

حوزه آبخیز اترک، وضعیت فعلی و اولویت‌های مدیریتی در فرسایش و رسوب

رضا بیات^۱، حمیدرضا پیروان^۲ و علی اکبر نوروزی^۳

چکیده

وجود اطلاعات مکانی در مورد ویژگی‌های طبیعی حوزه‌های آبخیز، از جمله ضروریات تحقیقاتی و اجرایی برای اعمال مدیریت است. در حال حاضر اطلاعات پراکنده‌ای در سطح کشور وجود دارد که نیاز به بازبینی و به روز رسانی جهت بالا بردن کاربرد مدیریتی دارند. در این پژوهش نقشه‌های کاربری، زمین‌شناسی، منابع اراضی و فرسایش و رسوب حوزه‌ها بررسی، ایرادات موجود شناسایی و بازنگری انجام شد. سپس خروجی‌های حساسیت واحدهای سنگی، شدت رسوب‌دهی و شدت فرسایش استخراج و تحلیل شد. نتایج نقشه حساسیت واحدهای سنگی حوزه اترک نشان داد که واحدهای سنگی دارای حساسیت متوسط با فراوانی ۵۱ درصدی، بیش‌ترین سطح را در این حوزه به خود اختصاص داده‌اند. حوزه آبخیز اترک از لحاظ رسوب‌دهی، دارای رسوب‌دهی ویژه بالایی است. میانگین فرسایش در منطقه ۸۷۸ مترمکعب بر کیلومتر مربع در سال بوده که حوزه را در وضعیت فرسایش زیاد طبقه‌بندی می‌نماید. در این حوزه کاربری غالب منطقه، مرتع متوسط با ۲۰/۱۱٪ و کوهستان با ۳۹/۴۷٪ بیش‌ترین مساحت تیپ اراضی نسبت به حوزه را دارا است.

واژه‌های کلیدی:

مدیریت، اترک، فرسایش خاک، رسوب‌دهی، کاربری، حساسیت سازند

^۱ استادیار، خاکشناسی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، تهران، ایران، bayat52@gmail.com

^۲ دانشیار، خاکشناسی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، تهران، ایران، hrpeyrowan@gmail.com

^۳ دانشیار، خاکشناسی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، تهران، ایران، Noroozi@itc.nl

مقدمه

امروزه با توجه به روند رشد و تکامل جوامع، دسترسی به اطلاعات در زمینه‌های مختلف، به یک نیاز تبدیل شده است. بدین سبب تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات گسترده و بی‌شمار و نتیجه‌گیری صحیح از آن‌ها در قالب سیستم‌های اطلاع‌رسانی کوچک و بزرگ، از سطوح شهری و روستایی گرفته تا سطوح منطقه‌ای و ملی، در چند دهه اخیر در سطح جهان، رشد بی‌سابقه‌ای داشته و توجه برنامه‌ریزان، مدیران و مجریان امور را به خود جلب نموده است.

تحقیقات متنوعی در رابطه با اولویت‌بندی حوزه‌های آبخیز انجام برای انجام اقدامات مدیریت شده است. بررسی خصوصیات مورفومتری حوزه‌های آبخیز یکی از روش‌های مؤثر برای اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها، از نظر بیان وضعیت آنها و شرایط فرسایش‌پذیری و تعیین شدت فرسایش در منطقه است. بر همین اساس، شکل حوزه، بیان‌کننده وضعیت سیل‌خیزی و زمان تمرکز و الگوی زهکشی، نشان‌دهنده وضعیت زمین‌شناسی و فرسایش منطقه‌ای مورد مطالعه است (Javed et al 2009 و مصطفی زاده و همکاران ۱۳۹۶).

صفری و همکاران (۱۳۹۳) با در نظر گرفتن مقدار فرسایش حاصل از مدل EPM^1 ، زیرحوضه‌های بابل‌رود در استان مازندران را اولویت‌بندی کردند. نتایج نشان داد که زیرحوضه بابلک با توپوگرافی و سازندهای حساس و خاک‌های با نفوذپذیری کم، دارای بیش‌ترین مقدار فرسایش و تولید رسوب و بیشترین تعداد بازه‌های حساس است.

حوزه آبخیز ارو در شمال شرق استان تهران بر مبنای وضعیت فرسایش تعیین شده با مدل‌های تجربی EPM و $MPSIAC^2$ توسط بیات و رستمی (۱۳۹۴) اولویت‌بندی شد. ارزیابی و پهنه‌بندی مخاطره‌ی فرسایش خاک در حوزه آبخیز الشتر که یکی از زیرحوضه‌های حوزه آبخیز کرخه است با مدل $PSIAC^3$ انجام شد. استفاده از اراضی در این حوضه با محدودیت فرسایش روبه‌رو بوده و نیازمند انجام اقدامات کنترل فرسایش است (حاصلی و جلالیان ۱۳۹۶).

حوزه آبخیز یک واحد مدیریتی تلفیقی است که برای اعمال مدیریت در سامانه‌های عرفی و یا مناطق مورد نظر، باید عوامل و عناصر مختلف فیزیکی و فنی را با هم تلفیق نماید. اگر به کشورمان و سرزمینی را که در بر می‌گیرد، با دیدی واقع‌بینانه و آینده‌نگر توجه شود، کل سرزمین ایران مجموعه‌ای از حوزه‌های آبخیز کوچک و بزرگ است که به لحاظ ساختارهای زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی (ژئومورفولوژی)، خاک، آب و پوشش گیاهی درهم تنیده شده‌اند و فعالیت‌های انسانی، اجتماعی و اقتصادی نیز در این حوزه‌ها قرار گرفته‌اند.

مواد و روش‌ها

حوضه اترک در شمال شرقی کشور واقع و از شمال و شرق به وسیله ارتفاعات کپه داغ به مرز ایران و شوروی سابق، از جنوب به ارتفاعات شاه جهان، قسمتی از ارتفاعات البرز و حوزه کویر مرکزی، از غرب به دریای خزر، از جنوب غرب به حوضه گرگانرود و از شرق و جنوب شرق به حوزه قره قوم محدود و به عنوان یکی از حوزه‌های رتبه ۲ حوزه آبخیز دریای مازندران محسوب می‌شود. حوزه اترک بین مختصات جغرافیایی ۵۷، ۵۳ تا ۳، ۵۹ طول شرقی و ۵۷، ۳۶ تا ۱۷، ۳۸ عرض شمالی واقع شده است. مساحت حوزه ۲۶۸۵۷۷۵ هکتار و یک حوزه کوهستانی و دشتی است. اترک رودخانه اصلی حوضه است که از ارتفاعات هزارمسجد در شرق حوزه سرچشمه گرفته و از میان ارتفاعات کپه داغ به سمت شمال غربی جریان یافته و در محلی بنام چات در امتداد مرز مشترک ایران و شوروی سابق بسوی دریای مازندران در غرب جریان می‌یابد. رودخانه‌های متعددی در این حوزه وجود دارند که مهمترین آنها تبرک آباد، قلجق، فیروزه، تنسوان، شیرین دره و خرتوت. شکل (۱) موقعیت حوضه مذکور را در کشور نشان می‌دهد.

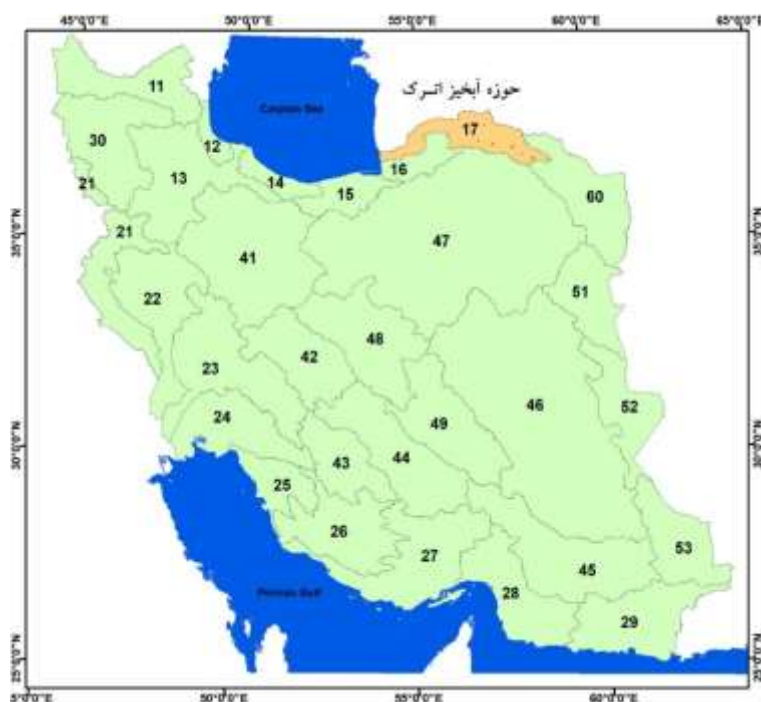
برای بررسی حساسیت واحدهای سنگ‌شناسی به فرسایش در حوضه اترک، ابتدا انواع طبقه‌بندی‌های پیشنهادی سنگ بکر و توده‌سنگ مورد بررسی قرار گرفت و از آنجایی که اکثر طبقه‌بندی‌های موجود و رایج نظیر پسیاک و BLM سنگ‌ها را در ۱۰ گروه طبقه‌بندی کرده‌اند (بیات ۱۳۷۸، Johnson and Gebhardt 1982 و پیروان و بیات، ۱۳۹۰) و با توجه به اهداف پژوهش، کلیه سازندها و واحدهای سنگی و نهشته‌های

¹ - Erosion Potential Method

² - Modified Pacific Southwest Inter-Agency Committee

³ - Pacific Southwest Inter-Agency Committee

سخت نشده در ده رده مختلف شامل رده فوق‌العاده مقاوم (I)، بسیار مقاوم (II)، متوسط تا مقاوم (IV)، متوسط (V)، متوسط تا ضعیف (VI)، ضعیف (VII)، بسیار ضعیف (VIII)، فوق‌العاده ضعیف (IX) و کاملاً ضعیف، سست و منفصل (X) طبقه‌بندی شدند.



شکل (۱): موقعیت حوزه آبخیز اترک در نقشه ایران

براساس نقشه کاربری اراضی (پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۸۳) و با مد نظر قرار دادن امتیازات اختصاص داده شده به کاربری‌های مختلف در مدل EPM و بازدیدهای صحرایی نقشه‌ای تحت عنوان ضریب استفاده از اراضی تهیه شد. نقشه حساسیت سازندها و نهشته‌های غیرمترکم تهیه شده توسط گروه زمین‌شناسی (پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۸۳) با توجه به مطابقت طبقه‌بندی ارائه شده در آن با جدول پیشنهادی EPM، جهت امتیازدهی استفاده شد. برای برآورد فرسایش و رسوب از مدل EPM استفاده و از لایه واحدهای اراضی، حساسیت زمین‌شناسی و کاربری اراضی واحدهای کاری به صورت رقومی تهیه شد. به منظور انجام بازدیدهای صحرایی و اعمال ضرایب مربوطه، از واحدهای همگن بازدید میدانی انجام و خصوصیات از جمله نوع کاربری و ضریب استفاده از زمین، شدت و اشکال فرسایش، موقعیت جغرافیایی ثبت شد. پس از اتمام عملیات صحرایی کلیه اطلاعات جمع‌آوری شده وارد مدل شدند و ضرایب مربوط به کاربری و فرسایش مشاهده‌ای از طریق تلفیق نتایج روش میانگین‌گیری و سایر اطلاعات جانبی مثل تصویر ماهواره‌ای و عکس‌های گرفته شده از منطقه، با اعمال نظر کارشناسی به واحدهای مشابه هر طبقه تعمیم داده شد.

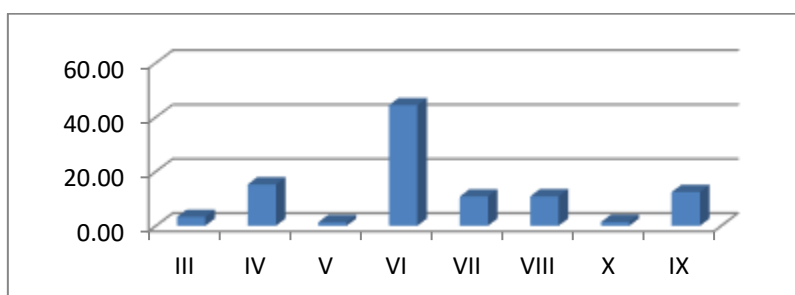
برای تهیه نقشه رقومی شیب، از نقشه شیب تهیه شده با کمک مدل رقومی ارتفاع راداری استفاده شد. با توجه به اطلاعات تصویر ماهواره‌ای، نقشه اشکال فرسایش حاصل از تفسیر تصاویر و نظرات کارشناسان بومی و سایر اطلاعات جانبی (کاربری، حساسیت به فرسایش و لغزش‌های احتمالی) و در نهایت به کمک جدول امتیازدهی EPM، شرایط فرسایشی هر پلی‌گون تفسیر و به هر یک از آن‌ها امتیاز مناسب داده شد.

به‌منظور استخراج نقشه اشکال فرسایشی قابل تشخیص در حوزه آبخیز اترک علاوه بر تصاویر ماهواره‌ای، از لایه‌های اطلاعاتی نظیر کاربری اراضی، واحدهای اراضی، شبکه آبراهه‌ها، لایه سه بعدی (Hill Shade) و مدل رقومی ارتفاع (DEM) استفاده شد. در ضمن برای تکمیل نقشه اشکال فرسایش به نقشه فرسایش بادی ارائه شده توسط دفتر فنی تثبیت شن و بیابان زدایی (۱۳۸۱) توجه شد. در نهایت، برای اصلاح و کنترل محدوده‌های استخراج شده نقشه اشکال فرسایش، از عملیات میدانی انجام شد.

نتایج

در حوزه‌ی آبخیز اترک واحدها و سازندهای زمین‌شناختی مختلفی رخنمون دارند. کهن‌ترین واحدها در این پهنه دارای سن پالئوزوئیک هستند و بیش‌ترین ضخامت نهشته‌ها در این پهنه متعلق به دوره‌ی ژوراسیک تا میوسن است. از ویژگی‌های مهم این حوزه، تشکیل یک حوزه‌ی رسوبی کم‌ژرفا در اوایل بخش میانی دوران مزوزوئیک است که تا اواخر دوران سنوزوئیک نیز ادامه‌داشته است. در این حوزه رسوبی مجموعه‌ای از رسوبات هم‌شیب با رخساره‌های متفاوت و ضخامت‌های مختلف نهشته‌شده است.

حساسیت سازندها به فرسایش، نقش مهمی در تولید رسوب حوزه‌های آبخیز دارد و در بسیاری موارد تولید بخش اعظم رسوب، از بخش کوچکی از حوزه که دارای سازندهای حساس‌تری به فرسایش است صورت می‌گیرد (فیض‌نیا و همکاران، ۱۳۷۴). از این رو مشخص کردن فراوانی و مساحت پوشیده شده از سازندهای حساس به فرسایش در یک حوزه حائز اهمیت است. شکل ۲ اطلاعاتی در خصوص فراوانی رده‌های مختلف حساسیت به فرسایش سازندهای حوزه ارائه می‌دهد.



شکل (۲): نمودار ستونی درصد فراوانی رده‌های مختلف حساسیت به فرسایش در حوزه اترک

توزیع فراوانی کاربری در این حوزه به ترتیب مربوط به مراتع متوسط با ۲۰/۱۱ درصد، مراتع فقیر با ۱۱/۵۶ درصد و کشاورزی دیم مختلط با اراضی آیش با ۱۰/۸۳ درصد است.

ضریب شدت فرسایش زیرحوضه‌ها با توجه به عوامل تأثیرگذار در آن متفاوت است. بیشترین ضریب شدت فرسایش در زیرحوضه‌های رتبه ۴، به علت بالا بودن مقادیر ضرایب استفاده از زمین و حساسیت سنگ و خاک به ترتیب مربوط به زیرحوضه‌های ۱۷۴۳، ۱۷۲ و ۱۷۴۱ است. زیرحوضه ۱۷۶۲ علیرغم بالا بودن حساسیت سنگ و خاک به علت پایین بودن نسبی ضریب استفاده از زمین (X_a) کمترین میزان شدت فرسایش را دارا است.

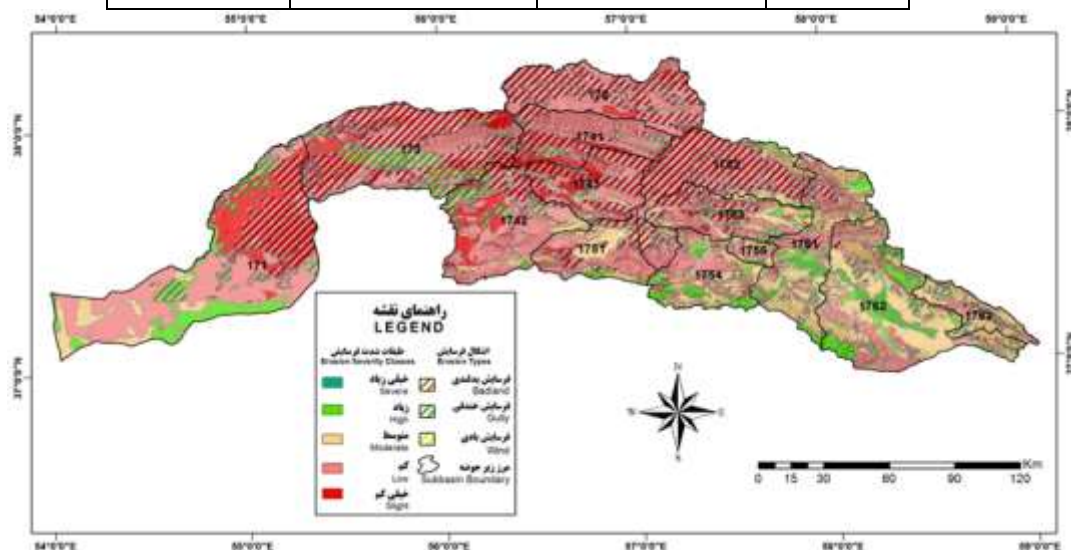
بیشترین میزان فرسایش ویژه در زیرحوضه‌های رتبه ۴، مربوط به زیرحوضه‌های ۱۷۳ و ۱۷۴۳ است که به ترتیب ۱۳۱۴/۸ و ۱۲۸۷/۳ متر مکعب در کیلومتر مربع در سال رسوب تولید می‌کنند. علت آن را می‌توان در بالا بودن مقادیر موثر در برآورد فرسایش ویژه مثل ضریب فرسایش مشاهده ای، ضریب شدت فرسایش و ضریب استفاده از زمین اشاره کرد.

با در نظر گرفتن رابطه نسبت تحویل رسوب لگاریتمی، مقدار رسوب‌دهی ویژه هر یک از زیرحوضه‌های رتبه چهار محاسبه و در نتیجه زیرحوضه‌های ۱۷۴۳ و ۱۷۳ همانند مقادیر ضریب شدت فرسایش و فرسایش ویژه، نسبت به سایر زیرحوضه‌ها، از رسوب دهی ویژه بیشتر برخوردار است. بر اساس جدول (۱) که فراوانی طبقات شدت فرسایش در حوزه اترک را ارائه می‌دهد، طبقه فرسایش شدت زیاد، بیشترین سطح را در حوزه دارد.

جدول (۱): میزان و درصد گسترش طبقات شدت فرسایش

طبقه شدت	توضیح (متر مکعب در کیلومتر مربع)	مساحت (کیلومتر مربع)	در صد فراوانی
۱	خیلی کم (<۹۵)	۳۵۴۳۶	۱/۳

۲	کم (۲۳۸-۹۵)	۱۹۱۲۳۸	۷/۱
۳	متوسط (۲۳۸-۴۷۶)	۵۵۲۳۰۰	۲۰/۶
۴	زیاد (۴۷۶-۱۴۲۹)	۱۴۲۲۸۷۰	۵۳/۲
۵	خیلی زیاد (>۱۴۲۹)	۴۷۲۸۴۸	۱۷/۷



شکل (۳) نقشه اشکال و شدت فرسایش حوزه آبخیز اترک

نتیجه‌گیری

سنگ‌های مقاوم به فرسایش تنها ۴٪ از سطح حوزه را به خود اختصاص می‌دهند که وجود این درصد بالا از زمین‌شناسی حساس به فرسایش در این حوزه، شرایط خاصی را فراهم می‌نماید که از عوارض آن علاوه بر هدررفت خاک با ارزش، پر شدن سدهای مخزنی، کاهش شدید توان برق‌آبی آن‌ها و... است. فراوانی طبقه بالای شدت فرسایش همراه با در نظر گرفتن وضعیت اقلیمی و دخالت بشر در تغییر کاربری، سبب شده تا پتانسل خدمات اکوسیستمی منابع آب و خاک با محدودیت مواجه شود، به‌طوری‌که بایسته است توسعه و بهره‌برداری خردمندانه و اقدامات حفاظت و نگهداری از آن‌ها در اولویت برنامه‌ریزان و مدیران قرار گیرد. همچنین لازم است تغییرات شاخص‌های محیطی و منابع آب و خاک، همواره پایش شوند تا از هرگونه واقعه خسارت‌زای ناگهانی پیشگیری شود. بدون شک دروازه ورود به مرزهای توسعه، نیازمند شناخت منابع و ابزار و مؤلفه‌های آن است که با مطالعات پایه و برنامه‌های تحقیقاتی، مسیر دستیابی به این اهداف هموار می‌شود.

منابع

۱. بیات، ر. ۱۳۷۸. بررسی کارایی مدل‌های MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز طالقان به کمک GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۱۲۸ صفحه.
۲. بیات، ر. و رستمی، م. ۱۳۹۴. اولویت‌بندی حوزه‌های آبخیز بر مبنای وضعیت فرسایش با استفاده از مدل‌های تجربی EPM و MPSIAC (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ارو). فصلنامه اکوسیستم‌های طبیعی. بهار ۲۰-۳۴.
۳. پژوهشکده تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری. ۱۳۸۳. بررسی سیمای حوزه‌های آبخیز در ایران. گزارش طرح تحقیقاتی.
۴. پیروان، ح.ر. و بیات، ر. ۱۳۹۰. برنامه راهبردی شناخت و پایش عوامل موثر بر فرسایش و رسوبزایی سازندهای حساس کشور، هفتمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۵. سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری (دفتر تثبیت شن و بیابانزدایی)، ۱۳۸۱. خلاصه طرح شناسایی کانونهای بحرانی فرسایش بادی و تعیین اولویت های اجرایی در ۱۴ استان کشور. وزارت جهاد کشاورزی.
۶. حاصلی، م. و جلالیان ح. ۱۳۹۳. ارزیابی و پهنه بندی مخاطره ی فرسایش خاک در حوضه ی آبریز الشتر. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. ۱ (۴): ۹۱-۱۰۴.
۷. صفری، ع.، سلیمانی ف. و م. حبیب نژاد روشن. ۱۳۹۶. اولویت بندی زیرحوضه ها از نظر فرسایش و شناسایی بازه های حساس آبراهه ها به فرسایش با استفاده از بازدیدهای میدانی و عملیات صحرایی (مطالعه موردی: حوزه آبریز بابلرود، استان مازندران). مجله فضای جغرافیایی، ۱۷(۵۷): ۳۱-۴۸.
۸. فیض نیا، سادات. ۱۳۷۴. مقاومت سنگها در مقابل فرسایش در اقلیم مختلف ایران. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۷، صفحه ۹۵ تا ۱۱۶.
۹. مصطفی زاده ر.، حاجی خ.، اسمعیلی عوری ا. و نظر نژاد ح. ۱۳۹۶. اولویت بندی زیرحوضه های بحرانی از لحاظ فرسایش و رسوب با استفاده از مدل پاسخ فرسایش حوزه (WERM) و آنالیز مورفومتری (مطالعه موردی: حوزه آبخیز روضه چای، استان آذربایجان غربی). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز. ۸ (۱۶): ۱۵۶-۱۴۲.
10. Javed, A., M.Y. Khanday and R. Ahmed. 2009. Prioritization of watersheds based on morphometric and landuse analysis using RS and GIS techniques. Journal of the Indian society of Remote Sensing, 37: 261-274.
11. Johnson, C.W. and K.A. Gebhardt. 1982. Predicting sediment yield from sagebrush rangelands. USDA-SEA-ARM Western series, No. 26, pp. 145 – 159.

Atrak watershed, current condition and management priorities of soil erosion and sediment yield

Reza Bayat¹, Hamidreza Peyrowan² and Ali Akbar Noroozi³

Absract:

Spatial information on the natural features of watersheds is one of the research and executive requirements for good management apply. There is scattered information in country, so now it needs to review and update data to enhance management implementation. In this project, land-use, geology, land resources and erosion maps reviewed, existing defects were identified and revised. The main outputs such as the sensitivity of the rock units, sediment yield, rate of erosion and land use analysed. Investigations of the suceptibility of the rock units showed that classes with moderate classes have the highest area in the basin. Average annual erosion in the Atrak basin is $878 \text{ m}^3 / \text{km}^2$ which is classified as high potential area. The dominant land-use and land type were related to moderate pastures and mountains with 20.11 % and 39.47 % of the total area of the catchment, respectively.

Key words:

Mangment, Atrak, Soil erosion, Sediment Yield, Land use, formation suceptibility

¹ Assistant Prof., Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran bayat52@gmail.com

² Associate Prof., Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran hrpeyrowan@gmail.com

³ Associate Prof., Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran Noroozi@itc.nl