مدل‌سازی تغییرات مکانی رواناب در بخشی از خاک‌های آهکی در شمال‌غربی ایران

علیرضا واعظی[۱*]، حسینعلی بهرامی[۲]، سید حمید رضا صادقی[۳]، محمد حسین مهدیان[۴]

[۱] استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، [۲] دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، [۳] دانشیار گروه آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، [۴] استادیار مهندسی آب، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی.

مقدمه

رواناب نقشی مهم در کاهش ذخیره رطوبتی خاک و افت محصول در کشتزارهای دیم نواحی نیمه‌خشک دارد [۴] . ویژگی‌های خاک مثل بافت، ماده آلی و آهک با تاثیر بر ساختمان و نفوذپذیری، بر رواناب اثر می‌گذارند. تصور یکنواختی تغییرات رواناب در یک منطقه ارائه مدیریتی یکسان برای مهار آن در سراسر منطقه به دنبال دارد. این کار افزایش هزینه‌ها را به دنبال دارد [۲]. بنابراین آگاهی از چگونگی تغییرات مکانی رواناب و عوامل موثر بر آن در برنامه-ریزی درست حفاظتی حائز اهمیت است [۳ و ۷]. زمین‌آمار یا ژئوستاتیستیک روشی برای بررسی تغییرات مکانی است. در این روش، تغییرات مکانی هر ویژگی با واریوگرام ($\gamma(h)$) یا تغییرنما (متوسط مربع اختلاف میان کمیت‌ها) بیان می‌شود [۱]. ویژگی‌های خاک ممکن است به طور مکانی تغییر کرده و تغییرپذیری مکانی رواناب را موجب شوند. تاکنون مطالعه‌ای دقیق در مورد تغییرات مکانی رواناب و تاثیرپذیری آن از ویژگی‌های خاک انجام نگرفته است. این پژوهش به منظور مدل‌سازی تغییرات مکانی رواناب و بررسی عوامل موثر بر آن در خاک‌های آهکی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در منطقه کشاورزی به ابعاد۳۰ ×۳۰ کیلومتر در شهرستان هشترود در جنوب استان آذربایجان‌شرقی انجام گرفت. در سطح منطقه، ۳۶ شبکه به ابعاد ۵ × ۵ کیلومتر در نظر گرفته شد. در هر شبکه یک زمین دیم تحت آیش با شیب جنوبی ۹ درصد انتخاب و سه کرت استاندارد [۶] در آن ایجاد شدند. در انتهای هر کرت، مخزن رواناب قرار داده شد. حجم رواناب بر اساس حجم محتویات مخزن و غلظت آن، در رخدادهای باران منجر به رواناب از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۶ تعیین شد. تغییرات مکانی رواناب با تغییرنما بیان و با مدل تئوری زمین‌آمار کمی شد. شعاع تاثیر مدل تغییرنما (a) بر اساس فاصله‌ای که در آن نمونه‌ها به هم وابستگی دارند، تعیین شد. اثر قطعه‌ای (C_0)، از مقدار واریانس در فاصله صفر و آستانه ($C=C_0+C_1$)، از مقدار واریانس در شعاع تاثیر مشخص شدند [۵] . خطای تغییرات، از نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه و ضریب تعیین (R^2) از میزان برآزش مدل بر تغییرنما تعیین شد. برای میان‌یابی رواناب از کریجینگ استفاده گردید. مقدار باران در چهار ایستگاه اندازه‌گیری باران در سطح منطقه اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های خاک در نمونه‌های خاک (صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) با روش‌های رایج در آزمایشگاه و نفوذپذیری با روش استوانه مضاعف در کرت‌ها اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

از ۹۶ رخداد باران طی دوره دو ساله، ۴۱ رخداد منجر به رواناب در کرت‌ها شدند. مقدار رواناب سالانه در ۳۶ کشتزار دیم از ۱۳۷/۱۲۳ تا ۴۸۲/۰۷۲ لیتر در کرت تغییر کرد. بررسی‌های زمین‌آماری نشان داد که تغییرات مکانی رواناب با مدل کروی با شعاع تاثیر ۲/۴۲ کیلومتر، اثر قطعه‌ای ۱۰ و آستانه ۹۲۶۰ شبیه‌سازی می‌شود. خطای تغییرات مکانی رواناب ۰/۱۱ درصد بود. مقدار رواناب در بیشتر نقاط در شمال منطقه مورد بررسی بیشتر از ۳۲۳ لیتر در کرت بود (شکل ۱). با توجه به این که پراکنش باران در سطح منطقه یکنواخت بود، تفاوت در مقدار رواناب در کرت‌های به دلیل

تفاوت در ویژگی‌های خاک در سطح منطقه بود. بررسی‌ها نشان داد که خاک‌های عمدتا با بافت لوم رسی و آهکی (۱۲/۷ درصد) هستند. مقدار ماده آلی خاک‌ها اغلب کم (۱/۰۱ درصد) و نفوذپذیری آن‌ها متوسط (۳/۶ سانتی‌متر در ساعت) می‌باشد. تجزیه‌های رگرسیونی نشان داد که رواناب تحت تاثیر معنی‌دار شن درشت، ماده آلی و آهک (۰/۰۰۱ , R^2=۰/۶۳P<) قرار دارد. بررسی‌های زمین‌آماری نشان داد که تغییرات مکانی رواناب با مدل کروی با شعاع تاثیر ۲/۴۲ کیلومتر، اثر قطعه‌ای ۱۰ و آستانه ۹۲۶۰ شبیه‌سازی می‌شود. خطای تغییرات مکانی رواناب بسیار پایین (۰/۱۱ درصد) بود. تغییرنمای رواناب ($\gamma(h)$) با جاگذاری شعاع تاثیر، اثر قطعه‌ای و آستانه، بر اساس فاصله جفت‌های مقایسه‌ای (h) به صورت زیر مدل می‌شود:

$$\gamma(h) = C_0 + C(\frac{3h}{2a} - \frac{h^2}{2a^2}) \Rightarrow \gamma(h)_{Runof} = 10 + 9260(\frac{3h}{4.84} - \frac{h^2}{11.71}) \quad (۱)$$

از بین ویژگی‌های موثر بر رواناب، شعاع تاثیر تغییرات مکانی آهک (۲/۴۲ کیلومتر) برابر با شعاع تاثیر تغییرات مکانی رواناب بود. این نتایج نشان می‌دهد الگوی تغییرات مکانی رواناب در منطقه از توزیع مکانی آهک پیروی می‌کند. با افزایش مقدار آهک خاک، مقدار رواناب به طور مکانی کاهش می‌یابد. نقش آهک در کاهش رواناب را می‌توان به دلیل تاثیر چشمگیر آهک در افزایش پایداری ساختمان و در نتیجه افزایش نفوذپذیری خاک بیان کرد.

جدول ۱- مشخصات تغییرنمای شن درشت، ماده آلی و آهک در منطقه مورد بررسی

متغیر	مدل	اثر قطعه‌ای	آستانه	شعاع تاثیر (کیلومتر)	خطا	ضریب تعیین
شن درشت	نمایی	۲۰/۷۲۰	۴۱/۴۵	۶۱/۰۰	۰/۵۰۰	۰/۲۳
ماده آلی	خطی	۰/۰۶۸	۰/۰۶۸	۲۷/۰۸	۰/۱۰۰	۰/۰۰
آهک	کروی	۲/۲۷	۲۹/۹۹۰	۲/۴۲	۰/۰۷۵	۰/۶۷

منابع

[۱] حسنی پاک، ع. ۱۳۷۷. زمین آمار. انتشارات دانشگاه تهران، ایران، صفحه ۷۳-۷۷.

[2] Bocchi, S., A., Castrignano, F. Fornaro and T. Maggiore. 2000. Application of factorial kriging for mapping soil variation at field scale. European Journal of Agronomy, 13: 295-308.

[3] Cerri, C.E.P., M., Bernoux, V. Chaplot, B. Volkoff, R.L. Victoria, J.M. Melillo, K. Paustian and C.C. Cerri. 2004. Assessment of soil property spatial variation in an Amazon pasture: basis for selecting an agronomic experimental area. Geoderma, 123: 51-68.

[4] Unger T.P., W. Jones, O.R. McClenagan and B.A. Stewart. 1998. Aggregation of soil cropped to dry land wheat and grain sorghum. Soil Sci. Soc. Am. J., 62(6): 1659-1666.

[5] Wang, G., G. Gertner, X. Liu and A. Anderson. 2001. Uncertainty assessment of soil erodibility factor for revised universal soil loss equation. Catena, 46:1-14.

[6] Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Agriculture Handbook No. 537. US Department of Agriculture, Washington DC., Pp: 13-27.

[7] Yang, M.Y., J.L. Tian and P.L. Liu. 2005. Investigating the spatial distribution of soil erosion and deposition in a small catchment on the Loess Plateau of China using ^{137}Cs. Soil and Tillage Research, 83(3): 121-128.