مجله علمی – پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran – Watershed Management Science & Engineering
Vol. 4, No. 10, Spring 2010
سال چهارم – شماره‌ی ۱۰ – بهار ۱۳۸۹

گزارش فنی

بررسی روابط بین قدرت فرسایندگی باران با تولید رسوب با استفاده از زمین‌آمار و GIS در استان اردبیل

اباذر اسمعلی[۱]، موسی عابدینی[۲]، عطاا... کاویان[۳] و حسین سعادتی[۴]

تاریخ دریافت: ۸۸/۶/۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۲۵

چکیده

در این پژوهش با هدف تعیین مناطق آسیب‌پذیر در برابر قدرت فرسایندگی باران، به تجزیه و تحلیل داده‌های بارش در قالب روابط ارایه شده در سطح استان اردبیل اقدام شد. در این راستا، نخست داده‌های بارش ۷۱ ایستگاه باران‌سنج در داخل و اطراف استان گردآوری و از نظر مقدار، شدت و سایر پارامترهای مربوط به فرسایندگی باران، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. سپس نقشه‌های فرسایندگی باران از راههای گوناگون با استفاده از قابلیت GIS در محیط نرم‌افزار ArcGIS 9.3 و با روش‌های زمین‌آمار تهیه و طبقه‌بندی شد. با ارزیابی روش‌های گوناگون تعیین قدرت فرسایندگی باران، با استفاده از مقدار رسوب ویژه‌ی ۱۱ حوزه‌ی آبخیز معروف، شاخص بیشینه‌ی شدت بارندگی یک ساعته (I_{60}) به عنوان بهترین شاخص فرسایندگی باران برای منطقه شناسایی شد.

واژه‌های کلیدی: اردبیل، تولید رسوب، زمین‌آمار، فرسایندگی باران و GIS.

مقدمه

با ثابت فرض کردن سایر ویژگی‌های مؤثر در فرسایش خاک، میزان تلفات خاک مستقیماً متناسب با میزان فرسایندگی باران خواهد بود. تصادم قطرات باران با زمین، مهم‌ترین عامل جداکننده‌ی ذرات خاک است. در شرایط طبیعی، فرسایش به ترکیبی از قدرت باران در ایجاد فرسایش و نیز توانایی خاک در تحمل باران بستگی دارد. به بیان دیگر، فرسایش تابعی است از فرسایندگی باران[5] و فرسایش‌پذیری خاک [۳]. به گونه‌ای بیزونایس و همکاران [۵] اظهار می‌دارند که فرسایندگی باران مهم‌ترین نیروی محرک بیش‌تر فرآیندهای هیدرولوژیکی و فرسایش بشمار می‌آید. گذشته از اهمیت باران در کشاورزی، در مراحل اولیه فرسایش آبی، نیروی فرسایندگی منتج از باران با کندن ذرات خاک و ایجاد رواناب سطحی مهم‌ترین تأثیر را در پدیده‌ی فرسایش دارد. نیروی مؤثر در ایجاد این شکل از فرسایش، فرسایندگی باران است که در واقع، توانایی بالقوه‌ی باران در ایجاد فرسایش بوده و تابعی از ویژگی‌های فیزیکی باران است [۹]. جهت کمی‌نمودن تأثیر عامل فرسایندگی باران، شاخص‌های گوناگونی توسعه ارایه شده‌اند که برخی از آن‌ها بر مقدار بارش و برخی دیگر بر شدت بارش تأکید داشته‌اند. بررسی‌های همتی و همکاران [۴] نشان می‌دهد که استفاده از یک شاخص ویژه در همه‌جا از اعتبار کافی برخوردار نبوده و ضروری است تا با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه، بهترین شاخص فرسایندگی باران تعیین و بکار برده شود.

داده‌های مربوط به فرسایندگی می‌تواند به عنوان شاخص تغییرات محلی پتانسیل فرسایش خاک بکار گرفته شود [۱۰]. پس از محاسبه‌ی میزان فرسایندگی برای یک منطقه، می‌توان از راه

[۱]- نویسنده‌ی مسئول و استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
esmaliouri@uma.ac.ir
۲- استادیار دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۳- استادیار دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه مازندران، ساری
۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل

5 - Erosivity

درون‌یابی داده‌ها و روش GIS نقشه‌های فرسایندگی (نقشه‌های هم‌فرسا) را تهیه کرد [۸].

هدف اصلی این پژوهش، تعیین بهترین شاخص فرسایندگی باران از راه برقراری روابط آن‌ها با تولید رسوب در حوزه‌های آبخیز استان اردبیل است. از آن‌جا که برای قدرت فرسایندگی باران روابط متعددی ارایه شده است، از این رو، بررسی چند مورد از مهم‌ترین آن‌ها از راه روش‌های زمین‌آماری و GIS، آن‌هم در سطح یک استان، می‌تواند کارایی آن‌ها را در ایجاد رسوب برای مناطقی مانند اردبیل آشکار سازد.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مطالعه شده شامل استان اردبیل در شمال‌غرب ایران بوده و در محدوده‌ی جغرافیایی ´۰۶ ,°۳۷ تا ´۴۳ ,°۳۹ عرض شمالی و ´۱۸ ,°۴۷ تا ´۵۴ ,°۴۸ طول شرقی واقع می‌باشد. بلندترین و پست‌ترین نقطه‌ی استان به ترتیب، دارای ارتفاع ۴۸۱۱ متر در قله‌ی سبلان و ۱۶ متر در کنار رود ارس می‌باشد. مساحت آن نیز بیش از ۱۷۵۲۰ کیلومتر مربع است.

بررسی عوامل زمینی و اقلیمی منطقه

در منطقه‌ی مورد مطالعه، عوامل پستی و بلندی، ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب، نقشی مهم در رژیم‌های بارش منطقه ایفا می‌کنند. برای بررسی وضعیت پستی و بلندی در منطقه از راه سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS) و داده‌های رقومی، خطوط توپوگرافی نقشه‌های ۱: ۵۰/۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و با تهیه‌ی نقشه‌ی مدل رقومی ارتفاع و جهت شیب، بررسی‌های لازم انجام گرفت.

بمنظور تجزیه و تحلیل بارش منطقه، آمار بارش ۷۱ ایستگاه بارندگی سازمان هواشناسی کشور بکار برده شد. در این پژوهش، صرفاً از آمار بارش سازمان هواشناسی کشور استفاده شد که این امر، به دلیل یکسان‌سازی، طول مناسب دوره‌ی آماری، همگن بودن و کیفیت خوب آن‌ها بود.

بررسی‌های زمین‌آماری و انتخاب شاخص‌های فرسایندگی

در محاسبه و تهیه‌ی نقشه‌ی پارامترهای فرسایندگی منطقه از روش زمین‌آمار در محیط نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد و نقشه‌ی همفرسا تهیه شده و سپس با استفاده از منحنی توزیع پیکسل‌های آن‌ها، به کلاس‌های متعددی طبقه‌بندی شدند. سپس ۱۱ شاخص فرسایندگی بارش به شرح مندرج در جدول (۱) برای ارزیابی فرسایندگی باران در سطح استان انتخاب شدند.

آزمون نرمال‌بودن داده‌ها

پس از بررسی‌های آماری مربوط به صحت، همگن بودن و بازسازی داده‌های ناقص، اقدام به آزمون نرمالیته در محیط نرم‌افزار SPSS16 شد. چرا که زمین‌آمار در مورد داده‌های نرمال دارای دقت بالایی است [۶]. بدین جهت به منظور بررسی چگونگی توزیع داده‌ها و دستیابی به خلاصه‌ای از اطلاعات آماری هر یک از شاخص‌های فرسایندگی شامل میانگین، میانه، کمینه، بیشینه، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی، بررسی آزمون نرمال بودن داده‌ها و کشیدگی به وسیله‌ی نرم‌افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). سپس آزمون نرمال بودن داده‌ها به انجام رسید.

انتخاب روش‌های زمین‌آماری و تهیه نقشه‌ها

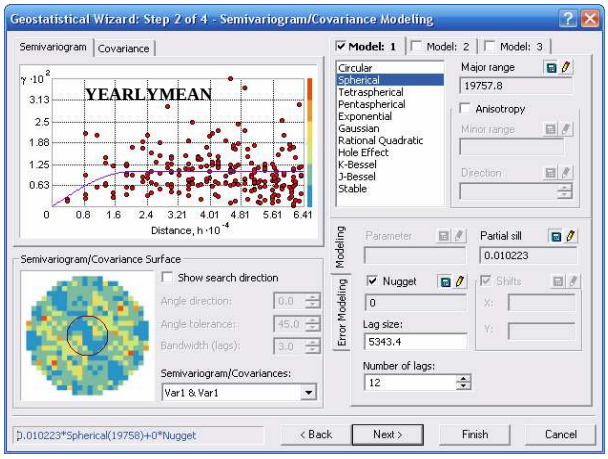
ابزار بررسی تحلیل همبستگی در زمین‌آمار، تغییرنما[1] (واریوگرام) است [۱]. جهت تخمین پارامترهای تغییرنما از روش کریجینگ معمولی و از نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. هم‌چنین در آن از روش‌های گوناگون کروی و نمایی با توجه به ماهیت داده‌ها و در نظر گرفتن کم‌ترین مربعات باقی‌مانده و مقایسه‌ی روش‌های گوناگون ترسیم واریوگرام استفاده شد. شکل (۱) نحوه‌ی ترسیم سمی‌واریوگرام با توجه به انتخاب مدل‌های گوناگون زمین‌آماری و استخراج پارامترهای آستانه، اثر قطعه‌ای، طول گام و دامنه‌ی تاثیر را به عنوان نمونه برای شاخص میانگین سالانه نشان می‌دهد.

1- Variogram

جدول ۱- خلاصه‌ای از داده‌های آماری هر یک از شاخص‌های فرسایندگی

شاخص	میانگین سالانه	P^2mean/p	P^2max/p	$P^2maxmean/p$	KE >10	KE >25	I_{30}	EI_{30}	I_{60}	EI_{60}	R
میانگین	۳۲۲/۹	۲/۲۷	۸۰/۶۴	۱۶/۵۳	۱۰/۲۰	۱۲/۷۰	۱/۳۳	۲۲۰/۶	۰/۸۰	۲۰۰/۹	۲۲۰۶/۴
میانگین اشتباه	۹/۹۱	۷/۰۷	۸/۰۳	۰/۹۷۷	۰/۰۸۸	۰/۰۸۹	۰/۰۲۸	۰/۸۲	۰/۰۱۷	۰/۸۲	۸/۱۹
استاندارد	۸۳/۴۷	۰/۵۹۶	۶۷/۶۷	۸/۲۳	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۲۳	۶/۹	۰/۱۴۱	۶/۹	۶۹/۰۱
انحراف معیار	۶۹۶۷/۶۵	۰/۳۵۵	۴۵۷۹/۶۱	۶۷/۷۳	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۰۵۵	۴۷/۶	۰/۰۲	۴۷/۶	۴۷۶۱/۶
واریانس	۲/۲۷	۲/۱۰	۲/۸۹	۳/۱۱	-۰/۰۴۷	-۰/۱۴۲	۰/۰۸۳	-۰/۱۱۳	۰/۰۸۳	-۰/۱۱۳	-۰/۱۱۳
چولگی	۰/۲۸۵	۰/۲۸۵	۰/۲۸۵	۰/۲۸۵	۰/۲۸۵	۰/۲۸۵	۰/۲۸۵	۰/۲۸۵	۰/۲۸۵	۰/۲۸۵	۰/۲۸۵
اشتباه استاندارد	۸/۶۳	۷/۳۳	۹/۰۴	۱۲/۷۰	-۰/۵۸۲	-۰/۶۶۰	-۱/۲۸	-۱/۲۶	-۱/۲۸	-۱/۲۶	-۱/۲۶
چولگی	۰/۵۶۳	۰/۵۶۳	۰/۵۶۳	۰/۵۶۳	۰/۵۶۳	۰/۵۶۳	۰/۵۶۳	۰/۵۶۳	۰/۵۶۳	۰/۵۶۳	۰/۵۶۳
کشیدگی	۵۷۹/۹	۴/۰۲	۳۵۷/۸۸	۵۱/۱۶	۳/۷۰	۳/۷۰	۰/۸۲	۲۴/۷۹	۰/۴۹	۲۴/۷۹	۲۴۷/۹
اشتباه استاندارد	۱۶۰/۵	۱/۱۲	۲۳/۷۶	۷/۲۲	۸/۳۱	۱۰/۸۲	۰/۹۲	۲۰۶/۸	۰/۵۵	۱۸۷/۱	۲۰۶۴/۴
کشیدگی	۷۴۰/۴	۵/۱۴	۳۸۱/۶۴	۵۸/۳۸	۱۲/۰۱	۱۴/۴۲	۱/۷۴	۲۳۱/۶	۱/۰۴	۲۱۱/۹	۲۳۱۶/۳
دامنه											
کمینه											
بیشینه											

- پارامترها به ترتیب از راست شامل: میانگین سالانه‌ی بارش به میلیمتر، P^2mean/P. میانگین بارش ماهانه به توان ۲ تقسیم بر میانگین بارش سالانه به میلیمتر، P^2max/P. حداکثر بارش ماهانه به توان ۲ تقسیم بر متوسط بارش سالانه به میلیمتر، $P^2maxmean/P$. میانگین بیشینه‌ی بارش ماهانه به توان ۲ تقسیم بر میانگین بارش سالانه به میلیمتر، KE >10. انرژی جنبشی بارش‌های با مقدار بزرگتر از ۱۰ میلیمتر به ژول بر مترمربع در میلیمتر باران، KE >25. انرژی جنبشی بارش‌های با مقدار بزرگتر از ۲۵ میلیمتر به ژول بر مترمربع در میلیمتر باران، I30. بیشینه‌ی شدت بارندگی ۳۰ دقیقه‌ای به سانتیمتر بر ساعت، EI30. انرژی جنبشی بیشینه‌ی شدت بارندگی‌های ۳۰ دقیقه‌ای به ژول بر مترمربع در سانتیمتر باران، I60. بیشینه‌ی شدت بارندگی یک ساعته به سانتیمتر بر ساعت، EI60. انرژی جنبشی بیشینه‌ی شدت بارندگی‌های یک ساعته به ژول بر مترمربع در سانتیمتر باران و R. عامل فرسایندگی باران فرمول جهانی فرسایش خاک به گرم بر مترمربع در سال.



شکل ۱- ترسیم سمی‌واریوگرام و محاسبه‌ی پارامترهای زمین‌آماری شاخص میانگین سالانه در محیط نرم‌افزار ArcGIS 9.3

کنترل اعتبار و محاسبه‌ی خطای برآورد

با در اختیار داشتن داده‌های تخمینی $Z^*(xi)$ و مقادیر واقعی $Z(xi)$ از معیار آماری جذر میانگین مربعات استاندارد شده (RMSS)، به مقایسه‌ی نتایج ناشی از تخمین‌گرهای گوناگون اقدام گردید:

$$RMSS = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}[Z(xi) - Z^*(xi)] \qquad (۱)$$

هر چه مقدار RMSS به ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی دقت بیش‌تر روش میان‌یابی می‌باشد.

بررسی روابط بین پارامترهای فرسایندگی با تولید رسوب حوزه‌های آبخیز انتخابی

وجود ۱۱ ایستگاه هیدرومتری در منطقه‌ی مورد مطالعه، امکان مطالعه‌ی کمی تأثیر عوامل فرسایندگی در تولید رسوب حوزه‌های گوناگون را فراهم می‌آورد. بررسی رابطه‌ی بین عوامل فرسایندگی با تغییرات مقدار تولید رسوب معلق حوزه‌های آبخیز گوناگون، از راه آزمون‌های رگرسیون و با استفاده از بسته‌ی نرم‌افزاری SPSS16 انجام گرفت که با توجه به نوع و ماهیت داده‌ها، پس از روی‌هم‌گذاری و قطع دادن لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS و استخراج جداول خروجی در قالب مقادیر کمی همراه با تجزیه و تحلیل فراوانی مقدار تولید رسوب معلق حوزه‌های آبخیز، در رابطه با عوامل فرسایندگی تعیین گردید.

نتایج و بحث

جدول(۲)معادله‌های خطی و غیرخطی بین شاخص‌های گوناگون فرسایندگی و روابط آن‌ها را با تولید رسوب ویژه و مقادیر R^2 بدست آمده، نشان می‌دهد. همان گونه که جدول (۲) نشان می‌دهد، معادله‌ها به دو حالت خطی و غیرخطی آورده شدند تا کار مقایسه و ارزیابی به راحتی امکان‌پذیر شود.

شاخص‌های مربوط به مقدار بارندگی که با واحد میلیمتر آورده شده است، روابط خطی خوبی با رسوب ویژه از خود نشان نمی‌دهند بلکه بهترین خط برازش شده در آن‌ها معادله‌های دو جمله‌ای هستند که ابتدا رابطه‌ی مثبت و سپس رابطه‌ی منفی با تولید رسوب معلق دارند. شاخص‌های انرژی جنبشیِ مقادیر بیش‌تر از حد (KE >10 و KE >25) روابط خطی و غیرخطی نسبتاً خوبی با میانگین ضریب همبستگی R=۰/۷۳ با مقادیر تولید رسوب ایستگاههای هیدرومتری منطقه از خود نشان می‌دهند که در حالت برازش نمایی باعث بهبود رابطه نیز شده است.

جدول ۲- معادله‌های خطی و غیرخطی بین شاخص‌های گوناگون فرسایندگی با تولید رسوب ویژه و مقادیر R^2 آن‌ها

شاخص‌ها / روابط	میانگین سالانه	p2mean/p	p2max/p	p2maxmean/p	KE >۱۰	KE >۲۵	I_{30}	EI_{30}	I_{60}	EI_{60}	R
خطی	y = -0.001x + 2.238	y = -0.092x + 1.804	y = 0.01x + 1.146	y = 0.003x + 1.497	y = 2.68x - 26.29	y = 2.77x - 34.17	y = 8.31x - 10.06	y = 0.22x - 48.17	y = 12.6x - 8.98	y = 0.22x - 43.20	y = 0.02x - 47.72
R^2	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۵۱	۰/۴۹	۰/۵۴	۰/۳۵	۰/۶۳	۰/۳۵	۰/۲۴
غیرخطی	$y = -0.0x^2 + 0.1x - 18.58$	$y = -2.9x^2 + 15x - 17$	$y = -0.0x^2 + 0.08x - 1.6$	$y = -0.02x^2 + 0.7x - 4.5$	$y = 5.9x^2 - 121x + 612$	$y = 5E-11e^{1.864x}$	$y = 69.7x^2 - 185x + 123.8$	$y = -0.03x^2 + 15.5x - 1753$	$y = 202.9x^2 - 324.2x + 130.5$	$y = -0.037x^2 + 15.23x - 1567$	$y = 9E-16^{e0.015x}$
R^2	۰/۲۲	۰/۴۵	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۳۶	۰/۷۱	۰/۳۶	۰/۳۱

y. رسوب معلق ویژه (تن بر کیلومتر مربع در سال) و x. شاخص‌های گوناگون فرسایندگی مشخص شده در سر ستون‌ها

اما شاخص‌های مربوط به شدت بارندگی بسیار متفاوت از هم عمل کردند. شاخص‌هایی از بارندگی که به صورت دست نخورده بکار گرفته شدند (I_{30} و I_{60})، در مقایسه با سایر شاخص‌ها روابط بسیار خوبی با مقادیر رسوب معلق ویژه از خود نشان دادند که بالاترین مقدار ضریب همبستگی آن‌ها R=۰/۸۴ است و به شدت بارندگی یک ساعته با رابطه‌ی غیرخطی دوجمله‌ای مربوط است. شاخص‌های انرژی جنبشی (EI_{30} و EI_{60}) و هم‌چنین، شاخص فرسایندگی R ویشمایر نسبت به سایر شاخص‌ها، به طور میانگین نشان‌دهنده‌ی قدرت فرسایندگی باران در ارتباط با تولید رسوب معلق می‌باشند.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که عامل‌های اصلی بیان کننده‌ی قدرت فرسایندگی باران در استان اردبیل، پارامترهایی از بارانند که نشان‌دهنده‌ی شدت بارندگی هستند. هادسون [۳] انرژی جنبشی باران را تابعی خطی و لگاریتمی از شدت بارندگی می‌داند که دارای تابع نمایی منفی و یا معادله‌ی درجه‌ی سوم آن می‌باشد. در این پژوهش، توابع لگاریتمی از شدت بارندگی بکار گرفته شد که در ارزیابی قدرت فرسایندگی باران در مقایسه با تولید رسوب منطقه منجر به نتایج خوبی شد که نشان‌دهنده‌ی درستی روابط لگاریتمی شدت بارندگی است.

هرچند که مورگان [۸] تغییرات بارندگی را به صورت فصلی مورد ارزیابی قرار داده است، در این پژوهش نیز با در نظر گرفتن میانگین بارش سالانه و ترکیبات ویژه‌ی بارش‌های ماهانه در طی دوره‌ی آماری، حاکی از آن است که نقش مقدار بارندگی در مقادیر بالا به خاطر اثرات مشترک آن با پوشش‌گیاهی، در نهایت منجر به تعدیل و کاهش قدرت فرسایندگی باران می‌شود.

در منطقه‌ی مورد مطالعه، ارزیابی شاخص شدت بارندگی یک ساعته از راه تولید رسوب معلق، هم به صورت رابطه‌ی خطی و هم به صورت رابطه‌ی غیرخطی، نسبت به سایر شاخص‌های مورد ارزیابی، بیش‌ترین ضریب همبستگی را از خود نشان داد که به عنوان بهترین شاخص توضیح دهنده‌ی قدرت فرسایندگی باران در استان اردبیل می‌باشد، اما نتایج پژوهش‌های همتی و همکاران [۴] حاکی از آن است که در منطقه‌ی کرمانشاه، شاخص فرسایندگی EI_{30} به عنوان بهترین شاخص فرسایندگی باران،

بالاترین مقدار همبستگی و معنی‌داری را با مقادیر تلفات خاک داشته است.

هم‌چنین، این مطالعه نشان‌دهنده‌ی قابلیت بالای روش‌های زمین‌آماری (بویژه کریجینگ)، در تهیه‌ی نقشه‌های فرسایندگی باران بویژه در بکارگیری آن‌ها در محیط GIS می‌باشد. به گونه‌ای که میانگین اشتباه استاندارد مجموع خطاهای تمام نقشه‌های تهیه شده، ۷/۵ درصد است. نتایج پژوهش‌های محمدی [۲] و لی و همکاران [۷] نیز تأییدکننده‌ی قابلیت بالای زمین‌آمار و یا ترکیب آن با GIS در تهیه‌ی نقشه‌های داده‌های با تغییرپذیری مکانی می‌باشد.

منابع

۱- حسنی‌پاک، ع.ا. ۱۳۷۷. زمین‌آمار (ژئواستاتیستیک)، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۱۴ ص.

۲- محمدی، ج. ۱۳۷۷. تهیه‌ی نقشه‌ی فرسایندگی باران در ایران با استفاده از شاخص فورنیه و روش آماری کریجینگ. مجله‌ی علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، سال پنجم، شماره‌ی ۳ و ۴، صفحات ۳۵-۴۴.

۳- هادسون، ن. ۱۳۸۲. حفاظت خاک، ترجمه‌ی قدیری، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه شهید چمران. ۴۷۰ ص.

۴- همتی، م.، احمدی، ح.، نیک‌کامی، د.، زهتابیان، غ. و جعفری، م. ۱۳۸۶. تعیین بهترین شاخص فرسایندگی باران در اقلیم نیمه‌خشک سرد ایران (مطالعه‌ی موردی ایستگاه تحقیقات حفاظت خاک کبوده علیا- کرمانشاه). چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری- مدیریت حوزه‌های آبخیز، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج.

5- Bissonnais, Y.L., Monitor, C., Jamagne, M., Daroussin, J. and King, D. 2001. Mapping erosion risk for cultivated soil in France. Catena 46: 207-220.

6- Emadi, M. Baghernejad, M. Emadi, M. and Maftoun, M. 2008. Assessment of some soil properties by spatial variability in saline and sodic soils in Arsanjan plain, southern Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences 11 (2): 238-243.

7- Lee, J.J., Jang, C.S., Wang, S.W. and Liu, C.W. 2007. Evaluation of potential health risk of arsenic-affected ground water using indicator kriging and dose response model. Sience of the Total Environment 384: 151-162.

8- Morgan, R.P.C. 1996. Soil erosion and conservation. Second Edition. Silsoe College, Cranfield University. 198 pp.

9- Nearing, M.A., Jetten, V., Baffaut, C., Cerdan, O., Couturier, A., Hernandez, M., Bissonnais, Y., Nichols, M.H., Nunes, J.P., Renschler, C.S., Souche`re, V. and Oost, K. 2005. Modeling response of soil erosion and runoff to changes in precipitation and cover. Catena 61: 131-154.

10- Silva, A.M.D. 2004. Rainfall erosivity map for Brazil. Catena 57: 251-259.

مجله علمی – پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran – Watershed Management
Science & Engineering
Vol. 4, No. 10, Spring 2010
سال چهارم – شماره‌ی ۱۰ – بهار ۱۳۸۹

Abstract (Technical Note)

Study of Relations between Rainfall Erosivity and Sediment Yield Using Geostatistics and GIS in Ardabil Province

A. Esmali Ouri[1], M. Abedini[2], A. Kelarestaghi[3] and H. Saadati[4]

In this research rainfall data studied in the forms of erosivity equations for the reason of determining vulnerable areas affecting by rainfall erosivity in Ardabil Province, Iran. Initially the rainfall data from 71 stations into and around of Ardabil Province collected and analysed as amounts, intensities and other related parameters for erosivity. Therefore the rainfall erosivity maps in different forms supplied and classified in ArcGIS9.3 using GIS and geostatistics common capabilities. The evaluation of different rainfall erosivity methods by the amounts of 11 distributed catchments specific sediment yields showed that the I60 index (the maximum rainfall intensity in one hour) is the best for explaining the rainfall erosivity in Ardabil Province.

Keywords: Rainfall Erosivity, Sediment Yield, Geostatistics, GIS and Ardabil.

[1]- Assistant Professor of Range & Watershed Management Department, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh, Ardabili.esmaliouri@uma.ac.ir
[2]- Assistant Professor, Faculty of Literature & Human Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil.
[3]- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Mazandaran, Sari.
[4]- Assistant Professor, Islamic Azad University of Ardabil.