس تناسب S2 بوده و در نهایت کلاس کلی زمین برای گندم S2 و برای ذرت S3 بدست آمد.

کلمات کلیدی: تناسب اراضی، محصولات مهم زراعی، اقلیم، ایلام.

مقدمه

امروزه به علت رشد روزافزون جمعیت و از بین رفتن تدریجی منابع در دسترس بشر، نیاز بیشتری به استفاده بهینه از اراضی احساس می‌شود. در ارزیابی اراضی، دو جنبه مهم زمین مورد بررسی قرار می‌گیرد: جنبه فیزیکی: شامل خاک، پستی و بلندی و اقلیم و جنبه اجتماعی-اقتصادی است (۱و۴). ارزیابی تناسب اراضی برای نباتات خاص، توسط فائو پیشنهاد شده است که با استفاده از آن، تناسب اراضی برای بهره‌وریهای خاص تعیین می‌شود. سپس براساس روابط بدست آمده و تخمین میزان نهاده‌ها (Inputs) و ستانده‌ها (Outputs) می‌توان به نوع استفاده مناسب از زمین پی‌برد (۱). مطالعه حاضر به همین منظور برای پی‌بردن به تناسب اراضی منطقه دهلران (دشت عباس)، مشخص نمودن الگوی صحیح کشت و استفاده بهینه و پایدار از اراضی انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در جنوب دهلران و بین ۴۷ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. این منطقه از شمال به سیاه‌کوه، از جنوب به ارتفاعات سگوند، از شرق به دشت اوان و از غرب به موسیان محدود است. اطلاعات اقلیمی شامل درجه حرارت، تابش نور خورشید، درصد رطوبت نسبی، مقدار بارندگی و طول روز بوده که برای ماههای مختلف به تفکیک تهیه گردید. اطلاعات خاکی مورد نیاز جهت ارزیابی اراضی عبارتند از :پستی و بلندی، خیس بودن خاک، خصوصیات حاصلخیزی، خصوصیات شوری و قلیاییت خاک. در مرحله بعد لازم است شرایط مطلوب خاکی و اقلیمی رشد هر گیاه مشخص شده و اثر هر پارامتر در کاهش عملکرد تعیین شود (۳و۴). به عبارت دیگر برای تعیین کلاس اراضی، مشخصات اراضی با نیازهای نباتاتی که قرار است کاشته شوند مقایسه می‌شود. به این منظور از روشهای زیر استفاده می‌شود:

۱- روش محدودیت حداکثر یا ساده ۲- روش محدودیت که در آن تعداد و میزان محدودیتها منظور می‌شود و ۳- روش پارامتریک (۱و۲).

نتایج و بحث:

* ایمیل نویسنده مسئول: jafaraliolad@yahoo.com

با استفاده از اطلاعات اقلیمی دشت عباس (دهلران) اقدام به تعیین کلاس اقلیمی با روشهای محدودیت ساده، تعداد و میزان محدودیت و روش پارامتریک گردید که بر این اساس دوره رشد منطقه از ۱۳ آذر (برابر ۴ دسامبر) شروع و دوره رشد ۱۴ اسفندماه (برابر ۵ مارس) خاتمه می‌یابد.

t=integ [(R1-E1/2)*30)] / (R1-R2+E2/2-E1/2) = (26-90)*30/ (26-43.3+40.5-90 = 28.5

شروع دوره رشد=۱۳آذر=۴ دسامبر

t=(85-63)*30/(85.1-64.1+91.5-63)=13.5

انتهای دوره بارندگی= ۲۸ بهمن ماه

برای محاسبه پایان دوره رشد باید تعداد روزهایی که در طول آنها ۱۰۰ میلیمتر از آب خاک تبخیر می‌شود، به پایان دوره بارندگی اضافه نمود.

پایان دوره رشد= ۱۴ اسفندماه (برابر ۵ مارس)

با توجه به ارزیابی اقلیمی، اقلیم منطقه برای کاشت گندم و ذرت دارای تناسب S2 یا نسبتاً مناسب و برای ذرت دارای تناسب بحرانی یا S3 است. جداول مربوط به تعیین سطح، کلاس و درجه محدودیت اقلیم برای کشت گندم، جو و ذرت آورده شده است (جدول ۱). همچنین با توجه به مطالعات صحرایی و مطالعات خاکشناسی که قبلاً انجام شده است، هفت سری خاک تحت عناوین بنت القدس، سعد، اسد، امامزاده عباس، فجر، گره زد و سگوند جدا شد. با توجه به این مطالعات مشخص شد که واحد دشتهای مرتفع، اغلب دارای شیب و پستی و بلندی و فرسایش آبی متوسط تا زیاد است که سری خاکهای گره‌زد دارای چنین مشخصاتی است. مخروطه افکنه‌های پیوسته، دارای شیب و پستی و بلندی و فرسایش آبی کم تا متوسط بوده و سری سگوند جزء این اراضی است. اراضی پست که دارای شیب ملایم و بدون پستی و بلندی است، شامل سری بنت القدس می‌شود. دشتهای آبرفتی دامنه‌ای دارای مشخصات شیب ملایم و بدون پستی و بلندی یا پستی و بلندی کم می‌باشد. سری خاکهای سعد، امامزاده عباس و اسد جزء این دشتها محسوب می‌شوند.

خاک سری بنت القدس برای کشت گندم آبی در کلاس S2، برای کشت گندم دیم در کلاس S2 کلاس کلی زمین برای گندم آبی در کلاس S2 و برای گندم دیم در کلاس S3 قرار می‌گیرد. خاک سری سعد، گرده‌زد و امامزاده عباس برای کشت گندم آبی و دیم در کلاس S2 و کلاس کلی زمین در کلاس S2 قرار می‌گیرد. خاک سری اسد برای کشت گندم آبی و دیم در کلاس S3 و کلاس کلی زمین نیز در کلاس S3 قرار می‌گیرد. خاک سری فجر و سگوند برای کشت گندم آبی در کلاس S1، برای گندم دیم در کلاس S3 و کلاس کلی زمین برای گندم آبی در کلاس S2 و برای گندم دیم در کلاس S3 قرار می‌گیرد. برای کشت ذرت خاک سری‌های فجر و سگوند در کلاس S1، خاک سری‌های سعد، امامزاده عباس و گرده‌زد در کلاس S2 و سری اسد در کلاس S3 قرار می‌گیرد. کلاس کلی زمین برای کشت ذرت نامناسب S3 است.

جدول شماره ۱- تعیین سطح، کلاس و درجه محدودیت اقلیم برای کشت ذرت

خصوصیات اقلیمی	اطلاعات اقلیمی	سطح محدودیت	حداکثر محدودیت	درجه محدودیت
میانگین درجه حرارت سیکل رشد	۲۷/۶	۱	S1	۹۰
میانگین درجه حرارت حداقل فصل رشد	۲۰/۱	۱	S1	۹۱
رطوبت نسبی ماه دوم	۳۲/۵	۳	S3	۵۰
رطوبت نسبی مرحله بلوغ	۵۹	۱	S1	۹۱
n / N مرحله توسعه رشد	۰/۸۲	۲	S2	۷۰
n / N مرحله بلوغ	۰/۷۲	۰	S1	۱۰۰
تناسب نهایی	-	-	S3	-

تناسب بحرانی

خصوصیات زمین و خاک:

اطلاعات مربوط به زمین:

مشخصات پروفیل شماره یک: سری خاک Bentolghodos ، طبقه‌بندی خاک بروش آمریکایی (Soil Taxonomy): Fine mixed Hyperthermic haplocalcids، فیزیوگرافی: Piedmont plain ، شیب:B_b (شیب کلی و جانی ٪ حداکثر کلاس: III، کاربری فعلی اراضی: مرتع و غلات

جدول شماره ۲- خصوصیات مورفولوژیکی خاک سری Bentolghodos

افق	عمق(سانتیمتر)	رنگ مرطوب	بافت	ساختمان	ثبات (Consistency)
A_p	۰-۱۵	7.5YR4/4	C	1Ccolm	Firm
B_{k1}	۱۵-۴۰	7.5YR4/4	C	2Ccolm	Very firm
B_{k2}	۴۰-۸۰	7.5YR4/4	C	Week Cubic	Very firm
B_{k3}	۸۰-۱۱۰	7.5YR4/4	C	Week Cubic - Massive	Very firm

جدول شماره ۳- نتایج تجزیه آزمایشگاهی خاک سری Bentolghodos

افق	عمق (cm)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	درصد رطوبت در حالت اشباع	Ec (ds/m)	PH	% OC	آهک ٪
A_p	۰-۱۵	۲۲	۲۸	۵۰	۵۹	۱/۹	۷/۹	۰/۳۵	۳۳
B_{k1}	۱۵-۴۰	۵۴	۲۷	۱۹	۶۹	۴/۵	۷/۹	۰/۱۸	۳۲
B_{k2}	۴۰-۸۰	۵۳	۲۰	۲۷	۷۵	۱۵/۷	۷/۷	۰/۱۸	۲۸
B_{k3}	۸۰-۱۱۰	-	-	-	-	۲۰	۸	۰/۱۳	۲۶

جدول شماره ۴- تعیین شدت، کلاس و محدودیت زمین وخاک سری Bentolghodos برای کشت گندم دیم

مشخصات زمین و خاک	اطلاعات مربوطه	شدت محدودیت	کلاس محدودیت	درجه محدودیت
شیب	شیب اصلی و فرعی ۲	۱	S_1	۸۵
سیلگیری	Fo	۰	S_1	۱۰۰
زهکشی	W. D. (Well Drainage)	۰	S_1	۱۰۰
عمق سفره آب زیرزمینی	بیش از ۳ متر	۰	S_1	۱۰۰
بافت/ ساختمان	Loam/ Massive	۱	S_1	۹۰
فاصله اجزا سنگی با قطر بیش از ۲۵ سانتیمتر	>۳۰m	۰	S_1	۱۰۰
- درصد حجمی اجزا درشت با قطر ۲mm -۲۵ cm	۵ ٪	۱	S_1	۹۴
عمق خاک (cm)	۱۱۰	۰	S_1	۱۰۰
درصد کربنات کلسیم	۳۰	۱	S_1	۸۹
pH	۷/۹	۱	S_1	۹۲/۵
٪ کربن آلی	۰/۲	۳	S_3	۶۰
شوری خاکds/m	۸/۷۱	۲	S_2	۸۱

کلاس اقلیم: S_2

کلاس زمین و خاک:S_3

کلاس کلی زمین:S_3

زیر کلاس زمین در حال حاضر:S_{3f}

کلاس زمین پس از اصلاح:S_{2C}

روش ریشه دوم (Square root method):

درجه اقلیمی=۶۰

$LI=۶۰\times (۸۵/۱۰۰\times۹۰/۱۰۰\times۹۴/۱۰۰\times۸۹/۱۰۰\times۹۳/۵/۱۰۰\times۸۱/۱۰۰\times۸۰/۱۰۰)^{۱/۲}=۳۷$

کلاس تناسب زمین= S_3 (تناسب بحرانی)

زیر کلاس زمین در حال حاضر= S_{3f}

کلاس زمین پس از اصلاح= S_{2C}

جدول شماره ۵- تعیین شدت، کلاس و محدودیت زمین وخاک سریBentolghodos برای کشت گندم آبی

مشخصات زمین و خاک	اطلاعات مربوطه	شدت محدودیت	کلاس محدودیت	درجه محدودیت
شیب	شیب اصلی ۲ شیب فرعی ۲	۱	S_1	۸۵
سیلگیری	Fo	۰	S_1	۱۰۰
زهکشی	W. D. (Well Drainage)	۰	S_1	۱۰۰
عمق سفره آب زیرزمینی	بیش از ۳ متر	۰	S_1	۱۰۰
بافت/ ساختمان	Loam/ Massive	۱	S_1	۹۰
فاصله اجزا سنگی با قطر بیش از ۲۵ سانتیمتر	>۳۰m	۰	S_1	۱۰۰
- درصد حجمی اجزا درشت با قطر ۲mm -۲۵ cm	٪۵	۱	S_1	۹۴
عمق خاک (cm)	۱۱۰	۰	S_1	۱۰۰
درصد کربنات کلسیم	۳۰	۱	S_1	۸۹
pH	۷/۹	۱	S_1	۹۲/۵
شوری خاکds/m	۸/۷۱	۲	S_2	۸۱

کلاس اقلیم: S_2

کلاس زمین و خاک: S_2

کلاس کلی زمین: S_2

کلاس زمین پس از اصلاح: S_{2C}

درجه محدودیت، روش ریشه دوم (Square root method):

درجه اقلیمی: $LI=۷۲/۵\times (۸۵/۱۰۰\times۹۰/۱۰۰\times۹۴/۱۰۰\times۸۹/۱۰۰\times۹۳/۵/۱۰۰)^{۱/۲}=۷۲/۵\times ۳۷$

کلاس تناسب زمین= S_2

جدول شماره ۶- تعیین شدت، کلاس و محدودیت زمین وخاک سریBentolghodos برای کشت ذرت

مشخصات زمین و خاک	اطلاعات مربوطه	شدت محدودیت	کلاس محدودیت	درجه محدودیت
شیب	شیب اصلی ۲ شیب فرعی ۲	۱	S_1	۸۵
سیلگیری	Fo	۰	S_1	۱۰۰
زهکشی	(Well Drainage)W. D.	۰	S_1	۱۰۰
عمق سفره آب زیرزمینی	بیش از ۳ متر	۰	S_1	۱۰۰
بافت/ ساختمان	Loam/ Massive	۱	S_1	۹۰
فاصله اجزا سنگی با قطر بیش از ۲۵ سانتیمتر	>۳۰m	۰	S_1	۱۰۰
- درصد حجمی اجزا درشت با قطر ۲ mm-۲۵ cm	٪ ۵	۱	S_1	۹۴
عمق خاک (cm)	۱۱۰	۰	S_1	۱۰۰
درصد کربنات کلسیم	۳۰	۱	S_1	۸۸
pH	۷/۹	۱	S_1	۸۷
شوری خاک ds/m	۸/۷۱	۲	S_2	۸۱

شدت محدودیت: یک سطح محدودیت متوسط=S_2

کلاس محدودیت: بیشترین محدودیت= S_2

کلاس کلی زمین = S_2

زیر کلاس زمین در حال حاضر= S_2cn

کلاس زمین پس ازاصلاح= S_1

روش ریشه دوم:

درجه اقلیمی: ۶۳/۵

$$LI=۶۳/۵\times (۸۵/۱۰۰\times۹۰/۱۰۰\times۹۴/۱۰۰\times۸۸/۱۰۰\times۸۷/۱۰۰\times۸۱/۱۰۰)^{۱/۲}=۴۲$$

کلاس تناسب زمین: S3

کلاس زمین در حال حاضر: S3

نتیجه گیری:

با توجه به ارزیابی اقلیمی، اقلیم منطقه برای کشت گندم نسبتاً مناسب (S2) و برای کشت ذرت تناسب بحرانی (S3) می‌باشد. نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد که قسمت اعظم منطقه برای کشت گندم و ذرت دارای کلاس تناسب S2 بوده و در نهایت کلاس کلی زمین برای گندم S2 و برای ذرتS3 بدست آمد.

منابع

ایزدپناه، ب. و خ. رامشنی. ۱۳۵۷. مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دشتهای کرخه سفلی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۵۵۴.

گیوی، ج. ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۱۰۱۵.

گیوی، ج. ۱۳۷۸. ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی و تعیین پتانسیل تولید اراضی برای محصولات عمده منطقه فلاورجان اصفهان. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک. صفحه ۴۳.

FAO. 1985. Guidelines land evaluation for irrigated agriculture. FAO soil bulletin no 55, 231 pp.

Sys, C., E. Van Ranst and J. Debaveye. 1991. Land evaluation. part I, II, International training center for post graduate soil scientists, Ghent University Ghent, 679pp.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Land suitability classification for important crop products (Dehloran, Ilam province)

Jafar aliolad[*1],amir mirzaei[2], ayoob piran i [3] and reza daraei[4]

Master of Science Research Center Of Agricultural &Natural Resources ,ILAM Province, Master of Science Research Center Of Agricultural &Natural Resources ,ILAM Province, bachelor of Science Research Center Of Agricultural &Natural Resources ,ILAM Province, bachelor of Science Research Center Of Agricultural &Natural Resources ,ILAM Province.

Abstract

Today, given the limited resources available to human beings, optimal use of land is indispensable. This study was conducted to determine the optimal land suitability of Abbas (Dehloran) Plain with an area of about 20,000 hectares. Major crop cultivars are wheat, corn and barley. Collecting and processing of information about the land characteristics and then the needs of the plants studied were extracted from special tables, in accordance with the region. Regarding climate assessment, the region's climate is relatively suitable for sowing wheat (S2) and for critical corn (S3) cultivation. The results of qualitative evaluation of land suitability of the study area show that the majority of the area for cultivating wheat and corn had a S2 class and finally the total ground area was obtained for wheat S2 and for maize S3.

Keywords: Land suitability, important crop products, climate, Ilam.

[*] Corresponding author, Email: jafaraliolad@yahoo.com

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

تهیه نقشه رقومی خاک با استفاده از روش ژئوپدولوژی در بخشی از اراضی پایاب سد خداآفرین، استان اردبیل

علی اکبر اصیلیان [۱*]، محمود رستمی نیا [۲]، مسعود بازگیر [۲] و اصغر رحمانی [۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب و خاک، دانشگاه ایلام

[۲] استادیار گروه مهندسی آب و خاک، دانشگاه ایلام

[۳] دانشجوی دکتری مدیریت منابع خاک، دانشگاه تهران

چکیده

نحوه چگونگی توزیع جغرافیای خاک‌ها در سطوح مختلف ژئومورفیک و درک این ارتباط یکی از موارد مهم در نقشه‌برداری خاک و تهیه نقشه پراکنش مکانی خاک‌ها محسوب می‌گردد. در این پژوهش با استفاده از روابط مبتنی بر خاک - ژئومورفولوژی اقدام به تهیه نقشه رقومی خاک گردیده شد. از نقشه‌ی توپوگرافی با مقیاس۱:۵۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای گوگل با قدرت تفکیک مکانی ۱/۸مترمربع برای نقشه ژئوفرم استفاده گردید. تعداد ۹۰۰ نقطه مشاهداتی بر روی نقشه واحدهای ژئوفرم منطقه مشخص گردید. رده‌بندی کلیه خاکرخ‌ها بر اساس رده‌بندی خاک آمریکایی تا سطح سری صورت پذیرفت در نهایت نقشه واحدهای ژئوفرم منطقه با ۲۷ واحد نهایی گردید. واحد ژئوفرم PL13 با ۴۲۹۲ هکتار و دو واحد PL18 وPL17 با مجموع ۳۴ هکتار بیشترین و کمترین مساحت منطقه را شامل می‌شوند. سپس با تلفیق لایه اطلاعات خاک و ژئومورفولوژی بر مبنای الگوریتم طبقه-بندی حداکثر احتمال، نقشه نهایی خاک‌های منطقه بر اساس ژئوپدولوژی تهیه گردید. بیشترین و کمترین مساحت واحدهای نقشه خاک مربوط به دو سری C و A بود که بترتیب ۴۸ و ۰/۵ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده اند. نتایج حاصل از صحت کلی برای ارزیابی نقشه سری خاک‌های تهیه شده ۴۱ درصد حاصل گردید. بطورکلی روش ژئوپدولوژی یک ارتباط منطقی را در مورد نقش فرآیندهای ژئومورفویک در تشکیل و پیدایش خاک‌ها در سطوح مختلف سیمای اراضی ارائه می‌نماید، همچنین امکان تهیه نقشه پراکنش مکانی خاک را با دقت قابل توجه، ضمن کاهش در زمان و میزان هزینه مطالعات خاکشناسی را مقدور می‌سازد.

کلمات کلیدی: مطالعات خاکشناسی، خلوص واحدهای نقشه، خاک- ژئومورفولوژی، نقشه واحدهای ژئوفرم.

مقدمه

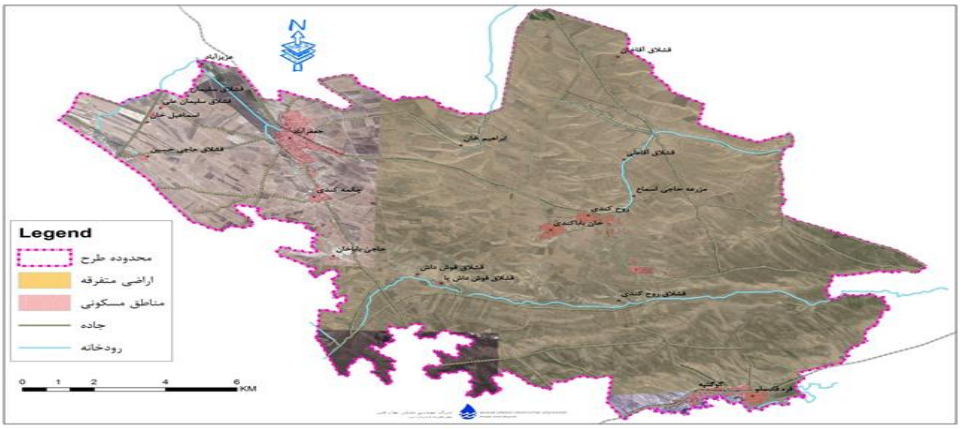
مطالعات خاکشناسی به عنوان پایه‌ای برای انجام مطالعات مربوط به بهره‌برداری بهینه از منابع زمینی ازجمله کشاورزی، منابع طبیعی، برنامه‌ریزی شهری و محیط زیست، مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به اهمیت این مطالعات که مکملی برای سایر علوم مرتبط با خاک می‌باشد، تهیه نقشه‌ای جامع و همگن که در عین حال با هزینه پایینی تهیه شده باشد از اهمیت زیادی برخوردار است (Zinck و همکاران ۲۰۱۶). در انتهای قرن بیستم روش‌های متعددی برای مطالعه و تهیه نقشه خاک مورد استفاده قرار می‌گرفت که یکی از این روش‌ها ژئوپدولوژی می‌باشد که توسط (Zinck,1998) ارائه گردید. این روش بر مطالعه ارتباط بین ژئومورفولوژی و متغیرهای خاک که در تعامل با محیط فیزیکی اطراف تأکید دارد (Zinck, 2012). روش ژئوپدولوژی می‌تواند مطالعات خاکشناسی را تسهیل نماید و تصویر دقیقی از پراکنش خاک‌های یک منطقه را با هزینه معقول ارائه نماید (Rossiter, 2000). این روش با تلفیق اطلاعات خاک و ژئومورفولوژی به تجزیه و تحلیل ارتباط خاک و زمین‌نما و به ارائه نقشه رخداد خاک‌ها در بخش‌های مختلف زمین‌نما می‌پردازد (Zinck و همکاران ۲۰۱۶). در روش ژئوپدولوژیک موقعیت خاک‌ها بر روی شیب که بر خواص شیمیایی، حاصلخیزی و در نتیجه مدیریت آن‌ها نقش اساسی دارد، به عنوان مهم‌ترین فاکتور مؤثر در تفکیک واحدهای خاک مورد توجه قرار می‌گیرد. همچنین در این روش نقش توأم فرآیندهای پدولوژیک و ریخت‌شناسی که در پیدایش، توزیع، نقشه‌برداری و رده‌بندی، توان تولیدی و مدیریت خاک‌ها مؤثرند، در تفکیک واحدهای نقشه و افزایش درجه خلوص آن‌ها از طریق تجزیه و تحلیل فرآیندهای پدولوژیک بسیار زیاد است (Zinck, 1988). در مطالعه‌ای فرج نیا و یاراحمدی (۱۳۹۴)، کارایی روش ژئوپدولوژی در مقایسه با روش فیزیوگرافی را مورد بررسی قرار دادند. هدف از این تحقیق به کارگیری روش ژئوپدولوژی در تهیه نقشه خاک دشت هرزندات مرند در استان آذربایجان شرقی و مقایسه آن با نقشه خاکی بود که قبلاً با روش فیزیوگرافی تهیه شده بود. تعیین حدود و ترکیب واحدهای نقشه‌ی خاک در روش فیزیوگرافی درنظرگرفته نشده و تعیین حدود واحدها و مرزبندی‌های نقشه عاری ازجنبه‌های آماری است. اما در روش ژئوپدولوژی مرزبندی واحدهای تفکیکی با واقعیت زمین انطباق بیشتری دارد. بنابراین کارایی این روش به مراتب از روش فیزیوگرافی بیشتر بوده و توصیه می‌شود که در تهیه نقشه خاک روش ژئوپدولوژی جایگزین روش فیزیوگرافی شود. موسوی و همکاران (۲۰۱۷) به

* ایمیل نویسنده مسئول: asil1345@gmail.com

مطالعه ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم آبی با استفاده از روش ژئوپدولوژی و سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند. نتایج نشان داد که استفاده از روش ژئوپدولوژی در مطالعات تهیه نقشه خاک موجب افزایش دقت در جداسازی واحدهای خاک می‌گردد . همچنین با توجه به اینکه این روش دارای یک ساختار سلسله مراتبی می‌باشد قادر به توجیه بهتر ارتباط خاک‌های تشکیل شده در هر یک از واحدهای ژئومورفیک می‌باشد. هدف از پژوهش حاضر بررسی کاربرد و دقت روش ژئوپدولوژی در تهیه نقشه رقومی خاک بخشی از اراضی واقع در منطقه خداآفرین استان اردبیل می‌باشد.

مواد و روش ها

اراضی پایاب سد خداآفرین در استان اردبیل، در شمال غربی ایران و در شمال استان اردبیل واقع گردیده است. اراضی مورد نظر در انتهای کانال خداآفرین در محدوده شهرستان بیله سوار، در تراس فوقانی دشت مغان و جنوب شبکه آبیاری موجود مغان واقع گردیده است. این محدوده با وسعتی حدود ۲۲۲۶۴ هکتار از نظر موقعیت بین طول‌های جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و عرض‌های ۳۹ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی قرار دارد (شکل ۱). کاربری غالب اراضی منطقه زراعت آبی و دیم می‌باشد. منطقه دارای بارندگی سالیانه ۳۲۰ میلی‌متر، متوسط دمای ۱۴/۹ سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی ۶۸ درصد می‌باشد. بر اساس نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک ایران (بنائی،۱۳۷۷) رژیم رطوبتی اردیک ضعیف و رژیم حرارتی ترمیک تعیین گردید. از نظر ژئومورفولوژی شامل سه واحد سیمای اراضی تپه، فلات و دشت می‌باشد.



شکل۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی تصویر ماهواره‌ای گوگل (۲۰۱۲)

ابتدا با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰، نقشه زمین‌شناسی منطقه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و طبق ساختار پیشنهادی روش ژئوپدولوژی (Zinck, 1988) اقدام به تفکیک و ترسیم واحدهای اولیه ژئومورفیک گردید. در نهایت، با رقومی کردن مرزهای ترسیم شده روی عکس، نقشه کاملی از اشکال اراضی منطقه مورد مطالعه حاصل گردید. موقعیت ۹۰۰ خاکرخ مشاهداتی بر روی نقشه ژئوفرم مشخص و پس از حفر، از کلیه افق‌های ژنتیکی خاکرخ‌ها نمونه‌برداری صورت پذیرفت. پس از هوا خشک نمودن نمونه‌های خاک برای انجام تجزیه‌های فیزیکی وشیمیایی لازم به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل گردید. پهاش گل اشباع با استفاده از پهاش متر، قابلیت هدایت الکتریکی خاک با استفاده از هدایت‌سنج الکتریکی خاک، بافت خاک به روش هیدورمتری (Gee and Bauder, 1986)، کربن آلی به روش اکسیداسون تر (Walkley and Black, 1934) ، کربنات کلسیم با روش تیتراسیون (Nelson, 1982)، گچ بوسیله روش نلسون و سومرز (Nelson, 1982) و ظرفیت تبادل کاتیونی با آمونیوم استات (Sumner and Miller, 1996) تعیین گردید.

در پایان براساس مشاهدات صحرایی و نتایج تجزیه آزمایشگاهی خاکرخ‌های مورد نظر تا سطح فامیل بر اساس سیستم رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) نهایی گردید. به منظور تهیه نقشه پیش‌بینی رقومی خاک از معادله ینی(۱۹۴۰) استفاده شد. از فاکتورهای تشکیل دهنده خاک نقشه ژئوفرم تهیه شده به عنوان یک لایه رقومی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی پارامترسازی شد. سپس با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال[1] از مجموعه

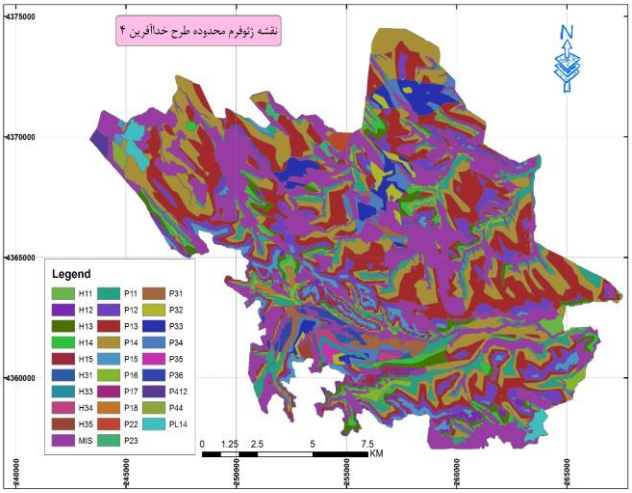
[1] - Maximum likelihood

طبقه‌بندی نظارت شده[1] از زیر بخش‌های آنالیز چند متغیره جعبه ابزار Arc GIS10.4.1 نقشه رقومی سری‌های خاک تهیه گردید و سپس نقشه به دست آمده را به فرمت چند ضلعی تبدیل نموده و حداکثر مساحت مجاز برای ارائه نقشه خاک در مقیاس مطالعه خاکشناسی نیمه تفصیلی ۱ به ۵۰۰۰۰ که برابر با ۱۰ هکتار بود لحاظ گردید و همچنین جهت کاهش میزان خطا در پیش‌بینی کلاس‌های خاک در ابتدا کلیه اراضی متفرقه از لایه-های ورودی جهت مدلسازی حذف گردیدند و بدون حضور این اراضی این طبقه‌بندی نهایی کلاس‌های خاگ انجام گردید.

نتایج و بحث

نقشه خاک

پس از تعیین موقعیت نقاط نمونه‌برداری و حفر خاکرخ‌ها، کلیه خاکرخ‌های مشاهداتی بر اساس سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی (۲۰۱۴) تا سطح سری خاک نام‌گذاری گردیدند. نقشه رقومی واحدهای ژئوفرم منطقه نیز با ۲۹ واحد نهایی گردید، که در این نقشه بیشترین مساحت مربوط به واحد ژئوفرم P13 با ۴۲۹۲ هکتار که شامل سیمای اراضی فلات با واحد زمین شناسی (رسوبات عهد حاضر) و واحد شکل اراضی دشت می‌باشد و کمترین مساحت مربوط به واحد ژئوفرم P17 و P18 با مساحت‌های تفکیک شده ۱۷ هکتار به ترتیب دارای سیمای اراضی فلات و واحد زمین‌شناسی رسوبات عهد حاضر و دو واحد شکل اراضی متفاوت به نام‌های آبراهه و یال‌های محلی می‌باشند. اراضی متفرقه به میزان ۵۶۹۷ هکتار شامل نواحی مسکونی، کانال‌های آبیاری، رسوبات بستر رودخانه‌ها و جاده‌ها دسترسی از کل مساحت مورد مطالعه را به خود اختصاص داده‌اند.

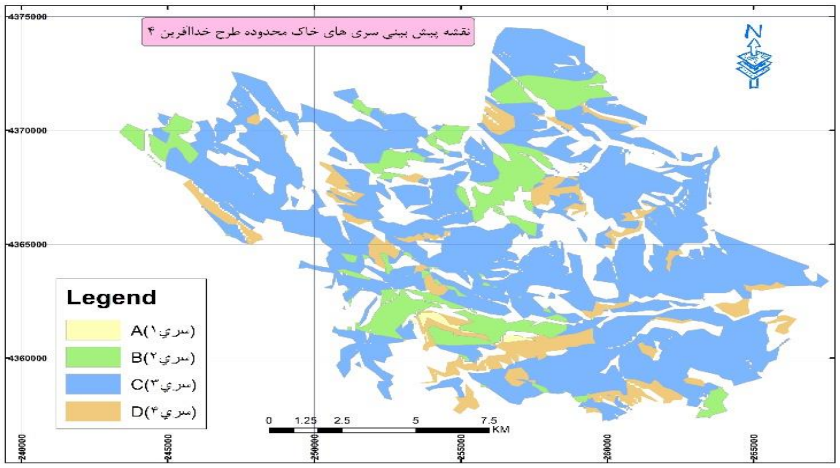


شکل ۲. نقشه واحدهای ژئوفرم منطقه مورد مطالعه

سری خاک A در واحد سیمای اراضی تپه با مساحت ۷۶ هکتار برابر ۰/۴۸درصد از اراضی مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. در سطح لیتولوژی در کلاس سه (کنگلومرا و ماسه سنگ) و در سطح لندفرم دارای لندفرم دره می‌باشد. در مجموع رخداد این سری خاک (A) در واحد ژئوفرم Hi34 مشاهده گردید. سری خاک C در واحدهای سیمای اراضی تپه و فلات با مساحت ۱۱۹۶۰هکتار برابر۵۴/۳۱ درصد از کل اراضی در این سری قرار دارند. در سطح لیتولوژی در کلاس یک (رسوبات کواترنری) با مساحت۱۱۹۲۶هکتار و ۹۹/۷۲درصد، کلاس دو (کنگلومرا-ماسه سنگ) با مساحت ۳۴هکتار با۰/۲۸درصد از اراضی سری خاک (C) در بر می‌گیرند. در سطح لندفرم بترتیب دارای لندفرم‌های شیب‌های فوقانی، زهکش‌های اراضی مرتفع، شیب باز، دشت، دره، زهکش‌های شیب میانی و یال‌های محلی می‌باشد. در مجموع این سری خاک دارای ۸ واحد ژئوفرم (Hi35)، (P11)، (P12)، (P13)، (P14)، (Pi15)، (P16)، (P17) می‌باشد. بترتیب بیشترین و کمترین میزان پراکنش این سری خاک بر روی واحد ژئوفرم (P13) با مساحت ۴۲۹۲ هکتار و ۳۵/۸۹ درصد و ژئوفرم (P17) با مساحت ۱۷و ۰/۱۴ درصد مساحت واحد سری C را به خود اختصاص داده است. نتایج این پژوهش نشان داد بطور کلی سه روند متفاوت در توصیف ارتباط با رخداد خاک‌های مورد مطالعه و واحدهای ژئوفرم مورد نظر وجود دارد.

1 -Supervise Classification

روند نخست شامل واحدهای ژئوفرمی می‌باشد که تنها یک کلاس خاک در آن‌ها وجود دارد، که این روند مربوط به واحد ژئوفرم Hi34 که در واحد سیمای اراضی تپه، واحد سنگ‌شناسی (مواد مادری) ماسه سنگ و کنگلومرا و لندفرم دره قرار دارد و دارای رده‌بندی Fine-loamy, mixed, active, thermic, Xeric Haplocalcids و مربوط به سری خاک A می‌باشد. این رخداد می‌تواند بیانگر این باشد که روند تغییرات خاکسازی و ژئومورفولوژیک در این واحد بصورت همزمان و همسو رخ داده است که در نهایت منجر به تشکیل یک نوع خاک بر روی این واحد ژئوفرم گردیده است. بنابراین درصورت حاکم بودن این شرایط در روابط خاک-ژئومورفولوژی ژئوفرم‌های مشابه دارای خاک‌های یکسان می‌باشند (موسوی و همکاران،۱۳۹۲). روند دوم تغییرات کلاس‌های خاک با واحدهای ژئوفرم بیانگر شرایطی می‌باشد که در یک واحد ژئوفرم ما شاهد بیش از یک نوع خاک می‌باشیم. واحد ژئوفرم P17 در سری خاک C در واحد سیمای اراضی فلات، واحد زمین شناسی رسوبات عهد حاضر و لندفرم یال محلی قرار دارد. علیجانی و سرمدیان (۲۰۱۳) بیان نمودند که خاک‌های موجود در یک ژئوفرم آن‌هایی هستند که از نظر سیمای‌اراضی، پستی و بلندی، ماده مادری و لندفرم یکی هستند و تفاوت بین خاک‌های موجود در یک ژئوفرم می‌تواند ناشی از نوع و موقعیت شیب و نوع کاربری اراضی یا پوشش گیاهی به عنوان یکی از فاکتورهای تشکیل دهنده و متمایز کننده خاک باشد. روند سوم تغییرات شامل آن دسته از کلاس‌های سری خاک می‌باشد که واحدهای ژئوفرم متفاوت دارای یک کلاس سری خاک می‌باشند. واحدهای ژئوفرم Hi11,H12,Hi13,Hi14,H15,Hi31 وHi33 دارای کلاس سری خاک D، واحدهای ژئوفرم Hi35,P11,P12,P13,P14,P15 و P16 دارای کلاس سری خاک C و واحدهای ژئوفرم P44، P42، P36، P35، P34، P33، P32، P32، P31، P23، P22، P18 و PL14 دارای کلاس سری خاک B می‌باشند. با توجه به اینکه تشکیل خاک‌ها در وهله نخست تابع پنج فاکتور خاکسازی[1] (زمان، پستی و بلندی، ماده مادری، اقلیم و اورگانسیم) و فرآیندهای خاکسازی می‌باشد و این مسئله بیانگر این موضوع می‌باشد که فرآیندهای ژئومورفولوژیک همیشه تعیین کننده نهایی رخداد خاک‌ها بر روی سیمای اراضی نمی‌باشند و در بعضی مناطق به عنوان یک عامل جانبی مثل سایر ویژگی‌های اراضی از قبیل توزیع پوشش گیاهی، نوع مدیریت و کاربری اراضی به نقشه‌برداران در تعیین واحدهای نقشه کمک می‌نمایند (موسوی و همکاران،۱۳۹۶). با توجه به نتایج حاصل از توصیف پراکنش کلاس‌های سری خاک در منطقه می‌توان نتیجه گرفت که علی‌رغم اینکه چندین واحد ژئوفرم دارای یک نوع خاک بودند اما بر اساس استاندارد مطالعات خاکشناسی خوشبختانه نقش روش ژئوپدولوژی در تفکیک واحدهای نقشه خاک بسیار تأثیرگذار بوده است و کلیه واحدهای نقشه خاک از نظر خلوص واحدهای نقشه خاک در کلاس همگن قرار دارند که این یک نتیجه قابل قبول و نشان دهنده توانایی این روش در جداسازی دقیق واحدهای نقشه خاک می باشد.



شکل ۳. نقشه پراکنش مکانی پیش‌بینی رقومی سری های خاک غالب منطقه مورد مطالعه

روش ژئوپدولوژی سعی دارد با بررسی جامع روابط بین خاک و ژئومورفولوژی و برهم کنش بین آن‌ها اقدام به نقشه‌برداری خاک نماید و کوچکترین واحد نقشه را که دارای بالاترین مراتب همگنی و یک نواختی از نظر شکل اراضی، سنگ‌شناسی و خاک می‌باشد تفکیک و معرفی کند (قلی زاده و همکاران،۱۳۸۰). طبق شکل ۲، سری خاک C با مساحت ۱۱۹۶۰ هکتار بیشترین مساحت از لحاظ پراکنش مکانی در بین کل خاک‌های مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. یکی از دلایل قابل توجیه این نتیجه میتوان به، تعلق تعداد زیادی از خاکرخ‌های مطالعاتی به این سری خاک اشاره نمود. نتایج نشان داد که مدل پیش‌بینی کننده مکانی مورد استفاده در این تحقیق، این سری خاک را بترتیب با صحت تولید کننده و صحت کاربر

[1]- Soil Forming Factors

۰/۸ و ۰/۴۸ پیش‌بینی نموده است. کمترین میزان پراکنش مکانی سری‌های خاک مورد مطالعه، بعد از حذف سری خاک E به دلیل عدم پیش بینی توسط مدل، مربوط به سری خاک A می‌باشد که ۷۶ هکتار از کل اراضی مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است(شکل ۳).

نتیجه گیری

طبق نتایج این پژوهش روش ژئوپدولوژی با دقت قابل قبولی در این منطقه توانسته است ارتباط بین خاک و واحدهای ژئومورفیک را شناسایی و روند تشکیل آن‌ها را توجیه نماید. در بین خاک‌های شناسایی شده، بطورکلی سری خاک C با ۴۲ درصد و سری خاک A با ۰/۴۸ درصد از کل مساحت منطقه بترتیب فراوانترین وکمترین پراکنش خاک‌های منطقه را به خود اختصاص دادند. واحد ژئوفرم P13 بیشترین و کمترین مساحت در منطقه مربوط به واحد ژئوفرم P17 وP18 می‌باشند. در روند تحلیل نوع واحدهای نقشه خاک از نظر درجه خلوص همه واحدهای نقشه در کلاس همگن قرار گرفتند که این نتیجه می‌تواند از مهم‌ترین نتایج این مطالعه در خصوص بهره‌مندی از توان روش ژئوپدولوژی برای دست یافتن به واحدهای همگن نقشه خاک برای اعمال هر گونه مدیریت‌های آتی بر روی اراضی مورد مطالعه باشد. کلاس خاک C با صحت کاربر ۴۸درصد و کلاس خاک A با صحت کاربر ۰/۵ درصد بترتیب بیشترین و کمترین صحت پیش‌بینی در سطح کلاس رده‌بندی سری خاک به خود اختصاص داده‌اند. بطورکلی روش ژئوپدولوژی به دلیل توانمندی آن در تفکیک سطوح ژئومورفیک و به تبع آن جداسازی بهتر حدود تغییرات خاک‌ها به همگن‌تر شدن واحدهای نقشه خاک کمک شایانی می‌نماید و در نتیجه سبب می‌گردد تا با ارتقاء خلوص واحدهای نقشه خاک بر افزایش اطمینان در استفاده از نقشه‌های خاک به عنوان مبنایی برای استفاده‌ی پایدار از منابع اراضی بیفزاید.

منابع

بنایی م ح .۱۳۷۷ . نقشه رژی های رطوبتی و حرارتی ایران، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور ایران.

علیجانی، ز ، سرمدیان ف ، موسوی، س ر. (۱۳۹۳). مقایسه دقت نقشه خاک تهیه شده به روش معمول ایران (مطالعه موردی: کوهین). دوره ۶۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، صفحه ۱۰۲-۹۳.

فرج نیا ا، یاراحمدی ج. (۱۳۹۴).بررسی کارایی روش ژئوپدولوژی در تهیه نقشه خاک و مقایسه آن با روش فیزیوگرافی.فصلنامه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی ، سال چهارم، شماره ۲.

قلی زاده ع، مومنی ع، بهرامی ح ع و بنائی م ح. ۱۳۸۰ .بررسی کارائی روش ژئوپدولوژیک و روش خاکشناسی معمول در ایران در افزایش خلوص واحدهای نقشه خاک و کاهش هزینه‌های مطالعات خاکشناسی، مجله علوم خاک و آب، ویژه نامه خاکشناسی و ارزیابی اراضی.ص: ۲۷-۱۳.

- Gee GW, Bauder JW. (1986) Particle size analysis. InKlute A (ed) Methods of soil analysis. Am Soc Agron, Madison, pp 383–411.
- Mousavi, S. R., Sarmadian, F., Alijani, Z., and Taati, A. (2017). Land suitability evaluation for irrigating wheat by Geopedological approach and Geographic Information System: A case study of Qazvin plain, Iran. Eurasian Journal of Soil Science, 6(3), 275.
- Nelson RE. (1982) Carbonate and gypsum. In: Page AL (ed) Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, Madison, pp 181–197.
- Rossiter, D.G. (2000) Lecture notes and reference methodology for soil resource inventories. 2 nd Revised version. Institute for aerospace survey and earth sciences (ITC), Enscheda, and the Netherlands. 132 p.
- Sumner ME, Miller WP. (1996) Cation exchange capacity and exchange coefficients. In: Bartels JM (ed) Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, Madison, pp 1201–1231.
-Soil Survey Staff. (2014) Keys to Soil Taxonomy, United states. Department of Agriculture. 12nd ed. Natural resources, conservation service.

- Walkley A, Black IA. (1934) An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of chromic acid in soil analysis. Soil Sci Soc Am J 79:459–465.
- Zinck, J. A. (1988) Physiography and soils, ITC soil survey lecture notes. *International Institute for Aerospace Survey and* Earth Sciences, Enschede Google Scholar.
- Zinck, J. A. (2012). Geopedology, ITC special lecture notes series. Enscheda: Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation, 123 p.
- Zinck, J. A., Metternicht, G., Bocco, G., and Del Valle, H. F. (2016) Geopedology an Integration of Geomorphology and Pedology for Soil and Landscape Studies. Edit revised version. Institute for aerospace survey and earth sciences (ITC),

Enschede, and the Revised version. Institute for aerospace survey and earth sciences (ITC), Enscheda, and the Netherlands. 132 p.

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Preparing digital soil map with geopedological approach in some part of Khodafarin Dam's downstream lands: Ardabil province

Asilian, A. A[1]*, Rostaminia. M[2], Bazgir, M[2], Rahmani, A[3]
1Master of science student of water and soil department, University of Ilam
2Assistance professor of water and soil department, University of Ilam
3PhD student of soil resource management, University of Tehran

Abstract

Spatial distribution of the soils on different geomorphic surfaces and understanding of this relation is one of the important aspects for soil mapping. In this study, digital soil map was generated by using of soil-geomorphology relations. Geomorphic map was created with topographic map with 1:50000 scale and satellite imagery of google earth with 1.8 m^2 resolution. 900-point observation was indicated on the geomorphic map units, all of pedons classified base on key to soil taxonomy (2014) at series level and finally 27 geomorphic units was obtained. PL 13 geomorphic unit with area of 4292 ha and PL18 and PL17 with totally of 34 ha have had maximum and minimum area, respectively. Digital soil map of studied area was predicted by integrating of soil pedons and geomorphic surface with maximum likelihood classification algorithm. Maximum and minimum of the soil series were allocated to A and C with 48 and 0.5 % of total area, respectively. Overall accuracy of the predicted soil class map obtained 41%. Generally, geopedology approach represents a logical relation about the impact of geomorphic processes in the genesis of soil at different landscape surfaces also it provides the possibility of spatial soil map with considerable precision, reduction of costs and time of soil studies.

Key words: Soil survey, Map unit purity, Soil - Geomorphology, Geoform map units

* Corresponding author, Email: asil1345@gmail.com

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

بررسی تغییرات بافت خاک در یک ردیف پستی و بلندی

اصغر فرج نیا*[۱] کامران مروج[۲] ، محمدرضا پهلوان‌راد[۳] و جمشید یاراحمدی[۴]

[۱]مربی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌شرقی و دانشجوی دکتری دانشگاه زنجان

[۲] استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

[۳]استادیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

[۴]استادیار پژوهش بخش آبخیزداری و حفاظت خاک مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی

چکیده

پستی و بلندی به عنوان یکی از این عوامل هفتگانه معادله خاکسازی اسکورپن است که به طور غیر مستقیم بر روی دما و رطوبت و در نتیجه بر تشکیل خاک تاثیر گذار است. این مطالعه به بررسی اثرات پستی و بلندی بر تشکیل و تکامل خاکها در یک توپوسکانس در منطقه هرزندات مرند از توابع آذربایجانشرقی می پردازد. نتایج این بررسی نشان داد که که قوه ثقل و فرسایش آبی مانع تشکیل خاکهای عمیق و تکامل یافته در مناطق مرتفع هستند به طوریکه در اثر این دو عامل ذرات ریز و درشت از قسمتهای مختلف اراضی مرتفع به قسمتهای پست تر انتقال می یابند. در مخروط‌افکنه‌ها به دلیل شیب کم اراضی، مواد منتقله بر اساس وزن و اندازه خود در طول مسیر حرکت رواناب رسوب می کنند به طوری که در ابتدا سنگهای درشت و هرچه به طرف پائین دست حرکت می کنیم از اندازه ذرات و نیز حجم ذرات درشت کاسته شده و به حجم ذرات ریزتر افزوده می‌شود. دشت های دامنه ای که در پائین دست واریزه ها تشکیل می شوند معمولا فاقد سنگریزه اند. در منتهی الیه منطقه، اراضی پست واقع است خاکهای بسیار عمیق با بافت سنگین و خیلی سنگین و فاقد سنگریزه که به دلیل بالا بودن سطح آب زیر زمینی شور نیز شده اند خاکهای غالب این اراضی است.

کلمات کلیدی: توپوسکانس، مرند و بافت خاک. معادله اسکورپن

مقدمه

پایه و اساس کاربرد مدل‌ها در علم خاکشناسی به معادله ینی برمی‌گردد او در سال ۱۹۴۱ مدل معروف خود را که بر اساس آن تشکیل خاک بر روی یک زمین‌نما تابعی از ۵ فاکتور محیطی است معرفی کرد. این مدل بعدها به معاله کلرپت معروف شد. این مدل به صورت معادله $S= f (CL,O, R, P, T)$ تعریف شده است، که S : خاک، CL: اقلیم، O: ارگانیسم که اکثرا" به صورت پوشش گیاهی بیان می شود، R: توپوگرافی یا پستی و بلندی، P: مواد مادری و T: زمان می باشد. مک براتنی و همکاران (۲۰۰۳) مدل پدولوژیکی کلرپت را بازبینی و پارامترهای خاک (کلاس ها و یا خصوصیات خاک) و موقعیت مکانی را به آن اضافه کردند و مدل اسکورپن را برای کمی کردن ارتباط بین داده‌های دقیق مکانی و خاک ارائه کردند. اجزای این مدل تحت عنوان متغیرهای کمکی محیطی معرفی شده‌اند. اکثر متغیرهای محیطی با استفاده از مدل‌های ارتفاعی رقومی (DEM۲)، داده‌های طیفی سنجش از دور[۳] و نقشه‌های حاصل از مطالعات گذشته بدست می آید. تصاویر ماهواره‌ای و عکس-های هوایی این امکان را فراهم می سازد تا خصوصیاتی مانند سطح اراضی، خاک، آب، وضعیت زمین‌شناسی و اثر انسان یا ترکیبات مختلف اندازه گیری شود. تشعشات الکترومغناطیس از یک سطح منعکس، جذب یا ساطع می شود که به عنوان یک تابعی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن سطح است (ریس، ۲۰۰۱). این خصوصیات به محققان کمک می‌کند تا بعضی فاکتورهای تشکیل‌دهنده خاک را در مدل سازی تشکیل و تکامل خاک مورد استفاده قرار دهند.

- نقش توپوگرافی در خاکسازی چیست؟

زاویه شیب و طول شیب اجزای مهمی از توپوگرافی هستند که مقدار آبی را که به صورت رواناب جریان می یابد و یا بخشی را که وارد خاک می شود (بارندگی مؤثر) تعیین می کنند. علاوه بر آن راستای شیب نیز تعیین کننده است. در نیمکره شمالی شیبهای شمالی سردتر از شیبهای جنوبی‌اند. ویلسون و گالانت (۲۰۰۰) توصیف کاملی از خصوصیات اولیه و ثانویه اراضی که می‌تواند برای

[۱]ایمیل نویسنده مسئول* farajnia1966@yahoo.com

2 Digital elevation models

3 Remotely sensed

پیش‌بینی توزیع خاک استفاده شود ارائه کرده‌اند. نقشه DEM نماینده رقومی توپوگرافی سطح زمین است. با استفاده از DEM خصوصیات سرزمین می‌تواند برای استخراج خصوصیات اراضی که وضعیت طبیعی سطح زمین را نشان می‌دهد استفاده شود. برخی از این متغیرها شامل شیب، جهت، طول جریان، انحنای پروفیل و سطح[4]، مساحت حوضه هستند. گریم و برنز (۲۰۱۰) خصوصیات سرزمین بدست آمده از DEM و کلاس‌های کاربری اراضی را برای تخمین درصد کربن آلی استفاده کردند. آنها ارتفاع، اختلاف از جهات شیب (۰، ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ درجه)، عمیق‌ترین شیب، انحناء، بیشترین انحناء، انحناء نسبی نیم رخ، انحناء افقی نیمرخ و زبری توپوگرافی را در مطالعه مورد نظر استفاده کردند. برنز و همکاران (۲۰۱۰) ۱۹ خصوصیت اراضی را برای ارزیابی اثرات مقیاس، در نقشه‌برداری خاک استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که بعضی کلاس‌ها در یک مقیاس نسبت به سایر مقیاس‌ها بیشتر هستند که علت آن بیشتر مربوط به خصوصیات سرزمین بود.

در بسیاری از منابع از عوامل هفت گانه اسکورپن که متغیرهای محیطی نیز نامیده می‌شوند عوامل مواد مادری، اقلیم، موجودات زنده ، زمان و پستی و بلندی و موقعیت جغرافیایی به عنوان عوامل موثر در خاکسازی یاد شده است. پستی و بلندی به عنوان یکی از این عوامل از طریق تاثیر غیر مستقیم بر روی دما و رطوبت بر تشکیل خاک تاثیر گذار است به طوریکه اغلب درشیب های تند خاک کم عمق و جوان و در شیب های ملایم خاکها عمیق تر بوده و دارای پوشش گیاهی پرپشت‌تر و مواد آلی بیشتر هستند. همچنین به طور غیر مستقیم و از طریق تاثیر بر اقلیم و موجودات زنده در پیدایش خاک موثر است و نیز اثر قابل ملاحظه ای در توزیع و تشکیل خاکدانه ها داشته و بر نفوذپذیری آب، ثبات می گذارد (نویدی و ابطحی، ۱۳۸۰). اثر دیگر این عامل در سرعت آبشوئی املاح و میزان زهکشی خاک، فرسایش، انتقال مواد تخریب یافته، هرزآبهای سطحی و حرکت عمودی آب در خاک است که بر روی خاکسازی تاثیر بسزائی دارد. در مناطق پست و مسطح ممکن است یک نوع اقلیم موضعی مرطوب به وجود آید ولی نواحی مرتفع به واسطه شیب، آب را نمی تواند در خود نگه داشته و اقلیم خشکتری به وجود می آید. در مناطق شیبدار بخش عمده ای از نزولات آسمانی به صورت آبدوی در سطح خاک جاری شده و فقط مقدار کمی از آن در خاک نفوذ می کند لذا تخریب مکانیکی بیشتر از تخریب شیمیائی می باشد. ولی در مناطق گود مقدار زیادی از نزولات آسمانی وارد سنگها و خاک شده و از آنجائی که در این گونه مناطق زهکشی خوبی وجود ندارد لذا املاح محلول نمی تواند انتقال پیدا کند. در اراضی با شیب ملایم میزان آبدوی زیاد نبوده و زهکشی نیز مناسب می باشد و شرایط برای تخریب شیمیائی و تشکیل خاک بوجود می آید (فرجنیا، ۱۳۸۶).

مواد و روشها:

منطقه مورد مطالعه در دشت هرزندات مرند با مساحت حدود ۲۰۰۰۰ هکتار در محدوده شهرستان مرند از توابع استان آذربایجان شرقی در ۳۰ کیلومتری شهرستان مرند و ۱۰۰ کیلومتری تبریز واقع شده است. این منطقه از شمال به کوههای اردوج، از جنوب به کوههای قزل داغ و از شرق به ارتفاعات هرزند جدید و از غرب به کوههای عبدالعلی داش محدود می‌شود. این منطقه دارای آب و هوای خشک و متمایل به نیمه خشک با مقدار متوسط بارندگی سالیانه حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی متر است که اکثر آن به صورت برف و باران و در طول فصل زمستان و اوایل بهار نازل می شود. زمستانها سرد و خشک و تابستانها گرم و خشک است. بر اساس اصلاعات هواشناسی شهرستان مرند این منطقه دارای رژیم حرارتی مزیک و رژیم رطوبتی اریدیک در مرز زریک می باشد (فرجنیا، ۱۳۸۶).

در این تحقیق ابتدا عکسهای هوائی ۱: ۵۰۰۰۰ و تصویر ماهواره‌ای ETM مربوط به سال ۲۰۰۳ و نیز نقشه توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه تهیه وکلیه عکسها با استفاده از اسکنر وارد سیستم رایانه شدند سپس با استفاده از نقاط متناظر روی نقشه های توپوگرافی رقومی یکی از عکسهای هوائی مختصات دار گردید و از روی آن کلیه عکسهای منطقه رقومی شد. پس از آن نقشه های تهیه شده تفسیر و واحدهای ژئومورفولوژیک منطقه از هم تفکیک شدند. تصحیحات لازم رادیومتریک و ژئومتریک در محیط نرم افزاری ENVI بر روی تصویر مذکور انجام گرفت. با توجه به قدمت عکسهای هوائی، تغییرات انجام یافته در طول زمان نیز با تصویر ماهواره‌ای کنترل و نقشه مقدماتی در محیط GIS طی مراحل زیر صورت گرفت. در این راستا با استفاده از 3D مدل رقومی ارتفاعی منطقه (مستخرج از نقشه توپوگرافی ۲۵۰۰۰) و نمایش داده‌های دورسنجی بر روی آن اقدام به تعیین محدوده‌های ژئومورفیک از قبیل: واحدهای کوهستان، تپه، واریزه های بادبزنی شکل سنگریزه دار و دشت دامنه ای در این اراضی گردید. در

4 Plan and profile curvature

ادامه تعداد ۱۰ پروفیل در این واحدها حفر، تشریح و با روش امریکائی طبقه بندی و از تمامی افقها نمونه خاک تهیه و به آزمایشگاه ارسال و بافت خاک با روش هیدرومتری در این پروفیلها تعیین شد. در جدول ۱ نتایج تشریح بافت خاک پروفیلهای انتخابی ارائه شده است.

جدول ۱- موقعیت و خصوصیات خاک پروفیلهای احدائی

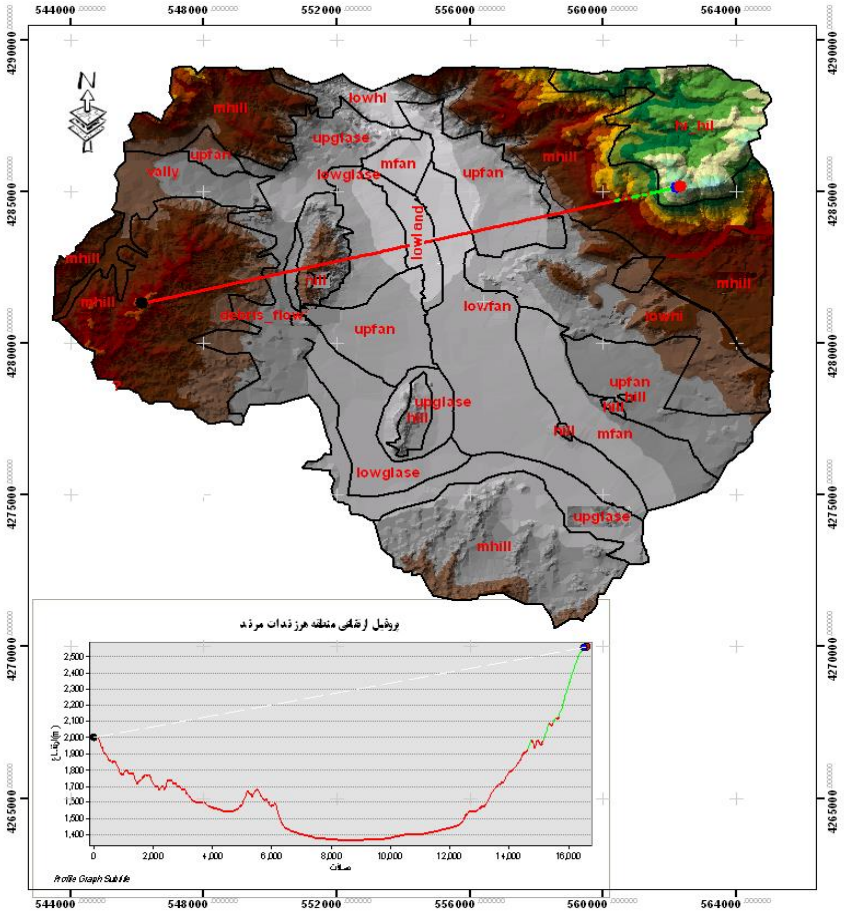
شماره پروفیل	لند اسکیپ	درصد رس	کلاس بافت	عمق خاک	میزان سنگریزه (٪)	اندازه ذرات درشت (cm)	گروه بزرگ خاک (Soil taxonomy)
۱	Mountain (Mid Hill)	۴	شن لومی	<۵۰	۵۵-۷۵	۲۵<	Lithic Xerorthents
۲	Mountain (Low Hill)	۴	شن لومی	<۵۰	۵۵-۷۵	۲۵<	Lithic Xerorthents
۳	Isolated Hill	۸	شن لومی	۵۰-۸۰	۳۵-۲۵	۲۵<	Typic Xerorthents
۴	Up fan	۱۵	شن لومی	۱۵۰-۱۲۰	۵۵-۷۵	۲۵<	Typic Xerorthents
۵	Middle fan	۱۵	لوم شنی	>۱۵۰	۳۵-۲۵	۷/۵-۲۵	Typic Xerorthents
۶	Low fan	۱۷	لوم شنی	>۱۵۰	۳۵-۱۵	۷/۵-۲۵	Typic Xerorthents
۷	PMP (High glassy)	۲۲	لوم	>۱۵۰	۳-۱۵	۷/۵-۲۵	Typic Haplocambids
۸	PMP (Mid. glassy)	۳۲	لوم رسی سیلتی	>۱۵۰	۳-۱۵	۲,۵-۷/۵	Typic Haplocambids
۹	PMP (Low glassy)	۳۶	لوم رسی سیلتی	>۱۵۰	-	-	Typic Haplocalcids
۱۰	PMP (Low land)	>۴۰	رسی و رس سیلتی	>۱۵۰	-	-	Typic Haplosalids

نتایج و بحث

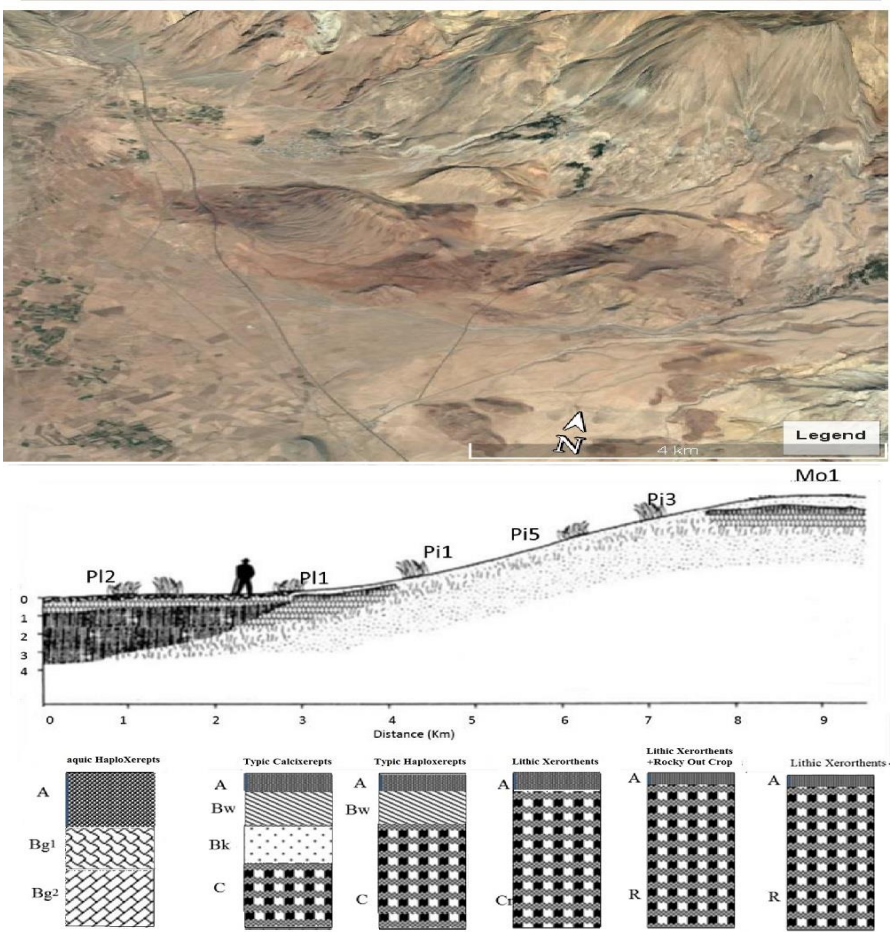
در منطقه مورد مطالعه ۳ واحد ژئومورفولوژیک شامل کوهستان، دره و دشتهای دامنه ای تشخیص داده شد. واحد کوهستان ارتفاعات حاشیه منطقه مورد مطالعه را شامل می شود این واحد با مساحت۱۴۳۳۴/۳ هکتار ۵۲/۷ درصد منطقه را تشکیل می دهدکه دارای شیب های تندی است(عمدتا بیش از ۵۰ درصد). این واحد خود به چهار زیر واحد تفکیک شد. در این واحد خاکهای بسیار کم عمق همراه با بیرون زدگیهای سنگی غالب است. دومین واحد در این اراضی از نظر مساحت دشت دامنه ای است که با ۱۲۱۹۹ هکتار ۴۴/۹ درصد منطقه را شامل می شود این واحد با شیب کمتر از ۱۰ درصد اراضی زراعی و باغی را در خود جای داده است. سطوح پائین افتاده روی این واحد در سطح لندفرم بنام اراضی پست (Depresion) تفکیک شده اند که به علت گود بودن و بالا بودن سطح آب زیرزمینی مقداری نمک در طول پروفیل خاک انباشته شده است. سومین واحد تفکیک شده در این اراضی واحد دره است که طبق تعریف بخش از اراضی مسطح که بین دو ناحیه پست و بلند امتدادیافته، اطلاق می شود. یک دره بوسیله رودخانه زهکشی و تخلیه می شود که ممکن است با رودخانه و دره کوچکتر که به رودخانه اصلی می‌پیوندد تلاقی نماید. این واحد زمین نما با ۶۶۰/۵ هکتار سطح کوچکی از منطقه را شامل می شود در این اراضی ۷ فامیل خاک در دو رده انتی سولها و اریدیسولها تشخیص داده شد. که مشخصات آنها در جدول ۱ ارائه شده است. در واحد کوهستان به غیر از واحد Upfan که دارای خاک نسبتا عمیق است خاکهای کم عمق به همراه بیرون‌زدگیهای سنگی را شامل می‌شود ولی در واحدهای دشت دامنه ای و دره قسمت عمده اراضی به کشت محصولات دیم اختصاص یافته اند که مهمترین محدودیت آنها برای کشاورزی در صورت تامین آب آبیاری مناسب وجود سنگریزه، شیبدار بودن اراضی و بالا بودن سطح آب زیرزمینی و شور بودن اراضی است که با رفع یا تقلیل آنها عملکرد در واحد سطح را می توان افزایش داد . وجود یک آبراهه اصلی که از خطالقعر منطقه می‌گذرد فرصت مناسبی برای آبشوئی و خروج زه آبها از منطقه فراهم آورده است.

پستی و بلندی و شیب‌دار بودن اراضی از عوامل مهم درتشکیل خاکهای محدوده مورد مطالعه میباشد. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که قوه ثقل و فرسایش مانع تشکیل خاکهای عمیق و تکامل یافته در منطقه است به طوریکه در اثر این دو عامل ذرات

ریز و درشت از قسمتهای مختلف اراضی مرتفع به قسمتهای پست تر انتقال می‌یابند لذا در اراضی شیبدار لایه های سطحی خاک در طول زمان تجدید می شوند. در پائین دست نیز نوع دیگری از تجدید لایه های سطحی خاک حاکم است. در واریزه‌های بادبزنی شکل سنگریزه‌دار هر ساله از بالا دست مواد انتقال یافته تجدید شده و فرصت به سایر فرآیندهای خاکسازی نظیر مهاجرت، حرکت املاح در طول پروفیل خاک را جهت توسعه پروفیل خاک نمی دهد. البته در این اراضی به دلیل شیب کم مواد بر اساس وزن و اندازه خود در طول مسیر حرکت رواناب رسوب می کنند به طوری که در ابتدا سنگهای درشت و هرچه به طرف پائین دست حرکت می کنیم از اندازه ذرات و نیز حجم ذرات درشت کاسته شده و به حجم ذرات ریزتر افزوده می شود لذا همانطوری که در جدول شماره ۱ ملاحظه می شود از فن بالائی به طرف پائین دست هم از میزان سنگ و سنگریزه و هم از اندازه انها کاسته شده است و در نتیجه به عمق خاک و درصد رس نیز افزوده می شود. دشت های دامنه ای در پائین دست فن ها و از به هم پیوستن آنها تشکیل می شوند این اراضی که دارای شیب ملایم هستند معمولا فاقد سنگریزه اند این مسئله نشان می دهد که انتقال مواد از بالا دست، نرسیده به این اراضی خاتمه می یابد بنابر این با گذشت زمان این اراضی دارای خاکهای عمیق و تکامل یافته با بافت متوسط تا سنگین شده اند و عمدتا پتانسیل بالائی نیز برای کشاورزی دارند. در منتهی الیه اراضی پست که تا حدودی نیز حالت کاسه ای دارد واقع است خاکهای بسیار عمیق با بافت سنگین و خیلی سنگین که به دلیل بالا بودن سطح آب زیر زمینی شور شده اند خاکهای غالب این واحد ژئومورفولوژی است. بنابر این خاکهای عمیق درقسمتهای گود تشکیل می‌گردند. به عبارت دیگر محدوده مطالعاتی که عمدتا دارای منشا کوهپایه‌ای است، خاکها بدواً از مواد دانه درشت (سنگریزه و قلوه سنگها) با بافت شن و شن لومی در قسمت کم ارتفاع کوهستان (Low Hill) و آبرفتهای بادبزنی شکل شروع و به رسوبات دانه ریز با بافت رس سیلتی و رسی در دشتهای آبرفتی دامنه‌ای که خط القعر منطقه است، ختم می‌گردد. تجمع زه آبها و آبراهه‌ها سبب ایجاد پدیده ماندابی و تجمع املاح گردیده و نوسانات آبها در این ناحیه سبب بجای گذاشتن رسوبات آهکی و در نتیجه افق تجمع آهک در بخش‌هائی از این منطقه شده و بعلاوه تجمع املاح سبب افزایش شوری و قلیائیت شده است و در مجموع پستی و بلندی در محدوده مطالعاتی ضمن ایجاد تغییرات در عمق، بافت، ساختمان خاکها و پیشرفت روند فرسایش، سبب ایجاد پدیده ماندابی و شورشدن خاکها در خط القعرها شده است.



شکل ۱- واحدهای ژئومورفیک و پروفیل ارتفاعی منطقه هرزندات مرند



شکل ۲- تصویر سه بعدی از منطقه مورد مطالعه و لند فرمهای غالب به همراه نمای پروفیلی

منابع

بی نام ، ۱۳۸۳. نقشه های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه مرند. سازمان نقشه برداری کشور.

فرج نیا، ا، ۱۳۸۶. مطالعات خاکشناسی دشت هرزندات مرند به روش ژئوپدولوژی. نشریه فنی شماره ۸۷/۱۲۵۷ . موسسه تحقیقات خاک و آب.

نویدی، ناصر و سید علی ابطحی، ۱۳۸۰. اثرات اقلیم، پستی و بلندی در پیدایش خاکهای جنگلی خیرودکنار نوشهر در استان مازندران. مجله علوم خاک و آب.شماره ۲، جلد۱۵.

Abtahi, A. 1980. Soil genesis as affected by topography and time in highly calcareous parent materials under semiarid condition in Iran .SoilSci.Soc.Am.J.44:329- 336.

Behrens, T. Zhu, A. X. Schmidt, K. Scholten, T. 2010. Multi-scale digital terrain analysis and feature selection for digital soil mapping. Geoderma. 55, 175-185.

Grimm, R. Behrens, T. Marker, M. Elsenbeer, H. 2008. Soil organic carbon concentrations and stocks on Barro Colorado Island - Digital soil mapping using random forests analysis. Geoderma 146(1-2), 102-113.

Rees, W.G. 2001. Physical Principles of Remote Sensing, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Wilson, J.P. Galant, J.C. 2000. Terrain analysis: principles and applications. Wiley, New York.

Investigation of soil texture changes in a high and low row

Asghar Farajnia[1*] Kamran Moravj [2], Mohammad Reza Pahlavanrad [3] and Jamshid Yarahmadi [4]

[1*]Soil and Water Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Tabriz, Iran and PhD student in Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran.

[2] Assistant Professor, Department of Soil, Faculty of Agriculture, Zanjan University.

[3] Assistant Professor of Soil and Water Research, Agricultural and Natural Resources Research Center Golestan

[4] Assistant Professor of Watershed Management and Soil Conservation, East Azarbaijan Agricultural Research Center

Abstracts

Relief is one of the seven factors of the Scorpan equation of pedogenes that indirectly affects temperature and humidity and consequently soil formation. This study investigates the effects of topography effects on the formation and development of soils in a Topo- sequence in the Marand region of the East Azarbaijan province. The results of this study showed that gravity and water erosion prevent the formation of deep and developed soils in highlands, based on these two factors, small and large particles from different parts of the highlands are transferred to lower parts. Due to low gradient of alluvial fans, the transported materials are deposited related to its size and weight along channel. First, the coarse materials are deposited. So, the deposition rates are reduced based on the size and volume of materials along the downward movement of the channel and the volume of smaller particles is added. The glacis which are formed in the end of alluvial fans usually are without gravels. Rowland is located at the end of this region. Very deep soils with heavy and very heavy texture and lacking gravels that are saline due to high groundwater levels are the dominant soils of this land.

Keywords: Toposquence, Marand and Soil Texture, Scorpan equation.

[*]Corresponding author, Email: farajnia1966@yahoo.com

16th Iranian Soil Science Congress

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

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

ارزیابی تناسب اراضی پایاب سد لیلان‌چای ملکان بمنظور توسعه کاشت پسته

اصغر فرج نیا*[۱]، میرناصر نویدی[۲] جمشید یاراحمدی[۱] و علی زین‌الدینی[۲]

[۱]مربی پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی و دانشجوی دکتری دانشگاه زنجان

[۲و۴] استادیار پژوهش موسسه تحقیقات خاک و آب

۳ استادیار پژوهش بخش آبخیزداری و حفاظت خاک مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی

چکیده

منطقهٔ مورد مطالعه تحت عنوان طرح لیلان‌چای به مساحت ۸۹۰۰ هکتار در شمال غربی ایران و شمال شرقی شهرستان میاندوآب و جنوب غربی استان آذربایجان‌شرقی واقع شده است. جهت اجرای این طرح ابتدا تقویم زراعی پسته در منطقه گردآوری سپس با استفاده از اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک میاندوآب کلاس تناسب اقلیم جهت کاشت آن با روش پارامتریک تعیین شد. نتایج نشان داد به دلیل بالا بودن رطوبت نسبی در دوره رشد در کلاس تناسب اقلیمی نسبتاً مناسب(S2) قرار گرفت. تناسب نهایی با روش فوق نشان داد که کاشت این محصول در این منطقه به دلیل وجود محدودیت های پستی و بلندی، سنگریزه دار بودن اراضی ، وجود لایه محدودکننده در برخی از واحدهای اراضی، بالا بودن سطح آب زیرزمینی، شوری و قلیائیت در کلاسهای نسبتاً مناسب تا نامناسب قرار گرفتند بطوریکه ۲۳۹۶ هکتار برای کاشت پسته نسبتا مناسب(S2)، ۸۷۱ هکتار دارای تناسب بحرانی (S3) و ۲۳۶۱ هکتار درکلاس نامناسب اما قابل اصلاح (N1) و در نهایت ۲۳۷۸ هکتار در کلاس نامناسب و غیر قابل اصلاح (N2) قرار دارند بخش عمده‌ای از محدودیت‌های قابل اصلاح را با عملیاتی نظیر تسطیح، جمع‌آوری سنگریزه، آبشوئی و زهکشی میتوان رفع و یا تقلیل داد. ضروری است محدودیت قلیائیت خاک با مدیریت صحیح و کاربرد کود دامی، گوگرد و کودهای با بنیان اسیدی اثرات منفی آن را در جذب مواد غذائی از جمله فسفر و عناصر ریزمغذی تقلیل داد.

کلمات کلیدی: ملکان، تناسب اراضی، پسته، روش پارامتریک، شاخص اراضی.

مقدمه

پسته به عنوان یکی از مهمترین محصولات کشاورزی و از جمله تولیدات استراتژیک باغی کشور است که از جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و ... اهمیت فوق العاده‌ای دارد؛ بیش از ۶۰ درصد از صادرات جهانی پسته در اختیار ایران بوده و ارزش تولید این محصول گرانبها و بی نظیر حدود ۱۰ درصد از درآمدهای غیر نفتی کشور است. مطابق آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۶)، سطح باغ‌های کشور(بارور و غیر بارور) حدود ۲/۸۵ میلیون هکتار بوده که حدود ۸۷/۴ درصد آن (۲/۴ میلیون هکتار) بارور می‌باشند. سازگاری پسته با آب و هوای خشک موجب شده است تا باغداران بیش از هر محصول دیگری به احداث باغات پسته روی آورند.

استان آذربایجان‌شرقی جزء مناطقی است که علیرغم شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک آن و بدون توجه به استمرار خشکسالی‌های اخیر و به تبع آن کاهش شدید منابع آبی و افت شدید سطح سفره های آب زیرزمینی، خشک شدن و پسروی آب دریاچه ارومیه و گسترش سطح اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه، سطح زیر کشت باغات و اراضی زراعی در سطح آن بصورت بی‌رویه و نامتناسب با شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آبی موجود توسعه پیدا کرده است. در این میان، احداث باغات پسته بدون توجه به محدودیت‌های فوق الذکر و بی اعتناء به سیاست‌های جاری سازمان جهاد کشاورزی در ارتباط با عدم توسعه باغات جدید بالاخص در محدوده حوضه دریاچه ارومیه، در مناطق مختلف استان آذربایجان شرقی توسعه یافته و سطح زیر کشت آن روز به روز در حال افزایش است. هدف این تحقیق، تعیین تناسب اراضی بخشی از منطقه ملکان جهت توسعه کاشت پسته در راستای اصلاح الگوی کشت و جایگزینی آن با محصولات با نیاز آبی بالا از جمله گوجه‌فرنگی و پیاز است.

مواد و روش

منطقهٔ مورد مطالعه به مساحت ۸۹۰۰ هکتار در شمال غربی ایران و شمال شرقی شهرستان میاندوآب و جنوب غربی استان آذربایجان‌شرقی واقع شده است. اطلاعات مربوط به خاک و زمین از مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دقیق توسط مهندسین مشاور مهاب قدس انجام شده استخراج شد که در آن ۱۶ سری خاک و ۵۷ واحد اراضی در این منطقه تشخیص و از هم تفکیک شده اند(بی-

*ایمیل نویسنده مسئول: farajnia1966@yahoo.com

نام، ۱۳۸۵). اطلاعات اقلیمی نیز از گزارش هواشناسی ایستگاه میاندوآب تهیه شد(بی‌نام، ۱۳۹۶). دوره رشد منطقه مورد مطالعه با روش فائو ۱۶۹ روز که از ۲۱ آبان تا ۲۷ خرداد ماه برآورد شد(جدول ۱). ابتدا ارزیابی تناسب اقلیم منطقه برای کاشت پسته صورت گرفت و سپس میانگین مشخصات اراضی موثر برعملکرد پسته شامل بافت خاک، ساختمان، مقدار گچ، آهک، وضعیت زهکشی، عمق خاک، عمق آب زیرزمینی، شیب، پستی و بلندی، سیل گیری، واکنش خاک، شوری و قلیائیت در تک تک واحدهای اراضی با توجه به نتایج مطالعات خاکشناسی تعیین گردید(جدول۲). در مرحله بعد مشخصات اراضی با جدول نیازهای گیاهی این محصول تطبیق و طبقه بندی تناسب اراضی برای کاشت پسته با روش پارامتریک انجام گردید (زین‌الدینی، علی و همکاران، ۱۳۹۶).

نتایج

دوره رشد منطقه ملکان ۲۱ آبان تا ۲۷ خرداد ماه و مدت آن ۱۶۹ روز و سیکل رشد پسته در این منطقه از اوایل اردیبهشت تا اواخر شهریور است و چون قسمت اعظم سیکل رشد این محصول خارج از دوره رشد است لذا دوره رشد منطقه از لحاظ رطوبت برای کاشت و پرورش این محصول کامل نیست بنابر این کاشت دیم آن مقدور نبوده و بایستی آبیاری صورت گیرد. نتایج حاصل از محاسبات جدول ۲ نشان می دهد کاشت این محصول در منطقه مورد مطالعه به دلیل بالا بودن رطوبت نسبی هوا در طول دوره رشد با کمی محدودیت اقلیمی مواجه بوده و در کلاس نسبتامناسب(S2) قرار دارد. ارزیابی نهائی تک تک واحدهای اراضی نشان داد بدلیل عوامل خاکی محدود کننده متعدد از ۹ هزار هکتار منطقه مورد مطالعه تنها ۲۳۹۶ هکتار برای کاشت پسته نسبتا مناسب(S2)، ۸۷۱ هکتار دارای تناسب بحرانی (S3) و ۲۳۶۱ هکتار درکلاس نامناسب اما قابل اصلاح (N1) و در نهایت ۲۳۷۸ هکتار در کلاس نامناسب و غیر قابل اصلاح (N2) قرار دارند(شکل شماره ۱).

بحث

خلاصه نتایج در جدول شماره۳ آورده شده است وجود عوامل متعدد محدودکننده باعث شده است که قسمت عمده این اراضی برای کاشت محصولات مطالعه شده در شرایط حاضردارای تناسب بحرانی و یا نامناسب باشند. برخی از عوامل محدودکننده را می‌توان با عملیات اصلاحی حذف و یا تعدیل نمود از جمله این عوامل پستی و بلندی است که در سری های ۱ ،۲، ۳ ، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹ شیب اراضی ۲۵-۸ درصد متغیر است تسطیح در این اراضی به دلیل امکان ظهور لایه‌های محدود کننده تحت الارضی برخی از واحدهای اراضی در سطح خاک به خصوص در سری‌های ۱، ۲، ۶،۴، ۷، ۸، و ۹ با دقت بیشتری بایستی صورت گیرد.

در اغلب واحدهای اراضی میزان سنگریزه از ۱۵ درصد در سطح و داخل خاک و تا بیش از ۷۵ درصد در داخل خاک برخی از واحدها متغیر است. از دیگر عوامل محدودکننده عملیات کشاورزی در این اراضی است که با جمع‌آوری سنگریزه سطحی می‌توان این محدودیت را تعدیل و با ارتقای کلاس تناسب اراضی برای محصولات مختلف کمک و عملکرد محصولات را در این اراضی افزایش داد در صورتیکه میزان بالای سنگریزه در تحت‌الارض غیر قابل اصلاح است. میزان شوری و قلیائیت در برخی از واحدهای اراضی سری‌های ۶، ۷ و ۱۲ ازجمله عوامل محدود کننده است که از محدودیت های قابل اصلاح هستند. و درصورتیکه با آب دارای کیفیت مناسب آبیاری شوند به شرط مدیریت مناسب، این محدودیت را می‌توان رفع و یا تعدیل نمود. قسمت عمده این اراضی دارای اشکال مختلف لایه محدوده کننده در داخل خاک هستند به استثنای واحدهای اراضی ۹،۷،۴و ۱۲ که دارای لایه محدودکننده آهکی در عمق ۱۲۰-۷۰ سانتی متری از سطح خاک هستند در بقیه سری‌های خاک از عوامل محدودکننده شدید محسوب نمی شود اما ضروری است با مدیریت صحیح و کاربرد کود دامی، گوگرد و کودهای با بنیان اسیدی اثرات منفی آن را در جذب مواد غذائی از جمله فسفر و عناصر ریزمغذی تقلیل داد.

واحدهای محتلف سری خاک ۶ دارای لایه محدودکننده از جنس گچ هستند که در عمق زیر ۸۰ سانتی متری از سطح خاک تمرکز یافته‌اند با توجه به حلالیت بالای گچ نسبت به آهک مدیریت آبیاری در این واحد اراضی با در نظر گرفتن این عامل بایستی صورت گیرد تا از افزایش شوری خاک در این اراضی جلوگیری شود. بالابودن سطح آب زیرزمینی در بخش کوچکی از اراضی در سری خاک ۱۶ مشاهده می‌شود که هرگونه عملیات کشت و کار در این اراضی را با مشکل مواجه نموده‌است لذا ضروری است قبل از هرگونه بهره برداری از این اراضی نسبت به رفع آن اقدام نمود.

جدول ۱- سیکل رشد پسته در ملکان

تهیه زمین	کاشت تا استقرار	رشد رویشی	گلدهی	رسیدن	برداشت
مهر	اوایل شهریور تا اوایل مهر	اوایل فروردین تا اواسط شهریور(رشد شاخه‌ها)	اواخر اردیبهشت	اواسط شهریور	اوایل مهر

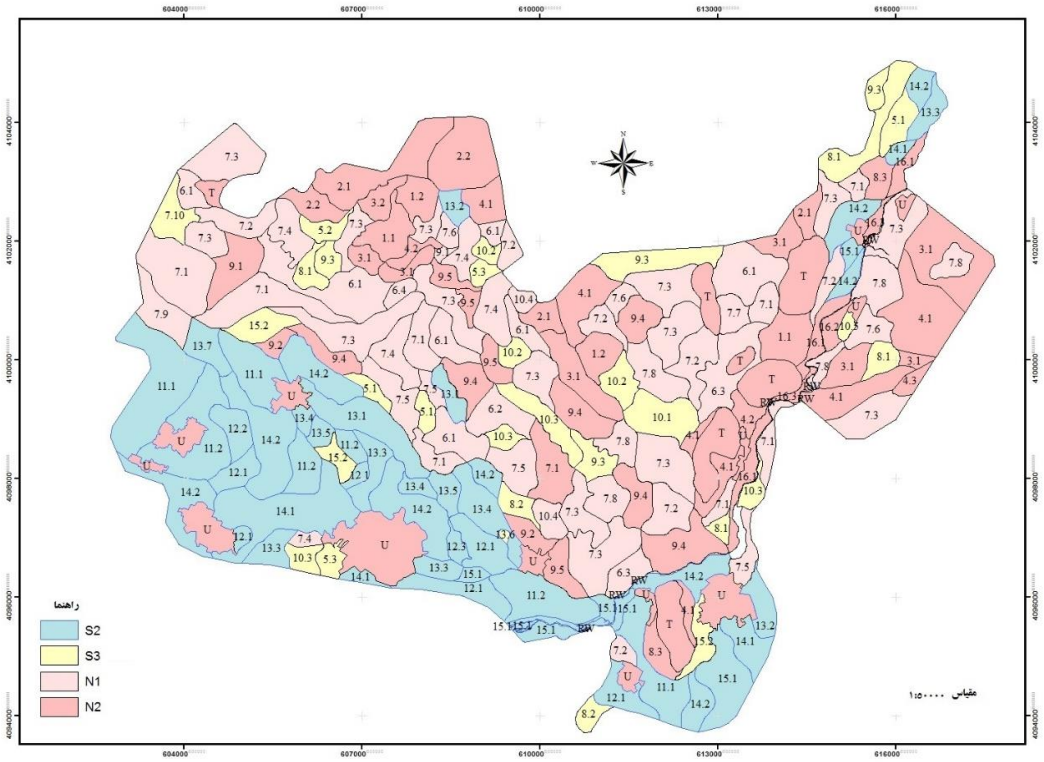
جدول ۲- تعیین کلاس اقلیم برای کشت پسته در منطقه ملکان

عوامل اقلیمی	اطلاعات اقلیمی منطقه	درجه (Rating)	کلاس مربوطه
ارتفاع از سطح دریا	۱۳۵۰	۸۳/۳	S1
نیاز سرمایی(ساعت درسال)	بیش از ۱۰۰۰	۱۰۰	S1
دمای محیط در فصل رشد	۱۹/۷	۹۱/۴	S1
دمای محیط در زمان گرده افشانی	۱۶/۵	۹۱/۲۵	S1
رطوبت محیط در فصل رشد(٪)	۵۶/۹	۷۱/۵	S2
رطوبت محیط در زمان گرده افشانی(٪)	۵۳/۹	۷۸/۵	S1
شاخص اقلیم		۶۲/۵	
کلاس نهائی		S2	
درجه اقلیمی		CR=۱۶/۶۷+./۹×۶۲/۵=۷۲/۷	

جدول ۳- ارزیابی نهائی واحدهای اراضی پایاب سد لیلان چای ملکان برای کاشت پسته

واحد اراضی	توپوگرافی	بافت و ساختمان	سنگریزه	عمق خاک	آهک	گچ	اسیدیته	شوری	قلیائیت	سطح آب زیرزمینی	اقلیم	شاخص اراضی	تحت کلاس اراضی
1.1	۰	۱۰۰	۱۵	۰	۷۲	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۴	۹۶/۱	۱۰۰	۷۲/۷	۰	N_2
2.1	۲۰	۹۰	۵۵	۱۰۰	۹۵	۱۰۰	۱۰۰	۹۹	۱۰۰	۱۰۰	۷۲/۷	۱۱/۶	N_2
3.1	۱۰	۹۰	۸۰	۱۰۰	۹۶/۶	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۷	۱۰۰	۱۰۰	۷۲/۷	۱/۶	N_2
4.1	۰	۹۰	۶۰	۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۴/۶	۱۰۰	۱۰۰	۷۲/۷	۰	N_2
5.1	۵۵	۸۵	۵۰	۱۰۰	۷۲	۱۰۰	۱۰۰	۹۴/۲	۱۰۰	۱۰۰	۷۲/۷	۲۵	S_3ts
6.1	۵۰	۹۵	۵۰	۴۰	۷۲	۱۰۰	۱۰۰	۹۴	۱۰۰	۱۰۰	۷۲/۷	۱۳/۷	N_1ts
7.1	۵۰	۹۵	۵۰	۴۰	۶۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۴	۱۰۰	۱۰۰	۷۲/۷	۱۲/۸	N_1ts
8.1	۵۵	۸۵	۹۰	۴۰	۴۵	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۴	۱۰۰	۱۰۰	۷۲/۷	۱۴/۸	S3ts
9.1	۶۰	۹۵	۸۵	۴۰	۸۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹	۱۰۰	۱۰۰	۷۲/۷	۲۱/۱	N_1ts
10.1	۶۰	۸۰	۷۲/۵	۱۰۰	۵۷/۴	۱۰۰	۱۰۰	۹۸/۸	۹۹/۴	۱۰۰	۷۲/۷	۲۸/۶	S3ts
11.1	۹۰	۸۵	۹۰	۱۰۰	۸۹/۵	۱۰۰	۱۰۰	۹۵	۹۶/۶	۱۰۰	۷۲/۷	۵۵/۵	S_2cs
12.1	۹۵	۸۵	۹۰	۱۰۰	۹۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۳	۹۹/۴	۱۰۰	۷۲/۷	۵۶/۵	S_2cs
13.1	۸۰	۹۰	۹۰	۱۰۰	۹۲/۸	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۴	۱۰۰	۱۰۰	۷۲/۷	۵۶/۲	S_2cts
14.1	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۲/۸	۱۰۰	۱۰۰	۹۴	۹۹/۴	۱۰۰	۷۲/۷	۶۷/۷	S_2cts
15.1	۹۰	۷۲/۵	۹۵	۱۰۰	۹۳	۱۰۰	۱۰۰	۹۳/۵	۱۰۰	۱۰۰	۷۲/۷	۵۳/۳	S_2cts
16.1	۹۰	۹۰	۸۵	۱۰۰	۹۴	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۴	۹۹/۴	۰	۷۲/۷	۰/۰	N_2

شکل ۱- نقشه تناسب آراضی پایاب سد لیلان چای ملکان برای کاشت پسته



منابع

۱- بی نام. ۱۳۸۹. آمار نامه سازمان جهاد کشاورزی آذربایجانشرقی. انتشارات سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجانشرقی.

۲- بی نام .۱۳۸۵. مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دقیق لیلان چای. مهندسین مشاور مهاب قدس. انتشارات سازمان آب آذربایجانشرقی.

۳- زین‌الدینی، ع و مسیح‌آبادی، م، ح. ۱۳۹۴. تعیین جداول نیازهای خاکی و اقلیمی محصول پسته جهت استفاده در مطالعات تناسب اراضی. پایان نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

4- Sys, C, E,Van Ranst. J. Debaveye. 1993. Land evaluation, Part I, II,III General Adminstration for development co-opration ,Brussels. Country. The geographic journal. 148: 407-438.

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Land suitability of Malekan Lilan dam downstream for the development of Pistachios cultivation

Farajnia.A [1*], Navidi[2], M, N, Yarahmadi[3], J and Zeinaldini[4], A.

[1] Soil and Water Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Tabriz, Iran and PhD student in Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

[3] Soil and Water Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Gorgan, Iran

[4] Soil Conservation and Watershed Management Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Tabriz, Iran

Abstract

The study area is called Lilanchai plan and is located northeast of Miandoab city and southwest of East Azarbaijan province and 200 km far from Tabriz city with more than 8900 hectares. In order to implement this plan, the first pistachio calendar was gathered in the region. Then, the meteorological information of the miandoab synoptic station used for determined, the climate class by parametric method. The results showed that due to the high relative humidity during the growth period, there is lowlimition for pistachio cultivation. The final suitability with the above method showed that cultivation this crop due to the limitation factors such as slop, gravel, high groundwater level, salinity and alkalinity were placed in relatively suitable classe(S_2) to non suitable (N_2) classes. relif and height, land gravel, the existence of a limiting layer in some land units, high groundwater levels, salinity and alkalinity in relatively suitable classes. So that 2396 hectares are relative suitable for pistachio (S_2), 871 hectares with critical suitable (S_3) and 2361 hectares in non suitable but modified class (N_1) and finally 2378 hectares non suitable and unmodified class (N_2). Most of these limitation can be eliminated or reduced by corrective actions such as leveling, aggregating pebbles, leaching, and drainage. It is essential to reduce its effects on the nutritious absorption as phosphors as well as microelement by proper management, applying animal composite, sulphur and acidic fertilizers.

Key words: Malekan, Land suitability, Pistachios, parametric method, Land index.

*farajnia1966@yahoo.com

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

پیش‌بینی پراکنش مکانی گروه‌های مرجع خاک در یک منطقه نیمه‌خشک به کمک مدل رگرسیون لاجستیک

حسنا پایدار[۱]، پرویز شکاری[۲*]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی

[۲] استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی

چکیده

در دو دهه گذشته توسعه و کاربرد تکنیک‌های کمی به‌ویژه الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای نقشه‌های خاک بطور چشمگیری افزایش یافته است. در این پژوهش از روش رایان‌آموختی نسبتاً پرکاربرد رگرسیون لاجستیک استفاده شد. بخشی از منطقه سنجابی استان کرمانشاه با مساحت بیش از ۴۸۰۰۰ هکتار به عنوان منطقه‌ی مطالعاتی برگزیده شد. تعداد۱۰۰ خاکرخ در منطقه مطالعاتی با روش نمونه‌برداری GRTS مشخص شد. تمامی خاکرخ‌های حفرشده، براساس راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک‌ها در صحرا و راهنمای مطالعات خاک‌شناسی تشریح و از تمامی افق‌های ژنتیک خاکرخ‌ها نمونه تهیه گردید. براساس ویژگی‌های ریخت‌شناختی و داده‌های آزمایشگاهی خاکرخ‌ها مطابق با سیستم مرجع جهانی (WRB) در سطح گروه مرجع خاک رده‌بندی شدند. متغیرهای محیطی مشتق شده از مدل رقومی ارتفاع و یک تصویر ماهواره لندست ۸ به عنوان متغیرهای محیطی برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک به کار رفت. مدل رگرسیون لاجستیک توانایی قابل توجهی برای پیش‌بینی گروه‌های مرجع خاک در شرایط منطقه مطالعاتی داشت به گونه‌ای که مقدار صحت عمومی و شاخص کاپای مدل به‌ترتیب ۰/۵۸ و ۰/۴۶ بدست آمد. در منطقه‌ی مطالعاتی، Calcisols در مقایسه با دیگر گروه‌های مرجع گسترش بیشتری داشت. نتایج نشان داد که پیش‌بینی‌های این روش نیز مانند دیگر روش‌های رایان‌آموختی به فراوانی مشاهده‌ها و نوع و تعداد متغیرهای محیطی حساس است.

کلمات کلیدی: نقشه‌برداری رقومی، متغیرهای محیطی، رایان آموختی، منطقه سنجابی

مقدمه

یکی از نیازهای اساسی برای برنامه‌ریزی منابع خاک تهیه نقشه‌های دقیق خاک است. نقشه‌های توزیع مکانی کلاس‌های خاک درتصمیم‌گیری‌های مدیریتی برای برنامه‌ریزی استفاده از زمین و دیگرفعالیت‌های مرتبط با جنگلداری،کشاورزی وحفاظت محیطزیست ضروری است و اطلاعات زیادی در اختیارکاربران قرارمی‌دهند. در گذشته تهیه‌ی نقشه های خاک و بررسی ویژگی آن بر روش‌های کلاسیک استوار بود که در آن تغییرات ویژگی‌های خاک درون واحدهای نقشه نادیده گرفته می‌شد (Rossiter, 2005). با استفاده از روش‌های کلاسیک، نقشه‌های چند وجهی خاک به دست می‌آید. پاسخگویی این نقشه‌ها به کاربردهای نوین مورد انتقاد قرار گرفته است و این به دلیل منطق ناپیوسته‌ای است که اساس اینگونه مطالعات را می‌سازد. این در حالی است که معمولا تغییر ویژگی‌ها و کلاس‌های خاک در یک زمین‌چهر پیوسته بوده و تبدیل آن به گروه‌ها و کلاس‌های طبقه‌ای باعث از دست رفتن مقدار قابل توجهی از اطلاعات می‌شود. از طرفی استفاده ازروش‌های مرسوم نقشه‌برداری خاک برای تهیه نقشه درمناطقی 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 مکانی تفصیلی در مورد خاک و نقشه‌های دقیق بیشتر از گذشته احساس می‌شود. بنابراین با ایجاد پایگاه داده‌های مکانی، یافتن روش‌های نوین نقشه برداری که با وجود صرفه جویی در زمان و هزینه از صحت بالایی برخوردار باشند، ضروری به نظر می‌رسد. نقشه برداری رقومی خاک از طریق استفاده از مشاهدات صحرائی یا استخراج داده از نقشه‌های سنتی و ایجاد روابط کمّی با فرآیندهای محیطی مؤثر بر تشکیل خاک‌ها مدیریت پایدار منابع را پشتیبانی می‌کند. از طرفی با نیاز به نقاط مشاهداتی کمتر، هزینه‌های کمتری نیز به دنبال دارد (McBratney و همکاران ۲۰۰۳). اطلاعات مکانی خاک به معنی نقشه‌ها و پایگاه‌های داده‌ای است که اطلاعات روشن و کمّی از تغییرات ویژگی‌های خاک برای یک منطقه مشخص را ارائه می‌دهد. از جمله روش‌های رایان‌آموختی که در علوم خاک به‌صورت گسترده استفاده شده‌اند می‌توان روش‌های؛ درخت تصمیم‌گیری[۱] (DT_s)، شبکه عصبی مصنوعی[۲] (ANN)، جنگل تصادفی[۳] (RF)، درخت

* ایمیل نویسنده مسئول: pshekaari@gmail.com

[1] Decision trees
[2] Artificial neural networks
[3] Random forests

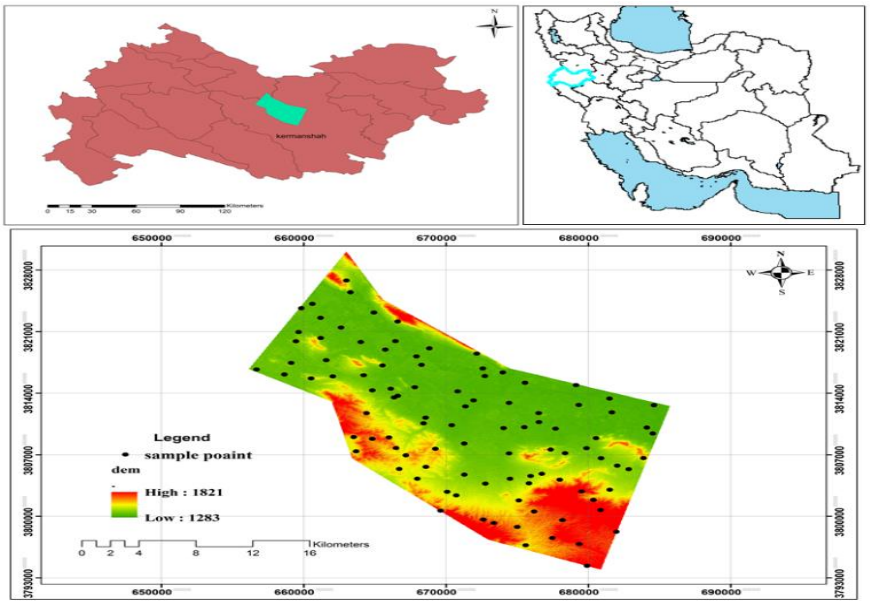
تصمیم‌گیری و رگرسیون[1] (CART)، ماشین بردار پشتیبان[2] (SVM)، درختان رده‌بندی[3] (CT) و کای نزدیک‌ترین همسایه[4] (KNN)را نام برد. خلاصه‌ای از رویکرد نقشه برداری رقومی خاک توسط McBratney و همکاران (۲۰۰۳) نشان می‌دهد که مدل‌های خطی (مانند رگرسیون خطی چندگانه و مدل‌های خطی تعمیم یافته) به طور متداول برای نقشه‌برداری رقومی ویژگی‌های خاک و ترکیب با روش کریجینگ در رگرسیون کریجینگ به کار رفته است (Hengl و همکاران ۲۰۰۷). همچنین، برای اهداف طبقه بندی، رویکرد خطی که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرد، رگرسیون لاجیستیک چند جمله‌ای است (Collard و همکاران ۲۰۱۴؛ Jafari و همکاران ۲۰۱۲). مدل‌های رگرسیون لاجستیک نوعی از مدل‌های خطی تعمیم یافته هستند که برای متغیرهای هدف رتبه‌ای (طبقه‌ای) مناسب می‌باشند. این مدل‌ها قادر به توصیف رابطه بین متغیرهای مستقل و یک متغیر هدف دو بخشی (دارای دو مقدار ۰ و ۱) هستند. در مورد رگرسیون لاجستیک دو جمله‌ای، خروجی رگرسیون لاجیستیک به صورت احتمالی بیان می‌شود، به گونه‌ای که مقادیر نزدیک به صفر نشان دهنده‌ی کم بودن احتمال رخداد و مقادیر نزدیک به یک به معنی بالا بودن آن است (Kleinbaum و همکاران ۲۰۰۸). مطالعات نقشه برداری رقومی در ایران تاریخچه درازی ندارد و مطالعات در این زمینه مربوط به سال‌های اخیر است. به‌عنوان مثال می‌توان به نقشه‌برداری رقومی کلاس‌های خاک با استفاده از سیستم رده‌بندی (FAO, 2014) با کاربست مدل‌های جنگل تصادفی (بهمنی، ۱۳۹۵)، ماشین بردار پشتیبان (ویسی‌سرطایره، ۱۳۹۵) در دشت میان‌دربند استان کرمانشاه و روش Kنزدیکترین همسایه (کیانیان، ۱۳۹۷) و شبکه عصبی مصنوعی (ویسی، ۱۳۹۷) در منطقه سنجابی استان کرمانشاه اشاره نمود.

وجود نقشه‌های خاک از نیازهای اساسی در مطالعات علوم زمین می‌باشد. با وجودی که بیش از پنجاه سال از شروع مطالعات خاکشناسی در ایران می‌گذرد، نقشه‌های خاک کشور به طور کامل تهیه نشده‌اند. در استان کرمانشاه اطلاعات کافی در مورد خاک‌های مناطق مختلف و در نتیجه پتانسیل خاک‌ها در دست نیست. به منظور بهره‌برداری بایسته از سرزمین در استان کرمانشاه و به خصوص دشت سنجابی که جایگاه مهمی در تولید محصولات کشاورزی دارد، به نقشه‌های کارآمد خاک نیاز داریم. بنابراین هدف از این پژوهش تهیه نقشه پیش‌بینانه الگوی پراکنش کلاس‌های تاکسونومیک خاک بر اساس سیستم WRB در سطح گروه مرجع خاک در پهنه دشت سنجابی با کاربست مدل رگرسیون لاجستیک بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در حد فاصل طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و۲۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و۳۱ دقیقه شمالی، با مساحت تقریبی ۴۸ هزار هکتار و ارتفاع متوسط ۱۳۳۰ متر از سطح دریا واقع در منطقه سنجابی در استان کرمانشاه است (شکل ۱). رژیم رطوبتی و دمایی خاک منطقه مطالعاتی به‌ترتیب زریک و ترمیک بود. تپه، دشت دامنه‌ای و دشت‌آبرفتی رودخانه‌ای واحدهای فیزیوگرافی غالب در منطقه‌ی مطالعاتی بود. همچنین در بعضی مناطق، کوه و آبرفت‌های بادبزنی سنگریزه‌دار دیده می‌شد. منطقه مطالعاتی قسمتی از زون خرد شده و گسله زاگرس است که از نظرساخت کلی زمین‌شناسی جزئی از مجموعه زاگرس است. به منظور تعیین موقعیت و تعداد خاکرخ‌ها، با توجه به ویژگی‌های ریخت شناسی منطقه و استفاده از نقشه توپوگرافی در محیط نرم افزار R (R Core Team, 2014) و براساس روش GRTS[5] موقعیت ۱۰۰ خاکرخ تعیین گردید (**Error! Reference source not found.** ۱) و سپس بر اساس مختصات نقاط، محل آنها با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی[6] (GPS) در صحرا مشخص گردید. با توجه به محدودیت-های موجود در منطقه ۵ خاکرخ در نقاطی بود که دسترسی به آنها ممکن نشد. خاکرخ‌های حفرشده، براساس راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک در صحرا و با استفاده از کتاب صحرایی (Schoenberger و همکاران ۲۰۱۲) تشریح و از تمامی افق‌های ژنتیک نمونه تهیه گردید.

[1] Classification and regression trees
[2] Support vector machines
[3] Classification trees
[4] K-nearest neighbor
[5] Generalized Random Tesselation Sampling
[6] Global Positioning System



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعاتی و پراکنش نقاط مطالعاتی

پیش از تجزیه، نمونه‌های خاک از الک ۲ میلی‌متری گذرانده شده و ویژگی‌های مهم فیزیکی و شیمیایی مانند واکنش گل اشباع، رسانش الکتریکی عصاره ۲/۵: ۱، بافت، کربن آلی، و کربنات کلسیم معادل به روش‌های استاندارد (Page, 1996; Klute, 1996) اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج ریخت‌شناختی در صحرا و تجزیه‌های آزمایشگاهی هر پدان مطابق با سیستم رده‌بندی WRB در سطح اول (RSG) رده‌بندی گردید. برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک متغیرهای محیطی (مانند MRVBF[1], TWI[2], NDVI[3]...) از مدل رقومی ارتفاع (DEM) و تصویر ماهواره Landsat 8 OLI/TIRS برگرفته شد. مدل‌سازی و پیش‌بینی کلاس‌های خاک در سطح گروه‌های مرجع خاک با کاربست مدل رگرسیون لاجستیک انجام شد. برای ارزیابی عملکرد مدل از معمول‌ترین سنجه‌های برآورد صحت شامل؛ صحت عمومی[4]، صحت کاربر[5]، قابلیت اطمینان تولید کننده[6] و شاخص کاپا[7] (Lu و همکاران ۲۰۰۴) استفاده شد.

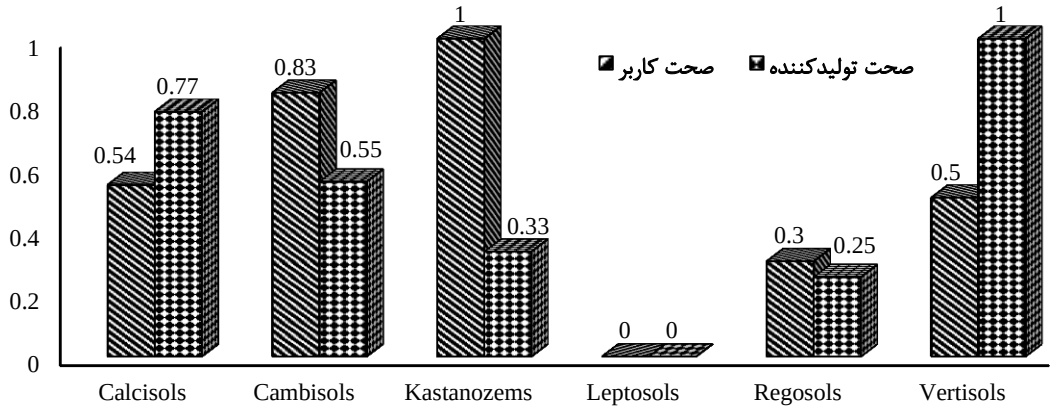
نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج رده‌بندی خاک‌ها را بر اساس سطح اول سیستم رده‌بندی WRB همراه با فراوانی مشاهده شده در هر RSG نشان می‌دهد. نتایج راستی‌آزمایی پیش‌بینی گروه‌های مرجع خاک در شکل ۲ آمده است. بررسی همزمان جدول ۱ و شکل ۲ رابطه فراوانی مشاهدات با صحت یا درستی پیش بینی بخوبی دریافته می‌شود در فراوانی بیشتر مشاهدات، صحت پیش‌بینی بالاتر خواهد بود. در بسیاری از پژوهش‌ها (از جمله Barthold و همکاران ۲۰۱۳) به نتیجه‌گیری‌های مشابه مبنی بر حساسیت بالای پیش‌بینی‌های رایان‌آموختی به تعداد مشاهدات اشاره شده است برای نمونه، Calcisols با بیشترین فراوانی، بالاترین صحت تولیدکننده را داشته اما صحت صفر در پیش‌بینی مکانی Leptosols (با تنها چهار مشاهده) را به احتمال قوی می‌توان با وابستگی درستی پیش‌بینی‌ها به فراوانی مشاهدات توجیه نمود. دیگر گروه‌های مرجع نیز کم و بیش از همین روند پیروی می‌کردند. اما شاید تضاد با این مطلب در Vertisols و Kastanozems باشد. به نظر می‌رسد Vertisols به‌رغم فراوانی کم در سایه ویژگی‌های منحصربه‌فرد خود و البته گزینش درست و تأثیر بالای کوواریت‌های محیطی با صحت صددرصد پیش‌بینی شده است.. این نتیجه توسط Jafari و همکاران، (۲۰۱۲) نیز در پیش‌بینی کلاس‌های خاک گزارش گردیده است.

[1] Multiresolution index of valley bottom flatness
[2] Topographic wetness index
[3] Normalized difference vegetation index
[4] Overall map accuracy
[5] User`s accuracy
[6] Producer's reliability
[7] Kappa Index of agreement

جدول۱. نام و فراوانی گروه‌های مرجع خاک مشاهده شده در منطقه مورد مطالعه.

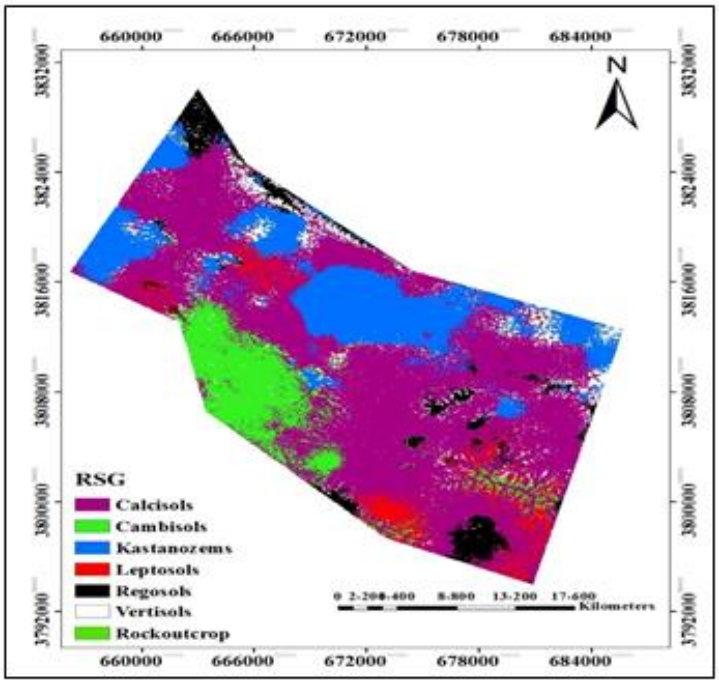
Leptosols	Vertisols	Regosols	Cambisols	Kastanozems	Calcisols
۴	۶	۱۵	۱۴	۱۷	۳۷



شکل ۲. نتایج راستی‌آزمایی پیش‌بینی گروه‌های مرجع خاک در منطقه.

در مورد Kastanozems به رغم شمار نسبی خوب مشاهدات (جدول ۱) صحت تولیدکننده ضعیف‌تری به دست آمد. به اتکاء آنچه در صحرا دیده شد و اینکه الگوریتم برخی خاکرخ‌های این گروه مرجع را در Cambisols قرار داد، می‌توان گفت پس‌رفت ژنتیک Kastanozems زیر فشار زیاد کشت، ویژگی‌های آنها را تا اندازه‌ای به Calcisols نزدیک نموده از سوی دیگر ویژگی‌های ورتیک (نه‌چندان تیپیک) که به دلیل بافت و کانی‌شناسی ویژه منطقه میان خاک‌ها تا اندازه‌ای مشترک است از دلایل اصلی صحت کم تولیدکننده دانست. کلاس Regosols نیز به دلیل مشابه اما با شدت کمتری از درستی پیش‌بینی پایین برخوردار بود. این استدلال با آنچه توسط Hengl و همکاران (۲۰۰۷) و Jafari و همکاران (۲۰۱۲) ارائه شده هماهنگ است. راستی‌آزمایی آماری نقشه پیش‌بینی گروه‌های مرجع خاک با رگرسیون لاجستیک صحت عمومی ٪ ۵۸ و شاخص کاپای ٪۴۶ به دست داد. این ارقام نسبت به کاپای ٪ ۱۲-۸ که Brungard و همکاران (۲۰۱۵) برای همین روش و با سه مجموعه کواریت محیطی به آن دست یافتند بسیار بهتر به نظر می‌رسد، اگرچه آنان با جنگل تصادفی نتایج بهتری بدست آوردند.

در سطح دوم WRB عملکرد مدل کاملا ناخشنودکننده بود. دلیل عمده و چشم‌گیر این وضعیت نیز کاهش شدید فراوانی مشاهدات در هر کلاس خاک در سطح دوم بود که امکان تکمیل مرحله آموزش را فراهم نمی‌کرد و نتایج مرحله‌ی راستی‌آزمایی نیز بسیار نامطلوب بود. شکل ۳ نقشه پیش‌بینی پراکنش مکانی گروه‌های مرجع خاک را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. طبق تجربیات صحرایی Calcisols بیشترین مساحت را پوشش داده بود و Kastanozems، Cambisols، Regosols، Vertisols و Leptosols به ترتیب در مراتب بعدی قرار داشتند. چنانکه در نقشه دیده می‌شود گستره Calcisols در نقاط مسطح دشت و به عنوان خاک چیره منطقه به خوبی پیش‌بینی شده است. گروه مرجع Kastanozems پس از Calcisols بیشترین گسترش را داشت که با خاکرخ‌های معمولاً عمیق، بیشتر در بخش‌های مرکزی و شمالی دشت سنجابی دیده می‌شد. در خاک‌ها عمدتاً افق مشخصه Cambic و در برخی نقاط Calcic نیز مشاهده شد. گروه مرجع دیگر Cambisols بود که از نظر گسترش مکانی در بخش‌های شمال‌غربی و به سمت جنوب منطقه تمرکز داشتند. گروه مرجع Regosols در این دشت عمدتاً کم‌عمق و دارای سنگریزه بالا در سطح و عمق بوده، معمولاً در حاشیه منطقه روی آبرفت‌های بادبزنی شکل توسعه یافته‌اند. در Vertisols بافت سنگین و ساییده‌رخ‌های نه چندان تیپیک دیده شد که بیشتر آمیخته با Kastanozems و در نقاط کم ارتفاع قرار داشتند. مطابق انتظار Leptosols عمدتا در بخش بالایی مخروط‌افکنه‌ها و دامنه ارتفاعات با پوشش خاکی نازک در سطح و لایه‌ی سنگی در زیر مشاهده گردید که معمولاً همراه با رخنمون‌های سنگی (Rockoutcrop) مشاهده گردید. این RSG کمترین گستره را در منطقه داشت و به همین دلیل فراوانی مشاهدات آن نیز کم بود. با توجه به صحت صفر مدل در پیش‌بینی این گروه مرجع خاک، موقعیت قرارگیری این گروه مرجع بر روی نقشه درست نیست و با مشاهده صحرایی همخوانی ندارد.



شکل۳. نقشه پیش‌بینی پراکنش مکانی گروه‌های مرجع خاک WRB در منطقه‌ی مطالعاتی با استفاده از مدل رگرسیون لاجستیک.

نتیجه‌گیری

رگرسیون لاجستیک در پیش‌بینی RSGهای WRB در منطقه مورد مطالعه عملکرد قابل‌قبولی داشت و تا اندازه قابل قبولی با الگوی پیچیده پراکنش مکانی مشاهده شده در منطقه هماهنگی داشت. مانند هر روش رایان‌آموختی دیگر، درستی پیش‌بینی‌های رگرسیون لاجیستیک نیز به شدت از فراوانی مشاهدات در هر کلاس تاثیر می‌پذیرفت. به همین دلیل، کاربست الگوریتم در سطح دوم WRB به‌دلیل کاهش شدید مشاهدات در بسیاری از کلاس‌های خاک، نتایج مناسبی به دست نداد. نکته مهم دیگر گزینش موثرترین کواریت‌ها در منطقه بود که به نوبه خود کاملا بر صحت پیش‌بینی RSGها توسط مدل در منطقه‌ی مطالعاتی اثرگذار بود. همچنین عملکرد مدل نشان داد که در جداسازی خاک‌هایی با ویژگی‌های ژنتیک مشابه و نزدیک به هم و حتی به رغم شمار مناسب مشاهدات، دچار اشتباه می‌شود.

منابع

بهمنی، آ. ۱۳۹۵. توان‌آزمایی جنگل تصادفی در پیش‌بینی پراکنش مکانی خاک در بخش نیمه‌خشک استان کرمانشاه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی. گروه علوم و مهندسی خاک. ۶۵ صفحه.

کیانیان، ن. ۱۳۹۷. بازشناخت الگوی خاک یک زمین چهر نیمه خشک در استان کرمانشاه با استفاده از الگوریتم کای نزدیکترین همسایه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی. گروه علوم و مهندسی خاک.

ویسی، م. ۱۳۹۷.پیش‌بینی الگوی خاک در یک زمین‌چهر برگزیده در استان کرمانشاه با کاربست شبکه‌های عصبی مصنوعی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی. گروه علوم و مهندسی خاک.

ویسی‌سرطایره، غ. ۱۳۹۵. بازشناخت الگوی پراکنش خاکدردشت میان‌دربندکرمانشاه با کاربست مدل ماشین‌های بردار پشتیبان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی. گروه علوم و مهندسی خاک. ۸۳ صفحه.

Barthold, F.K., Wiesmeier, M., Breuer, L., Frede, H.G., Wu, J. and Blank, F. B. 2013. Land use and climate control the spatial distribution of soil types in the grasslands of Inner Mongolia. Journal of arid environments, 88, 194-205.

Collard, F., Kempen, B., Heuvelink, G.B.M, Saby, N.P.A., Richer de Forges, A.C., Lehmann, S., Nehlig, P. and Arrouays, D. 2014. Refining a reconnaissance soil map by calibrating regression models with data from the same map (Normandy, France). Geoderma Regional 1, 21-30.

Hengl, T., Heuvelink, G.B.M. and Stein, A. 2007. About regression-kriging: From equations to case studies. Computers & Geosciences 33, 1301-1315.

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.

Kleinbaum, D.G., Kupper, L.L., Nizam, A. and Muller, K.E. 2008. Logistic regression analysis. In Applied Regression Analysis and Other Multivariate Methods 4th ed., Thomson Brooks/Cole, Belmont, CA: 604-634.

Klute, A., 1996. Methods of soil analysis. Part 1. Chemical and mineralogical properties. Monograph No. 9. 2nd. ed. ASA monograph No. 9. SSSA, Madison, WI, USA.

McBratney, A.B., Santos, M.M. and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. Geoderma 117(1): 3 52.

Page, A.L. 1996. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and mineralogical properties. Monograph No. 9 . 2nd. ed. ASA monograph No. 9. SSSA, Madison, WI, USA.

Rossiter, D. 2005. Digital soil mapping: Towards a multiple-use Soil Information System. Análisis Geográficos (Revista del Instituto Geográfico" Augusín Codazzi"), 32(1), 7-15.

Schoeneberger, P.J.,. Wysocki, D.A.,Benham, E.C. and Soil Survey Staff. 2012. 2012. Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Lincoln: Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center.

IUSS Working Group WRB. G. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Spatial prediction of RSGs in a semi-arid landscape using logistic regression

Paidar[1], H., Shekaari[2*] , P.

[1] Graduate student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

Abstract

During the last two decades application of quantitative techniques in soil mapping is considerably increased. In this work, the relatively widespread machine learning (ML) method, logistic regression (LR) applied to spatial prediction of WRB RSGs over a 48,000 ha. extent of Sandjabi area of Kermanshah province. Using GRTS sampling algorithm, 100 observation points distributed over the area. All the pedons were described, sampled, analyzed, and based on morphological and laboratory results classified at the RSG level of WRB soil classification system. Environmental covariates calculated based on a DEM file and a Landsat 8 scene, which applied as predictors in spatial prediction of RSGs. Validation measures Overal map accuracy (OA) and Kappa index of agreement (K) were calculated 0.58 and 0.46, respectively. Calcisols -the most frequent RSG in the dataset- was predicted accurately. Generally, considering sample density and study area extent, LR showed a considerable capability in predicting pattern of soil taxonomic classes over the study area. However, results confirmed that LR like other ML methods is sensitive to frequency of observations and environmental covariates.

Keywords: Digital soil mapping, environmental covariates, Sandjabi area.

* Corresponding author, Email: pshekaari@gmail.com

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

کاربرد روش‌های پارامتریک در ارزیابی تناسب اراضی برای تعیین شاخص‌های اقلیمی و خاکی موثر بر کشت مرکبات

امید احمدی[۱]، پریسا علمداری [۲*]، مسلم ثروتی[۳] و تورج خوش‌زمان[۴]

[۱] دانشجوی فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۲]استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۳]استادیار، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه

[۴]محقق بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران

چکیده

هدف از پژوهش حاضر تعیین شاخص‌های اقلیمی و خاکی بر اساس دستورالعمل فائو و کاربرد روش‌های پارامتریک در منطقه خداآفرین (آذربایجان شرقی) به منظور کشت و توسعه باغات مرکبات بود. منطقه مورد مطالعه با وسعت ۱۶۵۵۵ هکتار در شمال شرقی استان آذربایجان شرقی واقع شده است. اراضی منطقه از لحاظ شکل ظاهری بر روی دشت (آبرفتی، سیلابی، دامنه‌ای) و مخروط افکنه قرارگرفته است. تعداد ۱۱ خاکرخ شاهد در منطقه مطالعاتی حفر و تشریح شد و بر اساس رده بندی امریکایی، خاک‌ها در دو رده اریدی‌سول و انتی‌سول طبقه‌بندی شدند. تناسب اراضی به منظور کشت مرکبات، با توجه به شرایط اقلیم، خاک و زمین‌نما انجام شد. نتایج حاصل از پژوهش موید این مطلب است که در هر دو روش استوری و ریشه دوم، شاخص‌های اراضی روند نزولی داشته ولی در کل روش ریشه دوم شاخص‌های بزرگتری را نشان می‌دهد. نتایج تناسب اقلیم بر اساس روش محدودیت ساده بیانگر کلاس N2 و بر اساس روش تعداد و شدت محدودیت، کلاس S3 بود؛ که موید محدودیت‌زا بودن شرایط اقلیمی بوده و مهم‌ترین عامل بازدارنده رشد و توسعه مرکبات است. هم‌چنین نتایج ارزیابی خاک و زمین‌نما در منطقه مورد مطالعه برای تیپ بهره‌وری مرکبات بیانگر محدودیت‌های سیل‌گیری، عمق خاک، گچ و آهک بود.

کلمات کلیدی: پارامتریک، تعداد و شدت، خداآفرین، فائو، GIS

مقدمه

خاک از منابع به‌طور بطئی تجدیدپذیر و بستر حیات روی کره زمین است. از طرفی افزایش فوق‌العاده نیاز جامعه انسانی در بهره‌برداری از خاک جهت تأمین مایحتاج، اهمیت آن بر همگان روشن است (کریمی و همکاران، ۱۳۹۴). حفظ و حراست از منابع خاک و بهره‌وری معقول از آن و افزایش تولید در واحد سطح راه حل اساسی برای جلوگیری از بلای گرسنگی و قحطی کمین کرده در سر راه جمعیت افسار گسیخته دنیاست. بدین منظور باید کلیه منابع اراضی مورد مطالعه قرار گرفته و قدرت بهره‌وری آن‌ها مشخص گردد تا با توجه به نوع قابلیت و استعداد آن‌ها مورد بهره‌برداری قرار گرفته و استفاده غیر اصولی که در نهایت منجر به تخریب و انهدام آن‌ها می‌گردد، جلوگیری به عمل گردد (ایوبی و جلالیان، ۱۳۹۴).

با انجام مطالعات ارزیابی اراضی و تناسب، می‌توان کارایی اراضی را برای تیپ‌های بهره‌وری زراعی یا باغی تعیین کرد تا بتوان به طور صحیحی از منابع موجود به ویژه خاک‌ها استفاده کرد. با توجه به اهمیت مطالعات ارزیابی در برنامه‌ریزی جهت نیل به توسعه پایدار و عدم پژوهش در مورد مولفه‌های اقلیمی و خاکی تیپ بهره‌وری مرکبات، این تحقیق با هدف ارزیابی تناسب کیفی خصوصیات مختلف اراضی به منظوراحداث باغ مرکبات ، شناسایی محدودیت‌های اراضی و بررسی دقت روش‌های ارزیابی تناسب اراضی در منطقه خداآفرین (آذربایجان شرقی) صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی و مشخصات منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه به وسعت حدود ۱۶۵۵۵ هکتار شامل اراضی پایاب سد خداآفرین در شهرستان خداآفرین- بخش خمارلو در استان آذربایجان شرقی می‌باشد. این اراضی در محدوده ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۱۸ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. براساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه اقلیم‌شناسی خمارلو بین سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۵ معدل سالیانه دما ۱۴/۷ درجه سلسیوس اعلام شده است. میزان بارندگی سالیانه نیز بالغ بر ۲۸۱ میلی‌متر است. رژیم حرارتی منطقه ترمیک و رژیم رطوبتی منطقه اریدیک می باشد.

*ایمیل نویسنده مسئول: p_ alamdari@znu.ac.ir

ارزیابی کیفی

در مطالعه حاضر برای ارزیابی کیفی تناسب اراضی براساس چارچوب فائو ، ابتدا روش حداکثر محدودیت و تعداد و شدت محدودیت‌ها مورد استفاده قرار گرفت. سپس روش‌های پارامتریک استوری(استوری، ۱۹۷۶) و ریشه دوم (خیدیر، ۱۹۸۶) برای تعیین کلاس‌های تناسب اراضی مورد استفاده قرار گرفتند. در روش استوری و ریشه دوم یک درجه کمی به هر مشخصه زمین اختصاص داده می‌شود. درجات اختصاص داده شده در محاسبه شاخص زمین بکار می‌روند. شاخص اراضی با استفاده از روش استوری به‌شرح رابطه (۱) بدست آمد:

$$I = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \frac{D}{100} \times \dots$$ رابطه (۱)

I: شاخص اراضی. A، B، C، D درجات اختصاص داده شده به خصوصیات اراضی می‌باشد. شاخص اراضی بر اساس روش ریشه دوم به‌شرح رابطه (۲) محاسبه گردید:

$$I = R_{min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \frac{D}{100} \times \dots}$$ رابطه (۲)

I: شاخص اراضی. Rmin: درجه حداقل مربوط به خصوصیات زمین. A، B، C و... سایر درجه‌ها به غیر از خصوصیت با درجه حداقل. خصوصیات اقلیمی حداکثر در چهار گروه نزولات جوی، دما، رطوبت نسبی و تابش خورشیدی قرار می‌گیرند. برای ارزیابی هر خصوصیت اقلیمی، مقدار آن در دوره مربوطه با استفاده از آمار هواشناسی محاسبه شده و با جداول نیازها، مقایسه و درجه آن تعیین شد. درجات خصوصیات اقلیمی به وسیله روش پارامتریک و با استفاده از معادله استوری و ریشه دوم تلفیق گردید و شاخص اقلیمی (CI) بدست آمده با استفاده از روابط (۳ و۴) به درجه اقلیمی (CR) تبدیل شد.

$CR = 1.6\ CI$ if: $CI<25$ رابطه (۳)

$CR = 0.9\ CI + 16.67$ if: $25<CI<92.5$ رابطه (۴)

کیفیات مورد استفاده در ارزیابی خصوصیات خاک و زمین‌نما عبارتند از: پستی و بلندی (شیب اصلی و جانبی)، خیسی خاک (سیل‌گیری و وضعیت زهکشی)، ویژگی‌های فیزیکی خاک (بافت و ساختمان، درصد حجمی سنگریزه، عمق خاک، درصد آهک و گچ)، خصوصیات شوری و قلیائیت (هدایت الکتریکی و درصد سدیم تبادلی خاک). در مرحله بعد میانگین وزنی خصوصیات فوق‌الذکر بر اساس راهنمای سایز و همکاران (سایس و همکاران، ۱۹۹۱) محاسبه گردید. در پایان نقشه تناسب کیفی اراضی برای تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار GIS نسخه 10.5 ترسیم شد.

نتایج و بحث

مشخصات خاک‌های منطقه

نتایج مطالعات فیزیکی، شیمیایی و مورفولوژیکی، نشان داد که خاک‌های منطقه مطالعاتی بر اساس رده‌بندی آمریکایی (کلید رده بندی، ۲۰۱۴) در رده اریدی‌سول‌ها و زیررده‌های Calcids، Cambids و Gypsids و انتی‌سول‌ها با زیررده‌ی Orthents قرار دارند. نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی برخی از خاکرخ‌های شاهد در جداول (۱ و ۲) ارائه شده است. هم‌چنین در جدول (۳) به تفکیک متوسط وزنی ویژگی‌های خاکی مورد نیاز جهت تعیین کلاس تناسب تیپ بهره‌وری نمایش داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های مرفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاکرخ ۳

سری خاک 3.3 به مختصات جغرافیایی "۳۱٫۷ '۱۲ °۱۷۹ طول شرقی و "۲۵٫۴ '۱۰ °۳۹ عرض شمالی

عمق(cm)	افق	ذرات خاک (درصد)			بافت	سنگریزه(٪)	گچ(٪)	آهک(٪)	هدایت الکتریکی(dS/m)
		شن	سیلت	رس					
۰-۲۰	Ap	۳۴	۳۴	۳۲	C.L	۰	۰	۳/۵	۱/۰۲
۲۰-۴۵	Bw	۴۰	۲۴	۳۶	C.L	۰	۰	۳	۱/۵۲
۴۵-۸۵	Bk1	۳۶	۳۲	۳۲	C.L	۰	۰	۱۸/۷۵	۱/۰۲
۸۵-۱۳۰	Bk2	۵۶	۲۰	۲۴	S.C.L	۰	۰	۱۰	۱/۳۲

خاکرخ ۳. شیب کلی ۳/۵ درصد، فاقد محدودیت سیل‌گیری و بیشترین مقدار درصد سدیم تبادلی در طول خاکرخ ۵/۷

جدول ۲- ویژگی‌های مرفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاکرخ ۴

سری خاک 4.1 به مختصات جغرافیایی "۰٫۸ '۹ °۱۷۹ طول شرقی و "۲۷٫۶ '۹ °۳۹ عرض شمالی

عمق(cm)	افق	ذرات خاک (درصد)			بافت	سنگریزه(٪)	گچ(٪)	آهک(٪)	هدایت الکتریکی(ds/m)
		شن	سیلت	رس					
۰-۲۵	Ap	۲۰	۴۰	۴۰	C.L	۰	۰	۵/۷۵	۱/۸۲
۲۵-۶۰	Bss	۲۸	۲۸	۴۴	C	۰	۰	۶/۷۵	۱/۸۱
۶۰-۹۰	Bk1	۲۲	۳۰	۴۸	C	۰	۰	۱۷/۲۵	۱/۵۶
۹۰-۱۳۰	Bk2	۲۲	۳۰	۴۸	C	۰	۰	۱۷/۲۵	۱/۷۵

خاکرخ ۴. شیب کلی ۱ درصد، فاقد محدودیت سیل‌گیری و بیشترین مقدار درصد سدیم تبادلی در طول خاکرخ ۴/۲

جدول ۳- متوسط وزنی ویژگی‌های خاکی مورد نیاز جهت تعیین کلاس تناسب تیپ بهره‌وری مرکبات

واحد اراضی	رس(٪)	سیلت(٪)	شن(٪)	کلاس بافتی	ذرات >۲mm	آهک(٪)	گچ(٪)	EC (ds/m)	ESP (%)
1.1	۳۲/۵۳	۲۹/۶۵	۳۷/۸۲	C.L	۰	۳/۶	۰	۱/۸۱	۳/۵
2.1	۴۴/۶۷	۲۷/۶۶	۲۷/۶۷	C	۰	۴/۵۸	۰/۵۴	۲/۲۷	۴/۲
3.3	۳۲/۴۲	۲۷/۸	۳۹/۷۸	C.L	۰	۸/۴۴	۰	۱/۲۳	۵/۷
4.1	۴۴/۲	۳۲/۲۴	۲۳/۵۶	C	۰	۹/۵۶	۰	۱/۸۲	۴/۲
5.5	۵۳/۵	۲۶/۸۵	۱۹/۶۵	C	۰	۱۰/۸۴	۰	۱/۸۷	۳/۷
6.6	۴۹	۳۷	۱۴	C	۰	۲/۸۸	۶/۲۸	۱/۷۷	۴/۶
7.1	۵۱/۳۲	۳۳/۸۱	۱۴/۸۷	C	۰	۷/۱۳	۱/۱۹	۲/۱	۵/۸
8.5	۳۵	۴۸	۱۷	Si.C.L	۰	۱۲/۸۸	۰	۱/۵۸	۶/۷
9.2	۲۸	۴۸	۲۴	C.L	۰	۱۳	۰	۱/۲۴	۷/۳
10.5	۱۱/۹۷	۲۵/۹۵	۶۲/۰۸	S.L	۰	۱۲/۹۷	۰	۱/۷۵	۴/۲
11.1	۱۱/۲	۹/۸۸	۷۸/۹۲	S.L	۴۰/۹	۴/۰۶	۰/۲	۳/۱۸	۷/۷

ارزیابی اقلیم با استفاده از داده‌های اقلیمی منطقه

در مطالعه حاضر این اطلاعات شامل درجه حرارت و رطوبت نسبی بوده که مقدار متوسط آن‌ها در دوره آماری مربوطه (۱۹۸۹-۲۰۱۵) و بر اساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه اقلیم‌شناسی خمارلو محاسبه شد. جدول (۴) درجه تناسب ویژگی‌های اقلیمیِ موثر در رشد تیپ بهره‌وری مورد مطالعه را، با استفاده از متوسط ویژگی‌های اقلیمی نشان می‌دهد.

جدول ۴- درجه تناسب ویژگی‌های اقلیمیِ موثر در رشد تیپ بهره‌وری مورد مطالعه

ویژگی‌های اقلیمی	MT1	RH1
مرکبات	۱۲/۵	۷۵/۰۸

MT1: متوسط دما در دو ماه بعد از برداشت (C °)؛ RH1: رطوبت نسبی سردترین ماه به‌شرط یخبندان (%)

نهایتاً درجه تناسب ویژگی‌های اقلیمی با استفاده از روش پارامتریک (استوری و ریشه دوم) تلفیق و درجه‌های تناسب اقلیمی برای تیپ بهره‌وری مورد مطالعه محاسبه و کلاس تناسب آن‌ها تعیین شد. در جدول (۵) درجه تناسب ویژگی‌های اقلیمی و کلاس تناسب اقلیمی به‌همراه روش محدودیت ارائه شده است. نتایج حاصل از ارزیابی اقلیم برای مرکبات بر اساس روش پارامتریک (استوری و ریشه دوم) موید محدودیت شرایط اقلیمی بود، زیرا شرایط اقلیمی منطقه از نظر مولفه‌ی متوسط دما در دو ماه پس از برداشت ۳/۶۴ درجه سلسیوس بوده و در کلاس N2 قرار دارد. این امر موجب گردیده تا علی‌رغم قرار گرفتن رطوبت نسبی در کلاس S2، محدودیت اقلیمی به قوت خود باقی بماند. با توجه به این موضوع و اهمیت ویژه اقلیم و بازدارندگی آن، کشت و توسعه باغات مرکبات در منطقه مورد مطالعه توصیه نمی‌شود. بر اساس نتایج ارزیابی کیفی، اقلیم منطقه به روش تعداد و شدت دارای کلاس تناسب S3 و به روش محدودیت ساده دارای تناسب N2 می‌باشد که موید محدودیت شرایط اقلیمی بوده و مهم‌ترین عامل بازدارنده رشد و توسعه مرکبات است. نتایج بررسی‌های خاک و زمین‌نما نشان داد که منطقه مورد مطالعه برای تیپ بهره‌وری مرکبات دارای محدودیت‌های سیل‌گیری،

عمق خاک، گچ و آهک است. نتایج موید این مطلب است که در هر دو روش استوری و ریشه دوم، شاخص‌های اراضی روند نزولی داشته ولی در کل روش ریشه دوم شاخص‌های بزرگتری را نشان می‌دهد.

جدول۵- درجه و کلاس تناسب اقلیم بر اساس روش‌های پارامتریک و محدودیت

تیپ بهره‌وری	روش پارامتریک				روش محدودیت	
	استوری	کلاس	ریشه دوم	کلاس	محدودیت حداکثر	تعداد و شدت
مرکبات	۱۵	N2	۱۷	N2	N2	S3

ارزیابی کیفی نهایی و تعیین میزان محدودیت‌ها

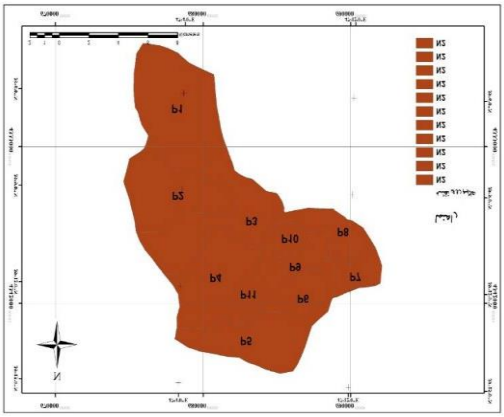
در این مرحله با تلفیق درجه تناسب ویژگی‌های مختلف اراضی، شاخص اراضی محاسبه شد. نهایتاً با استفاده از شاخص محاسبه شده، کلاس نهایی تناسب اراضی تعیین شد. به‌منظور ایجاد یک دید کلی، شاخص‌های خاک، سیمای اراضی و اقلیم برای تیپ‌های بهره‌وری مورد نظر در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول ۶- شاخص‌های خاک، سیمای اراضی و اقلیم برای تیپ بهره‌وری مرکبات

واحد اراضی	روش مطالعه			
	محدودیت حداکثر	تعداد و شدت محدودیت‌ها	استوری	ریشه دوم
1.1	N2cs	S3cs	N2c	N1c
2.1	N2cws	S3cws	N2c	N2c
3.3	N2cs	S3cs	N2c	N2c
4.1	N2cs	S3cs	N2c	N2c
5.5	N2cws	S3cws	N2c	N2c
6.6	N2cts	N1cts	N2c	N2c
7.1	N2cs	S3cs	N2c	N2c
8.5	N2cts	N1cts	N2c	N2c
9.2	N2ctws	N1ctws	N2c	N2c
10.5	N2cts	S3cts	N2c	N2c
11.1	N2cws	S3cws	N2c	N2c

c: محدودیت اقلیم؛ t: پستی و بلندی؛ w: خیسی خاک؛ s: محدودیت فیزیکی خاک

نتایج نشان داد، زیادی گچ در واحد (6.6) و بالا بودن آهک در برخی واحدها (5.5، 8.5، 9.2 و10.5) حدی باعث کاهش شاخص اراضی به ویژه برای مرکبات گردید. واحد (11.1) به دلیل سنگریزه زیاد (بیش از ۴۰ درصد) در کلاس نامناسب قرار گرفت. به‌طور کلی در بعضی از واحدها (2.1، 5.5، 6.6، 8.5، 9.2 و11.1) شدت محدودیت‌ها زیاد بوده و در کلاس تناسب N قرار می‌گیرند.



شکل ۱- نقشه تناسب کیفی اراضی برای مرکبات با روش‌های استوری و ریشه دوم

اکثر این محدودیت‌ها به دلیل حساسیت به سیل‌گیری، محدودیت عمق، شیب و آهک بود. بنابراین عملیات عمرانی و اقدامات مدیریتی برای این واحدها مقرون به صرفه نبوده و فقط در واحدهایی که شدت محدودیت‌ها زیاد نیست، می‌توان با انجام عملیات اصلاحی برای برخی ویژگی‌های قابل اصلاح نظیر تسطیح اراضی، به کلاس مطلوب‌تری نائل شد. بنابراین بایستی نسبت به کاهش یا رفع محدودیت آن‌ها اقدام شود تا سازگاری زمین افزایش یابد. لذا با انجام این عملیات کلاس‌های آتی تناسب واحدهای اراضی مناسب‌تر خواهد شد. مروج و همکاران (۸) بر پایه فائو نتایج مشابه‌ای را گزارش نمودند که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد. در شکل (۱) نقشه تناسب کیفی اراضی برای تیپ بهره‌وری مورد مطالعه با روش‌های پارامتریک (استوری و ریشه دوم) ارائه شده است.

نتیجه‌گیری

به طور کلی خاک‌های منطقه مورد مطالعه شامل دو رده اریدی‌سول و انتی‌سول بوده که در قالب ۱۱ سری خاک مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت. در وضعیت فعلی، شرایط اقلیمی منطقه به نحوی است که برای رشد مرکبات کم و بیش محدودیت‌زا بوده و این امر موجب گردیده تا انجام عملیات عمرانی به منظور رفع محدودیت‌ها تاثیر گذار نباشد. با توجه به این موضوع کشت و توسعه باغات مرکبات در منطقه مورد مطالعه توصیه نمی‌شود. از سوی دیگر بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی خاک و زمین‌نما منطقه مورد مطالعه برای تیپ بهره‌وری مرکبات دارای محدودیت‌های سیل‌گیری، عمق خاک، گچ و آهک است؛ که با توجه به روابط پیچیده اقلیم و بازدارندگی آن، انجام عملیات عمرانی به منظور بهبود شرایط خاک و زمین‌نما بیهوده خواهد بود.

منابع

ایوبی، ش و جلالیان، ا. ۱۳۹۴. ارزیابی اراضی (کاربری‌های کشاورزی و منابع طبیعی)، ویرایش دوم،چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

باقرزاده، ح.، باقرزاده، ع و معین‌راد، ح. ۱۳۹۱. تحلیل روش‌های پارامتریک در ارزیابی کیفی تناسب اراضی دشت نیشابور برای زراعت گندم، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۴، شماره ۲: ۱۳۰-۱۲۱.

کریمی، ر.، صالحی، م ح و مصلح، ز. ۱۳۹۴. تأثیر تغییر کاربری اراضی بر برخی از اجزای کربن توده خاک و خاکدانه در منطقه صفاشهر استان فارس، نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد پنجم، شماره ۱: ۱۵۷-۱۴۵.

Anonymous, 2006. World reference base for soil resources (WRB), a framework for international classification, correlation and communication. 2nd edition. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.

Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis, P 383-411. In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Khidir, S.M. 1986. A statistical approach in the use of parametric systems applied to the FAO framework for land evaluation. [PhD Thesis.] State University Ghent, Belgium.

McLean, E.O. 1982. Soil pH and Lime requirement, P 199-224. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Micromorphological Properties. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Nelson, R.E. 1982. Carbonate and gypsum, P 181-197. In: Page, A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.),ethods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological methods. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Newhall, F., and Berdanier, C.R. 1996. Calculation of soil moisture regimes from the climatic record. Natural Resources Conversations Service, Soil Survey Investigation Report, No. 46, 13p.

Roades, J.D. 1990. Soluble salts, P 167-179. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Soil Analysis. Part 2. Chemical and Micromorphological Properties. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Storie, R.E. 1976. Storie Index Soil Rating. Special publication Div. Agric.Sci. No. 3203, University of California, Berkeley.

Sys, C., Van Ranset, E and Debaveye, J. 1991a. Land evaluation. Part I, Principle in land evaluation and crop production calculation. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent University, Gent, Belgium.

USDA. 2014. Keys to Soil Taxonomy. 12nd Edition. Soil Survey staff. Natural Resources Conversations Service. 360p.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Soil genesis and classification

Application of parametric methods in land suitability evaluation for determining the climate and soil indexes affecting citrus cultivation.

Ahmadi., O[1], Alamdari., P[2*] . Servati., M[3]. Khoshzaman., T.[4]

[*1]Graduate of M.Sc. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Zanjan University

[2] Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Zanjan University

[3] Assistant Professor, Shahid Bakeri Miandoab Higher Education Center, Urmia University

[4] Researcher, Department of Soil and Water Research, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Zanjan Agricultural Research, Education and Promotion Organization,

Abstract

The purpose of this study was to determine the climate and soil indexes based on the FAO guidelines and to apply parametric methods in the Khodaafarin region (East Azerbaijan) in order to cultivate and develop citrus orchards. Using parametric methods in land quality evaluation is a useful tool for increasing agricultural productivity and sustainability. The study region with an area of 16555 hectares is located in the northeast of East Azerbaijan province. The lands of the region are visually appearing on the plains (alluvial, flood, Pedi plain) and Alluvial Fan. 11 soil profiles were drilled and described in the study area. According to American classification, soils were classified in two categories: Aridisols and Entisols. Climatic suitability results based on the Simple limitation method represent the N2 class, based on the Number and intensity of limitations of the S3 class, which confirms the limitation of the climatic conditions and the most important factor inhibiting the growth and development of citrus. In addition, the results of soil and landscape assessment in the study area for citrus utilization type indicated the restriction for flooding, soil depth, gypsum and lime.

Keywords: FAO, Number and intensity, Parametric

[*] Corresponding author, Email: p_ alamdari@znu.ac.ir

پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

مقایسه روش‌های پارامتریک و فازی‌سازی شاخص اراضی به‌منظور ارزیابی تناسب اراضی منطقه گل‌دشت استان مازندران برای برنج آبی

سیده فاطمه نبوی[۱]*، نفیسه یغمائیان مهابادی[۲]، شهرام محمود سلطانی[۳]

[۱] دانشجو کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان

[۲] استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان

[۳] استادیار مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گیلان

چکیده

خاک از مهم‌ترین منابع طبیعی و زیربنایی اصلی فعالیت‌های کشاورزی را تشکیل می‌دهد و این منبع برخلاف آب که تا حدودی قابل برگشت است، غیر قابل جبران می‌باشد. بنابراین، ارزیابی اراضی با توجه به توانمندی خاک و اقلیم، در استفاده بهینه از منابع خاک، آب و سرمایه امری ضروری است. ارزیابی تناسب اراضی عبارت از شناسایی ظرفیت تولید اراضی و انتخاب کاربری متناسب با این ظرفیت تولید است. این پژوهش با هدف ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه گل‌دشت استان مازندران برای برنج آبی با استفاده از دو روش پارامتریک و روش فازی‌سازی شاخص اراضی و مقایسه این دو روش اجرا گردید. بدین منظور نمونه‌برداری از خاک‌های شالیزاری در ۵۰ نقطه و در چهار عمق مختلف بر اساس الگوی نمونه‌برداری شبکه‌ای منظم انجام شد. به منظور اندازه‌گیری عملکرد واقعی، برداشت محصول در پلاتی به وسعت یک مترمربع به مرکزیت محل‌های نمونه‌برداری خاک انجام شد. برای محاسبه شاخص اراضی از روش پارامتریک (ریشه دوم) و فازی‌سازی شاخص اراضی استفاده گردید. نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی براساس فازی‌سازی شاخص اراضی نشان داد که منطقه مورد مطالعه در کلاس S3 و با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) در کلاس S3 و N قرار می‌گیرد. مقایسه ضرایب همبستگی بین شاخص اراضی محاسبه شده و مقادیر عملکرد واقعی نشان داد که به دلیل وجود ضریب تبیین بالاتر، روش فازی‌سازی شاخص اراضی(R^2 =۰/۷۲) نسبت به روش پارامتریک (R^2 =۰/۶۰) از کارآیی بیشتری در تعیین کلاس‌های کیفی تناسب اراضی برای برنج آبی در منطقه مورد مطالعه، برخوردار است. با توجه به نتایج بدست آمده برای عمق‌های مختلف با استفاده از دو روش مورد استفاده پیشنهاد می‌شود، روش فازی‌سازی شاخص اراضی در عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متر به دلیل همخوانی بالا با نتایج حاصل از خاک‌رخ شاهد و به علاوه زمان و هزینه کمتر مطالعات آن برای ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای برنج در منطقه‌ی گل‌دشت آمل مدنظر قرار گیرد.

کلمات کلیدی: اعداد فازی مثلثی، عملکرد واقعی، همبستگی.

مقدمه

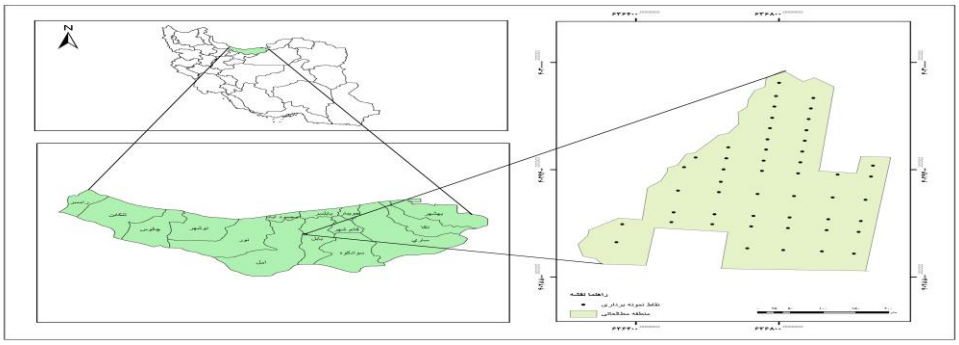
ارزیابی تناسب اراضی عبارت از شناسایی ظرفیت تولید اراضی و انتخاب کاربری متناسب با این ظرفیت تولید است (Prakash, 2003). چندین روش برای ارزیابی تناسب اراضی پیشنهاد شده که از جمله می‌توان به روش پارامتریک (ریشه دوم) اشاره نمود (FAO, 1984). در این روش یک درجه‌بندی کمی به هر یک از ویژگی‌های زمین اختصاص داده می‌شود و این روش بر مبنای نظریه دو ارزشی بولین استوار بوده و کلاس‌های مختلف تناسب اراضی را به صورت گروه‌های کاملا مجزا و گسسته تعریف می‌کنند (محمدی، ۱۳۸۵). بر خلاف منطق بولین، منطق فازی درستی هرچیزی را با یک عدد که مقدار آن بین صفر و یک است نشان داده و در این نظریه عضویت به‌صورت دو ارزشی نبوده، بلکه می‌تواند طیفی از اعداد بین صفر تا یک را به‌خود اختصاص دهد (سرمدیان و همکاران، ۱۳۸۸). مجموعه‌های فازی در مطالعات ارزیابی تناسب اراضی نه‌تنها کلاس تناسب غالب تناسب اراضی را مشخص می‌سازد؛ بلکه درجه تعلق واحد اراضی مورد نظر را به دیگر کلاس‌های تناسب تعیین می‌نماید (امیریان و همکاران، ۱۳۹۵). الالم (Elaalem, 2013) ارزیابی تناسب اراضی و مقایسه‌ی روش‌های پارامتریک و چند معیاری فازی را برای زیتون در دشت جفرای لیبی انجام داد. نتایج روش فازی نشان داد که اغلب منطقه‌ی مورد مطالعه برای تولید زیتون، بسیار مناسب است در حالی‌که نتایج به‌دست آمده از روش پارامتریک نشان داد که بسیاری از منطقه‌ی مورد مطالعه برای تولید زیتون، نسبتاً مناسب است. همچنین در تحقیقات انجام شده توسط روگر و همکاران (Roger et al., 2000) و رودریگو و همکاران (Rodrigo et al., 2005) نتایج مشابه‌ای به‌دست آمده و نشان دهنده برتری روش فازی نسبت به روش‌های کلاسیک می‌باشند. در

* ایمیل نویسنده مسئول: nabavi.f91@gmail.com

این پژوهش به دلیل کارایی بالای روش فازی در بیان تغییرپذیری ویژگی‌های خاک، از این روش برای ارزیابی تناسب اراضی برنج آبی در منطقه گل‌دشت استان مازندران، استفاده و نتایج حاصل با نتایج روش فائو (پارامتریک) مورد مقایسه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه به مساحت تقریبی ۷۲ هکتار در بخشی از مزارع پژوهشی گل‌دشت معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور، با فاصله ۲۱ کیلومتری از شهرستان بابل انجام گردید. منطقه مذکور از نظر موقعیت جغرافیایی بین طول‌های جغرافیایی ″۳۰ ′۳۰ °۵۲ تا ″۳۰ ′۳۲ °۵۲ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ″۳۰ ′۲۳ °۳۶ تا ″۳۰ ′۲۴ °۳۶ شمالی واقع شده است (شکل۱). در این پژوهش جهت انجام ارزیابی تناسب اراضی، تعداد ۵۰ نقطه مشاهداتی براساس الگوی نمونه‌برداری شبکه‌ای منظم بدست آمد. نمونه‌برداری خاک از چهار عمق صفر تا ۲۵، ۲۵ تا ۵۰، ۵۰ تا ۷۵ و ۷۵ تا ۱۰۰ سانتی‌متر انجام گرفت. همچنین یک خاک‌رخ شاهد در منطقه مطالعاتی تشریح و از تمامی افق‌های ژنتیکی آن نمونه‌برداری شد. به منظور اندازه‌گیری عملکرد واقعی، برداشت محصول در پلاتی به وسعت یک مترمربع به مرکزیت محل‌های نمونه‌برداری خاک انجام شد. پس از هوا خشک نمودن نمونه‌های خاک و عبور از الک دو میلی‌متری، تجزیه‌های آزمایشگاهی مورد نیاز براساس نیازهای خاکی برنج (گیوی، ۱۳۷۶؛ Sys et al., 1993) انجام گرفت.



شکل۱؛ موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری

ارزیابی کیفی تناسب اراضی

روش پارامتریک

به منظور ارزیابی تناسب اراضی برای یک گیاه خاص لازم است ابتدا نیازهای رویشی گیاه مورد نظر مشخص شود. در این پژوهش نیازهای اقلیمی و نیازهای زمین‌نما و خاکی برای کشت برنج بر اساس جداول پیشنهادی سایس و همکاران (Sys et al., 1993) و گیوی (۱۳۷۶) تعیین شدند. سپس از روش پارامتریک ریشه دوم برای تعیین شاخص اراضی و کلاس تناسب استفاده شد (Khidir, 1986).

فازی‌سازی شاخص اراضی

ابتدا تمامی متغیرها یا عوامل اقلیمی و ویژگی‌های خاک و توپوگرافی دخیل در ارزیابی تناسب اراضی برای برنج به‌صورت اعداد فازی مثلثی تعریف شدند و سپس شاخص اراضی به‌صورت یک عدد فازی بدست آمد (مهدوی فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۵). در نهایت، برای به‌دست آوردن مقدار عددی نتیجه روش فازی اعمال شده (فرایند نافازی کردن)، از روش مرکز ثقل استفاده شد (کوره‌پزان، ۱۳۸۴) (رابطه۱).

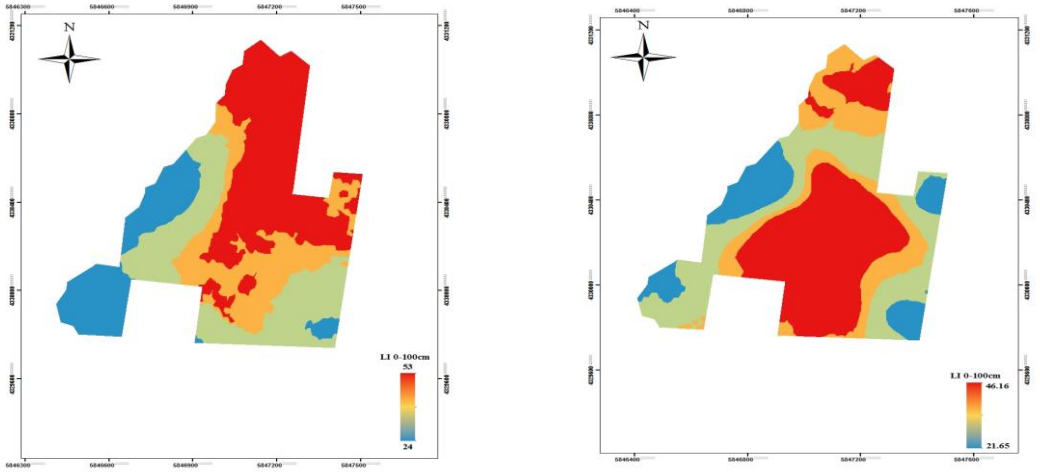
رابطه۱

$$Z^* = \frac{[(UR - LR) + (MR - LR)]}{3} + LR$$

در این معادله Z^* ، کمیت غیر فازی شده و UR، MR و LR به ترتیب مقادیر حداکثر، میانگین و حداقل اعداد فازی مثلثی می‌باشند. در پژوهش حاظر به منظور ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای برنج، محاسبات مربوط به شاخص اراضی در چهار عمق مورد نظر انجام گرفت. لازم به ذکر است که تمام محاسبه‌های مورد نیاز برای انجام این تحقیق در محیط نرم افزار اکسل انجام گرفتند و پهنه‌بندی با استفاده از روش کریجینگ معمولی در محیط نرم‌افزاری Arc GIS 10.3 صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی براساس فازی‌سازی شاخص اراضی (عمق 100- 0 سانتی‌متر) نشان داد که منطقه مورد مطالعه در کلاس S3 و با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) (عمق 100- 0 سانتی‌متر) در کلاس S3 و N قرار می‌گیرد. محمدی و اسماعیل‌نژاد (۱۳۹۳) به ارزیابی کیفی تناسب اراضی با استفاده از روش پارامتریک ریشه دوم برای برنج در نواحی مرکزی گیلان پرداختند. در این پژوهش ۱۱ واحد اراضی مورد بررسی قرار گرفت که در نهایت عمده واحدها در کلاس S3 و برخی نیز در کلاس S2 قرار گرفتند. شکل۲ پهنه‌بندی شاخص اراضی به روش پارامتریک و فازی سازی شاخص اراضی برای نقاط مطالعاتی در عمق صفر تا ۱۰۰ سانتی‌متر را نشان می‌دهد. شکل ۲- الف نشان می‌دهد که قسمت‌های شمال، شمال شرقی و مرکز منطقه از شاخص‌های اراضی بالاتری برخوردار هستند و ارزیابی تناسب اراضی به روش فازی سازی شاخص اراضی نشان می‌دهد که قسمت‌های شمال، مرکز و جنوب منطقه از شاخص‌های اراضی بالاتری برخوردار هستند (شکل ۲-ب). مقایسه همبستگی بین شاخص اراضی محاسبه شده و مقادیر تولید واقعی برای دو روش مذکور (شکل۳)، حاکی از کارایی بالاتر روش فازی سازی شاخص اراضی (R^2 =۰/۷۲) نسبت به روش پارامتریک (ریشه دوم) (R^2 =۰/۶۰) در ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه مورد مطالعه برای برنج است. نتایج مطالعات محمدی وگیوی(۲۰۰۱)، نشان داد که همبستگی بین عملکرد محصول مشاهده شده و شاخص تناسب اراضی در روش فازی بیش تر ازروش پارامتریک است.

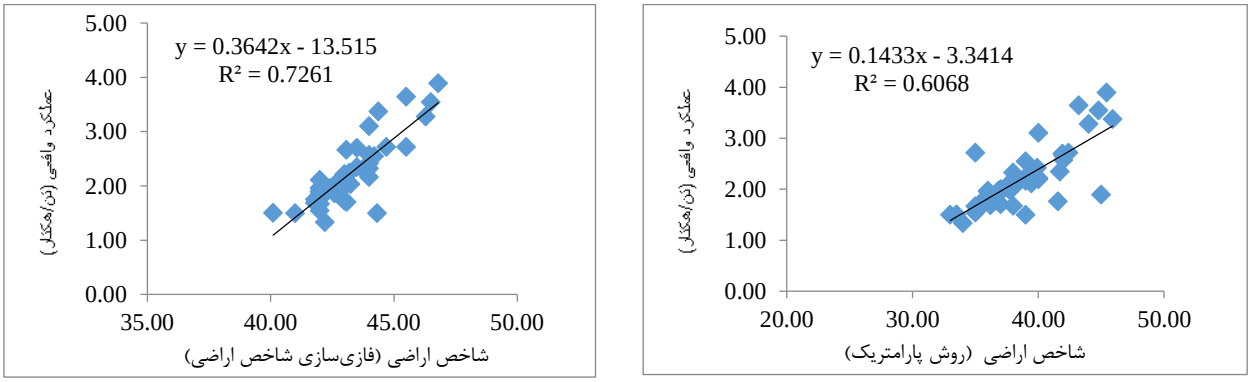


(الف) (ب)

شکل۲؛ پهنه‌بندی شاخص اراضی به روش (الف): پارامتریک و (ب): فازی‌سازی شاخص اراضی

نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که روش فازی، با ضریب همبستگی بیشتر، دارای دقت و توانایی بیشتری در پیش‌بینی تولید محصول است، چراکه روش فازی ماهیت پیوسته تغییرات اراضی را در نظر گرفته و در انعکاس تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک کارایی بهتری دارد. یکی از مزیت‌های نظریه‌های مجموعه فازی این است که پیوستگی اراضی را درکلاس‌های مختلف به صورت پیوسته نشان می‌دهد. روش فازی به دلیل تولید اوزان تصادفی برای هریک از ویژگی‌های اراضی با روش‌های رایج ارزیابی اراضی متفاوت بوده و به همین دلیل از دقت و کارآیی بالاتری برخوردار است. نتایج مقایسه کلاس تناسب کیفی محاسبه شده بر اساس اطلاعات خاک‌رخ شاهد با دیگر نقاط مشاهداتی در چهار عمق مورد مطالعه در جدول ۱ مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد که در روش فازی‌سازی شاخص اراضی درصد همخوانی متهها با خاک‌رخ شاهد در مقایسه با روش پارامتریک بیشتر است؛ یکی از دلایل برتری روش فازی‌سازی شاخص اراضی این است که ابتدا تمامی متغیرهای مورد استفاده در محاسبه کلاس‌های تناسب اراضی منطقه، شامل عوامل اقلیمی و ویژگی‌های خاک و توپوگرافی به صورت اعداد فازی تعریف شدند و سپس شاخص اراضی به صورت یک عدد فازی بدست آمد. همچنین در این روش اختلاف قابل توجهی بین درصد همخوانی نتایج نقاط مشاهداتی با خاک‌رخ شاهد برای چهار عمق مشاهده نشد؛ در حالیکه در روش پارامتریک درصد همخوانی نتایج نقاط مشاهداتی در عمق‌های صفر تا ۵۰ و صفر تا ۱۰۰ سانتی‌متر با خاک‌رخ شاهد به‌هم نزدیک هستند و با نتایج بدست آمده از دو عمق دیگر متفاوتند. بنابرین روش پارامتریک، استفاده از عمق صفر تا ۵۰ و روش فازی‌سازی شاخص اراضی استفاده از عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متر را به دلیل

همخوانی بالا با نتایج حاصل از خاک‌رخ شاهد و به علاوه زمان و هزینه کمتر مطالعات آن برای ارزیابی تناسب کیفی اراضی منطقه مورد مطالعه برای برنج پیش روی قرار می‌دهد.



(الف) (ب)

شکل ۳؛ همبستگی بین عملکرد واقعی و شاخص اراضی اندازه‌گیری شده به روش (الف)؛ فازی‌سازی شاخص اراضی و (ب)؛ پارامتریک

جدول ۱؛ نتایج مقایسه کلاس تناسب کیفی محاسبه شده بر اساس اطلاعات خاک‌رخ شاهد به روش پارامتریک با دیگر نقاط مشاهداتی در چهار عمق مورد مطالعه

	پارامتریک		فازی‌سازی شاخص اراضی	
عمق (cm)	تعداد متهی دارای کلاس یکسان با خاک‌رخ شاهد	درصد همخوانی متهها با کلاس خاک‌رخ شاهد	تعداد متهی دارای زیر کلاس یکسان با خاک‌رخ شاهد	درصد همخوانی متهها با زیر کلاس خاکرخ شاهد
۰ - ۲۵	۴۳	۸۶	۵۰	۱۰۰
۰ - ۵۰	۵۰	۱۰۰	۴۸	۹۶
۰ - ۷۵	۳۸	۷۶	۴۸	۹۶
۰ -۱۰۰	۴۹	۹۸	۵۰	۱۰۰

نتیجه‌گیری

نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی براساس فازی‌سازی شاخص اراضی نشان داد که منطقه مورد مطالعه در کلاس S3 و با استفاده از روش پارامتریک (ریشه دوم) در کلاس S3 و N قرار می‌گیرد. مقایسه ضرایب همبستگی بین شاخص اراضی محاسبه شده و مقادیر عملکرد اندازه‌گیری شده حاکی از آن است که روش فازی‌سازی شاخص اراضی با ضریب همبستگی بالاتر نسبت به روش پارامتریک از کارآیی بیشتری در تعیین کلاس‌های تناسب اراضی برای کشت برنج آبی در منطقه مورد مطالعه برخوردار است که یکی از دلایل آن می‌تواند فازی‌سازی جداگانه هر کدام از متغیرهای دخیل در شاخص اراضی باشد، همچنین روش فازی ماهیت پیوسته تغییرات اراضی را در نظر گرفته و در انعکاس تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک توانایی بیشتری دارد. با توجه به نتایج بدست آمده برای عمق‌های مختلف با استفاده از دو روش مورد استفاده پیشنهاد می‌شود روش فازی‌سازی شاخص اراضی در عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متر به دلیل همخوانی بالا با نتایج حاصل از خاک‌رخ شاهد و به علاوه زمان و هزینه کمتر مطالعات آن برای ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای برنج در منطقه‌ی گل‌دشت آمل مدنظر قرار گیرد.

منابع

امیریان، ف. جعفرزاده، ع.ا.، شهبازی، ف. قربانی، م.ع و ثروتی، م. ۱۳۹۵. کاربرد نظریه مجموعه‌های فازی و روش فائو در تناسب و خوشه‌بندی واحدهای اراضی منطقه مرند برای محصولات آفتابگردان و کلزا.

سرمدیان، ف. کشاورزی ع و عسگری م، ۱۳۸۸. ارزیابی تناسب اراضی برای گندم آبی در منطقه تاکستان با استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی. صفحه های ۵۱۹ تا ۵۲۱. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، ۲۱ تا ۲۳ تیر ماه. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان.

کوره‌پزان دزفولی، ا. ۱۳۸۴. اصول تئوری و مجموعه‌های فازی و کاربرد آن در مدل‌سازی مسائل مهندسی آب. تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی امیرکبیر.

گیوی، ج. ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی، مشاور علمی موسسه تحقیقات خاک و آب و عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهر کرد. نشریه شماره ۱۰۱۵.

مهدوی فیروز آبادی، م. اسفندیار پور بروجنی، ع.، باقری بداغ آبادی، م. و کمالی، ا. ۱۳۹۵. مقایسه دو روش فازی به منظور تعیین عمق بهینه خاک در مطالعات ارزیابی تناسب اراضی برای گندم، نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، شماره۶.

Carter, M. R.,2000.Soil sampling and methods of analysis, pp 499-511.

Elaalem, M. 2013. A comparison of parametric and fuzzy multi-criteria methods for evaluating land suitability for Olive in Jeffara Plain of Libya. APCBEE Procedia, 5: 405–409.

Prakash T.N. 2003. Land Suitability Analysis for Agricultural Crops: A Fuzzy Multicriteria Decision Making Approach. M.S. Thesis. International Institute for geoin formation science and earth observation, Nether lands.

Rodrigo S, Sicat A, Emmanuel JM, Carranza U and Bhaskar N, 2005. Fuzzy modeling of farmers' knowledge for land suitability classification. Agricultural Systems 83: 49–75.

Roger MC, Durk R, Cazemier P, 2000.Representing and processing uncertain soilin formation for mapping soil hydrological properties. Computers and Electronics inAgriculture29: 41-57.

Sys, C., Van E.Ranst, J.Debaveye and F.Beernaert. 1993. Land Evaluation. Part III: Methods in Land Evaluation. General Administration for Development Cooperation, Place du champ de Mars 5 bte 57-1050 Brussels, Belgium.

Mohammadi, J.,and Givi, J. 2001.Land suitability evaluation for irrigated Wheat in Falavar jan region,Isfahan;using Fuzzy set theory. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources,5(1): 103 -116.

Thomas G.W. 1982. Exchangeable cations. In: Page A L., Miller R.H. and Keeney D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis- Part 2. American Society of Agronomy, Madison, 159-165.

Walkley A, and Black IA, 1934. An examination of the Degtiareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil science 37: 29-38.

Pedometery and Soil Evaluation

Comparison of Method Parametric and land index fuzzy in order to Qualitative Assessment of Land Suitability of Goldasht of Mazandaran Province for irrigated rice

Seyedeh Fatemeh Nabavi[1]*, Nafiseh Yaghmaeian Mahabadi[2], Shahram Mahmoud Soltani [3]

[1]master of Soil Science, Guilan University, [2] Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Guilan University, [3] Associate Professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research and Education Organization, Guilan

Abstract

Soils constitute the main natural resources and basic infrastructure for agricultural activities, and this source is irreplaceable, unlike water, which is partially reversible. Therefore, land evaluation is essential for the optimal use of soil, water and capital resources due to the potential of soil and climate. Land suitability assessment is the identification of land production capacity and the selection of the user in proportion to this production capacity. The purpose of this study was to evaluate qualitative land suitability for irrigated rice area Goldasht Mazandaran province using parametric methods and Fuzzy of Land Index and comparison of the two methods was conducted. For this purpose, sampling of rice soils at 50 points was performed based on the regular network sampling pattern. In order to measure actual yield, harvesting was carried out in a plot of 1 square meter to the center of soil sampling sites. Soil samples were transferred to the laboratory for chemical analysis after air drying and passing through a 2 mm sieve. Parametric method (Square root) and land index fuzzy were used to calculate land indices. Finally, land suitability classes were determined and the accuracy of the two methods was compared in determining these classes. The results of land suitability assessment based on land index fuzzy showed that the study area in class S3 and using the parametric method (Square root) in the class S3 and N is placed. Comparison of the correlation coefficients between the calculated area index and the measured values of performance showed that due to the higher explanatory factor, the fuzzy method of land index (R2 = 0.72) compared to the parametric method (R2 = 0/60) of The accuracy and accuracy of determining the land suitability classes for irrigated rice in the study area is accurate. According to the results obtained for different depths using two methods, it is suggested that the land index fuzzy method of the land index at depths of 0 to 25 cm due to high consistency with the results of the control soil and, in addition, the time and cost of its studies, for Land suitability assessment for rice in Goldasht Amol area should be considered.

Keywords: Triangular fuzzy numbers, Actual yield, Correlation

* Corresponding author, Email: Nabavi.f91@gmail.com

پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای برنج آبی (مطالعه موردی: گل‌دشت مازندران)

سیده فاطمه نبوی[۱ *]، نفیسه یغمائیان مهابادی[۲]، شهرام محمود سلطانی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان

[۲] استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه گیلان

[۳] استادیار مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گیلان

چکیده

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری چند معیاره است که می‌تواند مساله تصمیم را بر پایه یک ساختار سلسله مراتبی به خوبی شفاف نماید. ترکیب تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری و نظریه‌های مجموعه‌های فازی (Fuzzy AHP) می‌تواند برخی از محدودیت‌های AHP که ناشی از استفاده از مقادیر کلاسیک، مقیاس مورد استفاده در مقایسات زوجی و رتبه‌بندی غیر دقیق قضاوت‌ها و گزینه‌ها است، برطرف کند. هدف این پژوهش بررسی کارایی مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی(Fuzzy-AHP) به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی تناسب اراضی بخشی از مزرعه پژوهشی گل‌دشت، معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور می‌باشد. بدین منظور نمونه‌برداری از خاک‌های شالیزارها در ۵۰ نقطه بر اساس الگوی نمونه‌برداری شبکه‌ای منظم انجام شد. در این پژوهش ابتدا ساختار سلسله مراتبی تشکیل گردید در مرحله بعد، مقایسات زوجی بین معیارها برای بدست آوردن وزن معیار (W) صورت گرفت در ادامه نتایج درجات عضویت برای هریک از خصوصیات در مجموعه‌ای تحت عنوان ماتریس خصوصیات(R) قرار داده شد و ماتریس نهایی تناسب اراضی (E) بدست آمد. اوزان بدست آمده نشان می‌دهد که بافت خاک و مقدار کربن آلی از اثرگذارترین خصوصیات اراضی بر تولید برنج در منطقه مطالعاتی هستند و کلاس تناسب کیفی اراضی برای ۵۰ نقطه مشاهداتی با استفاده از روش Fuzzy-AHP نسبتا مناسب (S2) بدست آمد. روش Fuzzy-AHP مهم‌ترین ویژگی‌های مؤثر در تولید برنج آبی را مشخص کرده و می‌توان به‌ترتیب الویت اقدام به اصلاح یا کاهش اثرات آن‌ها به‌صورت پیوسته در راستای کشاورزی پایدار نمود.

کلید واژه: تصمیم‌گیری چند معیاره، توابع عضویت، شاخص اراضی، مجموعه‌های فازی.

مقدمه

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری چند معیاره است که می‌تواند مساله تصمیم را بر پایه یک ساختار سلسله مراتبی به خوبی شفاف نماید. همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی در مساله و تعیین اهمیت نسبی هر یک با استفاده از ماتریس مقایسه و استفاده از مقیاس کلامی وجود دارد (اکبری و لیوانی، ۱۳۹۰). با این وجود روش AHP مورد انتقادات زیادی قرار گرفته است (Deng, 1999). استفاده از مقادیر کلاسیک، مقیاس مورد استفاده در مقایسات زوجی، رتبه‌بندی غیر دقیق قضاوت‌ها و گزینه‌ها، ارزیابی و انتخاب بر اساس اولویت تصمیم‌گیران از محدودیت‌های این روش به حساب می‌آید (Yang et al., 2004). برای غلبه بر این مشکلات محققان از روش ترکیبی فازی و AHP استفاده می‌کنند. بر خلاف منطق کلاسیک در مجموعه فازی، عضویت اعضا در مجموعه، ممکن است کامل نبوده و هر عضوی دارای درجه عضویت از صفر تا یک باشد. در این مدل هیچ واحدی مناسب مطلق و یا نامناسب مطلق در نظر گرفته نمی‌شود. می‌توان نتیجه گرفت جایی که پیچیدگی سیستم در حدی است که نمی‌توان با دقت و صراحت در مورد پارامترها، مشخصه‌ها و رفتار یک سیستم قضاوت کرد (شوندی، ۱۳۸۵)؛ تئوری فازی به اعضای یک مجموعه اجازه می‌دهد که درجات مختلفی از عضویت را بپذیرند. صفر، نشان‌دهنده عدم عضویت و یک، نشان‌دهنده‌ی عضویت کامل است. مجموعه فازی تجزیه و تحلیل فرآیندهایی را که تعیین مرز مشخص بین کلاس‌های مختلف آن‌ها مشکل است را امکان‌پذیر می‌سازند (Chou et al., 2008). در پژوهش یغمائیان و همکاران (۲۰۱۲) به منظور ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه چهارمیل استان اصفهان برای یونجه و جو آبی با استفاده از چهار روش محدودیت ساده، پارامتریک، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (Fuzzy AHP)، بیشترین ضریب همبستگی برای روش Fuzzy-AHP برای هر دو محصول به‌دست آمد که بیانگر مفیدتر بودن این روش در مقایسه با سه روش دیگر می‌باشد. ایواد (Ayoade, 2016) در مطالعه‌ای به بررسی تعیین تناسب اراضی برای کشت برنج با استفاده از روش Fuzzy-AHP در نیجریه پرداخت؛

* ایمیل نویسنده مسئول: Nabavi.f91@gmail.com

نتایج حاصل از پژوهش مذکور نشان داد که Fuzzy-AHP این مطالعه نشان داد که روش پیشنهادی بر پایه مجموعه‌های فازی و AHP برای ارزیابی تناسب اراضی برای برنج دقیق بوده و می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای برنامه‌ریزی کشاورزی، برای استفاده بهینه از مزارع و تولید برنج استفاده شود. هدف این پژوهش بررسی کارایی مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی تناسب اراضی بخشی از اراضی منطقه گل‌دشت استان مازندران برای برنج آبی می‌باشد. تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های مؤثر و تأثیر نسبی آن در عملکرد برنج آبی در منطقه مطالعاتی از اهداف پژوهش حاضر به‌شمار می‌رود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بخشی از مزارع پژوهشی گل‌دشت معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور، با فاصله ۲۱ کیلومتری از شهرستان بابل به مساحت ۷۲ هکتار انجام گردید منطقه مورد مطالعه حد فاصل طول‌های جغرافیایی ″۳۰ ′۳۰ °۵۲ تا ″۳۰ ′۳۲ °۵۲ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ″۳۰ ′۲۳ °۳۶ تا ″۳۰ ′۲۴ °۳۶ شمالی واقع شده است (شکل۱). در این پژوهش جهت انجام ارزیابی تناسب اراضی، تعداد ۵۰ نقطه مشاهداتی براساس الگوی نمونه‌برداری شبکه‌ای منظم بدست آمد. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، جهت انجام تجزیه‌های شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شدند. در این پژوهش تعیین بافت خاک به روش هیدرومتر (Carter, 2000)، واکنش خاک در گل اشباع با دستگاه pH متر (Richards, 1954)، ، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج (Chapman, 1965)، سدیم قابل استفاده به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم (Thomas, 1982)، و مقدار ESP از نسبت سدیم قابل استفاده به ظرفیت تبادل کاتیونی بدست آمد. کربن آلی به روش والکی و بلاک (Walkley and Black, 1934) اندازه‌گیری شد.



شکل ۱؛ موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (Fuzzy-AHP)

در این روش، خصوصیات اراضی مؤثر بر تولید محصول (معیارها) در یک ساختار سلسله مراتبی سازماندهی می‌شوند. شکل ۲ ساختار سلسله مراتبی معیارهای ارزیابی برای برنج را نشان می‌دهد. در مرحله بعد، مقایسات زوجی بین معیارها در هر سطح سلسله مراتبی، انجام می‌گیرد. برای این منظور، از مقیاس نُه نقطه‌ای که اقدام به درجه‌بندی نسبی ارجحیت‌ها برای دو معیار می‌کند (Saaty, 1980)، استفاده شد. تأثیرات نسبی هر معیار ارزیابی بر تولید محصول را می‌توان به صورت فاکتورهای وزنی نشان داد که در ماتریس اوزان[1] (W) قرار می‌گیرند. مقدار درجه عضویت هر معیار ارزیابی با استفاده از روابط ۱، ۲ و ۳ به دست آمد (ثروتی و همکاران، ۱۳۹۶).

رابطه۱
$$MF_{(xi)} = [1/\{1 + 1/d^2(x - b)^2\}]$$

رابطه۲
$$MF_{(xi)} = [1/\{1 + 1/d^2(x + b)^2\}]$$

رابطه۳
$$MF_{(xi)} = 1 - if - (b_1 + d_1) \le x_i \le (b_2 + d^2)$$

[1] Weights matrix

در روابط فوق $MF_{(xi)}$، تابع عضویت iامین معیار ارزیابی، d پهنای منطقه انتقالی، b حد بالای ویژگی، b_1 و b_2 حد بالا و پایین منطقه مطلوب معیار برای تناسب بوده و بستگی به نوع معیار دارد. لازم به ذکر است که توابع عضویت خصوصیات کیفی خاک مانند بافت خاک با استفاده از نظریه مجموعه‌های کلاسیک تعیین گردید (Baja et al., 2001). پس از تعیین مقدار درجه عضویت برای هریک از خصوصیات خاک و اقلیم، نتایج ارزیابی تمامی این خصوصیات در مجموعه‌ای تحت عنوان ماتریس خصوصیات [1](R) قرار داده شد. در مرحله بعد به منظور طبقه‌بندی نهایی تناسب اراضی با استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی طبق رابطه۴ با یکدیگر ترکیب شدند و ماتریس نهایی تناسب اراضی (E) بدست آمد (Van Ranst et al., 1996).

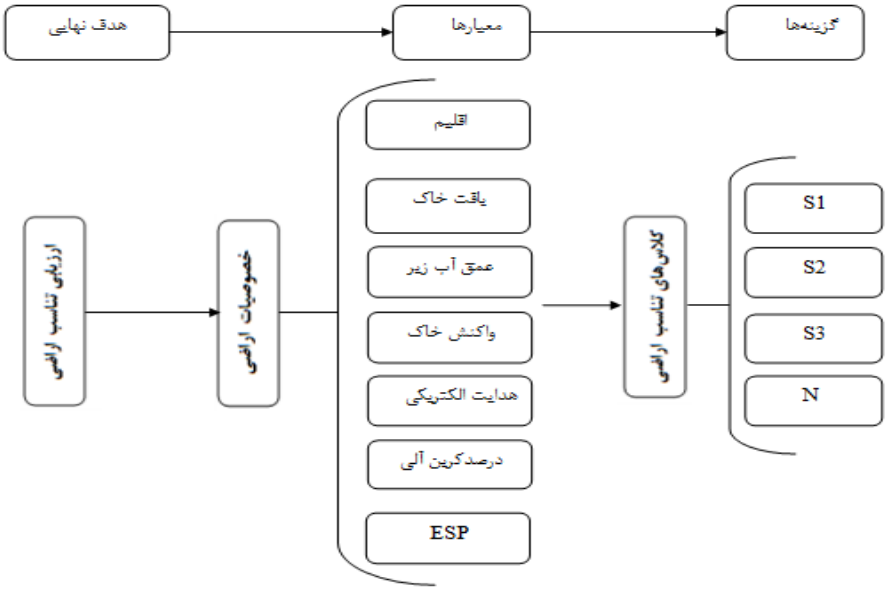
رابطه۴ $$E = W \circ R$$

در این رابطه ($\circ$)، عملگر ضرب فازی است که به جای حداقل، تی- نرم مثلثی [2] و به جای حداکثر، تی- کونرم مثلثی [3]، ایجاد می‌شود (Ruan, 1990). در ادامه برای برآورد شاخص اراضی مجموع عناصر ماتریس نهایی برابر یک قرار داده شده (نرمال کردن) و عناصر جدید، به ترتیب در متوسط شاخص کلاس‌های مختلف تناسب اراضی، ضرب گردید (رابطه۵) (VanRanst et al., 1996).

رابطه۵ $$LI = \sum E0_j \times A_j$$

در این رابطه LI شاخص اراضی، $E0_j$ مقدار نرمال شده ماتریس E، A_j میانگین حداقل و حداکثر شاخص‌های در کلاس مورد نظر j است.

لازم به ذکر است که تمام محاسبه‌های مورد نیاز برای انجام این تحقیق در محیط نرم افزار اکسل، تحلیل‌های آمار کلاسیک با نرم افزارهای SPSS ver16 و پهنه‌بندی با استفاده از روش کریجینگ معمولی در محیط نرم‌افزاری Arc GIS 10.3 صورت گرفت.



شکل ۴؛ ساختار سلسله مراتبی خصوصیات اراضی برای ارزیابی تناسب اراضی منطقه مطالعاتی برای برنج

نتایج و بحث

[1] Characteristics matrix
[2] Triangular norm
[3] Triangular conorm

جدول ۱ برخی ویژگی‌های آماری متغیرهای خاکی در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بالا بودن درصد رس باعث ایجاد خاک‌هایی با بافت رسی و سیلت‌رسی در منطقه شده است. مقادیر زیاد رس در خاک نقش یک لایه غیر قابل نفوذ را برای جلوگیری از نفوذ آب و ایجاد شرایط غرقاب در شالیزار بازی می‌کند. در برخی مطالعات عواملی چون حضور ذرات معلق ریز دانه در آب آبیاری و تجزیه و تخریب بیشتر ناشی از عملیات گل‌خرابی، از دلایل سنگین شدن بافت خاک شالیزار ذکر شده است (Owliaie and Najafi, 2013; Cheng et al., 2009). تغییرپذیری ویژگی‌های خاک را می‌توان از طریق بررسی ضریب تغییرپذیری (CV) آن‌ها بررسی نمود. ویلدینگ (Wilding, 1985) اعلام نمود، درصورتی‌که مقدار ضریب تغییرات بین صفر تا ۱۵ درصد باشد؛ تغییرپذیری کم، ۱۵ تا ۳۵ درصد تغییرپذیری متوسط و بیش‌تر از ۳۵ درصد باشد، تغییرپذیری بالا می‌باشد. بر این اساس، درصد سیلت، رس، و واکنش خاک (pH) دارای تغییرپذیری کم، هدایت الکتریکی (EC)، درصد سدیم تبادلی (ESP) و کربن آلی (OC)، دارای تغییرپذیری متوسط و درصد شن دارای تغییرپذیری زیاد می‌باشد. سان و همکاران (Sun et al., 2003) بیان کردند که تغییرپذیری ویژگی‌های خاک ممکن است تحت تأثیر عامل‌های داخلی (عامل‌های تشکیل دهنده خاک) مانند مواد مادری و عامل‌های خارجی (مانند عوامل مدیریتی) باشد. دنگیز و همکاران (۲۰۱۳)، بیشترین ضریب تغییرپذیری را برای شن و کمترین ضریب تغییرپذیری را برای pH بدست آوردند. شوکلا و همکاران (Shukla et al., 2004)، فو و همکاران (Fu et al., 2010) و لیو و همکاران (Liu et al., 2014) کم‌ترین ضریب تغییرات برای pH خاک به دست آمد.

جدول ۱؛ خلاصه آماری ویژگی‌های خاکی مطالعه شده

متغیر	میانگین	میانه	واریانس	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	ضریب تغییرات(٪)
شن	۱۰/۱۳	۸/۸۷	۳۰/۵۱	۳/۰۰	۲۳/۲۸	۵/۵۲	۰/۵۴
سیلت	۳۵/۳۶	۳۴/۸۸	۱۳/۶۱	۲۹/۲۵	۴۲/۸۸	۳/۶۸	۰/۱۰
رس	۵۴/۵۰	۵۴/۳۱	۱۷/۶۶	۴۶/۰۰	۶۱/۴۴	۴/۲۰	۰/۰۸
واکنش خاک	۷/۳۹	۷/۴۲	۰/۰۱	۷/۱۵	۷/۶۸	۰/۱۱	۰/۰۱
هدایت الکتریکی	۰/۷۰	۰/۶۷	۰/۰۳	۰/۴۶	۱/۷۸	۰/۱۸	۰/۲۶
درصد سدیم تبادلی	۲/۵۴	۲/۲۷	۰/۶۹	۱/۶۷	۵/۶۲	۰/۸۳	۰/۳۳
کربن آلی	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۰۲	۰/۵۹	۱/۳۰	۰/۱۵	۰/۱۶

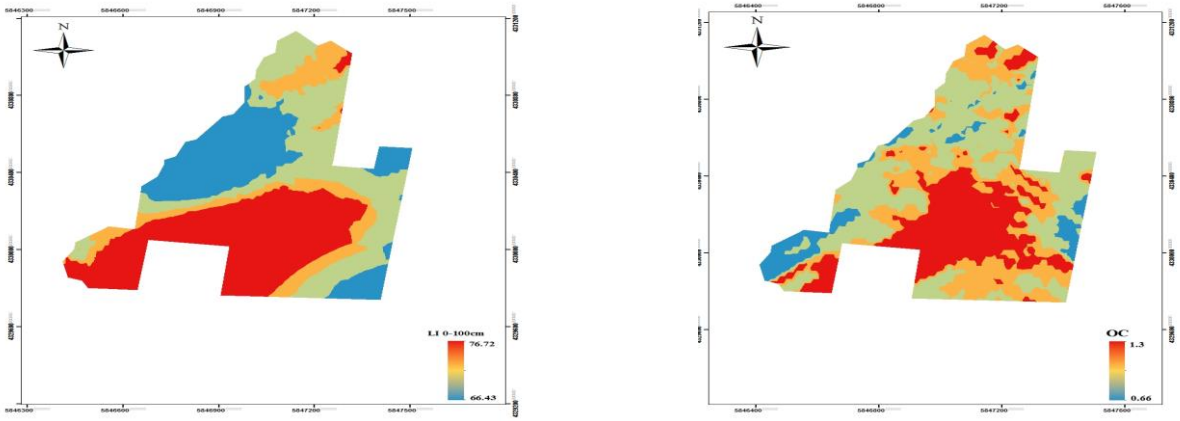
جدول ۲ ماتریس مقایسات زوجی به همراه وزن معیارهای ارزیابی برای برنج در روش Fuzzy-AHP را نشان می‌دهد. هرچه مقدار ارزش داده شده بیشتر باشد، نشان دهنده اهمیت و ارجحیت بیشتر پارامتر مورد نظر می‌باشد؛ اوزان بدست آمده نشان می‌دهد که بافت خاک و مقدار کربن آلی از اثر گذارترین خصوصیات اراضی بر تولید برنج در منطقه مطالعاتی هستند.

جدول ۲؛ ماتریس مقایسات جفت به جفت و وزن مربوط به معیارها

معیار	شاخص اقلیم(CI)	عمق آب زیرزمینی	بافت	EC	pH	ESP	OC	وزن
شاخص اقلیم (CI)	۱	۴	۱/۶	۳	۲	۲	۱/۴	۰/۱۱۹
عمق آب زیرزمینی	۱/۴	۱	۱/۷	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱/۵	۰/۰۳۵
بافت	۶	۷	۱	۶	۴	۴	۲	۰/۳۶۸
EC	۱/۳	۲	۱/۶	۱	۱/۲	۱/۲	۱/۵	۰/۰۵۰
pH	۱/۲	۳	۱/۴	۲	۱	۱	۱/۴	۰/۰۸۳
ESP	۱/۲	۳	۱/۴	۲	۱	۱	۱/۴	۰/۰۸۳
OC	۴	۵	۱/۲	۵	۴	۴	۱	۰/۲۶۳

۰/۱ باشد، سازگاری قابل مقبول و معقولی در مقایسات جفت به جفت وجود دارد. در غیر این صورت، مقادیر اولیه مقایسات جفت به جفت می‌بایستی مورد تجدید نظر قرار گیرند (محمدی، ۱۳۸۵). نسبت سازگاری (CR) محاسبه شده در این پژوهش، ۰/۰۳۷ بدست آمده است؛ بنابراین مقایسه‌ها از سازگاری منطقی برخوردار هستند.کلاس تناسب کیفی اراضی برای ۵۰ نقطه مشاهداتی با استفاده از روش Fuzzy-AHP نسبتا مناسب(S2) بدست

آمد. دنگیز و همکاران (Dengiz et al.,2013) در مطالعات خود جهت تعیین تناسب اراضی برای کشت برنج با استفاده از روش Fuzzy-AHP، بیشترین وزن را برای بافت خاک (۰/۲۸۴)، نسبت سازگاری را ۰/۰۹ و کلاس تناسب کیفی را S1 و S2 بدست آوردند. پهنه‌بندی شاخص اراضی بدست آمده برای نقاط مشاهداتی به روش Fuzzy-AHP در شکل۲، الف نشان می‌دهد که بیشترین درجه تناسب مربوط به قسمت‌های جنوبی منطقه مورد مطالعه بوده است، یکی از دلایل آن این است که مقدار ماده آلی در جنوب منطقه بیشتر از سایر قسمت‌های منطقه می‌باشد (شکل۲، ب).



(الف) (ب)

شکل۲؛ الف؛ پهنه‌بندی شاخص اراضی به روش Fuzzy-AHP برای منطقه مطالعاتی. ب؛ ماده آلی

نتیجه‌گیری

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مهم‌ترین ویژگی‌های مؤثر در تولید برنج آبی را مشخص می‌کند که می‌توان به‌ترتیب الویت اقدام به اصلاح یا کاهش اثرات آن‌ها به‌صورت پیوسته در راستای کشاورزی پایدار نمود. اوزان بدست آمده نشان می‌دهد که بافت خاک و مقدار کربن آلی از اثر گذارترین خصوصیات اراضی بر تولید برنج در منطقه مطالعاتی هستند. بیشترین درجه تناسب در جنوب منطقه بوده است که یکی از دلایل آن این است که مقدار ماده آلی در جنوب منطقه بیشتر از سایر قسمت‌های منطقه می‌باشد. با توجه به ویژگی‌های آماری متغیرهای خاکی مورد مطالعه بیشترین ضریب تغییرپذیری برای شن و کمترین ضریب تغییرپذیری برای pH بدست آمده است؛ بالا بودن درصد رس باعث ایجاد خاک‌هایی با بافت رسی و لوم‌رسی در منطقه شده است. مقادیر زیاد رس در خاک نقش یک لایه غیر قابل نفوذ را برای جلوگیری از نفوذ آب و ایجاد شرایط غرقاب در شالیزار بازی می‌کند.

منابع

ثروتی، م. ح،ر. ممتاز، ح. رضایی و م. احمدی. ۱۳۹۶. ارزیابی تناسب اراضی منطقه هشترود با فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی برای تیپ بهره‌وری نخود آبی، نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد۷، شماره۳.

علی‌اکبری، ا. و آ. لیوانی. ۱۳۹۰. مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله‌های جامد شهری با استفاده از AHP، فصل نامه جغرافیا، جلد ۹، شماره۳۰ ص ۹۵- ۱۱۱.

محمدی، ج. ۱۳۸۵. پدومتری (جلد پنجم: نظریه و فناوری تصمیم‌گیری مکانی)، چاپ اول، نشر پلک، تهران.

Ayoade, M. 2016. Suitability assessment and mapping of Oyo State, Nigeria, for rice cultivation using GIS. Theor Appl Climato, DOI 10.1007/s00704-016-1852-4.

Baja, S., Chapman, D.M., and Dragovich, D. 2001. A conceptual model for assessing agricultural land suitability at a catchment level using a continuousapproach in GIS. Proceedings of the geospatial information and agriculture conference, Sydney NSW Agriculture, Sydney, 16-19 July, pp. 828-841.

Carter, M. R.,2000.Soil sampling and methods of analysis, pp 499-511.

Chou, T. Y., C. L. Hsu and C. M.Chen. 2008, "A fuzzy multi-criteria decision model for international tourist hotels location selection.",International Journal of Hospitality management,Vol. 27, pp. 293-301.

Dengiz, O, Ozyazici, M.A., Saglam, M. 2013. Multi-criteria assessment and geostatistical approach for determination of rice growing suitability sites in Gokirmak catchment. Paddy Water Environ. DOI 10.1007/s10333-013-0400-4.

Ruan, D. 1990. A critical study of widely used fuzzy implication operators and their influence on the inference rules in fuzzy expert systems. Ph.D. dissertation, State University of Gent, Belgium.

Saaty, T.L. 1980. The analytic hierarchy process. McGraw–Hill, New York.

Sun, B., Zhou, S., and Zhao, Q. 2003. Eva luation of spatial and temporal changes of soilquality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical China. Geoderma. 115: 1.85-99.

Thomas G.W. 1982. Exchangeable cations. In: Page A L., Miller R.H. and Keeney D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis- Part 2. American Society of Agronomy, Madison, 159-165.

Yaghmaeian Mahabadi, N., J.Givi, M.Naderi Khorasgani, J.Mohammadi and R.M.Poch claret. 2012. Land suitability evaluation for alfalfa and barley based on FAO and fuzzy multi-criteria approaches in Iranian arid region, Desert. (17): 77-89.

Van Ranst, E., H. Tang, R. Groenemans and S. Sinthurahat. 1996. Application offuzzy logic to land suitability for rubber production in peninsular Thailand.Geoderma. 70: 1-19.

Walkley A, and Black IA, 1934. An examination of the Degtiareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil science 37: 29-38.

Wilding, L.,1985. Spatia l variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys, Soil spatial variability. Workshop, pp. 166-194.

Pedometery and Soil Evaluation

Qualitative Land Suitability Evaluation by Fuzzy Analytical Hierarchy Process for irrigated rice (Case Study: Goldasht Mazandaran)

Seyedeh Fatemeh Nabavi[11]*, Nafiseh Yaghmaeian Mahabadi[2], Shahram Mahmoud Soltani [3]

[1]master of Soil Science, Guilan University, [2] Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Guilan University, [3] Associate Professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research and Education Organization, Guilan

Abstract

The hierarchy analysis process is one of the most comprehensive systems designed for multi-criteria decision making, which can clearly determine the decision issue based on a hierarchical structure. However, the AHP method has been criticized. The use of classical values, the scale used in paired comparisons, the inaccurate ranking of adjudication and options, and the evaluation and selection based on the decision makers' priority are the limitations of this method. To overcome these problems, the researchers use the fuzzy combination method and AHP. The purpose of this study was to investigate the efficiency of the Fuzzy-AHP process model as a multi-criteria decision-making method for assessing land suitability in a part of the Goldasht research farm, Rice Research Institute of Iran. For this purpose, sampling of rice soils in 50 points was performed based on the regular network sampling pattern. In this research, a hierarchical structure was first established and the objective, criteria and sub-criteria were determined and the relative importance of the variables was compared by the relevant experts and was placed in a collection called the matrix of standard weight (W). In the next step, in order to categorize the land suitability, the fuzzy sets theory was combined with each other and the final matrix of land suitability (E) was obtained. The weights obtained show that soil texture and organic carbon content are one of the most effective land characteristics on rice production in the studied area, and the land suitability class for 50 observation points was obtained using Fuzzy-AHP class S2 class. The Fuzzy-AHP method identifies the most important characteristics of the production of irrigated rice, and the priority can be either modifying or reducing their effects consistently in line with sustainable agriculture.

Keywords: Multi Criteria Decision Making, Fuzzy membership function, Land Index, Fuzzy sets theory

* Corresponding author, Email:Nabavi.f91@gmail.com

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

ارزیابی تصاویر Google earth در تفکیک واحدهای ژئومورفیک منطقه گلپایگان

بهروز اکبری[۱*]، ریحانه نورعلی[۱]، فاطمه امیری دهنوئی[۱]، نسیم خدادادی[۱]، احمدرضا مللی[۲]، شمس الله ایوبی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۲] کارشناس ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۳] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

ژئومورفولوژی عمدتاً به بررسی عوامل موثر در تغییر شکل سازندهای سطح توجه دارد. نقشه-های ژئومورفولوژی از جمله نقشه-هایی هستند که پدیده-های ژئومورفیک را به همراه فرآیندهای تشکیل دهنده-ی آن نمایش می-دهند. سنجش از دور به عنوان یک ابزار مناسب جهت بررسی برخی از پدیده-های طبیعی به شمار می-رود و فقط به خصوصیات طیفی بازتابیده شده از سطح خاک محدود می-شود. هدف از این پژوهش ارزیابی استفاده از تصاویر نرم-افزار گوگل ارث برای تفکیک واحدهای ژئومورفیک با کمک از نقشه-های پایه-ای همچون نقشه-های توپوگرافی، زمین-شناسی و کاربری اراضی است. پژوهش حاضر با استفاده از تصاویر نرم-افزار گوگل ارث و همچنین داده-ای حاصل از نقشه-های توپوگرافی، و زمین-شناسی و ایجاد لایه-های مختلف در نرم-افزار ArcGIS همچون DEM، TIN و شیب و جهت شیب به بررسی خصوصیات ژئومورفیک منطقه گلپایگان می-پردازد. نتایج مربوط به صورت لایه-های تفکیک شده که حاصل بررسی خروجی-های لایه-های مختلف طبق طبقه-بندی سلسله مراتبی هستند، تعریف شد. این پژوهش نشان داد با استفاده از داده-های نرم-افزار گوگل ارث می-توان به نقشه-های مطلوبی برای تهیه سطوح ژئومورفیک و همچنین کاربرد در علوم منابع طبیعی از جمله کاربری اراضی و شناخت مسائل مربوط به مدیریت محیط رسید و با بررسی میدانی تایید و مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: گوگل ارث، سطوح ژئومورفیک، نقشه‌های ژئومورفولوژی،فیزیوگرافی.

مقدمه

ژئومورفولوژی عمدتاً به بررسی عوامل موثر در تغییر شکل سازندهای سطح توجه دارد و به عبارتی ناهمواری‌های زمین را بررسی کرده و علل و عوامل موثر در تغییر شکل آن‌ها و نیز نهشته‌های ناشی از آن را مورد مطالعه قرار می‌دهد (غلامپور و همکاران ۱۳۷۸). نقشه‌های ژئومورفولوژی ازجمله نقشه‌های موضوعی هستند که پدیده‌های ژئومورفیک را به همراه فرآیندهای تشکیل دهنده‌ی آن نمایش می‌دهند. جهت تهیه این نقشه‌ها از روش‌های مختلفی همچون روش سلسله مراتبی که مرکب از چند واحد کوچک است، استفاده می‌شود. در خاکشناسی با تاکید بر اجزای زمین براساس یک سیستم سلسله مراتبی، اراضی موجود در چهار سطح نمای سرزمین[۱]، ریخت سرزمین[۲]، سنگ‌شناسی (زمین‌شناسی)[۳] و سطح زمین ریخت[۴] از هم تفکیک می‌شوند (سیف و همکاران ۱۳۸۹).

لندفرم‌ها اساس بسیاری از تعاریف ژئومورفولوژی می‌باشند، به عنوان مثال: "ژئومورفولوژی را همان مطالعه لندفرم‌ها می‌دانند (Lobeck، ۱۹۳۹ و Butzer ۱۹۷۶)". " ژئومورفولوژی مطالعه لندفرم‌ها است (Pitty، ۱۹۷۱)". بعد از حدود ۱۸۶۰ مطالعات زمین‌شناختی نیز به عنوان فیزیوگرافی و یا ژئومورفولوژی شناخته شده است (Chorley و همکاران، ۱۹۶۴). "ژئومورفولوژی علمی است که لندفرم‌های زمین را بررسی می‌کند" (Ahnert، ۱۹۹۸). " ژئومورفولوژی علمی است که لندفرم‌ها را بررسی می‌کند (Chorley و همکاران، ۱۹۸۴)". ژئومورفولوژی علم مربوط به لندفرم‌ها و فرآیندهای ایجاد آن است (Summerfield، ۱۹۹۱). انواع مختلف لندفرم‌ها بخش ضروری از نقشه‌برداری در ژئومورفولوژی است (Evans ۲۰۱۲).

سنجش از دور به عنوان یک ابزار مناسب جهت بررسی برخی از پدیده‌های طبیعی به شمار می‌رود و فقط به خصوصیات طیفی بازتابیده شده از سطح خاک محدود می‌شود. دو نوع منبع زمینی برای سنجش از دور وجود دارد: الف) اطلاعاتی که دارای ماهیت عکس هستند؛ ب) اطلاعات دارای ماهیت رقومی (فلاحتی مروست ۱۳۹۲). ازجمله برنامه‌های تحلیل کننده داده‌های رقومی نرم افزار گوگل ارث که توسط شرکت کی‌هول در سال

* ایمیل نویسنده مسئول: b.akbary@ag.iut.ac.ir

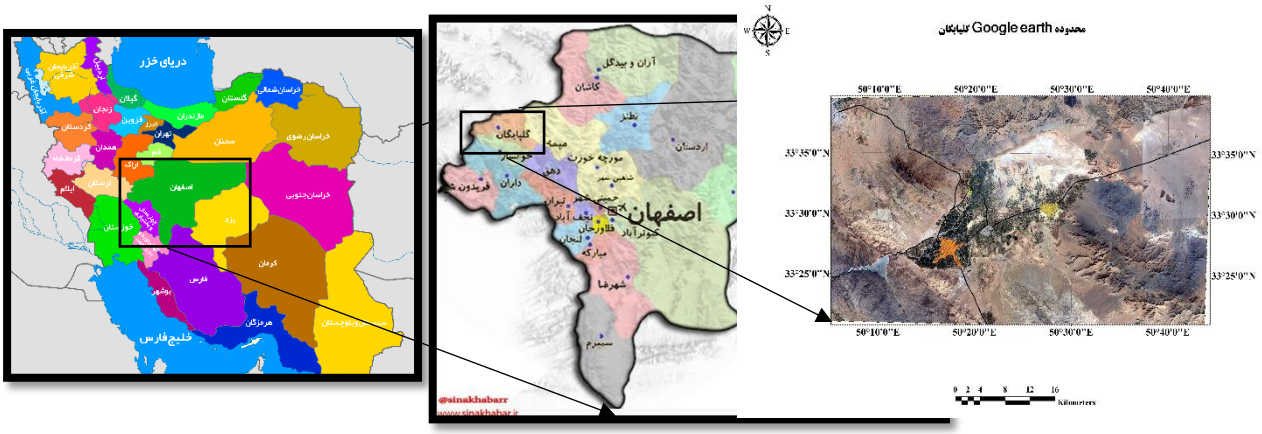
[1] Landscape
[2] Landform
[3] Lithology (Geology)
[4] Geomorphic surface

۲۰۰۵ به دنیا ارائه شد، این نرم‌افزار برای جوامع علمی یک ابزار ارائه دهنده‌ی حجم عظیمی از اطلاعات قابل دسترس، رایگان و با قابلیت دید سه بعدی از کره زمین و همچنین راه ارتباطی موثری برای تبادل یافته‌های پژوهشی می‌باشد (Yu ۲۰۱۲).

هدف از این پژوهش صرفاً جهت ارزیابی استفاده از تصاویر نرم‌افزار گوگل ارث برای تفکیک واحدهای ژئومورفیک با کمک نقشه‌های پایه‌ای همچون نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، DEM های موجود و تهیه شده از این نقشه‌ها و نقشه کاربری اراضی است. استفاده از نقشه‌های ژئومورفولوژی به عنوان یک نقشه پایه یک ابزار مهم برای روش‌های نقشه‌برداری رقومی خاک است که به افزایش صحت پیش‌بینی کمک می‌کند. از کاربردهای آن می‌توان در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، طبقه‌بندی خاک، نقشه‌های ویژه مربوط به فرسایش و حفاظت خاک اشاره کرد.

مواد و روش‌ها

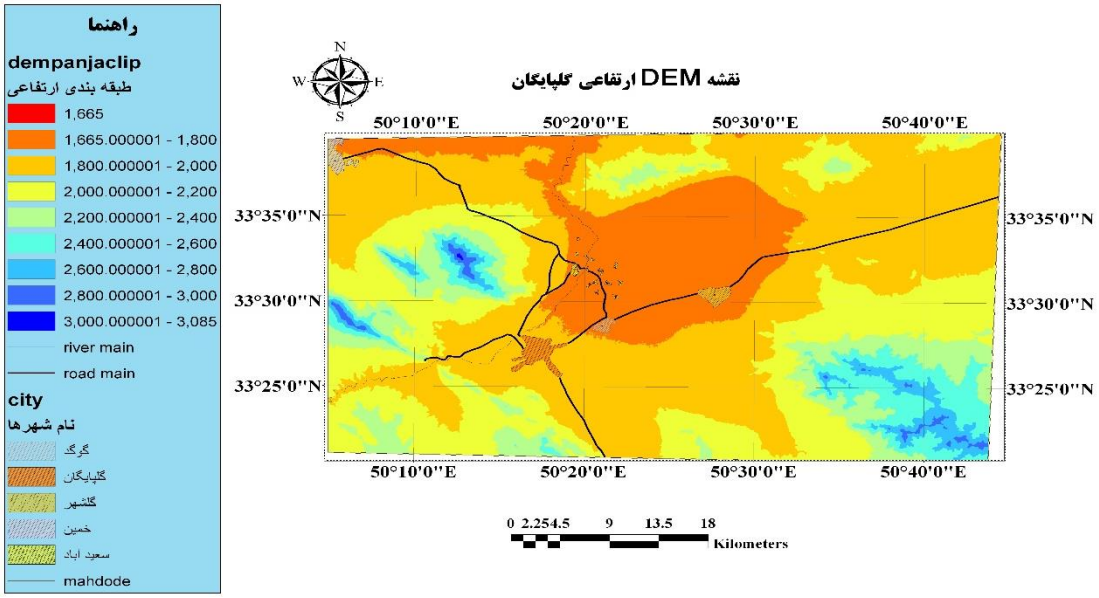
در این پژوهش از اطلاعات اولیه شامل داده‌ای حاصل از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و کاربری اراضی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰و ایجاد لایه‌های مختلف در نرم‌افزار ArcGIS و تصاویر نرم‌افزار گوگل ارث جهت بررسی منطقه گلپایگان استفاده شد (شکل ۱).



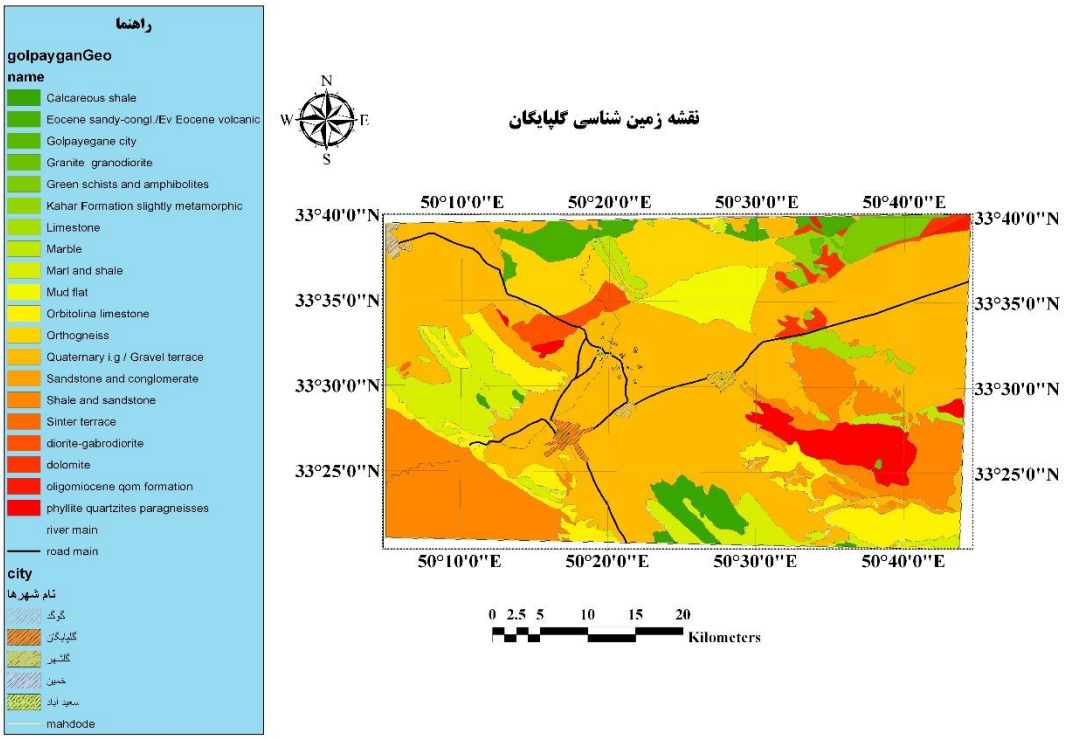
شکل ۱ محدوده‌ی مورد مطالعه در این پژوهش

منطقه گلپایگان در استان اصفهان مابین ۴۹ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی، در فاصله ۱۵۶ کیلومتری از شمال غربی اصفهان مابین شهرهای خوانسار، خمین و میمه جای گرفته است. اقلیم منطقه از نوع نیمه‌خشک با میانگین بارندگی حدود ۳۰۰ میلی‌متر می‌باشد. مراحل انجام کار بدین صورت است که ابتدا بعد از زمین مرجع نمودن نقشه‌های اسکن شده توپوگرافی و زمین‌شناسی و مشخص کردن محدوده به تفکیک واحدهای هر نقشه پرداخته و یک لایه‌ی GIS برای هر کدام ایجاد شد. از نقشه توپوگرافی یک لایه از خطوط تراز ۲۰ متری استخراج و سپس با ابزار موجود DEM با اندازه پیکسل ۲۰ متری استخراج شد (شکل ۲).

شکل ۲ نقشه استخراج شده از خطوط توپوگرافی و تبدیل شده به فرمت DEM منطقه مورد مطالعه به همراه عوارض آن.

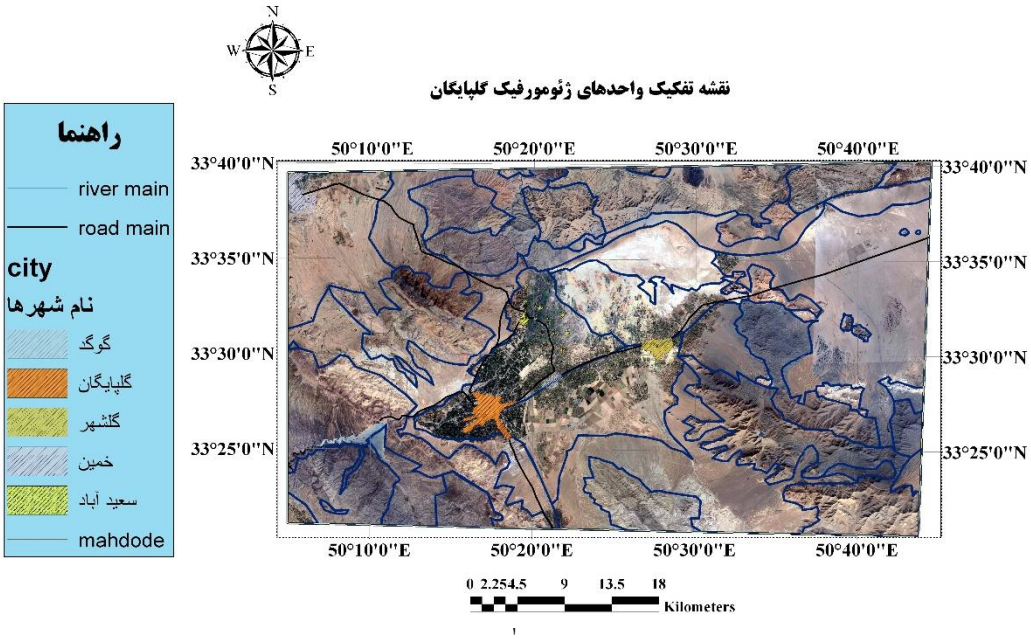


از نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ محدوده مورد نظر را جدا کرده و واحدهای زمین‌شناسی به صورت یک لایه تعریف شد (شکل ۳).



شکل ۳ نقشه استخراج شده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰منطقه مورد مطالعه به همراه عوارض آن

همچنین از مطالعات نیمه تفصیلی خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی گلپایگان (محمدی و همکاران ۱۳۶۵) به عنوان مطالعات اولیه در منطقه مورد مطالعه استفاده شد. سپس تصویر استخراج شده و جدا شده منطقه مورد نظر توسط نرم‌افزار گوگل ارث را نیز به صورت یک لایه دیگر تعریف کرده و از آن واحدهای ژئومورفیک منطقه مورد نظر به روش سلسله مراتبی مومنی و زینک (۱۹۹۷) تفکیک شد (شکل ۴).



شکل ۴ نقشه استخراج شده و جدا شده منطقه مورد نظر توسط نرم افزار گوگل ارث به همراه واحدهای ژئومورفولوژی

نتایج و بحث

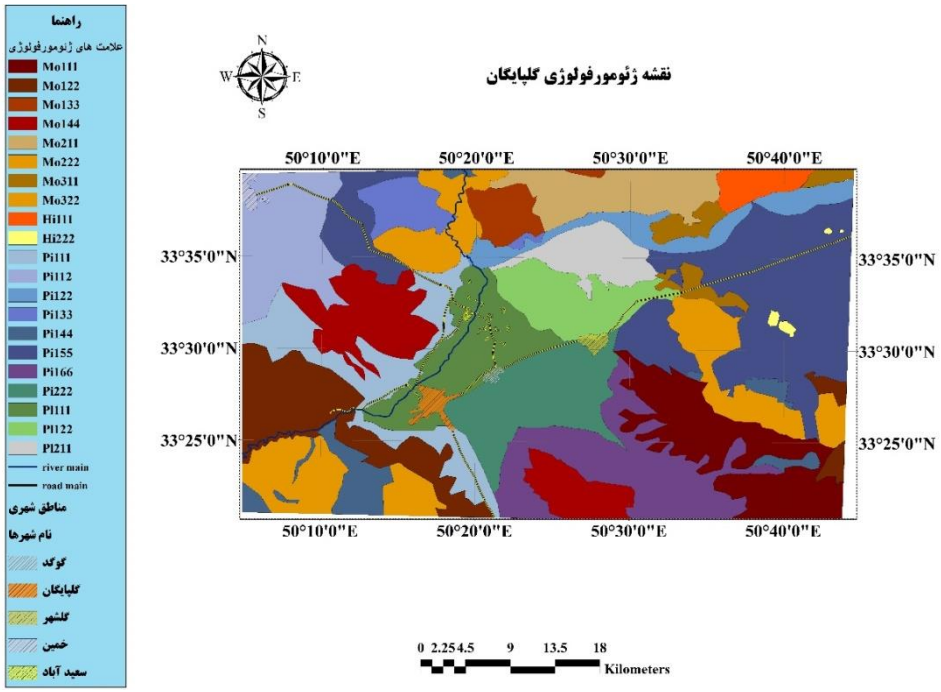
نتایج تفسیر نقشه‌های زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد که قدیمی‌ترین سازندها در شمال و شمال غربی منطقه مورد نظر قرار گرفته و شامل اورتوگنیس، دولومیت، آمفیبولیت، شیست، کوارتزیت و فیلایت مربوط به دوره‌ی پرکامبرین می‌باشد. در بعضی مناطق در مجاورت با سنگ‌های پرکامبرین کنگلومرا و دولومیت وجود دارد. تناوب ضخیمی از دولومیت و سنگ‌های آهکی کم و بیش دولومیتی مربوط به دوران تریاس بالایی در جنوب غربی و شرق منطقه مشاهده می‌شود. سازند ماسه‌سنگ و کنگلومرای فرسایش یافته و در ادامه آن سنگ‌های آهکی اوربیتولین‌دار، شیل و مارن کرتاسه دیده می‌شود. در قسمت شمالی منطقه توده‌های کوچک دیوریتی و گابرو ناشی از فعالیت‌های آتشفشانی دوران سوم زمین‌شناسی وجود دارد. از نظر فیزیوگرافی منطقه شامل تیپ‌های کوه‌ها، تپه‌ها، آبرفتی‌ها و واریزه‌های بادبزنی شکل سنگریزه‌دار، دشت‌های آبرفتی و اراضی پست می‌باشد.

جدول ۱ طبقه‌بندی سلسله مراتبی سطوح ژئومورفیک منطقه گلپایگان

زمین نما	لندفرم	زمین شناسی		سطوح ژئومورفیک	علامت
کوه	کوه های مرتفع	فیلایت‌ها، کوارتزیت‌ها، پاراگنیس‌ها، شیل و ماسه‌سنگ، سنگ آهک، ماسه‌سنگ و کنگلو مرا	mtpJsPKmv	کوه های مرتفع رخنمون سنگی	Mo111
		شیل و ماسه‌سنگ، سنگ آهک، ماربل، مارل و شیل	JsPmtmKms	کوه های مرتفع با دره های عمیق	Mo122
		اورتوگنیس، ماربل	mtgmtm	کوه های مرتفع اورتوگنیسی	Mo133
		ماسه‌سنگ و کنگلو مرا، دیوریت و گابرودیوریت	KmvpCd	کوه های مرتفع دیوریتی	Mo144
	کوه های با شیب مرکب	کنگلومرای شنی ائوسن، اورتوگنیس، سازند کلهر، گرانیت و گرانودیوریت	EsmtgpCkg	کوه های با شیب مرکب متامورفیکی	Mo211
		اورتوگنیس، کنگلومرای شنی ائوسن	mtgEs	کوه های با شیب مرکب اورتوگنیسی	Mo222
		سازند کلهر، دولومیتی	pCkPd	کوه های کم ارتفاع دولومیتی	Mo311
	کوه های کم ارتفاع	فیلایت‌ها، کوارتزیت‌ها، پاراگنیس‌ها، شیل و ماسه‌سنگ	mtpJs	کوه های کم ارتفاع با شیب کم شیلی	Mo322
تپه	تپه های مرتفع	شیست سبز و آمفیبولیت	mta	تپه های شیستی	Hi111
	تپه های منفرد	تراس‌های گراولی کوارترنری، سنگ آهک	QP	تپه های منفرد	Hi222
پدیمنت	پدیمنت	دیوریت و گابرودیوریت، کنگلومرای شنی ائوسن، مارل و شیل، سنگ آهک	pCdEsKmsP	پدیمنت با شیب مرکب بریده بریده	Pi111
		تراس‌های گراولی کوارترنری، اورتوگنیس	QmtgMf	پدیمنت با شیب زیاد	Pi122
		کنگلومرای شنی ائوسن، اورتوگنیس	Esmtg	پدیمنت با شیب زیاد کنگلومرایی	Pi133
		شیل و ماسه‌سنگ، سنگ آهک، ماربل، تراس‌های گراولی کوارترنری	JsPmtmQ	پدیمنت با شیب زیاد شیلی	Pi144
		تراس‌های گراولی کوارترنری، شیل و ماسه-سنگ	QJs	پدیمنت با شیب مرکب تپه ای با خاک کم عمق	Pi155
		تراس‌های گراولی کوارترنری، مارل و شیل	QKms	پدیمنت با شیب کم با خاک کم عمق	Pi166
	مخروطه افکنه	تراس‌های گراولی کوارترنری	Q	مخروط افکنه مرتفع بریده بریده	Pi112
		تراس‌های گراولی کوارترنری	Q	مخروط افکنه کم ارتفاع کشت شده	Pi222
پلایا	پلایای کشت شده	تراس‌های گراولی کوارترنری	Q	پلایای کشت شده آبرفتی	Pl111
		تراس‌های گراولی کوارترنری	Q	پلایای نسبتاً شور کشت شده	Pl122
	پلایای بدون کشت	Mud Flat	Mf	تالاب	Pl211

با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، فیزیوگرافی، شیب، طبقات ارتفاعی (DEM) و کاربری اراضی و تفسیر بصری نقشه گوگل ارث واحدهای ژئومورفیک به صورت لایه‌ای جداگانه تفکیک شد(شکل ۵). نام‌گذاری و طبقه‌بندی سلسله مراتبی نقشه ژئومورفولوژی منطقه مورد

مطالعه در جدول ۱ نمایش داده شده است. همانطور که در جدول مشخص است منطقه به چهار بخش اصلی زمین‌نما تقسیم شدند که شامل کوه-ها، تپه‌ها، پیدمنت[1] و پلایا[2] می‌باشد. کوه‌ها به سه بخش لندفرمی کوه‌های مرتفع،کوه‌های با شیب مرکب و کوه‌های کم ارتفاع؛ تپه‌ها شامل دو بخش مرتفع و منفرد؛ پیدمنت‌ها به دو بخش پدیمنت و مخروط‌افکنه و در نهایت پلایا به دو بخش پلایای قابل کشت و دارای محدودیت تقسیم بندی شدند. به علاوه سطوح ژئومورفیک و زمین‌شناسی نیز در جدول ۱ ذکر شده است.



شکل ۵ نقشه ژئومورفولوژی منطقه

نتیجه‌گیری

با بررسی میدانی تصاویر گوگل ارث و نقشه‌های استخراج شده از نقشه توپوگرافی به همراه تفسیر واحدهای فیزیوگرافی و نیز مقایسه سطوح ژئومورفیک ایجاد شده، می‌توان این نقشه‌ها را تایید و مورد استفاده قرار داد. این پژوهش نشان داد که می‌توان با استفاده از داده‌های نرم افزار گوگل ارث به نقشه‌های مطلوبی برای تهیه سطوح ژئومورفیک رسید. از نتایج دیگر این تحقیق، می‌توان به اهمیت نقشه‌های ژئومورفولوژی جهت تهیه و اجرای طرح‌های مربوط به تعیین قابلیت اراضی، منابع طبیعی و مقابله با بیابان‌زایی اشاره کرد. علاوه بر این استفاده از گوگل ارث نشان می‌دهد که این ابزار دارای توانایی لازم جهت شناسایی و تفکیک واحدهای ژئومورفیک در منطقه مطالعاتی می‌باشد و برای تهیه نقشه‌های مورد استفاده در علوم منابع طبیعی از جمله کاربری اراضی و شناخت مسائل مربوط به مدیریت محیط پیشنهاد می‌گردد.

منابع

سیف، ع.، محمدی، م. ۱۳۸۹. تفکیک و شناسایی شکلی واحدهای پلایای گاوخونی به منظور تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی. مطالعات جغرافیای مناطق خشک. ۱: ۳۴-۱۷.

غلام‌پور، م.، خسروشاهی، م.، برخورداری، ج. ۱۳۸۷. تعیین قلمرو مناطق بیابانی استان هرمزگان از جنبه ژئومورفولوژی. فصلنامه‌ی علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان. ۱۵: ۴۹۲-۴۸۵.

فلاحتی مروست، ص. ۱۳۹۲. قابلیت تصاویر گوگل ارث در تفکیک تغییر پذیری خصوصیات خاک سطحی و کلاس‌های خاک منطقه مروست، استان یزد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

[1] Piedmont
[2] Playa

محمدی، م.، قاضی‌زاهدی، ع. ا. ۱۳۶۵. مطالعات نیمه تفصیلی خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی منطقه گلپایگان استان اصفهان. موسسه تحقیقات خاک و آب. سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی.

Ahnert, F., 1998. Introduction to Geomorphology. Arnold, London. 352 pp.

Butzer, K.W., 1976. Geomorphology from the Earth. Harper and Row, New York. 463 pp.

Chorley, R.J., Dunn, A.J., Beckinsale, R.P., 1964. The History of the Study of Landforms, v.1. Methuen, London. 678 pp.

Chorley, R.J., Schumm, S.A., Sugden, D.E., 1984. Geomorphology.Methuen, London. 605 pp.

Evans, I.S., 2012. Geomorphometry and landform mapping: What is a landform? Geomorphology 137, 94-106.

Lobeck, A.K., 1939. Geomorphology. McGraw-Hill, New York. 731 pp.

Moameni, A., Zinck, J., 1997. Application of statistical quality control charts and geostatistics to soil quality assessment in a semi-arid environment of south-central Iran. ITC-Journal 3.

Pitty, A.F., 1971. Introduction to Geomorphology. Methuen, London. 526 pp.

Summerfield, M.A., 1991. Global Geomorphology. Longman, Harlow. 537 pp.

Yu, L., Gong, P., 2011. Google Earth as a virtual globe tool for Earth science applications at the global scale: progress and perspectives. International Journal of Remote Sensing 33, 3966-3986.

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Evaluate Google Earth images by separating the geomorphic units of the Golpayegan region

Akbary[*1], B., Melali [2], A.R., Norali, R.[1], Amiri Dehnoii, F.[1], khodadadi, N.[1], Ayoubi, sh.[3]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran
[2] Master of science, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran
[3] Professor, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

Abstract

Geomorphology investigates and identifies ground roughness and studies the geometric features of the surface of the earth. Geomorphological maps are one of the maps showing geomorphic phenomena with its constituent processes. Remote sensing is considered as a suitable tool for investigating natural phenomena and spectral characteristics reflected from the soil surface. The purpose of this research is to evaluate and use of Google Earth software for geomorphic units with the help of basic maps such as topographic maps, geology map and land use map.

This study uses images from Google Earth software as well as data from topographic maps and geology and creates different layers in ArcGIS software such as DEM, TIN, slope and direction of gradient. This Study of geomorphic characteristics of Golpayegan region. The geomorphic units were separated based on a hierarchical classification into layers, which were the result of the analysis output maps. The results showed that using Google's software applications it can be used to design geomorphic levels, as well as application in natural resources sciences such as land use and understanding of issues related to environment management.

Keywords: Google Earth, Geomorphic levels, Geomorphology maps, Physiography.

[*] Corresponding author, Email: samirarezaee@znu.ac.ir

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

مقایسه عملکرد دو روش TOPSIS و ریشه دوم در ارزیابی تناسب اراضی برای ذرت

محمد سجاد قوامی[۱]، فریدون سرمدیان [۲*]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

[۲] استاد، گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

چکیده

ارزیابی تناسب اراضی با روش‌های پارامتریک گاهی با واقعیت منطقه به‌دلیل مقادیر پایین شاخص به‌دست آمده هم‌خوانی ندارد، لذا استفاده از روش های نوین تصمیم‌گیری چندمعیاره که اثرات متقابل معیارها را در نظر می‌گیرند از جمله روش نوین TOPSIS، می‌توانند مورد بررسی قرار گیرد. منطقه مورد مطالعه با مساحت ۸۲۱۰ هکتار در شرق استان قزوین واقع شده است. بررسی درجه تناسب اراضی با روش‌های ریشه دوم و TOPSIS برای محصول ذرت انجام شد. محدودیت‌های منطقه برای این محصول شناسایی شد و شوری خاک محدود کننده‌ترین ویژگی خاک در منطقه بود و همچنین نقشه‌های تناسب اراضی برای هر دو روش ریشه دوم و TOPSIS تهیه گردید. مقایسه مقادیر شاخص تناسب اراضی با مقادیر عملکرد ذرت در منطقه مطالعاتی برای روش TOPSIS مقدار R^2، ۰/۷۶ می‌باشد و برای روش ریشه دوم مقدار R^2، ۰/۷۸ می‌باشد، نتایج این پژوهش نشان داد که روش ریشه دوم از اعتبار بیشتری نسبت به روش TOPSIS برخوردار است.

کلمات کلیدی: ارزیابی تناسب اراضی، ذرت، روش ریشه دوم، روش TOPSIS، عملکرد محصول.

مقدمه

با توجه به رشد جمعیت و افزایش تقاضای جهان برای مواد غذایی پیش‌بینی می‌شود تا اواسط قرن ۲۱ جمعیت انسان به حدود ۹ میلیارد نفر افزایش خواهد داشت (Charles و همکاران ۲۰۱۰). بنابراین برای تامین میزان مواد غذایی لازم است، که بر تولید محصولات کشاورزی در مناطق مختلف دنیا نظارت شود. ارزیابی اراضی بخش جدایی ناپذیر از برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از اراضی برای مدیریت پایدار است. در اصل، هدف از ارزیابی اراضی و مقایسه و تطبیق هر یک از استفاده‌های بالقوه اراضی با خصوصیات منحصر به‌فرد اراضی، برای واحدهای اراضی است(Van Niekerk، ۲۰۱۰). در واقع با استفاده از تناسب اراضی، محدودیت‌ها و پتانسیل ذاتی واحدهای اراضی برای پشتیبانی از کاربری‌های مشخص در مدت زمان طولانی شناسایی و باعث کاهش هزینه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی می‌گردد(Prakash، ۲۰۰۳).

در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDA) در حل مسائل دنیا به طور چشم‌گیری افزایش یافته است و تمایل به ساخت مدل‌های تصمیم‌گیری با قابلیت بالا و پیشرفته برای حمایت از روش تصمیم‌گیری چند معیاره که در طیف گسترده‌ای از برنامه‌های کاربردی نقش دارند رو به افزایش است (Zyoud and Fuchs Hanusch، ۲۰۱۷). مدل TOPSIS مخفف Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution می‌باشد که این مدل یکی از شناخته شده‌ترین و همچنین یکی از شاخه‌های اصلی MCDA کلاسیک است که ابتدا توسط هوانگ و یون معرفی شد (Hwang and Yoon، ۱۹۸۱). در تحقیقی Bagherzadeh and Gholizadeh (۲۰۱۶ و ۲۰۱۷) ارزیابی تناسب اراضی را برای دو محصول یونجه و گندم در منطقه جویین در شمال کشور با استفاده از دو روش پارامتریک و TOPSIS انجام دادند. در تحقیق دیگری Seyedmohammadi و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از سه روش SAW و TOPSIS و TOPSIS فازی، تناسب اراضی برای سه محصول ذرت، کلزا و سویا در منطقه‌ای در استان اردبیل انجام دادند. هدف از این تحقیق، به دست آوردن اطلاعات خاک بخشی از استان قزوین جهت بررسی و اجرای برنامه‌های مدیریتی در آینده، ارزیابی تناسب اراضی به روش ریشه دوم و روش TOPSIS برای محصول ذرت آبی با مدیریت متوسط و نیمه مکانیزه و همچنین مقایسه دو روش ریشه دوم و TOPSIS برای ارزیابی تناسب اراضی محصول ذرت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با مساحت ۸۲۱۰ هکتار در شرق استان قزوین در محدوده باغ کوثر و بین ۱°۳۶ تا ۱۱°۳۶ عرض شمالی و ۱۳°۵۰ تا ۱۸°۵۰ طول شرقی واقع شده است. منطقه دارای آب‌وهوای معتدل و نیمه‌خشک است. در این تحقیق از داده‌های هواشناسی ایستگاه باغ کوثر استفاده گردید. مقدار بارندگی سالیانه ۲۷۸ میلیمتر است، همچنین متوسط دمای سالیانه ۱۳/۸۸ درجه سانتیگراد است.

* ایمیل نویسنده مسئول: fsarmad@ut.ac.ir

با توجه به وسعت منطقه مطالعاتی، ۲۲ خاک‌رخ به‌منظور تشریح و نمونه‌برداری به روش شبکه‌ای انتخاب شد. مطالعات صحرایی شامل تعیین، حفر، تشریح خاک‌رخ‌ها، درصد شیب، وضعیت سیلگیری، زهکشی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی، وضعیت آب زیر زمینی، رنگ و ساختمان خاک، عمق مؤثر خاک و نمونه‌برداری می‌باشد. بعد از تشخیص لایه‌های ژنتیکی از تمامی لایه‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت و برای انجام تجزیه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه انتقال یافت. براساس نتایج مورفولوژیکی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه و تفسیر بصری تصاویر ماهواره لندست ۸، مرزهای واحد های نقشه خاک تهیه و در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.4 بصورت نقشه پلی‌گون رقومی‌سازی گردید و سپس با تلفیق نقشه شیب با نقشه خاک، نقشه واحد های اراضی تهیه گردید، که تهیه نقشه‌های تناسب اراضی براساس نقشه‌های واحد اراضی صورت گرفت.

روش‌های ارزیابی تناسب اراضی

روش ریشه دوم

براساس روش ریشه دوم، شاخص اراضی با استفاده از معادله (۱) محاسبه می‌گردد (Khiddir، ۱۹۸۶):

$$I = Rmin \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100}} \times \dots$$ معادله(۱)

که در آن I: شاخص اراضی ، R min: کمترین درجه بدست آمده بین خصوصیات مختلف اراضی و اقلیمی و A، B، C و ... درجه سایر ویژگی‌ها می‌باشد.

روش TOPSIS

این مدل، یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است و در مباحث مدیریتی از آن استفاده زیادی می‌شود، در این روش نیز m گزینه به وسیله n شاخص، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. اساس این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کم‌ترین فاصله را با راه حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد (Hwang and Yoon، ۱۹۸۱).

مراحل روش TOPSIS

ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری:

$$Aij = \begin{bmatrix} a11 & \cdots & a1n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ am1 & \cdots & amn \end{bmatrix}$$ معادله(۲)

نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم‌گیری:

$$Rij = \frac{aij}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} aij2}} \begin{bmatrix} r11 & \cdots & r1n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ rm1 & \cdots & rmn \end{bmatrix}$$ معادله(۳)

تعیین وزن برای کل شاخص‌ها: در این قسمت از روش AHP برای محاسبه (Wi) استفاده شده است.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$ معادله(۴)

ایجاد ماتریس وزن:

$$Vij = Rij \times Wmn = \begin{bmatrix} V11 & \cdots & V1n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Vm1 & \cdots & Vmn \end{bmatrix}$$ معادله(۵)

تعیین ایده‌آل‌های مثبت (A+) و ایده‌آل‌های منفی (A-):

$A^{+} = ((\max Vij \mid j \square J), (\min Vij \mid j \square J) \mid i = ۱; ۲; \dots و\ m)$ معادله(۶)

$A^{-} = ((\min Vij \mid j \square J), (\max Vij \mid j \square J) \mid i = ۱; ۲; \dots و\ m)$ معادله(۷)

محاسبه اندازه فاصله‌ها از ایده‌آل‌ها :

$di+ = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (Vij - Vi^{+})2}$ i=۱; ۲; . . .و m. معادله(۸)

$di- = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (Vij - Vi^{-})2}$ i=۱; ۲; . . .و m معادله(۹)

محاسبه فاصله نسبی از ایده‌آل‌ها (CCi):

$$CCi+ = \frac{di-}{di+ + di-} \qquad 0 \leq CCi+ \leq 1 \qquad i=1; 2; \ldots m. \qquad \text{معادله(۱۰)}$$

رتبه‌بندی گزینه‌ها: مقدار +CCi بین ۰ و ۱ نوسان می‌کند. بنابراین +CCi هرچه به یک نزدیکتر باشد دارای رتبه بالاتر می‌باشد (Mateo، ۲۰۱۲). برای اعتبارسنجی نتایج حاصل از مدل‌ها، روش‌های آماری مختلفی وجود دارد که در این تحقیق از ضریب تبیین (R^2) استفاده گردید. متغییر مستقل شاخص‌های تناسب اراضی هستند که با روش‌های استوری، ریشه دوم و TOPSIS به‌دست می‌آید و متغییر وابسته عملکرد محصول می‌باشد که با کمک پلات یک در یک در محل حفر هر خاک‌رخ از مزارع برداشت شد، که میزان عملکرد وابسته و مستقل ورودی نرم‌افزار SPSS می‌باشد و مقدار R^2 خروجی نرم افزار می‌باشد و برای رسم نمودار رگرسیون خطی بین عملکرد ذرت با شاخص اراضی برای روش مختلف از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید.

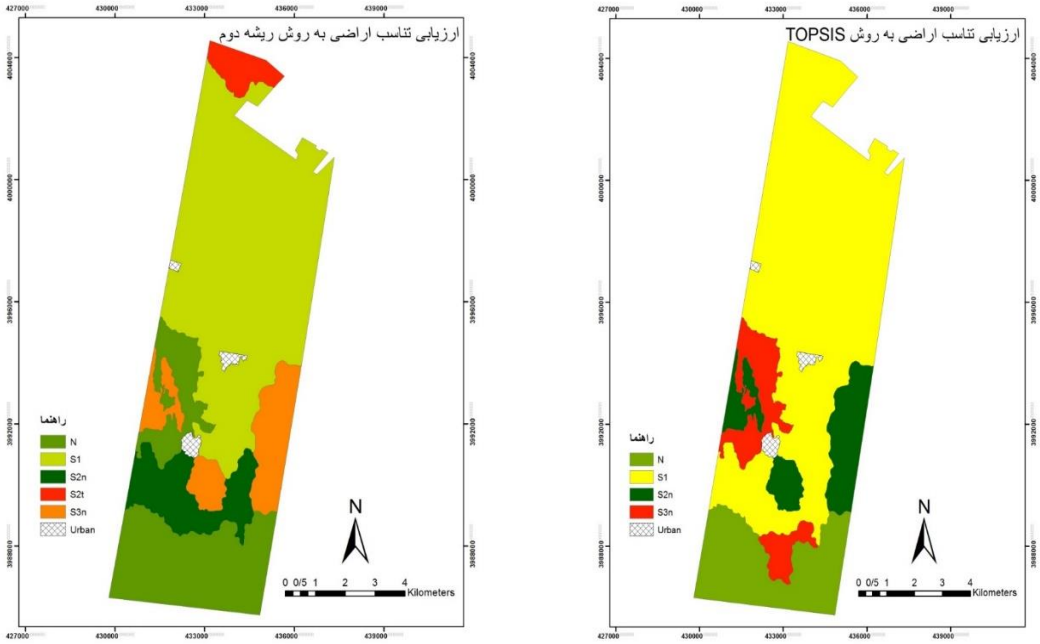
نتایج و بحث

روش ریشه دوم

مقادیر شاخص اراضی برای روش ریشه دوم از ۱/۵۱ تا ۹۳/۱۸ متغییر بود، که امکان کشت برای محصول ذرت به‌دلیل شوری بالا در قسمت‌های جنوبی منطقه مطالعاتی وجود نداشت. در جدول (۱)، درصد هر کدام از کلاس‌های تناسب اراضی ذکر شده است. شکل (۱) نقشه تناسب اراضی به روش ریشه دوم را برای محصول ذرت آورده شده است.

روش TOPSIS

مقادیر ارزش ترجیحی برای روش TOPSIS بین ۰/۲۲۳ تا ۰/۹۷ متغییر بود،که امکان کشت برای محصول ذرت به‌دلیل شوری بالا در قسمت‌های جنوبی منطقه مطالعاتی وجود نداشت. در جدول (۱) ، درصد هر کدام از کلاس‌های تناسب اراضی ذکر شده است. شکل (۱) نقشه تناسب اراضی به روش TOPSIS را برای محصول ذرت آورده شده است.



شکل ۱. نقشه تناسب اراضی به روش‌های ریشه دوم و TOPSIS

جدول ۱. درصد کلاس تناسب اراضی برای روش‌های ریشه دوم و TOPSIS

کلاس تناسب اراضی	S1	S2n	S2t	S3n	N	Urban
روش ریشه دوم (درصد)	۵۳	۹	۳	۱۱	۲۳	۱
روش TOPSIS (درصد)	۶۵	۱۱	-	۸	۱۵	۱

(زیر کلاس n محدودیت شوری و قلیائیت و زیر کلاس t محدودیت توپوگرافی)

اعتبارسنجی و ارزیابی مدل‌ها

مقایسه مقادیر شاخص تناسب اراضی روش ریشه دوم و ارزش ترجیحی روش TOPSIS با مقادیر عملکرد ذرت در منطقه مطالعاتی برای روش TOPSIS مقدار R^2 ۰/۷۶ و برای روش ریشه دوم مقدار R^2 ۰/۷۸ می‌باشد. بنابراین روش ریشه دوم چون R^2 بالاتری نسبت به روش TOPSIS دارد بنابراین از اعتبار بالاتری برخوردار است. نتایج ارائه شده در این تحقیق نشان می‌دهد که روش ریشه دوم از روش TOPSIS اعتبار بیشتری دارد ولی در کل بین دو روش اختلافات زیادی مشاهده نمی‌شود. در تحقیقاتی مشابه که توسط Bagherzadeh and Gholizadeh (۲۰۱۶ و ۲۰۱۷) گزارش نمودند که روش ریشه دوم از روش TOPSIS اعتبار بالاتری دارد.

نتیجه‌گیری

ارزیابی تناسب اراضی به روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر روش TOPSIS چون خصوصیات مختلف اراضی وزن‌های مختلفی می‌گیرند با روش کلاسیک و سنتی ارزیابی اراضی مانند روش پارامتریک، تفاوت دارند. اما در این تحقیق و برای محصول ذرت روش ریشه دوم به عملکرد واقعی محصول نزدیک‌تر بود. این نتیجه شاید به این دلیل بوده است که چون هدف ارزیابی بین سه روش بوده و باید ورودی‌های روش‌ها یکسان و به یک تعداد باشند و چون روش‌های پارامتریک حداکثر تا ۸ خصوصیت محدود کننده را می‌توان در معادله خود داشته باشند، به ناچار برای روش TOPSIS هم همان ۸ خصوصیت محدود کننده به کار گرفته شود، در صورتی که در روش TOPSIS می‌توان از تعداد بیشتری خصوصیت اراضی استفاده نمود.

منابع

Bagherzadeh, A., & Gholizadeh, A. (2017). Parametric-based neural networks and TOPSIS modeling in land suitability evaluation for alfalfa production using GIS. Modeling Earth Systems and Environment, 3(1), 2.

Bagherzadeh, A., & Gholizadeh, A. (2016). Modeling land suitabilit evaluation for wheat production b parametric and TOPSIS approaches using GIS, northeast of Iran. Modeling Earth Systems and Environment, 2(3), 126.

Charles, J., Godfray, J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir,J.F. Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., and C., Toulmin. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. Science (Washington, DC) 327, 812–818

Hwang, C. L. et Yoon, K.,(1981) Multiple Attribute Decision Making, Methods and Applications: a State of the Art Survey. *Lecture notes in economics and mathematical systems, Springer-Verlag, New York, NY*.

Khiddir, S.M., 1986. A Statistical Approach in the Use of Parametric Systems Applied to FAO Framework for Land Evaluation (Dissertation) State University of Ghent, Belgium.

Prakash TN, (2003). Land suitability analysis for agricultural crops: a fuzzy multi-criteria decision making approach. Msc Thesis, ITC, Netherland.

Seyedmohammadi, J., Sarmadian, F., Jafarzadeh, A. A., Ghorbani, M. A., & Shahbazi, F. (2018). Application of SAW, TOPSIS and fuzzy TOPSIS models in cultivation priority planning for maize, rapeseed and soybean crops. *Geoderma*, *310*, 178-190.

Van Niekerk, A. (2010). A comparison of land unit delineation techniques for land evaluation in the Western Cape, South Africa. Land Use Policy, 27(3), 937-945.

Zyoud S , Fuchs-Hanusch D. (2017). A bibliometric-based survey on AHP and TOPSIS techniques. 78.158-181.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Comparison of TOPSIS and Square root in land suitability evaluation for maize

Ghavami[1], M.S., Sarmadian [*2],F.

[1] M.Sc. Student, Department of soil science, College of Agricultural & Natural Resources, University of Tehran, Karaj

[2] Professor, Department of soil science, College of Agricultural & Natural Resources, University of Tehran, Karaj

Abstract

Land suitability evaluation by parametric methods are sometimes incompatible with the reality of the field because of the low achieved values of the index. Therefore, the use of new multivariate decision- methods that considering the interactions of the criteria, including the new TOPSIS approach, can be investigated. The study area with an area of 8210 ha is located in the eastern region of Qazvin province. Land suitability assessment was done through Square root and TOPSIS method for maize production, and limitations related to the region were identified for this crop and salinity was the most limiting characteristics of soil. Furthermore, land suitability maps were prepared for all two methods including Square root and TOPSIS. The comparison of the values related to land suitability indices with maize yield values showed that for TOPSIS method R^2 was 0.76, and for the Square root R^2 was 0.78. The results showed that the Square root method had more validity than the TOPSIS methods.

Keywords: Land suitability evaluation, Maize, Square root method, TOPSIS method, Yield.

[*] Corresponding author, Email: fsarmad@ut.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

ارزیابی محتوای ظرفیت تبادل کاتیونی، رس و کربن آلی خاک‌ها در شرق استان مازندران

نسترن شیعتی[۱*]، سیدمصطفی عمادی[۲]، محمدعلی بهمن‌یار[۳]، مجید دانش[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[۲] دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[۳] استاد گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[۲] استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

ظرفیت تبادل کاتیونی از پارامترهای بسیار مهم در کیفیت و بهره‌وری از خاک است. به‌منظور ارزیابی وضعیت مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC) و عوامل مؤثر بر آن (رس و کربن آلی) در شرق استان مازندران، تعداد ۱۳۰ نمونه مرکب خاک از لایه سطحی (صفر تا ۱۵ سانتی‌متر) کاربری‌های مختلف به‌صورت تصادفی برداشته شد و خصوصیات خاک موردنظر اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد بیشترین مقدار CEC در کاربری جنگل به میزان ۳۹/۲ سانتی‌مول‌بار بر کیلوگرم بود که دارای اختلاف معنی‌دار با سه کاربری باغی، زراعی و شهری (مسکونی) است. در کاربری شهری کمترین مقدار CEC به‌واسطه استفاده از خاک‌های نامرغوب زیرسطحی انتقال‌یافته در پارک‌ها و فضای سبز شهری وجود داشت. رس و کربن آلی که به‌عنوان عوامل اصلی کنترل‌کننده مقدار CEC در خاک هستند نیز روند مشابهی را در کاربری‌های مختلف نشان دادند. این تغییرات اگرچه می‌تواند ذاتاً به علت فرایندهای خاک‌سازی در شرق استان کنترل‌شده باشد اما عامل انسانی و تغییر کاربری بسیار اثرگذار بوده است. کاهش کیفیت خاک در اراضی زراعی و شهری بـه دلایل مختلفـی ازجمله عوامل انسانی است که باید با مدنظر قرار دادن شیوه‌های مدیریت پایدار از تخریب هر چه بیشتر خاک‌ها در این استان جلوگیری به عمل آید.

کلمات کلیدی: خصوصیات خاک، بافت خاک، کاربری‌های مختلف، شرق استان مازندران

مقدمه

در ایران سالانه هزاران هکتار از اراضی تغییر کاربری داده می‌شوند. طبق گزارش‌های رسمی اخیر فائو، سال به سال از جنگل‌های طبیعی با پوشش ۱۰۰-۵۰ درصد (هیرکانی) و جنگل‌هایِ دست کاشت در شمال ایران که به ترتیب حدود ۱۸۴۷۸۸۶ هکتار و ۵۹۲۹۲۲ هکتار وسعت دارند، کاسته می‌شود (FAO, 2010). از دو دهه گذشته و در راستای مدیریت پایدار اراضی، مطالعه کیفیت خاک به‌منظور شناسایی و ارزیابی عملکردهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در اکوسیستم‌های زراعی، مرتعی و جنگلی مورد توجه جدی قرار گرفته است (Karlen و همکاران،1997). در این مطالعات عملکردهای اصـلی خـاک شامل حفظ و تـأمین محـصول، فعالیت‌های بیولوژیکی و تنوع زیستی، تنظیم و توزیع جریان آب و املاح، پاک‌سازی و جذب ضایعات شهری، صنعتی و کـشاورزی و گردش عناصر غذایی می‌تواند مورد ارزیابی و بررسـی قـرار گیـرد. هر شاخص کیفیت خـاک بایـد دارای خـصوصیاتی ماننـد مشتمل بر فرآیندهای زیست‌محیطی، دربرگیرنده خـصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، حساس به تغییرات محیطی و مدیریتی و قابل‌اندازه‌گیری، دسترسی و پردازش‌های کمی باشد. ماده آلی به‌عنوان متداول‌ترین شـاخص کیفیت خاک است و دیگر ویژگی‌های مهم مانند ظرفیت تبادل کـاتیونی، عرضـه عناصـر غـذایی موردنیاز گیـاه همواره در این پژوهش‌ها بررسی می‌شود (Mishra, 2005). کیفیت خاک تنها به‌وسیله اندازه‌گیری خصوصـیات خـاک قابل ارزیابی است و همان‌گونه که تخریب خـاک را می‌توان از سه جنبه فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی موردبررسی قرارداد کیفیت خاک را نیز باید از این سه جنبه موردبررسی قرارداد (NRCS, 2001). توانایی دائم خاک در انجام وظایف خود به‌عنوان یک سیستم حیاتی زنده در داخل اکوسیستم و تحت کاربری‌های متفاوت، به‌طوری‌که علاوه بر حفظ تولید بیولوژیک بتواند کیفیت آب‌وهوا را بهبود بخشد و نیز تأمین‌کننده سلامت انسان، گیاه و حیوان باشد، کیفیت خاک نامیده می‌شود. تحقق نیافتن هدف‌های موردنظر در کشاورزی پایدار به هر نحوی نیز موجب افت کیفیت خاک به‌مرورزمان خواهد شد (Doran and Parkin, 1994). مراتع و جنگل‌های ایران عمدتاً در مکان‌هایی واقع‌اند کـه از توان و استعداد تخریب بالایی برخوردارند. خـاک این مناطق در طی سالیان متمادی همراه با گونه‌های بـومی استقراریافته و دارای بازده طبیعی خـود هستند.

[*] ایمیل نویسنده مسئول: nastaran70shiati@gmail.com

اگرچه این بـازده از حدود معمول پایین‌تر است ولی با اعمال عملیات خاک‌ورزی از حالت طبیعی خارج‌شده و به‌شدت تخریب‌پذیر گشته و بازده کمی خواهـد داشـت. ظرفیت تبـادل کاتیونی از پارامترهای بسیار مهم در بانک اطلاعاتی خاک به‌حساب می‌آید. مقدار این پـارامتر بـسته بـه میزان مواد آلی مقدار و نـوع رس و نیز شرایط خـاک متغیـر است. ظرفیت تبادل کاتیونی از مهم‌ترین خصوصیات شیمیایی خاک است که توانایی خاک را برای نگهداری مواد غذایی نشان می‌دهد و شاخص خوبی برای کیفیت و بهره‌وری از خاک است (قربانی و همکاران، ۱۳۹۲). ازآنجایی‌که بخش وسیعی از پوشش گیاهی جنگلی در استان مازندران به‌خصوص در مناطق شرقی در دهه‌های گذشته دستخوش تغییر کاربری شده‌اند، اما بااین‌وجود، فقدان مطالعات کافی و تفضیلی جهت کمی‌سازی اثرات تغییر کاربری بر خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک مؤثر بر کیفیت خاک کاملاً مشهود است. لذا در این تحقیق سعی گردید وضعیت ظرفیت تبادل کاتیونی، رس و کربن آلی در کاربری‌های مختلف موردتوجه قرار گیرد چراکه دانستن چگونگی و روند این تغییرات نه‌تنها می‌تواند نمایانگر اثرات و پیامدهای این تغییرات در کاربری باشد، بلکه می‌تواند راهگشای چگونگی برخورد با مشکلات احتمالی و جلوگیری از تخریب و نابودی بیش‌ازپیش خاک این اراضی و گامی مؤثر در جهت حفظ منابع طبیعی باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌ها از خاک‌های اراضی شرق استان مازندران در فصل بهار با کاربری جنگل، زراعی، باغی و شهری که عمدتاً مربوط به اراضی در حدفاصل بین دو شهر بهشهر و ساری به وسعت تقریبی ۵۷۸۸ کیلومترمربع با دامنه تغییرات ارتفاع از سطح دریا ۲۵- الی ۳۲+ متر است. میانگین دمای سالانه ۱۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه ۷۸۹ میلی‌متر است که دارای رژیم رطوبتی و حرارتی زریک و ترمیک است. تعداد ۱۳۰ نمونه خاک مرکب از لایه سطحی (صفر تا ۱۵ سانتی‌متری) به‌صورت تصادفی برداشته شد. نمونه‌های خاک بعد از هوا خشک شدن، کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و سپس جهت انجام آنالیزهای مرتبط آماده‌سازی گردید. اندازه‌گیری بافت خاک به روش هیدرومتری، کربن آلی به روش Walkey و Black (۱۹۳۴) و ظرفیت تبادل کاتیونی به روش Chapman (۱۹۶۵) در pH= ۷ صورت گرفت. با استفاده از نرم‌افزار Statistix 8 و آنالیز واریانس[1] انجام شد و از آزمون LSD[2] در سطح ۵ درصد، برای مقایسه میانگین بین داده‌های مدنظر در کاربری‌های مختلف اراضی استفاده شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ تجزیه واریانس ظرفیت تبادل کاتیونی، رس و کربن آلی نشان داده‌شده است. به‌طورکلی در کاربری‌های مختلف، مقدار رس، ظرفیت تبادل کاتیونی و کربن آلی دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ درصد هستند. در جدول ۲ مقایسه میانگین ظرفیت تبادل کاتیونی، رس و کربن آلی در کاربری‌های مختلف نشان داده‌شده است. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، رس در کاربری جنگل بیشترین مقدار و در کاربری شهری کمترین مقدار را با اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهد. البته بین کاربری‌های باغ، زراعی و شهری اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. بافت خاک و خصوصاً میزان رس، تأثیر مستقیم بر مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی و کربن آلی دارد که مقدار آن در خاک‌های جنگلی نسبت به خاک‌های زراعی و باغی بیشتر است. افزایش رس در خاک می‌تواند به‌صورت فیزیکی از تجزیه ماده آلی بکاهد و با امکان افزایش ذخیره‌سازی آب در خاک و ایجاد شرایط بسیار کوچک بی‌هوازی در حفرات ریز، از تجزیه میکروبی ماده آلی حاصل از باکتری‌های هوازی که فراوانی بیشتری در خاک دارند، بکاهد (Emadi و همکاران، 2009). کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی هر دو در کاربری جنگل بیشترین مقدار و دارای اختلاف معنی‌دار با سه کاربری باغی، زراعی و شهری است و این در حالی است که در کاربری شهری کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی کمترین مقدار بوده است. سه کاربری زراعی، باغی و شهری از کیفیت و حاصلخیزی خاک کمتری برخوردار هستند. در کاربری شهری که عمدتاً کاربری فضاهای سبز شهری و پارک‌هاست، استفاده از خاک‌های زیرسطحی نامرغوب نقاط مختلف حواشی شهرها، از کیفیت خصوصیات خاک این کاربری کاسته است.

در شکل ۱ نیز مقادیر میانگین این سه خصوصیت در کاربری‌های مختلف به‌صورت نمودار ستونی نشان داده‌شده است. در اثر تغییر کاربری از جنگل به بخش زراعی رس از حدود ۲۳ به ۱۲ درصد کاهش‌یافته، CEC از حدود ۳۹ به ۲۲ سانتی مول بار بر کیلوگرم و کربن آلی از حدود ۳ به ۱ درصد کاهش پیداکرده‌اند. علت این امر می‌تواند مربوط به شستشو و فرسایش انتخابی ذرات ریزتر و بر جا ماندن ذرات درشت‌تر و تجزیه بیشتر کربن آلی باشد.

[1] Analyse Of Variance
[2] Least Significant Diffrence

جدول ۱. تجزیه واریانس کاربری‌های مختلف و مقادیر پارامترهای بافت خاک و CEC

ویژگی (واحد)	میانگین مربعات تیمار	میانگین مربعات خطا	سطح معنی‌داری
ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol^+/kg$)	۲۲۰۸	۱۲۱/۱	۰/۰۰**
رس (٪)	۷۳۶/۷	۷۸/۹	۰/۰۰**
کربن آلی (٪)	۳۹/۶	۱/۶۱	۰/۰۰**

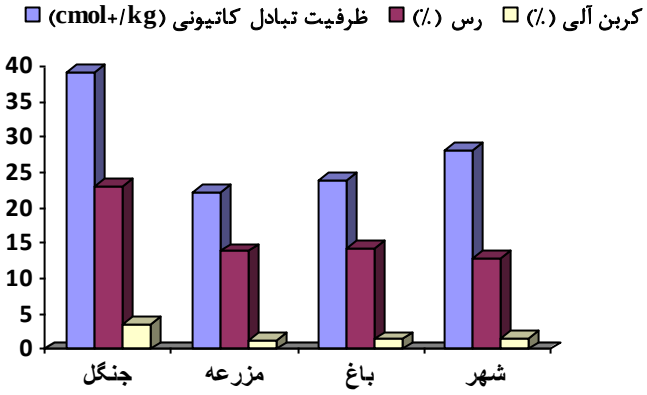
* اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪، ** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ^{ns} اختلاف غیر معنی‌دار

جدول ۲. مقایسه میانگین کاربری‌های مختلف و مقادیر پارامترهای بافت خاک و CEC

ویژگی (واحد)	میانگین	جنگل	زمین زراعی	باغ	شهری
ظرفیت تبادل کاتیونی ($cmol^+/kg$)	۲۹/۳	۳۹/۲^a	۲۲/۳^b	۲۴/۰۰^b	۲۱/۳^b
رس (٪)	۱۷/۲	۲۳/۱^a	۱۳/۹^b	۱۴/۳^b	۱۳/۰۰^b
کربن آلی (٪)	۲/۲۱	۳/۵۶^a	۱/۳۴^b	۱/۵۱^b	۱/۱۷^b
تعداد در کاربری	-	۴۱	۴۱	۲۰	۱۱

در هر ردیف تیمارهایی که دارای حداقل یک حرف مشابه باشند ازنظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند و حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند

Bahrami و همکاران (۲۰۱۰) نیز در اثر تغییر کاربری اراضی در خاک‌های شمال کشور به تغییرات معنی‌داری در میزان اسیدیته، ماده آلی خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، شوری، نیتروژن کل، جرم مخصوص ظاهری و تخلخل، خاک‌های کشاورزی در برابر خاک‌های بکر دست یافتند. درحالی‌که درصد رس، سیلت و شن تغییرات معنی‌داری را نشان نداد. Khormali و همکاران (۱۳۸۸) دریافتند که جنگل تراشی و عملیات زراعی باعث کاهش معنی‌دار ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و درنتیجه منجر به کاهش کیفیت خاک می‌شود. این نتایج توسط کریمی و همکاران (۱۳۹۲) نیز تأیید شد. Wu و Tiseen (۲۰۰۲) با بررسی تأثیر زراعت بر مقدار کربن آلی خاک در خاک‌های لسی چین نتیجه گرفتند طی ۵ سال اول پس از عملیات زراعی در زمین‌هایی که پیش‌تر پوشیده از گیاهان طبیعی بوده، مقدار کربن آلی خاک تا ۷۷ درصد کاهش یافت. Celik (۲۰۰۵) در ترکیه نیز در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که لایه سطحی خاک از نظر درصد ماده آلی شرایط مناسب‌تری در قیاس با لایه تحتانی خاک دارد. آن‌ها همچنین بیان داشتند که در خاک جنگل، به دلیل عدم کشت و زرع، و نیز وجود لاشبرگ فراوان، بین تجزیه سریع ماده آلی خاک و تجمع سریع لاشبرگ توازن وجود دارد اما در اراضی زراعی و باغ این توازن به چشم نمی‌خورد.



شکل ۱- میانگین مقدار رس، کربن آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی در کاربری‌های مختلف در شرق استان مازندران

نتیجه‌گیری

مقادیر ظرفیت تبادل کاتیونی، رس و کربن آلی در چهار کاربری جنگلی، زراعی، باغی و شهری تفاوت‌های معنی‌داری را از خود نشان دادند. اگرچه این تغییرات ذاتاً ممکن است در اثر عوامل خاک‌ساز و فرایندهای خاک‌سازی کنترل‌شده باشند اما عوامل انسانی در تغییرات کیفیت خاک اثرات زیادی داشته که نمی‌توان آن را نادیده گرفت. تغییر کاربری جنگل به سایر کاربری‌های باغی، زراعی و شهری سبب تخریب خاک، کاهش جز رس، CEC و کربن آلی شده که بیانگر کاهش شدید کیفیت و حاصلخیزی خاک و مستعد شدن اراضی برای فرسایش می‌گردد. اختلاف گسترده در مقادیر این پارامترها به دلایل مختلفی از جمله مدیریت نامناسب، استفاده فراوان از کودهای شیمیایی، حذف ماده آلی از طریق سوزاندن و شخم بیش‌ازحد و موارد دیگری رخ می‌دهد. کلیه این مسائل باید به‌درستی مدیریت و کنترل شوند تا از تخریب هر چه بیشتر خاک و منابع طبیعی این استان جلوگیری شود.

منابع

کریمی دهکردی، ف.، جلایان، ا، هنرجو، ن. و محنت کش، ع. ۱۳۹۲. اثر موقعیت زمین‌نما و کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و تنفسی خاک در منطقه لردگان استان چهارمحال و بختیاری. نشریه مدیریت خاک، ۲(۳): ۲۵-۱۳.

قربانی، ه.، کاشی، ح.، حافظی، ن.، ۱۳۹۲. تأثیر تغییری کاربری اراضی مرتعی به کشاورزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در استان گلستان. نشریه مدیریت خاک، ۲ (۳): ۴۹-۵۸.

Bahrami, A., I. Emadodin, M. Ranjbar-Atashi and H. Rudolf-Bork. 2010. Land Use Change and Soil Degradation: A Case Study, North of Iran. Agriculture, Biology Journal North Amer. 1(4): 600-605.

Celik, 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey, Soil and Tillage Research 83: 270–277.

Chapman, H. D., 1965. Cation exchange capacity, In: C. A. Black et al. (ed.) Methods of soil analysis Agronomy, 9:891-901, American Society of Agronomy, Inc, Madison, Wisconsin. Chimica Acta, 185:1-17.

Doran, J.W. and Parkin, T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J.W., D.C., Coleman, D.F., Bezdicek, and B.A., Stewart (eds.), defining soil quality for a sustainable environment. SSSA. Special Publication, No. 35.

Emadi, M., Baghernejad, M., and Memarian, H.R. 2009. Effect of land-use change on soil fertility characteristics within water–stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran. Land Use Policy, 26: 452–457.

FAO, 2010. Global forest resources assessment, FRA 2010-Country report, Iran. [Online].Available at HTTP:// www.fao.org/forestry/fra.

Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.T., Harris, R.F. and Schuman, G.E. 1997. Soil quality: a concept definition and framework for evaluation. Soil Sci. Soc. Am. J. 90:644-650.

Khormali F., M. Ajami, S. Ayoubi, CH. Srinivasarao and S. P. Wani. 2009. Role of deforestation and hillslope position on soil quality attributes of loess-derived soils in Golestan province, Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment 178-189.

Mishra, B, 2005. Managing soil quality for sustainable agriculture. Journal Indian Soil organic carbon and Soil Science. 53 (4) 529-536

Natural Resources Conservation Service, Soil Quality Information Rangeland sheet 3. 2001. Range land soil Quality-Aggregate Stability, USPA, 3p.

Walkley, A. and Black, I. A., 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37(1):29-38.

Wu, R. and H. Tiessen. 2002. Effect of land use on soil degradation in alpine grassland soil, China, Soil Science Society of America Journal, 66: 1648-1655.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometrics and soil evaluation

Evaluation of soil cation exchange capacity, clay and organic carbon contents in eastern part of Mazandaran province

Shiati N[*1] Emadi M[2] Bahnmanyar M[3] Danesh M[4]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran
[2] Associate Prof., Soil Science Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran
[3] Prof., Soil Science Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran
[4] Assistant Prof., Soil Science Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran

Abstract

The cation exchange capacity is one of the most important properties in the quality and productivity of the soil. In order to study the contents of the soil cation exchange capacity (CEC) and its driving factors (clay and organic carbon) in the eastern part of Mazandaran, 130 soil composite samples were randomly taken from the soil surface layer (0-15 cm depth). The results showed that CEC in forest land was significantly the highest with a mean of 39.2 $cmole^{+}kg^{-1}$ compared with the other three land uses (orchards, cropland and urban lands). The residential area had the lowest CEC and organic carbon, probably due to the transportation of the subsurface soils from the outsides in the park and play-ground soils in urban soils. The clay and organic carbon that are two most driving factors in CEC contents indicated the same trend of changes in different land uses as that observed for CEC. These observed changes in soil properties are apparently inherently due to the effects of the soil forming factor that occurs in the eastern part of the province, but the anthropological effect induced by the land use change is pronounced. The reduction of soil quality in the cropland and residential area can be attributed to the different issues especially caused by the anthropogenic factor that should be considered for sustainable soil management preventing the further degradation of the soil resources in this province.

Keywords: soil properties, soil texture, different land use, east of Mazandaran province

[*] Corresponding author, Email: nastaran70shiati@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

امکان‌سنجی تشخیص روند تغییرات شوری با استفاده از داده‌های سنجش از دور

لیلا جهانبازی[۱]، رایحه میرخانی[۲*]، محمد سجاد قوامی[۳]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران

[۲] کارشناس ارشد پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای

[۳] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران

چکیده

بخش اعظمی از مساحت کشور ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار دارد که به دلیل میزان کم بارندگی و تبخیر و تعرق زیاد مشکلاتی از قبیل شوری، کاهش محصول، فرسایش آبی و بادی را منجر شده است و تخریب خاک در این مناطق شایع می‌باشد. اتخاذ تصمیمات صحیح مدیریتی در این مناطق مستلزم تهیه اطلاعات جامع خاک می‌باشد. از آنجایی که جمع‌آوری و تهیه اطلاعات با استفاده از روش‌های مرسوم نیازمند صرف هزینه و زمان زیادی است، تکنیک‌های جدید ماند سنجش از دور از محبوبیت بسیاری در این زمینه برخوردار گردیده‌اند. این مطالعه با هدف امکان‌سنجیاستفاده از شاخص‌های سنجش دور حاصل از داده‌های ماهواره لندست مانند تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده و تفاضل شوری نرمال شده برای شناساییروند تغییرات شوری انجام گردید. داده‌های سنجش از دور مربوط به ماه آوریل (فروردین) در بازه زمانی سال‌های ۱۹۹۴، ۱۹۹۸، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۷ در منطقه رودشت اصفهان استخراج گردید و با استفاده از نرم‌افزار QGIS تصحیحات رادیومتریک و اتمسفری بر روی آنها انجام شد. نتایج بدست آمده نشان دهنده، روند افزایشی پیشروی اراضی شور در این سال‌ها می‌باشد. لازم به ذکر است که کاربرد شاخص پوشش گیاهی به تنهایی برای مطالعات شوری کافی نمی‌باشد و بدلیل تاثیر سایر عوامل بر رشد گیاه، استفاده از شاخص‌های دیگر مانند شاخص شوری نرمال شده برای رسیدن به نتایج صحیح ضروری می‌باشد. در نهایت نتایج بدست آمده حاکی از مفید بودن داده‌های سنجش از دور برای مطالعه روند پیشروی اراضی شور بود.

کلمات کلیدی: رودشت، شاخص تفاضل شوری نرمال شده، ماهواره لندست

مقدمه

شوری خاک یک معضل جهانی است که به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک به صورت حاد بروز نموده و همچنان در حال افزایش است. بخش اعظمی از مساحت کشور ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار دارد که به دلیل میزان کم بارندگی و تبخیر و تعرق زیاد مشکلاتی از قبیل شوری، کاهش محصول، فرسایش آبی و بادی را منجر شده است و در نتیجه تخریب خاک در این مناطق شایع می‌باشد. اتخاذ تصمیم‌گیری‌های صحیح در این مناطق نیازمند بررسی سوابق علمی موجود، نمونه‌برداری از خاک و انجام آنالیزهای لازم بر اساس تغییرات مکانی اراضی تحت مدیریت‌های متفاوت در زمان‌های مختلف است. به دلیل وقت‌گیر و هزینه‌بر بودن روش‌های مرسوم، در سال‌های اخیر انجام مطالعاتی با استفاده از تکنیک‌های مبتنی بر سنجش دور برای مطالعات شوری از محبوبیت بسیاری برخوردار شده‌اند. از سال ۱۹۶۰ داده‌های سنجش از دور توسط محققین مختلف برای مطالعات شوری استفاده شدند و داده‌های چند طیفی مانند Landsat, Spot, Ikonos, Quick Bird و داده‌های فراطیفی مثل Hyperion و Hymap برای تهیه نقشه و پایش شوری خاک مناسب دانسته شدند (Koshal, 2012؛ Farifteh, 2007). همچنین در مطالعات مختلف از شاخص پوشش گیاهی نرمال شده و شاخص نرمال شده شوری خاک برای بررسی تغییرات مکانی- زمانی شوری استفاده شده است. در برخی مطالعات به برتری شاخص‌های شوری نسبت به طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای اشاره شده است (هاتفی اردکانی و همکاران، ۱۳۹۵). از آنجایی که منطقه مورد مطالعه نیز در اقلیم خشک واقع شده است و با مشکلاتی همچون شوری و سایر مسائل حاصل از آن مانند تخریب خاک و پوشش گیاهی مواجهه است، این پژوهش به بررسی روند پیشروی شوری در بازه زمانی سال‌های مختلف با استفاده از شاخص تفاضل شوری نرمال شده به عنوان شاخص مستقیم شوری و شاخص تفاضل پوشش گیاهی نرمال شده به عنوان شاخص غیر مستقیم شوری پرداخته است (هاتفی اردکانی و همکاران، ۱۳۹۵؛ Singh و همکاران ۲۰۱۰).

مواد و روش‌ها

* ایمیل نویسنده مسئول: rmirkhani@aeoi.org.ir

محدوده مورد مطالعه از لحاظ موقعیتی در شرق استان اصفهان در بخش مرکزی ایران قرار دارد (شکل۱). بر اساس تقسیمات اقلیمی و بیوکلماتیک ایران بر طبق روش گوسن منطقه مورد مطالعه در اقلیم خشک قرار دارد. رژیم حرارتی و رطوبتی خاک به ترتیب ترمیک و اردیک می‌باشد. تشکیلات زمین‌شناسی منطقه عمدتاً رسوبات دوران چهارم مانند رسوبات کنگلومرایی، رسوبات تراورتن، آهک‌های الیگومیوسن، قلوه سنگ‌های آهکی و ماسه سنگی و همچنین رسوبات رسی می‌باشد. از لحاظ فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه دشت آبرفتی بوده که مواد تشکیل دهنده آن رسوبات رودخانه زاینده‌رود است. تنها منبع آب سطحی در منطقه، رودخانه زاینده‌رود بوده که نقش اساسی در تامین آب اراضی زراعی اطراف داشته است، اما در حال حاضر با توجه به بحران آب این رودخانه خشک شده است و با توجه به برنامه دولت معمولاً در ۲ الی ۳ مرحله در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد. بطور کلی در سال‌های اخیر با توجه به وضعیت بارندگی و تبخیر و تعرق، شوری خاک و آب و از بین رفتن پوشش گیاهی تشدید گردیده است. در این مطالعه با استفاده از داده‌های تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۸ مربوط به گذر ۱۶۳ و ردیف ۳۸ در طی سال‌های ۱۹۹۴، ۱۹۹۸، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۷ به بررسی روند پیشروی شوری خاک در منطقه مورد مطالعه پرداخته شده است. پس از ورود اطلاعات رقومی تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به سال‌های مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار QGIS، پردازش اولیه تصاویر رقومی شامل انجام تصحیحات هندسی به منظور زمین مرجع نمودن تصاویر با هدف مختصات‌دار نمودن تصاویر، انجام تصحیحات اتمسفری و رادیومتری به منظور حذف اثرات ذرات معلق در اتمسفر صورت گرفت. همچنین پردازش ثانویه تصاویر ماهواره‌ای شامل تهیه تصاویر مختلف با ترکیب‌های رنگی متفاوت به منظور مشخص نمودن سطوح مختلف شوری، رطوبت و پوشش گیاهی بر مبنای ترکیب رنگی قرمز، سبز و آبی (RGB) و بدست آوردن شاخص‌های سنجش از دور شوری خاک و پوشش گیاهی نیز انجام گرفت.

شاخص تفاضل شوری نرمال شده[1] حاصل تقسیم مجموع باندهای مادون قرمز با طول موج کوتاه به تفاضل آن‌ها است و تفاوت بازتاب طیفی خاک شور در باندهای مختلف را نشان می‌دهد. این شاخص برای شناسایی مناطق شور و کم کردن اثر پوشش گیاهی کاربرد دارد و استفاده از آن نسبت به باندهای تک جهت مطالعات شوری مفیدتر می‌باشد:

$$NDSI = \frac{SWIR1 - SWIR2}{SWIR1 + SWIR2}$$

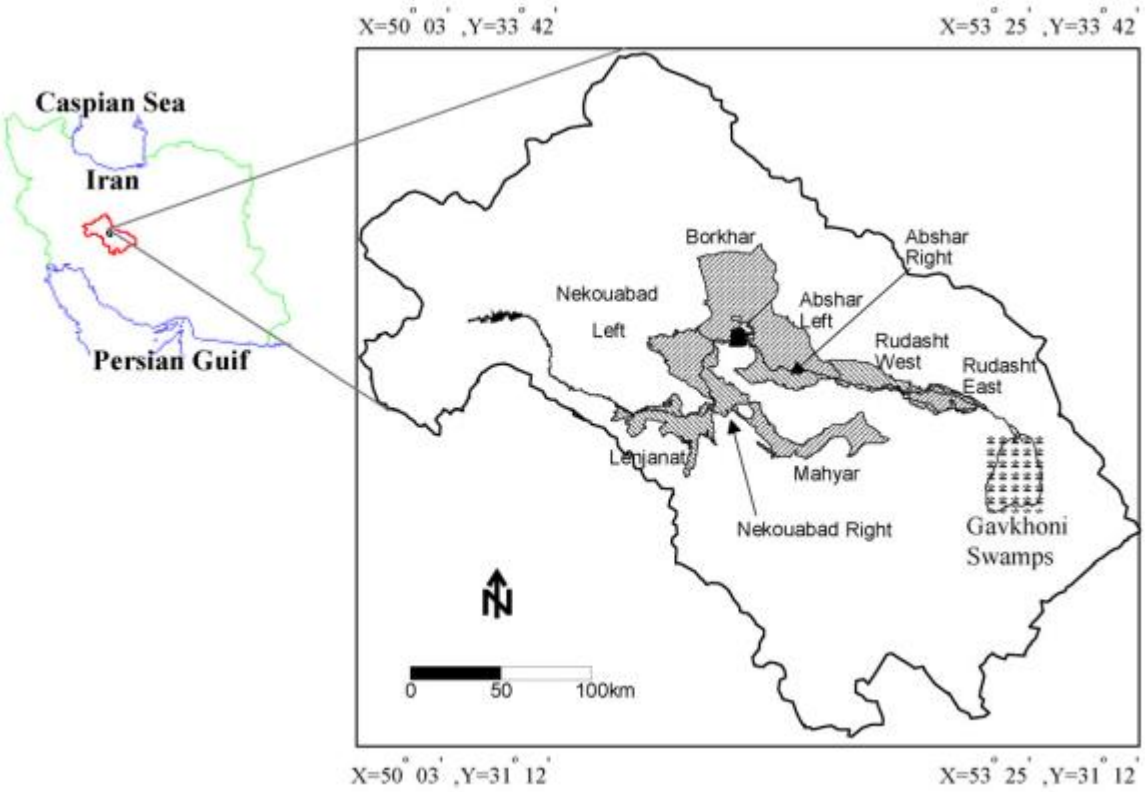
در این فرمول $SWIR1$ و $SWIR2$ به ترتیب نشان دهنده طیف مادون قرمز کوتاه می‌باشند (Al-Khaier, 2003).

از شاخص نرمال شده پوشش گیاهی[2]، به عنوان راهی غیرمستقیم برای دست‌یابی به وضعیت شوری استفاده می‌گردد. این شاخص بر پایه این حقیقت که کلروفیل موجود در ساختار گیاهان قادر است نور قرمز را جذب و لایه مزوفیل برگ نور مادون قرمز نزدیک را منعکس سازد، استوار است. مقدار این شاخص از ۱+ تا ۱- تغییر می‌کند و توانایی تشخیص مناطق دارای پوشش گیاهی سالم، ناسالم و عاری از پوشش گیاهی را دارد. ارزش عددی ۱+ مربوطه به پوشش گیاهی متراکم، مقادیر منفی مربوط به مناطق خیس و آب و مقادیر نزدیک به صفر مربوط به مناطق بدون پوشش گیاهی می‌باشد. مقدار این شاخص از طریق کسر زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

که در آن Red باند قرمز و NIR باند مادون قرمز نزدیک است (Huete و همکاران ۱۹۸۵).

[1] Normalized Differential Salinity Index
[2] Normalized Differential Vegetation Index



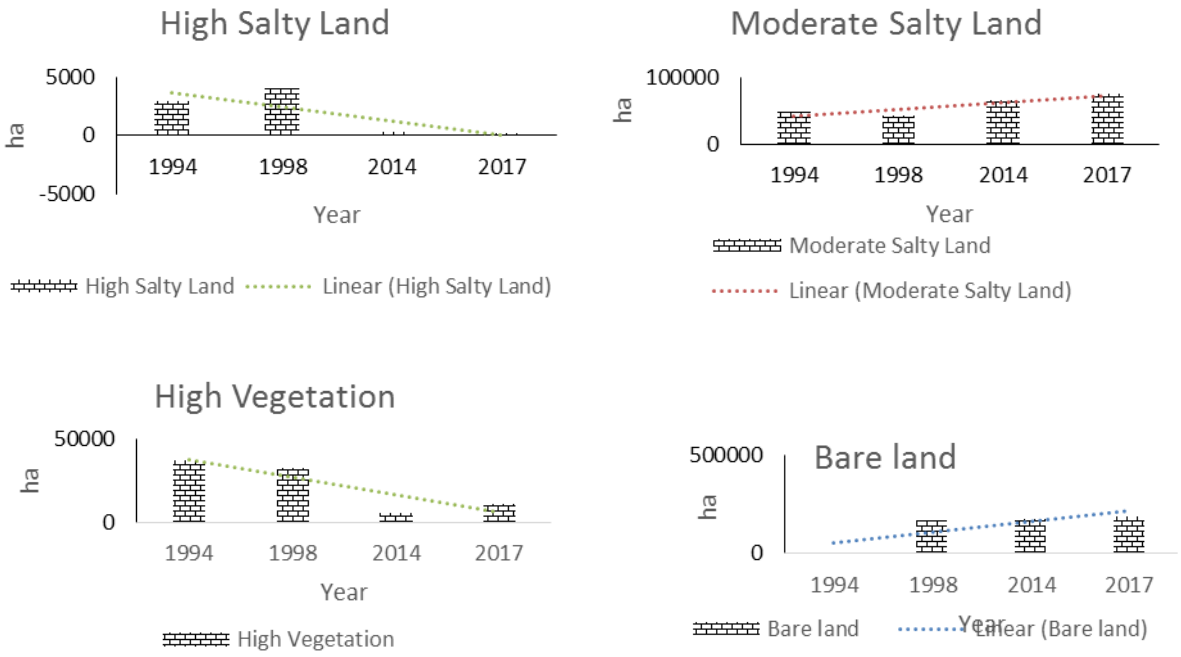
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

نتایج و بحث

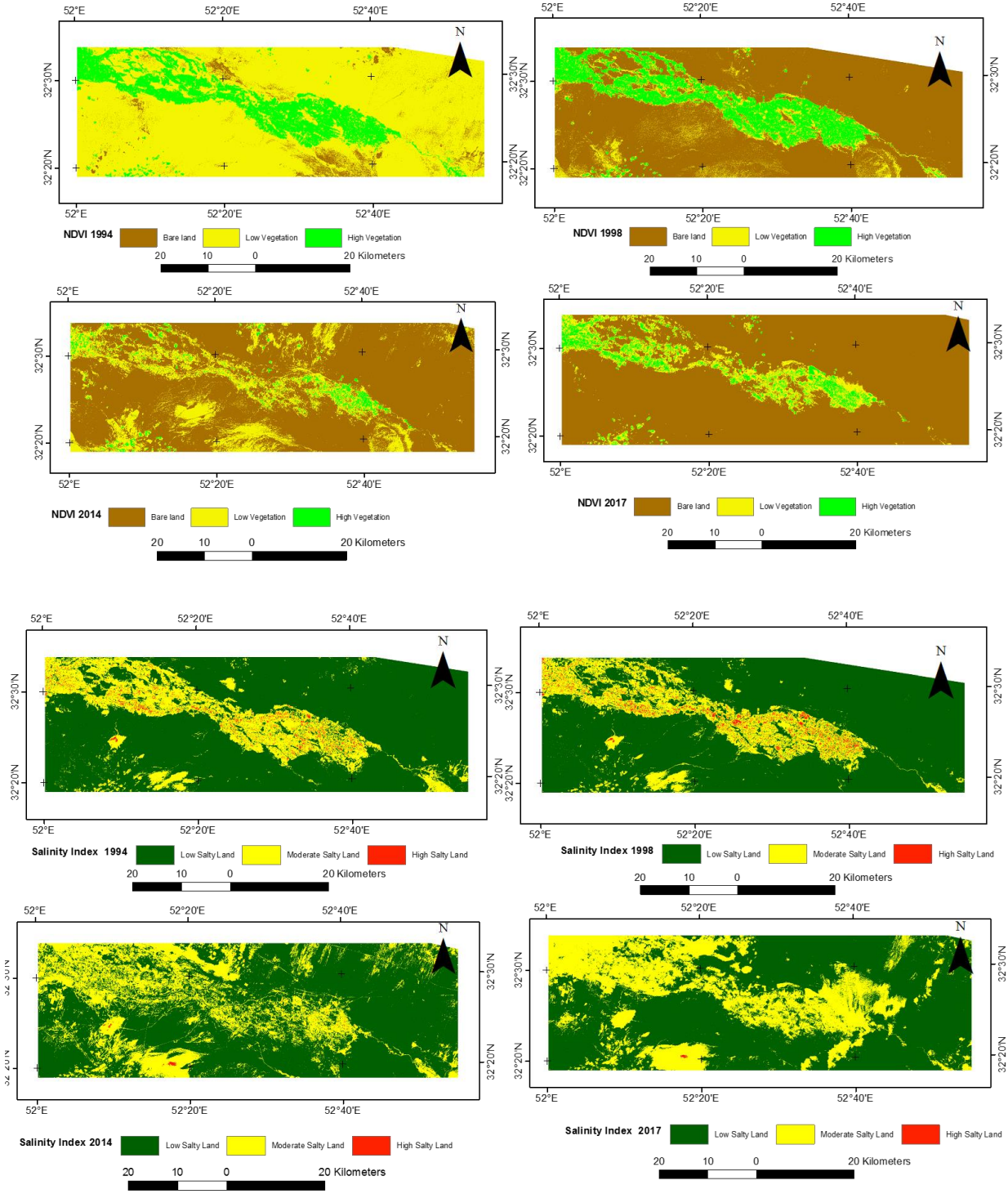
شکل ۲ نتایج مربوط به محاسبه مقادیر شاخص‌های پوشش گیاهی نرمال‌شده و شوری در طی ماه آوریل سال‌های ۱۹۹۴، ۱۹۹۸، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۷ را نشان می‌دهد. بطور کلی استفاده از داده‌های سنجش از دور برای مطالعات شوری در نیمه دوم سال که میزان بارندگی کم و تبخیر و تعرق زیاد است کارایی بیشتری دارد. انتخاب ماه آوریل در این مطالعه به دلیل کامل و یکپارچه بودن اطلاعات این ماه در سال‌های مورد مطالعه بود. در برخی از سال‌های مطالعاتی در سایر ماه‌های نیمه دوم، شاهد کشت و آبیاری در پاره‌ای از نقاط به صورت گسسته و مقطعی بودیم و به همین دلیل استفاده از اطلاعات این ماه‌ها با قطعیت کامل برای کل منطقه مطالعاتی امکان پذیر نبود. تغییرات شوری در طی این ماه در سالیان مورد مطالعه به گونه‌ای بود که مساحت مناطق با شوری زیاد از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۷ کاهش پیدا کرده اما از سوی دیگر شاهد افزایش وسعت مناطق با شوری متوسط بودیم. نتیجه این تغییرات به صورت واضحی در وضعیت پوشش گیاهی قابل مشاهده است، به گونه‌ای که این افزایش شوری وکم آبی سبب کاهش میزان پوشش گیاهی گردیده است که این نتیجه منطبق با مطالعه مومی‌پور (۱۳۹۷) می‌باشد. مساحت مناطق با پوشش گیاهی متراکم در ماه آوریل از سال ۱۹۹۴ تا سال ۲۰۱۷ کاهش پیدا کرده و نکته قابل توجه مساحت تقریبی نزدیک به صفر مناطق بایر در سال ۱۹۹۴ و افزایش ناگهانی آن در سال ۱۹۹۸ و ادامه این روند در سال‌های بعدی درماه آوریل می‌باشد (شکل ۲). عامل اصلی کاهش پوشش گیاهی در طی این سال‌ها تغییرات اقلیمی بوده که منجر به افزایش میزان تبخیر و تعرق و کاهش مقدار نزولات جوی و تشدید مشکل شوری شده است (ممبنی و همکاران، ۱۳۹۴).

همانطور که از نقشه‌های حاصل از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای قابل استنباط می‌باشد، در طی این سال‌ها شوری اراضی روند افزایشی داشته و تخریب شدیدی در پوشش گیاهی صورت گرفته است (شکل ۳). به طور کلی استفاده از تکنیک سنجش از دور در مناطق با شوری زیاد و

اقلیم بیابانی، همانند منطقه مورد مطالعه، مفیدتر از مناطق با شوری کم است. دلیل این امر تاثیر فراوانی و خلوص نمک و همچنین میزان رطوبت بر دقت داده‌های حاصله از تکنیک سنجش از دور است (Saha, 2011). شاخص پوشش گیاهی نرمال شده علاوه بر نشان دادن وضعیت و تراکم پوشش گیاهی، یک شاخص غیرمستقیم در مطالعات شوری است که چون شوری را عامل اصلی کاهش پوشش گیاهی در نظر می‌گیرد و تاثیر سایر عوامل مانند مدیریت را نادیده می‌گیرد، ممکن است سبب ایجاد خطا گردد. همچنین در مناطق شور بسیاری از گیاهان خود را با شوری انطباق داده‌اند و توانایی بقا در سطوح مختلف شوری را دارند، لذا می‌توان این گونه استباط نمود که کاربرد شاخص پوشش گیاهی به تنهایی برای مطالعات شوری کافی نمی‌باشد و ممکن است سبب خطا گردد (Singh و همکاران ۲۰۱۰). این امر استفاده از شاخص‌های مستقیم شوری مانند آنچه که در خلال این پژوهش استفاده شد را ضروری می‌سازد (Al-Khaier, 2003).



شکل ۲. تغییرات وضعیت شوری و پوشش گیاهی در ماه آوریل سال‌های مورد مطالعه



شکل۳. نقشه‌های NDVI و NDSI استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای Landsat در ماه آوریل در سال‌های مورد مطالعه

نتیجه‌گیری

شاخص پوشش گیاهی نرمال شده در بسیاری از مطالعات شوری به عنوان شاخصی از وضعیت شوری استفاده شده است. صرف نظر از مفید بودن این شاخص برای بررسی وضعیت و تراکم پوشش گیاهی باید در نظر داشت کاربرد این شاخص به تنهایی در مطالعات شوری صحیح نمی‌باشد، زیرا این شاخص شوری را عامل اصلی کاهش پوشش گیاهی در نظر می‌گیرد و تاثیر سایر عوامل مانند مدیریت خاک، آب و حاصلخیزی خاک را نادیده گرفته و سبب خطا می‌شود. بنابراین کاربرد شاخص مستقیم شوری مانند شاخص شوری نرمال شده در این مطالعات ضروری می‌باشد. با استفاده از نقشه‌های بدست آمده از داده‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای در مقاطع زمانی مختلف روند تغییرات شوری به خوبی آشکار شده و امکان اعمال سیاست‌های مدیریتی صحیح خصوصاً در ارتباط با مدیریت آب در اراضی شور امکان پذیر می‌گردد. تصمیم‌گیری صحیح در خصوص زمان اختصاص آب به کشاورزان مانع روند افزایشی پیشروی شوری گشته و در طولانی مدت این امر از ترک زمین توسط کشاورزان و تغییر کاربری اراضی جلوگیری می‌نماید.

منابع

ممبنی، م.، آرخی، ص. و آرامی، ع. ۱۳۹۴. تغییرات روند شوری با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی: جنوب خوزستان). مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان، ۶، ۳۴-۲۷.

مومی پور، م. ۱۳۹۷. بررسی تغییرات زمانی و مکانی شوری خاک شهرستان آبادان در بازهٔ ۲۴ ساله با تصاویر ماهواره‌ای. جغرافیا و پایداری محیط، ۲۷، ۵۸-۴۷.

هاتفی اردکانی، ا.، کریمی احمدآباد، م.، اختصاصی، م. ر. و پایدار اردکانی، ع. ۱۳۹۵. ارزیابی روش‌های دلسازی و طبقه بندی نظارت شده در تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از تصاویر ASTER و ETM، پژوهش‌های حفاظت خاک و آب، ۲۳ (۵)، ۱۲۳-۱۴۰.

Al-Khaier, F. 2003. Soil salinity detection using satellite remote sensing, ITC MSc. Thesis, Supervisor: Bastiaanssen, ITC, Netherlands.

Farifteh, J. 2007. Imaging spectroscopy of salt-affected soils: model-based integrated method, Ph.D. Dissertation, Supervisors: Van der Meer and De Jong, ITC, Netherlands.

Huete, A. R., Jackson, R. D. and Post, D. F. 1985. Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds. Remote Sensing Environment, 17, 37-53.

Koshal, A. K. 2012. Spectral characteristics of soil salinity areas in parts of south-west Punjab through remote sensing and GIS. International Journal of Remote Sensing and GIS, 1 (2), 84-89.

Saha, S. K. 2011. Microwave remote sensing in soil quality assessment. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 34-39.

Singh, G., Bundela, D. S., Sethi, M., Lal, K. and Kamra, S. K. 2010. Remote sensing and geographic information system for appraisal of salt-affected soils in India. Environmental Quality, 39 (1), 5-15.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Possibility of salinity changes detect by using remote sensing data

Jahanbazi[1], L., Mirkhani[* *2], R., Ghavami, M. S.[3]

[1] Ph.D. Student, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agricultural Engineering & Technology, Tehran University

[2] M.Sc., Nuclear Agriculture School, Nuclear Science and Technology Research Institute

[3] M.Sc., Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agricultural Engineering & Technology, Tehran University

Abstract

Most of Iran's area is located in dry and semi-arid climate and due to low rainfall and high evapotranspiration serious problems such as salinity, crop decline, water crisis, erosion and also soil degradation is common in these areas. Having knowledge about soil is necessary to make right management decisions in these lands. Using conventional methods of salinity detection are very hard task and time consuming. Therefore, these restrictions have increased the popularity and application of new techniques such as remote sensing. The aim of this study was possibility of using remote sensing spectral ratio indices come from Landsat satellite data; Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Salinity Index (NDSI) in order to detect salinity changes trend. To achieve this purpose multi spectral LANDSAT series data of 1994, 1998, 2014 and 2017 was applied in Rudasht district of Isfahan. The semi-automatic classification plugin of QGIS was employed for satellite data preprocessing namely, the radiometric calibration and the atmospheric correction. The results indicate a progressive trend of saline lands in these years. Also, over the years, a large part of the land with dense vegetation has been converted into low-density and bare areas. It should be noted that application of NDVI alone is not sufficient for salinity studies and because of the influence of other factors on plant growth, the use of other indicators such as normalized salinity index is necessary to achieve the correct results. Furthermore, the results emphasis on usability of remote sensing data to detect salinity changes.

Keywords: Rudasht, Normalized Difference Vegetation Index, Landsat satellite.

[*] Corresponding author, Email: rmirkhani@aeoi.org.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

پهنه‌بندی رقومی توزیع آهن معادل کل خاک با استفاده از زمین آمار در کرانه شرقی دریاچه ارومیه

امین موسوی[۱*]، فرزین شهبازی[۲]، شاهین اوستان[۳]، علی اصغر جعفرزاده[۴]

[۱] دانشجوی دکترای گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۲] دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۳] استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۴] استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

این مطالعه با هدف پهنه‌بندی و بررسی نحوه توزیع یکی از شکل‌های مختلف آهن خاک شامل آهن معادل کل (Fe_t) در خاک‌های کرانه شرقی دریاچه ارومیه انجام شد. شکل‌های مختلف آهن اطلاعات ارزشمندی در مورد وضعیت آهن در خاک در اختیار قرار می‌دهند که آگاهی از توزیع آن‌ها در پیش‌بینی برخی رفتارهای مهم و مدیریت بهتر خاک حائز اهمیت است. برای این منظور ابتدا مقدار Fe_t ۶۰ نمونه خاک در منطقه‌ای به وسعت ۲۲۳ کیلومترمربع در کرانه شرقی دریاچه ارومیه اندازه‌گیری شد. در ادامه پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها اقدام به ترسیم واریوگرام تجربی گردید. برای درون‌یابی تغییرات Fe_t اندازه‌گیری شده از روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ استفاده شد. سپس با استفاده از تکنیک ارزشیابی متقابل و استفاده از شاخص‌های آماری مناسب‌ترین روش میان‌یابی انتخاب شد. نتایج بررسی‌های زمین آماری نشان داد که مدل کروی و روش کوکریجینگ بهترین مدل و روش برای نشان دادن تغییرات مکانی Fe_t بود. به‌طور کلی نتایج نشان داد که کاربرد و تلفیق همزمان نقشه‌برداری رقومی با روش‌های زمین آماری، رویکرد امیدوارکننده‌ای را در بررسی و پیش‌بینی تغییرات Fe_t و برطرف نمودن برخی مشکلات رایج در نقشه‌برداری سنتی ارائه می‌کند.

کلمات کلیدی: آهن خاک، درون‌یابی، کریجینگ، کوکریجینگ، نقشه‌برداری رقومی

مقدمه

آهن به شکل‌های مختلفی در خاک مشاهده می‌گردد. در کانی‌های اولیه آهن به صورت Fe^{3+} یا Fe^{2+} است که طی هوادیدگی در محیطی با تهویه نامناسب به شکل Fe^{2+} درآمده و آزاد می‌شود. درحالی‌که در خاک‌های با تهویه مناسب به Fe^{3+} تبدیل و به‌صورت اکسید و هیدروکسیدهای Fe^{3+} رسوب می‌کند. همچنین توزیع آهن و شکل‌های آن شاخصی در ارزیابی تکامل خاک می‌باشد. (Stonehouse and Arnaud, 1971). از طرفی دیگر مقایسه مقدار آهن در افق‌های مختلف خاک بیانگر میزان آبشویی این عنصر در خاک می‌باشد که در تشخیص انواع خاک به‌طور اجمالی اهمیت دارد. اکسیدهای آهن باعث پایداری ساختمان خاک می‌شوند، به‌طوری‌که حتی در محیط اسیدی، در صورت مناسب بودن شرایط هوادیدگی خاک آهن به صورت سه ظرفیتی باقی خواهد ماند. در طی هوادیدگی، بخشی از آهن ساختمانی مواد مادری آزاد شده و در خاک به صورت بی‌شکل، بلوری ضعیف، بلوری و یا هیدروکسی و اکسی هیدروکسی رنگی مجدد رسوب می‌کند. با افزایش سن خاک، میزان این محصولات افزایش می‌یابد (Ogunsola و همکاران ۱۹۸۹). آهن معادل کل خاک شامل آهن بلوری و بی‌شکل با بخش رس خاک پیوند می‌یابد. علاوه بر این به‌نظر می‌رسد اکسیدهای آزاد آهن عامل اتصال ذرات ریز به‌هم هستند. تبلور خیلی بالا و یا حضور اکسیدهای آزاد آهن در خاک‌ها، ممکن است در نتیجه محیط اسیدی متوسط، تر و خشک‌شدن پی در پی و سن بالا باشد (Verheye, 1973). ارزیابی توزیع مکانی ویژگی‌های خاک برای اهداف مختلفی همچون کشاورزی، مهندسی و کارهای زیست‌محیطی ضروری است (Goovaerts, 1997). در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های زمین‌آماری به‌منظور برآورد ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها افزایش یافته و در دهه اخیر نیز داده‌های به دست آمده از طریق زمین آمار نقش مهمی در مطالعه توزیع مکانی ویژگی‌های خاک داشته‌اند (Shi و همکاران ۲۰۰۸). در این راستا روش‌های زمین آماری در علوم خاک توسط محققین مختلفی به کار گرفته شده است. از جمله محمدی (۱۳۷۹) با استفاده از تخمین‌گرهای زمین آماری و با استفاده از سنجنده TM به عنوان متغیر ثانویه، برخی از خصوصیات خاک سطحی، شامل شوری، درصد رطوبت اشباع، نسبت جذب سدیم و درصد آهک را برآورد نمود. نتایج نشان داد که تخمین‌گرهای زمین آماری نسبت به روابط همبستگی خطی از برتری نسبی برخوردار بوده و روش کریجینگ به عنوان روش برتر نسبت به روش‌های معمولی برآورد داده‌های مکانی خاک معرفی گردید.

* ایمیل نویسنده مسئول: amin_mousavi@alumni.ut.ac.ir

(Meul and Van Meirvenne, 2003) روش‌های زمین آماری کریجینگ معمولی، کریجینگ جامع، کریجینگ ساده و کوکریجینگ را برای برآورد برای برآورد میزان سیلت در در بلژیک استفاده نمودند. همچنین در این تحقیق مدل رقومی ارتفاع (DEM) به عنوان متغیر ثانویه استفاده شد. نتایج نشان داد که روش کریجینگ جامع دارای کمترین خطای برآورد می‌باشد. همچنین Mamat و همکاران (۲۰۱۴) نیز در مطالعه‌ای از از روش زمین - آماری کریجینگ جهت تهیه نقشه احتمال آلودگی فلزات سنگین استفاده کردند. با توجه به لزوم داشتن یک برنامه‌ریزی صحیح و طولانی مدت در زمینه چگونگی استفاده از اراضی و جلوگیری از گسترش آثار ناشی از بهره‌برداری غلط از اراضی و آثار زیست محیطی نیاز به تهیه اطلاعات پایه و تهیه نقشه خصوصیات مختلف خاک از جمله شکل‌های مختلف آهن بیش از پیش احساس می‌شود. بنابراین هدف از انجام این پژوهش استفاده از روش‌های زمین آماری کریجینگ و کوکریجینگ در تهیه نقشه توزیع Fe_t خاک در کرانه شرقی دریاچه ارومیه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با وسعت ۲۲۳ کیلومترمربع در شرق دریاچه ارومیه بین مختصات جغرافیایی ″۱۸ ′۲۲ °۴۵ طول شرقی و ″۵۸ ′۱۴ °۳۷ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). اقلیم منطقه از نوع نیمه‌خشک و خشک سرد و میانگین بارندگی و درجه حرارت سالیانه پنج سال اخیر این منطقه نیز به ترتیب ۳۴۵/۳۷ میلی‌متر و ۱۰/۸۳ ^{o}C می‌باشد. برای انجام این پژوهش که طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. ابتدا بر اساس روش نمونه-برداری تصادفی مرتب شده، شبکه‌هایی در ابعاد ۲۰۰۰ متر × ۲۰۰۰ متر (۴۰۰ هکتار) ترسیم (شکل ۱) و مختصات جغرافیایی محل نمونه‌برداری‌ها یادداشت و وارد دستگاه مکان‌یاب جغرافیایی (GPS) گردید. سپس نمونه‌برداری از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری صورت گرفته و جمعاً تعداد ۶۰ نمونه جمع-آوری شد. در ادامه نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه هواخشک و کوبیده شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند سپس آهن معادل کل (Fe_t) توسط هضم نمونه‌های خاک به روش آکوارجیا طبق روش (McGrath and Cunliffe, 1985) تعیین شد. برای تهیه نقشه توزیع Fe_t خاک به روش زمین آماری ابتدا چولگی، کشیدگی و آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف برای آگاهی از توزیع نرمال و یا غیرنرمال داده‌های Fe_t مورد بررسی قرار گرفت و به علت نرمال نبودن توزیع داده‌ها از تبدیل لگاریتمی برای نرمال نمودن داده‌ها استفاده گردید. در ادامه تجزیه و تحلیل‌های زمین آماری با انتخاب بهترین مدل واریوگرام بر اساس شاخص‌های آماری مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) (رابطه ۱) و ضریب تعیین (R^2) بر نقاط واریوگرام برازش داده شد و مقادیر کدبندی شده Fe_t با توجه رابطه ۲ برای روش کریجینگ و رابطه ۳ برای روش کوکریجینگ تعیین شدند (Davis, 1987)، که البته برای انجام تخمین به روش کوکریجینگ و برای محاسبه اوزان مربوطه نیاز به محاسبه واریوگرام متقابل به صورت رابطه ۴ می‌باشد (محمدی، ۱۳۸۵). در ادامه پس از محاسبه واریوگرام تجربی مربوطه الگوهای واریوگرام برای ویژگی مورد نظر رسم و اجزای آن توصیف گردید و در نهایت نیز در محیط GIS با استفاده از روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ، نقشه Fe_t خاک در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری تهیه شد. محاسبات و تجزیه و تحلیل‌های زمین آماری به وسیله نرم‌افزار GS+ 5.1.1 و ArcGIS 10.3 و تجزیه و تحلیل‌های آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS 23 انجام گرفت.

رابطه ۱:
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(Z(x_i) - Z^*(x_i))^2}$$

که در این رابطه $Z^*(x_i)$ مقدار برآورد شده متغیر مورد نظر، $Z(x_i)$ مقدار اندازه‌گیری شده متغیر مورد نظر (مقدار مشاهده‌ای) و N تعداد مشاهدات می‌باشد.

رابطه ۲:
$$Z^*(x) = \sum_{i=1}^{n}\lambda_i z(x_i)$$

که در این رابطه $Z^*(x)$ عیار تخمینی، λ_i وزن و یا اهمیت کمیت وابسته به نمونه i اُم و $z(x_i)$ هم مقدار اندازه‌گیری شده می‌باشد.

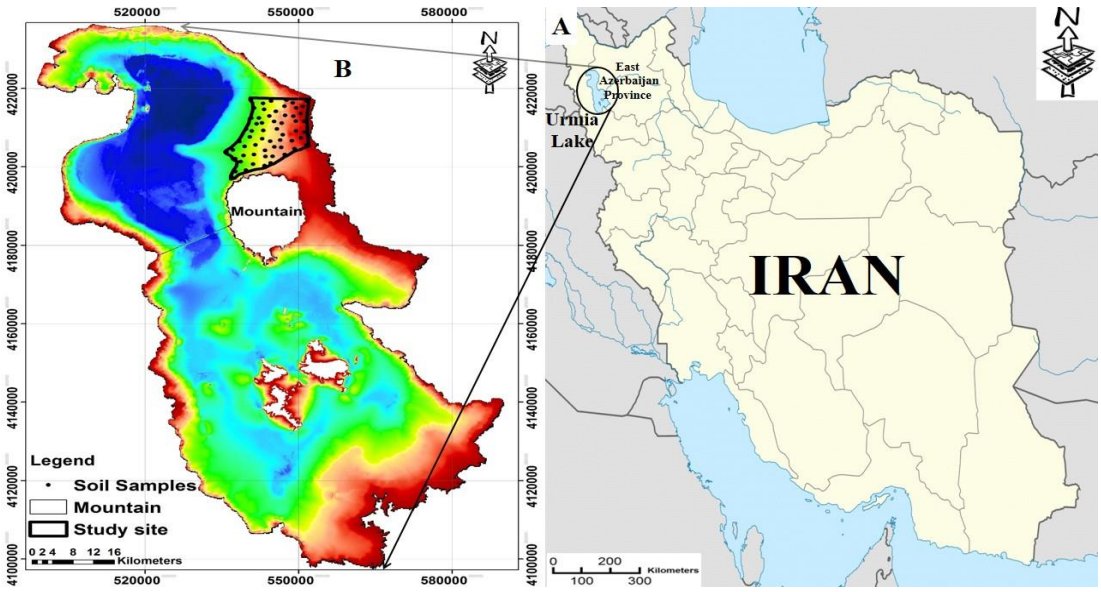
رابطه ۳:
$$Z^*(x_i) = \sum_{e'=1}^{n}\lambda_{e'i}x_i \sum_{k=1}^{n}\lambda_k y(xk)$$

که در این رابطه $Z^*(x_i)$ مقدار تخمین شده برای نقطه x_i، λ_i وزن مربوط به متغیر Z، λ_k وزن مربوط به متغیر کمکی y، $Z(x_i)$ مقدار مشاهده شده متغیر اصلی و $y(x_i)$ مقدار مشاهده شده متغیر کمکی است.

رابطه ۴:

$$\gamma zy(h)=\frac{1}{2}[Z(x_i+h)-Z(x_i)][y(x_k-y(x_k)]$$

که در این رابطه $\gamma zy(h)$ واریوگرام متقابل بین متغیر y و Z، $Z(x_i)$ متغیر مشاهده شده و $y(x_k)$ متغیر کمکی می‌باشد.



شکل ۱. A: موقعیت محدوده مطالعاتی در ایران؛ B: محدوده سایت مطالعاتی انتخاب شده در ساحل شرقی دریاچه ارومیه همراه با نقاط نمونه‌برداری

نتایج و بحث

در جدول (۱) خلاصه خصوصیات آماری Fe_t در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر آمده است. نتایج تجزیه‌های مرتبط با ۶۰ نمونه موجود در این تحقیق نشان دهنده عدم تبعیت داده‌های Fe_t از توزیع نرمال بود لذا در ابتدا داده‌های مربوط به این پارامتر به‌منظور انجام تحلیل‌های آماری با استفاده از تبدیل لگاریتمی نرمال شدند. نتایج این جدول نشان داد که Fe_t طبق دسته‌بندی (Fang و همکاران ۲۰۱۲) با داشتن ضریب تغییرات (CV=۷۳/۶۹٪) که بین (۱۰٪ < CV < ۹۰٪) قرار گرفته است دارای ضریب تغییرات متوسطی بوده است. همچنین توصیف آماری نیز نشان دهنده چولگی به سمت چپ Fe_t در مجموعه داده‌ها بود.

جدول ۱. توصیف آماری ویژگی مورد بررسی (Fe_t) خاک برای نمونه‌ها (n= ۶۰)

خصوصیات آماری / ویژگی مورد بررسی	حداقل	حداکثر	متوسط	میانه	چولگی	کشیدگی	انحراف معیار	ضریب تغییرات (در صد)	Sig. (سطح معنی‌داری)
Fe_t (g kg^{-1})	۰/۶۲	۳۲/۴۲	۹/۳۲	۶/۸۳	۱/۲	۱/۳	۶/۸۷	۷۳/۶۹	۰/۰۰۱ (غیرنرمال)

اولین گام در استفاده از روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ بررسی وجود ساختار مکانی در بین داده‌ها توسط آنالیز واریوگرام می‌باشد، بدین منظور اقدام به ترسیم واریوگرام‌ها با استفاده از داده‌های نرمال گردید. بعد از آزمون مدل‌های مختلف با استفاده از شاخص RMSE و R^2 و همچنین با در نظر گرفتن ساختار فضایی هر یک از مدل‌های برازش داده شده، مدل مناسب برای برازش بر روی واریوگرام تجربی انتخاب گردید. در جدول (۲) بهترین مدل به همراه پارامترهای واریوگرام مربوطه آورده شده است.

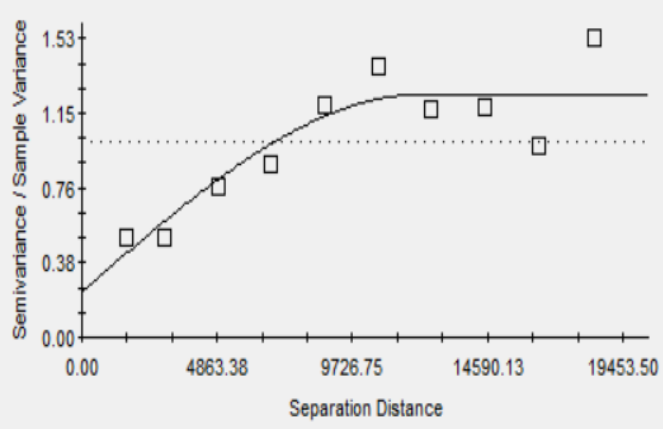
جدول ۲- بهترین مدل آماری برازش داده شده به واریوگرام و پارامترهای مربوط به آن

ویژگی مورد بررسی	مدل	اثر قطعه‌ای (C_o)	آستانه (C_o+C)	شعاع تأثیر (m)	اثر قطعه‌ای بر آستانه (C_o/C_o+C)	RMSE	R^2
Fe_t	کروی	۰/۲۳	۱/۲۴	۱۲۲۳۰	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۸۰

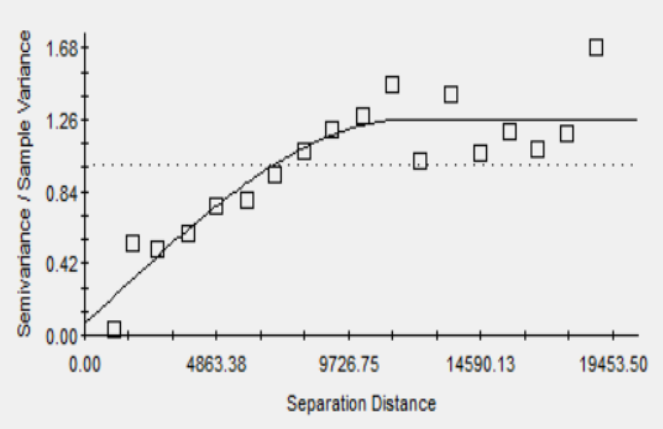
نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه را می‌توان برای ارزیابی ساختار مکانی داده‌ها مورد بررسی قرار داد. وقتی که این نسبت کمتر از ۰/۲۵ باشد متغیر مورد نظر دارای ساختار مکانی قوی می‌باشد، بین ۰/۲۵ تا ۰/۷۵ دارای ساختار مکانی متوسط و هنگامی که بزرگتر از ۰/۷۵ باشد دارای ساختار مکانی ضعیف می‌باشد (Robinson and Metternicht, 2006). با توجه به اینکه تسبت اثر قطعه‌ای بر آستانه (C_o/C_o+C) برای Fe_t کمتر از ۰/۲۵ می‌باشد این پارامتر دارای پیوستگی مکانی قوی می‌باشد. در این مرحله مدلسازی واریوگرام و برازش مدل مناسب صورت پذیرفت که واریوگرام‌های مربوط به هر یک از روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ به ترتیب در شکل‌های (۲) و (۳) ارائه شده است. البته در روش کوکریجینگ، پس از تشکیل ماتریس همبستگی برای پیش‌بینی Fe_t از پارامتری به عنوان متغیر کمکی استفاده شد که دارای بیشترین ضریب همبستگی با متغیر مورد نظر باشد (جدول ۳). لذا برای برآورد Fe_t از پارامتر کربنات کلسیم معادل با ضریب همبستگی ۰/۲۰- به عنوان متغیر کمکی استفاده گردید. پس از این مرحله برای پیش‌بنی تغییرات مکانی و میان‌یابی مقایر Fe_t خاک با استفاده از تکنیک GIS نقشه پهنه‌بندی Fe_t خاک به روش کریجینگ (شکل ۴) و به روش کوکریجینگ (شکل ۵) تهیه گردید. در ادمه نیز برای ارزیابی دو روش کریجینگ و کوکریجینگ از پارامتر RMSE استفاده گردید. مطابق جدول ۴ به منظور تخمین Fe_t خاک روش کوکریجینگ بر کریجینگ ارجحیت دارد. زیرا طبق نتایج این جدول روش کوکریجینگ دارای خطای میان‌یابی (RMSE) کمتری نسبت به کریجینگ می‌باشد و علاوه بر این شرایط استفاده از کوکریجینگ در زمانی است که تعداد نمونه کمی در دست باشد که در این شرایط محل‌هایی که در آن‌ها کمبود نمونه وجود دارد به کمک متغیرهای ثانویه و با استفاده از همبستگی متقابل بین متغیرهای اصلی و ثانوی، تخمین زده می‌شوند و در این هنگام نیز که تعدادی متغیر همبسته با هم تخمین زده می‌شوند، از نظر تئوری روش کوکریجینگ بر کریجینگ معمولی ارجحیت دارد، حتی وقتی از همه متغیرها به اندازه کافی نمونه در دسترس باشد. بر این اساس نتایج این تحقیق در راستای تحقیق امینی و همکاران (۱۳۸۱) است که از میزان شوری خاک به عنوان متغیر کمکی در روش کوکریجینگ استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که استفاده از متغیر کمکی دقت برآوردها را به طور قابل ملاحظه‌ای بالا برده است. علاوه بر این محققین دیگری نیز کارایی روش‌های زمین آماری را تأیید کرده‌اند از جمله Alison و همکاران (۲۰۰۵) برای برآورد برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند ماده آلی، رطوبت، فسفر و پتاسیم قابل استفاده و واکنش خاک مورد مقایسه قرار دادند نتایج نشان داد که روش کوکریجینگ به همراه متغیر کمکی شوری خاک نسبت به روش کریجینگ معمولی در برآورد ویژگی‌های ذکر شده از دقت بالایی برخوردار است.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین ویژگی مورد بررسی (Fe_t) با خصوصیات خاک

ویژگی مورد بررسی / خصوصیات خاک	پ.هاش	شوری	کربنات کلسیم معادل	کربن آلی	شن	سیلت	رس
Fe_t	-۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۲۰	-۰/۱۱	-۰/۰۳	-۰/۰۱	۰/۰۶



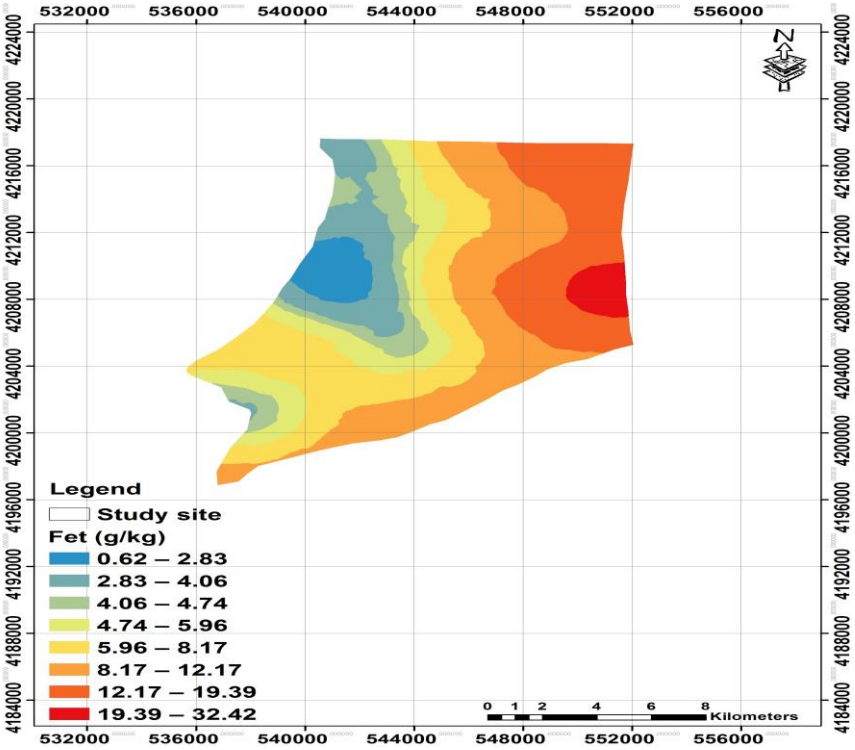
شکل ۲- واریوگرام مربوط به ویژگی مورد بررسی (Fe_t) خاک با توجه به روش کریجینگ



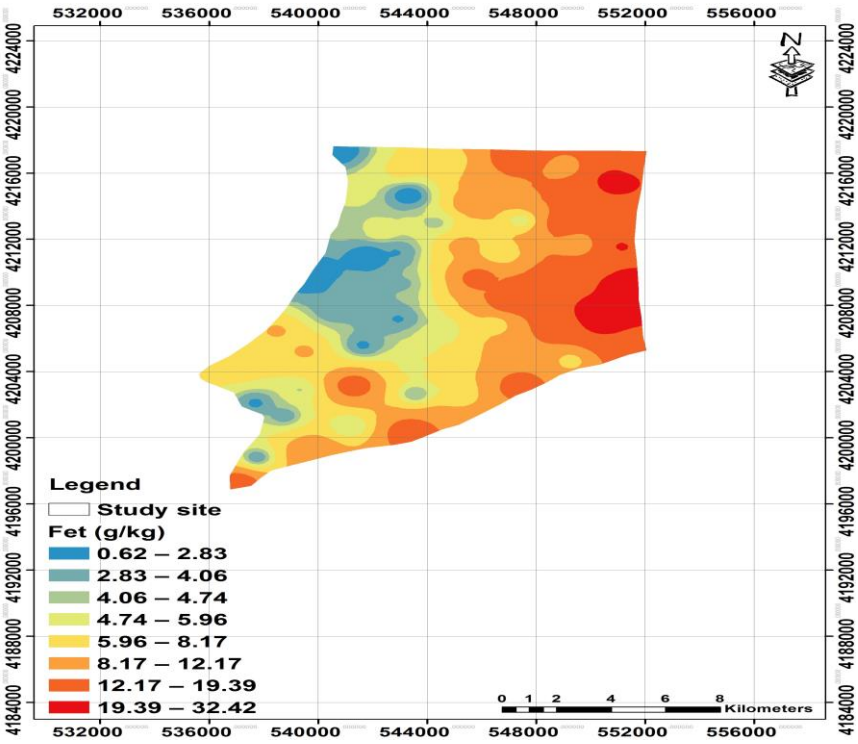
شکل ۳- واریوگرام مربوط به ویژگی مورد بررسی (Fe_t) خاک با توجه به روش کوکریجینگ

جدول ۴- نتایج خطای میان‌یابی (RMSE) برای تخمین ویژگی مورد بررسی (Fe_t) خاک با استفاده از روش کریجینگ و کوکریجینگ

ویژگی مورد بررسی	کریجینگ	کوکریجینگ
Fe_t	۲/۵۴۶	۲/۳۲۸



شکل ۴- نقشه پهنه‌بندی ویژگی مورد بررسی (Fe_t) خاک با توجه به روش کریجینگ



شکل ۵- نقشه پهنه‌بندی ویژگی مورد بررسی (Fe_t) خاک با توجه به روش کوکریجینگ

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که بدون شک یکی از پایه‌ای‌ترین و سودمندترین روش‌ها برای دسترسی به اطلاعات منابع اراضی تهیه نقشه رقومی پراکنش و پهنه‌بندی خصوصیات خاک می‌باشد که در این تحقیق با کمک روش‌های نوین از جمله زمین آمار با بهره‌گیری از کمترین داده ممکن اقدام به تهیه نقشه ویژگی مورد بررسی (Fe_t) خاک شد. علاوه بر این برای تهیه نقشه و پهنه‌بندی این خصوصیت خاک در ابتدا باید روش‌های مختلف درون‌یابی را استفاده و آزمون نمود و با انتخاب بهترین روش بر اساس کمترین میزان خطا، آمار و اطلاعات پایه و اولیه را برای ارزیابی منابع اراضی ایجاد کرد. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که روش‌های زمین آماری روش‌های مناسب و با دقت قابل قبولی برای تخمین خصوصیات مختلف خاک از جمله (Fe_t) می‌باشند. همچنین پیشنهاد می‌گردد که در مطالعات آینده علاوه بر استفاده از سایر روش‌های میان‌یابی از جمله کریجینگ شاخص و میانگین متحرک وزن‌دار (IDW) از داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای نیز به عنوان متغیر کمکی استفاده گردد.

منابع

امینی، م.، خادمی، ح. و فتحیان‌پور، ن. ۱۳۸۱. مقایسه دو روش کریجینگ و کوکریجینگ در برآورد غلظت کلر موجود در محلول خاک. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۳ (۴)، ۷۴۷-۷۴۱.

محمدی، ج. ۱۳۷۹. ارزیابی و پهنه‌بندی خطر شوری خاک در منطقه رامهرمز (خوزستان) با استفاده از کریجینگ گسسته. مجله تحقیقات کشاورزی ایران، ۶، ۵۷-۴۵.

محمدی، ج. ۱۳۸۵. پدومتری آمار مکانی. تهران، انتشارات پلک، ۴۵۳ ص.

Alison, B. T., Kenneth, J. M., Burras, C. L., Donald, G.B. and Philip, M. D. 2005. Improving map accuracy of soil variables using soil electrical conductivity as a covariate. Precision Agriculture, 6, 255-270

Davis, B.M. 1987.Uses and abuses of cross-validation in geostatistics .Math. Geol, 19, 241- 248.

Fang, X., Xue, Z.J., Li, B.C., An, S.S. 2012. Soil organic carbon distribution in relation to land use and its storage in a small watershed of the Loess Plateau. China, Catena, 88, 6-13.

Goovaerts, P. 1997. Geostatistics for Natural Resources Evaluation. Oxford University Press, Oxford.

Mamat, Z., Yimit, H., Ji, R.Z.A. and Eziz, M. 2014. Source identification and hazardous risk delineation of heavy metal contamination in Yanqi basin, northwest China, Science of the Total Environment, 493, 1098-1111.

McGrath, S.P. and Cunliffe, C.H. 1985. A simplified method for the extraction of the metals Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co and Mn from soils and sewage sludges. J. Sci. Food Agr, 36, 794-798.

Meul, M. and Van Meirvenne, M. 2003. Kriging soil texture under different types of nonstationarity. Geoderma, 112, 217-233.

Ogunsola, O.A., Omueti, J.A., Olade, O. and Udo, E.J. 1989. Free oxide status and distribution in soils overlying limestone areas in Nigeria. Soil Science-Red Soils under Mediterranean Type of Climate: Their Properties Use and Productivity. Soil Science Society American Journal, 147, 245-251.

Robinson,T.P. and Metternicht, G. 2006. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. Computer and Electronics in Agriculture, 50, 97-108.

Shi, k., Liu, C.Q., Ai, N.S. and Zhang, X.H. 2008. Using three methods to investigate time –scaling properties in air pollution indexes time series. Nonlinear Analysis: Real. World Application, 9, 693-707.

Stonehouse, H. B. and Arnaud, R. J. St. 1971. Distribution of iron, clay and extractable iron and aluminum in some Skatchewan soils. Canadian of Journal Soil Science, 51, 283-292.

Verheye, W. 1973. Formation, classification and land evaluation of soils in mediterrean areas. University of Gent, 122pp.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Digital mapping distribution of soil total iron equivalent using geostatistic in the east shore of Urmia Lake

Mousavi[*1], A., Shahbazi[2], F., Jafarzadeh, A.A.[3] Oustan, S.[3]

[1] Ph.D Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran
[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran
[3] Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

Abstract

The aim of this study was to determine the distribution one of the different forms of soil iron including total iron equivalent (Fe_t) in the east shore of Urmia Lake. Different forms of soil iron provides valuable information about of condition iron in the soil, which is important for knowledge of their distribution in predicting some important behaviors and better soil management. In order to do this, initially soil total iron equivalent (Fe_t) 60 soil samples were determine in an area of 223 km^2 in the east shore of Urmia Lake. After examining the normality of the data, the empirical variogram was illustrated. For interpolation of Fe_t changes, Kriging and IDW methods were used. Then, using the interactive evaluation technique and using the statistical indices, the most appropriate interplation method was selected. The results of statistical surveys showed that the spherical model and the cokriging method were the best model and method for show the spatial variation of Fe_t. Overall, the results showed that using and integrating digital soil mapping simultaneously with statistical methods provides promising approach to investigate and predict Fe_t variations and presents to solve some common problems in traditional soil mapping.

Keywords: Soil iron, Interpolation, Kriging, Cokriging, Digital soil mapping

[*] Corresponding author, Email: amin_mousavi@alumni.ut.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

بررسی تغییرات مکانی آهن معادل کل خاک با ترازهای ارتفاعی مختلف آب دریاچه ارومیه

امین موسوی[۱*]، فرزین شهبازی[۲]، شاهین اوستان[۳]، علی اصغر جعفرزاده[۴]

[۱] دانشجوی دکترای گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۲] دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۳] استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۴] استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

بررسی اشکال مختلف آهن و رابطه درونی بین آن‌ها با برخی از خصوصیات خاک حائز اهمیت است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات مکانی آهن معادل کل (Total iron equivalent) یا به اختصار (Fe_t) با افت سطح آب در سه سایت مطالعاتی و دارای سه لایه و تراز ارتفاعی مختلف از سطح دریا در خاک‌های ساحل شرقی دریاچه ارومیه اجرا گردید. در ادامه تحلیل‌های آماری به منظور بررسی اثر هر یک از این سایت‌های مطالعاتی و همچنین اثر هر سه لایه داخل هر یک از این سایت‌ها بر Fe_t تعداد ۱۵۷ نمونه خاک در قالب طرح آشیانه‌ای صورت گرفت. نتایج نشان داد که اثر هر سه سایت و اثر هر سه لایه در داخل سایت بر Fe_t در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. علاوه بر این مقدار Fe_t از سایت یک به سایت سه و همچنین از لایه یک (نزدیکترین لایه به ساحل دریاچه) به سمت لایه سه (دورترین لایه از ساحل دریاچه) سایت یک به ترتیب به میزان ۲/۲ و ۳/۱ برابر به علت حضور مقدار بیشتری از رس افزایش یافت. همچنین کمترین مقدار Fe_t در لایه یک سایت یک (۵/۳۱ گرم بر کیلوگرم) و بیشترین مقدار Fe_t در لایه دو سایت سه (۲۳/۸۸ گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد.

کلمات کلیدی: افت سطح آب، شکل‌های مختلف آهن، طرح آشیانه‌ای

مقدمه

آهن حدود پنج درصد از پوسته را تشکیل می‌دهد. فازهای مختلفی از آهن در خاک وجود دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به آهن موجود در کانی‌های سیلیکاته اولیه، رس‌ها و اکسی- هیدروکسیدهای آهن با درجه تبلور متفاوت و آهن پیوند شده با مواد آلی اشاره نمود. اکسی- هیدروکسیدهای آهن در دامنه‌ای از ترکیبات بی‌شکل تا بلورین وجود دارند. علاوه بر این تغییرات مقدار آهن و انتقال آن یکی از فرایندهای کلیدی در تشکیل و رده‌بندی خاک است (Wiederhold و همکاران ۲۰۰۷). پراکندگی و مقادیر ترکیبات گوناگون آهن در خاک تا حد زیادی به وسیله مواد مادری، شرایط اقلیمی، فرایندهای خاکسازی، چرخه‌های زیستی، نوسانات فصلی آب‌های زیرزمینی، پتانسیل اکسایش و کاهش، مواد آلی و برهمکنش سایر عناصر غذایی تعیین می‌گردد. شرایط زهکشی به دلیل تأثیر بر فرایندهای اکسایش- کاهش خاک، بر شکل‌های شیمیایی و ترکیبات آهن از جمله اکسیدها و هیدروکسیدهای این عنصر و توزیع در نیمرخ خاک اثرات شدیدی دارد (اولیایی و همکاران، ۱۳۸۸). Vepraskas (1996) بیان کرد توزیع آهن و تجمعات آن در خاک‌های دارای آب زیرزمینی بالا با خاک‌هایی که به طور فصلی اشباع می‌شوند متفاوت است، به طوری که ترکیبات و تجمعات آهن در خاک‌های با آب زیرزمینی بالا در امتداد حاشیه موییینگی بوده و در خاک‌هایی با اشباع فصلی در مجاورت حفرات ریز و با تهویه ضعیف قرار دارند (Cornell and Shwertmann, 2003). Wiederhold و همکاران (۲۰۰۷) مقادیر کمتر آهن کل در افق‌های سطحی دو خاک گلی سول و کمبی سول را گزارش کردند و دلیل آن را میزان آهن کمتر بقایای آلی در مقایسه با قسمت معدنی خاک دانستند. مواد آلی می‌توانند تبلور کانی‌های ثانویه آهن را تحت تأثیر قرار دهند به طوری که گوتایت، هماتیت، لپیدوکروسایت و مگنتیت از فراوان‌ترین گونه‌های اکسید آهن در خاک هستند (Cornu و همکاران ۲۰۰۵). درباره شکل، نوع و میزان اکسیدهای آهن، توزیع و قابلیت دسترسی آن‌ها مطالعات بسیاری انجام شده است. از جمله Rezapor و همکاران (۲۰۰۹) توزیع شکل‌های مختلف اکسیدهای آهن در خاک‌های آهکی چهار واحد فیزیوگرافی (دشت دامنه‌ای، فلات، دشت آبرفتی رودخانه‌ای و دشت آبرفتی ثقلی)، در شمال غرب ایران را بررسی و نشان دادند که در واحد فیزیوگرافی فلات، خاک‌ها از شرایط پویاتری نسبت به دیگر واحدها برخوردارند. ایشان دلیل این امر را به شرایط پایدارتر ژئومورفولوژیک و سرعت بالای هوادیدگی درجا (با توجه به مقدار رس) نسبت دادند. به علاوه مقدار Fe_t در خاک

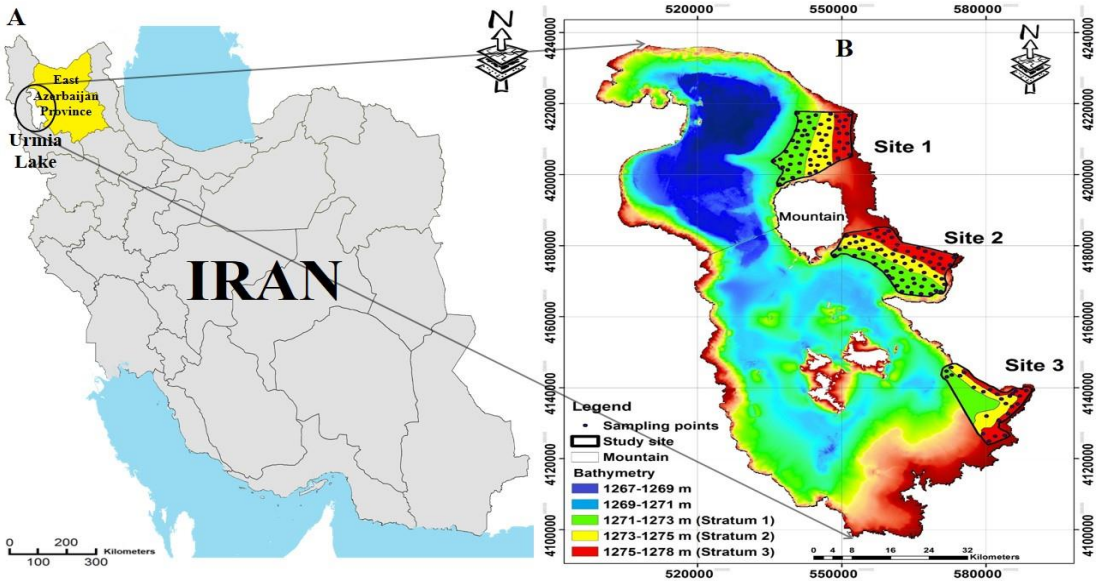
* ایمیل نویسنده مسئول: amin_mousavi@alumni.ut.ac.ir

های با میزان رس کمتر، به طور معنی داری متفاوت از خاک‌های دارای رس بیشتر می‌باشد. Costantini و همکاران (۲۰۰۶) ثابت کردند که افزایش در مقادیر Fe_t نتیجه غیرقابل انکار افزایش سن و تکامل خاک‌هاست. برای درک برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک بررسی توزیع شکل‌های مختلف آهن در خاک از جمله Fe_t حائز اهمیت است. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی تغییرات Fe_t با افت سطح آب در کرانه شرقی دریاچه ارومیه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه بین مختصات جغرافیایی ″۱۸ ′۲۲ °۴۵ تا ″۱۷ ′۰۷ °۴۶ طول شرقی و ″۵۸ ′۱۴ °۳۷ تا ″۱۲ ′۰۷ °۳۸ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). اقلیم منطقه از نوع نیمه‌خشک و خشک سرد و میانگین بارندگی و متوسط درجه حرارت سالیانه این منطقه نیز (در دوره آماری ۳۰ ساله ۱۳۵۴ تا ۱۳۸۴) به ترتیب ۳۴۵/۳۷ میلی‌متر و ۱۰/۸۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این پژوهش در سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد، ابتدا محدوده سه سایت مطالعاتی مورد نظر شامل سایت‌های یک، دو و سه واقع شده در ساحل شرقی دریاچه ارومیه بر روی نقشه‌های پایه شامل نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و همچنین مدل رقومی ارتفاع[1] منطقه مورد مطالعه در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی[2]، با مساحت هر یک به‌ترتیب ۲۲۳، ۲۷۵ و ۱۱۹ کیلومترمربع تعیین گردید. سپس بر اساس نقشه تراز ارتفاعی دریاچه ارومیه و با توجه به اینکه هدف اصلی از انجام این مطالعه بررسی تأثیر افت سطوح مختلف آب دریاچه ارومیه بر آهن معادل کل خاک می‌باشد، سه لایه در هر سایت با استناد به میزان ارتفاع از سطح دریا و میزان فاصله از ساحل شرقی دریاچه ارومیه تفکیک گردید که تراز ارتفاعی هر یک از این لایه‌ها نیز از سطح دریا به ترتیب ۱۲۷۳-۱۲۷۱ متر (در لایه اول و نزدیکترین لایه به ساحل شرقی دریاچه)، ۱۲۷۵-۱۲۷۳ متر (در لایه دوم) و ۱۲۷۸-۱۲۷۵ متر (در لایه سوم و دورترین لایه از ساحل شرقی دریاچه) می‌باشد. در ادامه نیز بر اساس روش نمونه‌برداری تصادفی مرتب شده[3] مختصات جغرافیایی محل نمونه‌برداری‌ها تعیین و وارد دستگاه مکان‌یاب جغرافیایی[4] گردید و سپس در صحرا نمونه‌برداری از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری صورت گرفته و جمعاً ۱۵۷ نمونه جمع‌آوری شد. سپس نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل، هواخشک، کوبیده شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. مقادیر (Fe_t) توسط هضم نمونه‌های خاک به روش آکوارجیا طبق روش (McGrath and Cunliffe, 1985) تعیین شدند. در ادامه با توجه به اینکه سه سایت مطالعاتی وجود دارد و همچنین سه لایه نیز در هر سایت بر اساس تراز ارتفاعی تفکیک شده‌اند لذا اثرات سایت و لایه‌ها در داخل سایت بر ویژگی اندازه‌گیری شده (Fe_t) بر روی نمونه خاک‌های مورد نظر، با استفاده از طرح آشیانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه نتایج حاصل توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ جهت تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه‌های میانگین چندگانه با آزمون توکی-کرامر در سطح احتمال آماری پنج درصد انجام و نمودارها و جدول‌های مربوطه با استفاده از برنامه‌های Excel و Word نسخه ۲۰۱۳ رسم و نتایج تفسیر گردیدند. البته باید به این نکته اشاره کرد که قبل از اجرای این طرح ابتدا به بررسی نرمال بودن و نحوه توزیع داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ پرداخته شد که پس از انجام این بررسی‌ها به دلیل نرمال نبودن داده‌ها با استفاده از تبدیلات ریاضی شامل تبدیل لگاریتمی داده‌ها نرمال گردیدند.

1 - Digital Elevation Model (DEM)
2 - Geographic Information System (GIS)
3 - Stratified random sampling
4 - Global Positioning System (GPS)



شکل ۱. A: موقعیت محدوده مطالعاتی در ایران؛ B: محدوده سایت‌های مطالعاتی منتخب در ساحل شرقی دریاچه ارومیه همراه با نقاط نمونه‌برداری

نتایج و بحث

در جدول (۱) خلاصه خصوصیات آماری Fe_t در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر آمده است. نتایج تجزیه‌های مرتبط با ۱۵۷ نمونه موجود در این تحقیق نشان داد که Fe_t از توزیع نرمال پیروی نکرد لذا داده‌های این پارامتر به‌منظور تحلیل‌های آماری با استفاده از تبدیل لگاریتمی نرمال شدند. همچنین نتایج نشان داد که Fe_t طبق دسته‌بندی (Fang و همکاران ۲۰۱۲) با داشتن ضریب تغییرات (CV=۵۲/۸۶٪) که بین (۹۰٪ > CV >۱۰٪) قرار گرفته است دارای ضریب تغییرات متوسطی بوده است. علاوه بر این توصیف آماری نیز نشان دهنده چولگی به سمت چپ Fe_t در مجموعه داده‌ها می‌باشد.

جدول ۱. توصیف آماری مقادیر Fe_t برای نمونه‌ها (n= ۱۵۷)

خصوصیات آماری / ویژگی مورد بررسی	حداقل	حداکثر	متوسط	میانه	چولگی	کشیدگی	انحراف معیار	ضریب تغییرات (در صد)	Sig. (سطح معنی‌داری)
Fe_t ($g\ kg^{-1}$)	۰/۶۲	۴۳/۱۹	۱۵/۹۱	۱۵/۷۹	۰/۲۲	-۰/۱۴	۸/۴۱	۵۲/۸۶	۰/۰۰۰ (غیرنرمال)

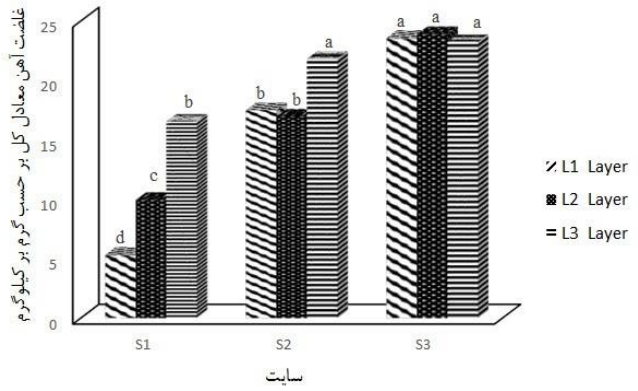
نتایج جدول (۲) (جدول تجزیه واریانس) نشان می‌دهد که اثر سایت و اثر لایه در داخل سایت بر Fe_t در سطح یک درصد معنی‌دار شد. در ادامه نیز نتایج مقایسه میانگین مقادیر Fe_t در سایت‌ها و لایه‌های مختلف منطقه مطالعاتی در شکل (۲) نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین نشان‌دهنده افزایش غلظت Fe_t در هر یک از سایت‌های یک، دو و سه به ترتیب ۱۰/۵۹، ۱۸/۷۴ و ۲۳/۵۶ گرم بر کیلوگرم بود که این وضعیت بیانگر این امر است که میانگین Fe_t از سایت یک به سایت سه به میزان ۲/۲ برابر افزایش یافته است. (شکل۲). به طوری که بیشترین مقدار Fe_t (۲۳/۸۸ گرم بر کیلوگرم) خاک در لایه دوم با تراز ارتفاعی ۱۲۷۵-۱۲۷۳ متر از سطح دریا واقع شده در سایت سه و کمترین مقدار آن در لایه یک با تراز ارتفاعی ۱۲۷۳-۱۲۷۱ متر از سطح دریا و واقع شده در سایت یک (۵/۳۱ گرم بر کیلوگرم) به‌دست آمد. که این وضعیت بیانگر این امر است که میانگین آهن معادل کل از سایت یک به سایت سه به میزان ۲/۲ برابر افزایش یافته است. با توجه به اینکه میزان رس در هر یک از سایت‌های یک، دو و سه به ترتیب ۳۰/۵۴ درصد، ۳۵/۰۵ درصد و ۴۵/۵۹ درصد محاسبه گردید. این افزایش می‌تواند توجیه کننده روند افزایش Fe_t نیز باشد (Nandra, 1974). همچنین طبق شکل (۲) میان سه لایه اول هر سه سایت تفاوت معنی‌دار وجود دارد به‌نحوی که مقدار Fe_t در لایه یک سایت‌های یک، دو و سه به ترتیب ۵/۳۱،

۱۷/۴۷ و ۲۳/۵۶ گرم بر کیلوگرم می‌باشد که یک روند افزایشی به میزان ۴/۴ برابر برای Fe_t در لایه یک سایت سه نسبت به لایه یک سایت یک نشان می‌دهد. همچنین مقدار Fe_t از لایه یک با ۳۰/۵۴ درصد رس به سمت لایه سه با ۴۵/۵۹ درصد رس در سایت یک به میزان ۳/۱ برابر افزایش می‌یابد. به‌علاوه میزان رس موجود در لایه یک سایت‌های یک، دو و سه به ترتیب ۳۰/۰۷ درصد، ۴۳/۱۶ درصد و ۲۱/۸۵ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده عدم تبعیت Fe_t از میزان رس موجود در لایه یک سایت سه می‌باشد. به‌عبارتی دیگر حضور برخی از کانی‌های آهن‌دار مانند بیوتیت و ایلمنیت در بخش سیلت و شن (Torrent and Cabedo, 2010) موجب می‌شود میزان Fe_t علاوه بر میزان رس تحت کنترل این کانی‌ها باشد. همچنین طبق این شکل میان سه لایه دوم هر سه سایت تفاوت معنی‌دار وجود دارد به‌نحوی که مقدار Fe_t در لایه دو سایت‌های یک، دو و سه به ترتیب ۹/۹۴، ۱۶/۹۴ و ۲۳/۸۸ گرم بر کیلوگرم می‌باشد که یک روند افزایشی به میزان ۲/۴ برابر برای Fe_t در لایه دو سایت سه نسبت لایه دو سایت یک نشان می‌دهد. میزان رس موجود در لایه دو هر یک از سایت‌های یک، دو و سه به ترتیب ۲۷/۵۱ درصد، ۴۵/۵۹ درصد و ۳۵/۷۵ درصد می‌باشد که این نتایج نیز نشان‌دهنده عدم تبعیت Fe_t از میزان رس موجود در لایه دو سایت سه می‌باشد. همچنین طبق شکل ۲، میان دو لایه سوم هر یک از سایت‌های دو و سه تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. درحالی‌که بین لایه‌های سوم هر یک از سایت‌های یک و سه تفاوت معنی‌دار وجود دارد به‌نحوی که مقدار Fe_t در لایه سه هر یک از سایت-های یک و سه به ترتیب ۱۶/۵۳ و ۲۳/۲۵ گرم بر کیلوگرم می‌باشد که یک روند افزایشی به میزان ۱/۴ برابر برای Fe_t در لایه سه سایت سه نسبت لایه سه سایت یک نشان می‌دهد. میزان رس موجود در لایه سه هر یک از سایت‌های یک و سه به ترتیب ۳۵/۳۹ درصد و ۳۷/۳۱ درصد می‌باشد که یک روند افزایشی به میزان ۱/۱ برابر برای رس موجود در لایه سه سایت سه نسبت به لایه سه سایت یک نشان می‌دهد که با نتایج (Costantini و همکاران ۲۰۰۶) مطابقت دارد.

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس اثر سایت و اثر لایه در داخل سایت بر Fe_t

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
		Fe_t
سایت	۲	۱۵۶۱/۷۸**
لایه در داخل سایت	۶	۲۵۲/۶۸**
خطا	۱۴۸	۳۲/۹۴

**، * به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد



شکل ۲- مقایسه میانگین غلظت Fe_t در لایه‌های مختلف سایت‌های مطالعاتی ۱، ۲ و ۳

(لایه‌های دارای حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند)

نتیجه‌گیری

به‌طوری کلی نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار Fe_t با افزایش میزان رس در خاک افزایش می‌یابد بر این اساس افزایش در مقادیر Fe_t نتیجه غیرقابل انکار افزایش سن و تکامل خاک‌ها است به نحوی که این موضوع بیانگر جوان‌تر بودن خاک‌های لایه یک (دارای کمترین فاصله با ساحل شرقی دریاچه ارومیه) در مقایسه با خاک‌های موجود در لایه‌های دو و سه و همچنین رخ‌دادن فرایند خاکسازی رسیدن (Ripening) در خاک‌ها در طول زمان می‌باشد. پیشنهاد می‌گردد که در مطالعات آینده با بررسی بیشتر توزیع شکل‌ها و شاخص‌های اکسیدهای آهن به درک بهتر و دقیق‌تری از خاک‌ها و شرایط خاکسازی حاکم بر آن‌ها دست یابیم و به این وسیله زمینه‌ای برای انجام مطالعات گسترده‌تر بر روی شرایط پیدایش و نحوه تکامل خاک و همچنین فرایندهای خاک‌ساختی فراهم گردد.

منابع

اولیایی، ح.ر.، ادهمی، ا.، جعفری، س.، رجایی، م. و قاسمی فسایی، ر. ۱۳۸۸. توزیع پذیرفتاری مغناطیسی در ارتباط با ترکیبات آهن در برخی خاک‌های انتخابی استان فارس. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۳ (۲)، ۲۰۴-۱۹۱.

Cornell, R.M. and Shwertmann, U. 2003. The iron oxides: Structure, properties, reactions, occurance and uses. 2nd Completely Revised and Extended Edition. Wiley-VCH, Weinheim, 703pp.

Cornu, S., Deschatrettes, V., Salvador-Blanes, S., Clozel,M.Hardy, B., Branchut, S. and Forestier, L. Le. 2005. Trace element accumulation in Mn-Fe oxide nodules of a planosolic horizen. Geoderma,125, 11-24.

Costantini, E.A.C., Lessovaia, S., Vodyanitskii, Y., 2006. Using the analysis of iron and iron oxides in paleosols (TEM, geochemistry and iron forms) for the assessment of present and past pedogenesis. Quaternary International, 156/157, 200-211.

Fang, X., Xue, Z.J., Li, B.C., An, S.S. 2012. Soil organic carbon distribution in relation to land use and its storage in a small watershed of the Loess Plateau. China, Catena, 88, 6-13.

McGrath, S.P. and Cunliffe, C.H. 1985. A simplified method for the extraction of the metals Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co and Mn from soils and sewage sludges. J. Sci. Food Agr, 36, 794-798

Nandra, S.S. 1974. Free iron oxide content of a tropical soil. Plant and Soil 40, 453-456.

Rezapor, S., Jafarzadeh, A.A., Samadi, A., Oustan S., 2009. Distribution of iron oxides forms on a transect of calcareous soils, north-west of Iran. Archives of Agronomy and Soil Science, 56(2),165-182.

Torrent, J., Cabedo, A., 1986. Sources of iron oxides in reddish brown soil profiles from calcarenites in southern Spain. Geoderma, 37, 57-66.

Vepraskas, M.J. 1996. Redoxomorphic features for identifying aquic condition. Tech.Bull, 301North Carolina agrc res ,serv.,Raleigh. Scientific Report.

Wiederhold, j., Teutsch, N., Kraemer, S. and Halliday. A. 2007. Iron isotope fractionation during pedogenesis in reoxomorphic Soil. Sci.So. Am. J, 71, 1840-1850.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Investigation spatial variability of soil total iron equivalent with different water levels of Urmia Lake

Mousavi[*1], A., Shahbazi[2], F., Jafarzadeh, A.A.[3] Oustan, S. [3]

[1] Ph.D Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran
[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran
[3] Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

Abstract

Investigating the different forms of iron and the relationship between them with some important soil properties are important. The purpose of this study was investigated spatial variability of soil total iron equivalent (Fet) with water level decline in three sites with three layers and different water level from the average sea level in the east shore of Urmia Lake. The following statistical analysis was performed to determine the effect of each of these study sites and as well as the effect of three layers inside each of these sites on Fe_t 157 soil samples in the form of nested experimental design. The results showed that the effects of the site and the layer inside the site on Fe_t is significant ($P < 0.05$). Moreover, increased the mean value of Fe_t from site 1 to the site 3 and also from layer 1 (the nearest layer to the shore) toward the layer 3 (the furthest layer of the shore) site 1, respectively, 2/2 and 3/1 times due to the presence of more clay and also the lowest value of Fe_t relevant to in the layer 1 of site 1 (5.31 g/kg) and the highest value of Fe_t relevant to the layer 2 of site 3 (23.88 g/kg).

Keywords: Water level decline, Different forms of iron, Nested experimental design

[*] Corresponding author, Email: amin_mousavi@alumni.ut.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک ها یا کیفیت و مدیریت پایدار خاک

تناسب اراضی، حلقه مفقوده تصمیم گیری های مدیریت پایدار اراضی

نورایر تومانیان

دانشیار خاکشناسی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان

چکیده

این مقاله با ارائه مفاهیم و اجزاء پایداری اکوسیستم جهانی، کارکرد اکوسیستمی خاک و ارائه مسیر راه تعریف شده توسط جامعه جهانی برای حصول به پایداری طبیعت و مدیریت پایدار، سعی در تبیین جایگاه و نقش علم ارزیابی در این مسیر را دارد. همچنین این مقاله سعی در بازسازی، ارتقاء، تقویت و بارز سازی نقش علم ارزیابی در مسیر اعتلای به مدیریت پایدار جامعه جهانی دارد. علم ارزیابی با اینکه زیربنای فرآیند تصمیم سازی و سیاستگذاری می باشد، ولی تا کنون به صورت شایسته و سیستمیک در مسیر بهینه سازی مدیریت همه‌گانی و همه‌جانبه استفاده نشده است. در حقیقت ارزیابی به هر شکل آن حلقه مفقوده ای (مخصوصا در علم خاک شناسی) در فرآیندهای تصمیم سازی و سیاست گذاری و مدیریت می باشد که باید در حیطه علوم محیطی جایگاهی والاتر و تأثیر گذار تر داشته و بیشتر مورد توجه قرار بگیرد.

کلمات کلیدی: ارزیابی اراضی، حلقه مفقوده، مدیریت پایدار اراضی

مقدمه

اراضی یکی از با ارزش ترین منابعی هستند که برای انسان به ودیعه گذاشته شده اند. اراضی تغذیه کننده جوامع بشری و پایدار کننده سیستم اقتصادی کشورها هستند. حدود ۲/۵ بیلیون نفر کشاورز با استفاده مستقیم از اراضی ۸۰ درصد مواد غذائی دو قاره آسیا و افریقا را تولید می نمایند. زنگ خطر انحطاط این منابع، با اینکه با صدای بلند به گوش می رسد، ولی کسی توجه ای به آن ندارد. انحطاط این اراضی بیشتر از طریق فرسایش، تخلیه مواد غذایی، اسیدی شدن، شور شدن، متراکم و آلوده شدن حادث می شود. با توجه به افزایش سریع جمعیت جهان، و نیاز به مواد غذائی، سوخت و پوشاک هر چه بیشتر، سطوح کشت اراضی زراعی و باغی را با تغییر کاربری سطوح ساوانا، استپ و جنگل ها افزایش می دهیم. این افزایش بی‌محابای سطوح کشت همراه با اثرات تغییر اقلیم، مطمئنا به پایداری برنامه ریزی شده منتهی نمی گردد (UNEP 2016).

گستردگی کاربرد علم ارزیابی را نباید منحط به امور کشاورزی دانست، بلکه وظیفه کلی آنرا در حیطه بررسی چگونگی استفاده بهینه از اجزاء محیطی (منابع مختلف) در مسیر مدیریت کلان اکوسیستم جویا شد. ارزیابی منابع، در مسیر استفاده کاربردی از علوم مختلف و پایداری زندگی بشری روی کره زمین، نقش یک فضای حدواسطی را دارد که با تجزیه تحلیل اطلاعات محیطی (مأخوذ از پایگاه داده های خاک، اقلیم، آب و اجزاء دیگر اکوسیستم) و ارزش دهی (کلاس بندی) عوامل تأثیرگذار، تفاسیر و برآوردهای خود از میزان کارائی و پایداری منابع طبیعی تحت استفاده های مختلف را در اختیار کاربران مختلف از قبیل برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و مدل‌های همه جانبه‌نگر تصمیم‌ساز قرار می دهد. اهداف والای ارزیابی منابع در حقیقت، برنامه‌ریزی منابع اراضی برای مدیریت جامع و استفاده پایدار از زمین می باشد (Ziadat et al., 2017).

ارائه مفاهیم جدید مطرح در علم ارزیابی، نشان دادن دیسیپلین های بسیار زیادی که از علم ارزیابی انتظار راهگشائی دارند و دامنه گسترده ای از مفاهیم که ارزیابی باید در تعامل با آن ها سناریوهای مدیریتی لازم را ارائه نماید، مشخص کردن وظایف ذاتی علم ارزیابی در مسیر مدیریت پایدار منابع و تبیین ارتباط مفهومی و ذاتی خاک با خدمات اکوسیستمی، جزء اهداف این مقاله می باشد. مضافا، این مقاله سعی در نشان دادن ارتباط ذاتی و مفهومی علم ارزیابی با وظایف اکوسیستمی و آرمان های توسعه ای پایداری[1] تعریف شده برای خاک را دارد.

ارزیابی و جنبه های اکوسیستمی خاک

۱- عاملیت خاک[2]

[1] - Sustainable development goals (SDGs)
[2] - Soil potentiality or capability

ایفاگری، قابلیت یا پتانسیل خاک به عنوان یک سرمایه طبیعی، یا از طریق تعریف توابع و خدمات اکوسیستمی که خاک انجام می دهد مشخص می شود (Bouma et al., 2016) یا از طریق تعریف شاخص هایی از قبیل رفتار خاک[۳]، کیفیت خاک[۴]، امنیت خاک[۵]، سلامت خاک[۶] بهره وری[۷] یا کارائی[۸] خاک، تهدیدات خاک[۹] و انعطاف پذیری[۱۰] خاک بیان می شود. ارزیابی شرایط کیفی و کمی و وضعیت پتانسیل خاک همراه با ایجاد تفاسیر مدیریتی مرتبط با شاخص های کلان خاک می تواند میزان پویایی و آمادگی خاک برای ایفای نقش مثبت یا منفی در راستای ارزیابی توابع خاک[۱۱] و خدمات اکوسیستمی[۱۲] و نهایتا نیل به آرمان های توسعه ای پایدار[۱۳] و مدیریت جامع را بیان نماید (Bouma et al., 2017).

۲- خدمات اکوسیستمی خاک:

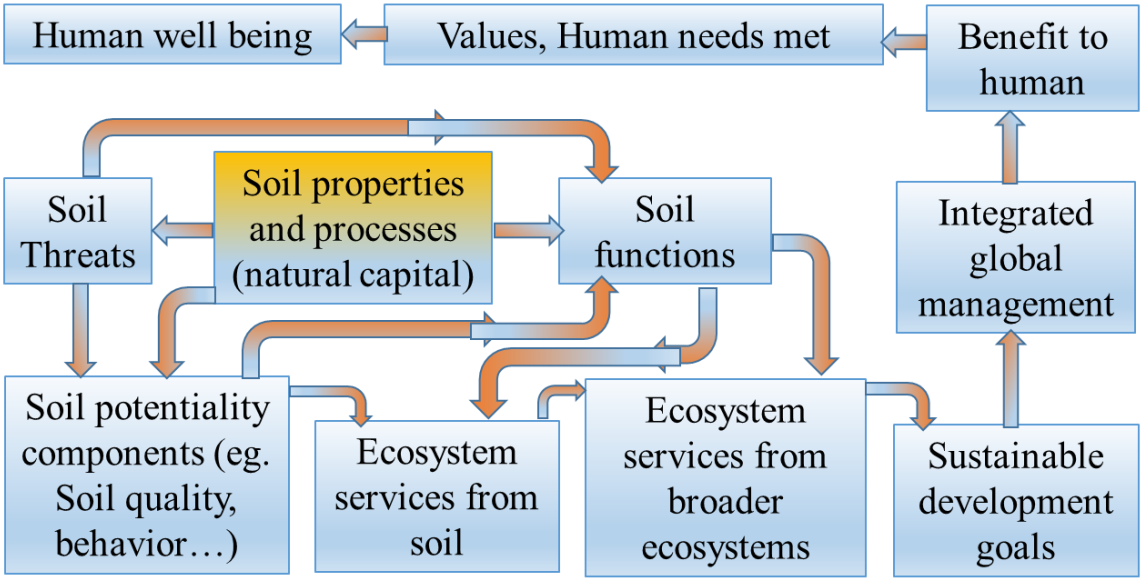
خدمات اکوسیستم خاک بستگی به ویژگی های خاک و تعامل آنها دارد و عمدتا تحت تاثیر استفاده و مدیریت آن قرار می گیرند. از طرف دیگر تهدیدات خاک از قبیل زمین لغزش، فرسایش، کاهش کربن خاک و تنوع زیستی منجر به تخریب خاک میشوند که یک چالش جدی جهانی برای امنیت غذایی و پایداری اکوسیستم است. سهم خاک در رفاه انسانها در فرآیند تولید مواد غذایی و دیگر خدمات اکوسیستمی مستلزم توجه بیشتری است (McBratney et al., 2014) و این را می توان از طریق افزودن خاک به چارچوب خدمات اکوسیستم و پیوند آن با بسیاری از توابعی که ارائه می دهد انجام داد (Dominati et al., 2014). ارتباط خصوصیاتی مثل کربن آلی خاک، شن، سیلت، رس و اجزاء درشت، واکنش خاک، عمق سنگ مادر، وزن مخصوص ظاهری، ظرفیت آب قابل دسترس، ظرفیت تبادل کاتیونی، هدایت الکتریکی، خلل و فرج خاک و نفوذپذیری هوا، نفوذپذیری آب و شرایط آبگذری، موجودات زنده خاک، ساختمان و خاک دانه سازی، دمای خاک، کانی های خاک و لایه های نفوذ ناپذیر عمقی توسط ادهیکاری و هارتمینک (2016) تشریح شده است. در فرایند نیل به آرمان های توسعه ای پایداری (SDGs) تبیین شده از طرف سازمان ملل متحده، مسیر ارتباطی مطالعات و جریان مفهومی از خصوصیات و فرایندهای خاک به خدمات اکوسیستمی برای فراهم آوری نیازهای انسانی در شکل ۱ نشان داده شده است. گذر از هر جزء به دیگری با انجام مطالعات ارزیابی امکان پذیر است، یعنی با دسته بندی و ارزش گذاری ورودی های سنجه پائین تر، کیفیت و کلاس سنجه بالاتر مشخص می شود (Greiner et al., 2017).

۳- توابع خاک:

خدمات اکوسیستمی کاملا به فرآیندهای عملکردی و خواص خاک بستگی دارند. این وابستگی در فضای تعاملی زمین، هوا، آب و در محیط زیست موجودات زنده به بر قرار است. تمایزی بین توابع خاک و خدمات اکوسیستم وجود دارد. توابع خاک فرآیندهای اکولوژیکی هستند که منجر به عرضه خدمات اکوسیستمی می شوند. در چارچوب مفهومی، خدمات اکوسیستم مزایایی هستند که مردم از اکوسیستم ها، به طور مستقیم یا غیر مستقیم، به دست می آورند. جریان و ارتباط توابع خاک با خدمات اکوسیستمی به صورت اختصاصی می باشد، بدین معنی که هر تغییری در توابع اکوسیستمی بر حمایت سرویس اکوسیستمی مرتبط با آن تابع تاثیر می گذارد. هر چند بر تعداد و انواع توابع خاک اتفاق نظری وجود ندارد ولی موارد زیر در منابع مختلف ذکر شده است. خاک ها فراهم آورنده توابع مهمی هستند که از جامعه انسانی و زندگی سیاره ای حمایت می کنند. اساس این توابع، سرمایه طبیعی خاک، ذخایر مواد معدنی است. توابع خاک تغذیه کننده طیف وسیعی از خدمات اکوسیستمی هستند که به نوبه خود به آرمان های توسعه پایدار کمک می کنند (SDGs). این چارچوب جامع، بعضی از تعاملات بیوفیزیکی پیچیده، غالبا غیرخطی را در خود پنهان می کند. مضاف

[3] - Soil behavior
[4] - Soil quality
[5] - Soil Security
[6] - Soil health
[7] - Soil productivity
[8] - Soil efficiency
[9] - Soil threat
[10] - Soil resilience
[11] - Soil function
[12] - Ecosystem services
[13] - Sustainable development goals

بر این پیچیدگی بیوفیزیکی درهم تنیده، تعاملات با جامعه بشری و نظام اجتماعی و اقتصادی، پیچیدگی مدیریت و بهره برداری از محیط زیست را به مراتب افزایش می دهد (Bouma 2019).



شکل ۱- چرخه مفهومی ارتباط و تاثیر خصوصیات و کنش های خاک در ارزیابی خدمات اکوسیستمی در راستای فراهم آوری نیازهای انسانی

۴- آرمان های توسعه ای پایدار:

وقتی تولید مواد غذایی، دسترسی به آب، تعامل با تغییرات آب و هوا و حفظ تنوع زیستی و دیگر خدمات اکوسیستمی خاک و اراضی مد نظر باشد، آرمان های توسعه پایدار سازمان ملل متحد یک رویکرد عالی برای نشان دادن اهمیت خاک و تأثیر آن بر جامعه بشری است. برای علوم محیطی، از جمله علم خاک شناسی، SDG ها "نقطه ای را در افق" برای هدف تحقیقات آینده روشن می نمایند ولی سوال در مورد چگونگی سازماندهی تحقیقات موثر همچنان باقی خواهد ماند. هفده ارمان توسعه پایدار (SDGs)، که در سال ۲۰۱۵ توسط ۱۹۳ کشور در جلسه مجمع عمومی سازمان ملل تصویب شده، مفهوم توسعه پایدار را در سراسر جهان گسترش می دهد و شامل مجموعه ای از اهداف و شاخص هایی است که باید تا سال ۲۰۳۰ به آن نایل شویم. این یک چالش واقعی برای جامعه علمی و مطمئنا علم خاک شناسی است (Bouma 2019). اما چگونگی دستیابی به این آرمان ها، اهداف و شاخص ها هنوز در معرض ابتکارات ویژه ای از سوی دولت های ملی و محلی و سازمان های آنها، و نیز گروه های اقدامات شهروندی است که همه آنها نیازمند مشاوره از طرف جامعه پژوهشی هستند. آرمان های ۱۷ گانه به صورت بسیار گسترده تعریف شده اند و هر رشته علمی باید نقش مهمی در ایجاد سناریوهای احتمالی که منجر به تحقق اهداف می شوند، داشته باشد. مزیت عمده تمرکز بر SDG ها جنبه ساختار سازی فرایندهای تحقیقاتی است، زیرا تحقیقات خاک در یک مشارکت جهانی و مرتبط با SDG ها موثر تر می شود. تحقیقات مشترک، با اینکه ممکن است گسترده به نظر آید، ولی برای حرف مختلف علم خاک شناسی که به رشته های متضاد و مستقل تقسیم شده است، مفید است. از آرمان های هفده گانه، حداقل پنج مورد آن رابطه مستقیم با خاک دارند، و بقیه نیز دارای رابطه ایی غیر مستقیم هستند. هرچند تمامی ان ها را می توان مرتبط با غذا، سلامت، آب، آب و هوا و اکوسیستم دانست، ولی طیف وسیع موضوعات از رشته های مختلف بسیاری را درگیر می نماید. کاملا واضح است که علم خاک به تنهایی نمی تواند سناریوهای لازم برای تحقق اهداف را ارائه، لذا نیازمند مشارکت در پروژه های میان رشته ای است. به هر حال، نقش علم خاک شناسی، تعریف توابع خاک و جانمائی نقش ان ها در حصول به خدمات اکوسیستمی و نهایتا دست یابی به آرمان های توسعه ای پایدار است.

مدیریت پایدار زمین

بشریت با چالش های بزرگی در زمینه کشاورزی مواجه است: آب و هوا در حال تغییر، سرعت رشد بحرانی جمعیت جهانی، گسترش شهرها، افزایش فزاینده مواد غذائی و شدت تخریب خاک ها از جمله مسایل لاینحل جهانی هستند. در این جهان شدیدا در حال تغییر و با توجه به نیاز فوری برای از بین بردن گرسنگی و اطمینان از امنیت غذایی و تغذیه، درک و دستیابی به مدیریت خاک پایدار هرگز اینقدر مهم نبوده است (FAO, 2017). در واقع، اهداف توسعه پایدار (SDGs) نیاز به احیاء خاک های تخریب شده و بهبود سلامت خاک را انکارناپذیر می کنند. توافق جهانی بر این است که پتانسیل کامل خاک ها شناسائی و نه تنها برای تولید مواد غذایی، بلکه برای ذخیره و تامین آب شرب، حفظ تنوع زیستی، ترسیب کربن و افزایش مقاومت در برابر تغییرات آب و هوایی، آنرا تقویت کرده پرورش دهیم. حصول به این اهداف نیاز به اجرای جهانی مدیریت پایدار خاک دارد. اکنون برای جامع عمل پوشاندن آرمان های تبین شده مسیر راه تعریف و در قالب برنامه مشارکت جهانی خاک[14]، موازینی برای مدیریت پایدار خاک ها و دستورالعمل هایی برای جوامع و کشورهای مختلف تبیین شده است. نگرانی های روزافزون در مورد وضعیت خاک های جهان موجب تصویب منشور مشارکتی جهانی توسعه پایدار توسط فائو شده است (FAO, 2015). در این دستورالعمل ها مشارکت جوامع و کشورها ماهیتی داوطلبانه دارد و عدم مشارکت ها مورد پیگیری نیستند. منشور جهانی خاک که حاوی اصول کلیدی و راهنمایی برای اقدام برای مدیریت پایدار خاک است، در سال ۲۰۱۵ با در نظر گرفتن سیاست های عمده و پیشرفت های علمی در طول سه دهه گذشته تجدید نظر شد (FAO, 2015). به نوبه خود، دستورالعمل های داوطلبانه برای مدیریت پایدار خاک (FAO, 2017)، مکمل بر منشور جهانی خاک با تاکید بیشتری بر اصول و سیاست ها و تصمیم گیری ها، توسط شورای سازمان غذا و کشاورزی در دسامبر ۲۰۱۶ تصویب شد.

دستورالعمل فوق اصول مندرج در منشور جهانی را با توجه به شواهد ارائه شده در گزارش وضعیت منابع خاک های جهان (FAO and ITPS, 2015) را پیگیری می نماید. این دستورالعمل ها جنبه های فنی مدیریت پایدار خاک ها را از قبیل ویژگی های اصلی خاک های مورد مدیریت، چالش های کلیدی و راه حل های بالقوه برای حل آنها را در نظر می گیرند. دستورالعمل های داوطلبانه برای مدیریت پایدار خاک (FAO, 2017 عمدتا بر کشاورزی که به طور گسترده ای به عنوان محیط تولید مواد غذایی، فیبر، خوراک، چوب و سوخت تأکید دارد، ولی توجه قابل توجهی نیز بر خدمات اکوسیستم ارائه شده توسط سیستم های مدیریت شده و مدیریت نشده خاک نشان می دهد. دستورالعمل های ارائه شده توصیه های اجرائی و اختصاصی ارائه نمایند، بلکه برای اطلاع رسانی در مورد تصمیم گیری استراتژیک و خاص در تمام سطوح مربوطه طراحی شده اند. آنها قصد دارند با تلاش های جهانی، منطقه ای و ملی برای ریشه کن کردن گرسنگی و فقر به دلیل اهمیت خاک در توسعه پایدار کمک کنند (FAO, 2017). بر اساس این دستورالعمل، مدیریت پایدار زمین یعنی برآوردن نیازهای جاری و در حال ظهور در برنامه ریزی استفاده از منابع، تأمین امنیت غذایی، ایجاد معیشت پایدار، مدیریت یکپارچه چشم انداز اراضی و بازسازی آن ها می باشد. از نظر مفهومی پایداری مدیریت اعمال شده موقعی حاصل آمده است که توانائی های حمایتی، فرآهم آوری، تنظیم کنندگی و خدمات فرهنگی ارائه شده توسط خاک حفظ و یا بهبود یافته و به توابع خاک نیز اسیب وارد نشده باشد (FAO and ITPS, 2017).

اهمیت خاک و نقش آن در چالش های اجتماعی و رفاهی بشر

کشورهای عضو سازمان ملل متحد، همراه با کادر ستادی سازمان پیرو دو دهه کار مداوم در تاریخ ۲۵ سپتامبر ۲۰۱۵ مداوم قطعنامه ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار را به تصویب مجمع عمومی سازمان ملل رساندند. این قطعنامه برای نیل به صلح، رفاه و سعادت جامعه بین‌المللی تبیین شده است. در قلب این دستورکار آرمان های توسعه ای پایداری[15] قرار داده شده است که تحقق آن ها در یک برنامه مشارکت جهانی برای تمام کشورهای عضو الزام آور شده است (UN 2015). این دستور کار یک برنامه عملی برای توفیق و رفاه مردم و تداوم سلامت کره خاکی می باشد. همچنین برای حفظ صلح جهانی و فراهم آوری آزادی بیشتر برای احاد جوامع تلاش می نماید. ما می دانیم که ریشه کن کردن فقر در تمام اشکال و ابعاد آن، بزرگترین چالش جهانی و انکار ناپذیرترین پیش شرط توسعه پایدار است.

نیاز به ارزیابی خدمات اکوسیستم خاک و ارتقاء ارتباط خاک و اکوسیستم در توسعه سیاست های مدیریت منابع اراضی توسط مک براتنی و همکاران (2014) و رابینسون و همکاران. (2012) مورد تأکید قرار گرفته است. برای تشریح آرمان های توسعه پایدار سازمان ملل متحد، بوما و همکاران

[14] - Global soil partnership
[15] - Sustainable development goals (SDGs)

(2015) بر تأثیر خاک در ارائه خدمات اکوسیستمی تأکید زیادی نمودند. خاک یکی از پیچیده ترین مواد زنده[16] روی زمین است و یک جزء کلیدی از اکوسیستم خاک کره[17] که در خط اتصال لیتوسفر، بیوسفر، هیدروسفر و آتمسفر ایفای نقش می کند.

به رغم اهمیت خاک، اکثر مطالعات اکوسیستم را تنها با توجه به خدمات آن (به عنوان مثال، تأمین نیازها، حمایت، تنظیم، و خدمات فرهنگی) با تاکید کمی بر خاک بحث نموده‌اند. ما دانش قابل توجهی در مورد خاک، شکل گیری و توزیع آن داریم، اما درک ما از توابع خاک و خدمات اکوسیستمی آن ها و ارزیابی کیفی و کمی از وضعیت آن ها مخصوصا در پهنه چشم انداز طبیعت ناقص است. هویت و همکاران (2015) اشاره کردند که خاک در بسیاری از مطالعات اکوسیستمی و تصمیم‌گیری نادیده گرفته شده است. این در حال است که می توان با مرتبط کردن تمام دانش و اطلاعات کمی و کیفی از خصوصیات و فرایند های خاک نسبت به ارزیابی شاخص های پتانسیل خاک، توابع خاک، خدمات اکوسیستمی و نهایتا نسبت به تعیین عوامل بازدارنده برای نیل به اهداف توسعه ای پایدار و مدیریت پایدار زمین را تعیین نمود (Adhikari and Hartmink, 2016).

ارتباط مدیریت پایدار زمین و علم ارزیابی اراضی

ارزیابی اراضی و سیستم های کمّی استفاده از زمین، بر اساس چارچوب فائو برای ارزیابی زمین (FAO, 1976)، از برنامه ریزی استفاده پایدار از زمین حمایت می کنند. چارچوب فائو، راهنمایی برای اجرای مطالعات ارزیابی تناسب زمین در کشورهای که کمبود داده اغلب مدل سازی را محدود می کند، ارائه می نماید. ادغام اطلاعات بیولوژیکی و اجتماعی و اقتصادی و استفاده پایدار از منابع زمین، در ارزیابی کمی اراضی نقش تعیین کننده ای دارند. تکنیک های مختلف برنامه ریزی وجود دارند تا نتایج ارزیابی اراضی را با نیازهای دولت ها، کاربران زمین و سایر ذینفعان، برای دستیابی به استفاده بهینه از زمین مطابقت دهند. انتظار می رود که افزایش منابع اطلاعاتی دیجیتالی خاک و محیط و بهبود روش های پردازش همه جانبه این اطلاعات، امکاناتی برای تجزیه و تحلیل داده ها و مدل سازی برای ارزیابی همه جانبه و ایجاد سیستم های پشتیبانی تصمیم سازی برای مدیریت پایدار اراضی فراهم نمایند.

انواع ارزیابی بر اساس کاربرد

تعریف تقریبا کاملی از روش های مختلف ارزیابی اراضی مرسوم توسط محققان ایرانی انجام شده است و کاربران با انواع آن ها آشنا می باشند. ولی با توجه به دامنه گسترده ای که در این مقاله برای وظایف علم ارزیابی در نظر دارد، ذیلا انواع ارزیابی های ممکن، بدون توجه به ماهیت، کاربرد و دیسیپلینی که در آن استفاده می شود، ارائه گردیده است.

۱- ارزیابی زیست محیطی

۲- شاخص های انباشت یا آلودگی

۳- روش های ارزیابی اراضی معمول

۳-۱- روش های سنتی ارزیابی

۳-۲- روش های جدید ارزیابی اراضی

۴- برنامه ریزی استفاده از زمین (Land use planning)

۵- برنامه ریزی جامع استفاده از اراضی (Comprehensive land use planning)

۶- مدیریت جامع و پایدار اراضی (Sustainable land management)

۷- روش های ارزیابی اکوسیستمی

نتیجه‌گیری

همه کشورها در یک مشارکت جهانی در تحقق ارمان های پایدار و اهداف تابعه شریک شده تا بشر را از استبداد فقر آزاد و با کاهش مخاطرات سیاره را امن نمایند. در این مسیر، حصول به آرمان های ۱۷-گانه توسعه پایدار و ۱۶۹ هدف زیر مجموعه آنرا، تا سال ۲۰۳۰ در دستور کار می باشد.

[16] - Biomaterials
[17] - Pedosphere

ارتباطات و ماهیت اهداف توسعه پایدار یکپارچه و جدا ناپذیر بوده و ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی توسعه پایدار را شامل می شوند. برای اطمینان از محقق شدن ارمان ها و اهداف تابعه، اجرای همه جانبه و سیستماتیک فعالیت ها در کشورها اهمیت حیاتی دارد. برای حصول به آرمان های تعریف شده، کشورها ناگزیر به تهیه پایگاه داده های منابع طبیعی در مقیاسی کاربردی-مدیریتی و متعاقب آن انجام مطالعات ارزیابی همه جانبه منابع طبیعی (مباحث این مقاله) برای مدیریت پایدار ناحیه، منطقه، کشور و جهان می باشند.

منابع

Adhikari K., A. E. Hartemink, 2016. Linking soils to ecosystem services — A global review. Geoderma 262, pp 101-111.

Bouma J, Kwakernaak C, Bonfante A, Stoorvogel JJ, Dekker LW (2015). Soil science input in transdisciplinary projects in the Netherlands and Italy. Geoderma Reg 5:96–105, http://dx.doi. org/10.1016/j.geodrs.2015.04.002.

Bouma J., 2019. Soil Security in Sustainable Development. Soil Syst., 3, 5; doi:10.3390/soils stems 3010005.

Bouma J., M.K. van Ittersum, J.J. Stoorvogel, N.H. Batjes, P. Droogers, and M.M. Pulleman, 2016. Soil Capability: Exploring the Functional Potentials of Soils, In: D.J. Field et al. (eds.), Global Soil Security, Progress in Soil Science, DOI 10.1007/978-3-319-43394-3_3.

Bouma, J., Van Ittersum, M.K., Stoorvogel, J.J., Batjes, N.H., Droogers, P., Pulleman, M.M., 2017. Soil capability: exploring the functional potentials of soils. In: Field, D.J.e.a. (Ed.), Global Soil Security. Springer International Publishing, Switzerland, pp. 27–44.

Dominati, E., Mackay, A., Green, S., Patterson, M., 2014. A soil change-based methodology for the quantification and valuation of ecosystem services from agro-ecosystems: a case study of pastoral agriculture in New Zealand. Ecol. Econ. 100, 119–129.

FAO (1976) A framework for land evaluation. Soils bulletin 32. Food and Agriculture of the United Nations, Rome. ISBN 92 5 100111 1. pp. 72.

FAO 2017. Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy.

FAO and ITPS, 2015. Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy.

FAO and ITPS, 2017. Global assessment of the impact of plant protection products on soil functions and soil ecosystems, Rome, FAO. 40 pp.

FAO, 2015. Revised World Soil Charter. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.

Greiner L., A. Keller, A. Grêt-Regamey, A. Papritz, 2017. Soil function assessment: review of methods for quantifying the contributions of soils to ecosystem services. Land Use Policy, 69: 224-237 pp.

Hewitt, A., Dominati, E., Webb, T., Cuthill, T., 2015. Soil natural capital quantification by the stock adequacy method. Geoderma 241–242, 107–114.

McBratney, A.B., Field, D.J., Koch, A., 2014. The dimensions of soil security. Geoderma 213, 203–213.

Robinson, D.A., Emmett, B.A., Reynolds, B., Rowe, E.C., Spurgeon, D., Keith, A.M., Lebron, I., Hockley, N., 2012. Soil natural capital and ecosystem service delivery in a world of global soil change. In: Hester, R.E., Harrison, R.M. (Eds.), Soils and Food Security. Issues in Environmental Science and Technology Series, pp. 41–68.

UNEP (2016) Unlocking the Sustainable Potential of Land Resources: Evaluation Systems, Strategies and Tools. A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel. ISBN: 978-92-807-3578-9.

United Nations (UN), 2015. Resolution 70/1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.

Ziadat Z., S. Bunning and E. De Pauw, 2017. Land resource planning for sustainable land management. Land and Water Division Working Paper No. 14, FAO publication, ISBN 978-92-5-109896-7.

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation or Soil Quality and Sustainable Soil Management

Land Evaluation, Missing part of Decision Making and Sustainable Management Systems

Norair Toomanian

Associate professor of Soil Science, Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

Abstract

This paper, by presenting the concepts and components of the sustainability of the global ecosystem, the potentiality of the soil ecosystem, and describing the provided pathway (by international community-FAO) to achieve the sustainability of nature and sustainable management of the international community, attempts to explain the role of the evaluation science in this direction. This paper also seeks to rebuild, enhance, reinforce and portray the role of evaluation science in advancing the sustainable management of the international community. Although the evaluation science is the basis of the decision-making and policy-making processes, it has not yet been used properly and systemically in the direction of optimizing overall and immersive management. In fact, the assessment of the land in any form is a missing link (especially in soil science) in decision and policy making and management processes, which should be more and more influential in the field of environmental sciences and should be considered more.

Keywords: land evaluation, missing loop, sustainable land management

محورهای مقالات (فارسی و انگلیسی)

Topics	محورها
Water Erosion, Flood , Soil and Water Conservation	فرسایش آبی، سیلاب و حفاظت خاک و آب
Dust, Environmental Problems and Controlling Methods	گرد و غبار، مسائل زیست‌محیطی و مهار آن
Soil Physics and Plant Growth	فیزیک خاک و رشد گیاه
Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation	تنش کم‌آبی گیاه و روش‌های نگهداری آب در خاک
Soil and Climate Change	خاک و تغییر اقلیم
Soil Chemistry	شیمی خاک
Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation	حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای
Soil Biology and Biofertilizers	بیولوژی خاک و کودهای زیستی
Ecosystem Pollution, Human Health and Bioremediation	آلودگی زیست‌بوم، سلامت انسان و زیست‌پالایی
Soil Genesis and Classification	پیدایش و رده‌بندی خاک
Pedometery and Soil Evaluation	پدومتری و ارزیابی خاک‌ها
Novel Technologies in Soil Science	فناوری‌های نوین در علوم خاک
Soil Quality and Sustainable Soil Management	کیفیت خاک و مدیریت پایدار خاک
Challenges Facing Soil Science Graduates and Users	مسائل اشتغال فارغ‌التحصیلان و بهره‌برداران خاک
Soil, Culture, Art and Clarifying its Importance	خاک، فرهنگ، هنر و ترویج جایگاه آن
Specific Topics	محورهای ویژه
Soil Erosion and Sedimentation in Zanjan’s Marl Formations	فرسایش خاک و رسوب در سازندهای مارنی زنجان
Soil and Water Pollution and Crop Health	آلودگی خاک و آب و سلامت محصولات کشاورزی
The Soltanieh Rangeland and its Remediation	چمنزار سلطانیه و راهکارهای احیاء آن
Waste Management to Reduce Environmental Risks	مدیریت پسماند برای کاهش خطرات زیست‌محیطی

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

خوشه‌بندی فازی پراکنش شوری-اسیدیته-کربن‌آلی خاک در بخش هایی از مناطق گرم‌و خشک ایران مرکزی

سمیه صدر*

مربی گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور استان کرمان

چکیده

شوری، قلیائیت و درصد کربن آلی شاخص‌های مهم شیمیایی خاک هستند که بسیاری از ویژگی‌های خاک، از جمله توانایی تولید آن را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. به علت ماهیت خاک، تغییر در ویژگی‌های خاک اغلب حالت تدریجی و پیوسته دارند و باعث ابهام در مرز بین خاک‌ها و عدم دقت در طبقه بندی آنها می‌گردد. خوشه‌بندی فازی یکی از روش‌هایی است که ضمن تقسیم‌بندی داده‌ها، مرز قطعی و مشخصی را برای آنها تعیین نمی‌کند. هدف از این مطالعه، بررسی روابط بین داده‌های اندازه‌گیری شده هدایت‌الکتریکی، اسیدیته و درصد کربن آلی خاک در بخش‌هایی از استان اصفهان، خوشه بندی، تعیین تعداد بهینه خوشه‌ها و پهنه‌بندی خوشه‌ها در منطقه مورد مطالعه بوده است. به این منظور از روش خوشه‌بندی FCM به منظور خوشه‌بندی ۲۵۶ داده اندازه‌گیری شده، استفاده گردید. همچنین به منظور صحت‌سنجی از معیار ضریب تقسیم‌بندی و گشتاور رده‌بندی استفاده شد. نتایج داده‌کاوی داده‌ها نشان داد که تعداد بهینه خوشه‌ها ۸ خوشه است. نقشه فازی منطقه بیانگر آن بود که به استثنائ خوشه ۲ و ۳ که توزیع آن بیشتر در مناطق غربی بود سایر خوشه‌ها دارای توزیع در مناطق شرقی بوده‌اند و احتمال تخریب خاک در شرق منطقه مورد مطالعه به مراتب بیشتر از غرب آن است.

کلمات کلیدی: اصفهان، خوشه بندی فازی، Fuzzy C- means، پهنه‌بندی پیوسته

مقدمه

به عقیده برخی پژوهشگران (Van Alphen and Stoorvogel; 2000; Young and Hammer,2000)، سیستم‌های سنتی طبقه‌بندی خاک‌ها در اغلب موارد سازگاری خوبی با واقعیت ندارند و علت آن را چنین بیان می‌کنند که یک ماهیت پیوسته مانند خاک را نمی‌توان با مدل‌هایی که بر مبنای منطق دو ارزشی و ناپیوسته استوارند، به طور مناسبی تشریح کرد. در این میان چالش اصلی نحوه برخورد با ابهام موجود در بازشناخت مرز بین خاک‌های مختلف و طبقه‌بندی موثر آن است. روش‌های طبقه‌بندی معمول در اغلب موارد، شامل تقسیم پدیده‌های پیوسته به گروه‌های با مرزهای کاملاً قطعی می‌باشد. این نوع تقسیم‌بندی، ناگزیر باعث از بین رفتن بخشی از اطلاعات می‌شود و در پاره‌ای از موارد جوابگوی نیازها نبوده و یا طبقه‌بندی پیوسته نتایج مناسب‌تر و شاید ارزان‌تری را حاصل کرده است. خوشه‌بندی فازی یکی از روش‌هایی است که ضمن تقسیم‌بندی داده‌ها بر اساس تغییرات در خصوصیات آن‌ها، مرز قطعی و مشخصی را برای آنها تعیین نمی‌کند و یک داده در یک زمان متعلق به چندین زیر مجموعه می‌تواند باشد (Wu and Yang, 2005). در این روش داده‌ها در خوشه‌هایی که از جنبه‌های خاصی شباهت زیادی با هم دارند و با اعضای خوشه‌های دیگر کمترین شباهت را دارند، قرار می‌گیرند(Sadaaki, 1998). از مهم‌ترین و پرکاربردترین انواع خوشه‌بندی فازی، روش خوشه‌بندی میان مرکز (Fuzzy c-means (FCM است(شکاری و باقری‌نژاد، ۱۳۸۴). این روش‌خوشه‌بندی‌فازی قابلیت استفاده در زمینه‌های مختلف علوم را دارد از جمله کاربردهای این نوع خوشه‌بندی، استفاده از آن در بررسی خصوصیات داده‌های خاک و آب است(Gruijter and McBratney, 1988). از آنجا که شوری، اسیدیته و مواد آلی خاک، از عوامل محدودکننده در بهره‌برداری از اراضی کشاورزی محسوب می‌شوند و در نواحی خشک و نیمه خشک ایران به واسطه دمای بالا، بارندگی کم و پوشش گیاهی اندک از اهمیت بیشتری برخوردار هستند، بررسی و پایش مکانی هم زمان این سه ویژگی در سطح کلان این امکان را به وجود می‌آورد که بتوان برای مناطق با پتانسیل شور شدن، راه‌کارهای مدیریتی لازم را جهت پیشگیری از شور شدن به کار برد.

در تحقیقات گذشته نشان داده شده است که تغییرات این سه ویژگی عمدتا تدریجی است(خیامیم و خادمی،۱۳۹۴، هاشمی و همکاران،۱۳۹۵) لذا روش‌های فازی با توجه به ماهیتشان قابلیت بهتری در نشان دادن این تغییرات دارند. شکاری و باقری نژاد (۱۳۸۴) با روش FCM خاک‌های کرمانشاه را تا سطح پدون طبقه‌بندی کردند. فهیمی و عبدی نیا (۱۳۸۵) از این روش در پهنه‌بندی فرسایش در حوضه آبریز تجن استفاده کردند و در مقایسه

* ایمیل نویسنده مسئول: 2716sadr@gmail.com

نقشه‌های حاصل با نقشه‌های بدست آمده از روش‌های سنتی، قابلیت‌های این روش را مورد تاکید قرار دادند. نورزاده و همکاران(۱۳۹۰) از این روش برای پهنه‌بندی پیوسته هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک در اراضی کشاورزی قم استفاده کرده و احتمال تخریب اراضی در شرق منطقه مورد مطالعه را بیشتر از غرب آن معرفی کردند. مطالعات بسیاری نیز در زمینه طبقه‌بندی و پهنه‌بندی عناصر سنگین توسط این روش انجام گرفته است(amini et.al. 2005, Mostert et.al. 2010). بر این اساس هدف از تحقیق حاضر، خوشه‌بندی داده‌های هدایت الکتریکی، اسیدیته خاک و درصد کربن آلی با استفاده از روش FCM و تعیین تعداد خوشه بهینه و در نهایت تهیه نقشه فازی خوشه‌ها در اراضی استان اصفهان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی

منطقه مورد مطالعه شامل ۶۸۰۰ هکتار از اراضی استان اصفهان است. این اراضی در موقعیت' ۵۱°۱۵ تا '۵۲°۴۲ شرقی و ' ۳۲°۷ تا ' ۳۲°۵۹ شمالی قرار دارد(شکل ۱). اراضی مورد مطالعه به مرکزیت رودخانه زاینده‌رود قرار دارد و شهرستان‌های اصفهان، لنجان، مبارکه، خمینی‌شهر، شاهین‌شهر، زرین‌شهر، نجف‌آباد و بخش‌هایی از شهرضا را شامل می‌گردد. متوسط درجه حرارت و بارندگی در منطقه مطالعاتی براساس سالنامه آماری استان در یک دوره ۳۰ ساله به ترتیب در حدود ۱۶ درجه سانتیگراد و۱۲۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. در این تحقیق ۲۵۶ نمونه خاکی از عمق ۰-۲۰ سانتی متری برداشت شد و مختصات نقاط توسط GPS ثبت گردید. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، قابلیت هدایت الکتریکی، درصد کربن آلی و اسیدیته آنها به ترتیب توسط هدایت‌سنج الکتریکی، روش سوزاندن تر(Walkley and. Black. 1934) و PH متر تعیین گردید.

خوشه بندی فازی

در این مطالعه از الگوریتم خوشه‌بندی (Fuzzy C-means ,FCM) استفاده گردید. تابع هدف در الگوریتم خوشه‌بندی FCM برای مجموعه اشیاء X، به صورت زیر تعریف می‌شود(Balazs,2006).

$$J(X;U,V)=\sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{N}(\mu_{i,k})^{m}\|x_k-v_i\|_A^2 \qquad [۱]$$

که در آن $U=[\mu_{i,k}]$ ماتریس تقسیم‌بندی فازی مجموعه X است و $m\in(1,\infty)$ توان وزنی است که میزان فازی بودن خوشه‌های نتیجه شده را بیان خواهد کرد. $V=[v_1,v_2\dots,v_c]$, $v_i\in R^n$ ماتریس مرکز خوشه‌ها، می‌باشد.

معیارهای صحت‌سنجی خوشه‌بندی فازی متعددی معرفی شده است (Balazs,2006; Valente de Oliveira and Pedrycz, 2007) در این تحقیق از معیار ضریب تقسیم‌پذیری(PC) و معیار گشتاور رده‌بندی (CE) استفاده شده است.

معیار ضریب تقسیم بندی (PC)

این معیار از رابطه زیر محاسبه می‌گردد و میزان همپوشانی بین خوشه ها را نشان می‌دهد.

$$PC(c)=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{N}(\mu_{i,k})^2 \qquad [۲]$$

در این رابطه $\mu_{i,k}$ درجه عضویت داده kام به خوشه مبناء است و i تعداد بهینه خوشه ها برابر حداکثر مقدار به دست آمده از این معیار خواهد بود(Balazs,2006).

معیار گشتاور رده بندی (CE)

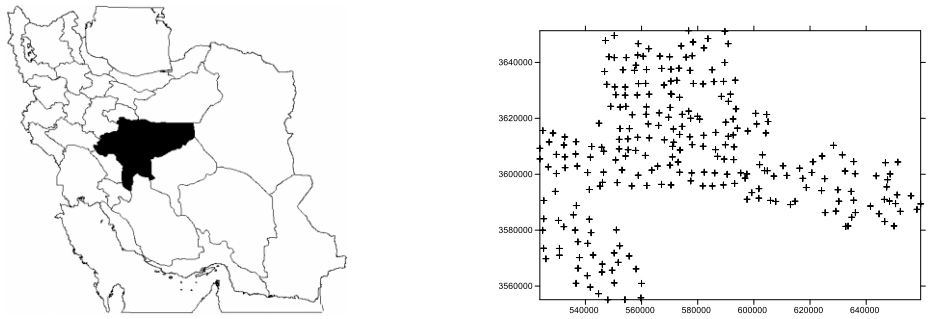
میزان فازی بودن خوشه‌های تقسیم‌بندی شده به وسیله این معیار اندازه‌گیری می‌شود. تعداد بهینه خوشه‌ها مانند روش قبل، برابر حداکثر مقدار به دست آمده از این معیار خواهد بود(Valente de Oliveira and Pedrycz, 2007)

$$CE(c)=-\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{N}(\mu_{i,k})\ln(\mu_{i,k}) \qquad [۳]$$

نحوه اجرا

در این مطالعه از نرم افزار MATLAB استفاده شد. جهت تعیین محدوده اجرای مدل در روش خوشه بندی فازی مدل خوشه بندی را به تعداد m مرتبه که $2\le m\le\sqrt{N}$ که N برابر تعداد داده ها یا همان ردیفهای ماتریس داده ها است، اجرا کرده و در هر بار اجرای مدل، ماتریس

مقادیر عضویت و معیارهای صحت سنجی محاسبه میگردد(Wu. and Yang. 2005). تعداد بهینه خوشه ها بر اساس مقدار اکسترمم (مقادیر حداقل-حداکثر) حاصل شده از هر کدام از معیارهای صحت سنجی تعیین میگردد. خوشه بندی با ۵۰ تکرار و حد توقف تابع خطا برابر با ۰/۰۰۱ انجام گرفت. پس از نهایی شدن نتایج خوشه بندی، ضرایب عضویت خوشه‌ها در قالب یک ماتریس به نرم افزار Surfer 12 انتقال یافته و بقیه مراحل در این محیط صورت گرفت.



شکل (۱) – موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی و موقعیت نقاط نمونه برداری شده

نتایج و بحث

مطالعات آماری

برخی شاخص‌های آماری شامل میانگین، ماکزیمم، مینیمم و ضریب تغییرات توسط محیط نرم‌افزار SPSS بررسی گردید که در جدول (۱) ارائه شده است. میانگین درصد کربن آلی در خاک‌های منطقه مطالعه ۰/۴۸ و مقادیر حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۰ و ۲/۵ درصد می باشد. در مطالعه خیامیم و خادمی(۱۳۹۴) که میزان کربن آلی کل استان اصفهان را مورد بررسی قرار دادند، میانگین درصد کربن آلی ۰/۳ با حداکثر و حداقل ۱/۴ و ۰ درصد گزارش شده است. لکزیان و همکاران (۱۳۹۲) حداقل، حداکثر و میانگین کربن آلی خاک، در بخش‌هایی از شهرستان مشهد با میانگین بارش سالیانه ۲۵۰ میلیمتر و متوسط دمای سالانه ۱۴ درجه سانتیگراد را به ترتیب ۰/۰۸، ۰/۴ و ۱/۰۷ درصد گزارش کردند.

جدول(۱)- شاخص‌های آماری متغیرهای مورد بررسی

شاخص آماری	میانگین	انحراف معیار	واریانس	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات
pH	۷/۸	۰/۲۷	۰/۰۷۴	۷/۲۵	۸/۷	۰/۰۳۴
(ds/m)EC	۶/۸۶	۱۲/۴۴	۱۵۴/۷	۰/۰۹	۷۴	۱/۸۱
کربن آلی(٪)	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۱۸۷	۰/۰۱	۲/۵	۰/۸۹

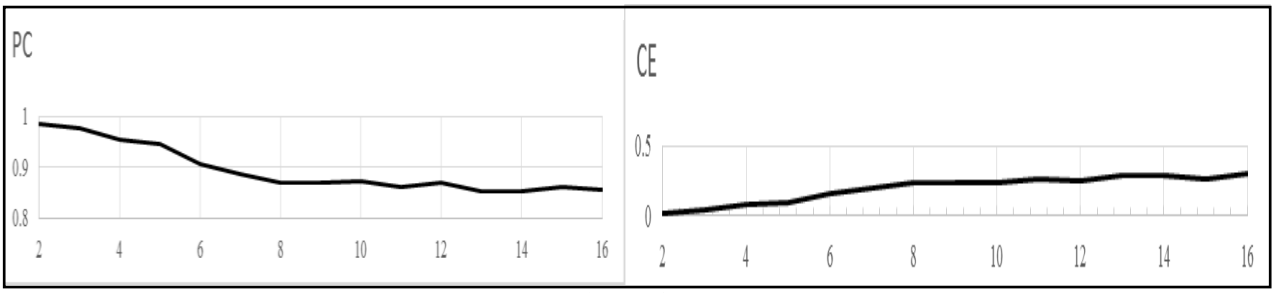
میانگین قابلیت هدایت الکتریکی خاک‌های منطقه مورد مطالعه ۶/۸۶ و مقادیر حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۰/۰۹ و۷۴ ds/m می‌باشد. این ویژگی دارای ضریب تغییرات بیشتری نسبت به سایر پارامترهای مورد مطالعه است. می‌توان شدت این تغییرات را علاوه بر عوامل محیطی، ناشی از عوامل مدیریتی همچون آبیاری، تغییر کاربری اراضی و کوددهی دانست. نتایج بدست آمده حاکی از گسترش شوری بیش از حد اراضی مورد مطالعه و کاهش کیفیت و سلامت خاک در این منطقه می باشد.خیامیم و خادمی(۱۳۹۴) میانگین، حداکثر و حداقل شوری در مطالعه خاکهای کل استان اصفهان به ترتیب ۲/۷، ۴۸/۶ و ۰/۱ گزارش کردند.

محدوده اسیدیته گل اشباع خاک های منطقه، از ۷/۲۵ تا ۸/۷ متغیر می‌باشد. با توجه به ضریب تغییرات بسیار پایین بدست آمده برای اسیدیته، می‌توان قلیاییت خاکهای منطقه را از ویژگی‌های ذاتی آن دانست. قلیاییت بالای خاک نه تنها رشد گیاهان را محدود می‌کند بلکه باعث کاهش نفوذ پذیری و انهدام ساختمان مطلوب خاک، بویژه در اثر آبیاری می‌شود.

بر اساس سیستم پیشنهادی ویلدینگ (Wilding, 1985) ضریب تغییرات پارامترهای خاک بیش از ۰/۳۵، ۰/۱۵ تا ۰/۳۵ و کمتر از ۰/۱۵ به ترتیب در سه کلاس زیاد، متوسط و کم، طبقه‌بندی می‌شوند. در میان ویژگی‌های مورد بررسی در این مطالعه، تنها ضریب تغییرات اسیدیته خاک در محدوده کم است و ضریب تغییرات دو پارامتر دیگر در محدوده زیاد طبقه‌بندی می‌گردد.

به منظور داده کاوی داده‌ها، الگوریتم خوشه بندی ۱۶ مرتبه اجرا گردید. شکل (۲) مقادیر دو شاخص صحت سنجی خوشه بندی فازی در مقابل تعداد خوشه‌ها را نشان می‌دهد.

شکل(۲)-مقادیر شاخص های صحت‌سنجی در مقابل تعداد خوشه‌ها

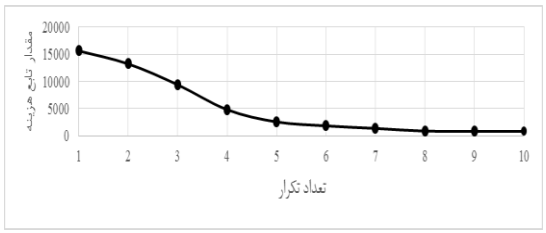


بر اساس شکل(۲) شاخص PC تعداد ۸خوشه را به عنوان تعداد بهینه خوشه‌ها معرفی می‌کند. شاخص CE نیز از تعداد خوشه ۸ به بعد تقریباً در مقدار حداکثر خود ثابت شده و تغییر چشمگیری در مقادیر آن رخ نداده است. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از شاخص‌های صحت‌سنجی فازی، تعداد بهینه خوشه‌ها برابر با ۸ خوشه است و بر این اساس خوشه بندی انجام شد. در این مطالعه مرکز خوشه‌ها برای هر کدام از متغیرها بدست آمد که در مورد قابلیت هدایت الکتریکی دامنه تغییرات مراکز به دست آمده زیاد بود که دلیل آن احتمالاً تغییرات زیاد EC در منطقه است. در این مطالعه مقدار درجه عضویت بالاتر از ۴۰ درصد به عنوان حد پایین تعلق‌پذیری یک داده به یک خوشه در نظر گرفته شده است.

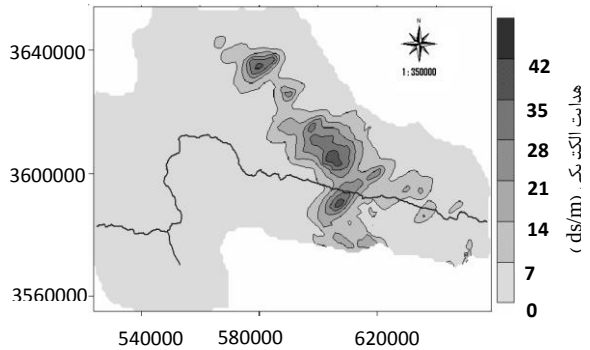
شکل(۳) تابع هزینه را در تکرارهای اجرای خوشه‌بندی نشان می‌دهد. تابع هزینه در تکرار ۸ به کمترین حد خود رسیده است و به صورت ثابت باقی مانده است بنابراین در این شکل تغییرات تابع هزینه، تا تکرار ۱۰ نشان داده شده است. همانطور که مشخص است شیب افت تابع هزینه با پیشرفت تکرارهای خوشه بندی تا تکرار ۵ شیب بسیار تندی را نشان می‌دهد و از آن پس افت شیب منحنی کاهش یافته تا در تکرار ۸ به کمترین مقدار ثابت میرسد و تا انتها همین روند را ادامه می‌دهد.

پهنه‌بندی خوشه‌ها

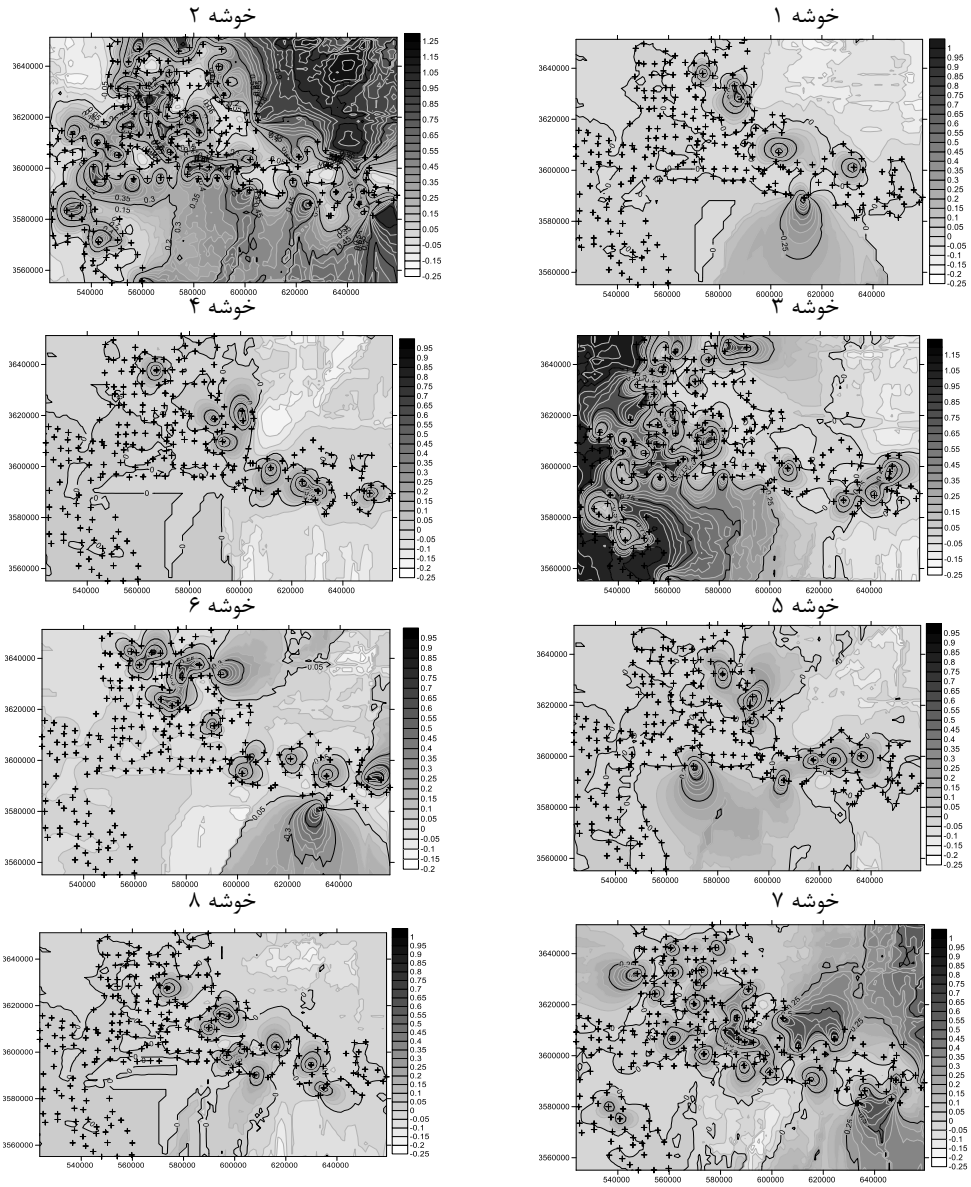
نتایج حاصل از پهنه‌بندی خوشه‌ها به صورت جداگانه در شکل ۵ نشان داده شده است. بر اساس این اشکال بیشترین درجه عضویت برای اکثر خوشه‌ها در شرق منطقه مطالعاتی مشاهده می‌گردد به استثنائ خوشه ۲ و ۳ هر چه از شرق منطقه به مرکز و مناطق غربی نزدیک می‌شویم درجه عضویت مربوط به خوشه‌ها کاهش میابد بر اساس نقشه‌های حاصل از پهنه‌بندی شوری این منطقه توسط صدر و همکاران (۱۳۹۲) و هماهنگی درجه عضویت‌های بالای منطقه با توزیع شوری (شکل ۴) می‌توان نقش شوری را در خوشه‌بندی بیش از دو عامل دیگر دانست. نمود تاثیر مواد آلی در خوشه‌بندی احتمالا در خوشه های ۲ و ۳ بیشتر خود را نشان داده است. چرا که بر اساس مطالعات خیامیم و خادمی (۱۳۹۴)، بخش اعظم استان در منطقه اقلیمی خشک واقع شده و از نظر کربن آلی فقیر است. این مناطق بیشتر در شمال، شمال شرق و شرق استان واقع شده‌اند که منطبق بر مناطق با شوری بالا هستند. این در حالیست که تنها در بخش کوچکی از غرب و جنوب استان که دارای اقلیم نیمه‌مرطوب است، شرایط خاک از نظر مقدار کربن آلی مناسب است.



شکل(۳) – تغییرات مقدار تابع خطا به ازاء تکرار خوشه بندی



شکل (۴)- نقشه کریجینگ نقطه ای هدایت الکتریکی (صدر و همکاران، ۱۳۹۲)



شکل ۵- پهنه بندی درجه عضویت نقاط در خوشه‌های مختلف

نتیجه‌گیری

پهنه‌بندی صورت گرفته برای هدایت الکتریکی، اسیدیته و درصد کربن آلی خاک، این قابلیت را دارد که به‌طور هم‌زمان پهنه این خصوصیات را خوشه‌بندی و آن را به طور قابل فهم نمایش می‌دهد. براین اساس بررسی هم‌زمان این شاخص‌ها در یک منطقه، این امکان را فراهم می‌سازد تا علاوه بر اینکه ریسک تاثیرگذاری هم‌زمان این شاخص‌ها بررسی شود، نقشه نهایی تولید شده برای تصمیم‌های مدیریتی کلان بسیار مفید باشد. این نقشه ها در واقع نتایج داده‌کاوی را به صور ت کاملاً ملموس به کارشناسان، مدیران و برای هر نقطه از منطقه نشان می‌دهد. بر اساس نتایج این مطالعه عامل شوری به عنوان مهمترین ویژگی در خوشه‌بندی منطقه معرفی می‌گردد و بیشترین خطر این عامل درمناطق شرقی منطقه مطالعاتی است چرا که بیشترین درجه عضویت ها در ۶ خوشه از ۸ خوشه، در مناطق شرقی منطقه تمرکز پیدا کرده است. آب و هوای شهرستان اصفهان به سمت شرق استان به دلیل نزدیکی به دشت لوت، میانگین بارندگی کمتر و متوسط دمای بالاتری نسبت به مناطق مرکزی و غربی و جنوب غربی دارد و به واسطه میزان بالای تبخیر و پائین بودن سطح پوشش گیاهی، میزان شوری خاک در ناحیه شرقی بالاتر بوده و خطر تخریب اراضی در این مناطق بالاتر است.

منابع

خیامیم، ف.، خادمی، ح. ۱۳۹۴. توزیع مکانی ماده آلی در خاک‌های سطحی در سه اقلیم استان اصفهان، نشریه پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب) .جلد ۲۹ ، شماره ۱ صص ۳۷-۴۸.

شکاری، پ.، باقری نژاد، م. ۱۳۸۴. بررسی کابرد روش فازی (fuzzy) در طبقه بندی خاک ها، مطالعه موردی: چشمه سفید کرمانشاه. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۹، شماره ۴ صص ۵۵-۶۸.

صدر، س.، افیونی، م.، موحدی راد، ز. ۱۳۹۲. استخراج پهنه های شوری خاک در مناطق خشک و نیمه خشک با استفاده از نظریه آمار (استان اصفهان). جغرافیا و مخاطرات محیطی،شماره ۷ صص ۱۲۳-۱۳۶.

نورزاده، م.، هاشمی، س.م.، ملکوتی، م. ج. ۱۳۹۰. پهنه‌بندی پیوسته هدایت الکتریکی- اسیدیته خاک بر اساس خوشه بندی فازی برای دشت قم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک،سال ۱۵، شماره ۵۷ صص ۱۹۹-۲۰۷.

هاشمی، م.، غلامعلی زاده آهنگر، ا.، بامری، ا.، سارانی، ف.، حجازی زاده، ا. ۱۳۹۵. شناسایی و پهنه‌بندی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با استفاده از روش‌های زمین آماری در GIS (مورد مطالعاتی :منطقه میانکنگی؛ سیستان)، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۰، شماره صص ۴۴۳-۴۵۸.

Amini, M., Afyuni, M., Fathianpour, N., Khademi, H. and Fluhler, H. 2005. Continuous soil pollution mapping using fuzzy logic and spatial interpolation. Geoderma 124:pp. 223–233.

Balazs, F. 2006. Fuzzy clustering in process of data mining. PhD thesis. Department of Process Engineering. University of Veszprem Hungry. pp 157.

Mostert, M. M. R., Ayoko, G. A. and Kokot, S. 2010. Application of chemometrics to analysis of soil pollutants. Trends Analyt. Chem. 29: pp. 439-445.

Sadaaki, M. 1998. An overview and new methods in fuzzy clustering, 2nd International Conference on Knowledge-Based Intelligent Electronic Systems. 1: pp. 33-40.

Van Alphen B. J. and Stoorvogel, J. J. 2000. A functional approach to soil characterization in support of precision agriculture. Soil Sci. Soc. Amer. J. 64: pp. 1706-1713.

Valente de Oliveira, J. and Pedrycz, W. 2007. Advances in Fuzzy Clustering and Its Applications. John Wiley and Sons Pub., England.

Walkley, A. and Black, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37: pp. 29-38.

Wu, K.L. and M.S. Yang. 2005. A cluster validity index for fuzzy clustering. Pattern Recog. Letters 26:pp. 1275 – 1291.

Wilding, L.P. 1985. Spatial variability: Its documentation, accommodation, and implication to soil surveys. In Nielsen, D.R. and Bouma, J. (eds.), Soil Spatial Variability. Wageningen, Netherlands.

Young, F. J. and Hammer, R. D. 2000. Defining geographic soil boundaries by landscape position, Soil Taxonomy, and cluster analysis. Soil Sci. Soc. Amer. J. 64: pp. 989-998.

Topic for submission: Soil Quality and Sustainable Soil Management

Continuous zoning of salinity - Acidity - Soil organic carbon based on fuzzy clustering in parts of central Iran

Sadr S. *

Teach. Assis., College of Agric., Payam-Nour Univ. of Kerman, Iran.

Abstract

Salinity, alkalinity and organic carbon are important soil chemical indicators that affect many soil properties, including the ability to produce it. Due to the nature of the soil, changes in soil properties are often gradual and continuous, and there is an ambiguity in the boundary between soils and the inaccuracy of their classification. Fuzzy clustering is one of the methods that does not determine definite boundaries while dividing data. The purpose of this study was to investigate the relationships between measured electrical conductivity, acidity and organic carbon percentage in parts of Isfahan province, clustering, determining the number of cluster optimization and cluster zoning in the study area. To this end, the FCM clustering method was used to cluster 256 measured data. Also, for classification verification, the split coefficient and torque classification criteria were used. Data mining results showed that the optimal number of clusters is 8 clusters. The fuzzy map of the area indicates that with the exception of clusters 2 and 3, which are more distributed in the western regions, other clusters have been distributed in the eastern regions, and the probability of soil degradation in the east of the study area is far more than the western one.

Key words: Isfehan, Fuzzy clustering, Fuzzy C- means, Continuous zoning

* Corresponding author, Email: 2716sadr@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاکها

تاثیر تبدیل داده‌های بافت و مدلسازی رقومی اجزاء بافت بر آب قابل استفاده خاک

علیرضا امیریان چکان[۱*]، زهرا درویش‌پسند[۲]، رخسار اکبری فضلی[۳]، روح‌الله تقی‌زاده مهرجردی[۴] صاحب خورده‌بین[۲]

[۱] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

[۲] کارشناس ارشد، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان

[۳] دانشجوی دکترا گروه علوم خاک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان

[۴] استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

چکیده

وقتی اجزاء مختلف بافت خاک (PSFs) با استفاده از نقشه‌برداری رقومی خاک (DSM) به صورت مستقل از هم تخمین زده می‌شوند تضمینی وجود ندارد که مجموع تخمین‌ها برابر با ۱۰۰ گردد. انجام تبدیل‌های log-ratio قبل از مدل‌سازی تضمین کننده برابر با واحد شدن مجموع تخمین‌هاست. اطلاعات کمی درباره اثر تبدیل داده‌ها وقتی از خروجی DSM برای تخمین خواص خاک با استفاده از توابع انتقالی خاک استفاده می‌شود در دسترس است. این مطالعه در استان خوزستان برای بررسی کارآیی مدل جنگل تصادفی (RF) در تخمین داده‌های PSFs تبدیل شده (TD) و تبدیل نشده (UT) انجام گرفت. همچنین، اثر تبدیل داده‌ها و نوع تبدیل روی مقدار کل آب آبیاری مورد نیاز برای گندم (TIW) بررسی شد. نتایج نشان داد هر چند که تبدیل داده‌ها منجر به تخمین‌های اریب PSFs گردید ولی مدل RF بر اساس RMSE کارآیی مشابهی در تخمین داده‌های UT و TD داشت. درصد کلاس‌های بافتی درست طبقه‌بندی شده برای UT تخمینی بیشتر از TD بود. توزیع مکانی مجموع اجزاء بافت خاک نشان داد فقط در بخش‌های کوچکی از منطقه مجموع مقادیر برابر با ۱۰۰ شده بود. همچنین هر چند که تبدیل داده‌ها و نوع تبدیل تاثیر معنی‌داری روی تخمین‌های TIW نداشت ولی تخمین‌های TIW با استفاده از TD اریب بود.

کلمات کلیدی: آب قابل استفاده، داده مرکب، نقشه‌برداری رقومی، توابع انتقالی خاک

مقدمه

بافت خاک یکی از ویژگی‌های کلیدی است که خواص و فرایندهای فیزیکی و شمیایی زیادی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. اجزاء اندازه ذارت (PSFs) معمولا به عنوان ورودی توابع انتقالی خاک (PTFs) برای مدل‌سازی فرایندهای هیدرولوژکی، اکولوژیکی و زیست محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Minasny and McBratney, 2018; Van Looy et al., 2017). علیرغم اهمیت زیادی که بافت خاک دارد، داده‌های آن معمولا در مقیاس مورد نیاز برای مدیریت کشاورزی و مدل‌سازی‌های زیست محیطی در دسترس نیست (Roman Dobarco et al., 2017). نقشه‌برداری رقومی خاک (DSM) رویکردی است که برای مدل‌سازی مکانی PSFs در مقیاس‌های مختلف به کار رفته است (Adhikari et al., 2013; Hengl et al., 2017).

بافت خاک رایج‌ترین داده مرکب در علوم خاک است. داده مرکب داده‌ای است که دارای چند جزء غیر منفی است که مجموع آنها برابر با واحد است (Aitchison, 1986). وقتی عناصر یک داده مرکب به صورت جداگانه تخمین زده می‌شوند تضمینی برای اینکه مجموع اجزاء تخمینی برابر با واحد شود وجود ندارد (Lark and Bishop, 2007). به عنوان مثال اگر درصدهای رس، سیلت و شن در یک موقعیت بدون داده تخمین زده شوند، مجموع مقادیر تخمینی الزاما برابر با ۱۰۰ نخواهد بود. یک روش رایج برای تضمین برابر با ۱۰۰ شدن تخمین‌ها این است که دو جزء تخمین زده شوند و جزء سوم از اختلاف دو جزء تخمینی از ۱۰۰ به دست آید. در این صورت بسته به اینکه کدام دو جزء ابتدا تخمین زده شوند ممکن است نتایج متفاوتی به دست آید و در برخی مطالعات که نیاز است این اجزا قبل از ورود به PTFs تخمین زده شوند، ممکن است خروجی‌های متفاوتی به دست آید. راهکار دیگر برای تضمین برابر با ۱۰۰ شدن تخمین‌ها استفاده از تبدیل‌های log-ratio معرفی شده توسط Aitchison (۱۹۸۶) است. هر چند که در مطالعات متعددی از این تبدیل‌ها برای مدل‌سازی PSFs استفاده شده است (Poggio and Gimona, 2017; Wang and Shi, 2017) ولی تاثیر این تبدیل‌ها و برابر با ۱۰۰ نشدن تخمین‌ها بر خروجی PTFs تا کنون مورد بررسی قرار نگرفته است. این تحقیق برای بررسی کارآیی تکنیک‌های DSM در تخمین PSFs

* ایمیل نویسنده مسئول: amirian.ar@lu.ac.ir

با استفاده از داده‌های تبدیل شده و داده‌های تبدل نشده در استان خوزستان انجام گرفت. همچنین کارآیی سه نوع از تبدیل‌های رایج در تخمین PSFs مورد بررسی قرار گرفت. بعلاوه تاثیر تبدیل داده‌ها روی تخمین ظرفیت آب قابل استفاده (AWC) و مقدار کل آب آبیاری مورد نیاز (TIW) برای گندم در طول یک فصل رشد مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه به وسعت حدود ۴۶۰۰ هکتار در شمال شرق شهر بهبهان در استان خوزستان واقع شده است. تعداد ۱۵۰ نمونه خاک از لایه سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متر) برداشته شد و بافت خاک به روش هیدرومتر اندازه‌گیری شد. چون بافت خاک یک داده مرکب است (composition) برای تضمین برابر ۱۰۰ بودن تخمین‌های رس، سیلت و شن در یک نقطه، از تبدیل‌های خاصی استفاده می‌شود. بردار $x = [x_1, x_2, \dots, x_D]$ وقتی یک داده ترکیبی D قسمتی در نظر گرفته می‌شود که همه اجزاء آن اعداد حقیقی مثبت و در برگیرنده اطلاعات نسبی باشند. فضای نمونه مناسب برای داده‌های ترکیبی یک simplex (داده خام) به صورت زیر است:

$$S^D = \{x = [x_1, x_2, \dots, x_D] \mid x_i > 0,\ i = 1, 2, \dots, D;\ \sum_{i=1}^{D} x_i = \kappa\} \qquad (۱)$$

در این رابطه S^D بیانگر بردارهای یک ترکیب D قسمتی و κ مقدار ثابتی است که برابر با ۱۰۰ یا یک است.

داده‌های بافت با استفاده از سه نوع تبدیل رایج شامل additive log-ratio (alr)، centroid log-ratio (clr) و isometric log-ratio (ilr) تبدیل شدند. به عنوان نمونه فقط روابط مربوط به تبدیل alr ارائه می‌شود. برای تبدیل داده‌های خام (Simplex) به فضای حقیقی (مختصات alr) از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$y = alr(x) = [ln\frac{x_1}{x_D}, ln\frac{x_2}{x_D}, \dots, ln\frac{x_{D-1}}{x_D}] \qquad (۲)$$

در این رابطه $y \in \mathbb{R}^{D-1}$ یک فضای حقیقی با D-1 بعد است. برای اینکه داده‌های تبدیل شده PSFs به عنوان ورودی PTFs مورد استفاده قرار گیرند باید این داده‌ها مجددا تبدیل شوند (Back-transformed) تا داده‌های اولیه (درصدهای رس، سیلت و شن) به دست آیند. برای تبدیل داده‌ها از مختصات alr به داده‌های خاک از رابطه زیر استفاده می‌شود:

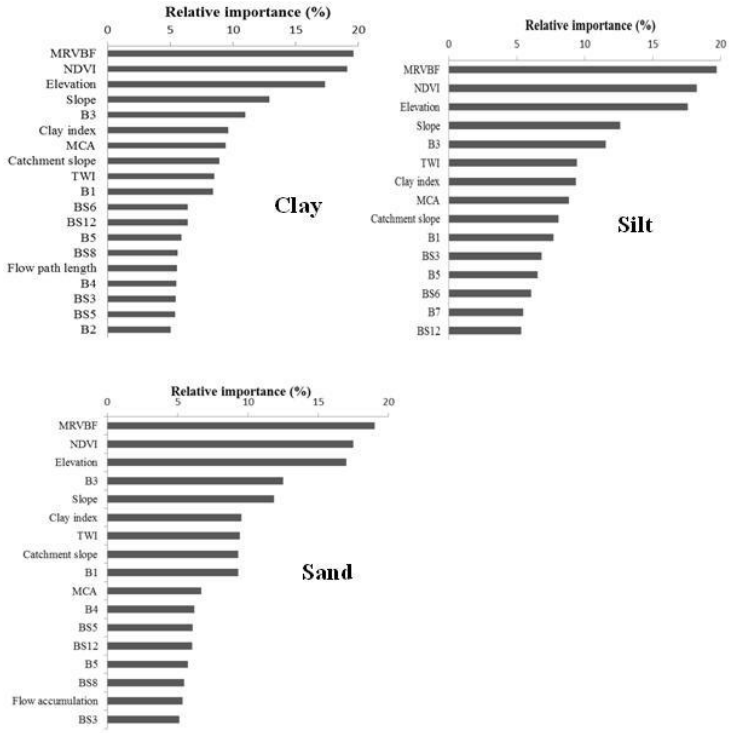
$$x = agl(y) = [\frac{exp(y_1)}{1+\sum_{i=1}^{D-1} exp(y_i)}, \dots, \frac{exp(y_{D-1})}{1+\sum_{i=1}^{D-1} exp(y_i)}, \frac{1}{1+\sum_{i=1}^{D-1} exp(y_i)}] \qquad (۳)$$

برای مدل‌سازی داده‌های PSFs تبدیل شده و تبدیل نشده، از متغیرهای کمکی استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع، تصویر لندست ۸ و تصویر Sentinel-2 به عنوان ورودی و از جنگل تصادفی (RF) به عنوان مدل تخمین‌گر استفاده گردید.

برای برسی تاثیر PSFs تخمینی تبدیل شده و تبدیل نشده روی خروجی PTFs، از توابع معرفی شده توسط خداوردیلو و همکاران (۲۰۱۱) برای تخمین AWC استفاده گردید. همچنین مقدار TIW برای گندم بر اساس مقدار آب سهل‌الوصول و تعداد دفعات آبیاری محاسبه گردید. مقادیر AWC با استفاده از داده‌های PSFs تبدیل نشده و داده‌های Back-transformed محاسبه گردید.

نتایج و بحث

اهمیت نسبی متغیرهای کمکی در تخمین PSFs در شکل (۱) نشان داده شده است. MRVBF، NDVI، ارتفاع و باند ۳ لندست ۸ مهمترین متغیرها در تخمین رس، سیلت و شن هستند. نتایج نشان می‌دهد باندهای طیفی لندست ۸ (بجز باند ۳) و Sentinel-2 اهمیت کمتری در تخمین PSFs دارند. پارامترهای اراضی استخراج شده از DEM با اثر مستقیم و غیر مستقیم روی وضعیت آب خاک و فرایندهای فرسایش و رسوب‌گذاری روی توزیع PSFs تاثیر دارند. به عنوان مثال مقادیر بالای MRVBF بیانگر مکان‌های رسوب‌گذاری است یعنی جایی که ذرات ریزتر بیشتر تجمع می‌یابند. شیب منطقه مقدار رواناب سطحی و میزان انتقال ذرات را تحت تاثیر قرار می‌دهد. معمولا رابطه بین شیب با ذرات ریز منفی و با ذرات درشت مثبت است (Umali et al., 2012). همبستگی بین شاخص خیسی (TWI) و PSFs برعکس شیب است. باندهای طیفی که بیانگر عوارض و پوشش سطح زمین هستند می‌توانند به عنوان نماینده‌ای از عامل خاک‌سازی موجودات زنده (Malone et al., 2009) روی توزیع و تغییرات بافت خاک تاثیرگذار باشند.



شکل ۱- اهمیت نسبی متغیرهای محیطی استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع و تصاویر ماهواره‌ای در تخمین اجزاء بافت خاک

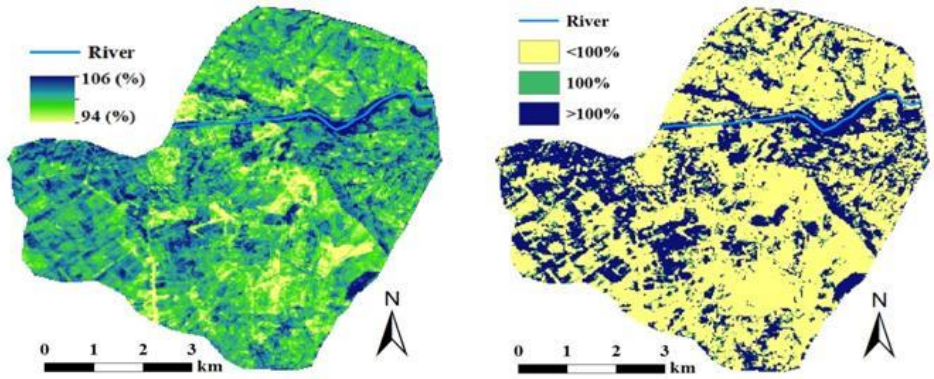
کارآیی مدل جنگل تصادفی در تخمین داده‌های تبدیل شده و تبدیل نشده در جدول (۱) ارائه شده است. برای داده‌های تبدیل نشده دو رویکرد در نظر گرفته شد. در رویکرد ۱ هر سه جزء بافت خاک به طور جداگانه و با استفاده از متغیرهای کمکی توسط مدل RF تخمین زده شدند. در رویکرد ۲ هر بار دو جزء با استفاده از متغیرهای کمکی توسط مدل RF تخمین زده شد و جزء سوم از تفاوت دو جزء تخمینی از ۱۰۰ به دست آمد. نتایج نشان داد رویکرد ۲ بخصوص برای رس منجر به تخمین‌هایی با دقت کمتری شده است. بر اساس مقادیر RMSE، کارآیی مدل RF در تخمین داده‌های تبدیل شده و تبدیل نشده تقریبا شبیه است ولی استفاده از داده‌های تبدیل شده منجر به تخمین‌های اریب برای هر سه جزء گردیده است. فاصله Aitchison در حالتی که داده‌ها تبدیل نشده‌اند بیشتر است. نتایج همچنین نشان می‌دهد در حالتی که از داده‌های تبدیل نشده استفاده شده است درصد بیشتری کلاس بافت خاک درست طبقه‌بندی شده است (۷۳/۶٪).

توزیع مکانی مجموع رس، سیلت و شن تبدیل نشده تخمینی با استفاده از مدل RF و داده‌های کمکی در شکل (۲) نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد در اکثر قسمت‌های منطقه شرط اصلی یک داده ترکیبی برقرار نیست. یعنی مجموع درصدهای این سه جزء برابر با ۱۰۰ نشده است و از ۹۴ درصد تا ۱۰۶ درصد متغیر است. این وضعیت نیز توسط Odeh و همکاران (۲۰۰۳) برای ۶۵ درصد از منطقه مورد بررسی گزارش شده است. این نتیجه به این دلیل است که حداقل یک همبستگی منفی بین دو جزء از اجزاء یک داده ترکیبی وجود دارد و اجزاء نمی‌توانند به صورت مستقل از هم تغییر کنند (Pawlowsky-Glahn and Egozcue, 2006). برای اجزاء بافت خاک چون مجوع درصدها برابر با ۱۰۰ است، اگر مثلا درصد رس زیاد شود درصد شن باید کم شود. در مدل‌سازی مکانی PSFs چون این همبستگی در نظر گرفته نمی‌شود، مجموع سه جزء تخمینی در یک مکان الزاما برابر با ۱۰۰ نمی‌شود.

جدول ۱- کارآیی مدل جنگل تصادفی در مدل‌سازی داده‌های تبدیل نشده (UT) و داده‌های تبدیل شده

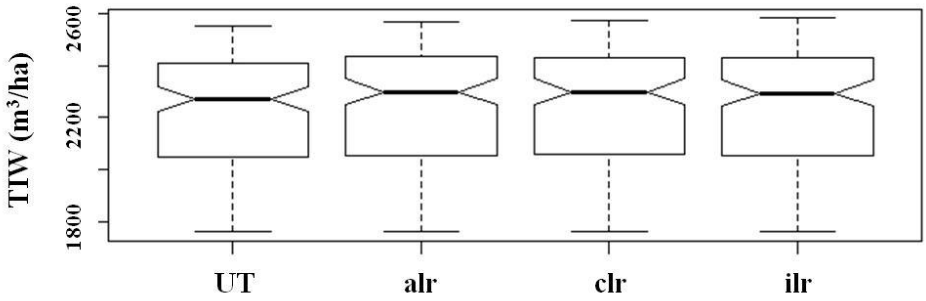
نوع داده	جزء بافت	RMSE	ME	AD	بافتهای درست طبقه بندی شده (٪)
UT (رویکرد ۱)	رس	۲/۹۸	۰/۰۶	۰/۲۳۷	۷۳/۶
	سیلت	۳/۲۵	-۰/۰۲		
	شن	۴/۳۳	-۰/۰۹		
UT (رویکرد ۲)	رس	۳/۰۵	۰/۱۱	۰/۲۳۴	۶۹/۶
	سیلت	۳/۲۹	۰/۰۳		
	شن	۴/۳۰	-۰/۰۳		
alr	رس	۲/۹۲	-۰/۳۶	۰/۲۰۵	۷۰/۳
	سیلت	۳/۳۵	-۰/۶۶		
	شن	۴/۳۷	۱/۰۱		
clr	رس	۲/۹۴	-۰/۳۶	۰/۲۰۶	۷۰/۳
	سیلت	۳/۲۱	-۰/۶۷		
	شن	۴/۴۵	۱/۰۳		
ilr	رس	۲/۹۴	-۰/۲۹	۰/۲۰۵	۷۰/۹
	سیلت	۳/۲۱	-۰/۷۵		
	شن	۴/۴۱	۱/۰۴		

AD: فاصله Aitchison که معیاری است برای نشان دادن دقت تخمین‌ها در داده‌های ترکیبی؛ alr، clr و ilr به ترتیب تبدیل‌های additive، centroid و isometric هستند؛ رویکرد ۱: هر کدام از اجزاء بافت جداگانه با استفاده از متغیرهای کمکی تخمین زده شده‌اند؛ رویکرد ۲: هر جزء بافت خاک از اختلاف دو جزء تخمینی از ۱۰۰ درصد به دست آمده است.



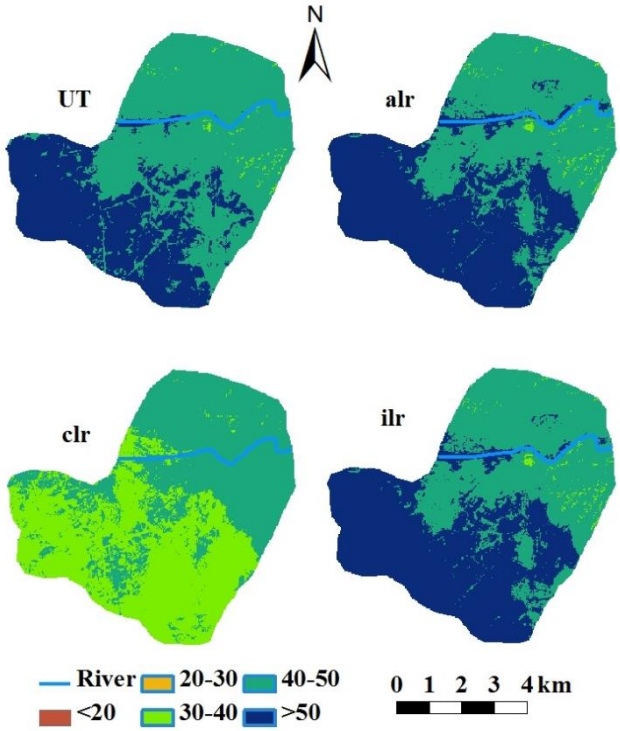
شکل ۲- توزیع مکانی مجموع اجزاء تخمینی بافت (چپ) و طبقه‌بندی مجموع آنها به سه گروه کمتر از ۱۰۰، ۱۰۰ و بیشتر از ۱۰۰ (راست)

اگر داده‌های تخمینی بافت خاک به عنوان ورودی توابع انتقالی مورد استفاده قرار گیرند تبدیل یا عدم تبدیل و همچنین نوع تبدیل ممکن است روی خروجی این توابع تاثیر بگذارد. به همین منظور با استفاده از یک PTF ابتدا مقدار آب قابل استفاده و سپس آب سهل‌الوصول با استفاده از داده‌های تبدیل نشده و داده‌های تبدیل شده محاسبه گردید. در نهایت مقدار کل آب آبیاری مورد نیاز (TIW) برای یک هکتار تحت کشت گندم در طول یک فصل رشد تا عمق ۳۰ سانتی‌متری محاسبه شد. نتایج در شکل (۳) نشان داده شده است. این نتایج بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر TIW است. به عبارت دیگر تبدیل یا عدم تبدیل داده‌های PSFs و نوع تبدیل تاثیر معنی‌داری روی TIW نداشته است.



شکل ۳- نمودارهای جعبه‌ای مقدار کل آب آبیاری (TIW) مورد نیاز برای گندم در طول فصل رشد که با استفاده از داده‌های تبدیل نشده (UT) و تبدیل شده (alr، clr و ilr) تخمین زده شده است. همپوشانی قسمت‌های فرورفته نمودارهای جعبه‌ای بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است

تاثیر تبدیل داده‌های PSFs روی توزیع مکانی ظرفیت آب قابل استفاده (AWC) تخمینی با استفاده از PTF به کار رفته در شکل (۴) نشان داده شده است. روند کلی توزیع مکانی AWC در دو حالت استفاده از داده‌های تبدیل شده و داده‌های تبدیل نشده به عنوان ورودی PTF تقریبا مشابه است. فقط تبدیل clr منجر به توزیع مکانی متفاوتی بخصوص در قسمت‌های جنوبی و جنوب غربی گردیده است. مقادیر بیشتر AWC مربوط به بخش‌های جنوبی و جنوب غربی منطقه است. الگوی کلی توزیع مکانی AWC منطبق با الگوی توزیع مکانی PSFs است و جاهایی که رس بیشتر است مقدار AWC هم بیشتر است. نتایج مشابهی در بررسی‌های محققین دیگر گزارش شده است (Haghverdi et al., 2015; Lai et al., 2018). در نظر نگرفتن تغییرات مکانی خواصی از خاک که روی AWC تاثیرگذارند ممکن است منجر به آبیاری بیشتر یا کمتر از حد نیاز گردد. بنابراین در مدیریت آبیاری بهتر است نوع داده (تبدیل شده یا تبدیل نشده) و نوع تبدیل را در نظر گرفت.



شکل ۴- توزیع مکانی ظرفیت آب قابل استفاده (AWC) تخمینی با استفاده از داده‌های تبدیل شده (alr، clr و ilr) و داده‌های تبدیل نشده (UT)

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد با تلفیق تکنیک‌های نقشه‌برداری رقومی خاک با الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توان نقشه‌های مفیدی از PSFs تهیه نمود. همچنین عوارض سرزمین به دست آمده از DEM و داده‌های سنجش از دور، متغیرهای قابل اعتمادی برای مدل‌سازی PSFs هستند. بر اساس RMSE، مدل RF کارآیی تقریبا مشابهی در تخمین داده‌های تبدیل نشده و داده‌های تبدیل شده داشت؛ هر چند که تبدیل داده‌ها باعث به دست آمدن تخمین‌های اریب گردید. همچنین نوع تبدیل داده‌ها تاثیر معنی‌داری در کارآیی مدل RF نداشت. یافته‌ها نشان داد اگر سه جزء بافت خاک جداگانه تخمین زده شوند، دقت تخمین‌ها بیشتر از حالتی است که دو جزء تخمین زده شوند و جزء سوم از اختلاف دو جزء تخمینی از ۱۰۰ به دست آید. نتایج بیانگر این بود که تبدیل داده‌ها و نوع تبدیل وقتی داده‌های PSFs به عنوان ورودی یک PTF برای تخمین آب مورد نیاز برای گندم به کار رفتند، تاثیر معنی‌داری در مقادیر تخمینی نداشت ولی داده‌های تبدیل شده منجر به تخمین‌های اریب گردید. بنابراین برای جلوگیری از تخمین‌های اریب PSFs و آب مورد نیاز، بهتر است از داده‌های تبدیل نشده استفاده کرد.

منابع

Adhikari, K., Kheir, R.B., Greve, M.B., Bøcher, P.K., Malone, B.P., Minasny, B., McBratney, A.B. and Greve, M.H. 2013. High-resolution 3-d mapping of soil texture in Denmark. Soil Sci. Soc. Am. J. 77, 860–876.

Aitchison, J. 1986. The Statistical Analysis of Compositional Data. Chapman & Hall, London.

Haghverdi, A., Leib, B.G., Washington-Allen, R.A., Ayers, P.D. and Buschermohle, M.J. 2015. High-resolution prediction of soil available water content within the crop root zone. J. Hydrol. 530, 167–179.

Hengl, T., Mendes de Jesus, J., Heuvelink G.B.M., Ruiperez Gonzalez, M., Kilibarda, M., Blagotić, A., et al., 2017. SoilGrids250m. Global gridded soil information based on machine learning. PLoS ONE 12(2): e0169748.

Khodaverdiloo, H., Homaee, M., van Genuchten, M.T. and Ghorbani Dashtaki, S. 2011. Deriving and validating pedotransfer functions for some calcareous soils. J. Hydrol. 399, 93–99.

Lai, X., Zhou, Z., Zhu, Q. and Liao, K. 2018. Comparing the spatio-temporal variations of soil water content and soil free water content at the hillslope scale. Catena, 160, 366-375.

Lark, R.M. and Bishop, T.F.A., 2007. Cokriging particle size fractions of the soil. Eur. J. Soil Sci. 58, 763–774.

Malone, B., McBratney, A.B., Minasny, B. and Laslett, G. 2009. Mapping continuous depth functions of soil carbon storage and available water capacity. Geoderma, 154, 138–152.

Minasny, B. and McBratney, A.B. 2018. Limited effect of organic matter on soil available water capacity. Eur. J. Soil Sci. 69, 39-47.

Odeh, I.O.A., Todd, A.J. and Triantafilis, J. 2003. Spatial prediction of soil particle-size fractions as compositional data. Soil Sci. 168, 501–515.

Pawlowsky-Glahn, V. and Egozcue, J.J. 2006. Compositional data and their analysis: an introduction, in: Bucciani, A., Mateu-Figueras, G., Pawlowsky-Glahn, V. (Eds.), Compositional Data Analysis in the Geosciences: From Theory to Practice. Geological Society, London, Special Publications, pp. 1 - 10.

Poggio , L. and Gimona, A. 2017. 3D mapping of soil texture in Scotland. Geoderma Regional, 9, 5–16.

Roman Dobarco, M., Arrouays, D., Lagacherie, P., Ciampalini, R. and Saby, N.P. 2017. Prediction of topsoil texture for Region Centre (France) applying model ensemble methods. Geoderma. 298, 67-77.

Umali, B.P., Oliver, D.P., Forrester, S., Chittleborough, D.J., Hutson, J.L., Kookana, R.S. and Ostendorf, B. 2012. The effect of terrain and management on the spatial variability of soil properties in an apple orchard. Catena, 93, 38–48.

Van Looy, K., Bouma, J., Herbst, M., Koestel, J., Minasny, B., Mishra, U., Montzka, C., Nemes, A., Pachepsky, Y.A., Padarian, J. and Schaap, M.G. 2017. Pedotransfer functions in Earth system science: Challenges and perspectives. Rev. Geophys. 55, 1199-1256.

Wang, Z. and Shi, W. 2017. Mapping soil particle-size fractions: A comparison of compositional kriging and log-ratio kriging. J. Hydrol. 546, 526–541.

Topic for submission: Pedometry and Soil Evaluation

Effects of transformation of soil texture data and digital mapping of texture components on available water

Amirian-Chakan[*1], A., Darvishpasand [2], Z., Akbarifazli[3], R., Taghizadeh-Mehrjardi[4], R., Khordehbin[2], S.

[1] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran
[2] MSc. Department of Rangeland and Watershed Management, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Iran
[3] PhD. Student, Department of Soil Science, Khouzestan Science and Research Brach, Islamic Azad University, Iran
[4] Assistant Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Iran

Abstract

When separate components of the texture (sand, silt, and clay) are predicted independently in digital soil mapping (DSM), there is no guarantee that the separate estimates will sum to 100%. Log-ratio transformations before DSM modelling guarantee a constant sum of the estimates. Little is known about the effect of transformation of particle-size fractions (PSFs) when DSM products were used to predict soil hydraulic properties using pedotransfer functions. This study was conducted in Khuzestan province to assess the performance of random forest models (RF) to predict untransformed (UT) and transformed (TD) PSFs and to study the effects of log-ratio transformations (additive, centroid and isometric) on the estimations of total amount of irrigation water (TIW) for wheat. However, transformation resulted in biased estimates of PSFs, RF, in terms of RMSE, provided similar accuracies in predicting PSFs for both UT and TD. In addition, RF prediction based on UT data resulted in more correctly soil texture classes allocation. The spatial distribution of the sum of the predicted UT fractions indicated only small parts of the area conformed to the 100% sum. Data transformation can result in biased estimates of TIW. The findings indicated no significant difference between transformation methods in predicting TIW.

Keywords: Available water capacity; Compositional data; Digital soil mapping; Pedotransfer function

[*] Corresponding author, Email: amirian.ar@lu.ac.ir

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

پهنه‌بندی شوری خاک اطراف گنبدهای نمکی منطقه داراب با استفاده از روشهای نقشه‌برداری رقومی

فاطمه عابدی[۱]، علیرضا امیریان چکان[۲،۳*]، محمد فرجی[۳]، روح الله تقی‌زاده مهرجردی[۴]، دامون رزمجویی[۵]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

[۳] استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان

[۴] استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

[۵] استادیار مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج

چکیده

مطالعه منابع بالقوه شوری و توزیع مکانی شوری پیش نیاز پایش و بررسی شوری خاک است. حدود ۱۲۲ گنبد نمکی رخنمون یافته در جنوب ایران وجود دارد که به عنوان منابع بالقوه برای شور کردن خاک و آب شناخته شده‌اند. بررسی تغییرات مکانی و زمانی شوری در خاکهای مجاور این گنبدها برای کنترل و کاهش شوری آب و خاک ضروری است. تعداد ۱۹۶ نمونه از عمق سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متر) خاکهای مجاور پنج گنبد نمکی در منطقه داراب استان فارس برداشته شد. برای مدلسازی شوری داده‌های کمکی استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع و تصویر لندست ۸ به عنوان ورودی به یک شبکه عصبی مصنوعی (ANN) معرفی شدند. نتایج بیانگر کارآیی بالای ANN در مدلسازی شوری بود (R2=0.97, RMSE=0.86). نتایج نشان داد برخی خاکهای منطقه از طریق آبهای سطحی عبوری از گنبدهای نمکی و برخی دیگر با آبیاری با آب متاثر از گنبدهای نمکی شور شده بودند ولی گنبدهای نمکی روی برخی خاکها بدون تاثیر یا دارای تاثیر کم بودند. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد نقشه‌برداری رقومی خاک رویکردی مناسب برای پهنه‌بندی و بررسی تغییرات مکانی شوری خاک در اطراف گنبدهای نمکی است.

کلمات کلیدی: تغییرات مکانی، منبع شوری، شبکه عصبی مصنوعی

مقدمه

گنبدهای نمکی از عوامل زمین‌شناسی هستند که باعث شور شدن خاک و آب می‌گردند. در منطقه جنوب ایران و خلیج فارس حدود ۲۰۰ گنبد نمکی وجود دارد که از این تعداد حدود ۱۲۲ گنبد در سطح زمین رخنمون پیدا کرده‌اند. رخنمون این گنبدها در سطح زمین آنها را به مهمترین منشاء بالقوه شور شدن آب‌های شیرین (Mehdizadeh et al., 2015) و همچنین خاکها در این منطقه خشک تبدیل نموده است. مطالعه این گنبدها و پایش تغییرات مکانی شوری اراضی اطراف آنها، اهمیت زیادی در کاهش و حتی جلوگیری از شور شدن منابع آب و خاک دارد.

روش‌های سنتی پایش میزان شوری خاک نیاز به بررسی‌های مستمر صحرایی و آنالیزهای آزمایشگاهی دارند که اغلب برای پایش دراز مدت و در سطح وسیع عملی نیستند (Vermeulen and Van Niekerk, 2017). همچنین نقشه‌های خاک موجود در ایران اغلب به روش سنتی تهیه شده‌اند که به دلیل کیفی بودن و مقیاس نامناسب برای پایش کمی شوری خاک به خصوص در مقیاس‌های مزرعه‌ای مناسب نیستند (Taghizadeh-Mehrjardi et al., 2014). روش‌های نقشه‌برداری رقومی خاک (DSM) رویکرد مناسب‌تری برای تخمین ویژگی‌های خاک بر اساس رابطه بین آنها با متغیرهای کمکی به دست آمده از منابعی مثل داده‌های سنجش دور هستند (McBratney et al., 2003).

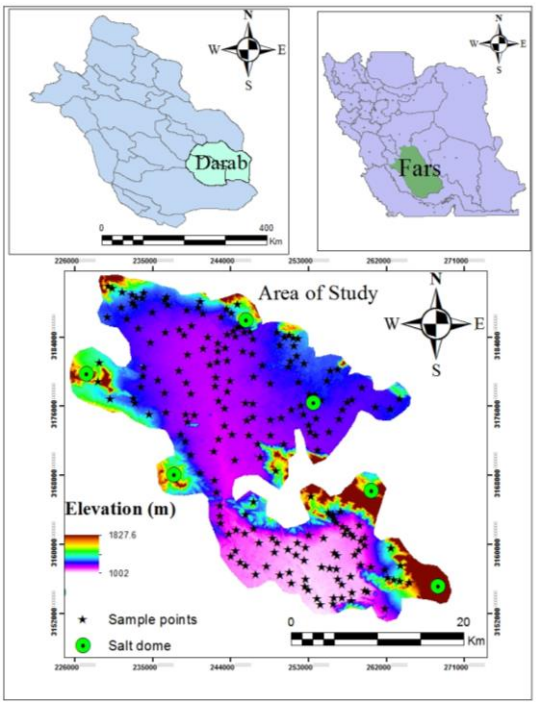
با وجود تعداد زیاد گنبدهای نمکی در ایران و اثرات منفی آن‌ها روی منابع آب و خاک، مطالعات خیلی کمی با استفاده از روش‌های نقشه‌برداری رقومی خاک روی تاثیر این گنبدها بر توزیع و گسترش مکانی شوری خاک انجام شده است. مطالعات انجام شده بیشتر محدود به بررسی اشکال ژئومرفولوژیکی آن‌ها (شایان و همکاران، ۱۳۹۱) اثرات آن‌ها روی منابع آبی مجاور (عفیفی و کردوانی، ۱۳۸۷; Sharifi et al., 2002; Zarei et al., 2013; Mehdizadeh et al., 2015) و کاربری اراضی بوده است (باقرنژاد و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به روند رو به رشد شور شدن اراضی در ایران، استعداد اقلیمی ایران برای تسریع روند شور شدن اراضی، وجود تعداد زیادی گنبدهای نمکی در ایران و نبود مطالعات کافی در زمینه اثر این گنبدها بر تغییرات

* ایمیل نویسنده مسئول: armirian.ar@lu.ac.ir

مکانی شوری اراضی مجاور، این تحقیق با هدف بررسی توزیع مکانی شوری در اطراف گنبدهای نمکی منطقه داراب با استفاده از روشهای DSM انجـام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۲۸درجه و ۴۷دقیقه شمالی و طول ۵۴ درجه و ۲۴دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی در استان فارس و شمال دشت زرین دشت و جنوب دشت داراب واقع می‌باشد (شکل ۱). وسعت تقریبی منطقه ۹۶/۴ هزار هکتار می‌باشد. این منطقه مطابق تقسیم‌بندی دومارتن، دارای آب و هوای گرم و خشک بوده و متوسط بارندگی و درجه حرارت سالیانه آن به ترتیب ۲۵۵ میلیمتر و ۲۲ درجه سانتیگراد می‌باشد. بلندترین ارتفاع منطقه ۱۸۳۱متر و کمترین ارتفاع ۱۰۰۰ متر می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه، گنبدهای نمکی و نقاط نمونه‌برداری

در این تحقیق بر اساس روش هایپرکیوب شرطی[1] تعداد ۱۹۶ نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری برداشت شد و EC نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. مدلسازی شوری خاک بر اساس مدل اسکورپن (*scorpan*) بود که این مدل توسط McBratney و همکاران (2003) برای ارتباط خواص خاک به متغیرهایی که نمایندگان فاکتورهای خاکسازی هستند ارائه گردید. متغیرهای کمکی مورد استفاده در مدلسازی از منابعی مثل مدل رقومی ارتفاع (DEM) و تصاویر ماهواره‌ای به دست می‌آیند. در این تحقیق برای ارتباط شوری خاک با متغیرهای محیطی از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) در محیط نرم افزار JMP استفاده شد. ورودی مدل داده‌های کمکی استخراج شده از DEM و تصویر سنجده لندست ۸ بود. برای بررسی عملکرد مدل‌های مختلف، داده‌ها به صورت تصادفی به دو دسته آموزش و آزمون تقسیم شدند. مدلهای مختلف بر اساس داده‌های آموزش، آموزش داده شدند و الگوی نهفته در داده‌ها استخراج گردید. سپس از مدل آموزش داده شده برای تخمین متغیر وابسته با استفاده از ورودی‌های جدید استفاده شد. برای ارزیابی کارآیی روش‌های مختلف به کار رفته در تخمین شوری خاک، از مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین (R^2) به دست آمده براساس داده‌های آزمون استفاده‌گردید.

[1] Conditioned Latin hypercube

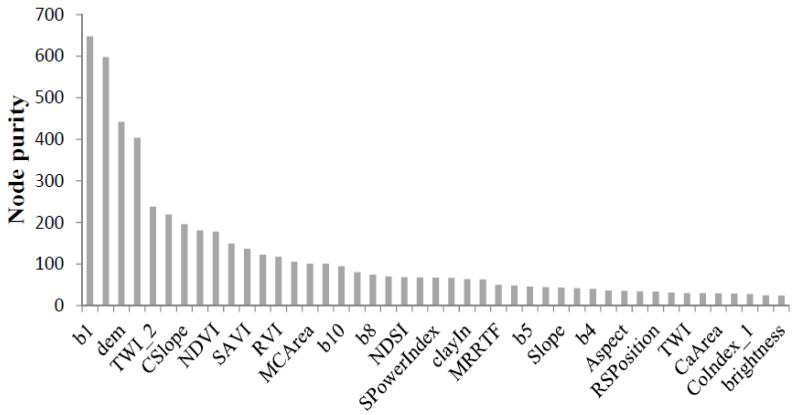
نتایج و بحث

در جدول (۱) خلاصه آماری داده‌های هدایت الکتریکی آمده است. مقدار هدایت الکتریکی خاک از ۰/۱۳ تا ۲۱/۸۶ دسی‌زیمنس بر متر متفاوت بوده و میانگین آن ۳/۰۲ دسی‌زیمنس بر متر است. ضریب تغییرات آن نیز ۱۷۶ می‌باشد که این مقدار ضریب تغییرات بیان‌گر تغییرپذیری زیاد شوری در منطقه است. بیشترین مقادیر مربوط به مرکز دشت‌های گزطویله و کرسیا به دلیل ارتفاع کمتر و شیب کمتر است. در کل حدود ۱۹ درصد نمونه‌ها دارای شوری بیش از ۴ دسی‌زمینس بر متر بود و بیشتر شوری مربوط به مناطق اطراف گنبدهای نمکی گزطویله و کرسیا می‌باشند.

جدول ۱- خلاصه آماری داده‌های قابلیت هدایت الکتریکی

متغیر	ضریب تغییرات	انحراف معیار	حداکثر	چارک سوم	میانگین	میانه	چارک اول	حداقل
EC (dS/m)	۱۷۶	۵/۳۳	۲۱/۸۶	۲/۵۲	۳/۰۲	۰/۳۵	۰/۲۰	۰/۱۳

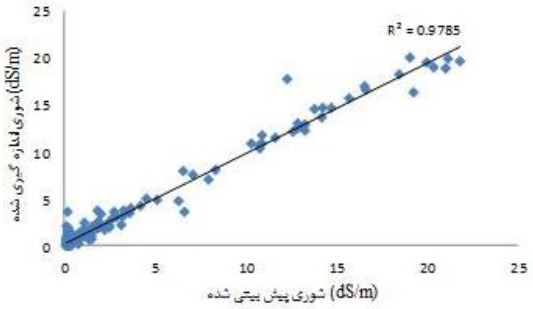
در شکل (۲) اهمیت نسبی پارامترهای کمکی مورد استفاده برای تخمین شوری نشان داده شده است. بر اساس این نتایج متغیرهایی مثل b1 (باند یک تصویر لندست ۸) ارتفاع، شاخص خیسی، ارتفاع و NDVI[۲] دارای بیشترین اهمیت و متغیرهایی از جمله شاخص روشنایی و شاخص همگرایی دارای کمترین اهمیت در تخمین شوری بودند. اهمیت متغیرهای کمکی در تخمین شوری در مطالعات متعددی گزارش شده است (Taghizadeh-Mehrjardi و همکاران ۲۰۱۴). متغیرهای استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای بیانگر پوشش، کاربری و عوارض سطح زمین هستند که به نوعی نماینده عامل خاکسازی موجودات زنده هستند (Malone و همکاران ۲۰۰۹). متغیرهای به دست آمده از DEM بیانگر سطوح فرسایشی و رسوبگذاری و یا بیانگر مکانهای خروج و تجمع آب هستند که بیشتر نماینده عامل خاکسازی توپوگرافی در مدل *scorpan* هستند. به عنوان مثال MRVBF[۳] شاخصی از مناطق تجمع است (Gallant and Dowling ۲۰۰۳). بنابراین نوع پوشش و عارضه سطحی و همچنین تجمع بودن یا فرسایشی بودن یک مکان که از داده‌های کمکی قابل استنباط است می‌تواند تاثیر زیادی روی شوری خاک داشته باشد.



شکل ۲- اهمیت نسبی متغیرهای کمکی در تخمین شوری خاک.

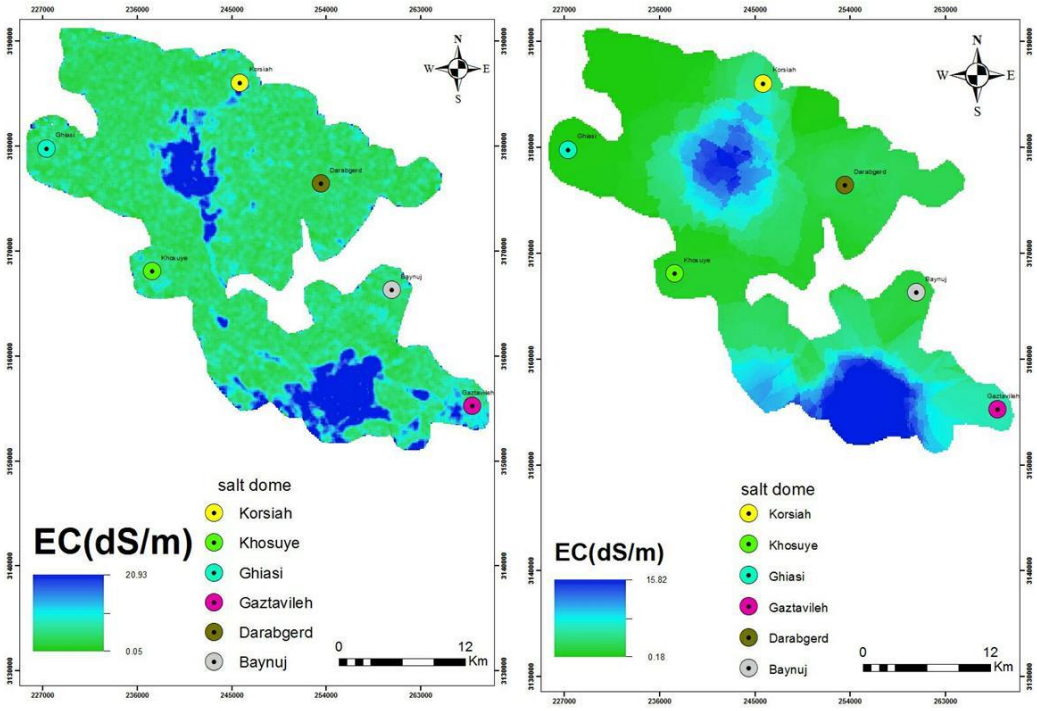
نتایج ارزیابی کارآیی نشان داد مدل ANN با R^2 و RMSE به ترتیب برابر با ۰/۹۷ و ۰/۸۶ دارای کارآیی قابل قبولی در پیش بینی شوری خاک بود. همچنین رابطه رگرسیونی (شکل ۳) بیانگر همبستگی بالای بین شوری مشاهده شده و شوری تخمینی می‌باشد.

[2] Normalized difference vegetation index
[3] Multi-resolution valley bottom index



شکل ۳- رابطه بین مقادیر اندازه‌گیری شده شوری و مقادیر تخمینی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی

نقشه‌های پیوسته شوری خاک به دست آمده بر اساس تکنیکهای نقشه‌برداری رقومی خاک و روش کریجینگ معمولی در شکل (۴) نشان داده شده است. روند کلی تغییرات مکانی شوری در هر دو روش تقریبا مشابه است که نشان دهنده کارآیی مشابه دو روش به کار رفته است. بیشترین شوری مربوط به بخش مرکزی دشت داراب و دشت خسویه-ساچون در جنوب منطقه است. بیشترین مقدار شوری مربوط به دشت خسویه-ساچون است که متاثر از گنبد نمکی گزطویله است. تجمع املاح در این بخش از منطقه بیشتر در مناطق کم شیب و زمینهای کشاورزی دیده می‌شود که می‌تواند به دلیل آبیاری با آب با کیفیت نامناسب چاههای متاثر از گنبد نمکی گزطویله و همچنین تجمع آبهای جاری حاوی املاح ناشی از این گنبد در این محدوده باشد. نقشه شوری نشان دهنده تاثیر کم گنبد نمکی تنگ خسویه روی شوری دشت مجاور است. رامشت و همکاران (۱۳۸۶) تأثیر کم این گنبد نمکی را به خاطر وجود سنگ‌پوش در سطح آن می‌دانند. این سنگ‌پوش درواقع همانند حفاظی بر روی نمک قرار گرفته و مانع از حل شدن نمک در آب‌های گذرنده از روی گنبد نمکی می‌شود. از آنجایی که گنبد نمکی باینوج در حوضه آبریز دشت داراب قرار دارد، لذا عمده تأثیر آن هم بر همین دشت است. رامشت و همکاران (۱۳۸۶) این گنبد را بر شوری دشت داراب از طریق آبهای سطحی موثر می‌دانند. رئیسی (۱۳۷۸) بیان می‌دارد تنها روش تأثیر گنبد نمکی داراب (کرسیا) بر دشت وجود آبراهه بزرگی است که گنبد نمکی را به سمت دشت می‌شوید. این آبراهه به همراه چشمه شورابه تأثیر شگرفی بر گسترش شورابه در شمال و مرکز این دشت داشته است. مطالعات نوحه‌گر و زارع (۱۳۹۱) نشان داد که گنبد نمکی کرسیا عامل اصلی شور شدن اراضی و خاک‌های سطحی در منطقه کرسیا و داراب است. نصرتی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که اثر گنبد نمکی کرسیا در دوره زمانی ۱۳۹۱-۱۳۷۲در کیفیت خاک زمینهای پایین دست محسوس بود. رامشت و همکاران (۱۳۸۶) گنبد نمکی دارابگرد را در ایجاد شوره‌زار موجود در دشت داراب مؤثر دانسته‌اند. ثروتی و همکاران (۱۳۹۱) تأثیر گنبد کنار سیاه بر شوری خاک‌های منطقه را بررسی کردند و نشان دادند بیشترین تاثیر مربوط به زمین‌های کشاورزی بود که دلیل آن را آبیاری با آب‌هایی دانستند که کیفیت آنها به نحوی تحت تأثیر گنبدهای نمکی منطقه قرار گرفته است.



شکل۴- نقشه‌های پیوسته توزیع مکانی شوری خاک به دست آمده با استفاده از متغیرهای محیطی و مدل شبکه عصبی مصنوعی (چپ) و روش کریجینگ (راست)

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که هر چند عامل اصلی شوری خاکهای منطقه گنبدهای نمکی موجود در منطقه بود، ولی برخی از این گنبدها به دلایل مختلف از جمله وجود پوششهای سنگی و یا خروج رواناب آنها از منطقه بدون تاثیر یا دارای تاثیر کم روی خاکهای منطقه بودند. بیشتر خاکهای شور منطقه در مرکز دشت دراب که شامل اراضی پایین دست گنبد نمکی داراب هستند و در قسمتهای جنوبی منطقه یعنی دشت خسویه-ساچون که متاثر از گنبد گزطویله است، مشاهده گردید. همچنین نتایج نشان داد که تاثیر گنبدها می‌تواند یا به دلیل انحلال املاح آنها در آبهای جاری و ورود این آبها به اراضی اطراف باشد و یا ورود املاح آنها به آبهای زیرزمینی و آبیاری اراضی با این آبها باشد. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد تکنیکهای نقشه‌برداری رقومی خاک به همراه مدلهای مختلف بر اساس الگوریتم‌های ماشین‌های یادگیری، ابزار مناسبی برای مدلسازی و پهنه‌بندی شوری خاک هستند. همچنین نتایج نشان داد هر چند برخی گنبدهای نمکی روی شوری خاکهای مجاور تاثیر داشتند ولی این تاثیر بیشتر می‌تواند به دلیل مدیریت نادرست آبیاری و استفاده از آبهای با کیفیت نامناسب باشد.

منابع

باقرنژاد، ط.، فیض‌نیا، س. و هاشمی، ع. ا. ۱۳۹۳. تاثیر گنبد نمکی بر کاربری اراضی (مطالعه موردی: جنوب سمنان). دومین همایش بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و بیابانی.

ثروتی، م.ر.، موغلی، م.، شافعی، ر. و کسرائیان، ع. ۱۳۹۱. تأثیر گنبد نمکی کنارسیاه بر منابع آب و خاک: دشت کنارسیاه (فیروزآباد استان فارس). فصل نامه جغرافیای طبیعی: ش ۶۱، ص۷۷-۸۸.

رامشت، م.ه.، قاضی، ی. و فتوحی، س. ۱۳۸۶. تاثیر گنبد نمکی داراب بر شوری آب زیرزمینی پلایا داراب، مجله علوم تحقیقات دانشگاه اصفهان. جلد ۱۶، شماره ۶، صص ۱۲۹-۱۴۴.

رئیسی، ع. ۱۳۸۹. اثر گنبدهای نمکی گزطویله بر روی آب‌های کارستی و آبرفتی. مجموعه مقالات نخستین کنفرانس پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران، کرمانشاه، دانشگاه صنعتی کرمانشاه. صفحات ۷۹-۸۸.

شایان، س.، زارع، غ.، شریفی‌کیا، م. و امیری، ش. ۱۳۹۱. شناسایی و تحلیل اشکال ژئومورفولوژیکی مرتبط با تحول گنبدهای نمک (مطالعه‌ی موردی: گنبد نمکی کرسیا دشت داراب). پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی: ش۲، ص۷۳-۸۶.

عفیفی، ا. و کردوانی.، پ. ۱۳۸۷. گنبدهای نمکی بستک هرمزگان و تاثیر آن بر منابع آب و خاک. فصلنامه جغرافیایی سرزمین: ش ۱۸، ص ۵۵-۷۰.

نصرتی، ک.، امینی، م.، انصاری، م. و بیژن زاده، ا. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر گنبد نمکی بر کیفیت خاک اراضی پایین دست با بهره‌گیری از روش‌های آماری چندمتغیّره (مطالعه موردی: گنبد نمکی کرسیا، دشت داراب). نشریه مدیریت بیابان: ش ۸، ، ص ۱-۱۴.

نوحه‌گر، ا. و زارع، م.ر. ۱۳۹۱. استخراج پهنه‌های شوری خاک در مناطق خشک و نیمه خشک با استفاده از داده‌های سنجش از دور (مطالعه موردی: شهرستان داراب). مجلّه جغرافیا و مخاطرات محیطی: ش ۱، ص ۵۰-۶۳.

Gallant, J.C. and Dowling, T.I. 2003. A multiresolution index of valley bottom flatness for mapping depositional areas. Water Resources Research, 39, 1347- 1360.

Malone, B.P., McBratney, A.B., Minasny, B. and Laslett G.M. 2009. Mapping continuous depth functions of soil carbon storage and available water capacity. Geoderma, 154, 138– 152.

McBratney, A.B., Mendonça-Santos, M.L. and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. Geoderma, 117, 3-52.

Mehdizadeh, R., Zarei, M. and Raeisi, E. 2015. How subaerial salt extrusions influence water quality in adjacent aquifers. Journal of Hydrology, 531, 1108-1113.

Sharafi, A., Raeisi, E. and Farhoodi, G. 2002. The effect of Darab salt dome on the quality of adjacent karstic and alluvium aquifers (south of Iran). Acta Carsol. 31, 105–113.

Taghizadeh-Mehrjardi, R., Minasny, B., Sarmadian, F. and Malone, B.P. 2014. Digital mapping of soil salinity in Ardakan region, central Iran. Geoderma, 213, 15-28.

Vermeulen, D. and Van Niekerk, A. 2017. Machine learning performance for predicting soil salinity using different combinations of geomorphometric covariates. Geoderma, 299, 1-12.

Zarei, M., Raeisi, E., Merkel, B.J. and Kummer, N.A. 2013. Identifying sources of salinization using hydrochemical and isotopic techniques, Konarsiah, Iran. Environ. Earth Sci. 70, 587–604.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Using digital soil mapping techniques for mapping salinity in soils around salt domes in Darab region

Abedi[1], F., Amirian-Chakan[*2, 3], A., Faraji[3], M., Taghizadeh-Mehrjardi[4], R., Razmjuei[5], D.

[1] MSc Student, Faculty of Natural and Environmental Sciences, Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran
[3] Assistant Prof., Faculty of Natural and Environmental Sciences, Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran
[4] Assistant Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University
[5] Assistant Prof., Medical Plant Research Center, Yasuj University of Medical Science, Yasuj, Iran

Abstract

Assessment the potential sources of salts and the spatial distribution of salinity is prerequisite for monitoring soil salinity. There are about 122 outcropped salt domes (SD) in the southern Iran which are recognized as the potential sources of soils and water salinization. Studying the spatio-temporal variations of salinity in the adjacent soils is essential to control and reduce soil and water salinization. In total 196 samples were collected from the surface layer (0-30 cm) of the soils around six salt domes located in Darab area (Fars province). To model soil salinity (EC), auxiliary variables derived from a digital elevation model (DEM) and a Landsat 8 image were used as inputs of an artificial neural network (ANN). Results indicated that ANN provided good accuracy in predicting soil EC (R^2=0.97, RMSE=0.86). Results showed that some soils of the study area are influenced by the running water passes through the SD and some other soils have been saline due to irrigation with ground water that was influenced by SD, while some SD have no or little effect on the adjacent soils. In general, the findings indicated that digital soil mapping is an appropriate approach for mapping and monitoring salinity in soils around SD.

Keywords: Digital soil mapping, salt dome, soil salinity, spatial variation

[*] Corresponding author, Email: amirian.ar@lu.ac.ir

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک

بررسی فرسایش‌پذیری خاک در مناطق تحت عملیات حفاظت خاک با استفاده از روش‌های نقشه‌برداری رقومی

ملیحه جهاندیده[۱]، علیرضا امیریان چکان[۲و۳*]، محمد فرجی[۳]، مسعود جعفری‌زاده[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

[۳] استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان

[۴]کارشناس ارشد گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان

چکیده

فرسایش خاک یکی از فرایندهای مهم تخریب خاک بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. برای کنترل فرسایش خاک اقدامات حفاظتی متعددی انجام می‌گیرد. از رویکردهای مناسب برای ارزیابی اثر این اقدامات، مطالعه شاخص فرسایش‌پذیری خاک (K) است. این مطالعه در منطقه چاه‌ماری بهبهان در دو سایت مجاور هم انجام گرفت. در یکی از سایت‌ها عملیات درخت‌کاری و کنتورفارو انجام گرفته بود و سایت دیگر بدون عملیات حفاظتی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. تعداد ۱۵۰ نمونه خاک از عمق صفر تا پنج سانتی‌متری برداشته شد و شاخص K آن‌ها به روش ویشمایر و اسمیت تعیین گردید. برای مدل‌سازی مکانی K متغیرهای کمکی از مدل رقومی ارتفاع و تصویر لندست ۸ به دست آمدند. از مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی و جنگل تصادفی برای تخمین K استفاده گردید. ارزیابی مدل‌ها نشان داد هر دو مدل کارآیی بالایی در تخمین K داشتند. همچنین نتایج بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین مقدار K در دو سایت مورد بررسی بود. به طور کلی نتایج بیانگر کارآیی بالای روش‌های نقشه‌برداری رقومی در مدل‌سازی مکانی K بود و می‌توان از این روش‌ها در مدل‌سازی K استفاده کرد. همچنین نتایج نشان داد می‌توان اقدامات مشابهی را برای کنترل فرسایش خاک پیشنهاد داد.

کلمات کلیدی: فرسایش خاک، مدل‌سازی مکانی، نقشه‌برداری رقومی

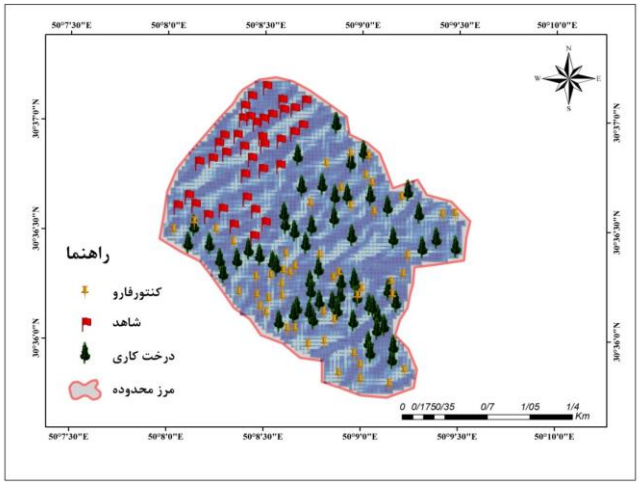
مقدمه

یکی از مهم‌ترین مشکلات مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران فرسایش خاک است و آگاهی از میزان آن، نقش مهمی در مدیریت حفاظت خاک دارد (صوفی و امامی، ۱۳۹۶). به منظور جلوگیری از فرسایش خاک، عملیات مختلفی مثل ایجاد بندهای خاکی، مهار آب‌های سطحی و عملیات بیولوژیکی انجام می‌گیرد (رئوفی و همکاران، ۱۳۸۳). ارزیابی نتیجه اقدامات انجام شده در بحث کنترل فرسایش، اهمیت زیادی در انتخاب اقدامات حفاظتی موثر دارد. یکی از شاخص‌های مهم برای نشان دادن تاثیر عملیات حفاظت خاک روی فرسایش خاک شاخص فرسایش‌پذیری خاک (K) است. K حساسیت ذاتی خاک به فرسایش و سهولت جدا شدن ذرات خاک بر اثر انرژی جنبشی قطرات باران و جابه‌جایی آن به وسیله نیروی رواناب را نشان می‌دهد (Veihe, 2002). روش‌های سنتی برای تعیین K زمان‌بر و پرهزینه می‌باشند (عباس‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). یکی از روش‌های برطرف کردن این مشکل استفاده از روش‌های نقشه‌برداری رقومی خاک (DSM) می‌باشد. پایه و اساس نقشه‌برداری رقومی خاک مبتنی بر معادله اسکورپن (*scorpan*) است که در آن ویژگی‌های خاک با یک سری متغیرهای محیطی ارتباط داده می‌شود (McBratney et al., 2003). اساس مدل بر این پایه است که در هر موقعیت مشاهده خاک، یک سری متغیرهای محیطی وجود دارد که همبستگی بالایی با خصوصیات یا کلاس‌های خاک دارند که یافتن این ارتباط و پیش‌بینی ویژگی‌های خاک در نقاط نمونه‌برداری نشده، منجر به تهیه نقشه رقومی و پیوسته خاک می‌شود. به طور کلی مطالعات زیادی در رابطه با برآورد میزان K در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است که بیشتر بر اساس مدل‌های تجربی بوده و از تکنیک‌های نقشه‌برداری رقومی کمتر استفاده گردیده است (Rahman et al., 2009؛ نجابت، ۱۳۸۱؛ حاجی قلی‌زاده، ۱۳۸۴؛ موسوی نژاد و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به بررسی به عمل آمده، تعیین K به روش نقشه‌برداری رقومی و تأثیر عملیات حفاظتی روی آن در ایران و استان خوزستان کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. لذا این تحقیق با هدف بررسی تاثیر عملیات حفاظت خاک روی K و تغییرات مکانی آن با استفاده از روش‌های DSM و روش‌های آماری در منطقه چاه‌ماری بهبهان در استان خوزستان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

* ایمیل نویسنده مسئول: amirian.ar@lu.ac.ir

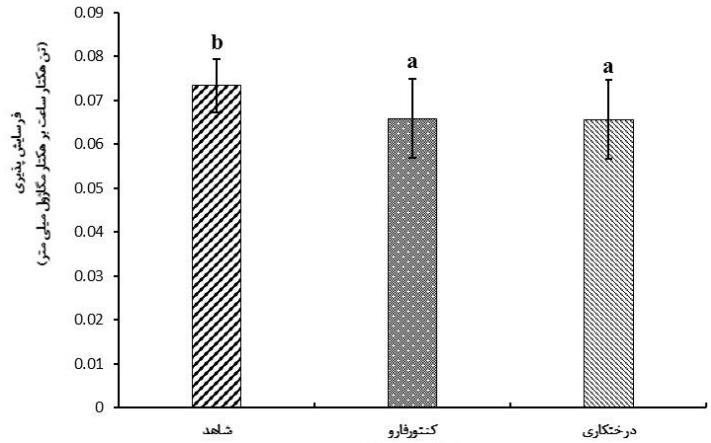
حوضه آبخیز چاه‌ماری در استان خوزستان در فاصله ۱۵ کیلومتری غرب شهر بهبهان قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه، دارای هوای گرم و خشک و متوسط بارندگی سالانه منطقه برابر ۳۵۵/۴ میلی‌متر می‌باشد. متوسط دمای سالانه در طی دوره آماری ۲۴/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. برای انجام تحقیق بخشی از منطقه چاه‌ماری که از نظر زمین شناسی و شیب تا حد زیادی مشابه بود انتخاب گردید و طرح نمونه‌برداری بر اساس اقدامات حفاظت خاک در منطقه انجام گرفت. منطقه به دو بخش تقسیم گردید؛ یک بخش به عنوان منطقه‌ای که عملیات حفاظتی (کنتورفارو و درخت‌کاری) به مدت حدود ۱۵ سال انجام شده بود و بخش دیگر در مجاور آن بدون هیچ گونه عملیات حفاظتی به عنوان منطقه شاهد در نظر گرفته شد (شکل ۱). تعداد ۱۵۰ نمونه خاک از عمق ۵-۰ سانتی‌متری برداشته شد و فاکتور فرسایش‌پذیری خاک (K) به روش ویشمایر و اسمیت (Wischmeier and Smith, 1978) برآورد گردید. رسم نمودارها با نرم افزار Excel و تجزیه آماری با نرم افزار SPSS و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. برای مدل‌سازی مکانی شاخص K از تکنیک‌های DSM استفاده گردید. رویکرد DSM بر اساس مدل *scorpan* ارائه شده توسط McBratney و همکاران (۲۰۰۳) است. برای این منظور متغیرهای کمکی که با شاخص K دارای ارتباط بودند از دو منبع مدل رقومی ارتفاع منطقه و تصویر لندست ۸ استخراج گردیدند. برای تخمین K، متغیرهای کمکی به عنوان ورودی دو مدل شامل شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و جنگل تصادفی (RF) در نظر گرفته شدند.



شکل ۱- نوع عملیات حفاظتی اجرا شده در منطقه مورد مطالعه

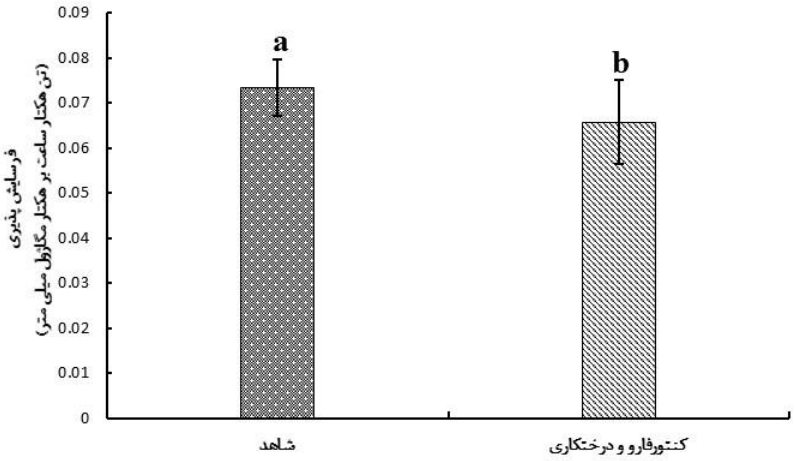
نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین‌های شاخص K با استفاده از آزمون دانکن در شکل (۲) نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد تاثیر عملیات حفاظتی درخت‌کاری و کنتورفارو روی شاخص فرسایش‌پذیری مشابه بوده و اختلاف معنی‌داری بین مقادیر K خاک‌های تحت این دو عملیات حفاظتی وجود ندارد. این نتایج همچنین بیانگر این است که فرسایش‌پذیری خاک در مناطق تحت عملیات حفاظتی به طور معنی‌داری کمتر از منطقه شاهد است.



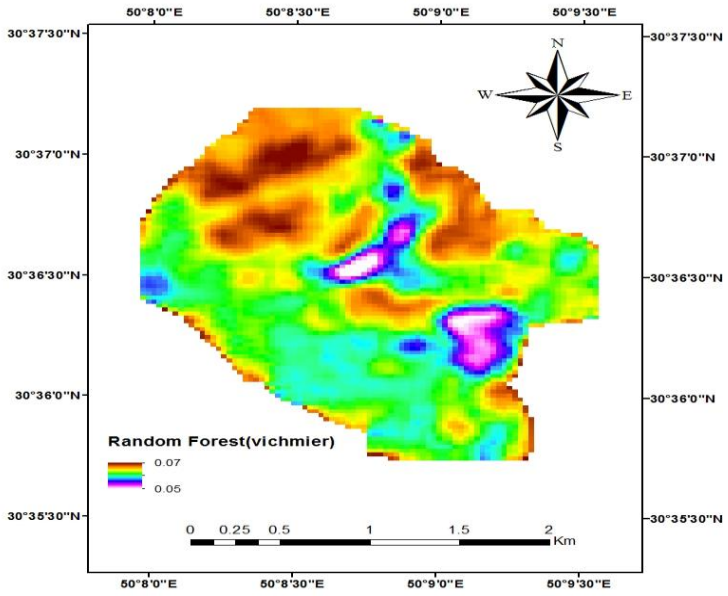
شکل ۲- مقایسه میانگین فرسایش‌پذیری در سه منطقه شاهد، درخت‌کاری وکنتورفارو با استفاده از آزمون دانکن. میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

نتایج آزمون t نشان داد بین شاخص فرسایش‌پذیری در منطقه شاهد با منطقه عملیات اصلاحی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (شکل ۳). میزان فرسایش‌پذیری در منطقه دارای عملیات حفاظتی کمتر از منطقه شاهد بود که دلیل آن تراکم بیشتر پوشش گیاهی در منطقه عملیات تحت عملیات حفاظتی نسبت به منطقه شاهد است. مطالعه مشابهی نشان دهنده تاثیر مثبت عملیات بیولوژیکی در حفاظت آب و خاک و کاهش فرسایش خاک است (همت‌زاده و همکاران، ۲۰۰۹). Ghodousi و همکاران (۲۰۰۶) نیز با مطالعه اثر قرق در کاهش فرسایش خاک نشان دادند که همبستگی معنی‌دار و معکوسی بین میزان پوشش گیاهی با مقدار فرسایش خاک وجود داشت. همانند نتایج تحقیق حاضر، Jeffrey (۲۰۰۵) نیز نشان داد که مقدار فرسایش خاک در منطقه عملیات حفاظتی اختلاف معنی‌داری نسبت به منطقه شاهد داشت.



شکل ۳- مقایسه میانگین فرسایش‌پذیری در منطقه شاهد و منطقه با عملیات حفاظتی

با توجه به شبیه بودن نقشه توزیع مکانی به دست آمده از دو مدل ANN و RF، فقط نقشه حاصل از مدل RF که کارآیی بیشتری داشت ارائه گردیده است (شکل ۴).کمترین مقدار فرسایش‌پذیری در منطقه با عملیات حفاظتی به دلیل برخورداری از پوشش گیاهی بیشتر می‌باشد. بیشترین میزان فرسایش‌پذیری مربوط به منطقه شاهد می‌باشد که دلیل آن ضعیف بودن پوشش گیاهی در این بخش است. همبستگی متغیرهای کمکی از جمله NDVI، MRVBF ، SAVI و شیب با شاخص فرسایش‌پذیری، بیانگر کارآیی این متغیرها در تخمین K بود. به عنوان مثال با افزایش شاخص NDVI که شاخصی از پوشش گیاهی است، میزان رواناب کاهش و ماده آلی افزایش و در نتیجه فرسایش‌پذیری خاک کاهش می‌یابد. Marchetti et al. (2012) بیان داشتند خاک‌هایی که ماده آلی کمتری دارند و تراکم پوشش گیاهی آنها کمتر است مقاومت کمتری در مقابل فرسایش دارند.



شکل ۴ نقشه توزیع مکانی فرسایش‌پذیری خاک به دست آمده از متغیرهای محیطی با استفاده از مدل جنگل تصادفی

نتایج مقایسه کارآیی مدل‌های RF و ANN در جدول (۱) آمده است. نتایج نشان می‌دهد که مدل RF کارآیی بهتری نسبت به مدل ANN در تخمین شاخص K دارد. رابطه رگرسیونی بین داده‌های اندازه‌گیری شده و داده‌های پیش‌بینی شده با استفاده از مدل‌های ANN و RF نیز تایید کننده کارآیی بالاتر مدل RF در تخمین K است. ضریب تبیین بالاتر نشان می‌دهد که در مدل رگرسیونی مقادیر مشاهده شده به خط برازش شده نزدیک‌تر هستند.

جدول ۱– مقایسه کارآیی مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی و جنگل تصادفی در پیش‌بینی شاخص فرسایش‌پذیری

مدل	R^2	RMSE	ME
شبکه عصبی مصنوعی	0.60	0.004	0.0002
جنگل تصادفی	0.76	0.000009	-0.00043

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر از مدل‌های ANN و RF به منظور بررسی تغییرات مکانی فرسایش‌پذیری خاک در منطقه چاه‌ماری بهبهان استفاده شد. همچنین تأثیر عملیات کنترل فرسایش خاک شامل درخت‌کاری و کنتورفارو روی فرسایش‌پذیری بررسی گردید. نتایج نشان داد این دو مدل دارای عملکرد نسبتاً بالا و دقت نزدیک به هم برای پیش‌بینی فرسایش‌پذیری خاک بودند. این نتایج بیانگر مناسب بودن رویکرد نقشه برداری‌رقومی در استفاده از داده‌های محیطی برای تخمین K است. همچنین نتایج نشان داد عملیات کنترل فرسایش تاثیر معنی‌داری در کاهش حساسیت خاک به فرسایش داشتند که نشان دهنده اثربخش بودن اقدامات حفاظتی انجام شده در منطقه است. نقشه‌های به دست آمده از روش نقشه‌برداری رقومی قادر به توصیف مناسب تغییرات مکانی شاخص K و چگونگی ارتباط مکانی آن با سایر ویژگی‌های خاک بود.

منابع

حاجی قلیزاده، م. ۱۳۸۴. بررسی قابلیت استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا در تشخیص برخی اشکال فرسایش. مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب.تهران، ۹-۶ شهریور ۱۳۸۴، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.

رئوفی، م.، رفاهی، ن.، جلالی، و.، و سرمدیان، ف. ۱۳۸۳. بررسی کارائی روش‌های پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای به منظور تهیه نقشه و شناسایی فرسایش خاک. مجله علوم کشاورزی ایران: ج ۳۵، ش۴، ص ۷۹۷-۸۰۷.

صوفی، م.ب. و امامی، ح. ۱۳۹۶. ارزیابی فرسایش‌پذیری خاک در حوضه سد طرق مشهد. پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۳، ۲۵-۳۸.

عباس زاده، ف.، ایوبی، ش.ا. و جعفری، ا. ۱۳۹۶. نقشه برداری رقومی کلاس‌های خاک با استفاده از نقشه خاک قدیمی در منطقه خشک جنوب شرق ایران. نشریه علوم آب و خاک، ش ۱، ص ۲۳۹-۲۵۳.

موسوی نژاد، ه.، حبشی، ه.، کیانی، ف.، شتایی، ش. و عبدی، ا. ۱۳۹۶. ارزیابی وضعیت فرسایش خاک در حوزه آبخیز چهل چای، استان گلستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای SPOT. نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل : ج ۲۴، ش ۲، ص ۷۳-۸۶.

نجابت، م. ۱۳۸۱. امکان سنجی پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای به منظور شناسایی و تهیه نقشه فرسایش سطحی خاک در استان فارس. اولین کارگاه آموزشی طرح‌های فناوری‌های نوین (GIS-RS) در حفاظت خاک. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱ و ۲ بهمن ۱۳۸۱.

Ghodousi, J., Tavakoli, M., Khalkhali, S. A. and Soltani, M. J. 2006. Assessing effect of rangeland exclusion on control and reduction of soil erosion rate and sediment yield. Pajouhesh & Sazandegi, 73, 136-14.

Jeffrey, j.y., 2005. Effect of grazing exclusion on rangeland vegetation and soils. East central Idaho. Western North American Naturalist, 65, 91-102.

Marchetti, A., Piccini, C., Francaviglia, R. and Mabit, L. 2012. Spatial distribution of soil organic matter using geostatistics: A key indicator to assess soil degradation status in central Italy. Pedosphere, 22, 230-242.

McBratney, A.B., Santos, M.L.M. and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. Geoderma, 117, 3-52.

Rahman, R., Shi, Z.H. and Chongfa, C. 2009. Soil erosion hazard evaluation –An integrated use of remote sensing, GIS and statistical approaches with biophysical parameters towards management strategies. Ecological Modeling. 220, 1724-1734.

Veihe, A. 2002. The spatial verifiability of erodibility its relation to soil types (a study from northern Ghana). Geoderma, 106, 101-120.

Wischmeier, W.H. and Smith, B.D. 1978. Prediction Rainfall Erosion Losses. A Guide for Conservation Planning Agriculture. USDA Agriculture Handbook.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometry and Soil Evaluation

Digital mapping of soil erodibility under soil conservation practices in Behbahan region

Jahandide[1], M., Amirian-chakan[2,3†], A., Faraji[3], M. Jafarizadeh[4], M.

[1] M. Sc. Student, Range & Watershed Department, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Iran

[2] Assistant Prof., Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran

[3] Assistant Prof., Range & Watershed Department, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Iran

[4] Senior Expert, Range & Watershed Department, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Iran

Abstract

Soil erosion is a land degradation process especially in arid and semi-arid regions. To control soil erosion, several conservation practices are conducted. To assess the effects of these practices, studying and modeling soil erodibility factor (K) is an appropriate approach. This study was conducted in two sites in Chahmari region, Kuzestan province. At one site, afforesting and contour furrowing were conducted and the other site without any controlling conservation practices was considered as control. In total, 150 soil samples were collected from the 0-5 cm layer and K were estimated with Wischmeier and Smith method. For the spatial modelling of K, environmental covariates were derived from a Landsat 8 image and a digital elevation model. A random forest (RF) and an artificial neural network (ANN) model were employed to estimate K. Model validation showed that both RF and ANN models resulted in accurate estimates of K. In addition, results indicated a significant difference between two sites in terms of K values. In general, results indicated high performance of DSM techniques in spatial mapping of K, hence they can be used for spatial modeling of K in similar regions. Also results revealed that soil conservation methods could be recommended to reduce soil erodibility.

Keywords: Digital soil mapping, soil erosion, spatial modelling

† Corresponding author, Email: amirian.ar@lu.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک

مدلسازی مکانی پایداری خاکدانه‌ها در مناطق تحت عملیات کنترل فرسایش خاک

منیژه رضوی حسین آباد[۱]، علیرضا امیریان چکان[۲،۳*]، محمد فرجی[۳]، جمال موسوی[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

[۳] استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان

[۴] کارشناس اداره کل منابع طبیعی خوزستان

چکیده

برای بررسی اثرات اقدامات کنترل فرسایش خاک، میانگین وزنی خاکدانه ها (MWD) در دو سایت مجاور هم در استان خوزستان مدلسازی و پهنه‌بندی گردید. در یک سایت عملیات درختکاری انجام شده بود و سایت دیگر بدون هیچ اقدام حفاظتی به عنوان شاهد انتخاب گردید. تعداد ۱۵۰ نمونه از لایه سطحی (۵-۰ سانتی‌متری) برداشته شد و MWD به دو روش الک خشک و تر (MWD_d وMWD_w) اندازه‌گیری شد. متغیرهای محیطی به دست آمده از مدل رقومی ارتفاع و تصویر لندست ۸ به عنوان ورودی دو مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANNs) و درخت تصمیم (DT) برای مدلسازی MWD مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج بیانگر اختلاف معنی‌دار بین MWD_d در دو سایت و عدم اختلاف بین مقادیر MWD_w بود. آنالیزهمبستگی بیانگر وجود همبستگی بین MWD_w و برخی داده‌های سنجش از دور ولی عدم وجود همبستگی آن با عوارض سرزمین بود. هر دو مدل کارآیی خوبی در مدلسازی MWD_w داشتند ولی در تخمین MWD_d مدل ANN (RMSE=0.7) بهتر از مدل RT (RMSE=0.79) بود. به طور کلی نتایج نشان داد عملیات کنترل فرسایش تاثیر معنی‌داری در خاکدانه‌های پایدار در آب نداشت. همچنین یافته ها بیانگر کارآیی خوب روشهای نقشه-برداری رقومی خاک در مدلسازی MWD بودند.

کلمات کلیدی: فرسایش خاک، مدلسازی مکانی، نقشه‌برداری رقومی خاک، یادگیری ماشین

مقدمه

یکی از مسائل و مشکلات جدی حوزه‌های آبخیز ایران فرسایش خاک است(Schwab et al., 1993). از جمله اثرات منفی فرسایش خاک می‌توان از بین رفتن زمین‌های کشاورزی، کاهش حاصلخیزی خاک، پیشروی بیابان و تغییر کاربری اراضی را نام برد (Denis et al., 2014). اقدامات مختلفی برای کنترل فرسایش خاک انجام می‌شود که اطلاع از نتیجه و کارآیی این اقدامات اهمیت زیادی در کنترل بهتر فرسایش دارد. یکی از معیارهای مهم برای نشان دادن حساسیت خاکها به فرسایش و مشخص نمودن میزان تاثیر اقدامات حفاظت خاک، پایداری خاکدانه‌ها است.

پایداری خاکدانه‌ها به توانایی خاکدانه‌ها در حفظ ساختار و اندازه خود در مواجهه با تنش‌های مکانیکی گفته می‌شود (Bronick and Lal, 2005). با توجه به اهمیت پایداری خاکدانه‌ها، این عامل بطور فزاینده‌ای در بررسی‌ها و مطالعات فرسایش خاک استفاده می‌گردد که نیازمند داده‌های مکانی و پیوسته از نمونه خاک‌های مختلف می‌باشد. روش‌های سنتی برای اندازه‌گیری پایداری خاکدانه‌ها بسیار وقت گیر و هزینه بر می‌باشد و اغلب با خطا همراه است (اصغری،۱۳۹۳) و نیاز به بررسی‌های مستمر صحرایی و آنالیزهای آزمایشگاهی دارند (Vermeulen and Van Niekerk., 2017). نقشه‌برداری رقومی خاک رویکرد مناسبی برای برطرف کردن این مشکلات درنقشه‌های سنتی خاک می‌باشدکه براساس معادله اسکورپن ابداع شده است (Mcbratney et al., 2003). در این رویکرد ویژگی‌های خاک براساس همبستگی آنها با داده‌های کمکی به دست آمده از منابعی مانند تصاویر ماهواره-ای و مدل رقومی ارتفاع با استفاده از مدل‌های تجربی به صورت کمی تخمین زده می‌شوند (Jenny, 1941).

با توجه به اینکه بررسی تأثیر عملیات کنترل فرسایش خاک، تغییرات مکانی روی پایداری خاکدانه‌ها با استفاده از نقشه‌برداری رقومی در ایران و خوزستان کمتر مورد بررسی قرار گرفته است و با توجه به حساسیت خاک‌های خوزستان به دلیل شرایط اقلیمی و زمین‌شناسی آن در این تحقیق از روش‌های نقشه‌برداری رقومی خاک بهره گرفته شده است.

* ایمیل نویسنده مسئول: amirian.ar@lu.ac.ir

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه به نام چاه ماری در فاصله ۱۵ کیلومتری غرب بهبهان در استان خوزستان قرار گرفته است. در منطقه مورد نظر عملیات کنترل فرسایش خاک شامل درختکاری و کنتور فارو توسط اداره منابع طبیعی شهر بهبهان انجام گرفته است. در کنار این منطقه منطقه ای به مشخصات مشابه ولی بدون عملیات کنترل فرسایش به عنوان شاهد انتخاب گردید. از هر دو محدوده تعداد ۱۵۰ نمونه خاک دست نخورده از لایه سطحی (صفر تا پنج سانتی‌متری) برداشته شد. پایداری خاکدانه ها به دو روش الک خشک و الک تر تعیین گردید. برای تعیین پایداری خاکدانه‌ها به روش الک تر از روش پیشنهاد شده توسط Chaplot and Cooper (۲۰۱۵) استفاده شد. برای این کار کل نمونه خاک از الک ۵ میلی‌متررد گردید. از خاک‌های باقیمانده روی الک ۲ میلی متری مقدار ۱۰ گرم خاک برداشته شد و روی سری الک‌ها با قطرهای۰/۴۲، ۰/۸۴، ۲، ۴/۷۵ ریخته شد. نمونه خاکدانه ها به مدت ده دقیقه از زیر با آب اشباع شد و پس از آن الکها به مدت ۵ دقیقه با شیکر به صورت عمودی درون ظرف آب حرکت داده شدند. بعد از این مرحله خاکدانه های روی هر الک جمع آوری و پس از خشک شدن در آون وزن خشک خاکدانه های روی هر الک تعیین شد. برای تعیین پایداری خاکدانه‌ها در حالت خشک هر نمونه خاک روی سری الک‌هایی با قطرهای۴/۷۵، ۲، ۰/۸۴ و ۰/۴۲ میلی‌متر ریخته شد و نمونه‌ها توسط دستگاه شیکر به مدت ۵ دقیقه الک گردید. سپس وزن خاکدانه‌های روی هر الک تعیین گردید. در نهایت با استفاده از رابطه ۱ میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها برای هر دو روش الک‌تر و خشک (به ترتیب MWD_w و MWD_d) به دست آمد.

$$MWD=\sum(X_i \times W_i) /100 \quad (1)$$

در این رابطه X میانگین قطر خاکدانه‌های باقی‌مانده بر روی هر الک، Wi نسبت وزن خاکدانه‌های روی هر الک به وزن کل خاک، و n تعداد الک‌ها است. بر اساس مدل *scorpan* ارائه شده توسط McBratney و همکاران (۲۰۰۳)، از متغیرهای محیطی که با MWD ارتباط داشتند و از از مدل رقومی ارتفاع و تصویر لندست ۸ استخراج شده بودند برای مدلسازی MWD استفاده شد. دو مدل درخت تصمیم (DT) و شبکه های عصبی مصنوعی (ANN) برای تخمین MWD بر اساس متغیرهای محیطی استفاده گردید.

نتایج و بحث

جدول (۱) پارامترهای آماری مربوط به شاخص پایداری خاکدانه‌ها را نشان می‌دهد. میانگینMWD_w، ۱/۰۰۹ میلی متر، دامنه تغییرات آن ۰/۴۰- ۱/۶۷ میلی متر، چولگی آن ۰/۵۳۴-، انحراف معیار آن ۰/۲۴ و ضریب تغییرات آن ۲۳۷/ ۰ میلی متر می‌باشد. میانگین MWD_d، ۵/۴۶ میلی‌متر، دامنه تغییرات آن ۱/۲۲- ۸/۵۵، ضریب چولگی آن ۳۵۴/-، انحراف معیار آن ۱/۴۱ و ضریب تغییرات آن ۰/۲۵۸ میلی متر می‌باشد.

جدول ۱- پارامترهای آماری مربوط به شاخص پایداری خاکدانه‌ها

ویژگی	ضریب تغییرات	انحراف معیار	چولگی	میانگین	حداکثر	حداقل
MWD_w	۰/۲۳	۰/۲۴	-/۵۳۴	۱/۰۰۹	۱/۶۷	۰/۴۰
MWD_d	۰/۲۵	۱/۴۱	-/۳۵۴	۵/۴۶	۸/۵۵	۱/۲۲

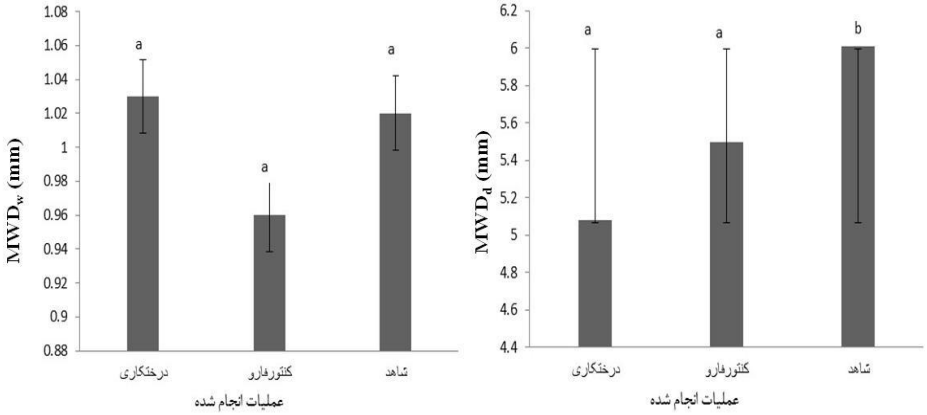
ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص پایداری خاکدانه‌ها با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول (۲) نشان داده شده است. MWD_w دارای همبستگی منفی با شن‌ریز، رس، آهک، pH و EC و با ماده آلی، سیلت، سیلت+شن‌ریز و نفوذپذیری همبستگی مثبت و معنی‌داری است. MWD_d در حالت خشک، دارای هم‌بستگی مثبت با شن‌ریز، رس، شن، سیلت، ماده‌آلی، نفوذپذیری، سیلت+شن‌ریز و EC و همبستگی منفی با pH و آهک است. نتایج بیانگر آن است که نسبت به ویژگی‌های فیزیکی، خواص شیمیایی تأثیر کمتری بر پایداری خاکدانه‌ها داشته‌اند. محمودآبادی و احمدبیگی (۱۳۹۰) در بررسی خود نشان دادند که نسبت به خصوصیات فیزیکی، ویژگی شیمیایی تأثیر کمتری بر درصد خاکدانه‌های پایدار در دو حالت MWD_d و MWD_w داشته است. در این بین ماده‌آلی به عنوان مهم‌ترین وتنها ویژگی از خواص شیمیایی است که بر پایداری خاکدانه‌ها موثر بود. حاج‌عباسی و همکاران، (۱۳۸۶) هم‌بستگی معنی‌داری بین ماده آلی و پایداری خاکدانه‌ها به دست آورند. Quirk and Murray (1991) دریافتند که ماده آلی با ایجاد پوششی آب گریز در پیرامون خاکدانه‌ها باعث افزایش مقاومت آن‌ها در برابر تنش ناشی از خیس شدن می‌شود.

جدول ۲- ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص پایداری خاکدانه‌ها و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

	شن	رس	آهک	ماده‌آلی	سیلت	نفوذپذیری	سیلت+شن‌ریز	pH	EC
MWD_w	/۱۷۹*	-/۲۸۷	/۱۴۱	/۲۷۴**	/۲۶۹**	/۲۸۰**	/۱۹۴*	/۰۱۸	-/۰۴۶
MWD_d	/۴۱۹**	-/۳۶۲**	/۰۸۱	/۲۳۳**	-/۲۹۴**	/۲۲۹**	/۲۲۷**	-/۰۲۷	-/۲۶۱**

* و ** معنی داری به ترتیب در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

مقایسه میانگین‌های به دست آمده از آزمون دانکن نشان داد بین مقادیر MWD_w اختلاف معنی‌داری در منطقه شاهد، درختکاری و کنتورفارو وجود ندارد ولی بین مقادیر MWD_d در منطقه شاهد، درختکاری و کنتور فارو اختلاف معنی‌داری وجود دارد (شکل۱). عدم اختلاف در MWD_w می تواند ناشی از پایداری کم خاکدانه ها در آب باشد که این می تواند ناشی از پایین بودن ماده آلی در هر دو منطقه و تاثیر کم عملیات اصلاحی روی پایداری خاکدانه ها باشد. ولی بالا بودن MWD_d در منطقه شاهد و اختلاف معنی‌دار آن با دو منطقه دیگر می تواند ناشی از خشک و توده ای بودن خاک در منطقه شاهد و تخریب کمتر خاک در اثر تردد دامها و انسان در منطقه شاهد باشد. یوسفی‌فر و همکاران (۱۳۸۵) نشان دادند که مقدار MWD_w در چهار کاربری شامل مرتع با پوشش گیاهی ضعیف، دیم‌زار، خوب، دیم‌زار رها شده تفاوت معنی‌داری داشت.در بررسی انجام شده توسط مقیمی نژاد و همکاران (۱۳۹۳) نشان داده شد که عملیات اصلاحی اثرات مثبتی بر خصوصیات خاک داشته است.



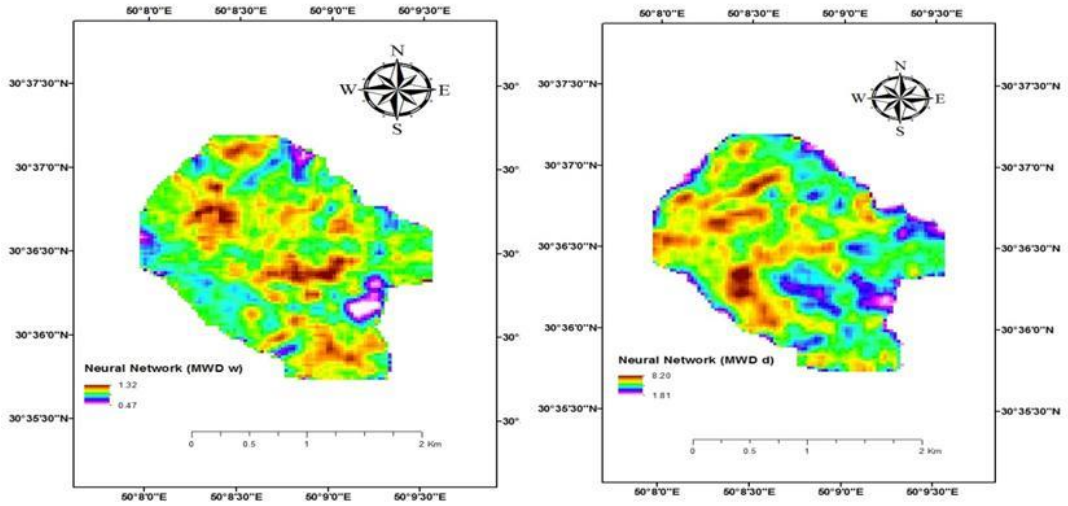
شکل ۱- مقایسه میانگین MWD_w و MWD_d در سه منطقه شاهد، درختکاری وکنتورفارو با استفاده از آزمون دانکن

به منظور اعتبارسنجی مدل‌ها اقدام به مقایسه مدل‌های مورد استفاده (شبکه عصبی مصنوعی و درخت تصمیم) براساس ریشه میانگین مربعات خطا، ضریب تبیین و میانگین خطا گردید. نتایج مقایسه مدل‌ها برای پیش‌بینی پایداری خاکدانه‌ها در جدول (۳) آمده است. هر چه آماره‌های ریشه میانگین مربعات خطا کمتر و ضریب تبیین بیشتر باشد کارایی مدل بیشتر است. نتایج این بررسی‌ها نشان می‌دهد مدل درخت تصمیم و مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی پایداری خاکدانه‌ها(MWD_w) دارای عملکرد و دقت نزدیک به هم هستند. و شبکه عصبی(MWD_d) دارای ضریب تبین بیشتری نسبت به مدل درخت می باشد. میزان(ME) منفی بود که نشان می‌دهد مدل‌ها پایداری خاکدانه‌ها را کمتر از مقدار واقعی نشان می‌دهد. مقایسه شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیونی در برآورد MWD_d نشان داد که همه مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی دارای R^2 بالاتری و RMSE پایین‌تری نسبت به مدل‌های رگرسیونی هستند. در نتیجه شبکه‌های عصبی مصنوعی درصد بیشتری از تغییرات موجود در داده‌ها را پیش‌بینی می‌کند.

جدول۳- کارآیی مدلهای شبکه های عصبی مصنوعی و درخت تصمیم در تخمین پایداری خاکدانه‌ها

مدل	پارامتر	R^2	RMSE	ME
شبکه عصبی مصنوعی	MWD_w	۰/۵۹	۰/۱۲	-۰/۰۰۰۹
درخت تصمیم		۰/۵۸	۰/۱۵	-۰/۰۰۰۰۱
شبکه عصبی مصنوعی	MWD_d	۰/۷۹	۰/۷۰	۰/۰۰۸
درخت تصمیم		۰/۶۸	۰/۷۹	-۱/۲۴

با توجه به کارآیی بیشتر مدل ANN در تخمین MWD، نقشه توزیع مکانی MWD به دست آمده از مدل ANN و متغیرهای محیطی بر اساس رویکرد نقشه برداری رقومی خاک در شکل (۲) نشان داده شده است. بر اساس این نقشه ها و بر خلاف تصور پایداری در حالت خشک در منطقه شاهد بیشتر از منطقه تحت عملیات حفاظتی می باشد که در بخش بررسی اثر عملیات اصلاحی روی پایداری خاکدانه ها (شکل ۱) به دلایل آن اشاره شد. پایداری در حالت خیس در قسمتهای مرکزی منطقه و بخش شاهد تقریبا مشابه هم است که این می تواند بیانگر پایداری کم خاکدانه ها و تاثیر کم عملیات اصلاحی روی بهبود ساختمان خاک باشد. به دلیل خشک بودن منطقه و ماده آلی کم خاکها، ماده آلی به عنوان یک عامل پیوندی در بخش تحت عملیات حفاظتی تاثیر زیادی نداشته است. با توجه به خشک بودن منطقه، برخی درختان کاشته شده یا اصلا رشد نکرده اند و یا به مقدار کمی رشد کرده اند. به همین دلیل در برخی قسمتهای منطقه فضاهای زیادی فاقد درخت یا با پوشش کم وجود دارد که خاک دارای ماده آلی کم است.



شکل ۲- نقشه توزیع مکانی پایداری خاکدانه‌ها در حالت خشک (MWD_d) و مرطوب (MWD_w) به دست آمده با استفاده از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANNs)

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که اقدامات کنترلی تاثیر معنی‌داری روی پایداری خاکدانه‌ها در حالت تر نداشت. این نتیجه نشان می دهد عملیات کنترل فرسایش در صورتی که به خوبی انجام نشود و مراقبت کافی از گیاهان و پوشش گیاهی انجام نگیرد ممکن است باعث افزایش پایداری

خاکدانه ها نشود. بر خلاف انتظار، پایداری خاکدانه‌ها در حالت خشک در منطقه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر از منطقه تحت عملیات کنترلی بود. با وجود اینکه در منطقه شاهد در حالت خشک خاکدانه‌ها درشتر هستند، ولی به دلیل پایداری خیلی که آنها در آب، مقاومت کمی به فرسایش آبی دارند. می توان گفت بالاتر بودن پایداری خاکدانه‌ها در حالت خشک الزاما دلیلی بر بالاتر بودن مقاومت خاک به فرسایش آبی نمی شود. در این بررسی برای ارتباط دادن داده‌های کمکی با پایداری خاکدانه‌ها روش های شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون درختی کارآیی نسبتا خوبی از خود نشان دادند. بنابراین، از این مدل‌ها و بر اساس تکنیک نقشه برداری رقومی خاک، می توان نقشه توزیع مکانی پایداری خاکدانه‌ها را با دقت قابل قبولی رسم نمود.

منابع

حاج عباسی، م.، ع.، بسالت‌پور، ا.، و مللی، ا. ر. ۱۳۸۶. اثر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمایی خاک‌های جنوب و جنوب‌غربی اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱(۴۲). ۵۲۵-۵۳۴.

محمودآبادی، م، و احمدبیگی، ب. ۱۳۹۰. تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بر پایداری خاکدانه در چند نوع سیستم کشت. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد ۱، ش ۲، ص ۷۹-۶۲.

مقیمی نژاد، ف.، جعفری، م.، زارع چاهوکی، م.ع.، قاسمی، آ.، و اصغر، ک. ۱۳۹۳. مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بین دو منطقه قرق و چرا شده (مطالعه موردی: نظرآباد کرج). فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۱، ۶۴۳-۶۵۰ .

یوسفی فرد، م.، ح .خادمی و.، ا .جلالیان .۱۳۸۵ . تنزل کیفیت خاک طی تغییر کاربری اراضی مرتعی منطقه چشمه علی استان چهارمحال و بختیاری . مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی،۱۴(۱).

Bronick, C. J. and Lal, R. 2005. Manuring and rotation effects on soil organic carbon concentration for different aggregate size fractions on two soils in northeastern Ohio, USA. Soil and Tillage Research, 81, 239-252.

Chaplot, V. and Cooper, M. 2015. Soil aggregate stability to predict organic carbon outputs from soils. Geoderma, 243-244, 205-213.

Jenny, H. 1941. Factors of soil formation: A system of quantitative pedology. McGraw-Hill, New York.

McBratney, A.B., Santos, M.M. and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. Geoderma, 117, 3-52.

Quirk, J.P. and Murray, R.S. 1991. Towards a model for soil structural behavior. Soil Research, 29, 829-867.

Schwab, G.O., Fangmeier, D.D., Elliot, W.J., Frevert, R.K. and Leonard, R.A. 1994. Soil and water conservation engineering. Journal of Environmental Quality, 23(2), 390.

Vermeulen, D. and Van Niekerk, A. 2017. Machine learning performance for predicting soil salinity using different combination of geomorphometric covariates. Geoderma, 299, 1-12.

Topic for submission: Pedometry and Soil Evaluation

Spatial modelling of soil aggregate stability in areas under erosion controlling measures

Razavi Hossein Abad[1], M., Amirian-Chakan[*2, 3], A., Faraji[3], M., Musavioun[4], J.

[1] M. Sc. Student, Faculty of Natural Resources Iran, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran
[3] Assistant Prof., Faculty of Natural Resources Iran, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Iran
[4] Senior Expert, Natural Resources Headquarter, Khuzestan, Iran

Abstract

To assess the effects of controlling measures on soil erosion, mean weight diameter of aggregates (MWD) was modeled and mapped in two adjacent sites in Kuzestan province. At one site afforestation were conducted to control soil erosion, whereas the other site with no controlling measures was considered as control. In total, 150 soil samples were collected from the surface layer (0-5 cm) and MWD were measured using dry and wet sieving (MWD_d and MWD_w, respectively). Environmental covariates derived from a Landsat 8 image and a digital elevation model (DEM) were used as inputs of two models including artificial neural networks (ANN) and regression trees (RT) to model and map MWD. Results indicated a significant difference between MWD_d in two sites, but no significant difference was found between MWD_w. Correlation analysis revealed no correlation between MWD_w and all terrain attributes, whereas a significant correlation was found for some remotely sensed covariates. ANN and TR had good accuracy in predicting MWD_w, but in predicting MWD_d, ANN (RMSE=0.7) was superior to RT (RMSE=0.79). In general, the finding indicated controlling measures had no significant effect on water stable aggregates. Also results showed good performance of DSM techniques in predicting and spatial mapping of MWD.

Keywords: Digital soil mapping, machine learning, soil erosion, spatial modeling.

[*] Corresponding author, Email: amirian.ar@lu.ac.ir

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک

بررسی کارایی روش جنگل تصادفی به منظور نقشه برداری رقومی ذرات خاک

مهین خسروی*[۱]،علی‌اصغر ذوالفقاری[۲]، محمدرضا یزدانی[۳]

[۱] دانشجوی دکتری گروه مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان

[۲] استادیار گروه مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان

[۳] دانشیار گروه مناطق خشک، دانشکده کویر شناسی، دانشگاه سمنان

چکیده

دانستن نحوه توزیع فضایی ذرات بافت خاک برای مدیریت زمین ، مدیریت منابع ، اجرای برنامه ها و مدل سازیها ضروری است. هدف اصلی این تحقیق، پیش بینی فضایی ذرات بافت خاک مانند رس، شن و سیلت با استفاده از نقشه برداری رقومی خاک در منطقه سمنان است. برای رسیدن به این هدف، مجموع ۸۴ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی متر جمع آوری شد. متغییرهای محیطی ازتصاویر ماهواره ای لندست سنجندهOLI استخراج گردید. جنگل تصادفی (RF) جهت ارتباط میان متغییرمحیطی و ذرات بافت خاک استفاده شد. مدل کالیبره شده با اعتبار سنجی متقابل ۱۰ برابر شد. همچنین، ریشه مربعات خطای (RMSE) و ضریب تعیین (R^2) برای تعیین عملکرد مدل استفاده شد. مطابق با نتایج RMSE و R^2، مدل RF با مقادیر (۱۵/۶۰، ۰/۳۱) برای شن خاک، (۸/۳۰، ۰/۲۸) رس خاک و (۹/۳۴، ۰/۳۳) برای سیلت خاک موجب پیش بینی شن، رس وسیلت خاک شد نتایج نشان داد که الگوهای فضایی رس و سیلت مشابه بودند، اما الگوی فضایی شن منحصربفرد بود. همچنین، نتایج نشان داد. مهمترین متغییرهای محیطی برای پیش بینی ذرات بافت خاک باند ۱۰ بود.

کلمات کلیدی: بافت خاک، توزیع فضایی، داده کاوی، نقشه رقومی.

مقدمه

نقشه های رقومی خاک به طور گسترده ای برای ارزیابی توزیع فضایی ذرات بافت خاک در مناطق مختلف (Taghizadeh-Mehrjardi و همکاران، ۲۰۱۶) ضروری هستند. بافت خاک یکی از مهمترین خصوصیات خاک است که به عنوان درصد نسبی مقادیر رس، شن و سیلت تعریف می شود. بافت خاک عامل مهم و تاثیرگذار بر رفتار فیزیکی وشمیایی خاک از قبیل توان نگه داری آب، ظرفیت تبادل کاتیونی، حاصلخیزی و باروری خاک و زهکشی خاک است(Rawls, et al. 2009) تکنیک های نقشه برداری سنتی عمدتا به بررسی های مبتنی بر خصوصیات خاک همچون بافت خاک متکی هستند و به ندرت اطلاعات مربوط به توزیع فضایی ذرات بافت خاک را بر اساس قدرت تفکیک ارائه می دهد (McBratney, et al. 2003). علاوه بر این، نقشه برداری از تغییرات فضای خاک با روشهای معمول وقت گیر و گران است (Forkuor et al. 2017). بنابراین، لازم است از روش ها و مدل های قوی برای پیش بینی تغییرات فضای خاک استفاده شود. در سال های اخیر، روش های نقشه برداری رقومی برای نشان دادن خواص خاک با استفاده از متغیرهای محیطی توسط Taghizadeh-Mehrjardi و همکاران، ۲۰۱۶؛ Forkuor et al. 2017به کار گرفته شده است. تکنیک های مدل سازی عمدتا برای تشخیص روابط بین خصوصیات ذرات خاک و متغییرهای محیطی به کار گرفته می شوند. تکنیک های مدل سازی متعددی برای نشان دادن ارتباط متغیرهای محیطی و خواص خاک از طریق چارچوب نقشه های رقومی پیشنهاد شده است به عنوان مثال(Pahlavan-Rad and Akbarimoghaddam, 2018) از مدل جنگل های تصادفی برای بررسی رابطه بین خواص خاک و متغییرهای محیطی استفاده کردند. از انجایی که بخش بزرگی از کشور دارای اکوسیستم شکننده می باشند لذا پیش بینی پراکنش بافت خاک جهت مدیریت صحیح اراضی ضروری به نظر می رسد .

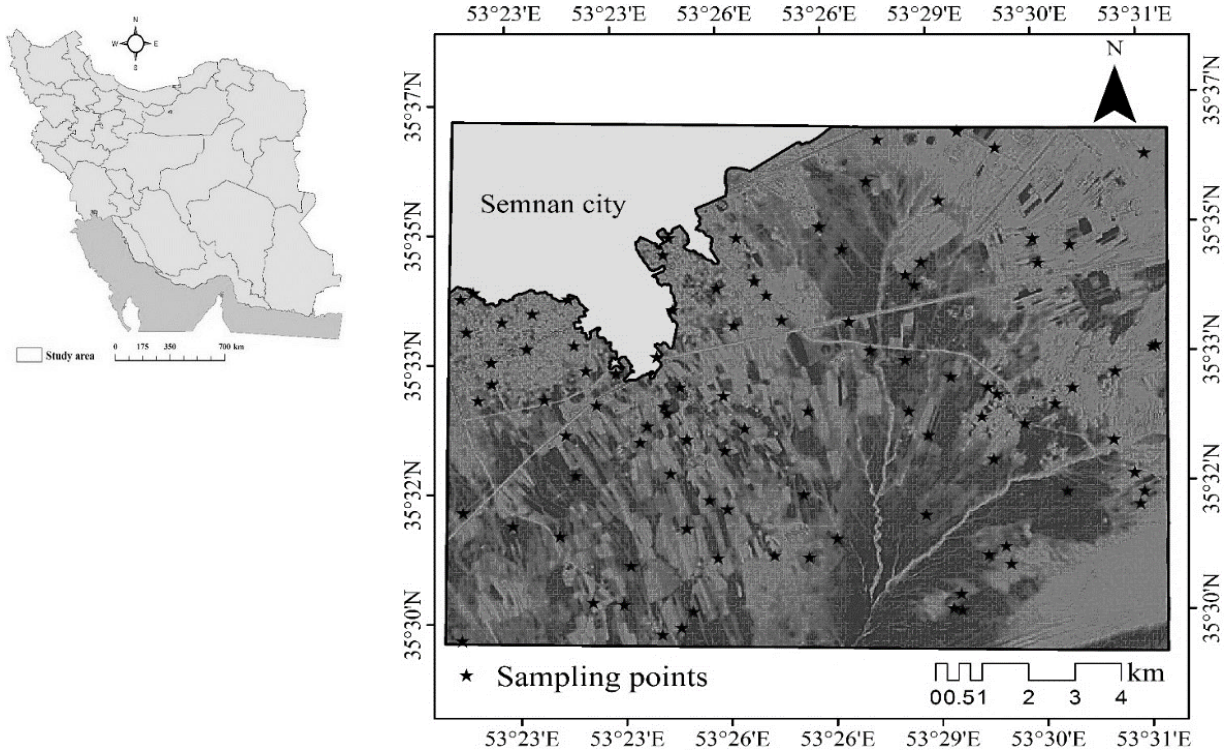
هدف اصلی از انجام این مطالعه، تعیین پراکنش فضایی ذرات بافت خاک و تهیه نقشه های رقومی هریک از ذرات خاک با استفاده از مدل داده کاوی RF در منطقه سمنان است. اهداف دیگر این مطالعه، تعیین موثرترین متغییر محیطی در توزیع فضایی ذرات بافت خاک به منظور تفسیر متغییرها و اثرآنها در دقت روش داده کاوی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و تعیین نقاط نمونه برداری

ایمیل نویسنده مسئول * ma.khosravi@semnan.ac.ir

منطقه مورد مطالعه در استان سمنان واقع و وسعتی برابر با ۱۶۶۳۰ هکتار از اراضی دشت سمنان را شامل می‌شود. شکل(۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را در استان سمنان نشان می‌دهد. کاربری منطقه در اراضی کشاورزی عمدتاً گندم‌زار است که به‌صورت آبی کشت می‌شود همچنین در عرصه منابع طبیعی نیز کاربری منطقه مراتع با پوشش ضعیف می باشند. میانگین دما و بارندگی سالانه منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۱۸/۵ درجه سلسیوس و ۱۳۸ میلی‌متر است.



شکل ۱. موقعیت منطقه موردمطالعه و توزیع نقاط نمونه‌برداری با استفاده از روش مربع لاتین مشروط

در این مطالعه برای تعیین نقاط نمونه‌برداری از روش مربع لاتین مشروط[1] استفاده شد. برای اجرا و تعیین نقاط نمونه‌برداری با استفاده از این روش احتیاج به متغییر های محیطی است. این متغیرهای محیطی می‌توانند از تصاویر ماهواره ای استخراج شوند. در این مطالعه باندها تصویر ماهواره ای لندست ۸ که بیشترین ارتباط را به توزیع ذرات خاک داشتند، به عنوان متغیرهای محیطی در تعیین نقاط نمونه برداری با استفاده از مربع لاتین مشروط استفاده شد. لذا در این مطالعه از خصوصیات مذکور به عنوان ورودی های روش مربع لاتین مشروط استفاده شد. در نهایت با استفاده از روش مذکور تعداد ۸۴ نقطه انتخاب و نمونه‌برداری از عمق ۰-۲۰ سانتی‌متر خاک انجام شد. از روش هیدرومتر برای تعیین بافت خاک استفاده شد.

متغییرهای محیطی و انتخاب داده ها

در این مطالعه، برای توسعه مدل های کمی فضایی، داده های از راه دور (RS) به عنوان پیش بینی کننده در نظر گرفته شدند. داده های RS از صحنه های بدون ابر تصویر Landsat 8 OLI در ماه مه ۲۰۱۵ به دست آوردند که از سرور ناسا آزادانه به دست می آیند. زنجیره متغییرهای محیطی شامل سه بانده مرئی (۲، ۳ و ۴ باند)، مادون قرمز نزدیک (۵ باند)، مادون قرمز کوتاه (۶ و ۷ باند)، مادون قرمزبلند (۱۰ باند) با وضوح فضایی ۳۰ متر به ۳۰ متر می رسد. در نهایت، ۷ترکیب متغییر محیطی از تصاویر OLI بدست آمد.

روش داده کاوی

[1] - Modified Latin hypercube

برای داده کاوی داده ها در این مطالعه از جنگل تصادفی (RF) برای نقشه برداری رقومی باقت خاک استفاده شد. جنگل تصادفی (RF) یک مدل یادگیری گروهی است که شامل مجموعه ای از درخت های تصمیم گیری یا رگرسیونی است و براساس بهینه سازی نتایج عمل می کند. هر درخت رگرسیون بر اساس نمونه های بوت استرپ از داده ها ساخته می شود (Hastie, et al. 2009). برای انتخاب متغییرهای مهم محیطی، ضریب همبستگی پیرسون بین متغییرهای محیطی و ذرات بافت خاک محاسبه شد. اندازه گیری حساسیت متغیرها از موضوعات بسیار مهم در مدل های داده کاوی است (Genuer et al. 2010). با استفاده از آنالیز حساسیت موثرترین متغیرها برای مدل محاسبه شد (Nauman & Thompson, 2014). همچنین برای تفسیر متغییرها و اثرآنها در دقت مدل کاربرد دارد(Genuer, et al. 2010). در این مطالعه تمام مدل سازی و اهمیت متغییر با استفاده از بسته "Caret" در R 3.5.0) Rore Development Team) و RStudio (نسخه ۱,۱۴۵۳) انجام شد. جهت ارزیابی روش‌های مختلف میان‌یابی ذرات بافت خاک از آماره‌های ضریب تبیین۲ (r^2)، میانگین اریبی خطا (MAE۳) و ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE۴) استفاده می‌گردد که روابط ریاضی آن‌ها به شکل زیر است.

$$r^2 = \frac{[\sum_{i=1}^{n}(Q_i - \bar{Q}_i)(P_i - \bar{P}_i)]^2}{\sum_{i=1}^{n}(Q_i - \bar{Q}_i)^2 \sum_{i=1}^{n}(P_i - \bar{P}_i)^2} \quad \text{رابطه(1)}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(P_i - Q_i)^2}{n}} \quad \text{رابطه(2)}$$

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|P_i - Q_i| \quad \text{رابطه(3)}$$

Pi وOi به ترتیب مقادیر مشاهداتی و تخمین زده شده و n تعداد داده ها می باشد. آماره های(۲و۳) (MAE و RMSE) هر چه به صفر نزدیک‌تر باشند نشان‌دهنده دقت بیشتر است. شاخص و روش‌های درون‌یابی که دارای حداقل خطا و حداکثر ضریب تبیین است را به‌عنوان بهترین شاخص و روش درون‌یابی انتخاب گردید.

نتایج و بحث

توصیف آماری داده های اندازه گیری شده

نتایج مقادیر آماری داده های اندازه گیری شده برای ذرات خاک در جدول (۱) نشان داده شده است. مقدار رس خاک در منطقه مورد مطالعه در محدوده ی ۱ تا ۳۹ درصد، سیلت در محدوده ی ۶ تا ۸۰ درصد و شن در محدوده ی ۵ تا ۹۳ درصد متغییر بودند. ضریب تغییرات نشان داد که میزان رس و شن به ترتیب دارای کمترین و بیشترین تغییرات بودند. ضریب تغییرات رس و سیلت برابر با ۱۰ درصد و ضریب تغییرات شن در منطقه مورد مطالعه برای با ۴۶ درصد بود.

جدول (۱)مقادیر آماری داده های اندازه گیری شده برای ذرات بافت خاک

حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)	ذرات بافت خاک
۱	۳۹	۱۶/۹۷	۸/۴۱	۱۰/۱	رس
۶	۸۰	۴۴/۳۹	۱۳ / ۳۰	۱۰/۱	سیلت
۵	۹۳	۳۸/۶۳	۱۷/۹۴	۴۶	شن

[2] -Coefficient of determination

[3] - Mean Absolute Error (MAE)

[4] - Root Mean Square Error (RMSE)

بررسی همبستگی بین درصد ذرات خاک و خصوصیات باندهای تصاویر ماهواره ای

به منظور شناسایی روابط بین ذرات بافت خاک با باندها و شاخص های سنجنده OLI ماهواره لندست، همبستگی بین این ذرات و ۷ متغییر مورد مطالعه در ۸۴ نقطه، تعیین شد. نتایج نشان دادکه ضریب همبستگی شن خاک با باند ۵ منفی و معنی دار(*۰/۳۱-) بود در حالی که همبستگی بین شن و باند ۱۰ مثبت و معنی دار (*۰/۳۸) بدست آمد. این ضریب ذرات رس خاک باهیچ یک از باندها دارای رابطه معنی داری نبود. مقدار ضریب همبستگی سیلت خاک با باندهای ۵ و ۱۰ به ترتیب برابر با *۰/۳۳ و *۰/۳۶بدست آمد. همبستگی بین ذرات خاک با باندهای ۵ و۱۰ قوی و با باند ۴

ضعیف تا خیلی ضعیف مشاهده گردید(جدول۲). (Summers et al. 2011) نتایج مشابهی را برای خصوصیات خاک در محدوده مادون قرمز بدست آوردند نتایج بدست آمده نشان داد که از روی میزان انعکاس در محدوده مادون قرمز نزدیک به همبستگی بین خصوصیات خاک پی برد. هچنین، نتایج این مطالعه نشان داد که در میان ذرات خاک، مقادیر همبستگی میان ذرات شن و باندهای تصاویر ماهواره ای قوی بوده در حالی این ضریب برای ذرات رس خاک به صورت منفی و ضعیف بوده است. این می تواند به دلیل وجود ظرفیت رطوبتی بالاتر ذرات رس نسبت به شن باشد. همچنین، بارتابش طیفی کمتر رس نسبت به بازتابش شن است که در نهایت باعث ایجاد رابطه معکوس بین باندها و ذرات رس و رابطه مستقیم باندها با ذرات شن شده است. هر چند بر طبق نتایج محققین مختلف مشخص شده است که هر چه اندازه ذرات کوچکتر باشد خاک نرمتر و میزان بازتابش بیشتر است. نتایج متضاد ما و افزایش شدت بازتابش در بافت های درشت تر را می توان به وجود ترکیبات خاکهای شنی، نسبت داد(Bellinaso et al. 2013).

جدول(۲) همبستگی پیرسون بین اجزای خاک با باندهای ماهواره لندست سنجنده OLI

ذرات بافت خاک	باند۱	باند ۲	باند ۳	باند ۴	باند ۵	باند ۶	باند ۷	باند ۱۰
شن	-۰/۴۴	۰/۰۶۸	۰/۰۶۶	۰/۰۷۹	۰/۳۰۹**	۰/۰۷۳	۰/۰۴۷	۰/۳۷**
رس	۰/۰۶۸	۰/۰۸۳	۰/۱۰۳	۰/۱۲۴	۰/۱۲۹	۰/۰۵۹	۰/۰۹۷	۰/۱۹۷
سیلت	۰/۱۶	۰/۰۳۹	۰/۰۴۰	۰/۰۴۳	۰/۳۳**	۰/۰۶۲	۰/۰۱۶	-۰/۳۷**

*معنی داری در سطح ۰/۰۵

اهمیت نسبی باندها و شاخص ها در پیش بینی رس خاک کمتر بود. دلیل آن را می توان مرتبط با ظرفیت نگهداری رس خاک دانست که باعث بازتابش کمتر امواج الکترومغناطیس از سطح این ذرات شده است. در مورد سیلت و شن خاک حالت معکوس وجود داشت زیرا دراین ذرات بازتابش امواج الکترومغناطیس بیشتر اتفاق می افتد و دلیل آن را می توان مرتبط ترکیب خاک های شنی و سیلتی دانست بنابراین اهمیت نسبی باندها درپیش بینی سیلت و شن خاک بیشتر است(Curcio et al. 2013)گزارش دادند که در محدوده مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز کوتاه برای توزیع اندازه درات خاک مناسب است که با نتایج ما همخوانی دارد.

بررسی کارایی مدل

نتایج ریشه مربعات خطادر مدل RF برای ذرات بافت خاک به ترتیب رس، شن و سیلت ۸/۴۲ و ۱۵/۶۸، ۱۱/۸۷ بدست آمد این نتایج نشان داد که در پیش بینی ذرات خاک کمترین و بیشترین مقدار پراکندگی میان ذرات خاک مربوط به رس و شن خاک بود. همچنین، نتایج ضریب تبیین برای ذرات خاک به ترتیب رس، شن و سیلت ۰/۲۸، ۰/۳۱و۰/۳۳ بدست آمد. که نشان داد این ذرات کمتر تحت تاثیر متغییرهای مستقل بودند. همچنین، نتایج نشاندهنده مقادیر کم ضریب تبیین برای ذرات بافت خاک بودند که در بحث نقشه برداری رقومی معمول است به طوری که ضریب نبیین بالاتر از ۰/۷۰ کمتر و ضریب تبیین پایین تر از ۰/۵۰ معمول است که از این نظر با نتایج (Ryan, et al. 2000)، (Florinsky, et al. 2002)، (Malone, et al. 2009) شباهت دارد. دلیل عملکرد بهتر مدل RF را می توان توانایی بالای پوشش دهی پارامترها و نیز سهولت ساخت مدل و تفسیر پذیری مدل دانست. در (جدول۳) نتایج مقادیرضرایب تبیین، میانگین مطلق خطا و ریشه مربعات خطا در مدل هایRF برای ذرات خاک نشان داده شده است.

جدول (۳)مقادیرضرایب تبیین، میانگین مطلق خطا و ریشه مربعات خطا در مدلRF برای ذرات بافت خاک

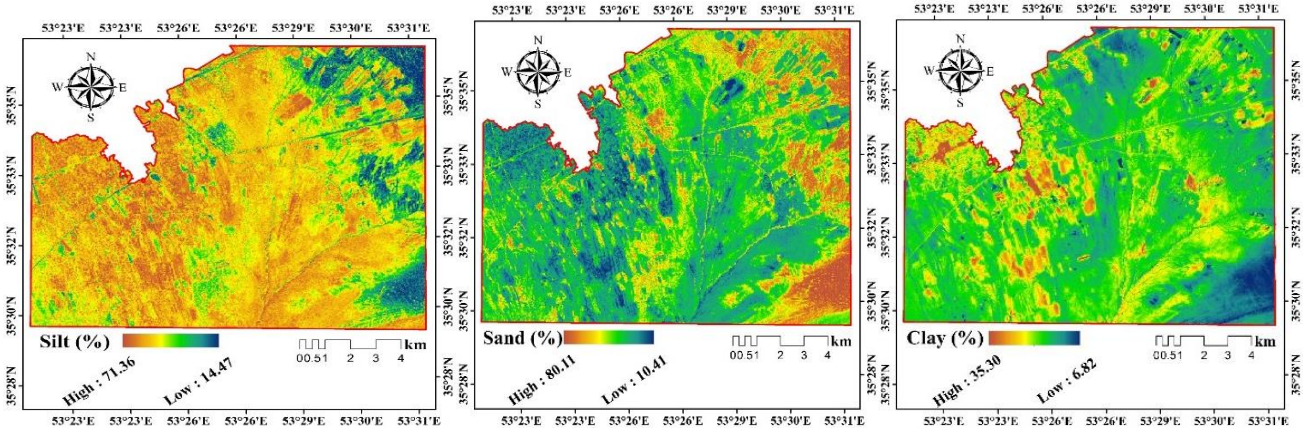
مدل		RMSE (ریشه مربعات خطا)	R2 (ضریب تبیین)	MAE (میانگین مطلق خطا)
شن	RF	۱۵/۶۰	۰/۳۱	۱۲/۶۲
سیلت	RF	۱۱/۴۹	۰/۳۳	۹/۳۴

رس	RF	۱۱/۶۳	۰/۲۸	۹/۵

توزیع فضایی

با توجه به نتایج بدست آمده از مدلهای جنگل تصادفی (RF) اقدام به پیش بینی فضایی ذرات رس، شن و سیلت در کل منطقه مورد مطالعه گردید نتایج تولید شده به صورت سه نقشه برای هر یک از سه ذرات خاک تهیه گردید. شکل (۲) به محتوای رس در افق سطح خاک اشاره دارد. شکل (۳) الگوی فضایی شن را نشان می دهد و شکل(۴)محتوای سیلت افق سطحی خاک را ارائه می دهد. نتایج نشان داد که الگوهای فضایی رس و سیلت مشابه بودند، اما الگوی فضایی شن منحصربفرد بود. همچنین، همبستگی منفی قوی بین شن و سیلت خاک R = -۰/۸۹ گزارش شد. ارتباط نسبتا متوسط معکوسی بین شن و رس خاک R = -۰/۴۷ مشاهده شد. همبستگی ضعیف بین سیلت و رس خاک به صورت مثبت (R = ۰/۳۹ بود. بالاترین محتوای رس و مقدار شن در گوشه جنوب غربی (شکل ۳) مشاهده می شود.

بعضی از مطالعات از یک تکنیک دیجیتالی برای نقشه برداری ذرات خاک (از جمله شن ، سیلت و رس خاک) استفاده کردند. به عنوان مثال، (Liu, et al. 2013) از داده های سنجش از راه دور برای نقشه برداری قطعه ذرات خاک با استفاده از روش های GEOSTATISTICAL استفاده کردند. Taghizadeh-Mehrjardi و همکاران (۲۰۱۶) نقشه برداری رقومی خاک را برای پیش بینی ذرات خاک با استفاده از داده های سنجش از دور انجام دادند.



شکل (۲)پیش بینی توزیع فضایی سیلت خاک شکل (۴)پیش بینی توزیع فضایی شن خاک شکل (۳)پیش بینی توزیع فضایی رس خاک

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که مدل جنگل تصادفی برای پیش بینی شن و رس خاک و سیلت خاک با مقادیر R^2 حدود ۵۰ درصد مناسب تشخیص داده شد. نتایج همچنین نشان داد که مهمترین متغییرهای محیطی باندهای ۱۰، ۵ سنجنده OLI بودند. وجود ارتباط قوی بین ذرات خاک ومتغییرهای سنجنده OLI نیز یکی از فاکتورهای تاثیرگذار برروی دقت مدل بود. نتایج توزیع فضایی ذرات بافت خاک نشان داد که الگوهای فضایی رس و سیلت مشابه بودند، اما الگوی فضایی شن منحصربفرد بود. همچنین، همبستگی منفی قوی بین شن و سیلت خاک R = -۰/۸۹ گزارش شد. ارتباط نسبتا متوسط معکوسی بین شن و رس خاک R = -۰/۴۷ مشاهده گردید. همبستگی ضعیفی بین سیلت و رس خاک به صورت مثبت R = ۰/۳۹ بود.

منابع

Bellinaso H., Demattê J.A.M., and Araújo S.R. 2010. Soil spectral library and its use in soil classification. Rev. Bras.Ciênc. Solo, 34:861–870.

Cassel D.K., Wendroth O., and Nielsen D.R., 2000. Assessing spatial variability in an agricultural experiment station field, opportunities arising from spatial dependence. Agron. J, 92: 706–714.

Curcio D., Ciraolo G., D'Asaro F., and Minacapillia M. 2013. Prediction of soil texture distributions using VNIRSWIR reflectance spectroscopy. Procedia Environmental Sciences, 19:494 – 503.

Genuer, R., Poggi, J.-M., Tuleau-Malot, C., 2010. Variable selection using random forest. Pattern Recogn. Lett. 31 (14),

2225–2236.

Florinsky I.V., Eilers R.G., Manning G.R., and Fuller L.G. 2002. Prediction of soil properties by digital terrain modeling. Env. Model. Soft, 17: 295– 311 .

Forkuor, G., Hounkpatin, O.K., Welp, G., Thiel, M., 2017. High resolution mapping of soil properties using remote sensing variables in South-Western Burkina Faso: a comparison of machine learning and multiple linear regression models. PLoS One 12, e0170478.

Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J., 2008. The Elements of Statistical Learning; Data Mining, Inference and Prediction. Springer, New York.

Malone B.P., McBratney A.B., Minasny B., and Laslett G.M. 2009. Mapping continuous depth functions of soil carbon storage and available water capacity. Geoderma, 154: 138– 152.

McBratney, A.B., Santos, M.M., Minasny, B., 2003. On digital soil mapping. Geoderma 117, 3–52.

Nauman, T.W., Thompson, J.A., 2014. Semi-automated disaggregation of conventional soil maps using knowledge driven data mining and classification trees. Geoderma 213, 385–399.

Pahlavan-Rad, M.R., Akbarimoghaddam, A., 2018. Spatial variability of soil texture fractions and pH in a flood plain (case study from eastern Iran). Catena 160, 275–281.

R Development Core Team, 2015. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna Austria. http://www. Rproject.org/.

Ryan P.J., McKenzie N.J., O'Connell D., Loughhead A.N., Leppert P.M., Jacquier D., and Ashton L. 2000. Integrating forest soils information across scales: spatial prediction of soil properties under Australian forests. For. Eco. Manag, 138:139–157.

Summers D., Lewis M., Ostendorf B., and Chittleborough D. 2011. Visible near-infrared reflectance spectroscopy as a predictive indicator of soil properties. Ecological Indicators, 11:123-131.

Taghizadeh-Mehrjardi, R., Nabiollahi, K., Kerry, R., 2016. Digital mapping of soil organic carbon at multiple depths using different data mining techniques in Baneh region, Iran. Geoderma 266, 98–110.

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Investigating the Efficiency of the Random Forest Method for Digital Particle Density Mappin

KHOSRAVI*[1], M., Zolfaghari [2], A. A. Yazdani[3], , M. R

[1] Ph D. Student, Management of Arid Areas Department, Faculty of Desertification University of Semnan, Iran

2Assistant Prof., Management of Arid Areas Department, Faculty of Desertification University of Semnan, Iran

3 Associate Prof., Management of Arid Areas Department, Faculty of Desertification University of semnan, Iran

Abstract

Knowing about distribution spatial of soil texture in different areas is required for a variety of land management applications and resources, modeling, and monitoring practices. The main aim of this research was to conduct a spatially prediction of soil texture such as clay, sand and soil silt using digital soil mapping in Semnan. To achieve this goal, a total of 84 soil samples were collected from 0 to 20 centimeters. The environmental covariates were obtained from OLI Satellite Landsat. From random forest (RF) model the relationship between environmental covariates and soil texture properties was used. The model was calibrated and validated by the 10-fold cross-validation. Also, Root mean square error (RMSE) and coefficient of determination (R^2) were used to determine the performance of the model. According to the results of RMSE and R^2, RF for sand soil with values of (15.66, 0.31) and for clay soil (8.30, 0.28) and for silt soil (9.34, 0.33) caused accurate predictions for sand and clay soil and silt soil. The results showed that spatial patterns were similar to clay and silt, but the spatial pattern of sand was unique. Also, the results showed that the most important environmental covariates for predicting soil texture were band 10.

Keywords: soil texture, spatial distribution, data mining, digital map.

* Corresponding author, Email:ma.khosravi@semnan.ac.ir

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

بررسی وضعیت شوری اراضی آبرفتی رودخانه دجله در مزارع الصویره عراق، جنوب بغداد با استفاده از تصاویر ماهواره استر

مروان الرفاعی[۱]، علیرضا کریمی[۲*]، ابراهیم محمودآبادی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد

[۲]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد[۱]

[۳]دانش‌آموخته دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

ارزیابی شوری خاک یک منطقه جهت رفع شوری یا کنترل شوری خاک ضروری است. هدف از انجام این پژوهش بررسی شوری خاک در اراضی رودخانه دجله در مزارع الصویره عراق، به وسیله تصاویر ماهواره استر بود. برای این منظور در نوامبر ۲۰۱۷ تعداد ۱۰۰ نمونه خاک از عمق صفر تا ۲۰ سانتیمتری و با فاصله ۱۰۰۰ متری در محدوده‌ای به وسعت ۱۰ هزار هکتار برداشت شد و همچنین تصاویر ماهواره استر برای همان تاریخ نمونه برداری نیز تهیه گردید. پارامترهای EC و pH در عصاره گل اشباع نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شد و با توجه به اطلاعات ماهواره‌ای و داده‌های واقعی نقشه شوری خاک به دو روش سنجش از دور و زمین آمار تهیه شد. بیشترین میزان همبستگی بین هدایت الکتریکی وشاخص‌های شوری مربوط به شاخص روشنایی (BI) و باند ۲ ماهواره استر بود. نقشه‌های شوری خاک تهیه شده از اطلاعات ماهواره استر با نقشه شوری تهیه شده به روش زمین آمار همپوشانی خوبی نشان دادند. بیشترین مقدار شوری در نیمه شمالی منطقه نزدیک به رودخانه دجله و کمترین مقدار شوری خاک در نیمه جنوبی منطقه دور از رودخانه دجله مشاهد شد که احتمالا به دلیل آبیاری زمین‌های نزدیک رودخانه با آب شور رودخانه دجله باشد.

کلمات کلیدی: زمین‌آمار، سنجش از دور، شوری خاک.

مقدمه

شوری خاک و شور شدن اراضی به عنوان یکی از مشکلات فراروی کشاورزی، از اهمیت بالایی برخوردار بوده که بایستی با شناخت صحیح از پیشروی آن جلوگیری شود. اولین گام در این راه شناسایی مناطق شور و تهیه نقشه شوری این خاک‌ها می‌باشد. روش-های مختلفی برای این منظور وجود دارد که هر یک از آنها با توجه به امکانات موجود قابل توجه می‌باشند. اخیراً با توسعه فناوری دورسنجی استفاده از تصاویر ماهوارهای به عنوان روشی کارآمد در این زمینه معرفی شده است. به طوری که امینی و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی روند شوری خاک منطقه شادگان استان خوزستان (ایران) به روش سنجش از دور با استفاده از سنجنده TMو ETM، ماهواره لندست طی سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵ استفاده نمودند، و روند افزایشی شور شدن اراضی را بخش‌هایی از اراضی مورد مطالعه خود گزارش دادند. در بررسی انجام شده توسط زینالی و همکاران (۱۳۹۵) بر روی شوری اراضی شرق شهرستان خوی، استان آذربایجان غربی به وسیله ماهواره لندست با سنجنده TM گزارش شد که بیشترین همبستگی بین داده‌های تصاویر ماهواره‌ای با داده‌های واقعی مربوط به باند ۱، ۴ و ۵ این ماهواره بود. همچنین عبدالفتاح و همکاران (۲۰۰۹) جهت تهیه نقشه شوری منطقه بیابانی سبخای ابوذبی، عمارات متحده عربی، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست با سنجنده ETM گزارش کردند که ۶۳ درصد از مساحت این منطقه دارای شوری شدید بود و ۳۷ درصد از این منطقه دارای شوری کم تا متوسط بود و همچنین بین داده‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های واقعی اندازه‌گیری شده همبستگی ۹۱/۲ درصدی وجود داشت. در بررسی‌های Abdelhamid (1992) روی شوری خاک‌های منطقه شمال دلتای نیل در کشور مصر به روش سنجش از دور با استفاده از داده‌های دو سنجنده MSS و TM از ماهواره لندست گزارش کرد که باندهای انعکاسی یعنی باندهای ۱ تا ۵ و باند ۷ با داده‌های آنالیز آزمایشگاهی همبستگی داشتند و باند ۶ تنها با خاک‌هایی که دارای شوری بیشتر از ۵۰ dS/m داشتند همبستگی نشان داد.

استفاده از تصاویر ماهواره ASTER نیز در بسیاری از مطالعات به منظور برآورد شوری مورد استفاده قرار گرفته است. به عنوان مثال، هاتفی اردکانی و همکاران (۱۳۹۵) در ارزیابی وضعیت شوری اراضی شرق دشت سمنان به وسیله ماهواره استر گزارش کردند که باند ۸ از این ماهواره دارای بیشترین میزان همبستگی با داده‌های اندازه‌گیری شده را داشت و همراه کردن باند ۳ با باند ۸ از این سنجنده موجب

ایمیل نویسنده مسئول*: karimi-a@um.ac.ir

بهبود در نقشه شوری می‌شود. در تحقیق انجام شده توسط رحیمی و همکاران (۱۳۸۷) بر روی شوری اراضی استان خوزستان به روش سنجش از دور با استفاده از ماهواره استر گزارش شد که مدل تهیه شده از ارتباط بین داده‌های واقعی و داده‌های ماهواره استر نشان داد که باندهای یک تا ۵ از این ماهواره دارای بیشترین دقت (۷۳ درصد) در تهیه نقشه شوری را دارا می‌باشند.

از طرف دیگر استفاده از زمین آمار نیز در بررسی وضعیت شوری مورد استفاده زیاد پژوهشگران بوده است. Alemi و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کردند که استفاده از روشهای کریجینگ برای برآورد شوری خاک از لحاظ هزینه به صرفه‌تر است، به جهت این که نیاز به تعداد نمونه کمتری است. محمدی (۱۳۷۷) بیان داشت که استفاده از روش کریجینگ نسبت به سایر روش‌های درونیابی در تهیه نقشه شوری خاک برای اراضی با سطح شوری S0 و S1 از دقت بیشتری برخوردار است.

زمین‌های نزدیک به رودخانه دجله با توجه به فراهم بودن آب آبیاری از رودخانه، سالهای زیادی و از زمان پیدایش نخستین تمدن‌ها در بین النهرین مورد توجه و کشت و کار بوده‌اند. بررسی شوری این اراضی می‌تواند به بهبود کشاورزی در منطقه کمک کند. از طرفی امکان سنجی استفاده از داده های سنجش از دور از جمله ماهواره استر برای بررسی و تهیه نقشه شوری خاک در اراضی ذکر شده می‌تواند به عنوان یک راهکار ارزان قیمت مورد توجه باشد. بنابراین در پژوهش حاضر وضعیت شوری اراضی آبرفتی رودخانه دجله در مزارع الصویره عراق، جنوب بغداد بررسی گردید. سپس با استفاده از داده‌های تصاویر ماهواره استر به نقشه شوری خاک این اراضی تهیه شد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه و نمونه‌برداری

منطقه مورد مطالعه در جنوب شهر بغداد و در منطقه الصویره در اراضی حاشیه رودخانه دجله قرار دارد. در نوامبر ۲۰۱۷ محدوده‌ای به وسعت ۱۰۰۰۰ هکتار در بین طول جغرافیایی۴۴ درجه و ۵۳ دقیقه و ۴۳/۴۴ ثانیه تا ۴۵ درجه و ۲۵ دقیقه و ۵۵/۴۱ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۱ دقیقه و ۳۳/۷۶ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۵۱ دقیقه و ۰/۶۷ ثانیه شمالی انتخاب شد (شکل ۱). این محدوده شامل، زمین‌های با کشت متراکم و همچنین وجود اراضی فاقد کشت در مجاورت آنها است. تعداد ۱۰۰ نمونه سطحی به صورت شبکه منظم و با فاصله ۱۰۰۰ متر از عمق صفر تا۲۰ سانتیمتری سطح خاک از اراضی کشت شده و فاقد کشت نمونه برداری شد.



شکل ۱- محدوده منطقه مورد مطالعه در حاشیه رودخانه دجله

شاخص‌های مورد استفاده جهت ارزیابی شوری توسط تصاویر ماهواره‌ای استر

جهت ارزیابی شوری خاک منطقه مورد مطالعه به وسیله تصاویر ماهواره‌ای از شاخص‌های تعریف شده در این زمینه استفاده شد. شاخص‌های مورد استفاده برای ماهواره استر شامل شاخص‌های شوری (SI1، SI2، SI3)، شاخص پوشش گیاهی (NDVI) و شاخص روشنایی سطح خاک (BI) و باندهای ۱ تا ۳ از این ماهواره بود که فرمول محاسبه این شاخص‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. در

این تحقیق از سه باند ۱، ۲ و ۳ ماهواره استر استفاده شد که به ترتیب دارای محدوده طول موجی ۰/۶۰-۰/۵۲، ۰/۶۹-۰/۶۳ و ۰/۸۶-۰/۷۶ میکرومتر می‌باشند که همگی در محدوده مرئی و فروسرخ نزدیک می‌باشند.

جدول ۱. شاخص‌های ارزیابی شوری

Index	Formula	Reference
SI1[2]	$\sqrt{B1 * B2}$	زارکو و همکاران (۲۰۰۵)
SI2	$\sqrt{B1\hat{}2 + B2\hat{}2 + B3\hat{}2}$	زارکو و همکاران (۲۰۰۵)
SI3	$\sqrt{B1^2 + B2\hat{}2}$	زارکو و همکاران (۲۰۰۵)
NDVI[3]	$\frac{B2 - B3}{B2 + B3}$	Rougean و همکاران (۱۹۷۴)
BI	$\sqrt{B2\hat{}2 * B3\hat{}2}$	Gao و همکاران (۱۹۹۶)
B1	Red Visible	-
B2	Green Visible	-
B3	Blue Visible	-

نقشه شوری حاصل از اطلاعات ماهواره‌ای

به منظور تهیه نقشه‌های شوری خاک منطقه مورد مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره استر ابتدا همبستگی بین شاخص‌های بدست آمده از داده‌های ماهواره‌ای و مقادیر واقعی EC محاسبه شد و معادله خط برای شاخصی که دارای بیشترین میزان همبستگی با داده‌های واقعی را داشت با استفاده از رگرسیون خطی گام به گام محاسبه شد و در نهایت با توجه به مقادیر برآورد شده و با استفاده از نرم افزار Arc GIS نسخه ۱۰/۳ به وسیله ابزار Raster Calculator شاخص های مورد نظر با توجه به معادله خط به EC خاک تعمیم داده شد و نقشه شوری خاک ترسیم شد.

نقشه شوری حاصل از زمین آمار

جهت تهیه نقشه شوری خاک به روش زمین آماری ابتدا نرمال بودن داده‌های اولیه حاصل از آنالیز آزمایشگاهی نمونه‌های خاک مورد ارزیابی قرار گرفت و داده‌های که نرمال نبودند به روش‌های استاندارد نرمال سازی شدند، در مرحله بعد داده‌ها به وسیله نرم افزار Arc GIS نسخه ۱۰/۳ به روش کریجینگ میان‌یابی شدند و نقشه زمین آماری داده‌های واقعی ترسیم شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. به منظور انجام تجزیه و تحلیل‌های سنجش از دور و ترسیم نقشه‌های شوری خاک از نرم افزار Arc GIS نسخه ۱۰/۳ استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه EC و pH خاک و آب

نتایج تجزیه آماری مربوط به EC_e و pH_e خاک و EC آب آبیاری رودخانه دجله در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. تجزیه آماری EC_e و pH_e نمونه‌های خاک و آب

پارامتر	حداقل	حداکثر	میانگین	چولگی	کشیدگی	واریانس	ضریب تغییرات
ECe	۱۲	۳۹	۲۰/۵	۰/۹۷	۰/۲۴	۱۳/۳۹	۱۰
pHe	۷/۲	۸/۲۵	۷/۷۴	-۰/۰۹۵	-۰/۱۷	۰/۰۵	۳
EC_W	۳/۲	۵/۱	۴	۰/۹۵	۰/۳۵	۴	۸

EC_W: EC آب رودخانه دجله

[2] Saline Index

[3] Normalized difference vegetation index

نتایج همبستگی بین شاخص‌های شوری خاک و داده‌های واقعی اندازه‌گیری شده

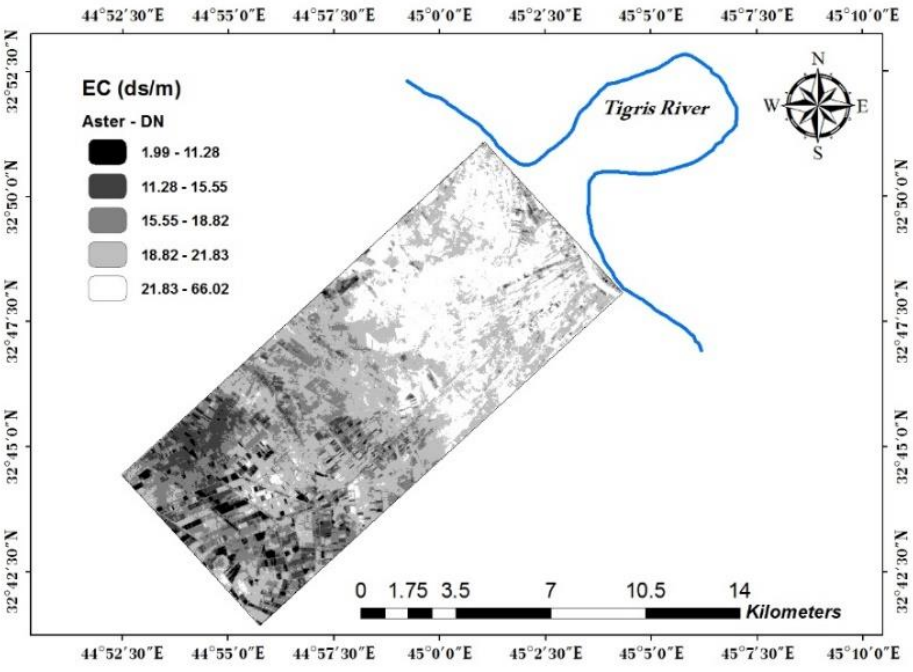
با توجه به جدول ۳ بیشترین همبستگی بین شاخص‌های شوری محاسبه شده با داده‌های واقعی مربوط به باند ۲ و شاخص BI بود که به ترتیب دارای ضریب همبستگی ۰/۳۱ – و ۰/۳۰- بودند و کمترین مقدار همبستگی مربوط به باند ۱ بود که دارای ضریب همبستگی ۰/۱۰- بود. بر این اساس جهت تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از داده‌های طیفی ماهواره استر، شاخص BI و باند ۲ نسبت به سایر شاخص‌ها مناسب‌تر است.

جدول-۳. همبستگی بین شاخص‌های شوری و داده‌های واقعی

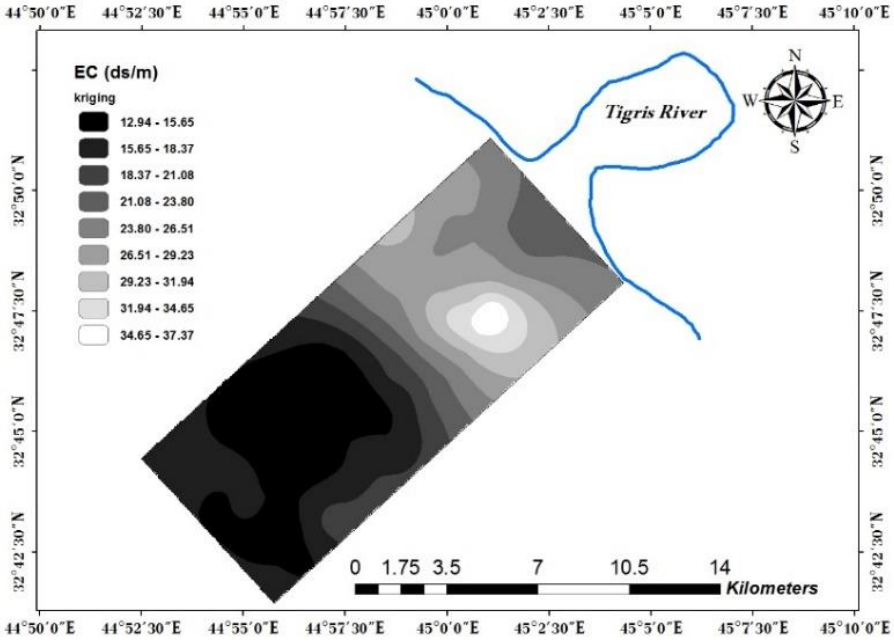
B1	B2	B3	SI1	SI2	SI3	NDVI	BI
-۰/۱۰	-۰/۳۱	-۰/۱۵	-۰/۲۶	-۰/۲۶	-۰/۲۸	-۰/۲۳	-۰/۳۰

نقشه‌های شوری تهیه شده با استفاده از ماهواره استر و زمین آمار

بر اساس شکل دو، بیشترین مقدار EC خاک برآورد شده با استفاده از داده‌های ماهواره استر در ناحیه شمالی منطقه مورد مطالعه نزدیک به رودخانه دجله مشاهده شد و کمترین مقدار EC در نواحی جنوبی منطقه مشاهده شد. نتایج زمین آمار حاصل از نتایج واقعی (شکل ۳) نشان داد که بیشترین مقدار EC خاک در ناحیه نیمه شمالی منطقه مشاهده شد و کمترین مقدار EC حاصل از میانیابی کریجینگ داده‌های واقعی در نیمه جنوبی منطقه مورد مطالعه مشاهد شد (شکل ۳). بر اساس اطلاعات بدست آمده از دو تصویر ۲ و ۳ حاصل از تجزیه و تحلیل سنجش از دور تصاویر ماهواره استر و نتایج زمین آمار بدست آمده از نتایج آنالیز آزمایشگاهی، الگوی تغییرات شوری خاک در هر دو روش سنجش از دور و زمین آمار مشابه هستند و نیمه شمالی نزدیک به رودخانه دجله دارای شوری بیشتری نسبت به نیمه جنوبی است و این احتمال وجود دارد که به دلیل شوری آب رودخانه دجله (۴ dS/m) و استفاده طولانی مدت از این آب باعث شده تا شوری ناحیه شمالی بیشتر باشد. سلمان و همکاران (۱۳۹۷) گزارش دادند که استفاده از آب شور رودخانه دجله به منظور آبیاری اراضی اطراف این رودخانه و رسی بودن بافت خاک این اراضی باعث تجمع نمک در این اراضی شده است.



شکل ۲. نقشه پراکنش شوری خاک با استفاده از داده‌های ماهواره استر



شکل-۳. نقشه زمین آمار شوری خاک با استفاده از داده‌های واقعی

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق روند تغییرات شوری منطقه مورد مطالعه حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات طیفی ماهواره استر با نقشه های حاصل از داده‌های واقعی همپوشانی داشت. به نظر می‌رسد که تهیه نقشه با استفاده از تصاویر استر در سایر اراضی این منطقه جهت ارزیابی شوری خاک قابل تعمیم باشد. تغییرات شوری در منطقه مورد مطالعه نشان داد که مناطق نزدیک به رودخانه دجله دارای شوری بیشتری بود، که احتمالاً به دلیل کشت و کار بیشتر این قسمت و استفاده طولانی مدت از آب شور رودخانه برای کشاورزی باعث شورتر شدن این مناطق شده است.

منابع

امینی، د. توکلی، م. رستم نیا، م. ۱۳۹۶. پهنه‌بندی و بررسی روند شوری خاک با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور (مطالعه موردی: شادگان، خوزستان). پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۴ (۲۸)، ۲۸ – ۲۴.

زینالی، م. جعفرزاده، ع. شهبازی، ف. اوستان، ش. ولی‌زاده کامران، خ. ۱۳۹۵. ارزیابی شوری خاک سطحی باروش پیکسل مبنا براساس داده های سنجنده TM. فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، ۱۰ (۲۵)، ۱۳۹ – ۱۲۷.

محمدی، ج. ۱۳۷۷. مطالعه تغییرات مکانی شوری خاک در منطقه رامهرز (خوزستان) با استفاده از نظریه ژئواستاتیستیک. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۲ (۴). ۶۳ – ۴۹.

نظری، ر. رنگزن، ک. آبشیرینی، الف. معزی، ع. ۱۳۸۷. پهنه بندی نقشه شوری خاک با استفاده ازپردازش تصویر ماهوارهای ASTER و GIS در مدیریت اراضی نیشکر (مطالعه موردی اراضی نیشکر واحد کشت و صنعت دعبل خزاعی - خوزستان). همایش ژئوماتیک ۸۷.

هاتفی اردکانی، الف. کریمی احمدآباد، م. اختصاصی، م. پایدار اردکانی، ع. ۱۳۹۵. ارزیابی روش های مدل سازی و طبقه بندی نظارت شده در تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از تصاویرETM و ASTER. نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک. ۵ (۲۳). ۱۴۰ – ۱۲۳.

Abdelfattah, M. A., et al. (2009). "Soil salinity mapping model developed using RS and GIS—a case study from Abu Dhabi, United Arab Emirates." European Journal of Scientific Research 26(3): 342-351.

Alemi, M., et al. (1988). "Kriging and univariate modeling of a spatially correlated data." Soil Technology 1(2): 133-147.

Gao, J.A. 1996. Modified soil adjusted vegetation index. Remote Sensing of Environment.82: 303-310

Rougean, Y., and Breon, D. 1995. Vegetation and soil lines in visible spectral space: a concept andtechnique for remote estimation of vegetation fraction. J. Rem. Sens. 23: 13. 2537-2562.

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Soil salinity assessment in Tigris River alluvial plain using ASTER images (Case study: al-Suwaira fields, south of Baghdad, Iraq)

Marwan al-Raha[1], Alireza Karimi[1*], Ebrahim Mahmoudabadi[1]

[1]Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract

Soil salinity assessment can be helpful for recognizing, managing and controlling saline soil. The aim of present study was to investigate the soil salinity in alluvial lands of the Tigris River in Iraq al-Siwira fields south of Baghdad by satellite images of ASTER. A total of 100 topsoil (0-20 cm) samples were taken from an area of 10,000 hectares, in November 2017. The samples were dried and passed through a 2 mm sieve. EC and pH of the soil samples were measured in saturated paste extract. Available ASTER satellite images (nearest time to the sampling date) were used for modeling. According to the correlation matrix result, there were a an acceptable correlation between spectral indices such as brightness index and band 2, derived from ASTER image, and measured soil EC. The salinity map which produced by using of ASTER spectral indices and bands was almost similar to the map produced by geostatistical method. The highest level of salinity was observed in the northern part of the study area where Tigris River is located. With getting distance from the Tigris river to the south, the soil salinity decreased, which can be attributed to more cultivation and therefore more irrigation with Tigris saline waters on the lands near to river.

Keywords: Geostatistics, Remote Sensing, Soil Salinity.

*Corresponding author, Email: karimi-a@um.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

برررسی عملکرد جنگل تصادفی در نقشه‌برداری رقومی خاک یک منطقه نیمه‌خشک مدیترانه‌ای

آرمان بهمنی[۱]، پرویز شکاری[۲*]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

[۲] استادیارگروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

چکیده

نقشه‌های خاک از منابع عمده اطلاعات برای مدیریت پایدار سرزمین هستند. روش‌های نقشه‌برداری رقومی خاک برای تهیه نقشه‌های کم‌هزینه، دارای وضوح بالا و به‌روزرسانی آسان ابداع شده‌اند. روش‌های رایان آموختی به‌طور فزاینده‌ای در این زمینه به‌کار برده می‌شوند. در این پژوهش از الگوریتم جنگل تصادفی برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک یک زمین‌چهر با مساحت حدود ۵۶۰۰۰ هکتار در منطقه میان‌دربند استان کرمانشاه استفاده شد. با هدف اطمینان از پوشش مناسب نمونه‌ها در منطقه، یک شبکه مربعی با ۱۲۲ نقطه مطابق با روش نمونه‌برداری سیستماتیک ساده طراحی شد. همه پدان‌ها به دقت تشریح، تجزیه و سپس مطابق با سیستم مرجع جهانی (WRB) رده‌بندی شدند، که در پی آن ۵ گروه مرجع خاک در منطقه مطالعاتی شناسایی شد. برای محاسبه کوواریت‌های محیطی، مدل رقومی ارتفاع و تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ با تفکیک مکانی ۳۰ متر به‌کار برده شد. کوواریت‌های محیطی به‌عنوان متغیرهای پیش‌بین برای پیش‌بینی و نقشه کردن الگوی پراکنش کلاس‌های خاک در سراسر منطقه مطالعاتی به‌کار رفت. مقادیر (OOB Error)، صحت عمومی نقشه (OA) و نمایه سازگاری کاپا (K) به‌عنوان سنجه‌ای از صحت پیش‌بینی گروه مرجع خاک به‌ترتیب ۰/۳۰، ۰/۷۰ و ۰/۵۷ محاسبه شدند. سنجه‌های راستی‌آزمایی، توانایی چشم‌گیر جنگل تصادفی را در پیش‌بینی الگوی پراکنش خاک در منطقه مطالعاتی تایید نمود.

کلمات کلیدی: رایان‌آموزی، میان‌دربند، کوواریت‌های محیطی.

مقدمه

با توجه به نقش اساسی خاک در طبیعت، آگاهی از پراکنش مکانی و مدیریت درست خاک برای پایداری یک جامعه‌ی تولیدی و درک تعادل میان فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی پیچیده‌ای که زندگی را بر روی زمین میسر می‌سازند، ضروری است. در این راستا، دسترسی به نقشه‌هایی با قدرت تفکیک مکانی بالا برای برنامه‌ریزی کاربری زمین و دیگر فعالیت‌ها همچون جنگلداری، کشاورزی و حفاظت محیط زیست اهمیت بنیادین دارد. یک رویکرد مفید برای نقشه‌برداری خاک‌ها در سطح وسیعی از زمین‌های اصلاح نشده که با روش‌های سنتی می‌تواند زمان‌بر و پرهزینه باشد، نقشه‌برداری رقومی خاک است. نقشه‌برداری رقومی خاک برای استنتاج یا پیش‌بینی الگوی مکانی و ویژگی‌های خاک در سراسر یک زمین‌چهر میان مشاهدات صحرایی و داده‌های آزمایشگاهی با داده‌های سنجش از دور و روش‌های کمی ارتباط برقرار می‌کند. روش‌های زیادی در نقشه‌برداری رقومی خاک به‌کار می‌رود که عمدتاً در گروه روش‌های رایان‌آموختی[۱] قرار دارند. رایان‌آموختی یک اصطلاح کلی برای مجموعه‌ای گسترده از مدل‌هایی است که به منظور تحلیل الگوهای موجود در داده‌ها و انجام پیش‌بینی‌ها به‌کار می‌روند (Witten و همکاران ۲۰۱۱). اگر چه این روش‌ها اغلب به منظور داده‌کاوی در یک پایگاه داده‌ای بزرگ به‌کار می‌روند، در عین حال ابزاری جالب برای آموزش مدل‌های پیش‌بینی مکانی کلاس‌های خاک می‌باشند زیرا با روش سنتی، روابط بین کلاس‌های خاک و کواریت‌های محیطی، اغلب تا حد کمی قابل درک و فهم است (Grunwald, 2006). جنگل تصادفی[۲] (RF) یکی از روش‌های رایان‌آموختی است که در پیش‌بینی کلاس‌های خاک به‌کار رفته و عملکرد قابل قبولی داشته است. Barthold و همکاران (۲۰۱۳) نیز RF را برای پیش‌بینی پراکنش مکانی نوع خاک‌ها در چین مورد راستی‌آزمایی قرار دادند. در مطالعه‌ی آن‌ها خطای پیش‌بینی مدل برای سطح اول رده‌بندی سیستم WRB برابر ۵۱/۶٪ بود. Brungard و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از یازده مدل رایان‌آموختی، کلاس‌های خاک را در سه زمین‌چهر مختلف پیش‌بینی کردند و در هر سه منطقه، نتایج صحت بیشتر جنگل تصادفی را نسبت به دیگر مدل‌ها تایید نمود. انجام چنین مطالعاتی در استان کرمانشاه نیز به یک یا چند مورد محدود می‌شود. هم‌اکنون پژوهش‌هایی از این دست در ایران در مرحله آزمایشی آزمایشی بوده و چنانچه با دقت مطالعاتی و

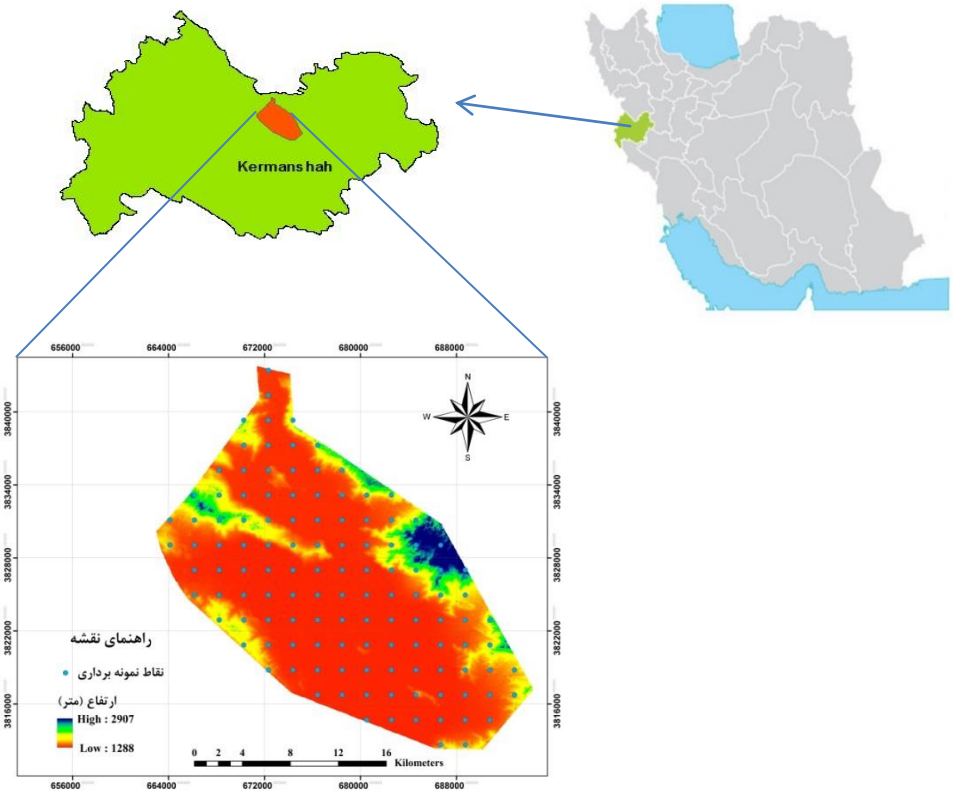
[*] ایمیل نویسنده مسئول: pshekaari@gmail.com

1 Machine learning
2 Random forests

مقیاس مناسب تهیه شوند می‌توان اطلاعات حاصله را در یک پایگاه داده سازمان‌دهی نموده و حسب نیاز، به عنوان اطلاعات پایه در اختیار کاربران نقشه‌های خاک و پژوهش‌گران در زمینه‌های پرشمار مانند ارزیابی سرزمین، آبیاری و زهکشی، جنگل‌کاری مصنوعی، آبخیزداری، آمایش سرزمین، پروژه‌های عمرانی و مانند آن قرار داد. پژوهش حاضر با هدف دستیابی به برآورد قابل قبولی از پراکنش مکانی گروه‌های مرجع خاک در دشت میان‌دربند استان کرمانشاه با کاربست مدل جنگل تصادفی انجام گردید. یکی دیگر از اهداف این پژوهش، تعیین مؤثرترین کوواریت‌های محیطی در تمایز خاک‌های منطقه مطالعاتی بود.

مواد و روش‌ها

دشت میان‌دربند و بخشی از ارتفاعات پیرامونی آن با مساحت حدود ۵۶۰۰۰ هکتار و واقع در شمال غربی شهرستان کرمانشاه بین طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی به‌عنوان منطقه مطالعاتی در نظر گرفته شد (شکل ۱). میانگین سالیانه‌ی دما، بارش و ارتفاع منطقه به ترتیب ۱۴ درجه سانتی‌گراد، ۴۶۲/۶ میلی‌متر و ۱۳۵۷/۷ متر است. رژیم رطوبتی و دمایی خاک در منطقه به ترتیب زریک و ترمیک تعیین شده است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای غرب، ۱۳۶۸).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و پراکنش نقاط نمونه‌برداری

با کاربست روش سیستماتیک ساده[1]، موقعیت جغرافیایی تعداد ۱۲۲ نقطه مشاهداتی با فواصل ۲ کیلومتر در راستای طولی و عرضی تعیین شد. اما امکان نمونه‌برداری از ۷ نقطه فراهم نشد. از نقاط باقی‌مانده ۳۷ نقطه با رخنمون‌های سنگی در منطقه برخورد د داشت و در مجموع ۷۸ پدان بررسی

1 Simple systematic

شد. پس از یافتن مختصات نقاط مشاهداتی با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی[1]، در هر نقطه یک خاکرخ حفر، تشریح و از افق‌های آن نمونه‌برداری صورت گرفت. تشریح ریخت‌شناختی پدان‌ها و ریخت‌سنجی سطح[2] زمین بر اساس بر اساس راهنمای تشریح صحرایی (Schoeneberger و همکاران ۲۰۱۲) انجام شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی روتین مانند بافت، کربنات کلسیم معادل، pH، EC و .... نمونه‌های خاک ابتدا هوا خشک و پس از گذراندن از الک دو میلی‌متری مطابق با روش‌های استاندارد (مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۶) اندازه‌گیری شد. سپس بر پایه داده‌های آزمایشگاهی و اطلاعات صحرایی، پدان‌های مطالعه شده مطابق با سیستم مرجع جهانی[3] (FAO, 2015) رده‌بندی گردیدند. در این پژوهش، یک مدل رقومی ارتفاع و تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ با تفکیک مکانی ۳۰ متر برای محاسبه و استخراج کوواریت‌های محیطی توپوگرافیک، آب‌شناختی و بازتابشی در محیط نرم افزار SAGA (Olaya, 2004) به‌کار برده شد. مشخصات کوواریت‌های محیطی مشتق‌شده از مدل رقومی ارتفاع و تصاویر ماهواره‌ای در جدول (۱) ارائه شده است. از آنجا که میزان اهمیت و تأثیر این کوواریت‌ها در هر منطقه متفاوت است، برای آگاهی از مؤثرترین این کوواریت‌های محیطی در منطقه مورد مطالعه نیاز به نوعی حساسیت‌سنجی داریم. در مدل جنگل تصادفی، نمایه میانگین کاهش جینی[4] سنجه‌ای برای انتخاب کوواریت‌های محیطی مهم در فرآیند مدل‌سازی است.

جدول ۱. کوواریت‌های محیطی مورد استفاده در مدل‌سازی

ردیف	کوواریت	برابر فارسی	نوع کوواریت
۱	Elevation	ارتفاع	کمی
۲	Slope	تندی شیب	کمی
۳	Multi-Resolution Index of Valley Bottom Flatness (MRVBF)	نمایه همواری کف دره با درجه تفکیک متعدد	کمی
۴	Valley Depth	ژرفای دره	کمی
۵	Topographic Wetness Index (TWI)	نمایه خیسی توپوگرافیک	کمی
۶	Vertical Distance to Channel Network (VDCN)	فاصله عمودی تا شبکه آبراهه‌ها	کمی
۷	Convexity	کوژی	کمی
۸	Slope Length and Steepness Factor (LS Factor)	عامل تندی و درازای شیب	کمی
۹	Total Insolation (TI)	تابش دریافتی کل	کمی
۱۰	Multi-Resolution Ridge Top Flatness Index (MRRTF)	نمایه همواری بالای پشته با درجه تفکیک متعدد	کمی
۱۱	Difference Vegetation Index (DVI)	نمایه اختلاف پوشش گیاهی	کمی
۱۲	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	نمایه اختلاف پوشش گیاهی نرمال‌شده	کمی
۱۳	Ratio Vegetation Index (RVI)	نمایه نسبت پوشش گیاهی	کمی
۱۴	Carbonate Index	نمایه کربنات	کمی
۱۵	Brightness Index	نمایه روشنایی	کمی
۱۶	Clay Index	نمایه رس	کمی

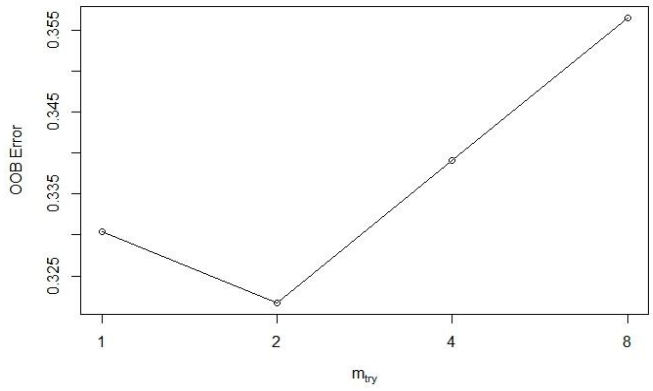
جنگل تصادفی گونه‌ای از روش‌های رایان‌آموختی است که شامل مجموعه‌ای از درختان رده‌بندی و رگرسیونی[5] (CART) تصادفی می‌باشد (Breiman, 2001). در این الگوریتم شمار زیادی درخت تصمیم‌گیری ساخته‌شده و جهت یک پیش‌بینی معین با هم ترکیب می‌شوند. برای پیش‌بینی

1 Global Positioning System
2 Surface morphometry
3 World Reference Base for Soil Resources (WRB)
4 Mean Gini Decrease
5 Classification and Regression Trees (CART)

پراکنش خاک‌ها در منطقه مطالعاتی، مقادیر کوواریت‌های محیطی (متغیر مستقل) و داده‌های مربوط به کلاس خاک (متغیر وابسته) در هر نقطه مشاهداتی به‌عنوان ورودی مدل وارد محیط نرم‌افزار (R-Studio 0.97.551) (R Development Core Team, 2013) گردید و با استفاده از بسته نرم‌افزاری جنگل تصادفی[1] (Liaw and Wiener, 2002) مدل‌سازی انجام گرفت. برای راستی‌آزمایی عملکرد مدل جنگل تصادفی در پیش‌بینی کلاس‌های خاک از سنجه‌های خطای برون‌کیسه‌ای[2] (OOB Error)، صحت کاربر[3] (UA)، صحت تولیدکننده[4] (PA)، صحت عمومی نقشه[5] (OA) و نمایه سازگاری کاپا[6] (K) استفاده شد (Rossiter, 2014).

نتایج و بحث

در پیش‌بینی گروه‌های مرجع خاک توسط مدل جنگل تصادفی، کمترین مقدار OOB Error، ۰/۳۰ بود که با تعداد ۱۰۰۰ درخت و ۲ کوواریت در هر گره به‌دست آمد (شکل ۲، جدول ۲). همان‌طورکه در جدول (۲) مشاهده می‌شود، پیش‌بینی در سطح گروه مرجع Calcisols دارای بیشترین و گروه‌های مرجع Cambisols و Kastanozems دارای کمترین صحت بود. فراوانی تعداد پدان‌ها در هر گروه مرجع و همچنین مؤثر بودن کوواریت‌های محیطی مورد استفاده در فرآیند مدل‌سازی، عامل‌های مهمی هستند که می‌توانند عملکرد مدل را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دهند. صحت بالای مدل در پیش‌بینی گروه مرجع Calcisols احتمالاً به دلیل فراوانی تعداد پدان‌های موجود در این گروه باشد که حدود ۳۳٪ مشاهدات را شامل می‌شود. Barthold و همکاران (۲۰۱۳) در پیش‌بینی گروه مرجع خاک با روش جنگل تصادفی مقدار OOB Error حدود ۵۱/۶٪ را گزارش کردند. Roecker و همکاران (۲۰۱۰) نیز در پیش‌بینی کلاس‌های خاک با روش جنگل تصادفی مقدار همین سنجه را ۵۱٪ محاسبه کردند. با وجود اینکه در پژوهش حاضر نسبت به سایر پژوهشگران از نقاط مشاهداتی کمتری استفاده شد اما نتایج این پژوهش در مقایسه با آن‌ها صحت بهتری را نشان می‌دهد. Pahlavan Rad و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از RF در به‌روزرسانی نقشه سری خاک‌های لسی شمال ایران، مقدار OOB Error را حدود ۵۲٪ گزارش کردند. با توجه به نتایج راستی‌آزمایی مدل جنگل تصادفی در پیش‌بینی گروه مرجع خاک بیشترین مقدار صحت کاربر و تولیدکننده به‌ترتیب برای گروه‌های مرجع Calcisols و Vertisols محاسبه شد. همچنین مقادیر صحت عمومی نقشه و نمایه سازگاری کاپا برای پیش‌بینی گروه مرجع خاک به‌ترتیب ۰/۷۰ و ۰/۵۷ به‌دست آمد (جدول ۳).



شکل ۲- نمودار تعیین تعداد بهینه کوواریت‌های محیطی به‌کاررفته در هر گره (mtry) برای پیش‌بینی گروه مرجع خاک

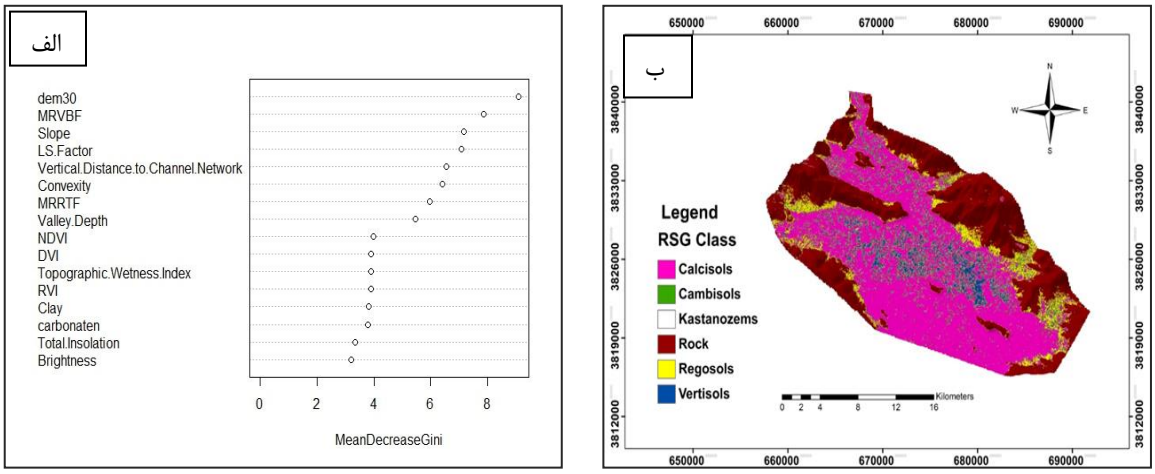
1 Random Forest package
2 Out of bag Error (OOB Error)
3 User's accuracy (UA)
4 Producer's accuracy (PA)
5 Overall map accuracy (OA)
6 Kappa index of agreement (K)

مقدار صحت عمومی نقشه کاملا قابل توجه بود، اما کاپا یک سنجه قابل اعتماد آماری در برآورد صحت نقشه است (Rossiter, 2014) که مقدار آن در مقایسه با بسیاری از گزارش‌های ذکر شده در بالا قابل توجه بود و بر همین اساس می‌توان گفت به رغم گستردگی منطقه مطالعاتی و فاصله قابل توجه خاکرخ‌ها، عملکرد مدل رضایتبخش بود.

اهمیت کوواریت‌های محیطی به‌کاررفته در مدل با سنجه میانگین کاهش جینی بررسی شد. هر بار که یک انشعاب از یک گره برای یک کوواریت در مدل جنگل تصادفی انجام می‌شود مقدار نمایه جینی در انشعابات حاصل برای آن کوواریت کاهش می‌یابد. مجموع کاهش نمایه جینی در تمام درختان برای یک کوواریت اهمیت آن را نشان می‌دهد. مقادیر این سنجه برای هر یک از کوواریت‌های محیطی به‌کار برده شده در پیش‌بینی پراکنش گروه‌های مرجع خاک در منطقه محاسبه شد. همانطور که در شکل (۲) ملاحظه می‌شود از میان مهم‌ترین کوواریت‌ها در پیش‌بینی نقشه پراکنش گروه‌های مرجع خاک ارتفاع، نمایه همواری کف دره با درجه تفکیک متعدد، تندی شیب و فاکتور LS قابل اشاره هستند. این موضوع می‌تواند مؤید این مطلب باشد که در این منطقه، پستی و بلندی از مهم‌ترین فاکتورهای خاک‌سازی است و تأثیر به‌سزایی در متمایز کردن کلاس‌های خاک از هم دارد. Jafari و همکاران (۲۰۱۲) نیز در منطقه خشک اقدام به پیش‌بینی کلاس‌های خاک کردند و نمایه خیسی و همواری کف دره با درجه تفکیک متعدد را به‌عنوان کوواریت‌های مهم در مدل‌سازی معرفی نمودند. افزون بر آنچه گفته شد، با توجه به مشاهدات صحرایی از نظر موقعیت ژئومورفیک قرارگیری کلاسهای مختلف خاک می‌توان گفت نقشه پیش‌بینی (شکل ۳) هماهنگی قابل قبولی با واقعیت داشت.

جدول ۲- راستی‌آزمایی پیش‌بینی گروه مرجع خاک با استفاده از مدل جنگل تصادفی

گروه مرجع خاک	صحت کاربر	صحت تولیدکننده	صحت عمومی	کاپا
Calcisols	۰/۸۷	۰/۶۴		
Cambisols	۰	۰		
Kastanozems	۰	۰	۰/۷۰	۰/۵۷
Regosols	۰/۳۴	۰/۳۴		
Vertisols	۰/۳۹	۰/۷۰		



شکل ۳- الف) اهمیت نسبی کوواریت‌های محیطی در پیش‌بینی گروه مرجع خاک و ب) نقشه پیش‌بینی پراکنش مکانی گروه‌های مرجع خاک که بر DEM سه بعدی منطقه نشانده شده است.

نتیجه‌گیری

مقدار سنجه‌های ارزیابی عملکرد مدل نشان داد که جنگل تصادفی توانست با به‌کارگیری کوواریت‌های محیطی، کلاس‌های خاک سیستم مرجع جهانی را با صحت مکانی قابل قبولی پیش‌بینی کند. از موثرترین کوواریت‌ها در منطقه می‌توان به ارتفاع، نمایه همواری کف دره با درجه تفکیک متعدد و تندی شیب و فاکتور LS اشاره نمود. ضمنا فراوانی مشاهدات در هر گروه مرجع و همچنین اندازه تاثیر کوواریت‌های محیطی در فرآیند مدل‌سازی، عامل‌های مهمی هستند که می‌توانند عملکرد جنگل تصادفی را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دهند. نقشه پیش‌بینی‌شده با الگوی پراکنش خاک‌ها در سطح منطقه که هنگام مطالعات صحرایی دیده شد، هماهنگی بالایی نشان داد.

منابع

گزارش مطالعات خاک‌شناسی نیمه‌تفصیلی دقیق طرح سد گاوشان- دشت میان‌دربند باختران. ۱۳۶۸. شرکت سهامی آب منطقه‌ای غرب.

مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک (جلد اول). نشریه شماره ۸۹۳. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. وزارت کشاورزی.

مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۷۶. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک (جلد دوم). نشریه شماره ۱۰۲۴. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. وزارت کشاورزی.

Barthold, F., Wiesmeier, M., Breuer, L., Frede, H.-G., Wu, J., & Blank, F. (2013). Land use and climate control the spatial distribution of soil types in the grasslands of Inner Mongolia. Journal of Arid Environments, 88, 194-205.

Breiman, L. (2001). Random forests. Machine learning, 45(1), 5-32.

Brungard, C. W., Boettinger, J. L., Duniway, M. C., Wills, S. A., & Edwards, T. C. (2015). Machine learning for predicting soil classes in three semi-arid landscapes. Geoderma, 239, 68-83.

Grunwald, S. (2006). Environmental soil-landscape modeling: Geographic information technologies and pedometrics: CRC/Taylor & Francis

Hartemink, S. Kienast-Brown (Eds.), Digital Soil Mapping: Bridging Research, Environmental Application and Operation. Progress in Soil Science. Springer, New York.

IUSS Working Group WRB. G. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

Jafari, A., Finke, P., Vande Wauw, J., Ayoubi, S., & 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.

Liaw, A., & Wiener, M. (2002). Classification and regression by randomForest. R news, 2(3), 18-22.

Olaya, V. (2004). A gentle introduction to SAGA GIS. The SAGA User Group eV, Gottingen, Germany, 208.

Reza Pahlavan Rad, M., Toomanian, N., Khormali, F., Brungard, C. W., Bayram Komaki, C., & Bogaert, P. (2014). Updating soil survey maps using random forest and conditioned Latin hypercube sampling in the loess derived soils of northern Iran. Geoderma, 232(97-106), 232-234.

Roecker, S.M., Howell, D.W., Haydu-Houdeshell, C.A., and Blinn, C. 2010. A qualitative comparison of conventional soil survey and digital soil mapping approaches, P 369-384. In: J.L. Boettinger, D.W. Howell, A.C. Moore, E.A.

Rossiter, D. G. 2014. Statistical methods for accuracy assessment of classified thematic maps. Dept. of Earth systems Analysis. University of Twente, Fculty of Geo-Information Sciences & Earth observation (ITC), Enschede, The Netherlands.

Schoeneberger, P. J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, and Soil Survey Staff. 2012. (2012). Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Lincoln: Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center.

Team, R. (2013). R Development Core Team. RA Lang Environ Stat Comput, 55, 275-286.

Witten, I. H., Frank, E. Hall, M. A. (2011). Data Mining: Practical machine learning tools and techniques: Morgan Kaufmann.

.

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

A study on random forest performance in digital soil mapping of a semi-arid Mediterranean area

Bahmani, A. [1], Shekaari, P. [2*]

[1] M. Sc. graduate, Department of Soil Science and Engineering , Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

[2] Assistant Prof., Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

Abstract

Soil resource inventories contain the essential information required in sustainable land management. Digital soil mapping methods are devised to make high-resolution, low cost, and readily updatable soil maps. Machine learning techniques are increasingly adopted in this way. In the present work, Random Forest (RF) algorithm used to predict soil classes across a 56,000 ha. landscape of Miandarband region, in Kermanshah province. To ensure proper coverage, an equidistant grid of 122 points designed through simple systematic sampling method. All pedons were described, analysed and classified according to WRB systems, which led to identification of 5 RSGs. Several environmental covariates calculated from 30-meter resolution DEM and OLI sensor image of Landsat 8. The covariates used as predictors in RF model to predict and map, distribution of soil classes over the study area. As a measure of prediction accuracy, OOB error, overall accuracy (OA) and kappa index of agreement (K) values of 0.30, 0.70 and 0.57 calculated for RSGs of WRB, respectively. Validation metrics confirmed considerable capability of RF in prediction of soil distribution pattern over the study area.

Keywords: Machine Learning, Miandarband, Environmental Covariates.

* Corresponding author Email: pshekaari@gmail.com

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

بررسی مقیاس‌های مکانی تغییر مقدار رس لایه رویین خاک در یک منطقه نیمه‌خشک مدیترانه‌ای

سیده کتایون ترابی[۱]، پرویز شکاری[۲*]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه.

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه.

چکیده

اگاهی از تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک از مهم‌ترین عوامل موثر در طراحی مدیریت پایدار سرزمین است. از آنجا که این تغییرات در هر منطقه در مقیاس‌های مختلف قابل آشکارسازی است، مناسب است که برای مطالعه آن از روش‌های مطلوب بهره گرفته شود. یک روش شناخته شده در این مورد نمونه‌گیری تودرتو یا آشیانه‌ای چند مرحله‌ای است. در این مطالعه تغییرات درصد رس ۲۵ سانتی متر خاک رویین به کمک یک طرح نمونه‌گیری تودرتوی پنج مرحله‌ای (۱۰۰۰، ۲۶۷، ۷۱، ۱۹ و ۵ متر) همسنگ با ۶۲ نمونه و تحلیل سلسله مراتبی واریانس بررسی گردید. نتایج بخش عمده تغییرات را در فاصله‌های میانی و کوچک نشان داد. اجزاء واریانس فاصله ۱۹ متر ۱۳/۴ و از آن ۵ متر ۲۵/۴ درصد بود که مورد اخیر واریانس حل نشده مربوط به فاصله کمتر از ۵ متر را نیز در خود دارد. تغییرات در ۱۹ و ۵ متر عمدتا به کنش‌های مدیریتی کشت‌وکار نسبت داده شد. بیشینه اجزاء واریانس رس به میزان ۴۱/۸ درصد در فاصله ۷۱ تا ۲۶۷ متر دیده شد که خاستگاه آن عمدتا فرآیندهای زمین‌ریخت‌شناختی کوتاه‌دامنه دانسته شد. بر پایه نتایج این مطالعه فاصله بهینه نمونه‌برداری برای بررسی تغییرات محتوای رس خاک رویین در منطقه مطالعاتی حدود ۱۴۰ متر پیشنهاد گردید.

کلمات کلیدی: نمونه‌گیری تودرتو، واریانس، اجزاء واریانس، تحلیل سلسله‌مراتبی.

مقدمه

خاک جزیی از سرزمین است که وظایف گوناگون و بنیادین در زیست بوم دارد و مهمترین نهادی است که در تولید غذا، الیاف و دیگر فرآورده‌هایی که از زمین به دست می‌آید، نقش دارد که به طور پیوسته در زمان و مکان تغییر می‌کند (Shaw و همکاران ۲۰۰۳). بخشی از تغییرپذیری در خاک سرشتی (ذاتی) است و زیر اثر عوامل خاکسازی می‌باشد اما برخی تغییرات به وسیله عوامل بیرونی مانند کشت وکار ایجاد می‌شود. اندازه تغییرپذیری یک ویژگی خاک بستگی به مقیاس تغییرپذیری آن داشته و گستره این مقیاس ممکن است از چند متر تا چند کیلومتر باشد (Sharma وهمکاران ۲۰۱۱). دستیابی به آگاهی مناسب از تغییرات مکانی نیازمند دانستن بهترین فاصله برای نمونه‌برداری از خاک است. برای دانستن چگونگی مشارکت چندین عامل در فرآیندهای کلیدی محیطی، بایستی روابط وابسته به مقیاس میان متغیرها را به گونه‌ای کارآمد مطالعه کنیم (Lark ۲۰۱۱). نمونه‌گیری برای پیمایش های رایج کشاورزی حدود یک نمونه در هکتار و یا گاهی با پراکنش بیشتر انجام می‌شود که این تراکم نمونه‌برداری معمولا مقیاس تغییر پذیری را برای برخی ویژگی‌های خاک که دارای تغییرات پیچیده است یا اینکه تغییرات در سطح نشان داده نمی‌شوند را آشکار نمی‌کند (Kerry و همکاران ۲۰۱۰). نیاز به طراحی الگوی نمونه‌برداری کارآمد برای برآورد کمیت‌هایی مانند غلظت فلزات در کانسنگ و دیگر ویژگی‌ها در خاک از دیرباز متخصصین علوم زمین را به خود مشغول داشته است. با نمونه‌برداری تصادفی می‌توان مقادیر واریانس انباشته، میانگین وکل را محاسبه کرد، اما در بسیاری از موارد پژوهشگران خواهان آگاهی از تغییر به‌عنوان تابعی از فاصله بوده و مثلا مایلند بدانند در چه جاهایی کمبود عناصرکمیاب یا غلظت بیش از اندازه آلاینده‌هایی مانند سم‌های دفع آفات و علف هرز وجود دارد. به‌سخن دیگر، آنها خواهان برآوردهای مکانی از متغیر مورد بررسی بوده و در بسیاری موارد تمایل دارند که تغییرات را نقشه کنند. به همین دلیل، آنچه مهم است تراکم نمونه‌برداری در ارتباط با مقیاس مکانی تغییرات است. هرمکان مورد بررسی مثل یک مزرعه یا حوزه‌آبخیز دارای یک یا چند مقیاس ویژه از تغییرات است و نمونه‌برداری باید برای آشکارسازی تغییر مکانی در یک یا ترجیحا چندین مقیاس، بسنده و کارآمد باشد. یکی دیگر از مواردی که از دیرباز مورد بحث پژوهشگران بوده تعیین تراکم نمونه‌برداری به‌گونه‌ای است که پژوهشگر را به برآورد اقتصادی واریوگرام توانا سازد. متغیر می‌تواند زیر اثر دو یا چند منبع تغییر باشد که در مقیاس‌های مکانی گوناگون با چندین درجه معین از شدت (بزرگی) تغییرات را دربرمی‌گیرند. بنابراین، تعیین سهم هر گام فاصله نمونه‌گیری در واریانس کل متغیر مورد بررسی

* ایمیل نویسنده مسئول: pshekaari@gmail.com

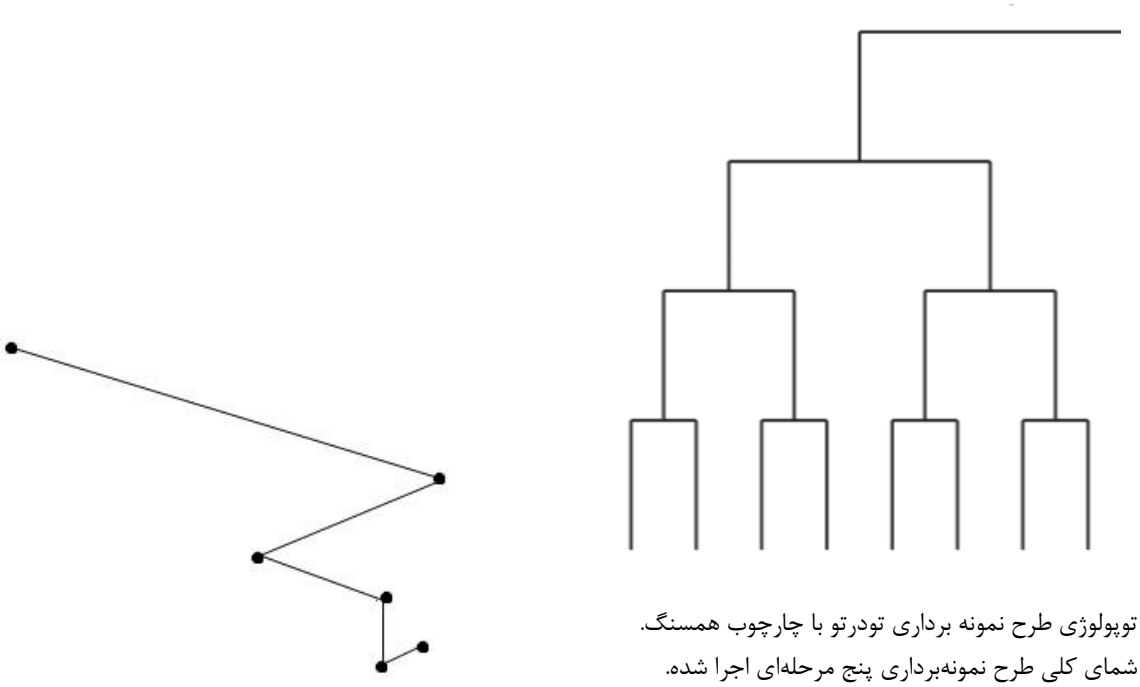
اهمیت دارد (Webster و همکاران ۲۰۰۶). نمونه‌برداری مکانی تودرتو[1] رویکردی است که برای این‌گونه مسائل پیشنهاد شده است (Lark ۲۰۱۱). نمونه برداری تو درتو گونه‌ای از نمونه برداری چند مرحله ای است که واحدهای مرحله‌های بالاتر در واحدهای مراحل پایین تر آشیانه شده است(Pettitt and McBratney ۱۹۹۳) نمونه برداری تو در تو با انتخاب مرکز یا مراکز نمونه برداری در سراسر منطقه مورد نظر(نخستین مرحله) آغاز می‌گردد و مرحله دوم انتخاب نقطه های دیگر از مرحله نخست و در جهت تصادفی انتخاب می‌شود و این تا جایی ادامه می‌یابد که به فاصله مورد نظر برسیم (Webster و همکاران، ۲۰۰۶)، نمونه‌برداری تودرتو و تحلیل سلسله‌مراتبی واریانس در مقیاس میدانی برای بررسی‌های مقدماتی تغییرات ویژگی‌های خاک انجام می‌شود. در مناطقی که از تغییرات مکانی هیچ نمی‌دانیم طراحی الگوی نمونه‌برداری به صورت همسنگ[2] و تجزیه سلسله‌مراتبی آن به روش تحلیل واریانس[3] (ANOVA) ابزار سودمندی برای یافتن مقیاس تغییرپذیری متغیرهای منطقه‌ای است. برای مثال می‌توان ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را با استفاده از شمار قابل قبولی از نمونه‌ها مورد بررسی قرار داد. این اطلاعات اجازه طراحی الگوی نمونه‌برداری اقتصادی‌تری برای محاسبات مربوط برای متغیر(های) مورد نظر را فراهم می‌کند (Weitz وهمکاران ۱۹۹۳). به‌عنوان مثال، در این راستا می‌توان به پژوهش (Webster and Butler ۱۹۸۷) در منطقه گنیندرا اشاره کرد که بر طبق تحلیل اجزای واریانس مشخص شد که۶۶/۵ درصد واریانس pH در فاصله ۵ تا ۱۸۰ متری، ۸۰ درصد واریانس پتاسیم در فاصله کمتر از ۵۶ متر و۸۰ درصد واریانس فسفردرفاصله‌ای حدود ۵ متر دیده می‌شود. (Webster and Oliver ۱۹۸۷) در جنگل وایر انگلستان گزارش دادند برای متغیرهای شن و رس بیشتر بیش از ۸۰ درصد واریانس در فاصله کمتر از ۶۰ متر روی داده است.

دشت میان‌دربند به دلیل پهنه گسترده آن و همچنین از دیدگاه تولید محصول از مهم‌ترین مناطق کشاورزی در استان کرمانشاه است. شوربختانه به دلیل استفاده بی رویه ازخاک به منظور تولید بیشتر بدون توجه به ارزیابی سرزمین در این منطقه، کیفیت خاک دستخوش تغییراتی در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شده است. از آنجا که پراکنش ویژگی‌های خاک در منطقه یکسان نیست و هر ویژگی دارای مقیاس(هایی) از تغییرپذیری است و برنامه‌ریزی و مدیریت درست و نگهداشت کیفیت خاک نیازمند برآورد درستی از مقیاس مکانی این تغییرات است. برآورد مقیاس مکانی تغییر آگاهی اولیه از چگونگی و دامنه تغییرات ویژگی‌های خاک بدست می‌دهد که این خود می‌تواند پایه‌ای برای بهینه‌سازی عملیات کشاورزی و برقراری تعادل میان هزینه و زمان در مطالعات و برنامه ریزی‌های بعدی باشد. این پژوهش برای دستیابی به آگاهی اولیه از مقیاس تغییرات رس خاک سطحی در دشت میان‌دربند استان کرمانشاه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

دشت میان‌دربند به مساحت تقریبی ۳۳۰۰۰ هکتار و ارتفاع متوسط ۱۳۵۷/۷ متر از سطح دریا در شمال غرب شهرستان کرمانشاه و درحد فاصل طول جغرافیایی ۴۶درجه و۴۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۴۷ درجه و ۵ دقیقه شمالی قرار گرفته است. دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم با میانگین بارش سالانه ۴۶۲/۲ میلی‌متر و متوسط دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد و از کانون‌های مهم کشاورزی استان می‌باشد که دارای رژیم رطوبتی خاک زریک و رژیم دمایی ترمیک است (Banaei ۱۹۹۸). به منظور طراحی نمونه‌گیری تودرتو نخست یک ایستگاه اصلی در پهنه‌ای از Vertisols در نظرگرفته شده و فاصله نمونه‌ها در هر یک از پنج سطح با استفاده از تصاعد هندسی (Rossiter ۲۰۰۸) محاسبه و با توپولوژی نظری طرح مورد نظر (شکل۱) مقایسه و کنترل گردید. ۵ سطح نمونه‌برداری فواصل ۱۰۰۰، ۲۶۷، ۷۱، ۱۹ و ۵ متر را دربر می‌گرفت. سپس موقعیت هر نقطه از نمونه‌ها ثبت و به کمک سیستم مکان‌یابی جهانی (GPS)، در منطقه بازیابی و نمونه‌برداری انجام شد (شکل ۲). نمونه‌ها با در نظر گرفتن ملاحظاتی چون دوری از برآوردهای ناریب و کمینه کردن واریانس (Wang و همکاران ۲۰۱۲) تا ژرفای ۲۵ سانتی‌متری گرفته شد. سپس، نمونه‌های خاک به منظور تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل و پس از هواخشک کردن از الک دو میلی‌متری گذر داده شد. بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee and Bauder ۱۹۸۶) سنجیده و سپس مقدار رس در هر نمونه تعیین گردید. تحلیل آماری داده با نرم افزارهای اکسل ۲۰۱۳ و SPSS 22 انجام شد.

[1] Nested sampling
[2] Balanced design
[3] Analysis of variance



شکل ۱. توپولوژی طرح نمونه برداری تودرتو با چارچوب همسنگ.

شکل ۲. شمای کلی طرح نمونه‌برداری پنج مرحله‌ای اجرا شده.

نتایج و بحث

خلاصه آماری مربوط به توزیع نمونه‌های رس در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به مقدار به چولگی و کشیدگی توزیع نمونه‌ها تا اندازه چشم‌گیری از توزیع نرمال پیروی می‌کرد. بنابراین، نیازی به برگردان داده‌ها دیده نشد.

جدول ۱. خلاصه آماری داده‌های رس خاک سطحی منطقه مطالعاتی.

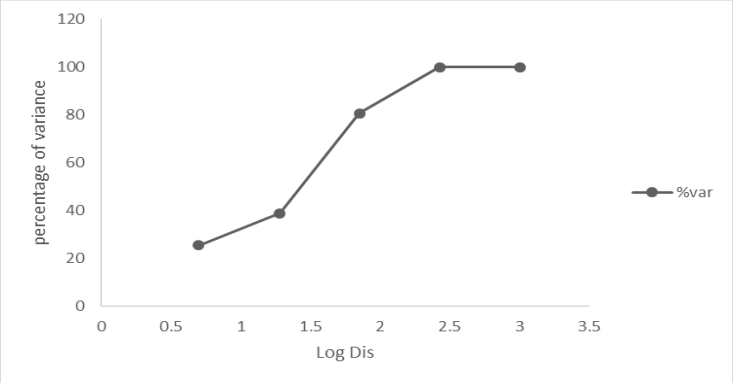
میانگین (درصد)	بیشینه (درصد)	کمینه (درصد)	چولگی	کشیدگی	تعداد نمونه
۳۶/۳۷	۵۴/۳	۲۰/۸	۰/۱۵	-۰/۳	۶۲

نتایج مربوط به تجزیه واریانس نمونه‌های مورد بررسی در جدول ۲ ارایه گردیده است. چنانکه دیده می‌شود در سطح یکم تغییری دیده نمی‌شود و عمده تغییرات در فاصله‌های کوچک‌تر آشکار شده است. با توجه به خاستگاه آبرفتی منطقه، این بدان معنی است که در سطوح خیلی بزرگ (مرحله یک و بزرگتر از آن) زیر تاثیر فرآیندهای آبرفتی گسترده قرار نداشته است. از سوی دیگر، در مقیاس‌های کوچک‌تر احتمالا اثر برخی فرآیندهای خاک‌سازی و فعالیت کشت وکار به‌ویژه عملیات خاک‌ورزی، بر پراکنش رس تاثیر داشته‌اند. معمولا تغییرات مکانی کوتاه‌دامنه را به کنش‌های مدیریت زمین نسبت می‌دهند (Webster and Butler ۱۹۸۷). چنانکه مطالعه تغییرات مقدار رس توسط پاپریتز و همکاران (۲۰۱۱) در یک حوضه آبخیز دست‌ساخت در آلمان نیز بیشینه واریانس تغییرات را فاصله ۰/۶ تا ۶ متر نشان داد. در جدول ۲ دیده می‌شود که فاصله ۱۹ متر بیش از ۱۳درصد و ۵ متر نیز مطمئنا سهمی از ۲۵درصد باقیمانده واریانس را در خود دارد. در عین حال، از ۱۹ متر تا ۵ متر مقداری افزایش واریانس به چشم می‌خورد که به رغم همه تلاش‌ها برای کاهش خطای نمونه‌گیری، بخشی از آن می‌تواند به دلیل همین گونه خطاها و بخشی دیگر مربوط به واریانس حل نشده باشد که مربوط به سهم واریانس فاصله‌های کمتر از ۵ متر است. چنین افزایشی در واریانس توسط Price و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش شده که در آن روند تغییرات برای رس در ۴ مرحله از طرح تودرتو تقریبا ثابت بوده و پس از آن با افزایش فاصله از ۲۷ متر تا ۱۲۰ متر به شدت افزایش می‌یافت و بیشینه در فاصله

۱۲۰-۶۰ متر دیده شد. اما چنانکه در جدول دیده می‌شود بیشترین بخش واریانس در فاصله‌های میانی یعنی ۷۱ تا ۲۶۷ متر وجود داشت. در شکل ۳ نیز دیده می‌شود که مقدار بیشینه واریانس یعنی ۴۱/۸۳ درصد به این فاصله تعلق دارد. این مورد بیانگر تغییرپذیری بالاتر رس در این فاصله نمونه برداری نسبت به دیگر فاصله‌ها است. به نظر می‌رسد کنش فرآیندهای زمین‌ریخت‌شناختی[4] کوتاه‌دامنه مانند سیلاب‌های محلی و فصلی با دامنه تاثیر کوچک پراکنش این متغیر را در منطقه زیر اثر خود داشته‌اند اگرچه نقش مدیریت سرزمین را حتی در این مقیاس نیز نباید نادیده گرفت. مشابه همین نتایج توسط اولیور و وبستر (۱۹۸۷) گزارش گردید که بیش از ۸۰٪ واریانس تغییرات رس در فاصله کمتر از ۶۰ متر و کمتر از ۲۰ درصد آن در دو مرحله نخست دیده شد. آنان همچنین در فاصله کمتر از ۶ متر نیز مقداری افزایش واریانس مشاهده کردند که می‌تواند به دلایل اشاره شده در بالا باشد. افزون بر آگاهی از چگونگی تغییرات مکانی، از جمله نتایج کاربردی این گونه مطالعات آگاهی از فاصله‌های بهینه در طراحی الگوهای نمونه‌گیری است. برای نمونه، نتایج این گزارش نشان می‌دهد که در طرح الگوی نمونه‌گیری برای رس و یا احتمالا بافت خاک در منطقه مطالعاتی و بر پایه تصاعد هندسی به کار رفته در طرح تودرتو، فاصله نمونه‌ها بایستی حدود ۱۴۰ متر یا کمتر از آن باشد تا بتوان بیشترین تغییرات رس را به کمک نمونه‌ها آشکار نموده و مورد تحلیل قرار داد.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس داده‌های رس خاک رویین منطقه مطالعاتی.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	درصد تجمعی واریانس
۱ (۱۰۰۰متر)	۱	۰/۰۰۳۶	۱۰۰
۲ (۲۶۷ متر)	۲	۴۷/۴۶	۹۹/۹۹
۳ (۷۱ متر)	۴	۱۰۲/۷۳	۸۰/۶۷
۴ (۱۹ متر)	۸	۳۲/۹۶	۳۸/۸۴
۵ (۵ متر)	۱۶	۶۲/۴۴	۲۵/۴۲
کل	۳۱	۵۷/۰۵۴	



شکل۳. واریانس تجمعی تغییرات درصد رس خاک رویین در منطقه مطالعاتی (مقیاس فاصله لگاریتمی است).

[4] Geomorphologic

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که نمونه برداری تودرتو می‌تواند تغییرات رس را در منطقه مطالعاتی به خوبی آشکار نماید. ضمنا بخشی تغییرات در فاصله‌های کوتاه وجود داشت که به عوامل مدیریتی نسبت داده شد. بیشینه تغییرات نیز در فاصله‌های میانه رخ داد که عمدتا به ماهیت آبرفتی منطقه مطالعاتی ربط داده شد. بر اساس نتایج قابل توصیه است که هنگام طرح هر گونه الگوی نمونه‌گیری برای رس و احتمالا بافت خاک، فاصله بهینه میان نمونه‌ها حدود ۱۴۰ متر یا کمتر در نظر گرفته شود.

منابع

Banaei, M. H. (1998). Soil moisture and temperature regime map of Iran. Soil and Water Research Institute, Ministry of Agriculture, Iran.

Gee, G. W., and Bauder, J. W. (1986). Particle-size analysis 1. Methods of soil analysis: Part 1—Physical and mineralogical methods, (methodsofsoilan1), 383-411.

Kerry, R., Oliver, M. A., and Frogbrook, Z. L. (2010). Sampling in precision agriculture. In Geostatistical applications for precision agriculture (pp. 35-63). Springer, Dordrecht.

Lark, R. M. (2011). Spatially nested sampling schemes for spatial variance components: scope for their optimization. Computers and geosciences, 37(10), 1633-1641.

Oliver, M. A., and Webster, R. (1987). The elucidation of soil pattern in the Wyre Forest of the West Midlands, England. II. Spatial distribution. Journal of Soil Science, 38(2), 293-307.

Papritz, A., Dümig, A., Zimmermann, C., Gerke, H. H., Felderer, B., Kögel-Knabner, I., ... and Schulin, R. (2011). Uncertainty of variance component estimates in nested sampling: a case study on the field-scale spatial variability of a restored soil. European journal of soil science, 62(3), 479-495.

Pettitt, A. N., and McBratney, A. B. (1993). Sampling designs for estimating spatial variance components. Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics), 42(1), 185-209.

Price, O. R., Oliver, M. A., Walker, A., and Wood, M. (2009). Estimating the spatial scale of herbicide and soil interactions by nested sampling, hierarchical analysis of variance and residual maximum likelihood. Environmental pollution, 157(5), 1689-1696.

Price, O. R., Oliver, M. A., Walker, A., and Wood, M. (2009). Estimating the spatial scale of herbicide and soil interactions by nested sampling, hierarchical analysis of variance and residual maximum likelihood. Environmental pollution, 157(5), 1689-1696

Rossiter, D. G. (2008). Sampling for soil survey. Department of Earth Systems Analysis International Institute for Geo-information Science and Earth Observation (ITC).[On line]: http://www. itc. nl/personal/rossiter.

Sharma, P., Shukla, M. K., and Mexal, J. G. (2011). Spatial variability of soil properties in agricultural fields of Southern New Mexico. Soil Science, 176(6), 288-302.

Shaw, J. N., West, L. T., Bosch, D. D., Truman, C. C., & Leigh, D. S. (2004). Parent material influence on soil distribution and genesis in a Paleudult and Kandiudult complex, southeastern USA. Catena, 57(2), 157-174.

Wang, J. F., Stein, A., Gao, B. B., and Ge, Y. (2012). A review of spatial sampling. Spatial Statistics, 2, 1-14.

Webster, R., and Butler, B. E. (1976). Soil classification and survey studies at Ginninderra. Soil Research, 14(1), 1-24.

Webster, R., Welham, S. J., Potts, J. M., and Oliver, M. A. (2006). Estimating the spatial scales of regionalized variables by nested sampling, hierarchical analysis of variance and residual maximum likelihood. Computers and Geosciences, 32(9), 1320-1333.

Weitz, A., Bunte, D., and Hersemann, H. (1993). Application of nested sampling technique to determine the scale of variation in soil physical and chemical properties. Catena, 20(1-2), 207-214.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

A study on spatial scales of clay amount variability in soil surface layer of a semi-arid Mediterranean area

Torabi, K. [1], Shekaari, P[2*].

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

Abstract

Knowledge on soil variability is a major factor in designing land sustainable management. The variability is occur in several scales, thus proper method is required to detect it. A well-known method in this regard is multistage nested sampling. In this work clay variability in 25cm surface layer studied using a five-stage balanced nested design with 62 samples and hierarchical analysis of variance. Results revealed variations in middle and lower distances. Variance components of 19 and 5 meter were calculated 3.4 and 25.4%, of total variance respectively, while the latter comprised unresolved variance of less-than-5meter distances as well. Variability of 19 and 5 meter distances were primarily related to farming activities. Maximum variance component of 41.8% obtained for 71-267 meter, which known from mainly a result of short-range geomorphologic processes origin. According to the results, 140 meter proposed as optimal distance for studies in regard with sampling surface soil clay content in the study area.

Keywords: Nested sampling, Variance components, Hierarchical analysis.

[*] Corresponding author, Email: pshekaari@gmail.com

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

پیش‌بینی پراکنش مکانی گروه‌های مرجع خاک در یک منطقه نیمه‌خشک به کمک شبکه عصبی مصنوعی

مستانه ویسی[۱]، پرویز شکاری[۲*]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

[۲] استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

چکیده

نقشه‌های خاک از منابع عمده اطلاعات برای مدیریت پایدار سرزمین هستند. کاربرد روش‌های نقشه‌برداری رقومی (DSM) باعث کاهش هزینه و صرفه‌جویی در زمان مطالعات شناسایی خاک می‌گردد. در این پژوهش شبکه عصبی مصنوعی (ANN) برای پیش‌بینی نقشه خاک منطقه سنجابی در استان کرمانشاه با مساحت بیش از ۴۸۰۰۰ هکتار در سطح گروه مرجع سیستم رده‌بندی WRB بکار رفت. با الگوریتم نمونه‌برداری GRTS مکان ۱۰۰ خاکرخ در سطح منطقه تعیین گردید. هر یک از خاکرخ‌ها به دقت تشریح، نمونه‌برداری، تجزیه و سپس طبق سیستم مرجع جهانی رده‌بندی شدند. متغیرهای برگرفته از مدل رقومی ارتفاع، تصویر ماهواره به عنوان پیش‌بینی به کار رفت. توانایی ANN در پیش‌بینی مکانی گروه‌های مرجع خاک چشم‌گیر بود و صحت عمومی و شاخص کاپا بترتیب ۰/۶۸ و ۰/۵۸ بدست آمد. نتایج حساسیت بالای ANN را به فراوانی مشاهدات در هر کلاس خاک نشان داد به گونه‌ای که در مواردی با مشاهدات کم، مدل کاملا ناموفق بود و به همین دلیل نتایج در سطح دوم WRB رضایت‌بخش نبود. همچنین اثر متفاوت متغیرهای محیطی در عملکرد ANN بخوبی ثابت گردید. درستی مکانی نقشه پیش‌بینانه تا اندازه خوبی با واقعیت منطقه هماهنگی داشت و به همین دلیل قابل قبول ارزیابی شد.

کلمات کلیدی: نقشه‌برداری رقومی، شبکه عصبی مصنوعی، متغیرهای محیطی، منطقه سنجابی.

مقدمه

تکنیک نقشه‌برداری نوین طی بیش از دو دهه گذشته به‌منظور رسیدگی به داده‌های خاک و نیازهای اطلاعاتی و همچنین تجزیه و تحلیل دقیق و سریع داده‌ها رونق گرفته است. نقشه‌برداری رقومی خاک[۱] (DSM) برای استنتاج یا پیش‌بینی الگوی مکانی ویژگی‌های خاک در سراسر یک زمین‌چهره، میان مشاهدات صحرایی و داده‌های آزمایشگاهی با داده‌های سنجش از دور و روش‌های کمی ارتباط برقرار می‌کند (Grunwald و همکاران ۲۰۱۰). روش‌های رایان‌آموختی[۲]، بیانگر مجموعه‌ای از محاسبات رایانه‌ای برای پیش‌بینی پراکنش خاک‌ها در زمین‌چهر بوده و همگام با پیشرفت‌های صورت گرفته در پردازش اطلاعات، تکامل یافته است (Grunwald و همکاران ۲۰۱۰). نقشه‌برداری رقومی توان بسیار زیادی برای برقراری رابطه میان متغیرهای محیطی و ویژگی‌های خاک برای بهبود دقت و صحت مکانی شناسایی خاک همراه با کاهش هزینه، زمان و افزایش بهره‌وری خاک دارد (Bui و همکاران، ۲۰۰۶). باید دانست که روش‌های رایان‌آموختی یک فرآیند خودکار کشف الگوها در مجموعه داده‌های بزرگ با استفاده از مدل‌های آماری مبتنی بر کامپیوتر هستند (Pahlavan-Rad و همکاران ۲۰۱۶). ازآن‌جاکه در روش‌های سنتی، اغلب درک ضعیفی از ارتباط بین کلاس‌های خاک و متغیرهای محیطی وجود دارد؛ این روش‌ها باکمی‌کردن ارتباط بیان شده ابزاری مناسب برای پیش‌بینی مکانی کلاس‌های خاک هستند که عموماً در پایگاهای داده‌ای بزرگ استفاده می‌شوند (Grunwald و همکاران ۲۰۱۰). از جمله روش‌های رایان‌آموختی که در علوم خاک به‌صورت گسترده استفاده شده‌اند می‌توان روش‌های درخت تصمیم‌گیری[۳] (DT_s)، شبکه عصبی مصنوعی[۴] (ANN)، جنگل تصادفی[۵](RF)، درخت تصمیم[۶]، ماشین بردار پشتیبان[۷] پشتیبان[۷] (SVM)، و کای نزدیک‌ترین همسایه[۱] (KNN) را نام برد.

[*] ایمیل نویسنده مسئول: pshekaari@gmail.com

[1] . Digital Soil Mapping
[2]. Machine learning
[3]. Decision trees
[4]. Artifical neural networks
[5] . Random forest
[6]. Classification and regression trees
[7]. Support vector machines

مرکز یا مراکز نمونه‌برداری در سراسر منطقه مورد نظر (نخستین مرحله) آغاز می‌گردد و مرحله دوم انتخاب شبکه عصبی مصنوعی یک تکنیک داده‌کاوی است که برای کشف روابط پیچیده بین متغیرهای وابسته و مستقل به‌کار می‌رود و در حقیقت حالت خاصی از رگرسیون غیرخطی می‌باشد. یکی از انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی پرسپترون[۲] است. پرسپترون گونه‌ای شبکه عصبی با ساده‌ترین نورون‌ها است. اجزاء یک شبکه پرسپترون را ورودی خارجی، ورودی داخلی به نام بایاس، یک مقدار آستانه و یک خروجی می‌سازد (منهاج، ۱۳۸۴).

Taghizadeh-Mehrjardi و همکاران (۲۰۱۴) روش‌های شبکه عصبی فازی، الگوریتم ژنتیک، شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون چندمتغیره را برای پیش‌بینی کلاس شوری خاک به‌کار بردند. نتایج آن‌ها حاکی از کارایی بهتر مدل شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با معادلات رگرسیونی به دلیل تفاوت عملکرد توابع انتقالی به‌دست آمده و ایجاد رابطهٔ مناسب میان داده‌های ورودی و خروجی درشبکه عصبی بود. Pahlavan-Rad و همکاران، (۲۰۱۶) در پیش بینی تغییرات مکانی شوری و رس خاک با استفاده از روش‌های زمین آمار و شبکه عصبی مصنوعی دریافتند که صحت روش شبکه عصبی مصنوعی بیشتر از زمین آمار بود.

استان کرمانشاه یکی از استان‌های مهم ایران در زمینه کشاورزی ارزیابی شده است. شماری از پهنه‌های عمده کشاورزی در این استان به روش سنتی مطاله خاک‌شناسی شده اما بخش بزرگی از این مطالعات نه تنها از جنبه تاکسونومیک قدیمی هستند، بلکه در بیشتر موارد با صحت و دقت کمی تهیه شده و بنابراین از هر دو نظر به شدت نیازمند بازنگری هستند. افزون بر این، در بخش چشمگیری از استان کرمانشاه مطالعه خاک‌شناسی انجام نشده است. هدف این پژوهش تهیه نقشه پیش‌بینانه الگوی پراکنش کلاس‌های تاکسونومیک خاک در سطح‌های یکم و دوم سیستم مرجع جهانی خاک[۳] WRB (FAO, 2014) در دشت سنجابی (یکی از پهنه‌های عمده کشاورزی در استان) با کاربست شبکه عصبی مصنوعی بود.

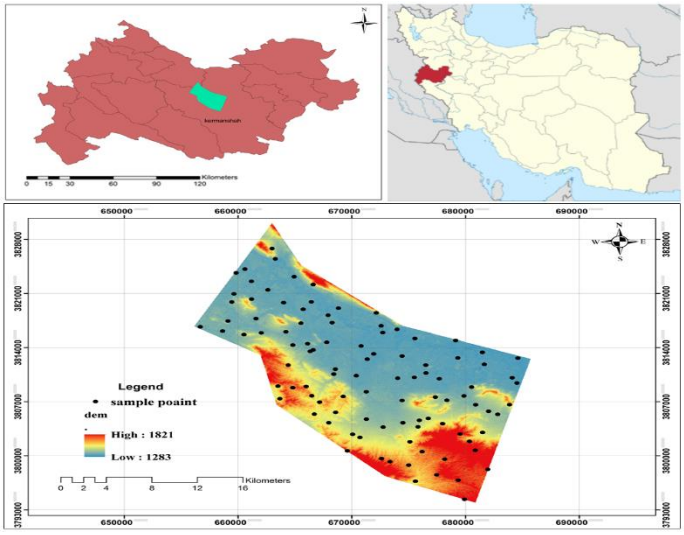
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با مساحت تقریبی ۴۸ هزار هکتار و میانگین ارتفاع ۱۳۳۰ متر از سطح دریا، واقع در استان کرمانشاه و منطقه سنجابی است (شکل ۱). این منطقه در حد فاصل طول‌های جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی قرارگرفته است. رژیم رطوبتی و دمایی در منطقه مطالعاتی به‌ترتیب زریک و ترمیک است (بنائی، ۱۳۵۶). واحدهای فیزیوگرافی مشاهده شده درمنطقه شامل تپه، دشت دامنه‌ای و دشت‌آبرفتی رودخانه‌ای است. همچنین در بعضی مناطق، کوه و آبرفت‌های بادبزنی سنگریزه‌دار دیده بود. منطقه مطالعاتی قسمتی از زون خرد شده و گسل زاگرس است که از نظر ساخت کلی زمین‌شناسی از مجموعه زاگرس پیروی می‌کند. با توجه به ویژگی‌های ریخت شناسی منطقه و استفاده از نقشه توپوگرافی، موقعیت و تعداد خاکرخ‌ها با کاربست روش GRTS[۴] در منطقه مورد مطالعه مشخص شد. تعداد ۱۰۰ خاکرخ در منطقه مطالعاتی مشخص و سپس بر اساس مختصات نقاط، محل آنها با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی[۵] (GPS) در صحرا مشخص گردید. قابل اشاره اینکه از مجموع خاکرخ‌ها تعداد ۵ خاکرخ در نقاطی بود که دسترسی به آنها ممکن نشد. تمامی خاکرخ‌های حفرشده، براساس راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک‌ها در صحرا و با استفاده از کتاب صحرایی (Schoeneberger و همکاران ۲۰۱۲) و راهنمای مطالعات خاک‌شناسی (Staff, 1993) تشریح و از تمامی افق‌های ژنتیک خاکرخ‌ها نمونه تهیه گردید. نمونه‌های خاک پس از هواخشک‌شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مهم از جمله واکنش خاک (pH) گل اشباع با دستگاه pHمتر، هدایت الکتریکی (EC) عصاره ۲/۵: ۱ با دستگاه ECسنج و درصد رطوبت اشباع به روش وزنی، بافت خاک به روش هیدرومتر، کربن آلی و کربنات کلسیم معادل به روش‌های استاندارد (Page, 1996 و Klute, 1966) صورت گرفت. هر خاکرخ بر اساس داده‌های آزمایشگاهی و مشاهدات صحرائی مطابق با سیستم WRB تا سطح دوم و با شمار مناسبی qualifier رده‌بندی گردید.

متغیرهای محیطی بر پایه مدل رقومی ارتفاع (DEM) و تصویر ماهواره‌ای منطقه در محیط SAGA-GIS بدست آمد. مدل‌سازی و پیش‌بینی کلاس-های خاک در محیط Rstudio با کاربست مدل شبکه عصبی مصنوعی انجام شد. معمول‌ترین عامل‌های برآورد صحت شامل، صحت عمومی[۶]، صحت کاربر[۱]، قابلیت اطمینان تولید کننده[۲] و شاخص کاپا[۳] نیز (Lu و همکاران ۲۰۰۴) برای راستی‌آزمایی پیش‌بینی‌های مدل به کار گرفته شد.

---

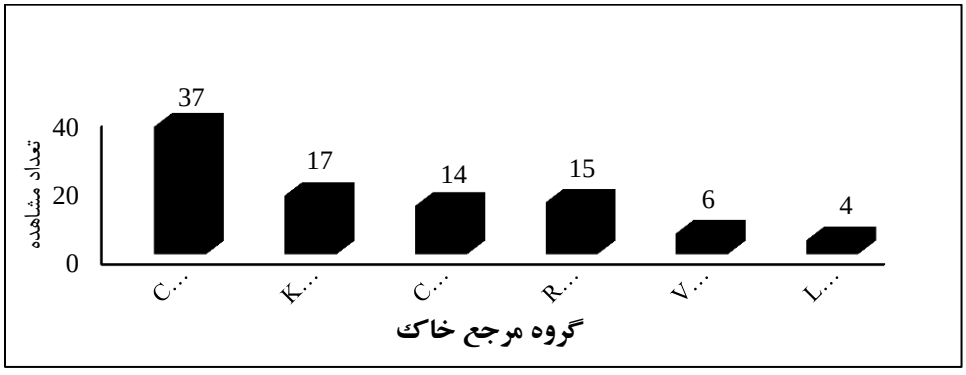
[1]. K-nearest neighbor
[2] Perceptron
[3] World Reference Base
[4] Generalized Random Tessellation Sampling
[5] Global Positioning System
[6].Overall accuracy



شکل ۱- موقعیت و پراکنش نقاط مشاهداتی بر روی DEM دو بعدی منطقه مطالعاتی.

نتایج و بحث

بر اساس سطح یکم WRB ۶ گروه مرجع (RSG) Calcisols، Kastanozems، Cambisols، Regosols، Vertisols و Leptosols در منطقه مطالعاتی شناسایی شد. فراوانی خاکرخ‌های مشاهده شده در هر گروه مرجع در شکل ۲ نشان داده شده است. سنجه‌های درستی پیش‌بینی به کار رفته برای هر RSG نیز در جدول ۱ دیده می‌شود. به طور کلی، درستی پیش‌بینی با فراوانی یافت شده در هر گروه مرجع ارتباط بالایی داشت به گونه‌ای که در کلاس‌هایی با فراوانی کم معمولا افت شدیدی نشان می‌داد. این نکته در پژوهش‌های فراوانی مانند (Grunwald و همکاران ۲۰۱۰؛ Taghizadeh-Mehrjardi و همکاران ۲۰۱۴) گزارش شده است. پراکنش گروه مرجع Leptosols به رغم فراوانی کم (۴ مشاهده) بی اشتباه (قابلیت اعتماد تولیدکننده) پیش‌بینی شد. از آنجا که این گروه مرجع عمدتاً در دامنه‌ها و ارتفاعات گسترش داشت، به نظر می‌رسد که مدل بخوبی میان متغیرهای محیطی برگرفته از DEM چون شیب و ارتفاع با این کلاس خاک ارتباط برقرار نموده است. این در حالی است که کمترین درستی پیش‌بینی از آن Kastanozems بود، که عمدتا در نقاط مسطح دشت پراکنش داشت. هنگام مشاهدات صحرایی آشکار شد که در نقاط مسطح دشت، الگوی پراکنش گروه مرجع‌های مختلف بسیار پیچیده و در هم است.



شکل ۲- نوع و فراوانی گروه مرجع‌های خاک مشاهده شده در منطقه سنجابی.

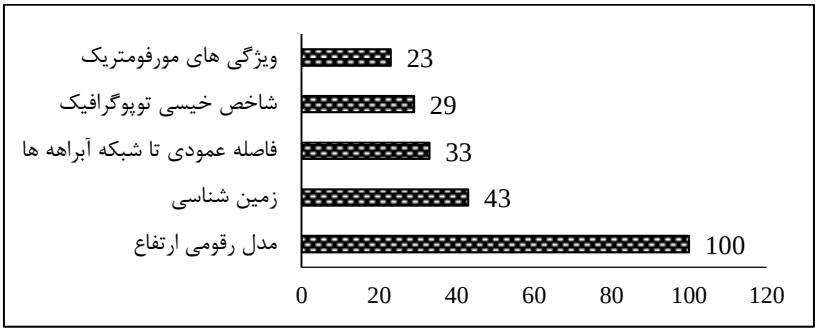
[1].User`s accuracy
[2].Producer’s reliability
[3]. Kappa Index of agreement

به همین دلیل به نظر می‌رسد به رغم فراوانی قابل توجه مشاهدات، تشخیص Kastanozems از دیگر گروه‌های مرجع مانند Clacisols و Vertisols که در یک الگوی پیچیده با یگدیگر درآمیخته بودند برای مدل دشوار بوده است. دلیل این موضوع احتمالا وجود همپوشانی میان ویژگی‌های افق‌های مشخصه مشابه در خاک زیرین در این RSGها و نیز تیپیک نبودن افق مالیک باشد، که به نظر می‌رسد زیر فشار شدید کشت در مسیر پس‌رفت و فروسایش[1] قرار گرفته است. به سخن دیگر، از اندازه همبستگی متغیرهای محیطی با ویژگی‌های کلاس‌های خاک در بخش‌های مسطح منطقه کاسته شده است. به عنوان شاهد این ادعا می‌توان به درستی نسبی چشم‌گیر پیش‌بینی Clacisols با موقعیت زمین‌ریخت‌شناختی مشابه اشاره کرد. به دلیل فراوانی بسیار کم مشاهدات، مدل در پیش‌بینی مکانی گروه مرجع Vertisols کاملا ناموفق بود، اما دو گروه مرجع Cambisols و Regosols که هر دو از فراوانی نسبی خوبی برخوردار بودند با اعتماد تولید کننده بهتری پیش‌بینی شدند. تلاش برای پیش‌بینی پراکنش مکانی خاک‌ها در سطح دوم WRB به نتیجه درستی نیانجامید که دلیل اصلی آن کاهش شدید فراوانی مشاهدات در هر کلاس خاک بود.

جدول ۱. نتایج پیش‌بینی گروه مرجع خاک با کاربست مدل شبکه عصبی مصنوعی

ارزیابی پیش‌بینی	گروه مرجع خاک					
	Calcisols	Cambisols	Kastanozems	Leptosols	Regosols	Vertisols
صحت کاربر	۶۶/۶۷	۱۰۰	۱۰۰	۵۰	۱۰۰	۲۵
قابلیت اعتماد تولیدکننده	۹۰/۹۱	۷۱/۴۳	۲۵	۱۰۰	۵۰	۱۰۰

مهم‌ترین متغیرهای محیطی در پیش‌بینی کلاس‌های گروه مرجع خاک بر حسب اندازه تاثیر آنها در شکل ۳ مشاهده می‌شود. چنانکه دیده می‌شود این متغیرها عمدتا برگرفته از DEM هستند. در بسیاری از مطالعات (Pahlavan-Rad و همکاران، ۲۰۱۶؛ Taghizadeh-Mehrjardi و همکاران ۲۰۱۴) به اهمیت بالای متغیرهای محیطی برگرفته از DEM اشاره شده است. برای نمونه بهمنی (۱۳۹۵) مهم‌ترین متغیرهای مشتق شده از DEM را در پیش‌بینی گروه‌های مرجع خاک با استفاده از مدل جنگل تصادفی را نمایه همواری کف دره با درجه تفکیک متعدد، ارتفاع و ژرفای دره گزارش کرد، که البته شرایط توپوگرافی، مواد مادری و مدل متفاوت، تغییرات در مهم‌ترین متغیرها را نسبت به منطقه مطالعاتی توجیه می‌کند. همچنین Grunwald و همکاران (۲۰۱۰) به اهمیت متغیرهای برگرفته از DEM اشاره کرده‌اند. بنابراین، به نظر می‌رسد که متغیرهای محاسبه‌شده از تصویر ماهواره‌ای از جمله نمایه کربنات و شاخص تفاضل گیاهی و غیره چندان موثر نبوده است. از دلایل مهم آن اینکه تمامی دشت زیر کشت است و در نتیجه متغیرهای مربوط به پوشش گیاهی و مانند آن نقش مهمی در آموزش مدل نداشته‌اند.

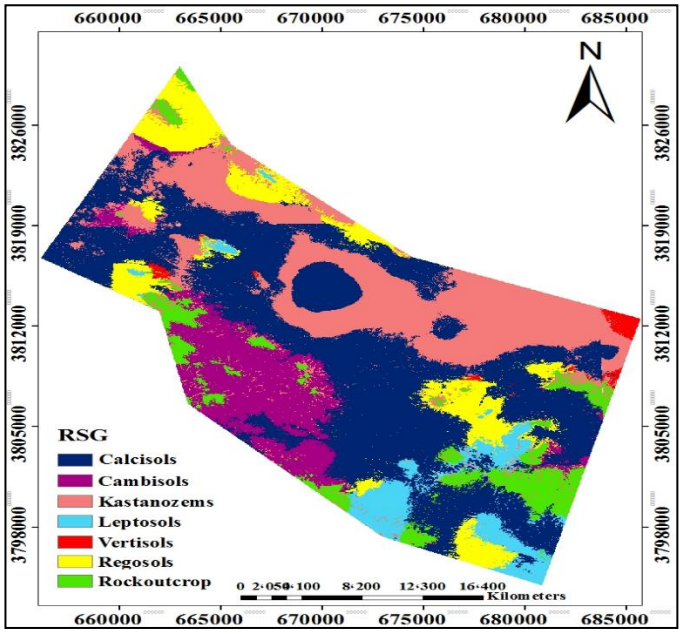


شکل ۳. اهمیت متغیرهای به کار رفته در پیش‌بینی گروه مرجع خاک با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی

شکل ۴ نقشه پیش‌بینیانه پراکنش گروه‌های مرجع را در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد. به طور کلی نقشه پیش‌بینانه با مشاهدات صحرایی هماهنگی قابل قبولی داشت. مثلا با توجه به نقشه گروه مرجع خاک، بیش‌ترین سطح منطقه را دو گروه مرجع Calcisol و Kastanozems پوشش

[1] Degradation

داده که در واقع نیز چنین است اما الگوی پراکنش واقعی بسیار پیچیده‌تر بود و در روش سنتی حتی در برخی نقاط باید این دو را ناگزیر در قالب یک واحد نقشه کمپلکس یا حتی گروه‌های جدانشده تعریف نمود. Calcisols گروه مرجع چیره در دشت بود و تقریباً در کل منطقه مطالعاتی و حتی استان دیده می‌شود. پژوهش‌هایی که برای شناسایی و تهیه نقشه‌های خاک با استفاده از سیستم رده‌بندی WRB و سطح گروه مرجع در استان صورت گرفته است نیز گروه مرجع Calcisols را به‌عنوان گروه مرجعی که بیشترین پراکنش را در مناطق مطالعاتی دارد، شناسایی کرده‌اند (بهمنی، ۱۳۹۵). اما Kastanozems بیشتر در قسمت‌های مرکزی، شمالی و شرقی دشت توسعه یافته بود. خاکرخ این خاک‌ها معمولاً عمیق بوده و در بسیاری از آنها افق مشخصه Calcic مشاهده شد. Cambisols عمدتا در جنوب منطقه و در سرزمین‌های شیب‌دار و تپه‌ها در جنوب منطقه مطالعاتی دیده می‌شد. Leptosols خاک‌های جوان و فاقد تکامل پروفیلی بوده که در قسمت‌های جنوبی منطقه مطالعاتی و مساحت کوچکی از شمال به سمت مرکز منطقه‌ی مطالعاتی گسترش دارند. Regosols در بخش‌های کوهستانی با شیب بالا و عمق کم خاک و بیشتر با خاستگاه آبرفتی-واریزه‌ای مشاهده شدند. گروه مرجع Vertisols را بصورت لکه‌های کوچکی در قسمت‌های جنوب شرقی، شمال غربی و مرکز به اشتباه پیش‌بینی شده است که با واقعیت منطقه همخوانی نداشت. با این همه، مقادیر OA و K برای نقشه به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۵۸ به دست آمد که قابل توجه است. پایدار (۱۳۹۷) و کیانیان (۱۳۹۷) نیز گروه مرجع‌های خاک را در همین منطقه و به ترتیب با مدل‌های رگرسیون لاجستیک و KNN پیش‌بینی نمودند. مدل KNN مشابه با شبکه عصبی عمل کرد و گروه مرجع Vertisols را به دلیل تعداد کم پیش‌بینی نکرد اما رگرسیون لاجستیک Vertisols را با پیش‌بینی نمود. این نکته تأکیدی بر عملکرد متفاوت روش‌های رایان‌آموختی است.



شکل ۴. پیش‌بینی پراکنش مکانی گروه‌های مرجع خاک WRB در منطقه‌ی مطالعاتی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

نتیجه‌گیری

مدل شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی کلاس‌های خاک در سطح اول سیستم WRB عملکرد مناسبی داشت اما در سطح دوم این سیستم رده‌بندی به‌دلیل کاهش شدید فراوانی مشاهدات در هر کلاس، درستی پیش‌بینی‌ها پذیرفتنی نبود. با برگزیدن مهم‌ترین متغیرهای محیطی، درستی پیش‌بینی کلاس‌های خاک توسط مدل بخوبی افزوده شد. از عوامل مهم در صحت پیش‌بینی مدل می‌توان به تعداد نمونه، الگوی نمونه‌برداری و نوع متغیرهای کمکی اشاره نمود. همچنین کاربست دیگر روش‌های رایان‌آموختی برای مقایسه مناسب خواهد بود.

منابع

بهمنی، آ. ۱۳۹۵. توان‌آزمایی جنگل تصادفی در پیش‌بینی پراکنش مکانی خاک در بخش نیمه‌خشک استان کرمانشاه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی. گروه علوم و مهندسی خاک، ۶۵ صفحه.

بنایی، م ح. ۱۳۵۶. نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک ایران. وزارت کشاورزی و عمران روستایی. موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک.

پایدار، ح. ۱۳۹۷. تهیه نقشه پیشبینانه خاک بخشی از دشت سنجابی کرمانشاه با استفاده از رگرسیون لاجستیک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی. گروه علوم و مهندسی خاک.

کیانیان، ن. ۱۳۹۷. بازشناخت الگوی خاک یک زمین چهر نیمه خشک در استان کرمانشاه با استفاده از الگوریتم کای نزدیکترین همسایه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی. گروه علوم و مهندسی خاک.

منهاج، م. ب. ۱۳۸۴. مبانی شبکه های عصبی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهر ان. ۷۱۵ صفحه.

Bui, E. N., Henderson, B. L. and Viergever, K. 2006. Knowledge discovery from models of soil properties developed through data mining. Ecological Modelling, 191(3), 431-446.

Grunwald, S. 2010. Current state of digital soil mapping and what is next Digital Soil Mapping (pp. 3-12): Springer.

Klute, A. 1996. Methods of soil analysis. Part 1. Chemical and mineralogical properties. Monograph No. 9. 2nd. ed. ASA monograph No. 9. SSSA, Madison, WI, USA.

Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E. 2004. Change detection techniques. International journal of remote sensing, 25(12), 2365-2401.

Page, A.L. 1996. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and mineralogical properties. Monograph No. 9 . 2nd. ed. ASA monograph No. 9. SSSA, Madison, WI, USA.

Pahlavan-Rad, M.R., Khormali, F., Toomanian, N., Colby W. Brungard, C.W., Kiani, F., Komaki, C.B., and Bogaert P. 2016. Legacy soil maps as a covariate in digital soil mapping: A case study from Northern Iran. Geoderma. 279: 141-148.

Schoeneberger, P. J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, and Soil Survey Staff. 2012. (2012). Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Lincoln: Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center.

Staff, S. S. 1993. Soil survey manual (3th ed ed. Vol. 18). Washington: USDA- Natural Resources Conservation Service.

Taghizadeh-Mehrjardi, R., Minasny, B., Sarmadian, F. and Malone, B.P. 2014. Digital mapping of soil salinity in Ardakan region, central Iran. Geoderma. 213: 15–28.

IUSS Working Group WRB. G. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Predicting spatial distribution of WRB RSGs in a semi-arid landscape using artificial neural network

Veisi[1], M. and Shekaari, P.[2*].

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

[2] Assistant Prof., Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

Abstract

Soil maps provide information for sustainable land management. Employing digital soil mapping (DSM) methods leads to save time and costs. In this work artificial neural network (ANN) approach adopted in predicting spatial pattern of WRB RSGs in some 48000 ha. area of Sandjabi plain. Using GRTS sampling algorithm, location of 100 profiles determined, which after digging described, sampled, analyzed and classified according to RSG level of WRB. Environmental covariates derived from DEM and a satellite scene used as predictor variables. ANN performance was remarkable in prediction of RSGs under the conditions of study area. Values of overall map accuracy (OA) and Kappa index of agreement (K) obtained 0.68 and 0.58, respectively. Results confirmed ANN sensitivity to low observation frequency as classes with few pedons predicted quite unsuccessfully. Predictions at the second level of WRB led to unsatisfactory results due to the same reason. Results also showed different influence of environmental covariates, well. Results confirmed effectiveness of soil properties in soil pattern prediction. Spatial accuracy of predictive map was good due to acceptable accommodation with the reality of the study area.

Keywords: Digital soil mapping, artificial neural network, environmental covariates, Sandjabi area.

[*] Corresponding author, Email: pshekaari@gmail.com.

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

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

زینب زین‌الدینی [1*]، شاهرخ فاتحی[2]،حسن معصومی[3]، شجاع الدین فلاحی[4]

[1]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

[2]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

[3]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 ^{2}B 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 ۰/۵۶ =Kappa) در مقایسه با مدل C5.0 (OA=۰/۵۴ و ۰/۴۱ =Kappa) 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 منطق 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 توجه‌ای 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[1] (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[2] با استفاده از مشاهدات صحرائی یا استخراج داده از نقشه‌های سنتی و ایجاد روابط کمّی 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). درواقع نقشه‌برداری رقومی خاک شامل استفاده از روش‌ها و مدل‌های مختلف، جهت ایجاد ارتباط میان پراکنش کلاس‌ها یا ویژگی‌های خاک و متغیرهای محیطی[3] که به آسانی و با قیمت ارزان ازطریق روش‌های سنجش از دور، تصاویر و عکس‌های ماهواره‌ای و داده‌های زمین‌ریخت‌سنجی[4] به‌دست 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

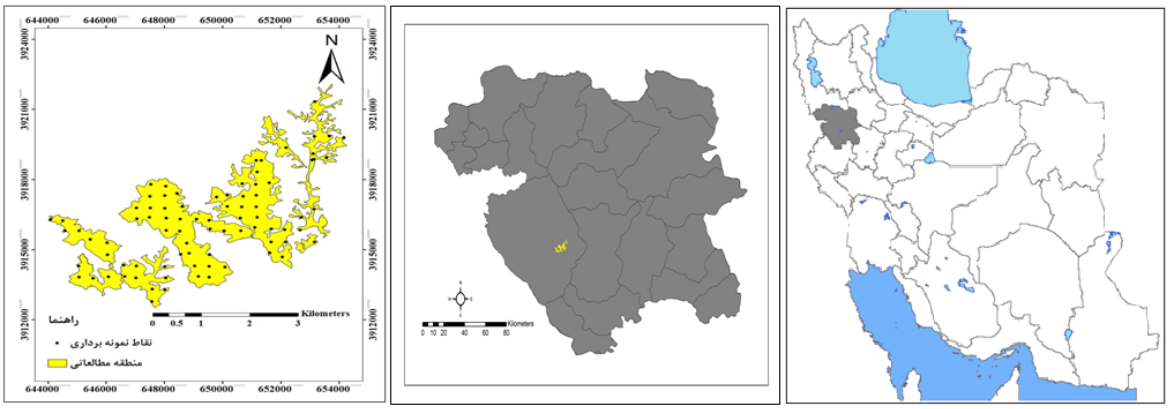
* ایمیل نویسنده مسئول: z.zeynoldini1990@gmail.com

[1] Spatial data base
[2] digital soil mapping
[3] Enviromental covariates
[4] Geomorphometery

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 الگوریتم‌هائی است که توان یادگیری دارند (Grunwald و همکاران ۲۰۱۱). از جمله روش‌های رایان‌آموختی که در علوم خاک به‌صورت گسترده استفاده شده‌اند می‌توان روش‌های: درخت تصمیم‌گیری[1] (DT_s)، شبکه عصبی مصنوعی[2] (ANN)، جنگل تصادفی[3] (RF)، درخت تصمیم‌گیری و رگرسیون[4] (CART)، درختان رده‌بندی[5] (CT) و کای نزدیک‌ترین همسایه[6] (KNN) را نام برد. مطالعات نقشه‌برداری رقومی در ایران قدمت طولانی ندارد. در سالیان گذشته مطالعاتی در این زمینه انجام شده است. به‌عنوان مثال می‌توان به نقشه‌برداری رقومی افق‌های مشخصه و گروه‌های بزرگ خاک در منطقه زرند 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 آن-جا که نقشه‌های خاک از مهم‌ترین اطلاعات پایه برای بسیاری از مطالعات مانند ارزیابی اراضی، مدیریت منابع طبیعی، محیط زیست، مکان‌یابی پروژه-های صنعتی، شهری و فضای سبز است؛ دقت بالا و قابلیت به‌روزرسانی این نقشه‌ها توان آن‌ها را در انعطاف و پاسخگویی به نیازهای روزآمد در زمینه-های 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]. Artifical neural networks
[3] . Random forest
[4]. Classification and regression trees
[5] . Classification trees
[6]. K-nearest neighbor

این منطقه در حد فاصل طول‌های جغرافیایی ″۵/۴۲ ′۳۵ °۴۶ تا ″۵۷/۲۵ ′۴۱ °۴۶ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ″۴۴/۰۶ ′۲۰ °۳۵ تا ″۴۸/۹ ′۲۵ °۳۵ شمالی قرارگرفته است. رژیم رطوبتی و دمایی خاک در منطقه به‌ترتیب زریک و مزیک و اقلیم منطقه براساس طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن و دمارتن اصلاح شده مدیترانه‌ای سرد می‌باشد. واحد فیزیوگرافی مشاهده شده درمنطقه 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[1] (GPS) ثبت گردید. تمامی خاکرخ‌های حفرشده، 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 وآب 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 (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۹۶) و تصویر ماهواره سنتیل ۲B در محیط نرم‌افزار SAGA-GIS نسخه ۱۶ استفاده شد. مدل‌سازی و پیش‌بینی کلاس‌های خاک براساس سیستم رده‌بند ST در سطح زیرگروه در محیط نرم افزار 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 به‌عنوان آموزشی و ۳۰ درصد به‌عنوان 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[2] و شاخص کاپا[3] و برای صحت پیش‌بینی کلاس‌های خاک از صحت کاربر[4] و تولید کننده[5] (Lu و همکاران ۲۰۰۴) استفاده شد.

نتایج و بحث

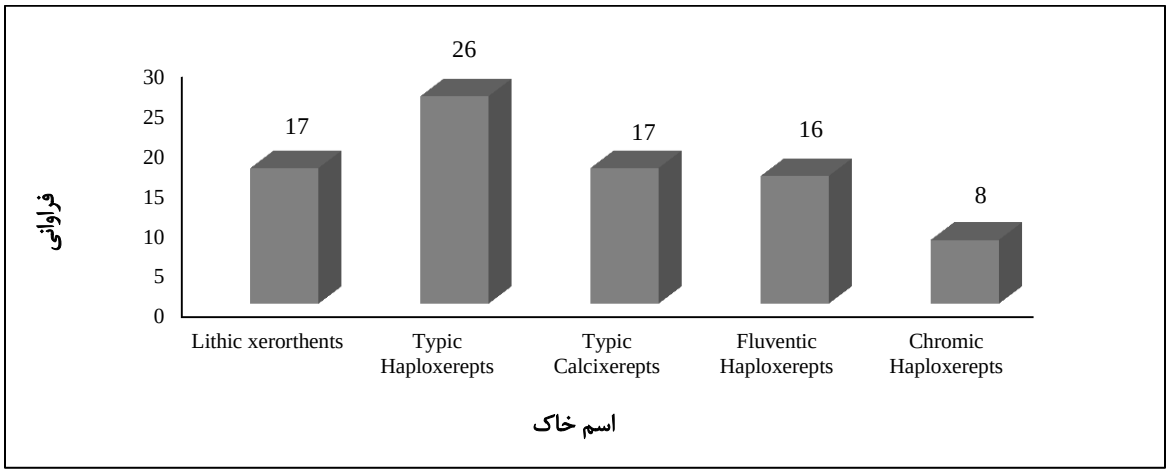
بر اساس سیستم رده‌بندی ST خاک‌ها در ۵ زیرگروه رده‌بندی شدند که نوع و فراوانی زیرگروه‌ها را در شکل ۲ ارائه شده است.. زیرگروه‌های Typic Haploxerepts و Chromic Haploxerepts به‌ترتیب با ۲۶ و ۸ مشاهده بیشترین و کمترین پراکنش را در منطقه مطالعاتی داشتند. زیرگروه-های Typic Haploxerepts، Typic Calcixerepts، 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 نیمه‌خشک صورت گرفته است، رده Inceptisols را به‌عنوان 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 می-شود. 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 رایان‌آموختی 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 به‌کار 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.



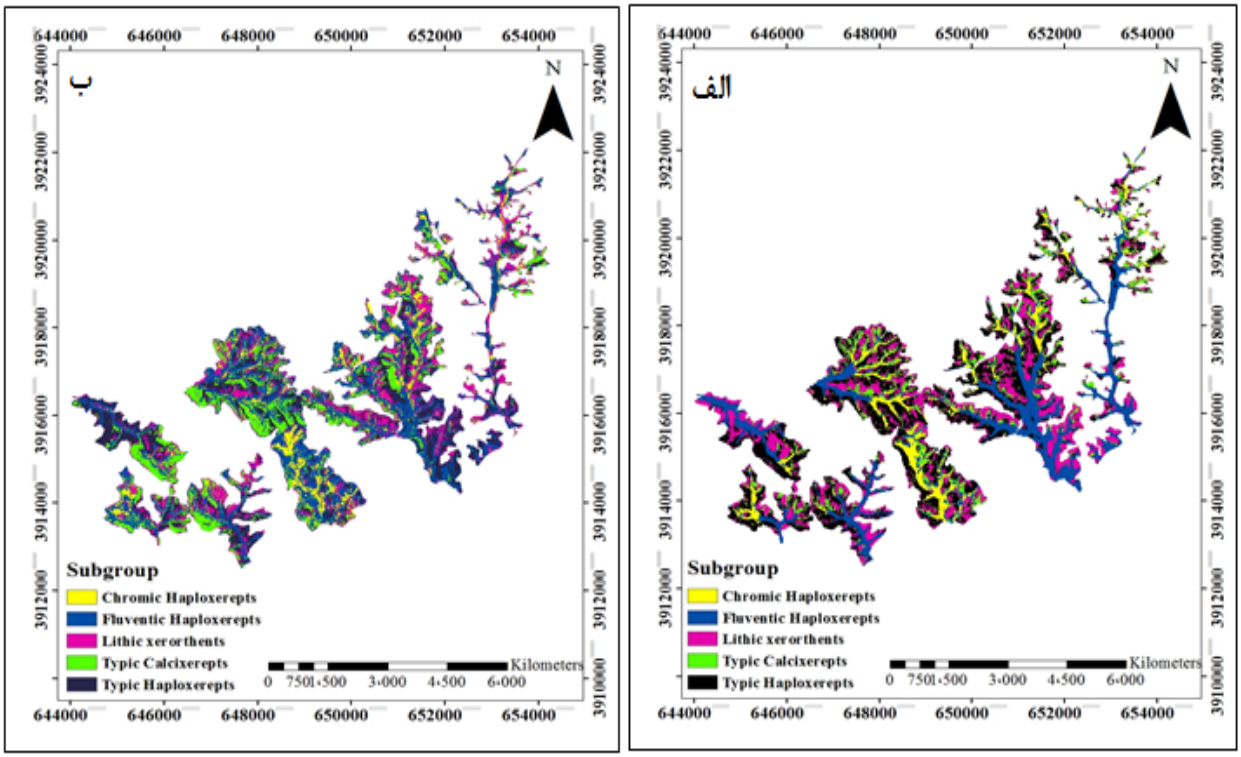
شکل ۲. نوع و فراوانی زیرگروه‌های خاک در منطقه‌ی مطالعاتی

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 درخت‌تصمیم‌گیری عملکرد بهتری داشته و توانسته با صحت بیشتری کلاس‌های خاک را پیش‌بینی نماید. به طور کلی روش‌های رایان‌آموختی 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 به‌کار رفته‌اند، اشاره نمود.

نقشه پیش‌بینی کلاس‌های خاک را با استفاده از مدل ANN و C5.0 در شکل ۳ ارائه شده است. Typic Haploxerepts، Chromic Haploxerepts و Fluventic 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 درافق‌های 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				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 خاکرخ‌ها 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، سرمدیان. ف، امید. م، تومانیان. ن، روستا. م. ج، رحیمیان. م. ح .۱۳۹۳. نقشه‌برداری رقومی‌کلاس‌های خاک با استفاده از انواع روش های داده‌کاوی در منطقه اردکان استان یزد. مجله مهندسی زراعی. جلد ۳۷. شماره۲. ص: ۵۳ – ۳۹.

جعفری، ا.، خادمی، ح.، و ایوبی، ش. ۱۳۹۱. نقشه‌برداری رقومی افق‌های مشخصه و گروه‌های بزرگ خاک در منطقه زرند کرمان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال شانزدهم شماره ۶۲، ص ۱۹۱-۱۷۷.

علی احیائی، م.۱۳۷۲. شرح روش های تجزیه شیمیائی خاک (جلد اول). نشریه فنی۸۹۳. 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.

نبی الهی ، ک.، حیدری، ا.، و مهرجردی، ر، ۱۳۹۳ ، نقشه برداری 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). پایان نامه 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'Connel, 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: Pedometery and Soil Evaluation

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

Zeynodini[*1], Z., Fatehi [2], Sh., Masoumi [3], 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

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای برخی محصولات باغی مهم در اراضی شیب‌دار پایاب سد گاران، استان کردستان

زینب زین‌الدینی [۱*]، حسن معصومی [۲]، شاهرخ فاتحی [۳]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، استان کرمانشاه.

[۲] امور کشاورزی، اقتصادی و اجتماعی، مهندسین مشاور یکم. تهران، 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

چکیده

برنامه‌ریزی استفاده از زمین در قالب ارزیابی تناسب اراضی برای محصولات مختلف و نهایتاً ایجاد الگوی کشت بهینه، مهم‌ترین مرحله اجرای هر پروژه در بخش کشاورزی است. هدف از این پژوهش، ارزیابی تناسب کیفی برخی از مهم‌ترین محصولات باغی شامل بادام، سیب، زردآلو، انگور و گردو در اراضی پایاب سد گاران واقع در شهرستان مریوان، استان کردستان است. بدین منظور، از داده‌های ایستگاه هواشناسی مریوان برای محاسبات تناسب اقلیمی و از مطالعات خاکشناسی برای تعیین خصوصیات خاک و توپوگرافی محدوده مورد مطالعه استفاده شد و تعیین تناسب اراضی به روش پارامتریک (ریشه دوم) انجام گردید. نتایج حاکی از آنست که دوره رشد در منطقه‌ی مطالعاتی، نرمال است. تناسب اقلیمی برای میوه‌ها از مناسب (S1) تا نسبتاً مناسب (S2) متغیر بود و سیب دارای بهترین تناسب اقلیمی نسبت به سایر میوه‌ها است. نتایج کلی تناسب نشان داد که زردآلو و انگور بیشترین تناسب را با شرایط منطقه مطالعاتی دارند. مهم‌ترین عامل محدودکننده اقلیمی میانگین دما در مراحل مختلف رشد بود اما در مجموع مهم‌ترین عامل محدودکننده در منطقه مطالعاتی، شیب است که سبب کاهش کلاس‌های تناسب اراضی شده است. محدودیت شیب را می‌توان با عملیات اصلاحی تراس‌بندی و کشت روی خطوط تراز کاهش داد که منجر به بهبود کلاس تناسب اراضی می‌گردد.

کلمات کلیدی: تناسب آتی، دوره رشد، روش پارامتریک، عملیات اصلاحی، کلاس تناسب.

مقدمه

خاک از منابع زیربنایی در کشاورزی و تولید محصول به شمار می‌رود. اگر استفاده از خاک بر پایه شناخت استعداد و توانایی تولید و مبتنی بر رعایت اصول درست و علمی باشد، منبعی پایدار در کشاورزی محسوب می‌گردد. با توجه به افزایش جمعیت، منابع خاک نقش مهمی را در اثرگذاری سیاست‌های مدیریت اراضی و برنامه‌ریزی مدیریتی خواهند داشت (Coyle و همکاران ۲۰۱۶). با انجام مطالعات ارزیابی تناسب اراضی می‌توان کارآیی اراضی را به‌منظور استفاده‌های خاص تعیین کرد و میزان سازگاری و مطابقت مشخصات اراضی را با نیازهای نوع ویژه‌ای از بهره‌وری مشخص نمود. بنابراین ارزیابی اراضی و مدیریت خاک از اهمیت روزافزونی برخوردار بوده و داشتن اطلاعات دقیق از وضعیت آن‌ها پیش‌نیاز تصمیم‌گیری آگاهانه و آمایش سرزمین است. همچنین تناسب اراضی برای یک منطقه خاص شرایطی را فراهم می‌آورد تا بتوان به‌طور صحیحی از منابع موجود به‌ویژه خاک، حداکثر استفاده مطلوب را برد (McKenzie و همکاران ۲۰۰۸). ارزیابی تناسب زمین، بخش اصلی فرآیند تخصیص کاربری زمین است (Riveira-Sante و همکاران ۲۰۰۸). تا قبل از سال ۱۹۷۳ سیستم‌هایی که برای طبقه‌بندی تناسب اراضی یا قابلیت اراضی معرفی شدند اراضی را برای چند نوع بهره‌برداری کلی ارزیابی نمودند، به طور خلاصه می‌توان به مهم ترین این سیستم‌ها اشاره نمود؛ ۱- طبقه‌بندی قابلیت اراضی به روش وزارت کشاورزی (USDA) ایالت متحده آمریکا، ۲- روش ارزیابی تناسب اراضی برای نباتات خاص به روش سازمان جهانی خوار و بار جهانی و ۳- سیستم پارامتریک برای اهداف ارزیابی کلی (موسوی و همکاران، ۱۳۹۵). از جمله مطالعاتی که در زمینه ارزیابی تناسب اراضی محصولات باغی در ایران صورت گرفته است می‌توان به فاتحی (۱۳۸۵) و گلابی‌زاده همکاران (۱۳۹۲) اشاره نمود. فاتحی (۱۳۸۵) تناسب اراضی زیتون را در ۲۳ هکتار از اراضی ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو در استان کرمانشاه با استفاده از روش

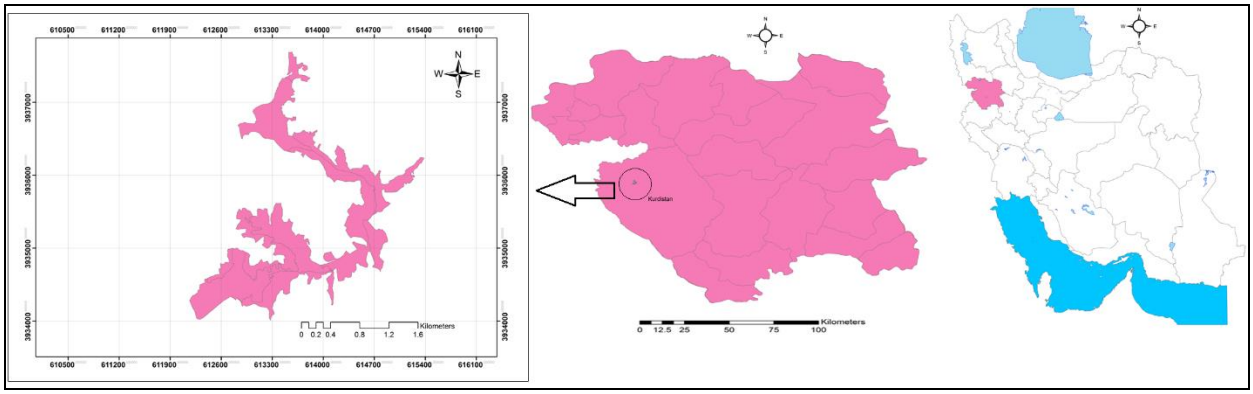
* ایمیل نویسنده مسئول: z.zeynoldini1990@gmail.com

پارامتریک مورد ارزیابی قرار داد. نتایج این پژوهش نشان داد که کلاس تناسب اقلیمی برای درخت زیتون خیلی مناسب (S1) و نتایج تناسب کلی اراضی نشان داد، سطح وسیعی از اراضی کلاس نسبتاً مناسب (S2) و سایر اراضی کلاس خیلی مناسب (S1) دارند. مهم‌ترین عامل محدودکننده در این اراضی برای زیتون میزان سنگریزه و بافت خیلی سنگین خاک بود. گلابی زاده و همکاران (۱۳۹۲) تناسب اراضی را برای درخت گردو در شهرستان پلدشت با استفاده از روش محدودیت ساده و پارامتریک انجام دادند. نتایج ارزیابی اقلیم نشان داد که در هر دو روش، تناسب اقلیمی منطقه کلاس نسبتاً مناسب (S2) دارد. نتایج ارزیابی تناسب کلی برای گردو به روش ریشه دوم نشان داد که تقریباً ۳۴ درصد منطقه مطالعاتی در کلاس نسبتاً مناسب (S2) و ۶۳ درصد اراضی در کلاس نامناسب (N) قرار دارند. عمده‌ترین عوامل محدودکننده واحدهای اراضی برای کشت گردو در این منطقه اسیدیته، شوری، مواد آلی و بافت خاک بود.

در اراضی محدود پایاب سد گاران از دیرباز تا کنون محصولات کشاورزی و باغی به طور سنتی و براساس تجربه کشاورزان و بدون هیچ گونه پشتوانه علمی کشت می‌شود. با توجه به وضعیت پستی و بلندی منطقه مطالعاتی، کشت محصولات باغی در این منطقه رایج است. به‌دلیل ارزش اقتصادی بالای محصولات باغی در بخش کشاورزی ضروری است که براساس روش‌های ارزیابی تناسب اراضی، بهترین کاربری را با توجه به شرایط محیطی منطقه تعیین و با رعایت نکات علمی، اقتصادی و مدیریتی اقدام به کشت آن‌ها نمود. بنابراین این پژوهش در نظر دارد با شناسایی خاک‌های منطقه، ارزیابی تناسب اراضی را برای محصولات منتخب باغی در منطقه و همچنین روش‌های اصلاحی مورد نیاز برای کاهش یا رفع محدودیت‌های احتمالی انجام دهد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش درسال ۱۳۹۶ در اراضی پایاب سد گاران با وسعت حدود ۲۵۷/۵۳ هکتار در ۴ کیلومتری شمال شرق شهر مریوان واقع در استان کردستان اجرا شد. این اراضی حد فاصل مختصات جغرافیائی″۴۶°۱۴'۱۴/۶۲ تا ″۴۶°۱۶'۲۴/۳۲ طول شرقی و″۳۵°۳۲'۳۵/۸۳ تا ″۳۵°۳۴'۳۴/۴۲ عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). میانگین دمای سالیانه و بارندگی به‌ترتیب ۱۳/۶ درجه سانتی‌گراد و ۹۹۳/۹ میلی‌متر است. اقلیم منطقه بر اساس تقسیم‌بندی دمارتن اصلاح شده بسیار مرطوب سرد و تقسیم‌بندی آمبرژه مرطوب سرد است. رژیم رطوبتی و دمایی خاک به‌ترتیب زریک و ترمیک است. واحد فیزیوگرافی مشاهده شده در منطقه تپه است و از نظر ساخت کلی زمین‌شناسی بخش اعظم رخنمون‌های آن مواد مادری فلیش مربوط به دوره کرتاسه فوقانی و بخشی مربوط به رسوبات دوران کواترنری است. در اراضی پایاب سد گاران، گیاهان زراعی شامل گندم، جو و نخود دیم کشت می‌گردد و باغ‌های انگور، هلو و زردآلو نیز به صورت پراکنده مشاهده شد. مبنا و پایه نقشه-های تناسب اراضی، واحدهای نقشه خاک منطقه مورد مطالعه است (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۹۶). بنابراین بر اساس داده‌های خاک موجود در هر واحد نقشه و مشخصات توپوگرافی در هر واحد نقشه، تناسب اراضی محصولات باغی مورد نظر برای آن واحد نقشه تعیین گردید.



شکل ۱. موقعیت مکانی اراضی پایاب سد گاران در استان کردستان و ایران

ارزیابی تناسب براساس ویژگی‌های اقلیمی، خاک و پستی و بلندی انجام گرفت. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای درختان بادام، سیب، زردآلو، انگور و گردو براساس چهارچوب فائو و استفاده از راهنمای ارزیابی اراضی sys و همکاران (۱۹۹۳) و براساس روش ریشه دوم انجام گرفت. برای ارزیابی کیفی تناسب اقلیمی و محاسبه دوره رشد در منطقه از داده‌های ایستگاه هواشناسی سینوپتیک مریوان استفاده شد.

نیازهای رویشی هر یک از درختان از جداول ارائه شده توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب استخراج گردید (نشریات فنی ۱۴۲۹، ۱۴۳۰، ۱۵۰۹، ۱۷۵۷) و براساس شرایط اقلیمی منطقه تعدیل و اصلاحات لازم انجام گرفت و در نهایت ارزیابی ویژگی‌های اقلیمی برای هر یک از درختان میوه صورت گرفت. ویژگی‌های خاک و پستی و بلندی نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند. ویژگی‌هایی همچون شیب، میکرورلیف، سیل-گیری و وضعیت زهکشی براساس بازدیدهای محلی و اطلاعاتی که در کارت تشریح خاکرخ‌ها ثبت شد، مورد ارزیابی قرار گرفتند. اما برای محاسبه تناسب خاک از داده‌های خاک برگرفته از مطالعات خاکشناسی اراضی پایاب سد گاران (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۹۶) استفاده شد. ویژگی‌های خاک از جمله بافت، ساختمان، درصد سنگریزه، عمق، درصد آهک و گچ، اسیدیته، شوری، قلیاییت و کربن آلی براساس نتایج آزمایشگاهی و میانگین‌گیری وزنی از طریق ضرایب وزنی تا عمق ۱/۵ متری خاک، به صورت شاخص برای کل خاکرخ تعیین شد و در نهایت مقادیر شاخص آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. در ادامه بسته به اینکه ویژگی اراضی مورد مطالعه تا چه حد بتوانند جواب‌گوی نیازهای رویشی درختان مورد نظر باشد، ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای هر محصول به روش پارامتریک، صورت گرفت. در روش پارامتریک (معادله ۱)، یک درجه‌بندی کمی به هر ویژگی اراضی اختصاص داده شد و اگر ویژگی برای محصول مورد نظر کاملاً مطلوب باشد، درجه حداکثر (۱۰۰) به آن اختصاص می‌یابد. اگر همان ویژگی‌ها دارای محدودیتی است، درجه کمتری به آن نسبت داده شده و درجات اختصاص یافته در محاسبه شاخص کل اراضی به‌کار می‌رود. در این روش سطح هر کدام از محدودیت‌ها براساس درجه‌بندی، عددی از صفر تا ۱۰۰ می‌گیرد. در روش ریشه دوم از معادله خدیر (۱۹۸۶) که به ریشه دوم معروف است استفاده شد.

$$I = R_{min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \dots} \quad (۱)$$

در این معادله I مقدار شاخص، R_{min} کمترین درجه بین ویژگی‌های مختلف و A، B و C درجه‌ی ویژگی‌های دیگر غیراز ویژگی با کمترین درجه است. برای تناسب اقلیمی بعد از به‌دست آوردن شاخص اقلیمی بایستی درجه اقلیمی برای هر میوه جداگانه محاسبه گردد. اگر مقدار شاخص اقلیمی کمتر از ۲۵ باشد از معادله‌ی ۲ و اگر بین ۲۵ تا ۹۲/۵ باشد از معادله ۳ برای به‌دست آوردن درجه‌ی اقلیمی استفاده می‌شود.

$$CR = ۱/۶\ CI \quad (۲)$$

$$CR = ۱۶/۶۷ + ۰/۹\ CI \quad (۳)$$

در این معادله‌ها CI و CR به‌ترتیب شاخص اقلیمی و درجه‌ی اقلیمی است. در روش پارامتریک در مرحله اول، درجه‌بندی اقلیمی تعیین می‌شود. پس از بدست آوردن تناسب اقلیمی درجه‌بندی ویژگی‌های خاکی و پستی و بلندی نیز با هم محاسبه شد. در پایان شاخص کلی سرزمین با استفاده از روش ریشه دوم به‌دست آمد. بعد از اینکه از طریق معادله خدیر تناسب به دست آمد، براساس جدول ۱ کلاس‌های تناسب برای میوه-های مختلف تعیین شد (sys و همکاران ۱۹۹۳) و نتایج تناسب در شرایط فعلی برای میوه‌های ذکر شده به‌صورت نقشه‌های طبقه بندی تناسب اراضی در محیط نرم افزار ILWIS VERSION 3.2 تهیه گردید.

جدول ۱. تعریف کلاس‌های تناسب براساس شاخص بدست آمده از روش ریشه دوم

کلاس تناسب	S1	S2	S3	N
محدودیت	هیچ تا کم	متوسط	شدید	خیلی شدید
شاخص	۱۰۰-۷۵	۷۵-۵۰	۵۰-۲۵	۲۵-۰

نتایج و بحث

محاسبات طول دوره رشد نشان داد که نوع دوره شد دراراضی پایاب سد گاران نرمال است. کل طول دوره رشد در ناحیه مورد مطالعه ۲۵۸ روز است که از ۱۵ مهر ماه شروع و در اول تیرماه پایان می‌یابد. طول دوره رشد بدون محدودیت دمایی با کسر مدت زمانی که دما کمتر از ۶ درجه سانتی‌گراد است (از ۱۰ آذر تا ۹ اسفند ماه)، ۱۶۸روز است (جدول ۲). با این دوره رشد در منطقه هر چند می‌توان باغات دیم مانند انگور توسعه داد اما محصول اقتصادی بدون ایجاد باغات میوه فاریاب قابل تولید نیست زیرا بسیاری از درختان میوه دیگر نمی‌توانند با وجود شرایط دمایی مناسب در بهار تا تابستان، فرآیند گلدهی تا رسیدگی میوه بدون وجود آب کافی در خاک کامل کنند.

جدول ۲. اطلاعات دوره رشد در اراضی پایاب سدگاران

دوره رشد		آغاز دوره رشد	آغاز دوره مرطوب	پایان دوره مرطوب	پایان دوره بارندگی	پایان دوره رشد	نوع دوره رشد
شمسی	روز	۱۵	۶	۶	۹	۱	نرمال
	ماه	مهر	آبان	خرداد	خرداد	تیر	

نتایج تناسب اقلیمی بیانگر آنست که مناسب‌ترین میوه در بین میوه‌های مورد بررسی سیب است که با شرایط اقلیمی منطقه سازگاری بیشتری دارد، کلاس تناسب اقلیمی برای سیب در منطقه کاملاً مناسب (S1) است. کلاس تناسب اقلیمی برای سایر میوه‌ها نسبتاً مناسب (S2) بدست آمد (جدول ۳). محدودیت عمده برای بیشتر درختان میوه شرایط دمایی نامناسب در زمان گلدهی و تورم جوانه‌ها است به زبان ساده‌تر در برخی سال‌ها به دلیل کاهش دما در مرحله گلدهی، از بین رفتن محصولات باغی را در منطقه شاهد هستیم. البته این مسئله سبب نشده است که باغات به‌طور بومی وجود نداشته باشند و ما شاهد وجود انواع میوه‌های معتدل وسردسیری در منطقه هستیم. البته می-توان با این مسئله با مدیریت‌هایی مانند احداث باغ‌هایی مثل بادام و زردآلو که زود به گل می‌نشیند در شیب‌های شمالی تا حدودی بر معزلی مانند سرمازدگی در زمان گلدهی غلبه نمود، یا از ارقام درختی استفاده نمود که دیرتر به مرحله گل‌دهی برسند. البته نباید نقش استفاده از کود پتاسیم برای مقاومت درختان در برابر سرمای زودرس بهاره را نادیده گرفت.

جدول ۳. نتایج نهایی تناسب اقلیمی برای درختان میوه در اراضی پایاب سد گاران

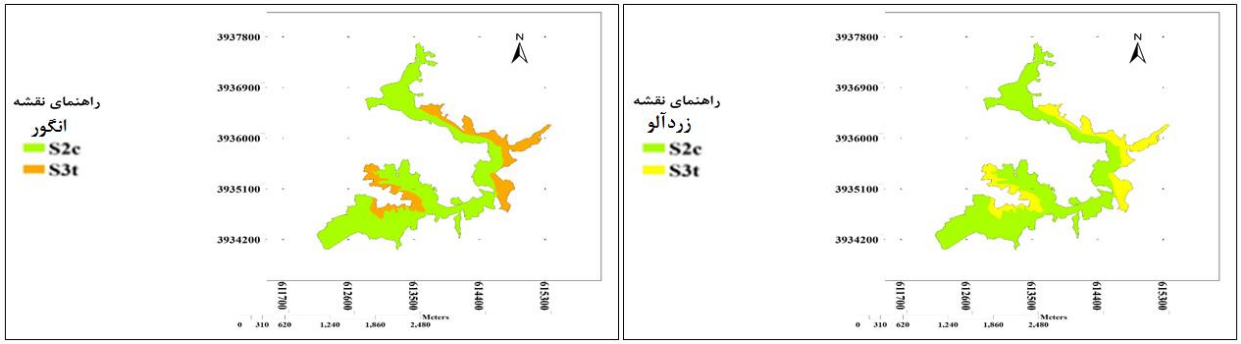
محصول	کلاس تناسب	شاخص اقلیمی	درجه‌ی اقلیمی	زیرکلاس تناسب	عامل محدودکننده
بادام	S2	۴۳/۳۱	۵۵/۶۵	S2 (Temperature)	متوسط دما (متورم شدن جوانه ها)
سیب	S1	۸۷/۱۱	۹۵/۰۷	S1 (Temperature)	متوسط دما (سیکل رشد)
زردآلو	S2	۶۲/۵۸	۷۲/۹۹	S2 (Temperature)	متوسط دما (گلدهی)
انگور	S2	۵۳/۱۱	۶۴/۴۷	S2 (Temperature)	متوسط دما (گلدهی، گرده افشانی و تشکیل میوه)
گردو	S2	۴۲/۰۴	۵۴/۵۱	S2 (Temperature)	میانگین حداقل مطلق دما (رشد)

نتایج تناسب کلی اراضی برای درختان بادام، سیب، زردآلو، انگور و گردو در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج ارزیابی تناسب کلی اراضی در شرایط حاضر برای بادام و گردو نشان داد این زمین‌ها برای بادام در کلاس‌های نسبتاً مناسب (S2) تا تناسب کم (S3) قرار دارد. پارامتر اقلیمی محدودیت میانگین دما در مرحله متورم‌شدن جوانه‌ها (درخت بادام)، محدودیت میانگین مطلق کمینه دما مرحله رشد (درخت گردو) و شیب سبب کاهش تناسب این درختان در سطح وسیعی از اراضی تا کلاس کم (S3) شده است. به طورکلی بادام و گردو در همه‌ی اراضی مورد مطالعه با مساحت ۲۵۷/۵۳ هکتار معادل ۱۰۰ درصد اراضی دارای کلاس مناسب (S) است. سیب در اراضی پایاب سدگاران دارای تناسب کلی کم (S3) تا نامناسب (N) است. ۶۶/۶۵ هکتار از اراضی به‌دلیل ویژگی‌های حاصلخیزی خاک که مربوط به کمبود مواد آلی است (مقدار کربن آلی ٪ ۰/۳) برای احداث باغ سیب در کلاس تناسب کم (S3) قرار گرفتند. برای این محصول، سطح وسیعی از اراضی (۷۲/۱۴ هکتار) به‌دلیل ویژگی‌های فیزیکی خاک (مجموع عمق، بافت و درصد سنگریزه) به ویژه بافت سنگین (رسی) کلاس نسبتاً مناسب (S2) دارند. شیب که از اصلی‌ترین عوامل محدودکننده در منطقه بود، در ۵۰/۲۳ هکتار از اراضی سبب کاهش تناسب تا کلاس کم (S3) و شیب بالای ۱۶ درصد نیز در برخی از اراضی (۶۳/۷۳ هکتار) تناسب را تا کلاس نامناسب (N) کاهش داد. نتایج تناسب کلی اراضی برای احداث باغ سیب حاکی از آن است در مجموع حدود ۱۹۳/۸۰ هکتار معادل ۷۵/۲۵ درصد از کل اراضی در کلاس مناسب (S) و ۶۳/۷۳ هکتار معادل ۲۴/۷۵ درصد از کل اراضی در کلاس نامناسب (N) قرار دارند. نتایج ارزیابی تناسب کلی اراضی برای زردآلو و انگور نشان داد، این میوه‌ها در منطقه مطالعاتی در کلاس‌های نسبتاً مناسب (S2) تا تناسب کم (S3) قرار دارند. پارامتر اقلیمی محدودیت میانگین دما در مرحله گلدهی سبب کاهش تناسب اراضی برای این میوه‌ها در بیشتر واحدهای اراضی مورد مطالعه (۱۹۳/۸ هکتار) تا کلاس نسبتاً مناسب (S2) شده است. شیب سبب کاهش تناسب اراضی حدود ۶۳/۷۳ هکتار از اراضی ناحیه مورد مطالعه تا کلاس تناسب کم (S3) گردید. در مجموع کل اراضی مورد مطالعه با مساحت ۲۵۷/۵۳ هکتار معادل ۱۰۰درصد اراضی برای احداث باغ زردآلو و انگور در کلاس مناسب (S) قرار گرفته‌اند. مطالعاتی که برای ارزیابی تناسب اراضی میوه‌های مختلف از جمله بادام، سیب، زردآلو، انگور و گردو در مناطق مختلف استان کردستان صورت گرفته

(مهندسین مشاور یکم، ۱۳۹۶) از جمله مطالعات تناسب اراضی محدوده سد پایاب آزاد واقع در شهر سنندج و اراضی پایاب سدهای زیویه و امیرآباد در شهرستان کامیاران تقریباً به نتایج مشابه با این پژوهش دست‌یافتند. از جمله دلایل نتایج مشابه می‌توان به شرایط اقلیمی تقریباً مشابه، وضعیت مشابه سیمای اراضی و ویژگی‌های خاک اشاره نمود. به‌دلیل محدودیت تعداد صفحات مقاله فقط پراکنش مکانی کلاس‌های تناسب اراضی را برای زردآلو و انگور که بیشترین تناسب را در منطقه مطالعاتی داشتند، ارائه شده است (شکل ۲).

جدول ۴. نتایج تناسب اراضی کلی در شرایط فعلی و آتی در اراضی پایاب سد گاران

میوه	تناسب	کلاس	زیرکلاس	مساحت	درصد	مساحت کل منطقه	درصد کل منطقه
بادام و گردو	فعلی	S	S3c	۱۹۳/۸۰	۷۵/۷۰	۲۵۷/۵۳	۱۰۰
			S3t	۶۳/۷۳	۲۴/۷۵		
	آتی		S3c	۲۵۷/۵۳	۱۰۰	۲۵۷/۵۳	۱۰۰
سیب	فعلی	S	S2t	۵۰/۲۳	۱۹/۶۲	۱۹۳/۸۰	۷۵/۲۵
			S2s	۷۲/۱۴	۲۸/۱۸		
			S3t	۴/۷۹	۱/۸۷		
			S3f	۶۶/۶۵	۲۶/۰۳		
		N	Nt	۶۳/۷۳	۲۴/۷۵	۶۳/۷۳	۲۴/۷۵
	آتی	S	S1f	۲۲/۸۸	۸/۹۴	۲۵۷/۵۳	۱۰۰
			S2t	۵۰/۲۳	۱۹/۶۲		
			S2s	۱۱۲/۹۹	۴۳/۸۷		
			S3t	۴/۷۹	۱/۸۷		
			S3f	۶۶/۶۵	۲۶/۰۳		
زردآلود و انگور	فعلی	S	S2c	۱۹۳/۸۰	۷۵/۲۵	۲۵۷/۵۳	۱۰۰
			S3t	۶۳/۷۳	۲۴/۷۵		
	آتی	S	S2c	۲۵۷/۵۳	۱۰۰	۲۵۷/۵۳	۱۰۰



شکل ۲. نقشه تناسب اراضی در شرایط فعلی برای درختان زردآلو و انگور

نتایج تناسب اراضی کلی نشان داد که درختان میوه بادام، سیب، زردآلو، انگور و گردو عمدتاً به‌دلیل محدودیت‌های توپوگرافی و اقلیمی در کلاس‌های نسبتاً مناسب (S2) تا نامناسب (N) قرار گرفتند. برای احداث باغ‌های میوه بادام، زردآلو، انگور و گردو در منطقه ویژگی‌های توپوگرافی (شیب)، عامل اصلی محدودکننده است. برای سیب علاوه بر ویژگی‌های توپوگرافی (شیب)، ویژگی‌های فیزیکی خاک (مجموع عمق خاک، بافت و درصد سنگریزه) سبب کاهش تناسب در منطقه شده‌است. با توجه به نتایج تناسب اراضی کلی در شرایط فعلی به‌روش پارامتریک، اراضی پایاب سد گاران به‌ترتیب برای احداث باغ‌های زردآلو و انگور مناسب هستند که نتایج با مشاهدات صحرایی، شرایط اقلیمی و خاک منطقه مطابق است.

در مورد همه‌ی میوه‌های مورد بررسی شیب عامل محدودکننده اصلی بود که در سطح وسیعی از اراضی سبب کاهش تناسب شده است. می‌توان با عملیات اصلاحی تراس‌بندی توأم با کشت روی منحنی‌های میزان، از شدت محدودیت شیب کاسته و بر وسعت اراضی مناسب افزود (جدول ۴). پس از عملیات اصلاحی تراس‌بندی توأم با کشت روی منحنی‌های میزان، وسعت کلاس تناسب اراضی ناحیه مورد مطالعه برای

میوه‌های مختلف تغییر نمود. برای بادام و گردو حدود ۲۵۷/۵۳ هکتار معادل ۱۰۰ درصد از کل اراضی (تمام اراضی مورد مطالعه) در زیرکلاس S3c قرار گرفته‌اند. در مورد زردآلو و انگور حدود ۲۵۷/۵۳ هکتار معادل ۱۰۰ درصد از کل اراضی (تمام اراضی مورد مطالعه) در کلاس نسبتاً مناسب (S2) و زیرکلاس S2c قرار گرفته‌اند. پس از عملیات اصلاحی، تناسب آتی برای سیب به این صورت تغییر نمود؛ حدود ۱۸۶/۱ هکتار معادل ۷۲/۲۶ درصد از کل اراضی (تمام اراضی مورد مطالعه) در کلاس نسبتاً مناسب (S2) و زیرکلاس‌های S1f، S2t و S2s و ۷۱/۴۳ هکتار از اراضی معادل ۲۷/۷۴ درصد از کل اراضی در کلاس تناسب کم (S3) و زیرکلاس‌های S3t و S3f قرار گرفته‌اند (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

نتایج بیان‌گر آن است که محدودیت اصلی در منطقه برای احداث باغ میوه به‌ترتیب ویژگی‌های اقلیمی، توپوگرافی (شیب)، ویژگی-های فیزیکی (مجموع بافت، عمق و درصد سنگریزه و آهک) و حاصلخیزی خاک (مواد آلی) است. ویژگی‌های اقلیمی قابل اصلاح نیستند و به جز کمبود مواد آلی خاک، اصلاح سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به‌دلیل هزینه بالا و زمان‌بر بودن از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست. عملیات اصلاحی عمده‌ای که در منطقه جهت افزایش تناسب اراضی صورت گرفت مربوط به تراس‌بندی جهت کاهش تأثیر شیب بود. برای توسعه محصولات باغی در منطقه، زردآلود و انگور مناسب‌ترین میوه‌ها هستند. درخت سیب با وجود اینکه از نظر اقلیمی تناسب بیشتری دارد اما محدودیت‌های خاکی بیشتری در منطقه برای کاشت این محصول وجود دارد که از تناسب آن می‌کاهد.

منابع

فاتحی،ش .۱۳۸۵ طبقه بندی کیفی تناسب اراضی ایستگاه تحقیقات زیتون سرپل ذهاب برای درخت زیتون.مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران جلد اول ص ۴۳۸-۴۳۵.

گلابی زاده، ن. برنجی، س. شهبازی، ف و حاجی رسولی، م. ۱۳۹۲. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای گردو در بخشی از اراضی شهرستان پلدشت .همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در علوم و مهندسی.

موسوی، س. ا.، سرمدیان، ف. و طاعتی، ع. ۱۳۹۵. مقایسه روش فائو و فرآیند تحلیل سلسه مراتبی (AHP) برای ارزیابی تناسب اراضی برای گندم دیم در منطقه کوهین. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، الف، جلد ۳۰، شماره ۴.

مهندسین مشاور یکم. ۱۳۹۶. مطالعه نیمه تفصیلی خاک‌شناسی و ارزیابی تناسب اراضی برای باغات در اراضی پایاب سد های امیرآباد، زیویه و گاران.

موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۸۸. درجه بندی خصوصیات اراضی و نیازهای رویشی گردو تناسب اراضی در استان.آذربایجان شرقی، نشریه فنی شماره ۱۴۲۹.

موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۸۸. درجه بندی خصوصیات اراضی و نیازهای رویشی بادام جهت تهیه جداول پایه تناسب اراضی در استان آذربایجان غربی، نشریه فنی شماره ۱۴۳۰.

موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۳۸۹. طبقه بندی خصوصیات اراضی و نیازهای رویشی سیب جهت تهیه جداول پایه تناسب اراضی در استان آذربایجان غربی، نشریه فنی شماره۱۵۰۹.

موسسه تحقیقات خاک و آب.۱۳۹۱.تعیین نیازهای رویشی گیاه مو جهت استفاده در مطالعات ارزیابی تناسب اراضی .نشریه فنی شماره۱۷۵۷.

Coyle, C., Creamer, R.E., Schulte, R.P., O'Sullivan, L. and Jordan, P. 2016. A functional land management conceptual framework under soil drainage and land use scenarios. Environmental Science & Policy 56: 39-48.

McKenzie, N., Grundy, M., Webster, R. and Ringrose, V.A. 2008. Guideline for Surveying Soil and Land Resources, Part 1: Rationale for Land Resource Assessment, Australian Soil and Land Survey Handbook Series, CSIRO Publishing, Collingwood Victoria 3066, Australia.

Sante-Riveira, I., Crecente-Maseda, R. and Miranda-Barros, D. 2008. GIS-based PlanningSupport System for Rural Land-use Allocation, Computer and Electronics in Agriculture, PP. 257-273.

Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye, J. and Beernarent, F. 1993. Land evaluation. Part III: Crop requirements, International training center for post graduate soil scientist. Ghent University, Ghent, 199 pp.

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Qualitative land suitability evaluation for some important garden products in lands of Garan Dam, Kurdistan province

Zeynodini, Z. [*1], Masoumi, H. [2], Fatehi, Sh. [3]

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

[2] Agricultural, Economic and Social Affairs, Yekom Consultant Engineers. Tehran, Iran.

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

Abstract

The aim of this study was to evaluate the qualitative suitability of some of the most important horticultural products including almonds, apples, apricots, grapes and walnuts in sloping lands in downstream of Garan dam located in Marivan city, Kurdistan province. For this propose, it was used from the Marivan Meteorological Station data for climate suitability calculations and from the soil survey of the study area to determine the characteristics of topography, wetness status and soil properties. Square root parametric method applied to determine land suitability class. The results indicate that the growth period in the study area is normal. The climate suitability of fruits varies from suitable (S1) to fairly suitable (S2) and apple has the best suitability class among fruits. The general results of the land evaluation showed that apricot and grape are most suitable and concordance with the conditions of the study area. The most important limiting factor was the mean temperature at different stages of growth, but in general, the most important limiting factor in the study area was the slope, which reduced the suitability of land classes. The slope limiting can be reduced by correctional operations include garden construction on the topography lines and terracing, which improves the land suitability class.

Keywords: future fit, growth period, parametric method, corrective action, suitable class.

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

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

ارتباط همبستگی برخی عناصر سنگین با ویژگی‌های خاک و تغییرپذیری آنها در واحدهای نقشه خاک

محسن باقری بداغ آبادی[۱]، رضا مهاجر[۲*] و مجید عباسپور[۱]

[۱] موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

[۲] عضو هیات علمی و استادیار خاکشناسی گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور

چکیده

تغییرپذیری مکانی یک ویژگی مهم و ذاتی خاک است. بنابراین وجود یا عوم وجود رابطه یا همبستگی بین برخی از ویژگی‌های خاک نیز به موقعیت مکانی آن‌ها و به عبارت دیگر به واحدهای نقشه خاک مرتبط می‌شود. متاسفانه در بسیاری از پژوهش‌های مرتبط با خاک به این ماهیت ذاتی خاک توجه نمی‌شود. بنابراین، در این پژوهش همبستگی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل برخی عناصر سنگین، بافت، مواد آلی و آهک در دو حالت، بدون توجه به نقشه خاک و با در نظر گرفتن واحدهای نقشه خاک، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از ارزیابی آماری نشان داد عدم توجه به نقشه خاک و تغییرپذیری ویژگی‌های خاک می‌تواند تا حد زیادی وجود یا عدم وجود همبستگی بین ویژگی‌های خاک را با شک و تردید همراه کند. بنابراین نتایجی که بدون توجه به نقشه خاک و تغییرپذیری ویژگی‌های خاک به دست می‌آید می‌توانند با توجه به نوع ویژگی مورد نظر تا حدی گمراه‌کننده باشند.

کلمات کلیدی: ارزیابی آماری، نقشه برداری خاک، همبستگی مکانی

مقدمه

خاک‌ها دارای ماهیت تغییرپذیری مکانی خاک‌ها می‌باشند. این ویژگی به همراه پیوسته بودن تغییرات ویژگی‌های خاک، تعیین مرز دقیق بین خاک‌های مختلف را غیرممکن می‌سازد؛ مگر در موارد خاص که مرز بین واحدهای نقشه آشکارا قابل تشخیص است (به عبارتی مرزهای آشکار مانند بریدگی‌ها، تراس‌های آبرفتی و مسیل ها). در ترسیم مرزها تلاش می‌شود تا حد امکان واحدهای همگن‌تری جداسازی شود. بدین مفهوم که تغییرات درون واحدها کمینه و تغییرات بین واحدهای مختلف بیشینه باشد (باقری بداغ آبادی،۱۳۹۱. Zhu و همکاران، ۱۹۹۶). صالحی و همکاران (۲۰۰۳) برای مقایسه تغییرپذیری خاک در دو نقشه تفصیلی (مقیاس ۱/۲۰۰۰۰) و اجمالی (مقیاس ۱/۵۰۰۰۰) دریافتند واریانس‌های درون‌واحدی تمام خصوصیات سطحی خاک به جز ماده‌آلی در نقشه خاک تفصیلی کوچک‌تر از نقشه خاک اجمالی بود. به عبارتی واحدهای خاک در نقشه تفصیلی همگن‌تر بودند که با توجه به مقیاس مطالعه و بیشتر بودن تعداد مشاهدات چنین انتظاری می‌رفت. Camara و همکاران (۱۹۹۲) برای تحلیل تغییرپذیری برخی از ویژگی‌های خاک از روش‌های آمار کلاسیک و زمین‌آمار استفاده کردند. نتایج تحلیل زمین‌آماری حاکی از آن بود که برخی ویژگی‌ها دارای ساختار مکانی می‌باشند و برخی نه. هرچند در همه روش‌های نقشه برداری خاک تلاش می‌شود واحدهای مشابه دارای ویژگی‌های یکسانی باشند، اما به دلیل تغییرپذیری خاک‌ها این مهم همواره محقق نمی‌شود. اسفندیارپور و همکاران با بررسی تغییر پذیری برخی ویژگی‌های خاک در دو واحد خاک مشابه در روش ژئوپدولوژی دریافتند توجه به میانگین داده‌ها بدون در نظر گرفتن تغییرپذیری آنها می‌توانند گمراه‌کننده باشند؛ همچنین با وجود مشابه بودن واحد خاک، درصد و نوع خاک غالب متفاوت بود (اسفندیارپور و همکاران، ۱۳۸۸). در بین انواع آلاینده‌های خاک، فلزات سنگین به دلیل طول عمرزیستی بالا و غیر قابل تجزیه بودن درطبیعت، به عنوان یک آلاینده بسیار مهم محیط زیست محسوب می‌شوند. فلزات سنگین موجود در خاک نه تنها توسط گیاهان جذب و وارد زنجیره غذایی می‌شوند، بلکه ممکن است باورود به آب‌های سطحی وزیرزمینی، سلامتی انسان‌ها و موجودات زنده را به خطر بیاندازند (He و همکاران، ۲۰۱۹). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله پهاش خاک، درصد رس، شن و سیلت،

*ایمیل نویسنده مسئول: reza.mohajer@pnu.ac.ir

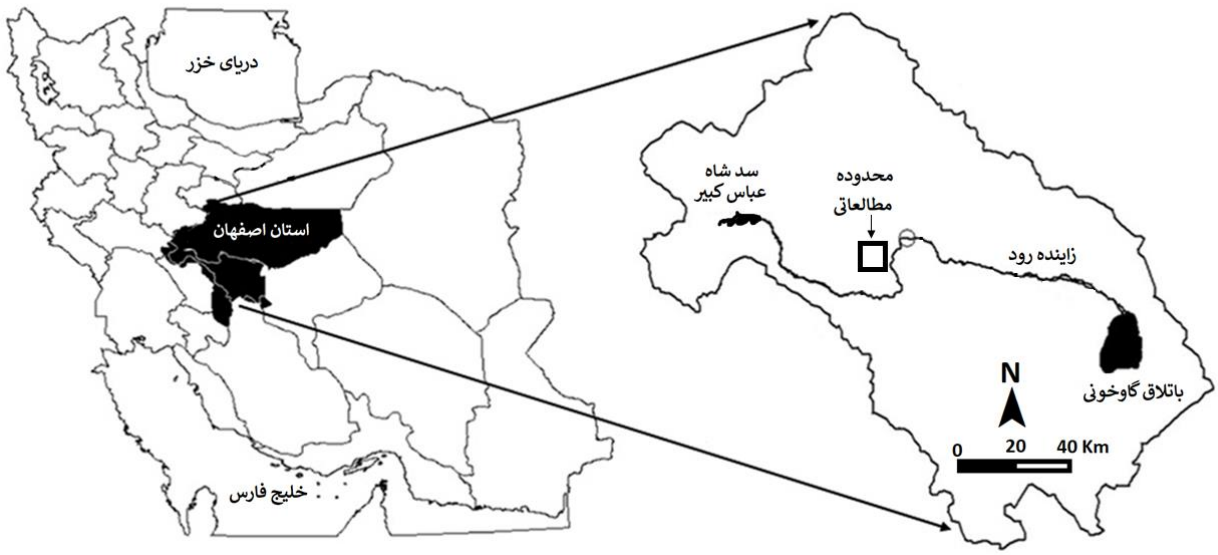
مقدار کربنات کلسیم خاک، مقدار مواد آلی خاک، CEC و نوع کانی‌های رسی تاثیر مشخصی بر روی مقدار و جذب فلزات سنگین در خاک دارد (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۰).

متأسفانه در بسیاری از پژوهش‌های مرتبط با خاک، توجه چندانی به تغییرپذیری ویژگی‌های خاک و ارتباط آن تغییرات با واحدهای نقشه خاک نمی‌شود. بنابراین، هدف اصلی این پژوهش ارزیابی آماری و بررسی ارتباط همبستگی برخی ویژگی‌های خاک با عناصر سنگین با درنظر گرفتن واحدهای نقشه خاک و نیز بدون در نظر گرفتن نقشه خاک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در غرب و جنوب غرب شهرستان اصفهان انتخاب گردید (شکل ۱). این منطقه دارای کاربری کشاورزی بوده و شامل سه واحد نقشه خاک در سطح سری شامل سری اصفهان، همایون شهر و زاینده‌رود می‌باشد. سری اصفهان و همایون شهر قسمت‌هایی از اراضی کشاورزی واقع در شهرستان‌های همایون شهر و درچه بوده و سری زاینده‌رود شامل قسمت‌هایی از اراضی کشاورزی زرین شهر می‌باشد.



شکل ۱. محدوده منطقه مطالعاتی در حوضه زاینده رود

در این پژوهش با استفاده از نقشه خاک مطالعات نیمه تفصیلی دقیق منطقه فلاورجان که با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ موجود بود، سه واحد خاک در نظر گرفته شد. این سه واحد نقشه خاک شامل واحدهای نقشه سری‌های همایون شهر، زاینده‌رود و اصفهان می‌باشند. شایان ذکر است که به دلیل ریز و ناخوانا شدن نقشه خاک مورد استفاده، تنها موقعیت محدوده مطالعاتی در شکل (۱) ارایه شده است. رده‌بندی این سری‌ها در جدول (۱) ارایه شده است.

جدول ۱. رده‌بندی سری‌های خاک منطقه مطالعاتی

نام سری خاک	شرح (رده‌بندی)
اصفهان	Fine, mixed, thermic Fluventic Haplocambids
همایون شهر	Fine, mixed, thermic Typic Haplocalcids
زاینده‌رود	Coarse-loamy, mixed, thermic Typic Torrifluvents

در هر یک از این واحدها به ترتیب برای سری‌های همایون‌شهر، زاینده‌رود و اصفهان ۸۰، ۵۰ و ۷۵ نمونه خاک از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر برداشت گردید و روی نمونه‌ها آزمایش‌های بافت خاک، آهک، مواد آلی و عناصر سنگین آهن، نیکل، سرب و کادمیوم با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. سپس یک بار با درنظر گرفتن واحدهای نقشه خاک همبستگی عناصر سنگین در هر واحد نقشه خاک با ویژگی‌های بیان شده تعیین گردید و یک بار هم بدون درنظر گرفتن نقشه خاک، برای همه نمونه‌ها در کل منطقه همبستگی عناصر سنگین با ویژگی‌های بیان شده بدست آمد.

نتایج و بحث

جدول‌های ۲ تا ۴ به ترتیب همبستگی ویژگی‌های خاک را نشان می‌دهند. همانطور که ملاحظه می‌شود برخی ویژگی‌ها با یکدیگر دارای همبستگی هستند و برخی خیر. برای نمونه، کادمیوم در واحد نقشه همایون شهر با رس و آهک در سطح ۹۹ درصد دارای همبستگی معنی‌دار است دارد هرچند این همبستگی با آهک منفی است و به عبارتی با افزایش آهک خاک مقدار کادمیوم کاسته شده است. سرب تنها با مواد آلی همبستگی معنی‌دار نشان داده است. نیکل با رس و شن در سطح ۹۹ درصد رابطه معنی‌دار دارد لیکن با شن این همبستگی منفی است و به عبارتی با افزایش شن مقدار نیکل کاسته شده است. آهن فقط با شن همبستگی معنی‌دار اما منفی دارد. همچنین بین خود عناصر سنگین نیز همبستگی معنی‌داری بین نیکل و آهن در سطح ۹۹ درصد مشاهده شد.

جدول ۲. همبستگی ویژگی‌های خاک برای واحد نقشه همایون شهر

	Cd	Pb	Ni	Fe	C	Si	S	CaCO3	OC
Cd	1	-0.205	0.157	-.249*	.752**	.255*	-0.013	-.416**	-0.100
Pb	-0.205	1	-0.188	.234*	0.099	-0.188	0.027	0.170	.296**
Ni	0.157	-0.188	1	.557**	.290**	0.063	-.632**	-.274*	-0.212
Fe	-.249*	.234*	.557**	1	0.121	-0.102	-.487**	0.091	-0.054
C	.752**	0.099	.290**	0.121	1	-0.132	-0.192	-0.002	-0.127
Si	.255*	-0.188	0.063	-0.102	-0.132	1	-.344**	-.526**	.272*
S	-0.013	0.027	-.632**	-.487**	-0.192	-.344**	1	.284*	0.150
CaCO3	-.416**	0.170	-.274*	0.091	-0.002	-.526**	.284*	1	-0.021
OC	-0.100	.296**	-0.212	-0.054	-0.127	.272*	0.150	-0.021	1

*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد

**: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

برای واحدهای نقشه سری‌های زرین شهر و اصفهان نیز چنین همبستگی‌هایی بین برخی از ویژگی‌های مورد نظر وجود دارد اما این همبستگی‌ها متفاوت از واحد خاک سری همایون شهر است. برای نمونه برخلاف وجود همبستگی بین کادمیوم با رس، آهک و سیلت در سری همایون شهر، کادمیوم در سری زرین شهر فقط با شن در سطح ۹۵ درصد همبستگی معنی‌دار دیده می‌شود و در سری اصفهان هیچ همبستگی معنی‌داری برای کادمیوم وجود ندارد. چنین تفاوت‌هایی می‌توانند بیانگر این موضوع باشند که تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک در مکان‌های مختلف متفاوت است و تابعی از آن موقعیت می‌باشند. به عبارت دیگر وجود و یا عدم وجود یک رابطه در یک موقعیت جغرافیایی همواره نمی‌تواند در سایر نقاط هم صادق باشد.

جدول ۳. همبستگی ویژگی‌های خاک برای واحد نقشه زرین شهر

	Cd	Pb	Ni	Fe	C	Si	S	CaCO3	OC
Cd	1	-0.117	-.442**	-.472**	-.291*	-0.233	.319*	-0.020	-0.044
Pb	-0.117	1	.513**	.449**	0.123	.319*	-.309*	-0.090	0.118
Ni	-.442**	.513**	1	.692**	.355*	.487**	-.549**	-.325*	0.020
Fe	-.472**	.449**	.692**	1	0.129	.438**	-.405**	-.418**	0.039
C	-.291*	0.123	.355*	0.129	1	0.219	-.639**	-0.092	0.188
Si	-0.233	.319*	.487**	.438**	0.219	1	-.890**	-.322*	.382**
S	.319*	-.309*	-.549**	-.405**	-.639**	-.890**	1	.297*	-.389**
CaCO3	-0.020	-0.090	-.325*	-.418**	-0.092	-.322*	.297*	1	-0.230
OC	-0.044	0.118	0.020	0.039	0.188	.382**	-.389**	-0.230	1

*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد

**: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

جدول ۴. همبستگی ویژگی‌های خاک برای واحد نقشه اصفهان

	Cd	Pb	Ni	Fe	C	Si	S	CaCO3	OC
Cd	1	0.034	-0.164	-0.196	0.055	0.115	-0.124	0.086	-0.025
Pb	0.034	1	0.101	0.101	0.111	-0.036	-0.058	-0.212	0.051
Ni	-0.164	0.101	1	.804**	.318**	-.318**	-0.013	-.383**	-.399**
Fe	-0.196	0.101	.804**	1	0.045	-.234*	0.133	-.537**	-0.056
C	0.055	0.111	.318**	0.045	1	-0.070	-.703**	0.112	-.343**
Si	0.115	-0.036	-.318**	-.234*	-0.070	1	-.660**	0.180	.274*
S	-0.124	-0.058	-0.013	0.133	-.703**	-.660**	1	-0.213	0.063
CaCO3	0.086	-0.212	-.383**	-.537**	0.112	0.180	-0.213	1	-.285*
OC	-0.025	0.051	-.399**	-0.056	-.343**	.274*	0.063	-.285*	1

*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد

**: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

جدول ۵ همبستگی ویژگی‌های مورد آزمایش را بدون درنظر گرفتن موقعیت جغرافیایی و یا به عبارتی بدون در نظر واحدهای نقشه خاک نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود نتایج به طور کلی متفاوت از نتایج پیشین است. برای نمونه، بدون در نظر گرفتن نقشه خاک بین کادمیوم و همه ویژگی‌ها در سطح ۹۹ درصد همبستگی معنی‌دار وجود دارد. برای سایر عناصر سنگین نیز به طور قابل توجهی تعداد همبستگی‌های معنی‌دار افزایش یافته است. این در حالی است که با در نظر گرفتن موقعیت جغرافیایی و یا واحدهای نقشه خاک بسیاری از این همبستگی‌ها معنی‌دار نیستند.

Wu و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه خود واحدهای نقشه خاک منطقه را مدنظر قرار دادند، به گونه‌ای که با جمع‌آوری ۹۴ نمونه خاک از سه واحد نقشه خاک به اندازه‌گیری عناصر کادمیوم، سرب، مس و روی پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها حاکی از آن داشت که تخمین مکانی عناصر سنگین با در نظر گرفتن واحدهای نقشه خاک در مقایسه با وقتی که واحدهای نقشه خاک در نظر گرفته نمی شوند بسیار بهتر انجام گرفته و تغییرات آن بسیار مشخص‌تر است. لذا آن‌ها بیان نمودند که واحد نقشه خاک، یکی از عوامل مهم و اصلی در تغییرات مکانی غلظت عناصر در خاک می‌باشد.

جدول ۵. همبستگی ویژگی‌های خاک برای همه منطقه مطالعاتی (بدون درنظر گرفتن نقشه خاک)

	Cd	Pb	Ni	Fe	C	Si	S	CaCO3	OC
Cd	1	.444**	.368**	.397**	.580**	.271**	-.313**	.212**	-.188**
Pb	.444**	1	.459**	.604**	.195**	0.126	-.364**	.358**	-0.089
Ni	.368**	.459**	1	.805**	.335**	0.117	-.658**	.367**	-.383**
Fe	.397**	.604**	.805**	1	.265**	.145*	-.591**	.416**	-.248**
C	.580**	.195**	.335**	.265**	1	-0.045	-.334**	.185**	-.189**
Si	.271**	0.126	0.117	.145*	-0.045	1	-.504**	-.150*	.238**
S	-.313**	-.364**	-.658**	-.591**	-.334**	-.504**	1	-.310**	.204**
CaCO3	.212**	.358**	.367**	.416**	.185**	-.150*	-.310**	1	-.317**
OC	-.188**	-0.089	-.383**	-.248**	-.189**	.238**	.204**	-.317**	1

*: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد

**: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

نتیجه‌گیری

وجود همبستگی و تغییرپذیری مکانی در خاک‌ها سبب می‌شود بسیاری از ویژگی‌های خاک با موقعیت جغرافیایی آن‌ها مرتبط باشد. بنابراین در پژوهش‌های خاک باید موقعیت جغرافیایی و همبستگی مکانی آن‌ها را در نظر گرفت. نقشه‌های خاک به دلیل مکانمند بودن، می‌توانند تا حد زیادی این تغییرپذیری مکانی را در نظر بگیرند. براساس نتایج این پژوهش مشخص گردید که عدم توجه به واحدهای نقشه خاک می‌تواند به شدت نتایج بدست آمده برای همبستگی بین ویژگی‌های خاک از جمله عناصر سنگین با سایر ویژگی‌ها را تحت تاثیر قرار دهد و به نتایج غیرواقعی منجر شود.

منابع

اسفندیارپور، ع.، محمدی ج.، صالحی ح. و تومانیان ن. ۱۳۸۸. ارزیابی آماری روش ژیوپدولوژی در نقشه‌برداری خاک‌ها منطقه بروجن استان چهارمحال و بختیاری. یازدهمین کنگره علوم خاک ایران. صص ۳۹۹ - ۳۹۸

باقری بداغ آبادی، م. ۱۳۹۱. نقشه برداری رقومی خاک با استفاده از تکنیک‌های محاسبات نرم، پایان نامه دکتری، دانشگاه شهرکرد.

رفیعی، ب.، آلیانی، ف و فرشباف، م. ۱۳۹۰. بررسی آلودگی فلزات سنگین در خاکهای اطراف کارخانه سیمان و ذوب فلزات جنوب شرق تهران و ارتباط آن با ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله یافته های نوین در زمین شناسی کاربردی. ۹، صص۳۷- ۳۰.

Camara, D.O.A., and Cluis, D. 1992. Spatial Variability of physiochemical properties of field affected by salinity in north-west Mexico. Pedologie, 42,183-203.

He, J., Yang, Y., Christakos, G., Liu, Yajun., and Yang, X. 2019. Assessment of soil heavy metal pollution using stochastic site indicators. Geoderma, 337, 359–367.

Salehi, M.H., Eghbal, M.K., and Khademi, H. 2003. Comparison of soil variability in a detailed and a reconnaissance soil map in central Iran. Geoderma, 111, 45-56.

Wu, C., Wu, J., Luo, Y., Zhang, H., and Teng, Y. 2008. Statistical and geoestatistical characterization of heavy metal concentrations in a contaminated area taking into account soil map units. Geoderma, 144, 171-179.

Zhu, A., Band, L., Dutton, B., and Nimlos, T.J.1996: Automated soil inference under fuzzy logic. Ecological Modelling 90, 123–45.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Correlation Between Some Heavy Metals and Soil Properties and TheirVariability in Soil Map Units

Mohsen Bagheri Bodaghabadi[1], Reza Mohajer[*2], Majid Abbaspour[1]

[1] Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), Karaj, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Payame Noor, Iran

Abstract

An important and natural property of the soil is spatial variability. Therefore, the existence or absence of a correlation between some of the soil properties is also related to their spatial location, and in other words, to the soil map units. Soil spatial variability is less consider in a lot of soil-related studies. Therefore, this research carried out, the correlation of some physical and chemical properties of soil including some heavy elements, texture, organic matter and carbonate calcium in the both regardless of soil map and considering the units of the soil map. The statistical analysis showed if the variability of soil properties is not considered, the existence or absence of correlation between soil properties can greatly increase the ambiguity of the results, causing misleading results.

Keywords: Statistical Assessment, Soil mapping, Spatial correlation

[*] Corresponding author, Email: reza.mohajer@pnu.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

کاربست الگوریتم K-نزدیکترین همسایه در بازشناسی الگوی گروه‌های مرجع WRB در منطقه سنجابی کرمانشاه

نوا کیانیان[۱]، پرویز شکاری[۲*]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاکخاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه.

[۲] استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه.

چکیده

کاربست روش‌های نوین مطالعات خاکشناسی برای دستیابی به اطلاعات کمی و آسان به‌روزشونده خاک در راستای برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار سرزمین ضروری به نظر می‌رسد. Kنزدیک‌ترین همسایه (KNN) یکی از شناخته‌شده‌ترین مدل‌های ناپارامتری در دسته‌بندی و مدل‌کردن داده‌ها است. برای ارزیابی عملکرد KNN در تهیه نقشه پیش‌بینانه خاک، بخشی از دشت سنجابی به مساحت حدود ۴۸ هزار هکتار در استان کرمانشاه برگزیده شد. تعداد ۹۳ پدان مطالعه و در سطح اول سیستم WRB رده‌بندی شد. ارزیابی پیش‌بینی‌ها به صحت عمومی ۰/۵۲ و ضریب سازگاری کاپا ۰/۳۲ انجامید. عملکرد KNN به فراوانی مشاهدات حساسیت داشت به همین دلیل، گروه مرجع چیره در منطقه (Calcisols) را با صحت خوب، اما گروه‌های با فراوانی کمتر (Kastanozems, Vertisols, Leptosols) را ضعیف پیش‌بینی نمود. این ضعف در همه روش‌های رایان‌آموختی دیده می‌شود. یکی از راه حل‌های این مشکل طراحی و کاربست روشی برای نمونه‌گیری است که توان سازگارشدن از پیش با پراکنش خاک در هر منطقه معین مطالعاتی را داشته باشد. در مجموع، دست‌بالای عملکرد KNN در منطقه مطالعاتی میانه بود و در یک نمونه معین، نشان از نیاز به ترکیب این مدل با دیگر روش‌های رایان‌آموختی به عنوان راه دیگر بهبود عملکرد است.

کلمات کلیدی: رایان‌آموختی، الگوی پراکنش خاک، نقشه برداری رقومی خاک.

مقدمه

نقشه خاک منبع با ارزشی از اطلاعات برای برنامه‌ریزی و ارزیابی کاربری و بسیاری از فعالیت‌های مرتبط با خاک در مقیاس ملی و محلی است. شناسایی یا نقشه‌برداری خاک به عنوان روشی برای تعیین الگوی پراکنش خاک، توصیف و نمایش آن به شکل قابل فهم و تفسیر برای کاربران مختلف، پایه و اساس اطلاعات خاک برای مدل‌سازی‌های محیطی است (Zhu و همکاران ۲۰۰۱). به طور کلی، روش‌های سنتی شناسایی خاک تجربی بوده و براساس مدل ذهنی نقشه‌بردار از روابط خاک-زمین‌ریخت تهیه استوار هستند. اما خاک متأثر از عوامل محیطی است که بر تشکیل و تکامل آن تأثیر می‌گذارند، در نتیجه همان‌طور که تغییر در عوامل محیطی[۱] به صورت پیوسته و تدریجی صورت می‌گیرد، ویژگی‌های خاک نیز در پهنه سرزمین در مقیاس‌های مختلف، تغییراتی تدریجی و پیوسته دارند. بنابراین، پیدایش خاک در یک منطقه را نمی‌توان حاصل اثر مطلق یک فرآیند خاک‌شناختی دانست. اما روش‌شناسی نقشه برداری سنتی خاک بر این باور بنا شده است. به همین دلیل ، برخی پژوهشگران از جمله Webو Lilburne (۲۰۰۵) اعتقاد دارند که عدم قطعیت زیاد در نقشه‌های سنتی خاک[۲]، به شدت از ارزش عملی کاربرد آنها کاسته است . از سوی دیگر، مطالعات میدانی و آزمایشگاهی رایج خاک به علت زمان‌بر بودن و هزینه‌های زیاد آنها، دیگر مقرون‌به‌صرفه نیستند.

از این رو، با توجه به محدودیت‌های موجود برای نقشه‌برداری چندگوشه‌ای خاک و با افزایش روزافزون گرایش به مطالعات محیطی، مطالعات شناسایی خاک‌ها در حال گذر از یک حالت کیفی و ذهنی به یک حالت کمی با درجه اعتماد بالاتر است (McBratney و همکاران ۲۰۰۳). یکی از روش‌های نوین ارائه شده در این ارتباط، نقشه‌برداری رقومی خاک[۳] (DSM) نام دارد. نقشه‌برداری رقومی خاک عبارت است از ایجاد و جمع‌آوری سیستم‌های اطلاعات مکانی خاک با استفاده از روش‌های صحرایی و آزمایشگاهی که با سیستم‌های استنتاج مکانی خاک همراه شده و برون‌داد آن را می‌توان به صورت نقشه‌های برآورد با فرمت رستری به دست آورد (Lagachery and McBratney, 2006). روش‌های رایان‌آموختی از زیرشاخه‌های داده‌کاوی است که با ایجاد همبستگی بین داده‌های استفاده شده در نقشه‌های چندگوشه‌ای و تلفیق آن با پارامترهای کمکی محیطی به گسترش مجموعه داده‌های آموزشی کمک می‌کند (McBratney و همکاران ۲۰۰۳). سپس بر اساس واقعیت‌های آموزش داده شده، یک تصویردر قالب مدل ایجاد

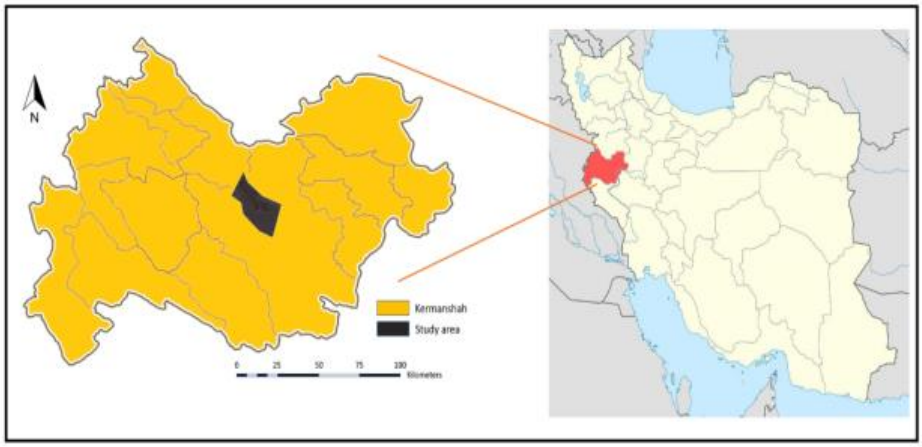
* ایمیل نویسنده مسئول: pshekaari@gmail.com

[1] Environmental Covariates
[2] Traditional Soil maps
[3] Digital Soil mapping

می‌شود که جهت پیش‌بینی ویژگی‌ها و کلاس‌های خاک در مکان‌هایی که اطلاعاتی از آن‌ها در دسترس نیست، به کار برده می‌شود. تکنیک کای نزدیکترین همسایه[1] (KNN) ، یکی از مهم‌ترین و توسعه‌یافته‌ترین رویکردهای ناپارامتریک است که برای نخستین بار در سال ۱۹۵۱ توسط Ficks و Hugges ارائه شد و از سال ۱۹۷۰ در بسیاری از برنامه‌های تخمین آماری و بازشناسی الگو مورد استفاده قرار گرفته است. به طور کلی KNN روشی برای طبقه‌بندی یک فرد در یک مجموعه است که این کار را بر اساس میزان نزدیکی ویژگی‌های آن با دیگر اعضای موجود در مجموعه انجام می‌دهد. در این روش تعداد بهینه‌ای از نمونه‌های موجود در یک جامعه که دارای شبیه‌ترین ویژگی‌ها به نمونه هدف یعنی K باشند، در نظر گرفته شده و سپس با تعیین فاصله‌ها و وزن‌دهی عناصر آموزش دهنده، جایابی و طبقه‌بندی عنصر هدف در این مجموعه از داده‌ها انجام می‌شود. اولین گام درKNN تعیین فاصله بین نمونه هدف با هر یک از داده‌های موجود در بانک داده است. استفاده از تابع فاصله اقلیدسی وزن‌دارشده[2] در انجام پیش‌بینی‌ها توسط KNN بسیار معمول است (Sorjamaa و همکاران ۲۰۰۵). استفاده از روش KNN در علوم زمین و خاک‌شناسی در ایران بسیار اندک گزارش شده است و در سطح جهانی نیز در مرحله مطالعه است. Nemes و همکاران (۲۰۰۹) به تفسیر توزیع اندازه ذرات خاک با استفاده از روش KNN پرداختند که در واقع یکی از اولین موارد استفاده این تکنیک در علوم خاک بوده است. Sharif و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از روش KNN شبیه‌سازی طرح‌های اقلیمی را برای ارزیابی آسیب‌پذیری یک حوضه آبریز در برابر رویدادهای شدید انجام دادند. در این پژوهش مهم‌ترین عوامل، دما، میزان بارش و میزان رواناب معرفی شد. آنها گزارش کردند که بارش‌های شدید و بی‌سابقه یا خشکسالی توسط این روش به آسانی قابل پیش‌بینی و شبیه‌سازی است. Nemes و همکاران (۲۰۰۹) با مقایسه کارآیی توابع انتقالی پارامتریک و تکنیک KNN، توانایی روش KNN در تخمین توابع هیدرولیکی خاک را در برخی خاک‌های ایالات متحده، بهتر از توابع پارامتریک ارزیابی نمودند. در مطالعه Heung و همکاران (۲۰۱۶) از ده روش رایان‌آموختی جهت کلاس‌بندی خاک در منطقه‌ای به مساحت ۵۴۷۲ کیلومترمربع استفاده شد . نتایج نشان داد که روش KNN و SVM جزو برترین روش‌ها می‌باشند. با توجه به اهمیت مناطق مهم کشاورزی در بخش نیمه‌خشک کشور تمرکز این پژوهش بر کاربست روش رایان‌آموختی Kنزدیکترین همسایه در پیش‌بینی الگوی پراکنش گروه‌های مرجع خاک در دشت سنجابی کرمانشاه بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی با مساحت حدود ۴۸ هزار هکتار و میانگین ارتفاع ۱۳۳۰ متر بین عرض‌های جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی قرار داشت (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعاتی در استان کرمانشاه.

از نظر زمین‌شناختی، منطقه مطالعاتی قسمتی از زون خرد شده و گسله زاگرس است بیشتر ارتفاعات حاشیه منطقه، مربوط به سازندهای آهکی است. موقعیت جغرافیایی ۱۰۰ نقطه به عنوان نقاط مشاهده‌ای در دشت سنجابی تعیین شد. مطالعه‌ی چند پدان که در معادن فعال قرار داشتند، ممکن نشد. در مجموع ۹۳ خاکرخ مشاهداتی تا عمق ۱۲۰ سانتی‌متری حفر، تشریح و از تمامی افق‌های ژنتیک نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌ها به به آزمایشگاه منتقل و پس از هواخشک شدن از الک ۲ میلی‌متری گذر داده شدند. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آنها به روش‌های استاندارد (Page, 1996 و

[1]. K Nearest Neighbors
[2]. Weighted Euclidean distance function

Klutet,1996) اندازه‌گیری شد. هر پدان بر اساس داده‌های آزمایشگاهی و صحرائی مطابق با سیستم مرجع جهانی (FAO, 2014) در سطح گروه‌های مرجع خاک رده‌بندی گردید. برای محاسبه متغیرهای محیطی توپوگرافیک و آب‌شناختی مدل رقومی ارتفاع منطقه با تفکیک مکانی ۳۰ متر به کار برده شد. دیگر شاخص‌های محیطی نیز با استفاده از تصویر ماهواره‌ای مربوط به سنجنده Landsat8 (OLI) به دست آمد. مراحل آموزش، بهینه‌سازی، راستی‌آزمایی و تهیه نقشه در محیط نرم افزار R-Studio انجام گردید. راستی‌آزمایی عملکرد مدل K نزدیکترین همسایه نیز بر پایه مقادیر محاسبه شده صحت عمومی[1]، صحت کاربر[2]، صحت تولیدکننده[3] و شاخص کاپا[4] (Lu و همکاران ۲۰۰۴) انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج به‌دست آمده از مطالعات صحرائی خاکرخ‌ها و تجزیه‌های آزمایشگاهی، پدان‌های مطالعه شده در منطقه مطالعاتی بر اساس سطح اول سیستم رده‌بندی مرجع جهانی خاک در ۶ گروه مرجع خاک قرار گرفت که نام و فراوانی آنها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. گروه‌های مرجع سیستم مرجع جهانی خاک (WRB) و فراوانی آن‌ها در منطقه مطالعاتی.

گروه مرجع خاک	Calcisols	Cambisols	Kastanozems	Leptosols	Regosols	Vertisols
فراوانی	۳۷	۱۴	۱۷	۴	۱۵	۶

در بیشتر پدان‌های مورد بررسی، درصد بالای کربنات کلسیم، سنگ بستر آهکی و مواد Calcaric مشاهده شد. به طور کلی میزان کربنات کلسیم معادل از سطح به عمق افزایش داشت. به نظر می‌رسد روند نامنظم میزان کربن آلی خاک با عمق، در برخی پدان‌ها، به دلیل دریافت آبرفت و اضافه شدن مواد جدید در طول زمان بر روی خاک‌های منطقه باشد.

در بیشتر پدان‌های مورد بررسی، درصد بالای کربنات کلسیم، سنگ بستر آهکی و مواد Calcaric مشاهده شد. به طور کلی میزان کربنات کلسیم معادل از سطح به عمق افزایش داشت. به نظر می‌رسد روند نامنظم میزان کربن آلی خاک با عمق، در برخی پدان‌ها، به دلیل دریافت آبرفت و اضافه شدن مواد جدید در طول زمان بر روی خاک‌های منطقه باشد.

در جدول ۲ می‌توان عملکرد مدل KNN را در پیش‌بینی کلاس‌های خاک را در منطقه‌ی مطالعاتی مشاهده کنید. صحت عمومی نقشه گروه مرجع خاک ۰/۵۲ محاسبه گردید. صحت ۰/۸۵ برای گروه مرجع Calcisols (جدول ۲) می‌تواند به دلیل فراوانی بالای مشاهدات این گروه باشد. این گروه مرجع حدود ۴۰٪ از مشاهدات صحرائی را در بر می‌گرفت. گروه‌های مرجع Kastanozems، Leptosols، Vertisols و رخنمون‌های سنگی با کمینه صحت توسط مدل KNN برآورد شدند. ضریب کاپای ۰/۳۲ و همچنین صحت کاربر و تولید کننده برای این گروه‌های مرجع این مطلب را تایید می‌کند. میزان خطا در Leptosols، Vertisols و رخنمون‌های سنگی احتمالاً به دلیل تعداد پایین مشاهدات و نقص در مرحله‌ی آموزش مدل است. اما خطای برآورد مدل برای گروه مرجع Kastanozems می‌تواند به دلیل چیرگی کربنات کلسیم و نوع کاربری منطقه باشد.

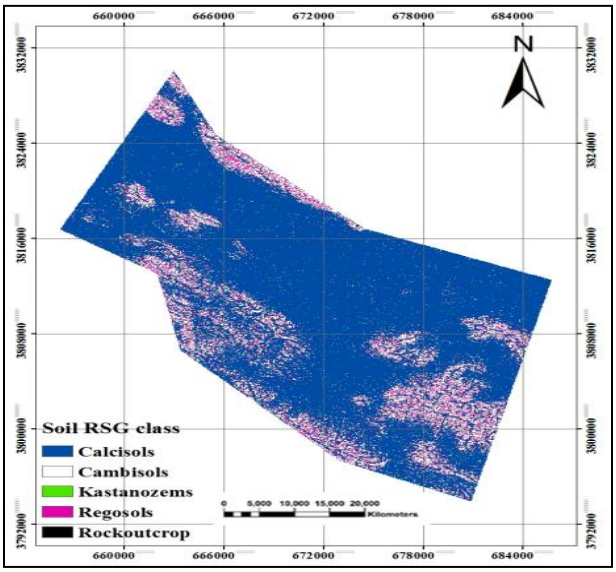
جدول ۲. نتایج راستی‌آزمایی پیش‌بینی گروه مرجع خاک در منطقه مطالعاتی با مدل K نزدیک‌ترین همسایه.

گروه مرجع خاک	Calcisols	Cambisols	Kastanozems	Leptosols	Regosols	Vertisols
صحت کاربر	۰/۵	۰/۵	۰	۰	۰/۶۶	۰
صحت تولیدکننده	۰/۵	۰/۵	۰	۰	۱	۰

نقشه پیش‌بینی پراکنش مکانی گروه‌های مرجع خاک که در شکل ۲ ارائه شده است. گروه مرجع Calcisols بیش‌ترین پوشش را در منطقه مطالعاتی داشت. این مناطق دارای ارتفاع کم، نمایه خیسی و همواری کف دره بالا بوده و در واحد زمین‌ریخت‌شناسی دشت آبرفتی رودخانه‌ای و دامنه‌ای قرار گرفته‌اند. گروه مرجع Cambisols در نقاطی با ارتفاع نسبتا کم مانند دشت‌های دامنه‌ای که مستعد فرسایش‌هستند، به درستی پیش‌بینی شده است. مدل KNN گروه مرجع Cambisols را در بعضی مناطق مانند قسمت‌های مرتفع جنوب تا جنوب‌غرب دشت به اشتباه پیش‌بینی نموده است. گروه مرجع Regosols به درستی در بخش‌های کوهستانی با شیب بین۳۰ تا ۶۰ درجه و پوشش خاکی کم‌عمق برآورد شده است. گروه مرجع Kastanozems کمترین مساحت نقشه پیش‌بینی شده را تشکیل داده است. می‌توان گفت مدلKNN نتوانسته است گروه مرجع Kastanozems را به

[1] Overall accuracy
[2] User's accuracy
[3] Producer's reliability
[4] Kappa Index

درستی برآورد کند و آنها را در گروه مرجع Calcisols پیش‌بینی نموده است. گروه مرجع Vertisols خاک‌هایی با بافت سنگین هستند که عمدتاً در نواحی پست با شیب کم و نمایه هموارى کف دره زیاد شکل می‌گیرند. مدل این گروه مرجع را به اشتباه در گروه مرجع Calcisols طبقه‌بندی کرده است. همچنین مدل برآورد Leptosols را با خطای ۱۰۰ درصد پیش‌بینی نموده است. مانند دیگر الگوریتم‌های رایان‌آموختی شمار نقاط مشاهداتی در هر یک از سطوح رده‌بندی رابطه مستقیمی با صحت پیش‌بینی مدل دارد.



شکل ۲. نقشه پیش‌بینی پراکنش مکانی گروه‌های مرجع خاک در منطقه مطالعاتی با مدل کای نزدیک‌ترین همسایه

نتیجه‌گیری

با توجه به موارد ذکر شده ، می‌توان گفت که هماهنگی میان نقشه پیش‌بینی شده در سطح گروه مرجع با مشاهدات صحرایی الگوی پراکنش خاک‌ها در منطقه حداکثر در اندازه متوسط بود. در نتیجه مدل K نزدیک‌ترین همسایه برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک موجود در منطقه در سطح گروه مرجع عملکردی در همان سطح داشت. با توجه به تغییرات تدریجی که زیر اثر چیرگی کربنات کلسیم و نبود شرایط اقلیمی مناسب برای ایجاد تفاوت‌های چشم‌گیر در خاک‌ها در منطقه مطالعاتی هستند، انتخاب سیستم نمونه‌برداری، شمار نمونه‌ها و همچنین مقدار بهینه K در عملکرد روش K نزدیکترین همسایه، بسیار حائز اهمیت است. اساس روش KNN بر مبنای شباهت داده‌ها است، بنابراین کاربست آن به عنوان یک روش ساده و کارآمد در علوم خاک شایان بررسی است. کاربست چنین الگوریتم‌هایی که به جای برازش معادلات به داده‌ها تشخیص الگو انجام می‌دهند می‌تواند در بهبود و تسریع استخراج دانش از داده‌ها سودمند واقع شود.

منابع

Fix, E., Hodges, J. 1951. Dicriminatory analysis, non parametric discrimination: consistency properties. Technical report 4, USA, School of aviation medicine Randolph field texas.

Heung, B., Ho, H. C., Zhang, J., Knudby, A., Bulmer, C. E., & Schmidt, M. G. (2016). An overview and comparison of machine-learning TECHNIQUES for classification purposes in digital soil mapping. Geoderma, 265, 62-77.

IUSS Working Group WRB. G. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

Lagacherie, P., McBratney, A.B., 2006. Chapter 1 spatial soil information systems and spatial soil inference systems: perspectives for digital soil mapping. Developments in Soil Science. 3 –22.

Klute, A., 1996. Methods of soil analysis. Part 1. Chemical and mineralogical properties. Monograph No. 9. 2nd. ed. ASA monograph No. 9. SSSA, Madison, WI, USA.

Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E. 2004. Change detection techniques. International Journal of remote sensing, 25(12), 2365-241.

McBratney A.B., Mendonça Santos M.L., and Minasny B. 2003. On digital soil mapping. Geoderma, 117:3-52.

Nemes, A., D.J. Timlin, A. Pachepsky Ya and W.J. Rawls. 2009. Evaluation of the pedotransfer functions for their Applicability at the U.S. National Scale. Soil Sci. Soc. Amer. J. 73:1638-1645.

Page, A.L., 1996. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and mineralogical properties. Monograph No. 9 . 2nd. ed. ASA monograph No. 9. SSSA, Madison, WI, USA.

Sharif, M, and Burn D.H. 2006.Simulating climate change scenarios using an improved K-nearst neighbor model.Journal of Hydrology 325,179-196.

Sorjamaa, A., Reyhani, N., and Lendasse, A. (2005). Input and structure selection for K-NN approximator. 8th. International Conference on Artificial Neural Networks, Lecture Notes in Computer Science Springer. IWANN. Berlin . 958-992.

Webb, T. H. and Lilburne, L. R. 2005. Concequence of soil map unit uncertainty on environmental risk assessment. Australian journal of soil research, 43: 119-126.

Zhu, A. B., Hudson, J. Burt, K. Lubich and D. Simonson. 2001. Soil mapping using GIS, expert knowledge, and fuzzy logic, Soil Sci. Soc. Amer. J. 65: 1463-1472.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Using K-nearest neighbor algorithm for pattern recognition of WRB RSGs in Sandjabi area of Kermanshah

N., Kianian[1], P., Shekaari[2*]

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

[2*] Assistant Prof., Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

Abstract

Applying new methods of soil survey to obtain quantitative information and easily updatable maps seems necessary in the direction of sustainable land management. K-nearest neighbor (KNN) is popular a non-parametric algorithm for classifying bulks of data. To evaluate KNN performance in predictive soil mapping, a 48,000 ha. extent of Sandjabi area in Kermanshah province selected. A number of 93 pedons described, sampled, and classified as RSGs of WRB. Assessing model predictions led to overall map accuracy (OA) of 0.52 and kappa index of agreement (K) of 0.32. KNN showed sensitivity to RSGs frequency, since dominant RSG (Calcisols) predicted accurately, while that was not the case with less frequent RSGs (Kastanozems, Vertisols, and Leptosols). This is the problem with every machine learning method, since there is no sampling method to guarantee sufficient frequency of observations in every soil class, a priori. Generally, KNN performed moderate at its best. Capability of the algorithm could be probably enhanced through be combined with other machine learning methods.

Keywords: machine learning, K-nearest neighbors, soil pattern, digital soil mapping.

[*] Corresponding author, Email: pshekaari@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

کارایی کیفیت‌های اراضی در ارزیابی تناسب اراضی به روش فازی

ژیلا منصوری[۱*]، حمیدرضا ممتاز[۲]، مسلم ثروتی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[۳] استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه

چکیده

یکی از بهترین سیاست‌های کشاورزی در راستای امنیت غذایی، ارزیابی زمین‌های زراعی است. منطق دو ارزشی Boolean در روش فائو توسط تعدادی از محققین ارزیابی اراضی مورد نقد قرار گرفته است، چون منطق فوق طبیعت پیوسته خاک، تغییرات در طول زمین‌نما و عدم قطعیت در اندازه‌گیری‌ها را در نظر نمی‌گیرد. در این تحقیق، دو روش پارامتریک و مجموعه‌های فازی به منظور ارزیابی تناسب اراضی منطقه مهاباد برای محصول جو آبی مورد استفاده قرار گرفت. برای نیل به این هدف، ویژگی‌های اراضی طبق روش فائو و نظرات کارشناسی انتخاب، و ارزیابی تناسب اراضی به روش فازی در ۱۲ واحد اراضی صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که همبستگی بین شاخص اراضی و عملکرد مشاهده شده در سطح منطقه، برای نظریه مجموعه‌های فازی (با کیفیات ۰/۹۳۷ و با خصوصیات ۰/۸۷۳) بیشتر از پارامتریک (۰/۸۲۱) است. از طرفی کاربرد کیفیت‌های اراضی باعث افزایش دقت نتایج ارزیابی اراضی شد. همچنین نرم‌افزار متلب با توجه به حدود انتقالی انتخاب شده مناسب، توانسته وزن‌ها را بطور دقیق برآورد نماید. ولی نتایج روش فازی بطور حتم وابسته به تعیین حدود انتقالی و نوع انتخاب توابع عضویت می‌باشد.

کلمات کلیدی: تولید واقعی، جو آبی، شاخص اراضی، مهاباد

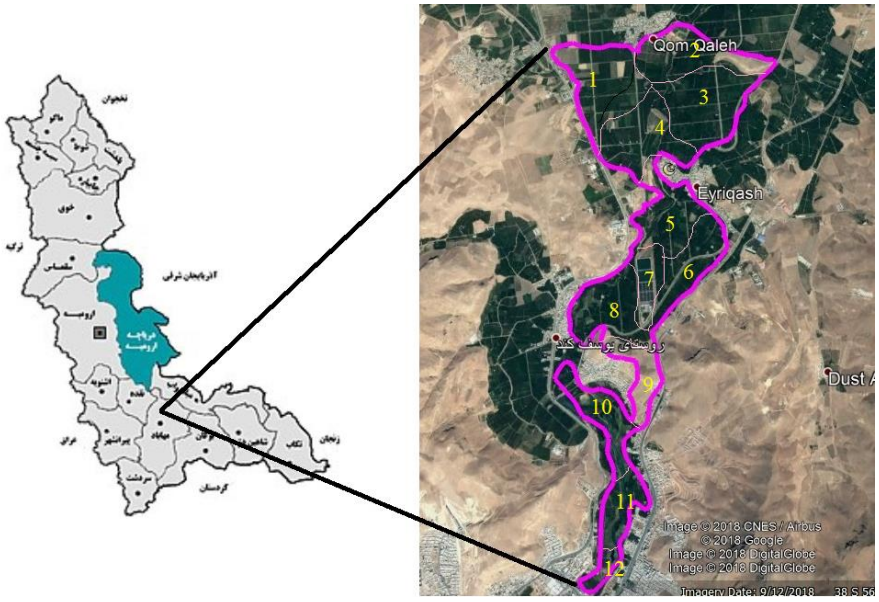
مقدمه

در کشور ایران، زمین‌های مستعد کشاورزی به‌دلیل کوهستانی و خشک و نیمه‌خشک بودن گسترش چندانی ندارند. بنابراین زمین‌های کشاورزی موجود را می‌توان منابع کمیاب و تجدید ناپذیر دانست که باید با برنامه‌ریزی علمی از آن‌ها حفاظت کرد. به بیان دیگر می‌توان از ارزیابی تناسب اراضی به‌عنوان ابزاری برای طراحی الگوهای بهینه استفاده از اراضی و تخصیص زمین به کاربری‌های معین و سودآورتر بهره برد (زبردست، ۱۳۸۰). برای ارزیابی تناسب اراضی روش‌های مختلف کلاسیک و نوین ارائه شده است. معمول‌ترین و مناسب‌ترین روش کلاسیک روش فائو بوده که ریشه دوم بر اساس تحقیقات مختلف به‌دلیل در نظرگیری قانون حداقل لیبیک و کاهش تاثیر متقابل ویژگی‌های موثر در تولید یک تیپ بهره‌وری معین نتایج مطلوب‌تری ارائه می‌کند (Abdelrahman و همکاران ۲۰۱۶). در این روش واحدهای اراضی که دارای تناسب بینابین می‌باشند فقط می‌توانند مشخصات یکی از کلاس‌ها را به خود اختصاص دهند. همچنین این روش ویژگی‌های پیوسته خاک را در نظر نگرفته و موجب نادیده گرفتن بخش قابل ملاحظه‌ای از اطلاعات خاک می‌شود (محمدی و گیوی، ۱۳۸۰، saeid و همکاران ۲۰۱۵). توسعه نظریه مجموعه‌های فازی به‌عنوان یکی از روش‌های مدرن ارزیابی تناسب اراضی این محدودیت‌ها را مرتفع نموده است (Burgess و Webster ۱۹۸۰). از دیگر محاسن روش مجموعه‌های فازی می‌توان به کاهش در وقت و هزینه و دقت بالای آن اشاره نمود (ثروتی و همکاران، ۱۳۹۶). از طرف دیگر در روش‌های ارزیابی از کمیت‌های اراضی که به‌طور مستقیم قابل مشاهده و اندازه‌گیری هستند استفاده می‌شود ولی تحقیقات نشان داده استفاده از کیفیت‌های اراضی مانند آب قابل استفاده، فرسایش-پذیری و ... نتایج مناسب‌تری ارائه می‌کند (Elalem, 2013). با توجه به اینکه کارایی روش نظریه مجموعه‌های فازی توسط محقیق مختلف (Bourough, 1989، و Tang et al., 1991) اثبات شده است، هدف از این تحقیق کارایی کیفیت‌های اراضی در ارزیابی تناسب اراضی منطقه مهاباد برای جو آبی به روش نظریه مجموعه‌های فازی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

* ایمیل نویسنده مسئول: zhilla.mansoury1995@gmail.com

پژوهش حاضر در منطقه‌ای به وسعت حدود ۳۳۰۰ هکتار از جنوب به شهر مهاباد از شمال به روستای قوم قلعه از شرق به روستای آیری قاش و از غرب به روستای یوسف کندی محدود می‌شود. این منطقه در حاشیه جنوبی دریاچه ارومیه واقع شده و از نظر جغرافیایی بین مختصات UTM، ۴۰۷۰۷۶۸ تا ۴۰۷۹۸۳۷ عرض شمالی تا ۵۶۵۷۲۸ تا ۵۶۹۵ ۵۹ طول شرقی (شکل ۱) قرار دارد. بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک مهاباد بین سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۶، معدل سالیانه دما ۱۲/۹ درجه سلسیوس بوده و رژیم حرارتی منطقه مزیک می‌باشد. میزان بارندگی سالیانه منطقه بالغ بر ۳۵۰ میلی‌متر بوده و بر اساس نقشه رژیم‌های حرارتی و رطوبتی (بنائی ۱۳۷۷) و نرم‌افزار نیوهال (Newhall and Berdanier, 1996) رژیم رطوبتی منطقه زریک گزارش می‌شود. ۱۲ واحد اراضی با تشریح ۳۷ خاکرخ، مته و ترانشه طبیعی در منطقه مهاباد برای ارزیابی تناسب اراضی تیپ بهره‌وری جو آبی بر اساس روش ژئوپدولوژی (Rossiter, 1996) انتخاب شد. تمامی خاکرخ‌ها بر اساس دستورالعمل تشریح خاک (Schoenberger و همکاران، ۲۰۱۲) تشریح گردید. در مطالعه حاضر از کلیه افق‌های ژنتیکی مورد مطالعه، نمونه‌برداری صورت گرفت و جهت انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. در نمونه‌های خاک بافت به روش هیدرومتر، درصد ذرات درشت‌تر از شن با غربال کردن، آزمایش‌های شیمیایی شامل واکنش خاک در گل اشباع، هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی-سازی با اسید، کربن آلی با روش والکلی و بلک اصلاح شده، درصد گچ به روش استون و درصد سدیم تبادلی بر روی نمونه‌ها صورت پذیرفت. خاک‌های منطقه در سه رده انتی‌سول‌ها اینسپتی‌سول‌ها و آلفی‌سول‌ها رده‌بندی شدند. همه خاک‌های منطقه در سه سری آری‌قاش، قوم‌قلعه و گوی‌تپه طبقه-بندی شدند. از کیفیت‌های اراضی نیز آب قابل دسترس با استفاده از دستگاه صفحات فشاری، فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از راهنمای تشریح NRCS و قابلیت نفوذ به روش استوانه مضاعف برای ورود به مدل انتخاب شدند. برای ارزیابی با نظریه مجموعه‌های فازی در این تحقیق از نرم افزار MATLAB نسخه ۷,۱۰,۰,۴۹۹ (R 2016a) به‌منظور برنامه نویسی استفاده گردید. شایان ذکر است که در کل منطقه تعداد ۶۴ رکورد برای تولید مشاهده شده ثبت شده است که برای هر واحد میانگین‌گیری شد.



شکل ۱. جانمایی منطقه مورد مطالعه در استان و شهرستان همراه با واحدهای اراضی

نتایج و بحث

در جدول۱ مقادیر عددی ویژگی‌های زمین‌نما و خاک موثر در رشد جو آبی با استفاده از ضرایب وزنی محاسبه شده نشان می‌دهد. شایان ذکر است که در جدول ۱ بجز شیب همه ویژگی‌ها با استفاده از میانگین وزنی محاسبه گردیده است. شایان ذکر است که عدد اقلیم، شاخص تناسب اقلیمی محاسبه‌شده از ویژگی‌های دما، رطوبت نسبی و تابش خورشیدی) است.

جدول ۱. ویژگی‌های مربوط به زمین نما و خاک

واحد	شیب (٪)	آهک (٪)	گچ (٪)	اقلیم	شوری (dS/m)	بافت	شاخص اراضی
۱	۱	۱۲/۱	۰	۹۱/۷	۱/۲	CL	۶۱/۵
۲	۲	۷/۲	۰	۹۱/۷	۳/۹	SCL	۶۷/۶
۳	۲	۸/۳	۰	۹۱/۷	۳/۱	C	۷۱/۶
۴	۱	۱۳/۶	۰/۵	۹۱/۷	۱/۲	SICL	۵۸/۵
۵	۰	۱۶/۴	۰	۹۱/۷	۱/۶	SICL	۴۸/۹
۶	۲	۱۲/۳	۰/۸	۹۱/۷	۲/۹	SL	۵۲/۵
۷	۳	۲۱/۴	۰/۹	۹۱/۷	۱/۲	L	۴۰/۴
۸	۲	۱۹/۲	۰	۹۱/۷	۶/۲	L	۴۳/۵
۹	۰	۶/۷	۰	۹۱/۷	۵/۳	SCL	۶۲/۷
۱۰	۰	۳/۸	۰	۹۱/۷	۵/۲	C	۴۸/۵
۱۱	۱	۱۶/۱	۰	۹۱/۷	۲/۱	C	۴۸/۷
۱۲	۱	۱۲/۹	۱	۹۱/۷	۲/۳	L	۷/۵۱

جدول ۲. کیفیت‌های مربوط به زمین نما و خاک

واحد	آب قابل استفاده (حجم/حجم)	فرسایش‌پذیری	نفوذپذیری
۱	۰/۴۶	کم	متوسط
۲	۰/۳۶	نسبتا زیاد	کم
۳	۰/۵۴	متوسط	خوب
۴	۰/۳۸	کم	متوسط
۵	۰/۴۱	نسبتا زیاد	متوسط
۶	۰/۴۳	کم	خوب
۷	۰/۳۱	متوسط	خوب
۸	۰/۳۷	نسبتا زیاد	خوب
۹	۰/۳۹	کم	متوسط
۱۰	۰/۵	متوسط	کم
۱۱	۰/۵	کم	کم
۱۲	۰/۳۷	نسبتا زیاد	خوب

نتایج نشان داد که که بر اساس وزن‌های بدست آمده با روش فازی اقلیم (۰/۵۱۷)، میزان رطوبت قابل استفاده (۰/۴۹۳)، زه‌کشی (۰/۳۷۲)، دارای بیشترین وزن‌ها و گچ (۰/۰۷۳)، شوری (۰/۱۴۵) و آهک (۰/۱۸۶) دارای کمترین وزن (درجه اهمیت) می‌باشند.

برای محاسبه ماتریس اوزان یا W (۱×۸)، با ماتریس خصوصیات یا R (۸× ۵) ترکیب و نتیجه آن به ماتریس تناسب اولیه یا St (۱× ۵) قرار داده شد. ماتریس معیار یا P (۱× ۵) تابع عضویت تولید محصول در هر واحد اراضی است و اجزای آن، درجه عضویت برای هر یک از کلاس‌های تناسب اراضی را نشان می‌دهند. این عمل در حالت‌های مختلف اوزان تکرار شده و ماتریس اوزان مرجع از بین ۱۰۰۰ ماتریس تولید شده برای هر واحد، از طریق مقایسه ماتریس معیار (P) با ماتریس‌های تناسب اولیه (St) و با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ انجام، و شباهت آن‌ها بین دو ماتریس، از طریق یک ملاک فاصله‌ای توسط نرم‌افزار تعیین شد.

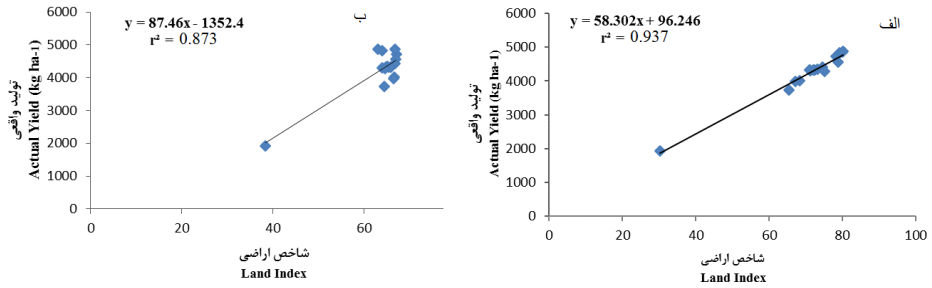
$$d(St,P) = \sqrt{\frac{[\sum_{j=1}^{n}(s_{tj} - P_j)2]}{n}}$$ (رابطه۱)

Mt= 1- d (St, P) (رابطه۲)

n تعداد کلاس‌های تناسب، d(St,P) معیار فاصله بین دو ماتریس معیار و تناسب اولیه محاسبه شده بوده و اندیس‌های St و اندیس P به ترتیب مربوط به ماتریس تناسب اولیه و ماتریس معیار می‌باشند. مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج Elaalem و همکاران ۲۰۱۱ و Abdelrahman و همکاران ۲۰۱۶ نشاندهنده این است که روش فازی، با بالاترین ضریب همبستگی، دارای دقت و توانایی بیشتری در پیش‌بینی تولید محصول است، چرا که روش فازی، ماهیت پیوسته تغییرات خصوصیات و کیفیات اراضی را در نظر گرفته و در انعکاس تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک کارائی بهتری دارد، با این حال، دقت نتایج ارزیابی تا حدود بسیاری وابسته به اوزان تعیین شده برای خصوصیات مختلف اراضی است. از مزایای این روش می‌توان به در نظر گرفتن پیوستگی اراضی و نیز محدود ننمودن خاک به داده‌های اندازه‌گیری اشاره نمود.

نتایج ایجاد همبستگی بین شاخص اراضی و عملکرد مشاهده شده در سطح منطقه نشان داد که با وجود مناسب بودن هر دو روش فازی و پارامتریک، روش مبتنی بر نظریه مجموعه‌های فازی با استفاده از روش شبیه‌سازی به ترتیب با ویژگی‌های اراضی (۰/۸۷۳) و ویژگی‌های اراضی در تلفیق با کیفیت-های اراضی (۰/۹۳۷) دارای همبستگی بیشتری نسبت به روش پارامتریک ریشه دوم (۰/۸۲۱) بوده و منجر به نتایج بهتری شده است (شکل ۲).

از معایب نظریه فازی در ارزیابی تناسب اراضی، حجم نسبتا زیاد محاسبات می‌باشد که این حجم زیاد محاسبات با بکارگیری برنامه‌نویسی در محیط نرم-افزار متلب تا حد زیادی کاهش می‌یابد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که ضریب همبستگی بین شاخص اراضی و تولید واقعی در روش پارامتریک کمتر از روش فازی می‌باشد. همچنین نرم‌افزار متلب و حدود انتقالی انتخاب شده توسط محققین این تحقیق توانسته شاخص اراضی را برای محصول جو آبی بهتر از روش پارامتریک برآورد نماید.



شکل ۲. ضریب تبیین محاسبه شده بین شاخص اراضی و تولیدت واقعی (الف: تلفیق ویژگی‌ها و خصوصیات، ب: خصوصیات اراضی)

نتیجه‌گیری

دقت روش‌های ارزیابی تناسب اراضی بستگی به درجه تاثیر خصوصیات اراضی انتخاب شده روی تولید محصول دارد و ماتریس نهایی تناسب اراضی در هر واحد اراضی، درجه تناسب اراضی را به نسبت کلاس‌های مختلف تناسب اراضی نشان می‌دهد. کیفیت‌های اراضی و اقلیم به علت دارا بودن بیشترین وزن، به عنوان مهم‌ترین معیار و آهک، گچ و شوری به علت دارا بودن کمترین وزن، کم اهمیت‌ترین معیار در بین خصوصیات موثر انتخاب شده در کشت جو آبی در منطقه مهاباد می‌باشد. نتایج ایجاد همبستگی بین شاخص اراضی و عملکرد مشاهده شده در سطح منطقه نشان داد که با وجود مناسب بودن هر دو روش فازی و پارامتریک، روش مبتنی بر نظریه مجموعه‌های فازی با استفاده از روش شبیه‌سازی به ترتیب با ویژگی‌های اراضی (۰/۸۷۳) و ویژگی‌های اراضی در تلفیق با کیفیت‌های اراضی (۰/۹۳۷) دارای همبستگی بیشتری نسبت به روش پارامتریک ریشه دوم (۰/۸۲۱) بوده و منجر به نتایج بهتری شده است. لذا بایستی جداول سایس برای جو آبی در شرایط ایران واسنجی شود. از طرف دیگر نشان‌دهنده این است که نرم‌افزار متلب و حدود انتقالی انتخاب شده توسط محققین این تحقیق توانسته شاخص اراضی را برای محصول جو آبی بهتر از روش پارامتریک برآورد نماید. همچنین استفاده از کیفیت‌های اراضی نیز دقت مدل را به‌طور نسبی افزایش می‌دهد. با توجه به اینکه روش فازی نسبت به پارامتریک وکیفیت‌های اراضی نسبت به خصوصیات اراضی نتایج بهتری ارائه می‌دهد، بنابراین پیشنهاد می شود که از روش‌های فازی و کیفیت‌های اراضی توامان در تهیه نقشه-های تناسب اراضی و کلاس‌های تناسب اراضی استفاده گردد، تا شاید بتوان صحت و دقت این نقشه‌ها را جهت نیل به مدیریت پایدار اراضی افزایش داد.

منابع

ثروتی، م.، ممتاز، ح. ر.، رضائی، ح و پیشنماز احمدی، م. ۱۳۹۶. ارزیابی تناسب اراضی منطقه هشترود با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی برای تیپ بهره وری نخود آبی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد ۷(۳)، ۱۶۶ - ۱۵۳.

محمدی، ج. گیوی، ج. ۱۳۸۰. ارزیابی تناسب اراضی برای گندم آبی در منطقه فلاورجان (اصفهان) با استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، غلوم آب و خاک، جلد ۵ (۱)، ۱۱۶-۱۰۳.

AbdelRahman, M.A.E., Natarajan, A., Srinivasamurty, C.A., Hegde, R. 2016. Estimating soil fertility status in physically degraded land using GIS and remote sensing techniques inChamarajanagar district, Karnataka, India. Egypt J Remote Sens Space Sci, 19: 95-108.

Burrough, P.A., 1989. Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation. European Journal of Soil Science, 40: 477-492.

Burgess, T.M., and Webster, R., 1980. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties: I. the semi-variogram and punctual kriging. J. Soil Sci, 31: 315-331.

Elaalem, M., Comber, A., and Fisher, P.A. 2011. Comparison of fuzzy AHP and ideal point methods for evaluating land suitability. Transactions in GIS, 15(3):329–346.

Elaalem, M,. 2013. A comparison of parametric and fuzzy multi-criteria methods for evaluating land suitability for Olive in Jeffara Plain of Libya. APCBEE Procedia, 5: 405-409.

Newhall, F., and Berdanier, C.R. 1996. Calculation of soil moisture regimes from the climatic record. Natural Resources Conversations Service, Soil Survey Investigation Report, No. 46, 13p.

Rossiter, D.G. 1996, A theoretical framework for land evaluation . Geoderma, 72: 165-190.

Saeid, K., Bagherzadeh, A., Ebrahimi, H. 2015. parametric approach to land evaluation methods using Gis Model At Jolgeh-Rokh Plain, Iran. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 5: 2231–6345.

Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., and Broderson, W.D. 2012. Field Book for Describing and Sampling Soils. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, 295p.

Tang, H.J., Debavye, J., and Van Ranst, E.1991. Land suitability classification based on fuzzy-set theory. Pedologie, 41: 277-290.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Land quality Performance on land suitability evaluation by fuzzy methods

Mansoury[*1], Zh., Momtaz[2], H.R., Servati, M[3]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Urmia University, Iran
[2] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Urmia University, Iran
[3] Assistant Prof., Shahid Bakeri High Education Center of Miandoab, Urmia University, Iran

Abstract

One of the best agricultural policies for food security is the evaluation of arable lands. FAO framework has been criticized by a number of authors, because the Boolean representations ignore the continuous nature of soil, landscape variation and uncertainties in measurement. In this research, the parametric Square Root Method via a Fuzzy Set Theory by land characteristics and qualities were used to evaluate the suitability of irrigated barley in Mahabad region. In order to achieve to this goal, properties were selected based on FAO framework approach and researcher and then land suitability evaluation was done on 12 land unit of study area. The results revealed that, calculated correlation coefficients values between the land index and actual yield with fuzzy method was (r=0 .937, 0.873) more than Parametric method (r2= 0.821). Finally, it could be expressed that the appropriate membership functions and transition range in fuzzy set theory can be used as an efficient method in land suitability evaluation.

Keywords: Actual yield, Barley, Land index, Mahabad

[*] Corresponding author, Email: zhilla.mansoury1995@gmail.com

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

بررسی عدم قطعیت پیش‌بینی کربن آلی خاک در بخشی از حوضه آبریز کرخه در استان کرمانشاه (کاربرد مدل جنگل تصادفی)

شاهرخ فاتحی[1*]، زینب زین‌الدینی[2]

[1] 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

[2] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، استان کرمانشاه

چکیده

نقشه‌های رقومی خاک ابزاری برای نشان دادن الگوی پراکنش مکانی ویژگی‌های خاک هستند. عدم قطعیت در این نقشه‌ها به دلیل نمایش پیش‌بینی ویژگی‌های خاک در مکان‌هایی فاقد نمونه‌برداری اجتناب ناپذیراست. در این پژوهش از الگوریتم جنگل تصادفی برای پیش‌بینی مقدار کربن آلی در بخشی از حوضه آبخیز کرخه در استان کرمانشاه با مساحت۱۴۰۸۲ هکتار استفاده شد. هدف اصلی از انجام این پژوهش، تولید نقشه‌های عدم قطعیت پیش‌بینی کربن آلی بود. به همین منظور تعداد ۱۷۴ نمونه خاک سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری) با الگوی تصادفی جمع‌آوری گردید. برای محاسبه متغیرهای محیطی کمکی، مدل رقومی ارتفاع STRM و تصاویر ماهواره لندست ۵ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر به‌کار رفت. مبنای عدم قطعیت محاسبه انحراف معیار در هر پیکسل نقشه بود. نقشه عدم قطعیت مدل با استفاده از بسته نرم‌افزاری quantregForest بدست آمد. عدم قطعیت در تغییرات داده‌های کربن آلی (حساسیت مدل به داده‌ها) براساس نتایج حاصل از ده بار تفکیک داده‌ها به دو دسته آموزشی و اعتبارسنجی و اجرای مدل جنگل تصادفی تعیین شد. سپس نقشه‌ی عدم قطعیت کل از مجموع عدم قطعیت مدل و حساسیت مدل به داده‌ها بدست آمد. نتایج نشان داد در حاشیه‌ی منطقه مطالعاتی به دلیل وجود نقاط مشاهداتی کمتر، فاصله بیشتر نمونه‌ها و تغییرات شدید مقدار کربن آلی، مقدار عدم قطعیت کل بالا است.

کلمات کلیدی: کربن آلی خاک، عدم قطعیت مدل، حساسیت، اعتبارسنجی.

مقدمه

نقشه‌برداری رقومی خاک در واقع شامل پیش‌بینی ویژگی مورد نظر در مکان‌هایی است که نمونه‌برداری صورت نگرفته است و به بیان بهتر مقداری برای آن وجود ندارد. بنابراین برآوردی که برای این نقاط صورت می‌گیرد، مطمئناً با خطاهایی همراه است زیرا تغییرات مکانی خاک پیچیده است و نمی‌توان آن را کامل مدل‌سازی نمود. این قضیه نشان می‌دهد، پیش‌بینی ویژگی‌های خاک در مکان‌های مورد نظر با عدم قطعیت[1] همراه است. چون زمانی که مدل پیش‌بینی رو انجام می‌دهد حتماً با مقادیر واقعی ویژگی‌ها برای آن نقاط تفاوت دارد. در حقیقت ممکن است حتی ما در مورد نقاطی که اندازه‌گیری انجام داده‌ایم نیز مطمئن نباشیم زیرا هیچ روش اندازه‌گیری کامل نیست (McBratney و همکاران، ۲۰۰۳). منابع عدم قطعیت در زمینه نقشه‌برداری رقومی خاک چهار دسته است. ۱- عدم قطعیت در رابطه با اندازه‌گیری خاک؛ این عدم قطعیت مربوط به خطاهایی در رابطه با اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک است از جمله خطای اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک در آزمایشگاه (شامل خطا در استفاده از نوع مواد شیمیایی، روش اندازه-گیری، خطای دستگاه‌ها)، خطای نمونه‌برداری (مکان نمونه‌برداری، عمق نمونه‌برداری، ظرف نگهداری نمونه، روش نمونه‌برداری)، خطای آنالیز آماری و در نهایت خطای طبقه‌بندی یا رده‌بندی خاک است. ۲- عدم قطعیت موقعیت مکانی اندازه‌گیری خاک؛ این خطا مربوط به اشتباه در برداشت نقاط از نظر موقعیت مکانی است. این عامل به‌شدت پیش‌بینی‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد زیرا در روش نقشه‌برداری رقومی از متغیرهای کمکی محیطی برای پیش‌بینی استفاده می‌شود و اگر برداشت نقاط بدرستی در مکان مشخص صورت نگیرد یا مختصات به‌اشتباه یاداشت گردد ارتباط بین ویژگی‌ها یا کلاس‌های خاک با کوواریت‌های محیطی برقرار نمی‌شود. ۳- عدم قطعیت متغیرهای کمکی محیطی؛ اشتباه در تهیه نقشه متغیرهای محیطی منجر به خطا در پیش‌بینی‌ها می‌شود. در مورد متغیرهای کمکی که مشتق شده از DEM منطقه هستند، ممکن است نقشه DEM با روش دقیق تهیه نشده-باشد و مهم‌تر از همه چون نقشه DEM یک تقریبی از ارتفاع است، همراه با عدم قطعیت است. ۴- عدم قطعیت در مدل‌های پیش‌بینی ویژگی‌های خاک براساس متغیرهای کمکی محیطی و داده‌های نقطه‌ای خاک؛ حتی اگر داده‌های نقطه‌ای خاک و متغیرهای محیطی نیز بدون خطا باشند، پیش-بینی‌ها در روش نقشه‌برداری رقومی همچنان با مقدار واقعی ویژگی مورد نظر تفاوت دارد زیرا مدل‌های رایان‌آموختی نیز عدم قطعیت به همراه دارند.

[1] Uncertainty

ویژگی‌های خاک تابعی از فاکتورهای خاک‌سازی هستند و اینکه بتوان به‌طور کامل در یک مدل کامپیوتری پیاده‌سازی گردند، امری بسیار پیچیده است (FAO، ۲۰۱۸) و به طور قطع استفاده از هرمدلی عدم قطعیت به همراه خواهد داشت. با توجه به بررسی منابعی که صورت گرفت مطالعات در زمینه بررسی عدم قطعیت نقشه‌های رقومی ویژگی‌های خاک محدود است و در این زمینه می‌توان به مطالعه Vaysse و Lagacherie (۲۰۱۷) در برآورد نقشه عدم قطعیت کربن آلی، pH و درصد رس خاک در کشور فرانسه با کاربست مدل جنگی تصادفی اشاره نمود.

مدیریت دقیق در اراضی کشاورزی برای اهداف مختلف، مستلزم شناخت دقیق و کمّی و برآورد عدم قطعیت ویژگی‌های خاک است. مقدار کربن آلی خاک یکی از ویژگی‌های مهم در تعیین کیفیت خاک است و به‌عنوان یکی از شاخص‌های اولیه و مهم کیفیت خاک در بحث کشاورزی و محیط زیست مطرح است. بنابراین هدف از این پژوهش تهیه نقشه‌ی رقومی با استفاده از مدل جنگل تصادفی و همچنین تولید نقشه‌ی عدم قطعیت پیش‌بینی کربن آلی با استفاده از این مدل در اراضی اطراف رودخانه مرک در استان کرمانشاه است. لازم به ذکر است در این تحقیق عدم قطعیت ناشی از مدل و عدم قطعیت ناشی از حساسیت مدل به داده‌های موجود (چهارمین نوع عدم قطعیت فوق الذکر) مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با مساحت تقریبی ۱۴۰۸۳/۹ هکتار بخش کوچکی از حوضه آبریز کرخه واقع در استان کرمانشاه را تشکیل می‌دهد. این محدوده در حد فاصل طول جغرافیایی '۵ °۴۷ تا '۲۰ °۴۷ طول شرقی و'۲ °۳۴ تا '۸ °۳۴ عرض شمالی واقع شده‌است (شکل ۱). دامنه ارتفاع ناحیه مورد نظر از ۱۴۷۷ متر تا ۱۸۷۷ متر متغیر است. میانگین دما و بارندگی سالانه به‌ترتیب ۱۳/۲ درجه سلسیوس و ۴۸۱/۴ میلی‌متر است. رژیم رطوبتی و دمایی به‌ترتیب زریک و مزیک است. ناحیه مورد مطالعه عمدتاً تحت کشت محصولات دیم از جمله گندم، نخود و جو بوده و به‌صورت پراکنده کشت آبی مجصولات گندم، ذرت، چغندر، گوجه فرنگی و سیب زمینی با استفاده از آب زیرزمینی در منطقه صورت می‌گیرد. براساس روش تصادفی، تعداد ۱۷۴ نمونه به صورت سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری) جمع‌آوری گردید. موقعیت نقاط توسط دستگاه موقعیت‌یاب جهانی[1] ثبت گردید. با توجه به اینکه الگوی نمونه‌برداری تصادفی است فاصله بین نمونه‌ها متغیر بود و به‌ترتیب کمترین و بیشترین فاصله بین نمونه‌ها ۳۴۲ و ۷۶۲۰ متر بود (شکل ۱). در ادامه پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه و عبور خاک از الک ۰/۵ میلی‌متری، کربن آلی به روش سوزاندن تر براساس روش مندرج در نشریه شماره ۸۹۳ مؤسسه تحقیقات خاک وآب اندازه‌گیری شد(فاتحی، ۱۳۸۷).

برای پیش‌بینی کربن آلی خاک از متغیرهای محیطی مشتق شده از مدل رقومی ارتفاع STRM با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر و تصویر ماهواره لندست ۵ مربوط به خرداد ۱۳۸۵(زمان جمع‌آوری نمونه‌های خاک) استفاد شد. متغیرهای محیطی مشتق شده از مدل رقومی ارتفاع (ارتفاع،شیب،جنبه شیب، تحدب، بافت و موقعیت شیب میانی، شاخص موقعیت توپوگرافیک، شاخص همگرایی، شاخص همواری درّه با درجه تفکیک بالا، شاخص ناهمواری سرزمین، عمق دره، فاصله عمودی تا شبکه، عدد ناهمواری میلتون، شاخص خیسی توپوگرافی و شاخص قدرت جریان) و شاخص‌های تصاویر ماهواره-ای (پوشش گیاهی نرمال شده، پوشش گیاهی تصدیق شده یا SAVI، شاخص اندازه ذرات و شاخص رس) در محیط نرم‌افزار SAGA-GIS 7 و ENVI 5.3 بدست آمدند. مدل‌سازی و پیش‌بینی کربن آلی خاک در محیط نرم افزار (R-Studio) انجام و برای مدل‌سازی از روش‌جنگل تصادفی استفاده شد. از مجموع کل داده‌ها، ۷۰ درصد را به عنوان آموزشی و ۳۰ درصد به عنوان اعتبارسنجی در نظر گرفته شدند.

برای محاسبه عدم قطعیت مدل از پکیج Quantregforest استفاده شد. مقادیر عدم قطعیت بر حسب انحراف معیار ارائه شد. عدم قطعیت در تغییرات داده‌های کربن آلی (حساسیت مدل به داده‌ها)، براساس نتایج حاصل از ده بار تفکیک داده‌ها به دودسته آموزشی و اعتبارسنجی و اجرای مدل جنگل تصادفی تعیین شد. در تهیه نقشه حساسیت مدل به داده‌ها یا به عبارتی عدم قطعیت وارد شده به مدل در اثر تغییر داده‌های خاک، مقادیر پارامترهای اعتبارسنجی از جمله ریشه میانگین مربعات خطای برآورد[2] (RMSE) (معادله۱) و ضریب تبیین (R^2) (معادله۲) محاسبه شد(Vaysse و Lagacherie، ۲۰۱۷).

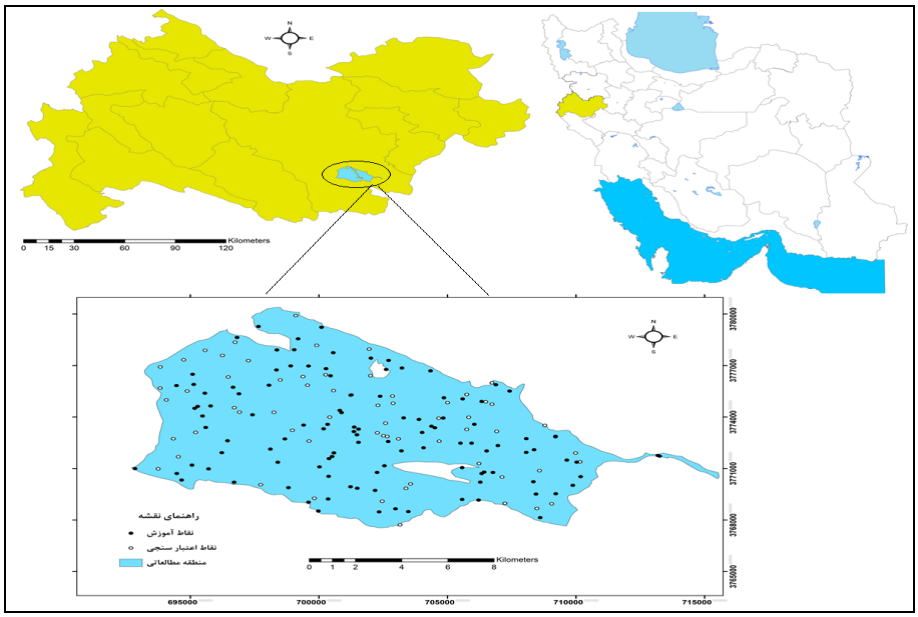
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[\left(Z^{*}_{(x_i)} - Z_{(x_i)}\right)^2\right]} \quad (۱)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left[z^{*}(x_i)-z^{*}(\bar{x})\right]^2}{\sum_{i=1}^{n}\left[z(x_i)-z(\bar{x})\right]^2} \quad (۲)$$

[1]Global Positioning System

[2] . Root Mean Square Error

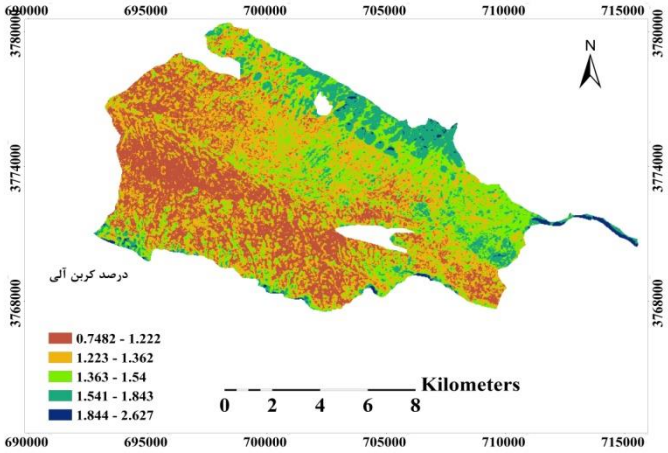
در معادله (۱) RMSE، ریشه میانگین مربعات خطای برآورد، $Z^*_{(x_i)}$ متغیر پیش‌بینی شده، $Z_{(x_i)}$ متغیر اندازه‌گیری شده و n، تعداد نمونه‌ها است. یک مدل خوب، دارای حداقل مقدار ریشه میانگین مربعات خطای برآورد می‌باشد (Brus و همکاران، ۲۰۱۱). در معادله (۲)، R^2، ضریب تبیین، $z(\overline{x})$ و $z^*(\overline{x})$ به ترتیب نشان‌دهنده‌ی میانگین داده‌های مشاهده‌ای و پیش‌بینی هستند. عدم قطعیت کل نیز مجموع حساسیت مدل به داده‌ها و عدم قطعیت مدل است که بر حسب انحراف استاندارد گزارش می‌شود (Vaysse و Lagacherie، ۲۰۱۷).



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی و پراکنش نقاط مطالعاتی

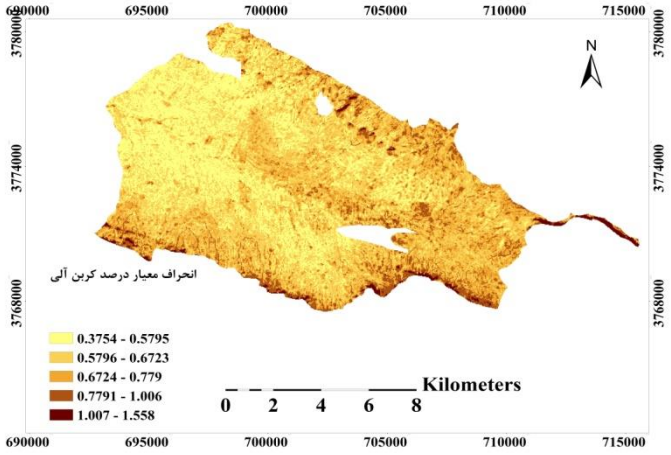
نتایج و بحث

پراکنش مکانی مقدار کربن آلی را براساس مدل جنگل تصادفی در شکل ۲ مشاهده می‌کنید. کمترین و بیشترین مقدار کربن آلی به‌ترتیب ۰/۷۷ و ۲/۵۹ درصد است. بیشترین درصد کربن آلی در اطراف حاشیه منطقه‌ی مطالعاتی به‌ویژه در قسمت‌های شمال شرقی منطقه که مساحت زیادی از منطقه‌ی مطالعاتی را در برگرفته است و در حاشیه‌های جنوبی و جنوب غربی منطقه که به صورت نوار باریکی منطقه را پوشش داده است، مشاهده شد. از دلایل بالا بودن کربن آلی در این منطقه مرتعی بودن این اراضی و عدم اجرای عملیات خاک‌ورزی در آن‌ها می‌باشد. کمترین مقدار کربن آلی نیز در شمال غرب به سمت مرکز و همچنین قسمت‌های مرکزی منطقه مطالعاتی مشاهده می‌شود. لازم به ذکر است در این مناطق، کشاورزی دیم و آبی انجام می‌شود. به طورکلی مقدار کربن آلی در ناحیه مورد مطالعه به جز در حاشیه‌ی منطقه، وضعیت مطلوبی ندارد.



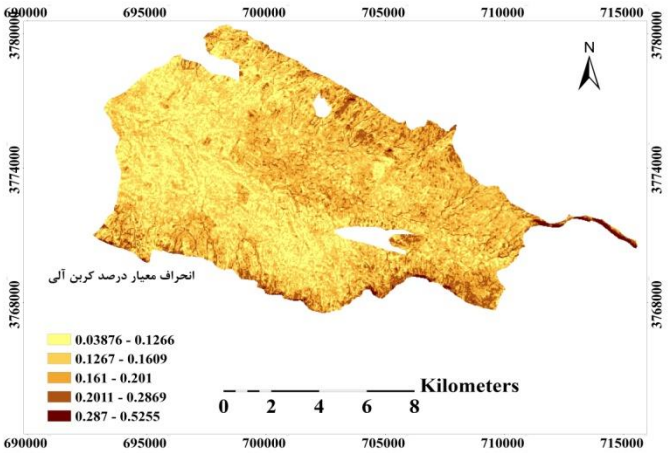
شکل ۲- نقشه کربن آلی منطقه‌ی مطالعاتی با کاربرد مدل RF

نقشه عدم قطعیت مدل در پیش‌بینی درصد کربن آلی بر حسب انحراف معیار در شکل ۳ ارائه شده‌است. دامنه‌ی تغییرات انحراف معیار پیش‌بینی بین ۰/۳۷۵ تا ۱/۵۵۸ متغیر است. در واقع هر چه میزان انحراف معیار به صفر نزدیک‌تر باشد مدل با دقت بالاتری، پیش‌بینی‌ها را انجام داده‌است. در حاشیه منطقه‌ی مطالعاتی مقدار بالای انحراف معیار نشان می‌دهد وجود نقاط کمتر نمونه‌برداری (شکل ۱)، منجربه عملکرد ضعیف مدل در پیش‌بینی شده است. در بسیاری از مطالعات نیز به اهمیت بالای تعداد نقاط نمونه‌برداری در عملکرد مدل‌های رایان آموختی تأکید شده است (Brungard و همکاران، ۲۰۱۵؛Jafari و همکاران، ۲۰۱۲). مقدار انحراف معیار در حاشیه‌ی شمال شرقی منطقه در سطح وسیعی پایین است که از دلایل احتمالی عملکرد ضعیف مدل علاوه بر تعداد کم نقاط نمونه‌برداری می‌توان به تغییرات شدید مقدار کربن آلی در این قسمت اشاره نمود.



شکل ۳- نقشه عدم قطعیت مدل در پیش‌بینی کربن آلی در منطقه‌ی مطالعاتی

کمترین و بیشترین مقدار حساسیت (شکل ۴) به‌ترتیب ۰/۰۳۹ و ۰/۵۲۵ است که کمترین مقدار در قسمت‌هایی از منطقه مشاهده می‌شود که تعداد نقاط نمونه‌برداری زیاد، فاصله بین نمونه‌ها کم و تغییرات کربن آلی پایین است و بیشترین مقدار در حاشیه منطقه‌ی مطالعاتی و قسمت‌هایی از مرکز است. برای تعیین حساسیت مدل به تغییرات داده‌های کربن آلی خاک، میانگین ۱۰ بار پیش‌بینی مدلRF در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین پیش‌بینی‌ها به مقدار واقعی نزدیک‌تر است تا زمانی که فقط مدل یک‌بار اجرا گردد. نتایج اعتبارسنجی ۱۰ بار اجرای مدل در جدول ۱ ارائه شده است. هر چه مقدار RMSE کمتر و R^2 بیشتر باشد، اعتبار مدل در پیش‌بینی‌ها بالاتر و نتایج با واقعیت هم‌خوانی بیشتری دارد.

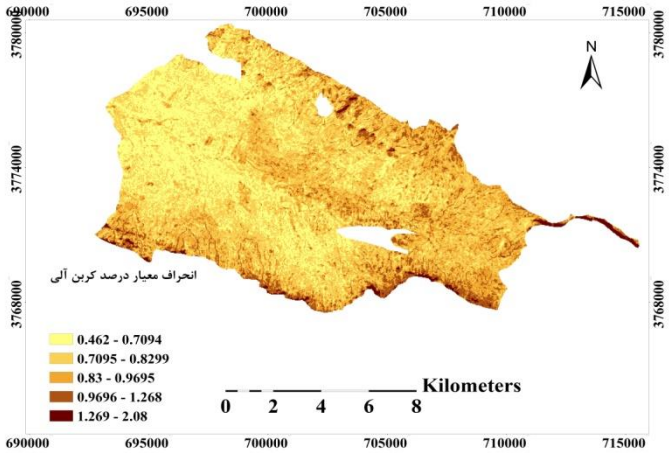


شکل ۴- نقشه حساسیت پیش‌بینی مقدار کربن آلی در منطقه‌ی مطالعاتی

جدول ۱- نتایج اعتبارسنجی ۱۰ بار اجرای مدل

اجرای مدل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
RMSE	۰/۵۴	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۵۹	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۶	۰/۵۱	۰/۵۲	۰/۵۱
R^2	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۰۳	۰/۱۳	۰/۰۰۷	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۷

در شکل ۵ مقدار عدم قطعیت کل را برحسب انحراف استاندارد مشاهده می‌کنید. هر چه مقدار انحراف استاندارد به صفر نزدیک‌تر باشد، صحت پیش-بینی بالاتر است. با توجه به اینکه مقدار عدم قطعیت کل حاصل مجموع حساسیت و عدم قطعیت مدل است، این نقشه مقدار بالاتری در مقایسه با نقشه حساسیت و عدم قطعیت مدل دارد. کمینه و بیشینه انحراف استاندارد ۰/۴۶۲ و ۲/۰۸۰ است. روند تغییرات عدم قطعیت کل تقریباً مشابه با روند تغییرات عدم قطعیت مدل است به نحوی که در حاشیه منطقه مطالعاتی بیشتر و در قسمت‌های مرکزی کمتر است اما در مساحتی از قسمت‌های مرکزی منطقه که مقدار حساسیت بالا بود منجر به افزایش عدم قطعیت کل نیز شده است.



شکل ۵- نقشه عدم قطعیت کل پیش‌بینی کربن آلی در منطقه‌ی مطالعاتی

نتیجه‌گیری

مقایسه نقشه پیش‌بینی کربن آلی خاک و نقشه‌های عدم قطعیت نشان می‌دهد که هرچه تعداد نمونه و تراکم نمونه‌برداری کمتر باشد عدم قطعیت کل بالاتر است. به دیگر سخن، می‌توان گفت تعداد نمونه‌ها و تراکم نمونه‌برداری بر عدم قطعیت خود مدل و عدم قطعیت موجود در داده‌های کربن آلی خاک(حساسیت مدل به داده های موجود) تاثیر می‌گذارد. عدم قطعیت مدل عموماً به عدم قطعیت پارامتر مدل و عدم قطعیت ساختاری مدل تقسیم می‌شود. عدم قطعیت مربوط به پارامتر مدل را می‌توان با استفاده از مدل‌هایی با پارامتر کمتر و یا با استفاده از یک مجموعه داده بزرگتر کاهش داد. عدم قطعیت ساختاری مدل را می‌توان با استفاده از یک مدل پیچیده کاهش داد اما این کار تنها در صورتی امکان‌پذیر است که داده‌های کافی برای آموزش مدل وجود داشته باشد. بنابراین با انتخاب یک سطح پیچیدگی مدل و میزان کافی داده‌های موجود و در دسترس، می‌توان عدم قطعیت مدل را کاهش داد. از این پژوهش می‌توان این نتیجه کلی را بیان نمود که تهیه نقشه‌های عدم قطعیت در پروژه‌های نقشه‌برداری رقومی خاک وارائه آن به تصمیم‌گیران این امکان را فراهم می‌آورد که تصمیمات مدیریتی با دقت بالاتری در منطقه مورد مطالعه انجام شود و ریسک ناشی از خطاها را پایین آورد و باعث صرفه‌جویی اقتصادی با انجام عملیات مدیریتی صحیح شد.

منابع

احیائی، م.۱۳۷۲. شرح روش های تجزیه شیمیائی خاک (جلد اول). نشریه فنی۸۹۳. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران.

فاتحی ش. ۱۳۸۷. گزارش نهائی مطالعات نیمه تفصیلی خاکشناسی بخشی از حوضه آبخیز مرک. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۸۷ 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.

Brus D. J., Kempen B. and Heuvlink G. B. M. 2011. Sampling for validation of digital soil maps. Eur. J. Soil Sci., 62: 394-407.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2018. Soil Organic Carbon Mapping Cookbook.

Jafari, A., Finke, P. A., VandeWauw, 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.

McBratney, A. B., Santos, M. M. and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. Geoderma, 117(1), 3-52.

Vaysse, K. and Lagacherie, P. 2017. Using quantile regression forest to estimate uncertainty of digital soil mapping products. Geoderma, 291, 55-64.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometric and Soil Evaluation

Investigating the uncertainty of soil organic carbon prediction in the part of Karkhe catchment in Kermanshah province (using random forest model)

Fatehi, Sh.[1], Zeynodini, Z.[2]*

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

[2]M. Sc in soil science, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

Abstract

Soil digital maps are a tool for illustrating the spatial distribution pattern of soil properties. Uncertainty in these maps is unavoidable due to displaying the prediction of soil properties in places without sampling. In this research, a random forest model was used to predict the amount of organic carbon in a part of Karkheh watershed in Kermanshah province with a total area of 14082 ha. The main purpose of this study was to generate uncertain maps of predicted organic carbon. For this purpose, 174 soil samples (0-30 cm depth) were collected by random sampling. In order to calculate auxiliary environmental variables, a STRM digital elevation model and Landsat 5 satellite imagery was used with a spatial resolution of 30 meters. The basis for the uncertainty was the calculation of the standard deviation per pixel of the map. The model's uncertainty map was obtained using the quantregForest package. The uncertainty in the variation of organic carbon data (sensitivity of model to data) was determined based on the results of the data split into two groups include training and validation and running random forest model for ten times. Then, the total uncertainty map was obtained sum of the uncertainty of the model and sensitivity model to data. The results showed that in the margin of the study area had high total uncertainty due to the presence of lower observation points and more sampling intervals and the strong changes in the amount of organic carbon.

Keywords: Soil organic carbon, Model uncertainty, Sensitivity, Validation.

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

نقشه‌برداری رقومی برخی ویژگی‌های خاک سطحی با استفاده از دو رویکرد جنگل تصادفی و منطق فازی (مطالعه موردی: بخشی از اراضی کوهین، استان قزوین)

اصغر رحمانی[۱*]، فریدون سرمدیان[۲]، سید روح‌اله موسوی[۱]، سید عرفان خاموشی[۱]

[۱] دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۲] استاد گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

روش معمول نقشه برداری ویژگی‌های خاک، وابسته به برداشت‌های میدانی بوده و اطلاعات حاصل از تغییرات مکانی آنها متاثر از مقیاس مطالعاتی و نیاز به دانش کارشناسان باتجربه دارد. لذا استفاده از رویکردهای جدید داده‌کاوی در تهیه نقشه رقومی ویژگی‌های خاک ضرورت دارد. در این پژوهش از ۶۲نقطه خاک نمونه‌برداری و ویژگی‌های درصد کربن آلی، رس و آهک اندازه‌گیری گردید. داده‌ها به دو دسته ۸۰ درصد (۵۰نقطه) برای آموزش و ۲۰ درصد (۱۲نقطه) جهت اعتبارسنجی دسته‌بندی گردید. براساس آنالیز مولفه‌های اصلی، سه متغیر شاخص موقعیت توپوگرافی، شاخص شدت پستی و بلندی، ارتفاع به عنوان موثرترین متغیرها شناسایی شدند. نتایج مدلسازی جنگل تصادفی (RF) برای ویژگی‌های کربن آلی، رس و آهک براساس آماره‌های ضریب تبیین (R^2) به ترتیب مقادیر ۰/۶۳، ۰/۷۵ و ۰/۶۳و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) مقادیر ۰/۱۷، ۷/۵ و ۵/۷۷ درصد و برای رویکرد SoLIM مقادیر ضریب تبیین ۰/۴۷، ۰/۴۲و ۰/۴۲ و مقادیر ریشه میانگین مربعات خطای ۰/۲، ۸/۰۸ و ۴/۶۸ درصد حاصل گردید. رویکرد جنگل تصادفی می‌تواند نقشه‌های رقومی را با دقت مناسب برای مدیریت و بهره‌برداری پایدار از اراضی پیش‌بینی نماید.

کلمات کلیدی: داده‌کاوی، جنگل تصادفی، مدل استنباطی خاک-زمین نما، منطق فازی.

مقدمه

نقشه‌برداری خاک‌ها به روش معمول وابسته به برداشت‌های میدانی بوده و اطلاعات حاصل از تغییرات مکانی آنها، متاثر از مقیاس مطالعاتی می‌باشد (McBratney و همکاران ۲۰۰۳). ارتباط بین ویژگی‌های خاک و متغیرهای محیطی بصورت یک رابطه خطی، چند جمله‌ای یا حتی بسیار پیچیده‌تر می‌تواند باشد (Taghizadeh-Mehrjardi et al., 2016). روش‌های یادگیری ماشین[۱] متعددی از قبیل کوبیست[۲] (Taghizadeh-Mehrjardi et al., 2016)، جنگل تصادفی[۳] (Pahlavan-Rad and Akbarimoghaddam, 2018)، رگرسیون درختی[۴] (Taghizadeh-Mehrjardi et al., 2014) به‌منظور شناخت روابط بین ویژگی‌های خاک و متغیرهای محیطی مورد استفاده واقع شده‌اند. مطالعات متعددی توسط محققان در سال‌های اخیر بر روی مدلسازی و پیش‌بینی مکانی کلاس‌های خاک صورت گرفته است (Taghizadeh et al.,2015 ؛ Pelegrinoet al.,2016) اما به نسبت در مطالعات کمتری به نقشه‌برداری رقومی ویژگی‌های خاک پرداخته شده است. Hengl و همکاران (۲۰۱۵) به پیش‌بینی مکانی ویژگی‌های خاک در کشور آفریقا پرداختند و نتیجه گرفتند که مدل جنگل تصادفی نسبت به روش رگرسیون خطی دارای صحت بیشتری می‌باشد. مدل استنباطی خاک-زمین نما[۵] و درخت تصمیم[۶] برای استخراج دانش صریح از طریق قوانین[۷]

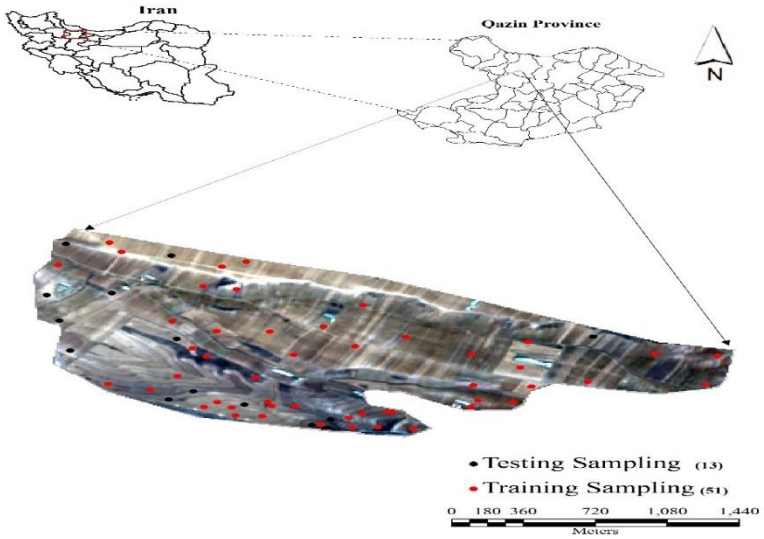
* ایمیل نویسنده مسئول: a.rahmani@ut.ac.ir

[1] Machine learning
[2] Cubist
[3] Random Forest
[4] Regression Tree
[5] Soil Land Inference Model (SoLIM)
[6] Decision Tree
[7] Rule

و توابع عضویت فازی[1] در فهم پیدایش و نقشه‌برداری رقومی خاک‌ها به کار گرفته می‌شوند (Zengو همکاران،۲۰۱۷). توابع عضویت فازی به دو صورت قیاسی[2] (براساس دانش کارشناس) و استقرایی[3](بر اساس داده) طبقه بندی می‌گردند (Kaufmann وهمکاران،۲۰۱۵). در پژوهش Zeng و همکاران (۲۰۱۷) از منحنی‌های پاسخ کلاس‌های خاک نسبت به شرایط محیطی مستخرج شده از مدل جنگل تصادفی برای تعریف توابع عضویت فازی استفاده نمودند. با توجه به بررسی‌های بعمل آمده تاکنون از روشهای دادهکاوی و مدل استنباطی خاک-زمین نما به صورت جداگانه برای تهیه نقشه رقومی ویژگی‌های خاک استفاده شده است. بنابراین، مقایسه‌ی این دو رویکرد داده‌کاوی برای پیش‌بینی مکانی درصد ماده آلی، رس و آهک خاک سطحی با توجه به تاثیرگذاری آنها در انباشت و قابلیت استفاده رطوبت و عناصر غذایی برای افزایش عملکرد در اراضی دیم کوهین قزوین به عنوان هدف اصلی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه بین مدار ۳۶ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی واقع شده است، مساحت ایستگاه به همراه اراضی مورد مطالعه ۳۷۰ هکتار می باشد (شکل۱). محل ۶۲نمونه خاک سطحی در عمق ۰-۲۰ سانتی متر بر اساس روش نمونه برداری شبکه و نظر کارشناس تعیین و با استفاده از سامانه موقعیت یاب جهانی[4] مدل گارمین در سیستم تصویر UTM متریک ثبت و برداشت گردید. درصد کربن آلی (والکی بلک)، کربنات کلسیم معادل (به روش حجم سنجی) و درصد رس (روش هیدرومتری) بر اساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری گردید.



شکل۱- نقاط مشاهداتی آموزش و آزمون بر روی تصویر ماهواره‌ی لندست ۸

برای استخراج مشتقات اولیه و ثانویه ژئومرفومتری از مدل رقومی ارتفاع با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر تهیه شده ازسازمان نقشه برداری کشور استفاده شد، پارامترهای ژئومورفومتری شامل مساحت زهکشی[5]، فاصله تا شبکه آبراهه‌ها[6]، ارتفاع از سطح شبکه آبراهه‌ها[7]، فاکتور طول در شیب[8]، ارتفاع، تابش پخشیده[1]، تابش مستقیم[2]، مساحت حوضه زهکشی اصلاح شده[3]، شاخص همواره دره با قدرت تفکیک مکانی بالا[4]،

[1] Fuzzy membership funtion
[2] Deductive
[3] Inductive
[4] Global position system
[5] Catchment area
[6] Channel network distance
[7] Channel network base level
[8] LS Factor

شاخص همواری قله با قدرت تفکیک مکانی بالا[5]، موقعیت نسبی شیب[6]، ارتفاع نرمال شده[7]، شاخص خیسی ساگا[8]، درصد شیب[9]، شاخص قدرت جریان[10]، شاخص موقعیت توپوگرافیکی[11]، شاخص زبری پستی و بلندی[12]، عمق دره[13]، شاخص در معرض باد قرارگرفتن[14]در نرم افزار SAGA GIS نسخه 7.3 محاسبه و استخراج گردید. از روش آنالیز چند متغیره تجزیه مولفه‌های اصلی[15]برای انتخاب متغیرهای موثر در نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ استفاده شد.

برای مدلسازی پیش‌بینی مکانی ویژگی‌های خاک در رویکرد داده‌کاوی جنگل تصادفی از بسته " Random Forest " درنرم افزار Rstudio نسخه 1.0.131 و برای آنالیز اهمیت[16]هم‌متغیرهای محیطی از شاخص درصد افزایش میانگین مربعات خطای پیش بینی (%InMSE) از تابع"Var Important" استفاده شد. در رویکرد مدل استنباطی خاک-زمین نما از پروژه‌ی نمونه مدار[17] نرم افزار SoLIM Solutions نسخه ۲۰۱۵ استفاده شد (Zhu و همکاران،۲۰۱۵).

نقاط اندازه گیری شده با استفاده از روش نمونه برداری بهینه بوت استراپت[18] الگوریتم جنگل تصادفی (Viscarra Rossel,2014) در نرمافزار RStudio 1.0131 به دو دسته ۸۰ درصد (۵۰ نقطه) برای مرحله آموزش و ۲۰ درصد (۱۲نقطه) برای اعتبارسنجی تقسیم گردید. نقشه رقومی پیش بینی ویژگی‌های درصد ماده آلی، رس و آهک با استفاده از دو آماره‌ی ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب تبیین R^2 مورد ارزیابی قرار گرفت.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Pi-\hat{O}i)}{\sum_{i=1}^{n}(Oi-\hat{O}i)} \quad (۱)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Oi-Pi)^2} \quad (۲)$$

Oi: مقدار اندازه گیری شده Pi: مقدار پیش بینی شده $\hat{O}i$: میانگین اندازه گیری شده **n**: تعداد مشاهدات

نتایج و بحث

[1] Diffuse insolation
[2] Direct insolation
[3] Modified catchment area
[4] Multiresolution valley bottom flatness(MrVBF)
[5] Multiresolution ridge tope flatness (MRTTF)
[6] Relative slope position (RSP)
[7] Normalized Height
[8] SAGA Wetness index
[9] Slope percent
[10] Stream power index
[11] Topographic slope position
[12] Terrain roughness index
[13] Valley depth
[14] Wind explosion index
[15] Principle component analysis
[16] Relative important
[17] Sample-based project
[18] Bootstrap

نتایج خلاصه آماری ویژگی‌های خاک در جدول۱ نشان داده شده است. کربن آلی خاک از ۰/۱۳ تا ۱/۳۴ درصد با میانگین ۰/۷۶۱ و ضریب تغییرات ۳۴/۴۸ درصد، ویژگی رس از حداقل ۲۵ تا ۶۰ درصد با میانگین ۴۱ /۷۷ و ضریب تغییرات ۱۹/۴۹ درصد و آهک از حداقل ۸/۰۲ تا ۳۱/۴۲ درصد با میانگین ۷/۸۸ و ضریب تغییرات ۲۸/۵۸ درصد و بر اساس استاندارد (Wildig, 1985) در کلاس تغییرپذیری متوسط (۱۵-۳۵ درصد) قرار می‌گیرند. Zeraatpisheh و همکاران (۲۰۱۹) نیز نتایج مشابه با این تحقیق در ارتباط با ضریب تغییرات پارامترهای کربن آلی، رس و آهک گزارش نمودند.

جدول۱- خلاصه آماری ویژگی های خاک سطحی

متغیر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	درصد ضریب تغییرات
کربن آلی	۰/۷۶۱	۰/۸۲	۰/۱۳	۱/۳۴	۰/۲۷۷	۳۴/۴۸
رس	۴۱/۷۷	۴۲/۵	۲۵	۶۰	۸/۱۴	۱۹/۴۹
آهک	۱۷/۸۸	۱۶/۴۵	۸/۰۲	۳۱/۴۲	۵/۱۱	۲۸/۵۸

بر اساس مقدار ارزش ویژه[1] بالاتر از یک، ۵ مولفه اصلی اول ۸۰/۲۶ درصد واریانس موجود در ویژگی‌های ژئومرفومتری را توجیه می نمایند (شکل۲). نتایج همبستگی ویژگی‌های ژئومورفومتری با مولفه‌های اصلی با ارزش ویژه بالای یک نشان داد که در مولفه‌های اول تا پنجم، پارامترهای شاخص موقعیت توپوگرافی، شاخص شدت پستی و بلندی، ارتفاع، مساحت حوزه زهکشی و موقعیت میانی شیب به ترتیب بالاترین همبستگی را به خود اختصاص دادند و در نهایت با توجه به نظر کارشناس و به دلیل همبستگی بالای موقعیت میانی شیب با موقعیت توپوگرافیکی و عدم تغییری مکانی مساحت حوزه زهکشی، از سایر پارامترها (DEM،Tri،TPI) به همراه نقشه رستری لندفرم برای مدلسازی مورد استفاده گردید.

جدول۲)- نتایج واریانس توجیحی مولفه‌های اصلی

مولفه اصلی	درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس
۱	۲۳/۴۵۱	۲۳/۴۵۱
۲	۲۳/۳۲۹	۴۶/۷۸۰
۳	۱۴/۰۵۰	۶۰/۸۳۰
۴	۱۳/۸۸۷	۷۴/۷۱۷
۵	۵/۵۴۰	۸۰/۲۵۸

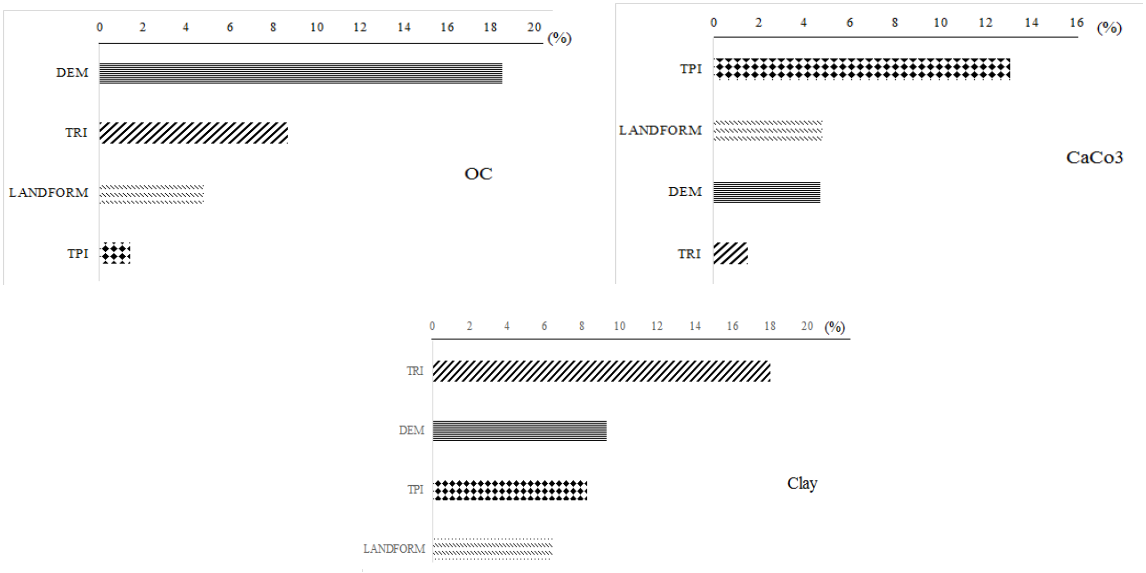
نتایج اعتبارسنجی ارائه شده در جدول ۳ نشان می‌دهد که کربن آلی خاک در دو رویکرد داده‌کاوی جنگل تصادفی (RF) و مدل استنباطی خاک-زمین‌نما (SoLIM) به ترتیب دارای ضریب تبیین ۰/۶۳ و ۰/۴۷ با ریشه میانگین مربعات خطای ۰/۱۷ تا ۰/ ۲درصد، ویژگی رس دارای ضریب تبیین ۰/۷۵ و ۰/۴۲ با ریشه میانگین مربعات خطا ۷/۵ تا ۸/۰۸ درصد و ویژگی آهک خاک سطحی دارای ضریب تبیین ۰/۶۳ و ۰/۴۲ همراه با ریشه میانگین مربعات خطا ۵/۷۷ و ۴/۶۸ درصد می‌باشند Zeraatpisheh و همکاران (۲۰۱۹) برای ویژگی‌های کربن آلی، رس و آهک، مقادیر ضرایب تبیین ۰/۵۵، ۰/۱۵ و ۰/۳۰ با ریشه میانگین مربعات خطای ۰/۳۳، ۷/۸۶ و ۹/۵۲ درصد در استفاده از مدل جنگل تصادفی به عنوان بهترین مدل در مقایسه با مدل کوبیست، رگرسیون درختی و رگرسیون چندمتغیره خطی گزارش نمودند. در نقشه-برداری رقومی ویژگی‌های خاک مقادیر R^2 بالاتر از ۰/۷ غیر معمول و مقادیر ۰/۵ و یا کمتر رایج می باشد(Malone, 2009).

[1] Eigen value

جدول۳ - نتایج اعتبار سنجی رویکردهای داده کاوی در مدلسازی پیش بینی ویژگیهای خاک

مدل	جنگل تصادفی (Random forest)		مدل استنباطی خاک-زمین نما (SoLIM)	
	RMSE(%)	R^2	RMSE(%)	R^2
کربن آلی	۰/۱۷	۰/۶۳	۰/۲	۰/۴۷
رس	۷/۵	۰/۷۵	۸/۰۸	۰/۴۲
آهک	۵/۷۷	۰/۶۳	۴/۶۸	۰/۴۲

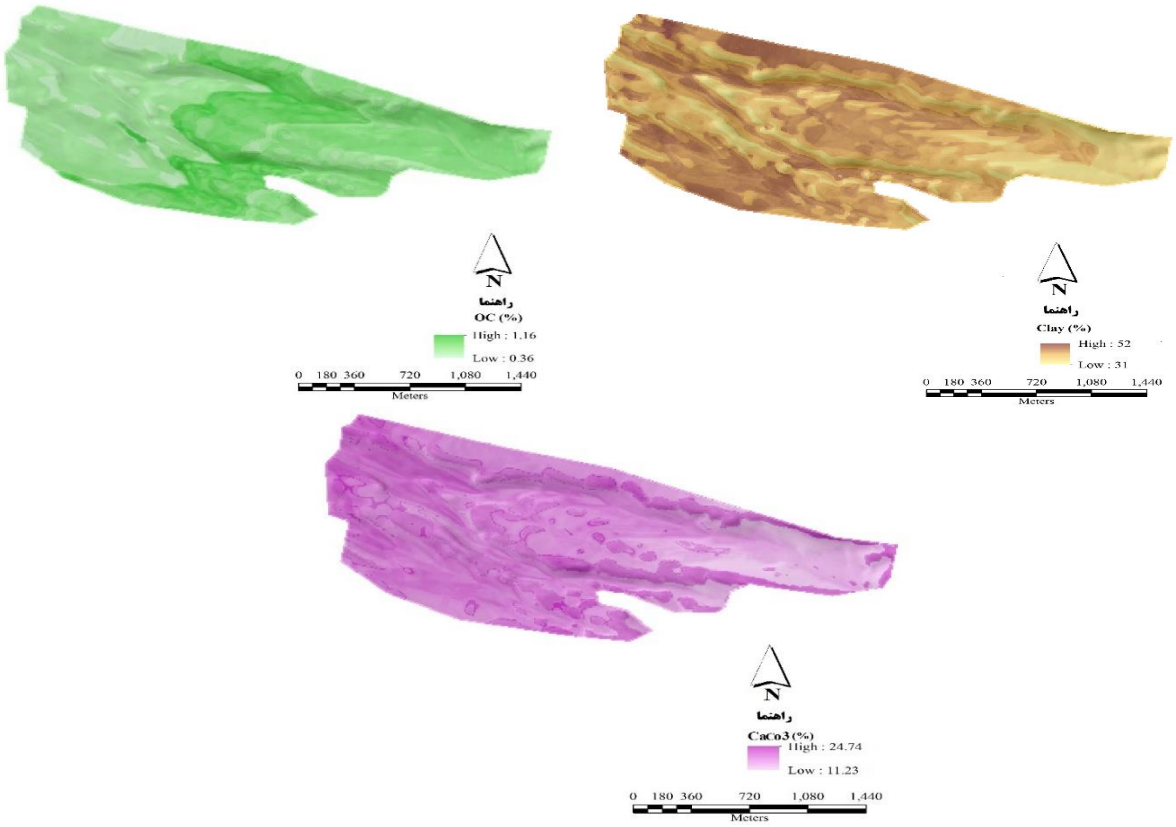
همچنین نتایج آنالیز اهمیت نسبی هم متغیرهای ژئومورفومتری بر اساس شکل۳ نشان داد که به ترتیب ارتفاع، شاخص شدت پستی و بلندی، لندفرم و شاخص موقعیت توپوگرافی بر کربن آلی خاک سطحی و شاخص شدت پستی و بلندی، ارتفاع، شاخص موقعیت توپوگرافی و لندفرم بر درصد رس خاک سطحی و شاخص موقعیت توپوگرافی، لندفرم، ارتفاع و شاخص شدت پستی و بلندی از لحاظ عدم حضور و تاثیر آن بر افزایش MSE% پیش‌بینی مدل جنگل تصادفی، موثرترین پارامترها می‌باشند.



شکل۳- آنالیز اهمیت نسبی پارمترهای ژئومورفومتری موثر بر پیش بینی ویژگی های خاک سطحی

نقشه‌های پیش‌بینی مکانی رویکرد جنگل تصادفی به عنوان مدل مناسب و با دقت بالاتر در شکل۴ ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل، بیشترین میزان کربن آلی خاک سطحی در نواحی مرکزی مشاهده می‌شود و از دلایل آن می‌توان به کشاورزی حفاظتی به کار گرفته شده در ایستگاه کوهین و نقش آن در حفظ کربن خاک سطحی و در نواحی خارج از ایستگاه به مطابقت داشتن مقادیر بالای کربن آلی با سطوح پایدار ژئومورفیک که در نقشه لندفرم به صورت دشت جدا گردیده، اشاره نمود. الگوی مکانی درصد رس و آهک بصورت برعکس یکدیگر تغییر می-نماید بطوریکه بیشترین میزان آهک در نواحی تیغه‌ها و موقعیت‌های شانه شیب و در این نواحی کمترین میزان رس قابل مشاهده است بر اساس مشاهدات صحرایی و مطابقت با نقشه لندفرم‌ها این نواحی دارای فرسایش پذیری سطحی شدید بصورت ورقه‌ای می‌باشد که نتیجه آن بروز آهک لایه‌های زیرین و شسته شدن رس از این لایه‌ها به سمت پایین‌دست شیب می‌باشد. همچنین در نواحی سطوح پایدار ژئومورفیک

(دشت‌ها در نقشه لندفرم) و داخل ایستگاه کوهین به دلیل اقدامات حفاظتی میزان رس که در بخش‌های مرکزی نقشه قابل مشاهده است، بیشتر می‌گردد.



شکل۴- نقشه پیش بینی مکانی ویژگی‌های خاک سطحی با استفاده از جنگل تصادفی

نتیجه‌گیری

نتایج بیانگر آن است که استفاده از روش‌های جدید آنالیز چندمتغیره مانند PCA، همبستگی و همراستایی خطی متغیرهای ژئومورفومتری استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع را می‌توان کاهش داد و موثرترین متغیرها با حداکثر واریانس را استخراج و زمان انجام محاسبات تهیه نقشه را کاهش داد. در این پژوهش تنها با استفاده از سه متغیر شاخص موقعیت توپوگرافی، شاخص شدت پستی و بلندی، ارتفاع بدست آمده از تجزیه و تحلیل PCA و نقشه رستری لندفرم، می‌توان نقشه رقومی ویژگی‌های درصد کربن آلی، رس و آهک خاک سطحی را با استفاده از مدل جنگلی تصادفی نسبت به مدل استنباطی خاک-زمین نما با دقت بالاتر تهیه نمود که در مدیریت خاک و بهره برداری از اراضی مورد استفاده واقع گردند و پهنه‌های مدیریتی را با شناسایی تغییرپذیری پراکنش این ویژگی‌ها جداسازی نمود.

منابع

Kaufmann, M., Meier, A., & Stoffel, K. 2015. IFC-Filter: Membership function generation for inductive fuzzy classification. Expert Systems with Applications, 42(21), 8369-8379.

Hengl, T., Heuvelink, G.B., Kempen, B., Leenaars, J.G., Walsh, M.G., Shepherd, K.D., Sila, A., MacMillan, R.A., de Jesus, J.M., Tamene, L., 2015. Mapping soil properties of Africa at 250 m resolution: random forests significantly improve current predictions. PLoS One 10, e0125814.

Pahlavan-Rad, M.R., Akbarimoghaddam, A., 2018. Spatial variability of soil texture fractions and pH in a flood plain (case study from eastern Iran). Catena 160, 275–281.

Pelegrino, M. H. P., Silva, S. H. G., Menezes, M. D. D., Silva, E. D., Owens, P. R., & Curi, N. 2016. Mapping soils in two watersheds using legacy data and extrapolation for similar surrounding areas. Ciencia e Agrotecnologia, 40(5), 534-546.

Taghizadeh-Mehrjardi, R., Minasny, B., Sarmadian, F., Malone, B., 2014. Digital mapping of soil salinity in Ardakan region, central Iran. Geoderma 213, 15–28.

Taghizadeh-Mehrjardi, R., Nabiollahi, K., Kerry, R., 2016. Digital mapping of soil organic carbon at multiple depths using diff erent data mining techniques in Baneh region, Iran. Geoderma 266, 98–110.

Viscarra Rossel, R. A., Webster, R., & Kidd, D. (2014). Mapping gamma radiation and its uncertainty from weathering products in a Tasmanian landscape with a proximal sensor and random forest kriging. Earth Surface Processes and Landforms, 39(6), 735-748.

Wilding, L. P. (1985). Spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys. In Soil spatial variability. Workshop (pp. 166-194

Zeraatpisheh, M., Ayoubi, S., Jafari, A., Tajik, S., & Finke, P. 2019. Digital mapping of soil properties using multiple machine learning in a semi-arid region, central Iran. Geoderma, 338, 445-452.

Zeng, C., Yang, L., & Zhu, A. (2017). Construction of membership functions for soil mapping using the partial dependence of soil on environmental covariates calculated by random forest. Soil Science Society of America Journal, 81(2), 341-353.

Zhu, A.X., Burt, J.E., Du, F. (2015). Digital soil mapping software: SoLIM Solutions. user manual.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Soil genesis and classification

Digital mapping of some surface soil properties using RF and Fuzzy approaches (A case study: Kuhin region, Qazvin province)

Rahmani[1]*, A., Sarmadian[2], F., Mousavi[1], S.R. khamoshi[1], SE.

[1*] Ph.D. Student, Soil Science and engineering College of Agriculture and natural resources University of Tehran, Iran

[2] Prof., Soil Science and engineering Department, College of Agriculture and natural resources University of Tehran, Iran

Abstract

Conventional soil mapping approaches rely on field achievement and its spatial variation affected by survey scale and expert knowledge also data mining methods is essential for preparing soil characteristics mapping. In this study 65 sample points were selected and soil organic carbon, clay and $CaCo_3$ had been determined. Data in two grouped such as calibration (20%)and validation (80%) were divided. PCA analysis showed that three covariates as an example TPI, TRI and DEM mostly essential variables. RF results demonstrated that SOC, Clay and $CaCo_3$ based on R^2 are 0.63, 0.75 and 0.63, RMSE 0.17,7.5 and 5.77, respectively. SoLIM approach showed that R^2 value 0.47, 0.42 and 0.42, RMSE 0.2, 8.08 and 4.68, respectively were achieved. RF method can be predicted digital maps with appropriate precise for sustainable land management.

Key words: Data mining, Random forest, Soil-land inference model, fuzzy logic

*Corresponding author: a.rahmani@ut.ac.ir

شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

برررسی عملکرد الگوریتم ماشین بردار پشتیبان درپیش‌بینی پراکنش مکانی کلاس‌های بافت خاک سطحی در یک زمین‌چهر آبرفتی

غفار ویسی سرطایره*[۱]، پرویز شکاری[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

[۲]استادیارگروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

چکیده

نقشه‌برداری رقومی خاک (DSM) از شاخه‌های متعدد پدومتری است که با کاربرد متغیرهای گسسته و پیوسته، بسیاری از مشکلات نقشه‌برداری سنتی را برطرف می‌کند. در این پژوهش از هسته‌های پایه شعاعی (RB) و چندجمله‌ای (PL) مدل ماشین بردار پشتیبان[۱](SVM) برای پیش‌بینی کلاس‌های بافت لایه سطحی خاک یک زمین‌چهر با مساحت حدود ۳۶۰۰۰ هکتار در منطقه میان‌دربند استان کرمانشاه، استفاده شد. نمونه‌های سطحی (عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری) براساس شبکه مربعی با ۷۱ نقطه براساس روش نمونه‌برداری سیستماتیک ساده جمع‌آوری گردید و درصد وزنی شن، سیلت و رس تعیین شد. برای پیش‌بینی پراکنش مکانی بافت خاک، از متغیرهای محیطی مشتق‌شده از مدل رقومی ارتفاع و تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ با تفکیک مکانی ۳۰ متر استفاده شد. مدل ماشین‌بردار پشتیبان پیش‌بینی‌هایی قابل اطمینان و انعطاف‌پذیری دارد. برای ارزیابی پیش‌بینی‌ها شاخص کاپای توافقی (K) و صحت عمومی (OA) محاسبه شد و مقدار آن برای RB ۰/۵۷ و ۰/۷۴ بود که از مقدار ۰/۵۴ و ۰/۷۱ برای PL بیشتر است. انتخاب مجموعه متغیر محطیی مناسب و تراکم بهینه نمونه‌ها اهمیت زیادی در صحت پیش‌بینی نقشه دارد.

کلمات کلیدی: نقشه‌برداری رقومی خاک، رایان‌آموختی، ماشین بردار پشتیبان، متغیرهای محیطی.

مقدمه

خاک یک جزء اساسی اکوسیستم است که انجام بسیاری از خدمات مانند تعدیل چرخه آب، تنظیم چرخه عناصر در خاک، حمایت از ریشه گیاهان و تجزیه بقایا را بر عهده دارد. از جمله مهمترین ویژگی‌های خاک که به طور مستقیم برروی تخلخل، فرسایش‌پذیری، ظرفیت نگهداری عناصر غذایی خاک و همچنین در دراز مدت برروی حاصلخیزی خاک مؤثر است، بافت است. بافت خاک؛ به‌عنوان درصد نسبی مقادیر شن، سیلت و رس تعریف می‌شود (Wischmeier and Smith, 1978). بنابراین به‌منظور پیش‌بینی اثر کاربری سرزمین و مسائل زیست‌محیطی مرتبط با آن و همچنین مدیریت دقیق و درست این منبع با ارزش به درک درستی از پراکنش مکانی کلاس‌های خاک و همچنین ویژگی‌های خاک‌ها در سراسر زمین‌چهر نیاز است (Daily, 1977). درهمین راستا نقشه‌های خاک و اطلاعات آنها از جمله مهم‌ترین منابع اطلاعاتی هستند که به‌طور عمده برای بهبود مطالعات تناسب سرزمین و آمایش سرزمین به‌کار برده می‌شوند. برای پاسخگویی به نیازها و کاربری‌های مختلف به مجموعه اطلاعات و داده‌های متنوعی از خاک نیاز است (Ziadat, 2005). خاک یک سامانه پیچیده است و عوامل مؤثر بر تغییر و تحولات آن به‌خوبی قابل شناسایی نیست، بنابراین تهیه نقشه‌هایی از خاک که پراکنش و تغییرات خاک را به خوبی نشان دهد، یکی از نگرانی‌های اصلی خاکشناسان است (صالحی وخادمی، ۱۳۸۷). ازآن‌جاکه در روش نقشه‌برداری سنتی[۲] نقشه‌های چند گوشه‌ای خاک[۳]به‌دست می‌آید که علاوه‌بر محدودیت وضوح، در نشان دادن پیچیدگی الگوی پراکنش خاک‌ها، تغییرپذیری ذاتی و تغییرات اجزای آن ناتوان است. همچنین این روش بر مشاهدات و تحلیل نقطه‌ای استوار است؛ در زمین‌چهرهای بزرگ روشی زمان‌بر و پرهزینه بوده و حتی تهدیدی برای هدر رفت منابع خاک است (Lacoste و همکاران ۲۰۱۱). بنابراین باتوجه به مشکلات موجود در نقشه‌های سنتی خاک و نیاز به ارائه اطلاعاتی با قابلیت اعتماد بالاتر و به‌هنگام درباره خاک‌ها با هزینه منطقی و ارتقاء تفسیرپذیری نتایج، چنان‌که افراد غیر خاک‌شناس وغیر متخصص نیز بتوانند از این اطلاعات استفاده کنند، کاربرد روش‌های نوین درتهیه نقشه خاک را ضروری می‌نماید (Rossiter and Loza, 2010).

*ایمیل نویسنده مسئول: ghafarveisi@gmail.com

[1] Support vector machines
[2] Traditional mapping
[3] Polygonal soil maps

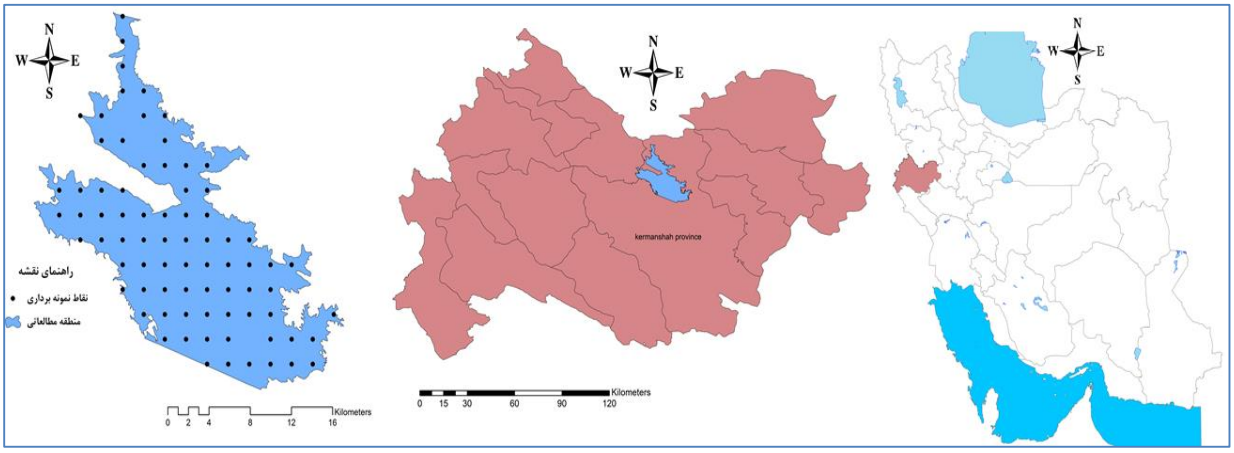
در سال‌های گذشته نقشه‌برداری خاک دستخوش تحولات زیادی بوده بنابراین برای رویارویی با این محدودیت‌ها محققان خاک از سراسر جهان روش‌های نوین و دقیقی برای پیش‌بینی پراکنش و محاسبه داده‌های خاک پیش‌بینی کرده‌اند که عموماً به نقشه‌برداری خاک به‌عنوان نقشه‌برداری نوین خاک[1] (McBratney و همکاران ۲۰۰۳) اشاره شده است. نقشه‌برداری نوین خاک، روشی برای ایجاد اطلاعات مکانی دقیق خاک است که از روابط کمی بین متغیرهای محیطی و مشاهدات مربوط به خاک بهره می‌برد (Lagacherie, 2008). این روش براساس محاسبات رقومی استوار است ولی اساس آن معادلات تشکیل خاک است. نقشه‌برداری رقومی زیرمجموعه‌ای از روش‌های خاک‌سنجی[2] است که به‌دلیل افزایش منابع داده‌های محیطی فراوان، به‌صورت کاملاً عملی توانسته است به انتقادات وارد بر روش مرسوم چیره شود (McBratney و همکاران ۲۰۰۳). این روش با داشتن زیرساخت‌هائی مانند آگاهی از اهمیت و نقش مطالعات خاکشناسی، کارشناسان خبره و بانک اطلاعات، اهدافی متناسب با این نیازها را دنبال می‌کند. از جمله این اهداف: ۱- ارائه داده‌هایی که بهتر بتوانند پیوستگی خاک زمین‌چهر را نشان دهند ۲- استفاده از رابطه بین متغیرهای محیطی و ویژگی‌های خاک ۳- به‌کار بردن دانش افراد خبره در طراحی مدل‌ها ۴- انعطاف‌پذیری، انتقال فناوری و همچنین استفاده در مقیاس‌های مختلف (Scull و همکاران ۲۰۰۳). از روش‌های مختلف رایان‌آموختی[3] در زمینه مطالعات خاک‌شناسی استفاده می‌شود. از جمله این روش‌ها می‌توان به شبکه عصبی مصنوعی[4] (ANN)، جنگل تصادفی[5] (RF) و ماشین بردار پشتیبان (SVM) اشاره نمود. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش‌هایی که عملکرد روش‌های رایان‌آموختی را مقایسه‌ای کرده‌اند، SVM به علت توانایی در به‌کارگیری بهینه‌ی داده‌ها، توابع برآورد پراکنش مکانی خاک را با دقت مطلوب‌تری ارائه داده است. مدل SVM یک روش ناپارامتری نظارت‌شده است و با این فرض عمل می‌کند که هیچ‌گونه اطلاعی از چگونگی توزیع مجموعه داده‌ها وجود ندارد. ویژگی اصلی این روش توانایی بالا در استفاده از نمونه‌های آموزشی کم‌تر و رسیدن به بالاترین دقت در مقایسه با دیگر روش‌های کلاس‌بندی است (Mountrakis و همکاران ۲۰۱۱). به‌طورکلی SVM در مسائل طبقه‌بندی دو یا چند گروهی و رگرسیون مورد استفاده قرار می‌گیرند. مانند بسیاری از روش‌های رایان‌آموختی، در این روش نیز فرآیند ساخت مدل شامل دو مرحله آموزش و آزمایش می‌باشد. در انتهای فاز آموزش قابلیت تعمیم‌یابی مدل آموزش داده‌شده با استفاده از داده‌های آزمایش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. یکی از برتری‌های بسیار مهم ماشین بردار پشتیبان بهبود بازده آن با افزایش داده‌ها است. در واقع این رده‌بندی کننده، یک رده‌بندی کننده آماری نیست و مستقیماً با استفاده از نقاط آموزشی مرز تصمیم‌گیری بین کلاس‌ها را به‌دست می‌آورد (Samui, 2008).

نبی‌الهی و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از روش رایان‌آموختی رگرسیون درختی و شبکه عصبی مصنوعی، نقشه پراکنش مکانی بافت خاک را در منطقه بیجار کردستان تهیه نمودند. Priori و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ی خود در منطقه‌ای در ایتالیا، بیش‌ترین دقت و کم‌ترین خطا در پیش‌بینی پراکنش مکانی بافت خاک را در ایتالیا با کاربست مدل ماشین بردار پشتیبان به‌دست آوردند. Twarakavi و همکاران (۲۰۰۹) ضمن مقایسه مدل ماشین بردار پشتیبان با شبکه عصبی مصنوعی در برآورد پارامترهای رسانش آبی خاک، SVM را در تعیین مقادیر بهینه‌ی پارامترهای گفته‌شده تواناتر گزارش کردند. از آن‌جا که نقشه‌های خاک از مهم‌ترین اطلاعات‌پایه برای بسیاری از مطالعات مانند ارزیابی اراضی، تعیین مساحت و مرز خاک‌های قابل بهره‌برداری و تفکیک اراضی، 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. دشت میان دربند جزء قطب‌های مهم کشاورزی استان است و قسمت عمده زمین‌های این دشت زیر کاربری کشاورزی و باغداری است. بنابراین به منظور مدیریت بهینه، کاربری صحیح سرزمین و حفظ منابع آب و خاک حاصلخیز دشت که لازمه‌ی توسعه‌ی پایدار هستند، نیاز به نقشه‌های خاک با صحت بالا است که اطلاعات جامع و قابل اعتمادی را در اختیار مدیران و برنامه‌ریزان قرار دهد. با توجه به ویژگی‌های چشم‌گیر روش‌های رایان آموختی ازجمله: کم‌هزینه بودن و امکان اجرای آن‌ها در زمان کوتاه، دقت بالا و قابلیت به‌روزرسانی آسان نقشه‌ها، امکان تهیه نقشه‌های دقیق و همگن از مناطق وسیع و گسترده در استان فراهم می‌شود. بنابراین هدف از این پژوهش به‌دست آوردن نقشه رقومی بافت خاک در دشت میان‌دربند با استفاده از برخی هسته‌های مدل SVM است.

مواد و روش‌ها

[1] Digital soil mapping (DSM)
[2] Pedometric
[3] Machine Learning
[4] Artifical neural networks
[5] Random forest

منطقه‌ی مطالعاتی با ارتفاع متوسط ۱۳۵۷/۷ متر در شمال غربی شهرستان کرمانشاه بین عرض‌های جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵ دقیقه شرقی قرارگرفته (شکل ۱)، دشت میان‌دربند به‌ترتیب دارای رژیم رطوبتی و دمایی زریک و ترمیک است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای غرب، ۱۳۶۸). واحدهای فیزیوگرافی در منطقه شامل دشت‌های دامنه‌ای، آبرفتی رودخانه‌ای و دشت‌های پست می‌باشد. تقریباً ۹۰ درصد منطقه مورد مطالعه شامل زمین‌های قابل‌کشت و بقیه را زمین‌های مرتعی تشکیل می‌دهد. محصولات کشت‌شده در منطقه بیش‌تر شامل گندم، جو، ذرت، سیب‌زمینی و صیفی‌جات می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و پراکنش نقاط نمونه‌برداری

با توجه به اطلاعات زمین ریخت‌شناسی منطقه و با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی، موقعیت خاکرخ‌ها با استفاده از نرم‌افزار R به روش تصادفی سیستماتیک تعیین شد. برای انجام این پژوهش تعداد ۷۱ نمونه خاک سطحی (عمق حدود ۲۰-۰ سانتی‌متری) به فاصله تقریبی ۲ کیلومتر در منطقه مطالعاتی حفر گردید. موقعیت جغرافیایی نقاط در سیستم مکان‌یابی جهانی[1](GPS) ثبت گردید. شکل ۱ موقعیت منطقه مطالعاتی و نقاط نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

جهت انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی، نمونه‌ها هوا خشک گردیده و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. درصد وزنی ذرات شن، سیلت و رس با استفاده از روش هیدرومتر (Gee و Bauder ۱۹۹۰) تعیین شد و در ادامه کلاس بافتی خاک تعیین شد.

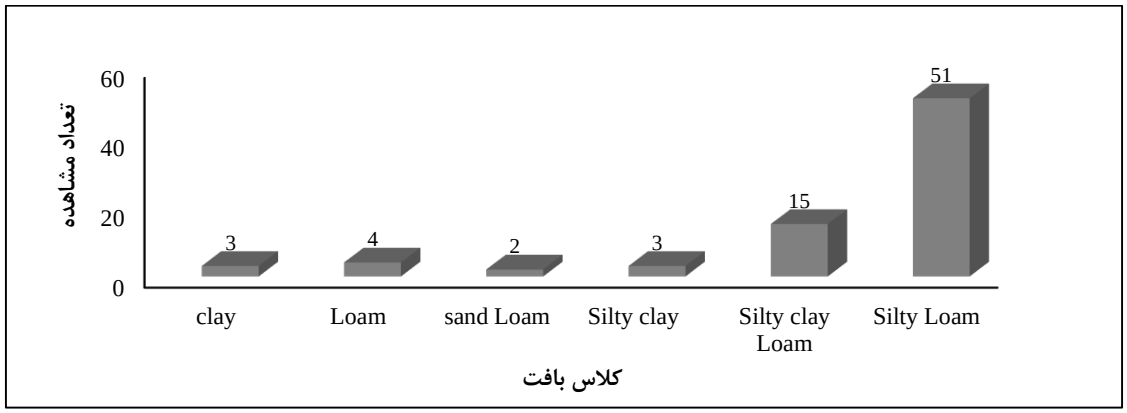
برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک از متغیرهای محیطی مشتق شده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) ۳۰ متر و تصویر ماهواره Landsat 8 OLI/TIRS استفاد شد که در محیط SAGA-GIS محاسبه شدند. مدل‌سازی و پیش‌بینی کلاس‌های بافت خاک با کاربست مدل SVM در محیط R-Studio 0.97.551 انجام شد. مدل SVM دارای تابع‌های هسته مختلف است که متداول‌ترین آنها شامل؛ هسته خطی[2]، چندجمله‌ای[3]، پایه شعاعی[4] و سیگموئید[5] است که در این مطالعه از هسته چندجمله‌ای و پایه شعاعی استفاده شد. برای ارزیابی عملکرد مدل از معمول‌ترین سنجه‌های برآورد صحت شامل؛ صحت عمومی[6]، صحت کاربر[7]، قابلیت اطمینان تولید کننده[8] و شاخص کاپا[9](Lu و همکاران ۲۰۰۴) استفاده شد.

[1] Global Positioning System
[2] Linear kernel
[3] Polynomial kernel
[4] Radial basis kernel
[5] Sigmoid kernel
[6] Overall map accuracy
[7] User`s accuracy
[8] Producer’s reliability
[9] Kappa Index of agreement

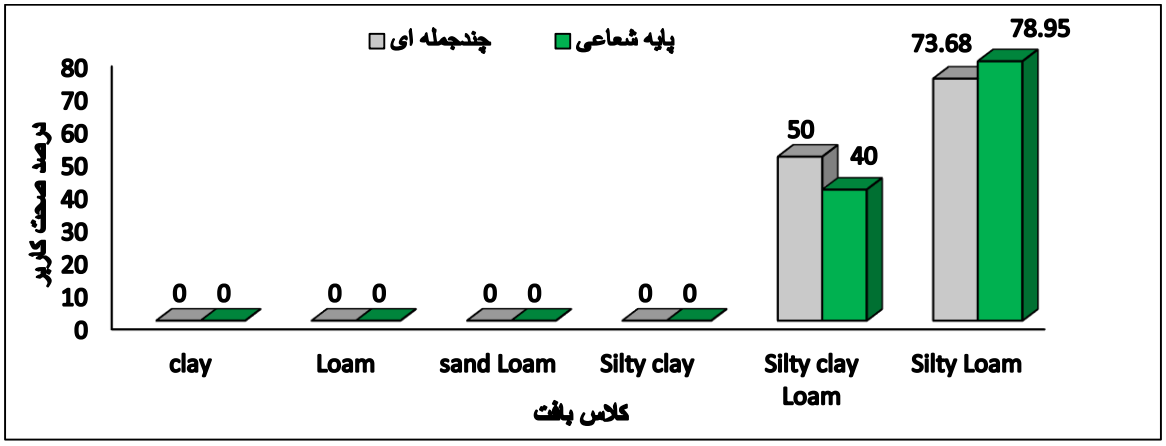
نتایج و بحث

با توجه به کلاس‌بندی بافت خاک، ۶ کلاس بافت شامل Clay، Loam، Sandy loam، Silty clay، Silty clay loam و Silty loam در منطقه‌ی مطالعاتی مشاهده شد (شکل ۱). به‌ترتیب کمترین و بیشترین کلاس بافت با ۳ و ۵۱ مشاهده مربوط به کلاس Clay و Silty loam بود. در مجموع بافت خاک در منطقه‌ی مطالعاتی متوسط به سمت سنگین است.

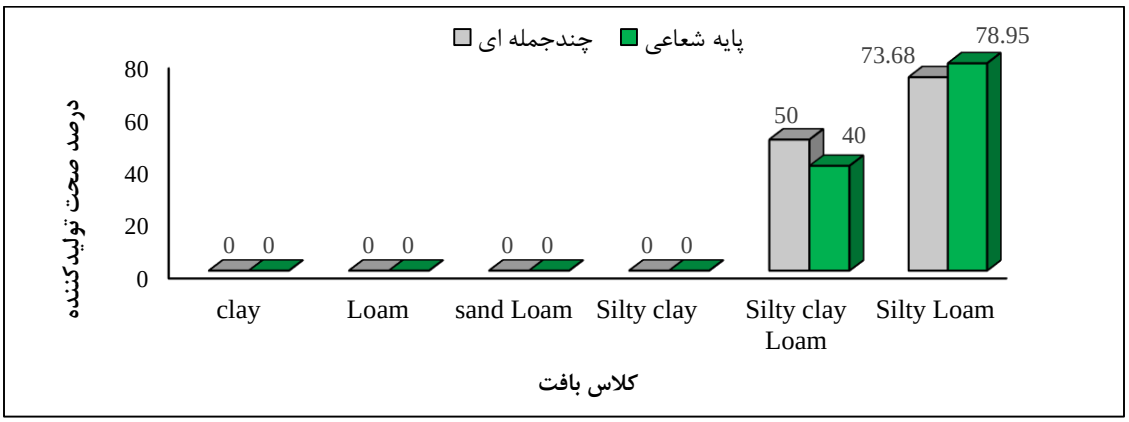
سنجه‌های صحت پیش‌بینی به کار رفته برای کلاس بافت خاک در شکل ۳ (صحت کاربر) و ۴ (صحت تولیدکننده) دیده می‌شود.



شکل ۲- فراوانی کلاس‌ها بافتی خاک در منطقه‌ی مطالعاتی



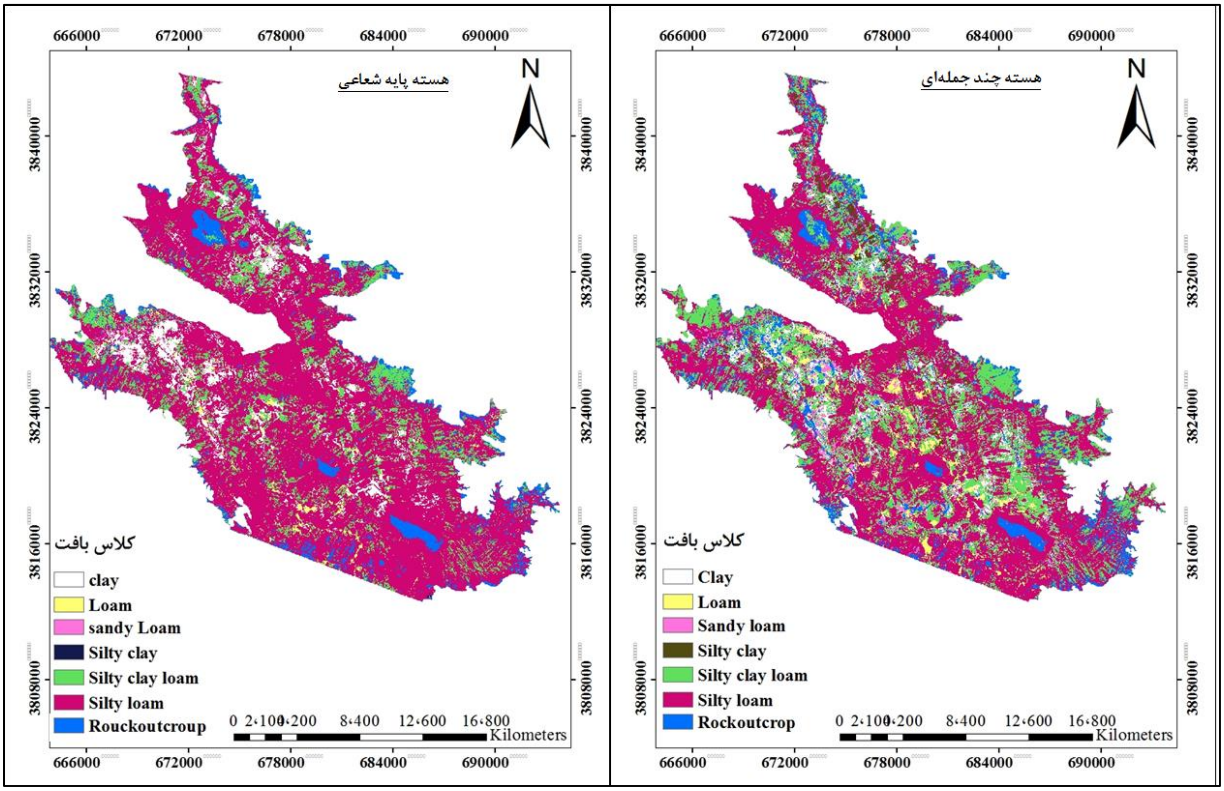
شکل ۳- نتایج پیش‌بینی کلاس بافت خاک براساس صحت کاربر با کاربست هسته‌های مدل SVM



شکل ۴- نتایج پیش‌بینی کلاس بافت خاک براساس صحت تولیدکننده با کاربست هسته‌های مدل SVM

به طور کلی، درستی پیش‌بینی با فراوانی یافت شده در هر کلاس بافت ارتباط بالایی داشت به گونه‌ای که در کلاس‌هایی با فراوانی کم (Clay، Loam، Sandy loam و Silty clay) معمولاً افت شدیدی در مقدار صحت کاربر و تولیدکننده (مقدار صفر) به وجود آمد (شکل ۳ و ۴). این نکته در پژوهش‌های فراوانی (مانند Grunwald و همکاران ۲۰۱۰؛ Taghizadeh-Mehrjardi و همکاران ۲۰۱۴) نیز گزارش شده است. بر این اساس بیشترین صحت کاربر و تولیدکننده در هر دو هسته مربوط به پیش‌بینی کلاس‌های Silty clay loam و Silty loam بود. هسته‌های RB و PL کلاس‌های Clay، Loam، Sandy loam و Silty clay را کاملاً اشتباه پیش‌بینی کرده است به نحوی که مقدار صحت کاربر و تولیدکننده برای پیش‌بینی این کلاس‌های بافتی، صفر است (شکل ۳ و ۴). مقادیر صحت عمومی و شاخص کاپا برای هسته پایه شعاعی ۰/۷۴ و ۰/۵۷ و چندجمله‌ای ۰/۷۱ و ۰/۵۴ به دست آمد که قابل توجه است. عملکرد هسته‌های پایه شعاعی و چندجمله‌ای در پیش‌بینی کلاس‌های بافت در منطقه مناسب بود اما با توجه به نتایج ارزیابی مدل (صحت عمومی و شاخص کاپا)، هسته پایه شعاعی در منطقه بهتر عمل نمود. Kim و همکاران (۲۰۰۲) نیز در تهیه نقشه پراکنش مکانی بافت خاک، عملکرد مناسب و درصد خطای پایینی برای مدل SVM گزارش نمودند. در بسیاری از پژوهش بر عملکرد بالای هسته پایه شعاعی در مقایسه با سایر هسته‌ی مدل SVM تأکید شده است. Heung و همکاران (۲۰۱۶) در پیش‌بینی پراکنش مکانی گروه بزرگ خاک، عملکرد بهتر هسته پایه شعاعی را در مقایسه با سایر هسته‌ها گزارش نمودند.

شکل ۴ نقشه پیش‌بینانه پراکنش بافت خاک را در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد. به طور کلی نقشه پیش‌بینانه پراکنش کلاس‌های Silty clay loam و Silty loam را با صحت بالایی نمایش داد به نحوی که با مشاهدات صحرایی هماهنگی قابل قبولی داشت. Silty loam کلاس چیره بافت در دشت بود و تقریباً در کل منطقه‌ی مطالعاتی مشاهده شد. کلاس Silty clay loam بیشتر در حاشیه منطقه‌ی مطالعاتی و در قسمت‌های شمالی و شرق در مقایسه با قسمت‌های جنوبی و غربی منطقه پراکنش بیشتری دارد که کاملاً با مشاهده صحرایی همخوانی دارد. اما با توجه به مقدار صحت کاربر و تولیدکننده، هسته‌های BR و PL، پراکنش مکانی کلاس‌های Clay، Loam، Sandy loam و Silty clay را کاملاً اشتباه پیش‌بینی نموده‌اند. بنابراین چون پیش‌بینی کلاس‌های Clay ، Loam، Sandy loam و Silty clay کاملاً با خطا همراه است، نمی‌توان در مورد پراکنش این کلاس‌ها با توجه به نقشه بافت خاک، اظهار نظر نمود. در پژوهش‌هایی که در استان کرمانشاه صورت گرفته است، عموماً کلاس‌های Silty clay loam و Silty loam را به‌عنوان کلاس قالب در مناطق مطالعاتی خود گزارش داده‌اند (زین‌الدینی، ۱۳۹۵؛ پایدار، ۱۳۹۷).



شکل ۵- پیش‌بینی پراکنش مکانی بافت خاک در منطقه‌ی مطالعاتی با کاربست هسته‌های مختلف مدل SVM

نتیجه‌گیری

هسته‌های پایه شعاعی و چندجمله‌ای در پیش‌بینی کلاس‌های بافت خاک با فراوانی بالا عملکرد مناسبی داشتند اما در پیش‌بینی کلاس‌هایی با فراوانی پایین، صحت پیش‌بینی‌ها پذیرفتنی نبود. مقدار بالای صحت عمومی و شاخص کاپا توسط هسته‌های پایه شعاعی و چندجمله‌ای در منطقه‌ی مطالعاتی به‌دلیل انتخاب متغیرهای مهم و تأثیرگذار، الگوی مناسب نمونه‌برداری و تعداد نمونه‌ها بود.

منابع

پایدار، ح. ۱۳۹۷. تهیه نقشه پیشبینانه خاک بخشی از دشت سنجابی کرمانشاه با استفاده از رگرسیون لاجستیک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی. گروه علوم و مهندسی خاک.

زین‌الدینی، ز. ۱۳۹۵. بررسی غلظت برخی فلزات سنگین در زمین‌های پایین‌دست انباشتگاه زباله جنوب شهر کرمانشاه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی. گروه علوم و مهندسی خاک.

صالحی، م.ح. وخادمی، ح. ۱۳۸۷. مبانی نقشه برداری خاک. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، صفحه ۲۲۰ .

گزارش مطالعات خاک‌شناسی نیمه‌تفصیلی دقیق طرح سد گاوشان- دشت میان‌دربند باختران. ۱۳۶۸. شرکت سهامی آب منطقه‌ای غرب.

Daily, G. 1997. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Island Press.

Gee G. W., and Bauder, J. W. 1990. Particle sizeanalisis. P. 383-411. In: A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties. Monograph No. 9. 2nd ed. Medison, WI: SSSA.

Grunwald, S. 2010. Current state of digital soil mapping and what is next Digital Soil Mapping (pp. 3-12): Springer.

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.

Kim, J., Grunwald, S., Rivero, R. G. and Robbins, R. 2012. Multi-scale modeling of soil series using remote sensing in a wetland ecosystem. Soil Science Society of America Journal, 76(6), 2327-2341.

Lacoste, M., Lemercier, B. and Walter, C. 2011. Regional mapping of soil parent material by machine learning based on point data.Geomorphology, 133: 90-99.

Lagacherie, P. 2008. Digital soil mapping: a state of the art Digital soil mapping with limited data (pp. 3-14): Springer.

McBratney, A.B., Mendonc, M.L. and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. Geoderma, 117: 3-52.

Mountrakis, G., Im., J. and Ogole, C. 2011. Support vector machines in remote sensing: A review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 13, 247–259.- Murai, S., 1996. Remote Sensing Note, Japan Associa..

Priori, S., Bianconi, N., and Constantini, E.A.C. 2014. Can γ-radiometrics predict soil textural data and stoniness in different parent materials? A comparison of two machine learning methods. Geoderma 226-227, 354–364.

Rossiter, D. G. and Loza, A. V. 2010. Technical note: Analyzing land cover change with logistic regression in R (Version 2.2, First version April 2004), ITC, Enschede, The Netherland.

Samui, P. 2008. Support vector machine applied to settlement of shallow foundations on cohesionless soils.

Scull, P., Franklin, J., Chadwick, O.A. and McArthur, D. 2003. Predictive soil mapping: a review. Progress in Physical Geography 27, 171–197.

Taghizadeh-Mehrjardi, R., Minasny, B., Sarmadian, F. and Malone, B.P. 2014. Digital mapping of soil salinity in Ardakan region, central Iran. Geoderma. 213: 15–28.

Twarakavi, N. K., Šimůnek, J. and Schaap, M. G. 2009. Development of pedotransfer functions for estimation of soil hydraulic parameters using support vector machines. Soil Science Society of America Journal, 73(5), 1443-1452.

Wischmeier W.H., and Smith D.D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses, a Guide to Conservation Planning, Agriculture Handbook No. 537. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.

Ziadat, F. M. 2005. Analyzing digital terrain attributes to predict soil attributes for a relatively large area. Soil Science Society of America Journal, 69(5), 1590-1599.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Pedometery and Soil Evaluation

Evaluating performance of support vector machine algorithm in spatial prediction of surface soil textural classes over an alluvial landscape

Veisi Sartayereh, GH. [1*], Shekaari, P.[2]

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

[2] Assistant Prof., Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

Abstract

Digital soil mapping (DM) is a branch of pedometrics with quite diverse applications, which overcame many practical problems of traditional mapping either with discrete or continuous variables. This work support vector machine (SVM) algorithm used to predict spatial distribution of soil surface layer textural classes over 36000 ha. of Miandarband plain of Kermanshah province using radial –based (RB) and polynomial (PL) kernels. Surface (0-20) samples obtained based on an equilateral simple systematic grid of 71 points and weight percentage of sand, silt and clay particles determined. Environmental covariates calculated using 30m resolution DEM and Landsat 8 OLI scene of the area, which used to predict spatial distribution of texture classes. SVM evaluated reliable and flexible in the prediction job. Kappa index of agreement (K) and overall map accuracy (OA) calculated for the predictions and RB with 0.57 and 0.74 stood over PL with 0.54 and .071. Selection of an optimum set of environmental covariates and a denser sampling scheme would improve the prediction accuracy.

Keywords: Digital Soil Mapping, Machine Learning, Support vector machines, Environmental Covariates.

* Corresponding author Email: ghafarveisi@gmail.com