

## تغییر پذیری فضایی فاکتور فرسایش پذیری خاک در حوزه آبخیز ازنا

مسعود داوری<sup>۱</sup>، مهدی همایی<sup>۲</sup>، حسینعلی بهرامی<sup>۳</sup> و حجت قربانی واقعی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری خاکشناسی، <sup>۲</sup> استاد گروه خاکشناسی و <sup>۳</sup> دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

### مقدمه

یکی از عوامل اصلی و مؤثر در ایجاد فرسایش آبی، فرسایش پذیری خاک است. فرسایش پذیری خاک به حساسیت ذاتی ذرات خاک یا خاکدانه‌ها به جدا شدن یا انتقال به وسیله عوامل فرساینده مانند باد، باران، رواناب یا یخچال اطلاق می‌گردد [۳]. تعیین فاکتور فرسایش پذیری خاک و تغییر پذیری فضایی آن، در برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت عملی مهار فرسایش خاک در یک منطقه اهمیت دارد. امروزه برخلاف روش‌های مشکل و زمان‌بر سنتی، تکنیک‌های رایانه‌ای مناسبی برای ایجاد نقشه‌های هم‌تراز، میان‌یابی و هموارسازی ویژگی‌های خاک با دقت بالا ارائه شده‌اند. از جمله این روش‌ها، می‌توان به کریجینگ (عمومی، معمولی)، میانگین متحرک، میانگین متحرک وزنی و نزدیک‌ترین همسایه اشاره نمود. گرچه بررسی منابع نشان می‌دهد کریجینگ بهترین روش میان‌یابی است، لیکن بررسی سایر تکنیک‌های ساده‌تر زمین‌آمار برای میان‌یابی ویژگی‌های مختلف خاک ضروری است [۱]. در این پژوهش، تلاش حاضر بر آن بود تا روش‌های مختلف میان‌یابی فضایی برای تخمین فرسایش پذیری خاک بررسی و مناسب‌ترین آنها معرفی شود.

### مواد و روشها

حوزه آبخیز ازنا در استان لرستان با مساحت ۱۰۱۵/۲ کیلومتر مربع بین موقعیت جغرافیایی "۳۰°۲۵' تا "۳۳°۰۴' ۵۴' عرض شمالی و "۱۷°۲۱' ۴۹° تا "۵۵' ۴۷' ۴۹° طول شرقی واقع شده است. ارتفاع بلندترین نقطه‌ی حوزه ۳۲۴۵ متر و ارتفاع پایین‌ترین نقطه ۱۸۴۵ متر از سطح دریا است. تعیین فاکتور فرسایش پذیری خاک با نمونه‌برداری از ۹۵ نقطه در محدوده مورد مطالعه با بهره‌گیری از نمودار USLE انجام گرفته است.

از روش‌های میان‌یابی می‌توان کریجینگ معمولی (Ordinary Kriging)، کریجینگ عمومی (Universal Kriging)، میانگین متحرک (Moving Average)، روش میانگین متحرک وزنی (Weighting Moving Average) و نزدیک‌ترین همسایه (Nearest Neighbor) را نام برد [۲]. در روش‌های مذکور، مقدار متغیر در نقاط نمونه‌برداری نشده با بهره‌گیری از مقادیر مشاهده‌ای از رابطه زیر تخمین زده می‌شود:

$$z^*(x) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i) \quad (1)$$

که  $z(x_i)$  مقدار مشاهده‌ای متغیر  $Z$  در نقطه  $x_i$ ،  $z^*(x)$  مقدار تخمینی متغیر  $Z$  در نقطه  $x$ ،  $n$  تعداد نقاط استفاده شده در تخمین و  $\lambda_i$  وزن داده شده به مقدار مشاهده‌ای  $i$  است. با توجه به روش‌های مختلف میان‌یابی سیستم وزن‌دهی به مشاهده‌ها متغیر است [۱].

در این پژوهش از روش‌های کریجینگ عمومی (UK)، کریجینگ معمولی (OK)، میانگین متحرک (MA)، میانگین متحرک وزنی (WMA) با توان ۱، ۲ و ۳ و نزدیک‌ترین همسایه (NN) برای میان‌یابی فاکتور فرسایش‌پذیری خاک استفاده شد. همچنین برای ارزیابی مناسب‌ترین روش میان‌یابی از روایی اعتبار (Cross-Validation) استفاده گردید. در روایی اعتبار می‌توان برای هر یک از نقاط اندازه‌گیری، تخمین انجام داده سپس به مقایسه این دو مقدار پرداخت. سپس برای مقایسه‌ی مقادیر اندازه‌گیری شده و تخمینی با روش‌های مختلف میان‌یابی از خطای قدر مطلق میانگین (Mean Absolute Error) و تفاوت میانگین (Mean Difference) (روابط ۲ و ۳) استفاده می‌شود. به این صورت که، روش‌های دقیق‌تر مقدار MAE کمتر و روش‌های نارایب‌تر، مقدار MD کوچک نزدیک به صفر دارند [۲].

$$(۲) \quad MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |z^*(x_i) - z(x_i)|}{N}$$

$$(۳) \quad MD = \frac{\sum_{i=1}^N [z^*(x_i) - z(x_i)]}{N}$$

که در آن  $z^*(x_i)$  مقادیر برآورد شده،  $z(x_i)$  مقادیر مشاهده شده و  $N$  تعداد داده‌ها است

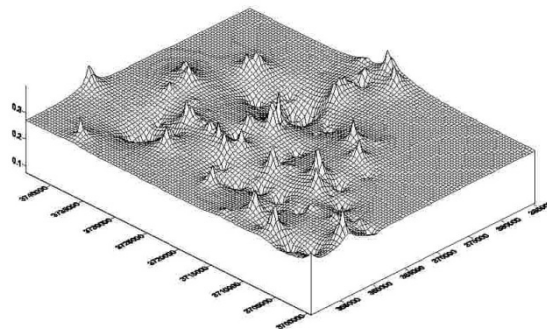
### بحث و نتیجه گیری

نتایج مربوط به مقایسه مقادیر  $MAE$ ،  $MD$  روش‌های مختلف میان‌یابی در جدول (۱) ارائه شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود، روش  $WMA3$  کمترین مقدار  $MAE$  و یا بیشترین دقت و روش  $MA$  دارای بیشترین مقدار  $MAE$  یا به عبارتی کمترین دقت را در برآورد مقدار فرسایش‌پذیری خاک دارا می‌باشند. همچنین نتایج مربوط به مقایسه مقادیر  $MD$  نشان داد که روش  $MA$  نا اریب‌تر و روش  $WMA-3$  اریب‌تر است.

جدول ۱- مقایسه مقادیر  $MAE$  و  $MD$  روش‌های مختلف درون‌یابی در منطقه مورد مطالعه

روش میان‌یابی	WMA3	WMA2	OK	UK	WMA1	NN	MA
MAE	۰/۰۷۱۵	۰/۰۷۲۹	۰/۰۷۳۴	۰/۰۷۳۸	۰/۰۸۳۷	۰/۰۸۴۳	۰/۰۹۱۴
MD	۰/۲۴۹۶	۰/۲۵۳۲	۰/۲۵۲۴	۰/۲۵۲۶	۰/۲۷۲۱	۰/۲۶۷۰	۰/۲۸۳۱

در شکل ۱ سطوح میان‌یابی شده فرسایش‌پذیری خاک منطقه مورد مطالعه بر اساس روش  $WMA3$  ارائه شده است. همان‌گونه در این شکل مشاهده می‌شود با بهره‌گیری از روش  $WMA3$  به آسانی می‌توان ساختار فضایی فرسایش‌پذیری منطقه‌ی مورد مطالعه را مشخص کرد. بنابراین، در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که میان‌یابی فضایی فاکتور فرسایش‌پذیری خاک به‌وسیله  $WMA3$  هموارتر از دیگر روش‌های میان‌یابی است.



شکل ۱- سطوح میان‌یابی شده فرسایش‌پذیری خاک منطقه مورد مطالعه بر اساس روش  $WMA3$

## منابع

- [۱] مدنی، حسن. ۱۳۷۳. مبانی زمین آمار. چاپ اول. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران، ایران.
- [2] Hosseini, E. J. Gallichand and D. Marcotte. 1994. Theoretical and experimental performance of spatial interpolation methods for soil salinity analysis. Transaction of the ASAE 37(6): 1799-1807.
- cornerstone [3] McIntosh, P. and Lafflan, M. 2005. Soil erodibility and erosion hazard: extending these Forest Ecology soil conservation concepts to headwater streams in the forestry estate in Tasmania. and Management, 220: 128-139.