جغرافیا و توسعه شماره ۳۰ بهار ۱۳۹۲
وصول مقاله : ۱۳۹۰/۶/۱۹
تأیید نهایی : ۱۳۹۱/۳/۲۴
صفحات : ۱۰۰- ۸۷

بررسی میزان فرسایش خاک و رسوب‌دهی در حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای به روش EPM

دکتر موسی عابدینی[۱] ، شنو شبرنگ[۲]، دکتر اباذر اسمعلی[۳]

چکیده

حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای با وسعتی معادل ۵۲۱/۹ کیلومترمربع، بخشی از دامنه‌ی شمالی سبلان- قوشه‌داغ و قسمتی از فرورفتگی ساختمان مشکین- اهر می‌باشد. حاکمیت اقلیم نیمه مرطوب سرد با متوسط بارش سالانه ۳۷۲/۹ میلی‌متر، شیب نسبتاً زیاد دامنه‌ها و سازند های حساس به فرسایش موجب شده تا حوضه‌ی مورد مطالعه به شدت فرسایش‌پذیر باشد. علاوه بر عوامل طبیعی ذکر شده آثار فعالیّت‌های انسانی به صورت تغییر کاربری اراضی در حوضه‌ی مورد مطالعه فرسایش را شدت بخشیده است. هدف از این تحقیق مشخص نمودن وضعیت رسوبدهی حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای در ارتباط با عوامل مؤثر در تولید رسوب می‌باشد. در این راستا از نرم‌افزار ARC GIS، تصاویر ماهواره‌ای IRS، داده‌های ایستگاههای هیدرومتری، هواشناسی، نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی در اجرای مدل EPM مورد استفاده قرار گرفت. بررسی نتایج حاصل نشان می‌دهد که سه عامل مهم توپوگرافی، لیتولوژی و تغییرات کاربری اراضی در کنترل فرسایش و رسوب نقش مهمی ایفا نموده‌اند. مقدار ضریب شدت فرسایش (Z) عدد ۲، میانگین مقدار کل رسوب ۱۰۱۲۳۷۶۴ متر مکعب در سال، دبی رسوب ویژه ۱۹۳۹۷/۹ و فرسایش ویژه ۲۱۵۵۳/۳ به دست آمد که نشان‌دهنده‌ی فرسایش خیلی شدید در حوضه‌ی آبخیز مورد مطالعه است.

کلیدواژه‌ها: فرسایش خاک، مدل EPM، حوضه‌ی مشکین‌چای، GIS .

۱- دانشیار جغرافیا طبیعی (ژئومورفولوژی) دانشگاه محقق اردبیلی (نویسنده مسؤول) Abedini@uma.ac.ir
۲- فوق لیسانس ژئومورفولوژی دانشگاه محقق اردبیلی shabrang@uma.ac.ir
۳- استادیار مرتع و آبخیزداری دانشگاه محقق اردبیلی Esmaeli@uma.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

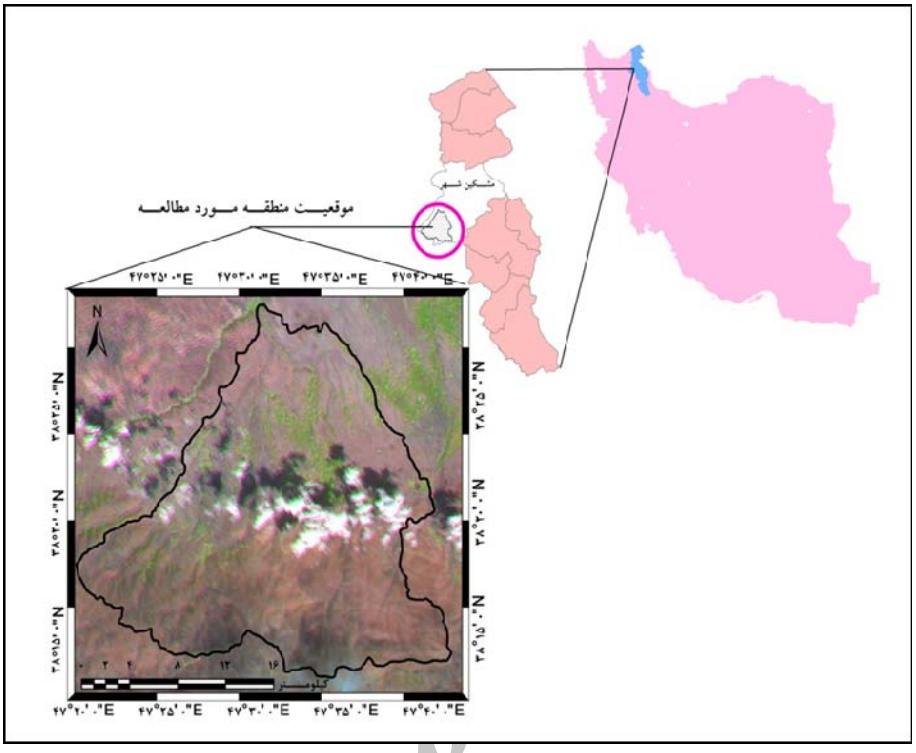
مقدمه

ژئومورفولوژی زمین با گذشت زمان درحال تغییر است و در این میان فرسایش یکی از مهم‌ترین پدیده‌های تأثیر گذار در تغییرات مورفولوژی سطح زمین می‌باشد. مدل‌های تجربی زیادی در طیّ دو دهه‌ی گذشته برای مطالعه‌ی فرسایش خاک به کار رفته‌اند. این مدل‌ها ابزاری در جهت برآورد رسوب در حوضه‌های آبخیز می‌باشند. اخیراً محققین زیادی در سراسر جهان با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تکنیک‌های سنجش ازدور با استفاده از این‌مدل‌ها اقدام به برآورد فرسایش و رسوب به صورت کمّی می‌کنند *(راستگو و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۰۰-۹۸؛ هاشمی و خدری، ۱۳۸۶: ۴۵)*. از مدل‌های فرسایش خاک می‌توان برای مطالعه وبررسی روش‌های فرسایش دررابطه با تغییرات زمین و چگونگی استفاده از آن و شناخت منابع رسوبی استفاده کرد *(Feng at all, 2010 :239)* همچنین با استفاده از این روش‌ها و مدل‌ها می‌توان نقشه‌ی فرسایش خاک را تهیه نمود. از مدل‌های فرسایش خاک تعمیم داده شده می‌توان برای مطالعه و بررسی فرایندهای فرسایش در رابطه با دگرگونی زمین و چگونگی استفاده از زمین در بسیاری از نقاط جهان و تهیه‌ی نقشه‌ی خطر فرسایش خاک برای شناسایی مناطق فرسایش بالا که در آن برنامه‌های حفاظت منابع آب و خاک مطرح است مورد استفاده قرار می‌گیرد *(Fox at all, 2006; Khan at all, 2001)* *(Jain at all, 2002)* در این میان EPM مدل ساده‌ای است که قادر می‌باشد برآورد اولیه‌ای از میزان رسوب آبراهه‌ها در طرح‌های مربوط به سدهای در حال احداث و یا سایر سازه‌ها که به این گونه داده‌ها نیازمندند ارائه نماید *(رنگزن و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۲۵)*. در این مدل عوامل مؤثر در فرسایش شامل وضعیت توپوگرافی، سنگ‌شناسی‌وخاک، نحوه‌ی استفاده از اراضی و عوامل اقلیمی حوضه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد *(احمدی، ۱۳۸۶: ۵۴)*.

حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای با وسعت ۵۲۱/۹کیلومتر مربع در طول شرقی۲۰ ˚۴۷ تا´۴۲ ˚۴۷ و عرض شمالی"۳۰ ´۱۴ ˚۳۸ تا ۳۰ ´۲۵ ˚۳۸ گسترده شده است (شکل۱). این حوضه در جنوب غرب شهر مشکین شهر با ارتفاع حداقل ۸۲۰ متر از سطح دریا و حداکثر ارتفاع ۳۶۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. منطقه‌ی موردمطالعه جزء واحد ساختمانی البرز غربی- آذربایجان می‌باشد *(علایی‌طالقانی، ۱۳۸۵: ۴۸)*. در این حوضه مجموعه واحدهای ستگی ولکانیکی، رسوبی دوره‌ی کواترنری- پلیوالیگوسن، ائوسن و سنگ‌های دگرگونی پالئوزوئیک‌رخنمون دارند.واحدهای لیتولوژی منطقه از تنوع زیادی برخوردار بوده و هر یک به نوعی متفاوت تحت تأثیر فرسایش قرار می‌گیرند. بررسی منابع منتشر نشان می‌دهد که تنها سابقه‌ی مطالعاتی مربوط به طرح تحقیقاتی صمدزاده و توانگر کلیمانی (۱۳۷۸) است که در این طرح از اطلاعات مربوط به آن زمان استفاده شده است. هدف از این تحقیق بررسی وضعیت فرسایشی حال حاضر حوضه‌ی آبخیز مشکین-چای با استفاده از مدل EPM و بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز مشکین‌چای

مأخذ: نگارندگان

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در این تحقیق شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰(مشکین‌شهر،آلان،رازلیق و نقدوز)، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ (مشکین شهر و اهر) برای کسب اطلاعات مربوط به حساسیت سازندها به فرسایش، نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ کاربری اراضی منطقه‌ی موردمطالعه *(سازمان آب‌منطقه‌ای اردبیل، ۱۳۹۰)*، اطلاعات مربوط به ایستگاههای هواشناسی، هیدرومتری و تبخیرسنجی، تصاویر ماهواره‌ای IRS هند است که به عنوان ابزار تحقیق در شناخت وضعیت فرسایشی منطقه‌ی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

روش کار بدین صورت انجام گرفت که در ابتدا نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و کاربری اراضی در محیط Arc map رقومی، زمین مرجع و مختصات‌دار (مرکاتور WGS-1984-UTM-zone-38N) گردیدند.

سپس با استفاده از یکسری جداول مربوط به مدل EPM به هر یک از لایه‌ها امتیاز داده شد. در ادامه لایه‌های به دست آمده بر اساس ضرایب داده شده در جهت همپوشانی به نقشه‌های رستری تبدیل شدند. در نهایت از فرمول‌ها و پارامترهای مدل EPM در محیط Arc map جهت تهیه‌ی نقشه‌ی پهنه‌بندی فرسایش و برآورد رسوب حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای استفاده شد.

بررسی وضعیت فرسایش و رسوب حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای

- وضعیت توپوگرافی

توپوگرافی تنها عاملی است که به صورت جداگانه مدّ نظر قرار می‌گیرد و عوامل مربوط به آن از قبیل شیب و جهت نقش مهمی در ایجاد فرسایش و نهایتاً تولید رسوب ایفا می‌کنند. شیب حوضه از تجزیه و تحلیل نقشه‌های توپوگرافی به دست می‌آید. عامل

Archive

www.SID.ir

شیب سبب افزایش نیروی ثقل و قدرت فرسایندگی می‌شود که به تبع آن مسائل مورفودینامیک حوضه، مورفوژنز و تحول و تنوع اشکال مختلف فرسایش را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد *(عابدینی، ۱۳۸۷: ۲۲)*. شیب متوسط حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای۱۶/۰۹درصد است. نقشه شیب در محیط Arc map با استفاده از نقشه‌ی مدل رقومی ارتفاعی (DEM) ترسیم گردید. سپس با دستور Reclassify نقشه‌ی شیب در ۵ رده طبقه‌بندی گردید. همانطور که در (شکل شماره ۲) مشاهده می‌کنید شیب‌های بیش از ۳۰ درصد در بخش جنوبی حوضه در مناطق مرتفع واقع شده‌اند این شیب‌ها به دلیل ضعف پوشش گیاهی، نبود خاک (پوشش سنگی) و حساسیت سازندها به فرسایش نقش مهمی در ایجاد فرسایش دارند.

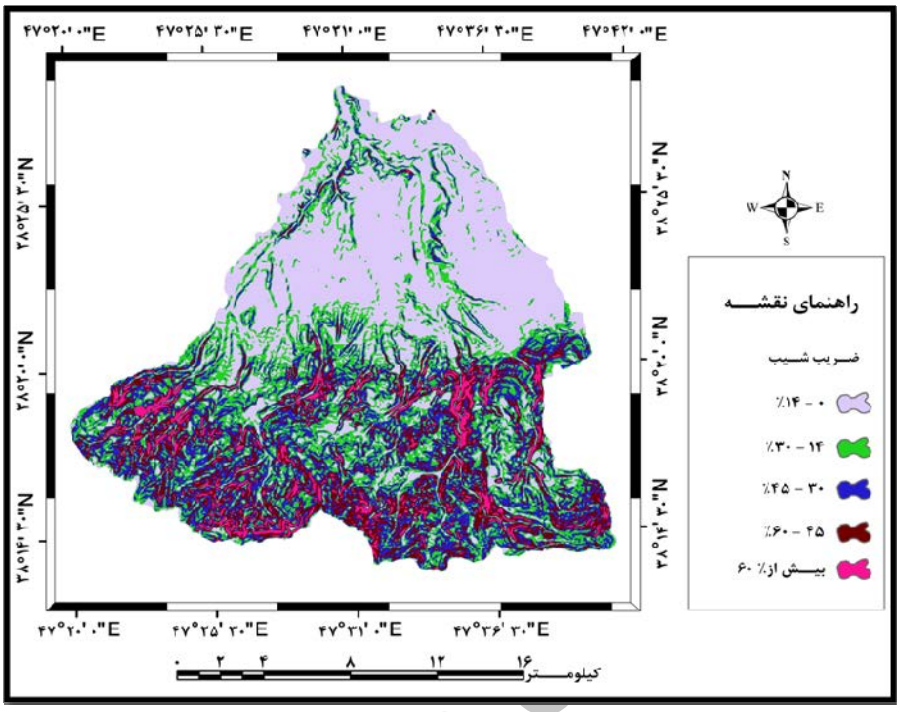
پس از بررسی و مطالعه‌ی توپوگرافی حوضه‌ی مذکور و بررسی نقشه‌ی شیب، به هریک از طبقات به صورت وزنی امتیاز داده شده است. به علاوه لایه‌ی شیب و لایه‌ی مدل رقومی ارتفاع به فرمت رستری تبدیل شدند تا برای تحلیل‌های بعدی بتوان آن را با سایر لایه‌ها تلفیق نمود *(رسولی، ۱۳۸۴: ۳۰۸)*.

- اقلیم حوضه

عامل آب و هوا یکی از عواملی است که بشر کمتر می‌تواند در آن دخالت داشته باشد. بارش و حرارت فاکتورهای مؤثر در پدیده فرسایش می‌باشند. هر یک از این عوامل در نقاط مختلف حوضه، متفاوت عمل می‌کنند. بارندگی شدید یکی از عوامل فرسایش می‌باشد به طوری که در اثر بارندگی‌های تند و رگباری فرسایش تشدید شده، حال آنکه بارندگی ملایم و منظم با مرطوب نمودن خاک از عمل فرسایش جلوگیری می‌کند. افزایش یا کاهش مقدار بارندگی و دما، به ازای افزایش یا کاهش میزان مشخصی از ارتفاع (مثلاً ۱۰۰ متر یا یک کیلومتر) را گرادیان بارندگی و دما می‌نامند *(مهدوی، ۱۳۸۵: ۲۳۴)*. با به دست آوردن گرادیان دما و بارش از طریق فرمول $P = aH + b$ و نقشه مدل رقومی ارتفاع، نقشه مدل رقومی بارش تهیه می‌گردد. به منظور بررسی وضعیت دما و بارش منطقه مورد مطالعه نزدیکترین ایستگاههای باران‌سنجی (دوست‌بیگلو،اهل ایمان، قره‌باغلر، مجنده، لای، موئیل)، ایستگاههای‌سینوپتیک(مشکین‌شهر،اهر)و تبخیرسنجی (لای و دوست بیگلو) به حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای انتخاب و متوسط سالانه دما و بارش هر یک از ایستگاهها در دوره‌ی آماری ۱۱ساله مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس اطلاعات استخراجی از جدول (۱) متوسط بارندگی سالیانه محدوده‌ی مطالعاتی ۳۷۲/۹ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۱۰/۸درجه سانتیگراد است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲: لایه‌ی شیب حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای

مأخذ: نگارندگان

جدول ۱: مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های منتخب طیّ دوره‌ی آماری (۲۰۰۵-۱۹۹۵)

نوع ایستگاه	نام ایستگاه	ارتفاع ازسطح دریا	عرض شمالی	طول شرقی
سینوپتیک	مشکین شهر	۱۵۶۸/۵	۳۸ -۲۳	۴۷ -۴۰
	اهر	۱۳۹۰/۵	۳۸ -۲۶	۴۷ -۰۴
باران‌سنجی	دوست بیگلو	۸۱۶	۳۸-۳۲-۵۵	۴۷-۳۲-۰۶
	اهل ایمان	۱۱۱۰	۳۸-۲۳-۵۳	۴۷-۲۸-۲۱
	قره‌باغلر	۱۱۱۰	۳۸-۲۷-۳۳	۴۷-۳۵-۲۹
	مجنده	۱۵۹۲	۳۸-۲۰-۲۷	۴۷-۳۷-۲۲
	لای	۲۰۳۸	۳۸-۰۶-۵۵	۴۷-۵۴-۲۵
	موئیل	۲۳۰۰	۳۸-۲۳-۱۷	۴۷-۳۳-۲۸
تبخیرسنجی	لای	۲۰۳۸	۳۸-۰۶-۵۵	۴۷-۵۴-۲۵
	دوست بیگلو	۸۱۶	۳۸-۳۲-۵۵	۴۷-۳۲-۰۶

مأخذ: سازمان هواشناسی و سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل (۱۳۹۰)

حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای دارای تغییرات مداوم درجه حرارت است که در اغلب موارد میزان دما به پایین تر از صفر درجه می‌رسد. در این منطقه به طور متوسط ۹۹ روز از سال یخبندان رخ می‌دهد که با افزایش ارتفاع بر تعداد روزهای‌یخبندان افزوده می‌شود. لذاروزهای طولانی یخبندان وقوع فرایندهای‌پریگلاسیر را در یک سوم سال کنترل می‌کنند. سرزمین‌هایی که پوشش برفی آنها حداقل بیش از یک ماه دوام دارد

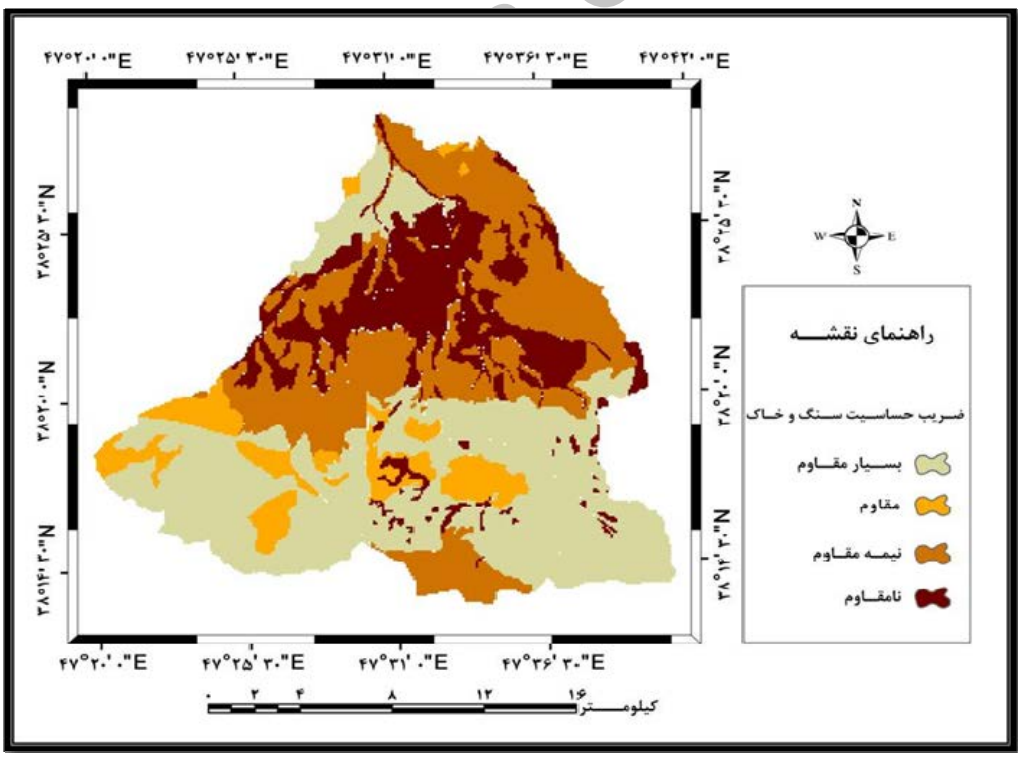
Archive of SID

www.SID.ir

می‌توانند تحت تأثیر فرایند متلاشی شدن سنگ‌ها بر اثر عمل یخبندان و ذوب یخ قرار گیرند. در شرایط نمناک و پرباران منطقه فرایند یخ و آب‌شدگی باعث می‌شود آب در درون خلل و فرج سنگ‌ها نفوذ کرده و پس از یخ زدن با انرژی فراوان بلوک‌های سنگ‌های توفیتی، تراکی آندزیتی و گرانودیوریت را شکافته و قطعه‌قطعه می‌کند.

- حساسیت سنگ و خاک به فرسایش

عامل حساسیت سنگ و خاک یعنی زمین‌شناسی سطحی و جنس لایه‌های زمین، درجه حساسیت هر یک از مواد تشکیل‌دهنده آن، ریزی و درشتی، وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها در کاهش یا افزایش فرسایش‌پذیری است. از آنجایی که هر کدام از انواع مختلف سنگ‌های تشکیل‌دهنده‌ی سطح زمین در تماس با شرایط اقلیمی مختلف عکس‌العمل‌های مختلفی از خود بروز می‌دهند. با استفاده ازنقشه‌های زمین‌شناسی و حساسیت سنگ‌ها و خاک نسبت به فرسایش و اطلاعات موجود در زمینه‌ی اقلیم منطقه، به هر یک از پلیگون‌های مربوطه بر اساس جدول کتاب ژئومورفولوژی کاربردی *(احمدی، ۱۳۸۶: ۵۴۵)* از ۰/۲۵تا ۲ وزن داده شد. طبقه ۰/۲۵کمترین حساسیت و طبقه ۲ بیشترین حساسیت را به فرسایش نشان می‌دهند. شکل (۳) لایه‌ی حساسیت سنگ و خاک را نشان می‌دهد که با بررسی اطلاعات مربوط به نقشه‌ی زمین‌شناسی حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای ترسیم شده است.



شکل ۳: لایه‌ی ضریب حساسیت سنگ و خاک حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای

مأخذ : نگارندگان

www.SID.ir

- وضعیت فعلی فرسایش

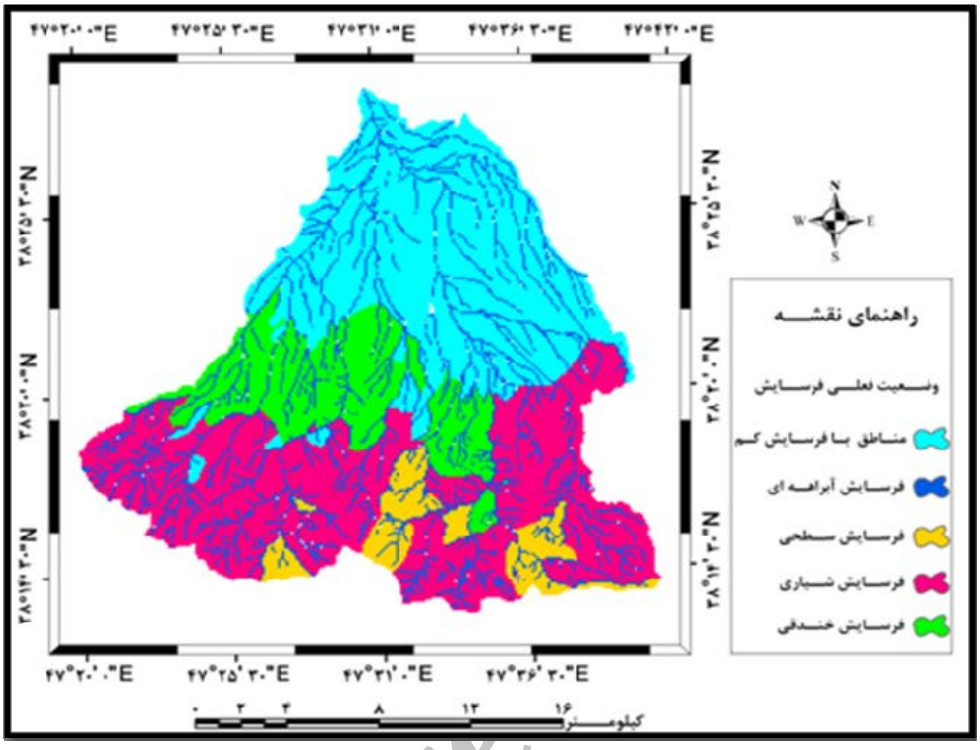
ارزیابی این عامل به‌بسیاری ازعوامل دیگر نیز بستگی دارد. به این نحو که میزان پراکنش انواع مختلف فرسایش در سطح حوضه‌ی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. با توجه به یکسری جداول موجود میزان تأثیر و نقش آن به‌صورت امتیازهای مربوطه مشخص می‌گردد. برای مثال اگر بیش از ۵۰ درصد از منطقه متأثر از انواع فرسایش شیاری و خندقی باشد بیشترین نقش در تولید رسوب و در صورتی که خاک منطقه از پوشش گیاهی مناسبی برخوردار باشد و هیچ نوع فرسایشی در آن مشاهده نشود کمترین نقش را در تولید رسوب بر عهده خواهد داشت. این عامل به واسطه‌ی دخالت انسان در حوضه و بهره‌برداری ناآگاهانه او رخ می‌دهد. در تهیه‌ی نقشه‌ی وضعیت فعلی فرسایش (شکل ۵) ابتدا به‌کمک تصاویرماهواره‌ای IRS هند (۲۰۰۸/۴/۲۵) با ترکیب چهار باند به صورت RGB تصاویر رنگی ترکیبی به دست آمد که با بررسی این تصاویر رنگی تا حدودی چهار شکل فرسایش کنار رودخانه‌ای، خندقی، شیاری، سطحی با در نظر گرفتن مناطق فاقد فرسایش شناسایی شد. برای تکمیل اطلاعات این بخش بازدیدهای میدانی به عمل آمد. در شکل (۴) نمونه‌ای از تیپ فرسایش رودخانه‌ای در کنار تراس‌های آبرفتی حاصلخیز حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای دیده می‌شود. همانطورکه می‌بینید مساحتی زیادی از تراس‌های آبرفتی به اراضی زراعت آبی و باغات اختصاصی یافته است که به مرور زمان بر اثر تداوم عملکرد زیرشویی این نوع فرسایش، زمین‌های اطراف از بین می‌روند و سطح زیر کشت را هم کاهش می‌دهند.

شکل ۴: نمونه‌ای از فرسایش رودخانه‌ای بر اثر پیچان رود در نزدیکی روستای آلوج

مأخذ : نگارندگان

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵: لایه‌ی وضعیت فعلی فرسایش حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای

مأخذ : نگارندگان

- نحوه‌ی استفاده از زمین

این عامل در حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای تحت دو عنوان فعالیت‌های کشاورزی و وضعیت چرای دام مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. محدوده‌ی مورد مطالعه عرصه‌ای است که در فصل بهار و تابستان پذیرای بیش از ۳۰ هزار رأس دام کوچ‌نشینان می‌باشد. فشار ناشی از تعداد بیش از حد دام، چرای مراتع پرشیب و ساعات زیاد تردد احشام عواملی هستند که پتانسیل و عمق تأثیر عوامل فرساینده و تغییر چهره‌ی دامنه‌ها را باعث شده است. فعالیت‌های کشاورزی عمدتاً در انتهای حوضه معطوف شده است. این فعالیت‌ها موجب تسطیح تپه ماهورها جهت تبدیل مراتع به زمین‌های زراعی، شخم زدن‌های غیر اصولی و حفر کانال‌ها و نهرهای انتقال آب به منظور آبیاری به شکل‌های مختلف می‌شود. با توجه به مطالب مذکور می‌توان گفت که فرایندهای فرساینده درمنطقه حاصل تعامل پدیده‌های توپوگرافی، شیب زیاد، زمین‌شناسی، اقلیم و انسان می‌باشند. مهم‌ترین عوامل فرساینده بیشتر در موازات و اعضا در پی یکدیگر مسؤول تحولات فرسایش و تولید رسوب در حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای هستند. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که ۲۰۸۹۰/۴۱ هکتار از سطح حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای را اراضی‌کشاورزی دربرگرفته است که ۸۹۸۳/۸۸ هکتار آن به زمین‌های زراعی دیم و ۱۱۹۰۶/۵۳ هکتار به زمین‌های زراعی آب و باغات اختصاص دارد که این آمار نسبت به گذشته افزایش را نشان می‌دهد. این افزایش ناشی از تخریب زمین‌های مرتعی و تبدیل آنها به زمین‌های کشاورزی می‌باشد (جدول۲).

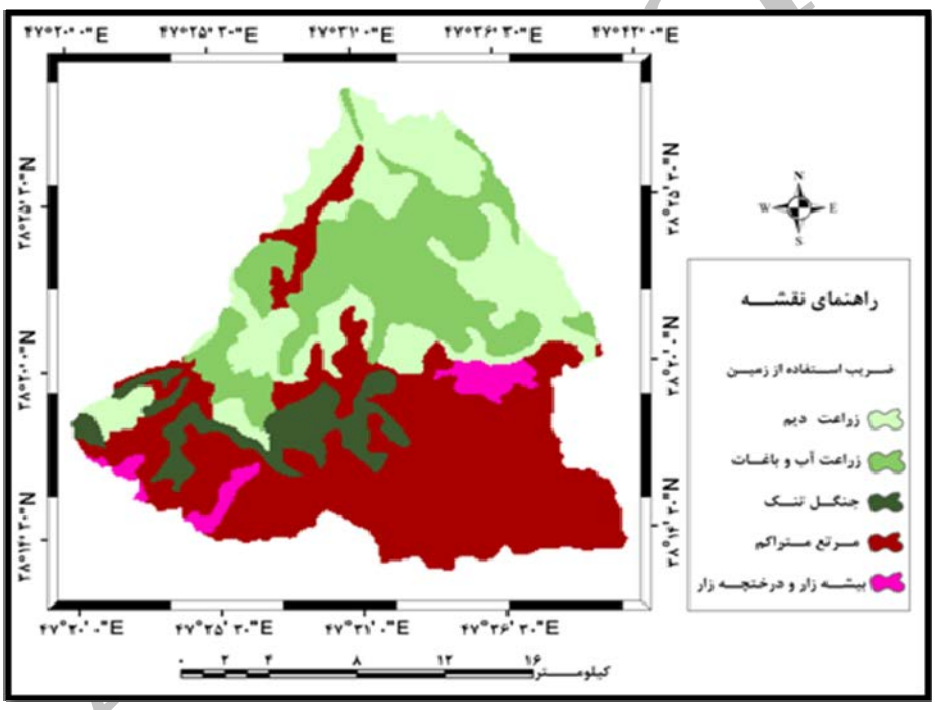
Archive

www.SID.ir

جدول ۲ : دسته‌بندی نوع کاربری بر اساس مساحت

نوع کاربری اراضی	مساحت به هکتار
بیشه‌زار و درختچه‌زار	۱۶۳۲/۹۲
جنگل تنک	۴۰۹۹/۴
زراعت آب و باغات	۱۱۹۰۶/۵۳
زراعت دیم	۸۹۸۳/۸۸
مراتع متراکم	۲۲۶۲۹/۶۱
مراتع نیمه‌متراکم	۳۲۹۵/۹۱

مأخذ : نگارندگان



شکل ۶ : لایه‌ی ضریب استفاده از زمین حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای

مأخذ : نگارندگان

در لایه‌ی ضریب استفاده از زمین (شکل ۶)، ضریب ۰/۱ برای مناطق فرسایش پذیر و ضریب ۱ برای مناطقی جنگلی که محافظ خاک می‌باشند به کار گرفته می‌شود. در این روش چهارعامل ضریب‌فرسایش حوضه‌ی آبخیز (φ)، ضریب استفاده از زمین (X_a)، ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y) و شیب متوسط حوضه (I) مورد بررسی قرار می‌گیرد *(رفاهی، ۱۳۸۵: ۳۰۸)*.

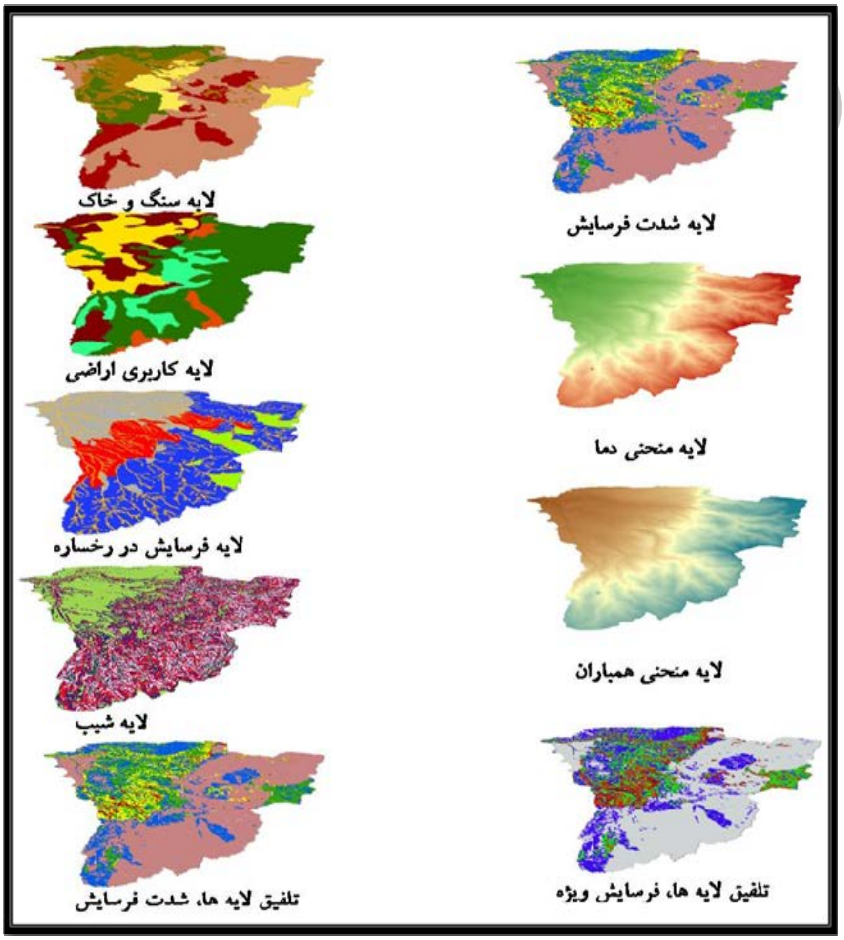
نتایج میانگین ضرایب چهار عامل مؤثر در فرسایش خاک در جدول زیر بدین صورت می‌باشد (جدول ۳). این چهار لایه با استفاده از توابع تحلیلی در نرم‌افزار ARC GIS همپوشانی شدند (شکل ۷).

www.SID.ir

جدول ۳ : میانگین ضرایب مربوط به مدل EPM

عامل	لایه شیب به درصد	ضریب فرسایش حوضه	ضریب کاربری اراضی	ضریب حساسیت سنگ و خاک
امتیاز	۱۶/۰۹	۰/۵	۰/۶	۰/۷

مأخذ : نگارندگان



شکل ۷ : همپوشانی لایه‌ها جهت تعیین نقشه‌ی شدت فرسایش محدوده‌ی مورد مطالعه

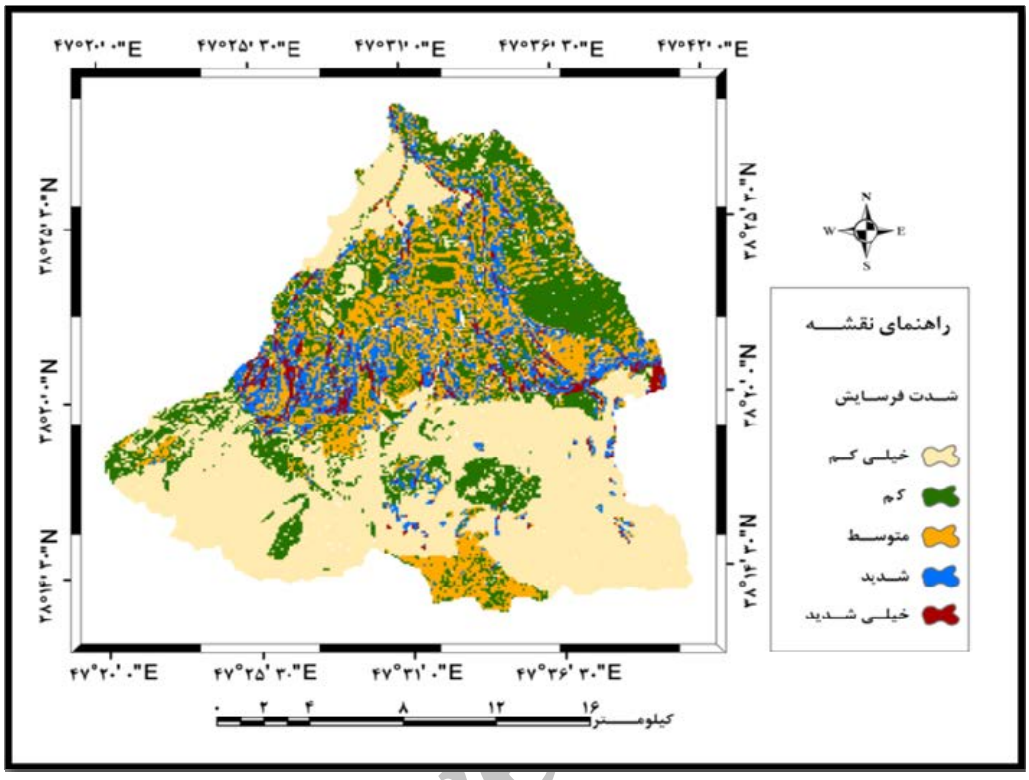
مأخذ : نگارندگان

بنابراین بر اساس فرمول زیر با همپوشانی لایه‌های تهیه شده در قسمت فوق نقشه فرسایش‌پذیری حوضه تهیه گردید (شکل ۸).

$$Z= Y \times X_a (\varphi + I^{0/5})$$

نتایج نقشه شدت فرسایش حوضه‌ی آبخیز مشکین-چای نشان می‌دهد که مناطق پایکوهی به دلیل وجود سازندهای رسوبی (دوره کواترنری) نامقاوم و حساس به فرسایش و تغییرات کاربری اراضی موجب شده است که مناطق پایین‌دست حوضه با بیشترین مقدار فرسایش مواجه شوند. به طور کلی مقدار Z بیش از یک به دست آمد لذا منطقه در رده‌ی خیلی شدید فرسایش قرار می‌گیرد.

www.SID.ir



شکل ۸: نقشه‌ی شدت فرسایش حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای

مأخذ : نگارندگان

در روش EPM برای تخمین متوسط سالانه فرسایش ویژه در حوضه‌ی آبخیز، از فرمول زیر استفاده می‌شود *(اسمعلی و عبدالهی، ۱۳۸۹: ۱۳۴)*.

$$W_{sp} = T \times H \times \pi \times Z^{1/5}$$

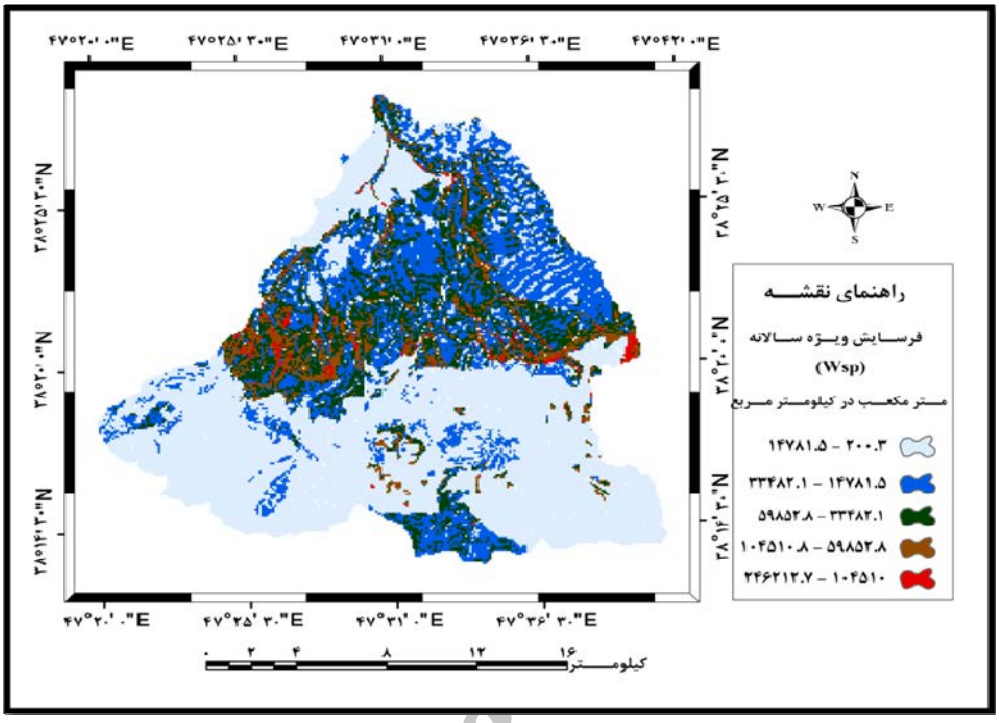
که در آن W_{sp}= فرسایش ویژه برحسب متر مکعب در سال در کیلومتر مربع؛ T= ضریب درجه حرارت که از این فرمول $T= (t/10 + 0/1)^{0/5}$ به دست می‌آید.

t= میانگین درجه حرارت سالانه به درجه سانتیگراد؛

H = متوسط بارندگی سالانه به میلی‌متر؛ π عدد پی= ۳/۱۴۱۵ است. در این فرمول لایه‌ی بارش و دما با استفاده از نقشه‌ی مدل رقومی ارتفاع منطقه (DEM) و معادلات به دست آمده در نمودار گرادیان متوسطه دما و بارش سالانه بر حسب ارتفاع در محیط Arc info به وسیله‌ی تابع تحلیلی Spatial Analyst تهیه گردید. سپس طبق فرمول فوق با همپوشانی لایه‌های دما، بارش و لایه‌ی شدت فرسایش با تابع تحلیلی ذکر شده در عدد پی ضرب شد. نقشه‌ی سالانه‌ی فرسایش ویژه بدین ترتیب تهیه و به ۵ کلاس طبقه‌بندی تقسیم گردید (شکل ۹). با این روش می‌توان فرسایش را به صورت کمّی و کیفی ارزیابی نمود.

Archive

www.SID.ir



شکل ۹ : نقشه فرسایش ویژه حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای

مأخذ : نگارندگان

در تبدیل میزان فرسایش به رسوب از فرمول اصلاح شده ضریب رسوبدهی Ru یا نسبت تحویل رسوب استفاده می‌شود. در فرمول زیر Ru= ضریب رسوبدهی حوضه‌ی آبخیز، P= محیط حوضه‌ی آبخیز به کیلومتر، $\overline{D}$ = ارتفاع متوسط حوضه‌ی آبخیز به متر D_o= ارتفاع نقطه‌ی خروجی حوضه آبخیز به متر، L= طول حوضه آبخیز به کیلومتر می‌باشد (جدول۴).

$$Ru= \frac{4\,(P\times D)^{0/5}}{L+10}$$

$$D= \overline{D} - D_o$$

جدول ۴:پارامترهای موردمحاسبه درتعیین ضریب رسوبدهی حوضه

P به کیلومتر	$\overline{D}$ به متر	Do به متر	L به کیلومتر
۱۱۵	۱۷۸۰	۸۲۰	۳۱/۹

مأخذ : نگارندگان

به همین ترتیب از طریق فرمول زیر می‌توان مقدار رسوب ویژه را به دست آورد:

$$G_{sp}= W_{sp} \times Ru$$

که در آن G_{sp}= مقدار رسوب ویژه برحسب متر مکعب درسال در کیلومترمربع، W_{sp}= فرسایش ویژه برحسب متر مکعب در سال در کیلومترمربع است. سپس از طریق مقدار رسوب ویژه، مقدار رسوب کل حوضه‌ی آبخیز با فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$G_S = G_{sp} \times A$$

در این فرمول A= مساحت حوضه‌ی آبخیز به کیلومتر مربع G_{sp}= رسوب ویژه برحسب مترمکعب در سال در کیلومتر مربع است.

Archive

www.SID.ir

جدول ۵ : میانگین مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در مدل EPM

فرسایش ویژه $m^3/km^2/yr$	ضریب رسوبدهی	رسوب ویژه $m^3/km^2/yr$	رسوب کل m^3/yr
۲۱۵۵۳/۳	۰/۹	۱۹۳۹۷/۹	۱۰۱۲۳۷۶۴

مأخذ : نگارندگان

نتیجه

حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای از نظر پدیده‌ی فرسایش و رسوب حوضه‌ی تکامل‌نیافته‌ای است. آب و هوای نیمه‌خشک متمایل به مرطوب سرد و ارتفاع زیاد منطقه باعث شده سنگ‌های رخنمون یافته‌ی سطح زمین توسط هوازدگی شیمیایی و فرایندهای یخبندان و ذوب یخ تخریب سازندهای سطحی سست را به وجود می‌آورند. لذا پدیده‌های مورفودینامیک نظیرلغزش و ریزش در دامنه‌ها تشدید می‌شوند که نقش بسزایی در افزایش میزان فرسایش خاک دارند. بر اساس مشاهدات میدانی انواع مختلفی از اشکال فرسایش (خندقی، شیاری، کنار رودخانه‌ای، مجاور یخچالی و انسانی) و حرکات توده‌ای نظیر زمین‌لغزش و واریزه هر چند به‌وسعت نسبتاً کم اما به تعداد زیاد موجب افزایش بار رسوب در آبراهه‌ها و نهایتاً تولید بیشتر رسوب شده است. هر چقدر از جنوب به سمت شمال حوضه پیش می‌رویم اشکال فرسایش، از فرسایش سطحی به فرسایش رودخانه‌ای منتهی می‌شود که در واقع نشان‌دهنده‌ی تشدید فرسایش از نقاط مرتفع جنوبی به سمت مرکز حوضه می‌باشد (شکل ۵).

وضعیت سنگ‌شناسی حوضه از نظر مقاومت در برابر فرسایش به گونه‌ای است که در مناطق جنوبی مقاومت بالا بوده و توپوگرافی مرتفع‌تری دیده می‌شود در حالیکه در بخش‌های شمالی علاوه بر عوامل طبیعی تأثیرگذار، انسان به‌عنوان عامل مهم در فرسایش منطقه نقش مهمی را ایفا نموده است.

با توجه به جدول (۵) شدت فرسایش (Z) برای کل حوضه ۲/۱ برآورد شد. بنابراین کلاس فرسایش‌پذیری خاک در رده اول خیلی شدید قرار می‌گیرد. همچنین میانگین میزان فرسایش ویژه، رسوب ویژه و مقدار کل رسوب حوضه به ترتیب ۲۱۵۵۳/۳، ۱۹۳۹۷/۹ و ۱۰۱۲۳۷۶۴ برآورد گردید.

منابع

۱- احمدی،حسن (۱۳۸۶). ژئومورفولوژی کاربردی، چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه تهران.

۲- اسمعلی، اباذر؛ خدایار عبدالهی (۱۳۸۹). آبخیزداری و حفاظت خاک، چاپ اول. انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی.

۳- صمدزاده، رسول؛ فاطمه توانگرکلیمانی (۱۳۷۸). بررسی انواع فرسایش و برآورد رسوب در حوضه‌ی آبخیز مشکین‌چای، طرح پژوهشی، دانشگاه آزاد واحد اردبیل.

۴- راستگو، سعید؛ بیژن قهرمانی؛ حسین ثنایی ؛ کامران داوری(۱۳۸۵). برآورد فرسایش و رسوب حوضه آبخیز تنگ کشت با مدل‌های تجربی MPSIAC و EPM به کمک GIS، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دهم. شماره ۱.

۵- رسولی، علی‌اکبر (۱۳۸۴). تحلیلی بر فن‌آوری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، چاپ اول. انتشارات دانشگاه تبریز.

۶- رفاهی، حسینقلی (۱۳۷۵). فرسایش آبی و کنترل آن، جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

۷- رنگزن، کاظم؛ علیرضا زراسوندی؛ ارسلان حیدری (۱۳۸۷).مقایسه دو مدل EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب حوضه پگاه سرخ گتوند خوزستان با استفاده از تکنیک‌های RS و GIS، پژوهش‌های جغرافیایی. ش ۶۴.

۸- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ مشکین شهر. آلان. نقدوز و رازلیق. چاپ ۱۳۸۴.

۹- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدن (۱۳۸۴). نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ مشکین‌شهر و اهر. چاپ.

۱۰- سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل، اطلاعات ایستگاههای قره‌باغلر، مجنده، اهل ایمان، لای، دوست بیگلو، موئیل و مشکین شهر.

۱۱- نوجوان، مهدی؛ علی‌اصغر محمدی؛ وحید غلامی (۱۳۹۱). تعین شدت فرسایش با استفاده از مدل‌های BLM, Fargas مود: حوضه‌ی آبیز بندره. مجله جغرافیا و توسعه. شماره ۲۹.

۱۲- عابدینی، موسی (۱۳۸۷). پژوهش در مورد مورفوتکتونیک و مورفودینامیک حوضه‌ی آبخیز باسمنج چای با تأکید بر فرسایش خاک و رسوبدهی، طرح تحقیقاتی. دانشگاه محقق اردبیل.

۱۳- علایی‌طالقانی، محمود (۱۳۸۵). ژئومورفولوژی ایران، چاپ دوم. تهران. انتشارات قومس.

۱۴- مهدوی، محمد (۱۳۸۵). هیدرولوژی کاربردی، جلد اول. چاپ ششم. انتشارات دانشگاه تهران.

۱۵- هاشمی، سیدعلی‌اصغر؛ محمود عرب‌خدری (۱۳۸۶). ارزیابی مدل EPM از طریق رسوب‌سنجی مخازن سدهای کوچک، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۴۲.

16- Feng, X. Wang, Y. Cheng, L. Fu, B. Bai, G (2010). Modeling soil erosion and response to land – use change in hilly catchments of the Chinese loess plateau, 118.

17- Fox, D. Berolo, W. Carrega, P. Darboux, F (2006). Mapping erosion risk and selecting sites for simple erosion control measures after a forest fire in Mediterranean France. Earth Surface Processes and Landforms, 3.

18- Khan, M.A. Gupta, V.P. Moharana, P. C (2001). Watershed prioritization using remote sensing and geographical information system: a case study from Guhiya, India. Journal of Arid Environments, 49.

19- Jain, S.K. Goel, M. K (2002). Assessing the vulnerability to soil erosion of the Ukai Dam catchments using remote sensing and GIS. Hydrological Sciences Journal, 47.

Archive of SID

www.SID.ir