

## برآورد حجم رسوب دهی حوضه رودخانه سبزکوه چهارمحال و بختیاری با استفاده از MPSIAC

محسن رنجبر

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی - واحد شهر ری

صفورا راز

کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی ژئومورفولوژی

تاریخ دریافت ۱۳۸۸/۸/۱۴ تاریخ پذیرش ۱۳۸۸/۹/۲۳

### چکیده

از مهم ترین فعالیت های رودخانه ها فرسایش، حمل و انتقال رسوب است که متأثر از شرایط محیطی از جمله ویژگی های ژئومورفولوژیکی، آب و هوا، زمین شناسی، پوشش گیاهی و شرایط خاک می باشد. عوامل مختلف مؤثر بر فرسایش پذیری و رسوب دهی در هر منطقه ای منجر به انواع مختلف فرسایش با کمیت و کیفیت متفاوت می شود و نتایج حاصل از آن بر روی منطقه و تغییر روند برخورد با محیط اثرگذار است. یکی از نتایج حاصل از فرسایش، رسوب دهی و رسوب گذاری است که در این تحقیق به بررسی برآورد میزان آن در حوضه آبخیز رودخانه سبزکوه یکی از زیرحوضه های کارون علیا واقع در استان چهارمحال و بختیاری پرداخته شده است. روش به کار گرفته شده جهت اندازه گیری کلاس فرسایش و شدت حجم رسوب دهی در این حوضه پسپاک اصلاح شده (MPSIAC) است، که این حوضه را از نظر کلاس فرسایش در طبقه ۴ و شدت رسوب دهی در کلاس زیاد قرار داده است. در بخش های مختلف حوضه با توجه به تفاوت جنس زمین، خاک و کاربری های گوناگون که متأثر از نقش انسان نیز می باشد، فرسایش و رسوب دهی متفاوت است.

واژگان کلیدی: رسوب دهی، فرسایش، MPSIAC، حوضه آبریز سبزکوه

## مقدمه

اهمیت آب و خاک به عنوان بستر زندگی بر هیچ کس پوشیده نیست، مهم‌ترین پدیده در فرآیندهای بیرونی زمین، جریان آبهاست. رسوبات حمل شده توسط رودخانه‌ها بیانگر فرسایش خاک و کاهش منابع خاک و کاهش کیفیت آب و عمر مفید مخازن سدها به دلیل انباشت رسوب می‌باشند و لزوم پرداختن به مقوله تغییرات رسوب و رسوب‌دهی رودخانه‌ها و حوضه‌های آب خیز را مورد توجه قرار می‌دهد. به منظور جلوگیری از پیامدهای منفی فرسایش خاک و تولید رسوب ضرورت دارد تا مقدار فرسایش، رسوب و منبع تولید آن که رشد و گسترش همیشگی دارد، مشخص شود. از آنجایی که اکثر حوضه‌های آب‌خیز کشور بدون ایستگاه‌های رسوب‌سنجی می‌باشد، استفاده از روش‌های تجربی ابداع شده در برآورد حجم و تولید رسوب الزامی است. در این تحقیق با استفاده از مدل تجربی پسیاک اصلاح شده (MPSIAC) به بررسی عوامل مؤثر بر فرسایش و برآورد حجم رسوب‌دهی حوضه آب‌خیز رودخانه سبزکوه پرداخته شده است.

## موقعیت و ویژگی‌های جغرافیایی حوضه رودخانه سبزکوه

حوضه آب‌خیز سبزکوه از زیر حوضه‌های کارون میانی در شمال و شمال‌شرقی حوضه واقع شده است و دارای مساحت ۵۰۴ کیلومترمربع و طول ۵۰ کیلومتر می‌باشد که در استان چهارمحال و بختیاری است. کمترین ارتفاع حوضه از سطح دریا در محل خروجی رودخانه سبزکوه ۱۴۵۷ متر و بیشترین ارتفاع ۳۸۰۱ متر در قله کلار واقع شده است. منطقه مورد مطالعه از شمال به قله‌های کلار از جنوب به ارتفاعات چرو و در شرق توسط کوه لجن محصور شده است.

با توجه به اینکه در این حوضه ایستگاه هواشناسی وجود ندارد از ایستگاه‌های مجاور لرندگان، شهرکرد، بروجن و اردل برای تعیین اقلیم و خصوصیات آب و هوایی این منطقه استفاده شد. آب و هوای این حوضه متأثر از توده هوای مدیترانه‌ای می‌باشد. بر اساس یکی از روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی (آمبرژه)، اقلیم این منطقه مرطوب سرد است. این منطقه از لحاظ تکتونیکی در زون زاگرس چین‌خورده، مرتفع و در زیر تراست اصلی زاگرس قرار گرفته است.

یال شمال شرقی ناودیس سبزکوه بیشینه ارتفاع را داراست، یال جنوبی یعنی سبزکوه دارای ارتفاع ۳۵۴۸ متر از سطح دریاست. این بلوک در واقع ناودیس بزرگی است که به وسیله گسله‌های رانده دوپلان در جنوب غربی و سری گسله‌های آوردگان و سولقان در شمال شرقی محدود می‌گردد. امتداد بلوک سبزکوه در شمال به وسیله گسل کردن بریده می‌گردد. سازندهای با سن کرتاسه بیشترین گسترش را در این بلوک دارند. این منطقه دارای گسل‌های فراوان بزرگ و کوچک که با جهت کلی شمال غربی - جنوب شرقی

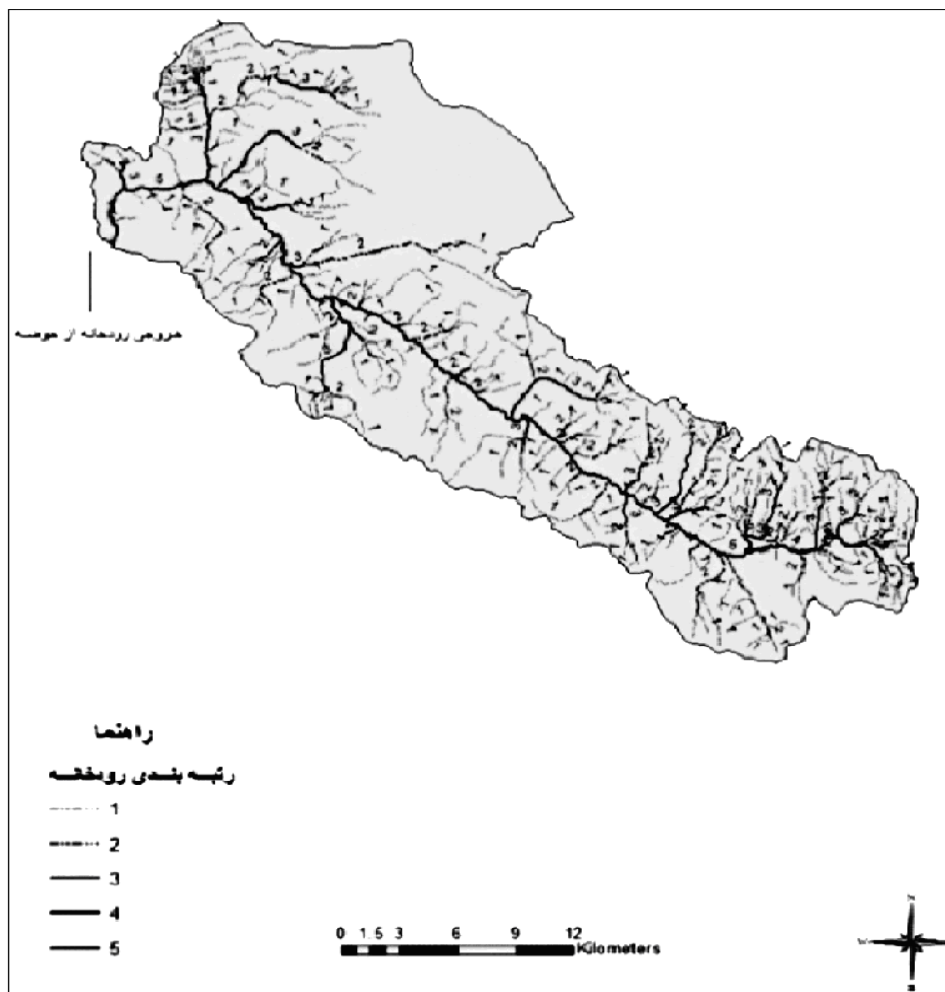
امتداد یافته‌اند و اکثر گسل‌ها عمدتاً از این جهت پیروی می‌کنند و در عین حال برخی از آنها جهات خاص خود را دارند. رانندگی‌های اردل، دویلان، کردان، ناغان و سولقان به عنوان مهم‌ترین گسل‌های حوضه هستند. از نظر زمین‌شناسی به طور کلی منطقه مورد مطالعه شامل بعضی از سازندهای مربوط به دوران دوم، سوم و چهارم زمین‌شناسی می‌باشد.

از دوران دوم، سطح کوچکی از منطقه توسط سازند خامی تشکیل شده است که این رسوبات بیشتر شامل آهک‌های توده‌ای بوده و سن آنها ژوراسیک پائینی تا آلبین می‌باشد، دو سازند سروک و گورپی بیش از ۹۰ درصد منطقه را پوشانده است، که سازند گورپی شامل شیل‌های تیره و آبی رنگ و آهک مارنی است. از دوران سوم، سازند پابده شامل شیل ارغوانی و بخش بالایی آن مرکب از شیل‌های سیلتی و ماسه‌ای قرمز خاکستری و آهک رسی نازک لایه می‌باشد که این تشکیلات با دگرشیبی فرسایشی بر روی تشکیلات گورپی قرار گرفته است و سازند کشکان شامل سیلیستون، ماسه سنگ و کنگلومراهای قرمز رنگ می‌باشد. و دوران چهارم، که شامل دو سازند ورم و جنگ ترویا می‌باشد. سازند ورم بیشتر اراضی کشاورزی در روی آن قرار گرفته‌اند و بیشتر رسوبات سازند جنگ ترویا در حاشیه رودخانه سبزکوه قرار دارد و اکثراً شامل باغات می‌باشد.

این حوضه با توجه به نقشه ژئومورفولوژی به واحدهای کوهستان، تپه ماهور و تراس‌ها تقسیم می‌شود و اشکال ژئومورفولوژیکی حوضه شامل دره‌های بزرگ گسلی؛ دریاچه‌های کواترنری؛ مخروط افکنه‌ها؛ پادگانه‌های آبرفتی مرتفع و حرکت توده‌ای زمین لغزش می‌باشد. مشخصات فیزیکی حوضه رودخانه سبزکوه در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول شماره ۱: مشخصات فیزیکی حوضه رودخانه سبز کوه

مساحت حوضه	۵۰۴ کیلومتر مربع
محیط حوضه	۶۴/۱۵۲ کیلومتر
ضریب شکل حوضه	۲۰۱/۰
ضریب فشردگی حوض (گراویولوس)	۹/۱
طول آبراه اصلی	۵۰ کیلومتر
تراکم شبکه رودخانه‌ای	۲۹/۱ کیلومتر در کیلومتر مربع
نسبت انشعاب رودخانه	۵/۴
زمان تمرکز حوضه (کرپیچ)	۲۴۲/۲۲۰ دقیقه



نقشه شماره ۱: حوضه آبریز رودخانه سبزکوه

### مواد و روش‌ها

در انجام این تحقیق از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی ارتش به ترتیب شیت‌های شماره: ۶۱۵۴III جونقان، ۶۱۵۳IV اردل، ۶۱۵۳I اورگان، ۶۲۵۳ III آلونی، ۶۲۵۳IV بلداجی، NH۲-۳۹ رامهرمز، و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی به شماره و نرم‌افزارهای ArcGIS و Excel و منابع اطلاعات آماری و توصیفی در زمینه آب وهوا، ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی و کاربری اراضی در رابطه با موضوع تحقیق استفاده شده است. به منظور بررسی فرسایش و رسوب‌دهی در حوضه آب‌خیز سبزکوه، از روش پسیاک اصلاح شده (MPSIAC) که در مقایسه با سایر روش‌های تجربی موجود بیشترین عامل مؤثر در فرسایش خاک برای محاسبه آن و تولید رسوب را در نظر گرفته، استفاده می‌شود. در روش MPSIAC تأثیر و نقش ۹ عامل مهم و مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه آب‌خیز

ارزیابی می‌گردد. در این روش بسته به شدت و ضعف هر عامل عددی به آن نسبت داده می‌شود، سرانجام با در نظر گرفتن مجموع اعداد به دست آمده برای عوامل مختلف، میزان رسوب‌دهی حوضه برآورد می‌شود. هر یک از عوامل ۹ گانه فرسایش خاک و تولید رسوب در اجزای واحد اراضی یا واحد هیدرولوژیکی یا هر واحد دیگر مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرند. این عوامل عبارتند از: زمین‌شناسی سطحی، خاک، آب و هوا، رواناب، پستی و بلندی، پوشش زمین، استفاده از زمین، وضعیت فرسایش و فرسایش رودخانه‌ای (۱). در این تحقیق با استفاده از نقشه‌های مختلف تهیه شده در محیط ArcGIS و با استفاده از میانگین وزنی در مورد برخی از پارامترها امتیازات محاسبه شده و در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول شماره ۲: امتیازات به دست آمده در روش MPSIAC در حوضه آبریز سبزکوه

زمین شناسی سطحی	خاک	آب و هوا	رواناب	پستی و بلندی	پوشش زمین	استفاده از زمین	وضعیت فرسایش	فرسایش رودخانه‌ای	درجه رسوب‌دهی
۵	۸۳/۲	۰۴/۳	۴۷/۹	۵/۱۶	۷	۷	۲۵/۱۶	۶۹/۱۱	۷۸/۷۸

### برآورد تولید رسوب

برای برآورد فرسایش و تولید رسوب از رابطه بین درجه رسوب‌دهی و میزان تولید رسوب طبق رابطه به صورت زیر استفاده گردید (۱):

$$Q_s = 38/77 e^{0.353 R}$$

که در آن:

$Q_s$ : میزان رسوب‌دهی سالانه بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع،

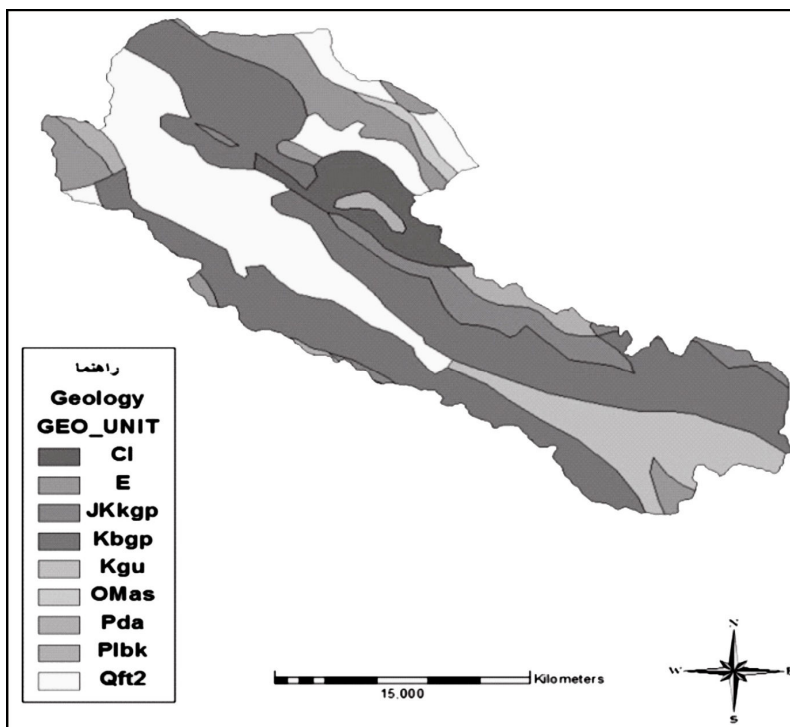
$R$ : درجه رسوب‌دهی، یعنی مجموع امتیازات عوامل مختلف در نظر گرفته شده در روش MPSIAC

و  $e$ : عدد نپرین که تقریباً برابر با ۲/۷۱۸ می‌باشد.

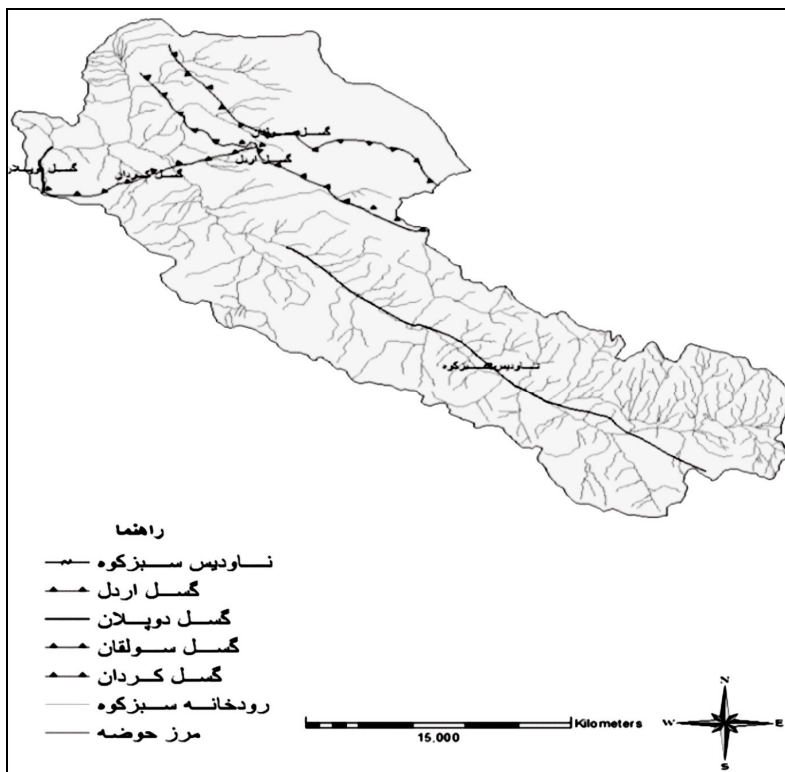
بنابراین مقدار  $Q_s$  برابر است با:  $Q_s = 830/629$  مترمکعب در کیلومتر مربع

از آن جایی که واحد  $Q_s$  بر حسب مترمکعب در کیلومتر مربع می‌باشد، برای تبدیل این واحد به تن در کیلومتر مربع با استفاده از رابطه بالا وزن مخصوص ذرات رسوبی را ۳/۱ در نظر می‌گیریم، در نتیجه میزان رسوب‌دهی حوضه بر حسب تن در کیلومتر مربع در سال برابر خواهد بود با رسوب ویژه در سال:

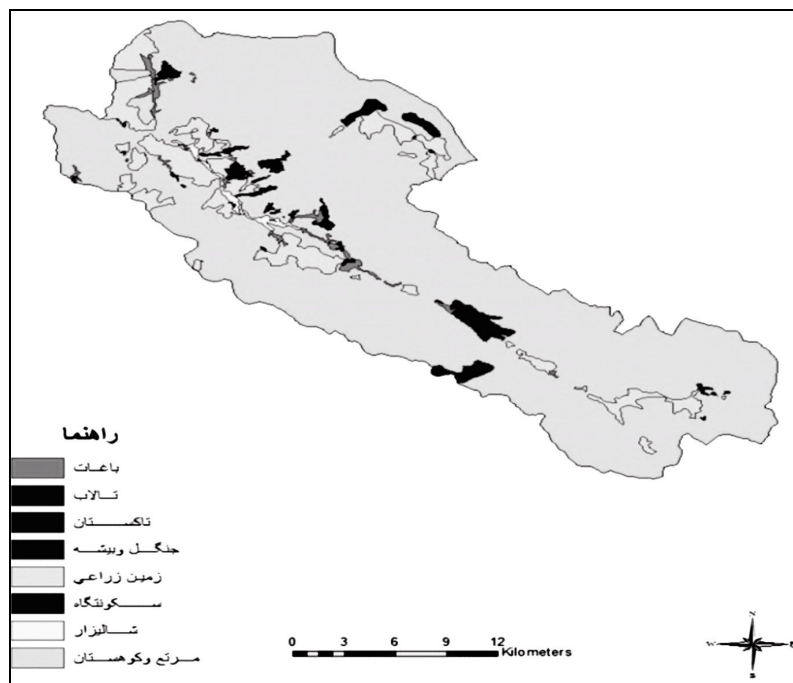
$$Q_s = 830/629 \times 3/1 = 779/818 \text{ تن در کیلومتر مربع}$$



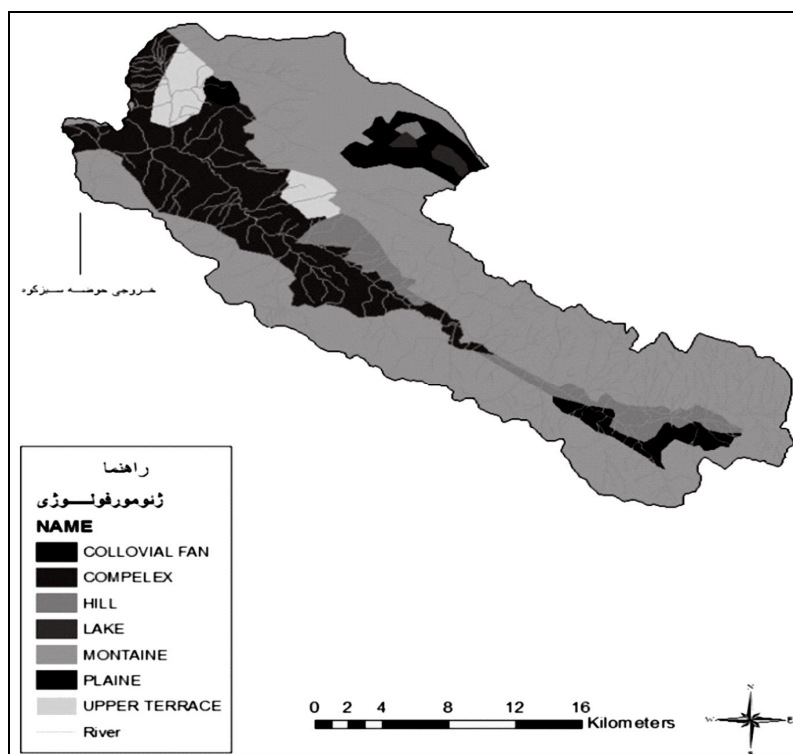
نقشه شماره ۲: زمین شناسی حوضه رودخانه سبزکوه



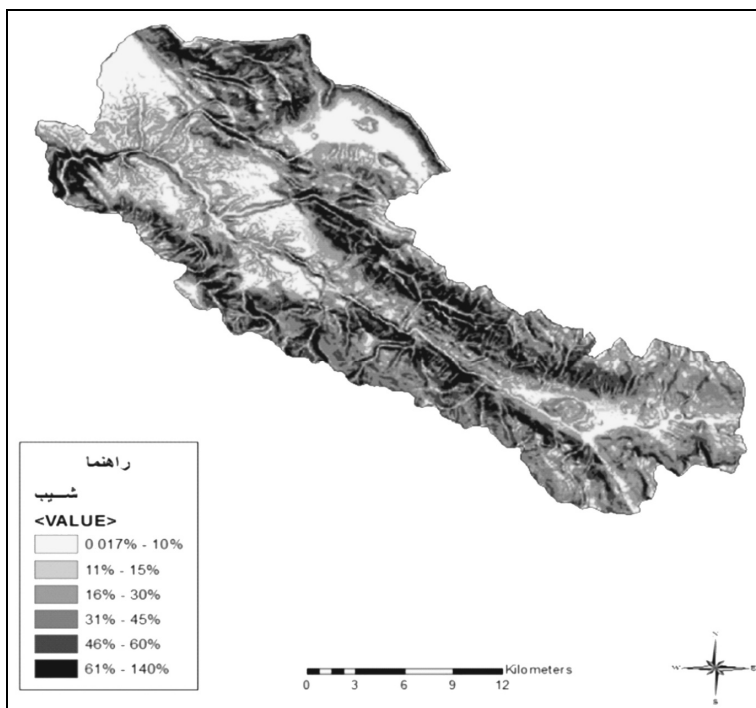
نقشه شماره ۳: گسل‌های حوضه سبزکوه



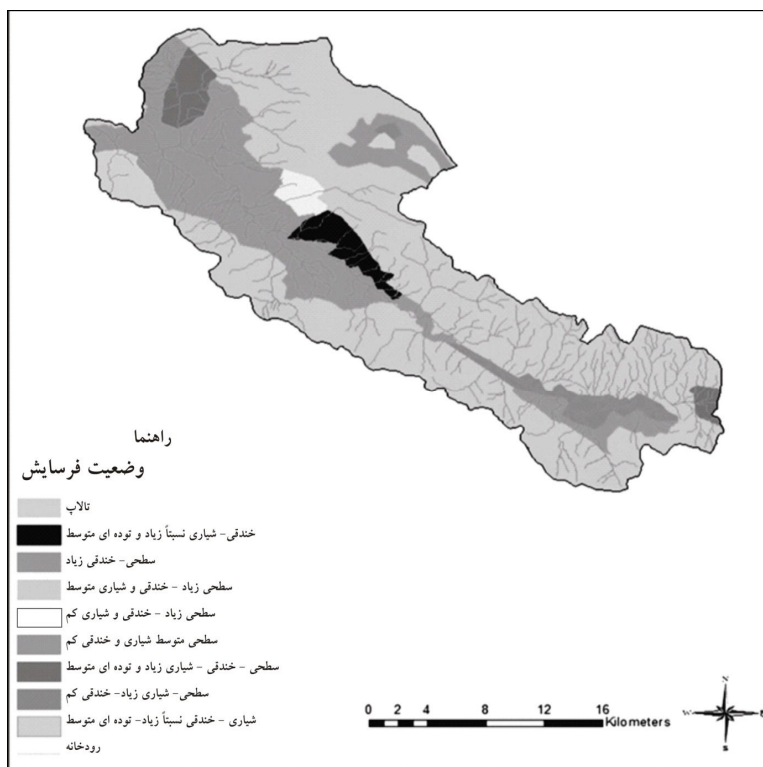
نقشه شماره ۴: کاربری اراضی حوضه سبزکوه



نقشه شماره ۵: ژئومورفولوژی حوضه سبزکوه



نقشه شماره ۶: طبقات شیب حوزه سبزکوه



نقشه شماره ۷: وضعیت فرسایش حوزه سبزکوه



### نتیجه گیری

جهت تعیین شدت رسوب دهی و کلاس فرسایش خاک حوضه آب خیز از جدول شماره ۳ استفاده می شود. امتیازات و میزان حجم رسوب دهی محاسبه شده و از نظر کلاس فرسایش در طبقه چهارم و شدت رسوب دهی در کلاس زیاد قرار گرفته است. در بخش های مختلف حوضه با توجه به تفاوت جنس زمین، خاک و کاربری های گوناگون که متأثر از نقش انسان (خصوصاً در محل زمین های زراعی و چراگاه ها) نیز می باشد، فرسایش و رسوب دهی متفاوت است.

جدول شماره ۳: تعیین میزان تولید رسوب سالانه و کلاس فرسایش خاک در روش پسیاک اصلاح شده

جمع نمرات نشان دهنده درجه رسوب دهی (R)	تولید رسوب سالانه		شدت رسوب دهی	کلاس فرسایش
	ایگر فوت در مایل مربع	مترمکعب در کیلومتر مربع		
>۱۰۰	>۳	>۱۴۲۹	خیلی زیاد	۵
۷۵-۱۰۰	۱-۳	۴۷۶-۱۴۲۹	زیاد	۴
۵۰-۷۵	۰/۵-۱	۲۳۸-۴۷۶	متوسط	۳
۲۵-۵۰	۰/۲-۰/۵	۹۵-۲۳۸	کم	۲
۰-۲۵	<۰/۲	<۹۵	خیلی کم یا جزئی	۱

منبع: فرسایش آبی و کنترل آن - حسین قلی رفاهی

### بررسی حساسیت واحدهای زمین شناسی حوضه به فرسایش

واحد دوران چهارم شامل محدوده ای از منطقه می باشد که زمین های زراعی و باغات و مسیل که از رسوبات دانه درشت با مواد دانه ریز تشکیل یافته است که محدوده شیب آن ۱۵-۲۵ می باشد که از تخریب و قطع مصون مانده است. به همین دلیل با توجه به عمق مناسب خاک در آن وجود پوشش گیاهی مناسب در این محدوده حساسیت خاک به فرسایش کم می باشد.

واحد دوران سوم بخش ناچیزی از حوضه مورد مطالعه را در بر می گیرد در این واحد به علت استقرار گونه های ارس، گون، زالزالک، بلوط و پوشش گیاهی مرتعی، حساسیت به فرسایش آن متوسط است. فرسایش در این واحد بیشتر از نوع مکانیکی می باشد که وجود قطعات سنگی در پایین این دامنه ها نمایانگر این موضوع است.

واحد دوران دوم قسمت اعظم منطقه مورد مطالعه را در بر می گیرد که حدود ۹۶ درصد مساحت حوضه را به خود اختصاص داده است. فرسایش بر روی سازند گورپی در رخساره خندقی دارای حساسیت بالایی به فرسایش بوده و خاک کاملاً از بین رفته و سنگ مادری نمایان شده است که دارای پوشش بسیار کمی از بوته های خاردار می باشد. این رخساره دارای طبقه بد از نظر حساسیت به فرسایش می باشد. رخساره فرسایش

شیاری دارای طبقه بد از نظر حساسیت به فرسایش می‌باشد. بوته‌کنی از یک طرف و حساسیت سازند به فرسایش از طرف دیگر باعث شده که خاک این قسمت توسط آب فرسایش یافته و آثار آن به شکل شیارهایی در سطح زمین دیده شود. سازند سروک موجود در منطقه شامل چهار رخساره می‌باشد در قسمت اعظمی از این رخساره‌ها از لحاظ حساسیت به فرسایش در حد متوسط قرار گرفته است. در قسمت‌هایی از این سازند که حساسیت به فرسایش بالا می‌باشد عامل شیب به عنوان عمل تشدیدکننده نقش پیدا کرده و باعث حساسیت زیادتر آن به فرسایش شده و در واحدهایی که فرسایش کم بوده است، شیب کم، عمق مناسب خاک و در نتیجه آن استقرار پوشش گیاهی باعث حفظ خاک و در نتیجه فرسایش پذیری کم آن شده است.

فرسایش معضلی است که اکثر حوضه‌های آب‌خیز ایران را متأثر ساخته است. آنچه که بیش از هر عاملی بر دامنه شدت و وسعت فرسایش منطقه افزوده است، استفاده غیر اصولی از زمین به عبارتی نبود مدیریت بهره‌برداری منطقی در مراتع و اراضی می‌باشد. برای کاهش میزان فرسایش در منطقه، برنامه‌های اصولی مدیریتی جهت حفاظت خاک ضرورتی اجتناب پذیر است.

#### منابع

- ۱- رفاهی، حسینقلی، ۱۳۸۵، فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- علیزاده، امین، ۱۳۸۶، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
- ۳- علایی طالقانی، محمود، ۱۳۸۲، ژئومورفولوژی ایران، انتشارات قومس.
- ۴- درویش‌زاده، علی، ۱۳۷۱، زمین‌شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر.
- ۵- علیجانی، بهلول، ۱۳۷۶، مبانی آب و هوای ایران، انتشارات پیام نور.
- ۶- طهماسبی کهیانی، پژمان، ۱۳۸۰، تعیین شایستگی مراتع نیمه استپی استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از GIS مطالعه موردی منطقه سبزکوه، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۷- نیک اندیش، نسرين، ۱۳۸۰، بررسی نقش عوامل مسبب وقوع زمین لغزش‌ها در حوضه کارون میانی، مجله علمی- پژوهشی دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان.