دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

"مقاله پژوهشی"

بررسی وضعیت برخی شاخص‌های ارزیابی حوزه‌های آبخیز و اولویت‌بندی زیر حوضه‌ها از منظر کاهش فرسایش (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کرخه)

رضا بیات[۱]، زهرا گرامی[۲]، محمود عرب‌خدری[۳]، حمیدرضا پیروان[۳] و رحیم کاظمی[۴]

۱- استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (نویسنده مسوول: bayat52@gmail.com)
۲- دانشجوی دکتری مدیریت منابع خاک، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۳ و ۴- دانشیار و استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۱
صفحه: ۱۰۸ تا ۱۱۸

چکیده

چالش‌های زیست‌محیطی در نتیجه افزایش جمعیت انسانی و افزایش تقاضا برای بهره‌برداری از منابع طبیعی روز به‌روز افزایش می‌یابد و سوء مدیریت منابع طبیعی باعث ظهور ناپایداری در شاخص‌های محیطی می‌شود. تخریب حوزه‌های آبخیز با فرسایش خاک و تولید رسوب، یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی در ایران است. ازاین‌رو تهیه و تکمیل اطلاعات مکانی ویژگی‌های طبیعی حوزه‌های آبخیز و اولویت‌بندی آن‌ها برای استفاده در مدیریت جامع حوزه آبخیز ضروری است. در این پژوهش با هدف بررسی وضعیت برخی شاخص‌ها و اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها در حوزه آبخیز کرخه، شاخص‌های حساسیت واحدهای سنگی به فرسایش، شاخص فرسایندگی فورنیه اصلاح‌شده، شدت فرسایش حوضه از مدل تجربی EPM و رسوب‌دهی حوضه از نسبت تحویل رسوب لگاریتمی استخراج و تحلیل شدند. پس از استانداردسازی و مقایسه شاخص‌ها اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها انجام شد. همچنین از روش خوشه‌بندی نیز برای گروه‌بندی زیرحوضه‌ها و شاخص‌های فوق‌الذکر و شاخص‌های توپوگرافی استفاده شد. نتایج بررسی حساسیت سازندها به فرسایش نشان داد که طبقه حساس به فرسایش، با ٦٠ درصد بیش‌ترین فراوانی را در این حوضه دارند. بزرگ‌ترین گروه همگن شامل نه زیرحوضه با کدهای۲۲۱۳، ۲۲۱٤، ۲۲۲۱، ۲۲۲۲، ۲۲۲۳، ۲۲۲۵، ۲۲۲٦، ۲۲۲۷ و ۲۲۲۸ است و شاخص‌های مساحت و طول جریان بیشترین شباهت را با هم نشان دادند. نتایج بررسی فرسایندگی باران و میانگین فرسایش نیز نشان‌دهنده‌ی آن است که طبقه فرسایندگی "خیلی زیاد" و طبقه فرسایش "زیاد"، بیش‌ترین مساحت (به ترتیب ٤٩ و ٥٢ درصد) را در این حوضه دارند که میانگین فرسایندگی و فرسایش کل حوضه، به ترتیب ٦٠/٦میلی‌متر و ۷۲۷ مترمکعب بر کیلومترمربع در سال به‌دست آمد. نتایج رتبه‌بندی میانگین شاخص‌های حساسیت سازندهای زمین‌شناسی، فرسایندگی باران و فرسایش هر زیرحوضه نشان می‌دهد که زیرحوضه‌هایی مانند ۲۲۱۵ (کرخه بالا) و ۲۲۲٤ (خرم آباد) از نظر برنامه‌ریزی و اقدام‌های عملی در سطوح مدیریتی در اولویت هستند و زیرحوضه‌هایی مانند ۲۲۱۱ (پایاب کرخه) و ۲۲۲۷ (آب الشتر) در اولویت کمتری نسبت به سایر زیرحوضه‌های حوزه آبخیز کرخه قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: حساسیت سازند، رسوبدهی، شاخص‌های توپوگرافی، فرسایندگی، مدیریت جامع حوزهٔ آبخیز

مقدمه

چالش مدیریت محیطزیست در نتیجه گسترش جمعیت انسانی و افزایش تقاضا برای منابع طبیعی روزبه‌روز افزایش می‌یابد و تجربیات جهانی نشان داده است که ظهور ناپایداری در شاخص‌های محیطی باعث تخریب منابع طبیعی و آثار زیان‌بار بر پیکره محیطزیست می‌شود (۲۲). مطالعه پیرامون خاک، به‌عنوان بستر زیستی بشر، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر برای رسیدن به توسعه پایدار منابع زیستی و محیطی است (۳۰). فرسایش خاک به علت جدا کردن و انتقال ذرات خاک از بستر اصلی، باعث کاهش پایداری منابع خاک می‌گردد (۱۳) که تخریب حوزه‌های آبخیز نیز به جهت فرسایش خاک و تولید رسوب یکی از مهم‌ترین مسائل محیطی در ایران است (۳۷).

مطالعات مختلف نشان داده است که شاخص‌های محیطی متعددی در شدت فرسایش خاک در حوزه‌های آبخیز دخالت دارند که فرسایندگی باران، پوشش گیاهی، پستی‌وبلندی، ویژگی‌های خاک، جنس سازند و ویژگی‌های حوضه از جمله این عوامل هستند. بنابراین شناسایی این شاخص‌ها و بررسی ارتباط میان آن‌ها و تأثیرشان بر میزان فرسایش و رسوب در هر حوزه آبخیز یکی از راه‌های کنترل تخریب محیطزیست است (۲) که در ادامه، تحقیقات مرتبط با هر شاخص به تفکیک بیان می‌شود.

یکی از عوامل مؤثر در شناخت فرسایش خاک، شاخص حساسیت سازندهای حوضه به فرسایش (فرسایش‌پذیری) است که نتایج پژوهش‌ها (۱۹، ۴۲، ۲۶، ۳۶، ۳۹، ۱۷ و ۴۰) بر روی شاخص فرسایش‌پذیری سازندهای حوضه، نشان داد که علاوه بر عوامل ذاتی سازندها، عوامل محیطی از جمله اقلیم و پوشش گیاهی نیز بر آن مؤثر است. در این راستا گلکاریان و همکاران (۲۴) برای اولویت‌بندی زیرحوزه‌های آبخیز دریان سمنان جهت اقدامات آبخیزداری از شش معیار جمعیت، متوسط تولید پوشش گیاهی، منابع آب، سطح اراضی کشاورزی، فرسایش و استحکام سازند استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که برخی زیرحوضه‌ها به دلیل بالاتر بودن رتبه‌ی معیارهای جمعیت، منابع آب و سطح اراضی کشاورزی که دارای بالاترین وزن در بین معیارهای انتخابی هستند، در اولویت بالاتری قرار گرفتند و برخی دیگر از زیرحوضه‌ها به جهت پایین بودن معیارهای مذکور کمترین اولویت را به خود اختصاص دادند.

فرسایندگی باران یکی دیگر از عوامل مؤثر بر فرسایش خاک در حوزه‌های آبخیز است که ویشمایر و اسمیت (۴۳)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.11.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.108]

مفهوم عبارت فرسایندگی باران را به‌منظور لحاظ تأثیر اقلیم بر فرسایش ارائه کردند. اگر سایر خصوصیات مؤثر بر فرسایش ثابت در نظر گرفته شود، میزان تلفات خاک مستقیماً متناسب با میزان فرسایندگی باران خواهد بود. گرامی و همکاران (۲۰) پژوهشی با هدف بررسی وضعیت شاخص فرسایندگی باران در حوضه، تأثیر نوسانات زمانی فرسایندگی باران بر تغییرات فصلی رسوب‌دهی معلق و تعیین زمان‌های بحرانی ازنقطه‌نظر خطر فرسایش در حوضه کسیلیان انجام دادند که به این منظور فرسایندگی ماهانه حوضه را از ارتباط بین شاخص EI_{30} با شاخص‌های سهل‌الوصول به دست آوردند. موسوی کیاسری (۳۵) با توجه به همبستگی معنی‌دار و خوب بین شاخص EI_{30} با مقادیر رسوب در سه مجموعه پلات‌های فرسایش واقع در استان‌های اصفهان، خراسان رضوی و سمنان از داده‌های مربوط به این شاخص برای تهیه نقشه شاخص فرسایندگی باران استفاده کرد.

در بررسی میزان تولید رسوب و برآورد شاخص فرسایش حوزه‌های آبخیز مطالعات متعددی شده است که میزان فرسایش و رسوب را به روش‌های متفاوت به دست آورده‌اند (۲۱، ۱۱، ۷، ۳۱، ۲۵، ۸، ۴۴، ۱۵، ۱۸، ۲۳ و ۳۸). در این راستا گرامی و همکاران (۲۱) برای برآورد شاخص رسوب‌دهی حوزه آبخیز سرخاب کشور از تلفیق منحنی سنجه رسوب حد وسط دسته‌ها و آمار جریان روزانه ایستگاه خروجی حوضه استفاده کردند. در این حوضه متوسط رسوب‌دهی سالانه و رسوب‌دهی ویژه به ترتیب ۷۳۱۶۸۸ تن و ۲۱۲۷ تن بر کیلومترمربع برآورد شده است. آیلی و همکاران (۷) نیز به پیش‌بینی رسوب‌دهی و جریان رودخانه‌ای برای اولویت‌بندی حوضه در حوزه آبخیز رودخانه Blue Nile در اتیوپی با کمک نرم‌افزار SWAT[1] پرداختند. نتایج اولویت‌بندی حوضه‌ها نشان داد که بیش از ۸۵ درصد از رسوب به نواحی پایین (دامنه شیب صفر تا ۸ درصد) مربوط است و تغییرات تولید رسوب بیشتر به کاربری اراضی و نوع خاک غالب منطقه، بدون درنظر گرفتن شیب زمین، حساس بود. صفری و همکاران (۳۸) زیرحوضه‌های بابل‌رود در استان مازندران را از نظر مقدار فرسایش حاصل از مدل EPM[2] و شناسایی بازه‌های حساس آبراهه‌ها به فرسایش با استفاده از بازدیدهای میدانی و عملیات صحرایی اولویت‌بندی کردند. نتایج نشان داد که زیرحوضه بابلک به دلیل شرایط توپوگرافی و سازندهای حساس و خاک‌های با نفوذپذیری کم دارای بیش‌ترین مقدار فرسایش و تولید رسوب و بیشترین تعداد بازه‌های حساس است.

اولویت‌بندی حوزه آبخیز ارو در استان تهران بر مبنای وضعیت فرسایش با استفاده از مدل‌های تجربی EPM و MPSIAC[3] توسط بیات و رستمی (۸) انجام شد. نتایج آن‌ها نشان داد که در مدل MPSIAC میزان فرسایش ویژه ۴۵۱ و رسوب ویژه ۲۳۳ مترمکعب بر کیلومترمربع در سال برآورد گردید. درحالی‌که میزان فرسایش و رسوب ویژه کل حوزه آبخیز در مدل EPM به ترتیب ۳۷۸ و ۲۰۰ مترمکعب بر کیلومترمربع برآورد شد. اولویت‌بندی واحدهای هیدرولوژیک موجود در این حوضه نشان داد که در مدل EPM واحد A4 با داشتن ۱/۱ درصد از مساحت کل حوضه و در مدل MPSIAC واحد A-1-4-3 با سهم ۹/۸ درصد ی مساحت کل حوضه، بیشترین میزان فرسایش و رسوب‌دهی ویژه را به خود اختصاص می‌دهند. حاصلی و جلالیان (۲۵) در ارزیابی و پهنه‌بندی مخاطره‌ی فرسایش خاک در حوزه آبخیز الشتر که یکی از زیرحوضه‌های حوزه آبخیز کرخه است، از مدل PSIAC[4] استفاده کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که فرسایش در سطح حوضه نسبتاً فراوان است. به‌طوری‌که حداقل بیش از ۶۲ درصد از حوضه را طبقه فرسایشی زیاد و فوق‌العاده شدید و حدود ۳۷ درصد حوضه را طبقه‌های فرسایشی کم تا متوسط در برگرفته و در نگاه کلی استفاده از اراضی در این حوضه با محدودیت فرسایش روبه‌رو بوده و نیازمند انجام اقدامات کنترل فرسایش است.

بررسی خصوصیات مورفومتری حوزه‌های آبخیز یکی دیگر از روش‌های مؤثر برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها بدون نیاز به بررسی نقشه‌ی خاک منطقه، از نظر بیان وضعیت حوضه و میزان مساعد بودن شرایط برای فرسایش‌پذیری و تعیین شدت فرسایش در منطقه است. به‌طوری‌که شکل حوزه بیان‌کننده سیل‌خیزی و زمان تمرکز و الگوی زهکشی نشان‌دهنده‌ی وضعیت زمین‌شناسی و نوع خاک منطقه‌ی موردمطالعه است (۲۷ و ۳۴). در این زمینه سید و همکاران (۴۱) به اولویت‌بندی زیرحوضه‌های پارک ملی Karakoram مرکزی کشور پاکستان برای پیش‌بینی خطر سیل با آنالیز مورفومتری به کمک روش‌های سنجش از دور و GIS پرداختند. در این مطالعه از تجزیه‌وتحلیل چند معیاره برای محاسبه فاکتور خطر سیل استفاده شد و نقشه اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها با استفاده از فاکتور خطر استانداردشده (WSRF)[5] به دست آمد. این نقشه کمک می‌کند تا حساسیت سیلاب‌های فرساینده در زیرحوضه‌های مختلف منطقه موردمطالعه را شناسایی کنند و منجر به مدیریت بهتر مناطق کوهستانی در چشم‌انداز سیلاب‌های فرساینده شود. مکرم و همکاران (۳۳) در مطالعه‌ای به بررسی ارتباط ویژگی‌های مورفومتری حوزه آبخیز نازلوچای در شمال غرب ایران و فرسایش‌پذیری در سطوح مختلف ارتفاعی با استفاده از شاخص موقعیت توپوگرافی (TPL)[6] پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که با توجه به تعداد آبراهه‌ها (۴۸۹ آبراهه)، وجود آبراهه‌های درجه اول، دوم و سوم، زیاد بودن طول آبراهه‌ها، بالا بودن نسبت طول آبراهه‌ها نسبت به مساحت حوضه، ضریب پستی‌وبلندی بالا که نشان‌دهنده‌ی وجود ارتفاعات و شیب زیاد، منطقه فرسایش‌پذیر بوده و نیاز به مدیریت بیشتر دارد. همچنین افزایش تعداد آبراهه‌ها و طول آن در حوزه آبخیز نشان‌دهنده‌ی افزایش فرسایش است. همچنین نتایج نشان داد که لندفرم‌های طبقه ۴ (دره‌های U شکل) و لندفرم‌های طبقه ۳ (زهکش‌های مرتفع) دارای بیشترین فرسایش‌پذیری هستند.

در مطالعات بسیاری نیز اولویت‌بندی زیرحوزه‌های آبخیز توسط روش‌های جدید تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره انجام شد (۳۲، ۱۴، ۲۹ و ۶). در این راستا محمدی (۳۲) به اولویت‌بندی زیرحوضه‌های حوزه آبخیز آسیاب جفته در استان کرمان به‌منظور اجرای پروژه‌های آبخیزداری با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (TOPSIS[7] و VIKOR[8]) و روش متداول با استفاده از ۵ معیار فرسایش و رسوب، خشک‌سالی،

1- Soil & Water Assessment Tool
2- Erosion Potential Method
3- Modified Pacific Southwest Inter-Agency Committee
4- Pacific Southwest Inter-Agency Committee
5- Weighted Standardized Risk Factor
6- Topographic Position and Landforms
7- Technique for Order- Preference by Similarity to Ideal Solution
8- VlseKriterijuska Optimizacija I Komoromisno Resenje

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.11.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.108]

سیل، کم‌آبی و اقتصادی-اجتماعی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که هر سه روش ذکرشده در تعیین زیرحوضه‌های دارای اولویت و فاقد اولویت مشابه هم عمل کرده‌اند و در انتخاب زیرحوضه‌های با وضعیت متوسط از نظر مشکل، دارای نتایج متفاوتی هستند. چوبین و همکاران (۱۴) نیز حوزه آبخیز کرخه را بر اساس شاخص‌های فیزیکی-مکانی (مورفولوژیکی، کاربری اراضی و خاک) با استفاده از رویکرد فازی گروه‌بندی کردند که نتایج آن‌ها نشان داد که تفکیک یک حوضه به زیرحوضه‌ها و گروه‌بندی آن‌ها در دسته‌های مشابه از نظر خصوصیات مشابه می‌تواند به‌عنوان روشی در جهت اجرای عملیات آبخیزداری، کنترل سیلاب و اولویت قائل شدن برای زیرحوضه‌های بحرانی به کار گرفته شود.

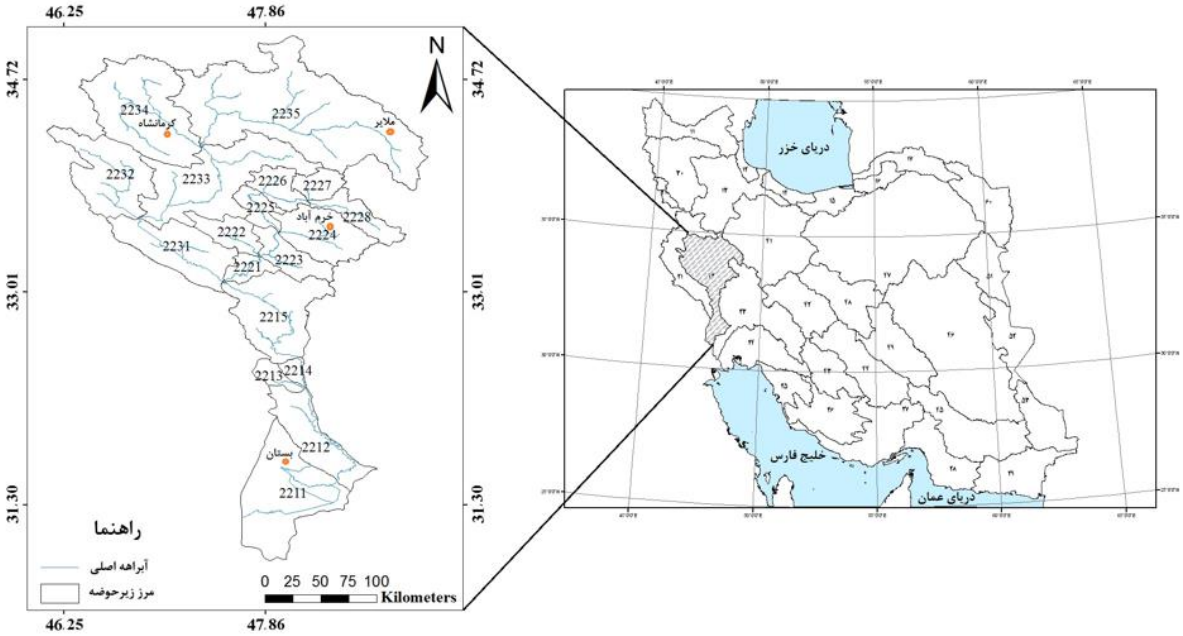
ازآنجاکه داده‌های رسوب در زیرحوضه‌های کوچک در دسترس نیست، لذا اولویت‌بندی زیرحوضه‌های واقع در مناطق بالادست حوزه‌های آبخیز برای اهداف مدیریتی دشوار است. اجرای اقدامات حفاظت آب و خاک جهت جلوگیری از تخریب مناطق پایین‌دست، نفوذ آب و نیز حفاظت خاک، معمولاً در زیرحوزه‌های بالادست آبخیز انجام می‌شود. از طرفی به دلیل گستردگی آبخیزهای متأثر از اثرات فرسایش خاک و همچنین اختصاص اعتبارات بخش اجرا در حوزه‌های زمانی مختلف، امکان انجام اقدامات آبخیزداری در همه مناطق میسر نیست. همچنین بررسی منابع و تحقیقات مرتبط با بررسی شاخص‌های وضعیت حوزه‌های آبخیز و اولویت‌بندی آن‌ها نشان داد که عمده تحقیقاتی در این زمینه، مبتنی بر یک یا دو شاخص بوده است که در نهایت منجر به عملیات حفاظتی و آبخیزداری در زیرحوضه‌های حساس و دارای اولویت‌های بالا می‌شود. در حالی‌که پژوهش پیش‌رو در نظر دارد، وضعیت و سیمای حوزه آبخیز کرخه را بر اساس شاخص‌های مختلفی چون فرسایش‌پذیری سازندهای زمین‌شناسی، فرسایندگی باران، شدت فرسایش و رسوب‌دهی حوضه بررسی نماید. به‌علاوه تلاش خواهد شد با مشخص کردن جایگاه زیرحوضه‌ها در داخل حوضه، به اولویت‌بندی آن‌ها برای به‌کارگیری در برنامه‌ریزی و اقدام‌های عملی در سطوح مدیریتی پایین، میانی و کلان کمک کند.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه

حوزه آبخیز کرخه در جنوب غرب کشور در بین رشته کوه‌های زاگرس واقع‌شده و به‌عنوان یکی از حوضه‌های رتبه ۲ در ابرحوضه حاشیه خلیج‌فارس محسوب می‌شود که از سمت شمال به حوضه سفیدرود، از سمت شرق به حوضه کویر مرکزی، از غرب و شمال غرب به حوضه مرزی غرب و از جنوب به حوضه کارون محدود می‌شود. حوضه کرخه بین مختصات جغرافیایی ′۳۴، °۴۶ تا ′۴۳، °۴۹ طول شرقی و ′۴۷، °۳۰ تا ′۷، °۳۵ عرض شمالی واقع و مساحت آن ۵۱۸۴۳۲۲ هکتار است (شکل ۱). عموماً کوهستانی بوده و ۳۸ درصد آن را عرصه‌های دشتی تشکیل می‌دهد. بیشترین نوع کاربری در این حوضه به ترتیب مربوط به اراضی کشاورزی آبی مختلط با کشاورزی دیم با ۱۳/۷۰ درصد، مرتع متوسط با ۱۱/۵۷ درصد و جنگل نیمه متراکم با ۱۰/۶۲ درصد است. بخش اعظم منطقه دارای سازندهایی حساس به فرسایش با ۶۰ درصد فراوانی است و از رودخانه‌های مهم حوضه می‌توان به کرخه، سیمره، قره‌سو، خرم‌آباد، کشکان و گاماسیاب اشاره کرد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.11.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.108]



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز کرخه در ایران
Figure 1. Location of Karkheh watershed in Iran

روش تحقیق

حساسیت واحدهای سنگی به فرسایش (فرسایش‌پذیری) با در نظر گرفتن شاخص‌های فیزیکی، مقاومتی، شرایط تشکیل، بافت و ساختار سنگ، مورد بررسی قرار گرفته‌اند (۳۹، ۱۹). ازآنجایی‌که اکثر طبقه‌بندی‌های موجود و رایج نظیر PSIAC و BLM[1] سنگ‌ها را در ۱۰ گروه طبقه‌بندی کرده‌اند. لذا تمامی گروه‌های سنگی شامل توده‌های آذرین، سنگ‌های دگرگونی و لایه‌های رسوبی در ۱۰ گروه بر اساس مقاومت سازندها به فرسایش شامل فوق‌العاده مقاوم، بسیار مقاوم، مقاوم، مقاوم تا متوسط، متوسط، متوسط تا ضعیف، ضعیف، بسیار ضعیف، فوق‌العاده‌ضعیف و بالاخره، کاملاً ضعیف-سست و منفصل طبقه‌بندی شدند (۳۹) اما برای نمایش بهتر نتایج در ۵ گروه شامل خیلی مقاوم، مقاوم، متوسط، حساس، خیلی حساس (سست و منفصل) ادغام شدند (۱۲).

برای مطالعه فرسایندگی باران در این حوضه از مجموع ایستگاه‌های باران‌سنجی وزارت نیرو و سازمان هواشناسی، برای ۵۲ ایستگاه واجد شرایط، شاخص فرسایندگی فورنیه اصلاح‌شده با آماری بیش از ۲۰ سال محاسبه و با استفاده از روش میان‌یابی TPSS، نسبت به تهیه نقشه فرسایندگی باران برای این حوضه و اندازه‌گیری میانگین فرسایندگی هر زیرحوضه، اقدام شد (۱۲).

اندازه‌گیری فرسایش و رسوب با استفاده از روش‌های پین، پلات فرسایشی و اندازه‌گیری رسوب در ایستگاه‌های هیدرومتری، با توجه به م حدود بودن تعداد ایستگاه‌های رسوب‌سنجی، ناک افی بودن آمار این ایستگاه‌ها، محدود بودن تعداد سدهای مخزنی در سطح کشور و هزینه‌بر و زمان‌بر بودن انجام این اندازه‌گیری‌ها و بررسی‌ها کاری مشکل است (۵). در نتیجه برای دستیابی به اطلاعات قابل استناد از وضعیت شدت فرسایش حوزه و با توجه به امکان فراهم نمودن داده‌های موردنیاز از مدل تجربی EPM (۱۰) استفاده شد. همچنین در این مطالعه برای برآورد رسوب‌دهی با کمک رابطه ۱ که نسبت تحویل رسوب لگاریتمی (۹) است مقدار رسوب‌دهی ویژه هر یک از زیرحوضه‌های رتبه چهار محاسبه شد که در زیرحوضه‌های وابسته نیز با در نظر گرفتن میانگین فرسایش زیرحوضه موردنظر و زیرحوضه‌های وابسته به آن و با استفاده از نسبت تحویل رسوب لگاریتمی، رسوبدهی در حوضه وابسته با در نظر گرفتن زیرحوضه‌های مرتبط با آن به‌دست آمد.

$$\text{Log (SDR)} = 1.8768 - 0.14191 \text{ Log (25.9 A)} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

برای مقایسه و با توجه به تفاوت دامنه اعداد شاخص‌های مختلف، با قرار دادن مقادیر شاخص‌ها در دامنه‌ی صفر تا یک، استاندارد شدند (۱) و میانگین شاخص‌های استاندارد شده در هر زیرحوضه با میانگین شاخص‌های استاندارد شده کل حوضه مقایسه و زیرحوضه‌ها از نظر میانگین شاخص‌های حساسیت سازندهای حساس به فرسایش، فرسایش، فرسایندگی باران اولویت‌بندی شدند. همچنین برای خوشه‌بندی و خصوصیات مورد استفاده برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها، از روش وارد[2] استفاده شد (۲۸) که ویژگی‌های مذکور به همراه کد آن در جدول ۱ فهرست شده است.

1- Bureau of Land Management
2- WARD

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.11.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.108]

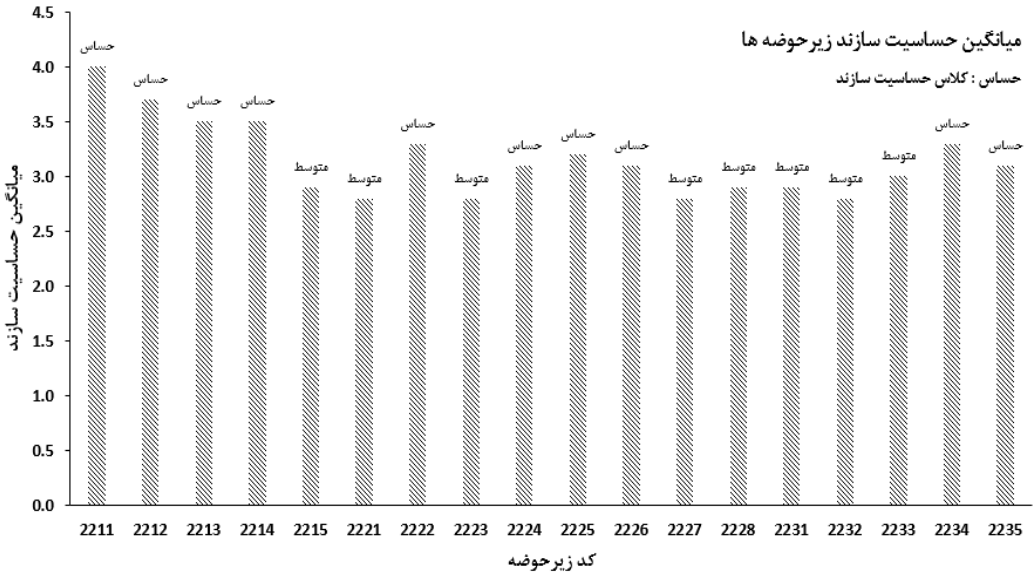
جدول ۱- ویژگی‌های مورد استفاده در خوشه‌بندی و کدهای مورد استفاده

Table 1. Features used in clustering with their codes

ویژگی	نام اختصاری	ویژگی	نام اختصاری
تراکم زهکشی	C1	مساحت	C6
طول جریان	C2	فرسایندگی	C7
طول جریان سطحی	C3	حساسیت سازندها	C8
متوسط ارتفاع زیرحوضه	C4	فرسایش	C9
متوسط شیب زیرحوضه	C5		

نتایج و بحث

نتایج بررسی حساسیت سازندهای زمین‌شناسی به فرسایش (فرسایش‌پذیری) (شکل ۲) نشان می‌دهد، رده سه (طبقه متوسط) و چهار (طبقه حساس)، بیش‌ترین فراوانی را در بین پنج رده موجود در زیرحوضه‌ها دارند. میانگین حساسیت سازندها در زیرحوضه‌ها نیز نشان می‌دهد که در اغلب زیرحوضه‌ها رده چهار حساسیت‌پذیری سازند (سازندهای حساس) بیش‌ترین فراوانی را نسبت به سایر رده‌ها داراست.

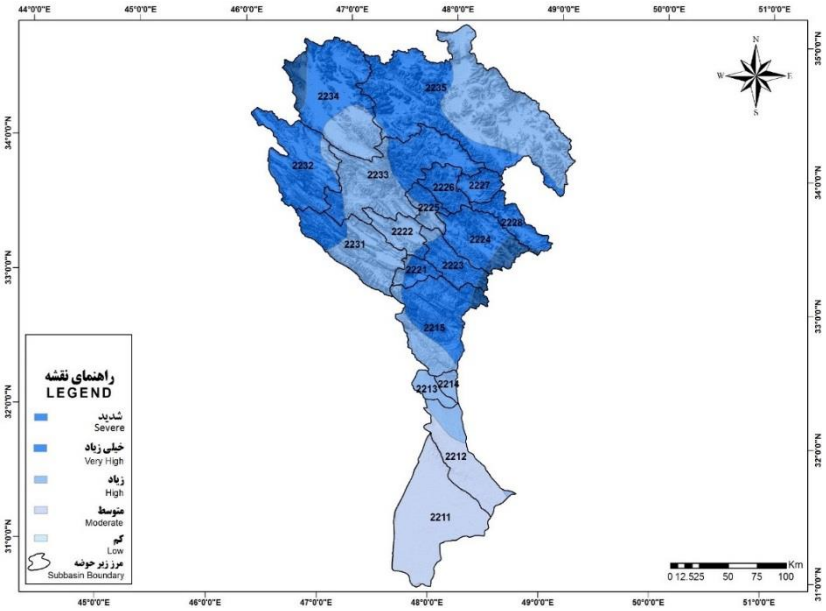


شکل ۲- حساسیت سازندهای زمین شناسی در زیرحوضه‌های کرخه

Figure 2. The geological formations erodibliity in Karkheh sub- catchments

در خصوص شاخص فرسایندگی باران، مساحت طبقات و فراوانی آن‌ها برای تمامی زیرحوضه‌های رتبه چهار در شکل ۳ آورده شده است که طبقه با شدت زیاد بیش‌ترین مساحت و فراوانی را در زیرحوضه‌ها داراست و طبقه فرسایندگی خیلی زیاد در هیچ یک از زیرحوضه‌ها وجود ندارد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.11.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.108]



شکل۳- وضعیت شاخص فرسایندگی باران در زیرحوضه‌های حوزه آبخیز کرخه
Figure 3. The status of rainfall erosiity index in sub- catchment of Karkheh watershed

نتایج مقادیر فرسایش و رسوب‌دهی به همراه مشخصات کلی زیرحوضه‌های رتبه چهار در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین میزان فرسایش ویژه در زیر حوضه‌های رتبه ۴، مربوط به زیر حوضه ۲۲۱۵ (کرخه بالا) است که ۱۴۶۶ مترمکعب در کیلومترمربع در سال رسوب تولید می‌کند. علت آن را می‌توان به مقادیر بالای شیب و ضریب فرسایش در این زیر حوضه نسبت داد. زیرحوضه ۲۲۱۱ (پایاب کرخه) به دلیل مقدار کم باران و شیب، دارای کمترین فرسایش ویژه است. همچنین مطابق جدول ۲، در زیرحوضه‌های رتبه ۴، زیر حوضه‌های ۲۲۲۵ (کشکان میانی) و ۲۲۲۳ (کرخه بالا) نسبت به سایر زیر حوضه‌ها، از رسوب‌دهی ویژه بیشتری برخوردار است. همچنین میانگین رسوب‌دهی ویژه حوزه آبخیز کرخه ۱۴۶ تن بر کیلومترمربع بوده که حوضه را در وضعیت کم طبقه‌بندی می‌نماید.

جدول ۲- مقادیر فرسایش و رسوب‌دهی در زیر حوضه‌های کرخه
Table 2. Estimated erosion and sediment yield in Karkheh sub- catchment

کد زیرحوضه	نام زیرحوضه	مساحت (هکتار)	متوسط شیب (درصد)	نوع زیر حوضه	رسوب‌دهی ویژه (Gsp)	فرسایش ویژه (Wsp)	طبقه فرسایش ویژه
					مترمکعب بر کیلومترمربع در سال		
۲۲۱۱	پایاب کرخه	۵۳۳۳۳۸/۳	۱/۳	وابسته	۱۰۸/۱	۱۳۹/۲	کم
۲۲۱۲	کرخه میانی۱	۲۶۴۰۳۹/۲	۲/۰	وابسته	۱۱۵/۱	۵۸۵/۲	زیاد
۲۲۱۳	رقابیه	۵۳۲۱۰/۶	۲/۱	مستقل	۱۵۹/۵	۶۲۵/۵	زیاد
۲۲۱۴	کرخه میانی۲	۳۲۵۹۳/۰	۴/۰	وابسته	۱۵۱/۵	۶۴۷/۸	زیاد
۲۲۱۵	کرخه بالا	۳۹۹۱۴۴/۱	۲۰/۳	وابسته	۱۲۸/۸	۱۴۶۶/۰	خیلی زیاد
۲۲۲۱	پایاب کشکان	۶۵۸۵۱/۹	۲۳/۶	وابسته	۱۱۸/۹	۱۰۳۲/۲	زیاد
۲۲۲۲	مادیان رود	۱۱۲۸۰۲/۸	۱۳/۸	مستقل	۱۵۰/۹	۶۵۸/۳	زیاد
۲۲۲۳	چولهول	۱۳۷۰۹۹/۲	۲۳/۲	وابسته	۱۶۰/۵	۱۲۱۲/۰	زیاد
۲۲۲۴	خرم‌آباد	۲۴۹۸۸۵/۵	۲۱/۲	مستقل	۲۲۳/۰	۱۰۸۹/۲	زیاد
۲۲۲۵	کشکان میانی	۷۸۸۳۷/۶	۲۵/۴	وابسته	۱۷۳/۶	۱۲۳۵/۱	زیاد
۲۲۲۶	چم ذکریا	۱۰۵۱۶۸/۸	۲۳/۸	وابسته	۱۵۷/۱	۱۰۴۲/۶	زیاد
۲۲۲۷	آب الشتر	۷۹۴۸۴/۷	۲۷/۳	مستقل	۱۳۶/۹	۵۶۷/۳	زیاد
۲۲۲۸	هررود	۱۱۸۴۳۴/۶	۲۳/۹	مستقل	۱۷۲/۰	۷۵۵/۱	زیاد
۲۲۳۱	پایاب سیمره	۳۲۳۸۶۲/۹	۲۳/۰	وابسته	۱۰۲/۶	۹۷۸/۰	زیاد
۲۲۳۲	چرداول	۳۵۸۷۵۶/۴	۱۶/۶	وابسته	۹۴/۵	۵۳۲/۷	زیاد
۲۲۳۳	سیمره میانی	۵۴۳۳۳۲/۹	۲۱/۱	وابسته	۱۱۵/۱	۹۱۳/۱	زیاد
۲۲۳۴	قره سو	۵۴۸۸۱۷/۶	۱۴/۳	وابسته	۸۸/۲	۵۶۸/۴	زیاد
۲۲۳۵	گاماسیاب	۱۱۷۹۶۶۲/۰	۱۷/۵	مستقل	۹۲/۸	۵۶۴/۷	زیاد

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.11.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.108]

جدول ۳ میزان و درصد گسترش طبقات حساسیت سازندهای زمین‌شناسی (فرسایش‌پذیری)، شدت فرسایش و فرسایندگی باران حوضه کرخه را نشان می‌دهد. برای کل حوضه کرخه میانگین ۵ طبقه‌ی حساسیت سازندهای زمین‌شناسی در هر زیر حوضه گرفته شد، به همین علت درصد فراوانی سه طبقه‌ی خیلی مقاوم، مقاوم و خیلی حساس ، صفر است. درصد فراوانی طبقه شدت فرسایش زیاد در حوضه کرخه بیش‌ترین فراوانی را در بین طبقات شدت فرسایش دارد. همچنین طبقه خیلی زیاد فرسایندگی باران در حوضه کرخه بیش‌ترین درصد فراوانی را نسبت به طبقات دیگر دارند. این نتایج حاکی از آن است که در این حوضه سازندهای حساس به فرسایش و طبقه فرسایندگی خیلی زیاد سهم بالایی را به خود اختصاص داده‌اند و به‌تبع آن میزان شدت فرسایش در حوضه زیاد شده است (جدول ۳).

جدول ۳ – میزان گسترش طبقات حساسیت سازندهای زمین‌شناسی، شدت فرسایش و فرسایندگی باران در حوضه کرخه

Table 3. Amount of extent in terms of geological formations erodibility, erosion severity and rainfall erosivity classes in Karkheh watershed.

ردیف	طبقه حساسیت	درصد فراوانی هر طبقه	طبقه شدت فرسایش	درصد فراوانی هر طبقه	طبقه فرسایندگی باران	درصد فراوانی هر طبقه
۱	I/ خیلی مقاوم	۰	خیلی کم	۰/۵	کم	–
۲	II/ مقاوم	۰	کم	۸/۸	متوسط	۱۴/۰
۳	III/ متوسط	۴۰/۲۶	متوسط	۲۳/۴	زیاد	۳۴/۵
۴	IV/ حساس	۵۹/۷۴	زیاد	۵۱/۷	خیلی زیاد	۴۸/۷
۵	V/ خیلی حساس	۰	شدید	۱۱/۱	شدید	۲/۸
	Lake/دریاچه‌ها	۰				
جمع		۱۰۰		۱۰۰		۱۰۰

جدول ۴ رتبه‌بندی میانگین شاخص‌های حساسیت سازندهای زمین‌شناسی، فرسایندگی باران، فرسایش هر زیرحوضه نسبت به مقدار حوضه کرخه را نشان می‌دهد. میانگین امتیازات شاخص‌های حساسیت سازندهای زمین‌شناسی، فرسایندگی باران و فرسایش در حوضه کرخه ۰/۶۷ است که میانگین امتیاز برخی زیرحوضه‌ها از این مقدار بیش‌تر و برخی کم‌تر هستند. زیرحوضه‌هایی مانند ۲۲۱۵ (کرخه بالا) و ۲۲۲۴ (خرم آباد) از نظر برنامه‌ریزی و اقدام-های عملی در سطح این حوضه در سطوح مدیریتی پایین، میانی و کلان در اولویت هستند و زیرحوضه‌هایی مانند ۲۲۱۱ (پایاب کرخه) و ۲۲۲۷ (آب الشتر) در اولویت کم‌تری نسبت به سایر زیرحوضه‌ها در حوزه آبخیز کرخه می‌باشند. شاخص تاثیرگذار در این اولویت‌ها بیشتر شاخص فرسایندگی باران است.

جدول ۴– اولویت بندی زیر حوضه‌ها براساس میانگین شاخص‌های حساسیت سازندها، فرسایندگی باران و فرسایش

Table 4. Prioritization of sub- catchment based on the geological formations erodibliity, rainfall erosivity and erosion severity

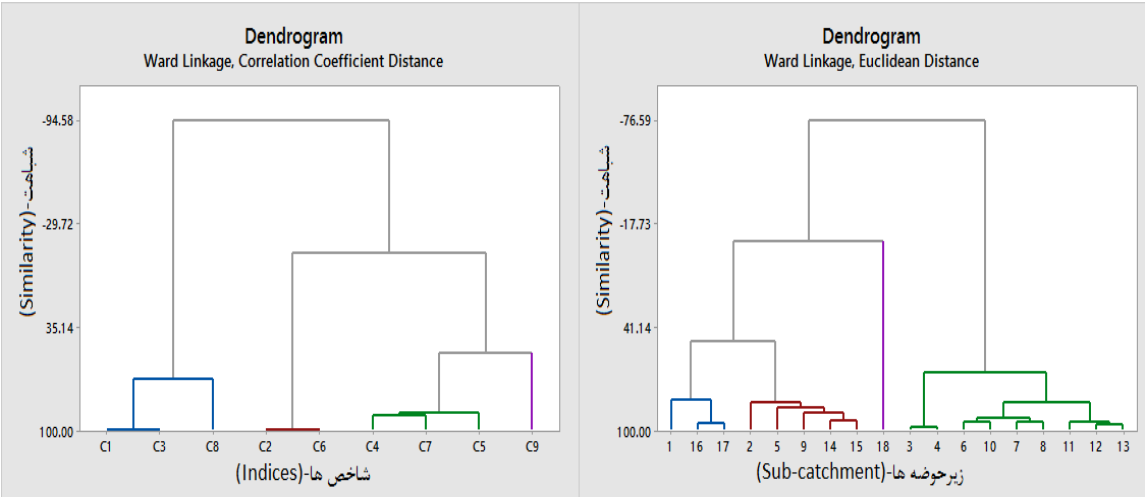
کد زیرحوضه	شاخص حساسیت	شاخص فرسایندگی (نرمال شده)	شاخص فرسایش (نرمال شده)	میانگین نرمال شاخص‌ها (وضعیت)	اولویت	وضعیت نسبت به حوضه
کرخه	۰/۷۹	۰/۷۳	۰/۵۰	۰/۶۷	–	–
۲۲۱۵	۰/۷۲	۰/۸۱	۱	۰/۸۴	۱	+
۲۲۲۴	۰/۷۸	۰/۹۵	۰/۷۸	۰/۸۳	۲	+
۲۲۲۳	۰/۷۰	۰/۸۷	۰/۸۳	۰/۸۰	۳	+
۲۲۲۵	۰/۸۱	۰/۷۳	۰/۸۴	۰/۷۹	۴	+
۲۲۲۶	۰/۷۷	۰/۹۰	۰/۷۱	۰/۷۹	۵	+
۲۲۲۸	۰/۷۲	۱	۰/۵۲	۰/۷۴	۶	+
۲۲۲۱	۰/۷۰	۰/۷۶	۰/۷۰	۰/۷۲	۷	+
۲۲۳۳	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۶۲	۰/۷۱	۸	+
۲۲۳۱	۰/۷۳	۰/۷۱	۰/۶۷	۰/۷۰	۹	+
۲۲۳۴	۰/۸۲	۰/۸۷	۰/۳۹	۰/۶۹	۱۰	+
۲۲۲۲	۰/۸۲	۰/۶۸	۰/۴۵	۰/۶۵	۱۱	–
۲۲۳۲	۰/۷۰	۰/۸۶	۰/۳۶	۰/۶۴	۱۲	–
۲۲۱۴	۰/۸۷	۰/۵۹	۰/۴۴	۰/۶۴	۱۳	–
۲۲۳۵	۰/۷۷	۰/۷۰	۰/۳۹	۰/۶۲	۱۴	–
۲۲۱۳	۰/۸۸	۰/۵۲	۰/۴۲	۰/۶۱	۱۵	–
۲۲۱۲	۰/۹۴	۰/۴۶	۰/۴۰	۰/۶۰	۱۶	–
۲۲۲۷	۰	۰/۹۷	۰/۳۹	۰/۴۵	۱۷	–
۲۲۱۱	۱	۰	۰	۰/۳۳	۱۸	–

*: وضعیت زیرحوضه‌ها در مقایسه با کل حوضه نسبت به شاخص‌های حساسیت سازندها، فرسایندگی و فرسایش – کمتر و+ بیشتر از

دندروگرام حاصل از خوشه‌بندی زیرحوضه‌ها (شکل ۴) نشان می‌دهد که سه زیرحوضه (۲۲۱۱، ۲۲۳۳ و ۲۲۳۴) در خوشه‌ی اول، پنج زیرحوضه (۲۲۱۲، ۲۲۱۵، ۲۲۲۴، ۲۲۳۱ و ۲۲۳۲) در خوشه‌ی دوم، یک زیرحوضه (۲۲۳۵) در خوشه‌ی سوم، نه زیرحوضه (۲۲۱۳، ۲۲۱۴، ۲۲۲۱، ۲۲۲۲، ۲۲۲۳، ۲۲۲۵، ۲۲۲۶، ۲۲۲۷ و ۲۲۲۸) در خوشه‌ی چهارم بر اساس بیشترین شباهت

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.11.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.108]

گروه‌بندی شده‌اند. همچنین نتیجه‌ی خوشه‌بندی شاخص‌های حساسیت سازندهای زمین‌شناسی، فرسایندگی باران، فرسایش، و توپوگرافی شامل تراکم زهکشی، طول جریان، طول جریان سطحی، مساحت، متوسط شیب و ارتفاع در هر زیرحوضه در شکل ۴ نشان می‌دهد که شاخص‌های تراکم زهکشی، طول جریان سطحی، حساسیت سازندها در گروه اول و شاخص‌های مساحت و طول جریان در گروه دوم (با درصد شباهت بسیار بالا)، شاخص‌های فرسایندگی باران، ارتفاع و شیب متوسط هر زیرحوضه در گروه سوم، فرسایش زیرحوضه‌ها نیز در گروه چهارم قرار گرفته است.



شکل ۴- دندروگرام خوشه‌بندی زیرحوضه‌های حوزه آبخیز کرخه (الف) و شاخص‌های استفاده‌شده (ب)
Figure 4. Dendrogram of clustering of sub-catchment of Karkheh watershed (A) and used indices (B)

این پژوهش با هدف بررسی برخی شاخص‌های وضعیت منابع طبیعی از قبیل حساسیت سازندهای زمین‌شناسی، فرسایندگی باران، شدت فرسایش، رسوب‌دهی، خصوصیات توپوگرافی برای اولویت‌بندی مدیریتی، عملیات کنترلی و حفاظتی زیرحوضه‌ها در حوزه آبخیز کرخه انجام شد. میانگین رسوبدهی حوضه کرخه با استفاده از میانگین شدت فرسایش زیرحوضه‌های حاصل از مدل EPM و ضرب آن در نسبت تحویل رسوب لگاریتمی، ۱۴۳ تن بر کیلومتر مربع (ton/km^2) برآورد شد. درصورتیکه عرب‌خدری (۴) با بررسی ۱۵ ایستگاه رسوب‌سنجی که ۵۱ درصد مساحت کل حوضه کرخه را شامل می‌شوند، میانگین رسوبدهی حوضه کرخه را ۲۵۰ تن بر کیلومترمربع به دست‌آورده است که برآورد پژوهش حاضر نسبت به پژوهش عرب‌خدری (۴) از دقت مناسب و حجم محاسباتی و عملیاتی کمتری برخوردار است و از طرفی برای کل زیرحوضه ها محاسبه شده است. همچنین نتایج رتبه‌بندی شاخص‌های ذکر شده در جدول ۵ نشان داد که زیرحوضه‌هایی مانند ۲۲۱۵ (کرخه بالا) و ۲۲۲۴ (خرم آباد) از نظر برنامه‌ریزی و اقدام‌های عملی در سطح این حوضه در سطوح مدیریتی پایین، میانی و کلان در اولویت هستند تا به هدف این مطالعه که کاهش فرسایش در حوضه و نه رفع خطر سیل است، دست یابیم و زیرحوضه‌هایی مانند ۲۲۱۱ (پایاب کرخه) و ۲۲۲۷ (آب الشتر) در اولویت کمتری نسبت به سایر زیرحوضه‌ها در حوزه آبخیز کرخه هستند که نتایج خوشه‌بندی زیرحوضه‌ها (شکل ۴) نیز نشان داد که زیرحوضه‌های کرخه بالا و خرم‌آباد در یک گروه خوشه‌بندی شده‌اند که نشان از تأیید نتایج روش میانگین‌گیری شاخص‌های ذکرشده دارد. همچنین نتایج جدول ۵ نشان داد که شاخص فرسایندگی باران در زیرحوضه‌ها با داشتن بیشترین وزن و رتبه در زیرحوضه‌های دارای اولویت بالا، به‌عنوان مهم‌ترین عامل فرسایش و تخریب در زیرحوضه‌ها بوده است که نتایج خوشه‌بندی (شکل ۴) نیز نشان داد که شاخص‌های فرسایندگی باران، ارتفاع و شیب متوسط هر زیرحوضه در یک خوشه قرارگرفته‌اند. تلفیق نتایج فرسایش‌پذیری سازندهای زمین‌شناسی، فرسایندگی باران، شدت فرسایش، رسوب‌دهی و توپوگرافی یک روش مفید برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها در جهت انجام عملیات حفاظت خاک و مدیریت حوزه‌ی آبخیر کرخه است که این یافته با یافته‌های آمانی و نجفی نژاد (۲)، آمانی و صفویان (۳) و مصطفی‌زاده و همکاران (۳۴) مبنی بر توجه به زیرحوضه‌های دارای شرایط بحرانی بر اساس شرایط توپوگرافی (شیب و ارتفاع) و همچنین عوامل فرسایش طبیعی و انسانی می‌تواند به عنوان توصیه مدیریتی در برنامه‌ریزی و جلوگیری از هدررفت منابع آب‌وخاک و پیامدهای فرسایش مؤثر واقع شود. همچنین گروه‌بندی زیرحوضه‌ها با توجه به شاخص‌های ذکرشده، کمک می‌کند که عملیات حفاظت خاک و آب به‌عنوان روشی هماهنگ در بین زیرحوضه‌ها انجام شود و زیرحوضه‌هایی که در یک خوشه قرار می‌گیرند، در زیرحوضه‌ای که شرایط بدتری نسبت به دیگر زیرحوضه‌ها دارد، عملیات حفاظت خاک و آب انجام شود و در نهایت عملیات حفاظتی انجام‌شده به دیگر زیرحوضه‌های هم‌گروهی آن توصیه شود که این‌کار موجب صرفه‌جویی در هزینه و زمان عملیات مدیریت آبخیزداری در حوضه خواهد شد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.11.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.108]

منابع

1. Alizadeh, A. 2013. Soil physics. Imam Reza University Press, 568 pp (In Persian).
2. Amani, M. and A. Najafinejad. 2014. Prioritization of sub-watersheds based on morphometric analysis, GIS and RS techniques: Lohandar watershed, Golestan Province. Journal of Watershed Management Research, 5(9): 1-15 (In Persian).
3. Amani, M. and A. Safaviyan. 2015. Sub-basins prioritization using morphometric analysis-remote sensing technique and GIS-Golestan-Iran. International Letters of Natural Sciences, 38, 56-65.
4. Arabkhedri, M. 2005. A study on the suspended sediment yield in river basins of Iran. Iranian Journal of Water Resources Research, 1(2): 51-60 (In Persian).
5. Arabkhedri, M., S. Hakimkhani and J. Varvani. 2004. The validity of extrapolation methods in estimation of annual mean suspended sediment yield (17 Hydrometric stations). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 11(3), 123 –131 (In Persian).
6. Asadi Nalivan, O., M. Rostami Khalaj, M. Mohseni Saravi and A. Sour. 2015. Prioritizing of watershed management planning using TOPSIS. Journal of Watershed Management Research, 6(12): 98-107 (In Persian).
7. Ayele, G.T., E.Z. Teshale, B. Yu, I.D. Rutherfurd and J. Jeong. 2017. Streamflow and sediment yield prediction for watershed prioritization in the upper Blue Nile River basin, Ethiopia. Water, 9(782):1-29.
8. Bayat, R. and M. Rostami. 2016. Prioritizing watersheds based on erosion condition using experimental models of EPM and MPSIAC. Journal of Natural Ecosystems of Iran, 7(1): 19-32 (In Persian).
9. Bayat, R. and Sh. Moradi. 2014. Review of research conducted on the sediment delivery ratio. Iran-Watershed Management Science and Engineering, 2(5): 27-36 (In Persian).
10. Bayat, R., A. Sarreshtedari, A. Jafari Ardekani and R. Sokuti Oskuee. 2012. Simulation of land use management effect on soil erosion of Orumiyeh lake watershed. Journal of Watershed Engineering and Management, 4(3): 118-126 (In Persian).
11. Bayat, R., H. Refahi, A.A. Darvishsefat and F. Sarmadian. 2001. An investigating of EPM and MPSIAC model efficiencies in estimating erosion and sediment yield of Taleghan. Iranian Journal of Agriculture Science, 32(1): 203- 217 (In Persian).
12. Bayat, R., M. Arabkhedri, B. Ghermezcheshmeh, A. Jafari Ardakani, M. Shariat Jafari, H.R. Peyrovan and A.A. Nourozi. 2014. Revision, completion and publishing of erosion and flood atlas for river basins of Iran (Karkheh Watershed). Soil Conservation and Watershed Management Institute, Tehran, Iran, 161pp (In Persian).
13. Chaplot, V., G. Jewitt, S. Lorentz, P. Dlamini, L. Titshall and C. Orchard. 2011. Controlling factors of sheet erosion under degraded grasslands in the sloping lands of Kwazulu-Natal, South Africa. Agricultural Water Management, 98, 1711-1718.
14. Chobin, B., K. Soleimani, M. Habib Nejad Roshan and A. Malekiyan. 2017. Grouping of Karkheh watershed based on physical-spatial indices using fuzzy approach. Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (Sepehr), 27(107): 85-98 (In Persian).
15. Daramola, J., T.M. Ekhwan, J. Mokhtar, K.C. Lam and G.A. Adeogun. 2019. Estimating sediment yield at Kaduna watershed, Nigeria using soil and water assessment tool (SWAT) model. Heliyon, 5: 1-8.
16. Emmanouloudis, D. A., O. P. Christou and E. Filippidis. 2003. Quantitative estimation of degradation in the Aliakmon river basin using GIS. In; De Boer, D. Froehlich, W. Mizuyama, T. Pietroniro, A. (Eds.), Erosion prediction in Ungauged Basin: Integrating methods and Techniques. IAHS Publication, 279: 234-240.
17. Fathizad, H., H. Karimi and M. Tavakoli. 2016. Role of Ssensitivity of erosion the geological formations at erosion rate and sediment yield (case study: sub-basins of Doviraj river, Ilam province). Journal of Watershed Management Research, 7(13): 193-208 (In Persian).
18. Fayas, C.M., N.S. Abeysingha, K.G.S. Nirmanee, D. Samaratunga and A. Mallawatantri. 2019. Soil loss estimation using rusle model to prioritize erosion control in KELANI river basin in Sri Lanka. International Soil and Water Conservation Research, 7: 130-137.
19. Feiznia, S. and M. Zare-Khosh Eghbal. 2004. Sensitivity of Rocks and Formations to Erosion and Sediment Yield in Latian Drainage Basin Area. Iranian Journal Natural Resources, 56(4): 365-383 (In Persian).
20. Gerami, Z., M. Arabkhedri, H. Asadi and R. Bayat. 2015. The influence of rainfall erosivity temporal variation on suspended sediment load seasonality (Case study: Kasiliyan basin). Journal of Watershed Management Research, 7 (14): 167-176 (In Persian).
21. Gerami, Z., M. Arabkhedri, H. Asadi and R. Bayat. 2017. Suspended sediment changes under the influence of rainfall erosivity cycle in Sorkhab watershed. Iran-Watershed Management Science and Engineering, 11(38): 61-71 (In Persian).
22. Ghazizadeh, M., A. Nohegar and F. Abdinejad. 2014. Exploring relation between environmental indices and Soil erosion for sustainable development. Journal of Environmental Erosion Research, 3(15): 1-8 (In Persian).
23. Gia Pham, T., J. Degener and M. Kappas. 2018. Integrated universal soil loss equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in A Sap basin:Central Vietnam. International Soil and Water Conservation Research, 6: 99-110.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.11.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.108]

24. Golkariyan, A., A.A. Mohammadiyan and A. Abdolahi. 2017. Prioritizing sub-basins for watershed management. Journal of Range and Watershed Management, 70(3): 777-789 (In Persian).
25. Haseli, M. and H. Jalaliyan. 2014. Assessment and zoning of soil erosion risk in Aleshtar watershed. Journal of Spatioal Analysis Environmental Hazarts, 1(4): 91-104 (In Persian).
26. Hovius, N. 1998. Controls on sediment supply by large rivers, in Shanley. K.W., ed., Relative role of eustasy, climate, and tectonism in continental rocks. Society for Sedimentary Geology, Special Publication, 59: 3-16.
27. Javed, A., M.Y. Khanday and R. Ahmed. 2009. Prioritization of watersheds based on morphometric and landuse analysis using RS and GIS techniques. Journal of the Indian society of Remote Sensing, 37: 261-274.
28. Kazemi, R. and J. Porhemat. 2018. Investigating the effect of hierarchical clustering methods on accurately modeling of runoff coefficient in Karkheh Basin. Journal of Watershed Engineering and Management, 10(1): 81-94 (In Persian).
29. Keshtkar, A.R., B. Asefjah, Y. Erfanifard and A. Afzali. 2016. Using fuzzy topsis technique to prioritize biological management options for basin resources (case study: Nari valley watershed in Sarvestan Fars). Journal of Range and Watershed Management, 69(1): 211-228 (In Persian).
30. Khademi, H., M. Nael, N. Hajabbasi. 2004. Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degradation in central Iran. Applied Soil Ecology, 27(3): 221-232.
31. Mohammadi, A.A. and H. Ahmadi. 2011. Prioritizing sub-basins to provide watershed rehabilitation programs (case study: Marof watershed). Quarterly Geographical Journal of Territory (Sarzamin), 8(29): 69-77 (In Persian).
32. Mohammadi, S. 2018. Prioritization of sub-catchments for operation of watershed management projects via multi-criteria decision making techniques (Case Study: Asyabjofeth Watershed). Journal of Watershed Management Research, 10(18): 36-46 (In Persian).
33. Mokaram, M., A. Darvishi Blorani and S. Negahban. 2017. Relationship between morphometric characteristics of watersheds and erodibility in different altitudinal levels using topographic position index (TPI) Case study: Nazlouchai watershed. Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (Sepehr), 26 (101): 131-142 (In Persian).
34. Mostafazadeh, R., K. Haji, A. Esmali-Ouri and H. Nazarnejad. 2017. Prioritization the critical subwatersheds based on soil erosion and sediment using watershed erosion response model (WERM) and morphometric analysis (case study: Rozechai watershed, West Azerbaijan Province). Journal of Watershed Management Research, 8(16): 142-156 (In Persian).
35. Mousavi Kiassari, E., D. Nikkami, M.H. Mahdian and E. Pazira. 2012. Investigating rainfall erosivity indices in arid and semi-arid climates of Iran. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36(3): 365-378 (In Persian).
36. Riebe, C.S., J.W. Kirchner, D.E. Granger and R.C. Finkel. 2001. Minimal climatic control on erosion rates in the Sierra Nevada, California. Geological Survey of America, Geology, 29(5): 447-450.
37. Safamanesh, R., N. Sulaiman and M. Ramli. 2006. Erosion risk assessment using an empirical model of Pasific southwest Inter Agency Committee Method for Zargeh watershed, Iran. Journal of Spatial Hydrology, 6(2): 105-120.
38. Safari, A., F. Soleimani and M. Habib Nejad Roshan. 2017.Prioritization of sub-basins in terms of erosion value derived from EPM model and identification of sensitive water courses to erosion using field observations and field operations (Case study: Babolrood watershed, Mazandaran province). Journal of Geographical Space, 17(57): 31-48 (In Persian).
39. Shariat Jafari, M., Ghayoumian, J. and H.R. Peyrovan. 2006. Intrinsic susceptibility of geological formations to weathering and erosion in watersheds located in the sedimentary-structural zone of central Iran subcontinent. Journal of Science Kharazmi University, 6(2):709-722 (In Persian).
40. Summerfield, M.A. and N.J. Hulton. 1994. Natural controls on uvial denu- dation rates in major world drainage basins. Journal of Geophysical Research, Solid Earth, 99: 13871-13883.
41. Syed, N.H., A.A. Rehman, D. Hussain, S. Ishaq and A.A. Khan. 2017. Morphometric analysis to prioritize sub-watershed for flood risk assessment in Central Karakoram National Park using GIS/RS approach. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 4th International GeoAdvances Workshop, 14–15 October, Safranbolu, Karabuk, Turkey.
42. Walling, D.E. and B.W. Webb. 1983. Patterns of sediment yield. In: Gregory, K.J. (Ed.), Background to Palaeohydrology. John Wiley & Sons Ltd, 69-100 pp.
43. Wichmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting rainfall losses—a guide to conservation planning. Agriculture Handbook, No. 537, US Department of Agriculture, Washington, DC.
44. Zare Khosh Eghbal, M. and M. Oromiyeh. 2005. Estimation of water erosion in watersheds of the country using geographic information systems. 3rd Erosion and Sediment National Conference, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, Iran (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.11.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.108]

Investigating the Status of Some Indicators of Assessment of Watersheds and Prioritizing Sub-Catchments in Terms of Erosion Reduction (Case Study of Karkheh Watershed)

Reza Bayat[1], Zahra Gerami[2], Mahmood Arabkhedri [3] , Hamid Reza Peyrowan[3] and Rahim Kazemi[4]

1- Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Institute, Agricultural Research, Education and extension Organization (Corresponding author: bayat52@gmail.com)
2- PhD Candidate, Shahrekord University
3 and 4- Associate Professor and Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Institute, Agricultural Research, Education and extension Organization
Resived: June 9, 2019 accepted: October 23, 2019

Abstract

Environmental challenges are increasing day by day which this is a result of the increasing human population and demand for natural resources. Mismanagement of natural resources causes instability in environmental indicators. Degradation of watersheds with soil erosion and sediment yield is one of the most important environmental issues in Iran. Therefore, it is necessary to prepare and complete the spatial information of the natural characteristics of the watersheds and their prioritization. Because it is used in comprehensive watershed management. The purpose of this study was to investigate the status of some indicators and prioritize sub- catchments in Karkheh watershed. So indices of sensitivity of rock units to erosion, modified fournier erosivity index, erosion intensity from EPM experimental model and sedimentation through logarithmic sediment delivery ratio and discharge data were extracted and analyzed. After calculating mentioned indices in the sub-cachtments of Karkheh watershed, the values of each indicator in the basin and sub basins were examined, standardized and compared and then sub- cachtments prioritization were performed. The clustering method was also used to group the sub- cachtments and the above mentioned indices and topographic indices. Investigation of the susceptibility of formations to erosion of Karkheh watershed showed that sensitive class to erosion is the most frequent in this basin (60 %). The largest similar category in sub- cachtments includes nine ones with codes2213, 2214, 2221, 2222, 2223, 2225, 2226, 2227 and 2228 and the coefficients of area and length of flow had the most similarity. The results of rainfall erosivity and average erosion also indicate that very high erosivity class and high erosion class have the largest area (49% and 52% respectively) in this basin which the average erosivity and erosion of the basin were 60.6 mm and 727 m3 / km, respectively. The results of the average ranking of the indicators of geological formation sensitivity, rainfall erosivity and erosion of each sub basin show that sub basins such as 2215 (Karkheh Bala) and 2224 (Khoramabad) are prioritized in terms of planning and practical measurments at the level of the basin at managerial levels and sub- cachtments such as 2211 (Karkheh Payab) and 2227 (Ab Aleshtar) are less priority than other sub- cachtments in the Karkheh watershed.

Keywords: Geological Formation Erodiblity, Integrated Watershed Management, Rainfall Erosivity, Sedimentation, Topographic Indices

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.11.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.108]