

مقایسه روشهای مختلف درون‌یابی در هموارسازی داده‌های نفوذپذیری خاک

مسعود داوری^۱ و محمد جعفر سلطانی^۲

۱- دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس.

۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.

مقدمه

جریان عبور آب از سطح خاک به درون آن را نفوذ گویند. فرایند نفوذ آب به خاک در نتیجه تأثیر توأم نیروهای ثقل و مؤینگی صورت می‌گیرد. سرعت نفوذ در ابتدای وارد شدن به داخل خاک زیاد بوده، سپس به تدریج کاهش می‌یابد تا به مقدار ثابتی می‌رسد که فقط نتیجه تأثیر نیروی ثقل است (بای‌بوردی، ۱۳۷۹). معادله‌های مختلفی برای تعیین چگونگی نفوذ آب در خاک وجود دارند که برخی از آنها مانند معادله‌های فیلپ و گرین و امپت پایه و اساس علمی داشته و برخی دیگر معادله‌های هستند که بر شکل منحنی رابط بین سرعت نفوذ و زمان بوده و از یک اصالت علمی برخوردار نمی‌باشند. نفوذپذیری یکی از ویژگیهای فیزیکی خاک است که در آبیاری، زهکشی و هیدرولوژی، در اندازه‌گیری میزان رواناب، تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی و محاسبه سرعت پیشروی در سطح خاک به عنوان یک پارامتر ورودی همواره مورد نیاز است (علیزاده، ۱۳۸۴). از این‌رو، در چنین پروژه‌هایی تخمین نفوذپذیری در سرتاسر منطقه هم در مرحله طراحی و هم عملی مورد نیاز است. با توجه به تغییرپذیری فضایی زیاد نفوذ آب به خاک، روشهای سنتی نظیر ایجاد خطوط هم‌تراز به صورت دستی و درون‌یابی خطی نامناسب می‌باشند. امروزه تکنیکهای کامپیوتری مناسبی برای ایجاد نقشه‌های خطوط هم‌تراز، درون‌یابی و هموارسازی ویژگیهای فیزیکی خاک با دقت بالا ارائه شده‌اند؛ که از جمله این روشهای درون‌یابی برای هموارسازی خطوط هم‌تراز می‌توان به کریجینگ (عمومی، معمولی و نقطه‌ای)، میانگین متحرک، میانگین متحرک وزنی و نزدیک‌ترین همسایه اشاره نمود. از لحاظ تئوری کریجینگ مناسب‌ترین روش درون‌یابی است زیرا بهترین تخمین نا ارب خطی را مهیا می‌کند. از آنجایی که برای درون‌یابی به وسیله کریجینگ به دانش اولیه‌ای از زمین آمار و مدلسازی نیمه واریوگرام نیاز می‌باشد ضروری است که مناسب بودن تکنیکهای ساده‌تر بررسی شود (مدنی، ۱۳۷۳). بنابراین در این تحقیق هدف بر اینست که چندین روش مختلف درون‌یابی فضایی برای تخمین نفوذپذیری خاک در سطح حوزه آبخیز سمل در استان بوشهر مقایسه گردد.

مواد و روشها

حوزه آبخیز سمل از بزرگ آبخیز اهرام در استان بوشهر با مساحت ۳۱۵ کیلومتر مربع بین موقعیت جغرافیایی $28^{\circ} 53' 21''$ تا $29^{\circ} 06' 40''$ عرض شمالی و $51^{\circ} 07' 27''$ تا $51^{\circ} 20' 46''$ طول شرقی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوزه ۱۱۰ متر در ارتفاعات قلعه دختر و حداقل ارتفاع ۲۰ متر بوده و شیب متوسط حوزه ۶ درصد می‌باشد. اندازه گیری میزان نفوذپذیری خاک با پراکنش مناسب، در ۲۰ نقطه محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش حلقه های مضاعف انجام گرفته است.

روشهای درون‌یابی را می‌توان به صورت منطقه‌ای و جهانی کلاس‌بندی نمود. از روشهای منطقه‌ای می‌توان کریجینگ معمولی (Ordinary Kriging)، کریجینگ عمومی (Universal Kriging)، میانگین متحرک (Moving Average) و روش میانگین متحرک وزنی (Weighting Moving Average) را نام برد. از روشهای منطقه‌ای می‌توان سطح روند (Trend Surface) را معرفی نمود (Hosseini et al, 1994). در روشهای منطقه‌ای، مقدار متغیر در نقاط نمونه‌برداری نشده با بهره‌گیری از مقادیر مشاهده‌ای از رابطه زیر تخمین زده می‌شود:

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

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 λ_i وزن داده شده به مقدار مشاهده‌ای i است. تفاوت روشهای درون‌یابی منطقه‌ای به تعداد و

موقعیت نقاط مجاور مورد استفاده و نحوه محاسبه وزن نقاط مشاهده‌ای برمی‌گردد. در روش میانگین متحرک به همه مشاهدات وزن یکسان نسبت داده می‌شود اما در روش میانگین متحرک وزنی برای تخمین در یک نقطه مشخص به مشاهدات نزدیکتر وزن بیشتر و به مشاهدات دورتر وزن کمتری نسبت داده می‌شود. در روش کریجینگ، وزنها به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که واریانس تخمین کمترین مقدار باشد. روش جهانی سطح روند شامل برازش دادن یک رگرسیون یا یک معادله چند جمله‌ای بر داده‌های مشاهده‌ای است (مدنی، ۱۳۷۳).

در این پژوهش برای درون‌یابی نفوذپذیری سطحی 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) استفاده گردیده است. لازم به ذکر است که برای ارزیابی مناسب‌ترین روش درون‌یابی 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. برای معیار مقایسه و ارزیابی روشهای مختلف درون‌یابی در روایی اعتبار از خطای قدر مطلق میانگین (Mean Absolute Error) و تفاوت میانگین (Mean Difference) (روابط ۲ و ۳) استفاده می‌شود. روشهای دقیق‌تر مقدار MAE کمتری دارند. نا اریبی نیز می‌تواند به‌وسیله مقدار MD ارزیابی گردد. به این صورت که یک روش نا اریب، مقدار MD کوچک نزدیک به صفر دارد.

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |z^*(x_i) - z(x_i)|}{N} \quad (2)$$

$$MD = \frac{\sum_{i=1}^n [z^*(x_i) - z(x_i)]}{N} \quad (3)$$

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

نتایج و بحث

نتایج مربوط به مقایسه مقادیر MAE، MD و رتبه‌بندی هر کدام از این روشها مطابق دقت آنها، محاسبه شده و در جدول (۱) آمده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود روش OK و UK کمترین مقدار MAE و یا بیشترین دقت و روش MA دارای بیشترین مقدار MAE یا به عبارتی کمترین دقت را در برآورد مقدار نفوذپذیری سطحی دارا می‌باشند.

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

روش درون‌یابی	OK	UK	WMA-3	WMA-2	NN	WMA-1	MA
MAE (m/d)	۰/۲۷۹	۰/۲۸۹	۰/۳۴۸	۰/۳۷۴	۰/۳۸	۰/۴۶۵	۰/۵۹
MD(m/d)	۰/۰۳۳۱	۰/۰۳۱۵	۰/۱۴۴۴	۰/۱۹۶۱	۰/۰۲۳۸	۰/۱۹۸۹	-۰/۰۵۹۳
Rank	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷

همچنین نتایج مربوط به مقایسه مقادیر MD در جدول فوق نشان می‌دهد که روش MA نا اریب‌تر است زیرا مقدار $MD = -0/0593$ کمترین است. اما در روش WMA-1 چون مقدار $MD = 0/1989$ بزرگ است این روش اریب‌تر است. هرچند مقادیر MAE دو روش OK و UK خیلی مشابه به هم است اما درون‌یابی سطح به‌وسیله کریجینگ معمولی خیلی هموارتر از روش کریجینگ عمومی است به‌طوری‌که به آسانی می‌توان ساختار فضایی نفوذپذیری منطقه مشخص را نمود.

منابع

- [۱] بای‌وردی، محمد. ۱۳۷۹. فیزیک خاک. چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- [۲] مدنی، حسن. ۱۳۷۳. مبانی زمین‌آمار. چاپ اول. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.
- [۳] علیزاده، امین. ۱۳۸۴. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ایران.
- [4] 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.