



برآورد میزان فرسایش خاک و بار رسوب با استفاده از مدل MPSIAC

و سامانه اطلاعات جغرافیایی در حوضه آبخیز رودزرد، خوزستان

ابوذر دستی^{۱*} محمد رضا انصاری^۲، امین ذرتی پور^۳، امیر ناصرین^۴

به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیاران دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، خوزستان

* aboli5400@yahoo.com

چکیده

تخریب حوضه‌های آبخیز به دلیل فرسایش خاک و تولید رسوب یکی از مشکلات عمده زیست محیطی در ایران می‌باشد. شناسایی و اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها با توجه به میزان فرسایش و بار رسوب می‌تواند در طرح‌های حفاظت خاک موثر باشد. هدف از این تحقیق، اولویت‌بندی زیرحوضه‌های آبخیز با استفاده از میزان فرسایش و بار رسوب به کمک مدل MPSIAC و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در حوضه آبخیز رودزرد می‌باشد. با استفاده از جمع امتیازات ۹ فاکتور در مدل MPSIAC، حوضه آبخیز رودزرد در کلاس‌های فرسایشی متوسط تا زیاد قرار گرفت. میزان فرسایش و رسوب ویژه در کل حوضه به ترتیب ۹/۸۳ و ۳/۲۴ تن در هکتار در سال برآورد گردید. در نهایت زیرحوضه‌ها براساس فرسایش ویژه جهت اقدامات حفاظتی اولویت‌بندی شدند

واژه‌های کلیدی: فرسایش، رسوب، رود زرد، MPSIAC، GIS

مقدمه

در سطح یک حوضه آبخیز مسائل و مشکلات متعددی از لحاظ وقوع وجود دارند. که از آن جمله می‌توان به فرسایش خاک، وقوع سیلاب و ... اشاره کرد که البته هر یک دارای عوامل مربوط به خود می‌باشند. در زمینه فرسایش عواملی چون میزان پوشش، توپوگرافی، بارندگی، فرسایش پذیری خاک و ... مطرح می‌باشد. لذا بهترین مدلی که بتوان میزان فرسایش را به صورت کمی بدست آورد مدل MPSIAC (پسیاک اصلاح شده) می‌باشد (احمدی، ۱۳۷۸). فرسایش خاک به عنوان یکی از هزاران فرایند طبیعی، سالیان درازی است که فعال بوده، به طوریکه هر ساله هزاران تن مواد جامد از سطح حوضه‌های آبخیز توسط آب، باد و ... شسته شده و از محلی به محل دیگر انتقال می‌یابند. بنابراین مطالعات فرسایش خاک یکی از بررسی‌های پایه در مباحث مربوط به حفاظت خاک و آبخیزداری به شمار می‌آید و برای اجرا کردن برنامه‌های حفاظتی، تعیین روش‌های شناخت، کنترل و مبارزه با فرسایش امری ضروری است (بیات و رستمی، ۱۳۹۵).

یکی از مباحث مهم در مطالعات فرسایش، شناسایی وضعیت موجود و تعیین سهم و شدت فرسایش در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. یکی از مشکلات اساسی برای تخمین میزان فرسایش و رسوب به منظور برنامه ریزی‌های مربوط به بهره‌برداری از منابع آب و خاک، عدم وجود آمار به ویژه در حوضه‌های آبخیز کوچک می‌باشد، به طوری که در مدیریت حوضه‌های آبخیز و تدوین برنامه‌های حفاظتی کارشناسان و بهره‌برداران را با مشکل مواجه می‌سازد، بنابراین جهت تخمین و برآورد میزان فرسایش و رسوب در حوضه‌های فاقد آمار روابط تجربی ابداع شده است. اساس مدل‌های تجربی در نظر گرفتن تعدادی از عوامل مهم که در فرسایش خاک مؤثرند، می‌باشد و بر مبنای روشهای مشاهده‌ای و اندازه‌گیری تجربی مدل را ارائه می‌دهند. در مورد مدل‌های تجربی به خصوص MPSIAC مطالعات زیادی در ایران انجام شده است که تقریباً در اکثر موارد تأیید و توصیه شده است. محمودآبادی و همکاران (۱۳۸۴)، به منظور پهنه‌بندی خطر فرسایش در حوضه آبخیز گل‌آباد اردستان (شمال شرق اصفهان)، از مدل تجربی MPSIAC، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تصاویر ماهواره‌ای استفاده کردند. قلی پوری و همکاران (۱۳۹۰)، به منظور بررسی حساسیت سازندها به فرسایش از طریق روش‌های کیفی، با مدل‌های تجربی و میزان رسوبدهی با استفاده از مدل‌های MPSIAC و EPM در حوضه ورده (شمال باختری کرچ) اقدام کردند. محمدی و احمدی (۱۳۹۰)، با استفاده از مدل MPSIAC میزان رسوب ویژه و در نهایت میزان سیل‌خیزی در سطح زیرحوضه‌ها را تعیین کردند. Tripathi و همکاران (۲۰۰۳)، به منظور شناسایی و اولویت‌بندی زیرحوضه‌های بحرانی نجوان (هند) جهت حفاظت خاک، از مدل سوات

SWAT و GIS استفاده کردند. در این مطالعه آنها از داده‌های بارش روزانه، رواناب و رسوب ۷ ساله استفاده کردند. Farhan & Anaba (۲۰۱۶)، به منظور اولویت‌بندی ۳۱ زیرحوضه بر اساس آنالیز مورفومتری و مدل RUSLE در جنوب اردن از تکنیک-های GIS استفاده کردند. Welde (۲۰۱۶)، به منظور شناسایی حساس‌ترین زیرحوضه‌ها و اولویت‌بندی آنها در شمال اتیوپی از مدل SWAT 2009 و GIS استفاده کرد.

به طور کلی با توجه به اینکه شناسایی، بررسی و اولویت بندی مناطق مختلف حوضه‌های آبخیز بر اساس میزان فرسایش و رسوبدهی، می‌تواند منجر به تولید اطلاعات ارزشمندی برای اجرایی و عملی کردن طرح های جامع آبخیزداری گردد. بنابراین جهت پیشبینی، مهار و کاهش خسارات انواع فرسایش در مناطق مورد مطالعه و مناطقی با شرایط مشابه، ضرورت دارد که برآورد فرسایش و اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. بنابراین هدف از این تحقیق برآورد میزان رسوب‌خیزی و اولویت‌بندی هر یک از زیرحوضه‌های حوضه رودزرد با استفاده از مدل MPSIAC می‌باشد، تا بتوان عملیات حفاظتی خاک را در زیرحوضه‌های حساس متمرکز کرد.

مواد و روش ها

حوضه آبخیز رود زرد با مساحت ۸۸۲/۴۹ کیلومترمربع و محیط ۲۰۷/۹۳ کیلومتر در جنوب غربی ایران و شرق استان خوزستان قرار دارد. منطقه مورد مطالعه یکی از زیر حوضه‌های آبخیز بزرگ مارون-جراحی در استان خوزستان می‌باشد، که در محدوده طول جغرافیایی "۴۷° ۳۹' ۴۹" تا "۳۸° ۱۰' ۵۰" شرقی و عرض جغرافیایی "۷۸° ۲۲' ۳۱" تا "۴۲° ۵۲' ۳۱" شمالی قرار گرفته است.

با توجه به اینکه در هیچ کدام از زیرحوضه‌ها و رودخانه‌های فرعی و یا واحدهای هیدرولوژیکی، شبکه اندازه گیری و ایستگاه هیدرومتری وجود ندارد لذا، بایستی از روشی تجربی که با وسعت قلمرو مطالعاتی، شرایط طبیعی موجود، داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز و عمق و دقت مطالعه متناسب باشد، استفاده نمود. بدین منظور، جهت بررسی میزان و شدت فرسایش خاک از مدل MPSIAC که متداول ترین روش تجربی برای تخمین مقدار تولیدی رسوب در مناطق خشک و نیمه خشک کشور می باشد، استفاده شد. به منظور بررسی وضعیت فرسایش و رسوب با استفاده از روش MPSIAC در حوضه آبخیز رودزرد به روش زیر اقدام شد:

- نقشه‌های پایه لازم از قبیل نقشه توپوگرافی، زمین شناسی، پوشش گیاهی و عکسهای هوایی منطقه تهیه گردید.
- نقشه‌ها در محیط GIS رقومی شده و نقشه پایه حوضه و نقشه‌های شیب، جهت و طبقات ارتفاعی با استفاده از نقشه توپوگرافی حوضه تهیه گردید.
- به هر یک از فاکتورهای مورد استفاده در روش MPSIAC که نیاز به امتیازدهی در منطقه داشت امتیاز لازم داده شد.
- با استفاده از روابط مختلف موجود در روش MPSIAC به شرح جدول ۱ میزان فرسایش و رسوب برآورد گردید
- امتیاز ۹ عامل در مدل MPSIAC با استفاده از روابط موجود در هر زیرحوضه تعیین گردیده، در نسبت مساحت آن ضرب شده و با هم جمع امتیازهای بدست آمده میزان درجه رسوبدهی (R) کل حوضه مورد مطالعه بدست آمد. با قرار دادن میزان R در رابطه ۱ به شرح زیر:

$$Q_s = 0.253e^{0.36R} \quad (1)$$

که در آن:

QS: میزان رسوبدهی سالانه (رسوب ویژه) بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال

R: درجه رسوبدهی که نشان دهنده فرسایش نیز می باشد. (مجموع نمرات روش MPSIAC)

e: لگاریتم عدد نپرین که تقریباً برابر ۲/۷۱۵ می باشد.

مقدار رسوب ویژه برآورد گردید. با استفاده از جدول شماره ۲ شدت رسوبدهی و کلاس فرسایش منطقه مورد مطالعه مشخص شد و در نهایت نقشه پهنه‌بندی شدت رسوبدهی حوضه در محیط GIS تهیه گردید (شکل ۱).
 - با در دست داشتن SDR (نسبت تحویل رسوب) مقدار فرسایش ناخالص هر زیر حوضه از رابطه ۲ محاسبه می‌شود:
 (۲) $SDR / \text{تولید رسوب} = \text{فرسایش}$

جدول ۱- عوامل موثر در مدل MPSIAC و نحوه امتیاز دهی به آنها

ردیف	عامل موثر در فرسایش خاک	نحوه محاسبه امتیاز در روش MPSIAC	شرح پارامترها
۱	زمین شناسی سطحی	$Y_1 = X_1$	X_1 - امتیاز حساسیت سنگ به فرسایش آبی
۲	خاک	$Y_2 = 16.76$	X_2 - عامل فرسایش پذیری (K)
۳	آب و هوا	$Y_3 = 0.2X_3$	X_3 - بارندگی ۶ ساعته با دوره ۲ ساله (P)
۴	رواناب	$Y_4 = 0.2X_4$	$X_4 = 0.3R + 50Q_p$ (حجم هرزآب سالانه $\times 0.3$ دبی پیک سالانه به متر مکعب بر ثانیه در کیلومتر مربع $\times 50$)
۵	پستی و بلندی	$Y_5 = 0.33X_5$	X_5 - شیب متوسط بر حسب درصد
۶	پوشش زمین	$Y_6 = 0.2X_6$	X_6 - درصد زمین لخت
۷	استفاده از زمین	$Y_7 = 20 - 0.2X_7$	X_7 - درصد تاج پوشش
۸	وضعیت فعلی فرسایش	$Y_8 = 0.25X_8$	X_8 - جمع هفت عامل مدل BLM
۹	فرسایش رودخانه‌ای	$Y_9 = 1.67X_9$	X_9 - امتیاز فرسایش خندقی در مدل BLM

جدول ۲- تعیین میزان تولید رسوب سالانه و کلاس فرسایش خاک در روش MPSIAC

طبقه رسوبدهی و فرسایش	شدت رسوبدهی	مجموع امتیازات (R)	تولید رسوب سالانه ($m^3 \cdot km^2$)
I	خیلی کم	< ۲۵	< ۹۵
II	کم	۲۵-۵۰	۹۵-۲۳۸
III	متوسط	۵۰-۷۵	۲۳۸-۴۷۶
IV	زیاد	۷۵-۱۰۰	۴۷۶-۱۴۲۹
V	خیلی زیاد	> ۱۰۰	> ۱۴۲۹

نتایج

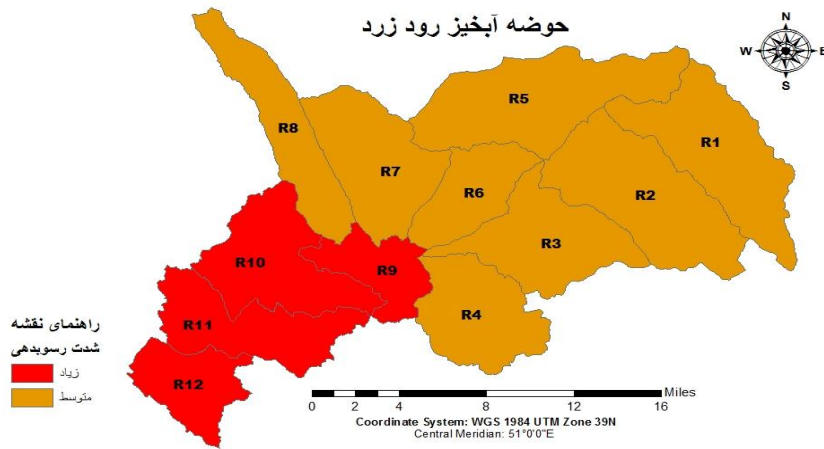
پس از ارزیابی وضعیت و خصوصیات حوضه آبخیز مورد مطالعه، نمره (امتیاز) عوامل ۹ گانه مدل تعیین گردید و با استفاده از جمع نمرات فاکتورها، مقدار رسوبدهی حوضه با استفاده از مدل MPSIAC بدست آمد. پس از تهیه اطلاعات مورد نیاز و با توجه به هدف مورد مطالعه با قرار دادن مقدار R هر زیرحوضه در رابطه ۱ مقدار رسوب ویژه در هر زیرحوضه بدست آمد.

همچنین با توجه به مقدار SDR هر زیرحوضه فرسایش ویژه با توجه به رابطه ۲ نیز بدست آمد. مقادیر رسوب و فرسایش ویژه زیرحوضه‌های مورد مطالعه، همچنین جمع امتیازات فاکتورهای موثر در مدل (R) در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به جداول مربوطه حوضه رودزرد از لحاظ شدت رسوبدهی در وضعیت متوسط تا زیاد قرار داشته، و زیرحوضه‌های آن در کلاس‌های فرسایشی ۳ و ۴ قرار دارند. مجموع امتیازات کل حوضه ۷۰/۸۳ می‌باشد که در کلاس فرسایش ۳ قرار گرفت. در حوضه مورد مطالعه زیرحوضه R11 با ۵/۴۵ تن در هکتار در سال بیشترین رسوب ویژه و زیرحوضه R1 با ۲/۲ تن در هکتار در سال کمترین رسوب ویژه را دارا هستند که به ترتیب در اولویت اول و آخر جهت اقدامات حفاظتی قرار می‌گیرند. شکل ۱ شدت رسوبدهی حوضه آبخیز رودزرد را با استفاده از مدل MPSIAC را نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج گرفته شده، حوضه مورد مطالعه دارای پتانسیل فرسایش‌پذیری نسبتاً زیادی می‌باشد. از عوامل مهم فرسایش در زیرحوضه‌های حساس به فرسایش را می‌توان به: چرای بیش از حد دام در این مناطق، شیب زیاد منطقه که از عوامل حرکت توده خاک می‌باشد، مراتع فقیر از لحاظ پوشش گیاهی، تبدیل مراتع به دیمزارها، رها شدن دیمزارها، وجود سازندهای زمین‌شناسی حساس به فرسایش نظیر: آغاچاری، کواترنر و گچساران که بیشتر ساختار این سازندها از آهک و مارن می‌باشد اشاره نمود. با توجه به میزان فرسایش ویژه، زیر حوضه‌ها جهت اقدامات حفاظتی اولویت بندی شدند. نقشه اولویت بندی زیرحوضه‌های آبخیز رودزرد با توجه به میزان فرسایش ویژه، در شکل ۲ نشان داده شده است

جدول ۳- میزان رسوب و فرسایش ویژه در هر یک از زیرحوضه‌ها

زیر حوضه (کیلومتر مربع)	مساحت	SDR	جمع امتیازات (R)	رسوب ویژه (تن در هکتار در سال)	فرسایش ویژه (تن در هکتار در سال)
R1	۹۷/۳	۰/۳۳	۶۰/۰۳	۲/۲	۶/۶۶
R2	۱۰۶/۱۶	۰/۳۲	۶۸/۹۹	۳/۰۴	۹/۴۹
R3	۷۷/۷۷	۰/۳۴	۶۲/۴۴	۲/۴	۷/۰۵
R4	۶۷/۴۷	۰/۳۴	۷۲/۳۵	۳/۴۳	۱۰/۰۸
R5	۱۱۰/۳۲	۰/۳۲	۶۵/۳۱	۲/۶۶	۸/۳۱
R6	۴۷/۱	۰/۳۶	۶۲/۶۸	۲/۴۲	۶/۷۲
R7	۷۹/۳۴	۰/۳۴	۶۶/۹۳	۲/۸۲	۸/۲۹
R8	۶۵/۹۱	۰/۳۵	۷۴/۶۸	۳/۷۳	۱۰/۶۵
R9	۳۹/۲۹	۰/۳۷	۷۵/۱۹	۳/۸	۱۰/۲۶
R10	۷۹/۳۷	۰/۳۴	۷۶/۲۵	۳/۹۴	۱۱/۶
R11	۶۷/۵	۰/۳۴	۸۵/۲۳	۵/۴۵	۱۶/۰۳
R12	۴۴/۹۶	۰/۳۶	۷۹/۸۶	۴/۴۹	۱۲/۴۸
کل	۸۸۲/۴۹	۰/۳۳	۷۰/۸۳	۳/۲۴	۹/۸۳



شکل ۱- نقشه شدت رسوبدهی حوضه آبخیز رودزرد



شکل ۲- نقشه اولویت بندی زیر حوضه‌ها با استفاده از فرسایش ویژه

منابع

- ۱- احمدی، ح. ۱۳۷۸. ژئومرفولوژی کاربردی جلد (۱)، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- بیات، ر. و رستمی، م. ۱۳۹۵. اولویت‌بندی حوضه‌های آبخیز بر مبنای وضعیت فرسایش با استفاده از مدل‌های تجربی EPM و MPSIAC (مطالعه موردی: حوضه آبخیز ارو). فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی ایران، سال هفتم، شماره اول، ص ۱۹-۳۲.



۳- شیما قلی پوری، ش. غضنفری، پ. الماسیان، م. و جلالی، ن. ۱۳۹۲. روش‌های کمی و کیفی برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از مدل‌های MPSIAC و EPM در حوضه آبخیز ورده (شمال باختری کرج). مجله علوم زمین، سال ۲۲، شماره ۸۸، ص ۱۴۵-۱۵۴.

۴- محمدی، ع. و احمدی، ح. ۱۳۹۰. اولویت بندی زیرحوضه‌ها جهت ارائه برنامه‌های احیائی آبخیزداری (مطالعه موردی: حوضه آبخیز معروف). فصلنامه جغرافیایی سرزمین، علمی - پژوهشی، سال هشتم، شماره ۲۹، ص ۶۹-۷۷.

۵- محمودآبادی، م. چرخابی، ا. رفاهی، ح. و گرجی، م. ۱۳۸۴. پهنه بندی خطر فرسایش در حوضه آبخیز گل آباد اسفهان با استفاده از مدل MPSIAC و سامانه اطلاعات جغرافیایی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۶، شماره ۲، ص ۵۱۱-۵۲۰.

- 6- Farhan, Y., & Anaba, O. 2016. Watershed Prioritization Based on Morphometric Analysis and Soil Loss Modeling in Wadi Kerak (Southern Jordan) Using GIS Techniques. *International Journal of Plant & Soil Science*, 10(6), 1-18.
- 7- Tripathi, M., Panda, R. . and Raghuwanshi, N. . 2003 Identification and Prioritisation of Critical Sub-watersheds for Soil Conservation Management using the SWAT Model, *Biosystems Engineering* 85(3), 365-379.
- 8- Welde, K. 2016. Identification and prioritization of subwatersheds for land and water management in Tekeze dam watershed, Northern Ethiopia, *International Soil and Water Conservation Research*. Elsevier, 4(1), 30-38.

Estimation of Soil Erosion and Sediment Yield, Using MPSIAC Model and Geographical Information System (GIS), in Roud Zard Watershed, Khuzestan

Abozar Dasti¹, Mohammad Reza Ansari², Amin Zoratipor³, Amir Nasrin⁴
M.Sc. Student and Assistant Professors, Agriculture and Natural Resources University of Ramin, Khuzestan

Abstract

Watershed degradation due to soil erosion and sediment production is one of the major environmental problems in Iran. Identifying and prioritization of different sub-watersheds according to erosion and sediment yield rates can be effective in soil conservation projects. The purpose of this research is prioritization sub-watersheds according to erosion and sediment yield rates using MPSIAC model and Geographical Information System (GIS) in the Roud Zard watershed. Based on the total scores of nine factors in MPSIAC model, Roud Zard sub-watersheds were in moderate to high erosion classes. The specific erosion and sediment yield rates in the Roud Zard watershed were estimated at 9.83 and 3.24 tons ha⁻¹ yr⁻¹ respectively. Finally sub-watersheds for soil conservation practices were prioritized based on specific erosion rates.

Keywords: erosion, sediment, Roud Zard, MPSIAC, GIS