

کارایی سامانه اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه فرسایش و ارائه روش‌های کنترل فرسایش

ابراهیم یوسفی مبرهن^۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۲۰

صفحات: ۳۰ تا ۴۳

چکیده

امروزه فرسایش خاک به عنوان خطری برای رفاه انسان و حیات او بشمار می‌آید در مناطقی که فرسایش کنترل نمی‌شود خاکها به تدریج فرسایش یافته و حاصل خیزی خود را از دست می‌دهند لذا بررسی موضوع فرسایش ضرورت می‌یابد. با توجه به مطالعه انجام شده در حوزه آبخیز ماسوله، دو نوع از شدت فرسایش به نام های تیپ ۳ یا فرسایش متوسط با مساحت ۲۸/۱۵ کیلومتر مربع، تیپ ۴ یا فرسایش زیاد با مساحت ۱۳/۷۹ کیلومتر مربع، را دارا می باشد. اشکال غالب فرسایشی در منطقه شامل فرسایش مکانیکی، سطحی، شیاری، آبراهه ای و واریزه ای می باشد. طبق این مطالعه مقدار متوسط فرسایش بر اساس روش Mpsiac در این حوزه ۴/۸۱ تن در هکتار در سال، نسبت تحویل رسوب (SDR) ۷۴/۳ و مقدار متوسط رسوب در این حوزه ۳/۵۸ تن در هکتار در سال می‌باشد که بیانگر فرسایش و رسوبزائی متوسط در کل حوزه و زیاد در بعضی زیرحوزه ها است. جهت کنترل فرسایش و کاهش رسوب تولیدی این حوزه برنامه های مختلفی شامل برگزاری دوره های آموزشی برای مردم در برخورد با طبیعت، اجرای برنامه های مدیریتی (شامل اعمال سیستم های چرایی، تعادل دام و مرتع، توسعه و گیاهان داروئی)، انجام عملیات بیولوژیک (شامل مرتعکاری به صورت بذرکاری، بذرپاشی، کپه کاری و نهالکاری به صورت غیرمثمر) و اجرای عملیات مکانیکی شامل احداث بندهای سنگی ملاتی، گابیون، خشکه چین، و... پیشنهاد گردیده است. کلیدواژه: فرسایش، رسوب، سامانه اطلاعات جغرافیایی، مدیریت.

مقدمه

با پیشرفت دنیای مترقی و تکنولوژی پدیده فرسایش و رسوب در حوزه های آبخیز یکی از عوامل اصلی محدودیت در روند طبیعی اکوسیستم‌های موجود می باشد. بطوریکه امروزه کمتر نقاطی از عرصه های آبخیز را می توان یافت که در معرض تخریب و فرسایش خاک قرار نگرفته باشد. با بررسی بیشتر روی علل مؤثر در وقوع این پدیده دیده می شود که عامل اصلی آن به بهره برداری از طبیعت و در واقع به انسان برمی گردد. انسان در زندگی اجتماعی و با افزایش جمعیت روز افزون خود دائم در پی افزایش بهره برداری جهت تأمین نیازهای غذایی و مایحتاج زندگی می باشد، در نتیجه بهره برداری بیشتر از حد توان از اراضی، مدیریت غلط منابع طبیعی باعث ایجاد فرایندهای فرسایشی بسیار شدیدی در سطوح اراضی شده است. فرسایش بصورت سیستمی از فرایندهای بیرونی بوده و سیستمهای شکلزایی متفاوتی را ایجاد مینماید یک سیستم شکلزایی را میتوان به صورت ترکیبی از مجموع فرایندها در ایجاد شکل ناهمواریها دانست که در یک محدوده و تحت تاثیر عوامل مؤثر قرار گرفته باشد یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر وقوع فرسایش و فرایندها و سیستم شکلزایی، شرایط سنگ شناسی، نوع سازندهای منطقه و ژئومورفولوژی آن است (محمودی ۱۳۷۴). کمبود ایستگاههای هیدرومتری در اکثر حوزه‌های مناطق 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 هدر رفت این سرمایه ملی جلوگیری شود. عدم وجود و یا کمبود بسیار زیاد آمار و اطلاعات نیز در زمینه فرسایش خاک و تولید رسوب در حوزه مورد مطالعه (حوزه آبخیز ماسوله) بروز مشکلاتی برای اهالی از جمله کاهش پتانسیل تولید اراضی، آسیب رسانی به راه‌های

ارتباطی، انسداد کانال‌های آبرسانی و پل‌ها همچنین تخریب باغات شده است.

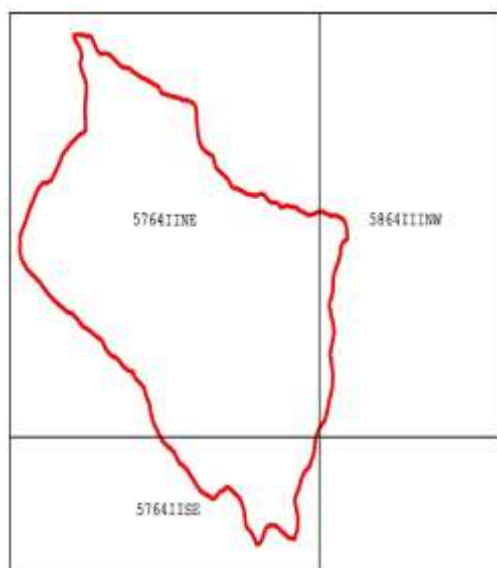
برای برآورد فرسایش و رسوب در ایران روش‌های تجربی زیادی به کار گرفته می‌شود که معادله جهانی تلفات خاک (USLE)، (ماسگرو، ۱۹۷۰ و ویشمایر اسمیت، ۱۹۷۸، ویلیافر، ۱۹۷۵) معادله اصلاح تلفات خاک (MUSLE)، (رنفرو، ۱۹۷۵) با معادله تغییر یافته تلفات خاک (RUSLE)، (رنارد و همکاران، ۱۹۹۴) و معادله روش EPM (گاوریلویچ، ۱۹۸۸)، روش پسیاک (۱۹۸۶) مهم‌ترین این روش‌هاست. عرب خدری (۱۳۷۳)، شاه کرمی (۱۳۸۱)، پاکپور به نقل از ابراهیمی و قدوسی (۱۳۸۰) و خواجه و همکاران (۱۳۸۱) و اغلب این تحقیقات نیز از بین مدل‌های مختلف، روش پسیاک را به عنوان کم‌خطاترین روش معرفی نموده‌اند.

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بستری برای ذخیره، نگهداری، مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی می‌باشد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۲). با بهره‌گیری از این سامانه می‌توان عامل خطاهای انسانی را به حداقل رساند (شیرزادی، ۲۰۰۹). در گذشته نیز تحقیقاتی توسط محققین در زمینه استفاده از GIS و سنجش از دور (RS) جهت برآورد فرسایش و رسوب انجام گرفته است که از آن جمله می‌توان به کارهای Hill (۱۹۹۳)، ضیایی اسفندرانی (۱۳۸۳)، جلیلی و همکاران (۱۳۸۴)، امینی و همکاران (۲۰۱۰) و امیری (۲۰۱۰) اشاره نمود.

مطالعات حوزه ماسوله استان گیلان، با هدف کنترل فرسایش و رسوب با پیشنهاد عملیات و پروژه‌های کنترل فرسایش و حفاظت خاک مؤثر و مفید صورت گرفته است. در بخش فرسایش و رسوب با هدف شناسایی و بررسی اشکال موجود فرسایش حوزه، بررسی علل مؤثر در فرسایش و مقدار کمی و ارزیابی از میزان فرسایش و رسوب خاک به این موارد پرداخته است. با اجرای برنامه های جامع آبخیزداری

فاصل طول جغرافیایی " ۲۴ ۰۶' ۳۷° تا " ۳۱' ۱۱ ۳۷° شرقی (۴۱۰۸۶۰۷ تا ۴۱۱۸۱۷۴ متریک) و عرض جغرافیایی " ۲۶ ۵۴' ۴۸° تا " ۱۲' ۰۰ ۴۹° شمالی (۳۱۴۱۵۶ تا ۳۲۲۷۱۱ متریک) قرار گرفته است. در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز ماسوله در سطح شهرستان فومن و استان گیلان ارائه شده است.

حوزه آبخیز ماسوله روی سه شیت نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ قرار گرفته است (شکل ۲) که در چارت زیر وضعیت قرارگیری حوزه آبخیز مورد مطالعه روی نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور ارائه شده و در آن شماره شیت های مربوطه نیز قید گردیده است



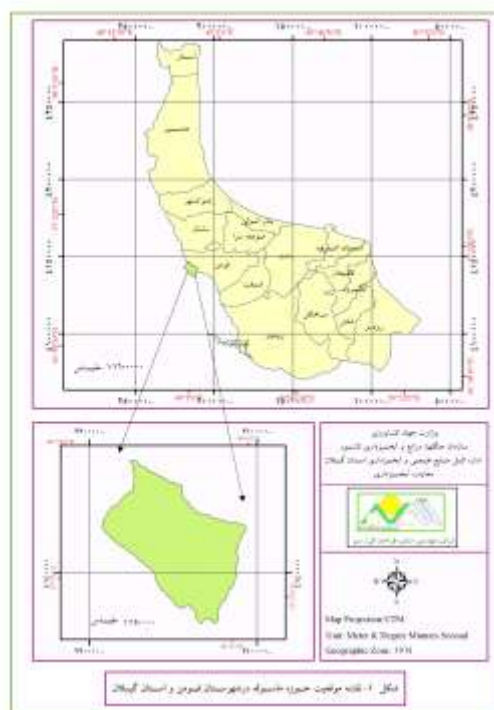
شکل ۲: موقعیت جغرافیایی حوزه های آبخیز منتخب در سه شیت

در مسیر حفاظت آب و خاک، کنترل سیلاب و روانابهای فصلی می توان تا حد قابل قبولی از شدت فرسایش خاک کاست و از زیان و خطرات ناشی از آن نیز در امان بود. این امر زمانی موفقیت آمیز خواهد بود که با مشارکت و دخالت ساکنین حوزه ها و آموزش های صحیح بهره برداری از منابع نیز توأم باشد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز ماسوله با وسعت ۴۱۹۵/۴۶ هکتار در قسمت غربی شهرستان فومن واقع شده است. حوزه آبخیز مورد مطالعه از نظر مختصات جغرافیایی در حد



شکل ۱: نقشه موقعیت حوزه آبخیز ماسوله در استان

MPSIAC برای برآورد بار رسوبی حوزه‌ها استفاده شده است. و پس از محاسبه فرسایش و رسوب تولیدی با استفاده از مدل‌های فوق و مراجعه به جدول شدت رسوبدهی، طبقه و شدت فرسایش ابتدا برای هر واحد کاری و پس از آن در داخل هر واحد هیدرولوژیک، برای واحد‌های هیدرولوژیک نیز تعیین میشود و براین اساس نقشه شدت رسوبدهی به صورت کمی و کیفی برای حوزه تهیه شده است. آنگاه با بررسی عوامل مؤثر در تخریب و فرسایش حوزه، وضعیت گذشته و وضعیت فعلی فرسایش، پیشنهادات کنترل فرسایش برای حوزه تهیه و ارائه گردید.

نتایج و بحث

تهیه نقشه تیپ‌های فرسایشی

نقشه تیپ‌های فرسایشی محدوده مطالعاتی با در نظر داشتن نتایج حاصل از بازدیدهای میدانی و مطالعات دفتری تهیه و در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: مساحت و درصد هر یک از رخساره‌های فرسایشی

مساحت		رخساره فرسایشی
درصد	هکتار	
۱۳/۴	۵۶۲/۴۶	$S_{۳۳}R_{۲۲}$
۷/۹۹	۳۳۵/۳۴	$S_{۴۴}R_{۳۳}$
۳۵/۱۹	۱۴۷۶/۵۴	$S_{۲۲}V_{۲۲}$
۱۴/۴۹	۶۰۸/۲۵	$S_{۳۳}V_{۳۳}$
۳/۱۹	۱۳۴/۲۱	$S_{۲۲}R_{۲۲}V_{۲۲}$
۱۱/۵۸	۴۸۶/۰۷	$S_{۴۴}R_{۳۳}V_{۳۳}$
۹/۰۴	۳۷۹/۴۸	$S_{۳۳}D$
۳/۴۳	۱۴۴/۲۷	D
۱/۵۵	۶۵/۱۴	L
۰/۱۴	۳/۷۹	$Ch_{۳۳}$
۱۰۰	۴۱۹۵/۴۶	Total

طبقه بندی تیپ‌های فرسایشی از نظر شدت

در این مطالعه جهت تعیین میزان شدت فرسایش هر یک از تیپ‌های فرسایشی از روش BLM استفاده گردیده است. در این روش به هفت عامل

برای انجام این مطالعه چهار مرحله زیر به ترتیب انجام شده است:

- مرحله کتابخانه ای

در این مرحله اقدام به جمع آوری مطالب موجود در ارتباط با حوزه مانند نقشه‌های توپوگرافی و زمین شناسی، عکس‌های هوایی و وجود یا عدم وجود آمار ایستگاه رسوب سنجی شده است.

- مرحله تهیه نقشه مقدماتی تیپ و اشکال فرسایش پس از تهیه اطلاعات کتابخانه ای با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، زمین شناسی، عکس‌های هوایی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه مقدماتی تیپ و اشکال فرسایش حوزه تعیین گردیده است. نیز در این مرحله اقدام به تهیه نقشه واحدهای کاری با استفاده از نقشه‌های زمین شناسی، ژئومورفولوژی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی و نقشه شیب منطقه شد.

- مرحله صحرایی

در این مرحله نقشه مقدماتی تیپ و اشکال فرسایشی حوزه با واقعیت موجود در منطقه روی زمین تطبیق داده شده و تغییرات لازم برای تهیه نقشه نهائی تیپ و اشکال فرسایش با استفاده از GPS و پیمایش صحرایی در آن لحاظ گردیده است. همچنین در این مرحله فرم BLM که مربوط به وضعیت فرسایشی می باشد تکمیل شده است.

- مرحله تهیه نقشه نهائی تیپ و اشکال فرسایش و برآورد

میزان فرسایش و رسوب تولیدی حوزه

در این مرحله با اعمال تغییرات مشاهده شده در عملیات صحرایی بر روی نقشه مقدماتی تیپ و اشکال فرسایش برای حوزه تعیین شده است. همچنین برای بررسی نقش پارامترهای مختلف در فرسایش و رسوبزائی حوزه مطالعات پایه مانند فیزیوگرافی، هواشناسی، هیدرولوژی، خاکشناسی و پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گرفتند و مطالب مورد نیاز از این مطالعات خلاصه برداری شدند سپس به علت عدم وجود ایستگاه اندازه گیری رسوب از روش تجربی

هفت عامل، امتیاز عامل سطحی خاک (S. S. F.) بدست می آید (رفاهی، ۱۳۷۵). در جدول زیر اشل شدت فرسایش بر حسب جمع نمرات هفت عامل فوق ارائه گردیده است.

حرکت خاک سطحی، حرکت لاشبرگ در سطح خاک، وضعیت سنگریزه سطح خاک (عمدتاً از نظر توزیع و تراکم)، قطعات سنگی تحکیم یافته، وجود فرسایش شیاری، فرم آبراهه و وجود فرسایش خندقی بین صفر تا ۱۵ امتیاز تعلق می گیرد. از مجموع این

جدول ۲: وضعیت فرسایش بر حسب جمع نمرات هفت عامل روش BLM

ردیف	وضعیت فرسایش	جمع امتیاز عوامل هفتگانه
۱	جزئی	۰-۲۰
۲	کم	۲۱-۴۰
۳	متوسط	۴۱-۶۰
۴	شدید	۶۱-۸۰
۵	خیلی شدید	۸۱-۱۰۰

لذا وضعیت فرسایش هر یک از تیپ های فرسایشی حوزه با استفاده از عوامل هفت گانه روش BLM در جدول ۳ به صورت تفصیلی ارائه گردیده است.

اگر چه ارزیابی عوامل موثر در فرسایش در ابتدا به صورت کمی انجام می پذیرد اما تقسیم بندی در پایان به صورت ارزیابی کیفی است که در اینصورت روند فرسایشی فعلی حوزه برای همگان ملموس خواهد بود.

جدول ۳: وضعیت طبقه بندی شدت اشکال فرسایشی حوزه بر اساس روش BLM

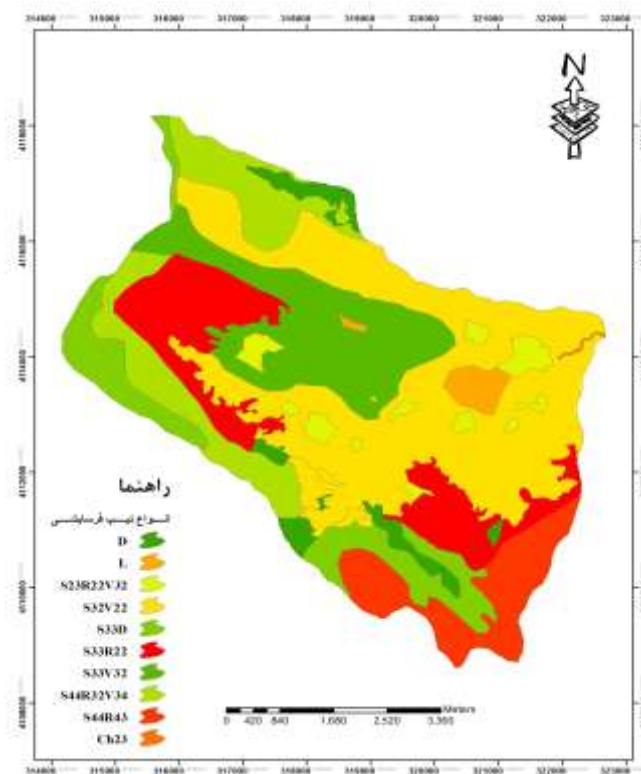
رخساره های فرسایشی										فاکتورهای BLM
Ch _{rr}	L	D	S _{r+D}	S _{r+R+V_{rr}}	S _{r+R+V_{rr}}	S _{r+V_{rr}}	S _{r+V_{rr}}	S _{r+R_{rr}}	S _{r+R_{rr}}	
۱۱	۱۱	۹	۸	۹	۸	۱۱	۹	۱۱	۹	حرکت خاک
۱۱	۹	۹	۸	۹	۱۰	۱۱	۷	۱۱	۹	حرکت لاشبرگ
۱۱	۱۱	۳	۷	۹	۸	۸	۶	۹	۸	پوشش سنگی سطح زمین
۱۰	۱۲	۱۰	۹	۱۲	۹	۹	۸	۸	۱۰	قطعات سنگی تحکیم یافته
۱۰	۱۰	۹	۹	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۱۲	۱۱	شیارهای سطحی
۱۰	۱۰	۱۰	۱۲	۱۲	۹	۱۱	۱۱	۱۲	۱۰	الگو یا فرم آبراهه
۴	۴	۴	۷	۸	۸	۸	۹	۷	۷	توسعه فرسایش خندقی
۶۷	۶۷	۵۴	۶۰	۷۲	۶۴	۶۹	۶۰	۷۰	۶۴	جمع امتیازات
شدید	شدید	متوسط	متوسط	شدید	شدید	شدید	متوسط	شدید	شدید	وضعیت فرسایش

۶-۸- تعیین مهمترین عوامل تشدید فرسایش در هر یک از رخساره های فرسایشی با توجه به آنکه انواع اشکال فرسایش در منطقه بطور تفصیلی معرفی گردید لذا در جدول ۴ عوامل

اصلی بوجود آورنده به تفکیک ارائه گردیده است همچنین نقشه سیمای فرسایشی حوزه در شکل ۳ ارائه شده است.

جدول ۴: عوامل اصلی بوجود آورنده انواع اشکال فرسایش موجود در حوزه مورد مطالعه

عوامل عمده تشدید فرسایش	رخساره فرسایشی
حساسیت سنگ به فرسایش، اختلاف درجه حرارت شب و روز، انقباض و انبساط و ایجاد شکاف در سنگها و شیب زیاد دیواره ها	D
زراعت، چرای بیش از حد دام، از بین رفتن پوشش گیاهی، حساسیت سنگ به فرسایش و ایجاد شکاف در سنگها و شیب زیاد دیواره ها	$S_{23}D$
حساسیت مواد مادری به فرسایش، زراعت، چرای دام و کاهش پوشش گیاهی	$S_{23}R_{23}$ $S_{24}R_{23}$
حساسیت خاک به فرسایش، ضعف پوشش گیاهی، عدم رعایت اصول جاده سازی در منطقه مورد نظر در برخی نقاط، چرای بیش از حد دام	$S_{23}V_{23}$ $S_{23}V_{23}$ $S_{23}R_{23}V_{23}$ $S_{24}R_{23}V_{24}$
حساسیت خاک به فرسایش، ضعف پوشش گیاهی و شیب اراضی	L



شکل ۳: نقشه سیمای فرسایشی حوزه

روشهای تجربی، روش MPSIAC به دلیل دارا بودن تعداد پارامترهای بیشتر دارای برآوردی نزدیکتر به واقعیت نسبت به بقیه روشها می باشد. در این مطالعه هم از این روش استفاده شده، که در زیر به تشریح نه پارامتر و چگونگی تعیین آنها پرداخته شده است. در جدول ۵ عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب و همچنین معادلات مربوط به مدل MPSIAC ارائه گردیده است.

جدول ۵: عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب با معادلات مربوط در مدل MPSIAC

شماره	عوامل موثر در فرسایش	ضریب اصلاح شده	شرح و تفسیر
۱	زمین شناسی سطحی یا سنگ شناسی	$Y_1 = X_1$	
۲	خاک	$Y_2 = 16.67 X_2$	X_2 عامل فرسایش پذیری خاک در فرمول U.S.L.E می باشد.
۳	آب و هوا	$Y_3 = 0.2 X_3$	X_3 عبارت است از بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله
۴	رواناب	$Y_4 = 0.006 R + 10 Q_p$	$X_4 = (\text{حجم هرز آب سالانه} * 0.3 + \text{دبی پیک سالانه به } m^3/sec.km^2 * 50)$
۵	پستی و بلندی	$Y_5 = 0.33 X_5$	X_5 عبارت است از شیب متوسط حوزه بر حسب درصد
۶	پوشش سطح زمین	$Y_6 = 0.2 X_6$	X_6 عبارت است از پوشش گیاهی حوزه بر حسب درصد
۷	استفاده از زمین	$Y_7 = 200.2 X_7$	X_7 عبارت است از درصد تاج پوشش
۸	وضعیت سطح خاک و فرسایش	$Y_8 = 0.25 X_8$	X_8 عبارت است از وضعیت سطح خاک و فرسایش با استفاده از روش B.L.M
۹	فرسایش رودخانه ای	$Y_9 = 1.67 X_9$	X_9 عبارت است از فرسایش خندقی در مناطق کم شیب و مجاور رودخانه ها

برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب

پس از آنکه ارتباط ۹ عامل موثر در روش MPSIAC اصلاح شده با میزان فرسایش خاک و تولید رسوب در هر واحد هیدرولوژیکی و کل حوزه آبخیز بررسی گردید، در ادامه و به منظور برآورد درجه رسوبدهی R در هر واحد هیدرولوژیکی، امتیاز ۹ عامل فوق با هم تلفیق گردید. در ادامه و به منظور محاسبه میزان رسوب دهی سالانه هر واحد هیدرولوژیکی و در نهایت کل حوزه آبخیز، مقدار R بدست آمده در رابطه اصلاح شده جانسون و گمبهارت قرار داده شد، تا میزان رسوب حاصله در زیر حوزه

منطقه بر حسب تن در هکتار و متر مکعب بر کیلومتر مربع تعیین شود.

Q_s : میزان رسوبدهی سالانه بر حسب تن در هکتار

R: درجه رسوبدهی

Q_s : میزان رسوبدهی سالانه بر متر مکعب در کیلو متر مربع

R: درجه رسوبدهی

بعد از برآورد میزان رسوبدهی سالانه با استفاده از جدول ۶، شدت رسوبدهی و کلاس فرسایش خاک تعیین گردید.

جدول ۶: تعیین شدت رسوبدهی و کلاس فرسایش خاک در روش MPSIAC

کلاس فرسایش	شدت رسوبدهی	جمع اعداد بدست آمده از ۹ عامل موثر در فرسایش
۵	خیلی زیاد	>۱۰۰
۴	زیاد	۷۵-۱۰۰
۳	متوسط	۵۰-۷۵
۲	کم	۲۵-۵۰
۱	خیلی کم یا جزئی	۰-۲۵

نقشه شدت فرسایش

پس از آنکه محاسبات لازم انجام شد و شدت فرسایش در هر زیر حوزه بدست آمد زیر حوزه‌هایی را که شدتهای یکسانی دارند با همدیگر ادغام کرده و شدتهای دیگر را مشخص می‌نمائیم در روش Mpsiac شدت فرسایش و رسوبدهی در پنج کلاس مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. با استفاده از نتایج بدست آمده در بخش برآورد فرسایش و رسوب، امتیازات

شدت فرسایش و رسوبدهی هر واحد مطالعاتی بر مبنای روش فوق طبقه بندی گردیده است مساحت و درصد هریک از طبقات شدت فرسایش در جدول ۷ ارائه شده است و در نهایت نقشه شدت فرسایش بدست می‌آید که در کارهای آبخیزداری مناطقی که شدت فرسایش بیشتری دارند باید در الویت (از نظر عملیات اصلاحی) قرار گیرند.

جدول ۷: مساحت شدت فرسایش در حوزه آبخیز ماسوله

مساحت		شدت رسوبدهی	کلاس رسوبدهی و فرسایش
درصد	کیلومتر مربع		
۶۷/۱	۲۸/۱۵	متوسط	۳
۳۲/۹	۱۳/۷۹	شدید	۴
۱۰۰	۴۱/۹۵	متوسط	Total

در جدول ۸ و ۹ به ترتیب مجموع عوامل به تفکیک زیر حوزه‌ها به روش MPSIAC همچنین میزان فرسایش و رسوب در هر زیر حوزه با استفاده از سامانه

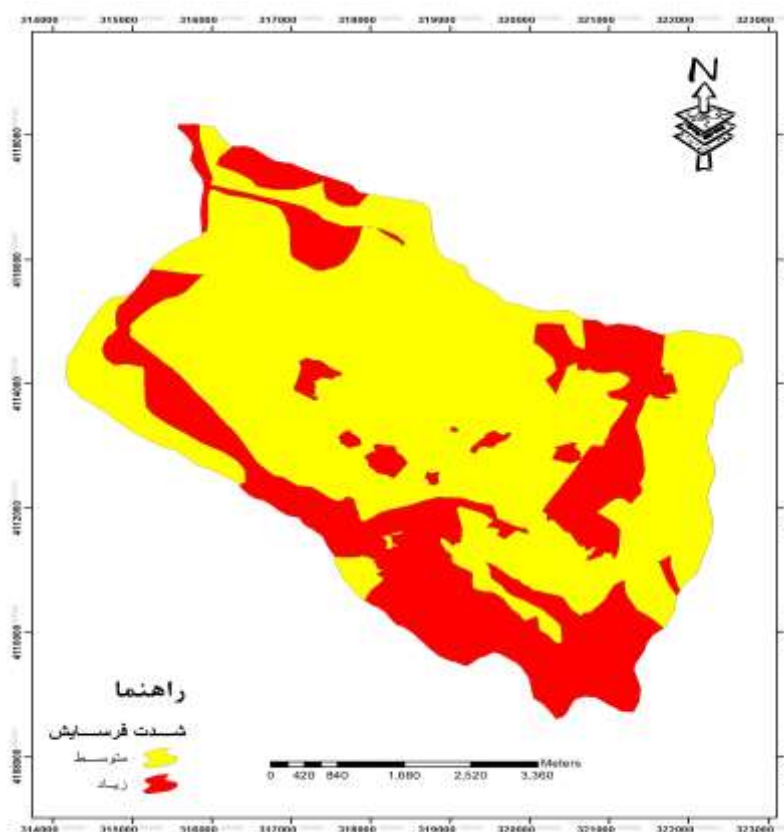
GIS محاسبه شده است. شکل ۴ نقشه شدت فرسایش حوزه آبخیز ماسوله نمایش داده شده است.

جدول ۸: مجموع عوامل در مدل Mpsiac به تفکیک زیر حوزه ها

مجموع عوامل	فرسایش رودخانه ای	وضعیت سطح خاک و فرسایش	استفاده از زمین	پوشش سطح زمین	پستی و بلندی	رواناب	آب و هوا	خاک	زمین شناسی	زیر حوزه
۷۷.۸۵	۱۲.۱۱	۱۵.۲۷	۳.۷۷	۵	۲۱.۸۳	۶.۰۶	۵.۲	۲.۹۱	۵.۷	A
۷۵.۴۴	۱۱.۴۹	۱۵.۲۷	۳.۱۵	۵.۲	۲۰	۶.۷۷	۵	۲.۵۹	۵.۹۷	B
۶۷.۶۷	۱۱.۴۸	۱۵.۲۸	۲.۹۹	۵.۱	۱۵.۱۲	۴.۰۱	۵	۲.۵۸	۶.۱۱	C
۷۳.۰۶	۱۰.۷۴	۱۶.۱۱	۳.۰۴	۵	۱۹.۴۵	۵.۳۸	۵	۲.۱۵	۶.۱۹	D
۷۲.۰۹	۱۱.۳۶	۱۶.۱۸	۳	۵.۴۶	۱۶.۶۴	۵.۹۷	۴.۸	۲.۴۸	۶.۲	E _۱
۷۱.۱۸	۱۰.۱	۱۶.۰۹	۴.۸	۵.۹	۱۵.۷۶	۵.۱	۴.۸	۲.۷۳	۵.۹	E _۲
۷۲.۲۲	۱۰.۸۷	۱۵.۳۹	۳.۳۱	۵.۴	۱۷.۸۵	۵.۶۷	۵	۲.۳۲	۶.۴۱	E _۳
۷۴.۹۲	۱۰.۳۸	۱۶.۲۱	۴.۳۴	۵.۸۱	۱۷.۱۸	۷.۶۵	۴.۸	۲.۷۴	۵.۸۱	E _۴
۷۳.۱۸	۸.۸۹	۱۵.۹	۳.۲	۶.۵۲	۱۹.۰۲	۵.۹۲	۵	۲.۲۱	۶.۵۲	E'
۷۹.۳۳	۱۱.۲۶	۱۵.۶۱	۳.۲	۵.۸۵	۲۰	۱۰	۴.۸	۲.۲۸	۶.۳۳	F _۱
۷۳.۵۴	۱۰.۲۴	۱۵.۴۳	۳.۲۵	۵.۷۱	۱۸.۱	۷.۲۹	۴.۸	۲.۱۳	۶.۵۹	F _۲
۷۲.۷	۱۲.۶۸	۱۵.۳۳	۳.۳۶	۶.۱۴	۱۹.۳	۴.۰۴	۵	۲.۵۵	۴.۳	F'
۶۹.۵	۲.۷	۱۵.۶۴	۵.۹۵	۶.۹	۱۷.۵۴	۴.۷۵	۵	۲	۹.۰۲	G
۷۶.۷۳	۱۲.۳۳	۱۶.۰۷	۵.۲۷	۴.۲	۱۷.۰۸	۹.۲۷	۴.۸	۱.۸۵	۵.۸۶	H _۱
۷۳.۷۸	۱۰.۴۵	۱۶.۸۲	۵.۵۴	۵.۲۴	۱۷.۲۷	۵.۶۱	۴.۸	۲.۸۱	۵.۲۴	H _۲
۷۶.۲۹	۱۱.۰۲	۱۵.۱۴	۳.۱	۵.۸۱	۱۸.۴۲	۹.۶۴	۴.۸	۲.۵۵	۵.۸۱	H'
۶۹.۵۶	۱۰.۳۶	۱۵.۵۱	۳.۶	۶	۱۷.۰۵	۳.۵۴	۵	۲.۵	۶	K
۷۳.۶۴	۹.۸۳	۱۵.۳۸	۳.۲	۶.۰۳	۲۰	۵.۴	۵.۲	۲.۵۷	۶.۰۳	O
۷۳.۶۱	۱۲.۱	۱۵.۸۳	۳.۹۴	۶.۲۳	۱۸.۴۸	۳.۴۱	۵	۲.۳۹	۶.۲۳	Total

جدول ۹: نتایج نهایی برآورد رسوب و فرسایش حوزه به روش (MPSIAC)

فرسایش کل ton/year	فرسایش ویژه ton/ ha/year	فرسایش ویژه M ^۳ / km ^۲ /year	SDR (درصد)	رسوب کل (Qs) ton/year	رسوب ویژه (Qs) ton/ ha/year	کلاس فرسایش	رسوب ویژه (Qs) M ^۳ / km ^۲ /year	درجه رسوبدهی (R)	مساحت (Km ^۲)	زیر حوزه
۳۹۶.۵۹	۴.۷۲	۳۴۷.۱۰	۸۸.۳۵	۳۵۰.۳۹	۴.۱۷	زیاد	۳۰۶.۶۷	۷۷.۸۵	۰.۸۴	A
۱۸۷.۳۷	۳.۹۹	۲۹۳.۰۸	۹۵.۹۴	۱۷۹.۷۶	۳.۸۲	زیاد	۲۸۱.۱۸	۷۵.۴۴	۰.۴۷	B
۴۶۴.۶۱	۳.۴۹	۲۵۶.۸۲	۸۲.۷۷	۳۸۴.۵۶	۲.۸۹	متوسط	۲۱۲.۵۷	۶۷.۶۷	۱.۳۳	C
۳۷۹۴.۹۸	۵.۳۸	۳۹۵.۱۸	۶۵.۳۱	۲۴۷۸.۵۰	۳.۵۱	متوسط	۲۵۸.۰۹	۷۳.۰۶	۷.۰۶	D
۲۸۴۱.۴۷	۵.۰۳	۳۶۹.۷۳	۶۷.۴۱	۱۹۱۵.۴۳	۳.۳۹	متوسط	۲۴۹.۲۴	۷۲.۰۹	۵.۶۵	E _۱
۷۵۴.۲۳	۴.۱۴	۳۰۴.۶۷	۷۹.۱۷	۵۹۷.۱۲	۳.۲۸	متوسط	۲۴۱.۲۰	۷۱.۱۸	۱.۸۲	E _۲
۲۲۰.۵۳	۳.۶۸	۲۷۰.۲۱	۹۲.۶۷	۲۰۴.۳۶	۳.۴۱	متوسط	۲۵۰.۴۱	۷۲.۲۲	۰.۶	E _۳
۹۰۶.۳۶	۴.۷۷	۳۵۰.۷۰	۷۸.۶۹	۷۱۳.۲۱	۳.۷۵	متوسط	۲۷۵.۹۷	۷۴.۹۲	۱.۹	E _۴
۱۳۶۸.۸۸	۴.۷۵	۳۴۹.۴۳	۷۴.۱۸	۱۰۱۵.۴۴	۳.۵۳	متوسط	۲۵۹.۲۱	۷۳.۱۸	۲.۸۸	E'
۲۰۶۴.۶۹	۶.۰۷	۴۴۶.۴۴	۷۲.۴۵	۱۴۹۵.۸۶	۴.۴۰	زیاد	۳۲۳.۴۵	۷۹.۳۳	۳.۴	F _۱
۹۱۹.۷۲	۴.۵۸	۳۳۶.۴۰	۷۸.۰۶	۷۱۷.۹۴	۳.۵۷	متوسط	۲۶۲.۵۹	۷۳.۵۴	۲.۰۱	F _۲
۱۰۵۱.۰۹	۴.۵۳	۳۳۳.۰۸	۷۶.۴۹	۸۰۳.۹۸	۳.۴۷	متوسط	۲۵۴.۷۷	۷۲.۷۰	۲.۳۲	F'
۲۸۹.۶۴	۳.۴۹	۲۵۶.۵۵	۸۸.۵۰	۲۵۶.۳۳	۳.۰۹	متوسط	۲۲۷.۰۵	۶۹.۵۰	۰.۸۳	G
۱۵۴۹.۴۷	۵.۴۰	۳۹۶.۹۱	۷۴.۲۱	۱۱۴۹.۸۶	۴.۰۱	زیاد	۲۹۴.۵۵	۷۶.۷۳	۲.۸۷	H _۱
۷۰۷.۰۶	۴.۴۸	۳۲۹.۰۰	۸۰.۷۷	۵۷۱.۰۹	۳.۶۱	متوسط	۲۶۵.۷۳	۷۳.۸۷	۱.۵۸	H _۲
۶۵۵.۵۰	۴.۷۸	۳۵۱.۷۶	۸۲.۴۲	۵۴۰.۲۶	۳.۹۴	زیاد	۲۸۹.۹۲	۷۶.۲۹	۱.۳۷	H'
۶۶۲.۶۴	۳.۸۸	۲۸۴.۸۹	۷۹.۸۷	۵۲۹.۲۵	۳.۱۰	متوسط	۲۲۷.۵۴	۶۹.۵۶	۱.۷۱	K
۱۶۴۲.۸۶	۴.۹۳	۳۶۲.۷۰	۷۲.۶۶	۱۱۹۳.۷۰	۳.۵۸	متوسط	۲۶۳.۵۴	۷۳.۶۴	۳.۳۳	O
۲۰۱۹۳.۸۲	۴.۸۱	۳۵۳.۹۰	۷۴.۳۹	۱۵۰۲۱.۵۸	۳.۵۸	متوسط	۲۶۳.۲۵	۷۳.۶۱	۴۱.۹۵	Total



شکل ۴: نقشه شدت فرسایش حوزه آبخیز ماسوله به روش MPSIAC

جلوگیری از تعدد راهکارهای کنترلی در نهایت جدول ۱۰ پیشنهادات کنترل فرسایش در هر رخساره فرسایشی بصورت جداگانه تهیه شده است.

ارائه روشهای کنترل فرسایش در هر تیپ فرسایش با توجه به ویژگی های آن با توجه به وجود شکل های مختلف فرسایش با شدت های مختلف در سطح حوزه برای

جدول ۱۰: پیشنهادات کنترل فرسایش و حفاظت خاک در حوزه

راههای کنترل فرسایش	رخساره فرسایشی
جلوگیری از تخریب اراضی، کنترل چرای دام	D
فرسایش مکانیکی صرفاً با استفاده از روش ایجاد بند چپری به همراه بذریاشی و نهالکاری کنترل می شود خروج دام از مرتع، و تقویت پوشش گیاهی بستر، ایجاد بافر بیولوژیک روی خطوط تراز، و کپه کاری	S _{۲۲} D
خروج دام از جنگل، نهالکاری در حفره های جنگلی، تقویت پوشش گیاهی بستر، ایجاد بافر بیولوژیک روی خطوط تراز، بذریاشی، احداث بند خشکه چین و گابیونی، کنترل چرا، ایجاد بافر	S _{۲۳} R _{۲۲} S _{۲۴} R _{۲۳}
خروج دام از جنگل، نهالکاری در حفره های جنگلی، و تقویت پوشش گیاهی بستر، ایجاد بافر بیولوژیک روی خطوط تراز، کنترل چرای دام، احداث بند چپری	S _{۲۲} V _{۲۲} S _{۲۳} V _{۲۲} S _{۲۳} R _{۲۲} V _{۲۲} S _{۲۴} R _{۲۲} V _{۲۴}
انجام عملیات بیولوژیک در روی تشکیلات سست و حساس برای تثبیت آنها، از نوع بذر پاشی و کپه کاری و نهال کاری و نهایتاً قرق منطقه واجد فرسایش. جلوگیری از کاربری های غیر مجاز مانند خانه سازی، جاده سازی و غیره در این قسمتها.	L

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، به منظور کاهش فرسایش در حوزه آبخیز ماسوله به مساحت ۴۱۹۵ هکتار از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در تهیه نقشه سیمای فرسایشی همچنین شدت فرسایش در هر تیپ استفاده گردید. لذا در این تحقیق برای تهیه نقشه نهائی تیپ و اشکال فرسایش با استفاده از GPS و پیمایش صحرائی استفاده شد. همچنین در این مرحله فرم BLM که مربوط به وضعیت فرسایشی می باشد تکمیل گردید. در این تحقیق به علت عدم وجود ایستگاه اندازه گیری رسوب از روش تجربی MPSIAC

برای برآورد بار رسوبی حوزه ها استفاده شده است. و پس از محاسبه فرسایش و رسوب تولیدی با استفاده از مدل‌های فوق و مراجعه به جدول شدت رسوبدهی، طبقه و شدت فرسایش ابتدا برای هر واحد کاری و پس از آن در داخل هر واحد هیدرولوژیک، برای واحد های هیدرولوژیک نیز تعیین میشود و براین اساس نقشه شدت رسوبدهی به صورت کمی و کیفی برای حوزه تهیه شده است. آنگاه با بررسی عوامل مؤثر در تخریب و فرسایش حوزه، وضعیت گذشته و وضعیت فعلی فرسایش، پیشنهادات کنترل فرسایش برای حوزه تهیه و ارائه گردید.

Hill, j., ۱۹۹۳. Land Degradation and Soil Erosion Hazard Mapping in Mediterranean Environment with Operational Earth Observation Satellites. Proceeding of international samposium of Operationalization of remote sensing, April Enschede, The Netherlands, PP. ۱۹-۲۳.

Moradi S, Mohammadi Limaie S, Khanmohamadi M, Lohmander P. Estimation of erodin and sediment yield with EPM model in Zemkan basin using GIS . E.E.R.. ۲۰۱۵; ۵ (۱): ۱۳-۲۶.

Musgrave, G.W. (۱۹۷۰). The Quantities evolution of factors in water erosion. a first Approximation, J. Soil and water conser, ۱۳۳-۱۳۸

Renfro, G.W. (۱۹۷۵). use of erosion equations and sediment Delivery Rations for predicting sediment yild. In present and prospective Technology for predicting sedimently yilds and sources. Agric. Res. Serv, ARS-S-۴۰, ۳۳-۴۵ Uspect. Agric Washington, D.C.

Rendard, K., C, Foster, G., Yoder, D., & Etmaccol, D. (۱۹۹۴). RUSLE Revised, Status Question, Answers and the future. J. Soil and water conser, ۴۹, ۲۱۳-۲۲۰.

Shirzadi, H., ۲۰۰۹. Land sliding potential in New Road, Sanandaj - Marivan using AHP. Unpublished Msc thesis, Natural Resources Colleg, University of Tehran, Iran.

Wischmeier, W.h., & smith, D.D. (۱۹۷۸). predicting rainfall erosion losses , A guide to conservation planning Agric. Hand book No. ۵۳۷, US Dept. of Agric. Washington, D.C

Williams, J.R. (۱۹۷۵). Sediment Yield prediction with universal soil loss equation using runoff energy factors , in present and prospective technology for predicting sediment yield and sources. Agric. Res. Serv, US Dept. Agric Washington, D.C ARS.S-۴۰, ۲۴۴-۲۵۲.

Ziaee Esfandran, H., ۲۰۰۴. GIS and RS application for sediment and erosion estimation of Shahid Abaspour dam watershed. MS thesis Shahid Abaspour Shamran University

مراجع

ابراهیمی، محمد و قدوسی، جمال (۱۳۸۱). ارزیابی چهار مدل تجربی برآورد رسوب در حوضه آبخیز دره قنبر لو، پارس آباد مغان. مجموعه مقالات همایش مدیریت اراضی فرسایش خاک و توسعه پایدار، اراک انتشارات وزارت جهاد سازندگی، ۵۰۴-۵۱۴.

رفاهی، حسینقلی (۱۳۷۵). فرسایش آبی و کنترل آن. چاپ اول و دوم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران

شاه کرمی، عزیزاله (۱۳۸۱). بررسی روشهای برآورد رسوب (PSIAC, EPM, MPSIAC) در حوضه آبخیز نوژیان. مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت اراضی فرسایش خاک و توسعه پایدار، اراک، انتشارات وزارت جهاد سازندگی، ۵۷۲-۵۶۲.

عرب خدری، محمود (۱۳۷۳). جدید نظری در معادله جهانی اصلاح شده تلفات خاک. فصلنامه پژوهش و سازندگی، ۲۵، وزارت جهاد و سازندگی.

محمودی، فرج الله. (۱۳۷۴). ژئومورفولوژی اقلیمی، تهران: انتشارات پیام نور.

Amini, S., Rafiei, B., Khodabakhsh, S., & Heydari, M., ۲۰۱۰. Estimation OF eraosion and sediment yield if Ekbatan Dam drainage basin with EPM, using GIS. Iranian Journal of Earth Sciences (IJES), Vol. ۲, PP. ۱۷۳-۱۸۰.

Amiri, F., ۲۰۱۰. Estimate of Erosion and Sedimentation in Semi-araid Basin using Empirical Models of Erosion Potential within Geographic Information System. Air, Soil and Water Research. Vol. ۳, PP. ۳۷-۴۵.

Gavilovic, Z. (۱۹۹۸). The use of an empirical method (erosion potential method) for calculating sediment production and transportation in unstudied or torrential stream. International conference on river regimes, ۱۸-۲۰ May ۱۹۹۸, published by John Wiley and Sons, Paper ۱۲, ۴۱۱-۴۲۲.

Efficiency of GIS in preparing erosion map And provide erosion control methods

Ibrahim Yousefi Mobarhan ^۱

Abstract

Today, soil erosion is considered as a threat to human well-being and life. In areas where erosion is not controlled, soils gradually erode and lose their fertility, so it is necessary to study the issue of erosion. According to the study conducted in Masouleh watershed, there are two types of erosion intensity called type ۳ or medium erosion with an area of ۲۸.۱۵ square kilometers, type ۴ or high erosion with an area of ۱۳.۷۹ square kilometers. The predominant forms of erosion in the area include mechanical, surface, furrow, stream and debris erosion. According to this study, the average amount of erosion according to Mpsiac method in this area is ۴.۸۱ tons per hectare per year, sediment delivery ratio (SDR) is ۷۴.۳ and the average amount of sediment in this area is ۳.۵۸ tons per hectare per year. Indicates moderate erosion and sedimentation in the whole basin and high in some sub-basins. In order to control erosion and reduce production sediment in this area, various programs include holding training courses for people in dealing with nature, implementing management programs (including grazing systems, livestock and rangeland balance, development and medicinal plants), biological operations (Including rangelanding in the form of seeding, seeding, heaping and planting in a non-productive manner) and performing mechanical operations (including the construction of stone mortar dams, gabions, dry lands, etc.) have been proposed.

Keywords: Erosion, Sedimentation, GIS, Management