دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

برآورد حجم رسوبات و بررسی عوامل محیطی موثر بر آن با استفاده از مدل MPSIAC در محیط GIS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سولقان قم)

اسدا... دیوسالار[۱]، علیرضا ذبیحی[۲]، مرتضی شعبانی[۳]، شاپور ابراهیمی[۴] و ساجده حمیدیان[۵]

۱- استادیار دانشگاه پیام نور
۲- دانشجوی دکتری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: zabihi.1388@yahoo.com)
۳- دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس تهران
۴- کارشناس دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۵- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۳۱

چکیده

حوزه آبخیز مورد مطالعه در این تحقیق، حوزه آبخیز سولقان با مساحت ۱۶۰۷۹ هکتار بوده که در جنوب غربی شهر قم قرار گرفته است. در این حوزه ضمن تهیه نقشه‌های مورد نظر و تعیین میزان رسوب به‌روش MPSIAC، عوامل اصلی و فرعی محیطی مؤثر در فرسایش بررسی شد. تخمین رسوب حوزهٔ آبخیز با استفاده از روش پسیاک اصلاح شده در سال ۱۹/۸۵ تن بر هکتار در سال است. بررسی متوسط وزنی ارزش کمی عوامل نُه گانه نشان می‌دهد که در منطقهٔ مورد مطالعه، زیرحوزه‌های MV_int (۸/۹ درصد)، S1_2_int (۹/۸ درصد)، S1_int (۱۱/۴ درصد)، S2_1_int (۹/۱ درصد) S2_int (۱۱/۸ درصد) عامل فرسایش رودخانه‌ای و زیرحوزه S_int (۱۰/۳ درصد) عامل زمین‌شناسی و زیرحوزه‌های S1_1_1 (۱۲/۴ درصد)، S1_1_int (۷/۴ درصد)،S1_2_1 (۱۲/۵ درصد)، S1_2_2 (۱۰/۵ درصد) عامل پستی و بلندی و زیرحوزه‌های S2_1_1 (۱۰/۱ درصد)، S2_1_2 (۹/۶ درصد) عامل پوشش گیاهی و S2_2 (۸/۴ درصد) عامل وضعیت فعلی فرسایش در فرسایش و رسوب حوزه نقش دارند.

واژه‌های کلیدی: حوزه آبخیز، سولقان، فرسایش، رسوب، MPSIAC، GIS

مقدمه

خاک یکی از مهمترین منابع طبیعی در هر کشور محسوب می شود و فرسایش آن بوجود آورنده بسیاری از مشکلات از جمله کاهش حاصلخیزی، فقر پوشش گیاهی و بیابان‌زایی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک خواهد بود. امروزه کاهش منابع اراضی ناشی از فرسایش خاک، هر ساله خسارت فراوان جانی و مالی را در پی دارد. طبق نظر بنت، معمولاً در شرایط عادی و دست نخورده حدود ۳۰۰ سال

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]

طول می‌کشد تا ۲۵ میلی‌متر خاک سطحی تشکیل گردد. این در حالی است که مقدار خاک تشکیل شده به مراتب کمتر از خاک فرسایش یافته می‌باشد (۱۱). چنین مسایلی زمینه‌ساز آن شده است تا متخصصین این علم به صورت جدی در صدد یافتن راهکارهایی برای مبارزه با این عامل مخرب برآیند. جهت ارزیابی و بررسی میزان فرسایش خاک به صورت کمّی و کیفی، مدل‌های زیادی به وجود آمدند که بیشتر مدل‌ها در مورد فرسایش، کامل نبودند (۶). تاجگردان و همکاران (۱۲) در طبقه‌بندی کیفی تلفات خاک در حوزه آبخیز زیارت نشان دادند که بر اساس مدل MPSIAC، وسعت زیادی از مساحت حوزه در کلاس فرسایشی متوسط طبقه‌بندی می‌شود. مقصودی و همکاران (۵) با مطالعه‌ای که به منظور ارزیابی فرسایش و رسوب با استفاده از پارامترهای تاثیرگذار در حوزه آبخیز ورزنه استان آذربایجان غربی انجام دادند بیان نمودند که از میان روش‌های متعدد برآورد فرسایش، مدل پسیاک (PSIAC) بیشترین پارامترهای موثر در فرسایش را در نظر می‌گیرد و آن را به عنوان تکنیک منتخب در حوزه موصوف مورد استفاده قرار دادند. نتایج مطالعه آنها بیانگر آن است که حوزه موصوف در کلاس فرسایش‌دهی متوسط تا زیاد قرار می‌گیرد و میزان رسوب‌دهی سالانه آن ۴۴۹/۶ مترمکعب در کیلومتر مربع می‌باشد. لندی و همکاران (۴) در مطالعه خود بر روی ارزیابی تلفات خاک با استفاده از مدل WEPP و سیستم اطلاعات جغرافیایی، اظهار نمودند که تلفات خاک برآورد شده توسط مدل WEPP به میزان زیادی با داده‌های برآورد شده توسط مدل MPSIAC همبستگی دارد. در مطالعه‌ای که توسط رنجبر و صفورا (۹) به منظور اندازه‌گیری حجم رسوب در حوزه آبریز سبزکوه استان چهارمحال بختیاری انجام گردید مشخص شد که درجه فرسایش برای MPSIAC معادل چهار و شدت رسوب نیز بالا می‌باشد. با توجه به مطالعات صورت گرفته، مدل MPSIAC نتایج بهتری را نسبت به مدل EPM ارائه می‌کند. عسگری و جعفری (۱) در مطالعه خود بر روی ارزیابی فرسایش و رسوب حوزه آبخیز سد ایلام با استفاده از مدل MPSIAC به این نتیجه دست یافتند که در بالادست سد ایلام، میانگین کل رسوب تولیدی با استفاده از مدل MPSIAC معادل ۱۴/۹۸تن در هکتار در سال برآورد گردیده و از نظر کلاس‌های فرسایش و شدت رسوب‌دهی به سه کلاس کم، متوسط و زیاد تفکیک شده است. بهرامی و رحیمی (۲) در برآورد حجم رسوب ناشی از فرسایش در حوزه آبخیز رودخانه کردشیخ در استان فارس ، چهار مشخصه شامل ضرایب فرسایش حوزه، کاربری زمین، حساسیت خاک به فرسایش و شیب متوسط حوزه در شبکه‌های ایجاد شده را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه، میزان رسوب ویژه حوزه، ۲۴۴/۹۴ مترمکعب بر کیلومترمربع در سال محاسبه گردید. محمدی‌ها و همکاران (۷) در مطالعه‌ای اقدام به بررسی رسوبات ویژه در منطقه ایوانکی در استان سمنان با استفاده از مدل‌های FSM[1] و MPSIAC نمودند. نتایج آنها نشان داد که مقدار رسوبات ویژه در مدل FSM حدود ۱۰ تن در هکتار و در مدل MPSIAC معادل ۳/۲۱ تن در هکتار بوده

1- Benet

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]

است. آنها در مطالعات خود از شبیه‌ساز بارش به منظور طبقه‌بندی فرسایش در حوزه مورد مطالعه استفاده نمودند. در مطالعه انجام شده توسط نصری و همکاران (۸) در حوزه علی‌آباد واقع در جنوب‌غربی استان اصفهان، تولید رسوب و فرسایش خاک و هم‌چنین اولویت فاکتورهای فرسایشی موجود در روش MPSIAC مورد ارزیابی قرار گرفت. لایه‌های مطالعاتی مختلف با استفاده از تکنیک GIS برای هر پارامتر تعیین شد. سپس از یک روش چندمتغیره به منظور برآورد تولید رسوب و یافتن مهمترین فاکتورهای فرسایش خاک در مدل استفاده گردید. نتایج حاکی از آن است که کاربری‌اراضی، زمین‌شناسی و پوشش خاک از جمله مهمترین فاکتورهای توصیف‌کننده فرسایش برآوردی در مدل MPSIAC به شمار می روند. خدابخش و همکاران (۳) در بررسی پتانسیل رسوب سالیانه با ترکیبی از پارامترهای مهم موجود در روش‌های MPSIAC و EPM در زیرحوزه سزار (حوزه زهکش دز) در استان لرستان دریافتند که در هر دو روش، ۸۰ درصد منطقه مورد مطالعه در کلاس‌های پتانسیل فرسایشی بالا و بسیار بالا طبقه‌بندی شده بود.

مواد و روش‌ها

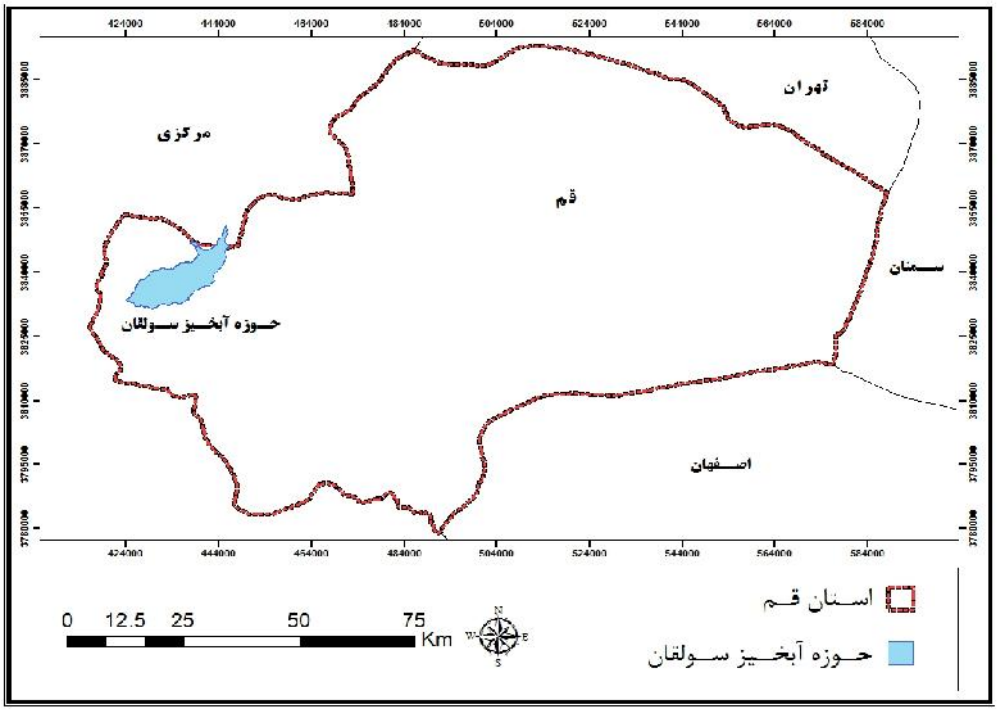
موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز سولقان با مساحت ۱۶۰۷۹ هکتار در جنوب غربی شهر قم واقع شده است. محدوده جغرافیایی حوزه آبخیز مورد مطالعه بین ۱۰ ´ ۱۰ ° ۵۰ تا ۴۲ ´ ۲۴ ° ۵۰ طول شرقی و ۱۹ ´ ۳۷ ° ۳۴ تا ۵۹ ´ ۴۷ ° ۳۴ عرض شمالی می‌باشد. حوزه آبخیز سولقان از شمال‌غرب به ارتفاعات میل و از شمال‌شرق به منطقه مسکونی آوه، از شرق به ارتفاعات قدمگاه و چال وزوا، از غرب به ارتفاعات قیل قاهان، کوه آهندره، از جنوب به ارتفاعات ا... محمد علی، دره آلوچه و کوه بدیع الزمان و از جنوب‌غرب به کوه ازنا محدود می‌گردد. محیط حوزه آبخیز مورد مطالعه ۱۰۳/۰۶کیلومتر، بیشترین ارتفاع منطقه ۲۵۰۰ متر و کمترین ارتفاع آن معادل ۱۰۰۵متر از سطح دریا می باشد.

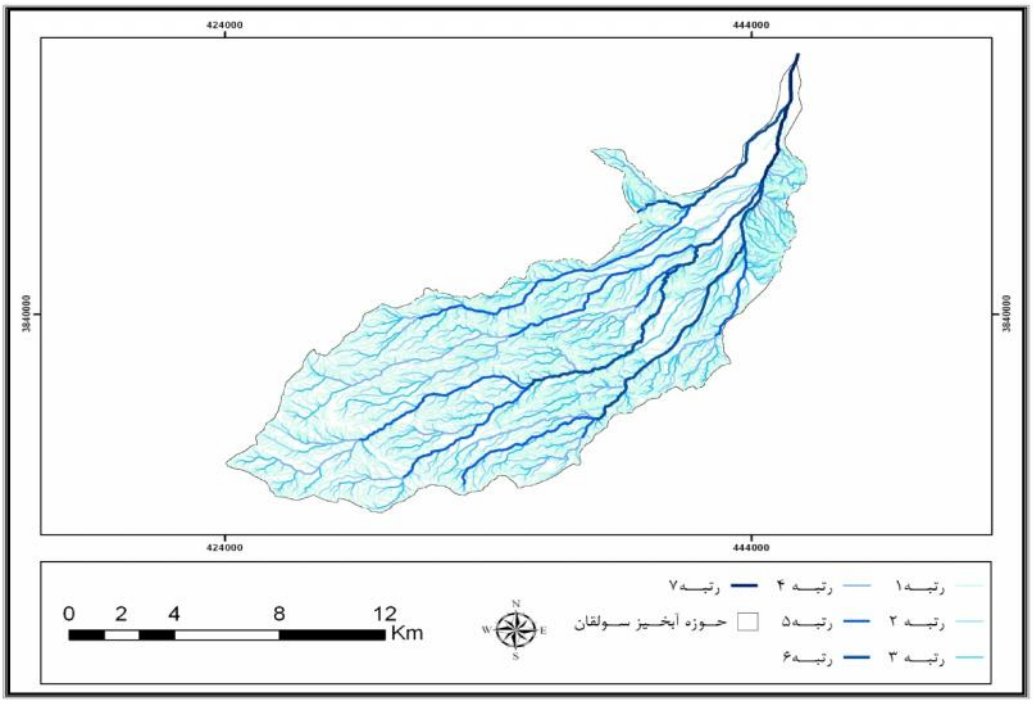
بررسی‌های صحرایی انجام شده نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از منطقه مورد مطالعه، تحت پوشش اراضی کوهستانی و کوهپایه‌ای قرار داشته و رواناب‌های ناشی از بارندگی که عمدتاً از ارتفاعات بالادست و پرشیب این منطقه سرچشمه می‌گیرند، توسط آبراهه‌های متعددی زهکشی شده و ضمن عبور از مناطق کم‌شیب، اراضی شهری و تاسیسات، مناطق مسکونی پایین‌دست خود را تحت تاثیر قرار می‌دهد. میانگین بارندگی حوزه ۲۴۴ میلی‌متر و اقلیم آن خشک بیابانی سرد می‌باشد. این حوزه آبخیز بر اساس وضعیت شیب و پستی و بلندی به ۱۴ زیر حوزه تقسیم شده است. موقعیت حوزه آبخیز در استان قم و نقشه شبکه آبراهه و زیرحوزه‌های آن در شکل‌های ۱ الی ۳ آمده است.

1- Factorial Scoring Model

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]

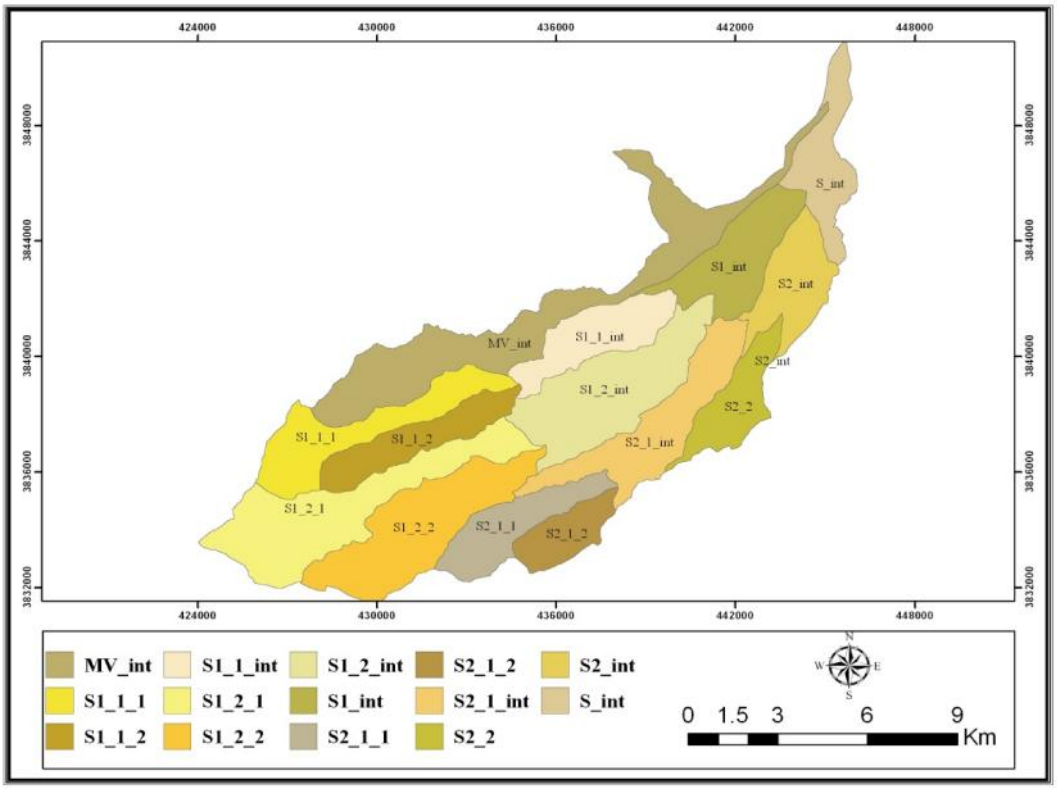


شکل ۱- نقشه موقعیت حوزه آبخیز سولقان در استان قم



شکل ۲- نقشه شبکه آبراهه حوزه آبخیز سولقان

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]



شکل ۳- نقشه زیرحوزه‌های منطقه مورد مطالعه

معرفی مدل MPSIAC

مدل فوق مبتنی بر ارزیابی ۹ عامل زمین‌شناسی، خاک، اقلیم، رواناب، پستی و بلندی، پوشش‌گیاهی، کاربری اراضی، فرسایش فعلی و فرسایش رودخانه‌ای می‌باشد و به هر عامل امتیازی تعلق می‌گیرد. در سال ۱۹۸۲ طی مطالعه‌ای، جانسون و گمهارت[1] اصلاحاتی را در این مدل به وجود آوردند و آن را فرمول اصلاح شده پسیاک (MPSIAC) نامیدند و مدل را از حالت کیفی به صورت کمّی تبدیل کردند. جدول (۱) عوامل پیشنهاد شده در این روش و نحوه امتیازدهی به آن را مشخص می‌کند. پس از تعیین امتیاز هر یک از عوامل نُه گانه در مدل، حاصل جمع امتیاز آنها درجه رسوب‌دهی (R) خوانده می‌شود. با استفاده از درجه رسوب‌دهی این امکان ایجاد می‌شود که میزان تولید رسوب در واحدهای مطالعاتی محاسبه شود (۱۱).

$$Q_s = ۳۸/۷۷\ e^{۰/۰۳۵۳\ R} \qquad (۱)$$

که در اینجا Q_s: میزان رسوب‌دهی سالانه (متر مکعب در کیلومترمربع)، R: درجه رسوب‌دهی یعنی مجموع امتیازات عوامل مختلف در نظر گرفته شده در مدل PSIAC و e: عدد نپر (۲/۷۱۸) می‌باشد.

با توجه به نمایی بودن رابطه نهایی، با تغییر درجه رسوب‌دهی (R) به میزان ۱۰ واحد، تغییرات زیادی در میزان رسوب محاسبه شده بوجود می‌آید (۱۰). بعد از تعیین درجه

1- Johnson & Gembhart

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]

رسوب‌دهی برای هر کدام از واحدهای همگن کلاس رسوب‌دهی مطابق جدول ۲ به دست می‌آید.

روابط فرسایش و رسوب

در مدل MPSIAC برای محاسبه فرسایش ویژه از ضریب SDR مطابق رابطه ۲ استفاده می‌شود. در واقع SDR ضریبی است که نشان می‌دهد چه درصدی از فرسایش تبدیل به رسوب می‌گردد و چون همیشه تنها بخشی از خاک فرسایش یافته به رسوب تبدیل می‌گردد لذا همواره مقدار SDR کوچکتر از یک می‌باشد.

$$\text{Log (SDR)} = 1.8768 - 0.14191 \log (10A)$$

A: مساحت حوزه یا واحد هیدرولوژیک برحسب مایل مربع

(۲) ۱۰۰× فرسایش ویژه/ رسوب ویژه = SDR (درصد)

پس از تعیین SDR در هر واحد، با استفاده از نقشه رسوب‌دهی (تن در هکتار در سال) که تهیه شده بود و نقشه میزان SDR در هر واحد، از تقسیم میزان رسوب ویژه بر میزان SDR آن واحد میزان فرسایش ویژه (تن در هکتار در سال) برای هر واحد تعیین خواهد گردید.

تعیین میزان رسوب در زیرحوزه‌ها

با توجه به نمونه آزمایشات خاک اراضی حوزه آبخیز مورد نظر، وزن مخصوص رسوب حدود ۱/۴۱۱ تن در متر مکعب برآورد شده است. جهت تبدیل میزان حجم رسوب به وزن رسوب از رابطه ۳ استفاده می‌شود:

$$QS \cdot P = QSW \qquad (۳)$$

QS: میزان رسوب ویژه مترمکعب در هکتار در سال، P: جرم حجمی رسوب تن در متر مکعب، QSW: میزان رسوب ویژه تن در هکتار در سال

پس از تعیین میزان وزن مخصوص رسوبات در حوزه آبخیز مورد نظر، لایه رسوب ویژه برحسب (تن در هکتار در سال) تهیه می‌گردد که با توجه به دامنه اعداد جدول ۲ طبقه‌بندی شده و نقشه رسوب ویژه تهیه خواهد شد (جدول ۳).

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

ردیف	عوامل موثر در فرسایش و تولید رسوب	نحوه محاسبه امتیاز به روش MPSIAC	شرح پارامترها
۱	زمین شناسی	Y1= X1	X1: امتیاز حساسیت سنگ به فرسایش آبی
۲	خاک	Y2= 26/67K	K: عامل فرسایش پذیری در معادله جهانی
۳	آب وهوا	Y3= 0.2X3	X3: بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ سال
۴	رواناب	Y4=0.006R+10QP	R: ارتفاع رواناب سالانه (mm) و QP دبی ویژه سالانه (CMS/Km2)
۵	پستی و بلندی	Y5= 0.33S	S: شیب متوسط حوزه به درصد
۶	پوشش گیاهی	Y6= 0.5X6	X6: درصد اراضی لخت
۷	کاربری اراضی	Y7= 20-0.2X7	X7: درصد تاج پوشش
۸	وضعیت فعلی فرسایش	Y8= 0.25X8	X8: مجموع امتیازات مدل BLM
۹	فرسایش رود خانه ای	Y9= 1/67X9	X9: امتیاز دهی فرسایش خندقی در مدل BLM

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]

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

کلاس رسوبدهی و فرسایش	شدت رسوب‌دهی	تولید رسوب سالانه		نمرات نشان دهنده شدت رسوبدهی
		مترمکعب در کیلومتر مربع	تن در کیلومتر مربع	
V	خیلی زیاد	>۱۴۲۹	>۲۱۴۳/۵	>۱۰۰
IV	زیاد	۴۷۶-۱۴۲۹	۲۱۴۳/۵ -۷۱۴	۷۵-۱۰۰
III	متوسط	۲۳۸-۴۷۶	۷۱۴ -۳۵۷	۵۰-۷۵
II	کم	۹۵-۲۳۸	۳۵۷ -۱۴۲/۵	۲۵-۵۰
I	خیلی کم یا جزئی	<۹۵	<۱۴۲/۵	۰-۲۵

جدول ۳- مجموع عوامل نه‌گانه MPSIAC ومیزان درجه رسوب‌دهی در حوزه آبخیز سولقان

زیرحوزه	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	R
MV_int	۵/۳۷	۵/۲۹	۵/۳۷	۰/۶۸	۶/۵۷۰۳	۹/۷۴	۱۶/۳۱	۸/۸۷	۲/۹۴	۶۱/۱۵
S_int	۷/۶۶	۶/۹۲	۷/۶۶	۰/۵۱	۳/۰۱۶۲	۷/۲۷	۱۱/۹۵	۵/۹۱	۲/۰۶	۵۲/۹۶
S1_1_1	۴/۷۸	۴/۸۵	۴/۷۸	۰/۷۸	۹/۶۳۲۷	۷/۳۵	۹/۱۶	۸/۸۴	۲/۲۴	۵۲/۴۲
S1_1_2	۴/۹۰	۴/۵۱	۴/۹۰	۰/۷۵	۶/۴۹۷۷	۱۱/۱۷	۱۳/۸۱	۹/۱۷	۱/۰۱	۵۶/۷۲
S1_1_int	۳/۸۲	۵/۱۵	۵/۱۸	۰/۵۹	۵/۷۴۲	۷/۹۸	۱۵/۷۳	۸/۲۰	۲/۱۶	۵۵/۹۱
S1_2_1	۳/۸۲	۴/۶۲	۳/۸۲	۰/۸۲	۹/۷۰۸۶	۸/۴۰	۱۱/۲۷	۹/۲۶	۱/۲۶	۵۲/۹۸
S1_2_2	۳/۸۲	۴/۳۳	۳/۸۲	۰/۷۵	۸/۱۷۷۴	۱۲/۲۰	۱۵/۲۷	۹/۸۴	۱/۵۵	۵۹/۷۷
S1_2_int	۴/۷۹	۴/۸۳	۴/۷۹	۰/۵۸	۵/۰۹۵۲	۹/۹۷	۱۳/۴۸	۹/۳۶	۳/۲۶	۵۶/۱۶
S1_int	۷/۵۱	۷/۲۲	۷/۵۱	۰/۵۳	۲/۴۱۸۹	۴/۸۰	۱۳/۹۴	۵/۳۴	۳/۷۸	۵۳/۰۶
S2_1_1	۴/۹۳	۵/۱۱	۴/۹۳	۰/۷	۶/۲۸۳۲	۱۳/۱۲	۱۶/۳۷	۹/۸۶	۱/۵۷	۶۲/۸۷
S2_1_2	۵/۰۴	۵/۴۶	۵/۰۴	۰/۶۵	۴/۵۲۱	۱۲/۵۷	۱۵/۸۳	۹/۷۰	۱/۸۲	۶۰/۶۴
S2_1_int	۴/۵۰	۵/۵۲	۴/۵۰	۰/۵۸	۴/۲۷۵	۹/۷۷	۱۲/۹۱	۸/۶۲	۳/۰۱	۵۳/۶۷
S2_2	۳/۸۶	۴/۶۸	۳/۸۶	۰/۵۵	۳/۰۴۲۶	۱۰/۵۴	۱۳/۰۳	۹/۹۹	۲/۶۱	۵۲/۱۶
S2_int	۸/۰۴	۷/۱۹	۸/۰۴	۰/۵۲	۲/۸۰۸۳	۵/۴۸	۱۳/۹۱	۶/۵۳	۳/۹	۵۶/۴۲

نتایج و بحث

زمین‌شناسی سطحی

در روش پسیاک، بسته به حساسیت سنگ‌ها برای عامل زمین‌شناسی، نمره صفر تا ده در نظر گرفته می‌شود. سپس با توجه به میزان و مساحت گسترش هر نوع سنگ در یک واحد هیدرولوژیک، در آن واحد میانگین وزنی گرفته شده و نمره متوسط مربوط به عامل زمین‌شناسی در آن واحد تعیین می‌گردد (جدول ۳).

خاک

خاک به عنوان یکی از عوامل مؤثر در فرسایش خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. منظور از فرسایش‌پذیری خاک، حساسیت ذاتی خاک به فرسایش می‌باشد که برای تعیین مقدار این حساسیت از عامل فرسایش‌پذیری خاک (K) استفاده می‌گردد.

درجه رسوب‌دهی خاک بین صفر تا ۱۰ انتخاب گردید که با توجه به نقشه خاک‌شناسی حوزه مورد مطالعه و مساحت تحت اشغال هر

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]

گروه از خاک مشخص و متوسط مقدار آن از طریق میانگین وزنی محاسبه گردید (جدول ۳).

آب و هوا

در روش MPSIAC بارندگی موثری که ایجاد بیشترین فرسایش را نموده بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ ساله می‌باشد که از داده‌های منحنی شدت، مدت و فراوانی (IDF)[1] استفاده می‌شود. این عامل که امتیازی بین صفر تا ۱۰ را در بر می‌گیرد، برای حوزه آبخیز سولقان محاسبه شد (جدول ۳).

رواناب

یک هرز آب شدید نقش مهمی در تولید رسوب سالانه یک حوزه آبخیز ایفا می‌نماید و این بسته به سرشت زمین‌شناسی، ژئومرفولوژی و خاک منطقه متغیر است. در روش MPSIAC امتیازات رواناب بین صفر تا ۱۰ متغیر می باشد. برای تعیین امتیاز رواناب و تاثیر آن در تولید رسوب با توجه به نقشه گروه هیدرولوژیکی خاک، مساحت تحت اشغال هر گروه مشخص و متوسط مقدار آن از طریق میانگین وزنی محاسبه گردید (جدول ۳).

توپوگرافی

شیب، پستی و بلندی و ارتفاع، جهت و اندازه دامنه‌ها و سایر پارامترهای فیزیکی حوزه آبخیز از موارد اساسی هستند که برای توپوگرافی مورد بررسی قرار می‌گیرند و در روش MPSIAC امتیازات آن بین صفر تا ۲۰ در نظر گرفته می‌شود. عدد صفر برای مناطق با شیب کمتر از ۳ درصد و دشت‌های آبرفتی گسترده و عدد ۲۰ برای مناطق با شیب زیاد و بیش از ۳۰ درصد می باشد. لایه Y5 با استفاده از نقشه شیب حوزه با توجه به ضریب ۰/۳۳ تهیه گردیده است (جدول ۳).

پوشش زمین

عامل پوشش، خود یکی از پارامترهای اساسی در مدل MPSIAC برای برآورد رسوب و فرسایش می‌باشد. برای عامل پوشش زمین درجه رسوب‌دهی بین ۱۰- تا ۱۰ در نظر گرفته شد. امتیاز عامل پوشش زمین، درصدی از زمین‌های لخت و بدون پوشش است که با توجه به نقشه و گزارش پوشش گیاهی منطقه و بازدیدهای صحرایی مساحت تحت اشغال هر گروه مشخص و مقدار متوسط آن از طریق میانگین وزنی محاسبه گردید (جدول ۳).

استفاده از زمین

نظام‌های بهره‌برداری کنونی زمین در حوزه، سنتی است و روش‌های کشت و کار و دامپروری و دامداری نیز بدین شکل است که روش‌های کشت نامناسب از اراضی مانند شخم در جهت شیب و به زیر شخم‌بردن اراضی مرتعی و غیره موجب فرسایش خاک می‌شود (جدول ۳).

وضعیت فعلی فرسایش

به دلیل اهمیت وضعیت فرسایش در تولید رسوب، امتیاز آن بین صفر تا ۲۵ متغیر می‌باشد. نتیجه مربوط به این عامل با توجه به بازدیدهای صحرایی از حوزه و مساحت تحت اشغال هر یک از انواع فرسایش مشخص و مقدار متوسط هر عامل از طریق میانگین وزنی محاسبه گردید (جدول ۳).

فرسایش رودخانه‌ای

فرسایش در رودخانه به دو شکل عمل

1- Intensity Duration Frequency

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]

می‌کند، یکی حفر بستر و گود شدن بستر اصلی رودخانه و دیگری فرسایش کناری در دیواره‌های رودخانه می باشد. امتیاز مربوطه از صفر تا ۲۵ در نظر گرفته شد. نتیجه با توجه به بازدیدهای صحرایی از حوزه آبخیز مورد نظر و مساحت تحت اشغال آن از طریق میانگین وزنی محاسبه گردید (جدول ۳).

وضعیت زیر حوزه‌ها از نظر میزان رسوبدهی

پس از بررسی عوامل ۹ گانه موثر در تولید رسوب در روش MPSIAC از جمع این ۹ لایه برای هر زیرحوزه، عدد رسوب‌دهی (R) بدست می‌آید که با توجه به آن عدد، میزان فرسایش کیفی برای هر زیرحوزه و پس از کلاسه‌بندی نقشه شدت فرسایش تهیه گردید. با تلفیق ۹ لایه بدست آمده در مراحل قبل و با استفاده از جدول ۱ نقشه کلاس‌های رسوب‌دهی در حوزه مشخص می‌گردد. سپس با استفاده از لایه (R) و فرمول بالا میزان رسوب ویژه برحسب (m3/.ha.year) تعیین خواهد شد.

جدول ۴ میزان رسوب‌دهی و فرسایش و جدول ۵ نیز اولویت عوامل موثر در فرسایش در هر یک از زیرحوزه‌ها را نشان می دهد.

جدول ۴- خلاصه اطلاعات مربوط به ارزیابی فرسایش و رسوب در واحدهای حوزه آبخیز سولقان

زیرحوزه	R	رسوب ویژه تن در هکتار در سال	فرسایش ویژه تن در هکتار در سال
Mv-int	۶۱/۱۵	۲/۲۹	۵/۷۶
S-int	۵۲/۹۶	۱/۷۰	۳/۶۷
S1-1-1	۵۲/۴۲	۱/۶۷	۳/۷۸
S1-1-2	۵۶/۷۲	۱/۹۵	۴/۲۰
S1-1-int	۵۵/۹۱	۱/۸۹	۴/۱۳
S1-2-1	۵۲/۹۸	۱/۷۰	۴/۱۴
S1-2-2	۵۹/۷۷	۲/۱۸	۵/۲۰
S1-2-int	۵۶/۱۶	۱/۹۱	۴/۵۸
S1-int	۵۳/۰۶	۱/۷۱	۳/۸۲
S2-1-1	۶۲/۸۷	۲/۴۳	۵/۲۵
S2-1-2	۶۰/۶۴	۲/۲۴	۴/۵۳
S2-1-int	۵۳/۶۷	۱/۷۵	۴/۰۲
S2-2	۵۲/۱۶	۱/۶۵	۳/۴۸
S2-int	۵۶/۴۲	۱/۹۳	۴/۲۱

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]

جدول ۵- اولویت عوامل موثر بر فرسایش حوزه مورد مطالعه

واحد	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y1	Y6	Y7	Y8	Y9
	زمین شناسی (٪)	خاک (٪)	آب‌وهوا (٪)	رواناب (٪)	پستی‌وبلندی (٪)	زمین شناسی (٪)	پوشش گیاهی (٪)	کاربری اراضی (٪)	وضعیت فعلی فرسایش (٪)	فرسایش رودخانه‌ای (٪)
MV_int	۷/۲	۷/۰	۷/۲	۷/۶	۸/۴	۷/۲	۷/۵	۰/۱	۷/۴	۸/۹
S_int	۱۰/۳	۹/۱	۱۰/۳	۵/۷	۳/۹	۱۰/۳	۵/۶	۰/۱	۴/۹	۶/۲
S1_1_1	۶/۴	۶/۴	۶/۴	۸/۷	۱۲/۴	۶/۴	۵/۶	۰/۱	۷/۴	۶/۸
S1_1_2	۶/۶	۶/۰	۶/۶	۸/۳	۸/۴	۶/۶	۸/۶	۰/۱	۷/۷	۳/۰
S1_1_int	۷/۰	۶/۸	۷/۰	۶/۶	۷/۴	۷/۰	۶/۱	۰/۱	۶/۹	۶/۵
S1_2_1	۵/۲	۶/۱	۵/۱	۹/۱	۱۲/۵	۵/۲	۶/۴	۰/۱	۷/۷	۳/۸
S1_2_2	۵/۲	۵/۷	۵/۱	۸/۳	۱۰/۵	۵/۲	۹/۴	۰/۱	۸/۲	۴/۷
S1_2_int	۶/۵	۶/۴	۶/۵	۶/۵	۶/۶	۶/۵	۷/۶	۰/۱	۷/۸	۹/۸
S1_int	۱۰/۱	۹/۵	۱۰/۱	۵/۹	۳/۱	۱۰/۱	۳/۷	۰/۱	۴/۵	۱۱/۴
S2_1_1	۶/۶	۶/۸	۶/۶	۸/۷	۸/۱	۶/۶	۱۰/۱	۰/۱	۸/۳	۴/۷
S2_1_2	۶/۸	۷/۲	۶/۸	۷/۲	۵/۸	۶/۸	۹/۶	۰/۱	۸/۱	۵/۵
S2_1_int	۶/۱	۷/۳	۶/۱	۶/۵	۵/۵	۶/۱	۷/۵	۰/۱	۷/۲	۹/۱
S2_2	۵/۲	۶/۲	۵/۲	۶/۱	۳/۹	۵/۲	۸/۱	۰/۱	۸/۴	۷/۹
S2_int	۱۰/۸	۹/۵	۱۰/۸	۵/۸	۳/۶	۱۰/۸	۴/۲	۰/۱	۵/۵	۱۱/۸

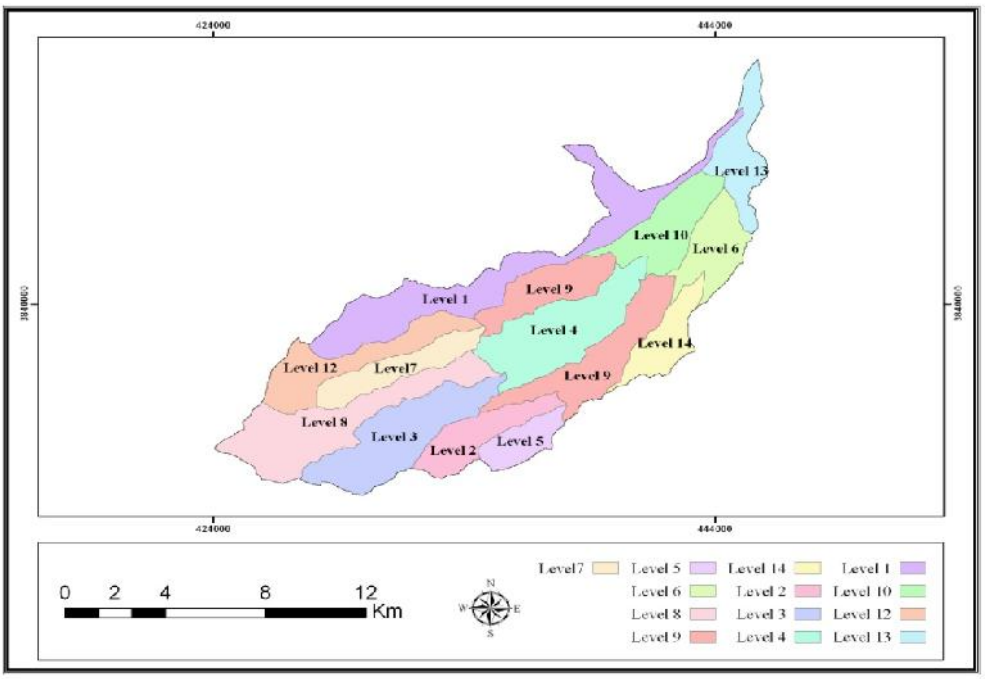
در این حوزه آبخیز، اشکال متفاوت فرسایش شامل فرسایش مکانیکی، فرسایش کناری رودخانه‌ای، سطحی و شیاری- آبراهه‌ای قابل مشاهده است. فرسایش مکانیکی در بخش‌های رخنمون سنگی حوزه آبخیز مورد مطالعه دیده می‌شود. بعضی از این رخنمون‌ها در مقابل فرسایش حساس بوده و برخی دیگر حساسیت کمتری داشته که تخریب در آنها کمتر صورت گرفته است. فرسایش کناری به میزان متوسط، آن هم در نهشته‌های کواترنر و تراس‌های مجاور رودخانه که محل عبور جریانات بالادست است، دیده می‌شود. تاجگردان و همکاران (۱۲) با استفاده از مدل مذکور، مساحت بالایی از فرسایش متوسط را در حوزه آبخیز مورد مطالعه خود اشاره نمودند. همچنین در مطالعه انجام شده توسط مقصودی و همکاران (۷) مشخص گردید که حوزه آبخیز مورد مطالعه در کلاس فرسایش دهی متوسط رو به زیاد قرار دارد. در این نهشته‌ها با شسته‌شدن پای دیواره‌های رودخانه، باعث ناپایداری آنها شده که در اثر نیروی وزن توده و ریزش‌های کم‌حجم و گاهاً بزرگ توده‌های خاک به داخل مسیل اصلی رودخانه اتفاق می افتند. اثر فرسایش سطحی در بخش‌هایی از حوزه آبخیز مورد مطالعه که فاقد عامل حفاظتی می‌باشند در حد متوسط قابل مشاهده است. در مطالعه انجام شده توسط خدابخش و همکاران (۳) برای تعیین مقادیر پارامترهای مهم مدل های EPM و MPSIAC در زیر حوزه سزار در استان لرستان مشخص گردید که در هر دو روش، ۸۰ درصد منطقه مورد مطالعه در کلاس های پتانسیل فرسایشی بالا و بسیار

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]

بالا طبقه بندی شده بودند این فرسایش در تولید رسوب اثر چندانی ندارد ولی عاملی جهت تشدید اشکال دیگر فرسایش می‌باشد. از عوامل پدید آورنده این نوع فرسایش در سطح حوزه آبخیز مورد مطالعه تخریب پوشش گیاهی در اثر فشار دام، شدت رگبارها به همراه نبود عامل حفاظتی در سطح خاک‌های منطقه می‌باشد. نصری و همکاران (۸) نیز در مطالعه خود روی تولید رسوب و فرسایش خاک و همچنین اولویت فاکتورهای فرسایشی موجود در روش MPSIAC به این نتیجه دست یافتند که کاربری اراضی، زمین شناسی و پوشش خاک از جمله مهم ترین فاکتورهای توصیف کننده فرسایش برآوردی در مدل موصوف می باشند.

بنابراین نتایج حاکی از آن است که اولویت مبارزه با فرسایش بر حسب واحدهای کاری حوزه آبخیز مورد نظر به ترتیب عبارت است از (شکل ۴):

Mv int> S2-1-1>S1-2-2>S1-2-int > S2-1-2 >S2int> S1-1-2>S1-2-1>S1-1-int> S2-1-int> S1int > S1-1-1>Sint >S2-2



شکل ۴- نقشه اولویت مبارزه با فرسایش در حوزه آبخیز سولقان.

زیرحوزه‌های MV_int (۸/۹ درصد)، S1_2_int (۹/۸ درصد)، S1_int (۱۱/۴ درصد)، S2_1_int (۹/۱ درصد)، S2_int (۱۱/۸ درصد) عامل فرسایش رودخانه‌ای و زیرحوزه S_int (۱۰/۳ درصد) عامل زمین‌شناسی و زیرحوزه‌های S1_1_1 (۱۲/۴ درصد)، S1_1_int (۷/۴ درصد)، S1_2_1 (۱۲/۵ درصد)، S1_2_2 (۱۰/۵ درصد) عامل پستی بلندی و زیر حوزه‌های S2_1_1 (۱۰/۱ درصد)، S2_1_2 (۹/۶ درصد) عامل پوشش گیاهی و S2_2 (۸/۴ درصد) عامل وضعیت فعلی فرسایش در فرسایش و رسوب حوزه نقش دارند. نتایج

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]

مطالعه راستگو و همکاران (۱۰) نشان داد که عامل کاربری اراضی و پوشش گیاهی بیشترین سهم را در فرسایش حوزه تنگ کنشت در استان کرمانشاه نقش داشته‌اند که با تحقیق حاضر مطابقت ندارد. علاوه بر این بهرامی و رحیمی (۲) اظهار نمودند که زمین‌شناسی مهمترین عامل تعیین‌کننده پتانسیل حوزه آبخیز رودخانه کردشیخ در استان فارس در فرسایش می‌باشد که با برخی از زیرحوزه‌های منطقه مورد مطالعه همخوانی دارد.

منابع:

1. Asgari, SH. and M.R. Jafari. 2008. Assessment of soil erosion and sediment output in Elam dam basin by MPSIAC. Geographic Research, 64: 29-35.(In Persian)
2. Bahrami, M. and A. Rahimi. 2008. Estimation of sediment caused by erosion using empirical method and GIS in koord sheikh basin. Applied Geology, 2: 82-89. (In Persian)
3. Khodabakhsh, S., A. Mohammadi, B. Rafie and I. Bozorgzadeh. 2010. Comparision and sediment yield estimation in Sezar sub-basin (Dez drainage basin) by MPSIAC and EPM emprical methods, using GIS. Iranian Journal of Geology, 3(12): 51-61. (In Persian)
4. Landi, A., A.R. Barzegar, J. Sayadi and A. Khademalrasoul. 2011. Assessment of soil loss using WEPP model and geographic information system. Journal of Spatial Hydrology, 11(1): 40-51. (In Persian)
5. Maghsudi, M., M. Yamani and M. Salari. 2009. Assessment the erosion and sedimentation using survey the affecting parameters in Varzne watershed by GIS. Geography and Development, 16: 119-134.
6. Merrit, W.S., R.A. Letcher and A.J. Jackeman. 2003. A review of erosion and sediment transport models. Environmental Modeling and Software, 18: 761-799
7. Mohamadiha, S., H. Peyrovan, R. Mousavi Harami and S. Feiznia. 2011. Evaluation of soil erosion and sediment yield using semi quantitative models: FSM and MPSIAC in eivaneki watershed and the sub basins (southeast of Tehran/Iran). Journal of American Science, 7(7): 234-239.
8. Nasri, M., A. Gholami and A. Najafi. 2010. Application of GIS and statistical multivariate techniques for estimation of soil erosion and sediment yield. World Academy of Science, Engineering and Technology, 64: 477-479.
9. Ranjbar, M. and R. Safoura. 2009. A measurement of sedimentation volume in sabz kooh river basins in Chaharmahal-Bakhtiari province by MPSIAC. Quarterly Geographical Journal of Chashmandaz-E-zagros, 1(1): 101-110. (In Persian)
10. Rastgo, S., B. Ghahraman, H. Sanayi Nejad, K. Davari and S.R. Khoda shenas. 2006. Survey the erosion and sedimentation in Tang Kensht using MPSIAC ,EPM and GIS. Agriculture and Natural Resource Sciences and Technology, 1: 91-104.
11. Refahi, H. 2003.Water erosion and controlling. 3rd edn. Tehran University Press. 671 pp.
12. Tajgardan,T., SH.A. Ayoubi and SH. Shataei Joubari. 2008. Soil erosion and sediment yield assessment using MPSIAC model, remot sensing and geographic information systems (case study: Ziarrat watershed). Pajouhesh and Sazandegi, 21(2): 37-45. (In Persian)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]

Assessment of Sediment and the Environmental Factors Affecting the Erosion Using MPSIAC in GIS (Case Study: Soleghan Watershed, Qom Province)

Asadollah Divsalar[1], Alireza Zabihi[2], Morteza Shabani[3], Shapur Ebrahimi[4] and Sajedeh Hamidian[5]

1- Assistant Professor, PNU University, Mazandaran
2- PhD Student, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Corresponding author: zabihi.1388@yahoo.com)
3- PhD Student, Tarbiat Modares University
4- BSc, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University
5- MSc Student, Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University
Received: March 14, 2012 Accepted: June 20, 2012

Abstract

Study area is located at southwestern of Qom, which its area is 16079 ha and minimum and maximum of height in this basin is 1005 and 2500m, respectively. In this study, in addition to design the respective maps and use of M-PSIAC to identifying the sediment, primary and secondary environmental factors that affecting the erosion was measured. Estimation of watershed sediment using M-PSIAC was 19/85 ton/ha/year. Reviewing the weighted average value of 9 factors, indicates that in study area, MV–int (8.9%), S1- 2- int (9.8%), S1- int(11.4%), S2- 1 –int(9.1%), S2- int(11.8%) and in S- int (10.3%) and S1- 1 1 (12.4%), S1- 1 – int (7.4%), S1- 2-1 (12.5%), S1-2 2 (10.5%) and S2 -1 -1 (10.1%), S2- 1 -2 (9.6%) and then S2 – 2 (8.4%) sub- basins, presence of river erosion, geology, topography, vegetation and current state of erosion are contributed, respectively.

Keywords: Watershed, Soleghan, Erosion, Sedimentation, MPSIAC, GIS

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-02-02]