



## برآورد فرسایش و تولید رسوب با مدل EPM در حوزه آبخیز زمکان با استفاده از GIS

سهراب مرادی<sup>۱\*</sup>، سلیمان محمدی لیمایی<sup>۲</sup>، مهرداد خانمحمدی<sup>۳</sup>، پتر لوهمندر<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دوره دکتری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان و عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور

<sup>۲</sup> گروه مهندسی جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

<sup>۳</sup> گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

<sup>۴</sup> گروه اقتصاد جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی سوئد

تاریخچه مقاله:

چکیده

دریافت:

۹۳/۰۶/۰۴

اصلاح: ۹۴/۰۹/۱۶

پذیرش:

۹۴/۰۹/۲۳

واژگان کلیدی:

فرسایش

رسوب

مدل EPM

حوزه آبخیز

زمکان

سامانه اطلاعات

جغرافیایی

هر ساله بیش از ۷۵ میلیارد تن خاک از سطح کره زمین فرسایش می‌یابد. ممانعت از این خسارت، به اتخاذ روش مناسب در جلوگیری از فرسایش و حرکت رسوب نیاز دارد که لازمه آن، وجود اطلاعات دقیق در زمینه شدت فرسایش است. هدف این تحقیق تعیین میزان فرسایش و تولید رسوب و شناسایی مناطق حساس از نظر فرسایش در حوزه آبخیز زمکان واقع در غرب استان کرمانشاه است. برای رسیدن به هدف فوق از روش پتانسیل فرسایش (EPM) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) جهت کاهش خطا و افزایش دقت نسبی در تجزیه و تحلیل مدل استفاده شده است. داده‌های مورد نیاز این پژوهش، از طریق مشاهدات میدانی، نقشه‌های موجود، آمار ایستگاه‌های هواشناسی و هیدرومتری و منابع کتابخانه‌ای تأمین شد. بعد از وارد کردن نقشه‌ها به محیط نرم‌افزار ArcGIS و زمین مرجع کردن آنها، لایه‌های مورد نیاز رقومی و پایگاه اطلاعاتی برای آنها ایجاد شد. در نهایت با استفاده از جداول استاندارد ارائه شده در مدل EPM، امتیازات متناسب برای حوزه آبخیز استخراج و با تلفیق لایه‌های مذکور با توجه به روابط ارائه شده در مدل EPM، نقشه پهنه‌بندی شدت فرسایش، میزان فرسایش و رسوب برای حوزه آبخیز محاسبه شد. نتایج نشان داد که میزان فرسایش ویژه (WSP) و رسوب ویژه (GSP) حوزه به ترتیب معادل ۲۷۴۲/۰۲ و ۱۰۰۵/۵۵ مترمکعب در کیلومتر مربع در سال و کلاس و شدت فرسایش‌پذیری آن در گروه خیلی شدید (V) قرار می‌گیرد. لذا اعمال سیاست‌های مختلف کنترل فرسایش در سطح حوزه ضروری است.

مقدمه

یکی از مهمترین منابع طبیعی هر کشوری خاک است. خاک یک منبع زنده، دینامیک و تجدید ناپذیر در طول عمر انسان است که برای تولید غذا و همچنین توازن جهانی اکوسیستم‌ها ضروری و حیاتی است (۹). منابع آب و خاک از نظر اقتصادی و

\* نویسنده مسئول: پست الکترونیک: [moradi\\_4@pnu.ac.ir](mailto:moradi_4@pnu.ac.ir)

اکولوژیکی به عنوان ارکان اصلی منابع طبیعی و توسعه فعالیت‌های کشاورزی شناخته شده و در واقع منشاء تولید می‌بایست باشد. اولین بشر و تأمین کننده نیازهای طبیعی گیاهان و موجودات زنده در اکوسیستم می‌باشند (۱۳). امروزه فرسایش تسریع یافته‌ی خاک به دلیل تأثیرات آن روی اقتصاد و محیط زیست، به عنوان یک مشکل جهانی مطرح است (۱۹). طبق برآورد سازمان خوار و بار جهانی هر سال بیش از ۷۵ میلیارد تن خاک از سطح کره زمین فرسایش می‌یابد که برابر ۱۳۴ تن در هر کیلومتر مربع است (۳۰) و در کشور ایران نیز سالانه نزدیک ۲ میلیارد تن از خاکهای بارز هدر می‌رود (۱۵) چنانکه در طی سال‌های ۱۳۳۰ تا ۱۳۷۸ میزان فرسایش خاک در ایران افزایش ۴۵۰ درصدی داشته است (۲) که نشانگر بحرانی بودن وضعیت فرسایش و لزوم کنترل آن در ایران می‌باشد.

کمبود ایستگاه‌های هیدرومتری در اکثر حوزه‌های مناطق کوهستانی غرب کشور، باعث شده است که شناخت صحیحی از نواحی حساس به فرسایش در سطح حوزه‌ها وجود نداشته باشد، تا با اقدامات متناسب با شرایط محیطی، از هدررفت این سرمایه ملی جلوگیری شود. عدم وجود یا کمبود بسیار زیاد آمار و اطلاعات نیز در زمینه فرسایش خاک و تولید رسوب در حوزه مورد مطالعه (حوزه آبخیز زمکان) بروز مشکلاتی برای اهالی از جمله کاهش پتانسیل تولیدی اراضی، آسیب رسانی به راه‌های ارتباطی، انسداد کانال‌های آبرسانی و پل‌ها و همچنین تخریب باغات و اراضی حاشیه رودخانه حوزه آبخیز شده است. به این ترتیب در حال حاضر مسئله فرسایش خاک و پیامدهای آن در منطقه مورد مطالعه به عنوان یک مشکل جدی مطرح می‌باشد که با شناخت درست از فرایندهای حاکم بر فرسایش و دست یافتن به برآوردی نسبتاً دقیق از میزان رسوب و هدررفت خاک بر اساس روش‌های تجربی مناسب، می‌توان مناسب‌ترین راه برای کنترل و مهار فرسایش ارائه نمود.

از بین روش‌ها و مدل‌های ارائه شده تجربی (EPM, BLM, FAO) کاربرد مدل‌های تجربی EPM و PSIAC بیشتر مورد توجه کارشناسان و محققان داخلی است (۲۷). به طوری که کارایی استفاده از مدل EPM در حوزه‌های آبخیز کشور به اثبات رسیده است (۳۱). مدل EPM شامل تعیین شدت فرسایش در یک حوزه‌ی آبخیز، اندازه‌گیری میزان حمل رسوب و محاسبه میزان رسوب‌گذاری در قسمت‌های مختلف یک حوزه می‌باشد (۱۴) که با استفاده از اطلاعات حاصل از قطعه زمین-های فرسایشی و اندازه‌گیری رسوب پس از ۴۰ سال تحقیق در کشور یوگسلاوی سابق به دست آمده و برای اولین بار در سال ۱۹۸۸ در کنفرانس بین‌المللی رژیم رودخانه توسط گاوریلوویچ<sup>۱</sup> ارائه گردیده است (۲۳) و در ایران نیز در حوزه‌های مختلفی به کار برده شده است (۲۴-۲۸-۳۲ و ۳۳) که مطالعات آنها دلالت بر قابل قبول بودن نتایج مدل EPM دارد.

Devente و همکاران، با مطالعه برای پیش‌بینی تولید رسوب در مقیاس حوزه‌ی آبخیز به این نتیجه رسیدند که برای نزدیک شدن به واقعیت تولید رسوب در هر حوزه‌ی آبخیز، علاوه بر استفاده از مدل‌های شبه کمی باید در استفاده از این مدل‌ها از داده‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای نیز جهت اجرایی‌تر شدن نتایج استفاده شود (۱۰). امروزه سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS<sup>۲</sup>) بستری برای ذخیره، نگهداری، مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی می‌باشد. با بهره‌گیری از این سامانه می‌توان عامل خطاهای انسانی را به حداقل رساند (۲۹). در گذشته نیز تحقیقاتی توسط محققین در زمینه استفاده از GIS و سنجش از دور (RS<sup>۳</sup>) جهت برآورد فرسایش و رسوب انجام گرفته است که از آن جمله می‌توان به کارهای Hill (۱۹۹۳)، ضیایی-اسفندرانی (۱۳۸۳)، Gobin و همکاران (۲۰۰۳)، جلیلی و همکاران (۱۳۸۴)، امینی و همکاران (۲۰۱۰)، برزو و همکاران (۱۳۸۷)، امیری (۲۰۱۰) و رنگزن و مرادزاده (۱۳۸۴) اشاره نمود. همچنین رفاهی و نعمتی (۱۳۷۲) با استفاده از روش EPM، فرسایش پذیری حوضه آبخیز الموت را مطالعه کرده است و به این نتیجه رسید که این روش می‌تواند در مطالعات اجمالی فرسایش خاک موفقیت آمیز باشد. باقرزاده کریمی (۱۳۷۲) طی مطالعه‌ای با عنوان بررسی کارایی مدل‌های برآورد فرسایش و رسوب و تکنیک‌های سنجش از دور و GIS در مطالعات فرسایش خاک نسبت به بررسی کارایی چند مدل از جمله مدل EPM در حوزه آبخیز ازون دره اقدام کرده است و مدل EPM را مناسب برای سایر مناطق مشابه منطقه تحقیق دانسته است. صادقی (۱۳۷۲) برای تعیین میزان فرسایش و رسوب در زیرحوضه اوزون دره از روشهای داگلاس فونیه، کرک بای، ای پی ام، و پسیاک به این نتیجه رسیده است که مدل EPM از دقت قابل قبولی برخوردار بوده است. بیات (۱۳۸۰) نیز طی

1 - Gavrilovic

2 - Geographic information system

3 - Remote sensing

مطالعه‌ای با عنوان بررسی کارایی مدل‌های MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز طالقان به کمک GIS به بررسی این دو مدل پرداخته است. نتیجه این تحقیق نشان داد که روش EPM در برآورد رسوب، ۷۵ درصد با مشاهدات میدانی هماهنگی دارد. راستگو و همکاران (۱۳۸۵) با استفاده از مدل‌های PSIAC و EPM به برآورد رسوب در حوزه تنگ کنشت پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که کلاس فرسایش در روش EPM شدید و در روش PSIAC متوسط می‌باشد. Tangestani (۲۰۰۶) حوزه آبریز افسر در جنوب غربی ایران را با استفاده از مدل‌های EPM و PSIAC مورد مطالعه قرار داده است و به این نتیجه رسید که نتایج هر دو روش در مقایسه با مشاهدات زمینی قابل اطمینان است. قنبرزاده و غلامرضائی (۱۳۸۶) در حوزه‌ی آبریز آرّه کمر فریمان به برآورد پتانسیل فرسایش و رسوب با استفاده از مدل EPM به کمک GIS پرداخته است و نتایج نشان داد که کلاس فرسایش منطقه در گروه شدید و متوسط قرار گرفته است و اجرای سیاست‌های کنترل کننده فرسایش و رسوب در حوزه را اجتناب ناپذیر دانستند. Fanetti & Vezzoli (۲۰۰۷) برای محاسبه پتانسیل رسوب ورودی به دو دلتای برجیا و جورجیو<sup>۴</sup> در ایتالیا، از روابط تجربی عددی و مدل EPM استفاده کردند. نتایج پژوهش بیانگر دقیق بودن و برتری داشتن مدل EPM نسبت به روابط تجربی عددی در مناطق مورد مطالعه بود. نتایج تحقیق محمدیان شوئیلی و سرور (۱۳۸۶) براساس مدل‌های رایج تجربی (EPM, MPSIAC, PSIAC) فرسایش و رسوب درحوضه آبخیز گوهر رود نشان داد که مقادیر حاصل از مدل EPM با مقدار رسوب واقعی حوضه بسیار نزدیک و همسان می‌باشد. بدین لحاظ این روش را برای محاسبه فرسایش و رسوب حوضه‌های مشابه گوهر رود که فاقد ایستگاه‌های رسوب سنجی می‌باشند، مناسب دانسته است. Milevski (۲۰۰۸) خطر فرسایش خاک حوضه آبخیز برجانیکا<sup>۵</sup>، در جمهوری مقدونیه را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، روش EPM و ابزار GIS مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که GIS ابزاری ارزشمند برای پیش‌بینی و برآورد خطر احتمالی فرسایش خاک است. رنگزن و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی در حوزه‌ی پگاه سرخ‌گتوند خوزستان، بعد از مقایسه دو روش EPM و MPSIAC به این نتیجه رسیدند که نتایج به دست آمده از دو روش در اکثر مناطق انطباق زیادی با هم دارند. Tazioli (۲۰۰۹) از مدل EPM برای برآورد رسوب در یک حوضه آبخیز استفاده کرد. نتایج حاصل از پژوهش بیانگر مناسب بودن مدل برای منطقه مورد مطالعه بود. عابدینی و همکاران (۱۳۹۲) میزان فرسایش و رسوب حوضه آبخیز مشکین چای اردبیل را با روش EPM برآورد کردند. نتایج حاصل از پژوهش آنها نشان دهنده فرسایش خیلی شدید در منطقه مورد مطالعه بود. اصغری سراسکانرود و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی خطرپذیری فرسایش خاک در حوضه آبخیز ذواب لرستان با استفاده از تحلیل شبکه و فن‌آوری‌های سنجش از دور و GIS پرداختند و نتایج این پژوهش نشان داد که ۱۱ درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه در کلاس خطر خیلی زیاد، ۱۳ درصد در کلاس خطر زیاد، ۱۶ درصد در کلاس خطر متوسط، ۲۸ درصد در کلاس خطر کم و ۳۲ درصد در کلاس خطر بسیار کم واقع شده است.

در این تحقیق به بررسی فرآیند فرسایش و رسوب با استفاده از تکنیک‌های نوین در مطالعه حوزه‌های منطقه مورد مطالعه پرداخته شده است و اطلاعات مورد نیاز مدل فرسایش EPM به کمک سنجش از دور به منظور تولید داده و GIS برای تلفیق لایه‌ها حاصل گردیده است و نتایج حاصل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است و نهایتاً هدف از انجام این مطالعه استفاده از توانایی‌های مشترک سنجش از دور و GIS در مدل برآورد فرسایش و رسوب EPM در حوزه‌ی آبخیز زمکان واقع در استان کرمانشاه می‌باشد.

## مواد و روشها

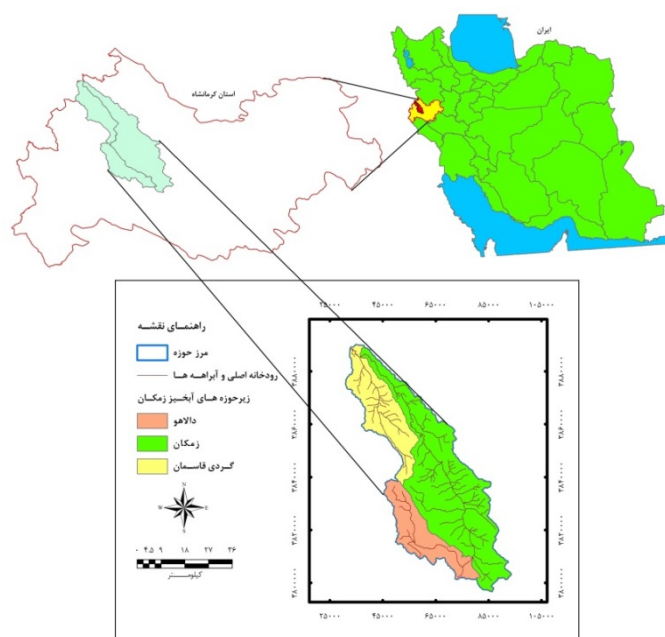
### الف- معرفی منطقه مورد مطالعه

حوزه‌ی آبخیز زمکان یکی از بزرگترین حوزه‌های آبخیز استان کرمانشاه می‌باشد که بین طول‌های جغرافیایی ۴۵ درجه و ۵۲ دقیقه و ۱۰ ثانیه و ۴۶ درجه و ۳۵ دقیقه و ۵ ثانیه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۳ دقیقه و ۴۵ ثانیه و ۳۵ درجه و ۲ دقیقه ۴۵ ثانیه شمالی واقع شده است. مساحت آن ۲۳۳۸ کیلومتر مربع و محیط آن برابر با ۳۱۴ کیلومتر می‌باشد (شکل ۱). میانگین ارتفاع این حوزه ۱۵۰۲ متر (بیشینه ارتفاع ۲۵۴۷ متر و کمینه آن ۵۱۴ متر) از سطح آبهای آزاد می‌باشد.

4 - Breggia & Greggio  
5 - Bregalnica

حوزه‌ی آبخیز زمکان از سه زیرحوزه با نام‌های زمکان، گردی قاسمان و دالاهو به ترتیب با مساحت‌های ۱۴۱۴، ۵۰۳ و ۴۲۱ کیلومتر مربع تشکیل شده است که رودخانه اصلی آن با نام زمکان با طول ۱۲۵ کیلومتر کل مساحت حوزه را زهکشی می‌نماید و به رودخانه سیروان در کشور عراق وارد می‌شود.

از لحاظ وضعیت آب و هوایی، حوزه‌ی آبخیز زمکان در منطقه نیمه مرطوب معتدل واقع شده است و منشأ عمده بارندگی‌های آن کوهستانی است. میانگین ریزش‌های جوی سالیانه حوزه‌ی آبخیز زمکان برابر ۴۵۰ میلیمتر و متوسط درجه حرارت سالیانه آن برابر ۱۵/۸ درجه سانتیگراد ثبت گردیده است.



شکل ۱- موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه در کشور ایران و استان کرمانشاه

### ب- مواد تحقیق

در انجام این تحقیق از مواد زیر با توجه به موضوع، ماهیت تحقیق و روش بکار رفته استفاده شده است:  
الف- آمار و اطلاعات موجود شامل داده‌های هواشناسی، نقشه‌های خاکشناسی، قابلیت اراضی خاک از منطقه مورد مطالعه در ارتباط با موضوع تحقیق مشتمل بر داده‌ها و اطلاعات مربوط به سازمان هواشناسی و سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور جمع‌آوری گردید.

ب- نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی ارتش جمهوری اسلامی ایران به عنوان نقشه پایه.

ج- نقشه زمین‌شناسی منطقه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ جهت تهیه نقشه سنگ‌شناسی و وضعیت سازند منطقه.

د- تصاویر ماهواره‌ای IRS-P6 سنجنده‌های LissIII و LissIV سال ۲۰۰۸ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح جهت تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه.

ه- بسته‌های نرم‌افزاری ArcGIS، PCI Geomatica و Excel جهت تجزیه، تحلیل و استخراج اطلاعات و نقشه‌های پایه.

### ج- روش تحقیق

در این تحقیق برای برآورد شدت فرسایش و پتانسیل رسوبدهی حوزه‌ی آبخیز مورد مطالعه از روش EPM و تکنیک‌های RS و GIS استفاده شده است. بعد از وارد کردن نقشه‌ها به محیط نرم‌افزار ArcGIS و زمین مرجع کردن آنها، لایه‌های مورد نیاز رقومی و پایگاه اطلاعاتی برای آنها ایجاد شد. با استفاده از مدل EPM، عوامل مؤثر در فرسایش در زیرحوزه‌ها ارزیابی و امتیازدهی شد. در این روش که در حقیقت ضریب شدت فرسایش است، چهار عامل شامل ضریب فرسایش حوزه ( $\Psi$ )، ضریب

کاربری اراضی (Xa)، ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y) و شیب متوسط حوزه‌ی آبخیز (I) در زیرحوزه‌های مختلف و در نهایت در کل حوزه‌ی آبخیز مورد بررسی قرار گرفت. در هر یک از زیرحوزه‌ها بر اساس چهار عامل فوق، مقدار Z یا ضریب شدت فرسایش، متوسط سالانه رسوب ویژه (میزان رسوب تولید شده در واحد سطح) و مقدار رسوب تولید شده در طول سال در سطح زیرحوزه‌ها و بالاخره در کل حوزه محاسبه گردیده است.

همانطور که ذکر شد، برای سهولت و دقت کار در بدست آوردن میزان فرسایش و تولید رسوب، ابتدا کل حوزه‌ی آبخیز زمکان به سه زیرحوزه به نام‌های گردی‌قاسمان، دالاهو و زمکان تقسیم شد. سپس عوامل مؤثر در تولید رسوب در هر یک از زیرحوزه‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. در مرحله آخر میزان فرسایش و تولید رسوب با استفاده از فرمول‌ها و ضرایب مربوطه بدست آمد که در زیر به بررسی هر یک از عوامل چهارگانه خواهیم پرداخت.

### ۱- ضریب فرسایش مشاهده‌ای ( $\Psi$ )

ضریب فرسایش مشاهده‌ای، نشان دهنده وضعیت ظاهری فرسایش در حوزه است. تعیین این ضریب از طریق بازدید صحرایی از منطقه و با استفاده از جدول ۱ انجام گرفت. در این مطالعه علاوه بر جدول ۱ از نقشه ژئومورفولوژی حوزه نیز برای تعیین ضریب فرسایش کمک گرفته شده است. با توجه به جدول ۱ میزان ضریب فرسایش در یک از زیرحوزه‌ها محاسبه و نتایج حاصله در شکل ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۱- مقادیر ضریب فرسایش مشاهده‌ای ( $\Psi$ ) (۲)

ردیف	شرایط فرسایش حوزه	مقادیر میانگین
۱	منطقه دارای خندق‌های زیاد و فرسایش شدید می باشد	۱
۲	در حدود ۸۰٪ منطقه دارای فرسایش خندقی و شیاری می باشد	۰/۹
۳	در حدود ۵۰٪ منطقه دارای فرسایش خندقی و شیاری می باشد	۰/۸
۴	کل منطقه دارای فرسایش سطحی، رسوبات و واریزه‌ها و به مقدار کم فرسایش خندقی و شیاری	۰/۷
۵	کل منطقه دارای فرسایش سطحی ولی بدون آثار فرسایش عمیق (خندق‌ها، شیاریها و واریزه‌ها)	۰/۶
۶	۵۰٪ منطقه دارای فرسایش سطحی و بقیه بدون فرسایش	۰/۵
۷	۲۰٪ منطقه دارای فرسایش سطحی و بقیه بدون فرسایش	۰/۴
۸	سطح زمین فاقد فرسایش قابل رؤیت بوده ولی در کنار رودخانه‌ها، واریزه و لغزش مشاهده می‌شود	۰/۳
۹	سطح زمین فاقد فرسایش قابل رؤیت بوده و اغلب دارای پوشش زراعی است	۰/۲
۱۰	سطح زمین فاقد فرسایش قابل رؤیت بوده و غالباً تحت پوشش جنگل و گیاهان دائمی است	۰/۱

### ۲- ضریب استفاده از زمین (Xa)

این ضریب مربوط به نوع کاربری اراضی است و امتیاز مربوط به کاربری‌های مختلف در زیرحوزه‌ها از طریق نقشه کاربری اراضی (شکل ۳) و بر اساس جدول ۲ مشخص می‌شود. برای تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای IRS-P6 سنجنده-های LissIII و LissIV سال ۲۰۰۸ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح استفاده شد. پس از انجام تصحیحات رادیومتریک و هندسی که با نرم‌افزار PCI Geomatica انجام گرفت، اقدام به طبقه‌بندی نظارت شده با استفاده از نقاط تعلیمی شده و همچنین تفسیر چشمی نموده و نقشه کاربری اراضی تهیه شد. با توجه به جدول ۲ و نقشه کاربری اراضی (شکل ۳) میزان ضریب استفاده از زمین در هر یک از زیرحوزه‌ها محاسبه و نتایج حاصله در شکل ۴ نمایش داده شده است.

جدول ۲- امتیاز ضریب استفاده از زمین (Xa) (۲۳)

ردیف	شرایط استفاده از زمین	مقادیر میانگین
۱	اراضی غیر قابل کشت و زرع و بدلندها	۱
۲	اراضی تپه ماهوری و شخم خورده برای زراعت	۰/۹
۳	باغات میوه، تاکستان‌های بدون پوشش گیاهی مرتعی	۰/۸
۴	کشتزارهای شخم خورده بر روی خطوط تراز	۰/۷
۵	جنگل های مخروطه و فرسایش یافته و بوته زارهای ایجاد شده بر روی خاکهای فرسوده	۰/۶
۶	مراعات کوهستانی خشک	۰/۵
۷	مزارع دائمی و یونجه زارها	۰/۴
۸	مراعات زهکشی شده و پوشیده از گراس ها	۰/۳
۹	جنگل های خوب بر روی شیب های تند	۰/۲
۱۰	جنگل های خوب بر روی شیب های ملایم	۰/۱

## ۳- ضریب حساسیت خاک و سنگ به فرسایش (Y)

ویژگی فیزیکی سنگها در برابر اثرات اقلیمی و زیستی نقش تعیین کننده‌ای دارند (۲۱). به عبارت دیگر سنگ‌ها و نهشته‌های غیر متراکم سطح زمین از نظر مقاومت به فرسایش در کلاس‌های مختلفی قرار می‌گیرند. بنابراین برای برآورد میزان فرسایش و تولید رسوب در روش EPM لازم است حساسیت سنگ‌ها در منطقه مورد مطالعه ارزیابی شود. در این مطالعه پس از تهیه نقشه سنگ شناسی و زمین‌شناسی منطقه (شکل ۵) از طریق اسکن نقشه کاغذی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و رقومی کردن آن با نرم‌افزار ArcGIS، مطابق جدول ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (جدول ۳) امتیاز آنها برای زیرحوزه‌های مختلف و در نهایت کل حوزه مشخص شد و نتیجه حاصله در شکل ۶ نمایش داده شده است.

جدول ۳- مقادیر ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y) (۲۳)

ردیف	شرایط سنگ و خاک	مقادیر میانگین
۱	ماسه، سنگ ریزه، شیست	۲
۲	لس، توف، خاک شور و خاک استپی	۱/۶
۳	سنگ هوازده و مارن	۱/۲
۴	ماسه سنگ قرمز سرپانتین و رسوبات فلیشی	۱/۱
۵	پدزول، پاراپدزول، شیست خردشده، میکاشیست، گنیس، شیست آرژیلیت دار	۱
۶	سنگ آهک سخت، لاشبرگ، خاک‌های هوموسی و سیلیکات دار	۰/۹
۷	خاک‌های جنگلی قهوه‌ای و خاک های کوهستانی	۰/۸
۸	خاک‌های باتلاقی و هیدرومورف سیاه یا خاکستری تیره	۰/۶
۹	چرنوزوم و رسوبات آبرفتی با بافت خوب	۰/۵
۱۰	سنگهای آذرین سخت	۰/۲۵

## ۴- شیب متوسط حوزه (I)

در این مطالعه جهت استخراج پارامتر شیب، با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM) در محیط نرم‌افزار ArcGIS، نقشه درصد متوسط شیب استخراج گردیده است (شکل ۷).

با توجه به چهار فاکتور محاسبه شده در مرحله قبل (ضریب فرسایش مشاهده‌ای، ضریب استفاده از زمین، حساسیت سنگ و خاک به فرسایش و شیب متوسط حوزه)، مقدار  $Z$  یا ضریب شدت فرسایش برای هر یک از زیرحوزه‌ها و در نهایت کل حوزه با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (۱۲).

$$Z = Y \cdot Xa (\Psi + I^{0.5}) \quad \text{رابطه (۱)}$$

با محاسبه ضریب شدت فرسایش و قرار دادن مقدار آن در جدول استاندارد (۱۲) که بر اساس شدت فرسایش و ضریب شدت فرسایش ( $Z$ ) تنظیم شده است، طبقه فرسایشی هر یک از زیرحوزه‌ها مشخص می‌شود و نتایج آن در شکل ۸ نشان داده شده است.

جدول ۴- طبقه‌بندی شدت فرسایش (۲۳)

مقدار متوسط $Z$	محدوده $Z$	شدت فرسایش	کلاس فرسایش
۱/۲۵	$> 1$	خیلی شدید	V
۰/۸۵	$1 > Z > 0/71$	شدید	IV
۰/۵۵	$0/7 > Z > 0/41$	متوسط	III
۰/۳	$0/4 > Z > 0/2$	کم	II
۰/۱	$Z < 0/19$	خیلی کم	I

در روش EPM برای تخمین متوسط سالانه فرسایش ویژه که در حقیقت میزان فرسایش را در واحد سطح (هکتار یا کیلومتر مربع) حوزه نشان می‌دهد، از رابطه ۲ (۲۳) استفاده می‌شود:

$$W_{sp} = T \cdot H \cdot JI \cdot Z^{1.5} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن  $W_{sp}$  = متوسط سالانه فرسایش ویژه بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال،  $H$  = ارتفاع متوسط بارندگی سالانه حوزه به میلی‌متر،  $\pi$  = عدد ثابت پی ۳/۱۴ و  $T$  = ضریب درجه حرارت می‌باشد که از رابطه ۳ (۲۳) بدست می‌آید.

$$T = [(t / 10) + 0.1]^{0.5} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن  $t$  = میانگین درجه حرارت سالانه در حوزه به درجه سانتیگراد می‌باشد. بعد از محاسبه فرسایش ویژه، مقدار فرسایش سالانه در هر یک از زیرحوزه‌ها و در نهایت کل حوزه با استفاده از رابطه ۴ محاسبه می‌شود:

$$W_S = W_{SP} \times A \quad \text{رابطه (۴)}$$

که در آن  $W_S$  = فرسایش کل حوزه بر حسب مترمکعب در سال و  $A$  = مساحت حوزه بر حسب کیلومتر مربع می‌باشد. مقدار  $W_{sp}$  محاسبه شده در رابطه فوق بیانگر مقدار خاکی است که از بستر خود جدا شده و انتقال یافته است، اما همه این مواد فرسایش یافته به خروجی حوزه نمی‌رسد و آن مقدار خاک فرسایش یافته که به رسوب خروجی تبدیل خواهد شد بستگی به متغیرهای مختلفی دارد که در واقع بر نسبت رسوبدهی حوزه تأثیر می‌گذارند. در این مدل از ضریبی برای تبدیل میزان فرسایش به رسوب استفاده می‌شود که ضریب رسوبدهی حوزه نامیده می‌شود. با اعمال این ضریب معین می‌شود که چه میزان مواد رسوبی از نقطه خروجی حوزه خارج خواهد شد. ضریب رسوبدهی در روش EPM بر اساس رابطه ۵ (۱۳) و با استفاده از عواملی مثل محیط، ارتفاع و طول حوزه به دست می‌آید:

$$Ru = [4(P \times D)^{0.5}] / [L+10] \quad \text{رابطه (۵)}$$

که در آن  $Ru$  = ضریب رسوبدهی،  $P$  = محیط حوزه بر حسب کیلومتر،  $L$  = طول آبراه اصلی به کیلومتر،  $D$  = متوسط اختلاف ارتفاع در سطح حوزه بر حسب کیلومتر که از رابطه ۶ محاسبه می‌شود:

$$D = D_{av} - D_o \quad \text{رابطه (۶)}$$

که در آن که در آن  $D_{av}$  = ارتفاع متوسط حوزه آبخیز بر حسب کیلومتر و  $D_o$  = ارتفاع نقطه خروجی در رودخانه بر حسب کیلومتر است. بنابراین مقدار  $D$  را پس از محاسبه، در رابطه ۴ قرار داده و ضریب رسوبدهی حوزه محاسبه می‌شود. سپس رسوب ویژه از رابطه ۷ محاسبه می‌شود:



$$G_{SP} = W_{SP} \times Ru \quad \text{رابطه (۷)}$$

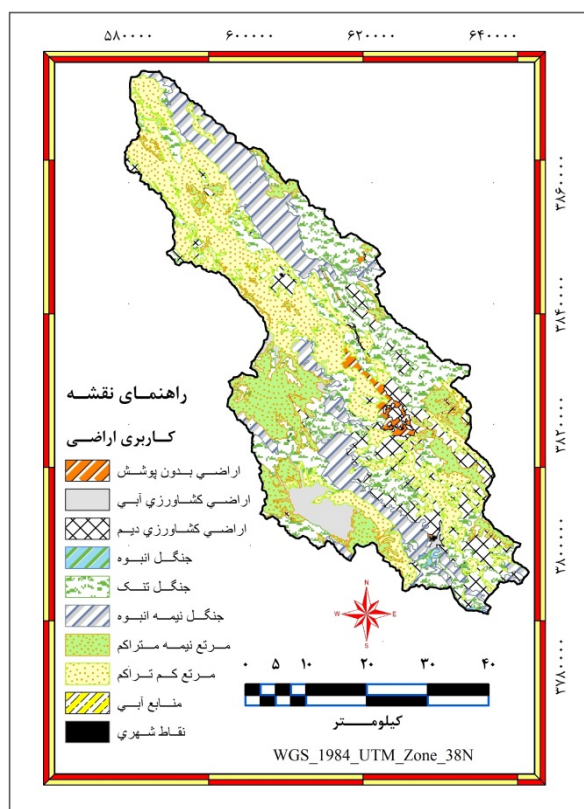
که در آن  $G_{SP}$  = رسوب ویژه بر حسب مترمکعب در سال در کیلومتر مربع می‌باشد. در نهایت رسوب کل در حوزه از رابطه ۸ حاصل می‌شود:

$$G_S = G_{SP} \times A \quad \text{رابطه (۸)}$$

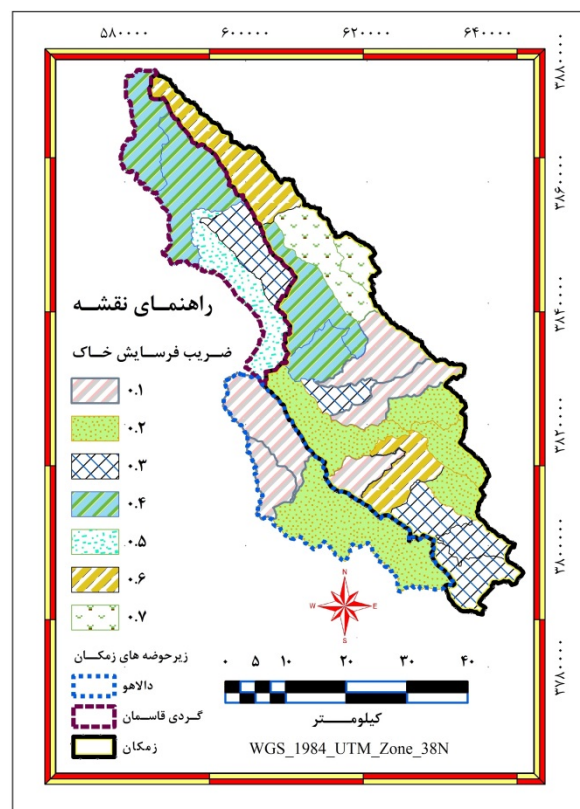
که در آن  $G_S$  = رسوب کل بر حسب مترمکعب در سال در حوزه و  $A$  = مساحت حوزه‌ی آبخیز بر حسب کیلومتر مربع می‌باشد.

## نتایج

نتایج حاصل از محاسبه‌ی مقادیر ضرایب شدت فرسایش ( $Z$ ) (شکل ۸) بر اساس مقادیر ضرایب  $Xa$  (شکل ۲)،  $Y$  (شکل ۴)،  $\Psi$  (شکل ۶) و  $I$  (شکل ۷)، میزان فرسایش ویژه ( $W_{SP}$ )، فرسایش کل ( $W_S$ )، ضریب رسوب‌دهی ( $Ru$ )، رسوب ویژه ( $G_{SP}$ ) و رسوب کل ( $G_S$ ) به تفکیک در زیرحوزه‌ها و کل حوزه محاسبه شده است. شایان ذکر است که مقادیر ضریب فرسایش، فرسایش ویژه و فرسایش کل، ضریب رسوب‌دهی، رسوب ویژه و رسوب کل به تفکیک هر یک از زیرحوزه‌ها و کل حوزه در جدول ۵ آورده شده است. بر این اساس میزان فرسایش ویژه و کل در حوزه‌ی آبخیز زمکان به ترتیب معادل ۲/۷۴ تن در کیلومتر مربع در سال و ۶۴۰۹ تن در سال است. همچنین میزان رسوب ویژه و رسوب کل در حوزه‌ی آبخیز زمکان به ترتیب معادل ۱/۰۰۵ تن در کیلومتر مربع در سال و ۲۳۵۰ تن در سال است.

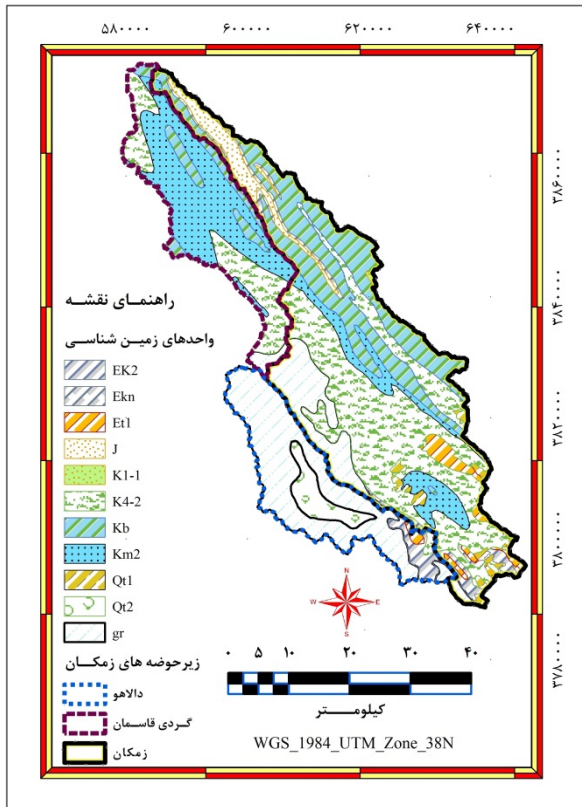


شکل ۳- نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز زمکان به روش EPM

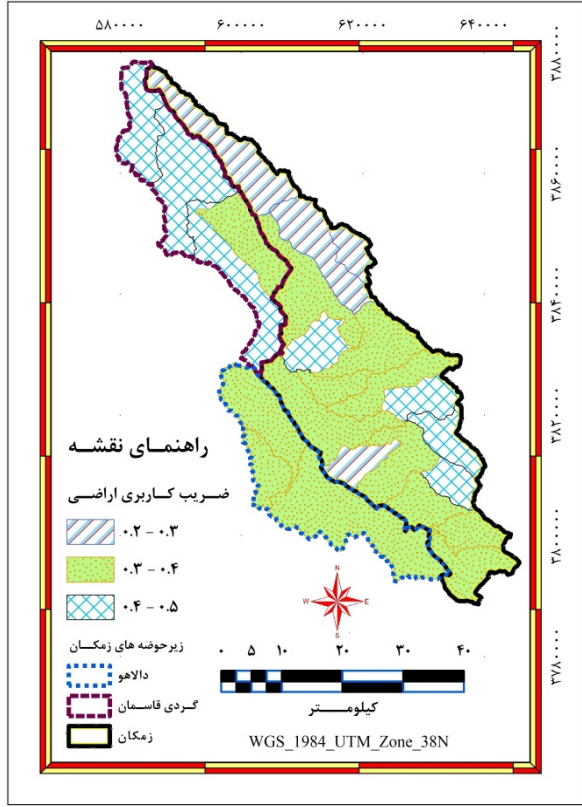


شکل ۲- نقشه ضریب فرسایش خاک حوزه آبخیز زمکان به روش EPM



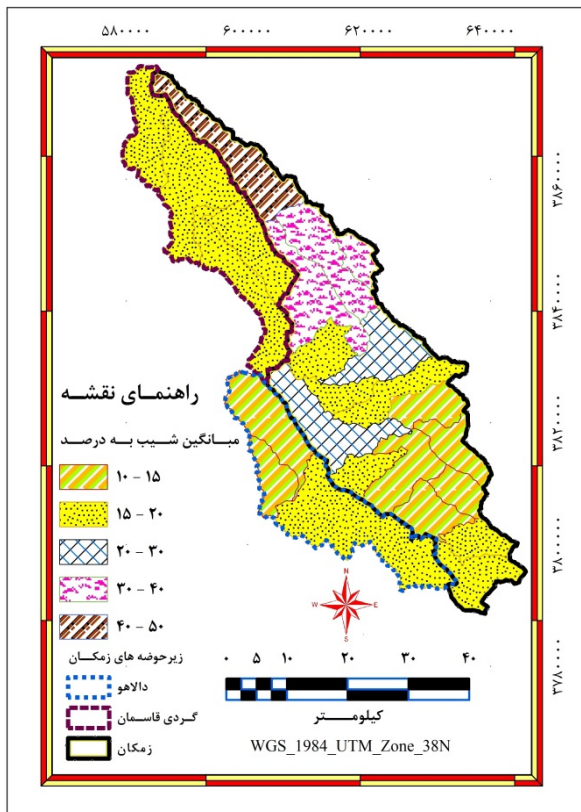


شکل ۵- نقشه سنگ شناسی حوزه آبخیز زمکان



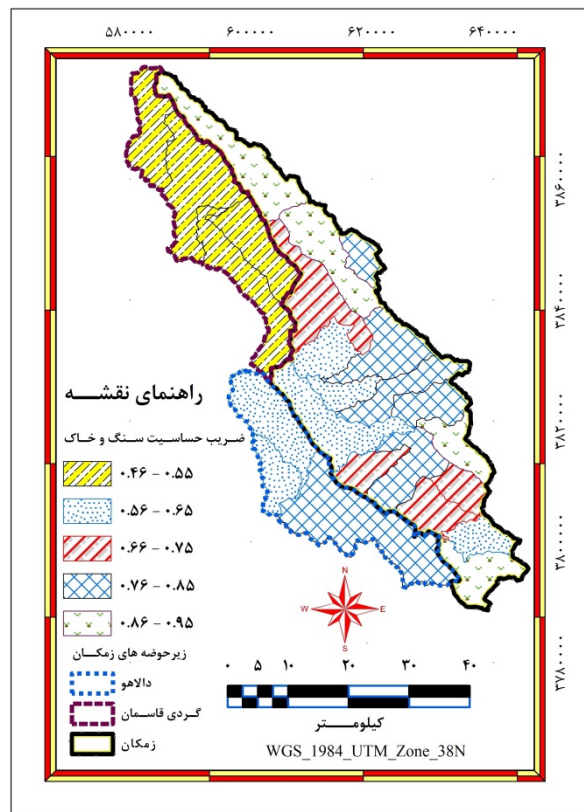
شکل ۴- نقشه ضریب کاربری اراضی حوزه آبخیز

زمکان به روش EPM



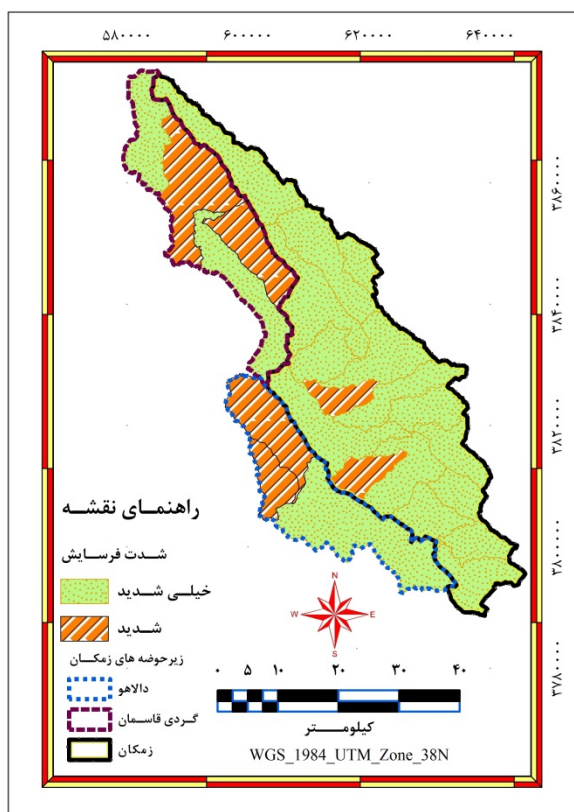
شکل ۷- نقشه میانگین شیب به درصد حوزه آبخیز

زمکان



شکل ۶- نقشه ضریب حساسیت سنگ و خاک حوزه

آبخیز زمکان به روش EPM



شکل ۸- نقشه شدت فرسایش در حوزه آبخیز زمکان با  
به روش EPM

جدول ۵- فرسایش و رسوب محاسبه شده برای زیرحوزه‌های زمکان با استفاده از مدل EPM

کل	زمکان	دالاهو	گردی قاسمان	زیرحوزه	پارامتر
۲۳۳۷/۴۲	۱۴۱۳/۷۴	۴۲۱/۰۸	۵۰۲/۶		مساحت (کیلومتر مربع)
۲۰/۸۳	۲۳/۸۹	۱۴/۳۴	۱۷/۶۸		میانگین شیب به درصد (I)
۰/۷۱	۰/۷۷	۰/۷۲	۰/۵۱		ضریب حساسیت سنگ و خاک (Y)
۰/۳۲	۰/۳۴	۰/۱۳	۰/۴		ضریب فرسایش مشاهده‌ای (Ψ)
۰/۳۷	۰/۳۴	۰/۳۸	۰/۴۳		ضریب کاربری اراضی (Xa)
۱/۲۶	۱/۳۷	۱/۰۶	۱		Z (ضریب شدت فرسایش)
V	V	V	IV		کلاس فرسایش
خیلی شدید	خیلی شدید	خیلی شدید	شدید		شدت فرسایش
۲۷۴۲/۰۲	۳۱۱۳/۹۴	۲۱۱۶/۳۱	۱۹۳۴/۵۱		WSP (m3/km2.yr) (فرسایش ویژه)
۶۴۰۹۲۶۱/۱۳	۴۴۰۲۳۰۸/۸۵	۸۹۱۱۳۷/۱۱	۹۷۲۲۸۶/۳۵		WS (m3/ yr) (فرسایش کل)
۰/۳۶۷	۰/۴۹۴	۰/۰۳۶	۰/۵۵۱		Ru (ضریب رسوبدهی)
۱۰۰۵/۵۵	۱۵۳۹/۱۴۰	۷۶/۲۵۹	۱۰۶۵/۲۸۳		Gsp (m3/km2.yr) (رسوب ویژه)
۲۳۵۰۳۸۳/۵۹۲	۲۱۷۵۹۴۳/۴۷۱	۳۲۱۱۱/۰۴۸	۵۳۵۴۱۱/۳۰۸		Gs (m3/ yr) (رسوب کل)

## نتیجه‌گیری

در انجام محاسبات مربوط به مدل EPM، میانگین ضرایب فرسایش مشاهده‌ای ( $\Psi$ )، استفاده از زمین ( $X_a$ )، حساسیت سنگ و خاک به فرسایش ( $Y$ )، و شیب متوسط حوزه (I) محاسبه و با مقایسه با جدول استاندارد، میزان فرسایش و کلاس فرسایش برای هر کدام از زیرحوزه‌ها و در نهایت کل حوزه برآورد گردید. چنانکه در جدول (۵) مشاهده می‌شود، ضریب شدت فرسایش (Z) در زیرحوزه‌های گردی‌قاسمان، دالاهو و زمکان به ترتیب برابر ۱، ۱/۰۶ و ۱/۳۷ و در کل حوزه برابر ۱/۲۶ محاسبه گردید که با توجه به جدول استاندارد (جدول ۴)، کلاس و شدت فرسایش‌پذیری زیرحوزه‌ی گردی‌قاسمان در گروه شدید (IV) و سایر زیرحوزه‌ها و کل حوزه در گروه خیلی شدید (V) قرار می‌گیرد. همچنین میزان فرسایش ویژه (WSP) و رسوب ویژه (GSP) کل حوزه به ترتیب ۲۷۴۲/۰۲ و ۱۰۰۵/۵۵ مترمکعب در کیلومترمربع در سال برآورد شد. بررسی نقشه شدت فرسایش (شکل ۸) نشان داد که در کلیه واحدهای هیدرولوژیکی زیرحوزه‌ی گردی‌قاسمان، دالاهو و زمکان هر کدام فقط ۲ واحد هیدرولوژیکی شدت فرسایش به صورت شدید حاکم است و در بقیه واحدهای هیدرولوژیکی کلیه زیرحوزه‌ها شدت فرسایش به صورت خیلی شدید حاکم است که به طور کلی نشان دهنده وضعیت فرسایشی بسیار شدید در کل حوزه‌ی آبخیز زمکان می‌باشد و لکن تأثیرگذاری هر یک از عوامل در میزان فرسایش‌پذیری حوزه بطور کامل متفاوت است.

یکی از عوامل مؤثر بر فرسایش و رسوب تولیدی، رژیم بارندگی و اقلیم حوزه می‌باشد که با بررسی آن مشخص شد که قسمت عمده‌ی ریزش‌های جوی در حوزه‌ی آبخیز زمکان از نوع باران است و در فصل زمستان با برف همراه می‌شود. اگرچه با ذوب شدن برف‌ها، رواناب‌های سطحی به جریان افتاده و جابجایی توده‌ای خاک را نیز شدت می‌بخشد؛ اما با بررسی‌های میدانی، حرکات توده‌ای خاک چندان در سطح حوزه‌ی آبخیز مشاهده نشد و لکن بارندگی به خصوص با شدت‌های بالا و زمان کم، باعث جریان سریع و شدت رواناب شده که با خود مقدار زیادی از خاک سطحی را تخریب و به صورت رسوب و بار معلق به مناطق پائین دست حوزه منتقل می‌کند.

از دیگر عوامل مؤثر بر فرسایش و رسوب تولیدی و ایجاد سیلاب حوزه، خصوصیات فیزیوگرافی و توپوگرافی از جمله شیب، ارتفاع و وضعیت آبراهه‌ها است (۱۳). شیب حوزه آبخیز زمکان در اکثر قسمت‌های آن چشمگیر است به طوری که در بسیاری از قسمت‌های زیرحوزه‌ی گردی‌قاسمان بیش از ۳۰ درصد است و شیب متوسط کل حوزه نیز ۲۰/۸۳ درصد است که در سرعت بخشیدن به فرسایش و پارامترهای مؤثر در آن از جمله رواناب تأثیرگذار است. به طور کلی در حوزه‌های با شیب ملایم به دلیل اینکه قدرت آب‌های جاری کاهش می‌یابد، بنابراین اشکال مختلف فرسایش نیز کمتر دیده می‌شود؛ در حالیکه در حوزه آبخیز زمکان به دلیل کوهستانی بودن قسمت‌های زیادی از آن، عکس این حالت اتفاق می‌افتد. تراکم زهکشی حوزه حدود ۴ کیلومتر در کیلومتر مربع است که نشان از هیدروگراف و شبکه آبراهه‌های زیاد در حوزه است. شیب بالای آبراهه اصلی حدود ۱۰ درصد نیز تأثیر زیادی در زمان تمرکز بالا و جریان سریع و رواناب و سیل دارد.

کاربری اراضی و پوشش گیاهی یکی دیگر از عوامل مؤثر در فرسایش و رسوب حوزه به شمار می‌رود. طبیعی است مناطقی که دارای پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی مناسب باشد، کمتر در معرض تخریب و فرسایش خاک قرار می‌گیرد. در حوزه آبخیز زمکان نیز که حدود ۸۰ درصد از مساحت حوزه را جنگل و مرتع با تراکم‌های متفاوت پوشانده است، انتظار می‌رود وضعیت کنترل فرسایش در سطح حوزه مناسب و میزان ضریب فرسایش در حد بسیار کم باشد؛ لکن به دلایل مختلف از جمله چرای مفرط و دایم مرتع توسط دام‌های منطقه، عدم رعایت تعادل دام و مرتع توسط دامداران، اعمال روش‌های غلط شخم اراضی، قطع بی‌رویه درختان، درختچه‌ها و بوته‌ها، عدم رعایت اصول بهره‌برداری صحیح از اراضی، تبدیل جنگلها و مراتع به اراضی کشاورزی و نیز شرایط خاص موفولوژی، فیزیوگرافی و توپوگرافی، خاک و زمین شناسی و تأثیر عوامل اقلیمی به خصوص پراکنش و شدت بارندگی، باعث شده است که وضعیت فرسایش حوزه آبخیز در حد بسیار شدید قرار گیرد. لذا اعمال روش‌های مختلف کنترل فرسایش در سطح حوزه ضروری است.

## فهرست منابع

1. Abedini, M., Shabrang, SH., & Esmali, A., 2013. **The Evaluation of Soil Erosion and Sediment Meshkinchai Watershed to EPM Method.** *Geography and Development Quarterly*, Vol. 11, No. 30, PP. 87-100.

2. Ahmadi, H., 2011. **Applied Geomorphology (Water Erosion)**, Vol. 1, 7th Edition, *University of Tehran Press*, Tehran, Iran.
3. Amini, S., Rafiei, B., Khodabakhsh, S., & Heydari, M., 2010. **Estimation of erosion and sediment yield of Ekbatan Dam drainage basin with EPM, using GIS**. *Iranian Journal of Earth Sciences (IJES)*, Vol. 2, PP. 173-180.
4. Amiri, F., 2010. **Estimate of Erosion and Sedimentation in Semi-arid Basin using Empirical Models of Erosion Potential within a Geographic Information System**. *Air, Soil and Water Research*, Vol. 3, PP. 37-45.
5. Asghari Saraskanroud, S. Belvasi, M. Zeinali, B. Belvasi, I. & Davoodi, A., 2014. **Investigation of soil erosion risk in Doab basin of Lorestan by network analysis and RS and GIS techniques**, *Quarterly Journal of ENVIRONMENTAL EROSION RESEARCH*, Vol. 4, No. 2(14), PP. 72-89.
6. Bagherzadeh Karimi, M., 1993. **A Study on the Efficiency of Erosion Potential and Sediment Yield Models Using Remote Sensing and Geographic Information Systems**. *Msc thesis*, Natural Resources College, University of Tarbiyat Modares, Tehran, Iran, P.185.
7. Bayat, R. Sarmadyan, F. Darvishsefat, A.A. & Refahi, H.G. 2001. **Efficiency survey of PASIAC and EPM methods in the Taleghan basin using GIS**. *Journal of agriculture science*, Vol. 32, PP. 203-217.
8. Borzou, A. Momayezi, M. & Nickandish, A., 2008. **Comparison of estimating soil erosion and sediment by EPM, PSIAC and MPSIAC methods in Chehl Cheshmeh basin, Fars province**. *Iranian Journal of Dynamic Agriculture*, Vol. 5, PP. 19-29.
9. Bracken, L.J., & Kirkby, M.J., 2005. **Differences in hillslope runoff and sediment transport rates within two semi- arid catchments in southeast Spain**. *Journal of Geomorphology*, Vol. 68, PP. 183 - 200.
10. Devente, J., & Poesen, J., 2005. **Predicting Soil erosion and sediment yield at the basin scale. Scale issues and semi-quantitation Model**. *Journal of Earth Science*, Vol. 20, PP. 1 - 31.
11. Fanetti, D. & Vezzoli, L., 2007. **Sediment input and evolution of lacustrine deltas: The Breggia and Greggio Rivers case study (Lake Como, Italy)**. *Quaternary International*, Vol. 173-174, PP. 113-124.
12. Gavrilovic, Z., 1988. **The use of an empirical method for calculating sediment production and transport in unstudied or torrential streams**. *International Conference for River Regime*, PP. 411-422.
13. Ghanbarzadeh, H., Gholamrezaee, M., 2007. **The Estimated of Potential Erosion and Sediment Using EPM Model in Arekamar Watershed in Fariman Using GIS**, *Geographic Sciences Quarterly*, No. 7 & 8, PP. 187-206.
14. Ghazavi, R. Vali, A. Maghami, Y. Abdi, J. & Sharafi, S., 2012. **Comparison of EPM, MPSIAC and PSIAC Models for Estimating Sediment and Erosion by Using GIS (Case Study: Ghaleh-Ghaph Catchment, Golestan Province)**. *Journal of Geography and Development*, Vol. 27, PP. 117-126.
15. Gholami, S.H., 2003. **The simulation of daily sediment yield by using distributed SWAT model in mountainous catchments (Amameh Catchments)**. *Journal of Research and Construction*, Vol. 16, PP. 28-33.
16. Gobin, A., & Govers, G., 2003. **Pan-European Soil Erosion Risk Assessment**. Third Annual report. European commission funded fifth framework project–contract QLK5-CT-I999-01323. Available at: <http://www.pesera.JRC.it>.
17. Hill, J., 1993. **Land Degradation and Soil Erosion Hazard Mapping in Mediterranean Environment with Operational Earth Observation Satellites**. *Proceedings of the international symposium of Operationalization of remote sensing*, April, Enschede, The Netherlands, PP. 19-23.
18. Jalili, k. & Hadid, M., 2005. **Quality and quantity evaluation of soil erosion and sedimentation by MPSIAC model using GIS**. *3th conference of sedimentation and erosion*, Soil Conservation and Watershed Management Research Center, Tehran, Iran.
19. Kyoung, J. L., Myung, S., Bernard, A. E., Zhenxu, T., Joongdae. C., & Ki-Sung, K., 2005. **GIS-based sediment assessment tool**. *Journal of Catena*, Vol. 64, PP. 61-80.
20. Mahammadyan Shooli, M.H. & surur, j., 2007. **Methods of erosion and sediment estimation base of tentative prevalent models (EPM, MPSIAC, and PSIAC) in Gohar-Rud basin**. *Article*

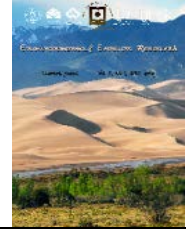


- collection of 4th national congress of science and basin management Engineering of Iran”, Tehran: Tehran university, PP. 157-176.
21. Mahmmudi, F.A., 2004. **Dynamic Geomorphology**, 6th edition, Payame Noor University Press, Tehran, Iran.
  22. Milevski, I., 2008. **Estimation of Soil Erosion Risk in the Upper Part of Bregalnica Watershed – Republic of Macedonia, Based on Digital Elevation Model and Satellite Imagery**. 5th International Conference on Geographic Information Systems (ICGIS), 2-5 July 2008 at Fatih University in Istanbul, Turkey.
  23. Rafahi, H., 2009. **Water Erosion and Conservation**, 5th Edition, University of Tehran Press, Tehran, Iran.
  24. Rafahi, H., Nematti, M.R., 1995. **Application of EPM method in studying rate of erodibility and sedimentation in Alamut-rud watershed**, *Iranian Journal of Agriculture Science*, Vol. 26, No. 1, PP. 33-46.
  25. Rangzan, K. & Moradzadeh, M., 2006. **GIS and RS application for preparing information layers of land use and land cover for MPSIAC model**. *Sedimentation conference*. Khuzestan, Iran.
  26. Rangzan, K. Zarasvandi, A. & Heydari, A., 2008. **Comparison of EPM and PSIAC models for estimation of erosion and sediment in Khuzestan Peghah Sorkh Getvand basin using by RS and GIS technique**. *Geographical Research Quarterly*, Vol. 64, PP. 123-136.
  27. Rastgou, S. Ghahraman, B. Sanaei Nejad, H. Davari, K. & Khodashenas, S.R. 2006. **Estimation of erosion and sediment in the Tangh Konesht basin by PASIAC and EPM models using by GIS**. *Journal of science and Technology of agriculture and natural Resources*, Vol. 10, No. 1, PP. 91-105.
  28. Sadeghi, H.R., 1993. **Comparison of some erosion potential and sediment yield assessment models in Ozon-Dareh sub-catchment**, *Proceedings of the National Conference on Land Use Planning*, ministry of Agriculture jihad, Tehran, Iran, PP. 41-75.
  29. Shirzadi, H., 2009. **Land sliding potential in New Road, Sanandaj - Mariwan using AHP**. *Unpublished Msc thesis*, Natural Resources College, University of Tehran, Tehran, Iran.
  30. Sobhani, B., 2002. **Comparison of FAO and MPSIAC methods for estimating sediment and erosion using GIS**. *Journal of agricultural sciences and natural resources*, Vol. 8, PP. 15-28.
  31. Sokouti Oskoe, R. Broshkeh, I. Godoosi, J. & Arabkhedri, M., 2001. **Evaluation of efficiency of MPSIAC model in estimation of sedimentation five basins of Azarbajjan Gharbi province**. *Journal of Research and Construction*, Vol. 14, PP. 35 – 37.
  32. Tangestani, M.H., 2001. **Integrating Geographic Information System in erosion and sediment yield applications using the Erosion Potential Method (EPM)**. *Proceedings of the 9th annual conference of the GIS Research UK*, Eds: D.B. Kinder and G. Higgs, 18-20 April, University of Glamorgan, Wales.
  33. Tangestani, M.H., 2006. **Comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment. Afzar Catchment, Fars Province, Iran**. *Asian Journal of Earth Sciences*, Vol. 27, PP. 585-597.
  34. Tazioli, A., 2009. **Evaluation of Erosion in Equipped Basins: Preliminary Results of A Comparison Between the Gavrilovic Model and Direct Measurements of Sediment Transport**, *Environmental Geology*, Vol. 5, No. 56, PP. 825-831.
  35. Ziaee Esfandrany, H., 2004. **GIS and RS application for sediment and erosion estimation of Shahid Abbaspour dam watershed**. *MS thesis*. Shahid Chamran University.



## Environmental Erosion Research

journal homepage: <http://magazine.hormozgan.ac.ir>



### Estimation of erosion and sediment yield with EPM model in Zemkan basin using GIS

Moradi, S.<sup>1</sup>, Mohammadi Limaeei, S.<sup>2</sup>, Khanmohammadi, M.<sup>3</sup>, Lohmander, P.<sup>4</sup>

1. PhD student in Guilan University & Instructor of Agriculture Sciences Faculty of Payame Noor University

2. Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Guilan University

3. Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Guilan University

4. Department of Forest Economics, Faculty of Forest science, Swedish University of Agricultural Sciences

#### Abstract

Every year more than 75 billion tons of soil erodes from the surface of earth. Taking care for this, appropriate methods needed to prevent erosion and sediment movement, which in its turn requires the presence of information about erosion intensity in the basin. The goal of this study is determination of erosion rate and sediment production and exploring sensitive areas of erosion in Zemkan basin, located in the West of Kermanshah Province. To achieve these objectives, the erosion potential method (EPM) was used. Geographical information system also was used to reduce the errors and increase the relative accuracy in the analysis of the model. Required data in this study were obtained through fieldwork, existing maps, data from meteorological and hydrometric stations and library resources. The necessary data layers were digitized and georeferenced and finally database were created. Using standard tables provided in the EPM model, accordant values for the basin extracted and incorporated into the layers according to the relations given in EPM model, the erosion intensity map, erosion and sediment ratio were calculated for the basin. Results revealed that the rates of especial erosion ( $W_{SP}$ ) and especial sediment are ( $G_{SP}$ ), 2742.02 and 1005.55  $m^3/km^2/Yr$  respectively. The intensity of erodibility of the basin was also classified as very intensive (V). However the intensity of the erosion in the basin suggests that, different policies of erosion control in the basin are necessary.

#### Article History:

Received:

2014 August

Revised:

2015 November

Accepted:

2015 November

#### Keywords:

Erosion

Sediment

EPM Model

Zemkan basin

GIS