



تهیه نقشه عامل فرساینده باران با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی

(مطالعه موردی: حوضه آبخیز درکش، استان خراسان شمالی)

عاطفه بهزادفر^۱، عبدالواحد خالدی درویشان^{۲*} و علیرضا قره گوزلو^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات، تهران

۲- استادیار (نویسنده مسئول)، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، نور

۳- دانشیار آموزشکده سازمان نقشه برداری کشور

a.khaledi@modares.ac.ir

چکیده

فرساینده باران معمولاً در قالب شاخص‌های فرساینده که مبتنی بر خصوصیات بارندگی هستند بیان می‌شود. تاکنون شاخص‌های مختلفی ارائه شده‌اند که از میان آنها شاخص فرساینده باران (R) در مدل RUSLE از مقبولیت بیشتری در تحقیقات فرسایش برخوردار است. در این تحقیق از آمار ایستگاه کليما تولوژی حوزه آبخیز درکش برای تهیه نقشه عامل فرساینده باران دو سال آبی ۸۲-۸۳ و ۹۳-۹۴ استفاده شد. پس از محاسبه عامل فرساینده باران در ایستگاه مورد نظر، نقشه عامل فرساینده باران برای سال آبی ۸۳-۸۲ و ۹۳-۹۴ حوضه مورد مطالعه در محیط ARC GIS 10.2 ترسیم گردید. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار فرساینده باران در سال‌های آبی ۸۳-۸۲ و ۹۳-۹۴ به ترتیب برای قسمت‌های جنوب-جنوب شرقی و شمال-شمال غربی حوضه می‌باشد. همچنین شاخص فرساینده باران در سال آبی ۸۳-۸۲ به مراتب بیشتر از میزان آن در سال ۹۳-۹۴ است که دلیل اصلی آن میزان بارندگی بیشتر در این سال نسبت به سال آبی ۹۳-۹۴ می‌باشد. به طور کلی در قسمت جنوبی حوضه به دلیل افزایش ارتفاع و میزان بارندگی، مقدار عامل R بیشتر می‌باشد. همچنین با فرض ثابت در نظر گرفتن بقیه عوامل تأثیرگذار بر روی فرسایش و رابطه قوی فرساینده و فرسایش پذیری می‌توان گفت میزان فرسایش در سال آبی ۸۳-۸۲ بیشتر از میزان آن در سال آبی ۹۳-۹۴ است. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از GIS برای تهیه نقشه‌های توزیعی فرساینده باران می‌تواند منجر به شناسایی نقاط با فرساینده باران بیشتر شود و در نتیجه اقدامات لازم برای مدیریت مناسب زراعی و حفاظت خاک انتخاب و اجرا گردد.

کلمات کلیدی: حوزه آبخیز درکش، فرسایش آبی، فرساینده باران، GIS.

مقدمه

یکی از شکل‌های مهم نزولات جوی باران است. که از عوامل اصلی در فرسایش آبی به‌شمار می‌رود. معادله‌ی جهانی فرسایش خاک (ویشمایر، ۱۹۷۱) (Universal Soil Loss Equation) و مدل تجدید نظر شده آن (ویشمایر و اسمیت، ۱۹۷۸) (Revised Universal Soil Loss Equation)، از جمله مدل‌های تجربی برآورد فرسایش و رسوب هستند که در اغلب مناطق دنیا کاربرد داشته و در کشور ایران نیز کاربرد فراوانی دارد (لیم و همکاران، ۲۰۰۳؛ مارتین و همکاران، ۲۰۰۳؛ پاندى و همکاران، ۲۰۰۹؛ کولی و همکاران، ۲۰۰۹؛ آرخی و همکاران، ۲۰۱۰؛ لی و همکاران، ۲۰۱۰). این مدل شامل عواملی از قبیل فرساینده باران (R)، فرسایش‌پذیری خاک (K)، توپوگرافی (LS)، پوشش گیاهی (C) و مدیریت اراضی (P) است که هرکدام از آنها رابطه‌ی مستقیمی با فرسایش دارند. در بین عوامل مذکور فرساینده باران یا همان عامل (R) به قابلیت بالقوه باران در ایجاد فرسایش تعبیر می‌گردد و نقش مهمی در فرسایش خاک دارد و تحقیقات زیادی را به خود معطوف ساخته است (شعبانی و همکاران، ۱۳۹۰). فرساینده باران، نیروی محرکه یا توان عوامل فرساینده در جداسازی و انتقال ذرات خاک در ارتباط با فرسایش آبی است (لال و



الیوت، ۱۹۹۴). قدرت فرساینده‌گی باران نقش زیادی در فرسایش خاک داشته و می‌تواند نشان دهنده پتانسیل فرسایش در مناطق مورد نظر باشد. اگر سایر خصوصیات مؤثر بر فرسایش ثابت در نظر گرفته شود، میزان تلفات خاک مستقیماً متناسب با میزان فرساینده‌گی باران خواهد بود (مورگان، ۱۹۹۵).

محققین مختلف با اندازه‌گیری همزمان میزان پاشمان یا تلفات خاک و خصوصیات بارندگی و برقراری روابطی بین آنها، اقدام به ارایه شاخص‌هایی کرده‌اند که مبتنی بر خصوصیات بارندگی می‌باشند. تاکنون شاخص‌های مختلفی در دنیا ارائه شده‌اند که بسته به منطقه جغرافیایی، مقیاس، شرایط محلی و نوع اندازه‌گیری متفاوت از یکدیگر هستند (رنارد و فریموند، ۱۹۹۴).

شاخص‌های فرساینده‌گی باران را می‌توان به‌طور کلی در قالب دو گروه شاخص‌های مبتنی بر انرژی جنبشی و شدت بارندگی و شاخص‌های مبتنی بر آمار سهل‌الوصول بارندگی تقسیم‌بندی کرد. از معروف‌ترین شاخص‌هایی که در گروه اول قرار می‌گیرند، می‌توان به عامل فرساینده‌گی باران (R) اشاره نمود. یکی از محدودیت‌های شاخص‌های مبتنی بر انرژی جنبشی و شدت بارندگی نیاز داشتن به داده‌های بارندگی با فواصل زمانی کوتاه مدت بوده که از باران‌نگارها حاصل می‌شود. چنین آماری در بیشتر نقاط دنیا به‌خصوص برای دوره‌های زمانی طولانی مدت وجود ندارد و فرآیند محاسبه آنها نیز وقت‌گیر و مشکل است (حکیم‌خانی و حکیم‌خانی، ۱۳۸۹). از این‌رو محققین مختلف با استفاده از آمار بارندگی روزانه و ماهانه که در ایستگاه‌های باران‌سنجی قابل دسترس هستند، توانسته‌اند شاخص‌های ساده‌تر و زودیافت ارائه کنند (حکیم‌خانی و همکاران، ۱۳۸۴). از کاربردهای شاخص‌های فرساینده‌گی و نقشه‌های حاصل می‌توان به مواردی نظیر کمک به برنامه‌ریزی، ارائه و اجرای طرح‌های مناسب حفاظت خاک، کمک به تحقیقات از طریق افزایش آگاهی از فرسایش و استفاده در مدل‌های برآورد فرسایش اشاره کرد (ویشمایر و اسمیت، ۱۹۷۸).

مرور مطالعات انجام شده در ارتباط با تهیه نقشه فرساینده‌گی حکایت از آن دارد که شاخص EI_{30} از مقبولیت جهانی برخوردار بوده و بیشتر نقشه‌ها با استفاده از آن تهیه شده‌اند (حکیم‌خانی و حکیم‌خانی، ۱۳۸۹). از جمله مطالعات صورت گرفته می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد. انوری و همکاران (۲۰۰۶) در برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز سیسیل در شمال ایتالیا با استفاده از مدل اصلاح شده جهانی فرسایش خاک، میزان عامل فرساینده‌گی باران را با استفاده از روش کریجینگ درونیابی نمودند. زولگای و همکاران (۲۰۰۹) روش‌های درونیابی نزدیکترین همسایگی، معکوس وزنی فاصله و کریجینگ را برای تهیه نقشه‌ی ماکزیمم بارندگی سالانه با دوره بازگشت ۲ و ۱۰۰ سال استفاده نمودند و با روش‌های صحت‌سنجی سرتاسری (Cross-validation) و تفسیر چشمی صحت آنها را مورد ارزیابی قرار دادند. در تحقیقی دیگر لوریو و کوتینهو (۲۰۰۱) از مقدار بارندگی ماهانه‌ی بیش‌از ده میلی‌لیتر و تعداد روزهای ماه با بارندگی بیش‌از ده میلی‌لیتر برای برآورد EI_{30} ماهانه استفاده کردند. حداکثر بارندگی روزانه و مقدار بارندگی روزانه از دیگر خصوصیات بارندگی هستند که محققینی نظیر دیوداتو (۲۰۰۵) برای برآورد EI_{30} از آن استفاده کردند.

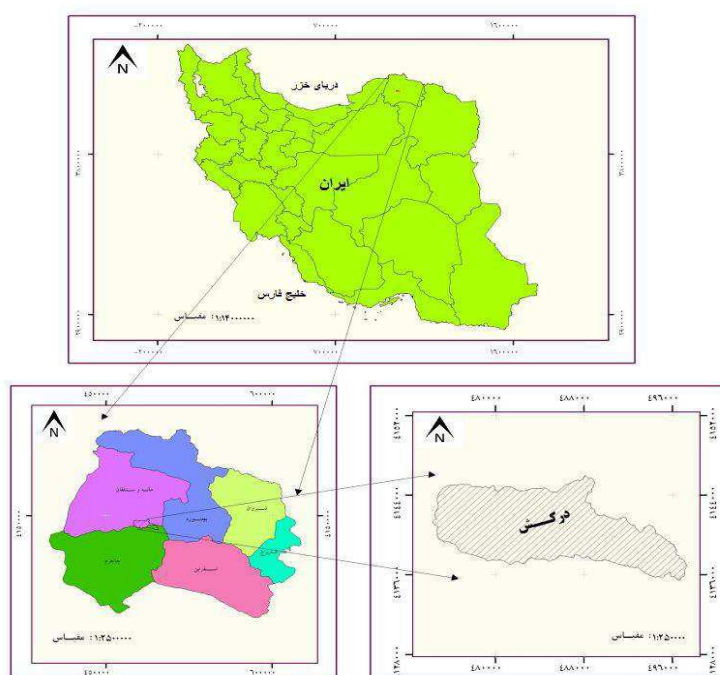
در ایران نیز مطالعاتی انجام شده و نقشه‌هایی تهیه شده است، که از آن جمله می‌توان به این موارد اشاره کرد: سپاس‌خواه (۱۳۷۳) با ارایه رابطه‌ی بین شاخص فورنیه اصلاح شده و EI_{30} سالانه در یک ایستگاه، نقشه فرساینده‌گی برای کشور تهیه نمود. سرخوش (۱۳۷۴) با استفاده از شاخص فورنیه اصلاح شده و حداکثر بارندگی روزانه و برآورد EI_{30} ، برای سه استان فارس، بوشهر و کهگیلویه و بویراحمد نقش فرساینده‌گی ارایه داد. صادقی و بهزادفر (۱۳۸۳) با برآورد EI_{30} برای پنج ایستگاه سینوپتیک، نقشه فرساینده‌گی برای استان‌های گلستان و مازندران ارایه کردند. بنابراین با توجه به شرایط ایران و عدم وجود داده کافی و مناسب از پلات‌های فرسایشی، بکارگیری شاخص EI_{30} برای تهیه نقشه‌های فرساینده‌گی کشوری و منطقه‌ای اجتناب‌ناپذیر است. لذا هدف مقاله حاضر آن است که با توجه به نبود نقشه فرساینده‌گی مناسب برای حوزه آبخیز درکش در استان خراسان شمالی نسبت به تهیه نقشه فرساینده‌گی باران اقدام نماید.



مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه:

حوزه آبخیز درکش با مساحتی بالغ بر ۱۲۰۰۰ هکتار در محدوده $۵۶^{\circ}۴۵'$ تا $۵۶^{\circ}۴۷'$ طول شرقی و $۳۷^{\circ}۲۵'$ تا $۳۷^{\circ}۲۷'$ عرض شمالی و در فاصله ۷۵ کیلومتری بجنورد مرکز استان خراسان شمالی و در شهرستان مانه و سملقان واقع شده است (شکل ۱). این حوزه آبخیز از نظر تقسیمات ژئومورفولوژی، تماماً در واحد کوهستان و ساختار تشکیلات زمین‌شناسی آن، اساساً آهکی است. بیش از ۶۰ درصد کاربری اراضی این حوزه را جنگل‌های بلوط ایرانی با خصوصیات منطقه رویشی هیرکانی به خود اختصاص می‌دهد. متوسط بارندگی حوزه آبخیز بر اساس نتایج مطالعات تفصیلی- اجرایی طرح جنگل‌های غیرچوبی، ۳۹۰ میلی‌متر برآورد شده است که بالاترین میزان بارندگی در پهنه استان خراسان شمالی را دارد.



شکل ۱ - موقعیت حوزه آبخیز درکش در استان خراسان شمالی

به منظور بررسی وضعیت فرساینده‌گی و فرسایش‌پذیری حوزه آبخیز درکش اقدامات زیر انجام شد:

- ۱- مطالعات کتابخانه‌ای و دفتری صورت پذیرفت.
- ۲- نقشه‌های پایه لازم از قبیل نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و عکس‌های هوایی منطقه تهیه گردید.
- ۳- وضعیت جاده‌ها، رودخانه‌ها، مناطق مسکونی و سایر عوارض بر روی عکس‌های هوایی مشخص شد.
- ۴- تصاویر ماهواره‌ای لندست برای منطقه مورد مطالعه تهیه شد.
- ۵- نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ برای حوزه آبخیز درکش تهیه شد.
- ۶- داده‌های بارندگی سالیانه حوزه آبخیز درکش از ایستگاه‌های باران‌سجی استخراج گردید.
- ۷- نقشه‌های هم بارش حوزه آبخیز درکش برای سال‌های آبی ۸۳-۸۲ و ۹۴-۹۳ از سازمان نقشه برداری کشور تهیه شد.



اصولاً قبل از تجزیه و تحلیل داده‌های بارندگی لازم است از صحت داده‌های مورد استفاده اطمینان حاصل شود، بنابراین در ابتدا داده‌های بارندگی ایستگاه حوضه آبخیز درکش مورد ارزیابی قرار گرفت، که در ادامه نتایج آن آورده شده است (شکل ۲).

شاخص‌های آماری (کالیبره نمودن رابطه مورد استفاده در برآورد مقادیر R)

اصولاً قبل از تجزیه و تحلیل داده‌های بارندگی، لازم است از کامل بودن سری و همچنین کیفیت آنها اطمینان حاصل شود، چرا که بدون ارزیابی صحیح داده‌ها، انجام تحلیل‌های آماری نتایج قابل اعتمادی را به دست نخواهد داد. هر چند استاندارد بودن قرائت و ثبت صحیح داده‌های آماری تا حد زیادی از بروز اشتباه در این مورد می‌کاهد، ولی عموماً داده‌های بارندگی تا حدی به کنترل و اصلاح نیاز دارند. به دلیل اینکه در مطالعات هواشناسی، پارامترها به صورت منطقه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرند، طول دوره‌ی آماری ایستگاهها و دوره‌های خشکسالی و ترسالی به وقوع پیوسته در آنها، می‌بایست از روندی منطقی تبعیت کند که این مهم با بررسی یکنواختی یا همگنی داده‌های هیدرولوژیک به عنوان یکی از روشهای کنترل کیفیت داده‌ها امکان‌پذیر است. معمول‌ترین روش نموداری که به منظور اطمینان از یکنواختی داده‌ها بکار می‌رود، استفاده از منحنی‌های جرم مضاعف (Double Mass Curve) می‌باشد که عموماً برای داده‌های بارش یا رواناب مورد استفاده قرار می‌گیرد (علیزاده، ۱۳۶۸).

جهت ترسیم نمودار مربوط به این آزمون، داده‌های بارندگی سالانه ایستگاه مورد مطالعه به صورت یک سری تجمعی و مؤلفه عمودی نمودار و داده‌های بارندگی سالانه ایستگاه مبنا و یا میانگین داده‌های سایر ایستگاهها در قالب یک سری تجمعی دیگر، مولفه افقی آنرا تشکیل می‌دهد. در صورتیکه شیب نمودار ثابت باشد، دلیلی بر همگنی داده‌ها در طول دوره آماری خواهد بود. در انتخاب ایستگاه مبنا بایستی شرایط منطقه‌ای و نیز کیفیت و کمیت آماربرداری مدنظر قرار گیرد. از این روش همچنین برای اصلاح آمار سالهای مشکوک و داده‌های ناصحیح که ممکن است ناشی از عواملی همچون تغییر محل ایستگاه، تعویض متصدی دیده‌بانی ادوات، نامنظم بودن زمان اندازه‌گیری، تعویض ادوات و غیره باشد، استفاده می‌گردد. رابطه مورد استفاده در این روش به صورت زیر می‌باشد:

$$P_a = \frac{M_a}{M_o} * P_o \quad (2)$$

که در آن P_a : داده‌های اصلاح شده برای ایستگاه مورد آزمون، P_o : داده‌های مشاهده شده در ایستگاه مورد آزمون، M_a : شیب خطی که داده‌های مربوط به آن صحیح است و M_o : شیب خطی که داده‌های آن باید اصلاح شود.

منحنی جرم مضاعف بارندگی سالانه برای ایستگاه مورد نظر ترسیم شد (شکل ۲)، همان‌طوری که مشاهده می‌گردد، شیب نمودار منحنی جرم مضاعف ایستگاه باران‌سنجی درکش ثابت می‌باشد، بنابراین داده‌های مورد استفاده در تحقیق از همگنی خوبی در طول دوره‌ی مورد بررسی برخوردار بودند. همچنین برای اطمینان بیشتر از کیفیت داده‌ها و همگن بودن سری داده‌ها ثبت شده، آزمون همگنی به روش آزمون ناپارامتریک ران تست در نرم‌افزار آماری IBM* SPSS* Statistics, 20 انجام گرفت. آزمون نرمال بودن داده‌ها نیز به روش آزمون بررسی نرمال بودن تست اندرسون – دارلینگ در نرم‌افزار Minitab 16.2 انجام شد.



شکل ۲ - منحنی جرم مضاعف ایستگاه بارانسنجی درکش در استان خراسان شمالی

عامل فرساینده‌گی باران (R)

فرساینده‌گی باران به صورت قدرت تراکمی باران در بروز فرسایش تعریف می‌شود (لال، ۱۹۹۰)، بررسی‌ها نشان می‌دهد در بسیاری از نقاط دنیا عامل R همبستگی بالایی با فرسایش خاک دارد (روزول، ۱۹۹۶). عامل (R) برای دوره‌های مختلف، از طریق محاسبه مقدار بارندگی، شدت بارندگی، محاسبه انرژی جنبشی رگبار (E) و حداکثر شدت بارندگی ۳۰ دقیقه‌ای تعیین می‌گردد. از آنجایی که نمودار بارندگی و داده‌های تفضیلی رگبار به‌ندرت در ایستگاه‌های هواشناسی موجود می‌باشند، غالباً از مقادیر بارندگی متوسط سالیانه و ماهانه جهت برآورد عامل (R) در معادله جهانی هدررفت خاک و اصلاح شده آن استفاده می‌شود. برای محاسبه عامل (R)، دو سال آبی ۸۳-۸۲ و ۹۴-۹۳ انتخاب (با توجه به اینکه نقشه‌های بارش این دو سال از قبل در دسترس بود، نقشه فرساینده‌گی برای این دو سال ترسیم گردید) و مطالعات منطقه براساس دوره‌ی مذکور انجام گرفت. بارندگی سالانه و ماهانه در ایستگاه‌ها و در دوره زمانی مورد مطالعه محاسبه گردید. سپس با استفاده از رابطه‌ی (۱) عامل (R) برای ایستگاه مورد مطالعه به‌دست آمد (رنارد و فریموند، ۱۹۹۴).

$$R = 0.0483 * Pa^{1.610}, \text{ for } Pa \leq 850 \text{ mm} \quad (1)$$

$$R = 507.0 - 1.249 * Pa + 0.004105 * Pa^2, \text{ for } Pa > 850 \text{ mm}$$

که در آن R عامل فرساینده‌گی باران بر حسب $(\text{Mj. mm. ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{y}^{-1})$ و Pa میانگین بارندگی سالانه بر حسب (mm) است. با توجه به میانگین بارندگی سالیانه برای سال‌های آبی ۸۳-۸۲ و ۹۴-۹۳ میزان فرساینده‌گی باران (R) برای دو سال مذکور بدست آمد (جدول ۱).

جدول ۱ محاسبه عامل (R) برای ایستگاه بارندگی درکش در سال‌های آبی ۸۳-۸۲ و ۹۳-۹۴

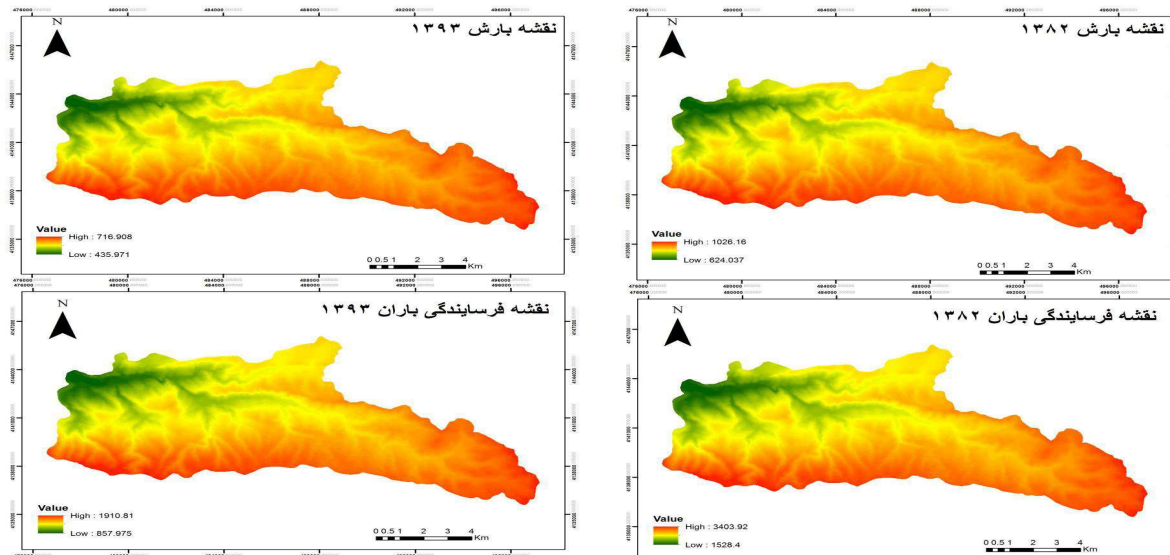
نام ایستگاه	سال	متوسط بارندگی سالانه (Pa) (mm)	میزان فرساینده‌گی (R) $(\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ y}^{-1})$
درکش	۱۳۸۲-۸۳	۶۵۸	۲۶۷۶/۷۶
درکش	۱۳۹۳-۹۴	۴۵۹/۵	۱۵۰۲/۶۱۵

در ادامه با توجه به نقشه‌های بارش منطقه (که از قبل تهیه شده بودند) و همچنین نتایج حاصل از محاسبه عامل فرساینده‌گی باران (R)، نقشه فرساینده‌گی باران حوضه آبخیز درکش برای سال‌های آبی ۸۳-۸۲ و ۹۴-۹۳ در محیط GIS تهیه شد (شکل ۳).



نتایج و بحث

طبق نقشه بارش و فرسایندهای باران برای سال آبی ۸۳-۱۳۸۲ در حوزه آبخیز درکش (شکل ۳)، مناطق واقع در امتداد جنوب و جنوب شرقی حوضه، دارای توان فرسایندهای زیاد و مناطق شمال و شمال غربی دارای فرسایندهای کمی می‌باشند. مقادیر فرسایندهای مناطق یاد شده با تغییرات میزان بارندگی در این مناطق همخوانی دارد. به طوری که مناطق با بارندگی زیاد و کم به ترتیب دارای فرسایندهای زیاد و کم هستند. همبستگی بالای EI_{30} با متوسط بارندگی سالانه (P) زیاد است (شکل ۳). عامل بارندگی مطابق نقشه در این سال (۸۳-۱۳۸۲) از $۱۵۲۸/۴$ تا $۳۴۰۳/۹۲$ ($Mj\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ y^{-1}$) متغیر بود. همچنین با بررسی نقشه بارش و فرسایندهای باران تهیه شده برای سال آبی ۹۴-۱۳۹۳ (شکل ۳)، مشخص شد که مشابه سال آبی ۸۳-۱۳۸۲ مناطق واقع در شمال و شمال غربی حوضه کمترین توان فرسایندهای و مناطق جنوب و جنوب شرقی حوضه بیشترین توان فرسایندهای را دارند که با میزان بارش در این مناطق همخوانی دارد. دامنه تغییرات فرسایندهای باران مطابق نقشه برای این سال (۹۴-۱۳۹۳)، از $۸۵۷/۹۵۷$ تا $۱۹۱۰/۸۱$ ($Mj\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ y^{-1}$) متغیر بود. همچنین با بررسی نقشه‌های بارش و فرسایندهای برای سال‌های آبی (۸۳-۱۳۸۲ و ۹۴-۱۳۹۳) مشاهده می‌گردد که توان فرسایندهای باران در سال آبی ۸۳-۱۳۸۲ به مراتب بیشتر از توان فرسایندهای باران در سال آبی ۹۴-۱۳۹۳ است. که با میزان بارش حوزه آبخیز و همچنین میزان خشکسالی‌های اخیر برای این دو سال همخوانی دارد. اسلامی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی تغییرات مکانی برخی از شاخص‌های فرسایندهای باران با استفاده از زمین‌آمار در استان خوزستان نتیجه گرفتند که بیشترین مقادیر فرسایندهای باران در شرق و شمال خوزستان دیده می‌شود و کمترین مقادیر فرسایندهای در جنوب و غرب استان وجود دارد. همچنین سپاس‌خواه و پناهی (۱۳۸۶) مقادیر فرسایندهای برای مناطق واقع در امتداد شمالی - جنوبی و مرکزی زیاد و برای مناطق شرقی و غربی حوضه کم است. به طور کلی طی سال‌های آبی ۸۳-۱۳۸۲ و ۹۴-۱۳۹۳ میزان بارش و فرسایندهای باران در مناطق واقع در امتداد جنوب و جنوب شرقی حوضه درکش بیشتر بود. بنابراین اگرچه عواملی زیاد بر روی میزان فرسایش خاک تأثیر گذار هستند، اما با توجه به نقشه‌های باران و فرسایندهای حوضه در سال‌های آبی ۸۳-۱۳۸۲ و ۹۴-۱۳۹۳ و همچنین با فرض یکسان بودن سایر ویژگی‌های فرسایش‌پذیری و همبستگی بالای فرسایش و فرسایندهای باران انتظار می‌رود، میزان فرسایش آبی در قسمت‌های جنوب و جنوب شرقی حوضه بیشتر از سایر نقاط باشد، و هر چه از مناطق واقع در امتداد شمال حوضه به طرف قسمت‌های جنوبی می‌رویم انتظار داریم بر شدت فرسایش افزوده شود. بنابراین در صورتی که بقیه عوامل تأثیرگذار در میزان فرسایش ثابت در نظر گرفته شود، طبق نقشه‌های بارش، فرسایندهای و همچنین رابطه قوی بین فرسایندهای و فرسایش‌پذیری خاک می‌توان گفت که میزان فرسایش در قسمت‌های جنوب و جنوب شرقی حوضه بیشتر از قسمت‌های شمال و شمال غربی است. که نتایج و روابط مورد استفاده در این تحقیق می‌تواند برای حوزه‌هایی با ویژگی‌های مشابه حوضه آبخیز درکش مورد استفاده قرار بگیرد.



شکل ۳ - نقشه بارش و عامل فرساینده‌گی باران حوزه آبخیز درکش در سال آبی ۱۳۸۲-۸۳ (راست) و ۱۳۹۳-۹۴ (چپ)

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که مناطق واقع در جنوب و جنوب‌شرقی حوزه آبخیز درکش دارای توان فرساینده‌گی و فرسایشی بیشتری در مقایسه با مناطق شمال و شمال‌شرقی هستند، که دلیل آن می‌تواند ارتفاع زیاد و به تبع آن میزان بارش بیشتر باشد. همچنین میزان فرساینده‌گی باران برای سال آبی ۱۳۸۲-۱۳۸۳ بیشتر از میزان آن در سال آبی ۱۳۹۳-۹۴ بود که با میزان بارش در این سال‌ها همخوانی دارد. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که در قسمت‌های مختلف حوزه آبخیز میزان فرسایش و به تبع آن خسارت‌های وارده متفاوت می‌باشد. با توجه به نتایج مذکور و ثابت در نظر گرفتن بقیه عوامل تأثیرگذار بر روی فرسایش، پیش‌بینی می‌شود که میزان فرسایش آبی در مناطق جنوبی حوزه به مراتب بیشتر از قسمت‌های شمالی حوزه باشد، از طرف دیگر نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تأثیر عوامل اقلیمی بر میزان بارش، که به دنبال آن ترسالی‌ها (سال آبی ۱۳۸۲-۸۳) و خشکسالی‌ها (سال آبی ۱۳۹۳-۹۴) رخ می‌دهند در اکثر نقاط حوزه (بالاخص مناطق شمالی و جنوبی) معنی‌دار می‌باشد. بنابراین ارائه راهکارهای مدیریتی به منظور جلوگیری از فرسایش در قسمت‌های جنوبی حوزه از اهمیت بیشتری نسبت به قسمت‌های شمالی برخوردار می‌باشد، از این رو GIS می‌تواند به صورت موثری، در توسعه راهکارهای مدیریتی و فراهم آوردن گزینه‌های انتخابی برای مدیران، جهت حل معضلات مرتبط با فرسایش خاک در حوزه‌های آبخیز به کار گرفته شود، بنابراین نتایج و روابط مورد استفاده در این تحقیق می‌تواند در مناطق مشابه با منطقه مورد مطالعه مورد استفاده قرار گیرد، با توجه به نتایج بدست آمده و دستاوردهای کلی این تحقیق، موارد زیر برای تکمیل آن در آینده پیشنهاد می‌شود. توصیه می‌شود تا امکان اندازه‌گیری سایر پارامترهای بارندگی از قبیل قطر و سرعت سقوط ذرات نیز فراهم شود تا به این طریق بتوان علاوه بر شاخص‌های فرساینده‌گی مبتنی بر شدت و مقدار بارندگی، شاخص‌های مبتنی بر قطر و سرعت سقوط ذرات را نیز مورد مطالعه قرار داد. همچنین پیشنهاد می‌شود نقشه خطر پتانسیل فرسایش خاک برای منطقه مورد مطالعه تهیه شود.



منابع

- اسلامی، ح.، سلاحقه، ع.، خلیقی سیگارودی، ش.، احمدی، ح.، و ایوبی، ش.، (۱۳۸۹)، بررسی تغییرات مکانی برخی از شاخص‌های فرساینده‌گی باران با استفاده از زمین آمار در استان خوزستان، مرتع و آبخیزداری (مجله منابع طبیعی ایران)، ۶۷(۲): ۳۹۳-۴۰۶.
- حکیم خانی، ش.، و حکیم خانی، ا.، (۱۳۸۹)، تهیه نقشه فرساینده‌گی باران برای استان لرستان، پژوهش‌های آبخیزداری، ۶۳-۷۱.
- حکیم‌خانی، ش.، مهدیان، م.ح.، عرب‌خدری، م.، و قربان‌پور، د.، (۱۳۸۴)، بررسی فرساینده‌گی باران در سطح کشور به روش فورنیه اصلاح شده، سومین سمینار ملی فرسایش و رسوب، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۹-۶ شهریور، ۲۸۱-۲۸۸.
- سپاس‌خواه، ع.، (۱۳۷۳)، تعیین مقادیر حدی بارندگی در نقاط جنوبی ایران، نشریه نیوار، ۲۲: ۲۴-۳۷.
- سپاس‌خواه، ع.، و پناهی، ج.، (۱۳۸۶)، تخمین نمایه فرسایش‌زایی باران در جمهوری اسلامی ایران، مجله ایرانی علوم و تکنولوژی، ۳۱(ب-۲): ۲۳۷-۲۴۸.
- سرخوش، پ.، (۱۳۷۴)، تعیین شاخص فرسایش‌زایی باران در استان‌های فارس، بوشهر و کهگیلویه و بویر احمد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری، دانشگاه شیراز، ۱۸۹ صفحه.
- شعبانی، ا.، متین‌فر، ح.، آرخی، ص.، و رحیمی هراآبادی، س.، (۱۳۹۰)، مدلینگ فاکتور فرساینده‌گی باران با استفاده از روش زمین آمار (مطالعه موردی: حوضه آبخیز سد ایلام)، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۲(۲): ۵۶-۶۵.
- صادقی، س.ح.م.، و بهزادفر، م.، (۱۳۸۳)، تغییرات مکانی فرساینده‌گی باران در استان مازندران، پژوهش‌نامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر، ۲(۱): ۳۶-۴۹.
- علیزاده، ا.، (۱۳۶۸)، "هیدرولوژی کاربردی"، انتشارات آستان قدس رضوی، ۲۵۷ صفحه.
- Arekhi, S., Y. Niazi and A. M. Kalteh. (2010), Soil erosion and sediment yield modeling using RS and GIS techniques: a case study, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*.
- Diodato, N. (2005), Predicting RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) monthly erosivity index from readily available data in Mediterranean area. *The Environmentalist*. 25: 36-70
- Kouli, M., P. Soupios and F. Vallianatos. (2009), Soil erosion prediction using the Revised niversal Soil Loss Equation (RUSLE) in a GIS framework, Chain, Northwestern Crete, Greece. *Environment Geology*. 57: 483-49.
- Lal, R., (1990), Soil erosion in the tropics. Principles and Management. McGraw-Hill.
- Lal, R., Elliot, W., (1994), Erodibility and erosivity. In: Lal, R. (ed.), Soil erosion research methods, oil and Water Conservation Society, Ankeny, 181-208.
- Li, H., X. Chen, J. L. Kyoung, X. Cai and S. Myung. (2010). Assessment of soil erosion and sediment yield in Liao watershed, Jiangxi Province, China, Using USLE, GIS, and RS *Journal of Earth science*, 21 (6): 941-953.
- Lim, K. J., J. Choi, K. Kim, M. Sagong and B. A. Engel. (2003), Development of sediment assessment tool for effective erosion control (SATEEC) in small scale watershed. *Trans Korean Soc Agric Eng*. 45(5): 85-96.
- Loureiro, N.S. and M.A. Coutinho. (2001), A new procedure to estimate the RUSLE EI30 index based on monthly rainfall data and applied to the Algarve region, Portugal. *Journal of Hydrology*. 250: 12-18.
- Martin, A., J. Gunter and J. Regens. (2003), Estimating erosion in a revering watershed, Bayou Liberty-Tchefuncta River in Louisiana. *Environ Sci. Pollut. Res*, 4: 245-25.
- Morgan, R.P.C., (1995), Soil Erosion and Conservation. Addison- Wesley, London, 198 p.



یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز

11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management



۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵

April 19-21, 2016

- Onori, F., P. D. Bonis and S. Grosso, (2006), Soil erosion prediction at the basin scale using the revised universal soil loss equation (RUSLE) in a catchment of Sicily (southern Italy), *Environmental Geology*, 50: 1129-1140.
- Pandey, A. Chowdary, V. M. and B. C. Mal. (2009), Sediment yield modelling of an agricultural watershed using MUSLE, remote sensing and GIS. *J. Paddy Water Environ.* 7(2): 105–113.
- Renard, K.G., & Freimund, J.R., (1994) Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. *Journal of Hydrology* 157: 287–306.
- Rosewell, C. (1996). A robust estimator of the R factor for the Universal Soil Loss Equation. *Trans Am Soc Agric Eng.* 39 (2): 559-561.
- Szolgay, J., J. Parajka, S. Kohnova and K. Hlavcova. (2009). Comparison of mapping approaches of design annual maximum daily precipitation. *Atmospheric Research.* 92: 289-307.
- Wischmeier, W. H. (1971). A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *J. Soil and Water Conservation.* Agriculture Handbook.
- Wischmeier, W. H. and D. D. Smith. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. *Agriculture Handbook.* Vol. 537. US Department of Agriculture, Washington, DC. 58 p.