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

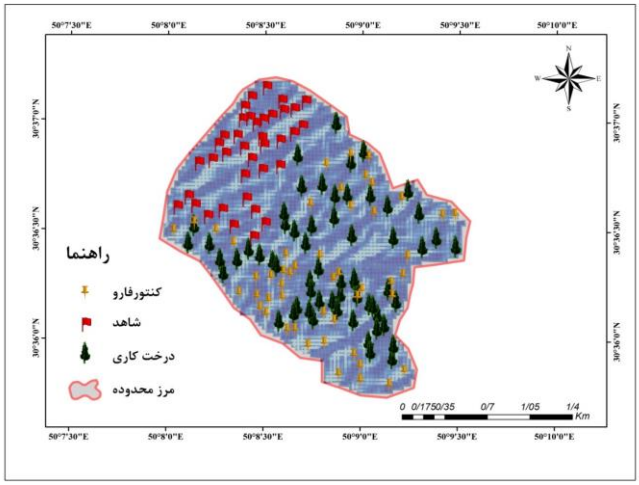
مقدمه

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

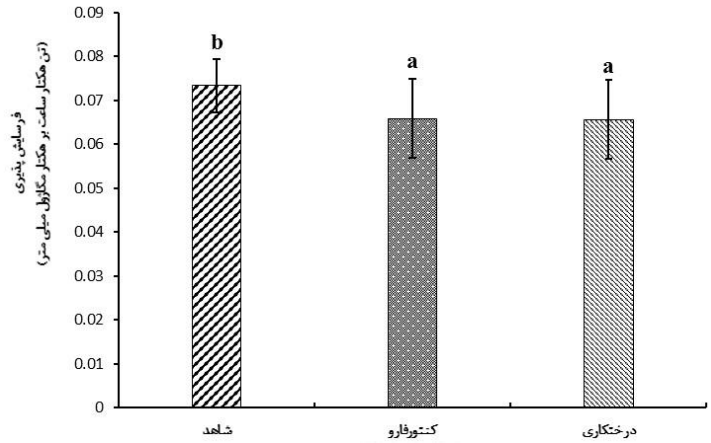
حوضه آبخیز چاه‌ماری در استان خوزستان در فاصله ۱۵ کیلومتری غرب شهر بهبهان قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه، دارای هوای گرم و خشک و متوسط بارندگی سالانه منطقه برابر ۳۵۵/۴ میلی‌متر می‌باشد. متوسط دمای سالانه در طی دوره آماری ۲۴/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. برای انجام تحقیق بخشی از منطقه چاه‌ماری که از نظر 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

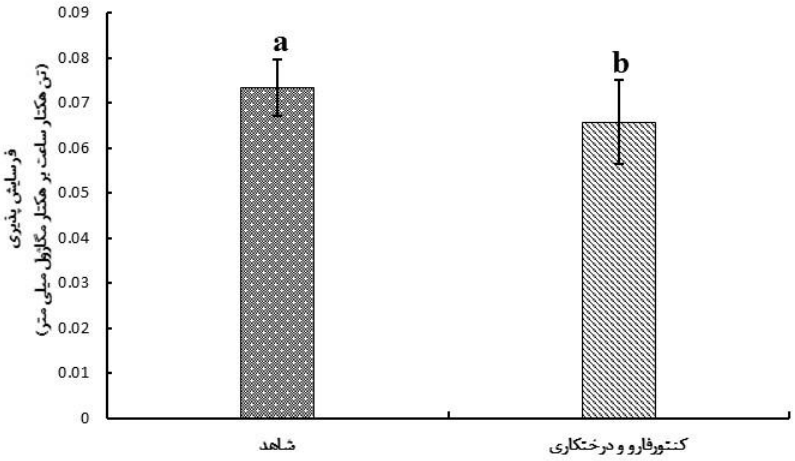
نتایج و بحث

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.



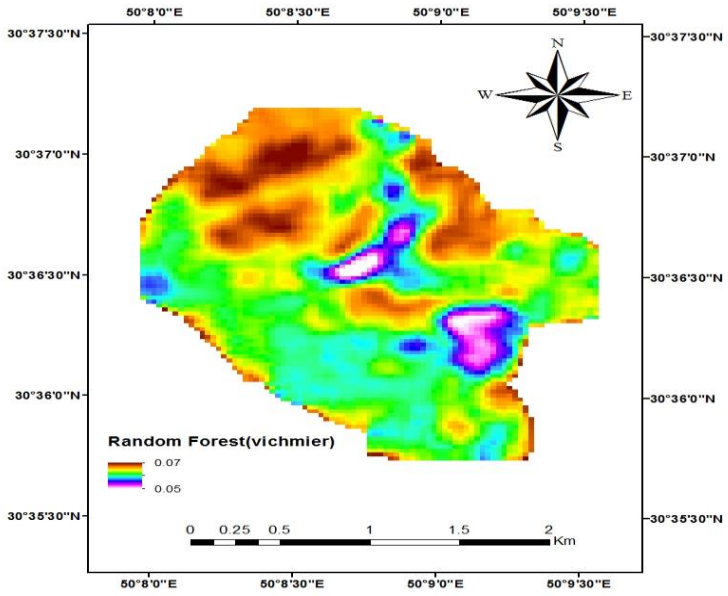
شکل ۲- مقایسه میانگین فرسایش‌پذیری در سه منطقه شاهد، درخت‌کاری وکنتورفارو با استفاده از آزمون دانکن. میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

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