

بررسی وضعیت فرسایش در استان لرستان به کمک GIS و RS

رضا بیات^۱، علی جعفری اردکانی^۲، عزیز اله شاه کرمی^۳

تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

چکیده

با توجه به اهمیت موضوع فرسایش و رسوب، لازمه برنامه ریزی و اتخاذ تصمیم برای مدیریت آنها، آگاهی از میزان فرسایش و تولید رسوب، شناسایی مناطق بحرانی و اولویت بندی آنها برای اجرای برنامه ها و اقدامات آبخیزداری است. برای بررسی وضعیت فرسایش در استان لرستان و جهت اجرای مدل EPM ابتدا با استفاده از فناوری های نوین RS و GIS، از لایه های واحدهای اراضی، حساسیت زمین شناسی و کاربری اراضی، واحدهای کاری به صورت رقومی تهیه و بازدیدهای صحرائی انجام و خصوصیات از جمله نوع کاربری و ضریب استفاده از زمین، شدت و اشکال فرسایش تعیین شد. ضریب حساسیت سنگ و خاک از طریق طبقه بندی ارائه شده توسط گروه زمین شناسی، شیب توسط مدل رقومی ارتفاع (DEM)، متوسط درجه حرارت از طریق نقشه خطوط هم دما و همچنین میانگین سالانه بارندگی از طریق نقشه خطوط همباران کشور استخراج گردید. بر اساس دستورالعمل مدل، نقشه ضریب فرسایش (Z) و سپس فرسایش ویژه (Wsp) تهیه و میزان فرسایش در سطح استان برآورد شد. لایه بدست آمده طبقه بندی و نقشه طبقات شدت فرسایش بدست آمد. این نقشه با لایه های پایه مقایسه و میزان ارتباط بررسی شد. نتایج نشان می دهد میانگین ضریب فرسایش ۰/۵۸، میانگین شدت فرسایش ۱۳/۹ تن در هکتار و ۵۴/۵ درصد از سطح استان در طبقه فرسایش زیاد قرار دارد. عمده مناطق دارای اولویت جهت برنامه ریزی و حفاظت خاک و منابع طبیعی در جنوب و جنوب غرب استان پراکنده است. مناطقی که فعلا شرایط مناسبی دارند در شرق استان واقع شده است.

واژه های کلیدی: اولویت بندی، رسوب، فرسایش، لرستان، مدل، EPM

*۱- مربی پژوهشی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، bayat52@gmail.com

۲- مربی پژوهشی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

۳- مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان

مقدمه

Beyer Portner (۱۹۹۸) مدل گاوریلوویچ را در پنج حوضه آلپ در سوئیس با مساحت های ۳۶ تا ۲۱۰ کیلومتر مربع به کار برد. در این حوضه ها، بین مقادیر برآورد شده رسوب با مدل EPM و مقادیر اندازه گیری شده همبستگی بالایی وجود داشت ($R^2=0.86$).

Bazzoffi (۱۹۸۵) مدل گاوریلوویچ را برای پیش بینی رسوب در چهار حوضه در ایتالیای مرکزی به کار برد. این حوضه ها مساحتی از ۰/۶ تا ۲۱۵ کیلومتر مربع داشتند. وی نتیجه گرفت که شکلی از مدل که به طور جزئی اصلاح شده است، در برآورد رسوب به ویژه برای حوضه های کوچک بهتر جواب می دهد، در حالی که مدل اصلی، میزان رسوب را بیشتر برآورد می کند. بنابراین در مدل سازگار شده با شرایط حوضه، ضریب مقاومت خاک نصف شد، در حالی که ضریب رسوب دهی درست تشخیص داده شد.

Globevnic و همکاران (۲۰۰۳) مدل گاوریلوویچ را در دو زیر حوضه مدیترانه‌ای در اسلوونی و کروآتیا به کار بردند. در حوضه رود دراگونجا اسلوونی (با مساحت ۸۶ کیلومترمربع)، مدل EPM پیش تر در ۱۹۷۱ در برآورد رسوب به کار گرفته شده بود. مقایسه نتایج برآورد رسوب سال ۱۹۹۱ با ۱۹۷۱ نشان داد که مقدار رسوب حدود ۴۰ درصد کاهش یافته است. این کاهش می تواند به دلیل نصب تجهیزات حفاظت خاک و همچنین افزایش سطح جنگلها از ۲۵ درصد به ۶۵ درصد و متعاقب آن کاهش سطح اراضی زراعی باشد. در یک حوضه شاهد در کروآتیا با مساحت ۲۶/۷ کیلومتر مربع مدل مذکور در

برآورد میزان فرسایش و رسوب در حوضه های آبخیز در مدیریت و برنامه ریزیهای حوضه های آبخیز بسیار حائز اهمیت است. نقش فرسایش در کاهش حاصلخیزی و هدر رفت خاک، پر شدن مخازن سدها، گرفتگی و انسداد مجاری آبیاری، آبراهه ها و رودخانه ها، گل آلود کردن آب رودخانه ها و کاهش کیفیت آب و آلودگی آبهای مناطق پایین دست از دیر باز شناسایی و مورد توجه متخصصین و کارشناسان علوم زمین بوده است. لازمه برنامه ریزی و اتخاذ تصمیم برای مهار فرسایش و رسوب، آگاهی از میزان فرسایش و تولید رسوب و شناسایی مناطق بحرانی و اولویت بندی آنها برای اجرای برنامه ها و اقدامات آبخیزداری برای کاهش فرسایش و مهار تولید و حمل رسوب است. رفاهی (۱۳۷۵)، پاک پرور (۱۳۷۵)، بیات (۱۳۷۸) و بسیاری از محققین دیگر به این نتیجه رسیده اند که کاربری و پوشش گیاهی مهمترین عامل مهار کننده فرسایش و قابل مدیریت ترین آنها نیز می باشند.

از میان روش های مختلف برآورد فرسایش در حوضه های بدون آمار، مدل EPM یک مدل تجربی است که پس از تقریباً ۴۰ سال تحقیق و اندازه گیری فرسایش و رسوب در کشور یوگسلاوی در سال ۱۹۸۸ توسط گاوریلوویچ ارائه گردیده است. این مدل اساساً برای کاربرد در حوضه های سیل خیز جنوب و جنوب شرقی یوگسلاوی توسعه یافته، اما در چندین کشور دیگر با شرایط آب و هوایی مختلف به کار گرفته شده است که نتایج تعدادی از آنها به شرح زیر بیان می شود.

اطلاعات مورد نیاز در مدل ها از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی بدست آمده است.

بیات (۱۳۷۸) طی مطالعه‌ای با عنوان "بررسی کارایی مدل های MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز طالقان به کمک GIS" به بررسی این دو مدل پرداخته است. وی حوزه آبخیز طالقان در بالادست ایستگاه گلینگ را به اجزاء واحد اراضی تقسیم کرده و در هر جزء نسبت به برآورد تولید رسوب از طریق مدل های MPSIAC و EPM اقدام نموده و اطلاعات مورد نیاز را از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی بدست آورده است. تولید رسوب این حوزه آبخیز با استفاده از مدل های MPSIAC و EPM با فرض ۱/۵ تن در متر مکعب برای وزن مخصوص ظاهری به ترتیب برابر با ۱۳۰۶/۵ و ۹۹۹ تن در کیلومتر مربع بدست آمد که این برآوردها به ترتیب ۹۸/۳۱ و ۷۴/۹۶ درصد با تولید رسوب برآوردی از روی آمار رسوب (۱۲۶۵ تن در کیلومتر مربع با فرض ۳۰ درصد بار کف) همخوانی نشان می دهند و از اینرو مدل MPSIAC مناسب تر از EPM تشخیص داده شد.

نعمتی (۱۳۷۳) روش EPM را در حوزه آبخیز شاهرود از زیر حوضه های سفیدرود مورد بررسی قرار داد و بیان نمود که نتایج برآوردی با میزان رسوب واقعی انطباق خوبی دارد.

پاک پرور (۱۳۷۴) طی مطالعه‌ای با عنوان "ارزیابی روشهای PSIAC و EPM در برآورد رسوب و تعیین پراکنش فرسایش در قسمتی از حوزه آبخیز سد لتیان" به ارزیابی این دو مدل اقدام کرده است. نتایج نشان داد که میزان رسوب برآورد شده از طریق مدل EPM

برآورد رسوب در مقایسه با مقادیر واقعی آن در یک دوره ۱۱ ساله موفقیت قابل قبولی داشت.

Emmanouloudis و همکاران (۲۰۰۳) مدل گاوریلویچ را برای تشخیص فرسایش کل بدون در نظر گرفتن نسبت تحویل رسوب در یک حوضه بزرگ در یونان (۷۰۰۰ کیلومتر مربع) به کار بردند. میزان تخریب سالیانه برآورد شده برای حوضه زیاد بود. وی نشان داد که مدل چون دارای داده های مکانی (ژئولوژی، خاک و کاربری) است، می تواند در محیط GIS به کار رود.

مدل EPM در حال حاضر به عنوان یک مدل مطرح در مباحث فرسایش و رسوب توسط وزارت خانه‌ها و سازمانهای وظیفه مند در تأمین آب، مهار فرسایش و رسوب و حفاظت خاک نظیر وزارت نیرو، وزارت جهاد کشاورزی و بخشهای خصوصی و بخشهای آموزشی و تحقیقاتی مانند پژوهش های پایان نامه‌های دانشجویی مورد استفاده قرار می گیرد که به برخی از آنها در زیر اشاره شده است.

باقرزاده کریمی (۱۳۷۲) طی مطالعه‌ای با عنوان "بررسی کارایی مدل های برآورد فرسایش و رسوب و تکنیکهای سنجش از دور و GIS در مطالعات فرسایش خاک" نسبت به بررسی کارایی چند مدل از جمله مدل EPM در حوزه آبخیز ازون دره واقع در استان زنجان با مساحت ۷۵۸ کیلومتر مربع اقدام کرده است. میزان تولید رسوب برآوردی از طریق مدل EPM و با فرض ۱/۳ تن در متر مکعب برای وزن مخصوص ظاهری برابر با ۵۹۷ تن در کیلومتر مربع بدست آورد. در این مطالعه،

ارخی و نظری (۱۳۸۷) در تحقیقی با استفاده از GIS و مدل MPSIAC نتیجه گرفتند که از نظر میزان رسوب برآورد شد، حوزه مورد مطالعه در کلاس فرسایشی ۳ و از نظر طبقه بندی کیفی فرسایش در کلاس درجه متوسط قرار داشته و طبق تعریف این کلاس می توان گفت جابجایی ذرات خاک به میزانی است که اجرای برنامه های حفاظت خاک و آب ضرورت و اولویت داشته و استفاد از اراضی محدودیت زیادی دارد. آنها نتیجه گرفتند که از این روش می توان جهت ارزیابی و برآورد میزان فرسایش و رسوبدهی استفاده کرده و براساس آن اولویت بندی مناسبی را برای طرحهای حفاظت خاک و کنترل فرسایش طراحی کرد و به اجرا درآورد. با توجه به نتیجه کلی بررسی منابع انجام شده در مورد کارایی مدل EPM با شرایط اقلیمی، محدودیت اعتبارات و زمان انجام پروژه ها و نیز سهولت تهیه لایه های مورد نیاز، این مدل برای بررسی وضعیت فرسایش و رسوب استان لرستان استفاده شد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه:

در این تحقیق استان لرستان با توجه به اهمیت منابع طبیعی و کشاورزی آن به عنوان منطقه تحقیق انتخاب شد. استان لرستان در غرب ایران واقع شده و از شمال به استان های مرکزی و همدان، از جنوب به استان خوزستان، از شرق به استان اصفهان و از غرب به استان های کرمانشاه و ایلام محدود می شود. این استان از نظر جغرافیایی بین ۴۶ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳ دقیقه

بیشتر از آمار مشاهده ای است. وی ضریب نگه داشت مدل را دلیلی بر برآورد بالای مدل نام می برد.

عبدی (۱۳۸۲) طی تحقیقی نشان داد که می توان با استفاده از سیستم (GIS) و یک روش ساده، با ترکیب سه عامل شیب، خاک و کاربری نسبت به اولویت بندی حساسیت یا شدت فرسایش در یک منطقه و از این طریق اولویت اجرای طرح های حفاظتی را برای کنترل فرسایش در مناطق مختلف مشخص کرد. با مراجعه به نقشه ها، می توان دید که اراضی پایاب حوزه آبخیز زنجانرود دارای شدت و پتانسیل بالایی هستند که به نظر می رسد عمده دلیل آن وجود تشکیلات مارنی نئوژن که حساسیت بالای فرسایش و نفوذپذیری بسیار کمی برای آب دارند، باشد.

علیرضایی و همکاران (۱۳۸۶) با هدف شناسایی مناطقی است که بیشترین فرسایش پذیری را داشته و همچنین تشخیص عامل اصلی فرسایش خاک در آبخیز تحقیقی انجام داده است. وی به عوامل مختلف موثر و روش های مورد استفاده از جمله مدل های فرسایش و رسوب اشاره کرده است. ایشان به نقل از بیرویدیان مدل اسکالوگرام را در ارزیابی و برنامه ریزی کنترل فرسایش خاک بکار برد و متغیرهایی که در فرسایش تاثیر دارند را شیب زمین؛ سنگ مادری؛ بافت و ساختمان خاک؛ پوشش محافظ زمین؛ کاربری اراضی و بالاخره فرسایش جاری در نظر گرفت. هدف اصلی این بررسی تهیه یک برنامه مناسب برای عملیات کنترل فرسایش در مناطقی که حالت بحرانی دارند، بوده است.

و کاربری اراضی، واحدهای کاری به صورت رقومی تهیه شد. به کمک بازدیدهای صحرائی خصوصیات از جمله نوع کاربری و ضریب استفاده از زمین، شدت و اشکال فرسایش برای هر واحد تعیین شد. ضریب حساسیت سنگ و خاک از طریق طبقه بندی ارائه شده توسط گروه زمین شناسی، شیب از مدل رقومی ارتفاع (DEM) حاصل داده های STRM با توان تفکیک ۸۵*۸۵ متر، متوسط درجه حرارت از طریق نقشه خطوط هم دما و همچنین میانگین سالانه بارندگی از طریق نقشه خطوط همباران استخراج گردید. در ادامه و بر اساس روش مدل مذکور نقشه ضریب فرسایش (Z) و سپس فرسایش ویژه (Wsp) برآورد گردید. بر اساس نتایج حاصله میزان فرسایش در سطح استان برآورد و لایه بدست آمده طبقه بندی و نقشه طبقات شدت فرسایش بدست آمد. این نقشه با لایه های پایه مقایسه و میزان ارتباط بررسی شد.

نتایج

خلاصه نتایج عوامل مدل در جدول ۱ به نمایش گذاشته شده است. بر اساس نتایج میانگین ضریب فرسایش ۰/۵۸، میانگین شدت فرسایش ۱۳/۹ تن در هکتار و طبقات فرسایش از خیلی کم، کم، متوسط، زیاد تا خیلی زیاد به ترتیب ۰/۳، ۴/۱، ۱۸/۳، ۵۴/۵ و ۲۲/۷ درصد از سطح استان را پوشش می دهد. کمترین سطح استان را مناطق با حداقل شدت فرسایش در بر می گیرند که عمدتاً شامل مناطق مسکونی، کشاورزی و جنگل های بسیار متراکم هستند و مساحتی کمتر از ده

طول شرقی و ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. پست ترین نقطه استان لرستان با ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح دریای آزاد در جنوبی ترین ناحیه آن واقع شده است و قله سن بران اشتران کوه با ۴۰۵۰ متر ارتفاع، بلندترین نقطه استان لرستان به حساب می آید که در شرق استان واقع شده است. استان لرستان دارای آب و هوای متنوعی است. در زمستان هنگامی که در شمال استان برف و کولاک و سرمای شدید جریان دارد، قسمت های جنوبی آن از هوای مطبوع و بارانی برخوردار است.

استان لرستان به عنوان گلوگاه شمال - جنوب کشور از موقعیت مکانی و جغرافیایی ممتازی برخوردار است. این استان، دومین استان پر بارش کشور است و یازده درصد منابع آبی کشور را داراست. علیرغم این بارش، دارای اقلیم نیمه خشک بوده و شروع دوره خشکی اوایل خرداد و پایان دوره خشکی اوایل آبان است. شهر خرم آباد به عنوان مرکز این استان در ۴۸۰ کیلومتری جنوب غرب تهران، در محور ترانزیتی قرار گرفته است. این شهر در دره ای بین رشته کوه های بلند زاگرس کشیده شده است. از جمله رودخانه های مهم کاکارضا و کشکان می باشند که بخش عمده منابع آبی استان از این دو رودخانه تامین می شوند.

روش تحقیق:

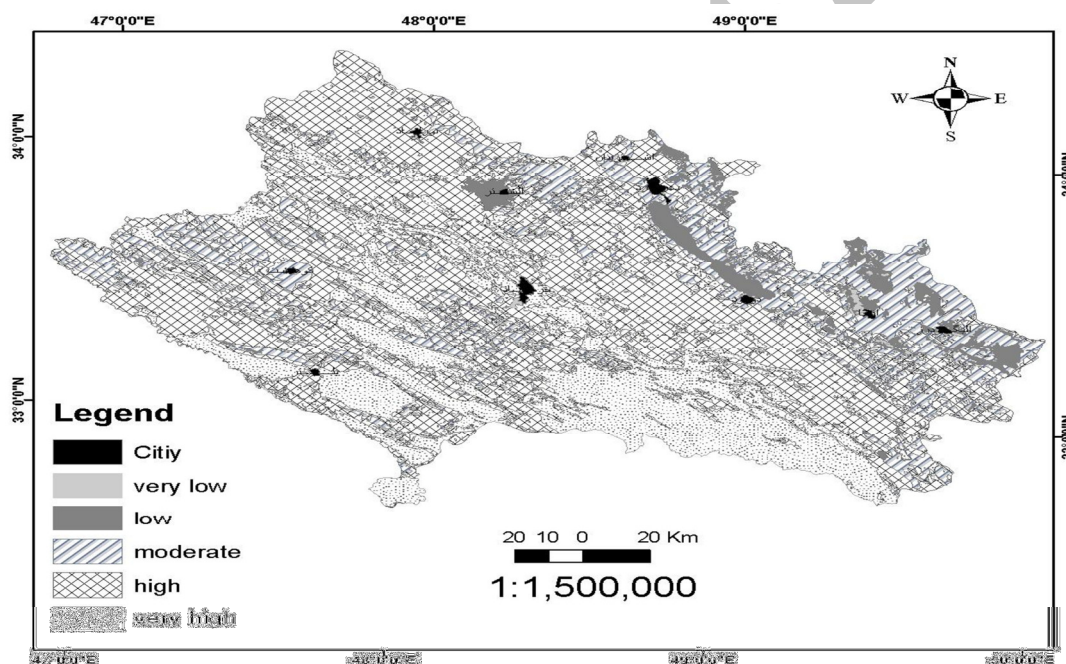
به منظور بررسی فرسایش در استان از مدل EPM استفاده شد. جهت اجرای این مدل ابتدا با استفاده فناوری های نوین RS و GIS، لایه های واحدهای اراضی، حساسیت زمین شناسی

استان واقع شده است. وضعیت پراکنش طبقات مختلف فرسایش در سطح استان در شکل ۱ به عنوان مناطق با اولویت زیاد نمایش داده شده است.

هزار هکتار دارند. عمده مناطق دارای اولویت جهت برنامه ریزی و حفاظت خاک و منابع طبیعی (مناطق با طبقه فرسایش زیاد و خیلی زیاد) در جنوب و جنوب غرب استان پراکنده و مناطقی که فعلا شرایط مناسبی دارند در شرق

جدول ۱: وضعیت عوامل مختلف مدل در سطح استان

عامل	کاربری ۱-۰	حساسیت سنگ و خاک ۲-۰	شرایط فرسایش ۱-۰	شیب %	دما °C	بارش mm	ارتفاع m
میانگین امتیاز	۰/۵۱	۱/۱	۰/۵۶	۲۵	۱۲	۵۹۳	۱۷۱۵



شکل ۱- نقشه وضعیت پراکنش طبقات مختلف فرسایش در سطح استان لرستان

ساختار و عوامل آن بیانگر این نکته است که مدل در شرایط ایران جواب نسبتاً مقبولی داشته و تهیه داده‌های مورد نیاز آن با توجه به خروجی کمی و کیفی، آسانتر از روشها دیگر است. همچنین حساسیت مدل به عامل زمین-شناسی (فاکتور کمتر قابل کنترل) و کاربری

بحث و نتیجه‌گیری

جمع‌بندی پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که روشهای مختلفی برای بررسی وضعیت فرسایش حوزه وجود دارد که از مناسبترین آنها مدل‌های فرسایش و رسوب هستند. بررسیهای انجام شده بر روی مدل EPM،

فرسایش زیاد بیش از نیمی از استان را شامل و به همین دلیل استان در وضعیت نامناسبی از این حیث قرار دارد.

این نکته نیز مهم است که مدل مذکور در مقابل تغییرات پوشش گیاهی نیز از حساسیت بالایی برخوردار می باشد به طوری که با افزایش ضریب پوشش گیاهی (تخریب پوشش گیاهی)، ضریب شدت فرسایش افزایش به طور خطی می یابد. از آنجایی که تغییرات کاربری خصوصاً تخریب و تبدیل جنگلها بدون توجه به توان و حساسیت اراضی و توسعه پایدار انجام می شود. لذا مهمترین عامل افزایش فرسایش و تخریب اراضی بوده و ضرورت دارد این مسئله به طور جدی تر مورد توجه مسئولان استان قرار گیرد.

(فاکتور بیشتر قابل کنترل) در برآورد فرسایش بالا می باشد. نگاهی به وضعیت سازندهای زمین شناسی استان لرستان بیانگر آن است که در مناطق جنوبی سازندهای حساس به فرسایش از قبیل گچساران، آغاچاری و پابده- گورپی گسترش زیادی داشته و این درحالی است که پوشش گیاهی مستقر در این مناطق به دلیل کیفیت خاک تولید شده از این سازندها بسیار تنک بوده و عملاً خاک در مقابل بارش بدون حفاظ می باشد. با توجه به اینکه از نظر فرسایندها، بارانهای استان در طبقات شدید و خیلی شدید قرار دارند. از طرفی بیش از ۵۰ درصد سازندها و متعاقباً خاکهای استان نیز حساس به فرسایش می باشند. نتایج نیز نشان می دهد که طبقه

منابع

- ۱- ارخی صالح و نظری رحیم. ۱۳۸۷. پهنه بندی شدت فرسایش و تولید رسوب با استفاده از مدل پسیاک اصلاح شده در محیط GIS. مطالعه موردی حوزه آبخیز ایلام در استان ایلام. (مجله پژوهش آب ایران. ۲ (۳): ۷۷-۸۷.
- ۲- باقرزاده کریمی، مسعود، ۱۳۷۲. بررسی کارایی مدل های برآورد فرسایش و رسوب و تکنیک های سنجش از دور و GIS در مطالعات فرسایش خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۶۷ صفحه.
- ۳- بیات، رضا، ۱۳۷۸. بررسی کارایی مدل های EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز طالقان به کمک GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۱۲۸ صفحه.
- ۴- پاک پرور، مجتبی. ۱۳۷۵. ارزیابی روش های PSIAC و EPM در برآورد رسوب و تعیین پراکنش فرسایش در قسمتی از حوضه سد لتیان، پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۱۴۳ صفحه.
- ۵- رفاهی، حسینقلی. ۱۳۷۵. فرسایش آبی و کنترل آن. دانشگاه تهران، ۵۵۰ صفحه.
- ۶- نجفی نژاد، علی، ۱۳۷۳. بررسی کارایی مدل تجربی EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز سد لتیان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۴۵ صفحه.

۷-عبدی، پرویز ۱۳۸۲. پهنه بندی اولویت و پتانسیل شدت فرسایش در اراضی حوزه آبخیز زنجانرود با استفاده از GIS. مجموعه مقالات همایش ژئوماتیک . سازمان نقشه برداری کشور. ۱۷۸ صفحه.

۸-علیرضایی، حسین، هادی نظری پویا، حبیب ا... مظاهری و منوچهر امیری ۱۳۸۶. شناسایی نقاط فرسایش پذیر جهت اولویت بندی عملیات آبخیزداری در حوزه های آبخیز. چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

۹-نعمتی، ناصر. ۱۳۷۱. برآورد رسوب حوزه آبخیز رودخانه شاهرود حوضه سد سفیدرود، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۳۲ صفحه.

10-Bazzoffi, P. 1985. Methods for net erosion measurement in watersheds as a tool for the validation of models in central Italy, Workshop on soil erosion and hillslope hydrology with emphasis on higher magnitude events, Leuven.

11-Beyer Portner, N. 1998. Erosion des basins versant alpins scusses par ruissellement de surface. PhD Thesis, Laboratoire de Constructions Hydrauliques-LCH, No. 1815, lausanne, Switzerland.

12-Emmanouloudis, D. A., O. P., Christou and E., Filippidis. 2003. Quantitative estimation of degradation in the Aliakmon river basin using GIS. In; De Boer, D. Froehlich, W. Mizuyama, T. Pietroniro, A. (Eds.), Erosion prediction in Ungauged Basin: Integrating methods and Techniques. IAHS Publication, 279: 234-240.

13-Globevink, L., D., Holjevic, G., Petkovesk and J., Rubinic. 2003. Applicability of the Gavrilovic method in erosion calculation using spatial data manipulation techniques. In: De Boer, D., Froehlich, W., Mizuyama, T., Pietroniro, A.(Eds.), Erosion prediction in Ungauged Basin: Integrating methods and Techniques. IAHS Publication, 279: 224-233.

Archive