

رابطه واحدهای ژئومورفولوژی و فرسایش و تولید رسوب در حوضه آبخیز کاشیدار (گرگانرود)

مجید اونق^۱ و محمد نهتانی^۲

^۱گروه مدیریت مناطق بیابانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آگروه آبخیزداری دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۸۲/۴/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۲/۱۰/۲۳

چکیده

فریایش خاک، یک فرایند پیچیده و خطرناک ژئومورفولوژیکی (سرطان زمین) است و نرخ آن یک شاخص جامع برای ارزیابی درجه توسعه یافتگی و پایداری برنامه‌های مدیریت زمینی کشورها به شمار می‌رود. به دلیل وابستگی شدید خاک‌زایی بر سیستم‌های شکل‌زایی، بین واحدهای ژئومورفولوژی و فرسایش خاک در سطوح مختلف فضایی، رابطه نزدیک وجود دارد. در این تحقیق برای بررسی رابطه بین واحدهای ژئومورفولوژی و فرسایش، پتانسیل فرسایش حوضه آبخیز کاشیدار با مدل ام. پسیاک در قالب رخصاره‌های ژئومورفولوژی (واحد کار) که بر اساس همکنی در توپوگرافی، سنگ و واکنش فرسایشی در سطح نیمه تفصیلی و مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تفکیک شده‌اند، برآورد گردید. بر اساس نتایج حاصله، این حوضه دارای سه کلاس IV, III, II تولید رسوب و پنج کلاس II تا VI فرسایش است و میانگین آنها به ترتیب ۳۲۲ و ۱۱۰۵ متر مکعب در کیلومتر مربع در سطح سال می‌باشد بین میزان فرسایش ویژه و عوامل مدل در هر رخصاره، معادله با رگرسیون با $R=0/981$ برقرار شد که در سطح $P < 0/05$ (معنی‌دار می‌باشد در آنالیز رگرسیون چند متغیره (پسرو) نیز همه عوامل مدل با ضریب $R^2=0/95478$ در سطح معنی‌دار باقی ماندند. تفاوت رسوب و فرسایش ویژه در داخل واحدهای ژئومورفولوژی (واحد، تیپ، زیر تیپ، و رخصاره (۷۶ پولیگون با تکرار) و همچنین تفاوت تعداد و مساحت پولیگون بین نقشه‌های واحدها و نقشه رسوب و فرسایش ویژه به روش کای-اسکوئر مورد آزمون گرفت. از بین ۱۷ آزمون به غیر از تفاوت تعداد پولیگون نقشه واحد و رسوب ویژه، بقیه تفاوتها در سطح $0/05 < P < 0/01$ (معنی‌دار می‌باشد. این رابطه نماینده تنوع شرایط ژئومورفولوژیکی و اثرات کنترلی آن در تنوع تیپ و نرخ فرسایش و رسوب در حوضه کاشیدار می‌باشد. از این رو، واحدهای ژئومورفولوژی با حالت رتبه‌ای فضایی و ارتباط زایشی نزدیک با یکدیگر، در سطوح متفاوت برای برآورد میزان فرسایش و رسوب و مدیریت خطر فرسایش در آبخیزها به عنوان واحدهای کاری مناسب قابل استفاده می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: واحدهای ژئومورفولوژی، رخصاره فرسایشی، مدل ام پسیاک، فرسایش و رسوب، آبخیز کاشیدار

مقدمه

(سرطان زمین)^۱ شهرت یافته (سی-سیرو، ۲۰۰۳)^۲ یک فرایند پیچیده و خطرناک ژئومورفولوژیکی است و نرخ

فرسایش خاک که دلیل خاصیت خود تشدید و اثرات چند جانبه آشکار و پنهان زیست محیطی و اجتماعی، به

1- Land (Soil) cancer
2- CSIRO



فرسایشی متفاوت ضرورت توجه به واحدهای ژئومورفولوژی را به عنوان (واحدهای کار) در همه مراحل مطالعات خاک شامل شناسایی و طبقه بندی، ارزیابی شدت و مدیریت خطر فرسایش و رسوب، کاملاً موجه می نماید (اوتق، ۱۹۹۶). جدا از اختلاف نظرهای موجود بر سر این که در مدیریت منابع تجدید شونده از واحدهای ژئومورفولوژی (شکل زمین) به عنوان واحدهای کاری می توان تا حد شناسایی (مخدوم، ۱۳۷۸) و یا تا حد ارزیابی و مدیریت (احمدی، ۱۳۶۹، ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵؛ احمدی و همکاران، ۱۳۸۰) استفاده نمود، این واحدها به دلیل کنترل شدید شرایط تشکیل و تحول منابع و خطرات محیطی و همچنین واکنش به دخالت‌ها و اقدامات مدیریتی، در ابعاد مختلف فضایی و درجه همگنی و با حالت رتبه‌ای از شناسایی تا مدیریت آنها با اعتماد بالایی قابل استفاده‌اند. از بین آنها رخساره ژئومورفولوژی یک واحد کاری مناسب برای مطالعات تفصیلی برنامه‌ریزی و مدیریت منابع طبیعی و خطرات محیطی به شمار می‌رود (اوتق، ۱۳۷۵).

برای تخمین میزان فرسایش و رسوب با مدل‌های تجربی و بررسی رابطه ژئومورفولوژی و فرسایش با اهداف و مقیاس متفاوت از واحدهای کاری متفاوتی استفاده می‌شود. نمونه‌های برجسته آن استفاده از واحدهای همگن حاصل از ادغام فاکتورهای مدل EPM (دادخواه و جلالیان، ۱۳۷۵) واحدهای اراضی (فیزیوگرافی) در برآورد فرسایش خاک به روش SOILOSS و PSIAC (رحمانی و جلالیان، ۱۳۷۹) واحدهای ژئومورفولوژی در مطالعه فرسایش حوضه آبخیز (احمدی، ۱۳۵۸؛ قوامی، ۱۳۶۹؛ نهانی، ۱۳۷۶؛ معاریان و همکاران، ۲۰۰۳)، فرسایش خندقی (پرورش، ۱۳۷۱) رابطه شدت فرسایش و تولید رسوب (فرجی، ۱۳۷۴) برآورد فرسایش و رسوب (زنجانی چم، ۱۳۷۵) و زیر حوضه (ورسترتن و همکاران، ۲۰۰۲) و تعمیر داده‌های نقطه‌ای (ایستگاه رسوب سنجی) به پهنه‌ای در

آن بازتابی از اقتصاد سیاسی، مدیریت زمین و شاخص توسعه یافتگی کشورها به شمار می‌رود. مساعدت محیط و مدیریت نادرست زمین به آسانی می‌تواند به بروز سندروم نشانگان^۱ تخریب زمین و فرسایش خاک منتهی شود که نمونه بارز آن سندروم تخریب زمین لس آنجلس (کان جیرو همکاران، ۲۰۰۰)^۲ و سندروم فرسایش صفحه‌ای و شیاری در سازند مارنی میوسن آبخیز سفید رود (احمدی، ۱۳۵۸) و سندروم سازند لسی کواترنر آبخیز اترک در منطقه مراوه تپه (اوتق، ۱۳۷۴) است.

تعیین عوامل و شدت فرسایش در قالب واحدهای فضایی همگن، اولین مرحله در تدوین یک برنامه مقرون به صرفه منفرد و یا مرکب کنترل و مدیریت فرسایش در یک آبخیز است (هارستون، ۲۰۰۲)^۳. برای برآورد فرسایش و رسوب در آبخیزها، مدل‌های تجربی متعددی مانند پسیاک و ... با پارامترهای متفاوت برای مناطق خاص هیدرو- مورفوکلیماتیکی ابداع و با توصیه‌های لازم به کاربران معرفی شده است.

برآورد نقطه‌ای و تعمیر پهنه‌ای فرسایش خاک و تولید رسوب آبی، به‌طور نظری نیازمند انتخاب واحدهای کاری همگن (واحدهای فرسایشی) با ترکیب همه فاکتورهای مدل (در مدل پسیاک شامل ۹ فاکتور بیوفیزیکی که حداقل ۴ فاکتور آن ماهیت ژئومورفولوژی دارد) است ولی انجام آن به دلیل افزایش تصاعدی تعداد و کوچک شدن واحدهای (پولیگون) نقشه (محدودیت حداقل سطح نمایش روی نقشه) و سختی عملیات ادغام متوالی لایه‌های اطلاعاتی، در بسیاری از موارد ناممکن و مقرون به صرفه نمی‌باشد.

وابستگی شدید پدوژنز^۴ به مورفوژنز^۵ در مورفو سیستم‌های با ابعاد فضایی، درجه همگنی و رفتار



مواد و روشها

برآورد میزان فرسایش و رسوب آبخیز با مدل‌های تجربی شامل دو مرحله کیفی (تعیین واحدهای کاری) و کمی (نمره دهی به عوامل و تعیین کلاس خطر و تحلیل آماری روابط بین آنها) است. بنابراین عملیات این تحقیق شامل سه مرحله زیر است:

۱. تعیین واحدهای ژئومورفولوژی: واحدهای ژئومورفولوژی به عنوان واحدهای کاری برآورد و تحلیل میزان فرسایش و رسوب در ۴ سطح فضایی مختلف شامل واحد، تپ، زیر تپ و رخساره بر اساس همگنی در شکل ظاهری و نمای توپوگرافی، مقاومت فرسایشی و فرایندهای غالب شکل‌زایی بالاترین قسمت یا رخنمون سازندهای سنگی تعیین و تفکیک گردید.

واحد ژئومورفولوژی: با تفسیر چشمی نقشه‌های توپوگرافی و شیب و عکس هوایی ۱:۵۰۰۰۰ با سه معیار ارتفاع، شیب و نمای توپوگرافی، واحدهای ژئومورفولوژی تفکیک و با کد عددی ۱ تا ۳ نقشه‌بندی گردید.

تپ ژئومورفولوژی: بر اساس سطح اطلاعاتی نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ و عکس هوایی با ادغام ۱۸ سازند سنگی از سن پرکامبرین تا کواترنر بالایی با معیار حساسیت فرسایشی، به گروه‌های سنگی معادل تپ، تفکیک و با کد عددی ۱ تا ۷ نقشه‌بندی گردید.

زیر تپ ژئومورفولوژی: بر اساس ۱۸ سازند سنگی ساده و مرکب که بخشها و لایه‌های مختلف آنها با واکنش فرسایشی متفاوت در سطح آبخیز پراکنش دارند، زیر تیپها تعیین و با کد عددی ۱ تا ۱۸ نقشه‌بندی گردید.

رخساره ژئومورفولوژی: از طریق تفسیر عکس هوایی و تفاوت رنگی کاسموس ۱:۵۰۰۰۰ بر اساس معیارهای تن، بافت، الگوی آبراهه، شکل زمین و فرایندهای غالب شکل‌زایی فرسایشی با درجه همگنی حدود ۷۵ درصد (وایزن فلو، ۲۰۰۲) به‌عنوان (واحدهای فتومورفیک^۱)

تهیه نقشه شدت فرسایش (لو و همکاران، ۲۰۰۳) است. همچنین تفاوت فراوانی و ابعاد هندسی (مورفومتریک) زمین لغزش (فرسایش توده‌ای) و شدت خطرات محیطی بر حسب شبکه سلولی (اونق، ۲۰۰۲ و ۱۳۸۱ الف و ب) وزیر حوضه (گوتری، ۲۰۰۲) و تفاوت فرسایش. رسوب اندازه‌گیری شده و برآورد شده بین زیر حوضه‌ها و ایستگاه‌ها، (دادخواه و نجفی نژاد، ۱۳۷۵) با روش کای‌ساکوئر آزمون شده است.

هدف اصلی این تحقیق بررسی و فرسایش و رسوب از طریق میزان مشارکت یا اهمیت نسبی عوامل مدل ام. پسیاک و تفاوت‌های میزان فرسایش و رسوب برآورد شده در بین واحدهای ژئومورفولوژی در آبخیز کاشیدار است.

خصوصیات حوضه: آبخیز کاشیدار به وسعت ۱۶۵ کیلومتر مربع از زیر حوضه‌های رتبه ۴ و جنوبی گرگانرود (زیر حوضه تیل آباد در دره خوش ییلاق) است که در منطقه گذر از جنگلهای کم تراکم خزری به استپ‌های نیمه خشک دامنه جنوبی البرز قرار دارد. این حوضه کاملاً کوهستانی (حدود ۸۰ درصد از مساحت) به دلیل تنوع شرایط بیوفیزیکی، فعالیت شدید تکتونیکی (انطباق آبراهه از سر چشمه تا دهانه بر امتداد رورانندگی شاهوار) و گسترش سازندهای سنگی حساس به فرسایش، دارای پتانسیل خطر نسبتاً زیاد فرسایش خاک و تولید رسوب است. آثار ژئومورفولوژیکی این شرایط، در قسمت‌های مختلف آبخیز به‌ویژه در مسیر آبراهه‌ها به وضوح قابل مشاهده است. اگر چه آبخیز کاشیدار فاقد ایستگاه رسوب سنجی است ولی به خوبی می‌تواند تا حدی معرف شرایط هیدرو-ژئومورفوکلیماتیکی زیر حوضه‌های مرتفع و جنوبی گرگانرود و دامنه‌های تند و نیمه خشک البرز شرقی به شمار رود و برای مطالعه رابطه ژئومورفولوژی و فرسایش و رسوب و استنتاج مفاهیم نظری و کاربردی آن مناسب باشد. (شکل ۱)، نقشه موقعیت حوضه آبخیز را نشان می‌دهد.



و نقشه فرسایش و رسوب ویژه حوضه به روش کای-اسکونر مورد آزمون قرار گرفت.

نتایج

نتایج این تحقیق، به تفکیک مراحل انجام آن به شرح زیر استخراج گردید:

۱-سواحدهای ژئومورفولوژی: نقشه واحد ژئومورفولوژی حوضه با سه واحد کوه، تپه و فلاتها - تراسها و تنها سه پولیگون با کد عددی ۱ تا ۳ حاصل شد (شکل ۱). تفاوت فراوانی مساحت این واحدها بسیار زیاد است و به ترتیب حدود ۸۱، ۱۵ و ۴ درصد از آبخیز را با توالی فضایی منظم از سر چشمه تا دهانه، شامل می‌شوند (جدول ۱).

نقشه تیپ ژئومورفولوژی حوضه دارای ۷ گروه سنگی با مقاومت فرسایشی (شامل آهکهای خالص، ماسه سنگ و شیل، کنگلومرا، مارن، آبرفت قدیم و آبرفت جدید) و ۲۹ پولیگون است که نماینده تکرار و پراکنش فضایی گسترده گروه‌های سنگی می‌باشد (شکل ۱) مساحت تپهها از ۱ کیلومتر مربع در تیپ آبرفت‌های جدید تا ۷۰/۲۹ کیلومتر مربع در تیپ آهک‌های کرتاسه در تغییر است (جدول ۲).

نقشه زیرتیپ ژئومورفولوژی دارای ۱۸ سازند سنگی (با دو ادغام در سازندهای سنگی مشابه و کم مساحت) و ۳۹ پولیگون است که نماینده شدت تکرار و پراکنش فضایی سازندهای سنگی حوضه می‌باشد (شکل ۱). مساحت زیرتپهها از ۰/۵۸ کیلومتر مربع در سازند شمشک تا ۶۱/۹ کیلومتر مربع در زیرتیپ آهک ماسه‌ای کرتاسه در تغییر است (جدول ۳).

نقشه رخساره ژئومورفولوژی حوضه دارای ۱۲ نوع رخساره فرسایشی، ۵۵ پولیگون بدون تکرار (هر یک از آنها حداقل در یکی از ۴ پارامتر ژئومورفولوژی با یکدیگر تفاوت دارند) و ۷۶ پولیگون دارای تکرار (نتیجه حالت تکراری ۲۲ پولیگون از ۵۵ پولیگون) است (جدول ۴). کد عددی مرکب رخساره‌ها بسته به نوع ترکیب واحدها، ۳ رقمی (هر یک از واحدها یک رقمی)، ۴ رقمی (یکی از

تعیین و پس از کنترل زمینی در ۱۲ نوع تعریف و با کد عددی نقشه‌بندی گردید. با ادغام این نقشه با نقشه سازندهای سنگی (تیپ)، نقشه رخساره‌های فرسایشی حوضه تهیه و هر یک از پولیگونهای آن، واحد کاری برآورد فرسایش و رسوب قرار داده است.

۲-برآورد فرسایش و رسوب: در این تحقیق برای برآورد میزان فرسایش و رسوب به دلیل تعدد و تنوع عوامل، نتایج عددی و دقت زیاد نقشه‌های خروجی، از مدل تجربی ام. پسیاک استفاده گردید. ابتدا عوامل ۹ گانه مدل با استفاده از منابع اطلاعاتی موجود (مهندسی مشاور رواناب، ۱۳۷۴) و عملیات میدانی به صورت لایه‌های اطلاعاتی تهیه و سپس بر اساس فرم استاندارد، نمره یا ارزش عددی قابلیت فرسایشی آنها در شرایط تقریباً مرکز هندسی هر رخساره ژئومورفیک در ۷۶ پولیگون به مساحت ۴۰ تا ۴۰۰ هکتار (به صورت نمونه لانه‌ای تمام شمار) تعیین گردید. با جمع جبری نمره عوامل، نمره یا درجه رسوبدهی هر واحد کاری محاسبه و با تعمیم ارزش نقطه‌ای (پلات) به تمام سطوح پولیگون و بر اساس جدول استاندارد، کلاس رسوبدهی (با ۵ کلاس) تعیین و نقشه کروپلت پتانسیل تولید رسوب آبخیز تهیه شد. میزان رسوب ویژه از رابطه $Ps = 3877 E(0.358R)$ محاسبه شد که در آن $Q =$ میزان رسوب ویژه بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال و R : نمره رسوبدهی یا جمع نمرات عوامل می‌باشد. نسبت رسوبدهی (SDR) هر واحد کاری بر اساس نمودار استاندارد تعیین و از رابطه $Er = Sy/SDR$ (تقسیم تولید رسوب به نسبت رسوبدهی)، میزان فرسایش به متر مکعب در کیلومتر مربع در سال محاسبه و پس از کلاس بندی (با ۶ کلاس) به نقشه کروپلت پتانسیل فرسایش ویژه آبخیز تبدیل گردید.

۳-تحلیل آماری: نقش یا میزان مشارکت عوامل نه گانه مدل در فرسایش و رسوب آبخیز به روش همبستگی چند متغیره (برنامه SPSS، روش پسرور) و تفاوتها نرخ رسوب و فرسایش در داخل واحدهای ژئومورفولوژی و همچنین تفاوتهای تعداد و مساحت پولیگون بین نقشه‌های واحدها



(شکل ۳). جدول ۷، توزیع فراوانی تعداد و مساحت پولیگون کلاسه‌های خطر فرسایش ویژه آبخیز را نشان می‌دهد.

۳- روابط آماری داده‌ها: در روش رگرسیون چند متغیره (پسرو)، هیچ یک از عوامل ۹ گانه مدل از معادله خسارچ نشد و مقایسه مقدار T محاسبه شده برای هر عامل با T جدول نیز، حضور همه عوامل را تایید نمود. درای حالت ضریب تعیین (R^2) برابر ۰/۹۵۴۷۲ گردید. عوامل بر اساس اهمیت نسبی یا میزان مشارکت در فرسایش در ویژه به ترتیب ۹، ۷، ۵، ۱، ۸، ۶، ۲، ۳ و ۴ قرار دارند. بین فرسایش ویژه و عوامل مدل در هر رخساره ژئومورفولوژی، معادله رگرسیونی زیر با $R=0/981$ (با ضریب تعیین $R=0/955$) و $F=125/3278$ که در سطح ۵ درصد ($P<0/05$)، معنی دار می‌باشد، برقرار گردید:

$$y = -1767/8 + 57/39w_9 + 39/22w_7 + 36/88w_5 + 4670/1w_1 + 388w_8 + 59/82w_6 + 32/5w_2 + 50/35w_3 + 40/843w_4$$

از ۱۷ آزمون کای-اسکوئر تفاوت‌های تعداد، مساحت و کلاس خطر فرسایش در داخل و بین واحدها ژئومورفولوژی و نقشه‌های فرسایش و رسوب، به غیر از تفاوت پولیگون نقشه واحد، نقشه زیر تیپ، نقش هرسوب ویژه و نقشه فرسایش ویژه و همچنین تفاوت میانگین مساحت پولیگون رخساره‌های نقشه تیپ، بقیه تفاوتها در ۱۲ مورد در سطح احتمال ۱ تا ۵ درصد ($P<0/05$) معنی دار می‌باشد. (به دلیل حجم زیاد مقاله، سه جدول آزمون آماری تفاوت تعداد، مساحت پولیگون و مقادیر فرسایش و رسوب نقشه‌ها در داخل و بین واحدهای ژئومورفولوژی حذف گردید).

زیر تیپ و یا رخساره، ۲ رقمی) و ۵ رقمی (هر دو زیر تیپ و رخساره، ۲ رقمی) است که از چپ به راست بترتیب نماینده کد منفرد واحد، تیپ، زیر تیپ و رخساره می‌باشد. مساحت پولیگونهای نقشه رخساره حوضه بین ۴۰ تا ۴۰۰ هکتار و میانگین آنها ۲۱۷ هکتار است که در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ بترتیب با مساحت شبکه سلولی به ضلع ۱/۲۶، ۴ و ۲/۹۴ سانتی‌متر معادل می‌باشد (شکل ۱). تفاوت تعداد و مساحت پولیگونهای نقشه و نسبت واحدهای ژئومورفولوژی به یکدیگر، بویژه بین واحد (فیزیوگرافی) و بقیه (تیپ، زبرتیپ، و رخساره) بسیار زیاد است (جدول ۵).

۲- نقشه‌های فرسایش و تولید رسوب

الف - نقشه رسوب ویژه: با مقایسه نمره رسوبدهی هر رخساره با مدل استاندارد نقشه کروپلت رسوب ویژه حوضه تنها با سه طبقه یا کلاس شامل کلاسه‌های پتانسیل خطر تولید رسوب II، III، IV حاصل شد. این نقشه دارای ۲۰ پولیگون است که با تکرارهای فضایی متفاوت (از ۲ تا ۱۱ پولیگون) در مناطق مختلف حوضه پراکنش دارند (شکل ۲). جدول ۶ توزیع فراوانی تعداد و مساحت پولیگون کلاسه‌های رسوب ویژه آبخیز را نشان می‌دهد.

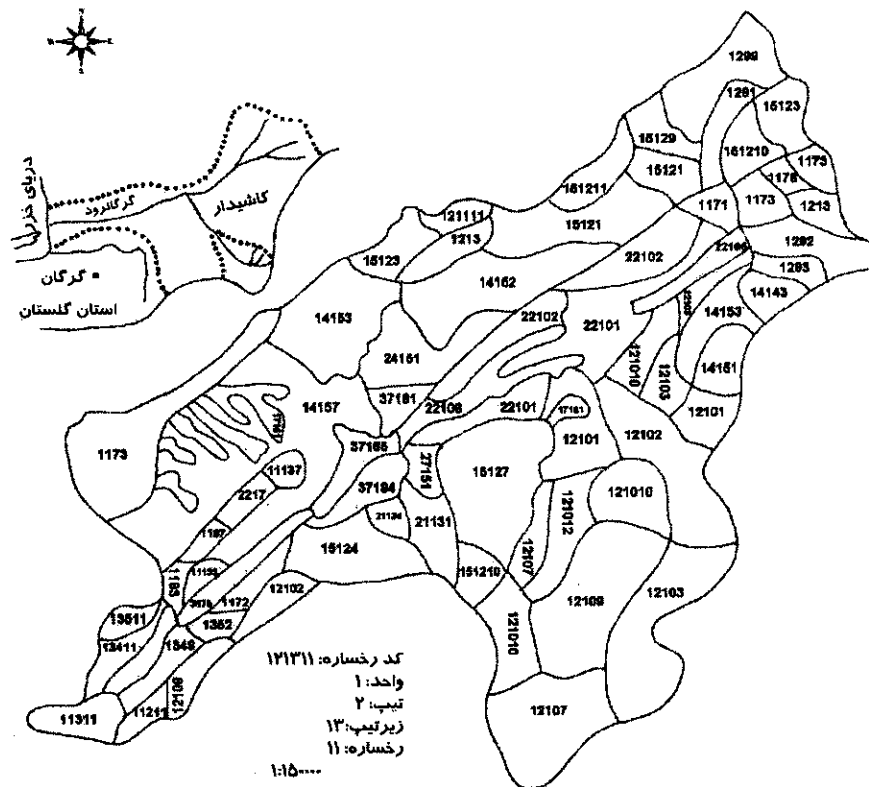
ب - نقشه فرسایش ویژه: با مقایسه نمره در هر رخساره با مدل استاندارد، نقشه کروپلت فرسایش ویژه حوضه که بر اساس نسبت رسوبدهی از نقشه تولید رسوب مشتق شده، تهیه گردید که از نظر ساختار فضایی به مراتب متنوع تر است. این نقشه با کاتاگوری‌های نسبتاً گسترده و ۵ کلاس خطر فرسایش II، III، IV، V و VI، دارای ۳۲ پولیگون با تکرارهای فضایی متفاوت (از ۲ تا ۱۳ پولیگون) است که در مناطق مختلف پراکنش دارند



جدول ۳- مقایسه تعداد و مساحت پیریکربنهای نقطه و مقادیر فرسایش و رسوب زیر تپه ژئومورفولوژی آبخیز کاشمار.

نیت	تپه	مساحت مساحت	مساحت پیریکربن	تعداد پیریکربن در نقطه	فواصل رخسارها به هکتار												مساحت مساحت	نام زیر تپه	نیت			
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				km ²		
تپه رسوب SDR	۰/۲۹۲	۲۲۲	۷۶۵	۱۲۴	۲	۲												۱/۵	۷/۴۷	PE	سازند پارت	۱
	۰/۲۸۹	۳۰۳	۱۰۴۶	۱۲۰	۱	۱												۰/۸۳	۷/۲۰	Clm	سازند سارک و دورود	۲
	۰/۲۹۰	۲۰۹	۷۱۹	۱۸۳	۱	۱												۱/۱	۷/۸۳	TRc	سازند الیکا	۳
	۰/۲۸۹	۲۱۷	۷۴۹	۱۲۳	۲	۲			۱									۱/۵۰	۷/۴۷	JS1	سازند شمشک (زیرین)	۴
	۰/۲۹۰	۴۱۹	۱۴۴۳	۱۱۷	۲	۲												۰/۸۱	۷/۳۴	JS2	سازند جنگ (بالایی)	۵
	۰/۲۸۸	۲۷۲	۹۳۹	۳۱	۱	۱			۱									۰/۴	۰/۶۲	Jd	سازند دلجای	۶
	۰/۳۰۲	۲۴۱	۸۳۷	۱۹۶	۳	۷				۱								۸/۲۰	۱۳/۴۵	JL	سازند لارن	۷
	۰/۲۹۰	۲۳۱	۷۹۸	۴۴۵	۲	۴			۱									۵/۳۹	۸/۸۹	Kt	سازند تیزکوه (شلی)	۸
	۰/۲۹۰	۳۱۰	۱۲۴۰	۱۱۱	۱	۳			۱									۰/۶۷	۷/۱۱	Kt	سازند تیزکوه (آهکی)	۹
	۰/۲۹۹	۳۲۲	۱۰۷۵	۳۰۹۵	۲	۱۹			۲	۲								۳۷/۵۵	۶/۹۰	K ₂	کرتاسه (آهک نقره‌رنگ)	۱۰
	۰/۲۶۹	۱۹۹	۱۱۷۳	۶۵	۱	۱			۱									۰/۴	۰/۶۵	K ₂	کرتاسه (آهک نقره‌رنگ)	۱۱
	۰/۳۰۳	۴۹۵	۱۲۳۳	۴۸۹	۴	۱۰			۱	۲								۱۱/۹	۱۹/۵۶	Em	سازند زیارت (زیرین)	۱۲
	۰/۲۸۳	۲۵۵	۹۰۱	۱۱۵	۳	۴			۱	۱								۳۰/۴۴	۳۰/۴۴	E ₁	سازند زیارت (بالایی)	۱۳
	۰/۲۸۹	۲۰۰	۶۹۰	۱۸۵	۱	۱			۱									۱/۱	۱/۸۵	Ngc	نگگومرای تیزون	۱۴
	۰/۲۹۰	۵۷۷	۱۱۱۷	۶۶	۸	۷			۱									۲۰/۵	۳۳/۱۵	Plc	نگگومرای پلوسن	۱۵
	۰/۲۲۱	۴۱۳	۲۶۱۰	۱۰۴	۱	۸			۱									۰/۶۳	۵/۳۱	Oil	آبرفتها و ترسهای قدیم	۱۶
	۰/۲۸۱	۳۲۲	۱۴۷۲	۴۰۰	۲	۲												۱/۰۴	۱/۰۴	QAL	آبرفتهای پست جدیدروما	۱۷
	۰/۲۹۱	۱۱۰۵	۴۲۳	۴۲۳	۳۹	۷۶			۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۷/۴۰	۴	Qou	آبرفت و خاک زراعی	۱۸
																					جمع	





شکل ۱- نقشه واحدهای ژئومورفولوژی (رخساره) حوضه آبخیز کاشیدار.

جدول ۴- مقایسه تعداد و مساحت، پولیگون‌های نقشه و مقادیر فرسایش و رسوب رخساره ژئومورفولوژی آبخیز کاشیدار.

کد رخساره	نام رخساره	تعداد پولیگون با تکرار	میانگین مساحت ha	مساحت km ²	درصد مساحت	فرسایش ویژه m ³ /km ² /y	رسوب ویژه m ³ /km ² /y	تست رسوبدهی SDR
۱	دامنه منظم	۱۸	۱۷۲/۱۱	۳۰/۹۸	۱۸/۷۹	۷۸۰	۲۳۸	۰/۳۰۵
۲	فرسایش سطحی و شیاری	۹	۲۳۷/۲۲	۲۱/۳۵	۱۲/۹۵	۱۵۱۶	۴۶۵	۰/۳۰۶
۳	بالهای فرسایش یافته	۱۶	۲۱۰/۶۸	۳۳/۷۱	۲۰/۴۵	۷۵۶	۲۱۸	۰/۲۸۸
۴	فرسایش خندقی	۳	۲۰۴	۶/۱۲	۳/۷۱	۲۳۰۲	۶۸۲	۰/۲۹۶
۵	دره بستر پهن	۳	۱۲۸	۳/۸۴	۲/۳۳	۱۹۶۸	۵۷۲	۰/۲۹۰
۶	فرسایش آبراهه‌ای	۲	۱۶۹/۵	۳/۳۹	۲/۰۵	۲۵۸۶	۷۵۰	۰/۲۹۰
۷	هزار دره	۷	۴۲۱/۵۷	۲۹/۵۱	۱۷/۹	۱۱۳۵	۳۳۰	۰/۲۹۰
۸	فرسایش واریزه‌ای	۱	۷۴	۰/۷۴	۰/۴۵	۱۶۵۰	۳۲۹	۰/۱۹۹
۹	دامنه منظم	۵	۳۰۰/۲	۱۵۰/۱	۹/۱	۸۷۵	۲۳۶	۰/۲۶۹
۱۰	بیرون زدگی سنگی	۵	۱۹۵/۶	۹/۷۸	۵/۹۳	۱۲۷۹	۳۳۴	۰/۲۶۱
۱۱	ستخ سنگی	۶	۱۱۱/۸۳	۶/۷۱	۴/۰۷	۸۲۰	۲۳۸	۰/۲۹۰
۱۲	توده سنگی	۱	۳۷۳	۳/۷۳	۲/۲۶	۱۰۳۵	۳۰۰	۰/۲۸۹
	جمع	۷۶	۲۱۶/۹۰	۱۶۴/۸۵	۱۰۰	۱۱۰۵	۳۲۲	۰/۲۹۱

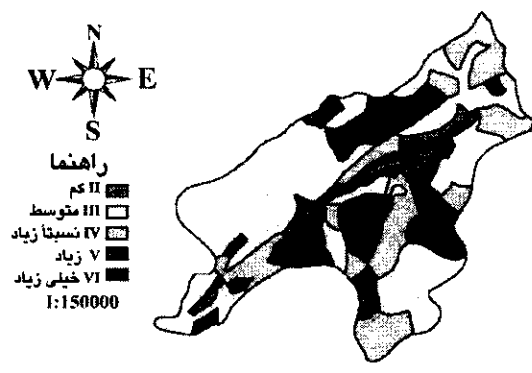
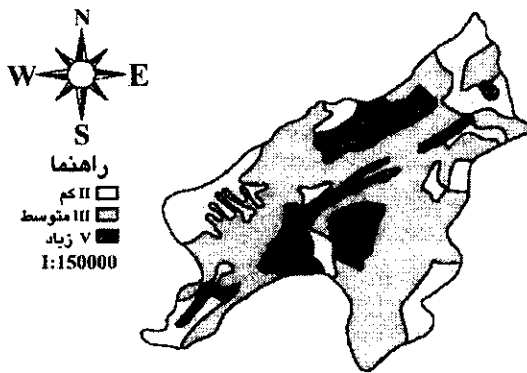
جدول ۵- مقایسه تعداد و مساحت، پولیگون‌های نقشه و نسبت واحدهای ژنومورفولوژی آبخیز کاشیدار.

واحد‌های ژنومورفولوژی	معیار اصلی	تعداد واحدها	تعداد پولیگون نقشه بدون تکرار	تعداد پولیگون نقشه با تکرار	میانگین مساحت پولیگون ha	نسبت به رخساره ۱	نسبت به تیپ ۲	نسبت به زیر تیپ ۳
واحد	فیزیوگرافی	۳	۳	۳	۵۴۹۴	۲۵/۳۲	۹/۶۶	۱۲/۹۹
تیپ	گروه حساسیت به فرسایش	۷	۷	۲۹	۵۶۹	۲/۶۲	۱	۱/۳۵
زیر تیپ	سازند سنگی	۱۸	۱۸	۳۹	۴۲۳	۱/۹۵	۰/۷۴	۱
رخساره	واکنش فرسایشی	۵۵	۵۵	۷۶	۲۱۷	۱	۰/۳۸	۰/۵۱

۱- نسبت مساحت واحدها به مساحت رخساره

۲- نسبت مساحت واحدها به مساحت تیپ

۳- نسبت مساحت واحدها به مساحت زیر تیپ



شکل ۲- نقشه رسوب ویژه حوضه آبخیز کاشیدار.

شکل ۳- نقشه فرسایش ویژه حوضه آبخیز.

جدول ۶- توزیع فراوانی تعداد و مساحت پولیگون کلاسه‌های نقشه تولید رسوب آبخیز کاشیدار.

میانگین مساحت رخساره Km ²	جمع	تعداد رخساره به تفکیک کد										میانگین مساحت پولیگون در نقشه km ²	تعداد پولیگون	مساحت Km ²	کلاس			
		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3					2	1	
۱/۶۷	۳۰		۲		۲								۱۱	۱۲	۴/۵۵	۱۱	۵۰	II
۲/۴۴	۲۲	۱	۳	۵	۲		۶		۱		۳	۶	۵	۲۶	۳	۷۸	III	
۲/۶۳	۱۴					۱	۱	۲	۲	۳	۲	۳		۶/۱۴	۶	۸۵/۳۶	IV	
۲/۱۷	۷۶	۱	۶	۵	۵	۱	۷	۲	۲	۳	۱۱	۹	۱۸	۸/۲۴	۲۰	۸۵/۱۶۴	جمع	

جدول ۷- توزیع فراوانی تعداد و مساحت پولیگون کلاسه‌های نقشه فرسایش ویژه آبخیز کاشیدار.

میانگین مساحت رخساره Km ²	جمع	تعداد رخساره به تفکیک کد										میانگین مساحت پولیگون در نقشه km ²	تعداد پولیگون	مساحت Km ²	کلاس		
		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3					2	1
۱/۹۲	۱													۱/۹۲	۱	۱/۹۲	II
۲/۲۲	۳۷		۵		۴		۳					۱۲	۱۳	۱۰/۳۱	۸	۸۲/۴۸	III
۲/۴۱	۱۶	۱		۲	۱		۳			۳	۲	۴		۲/۸۵	۱۰	۲۸/۴۵	IV
۱/۹۲	۱۳		۱	۳		۱	۱		۱	۱	۱	۴		۳/۱۳	۸	۲۵	V
۱/۸۹	۹							۲	۲	۲		۳		۳/۴	۵	۱۷	VI
۲/۱۷	۷۶	۱	۶	۵	۵	۱	۷	۲	۲	۳	۱۱	۹	۱۸	۶/۰۹	۲۲	۱۶۴/۸۵	جمع



بحث و نتیجه گیری

۱- عوامل: حضور همه عوامل در معادله رگرسیون، نتیجه تناسب بین وسعت و تعداد رخساره‌های ژئومورفولوژی (واحدهای کاری) و پراکنش فضایی و شدت اثر عوامل نه گانه در میزان فرسایش و رسوب این آبخیز است. بنابراین برای مشارکت همه عوامل مدل در فرسایش و تولید رسوب در سطح معنی‌دار، فضای ژئومورفولوژی و یا آرایش فضایی مناسبی در ۷۶ رخساره فرسایشی فراهم شده است. از این حیث، آبخیز کاشیدار می‌تواند یک آبخیز نمونه در مقیاس منطقه‌ای باشد. اگرچه این حالت می‌تواند تابع شانس اثر سینرژتیکی^۱ شرایط محیطی و شرایط ارزیابی کارشناس باشد. ولی در هیچ یک از منابع مرور شده، مشابه آن گزارش نشده است.

بیشتر عوامل مدل پسیاک ماهیت ژئومورفولوژیکی دارند. بطوریکه ۴ عامل فرسایش رودخانه‌ای، پستی و بلندی (رلیف) زمین‌شناسی سطحی و فرسایش سطحی از نظر نمره یا عدد فرسایش و تولید رسوب در آبخیز کاشیدار به ترتیب در رتبه ۱، ۳، ۴ و ۵ قرار دارند. بقیه عوامل مدل نیز به نوعی در کنترل شدید فرآیندهای ژئومورفولوژی قرار دارند. این ارتباط زایشی، برآورد فرسایش و رسوب آبخیزها را در قالب واحدهای ژئومورفولوژیکی کاملاً موجه و حتی اجتناب ناپذیر می‌نماید. به نظر می‌رسد که در شدت مطالعه مشابه، نتایج برآورد فرسایش و رسوب بر اساس واحدهای کاری رخساره ژئومورفولوژی از واحدهای فیزیوگرافی (رحمانی و جلالیان، ۱۳۷۹) دقیق‌تر و از واحدهای همگن حاصل از ترکیب همه پارامترهای مدل (دادخواه و نجفی‌نژاد، ۱۳۷۶) آسان‌تر و عملی‌تر باشد.

اثر عامل کاربری زمین در فرسایش و رسوب که در رتبه ۲ قرار دارد، نتیجه دستکاری شدید مسیر آبراهه اصلی برای انتقال آب و احداث جاده (تشدید کننده فرسایش کناره‌ای)، دیم کاری در شیبهای تند، تخریب مرتع و جنگل و تبدیل اراضی به منطقه مسکونی در این آبخیز

مرتفع است. پوشش زمین، خاک، آب و هوا و جریان سطحی آب از نظر میزان تأثیر در فرسایش و رسوب در رتبه‌های پائین‌تر به ترتیب ۶، ۷، ۸ و ۹ قرار دارند.

۲- واحدهای ژئومورفولوژی: عدم تفاوت معنی‌دار بین تعداد پولیگون نقشه واحد ژئومورفولوژی (فیزیوگرافی) که در آن هر واحد تنها یک پولیگون دارد. نتیجه کوهستانی (همگنی توپوگرافی) و کوچک بودن مساحت حوضه است. در مقابل، تفاوت معنی‌دار مساحت پولیگونهای این نقشه نماینده غلبه اثر مساحت واحدکوه و اثر جزئی دو واحد دیگر یعنی تپه ماهورها و تراسهای رودخانه‌ای می‌باشد.

تفاوت معنی‌دار بین تعداد، مساحت، فرسایش کل و فرسایش ویژه پولیگون نقشه‌های تیپ، زیر تیپ و رخساره، با تنوع گروههای سنگی (۷ گروه)، سازندهای سنگی (۱۸ سازند) و سیستم‌های شکل‌زائی فرسایشی (۱۲ رخساره و با تکرار ۵۷ رخساره) و آرایش فضایی متفاوت عوامل مدل در این آبخیز، قابل توجه می‌باشد.

تعداد و مساحت واحدهای کاری یا رخساره‌های این تحقیق در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ که شامل ۷۶ رخساره با مساحت حداقل ۴۰، حداکثر ۴۰۰ و میانگین ۲۱۷ هکتار می‌باشد از نظر قدرت تفکیک فضایی برای تشخیص نقاط بحرانی و اجرای طرحهای کنترل و مدیریت خطر فرسایش، شایان توجه است. این ابعاد با ابعاد یک طرح تفصیلی مدیریت آبخیز برای کاهش تلفات خاک در بلژیک با نقشه ۱:۱۰۰۰۰ شامل ۵۶ واحد کاری (زیر حوضه) با مساحت حداقل ۲۰، حداکثر ۲۶۰ و میانگین ۸۰ هکتار انطباق زیادی دارد (ورسترتن و همکاران، ۲۰۰۲).

۳- فرسایش و رسوب: بالا بودن میزان رسوب و فرسایش ویژه در واحد فلاتها و تراسهای رودخانه‌ای نسبت به دو واحد کوه و تپه، با فراوانی شیبهای تند، آبرفتهای نرم و جدید و فرسایش شدید کناره‌ای آبراهه‌ها قابل توجه می‌باشد.



مساحت واحدهای کاری (قدرت تفکیک فضایی نقشه رخساره ژئومورفولوژی) در قسمتهای مختلف آبخیز کاشیدار است. این یافته، یک تایید ضمنی از کارایی واحدهای شکل زمین در ارزیابی توان و مدیریت منابع طبیعی و خطرات محیطی (احمدی، ۱۳۷۴؛ احمدی و همکاران، ۱۳۸۰؛ اونق، ۱۳۷۵) به شمار می‌رود.

تنوع تعداد، مساحت و نرخ فرسایش و رسوب پراکنش نسبتاً نامنظم پولیگون کلاس فرسایش و رسوب در آبخیز کاشیدار سبب تنوع و پراکندگی پروژه‌ها و طرحهای کنترل و مدیریت خطر فرسایش خواهد بود. مساحت کلاسه‌های فرسایش و رسوب III و بالاتر که در شرایط استاندارد (استراتژی پیشگیری در آمایش سرزمین) نیازمند عملیات حفاظت و مدیریت خاک می‌باشند. در این آبخیز بیش از ۷۰ درصد است که نماینده یک شرایط بحرانی می‌باشد.

مقایسه اثر شدت و مقیاس مطالعه و ترکیب متفاوت معیارهای تعیین و تفکیک واحدهای ژئومورفولوژی در حالت رتبه‌ای از واحد تا رخساره در آبخیزهای با شرایط متفاوت به‌ویژه دارای ایستگاه رسوب‌سنجی می‌تواند به تدوین یک مدل منطقه‌ای راهنمای کارآمد ضمیمه مدل‌های تجربی برآورد و فرسایش رسوب مانند ام. پسپاک، کمک شایان توجهی بنماید.

سپاسگزاری

از همکاری آقای دکتر نادر بیرودیان و آقای مهندس محمد حسن ادهمی در مشاوره پایان‌نامه و مساعدت مهندسین مشاور رواناب در ارائه قسمتی از داده‌های جدولی و نقشه‌ای پایه این تحقیق، صمیمانه قدردانی می‌گردد.

تفاوت حساسیت یا قابلیت فرسایشی در بین تپه‌های ژئومورفولوژی (گروه‌های سنگی) نتیجه وجود و مجاورت گروه‌های سنگی سخت (مانند آهک‌های خالص با فرسایش ویژه ۸۶۷ مترمکعب بر کیلومتر مربع در سال) و سست (آبرفته‌های جدید با فرسایش ویژه ۲۶۱۰ مترمکعب بر کیلومتر مربع در سال) است. این تفاوت در زیر تپه (سازند سنگی) نیز تابعی از مجاورت و پراکنش فضایی سازندهای سنگی سخت (سازند کنگلومرای نئوژن Ngc با فرسایش ویژه ۶۹۰) و سست (سازند آبرفت Qal با فرسایش ویژه ۲۶۱۰) می‌باشد و با نتایج تحقیق فرجی (۱۳۷۳) شباهت زیادی دارد.

تفاوت فرسایش ویژه که در بین رخساره‌های ژئومورفولوژی از ۲۵۸۶ در رخساره فرسایش آبراه‌ای تا ۷۵۶ در رخساره یال فرسایش یافته (پوشیده از جنگل بهن برگ متراکم) در تغییر می‌باشد، کاملاً اثر و ماهیت فرسایشی رخساره‌ها را نشان می‌دهد و با نتایج تحقیق معاریان و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

متوسط بودن نرخ فرسایش ویژه (کلاسه‌های II, III و IV) و بالا بودن نرخ رسوب ویژه (کلاسه‌های II تا VI) در آبخیز کاشیدار به‌عنوان اثر برآیندی عوامل ۹ گانه مدل پسپاک در داخل ۱۲ نوع رخساره فرسایشی (۷۶ پولیگون) بیشتر با اثر تشدید عوامل فرسایش رودخانه‌ای، کاربری زمین، پستی و بلندی، زمین‌شناسی سطحی و فرسایش سطحی و تقریباً با اثر تعدیلی بقیه ۴ عامل توجیه است و این یافته، مشابه نتایج کار معاریان و همکاران (۲۰۰۳) می‌باشد. به دلیل فقدان ایستگاه رسوب‌سنجی، مقایسه رسوب برآوردی و رسوب اندازه‌گیری شده برای ارزیابی کارایی مدل ام. پسپاک در این حوضه ممکن نگردد.

تفاوت معنی‌دار بین تعداد و مساحت پولیگون کلاسه‌ها در هر یک از نقشه‌های فرسایش ویژه و رسوب ویژه، نماینده ترکیب متفاوت اثر عوامل فرسایشی و تعداد و



منابع

۱. احمدی، ح. ۱۳۵۸. مطالعه ژئومورفولوژی و فرسایش در حوضه آبخیز طالقان، مجله منابع طبیعی ایران (۳۶)، ۱-۱۴.
۲. احمدی، ح. ۱۳۶۹. ویژگیهای محیط طبیعی ایران در رابطه با مرفودولوژیک و پوشش گیاهی، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۴، ص: ۱-۱۸.
۳. احمدی، ح. ۱۳۷۴. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱، فرسایش آبی، دانشگاه تهران، ۶۱۴ صفحه.
۴. احمدی، ح. ۱۳۷۵. روشی جدید برای شناخت، ارزیابی و تعیین قابلیت بیابانهای ایران، مجله بیابان، جلد ۱، شماره ۲، ۳، ۴، ۸۳-۹۶.
۵. احمدی، ح.، عباس آبادی، م.، اونق، م. و م.ر.، اختصاصی. ۱۳۸۰. ارزیابی کمی بیابانزایی جهت ارائه یک مدل منطقه‌ای. مطالعه موردی: دشت آق قلا و گمیشان در استان گلستان، مجله منابع طبیعی ایران (۵۴-۱)، ۳-۲۱.
۶. اونق، م. ۱۳۷۴. ویژگیهای طبیعی زیست بوم عشایری یک چنار، گزارش طرح مطالعاتی، اداره کل امور عشایر استان گلستان، ۱۱۰ صفحه.
۷. اونق، م. ۱۳۷۵. نقشه‌بندی حساسیت محیط زیست (یک وسیله برنامه‌ریزی ناحیه‌ای)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی (۲): ۲۸-۹.
۸. اونق، م. ۱۳۸۱. الف - ارزیابی و خسارت زمین لغزش در حومه‌های جنوبی شهر نیوکاسل، استرالیا، طرح تحقیقاتی دوره فرصت مطالعاتی (نتایج مقدماتی)، ۱۰۰ صفحه.
۹. اونق، م. ۱۳۸۱. ب. آزمایش سرزمین و مدیریت مجتمع خطرات طبیعی استان گلستان، خلاصه مقالات سمینار کاهش اثرات و پیشگیری از سیل، گرگان، صفحه ۹.
۱۰. پرورش، ا. ۱۳۷۱. بررسی رابطه ژئومورفولوژی با فرسایش در بندرلنگه با تاکید بر فرسایش خندقی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۲۷۳ صفحه.
۱۱. دادخواه، م.؛ ع.، نجفی‌نژاد. ۱۳۷۶. کارآیی مدل ای.پی.ام در برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز لتیان مجله منابع طبیعی ایران (۵۰): ۶۰-۴۹.
۱۲. رحمانی، ح.ر. و ا. جلالیان. ۱۳۷۹. آزمون کامپیوتری Soilloss جهت برآورد فرسایش خاک در حوزه آبخیز شمالی رودخانه کارون، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی (۴): ۲۶-۱۵.
۱۳. شرکت مهندسین مشاور رواناب. ۱۳۷۴. طرح مطالعاتی شناسایی - توجهی حوزه آبخیز تیل آباد - نرماب، سری گزارشات خاک و ارزیابی اراضی، فیزیوگرافی، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، آب و هوا، هیدرولوژی و مرتعداری، ۱۰۶ صفحه.
۱۴. فرجی، م. ۱۳۷۳. بررسی رابطه شدت فرسایش و تولید رسوب با واحدهای ژئومورفولوژی (کیفی) و روشهای MPSIAC و EPM (کمی) در حوزه آبخیز بابا احمدی خوزستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۳۰۳ صفحه.
۱۵. قوامی، ش. ۱۳۶۹. بررسی رابطه ژئومورفولوژی با فرسایش در سازند میوسن حوزه آبخیز طالقان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، ۳۲۵ صفحه.
۱۶. مخدوم، م. ۱۳۷۸. شالوده آمایش سرزمین، چاپ چهارم، دانشگاه تهران، ۲۸۹ صفحه.
۱۷. نهنانی، م. ۱۳۷۶. بررسی رابطه ژئومورفولوژی با فرسایش در حوضه آبخیز کاشیدار (زیر حوضه گرگانرود)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۷۱ صفحه.
18. Cangir, C., S., Kapur, Boyzar, E., Akca and H. eswaran. 2000. An assessment of land resource consumption in relation to land degradation in Turkey. Journal of soil and water conservation, 55: 253-259.
19. CSIRO. 2003. Australia advances, soil cancer, series eight, Internet, P.1.
20. Guthrie, R.H. 2002. The effects of logging on frequency and distribution of landslides in three watershed on Vancouver Island, Journal of geomorphology, 43:273-292.
21. Hairston, E.J. 2002. Soil management to protect water quality: Estimating soil erosion losses and sediment delivery ratios. Auburn University, Internet, p. 1-3.
22. LU.X.X, P. Ashmore, and J. Wang. 2002. Sediment yield mapping in a large river basin: The upper Yangtze, China, Environmental modelling & software, 18:339-353.



23. Memarian, H. H. Esmailzadeh, S.M. Tajabakhash. The Sediment yield potential estimation of Kashmar urban watershed using MPSIAC model in the GIS framework. Map India, 1-3.
24. Ownegh, M. 1996. The role of geomorphology in soil erosion and land degradation assessment, Abstract of International Conference on land degradation, Adana, Turkey, 31-32.
25. Ownegh, M. 2002. Landslide hazard and risk assessment in the southern suburbs of Newcastle, Australia, sabbatical research project (preliminary results), Pp: 100.
26. Verstraeten, G., K. Vanoost., V. Rompaey. J. Poesen and G. Govers. 2002. Evaluating an integrated approach to catchment management to reduce soil and sediment pollution through modelling. Soil Use and Mangement. Vol.18 No.4, 386-394.
27. Weisenflush, G. A., 2002. Map unit descriptions and the North American data model: Digital mapping techniques, 01-Workshop proceedings. U.S. geological survey open file report 01-223. Internet search.



Relationship between geomorphologic units and erosion and sediment yield in Kashidar watershed, Gorgan River

M. Ownegh¹ and M. Nohtani²

¹Department of Arid Zone Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, ²Department of Watershed Management, Zabol University, Iran.

Abstract

Soil erosion is a complex process and pervasive geomorphologic hazard (earth cancer) and its rate is counted as a comprehensive index for assessing degree of development and sustainability of land management programs of the countries. Due to the strong dependence of pedogenesis on geomorphic systems, there is a close relationship between geomorphic units and erosion at different spatial level. In this research the potential erosion rate of watershed was estimated by MPSIAC model within geomorphologic facies (as work unit) that differentiated on the homogeneity of topography. Lithology and erosion reaction at semi-detailed level and 1:50000 scale. Based on obtained results, this watershed contains three from II to IV sediment yield and five from II to VI erosion intensity classes. Their mean specific sediment and erosion rates are 322 and 1105 m³/km²/y respectively. A regression equation with R=0.981 was established between specific erosion rate and effective factors of model in each geomorphic facies that significant at 5% level. Also, in multiple regression analysis (backward) all of the nine effective factors remained in the equation with R²=0.95478 at significant level. Differences of erosion rate inter geomorphologic unit (unit., type, sub-type and facies (76 polygons with repeat) and also differences in number and area of polygons of unit maps and sediment and erosion intensity map was compared by Chi-square test. In 17 tests, beside differences in polygon number of unit, sub-type, erosion and sediment maps, the other differences are significant at 0.01 to 0.05 (0.01 < p < 0.05) level. These relationships indicate to geomorphologic diversity of type and rate of sediment and erosion in Kashidar watershed. Therefore geomorphologic units with spatial hierarchy and close genetic relation to each other can be used as suitable work units for estimation of erosion and sediment and erosion hazard management in watersheds at different level.

Keywords: Geomorphologic units; Erosional facies; MPSIAC; Erosion and sediment; Kashidar watershed

