اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on
Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

مدیریت خاک در راستای توسعه کشاورزی پایدار از طریق پهنه بندی شدت فرسایش خاک به روش MPSIAC با استفاده از GIS

یاسر محمدی[۱]، مهدیه نخعی[۲]،امیرحسین پیرمرادی[۳]، مهدی خداداد[۴]

۱-استادیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
۲-دانشجوی دکتری جغرافیا وبرنامه ریزی شهری،باشگاه پژوهشگران جوان ونخبگان، مرند، ایران
۳-دانشجوی دکترای تخصصی توسعه روستایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه
۴-دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه گلستان

چکیده :

توسعه کشاورزی پایدار در گرو ارزیابی و حفظ توان اکولوژیکی منابع پایه از جمله آب و خاک خواهد بود. امروزه امکان ارزیابی توان منابع پایه از جمله خاک و مدیریت خاک، از طریق تکنیک‌های نوین مانند GIS امکان‌پذیر است. برآورد میزان فرسایش و رسوب در حوضه‌های آبخیز بدون آمار رسوب یکی از مسائل اساسی حوضه‌ها بوده و استفاده از روشهای تجربی را لازم می نماید تا داده‌های حاصل بتواند مبنایی برای برنامه ریزی های مدیریتی واقع گردد. چراکه به منظور اجرای برنامه های مدیریت خاک و تعیین روشهای مبارزه با فرسایش و کاهش رسوب زایی می بایست حجم کل میزان تولید رسوب سالانه در حوضه مورد مطالعه ارزیابی و برآورد گردد. در همین راستا حوضهٔ آبخیز قازانقایه با مساحتی بالغ بر ۹۹/۶۵ کیلومترمربع در شرق استان گلستان و در شهرستان کلاله واقع شده است و بر روی سرشاخه‌های رود اترک بسته شده است. هدف پژوهش پیش رو، ارزیابی و مقایسهٔ فرسایش خاک و حجم رسوب تولیدی حوضهٔ آبخیز قازانقایه با استفاده از مدل MPSIAC در محیط GIS است. نتایج بررسی نشان داد که در مدل MPSIAC، شدت رسوبدهی در کلاس زیاد و درجه رسوبدهی(R) ۱۰۰.۳۷ می‌باشد

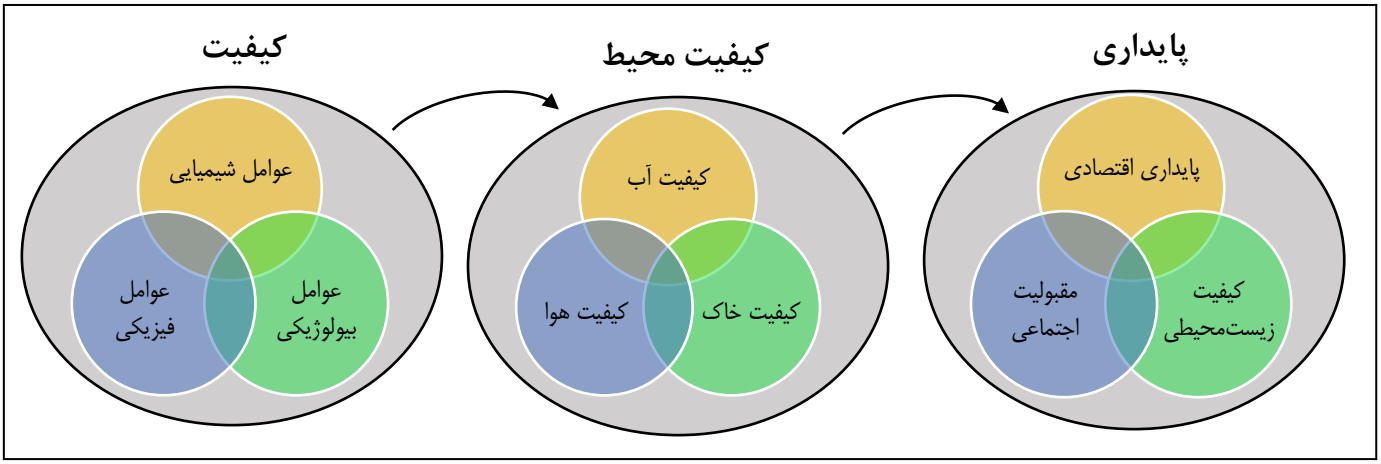
واژه‌های کلیدی : توسعه کشاورزی پایدار، مدیریت خاک، فرسایش خاک،MPSIAC ، سیستم اطلاعات جغرافیایی(G IS)

نویسنده مکاتبه کننده : یاسر محمدی
آدرس پستی :
تلفن :
آدرس پست الکترونیک :

۱- مقدمه

امنیت غذایی جمعیت در حال رشد در آینده ای نزدیک بر اثر عواملی مانند افزایش فرسایش خاک و کاهش حاصلخیزی خاک، چرای بی‌رویه، جنگل‌تراشی، تلفات و تخریب خصوصیات فیزیکی خاک‌های زراعی و مانند اینها، دچار بحران می‌شود (21). در این میان خاک، نقش عمده‌ای در توسعه پایدار دارد. امروزه توسعه پایدار به‌عنوان محوریترین اهداف توسعه‌ای در بخش کشاورزی کشور زمانی محقق خواهد شد که منابع پایه نظیر خاک در چارچوب ضوابط فنی به‌صورت صحیح و با در نظر گرفتن توان اکولوژیکی به صورت اصولی مورد بهره‌برداری قرار گیرند، زیرا خاک زراعی از مهمترین و اساسی‌ترین نهاده‌ها در فرآیند تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (22). علاوه بر این قابلیت پایداری کشاورزی تا حدزیادی منوط به حفظ و مدیریت کیفیت خاک می‌باشد که در شکل (۱) قابل مشاهده است (23).

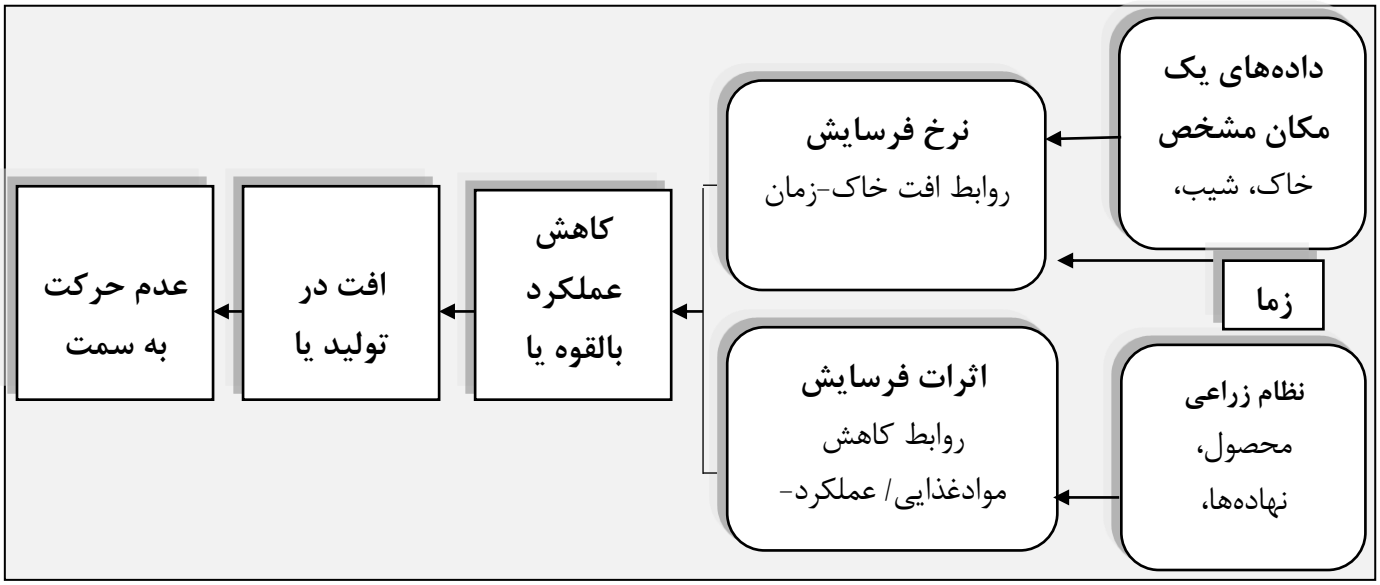
بهره‌برداری مناسب از خاک، حفاظت از آن کمک زیادی به ثبات، قدرت، رفاه، امنیت و پایداری جوامع می کند (3). این امر مستلزم ظرفیت‌های شناختی کافی کشاورزان در زمینه حفاظت خاک و بدست آوردن اطلاعات لازم در این زمینه است (9). عدم شناخت کشاورزان از وضعیت فرسایش خاک و استفاده بی‌رویه از آنها می تواند خاک را که منبعی سرشار از مواد غذایی است، به نابودی بکشاند و در راستای عدم توسعه پایدار کشاورزی حرکت کند (19).



شکل۱- روابط سیستماتیک بین کیفیت خاک، کیفیت محیط‌زیست و پایداری کشاورزی (Miller and Wali, 1995)

بویژه در ایران که یکی از خشک‌ترین کشورهای جهان است(6)، استفاده از منابع آب و خاک محدود آن از عمده‌ترین مسائل کشاورزی ایران به شمار می‌آید و امروزه از همین منابع محدود به شکلی نامناسب استفاده می شود (5). نتایج تحقیقات حاکی از آن است که ۹۴ درصد از زمین‌های کشاورزی ایران دچار تخریب خاک بوده و ایران دارای بدترین وضع از نظر فرسایش خاک در میان کشورهای مورد مطالعه است. به‌طوریکه میزان فرسایش سالانه خاک در ایران برابر ۳۳ تن در هکتار برآورد شده است. در این پژوهش، فقدان مدیریت خاک، مهم‌ترین معضل تهدیدکننده اراضی کشاورزی ایران بیان شده است (3)

به‌طور کلی فرسایش یک پدیده اجتناب ناپذیر بوده و نمی‌توان آن را کاملاً از بین برد ولی فعالیت‌های انسانی می‌تواند آن را تشدید و یا کاهش دهد. فرسایش خاک عبارت است از فرسودگی و از بین رفتن مداوم خاک سطح زمین (انتقال یا حرکت آن از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر در سطح زمین)، به وسیلهٔ آب یا باد (۱۲). پدیده فرسایش و آثار سوء آن شاید در کوتاه مدت چندان چشم‌گیر و محسوس نباشد ولی در بلندمدت محسوس خواهد بود. زیرا فرسایش معمولاً کاهش محصولات را در پی دارد (۲۴) (شکل ۲).



شکل۲- چارچوب مفهومی مدل‌سازی روابط فرسایش-عملکرد-کشاورزی پایدار در واحد زمان (Nabhan et al., 1999)

با توجه به اینکه مدیریت و حفاظت خاک، ضمن بهبود تولید کشاورزی و اقتصاد روستایی به پایداری اکوسیستم و محیط زیست نیز کمک می کند (۲۵)، لذا برنامه‌ریزی جهت رفع مسائل موجود مانند فرسایش خاک می تواند بسیار مهم باشد. هرگونه برنامه‌ریزی در راستای بهبود وضعیت موجود نیازمند ارزیابی وضعیت موجود و پهنه‌بندی شرایط برای طراحی برنامه اصلاحی است. در همین راستا جهت تدوین برنامه مدیریت خاک و حرکت به سمت کشاورزی پایدار لازم است ارزیابی و پهنه‌بندی شدت فرسایش خاک در منطقه مورد نظر انجام شود. در حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ قازانقایه در شهرستان کلاله، وجود عواملی چون سازندهای سست، چرای مفرط و کاهش پوشش گیاهی، تخریب جنگل‌ها برای ایجاد مزارع کشاورزی، ساخت جاده‌ها و مصارف سوخت، شخم زنی‌های نامناسب و نادرست روستاییان منطقه در جهت شیب و بهره‌برداری بیش ازحد کشاورزان منطقه ازتوان خاک برای کشاورزی، زمینهٔ فرسایش خاک را فراهم کرده است. با توجه به موارد گفته شده در بالا، برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضهٔ آبخیز قازانقایه از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین در این پژوهش تلاش خواهد شد با استفاده از روش پسیاک[1] میزان فرسایش حوضه محاسبه شود.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

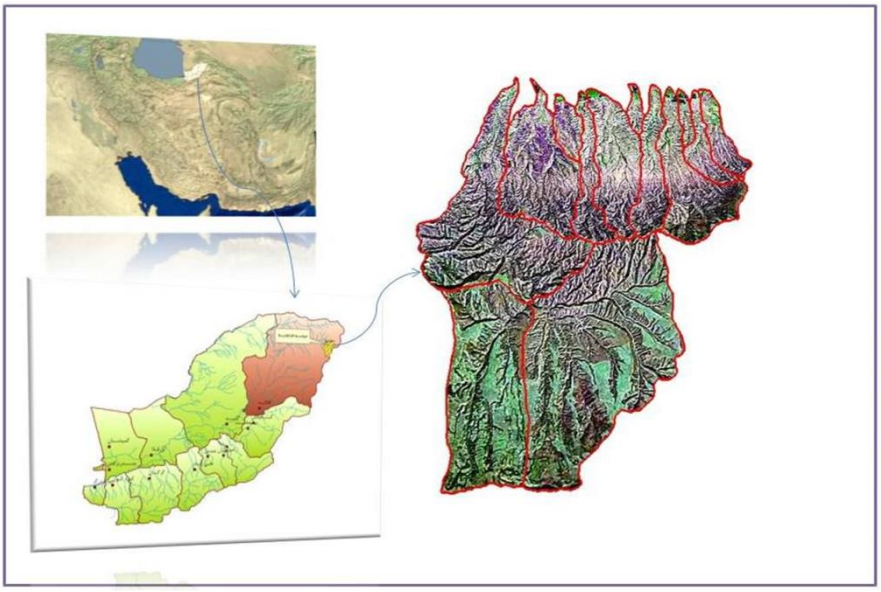
روش پسیاک اولین بار در مناطق خشک و نیمه خشک آمریکا به کار برده شده است (Sadeghi, 1993). در ارتباط با مدل‌های ام، پسیاک، مطالعاتی بدین شرح انجام گرفته است. رینارد و استون(۱۹۸۲)، مدل ام .پسیاک را با مدل‌های فلکسمن[2] _ رینارد، ایی.پی.ام. و USLE[3] اصلاح شده مقایسه کرده و نتیجه گرفتند که مدل پسیاک اصلاح شده، بیشترین هماهنگی را با اندازه گیری های کمی داشته است. دیونت[4] و همکارانش(۲۰۰۵)، میزان فرسایش خاک در مخازن سدها را در اسپانیا با روش‌های نیمه کمی مطالعه کردند و به این نتیجه رسیده اند که این روش‌ها و به ویژه روش پسیاک، نتایج قابل قبولی ارائه می‌دهند. همچنین در پژوهشی دیگر دیونت و همکارانش(۲۰۰۶)، با روش‌های متفاوت به پیش بینی تولید رسوب حوضه‌ها در محیط‌های مدیترانه پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مدل FSM و پسیاک ،

[1] - Psiac &M Psiac
[2]- Flaxman
[3]- Universal Soil Loss Equation
[4] - Devente

بهتر از روش‌های دیگر در این مناطق به پیش بینی می‌پردازد. تامن [5] و همکارانش(۲۰۱۱)، به برآورد خطر رسوب مخازن در شمال اتیوپی با استفاده از روش تجربی و نیمه کمی پرداختند. زنگنهٔ اسدی و همکاران(۱۳۸۸)، فرسایش آبی حوضهٔ آبریز سراب سفیدونایی را با روش پسیاک مورد ارزیابی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که سازند گورپی و واحد مارن، نسبت به دیگر سازندها رسوب دهی بالاتری دارند. مددی(۱۳۸۷)، تولید رسوب در حوضهٔ یدی بولوک چای در استان اردبیل را با رو شهای پسیاک و ام .پسیاک مطالعه کرد و نشان داد که نتایج حاصل از روش ام .پسیاک به واقعیت نزدیکتر است. عسگری و همکاران(۱۳۸۵)، فرسایش خاک حوضهٔ سد ایلام را از نظر کمی و کیفی با روش ام .پسیاک در محیط GIS برآورد کردند و از نظر شدت رسوب دهی حوضه را به سه کلاس کم، متوسط و زیاد تفکیک کردند. مددی و نیک پور(۱۳۹۲)، به برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ زال با استفاده از روش‌های پسیاک، پسیاک اصلاح شده وGIS پرداختند.

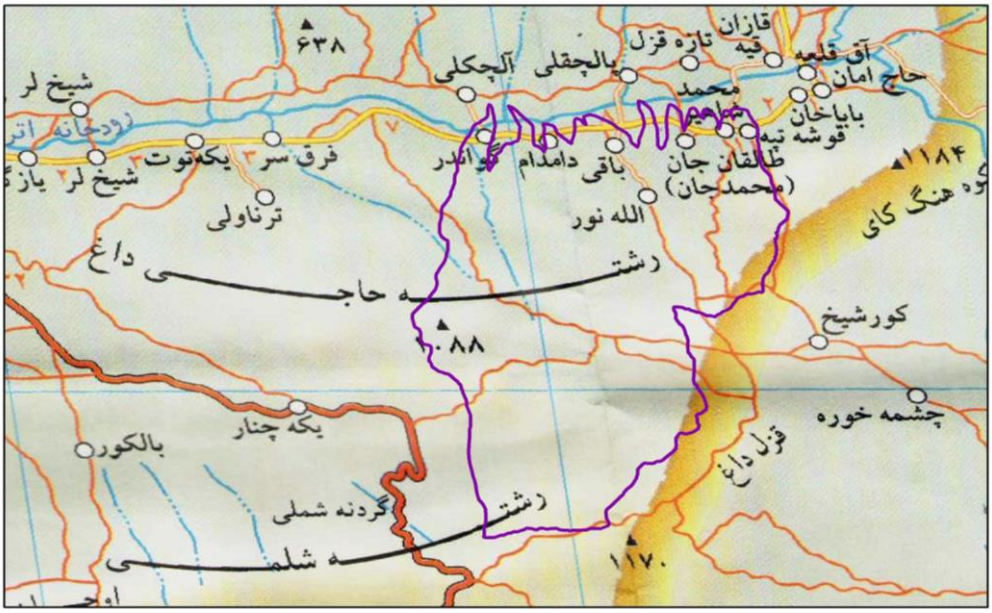
۳- معرفی محدوده مورد مطالعه

حوزه قازانقایه با مساحتی بالغ بر ۹۹/۶۵ کیلومترمربع در شرق استان گلستان و در شهرستان کلاله واقع شده است. این حوزه به لحاظ جغرافیاییUTM در محدوده طول شرقی ۴۲۳۶۸۶ تا ۴۳۴۶۷۰ و عرض شمالی ۴۱۸۳۶۸۲ تا ۴۱۹۷۷۵۳ قرار دارد. این حوزه بر روی سرشاخه‌های رود اترک بسته شده است. مهم‌ترین شاخه‌های فرعی آن قبل از منطقه مورد مطالعه، آب‌خرتوت و گرماب است که چند کیلومتر قبل از روستای قازانقایه به رودخانه اترک می‌پیوندند. سپس در ادامه زیرحوزه‌های منطقه مورد مطالعه با جهت کلی جنوبی شمالی به رودخانه اترک پیوسته و رودخانه اترک با جهت غربی شرقی به مسیر خود ادامه می‌دهد. در این حوزه ۶ مرکز جمعیتی روستایی وجود دارد و نزدیک‌ترین مرکز جمعیتی شهری به این حوزه، شهرستان کلاله می باشد. از ویژگی‌های این حوزه اختلاف ارتفاعی آن است که از ۲۶۰ متر تا ۱۲۵۷ متر از سطح دریا متغیر می‌باشد. محدوده مورد مطالعه شامل ۱۲ زیرحوزه مستقل با نام‌های G1، G2، G3، G4، G5، G6، G7، G8، G9، G10، G11-1 و G11-2 می‌باشد. نقشه شماره(۱) زیرحوزه‌های حوزه قازانقایه و موقعیت آن را در ایران و استان گلستان نشان می‌دهد و نقشه شماره(۲) نیز راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



نقشه(۱):موقعیت حوزه مورد مطالعه در استان گلستان و ایران

[5]- Tamene



نقشه(۲):راه های دسترسی به محدوده مطالعاتی قازانقایه

جدول(۱): مهمترین خصوصیات حوضه مورد مطالعه

پارامتر / نام حوضه	مساحت (کیلومترمربع)	محیط(کیلومتر)	شیب متوسط(درصد)	ارتفاع متوسط(متر)
قازانقایه	۹۹.۶۵	۱۸۱.۴۹	۱۷.۷۶	۶۴۴.۱۷

۴- روش تحقیق

در این پژوهش از روش مشاهده ای و بازدیدهای میدانی برای مشاهدهٔ انواع فرسایش، انطباق نقشه‌های توپوگرافی،زمین شناسی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی استفاده شده است. از روش کتابخانه ای برای مطالعهٔ پیشینه و ادبیات پژوهش استفاده شده است. همچنین به دلیل عدم وجود آمار و اطلاعات در مورد فرسایش خاک حوضهٔ آبخیز، از روش‌های تجربی ام .پسیاک برای برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب حوضهٔ آبخیز قازانقایه زیرحوضه‌های آن استفاده شده است.

۵- یافته‌های تحقیق

برآورد شدت فرسایش و رسوب حوضه مورد مطالعه به روشMPSIAC

این روش در سال ۱۹۶۸ میلادی توسط کمیته مدیریت آب در آمریکا برای محاسبه شدت فرسایش خاک و تولید رسوب مناطق خشک و نیمه خشک غرب ایالات متحده آمریکا ارائه شده و برای اولین بار در یک حوزه تحقیقاتی واقع در جنوب شرقی ایالت آریزونای آمریکا آزمایش شد. این روش برای اولین بار در ایران در سال ۱۳۵۲ در حوزه آبخیز سد دز استفاده شد. سپس با توجه به دقت نسبتاً خوب آن در مقایسه با سایر روش‌ها و مدل‌های تجربی در برخی از حوزه‌های آبخیز کشور مانند کهیر، زاینده‌رود، مارون، هلیل‌رود، دز، سراوان، زیردان و اوزن‌دره مورد استفاده قرار گرفت.

مدل پیشنهادی اولیه برای هر عامل حدود تغییراتی را مشخص کرده است که تا حدودی انتخابی بوده و متناسب با عامل رسوب‌دهی نیاز به قضاوت کارشناسی دارد. در سال ۱۹۸۲ طی تحقیقی جانسون و گمبهارت عوامل نه گانه این روش را به‌صورت معادلات عددی در آورده‌اند که در مطالعه حوزه آبخیز از این معادلات استفاده می شود. این عوامل ۹ گانه و معادلات مربوطه در جدول شماره(۳)آمده است.

ردیف	عوامل فرسایش خاک	امتیاز	معادله اصلاح شده	توضیحات
۱	زمین شناسی سطحی	0-10	Y1=X	X=فرسایش پذیری سنگ ها
۲	خاک	0-10	Y2=16.67K	K=فرسایش پذیری خاک
۳	آب و هوا	0-10	Y3=0.2P2	P2=بارندگی ۶ساعته با دوره بازگشت۲ سال
۴	رواناب	0-10	Y4=0.006R+10QP	R=ارتفاع رواناب QP= دبی ویژه
۵	پستی و بلندی	0-20	Y5=0.33S	S=شیب متوسط به درصد
۶	پوشش زمین	-10-10	Y6=0.2Pb	Pb=اراضی لخت به درصد
۷	کاربری اراضی	-10-10	Y7=20-0.2Pc	Pc=تاج پوشش به درصد
۸	وضعیت فعلی فرسایش	0-25	Y8=0.25SSF	SSF=فرسایش سطحی خاک
۹	فرسایش رودخانه ای	0-25	Y9=1.67SSFg	SSFg=فرسایش خندقی خاک

۵-۱)عامل زمین‌شناسی :

شناخت عوامل زمین‌شناسی جهت برآورد فرسایش و رسوب‌زایی حوزه‌های آبخیز دارای اهمیت خاصی می‌باشد. مجموعه عوامل هوازدگی فیزیکی و شیمیایی که تحت تأثیر عوامل جوی می‌باشند، در تقسیم‌بندی سنگها از لحاظ فرسایش مهم بوده و از فاکتورهای فرسایشی حوزهٔ آبخیز محسوب می‌شوند. ژئومورفولوژی یکی از عوامل اصلی در فرسایش منطقه می‌باشد. خصوصیاتی مانند درجه سختی، شکل‌پذیری، جورشدگی دانه‌ها و درجه سیمانی شدن تحت‌تأثیر رخدادهای زمین‌ساختی منطقه در گذشته و حال می‌باشد. میزان چگونگی فرسایش به عوامل متفاوتی بستگی دارد که از مهمترین آنها می‌توان به شیب بستر، میزان دبی، شرایط آب و هوایی و جغرافیایی منطقه و بالاخره جنس سنگ مادر اشاره نمود. در این روش بسته به اینکه مقاومت سنگ در مقابل فرسایش چه اندازه باشد از درجاتی استفاده شده است که می‌بایست با توجه به جنس سنگهای سطحی منطقه و گستردگی هر یک، از امتیاز خاص خود استفاده شود. در روش MPSIAC امتیاز فاکتور زمین‌شناسی سطحی از رابطهٔ Y1=X استفاده می‌شود که در آن Y1 امتیاز فاکتور زمین‌شناسی و X شاخص فرسایش زمین‌شناسی سطحی است که براساس نوع سنگ، سختی، شکستگی و هوازدگی تعیین می‌شود. براساس گزارش زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه سنگهای موجود در این حوضه را می‌توان در ۳گروه فرسایش بشرح ذیل تقسیم‌بندی نمود.

۱ـ گروه فرسایش کم (سنگهای مقاوم):سازند پسته لیق

۲ـ گروه فرسایش متوسط (سنگهای نسبتاً فرسایش‌پذیر و با مقاومت متوسط):سازندهای آتامیر،سنگانه و سرچشمه

۳ـ گروه فرسایش زیاد (سنگهای فرسایش‌پذیر و با مقاومت کم):سازندهای لسی

در حوزه مورد مطالعه سازند لسی دارای فرسایش زیاد و سازندهای آتامیر وسنگانه و سرچشمه دارای فرسایش متوسط و سازندپسته لیق دارای فرسایش کم می‌باشند.

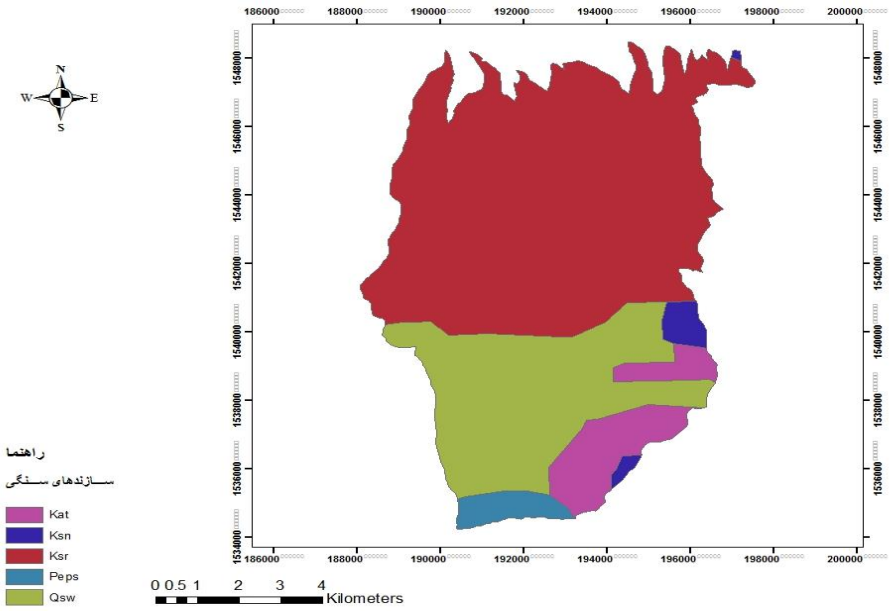
جدول(۴):حساسیت سازندهای سنگی حوضه موردمطالعه نسبت به فرسایش

ردیف	نوع سازند	علامت سازند	زمان	لیتولوژی	درجه حساسیت
۱	سازند سرچشمه	Ksa	کرتاسه	مارن مدادی خاکستری متمایل به آبی	متوسط
۲	سازند سنگانه	Ksn	کرتاسه	تناوب شیل آهکی خاکستری آهک‌مارنی	متوسط
۳	سازند آتامیر	Kat	کرتاسه	شیل بامیان لایه‌های آهک	متوسط
۴	مرداب و باتلاق	Qsw	کواترنر	رسوبات لسی	زیاد
۵	پسته لیق	peps	پالئوسن		کم

با استفاده از گزارشات مربوط به زمین شناسی حوضه مورد مطالعه، سازندهای سنگی این حوضه طبق جدول شماره(۵) از لحاظ حساسیت به فرسایش در روش PSIAC امتیازدهی شدند و پس از تعیین مساحت تحت اشغال هر کدام، متوسط مقدار عامل زمین‌شناسی از طریق میانگین وزنی محاسبه شده که در جدول مذکور میانگین وزنی عامل زمین شناسی سطحی نیز درج گردیده است.

جدول(۵):میانگین وزنی عامل زمین شناسی سطحی حوضه مورد مطالعه

نام حوضه	نام سازند	علامت اختصاری	نمره حساسیت در روشPSIAC	مساحت هر واحد(هکتار)	امتیاز*مساحت
قازانقایه	آتامیر	Kat	۵	۷۵۵.۷	۳۷۷۸.۵
	سنگانه	Ksn	۶	۲۱۶.۴	۱۲۹۸.۴
	سرچشمه	Ksr	۶	۵۰۴۶.۸	۳۰۲۸۰.۸
	پسته لیق	Peps	۴	۲۴۱.۵	۹۶۶
	مرداب و باتلاق	Qsw	۹	۳۷۰۰.۵	۳۳۳۰۴.۵
	حاصل جمع			۹۹۶۰.۹	۶۹۶۲۸.۲
	میانگین وزنی عامل زمین شناسی		۶.۹		



نقشه(۴):سازندهای سنگی حوضه مورد مطالعه

۵-۲) عامل خاک:

خاکهای مختلف نسبت به فرسایش‌پذیری واکنش‌های متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. فرسایش ناشی از پاشمان، با شدت بارندگی و انرژی جنبشی رابطهٔ مستقیم و با مقدار رس موجود در خاک رابطه عکس دارد. در اثر یک باران ثابت برخی از خاکها با سهولت بیشتری نسبت به خاکهای دیگر فرسوده می‌شوند که ناشی از ماهیت متفاوت آنهاست و به خصوصیات ذاتی خاک بستگی دارد و دامنه تغییرات براساس بافت خاک تعیین می‌گردد. در واقع شدت جدا شدن ذرات خاک از خاکدانه‌ها به میزان نسبی رس، سیلت و شن بستگی دارد. در روش PSIAC برای فاکتور خاک درجه رسوبدهی بین صفر تا ده انتخاب گردیده است. جهت تعیین فاکتور خاک در روش جدید مدل MPSIAC می‌توان از رابطهٔ Y2=16.67K استفاده نمود. که در آن Y2 امتیاز رسوبدهی خاک و K عامل فرسایش‌پذیر خاک در فرمول جهانی فرسایش یا USLE می‌باشد. برای تعیین پارامتر K از پارامترهای درصد سیلت بعلاوه شن خیلی‌ریز، درصد شن، درصد ماده آلی، ساختمان خاک و قابلیت نفوذ استفاده می‌شود که با در دست داشتن این پارامترها مقدار K را می‌توان از رابطه زیر تعیین نمود.

$$K_{fact} = 1.292\{(2.1 \times 10^{-6} \times F_P^{1.14}(12 - P_{om})) + 0.0325(S_{Struct} - 2) + 0.025(F_{Perm} - 3)\}$$

$$F_P = P_{silt+vfs} \times (100 - P_{Clay})$$

که در آن:

$F_{p=}$پارامتر اندازه ذرات

$p_{om=}$درصد مواد آلی

$S_{struct=}$کلاس ساختمان خاک

$F_{perm=}$کلاس نفوذ پذیری خاک

$P_{clay=}$درصد رس

$P_{silt+vfs=}$درصد سیلت، شن خیلی ریز

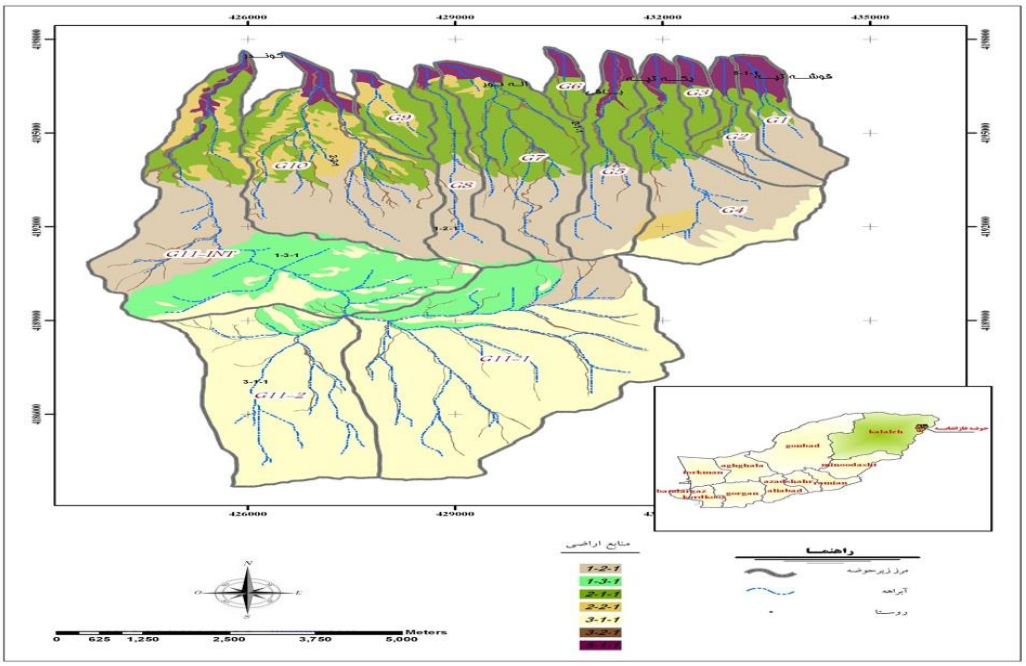
طبق اطلاعات خاکشناسی حوضه مورد مطالعه،در جدول شماره(۶) خصوصیات فیزیکی خاک جهت تعیین امتیاز عامل فرسایش پذیری خاک برای هر واحد اراضی درج شده است و همچنین جدول شماره (۷) نیز میانگین وزنی عامل فرسایش پذیری خاک را نشان می‌دهد.

جدول(۶):امتیاز عامل فرسایش پذیری خاک در هر جزء واحد اراضی

اجزای واحد اراضی	سیلت (درصد)	شن خیلی ریز(درصد)	شن (درصد)	رس (درصد)	پارامتر اندازه ذرات	موادآلی (درصد)	کلاس ساختمان خاکدانه	کلاس نفوذ پذیری	K	امتیاز عامل
5-1-1	46	4.3	15.9	32	3420.4	0.66	2	4	۰.۳۵	5.8
3-1-1	60	4.6	17	16	5426.4	0.89	2	4	0.62	10.3
3-2-1	66	3.1	8.8	20	5528	0.79	2	4	0.6	10
2-1-1	68	2.8	7	20	5664	0.82	2	4	0.61	10.2
2-2-1	68	3.1	9.2	18	5830.2	0.63	2	4	0.66	11
1-3-1	76	3.7	11.9	6	7491.8	0.9	2	4	0.74	12.3
1-2-1	78	3.1	10.1	8	7461.2	0.31	2	4	0.8	13.3

جدول (۷):میانگین وزنی عامل فرسایش پذیری خاک حوضه مورد مطالعه

نام حوضه	اجزای واحد اراضی	مساحت(هکتار)	امتیاز	امتیاز×مساحت
قازانقایه	5-1-1	461.7	5.8	2677.86
	3-1-1	3348.3	10.3	34487.49
	3-2-1	296.7	10	2967
	2-1-1	1694.4	10.2	17282.88
	2-2-1	515.4	11	5669.4
	1-3-1	987.3	12.3	12143.79
	1-2-1	2657.8	13.3	35348.74
	جمع	۹۹۶۱.۶	جمع	۱۱۰۵۷۷.۱۶
	میانگین وزنی عامل فرسایش پذیری		۱۱.۲	



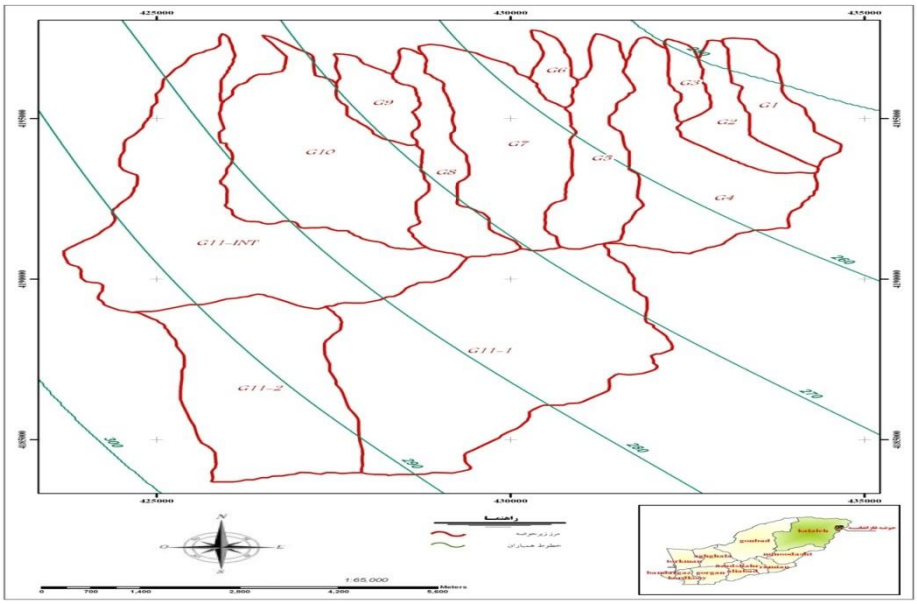
نقشه (۵):نقشه منابع اراضی حوضه مورد مطالعه

۵-۳)عامل آب و هوا :

بررسی آب و هوا بعنوان یک پارامتر مهم که نقش تعیین کننده‌ای بر روی سایر پارامترهای محیطی دارند، مورد توجه قرار می‌گیرد، فرسایش نیز متأثر از وضعیت اقلیمی منطقه است. از عناصر متشکله آب و هوا می‌توان به میزان نزولات جوی و درجه حرارت اشاره نمود. مقدار و شدت بارندگی و نحوهٔ پراکنش آن در میزان روان آب و در نتیجه فرسایش آب مؤثر می‌باشد. نزولات جوی چه بصورت باران یا برف بالاخص در ارتفاعات و آبراهه‌های فرسایشی بشدت بر روی تخریب خاک اثر گذاشته و چه بسا بیشترین تخریب و هدر رفت خاک از این مناطق صورت می‌گیرد. نقش درجه حرارت هنگامی نمایان می‌شود که اختلاف دمای شبانه‌روز زیاد باشد. همچنین نقش برف در فرسایش خاک مناطق کوهستانی تا زمانی که آب نشده و روان آب تولید نشود کم است و اثر آن هنگامی مورد بررسی قرار می گیرد که حجم زیادی از برف بطور ناگهانی ذوب شود. در روش PSIAC برای تعیین عامل آب و هوا فراوانی بارش، شدت بارش، دورهٔ ریزش بارش، برف، بخبندان و ذوب شدن مد نظر بوده که در روش جدید MPSIAC برای تعیین عامل آب و هوا از رابطهٔ Y3=0.2P2استفاده می‌شود که در آن، Y3امتیاز عامل آب و هوا و P2 مقدار بارندگی ۶ ساعته با دورهٔ بازگشت ۲ سال برحسب میلیمتر می‌باشد. امتیاز این عامل بین ۰ تا ۱۰ متغیر است.

با استفاده از اطلاعات هوا و اقلیم حوضه مورد مطالعه امتیاز فاکتور آب و هوا بشرح جدول شماره(۸) می‌باشد.

نام حوضه	متوسط حداکثر بارش ۲۴ ساعته	متوسط بارش سالانه(mm)	P(1h,10years)	P(6h,2years)	امتیاز عامل آب و هوا
قازانقایه	۳۳.۶	۳۴۶	۲۰.۴	۱۹.۲	۳.۹



نقشه(۶):خطوط همباران حوضه مورد مطالعه

۵-۴) عامل روان آب :

یکی از عوامل مؤثر بر تولید رسوب و ایجاد فرسایش، روان آب حاصله از یک حوزهٔ آبریز یا واحد هیدرولوژیکی مستقل می‌باشد. چنانچه آبریزی دارای پوشش مناسب و دارای خاک نفوذپذیر باشد میزان روان آب در آن به حداقل ممکن خواهد رسید. در مطالعه روان آب فاکتورهای مختلف از جمله دبی حداکثر سیلاب، دبی ویژه سیلابی، گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، تداوم و تکرار طغیانها، حجم روان آب مدنظر می‌باشد. که در روش PSIAC امتیاز این عامل بین ۰ تا ۱۰ بوده و در روش جدید MPSIAC جهت برآورد امتیاز عامل روان آب از رابطهٔ Y4= 0.006R + 10QP استفاده می‌شود که در آن R ارتفاع روان آب سالانه برحسب میلیمتر و QP دبی ویژه پیک سیلاب برحسب مترمکعب بر ثانیه به کیلومترمربع می‌باشد و Y4 امتیاز فاکتور روان آب است. طبق اطلاعات به دست آمده از هیدرولوژی حوضه مورد مطالعه، میزان ارتفاع رواناب سالانه برحسب میلیمتر به روش جاستین محاسبه گردیده و همچنین امتیاز عامل رواناب نیز در جدول شماره (۹) درج شده است.

رابطه ی جاستین :

$$R = \frac{k(s)^{0.155} * p^2}{(1.8\,T+32)}$$

K=ضریب جاستین

S=شیب متوسط حوضه

P= متوسط بارندگی سالیانه (cm)

T= متوسط دمای سالانه (C^0)

R=ارتفاع رواناب

جدول(۹):امتیاز عامل رواناب حوضه مورد مطالعه

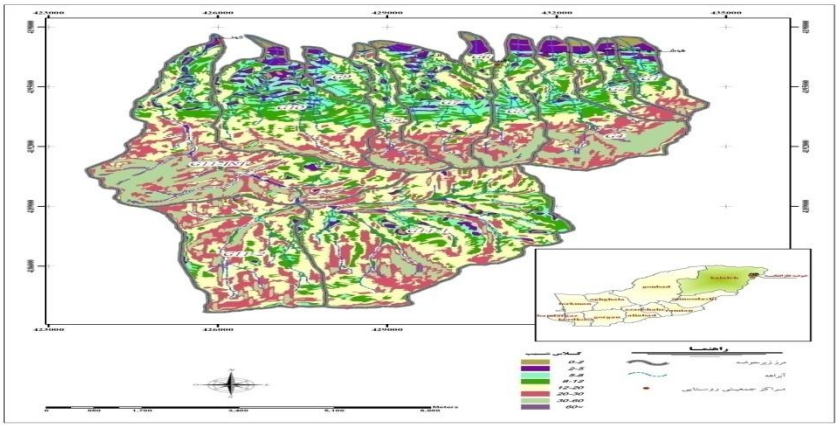
نام حوضه	مساحت(km2)	ارتفاع رواناب(mm)	دبی پیک سیلاب(m3/s)	دبی ویژه پیک(m3/s/km2)	امتیاز عامل رواناب
قازانقایه	۹۹.۶۵	85.7	214.9	2.1	21.6

۵-۵)عامل پستی و بلندی :

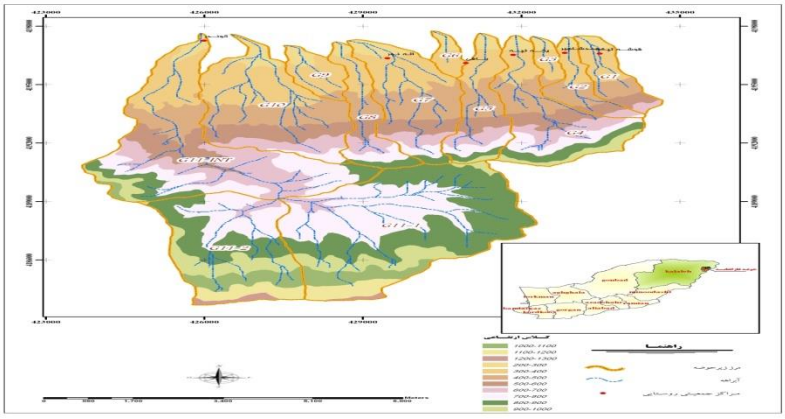
توپوگرافی یا پستی و بلندی نیز یکی از عوامل مؤثر در فرسایش خاک در واحدهای هیدرولوژیکی بشمار می‌رود و از عوامل فیزیوگرافی، عامل شیب بعنوان شاخص سنجیده و مورد بررسی قرار می‌گیرد. فرسایش معمولاً در شیب‌های تند که دارای طول زیاد نیز می‌باشند افزایش می‌یابد. اهمیت شیب و توپوگرافی اراضی در فرسایش خاک باعث شده است که در روش PSIAC امتیاز این فاکتور مهم بین صفر تا بیست در نظر گرفته شود. که عدد صفر برای مناطق با شیب کم و واقع شده در دشتهای آبرفتی و دامنه‌ای (شیب کمتر از ۳٪) و عدد ۲۰ برای اراضی کوهستانی و با شیب زیاد (بیش از ۳۰٪) می‌باشد. در روش جدید MPSIAC برای تعیین عامل پستی و بلندی از رابطهٔ Y5=0.33S استفاده می‌شود که در آن Y5درجه رسوبدهی و S شیب متوسط برحسب درصد می‌باشد. با توجه به مطالعات انجام شده در بخش فیزیوگرافی، شیب متوسط حوضه مورد مطالعه برحسب درصد محاسبه شده و در جدول شماره(۱۰)درج گردیده است.

جدول(۱۰):امتیاز عامل پستی و بلندی حوضه مورد مطالعه

نام حوضه	کلاس شیب(درصد)	متوسط کلاس شیب	مساحت(km2)	متوسط کلاس×مساحت	امتیاز عامل شیب
قازانقایه	0-2	۱	۱.۴۶۷	۱.۴۶۷	۵.۹
	2-5	۳.۵	۶.۵۹۱	۲۳.۰۷	
	5-8	۶.۵	۱۰.۵۶۶	۶۸.۶۷۹	
	8-12	۱۰	۱۹.۰۷۳	۱۹۰.۷۳	
	12-20	۱۶	۳۱.۹۵۱	۵۱۱.۲۱۶	
	20-30	۲۵	۱۸.۹۶۱	۴۷۴.۰۲۵	
	30-60	۴۵	۱۰.۹۴۱	۴۹۲.۳۴۵	
	>60	۸۰	۰.۰۹۷	۷.۷۶	
	حاصل جمع		۹۹.۶۵	۱۷۶۹.۲۹۲	
	شیب متوسط حوضه			۱۷.۷۶	



نقشه(۷):شیب محدوده مورد مطالعه



نقشه(۸):طبقات ارتفاعی محدوده مورد مطالعه

۵-۶)عامل پوشش زمین :

پوشش زمین، به پوششی اطلاق می‌گردد که خاک را در مقابل ضربات قطرات باران، روان آب و باد محافظت نماید. که البته پوشش گیاهی، لاشبرگ و پوشش سنگی از آنجمله محسوب می‌شوند. وجود هر یک از این پوششها تأثیرات مثبت و مختلفی را در مقابل فرسایش ایفاد می‌کنند. بطور کلی پوشش گیاهی عامل بسیار مؤثری در تثبیت و مقاومت رسوبات حوزه‌های آبریز در برابر فرسایش محسوب می‌گردد. پوشش گسترده گیاهان، طبقات زمین را از یکطرف در مقابل فرسایش حفاظت نموده و از طرف دیگر مانع جابجایی رسوبات توسط آبهای سطحی می‌گردد. تأثیر پوشش گیاهی در تثبیت رسوبات به پارامترهای مختلف مانند گسترش، تراکم، نوع، فصل پوشش و نحوهٔ توزیع گیاهان بستگی دارد. میزان تأثیر هر یک از این پارامترها در محیط‌های مختلف طبیعی متغیر می‌باشد. بعنوان مثال در نواحی جنگلی، بدون شک پارامتر تراکم گیاهی دارای اثر بیشتری نسبت به پارامتر نوع گیاهان دارد، در حالیکه در مناطق زراعی، فصل پوشش با تقویم زراعی احتمالاً یکی از مؤثرترین پارامترها محسوب می‌گردد. بدین دلیل، ارزیابی و تعیین فاکتور پوشش گیاهی با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای مربوط به آن، با مشکلات اساسی روبرو خواهد گردید. برای فاکتور پوشش زمین درجه رسوبدهی بین ۱۰ـ تا ۱۰+ در نظر گرفته شده است. این عامل می‌تواند نقش مهمی را در کاهش فرسایش ایفاد نماید. عدد منفی را اراضی با پوشش گیاهی خوب، لاشبرگ و پوشش سنگی به خود اختصاص می‌دهند. درروشPSIAC میزان پوشش گیاهی لازم برای کاهش فرسایش و میزان رسوب‌دهی حداقل ۲۰ درصد می‌باشد. برای تعیین عامل پوشش زمین در روش جدید MPSIAC از رابطهٔ Y6=0.2Pb استفاده می‌گردد که Pb درصد اراضی لخت و فاقد پوشش می‌باشد و Y6 امتیاز فاکتور پوشش زمین است. با استفاده از اطلاعات موجود در گزارش پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه، درصد اراضی لخت و فاقد پوشش گیاهی حوضه قازانقایه و همچنین امتیاز آن نیز در جدول شماره (۱۱) درج گردیده است.

جدول(۱۱):امتیازعامل پوشش سطح زمین حوضه مورد مطالعه

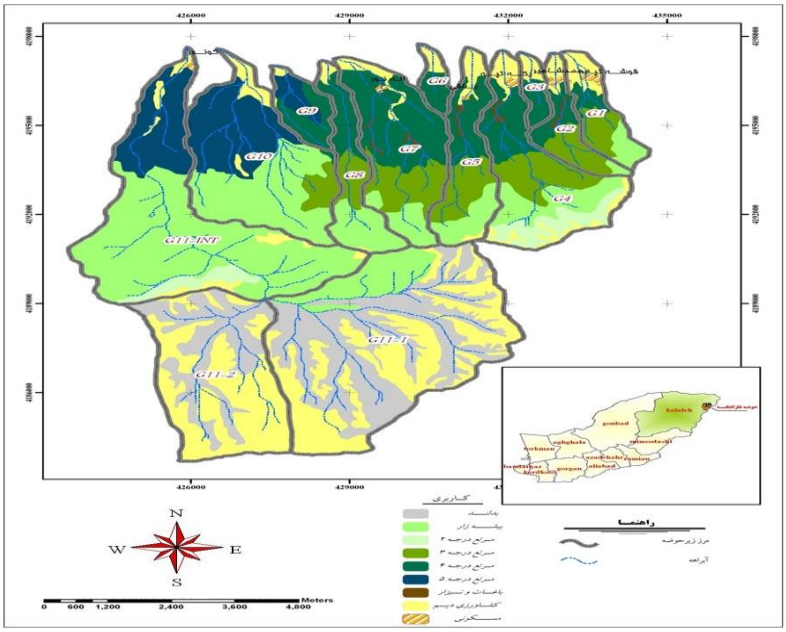
نام حوضه	نوع کاربری	درصد اراضی لخت	مساحت(هکتار)	امتیاز	مساحت×امتیاز
قازانقایه	نیزار	۱۰	۳۵.۴	۲	۷۰.۸
	بیشه زار	۴۵	۲۷۳۷.۳	۹	۲۴۶۳۵.۷
	کشاورزی	۴۵	۲۲۱۳.۷	۹	۱۹۹۲۳.۳
	مرتع درجه۲	۴۵	۲۴۴.۷	۹	۲۲۰۲.۳
	مرتع درجه۳	۵۵	۹۳۶.۹	۱۱	۱۰۳۰۵.۹
	مرتع درجه۴	۶۵	۱۳۱۳.۷	۱۳	۱۷۰۷۸.۱
	مرتع درجه۵	۷۰	۸۶۶.۷	۱۴	۱۲۱۳۳.۸
	مسکونی	۶۰	۳۴	۱۲	۴۰۸
	بدلند	۸۰	۱۵۷۹	۱۶	۲۵۲۶۴
	حاصل جمع		۹۹۶۱.۵		۱۱۲۰۲۱.۹
	میانگین وزنی عامل پوشش زمین			۱۱.۲	

۵-۷)عامل نحوه استفاده از اراضی :

تغییرات کاربری اراضی که با تخریب جنگلها و مراتع، افزایش اراضی زراعی در مناطق شیبدار، احداث معادن، احداث جاده‌ها و ابنیه‌های فنی بمنظور توسعه اقتصادی و... که خارج از قابلیت و نوع کاربری منطقه می‌باشند باعث تشدید فرسایش می‌گردند. بنابراین هر گونه تغییراتی که باعث کمبود پوشش بالاخص در مناطق شیبدار شود بر روی تولید رسوب و افزایش فرسایش تأثیر می‌گذارد. درجه رسوبدهی این فاکتور بدلیل اثرات کاهشی و افزایشی آن بین ۱۰ــ و ۱۰+ تغییر می‌نماید. برای تعیین امتیاز عامل نحوه استفاده از زمین معمولاً دو معیار (یکی عملیات کشاورزی در سطح حوزه آبخیز و دیگری وضعیت چرای دام) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. چنانچه در سطح حوزه آبخیز فعالیتهای کشاورزی معمول نبوده یا درصد کمی تحت زراعت اصولی و صحیح از نظر حفاظت آب و خاک باشد، یا سطح حوزه آبخیز پوشیده از گیاهان انبوه بوده و کمتر تعلیف دام قرار گیرد، نقش عامل فوق در میزان فرسایش خاک و تولید رسوب منفی است. بعبارت دیگر از میزان فرسایش خاک و تولید رسوب عوامل دیگر می‌کاهد که در این صورت برای این عامل در روش PSIAC نمره ۱۰ـ منظور می‌گردد. ولی برعکس اگر در بیش از نیمی از سطح یک حوزه آبخیز عملیات کشاورزی بدون رعایت اصول حفاظت آب و خاک صورت گیرد و یا چرای سنگین اعمال گردد، نقش عامل فوق در ایجاد فرسایش خاک و تولید رسوب مثبت است. بعبارت دیگر نه تنها عامل مؤثری در کاهش رسوبدهی و فرسایش نمی‌باشد، بلکه خود نیز باعث فرسایش و تولید رسوب می‌گردد، در این حالت برای این عامل در روش PSIAC نمره ۱۰+ منظور می‌گردد. برای تعیین فاکتور استفاده از اراضی در مدل جدید MPSIAC از رابطهٔ $Y7 = 20 - 0.2PC$ استفاده می‌گردد. که در آن Y7 امتیاز درجه رسوبدهی فاکتور استفاده از اراضی و PC مقدار تاج پوشش برحسب درصد است.در منطقهٔ مورد مطالعه درصد تاج پوشش از اطلاعات موجود در گزارش پوشش گیاهی استفاده گردید، بطوریکه درصد پوشش برای هرکاربری از این گزارش استخراج شده که در جدول شماره (۱۲) امتیاز فاکتور نحوه استفاده از اراضی در حوضه مورد مطالعه بشرح ذیل می‌باشد.

جدول(۱۲): امتیاز عامل کاربری اراضی حوضه مورد مطالعه

نام حوضه	نوع کاربری	درصد تاج پوشش	مساحت(هکتار)	امتیاز	مساحت×امتیاز
قازانقایه	نیزار	۸۰	۳۵.۴	۴	۱۴۱.۶
	بیشه زار	۳۵	۲۷۳۷.۳	۱۳	۳۵۵۸۴.۹
	کشاورزی	۴۵	۲۲۱۳.۷	۱۱	۲۴۳۵۰.۷
	مرتع درجه۲	۳۵	۲۴۴.۷	۱۳	۳۱۸۱.۱
	مرتع درجه۳	۲۵	۹۳۶.۹	۱۵	۱۴۰۵۳.۵
	مرتع درجه۴	۱۵	۱۳۱۳.۷	۱۷	۲۲۳۳۲.۹
	مرتع درجه۵	۱۰	۸۶۶.۷	۱۸	۱۵۶۰۰.۶
	مسکونی	۱۰	۳۴	۱۸	۶۱۲
	بدلند	۱۰	۱۵۷۹	۱۸	۲۸۴۲۲
	حاصل جمع		۹۹۶۱.۵		۱۴۴۲۷۹.۳
	میانگین وزنی عامل کاربری اراضی			۱۴.۴	



نقشه(۱۰):کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه

۵-۸)عامل وضعیت فرسایش در سطح حوزه‌های آبخیز :

فرسایش سطحی، شیاری، بارانی و خندقی در این مطالعه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. برای ایجاد فرسایش‌های فوق خاکهای حساس به فرسایش و سنگهایی با فرسایش‌پذیری متوسط تا زیاد نقش تعیین کننده‌ای را ایفا می‌نمایند. بدلیل اهمیت این فاکتور در تولید رسوب امتیاز آن بین صفر تا ۲۵ متغیر بوده در صورتی که در سطح زمین هیچ گونه فرسایشی مشاهده نشود امتیاز صفر و در صورتی که بیش از ۵۰ درصد سطح زمین درگیر فرسایش‌هایی از نوع شیاری‌هایی از نوع شیاری و خندقی باشند امتیاز ۲۵ منظور می‌گردد. در روش جدید MPSIAC برای تعیین فاکتور وضعیت فعلی فرسایش از رابطهٔ Y8 = 0.25 S.S.F استفاده می‌گردد که در آن Y8 امتیاز فاکتور وضعیت فعلی فرسایش و S.S.F امتیاز فاکتور سطحی خاک می‌باشد که با استفاده از روشی که توسط اداره مدیریت اراضی امریکا (BLM) پیشنهاد گردیده بدست می‌آید. در این روش برای تعیین امتیاز فاکتور سطحی خاک (S.S.F) از هفت فاکتور استفاده بعمل می‌آید که عبارتند از فرسایش سطحی، پوشش لاشبرگ، پوشش سنگی سطح زمین، آثار تخریب در سطح زمین، فرسایش شیاری، جریان‌های سطحی و توسعه فرسایش خندقی که هر یک از این فاکتورها دارای جداولی با امتیازهای خاص می‌باشند که در جدول شماره (۱۳) این مقادیر نیزدرج گردیده‌اند.

با استفاده از آمار و اطلاعات و گزارشات موجود در منطقه مورد مطالعه و ضمن مشورت با کارشناس حوضه قازانقایه فاکتورهای عامل وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوزه آبخیز مشخص گردید که در آن وضعیت کمی فرسایش نیز با توجه به جدول شماره (۱۳) و با استفاده از حدود تغییرات مجموع امتیازات عوامل مورد بررسی،مشخص گردیده است. با در دست داشتن کلیه اطلاعات فوق و با استفاده از رابطهٔ روش جدید MPSIAC (مقادیر S.S.F مشخص شده) امتیاز فاکتور وضعیت فعلی فرسایش منطقه مورد مطالعه محاسبه شده که در جدول شماره(۱۴) درج گردیده است.

جدول(۱۳):عوامل هفتگانه وضعیت فعلی فرسا یش

	تشریح وضعیت سطح خاک	ارزیـــابی کمـــی
۱-فرسایش سطحی	الف- فرسایش قابل ملاحظه ای مشاهده نمی شود	نمره ۱ تا ۳
	ب- فرسایش و حمل مواد بسیار جزئی وجود دارد	نمره ۴ تا ۵
	ج- فرسایش و حمل مواد موجب تشکیل تپه های کوچک به ارتفاع چند سانتی متر است.	نمره ۶ تا ۸
	د- پس از بارندگی آثار تجمع خاک در پشت موانع دیده می شد.	نمره ۹ تا ۱۱
	ه- لکه های سفید یا خاکستری در سطح زمین مشاهده شده و آثار فرسایش بادی و تشکیل تپه هـای ماسـه ای دیـده	نمره ۱۲ تا ۱۴
۲- پوشش سطح زمین	تشریح وضعیت سطح خاک	ارزیابی کمی عامل
	الف- سطح زمین به صورت توده سنگی, بیرون زدگی سنگی و یا به شکل سنگفرش به صورت یکنواخت پوشیده شـده	نمره ۰ تا ۲
	ب- پوشش سنگی در تمام سطح پوشیده شده است, ولی مناطقی نیز بدون پوشش سنگی مشاهده می شود.	نمره ۳ تا ۵
	ج- پوشش سنگی به صورت پراکنده مشاهده می شود	نمره ۶ تا ۸
	د- پراکندگی پوشش سنگی زیاد است, به طوری که آثار فرسایش نیز مشاهده می شود (در روی دشت سرودشت)	نمره ۹ تا ۱۱
	ه- به دلیل فرسایش زیاد پوشش سنگی از بین رفته است (این وضعیت بیشتر در روی دشت سرها و دشـت دیـده مـی	نمره ۱۲ تا ۱۴
۳-فرسایش شیاری	تشریح وضعیت شیارها	ارزیابی کمی عامل
	الف- فرسایش شیاری وجود ندارد و یا مراحل ابتدائی تشکیل شیار دیده می شود	نمره ۰ تا ۳
	ب- فرسایش شیاری وجود دارد, عمق شیارها حدود ۲ سانتی متر و فاصله شیارها بیشتر از ۳ متر است	نمره ۴ تا ۶
	ج- عمق شیارها بین ۲ سانتی متر تا ۱۵ سانتی متر و فاصله شیارها حدود ۳ متر, دامنه لخت و بدون پوشـش گیـاهی	نمره ۷ تا ۹
	د- عمق شیار ها تا ۱۵ سانتی متر ولی فاصله شیارها بین ۱/۵ تا ۳ متر است و دامنه لخت و عـاری از پوشـش گیـاهی	نمره ۱۰ تا ۱۲
	ه- عمق شیار ۴ تا ۱۵ سانتی متر ولی فاصله شیارها کمتر از ۱/۵ متر و دامنه کاملا" لخت و عـاری از پوشـش گیـاهی	نمره ۱۳ تا ۱۴
۴-پوشش لاشبرگ	تشریح وضعیت سطح خاک	ارزیابی کمی عامل
	الف- لاشبرگ و به عبارت دیگر تشکیل هوموس قابل ملاحظه است.	نمره ۱ تا ۳
	ب- مقداری از لاشبرگ تخریب شده و یا حمل شده است	نمره ۴ تا ۶
	ج- مقدار بیشتری از بقایای گیاهی حمل و در داخل آبراهه ها در کنار موانع بجا گذاشته شده است	نمره ۷ تا ۸
	د- اغلب لاشبرگها به وسیله جریان آب حمل و در مسیر خود در کنار موانع بجا گذاشته شده اند.	نمره ۹ تا ۱۱
	ه- لاشبرگ سطحی بسیار کم و یا وجود ندارد	نمره ۱۲ تا ۱۴
۵- بررسی آثار تخریب در سطح زمین	تشریح وضعیت سطح خاک	ارزیابی کمی عامل
	الف- آثار قابل ملاحظه ای از خالی شدن زیر سنگها و یا عریان شدن ریشه گیاهان مشاهده نمی شود.	نمره۰ تا۳
	ب- پدیده خالی شدن و حمل خاک در زیر سنگها و نیز عریان شدن ریشه گیاهان به میزان کم وجود دارد.	نمره ۴ تا ۶
	ج- خالی شدن خاک اطراف سنگها و یا آثار عریان شدن ریشـه گیاهـان در روی دامنـه و یـا در دامنـه و یـا در داخـل	نمره۷ تا۹
	د- حمل خاک اطراف سنگها و همچنین عریان شدن ریشه گیاهان در نتیجه پدیده فرسایش نسبتا" زیاد می باشد.	نمره ۱۰تا۱۱
	ه- خاک اطراف سنگها و نیز ریشه اغلب گیاهان در نتیجه فرسایش عریان شده و این پدیده در بیشتر منطقـه مشـاهده	نمره۱۲تا ۱۴
۶- بررسی آثار جریان های سطحی	تشریح وضعیت سطح خاک	ارزیابی کمی عامل
	الف- آثار جریانهای سطحی در روی دامنه ها بسیار کم است.	نمره ۰ تا ۳
	ب- آثار تجمع خاک در پای دامنه به مقدار کم وجود دارد.	نمره ۴ تا ۶
	ج- آثار جریانهای سطحی همراه با تجمع رسوبات در پای دامنه دیده می شود.	نمره ۷ تا ۹
	د- جریانهای سطحی تشکیل شده و در پای دامنه, رسوب به شکل مخروط هـای کوچـک شـامل: رس, سـیلت و شـن	نمره ۱۰ تا ۱۲
	ه- جریانهای سطحی به مقدار زیاد تشکیل شده و در پای دامنه رسوب قابل ملاحظه ای مشاهده می شود.	نمره ۱۳ تا ۱۵
۷- بررسـی فرسایش خندقی	تشریح وضعیت خندق ها	ارزیابی کمی عامل
	الف- خندق غیر فعال بوده و پوشش گیاهی, کف خندق و دیواره های کناری را تثبیت نموده است.	نمره ۰ تا ۳
	ب- تعدادی خندق فعال وجود دارد, و پوشش گیاهی به صورت پراکنده در کف و کناره های خندق مشاهده می شود.	نمره ۴ تا ۶
	د- فرسایش خندقی فعال بوده و حدود ۱۰ تا ۵۰ درصد سطح واحد کاری را فرا گرفته است.	نمره ۱۰ تا ۱۲
	ه- فرسایش خندقی فعال بوده و بیشتر از ۵۰ درصد سطح واحد کاری را می پوشاند	نمره ۱۳ تا ۱۵

جدول(۱۴):تعیین امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش در محدوده مورد مطالعه

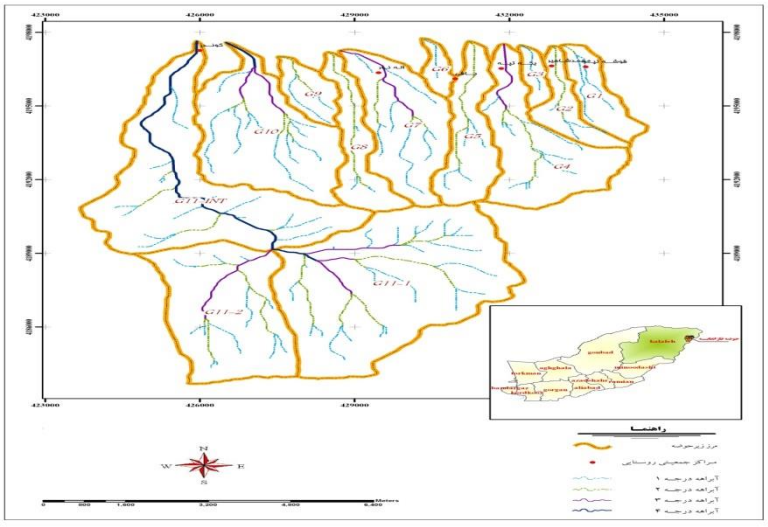
نام حوضه	عوامل هفتگانه وضعیت فعلی فرسایش								
قازانقایه	فرسایش سطحی	پوشش سطح زمین	فرسایش شیاری	پوشش لاشبرگ	آثار تخریب در سطح زمین	آثار جریانهای سطحی	فرسایش خندقی	حاصل جمع	امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش
امتیاز	7	10	9	11	8	10	6	61	15.25

۵-۹)عامل فرسایش رودخانه‌ای :

یکی از عوامل مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در روش PSIAC عامل فرسایش رودخانه‌ای بوده که در واقع آخرین عامل مؤثر در این روش است. دو پدیده فرسایش کناره‌ای و حمل رسوبات در این عامل مد نظر می‌باشد. از جمله عوامل مؤثر در فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب می‌توان به شیب متوسط بستر رودخانه‌ها، نوع سنگها در مسیر رودخانه و انرژی پتانسیل جریان سیلابی اشاره نمود. امتیاز این عامل بین صفر تا ۲۵ در نظر گرفته شده است و از عوامل بسیار مهم و مؤثر در جلوگیری از فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب می‌توان به پوشش گیاهی موجود در داخل و کناره آبراهه‌ها اشاره نمود. در بعضی از آبراهه‌ها در اثر رشد گیاهان مواد ریزدانه بستر و کنار رودخانه تحکیم بیشتری می‌یابند. همچنین گیاهان موجود در داخل آبراهه‌ها زبری جدار را افزایش می‌دهند. افزایش زبری باعث کاهش سرعت می‌شود. با کاهش سرعت جریان نیز تخریب دیواره‌ها کاهش می‌یابد. برای تعیین امتیاز فاکتور فرسایش رودخانه‌ای و انتقال رسوب در روش جدید از رابطهٔ Y9 = 1.67 S.S.F.g استفاده می‌شود که در آن Y9 امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای و S.S.F.g نمره نهایی فرسایش خندقی فاکتور سطحی خاک در روش BLM می‌باشد که با استفاده از جدول شماره (۱۴) برآورد می‌گردد. مقدار امتیاز فاکتور فرسایش رودخانه‌ای برای حوضه مورد مطالعه در جدول شماره (۱۵) درج گردیده است.

جدول(۱۵):امتیاز عامل فرسایش رودخانه ای محدوده‌ی مورد مطالعه

نام حوضه	مساحت(km2)	عامل فرسایش خندقی	امتیاز عامل فرسایش رودخانه ای
قازانقایه	۹۹.۶۵	۶	۱۰.۰۲



نقشه(۱۱):رتبه بندی آبراهه‌های منطقه مورد مطالعه

برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه مورد مطالعه :

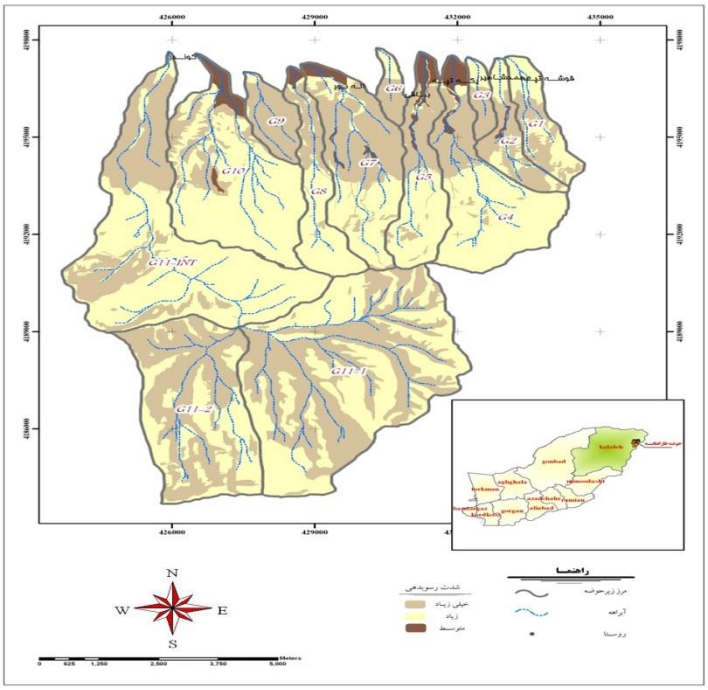
پس از تعیین امتیاز ۹ فاکتور در نظر گرفته شده در مدل PSIAC و بدست آوردن مجموع نمرات آنها به منظور تعیین میزان فرسایش و رسوب‌زایی در حوضه مورد مطالعه از جدول شماره (۱۶) استفاده می‌شود. همچنین به جهت بررسی دقیق فرسایش و تولید رسوب از رابطهٔ بین درجه رسوبدهی و میزان تولید رسوب سالیانه از معادلهٔ $QS = 38.77\ e^{0.0353\ R}$ استفاده می‌گردد که در آن QS میزان رسوبدهی سالانه برحسب مترمکعب در کیلومتر مربع در سال و R درجه رسوبدهی یعنی مجموع امتیازات فاکتورهای مختلف در نظر گرفته شده در مدل PSIAC می‌باشد که نتایج آن در جدول شماره(۱۷) ارائه گردیده است.

جدول(۱۶): تعیین میزان تولید رسوب سالانه و کلاس فرسایش خاک در روش PSIAC

کلاس رسوبدهی	شدت رسوبدهی	تولیدرسوب سالانه(m^3/km^2)	نمرات نشان دهنده شدت رسوبدهی
V	خیلی زیاد	> ۱۴۲۹	> ۱۰۰
IV	زیاد	476-1429	75-100
III	متوسط	238-476	50-75
II	کم	۹۵ – ۲۳۸	25-50
I	خیلی کم	< ۹۵	۰ - ۲۵

جدول(۱۷):امتیاز عوامل ۹ گانه و برآورد میزان فرسایش و رسوب ویژه و پارامترهای فرسایشی منطقه مورد مطالعه

نام حوضه	پارامترهای مدل PSIAC	امتیاز
قازانقایه	زمین شناسی	۶.۹
	خاک	۱۱.۲
	آب و هوا	۳.۹
	رواناب	۲۱.۶
	پستی و بلندی	۵.۹
	پوشش زمین	۱۱.۲
	کاربری اراضی	۱۴.۴
	وضعیت فعلی فرسایش	۱۵.۲۵
	فرسایش رودخانه ای	۱۰.۰۲
R= درجه رسوبدهی		100.37
QS= مقدار رسوبدهی m^3/km^2		1283.43
کلاس رسوبدهی		IV
شدت رسوبدهی		زیاد



نقشه(۱۲): شدت رسوب دهی در منطقه مورد مطالعه

۶-نتیجه گیری

فرسایش و پیامدهای ناشی از آن اگرچه سابقه‌ای به قدمت شروع زندگی انسان بر روی کره خاکی دارد، اما سرعت تاثیر آن بر اکوسیستم حیاتی، از اوایل قرن بیستم فزونی یافته و پدیده‌ای جغرافیایی به نام رسوب، کاملا نقش مخرب خود را بصورت عملی نمایان ساخته است. برآورد میزان فرسایش و رسوب در حوضه‌های آبخیز بدون آمار رسوب یکی از مسائل اساسی حوضه‌ها بوده و استفاده از روش‌های تجربی را لازم می‌نماید تا داده‌های حاصل بتواند مبنایی برای برنامه ریزی-های مدیریتی واقع گردد. اجرای برنامه‌های حفاظت خاک و کنترل فرسایش جهت جلوگیری و مبارزه با فرسایش خاک و جلوگیری از تولید رسوبات، محاسبه و طراحی حجم سدها، ساخت پلها و تاسیسات آبی و آبیاری و نیز فرسایش خاک و اثرات نامطلوب ناشی از آن و نقش مخرب رسوبات ایجاب می‌کند که میزان تولید رسوب سالانه در هر یک از حوزه‌های آبخیز ارزیابی و محاسبه گردد. در اکثر حوزه‌های آبخیز کشور ما به دلیل عدم وجود و یا کمبود ایستگاه‌های هیدرومتری و در نتیجه عدم وجود آمار مورد لزوم، از روش‌های تجربی برای برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب استفاده می‌شود. حوضه آبخیز قازانقایه با مساحتی بالغ بر ۹۹/۶۵ کیلومترمربع در شرق استان گلستان و در شهرستان کلاله واقع شده است و بر روی سرشاخه‌های رود اترک بسته شده است. هدف پژوهش پیشرو، ارزیابی ومقایسه فرسایش خاک وحجم رسوب تولیدی حوضه آبخیز قازانقایه بااستفاده ازمدل MPSIAC در محیط GIS است. نتایج بررسی نشان داد که درمدل MPSIAC ، شدت رسوبدهی در کلاس زیاد و درجه رسوبدهی R 100.37 می‌باشد.

۷-پیشنهادات

۱- برای بررسی کارایی مدل MPSIAC در برآورد میزان فرسایش و رسوب، بهتر است که از مدلهای دیگر نیز برای برآورد میزان فرسایش و رسوب استفاده شود و نتایج حاصل از آنها با یکدیگر مقایسه شود.

۲- جهت بررسی استفاده از این مدل پیشنهاد می‌گردد در حوزه‌های مشابه با این حوزه که دارای آمار هیدرومتری هستند این مدل کار شده و ارزیابی گردد.

۳- برای تعیین امتیاز برخی از فاکتورهای مدل MPSIAC به مطالعات صحرایی و مشاهدات عینی نیازمند مـی‌باشـیم. بنابراین توصیه می‌شود در صورت بکار گیری این مدل از کارشناسان مجرب استفاده شود.

منابع و ماخذ

۱- احمدی، حسن(۱۳۷۴)، ژئومرفولوژی کاربردی، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران،

۲- اطلاعات و گزارشات مربوط به زمین شناسی، خاکشناسی، هواشناسی، هیدرولوژی، فیزیوگرافی و پوشش گیاهی حوضه قازانقایه،اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان،۱۳۹۱

۳- حیدری ساربان، وکیل. (۱۳۹۲). تحلیل عوامل موثر بر مهارت کشاورزان در مدیریت خاک زراعی (مطالعه موردی: استان اردبیل)، پژوهش‌های روستایی، سال چهارم، شماره۱، صص: ۲۱۸-۱۸۹.

۴- خدابخش، سعید و همکاران (۱۳۸۸)،مقایسه برآورد میزان فرسایش و رسوب زایی زیر حوضه سزار (حوضه آبخیز سد دز) با استفاده مدل‌های تجربیEPM و MPSIAC، فصلنامه زمین شناسی ایران،سال سوم، شماره دوازدهم، صفحات۵۱ تا ۶۱

۵- دلاوری، علی. (۱۳۸۰). چالش‌های ترویج کشاورزی در ایران با نگاهی به مشکلات ترویج آب و خاک، مجله جهاد، صص: ۹۱-۸۲.

۶- رضایی، روح‌الله.، حسینی، سیدمحمود.، شریفی، امید. (۱۳۸۹). واکاوی و تبیین تأثیر خشکسالی بر مناطق روستایی شهرستان زنجان (مطالعه موردی: روستای حاج آرش)، مجله پژوهش‌های روستایی، دوره ۱، شماره ۳، صص : ۱۳۰-۱۰۹.

۷- رفاهی، حسینقلی(۱۳۷۵)، فرسایش آبی و کنترل آن،انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول

۸- زنگنه اسدی، م .ع.؛ سدیدی، ج.؛ کوشانفر، ع(۱۳۸۸)، ارزیابی فرسایش آبی حوضهٔ آبریز سراب سفید ونایی بروجرد با استفاده از مدل PSIAC، فصلنامهٔ جغرافیایی چشمانداز زاگرس، سال اول، شمارهٔ ۲، صص۶۴-۵۵.

۹- شاهرودی، علی اصغر. و چیذری، محمد. (۱۳۸۷). عوامل تأثیرگذار بر دانش، نگرش و مهارت چغندرکاران نسبت به شیوه‌های مدیریت پایدار خاک زراعی، مطالعه موردی استان خراسان رضوی، مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۲، شماره ۱، صص: ۵۳-۴۳.

۱۰- عسکری، ش.؛ ثروتی، م .ر.؛ جعفری، م . ر. (۱۳۸۵)، برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب حوضهٔ سد ایلام با استفاده از مدلMPSIAC ، پژوهش‌های جغرافیایی، سال چهلم، شمارهٔ ۶۴، صص۳۵-۲۹.

۱۱- علیزاده، امین(۱۳۷۸)، اصول هیدرولوژی کاربردی،انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)،چاپ یازدهم

۱۲- کردوانی، پرویز(۱۳۸۷)، حفاظت خاک، چاپ نهم، تهران :انتشارات دانشگاه تهران.

۱۳- مددی و نیک پور(۱۳۹۲)، برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ زال با استفاده از روش‌های پسیاک، پسیاک اصلاح شده وGIS ، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۱، تابستان.

۱۴- مددی، عقیل(۱۳۸۷)، برآورد میزان تولید رسوب در حوضهٔ یدی بولوک چای در استان اردبیل با استفاده از روشPSIAC و MPSIAC، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، مجلهٔ علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، سال هشتم، شماره ۲۲، صص۱۴۴-۱۱۹.

۱۵- نیک نامی، داود(۱۳۸۳)، کاربردهای تحقیقاتی و مطالعاتی مدل PSIAC در محیط GIS،پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری،

۱۶- هدایی، علی اصغر(۱۳۸۲)،بررسی وضعیت فرسایش و رسوب حوضه‌های آبخیز منتهی به تنگه هرمز (محدوده ما بین رودخانه‌های شور تا جاسک)،

17- Devente, J., Poesen, J. & Verstraeten, G., 2005, *the Application of Semi-quantitative Methods and Reservoir Sedimentation Rates for the Prediction of Basin Sediment Yield in Spain*, Journal of Hydrology, Vol. 305, No. 1, PP. 63-86.

18- Devente,J., Poesen, J., Bazzoffi, P., Van Rompaey, A. & Verstraeten, G. 2006, *Predicting Catchment Sediment Yield in Mediterranean Environments: the Importance of Sediment Sources and Connectivity in Italian Drainage Basins*, Earth Surface Processes and Landforms, Vol. 31, No. 8, PP. 1017-1034.

19- Escobar, G., 2008, *Agricultural Knowledge and Information Systems and Poverty Reduction, Washington, D.C: World Bank*, pp. 65-67.

20- FAO, 1994, Land Degradation in South Asia: Its Severity Causes and Effects upon the People, Retrieved from http://www.agr.state.nc.us/agronomi/sthome.html/

21- Gould, P., 2007, *Soil Conservation in Agricultural Development: an economies view*, Journal of Soil and Water Conservation, PP. 310-314.

22- King, D. (2009*). In fluence of soil conservation on farm land*. Journal of Soil and Water Conversation, 16(2), 155-157.

23- Miller, F.P. and M.K. Wali. 1995. *Soils, land use and sustainable agriculture: a review*. Canadian Journal of Soil Science. 75 (4): 413-422.

24- Nabhan, H., Mashali A. M., Mermut, A. R. (1999). *Integrated Soil Management for Sustainable Agriculture and Food Security in Southern and East Africa, proceedings of the Expert consultation*, Food and Agriculture organization of the united nations (FAO), Rome.

25- Pansak, W. at el (2008): *Changes in the relationship between soil erosion and N loss pathways afterChanges in the relationship between soil erosion and N loss pathways after, Agriculture, Ecosystems and Environment*, 128,p 167 –176.

26- Tamene, L., Abegaz, A., Aynekulu, E., Woldearegay, K., Vlek, P.L., 2011, *Estimating Sediment Yield Risk of Reservoirs in Northern Ethiopia Using Expert Knowledge and Semi-quantitative Approaches, Lakes & Reservoirs: Research and Management*, Vol.16, No. 4, PP. 293-305.

Soil management, sustainable agricultural development through zoning soil erosion MPSIAC model using GIS

Yaser Mohammadi[۶], Mahdieh Nakhaei[2] ,Amirhossein Pirmoradi[3] ,Mehdi Khodada[4]

۱-Assistant Professor Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University in Hamedan

2-Young Researchers and Elite Club,Marand branch,Islamic Azad University,Marand, Iran

3-Phd Student in Rural Development, Department of Agricultural Extension and Education,Faculty of Agriculture, Razi university in Kermanshah

M.S.c. in Geography & Rural Planning, Golestan University-4

Abstract

Sustainable agricultural development will be depends on maintaining the ecological assessment and basic resources such as water and soil. The evaluation of basic resources such as soil and soil management, through new techniques such as GIS is possible. Estimates of erosion and sedimentation in the watershed without sediment basin is one of the key issues and use of experimental methods necessary so that data can be the basis for planning the actual management. Because in order to implement the management plans and determine ways to combat soil erosion and reduce sediment should total volume of annual sediment yield at the basin evaluation and estimation of. In the same way Qazanqayh watershed with an area of over 65/99 km in the East of Golestan province and the city is located on a tributary of the stigma attached Atrak.The aim of this study is to evaluate and compare the volume of soil erosion and sedimentation basin Qazanqayh using MPSIAC model in GIS. The results showed that the model MPSIAC, intensity and degree of sediment deposition in the high class (R) 100..

Keywords: sustainable agricultural development, soil management, soil erosion, MPSIAC, geographic information systems (G IS)

۱.Assistant Professor Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University in Hamedan