بررسی رابطه کاربری اراضی و شیب با تولید رسوب در زیرحوضه‌های جنوبی رودخانه مهاباد

داود طالب‌پوراصل*[1] و سعید خضری[2]

[1] مدرس گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه کردستان، ایران

[2] استادیاردانشکده منابع طبیعی،دانشگاه کردستان، ایران

(تاریخ دریافت: ٨٨/٦/١٤، تاریخ تصویب: ٨٩/٦/٢٩)

چکیده

حوزه آبخیز رود مهاباد، بر اثر تغییر کاربری زمین در معرض فرسایش شدید قرار گرفته است. هدف از تدوین این مقاله مشخص نمودن وضعیّت رسوبدهی حوزه یاد شده در ارتباط باعوامل تغییر کاربری اراضی و شیب است. در این تحقیق ضمن بررسی‌های میدانی، اسناد و مدارک مختلفی از جمله نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، تصاویر ماهواره‌ای، داده‌های ایستگاه‌های هیدرومتری، رسوبسنجی، هواشناسی و باران‌سنجی به عنوان ابزار تحقیق مورد استفاده قرار گرفته‌اند. همچنین ٦ عامل ارتفاع، شیب، بارش، زمان تمرکز، فرسایش پذیری و کاربری اراضی به عنوان عوامل برتر شناسایی و با همپوشانی نقشه‌های توزیع هر یک از آنها نقشه قابلیت رسوبدهی تهیه شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که مناطقی بیشترین وسعت حساس به فرسایش زیاد و خیلی زیاد را دارا هستند که شیب زیاد داشته باشند. ولی در مناطقی با سنگ‌های مقاوم، کاربری اراضی عامل تعیین کننده است. مقایسه آمار دبی آب و دبی رسوب سال‌های آبی ٧٥-١٣٧٤ و ٨١-١٣٨٠ (با حجم جریان سالانه تقریباً یکسان)، نشانگر افزایش تولید رسوب در سال‌های اخیر است. نتایج بدست آمده از استخراج نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ١٩٨٧ و ١٩٩٨ حاکی از آن است که حوزه شدیداً در معرض تغییر کاربری (از پوشش مرتعی به دیم‌زارها) است و همین عامل به عنوان یکی از عوامل تشدیدکننده حرکت‌های توده‌ای مواد، وقوع این نوع حرکت‌های را در سال‌های اخیر افزایش داده است. از آنجا که در بین همه عوامل، تنها کاربری اراضی است که می‌تواند توسط انسان، به سرعت و به آسانی تغییر یابد، بخشهای بالادست حوزه در قسمت جنوب و جنوبغربی با زمان تمرکز کم، شیب زیاد، فرسایش پذیری بالا و بارش فراوان که هنوز پوشش جنگلی و مرتعی دارند و همچنین تراس‌های آبرفتی رودها مشتمل بر رسوبات منفصل و دانه‌ریز، حساس‌ترین نواحی در برابر تغییرات کاربری اراضی بوده و بیشتر از هر جای دیگری به اقدامات پیشگیری کننده نیاز دارند.

واژه‌های کلیدی: رودخانه مهاباد- قابلیت رسوبدهی-فرسایش‌پذیری- کاربری اراضی-شیب

* نویسنده مسئول: تلفن: ٠٩١٨-٣٧٩٧٣٠٦ فاکس: ٠٨٧١-٦٦٢٠٥٥٠ E-mail: d.talebpoor@gmail.com

مقدمه

هرگونه دخالت غیرعادی و بیرویه در طبیعت، موجب ایجاد اختلال در تعادل پدیده‌های طبیعی شده و عمل آنها را به طور چشم‌گیر تغییر می‌دهد (Rajaei ،1993). امروزه تخریب محیطی ناشی از فشار انسان و کاربری زمین، به یک مشکل مهم جهانی تبدیل شده است (Erlich،1998). یکی از مشکلات منطقه مورد بررسی، مسأله فرسایش و تولید رسوب است. هم اکنون تغییر کاربری اراضی از پوشش جنگلی و مرتعی به دیم‌زارها، معضل اساسی می‌باشد. از نظر توپوگرافی، منطقه مورد بررسی کوهستانی است و روند تغییر کاربری در آن وجود دارد. در پایین دست حوزه، سّد مخزنی مهاباد احداث شده که نقش بسیار با اهمیتی در کنترل طغیان‌های رودخانه مهاباد، تأمین آب مورد نیاز کشاورزی و آشامیدنی شهر مهاباد دارد (Tamab ،1997). با وجود این میزان رسوبگذاری سالیانه سد یاد شده در حدود ۱/۸ میلیون مترمکعب و ضریب افت سالانه مخزن در حدود ۰/۶۱ درصد می‌باشد و از لحاظ وضعیت بحرانی، در رده پنجم سدهای مخزنی کشور قراردارد (Habibi, 2002). ادامه روند کنونی، زیان‌های جبران‌ناپذیری به بار آورده و باعث آسیب به اقتصاد منطقه خواهد شد.

در پهنه بندی توان رسوبزایی یک حوزه، به طور معمول مؤثرترین عامل در تولید رسوب به صورت کمّی یا کیفی برای پیش بینی فرسایش به کار گرفته می شوند. بررسیهای مربوط به‌ایجاد رابطه میان توان رسوبدهی یا آهنگ فرسایش با عوامل علّی آن، نخست به وسیله Musgrave (1947) آغاز شد.Musgraveمشخص کرد که عامل اصلی مؤثر در فرسایش بارش، ویژگیهای جریان رواناب سطحی، ویژگیهای خاک و پوشش گیاهی است. تحقیقات Wischmeier & Smith (1965,1978) منجر به تنظیم معادله جهانی هدررفت خاک شد. این معادله به طور گسترده برای محاسبه کمّی هدررفت خاک در سراسر جهان به کار گرفته می‌شود. با وجود این، برآورد عوامل معادله برای نواحی بزرگ، دارای محدودیت‌هایی است (Rafahi, 1996) که باعث شد Mati et al. (2000) نتوانند پیش بینی دقیقی در باره فرسایش حوزه اواسانیگرو شمالی در کنیا ارائه دهند. این محدودیت‌های دسترسی به منابع و داده‌ها باعث می‌شود بعضی از پژوهشگران مانند Zurayk et al. (2001) و Saahin & Kurum (2002) بر روی روش‌های کیفی تکیه کنند.

در روش کیفی، بیشتر بر روی داوری و واکنش محقق تأکید می‌شود (Saahin & Kurum,2002). با وجود این، مهم است که‌این داوری حرفه‌ای در قالب دیدگاهی سامان‌مند و دارای چارچوب انجام شود (NRA,1993). در این تحقیق سعی می‌شود با استفاده از یک روش کیفی و با بهره‌مندی از ابزار GIS، پهنه‌های رسوبدهی متفاوت حوزه رود مهاباد طبقه‌بندی شود.

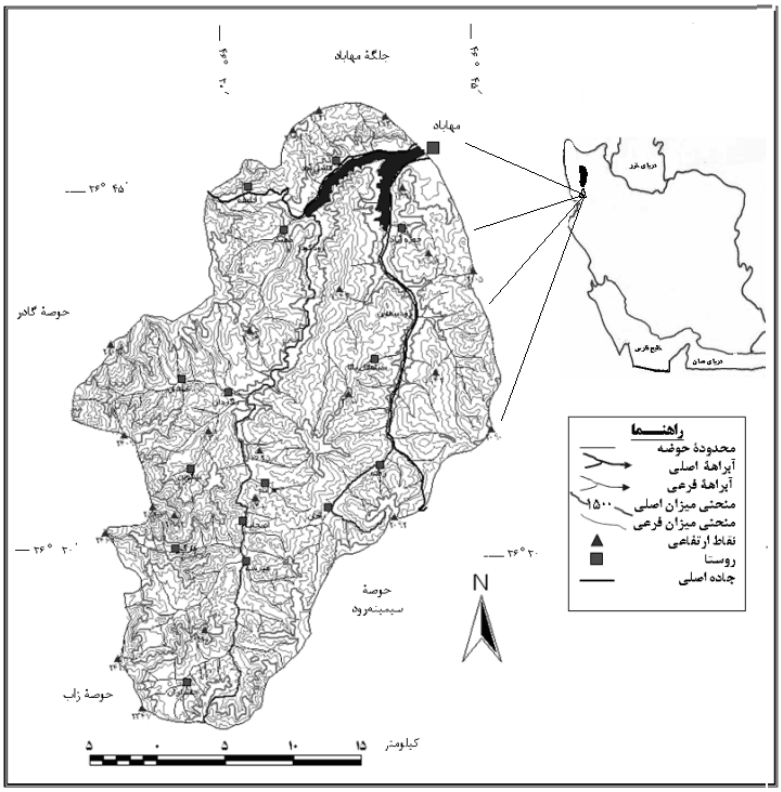
در ارتباط با موضوع مورد بررسی در ایران و جهان بررسی‌های ارزنده‌ای صورت گرفته است. به طوری که پژوهشگرانی مانند Murthy (1992)، Zhangxin (1999)، Norton et al (2001) و Aqarazi (2001) از میان عوامل مختلف موثر در افزایش تولید رسوب، بیشترین نقش را به عامل تغییر کاربری اراضی داده‌اند. در مقابل پژوهشگران دیگری مانند Morgan (1986)، Darcy & Pierre (1996) و Chehremonawari (1992) به‌این نتیجه رسیده‌اند که ضریب رسوبدهی حوزه بیشترین همبستگی را با ویژگی‌های فیزیکی حوزه از جمله عامل شیب دارد. و افراد دیگری مانند Renard(1969) بر این باورند که رابطه خوبی بین میزان تولید رسوب با ریزش‌های جوی از جمله رگبارها وجود دارد.

به دنبال انجام چنین بررسی‌هایی در این پژوهش سعی شده است، میزان تأثیر تغییر کاربری اراضی و شیب بر تولید رسوب در زیرحوزه‌های جنوبی رودخانه مهاباد بررسی تا زمینه ارائه راهکارهای مناسب فراهم شود.

معرّفی منطقه مورد بررسی

منطقه پژوهش از نظر مختصات جغرافیایی بین ´۲۶ °۳۶ تا ´۳۶ °۴۶ عرض شمالی و ´۲۵ °۴۵ تا ´۴۶ °۴۵ طول شرقی واقع است و گستره آن ۸۲۹/۲۸ کیلومترمربع می‌باشد

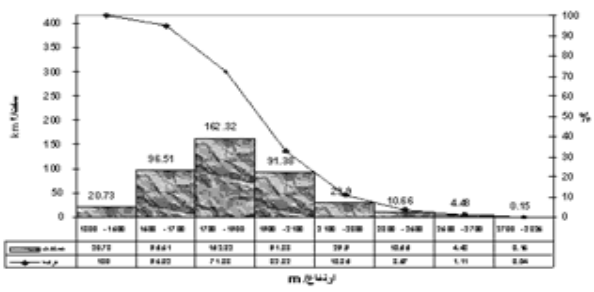
(Talebpoor, 2004). این حوزه، از شمال به جلگه مهاباد، از شرق به حوزه آبخیز سیمینه رود، از غرب به حوزه آبخیز گادَر و از جنوب‌غرب به حوزه آبخیز رودخانه زاب محدود است (شکل۱).



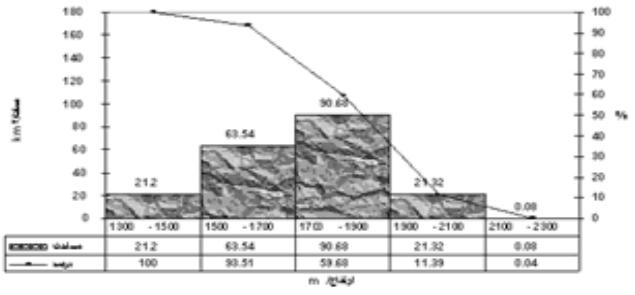
شکل ۱- موقعیّت، توپوگرافی و هیدروگرافی حوزه بالادست سد مهاباد

به‌طور کلی، منطقه پژوهش شامل دو زیرحوزه کوتر و بیطاس است.زیرحوزه کوتر، با گستره‌ای در حدود ۴۱۶ کیلومتر مربع در بخش غربی منطقه مورد بررسی واقع است. بیشینه ارتفاع در آن ۲۸۳۵ متر بوده و ۱/۱۱ درصد از گستره این بخش بالاتر از ۲۵۰۰ متر ارتفاع دارد (شکل ۲).

زیرحوزه بیطاس، با ۱۸۷/۸ کیلومترمربع گستره در بخش شرقی حوزه واقع است.۴۸ درصد از گستره این بخش، ارتفاعی بین ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰ متر دارد و تنها ۰/۰۴ درصد از گستره این زیرحوزه بالاتر از ۲۱۰۰ متری است(شکل۳).کمترین درصد شیب حوزه در شمال کمتر از ۹ درصد می‌باشد و بیشترین شیب در جنوب و جنوب غرب قرار دارد که میزان آن بیش از ۴۵ درصد است.



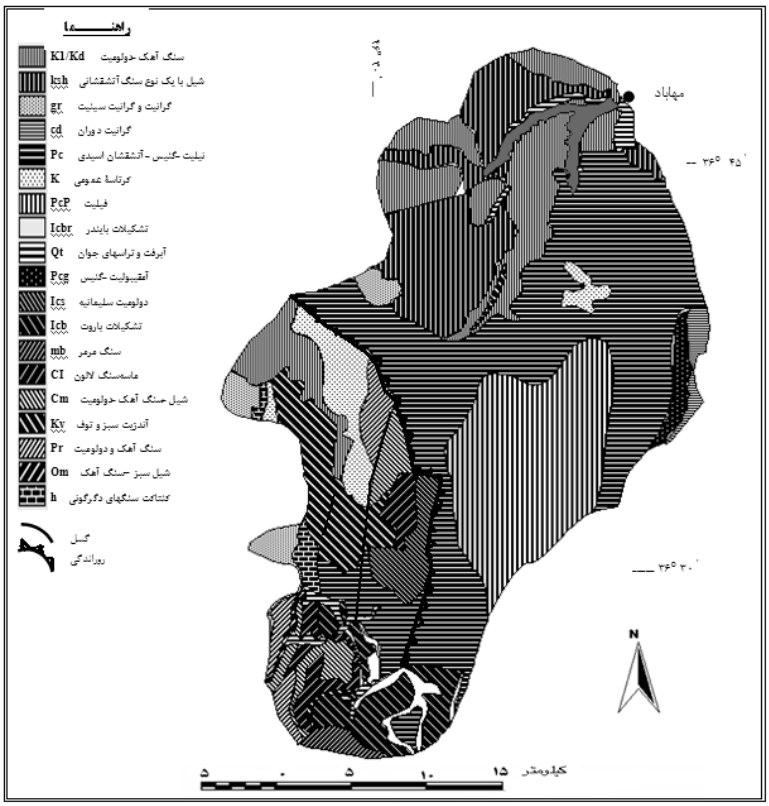
شکل ۲- نمودار هیپسومتری منطقه پژوهش تا ایستگاه کوتر



شکل ۳- نمودار هیپسومتریمنطقه پژوهش تا ایستگاه بیطاس

از لحاظ زمین شناسی، پی‌سنگ منطقه را سنگ‌های دگرگونی انفرا کامبرین و پره‌کامبرین تشکیل می‌دهند. مهم‌ترین واحدهای لیتولوژی عبارت‌اند از: تشکیلات پره‌کامبرین (شامل: آمفیبولیت، گنیس، فیلیت و سنگ‌های آتشفشانی) و انفراکامبرین (شامل: سازند بایندر، سازند باروت، ماسه سنگ لالون، شیل، سنگ آهک و دولومیت) در انتهای جنوبغربی حوزه یک روراندگی هم برای با روراندگی زاگرس، باعث بالا آمدن واحدهای پره‌کامبرین و اینفراکامبرین بر روی واحدهای جدیدتر شده است (شکل۴). در حوزه مورد بررسی، شکل غالب ناهمواریها ناشی از دخالت فرآیندهای بیرونی، به ویژه آبهای روان و فرسایش ناشی از آنهاست. در طول دوره‌های یخچالی کواترنری، به دلیل پایین بودن ارتفاع مرز برفی در آذربایجان و کردستان و به ویژه در ارتفاعات غربی و جنوبی حوزه، فعالیت یخسارهای کوهستانی وجود داشته است (Mahmoodi, 1988).

میانگین بارش سالیانه منطقه مورد پژوهش بر پایه روش خطوط همباران ۵۴۲/۵۸ میلیمتر می‌باشد (شکل۸). نقشه همباران منطقه، همخوانی اساسی را با وضعیت توپوگرافی و عامل ارتفاع نشان می‌دهد.



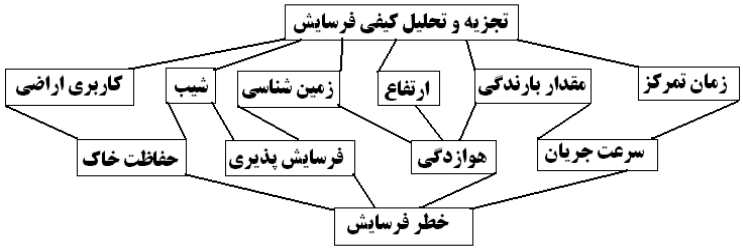
شکل ۴- نقشهٔ زمین شناسی منطقهٔ پژوهش

مواد و روش‌ها

در این پژوهش مواد به کار رفته شامل نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، آمار دبی آب و دبی رسوب ایستگاه‌های هیدرومتری کوتَر و بیطاس که توسط سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی (امور مطالعات منابع آب) در یک دوره طولانی نمونه برداری شده است، و آمار داده‌های هواشناسی و ایستگاه‌های بارانسنجی می‌باشد. به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی و بررسی میزان تغییرات کاربری‌ها، ازتصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۷ و ۱۹۹۸ (لندست ۳و۵، سنجنده TM) استفاده شده است. همچنین علاوه بر روش کتابخانه‌ای (برای آشنایی با مبانی و فلسفه موضوع) از نرم افزارهای GIS و سنجش از دور و نرم

افزارهای آماری به عنوان مواد مورد نیاز در تحلیل داده‌ها استفاده شده است. در آغاز نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و هیدرولوژی رقومی شده‌اند. برای تبدیل مختصات دستگاهی به نقشه‌ای، از سامانه UTM استفاده شده و سپس در محیط نرم‌افزارهای یاد شده به تهیه نقشه‌های عامل (شیب، زمین شناسی و هیدرولوژی) پرداخته شده است.

همچنین برای محاسبه میزان همبستگی داده‌های دبی رسوب و دبی آب، ضریب همبستگی پیرسون، برای مجموع داده‌های هر دو ایستگاه محاسبه شده است. برای بررسی نقش حرکت‌های توده‌ای در افزایش تولید رسوب، عملیات میدانی در سطح حوزه انجام گرفته و از راه تهیه گزارش و عکس موقعیت آنها شناسایی شده است. به منظور تهیه نقشه قابلیت رسوبدهی، ۶ عامل ارتفاع، شیب، بارش، زمان تمرکز، فرسایش پذیری و کاربری اراضی به عنوان عوامل برتر شناسایی شده‌اند.



شکل ۵- روش مورد استفاده در این پژوهش

مدل رقومی ارتفاعی(DEM) و تشکیل مدل شیب

در این تحقیق مدل رقومی ارتفاعی با استفاده از روش شبکه نامنظم مانندثی (TIN) در محیط Arcview تهیه (شکل ۶) و از مدل رقومی ارتفاع برای ایجاد ماتریس زاویه شیب استفاده شده است. برای این منظور، روش مشتق‌گیری که در آن عملیات محلی بر روی هر کدام از پیکسل‌ها صورت می‌گیرد، به کار گرفته شد. در روش یاد شده، یک پنجره ۳×۳ انتخاب شد و زاویه شیب با بهره‌گیری از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\tan\theta[(\sigma Z/\sigma X)^2+(\sigma Z/\sigma y)^2]^{1/2}$$

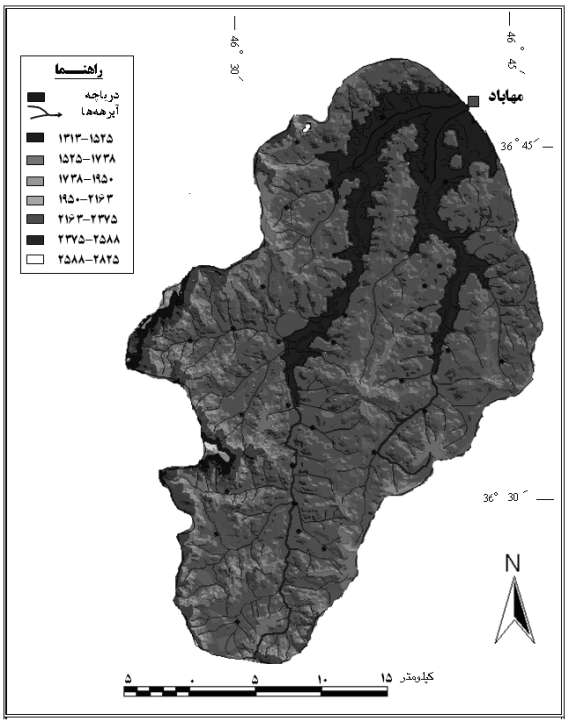
که در آن:

$\sigma Z/\sigma X$: تغییرات ارتفاع در برای X

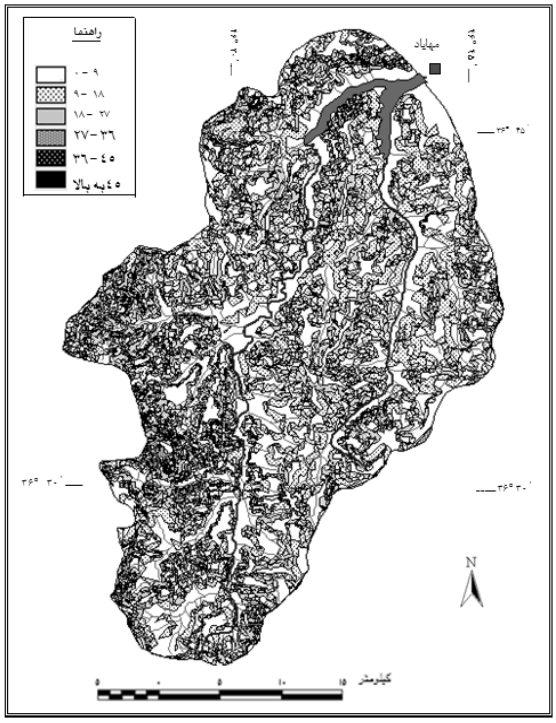
$\sigma Z/\sigma Y$: تغییرات ارتفاع در برایyاست.نقشه شیب تهیه شده بر حسب نیاز در ۶ کلاس طبقه‌بندی شد (شکل ۷).

نقشه منحنی‌های همبارش

برای رسم خطوط همبارش، همانند خطوط هم‌ارتفاع، از راه انترپولاسیون بین ایستگاهها، انجام می‌شود. به‌این ترتیب که در آغاز نقاط باران سنجی بر روی سطح حوزه مکانیابی شده و سپس با ملاحظه بارش کمینه و بیشینه نقاط مشاهداتی، کمیّتی به عنوان اختلاف بین دو منحنی همبارش انتخاب شد. با رعایت اختلاف بین میزان، نقاط هم باران بر روی اضلاع مثلث‌ها مشخص شده و اتصال این نقاط به هم و گسترش آنها در خارج از محدوده مثلث‌ها تا مرز حوزه، منحنی‌های هم بارش را بدست می‌دهد. سپس در محیط GIS نقشه تهیه شده رقومی و در نهایت از هم‌پوشی دو لایه خطوط منحنی‌های همبارش وموقعیت ایستگاههای بارانسنجی، نقشه مورد نظر بر مبنای نظر کارشناسی در ۴ کلاس طبقه‌بندی شده است (شکل ۸).



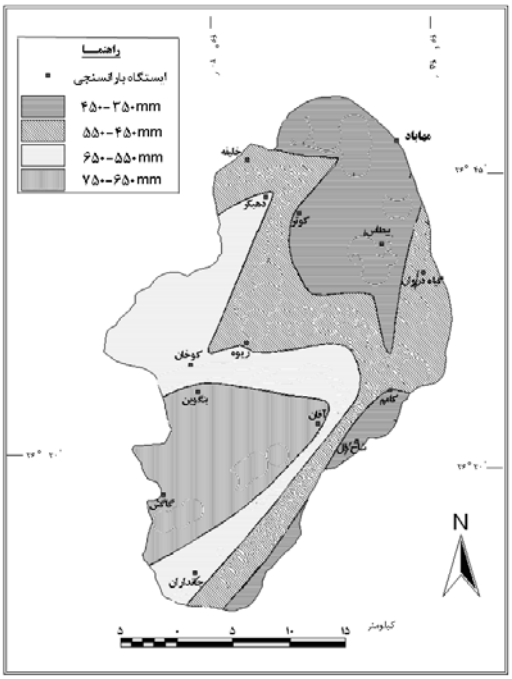
شکل ۶- مدل رقومی ارتفاع (DEM) منطقه پژوهش



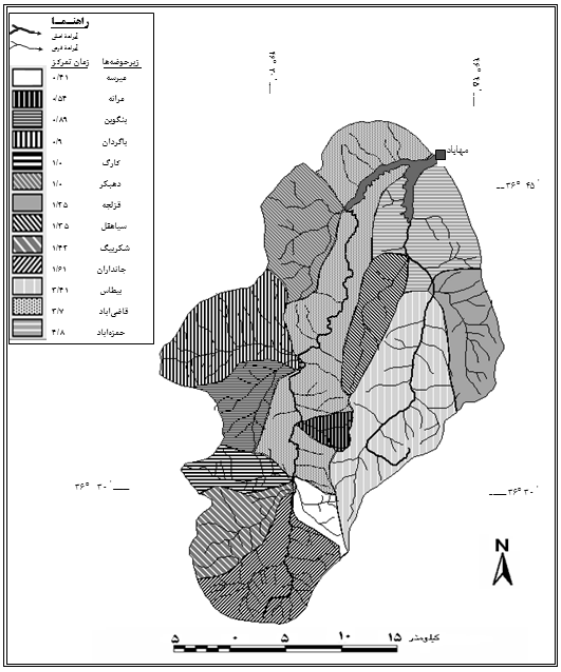
شکل ۷- نقشه درصد شیب منطقه پژوهش

زمان تمرکز زیرحوزه‌ها

به منظور تهیه نقشه زمان تمرکز زیرحوزه‌ها، در آغاز بر روی نقشه توپوگرافی مرز زیرحوزه‌ها مشخص شده، سپس با استفاده از معادله Kirpich (Alizadeh, 1992) زمان تمرکز هر یک از آنها محاسبه و در نهایت پس از رقومی کردن عوارض مربوطه، نقشه زیرحوزه‌ها تهیه شـده است (شکل ۹).



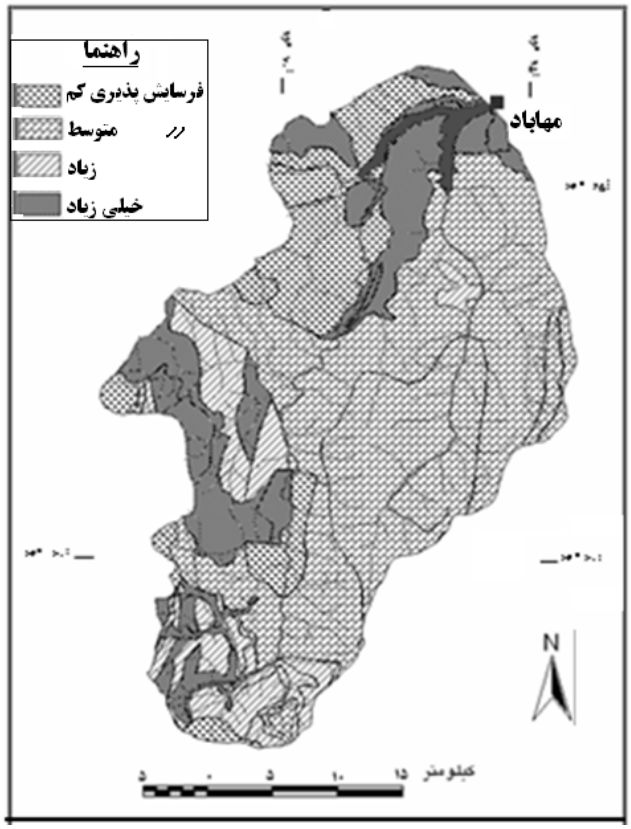
شکل ۸- نقشه منحنی های همباران منطقه پژوهش



شکل ۹- نقشه زیرحوزه‌های منطقه پژوهش و زمان تمرکز آنها

نقشه فرسایش‌پذیری

به منظور تهیه نقشه فرسایش‌پذیری از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ مهاباد استفاده شده است. آنگاه با استفاده از روش PSIAC (کمیته بین اداری جنوبغربی آرام) واحدهای لیتولوژی در ۴ طبقه فرسایش‌پذیری کم (آهک، مرمر)، میانگین (گرانیت، گنیس، فیلیت)، زیاد (تناوب شیل‌ها با آهک‌ها) و خیلی زیاد (شیل، توف) طبقه‌بندی شده و در نهایت نقشه مورد نظر رقومی، نقشه نهایی تهیه و مشخصات واحدها استخراج شده است (شکل ۱۰).



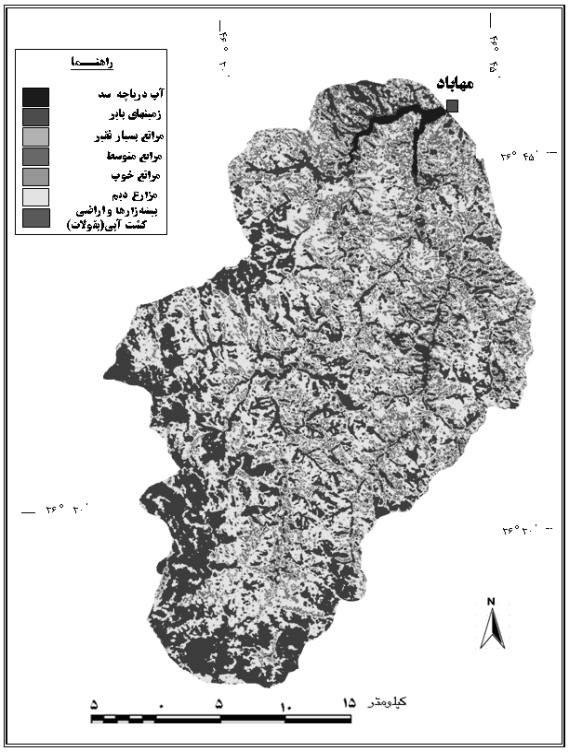
شکل ۱۰- نقشهٔ مقاومت لیتولوژی منطقهٔ پژوهش

نقشه کاربری اراضی

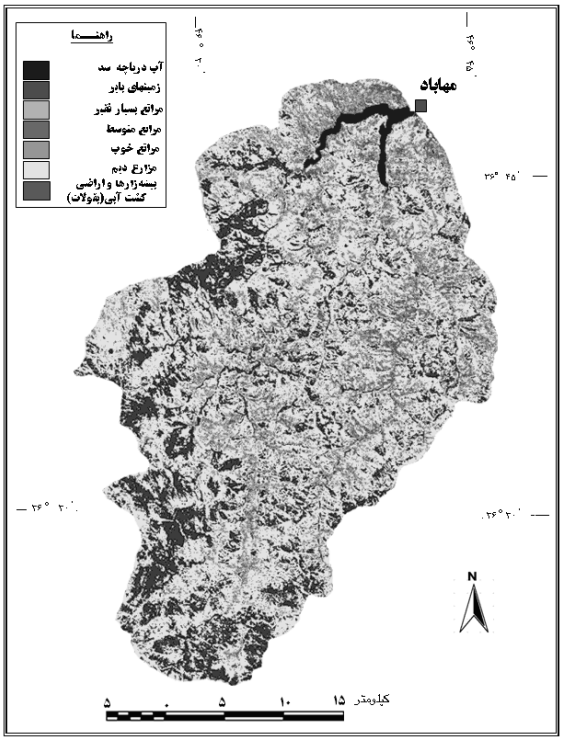
به منظور پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای و نیل به تحلیل منطقی، در تصحیح‌های هندسی با استفاده از نرم‌افزارERdas ، از روش «نزدیکترین همسایه» استفاده شده است. به‌این منظور برای هر کدام از تصاویر ماهواره‌ای ۴۱ نقطه کنترل زمینی انتخاب شده است. پس از مشخص نمودن نقاط کنترل و برآورد میزان خطایRMS خطای قابل قبول برای تصحیح که باید کمتر از یک واحد (پیکسل - متر) باشد (Nosrati, 2000) انتخاب شده و برای کاهش خطاها نقاطی که دارای میزان باقی‌مانده (Residuel) بالایی هستند، حذف شده تا میزان خطا به حد قابل قبول کاهش یابد. به طوری که برای تصویر هر دو دوره شمار نقاط از ۴۱ به رقم ۱۵ کاهش پیدا کرد، که میزانRMS برای سال ۱۹۸۷ برابر ۰/۹۹ پیکسل و برای سال ۱۹۹۸ برابر ۰/۸۵ پیکسل می‌باشد. همچنین به منظور انجام تصحیح‌های رادیومتریک، برای باندهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۷ از افزایش کنتراست (Enhancmet) خطی استفاده شده و دامنه تغییرات به صفر تا ۲۵۵ کاهش داده شده است. در پایان شاخص پوشش گیاهی (NDVI) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شده است (Nosrati, 2000):

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} = \frac{band3 + band4}{band3 - band4}$$

سپس با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت نشده پس از تهیه تصویر مرکب از باندهای ۳، ۴ و ۷، بیست خوشه از هر کدام استخراج شد، پس از تهیه تصاویر بالا و تطبیق آن با اطلاعات جمع‌آوری شده از سطح زمین با ادغام دوباره خوشه‌ها در نـــهایت شمار آنها به ۷ خوشه کاهش یافت. اشکال ۱۱ و۱۲ پراکندگی کاربری‌های منطقه مورد بررسی، استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۷ و ۱۹۹۸ میلادی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱- نقشه کاربری اراضی منطقه پژوهش- ژوئن ۱۹۸۷



شکل ۱۲- نقشه کاربری اراضی منطقه پژوهش- ژوئن ۱۹۹۸

جدول ۱- مشخصات کاربری‌ها- تصویر ماهواره‌ای سال۱۹۸۷

خوشه	نوع کاربری	گستره به km^2	درصد گستره
۱	آب دریاچهٔ سد	۱۰/۰۶	۰/۹۹
۲	زمین‌های بایر	۵۵	۶/۵
۳	مراتع بسیار فقیر	۳۸/۶۶	۴/۵
۴	مراتع میانگین	۹۴/۳۴	۱۱/۳۲
۵	مراتع خوب	۳۷/۹۵	۴/۴۱
۶	دیم‌زارها	۳۴۴/۷۳	۴۲/۰۴
۷	بیشه‌زارها و کشت آبی	۲۳۹/۲۸	۲۹/۱
جمع		**۸۲۹/۲۸**	**۱۰۰**

جدول ٢- مشخصات کاربری‌ها- تصویر ماهواره‌ای سال ١٩٩٨

خوشه	نوع کاربری	گستره به km^2	درصد گستره
١	آب دریاچهٔ سد	١٠/٠۶	٠/٩٩
٢	زمین‌های بایر	۴٧/٣	۵/۵۶
٣	مراتع بسیار فقیر	۴۵/٠٢	۵/٢٨
۴	مراتع میانگین	٣٩/١۵	۴/۵۶
۵	مراتع خوب	٣۶/١٧	۴/١٩
۶	دیم‌زارها	۴۴۵/٢٣	۵۴/٣۶
٧	بیشه‌زارها و کشت آبی	٢١٧/۴٨	٢۶/۴٣
جمع		**٨٢٩/٢٨**	**١٠٠**

وزن‌دهی به عوامل و استخراج نقشه قابلیت رسوبدهی حوزه

پس از تهیه نقشه مربوط به متغیرهای مؤثر در افزایش رسوب، به هر یک از عوامل و طبقات آنها با روش کارشناسی «سلسله مراتبی» وزن داده شد. در این روش به هر یک از عوامل، امتیاز کارشناسی داده می‌شود. در این امتیازدهی معیار اصلی مقایسه دودویی بین عناصر می باشد که بر پایه اهمیت یک عنصر به عنصر دیگر، ارزش ١ تا ٩ داده می‌شود، به عنوان مثال اگر بررسی‌ها نشان دهد یک عامل نسبت به دیگری، اهمیت همسان در فرسایش داشته است، امتیاز آن عامل ١ و در صورتی که اگر نسبت به عامل دیگر به‌طور کلی برتر بوده و اهمیت بیشتری داشته باشد، امتیاز ٩ دریافت خواهد کرد. بر پایه شدت و ضعف نسبی تأثیرگذاری عوامل بر روی فرسایش، امتیازها بین دو دامنه فوق تغییر خواهد کرد. امتیاز نسبی عوامل را می‌توان با تشکیل ماتریس، روشن‌تر بیان نمود (جدول ٣) و سپس با محاسبه میانگین هندسی ردیف‌های این ماتریس و تقسیم آن به مجموع میانگین ردیف‌ها، ارزش نسبی طبقات عوامل را نیز بدست آورد (جدول ۴). در این پژوهش «شاخص سازگاری» «آزمون F » و «آزمون شفّی» برای اطمینان بیشتر و متجانس بودن امتیازها صورت گرفت. نتایج هر سه روش نشان داد که امتیازهای نسبت داده شده به طور تصادفی پراکنده شده‌اند و واریانس هیچ یک از آنها تفاوت معنی داری با واریانس عوامل دیگر ندارد(جدول ۵).

جدول ٣- ماتریسی عوامل مؤثر در افزایش میزان رسوب

عوامل	کاربری اراضی	ارتفاع	فرسایش‌پذیری	شیب	بارش	زمان تمرکز
کاربری اراضی	١	٢	٢	$\frac{١}{٣}$	٢	$\frac{١}{٣}$
ارتفاع	$\frac{١}{٣}$	١	٢	$\frac{١}{٣}$	$\frac{١}{٣}$	١
فرسایش‌پذیری	$\frac{١}{٣}$	$\frac{١}{٣}$	١	١	٢	٢
شیب	٣	٢	١	١	٢	١
بارش	$\frac{١}{٢}$	٢	$\frac{١}{٣}$	$\frac{١}{٣}$	١	$\frac{١}{٣}$
زمان‌تمرکز	٢	١	$\frac{١}{٣}$	١	٢	١

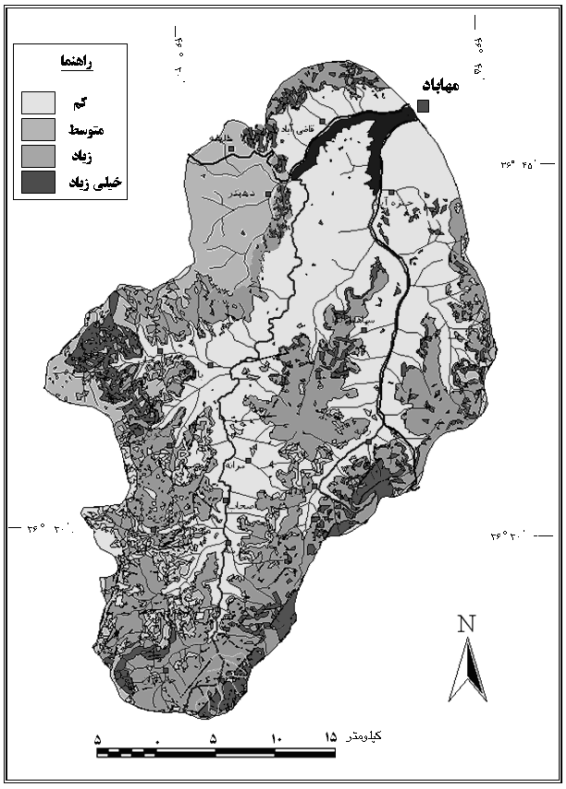
جدول ۴- امتیازدهی عوامل مؤثر در افزایش تولید رسوب بر پایه روش سلسله‌مراتبی

کاربری اراضی	طبقات عامل	زمین‌های بایر	مراتع فقیر	مراتع میانگین	مراتع خوب	دیم‌زارها	بیشه‌زارها و بقولات	
	امتیاز	۰/۳۹۳۷	۰/۱۷۵۰	۰/۰۸۰۶	۰/۰۴۳۴	۰/۲۸۳۳	۰/۰۲۴۰	۱
	امتیاز نسبی	۰/۰۶۶۷	۰/۰۲۹۶	۰/۰۱۳۶	۰/۰۰۷۳	۰/۰۴۷۹	۰/۰۰۴۱	۰/۱۶۹۴
ارتفاع	طبقات عامل	۱۳۵۰-۱۵۲۵	۱۵۲۵-۱۷۳۸	۱۷۳۸-۱۹۵۰	۱۹۵۰-۲۱۶۳	۲۱۶۳-۲۳۷۵	۲۳۷۵-۲۵۸۸	۲۵۸۸-۲۸۰۳
	امتیاز	۰/۰۲۲۳	۰/۰۳۵۸	۰/۰۵۷۶	۰/۰۹۳۷	۰/۱۵۲۴	۰/۲۴۵۳	۰/۳۹۲۷ ۱
	امتیاز نسبی	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۴۹	۰/۰۰۷۹	۰/۰۱۲۹	۰/۰۲۱۱	۰/۰۳۳۹	۰/۰۵۴۳ ۰/۱۳۸۳
فرسایش پذیری	طبقات عامل	خیلی زیاد		زیاد		میانگین	کم	
	امتیاز	۰/۵۷۰۶		۰/۲۷۲۳		۰/۱۱۱۹	۰/۰۴۵۱	۱
	امتیاز نسبی	۰/۰۹۲۳		۰/۰۴۴۰		۰/۰۱۸۱	۰/۰۰۷۳	۰/۱۶۱۷
شیب	طبقات عامل	۰-۹	۹-۱۸	۱۸-۲۶	۲۶-۳۵	۳۵-۴۴	۴۴ به بالا	
	امتیاز	۰/۰۴۲۱	۰/۰۷۰۰	۰/۱۱۱۱	۰/۲۰۳۳	۰/۳۴۵۲	۰/۵۷۳۵	۱
	امتیاز نسبی	۰/۰۰۹۴	۰/۰۱۵۷	۰/۰۲۴۹	۰/۰۴۵۶	۰/۰۷۷۵	۰/۱۲۸۸	۰/۲۲۴۶
بارش	طبقات عامل	۳۵۰-۴۵۰		۴۵۰-۵۵۰	۵۵۰-۶۵۰	۶۵۰ به بالا		
	امتیاز	۰/۵۵۲۵		۰/۲۵۸۱	۰/۱۲۹۰	۰/۰۶۰۳		۱
	امتیاز نسبی	۰/۰۶۸۸		۰/۰۳۲۱	۰/۰۱۶۱	۰/۰۰۷۵		۰/۱۲۴۵
زمان تمرکز	طبقات عامل	۰/۴-۰/۹		۰/۹-۱/۵	۱/۵-۳/۵	۳/۵-۵		
	امتیاز	۰/۵۶۳۸		۰/۲۶۳۴	۰/۱۱۷۸	۰/۰۵۵۰		۱
	امتیاز نسبی	۰/۱۰۲۳		۰/۰۴۷۸	۰/۰۲۱۴	۰/۰۰۹۹		۰/۱۸۱۴

جدول ۵- نتایج بدست آمده از تحلیل واریانس یک طرفه برای تصادفی بودن ارقام

	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	sig
بین گروه‌ها	۲/۶۷۹	۵	۰/۵۳۶	۱/۱۳۰	۰/۳۳۶
داخل گروه‌ها	۱۴/۲۲۴	۳۰	۰/۴۷۴		
مجموع	۱۶/۹۰۳	۳۵			

سپس همه لایه‌هایی که به گروه‌های مختلف تقسیم شده و هر یک از گروه‌ها نیز امتیاز ویژه‌ای دریافت کرده بودند در نرم‌افزار Arcview دو به دو همپوشانی شدند تا نواحی مشترک آنها استخراج شود. این مرحله تا استخراج نقشه نهایی تکرار شد. و به‌این ترتیب نقشه قابلیت رسوبدهی (شکل ۱۳) تهیه و مشخصات واحدهای کیفی حساسیت به فرسایش و رسوبدهی استخراج شده است (جدول ۶).



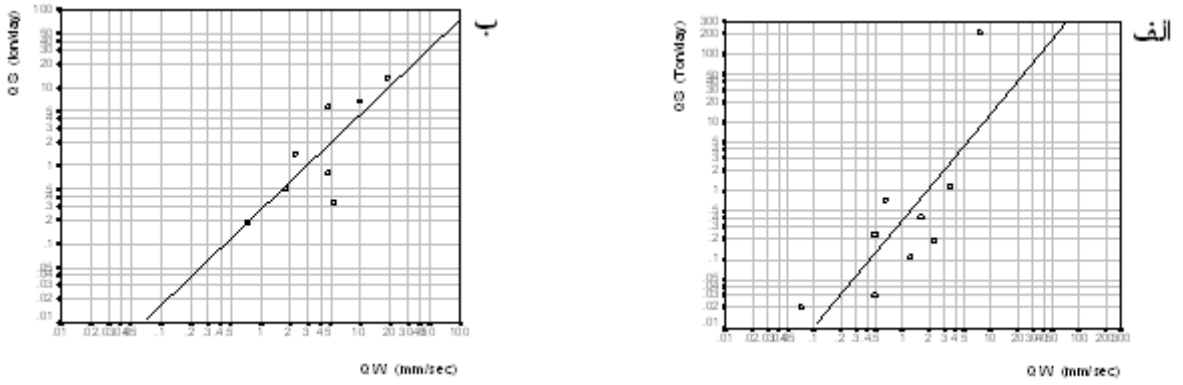
شکل ۱۳- نقشهٔ قابلیت رسوبدهی منطقهٔ پژوهش

جدول ۶-مشخصات واحدهای کیفی حساسیت به فرسایش

قابلیت رسوبدهی	گستره به km^2	گستره به درصد
کم	۳۷۴/۴۵	۴۵/۱۵
میانگین	۱۳۶/۸۸	۱۶/۳۸
زیاد	۲۵۵/۹۴	۳۰/۸۶
خیلی زیاد	۶۳/۰۵	۷/۶۱
جمع	**۸۲۹/۲۸**	**۱۰۰**

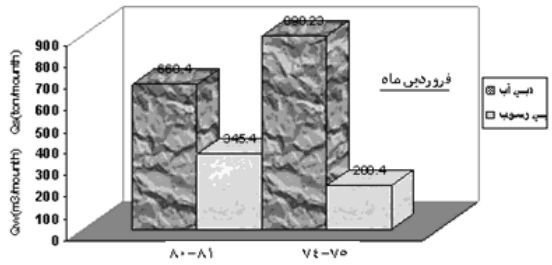
نتایج

انتقـــال داده‌های دبی آب و رسوب ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه کوتر و بیطاس در سـال‌های ۷۵-۱۳۷۴ و ۸۱-۱۳۸۰ بر محور مختصات Q_w و Q_s بر روی کاغذ لگاریتمی و سپس رسم منحنی دبی-رسوب و محاسبه دبی میانگین روزانه و از مجموع اعداد دبی روزانه، دبی ماهانه (شکل۱۴) برای ماه‌های دی، بهمن، اسفند، فروردین و اردیبهشت نشـــان می‌دهند که در همه ماه‌های یاد شده، میزان تولید رسوب در رابطه با دبی آب، با گذشت زمان افزایش یافته است.



شکل ۱۴- رابطهٔ دبی آب و رسوب در دو رودخانهٔ کَوتر(الف) و بیطاس(ب) که از ۹ و ۸ اندازه گیری در سال آبی ۸۱-۱۳۸۰ به دست آمده است

آزمون T جفتی برای اثبات درستی ادعای یاد شده، نشان می‌دهد که در دبی آب و نسبت دبی آب به دبی رسوب در سال‌های ۷۵-۱۳۷۴ و ۸۱-۱۳۸۰ هیچگونه اختلافی وجود ندارد، در حالی که تفاوت در دبی رسوب آنها معنی‌دار می‌باشد.



شکل ۱۵- مقایسهٔ میزان تولید رسوب در رابطه با دبی آب بین سال‌های ۷۵-۷۴ و ۸۱-۸۰ در زیرحوزهٔ کَوتر

نتایج بدست آمده از مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی، نشان می‌دهد که در سال ۴۲/۱۹۸۷.۰۴ درصد گستره منطقه پژوهش، زیر کشت گیاهان در زراعت دیم بوده در حالی‌که پس از گذشت۱۲ سال این رقم به۵۴/۳۶ درصد افزایش یافته است. در مقابل گستره مراتع میانگین از ۱۱/۳۲ درصد در سال ۱۹۸۷ به ۴/۵۶ درصد در سال ۱۹۹۸ کاهش یافته است. شخم زدن مراتع پرشیب نواحی کوهستانی و به زیر کشت بردن آنها به عنوان تغییرات کاربری، علاوه بر تشدید عمل فرسایش باعث تولید رسوب شده است.

نتایج بدست آمده از بررسی شکل ۱۳ نـشان مـی‌دهـد در مجموع درصد قابل توجهی از حوزه استعداد زیادی را بـرای از دست دادن تعادل داراست و بـا تغییـرات انـدک از خـود واکنش نشان خواهد داد (جدول ۶).

بررسی علل توزیع نابرابر نواحی حساس، روشن می سازد که عامل شیب –به ویژه در بخش جنوبی حوزه- نقش مهمی در تولید رسوب بر عهده دارد. بررسی شکل ۱۳ نشان می‌دهد که مناطق جنوبی، جنوب غربی و جنوب شرقی یا به عبارت دیگر بخشهای سرچشمه رود توان فرسایشی زیاد و بسیار زیادی را دارد. بررسی دقیق نقشه شیب (شکل ۷) وجود دامنه‌های با شیب بیش از ۲۷ درصد را در این بخش از حوزه بازتاب می کند. از سوی دیگر، عملکرد گسل‌ها نیز در این ناحیه بیشتر است. این گسلها از راه ایجاد اختلاف سطح بر روی بعضی از دامنه‌ها، شیب را

به بیش از ۴۰ درصد افزایش داده و از سوی دیگر امکان استقرار آبراهه‌ها و جریان‌های متمرکز را فراهم آورده و در نتیجه عملکرد فرسایشی آنها را آسانتر کرده‌اند. با این وجود، دو زیرحوزه بنگوین و باگردان نسبت به وجود دامنه‌های تند و حتی فرسایش‌پذیری زیاد سنگ‌ها، درجه رسوبزایی بسیار زیادی را نشان نمی‌دهند. این موضوع، عمدتاً به اشغال گستره زیادی از آنها توسط جنگل ارتباط پیدا می کند (شکل ۱۱).

برعکس، بعضی زیرحوزه‌ها (مانند بیطاس، میرسه و قزلجه) هر چند از سنگ‌های مقاوم تشکیل شده‌اند، باز هم حساسیت بالایی را در برابر رسوبزایی نشان می دهند. نتایج بدست آمده از مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی (اشکال ۱۱ و ۱۲)، نشان می‌دهد که‌این زیرحوزه‌ها به شدت در معرض تغییر کاربری اراضی از بیشه‌زارها و مراتع به دیم‌زارها قرار گرفته‌اند. تخریب جنگل و مرتع به ویژه در حوزه‌های پرشیب، فرسایش زیادی را به همراه آورده است. ولی تغییر کاربری در زیرحوزه‌های پایین دست، به ویژه در بخش‌های پرشیب آنها، بیشتر صورت گرفته است و این تغییرات بویژه در مواقعی که حوزه‌ها زمان تمرکز کمتری دارند، حساس پذیری دامنه‌ها را گسترش داده‌اند.

مقایسه داده‌های جدول رده‌بندی زیرحوزه‌ها بر پایه میزان شیب با جدول قابلیت رسوبدهی زیرحوزه‌ها (جداول ۷و۸)، نشان می‌دهد که حساس‌ترین نواحی در برابر فرسایش و تولید رسوب تراس‌های آبرفتی هستند. دلیل آن، وجود عوامل تشدیدکننده حرکت‌های دامنه‌ای مانند افزایش احداث جاده‌های روستایی بر روی دامنه‌های با شیب تند، بدون رایزنی با کارشناسان محیط زیست و ..... و افزایش تغییر کاربری اراضی از پوشش جنگلی و مرتعی به دیم‌زارها (به طوری که بیشترین تغییر کاربری اراضی در زیرحوزه بیطاس به رخداد پیوسته و به تبع آن بیشتر حرکت‌های دامنه‌ای، در این زیرحوزه شناسایی شده است) می باشد (شکل ۱۶). در بیشتر موارد دیده شده جریان گِل و مواد دامنه‌ای، تا بستر دائمی رودخانه‌ها ادامه یافته و به دنبال آن توسط آب حمل و وارد دریاچه سد شده است (شکل ۱۷).

شکل ۱۶- شخم مراتع در دامنه با شیب زیاد

شکل ۱۷- نمایی از روانه گل بر روی دامنه غربی رود بیطاس

بحث و نتیجه گیری

با توجه به‌اینکه حوزه‌های آبخیز بر پایه برنامه‌ریزی صحیح آمایش می شوند و لازمه برنامه‌ریزی صحیح، داشتن آگاهی نسبت به ویژگی‌های محیط از نظر مسائل طبیعی و انسانی است ولی متأسفانه در حوزه آبخیز رودخانه مهاباد تنها در دو ایستگاه کوتر و بیطاس اندازه گیری بار رسوب صورت می‌گیرد و برای زیرحوزه‌های بالادست حوزه بسیاری از داده‌ها از جمله داده‌های بار رسوب جمع آوری نمی‌شود، بنابراین تعیین نواحی با قابلیت بالای تولید رسوب برای اولویت‌های برنامه‌ریزی و آمایش سرزمین، کار دشواری خواهد بود. در چنین شرایطی، مهم‌ترین گزینه، تهیه نقشه‌های قابلیت رسوبدهی حوزه با ارزش‌گذاری کیفی بود. به طوری که وجود چنین محدودیت‌هایی باعث شد بعضی از پژوهشگران مانند Zurayk et al. (2001) و Saahin & Kurum (2002) نیز بر روی روش‌های کیفی تکیه کنند.

همپوشانی ۶ نقشه عامل، نواحی حساس به فرسایش را با درجه‌های مختلف به صورت شکل ۱۳ ارائه داد. بررسی محتوای این نقشه نشان می‌دهد که پراکندگی «نواحی با قابلیت رسوبدهی بسیار زیاد» در مناطق جنوب‌شرق، جنوب و جنوب‌غربی حوزه منطبق بر نواحی با شیب تند می باشد.همچنین تجزیه و تحلیل داده‌های شکل ۹ نشان می‌دهد که از مجموع زیرحوزه‌های منطقه پژوهش، ده زیرحوزه زمان تمرکزی کمتر از ۲ ساعت دارند. دلیل آن شیب تند زیرحوزه‌ها و سرعت بالای آب است که خود باعث افزایش قابلیت تولید رسوب شده است. جداسازی نقشه حساسیت به فرسایش زیرحوزه‌ها نیز این موضوع را تأیید می‌کند (جدول ۸). به عنوان مثال زیرحوزه باگردان با گستره‌ای در حدود ۷۶/۹۶ کیلومترمربع بیشترین قابلیت را در تولید رسوب دارا می باشد، طوری که در حدود ۱۸/۲ درصد از گستره این حوزه در برابر فرسایش، خیلی زیادحساس می باشد. زیرا در حدود ۵۰/۶۱ درصد از گستره این زیرحوزه بیش از ۱۸ درصد شیب داشته و زمان تمرکز آن خیلی کوتاه و در حدود ۰/۹ ساعت می‌باشد.

در پژوهش همانندی، Chehremonawari (1992) دربررسی عوامل مؤثر در ضریب رسوبدهی در حوزه آبخیز میناب به این نتیجه رسیده است که ضریب رسوبدهی حوزه بیشترین همبستگی را با ویژگی‌های فیزیکی حوزه از جمله شیب دارد. همچنین Darcy & Pierre(1996) به منظور برآورد میزان فرسایش زیرحوزه‌های Goodwin Creek & Hickahala در نواحی بالادست رودخانه می‌سی‌سی‌پی،درجه و طول شیب را مهم‌ترین عامل در تولید رسوب شناسایی کرده‌اند.

از سوی دیگر از راه استخراج نقشه‌های کاربری اراضی در زمانهای متفاوت از تصاویر ماهواره‌ای و مقایسه آن با نقشه نواحی حساس به فرسایش می‌توان به‌این نتیجه رسید که زیرحوزه‌هایی که بیشترین تغییر کاربری اراضی از مراتع و بیشه‌زارها به دیم‌زارها، در آنها صورت گرفته است قابلیت بالایی نیز در تولید رسوب دارند. به عنوان مثال زیرحوزه شکربیگ که ۴۲/۴ درصد از گستره آن بیشتر از ۱۸ درصد شیب دارد، به دلیل آن که کمترین تغییرکاربری اراضی در آن صورت گرفته و از نظر پوشش گیاهی، جزو حوزه‌های با تراکم بالاست (از مجموع ۳۹/۶۸ کیلومتر مربع گستره، ۳۳ کیلومترمربع آن را بیشه‌زارها و بقولات و مراتع بسیار خوب تشکیل می‌دهد)، درمیان ۱۳ زیرحوزه، رتبه دهم را از لحاظ قابلیت تولید رسوب دارا می باشد. در مقابل در زیرحوزه بیطاس که نسبت به شکربیگ شیب ملایمتری دارد ولی بیشترین تغییر کاربری اراضی در آن صورت گرفته است دارای قابلیت بالایی در تولید رسوب می‌باشد. Aqarazi (2001) نیز در کار تحقیقی خود به نتایج همانندی دست یافته است. او باور دارد که در هر شیبی، کاربری مرتع کمترین فرسایش، کاربری شخم رها شده بیشترین فرسایش و کاربری زراعت حدوسط فرسایش را به خود اختصاص داده‌اند. Zhangxin(1999) نیز با مقایسه دو شاخه جنیانگ و جینشا از رودخانه یانگ بالایی در طی

سال‌های ۹۶-۱۹۵۴ به‌این نتیجه رسید که به علت تفاوت معنی‌دار در تغییر نوع کاربری در دو زیرحوزه، الگوی رسوبدهی این دو رودخانه، تفاوت زیادی از خود نشان داده است. بر پایه بررسی‌های میدانی، ارائه ندادن آموزش‌های لازم به روستائیان و پایین بودن سطح آگاهی‌های عمومی، همچنین نیاز شدید به درآمدهای هرچند ناچیز بخش کشاورزی منطقه، عدم اطلاع‌رسانی بهینه و نبودن نظارت از سوی سازمان‌های مسؤل، از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تغییر کاربری اراضی از پوشش جنگلی و مرتعی به دیم‌زارها کم بازده در سطح حوزه می‌باشد (شکل ۱۷).

برخلاف نظر Renard، به نظر می رسد، که بین تولید رسوب و بارندگی رابطه مستقیمی دیده نمی‌شود، زیرا بررسی نظام بارندگی حوزه در یک دوره ۳۰ ساله، در مجموع افزایش میزان بارندگی را نشان نمی‌دهد.(1983) Walling نیز با بررسی رابطه تولید رسوب سالانه ۱۲۴۶ ایستگاه در سطح جهان و بارش سالانه آنها به نتیجه همانندی دست یافته بود. بنابراین می‌توان گفت که نقش فعالیت‌های انسان در تولید رسوب مؤثرتر است.

از سوی دیگر، از ۹ اندازه گیری آبدهی رسوب در رود بیطاس و ۸ اندازه‌گیری آبدهی رسوب برای حوزه رود کوتر رابطه‌ای خطی بین آبدهی و میزان رسوب برقرار شده است (شکل ۱۴). اگر در این شکل در آبدهی همسان، حجم رسوب تعیین شود (برای مثال در ۱، ۵ و ۱۰ متر مکعب در ثانیه) متوجه می شویم که میزان رسوب در زیرحوزه بیطاس تقریباً دوبرابر زیرحوزه کوتر است. اگر این نتیجه با نتیجه گستره‌های زیر پوشش درجه‌های مختلف حساسیت برای زیرحوزه‌های بیطاس و کوتر که از شکل ۱۳ و بدون احتساب دشت‌هایی که بیشترین گستره آنها در پایین دست قرار گرفته است، مقایسه شود در خواهیم یافت که زیرحوزه بیطاس با گستره زیادی که زیر پوشش درجه‌های زیاد و بسیار زیاد آسیب پذیری قرار دارد، به همان صورت که انتظار می رود، رسوب زیادی تولید می کند و این می‌تواند نشانگر درستی و دقت نقشه رسم شده باشد.

جدول ۷- رده‌بندی زیرحوزه‌ها بر پایه میزان شیب-برحسب درصد

زیرحوزه‌ها	۰-۹	۹-۱۸	۱۸ به بالا
کارگ	۳۳/۵	۶/۷	۵۹/۷
باگردان	۳۵/۵	۱۳/۶	۵۰/۶
بنگوین	۴۰	۱۱/۷	۴۸/۴
شکربیگ	۴۲	۱۵/۶	۴۲/۴
دهبکر	۳۷/۶	۲۳/۹	۳۸/۵
جانداران	۴۹/۷	۱۴/۸	۳۵/۳
قاضی آباد	۴۶/۱	۲۰/۴	۳۳/۵
بیطاس	۴۳/۵	۲۸/۶	۲۷/۸
قزلجه	۴۴/۴	۲۸/۶	۲۶/۸
سیاهقل	۴۱/۴	۳۲/۹	۲۵/۶
میرسه	۵۶	۲۰/۴	۲۳/۴
مرانه	۵۳/۴	۲۵/۸	۲۰/۷
حمزه آباد	۴۶/۱	۳۵/۶	۱۸/۲

جدول ۸-رده‌بندی زیرحوزه‌ها از برای حساسیت به فرسایش و تولید رسوب- به درصد

زیرحوزه	کم	میانگین	زیاد	خیلی زیاد
باگردان	۲۱/۶	۳۳/۱	۲۷	۱۸/۲
جانداران	۱۰	۱۰/۳	۶۲/۳	۱۷/۴
بیطاس	۴۴	۳/۴	۴۰/۷	۱۱/۸
بنگوین	۲۹/۷	۱۸	۴۲/۴	۹/۸
میرسه	۲۸/۱	۷/۷	۵۴/۵	۹/۷
قزلجه	۴۵	۸	۳۹/۴	۷/۵
سیاقول	۵۶/۹	۰/۸	۳۵/۴	۶/۸
قاضی آباد	۷۳/۱	۳/۵	۲۰/۱	۳/۲
حمزه آباد	۹۱/۲	۰/۴	۵/۱	۳/۱
شکربیگ	۲۸/۸	۲۶/۳	۴۳/۵	۱/۳
دبوکر	۰/۱۲	۹۹/۸	۰/۰۱	۰/۰۳
کارگ	۳۶/۵	۱۷/۱	۴۶/۴	۰/۰
مرانه	۷۱	۱۱/۹	۱۶/۳	۰/۰

منابع

- Alizadeh, A., 1992. Principles of Applied Hydrology. Fourth Edition. Publication ofAstane Ghodse Razavi, 260 p.
- Aqarazi, H., 2001. The study of relation between land use and slope with producing sediment. National conference of lands management, soil erosion and sustainable development, Aruk, Iran.
- Castro Filho, C., Norton, D., 2001. Monitoring the sediment loading of Itaipulake and modeling of sheet and rill erosion hazards in the watershed of parana river. Agriculture, Ecosystems and Environment 91, 215- 227
- Chehremonawari, B., 1992. Estimation of erosion and sediment in dam watersheds. Ministry of agriculture, section of watershed management.
- Darcy, K.M & Pierre, Y.J., 1996. Estimation of upland erosion using GIS. U.S. Government Printing Office, Colorado, 58pp.
- Erlich,R.R.,1988. The Loss of diversity: causes and consequences. In: Wilson E. O. and Peter F. M.(ends), Biodiversity. National Academic Press, Washington D.C., pp.21-27.
- Geological Survey of Iran., 1973. Geological map with 1/250000 scale.
- Habibi, M., 2002. Sedimentation in lake dams. Journal of Watershed, pp: 7-9.
- Mahmoodi, F. 1988. Transformation oftopographic of Iran in Quaternary. Journal
- fGeographic research. Publication of Tehran University.(22).
- Majedi, M., Jazaeri, B., 1997. Assessment of erosion potential in different regions in the end of the eastern of Ghezelaozan river basin. Journal of Geographic research,(41), 55 p.
- Mati, B.M., Morgan, R. CP.C., Gichuki, F.N., QUINTON, J.N., Bower, T.R. & Liniger, H.P., 2000. Assessment of erosion hazard with the USLE and GIS: A case study of the upper Ewaso Nagiro north basin of Kenya. JAG, 2,2, pp.78-86

- Meteorological Organization of Iran., Annual data Mahabad Meteorological station. From 1957 to 2002.
- Ministry of Energy, West Azarbaijan Regional Water corporation from 1955 to 2002, yearbook statistical(Temperature, Rainfall, Water Discharge, Sediment Discharge, Evaporation, relative humidity and etc.)
- Morgan, R.P.C., 1986. Soil erosion and conservation. Longman scientific and technical, John Wiley and Sons.
- Murthy, A.D., 1992.Modeling suspended sediment flow in area upland basins. Hydrological Sciences Journal, 47 (2),31-40.
- Musgrave, G.W., 1947. The quantitative evaluation of factors in water erosion-a first approximation. Journal of Soil and Water Conservation 0, 133-138.
- NRA, 1993- River landscape assessment: Methods and procedures. Conservation Technical Handbook, No.2, National River Authority, UK.
- National Geographical Organization, 1998. Topographic Maps with 1/50000 and 1/250000 scale of the Mahabad river basins. Third Edition.
- Nosrati, a., 2000. Flood capable mapping in Ghvehrood Basin using GIS and RS. Thesis of Master of Science of RS. Department of Geographic. University of Tarbiat modares. Pp: 50-55.
- Rajaei, A., 1993. Application of geomorphology of the land allocation and management of river basins dams in the positioning. Journal of Geographic research 28, 108-121.
- Rafahi, H. Gh., 1996. Water erosion and conservation. University of Tehran press, First Edition, PP: 176-177.
- Remote Sensing Society of Iran. Satellite Images 1987 and 1998 of the Mahabad river basin. Land Sate 4 and 5, TM Sensor.
- Renard. C., 1969. The effect of soil type, slope, rain intensity and their, interactions on splash detachment and transport. Journal of Soil and Water Conservation 25, 132-141
- Saahin, S. Kurum, E., 2002. Erosion risk analysis by GIS in environmental impact assessments. a case study –Seyhan Kopru dam construction , Journal of Environmental Management 66, 239-247.
- Talebpor, D., 2004. Snow Hydrology of the Mahabad river basin. Journal of Zhingah,(7 & 8), 10.
- Utilization office from dams and irrigation network, 1997. Sedimentology and measurement of sediment in Mahabad lake dam. The report of water resources central research (TAMAB), 26 P.
- Walling, D.E, Webb, B.W., 1983. Patterns of Sediment yield, In: K.S.Gregory (ed), Background to paleohydrology, John Wileyandsons, chic ester, England.
- Wischmeier, W.H. & Smith, D.D., 1978. predicting rainfall erosion losses – A guide to conservation planning. U.S. Department Agriculture Agricultural Research Service Handbook. 537, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 55 pp.
- Zhangxin, B. 1999. Status and causes of sediment changes du institute of mountain hazards and Environment.Hydrological Sciences Jurnal43 (2), 121-134.
- Zurayk, R., Sayegh, F.A.A., Hamadeh, S. & Chehab, A., 2001. A GIS methodology for soil degradation evaluation, In: Stott, D. E., Mohtar G.C. (eds), Sustaining the global farm. pp. 1082-1089, Selected paper from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting, 24-29, 1999- Purdue University and USDA National Soil Erosion Research Laboratory.

Study of the Relation between Landuse and Slope with Sediment Yield in the Southern Watersheds of Mahabad River

D. Talebpoor Asl[*1] and S. Khezry[2]
[1]Lecturer, Department of Physical Geography, University of Kurdistan, Sanandaj, I.R. Iran
Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, I.R. Iran
(Received: 05 September 2009, Accepted: 20 September 2010)

Abstract

The Mahabad River Watershed has been exposed to severe erosion as a result of landuse change. The aim of this study is to quantify the amount of sediment yield and the relationship between land use change and slope. Different sources such as geologic and topographic maps, satellite images, hydrometric as well as meteorological data were used to extract and gather the information needed for this research. Six factors including altitude, slope, precipitation, rock erodibility, time of concentration and land use were specified as the most effective factors. The overlapping of the six factors maps resulted in the preparation of sediment delivery potential map. The distribution maps prepared on each of these parameters and their overlaps have shown that areas with more severe slopes are categorized as highly susceptible to erosion. However, in areas with resistant rocks, change of land use has been the determining factor. Comparison of water and sediment discharge data of 1996-97 with 2001-02(similar annual water volume) showed that the sediment yield has increased. Studying land use map prepared using satellite imagery of 1987 and 1998 showed that land use of the area has severely changed from pasture to dryland farming. This factor has also caused the intensification of mass movement recently occurred in the area. Landuse is the only parameter modified by human, and it is the only one which can be quickly and effectively changed. Hence, it seems that the upstream areas in the south and southwest of the basin with low concentration time, steep slope, high erodibility, high amount of precipitation, and the landuse of forest and pasture mixture as well as alluvial terraces with fine and granular sediments are the most sensitive areas which need protecting and control measures.

Keywords: Mahabad River, Sediment delivery potential, Rock erodibility, Landuse, Slope

*Corresponding author: Tel: +98 918 3797306 , Fax: +98 871 6620550 , E-mail: d.talebpoor@gmail.com