



مقایسه مدل های EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب

در حوزه آبخیز پوراحمدی (استان هرمزگان)

مصطفی مرادی^۱، دیبا غنچه پور^۲، احمد نوحه گر^۳، وفا محمودی نژاد^۴

چکیده

پژوهش حاضر به منظور مقایسه دو مدل EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز پوراحمدی واقع در استان هرمزگان انجام شد. بخشی از اطلاعات مورد نیاز این پژوهش در زمینه ویژگیهای طبیعی حوزه آبخیز مذکور، از طریق مطالعات جامع آبخیزداری این حوزه آبخیز تأمین گردید. بخشی دیگر نیز از طریق پردازش تصاویر رقومی و تهیه نقشه های مورد نیاز با استفاده از توانایی های مشترک RS و GIS بدست آمد. با محاسبه فاکتورهای مورد نیاز در دو مدل EPM و MPSIAC میزان فرسایش با استفاده از این دو مدل برآورد گردید. در مدل MPSIAC، میزان فرسایش ویژه $1903/72 (M^3/KM^2/y)$ و رسوب ویژه $616/03 (M^3/KM^2/y)$ برآورد گردید. این در حالی است که میزان فرسایش ویژه و رسوب ویژه کل حوزه آبخیز در مدل EPM، به ترتیب $1093/5 (M^3/KM^2/y)$ و $1015/8$ برآورد شد. نتایج نشان داد که در بعضی از زیرحوزه ها مدل EPM و MPSIAC با هم انطباق خوبی دارند ولی نتایج مدل EPM در مناطق با فرسایش بالا نسبت به مدل MPSIAC از اطمینان کمتری برخوردار می باشد.

کلمات کلیدی:

سنجش ازدور، مدل EPM، مدل MPSIAC، حوزه آبخیز پوراحمدی، سیستم اطلاعات جغرافیایی

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه هرمزگان . Moradi2763@yahoo.com

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه هرمزگان .diba.ghonchepour@yahoo.com

۳. دانشیار دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه هرمزگان . Ahmad_nohegar@yahoo.com

۴. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان چهار

محال و بختیاری vafa2_m@yahoo.com

A Comparison of the MPSIAC and EPM Models for Estimating Erosion and Sediment

In the Poorahmadi Catchment

Moradi M¹, Ghonchepour D², Nohegar A³, Mahmoodi Nejad V⁴

Abstract

This study used the MPSIAC and EPM models as a comparison to estimate erosion and sediment in the Poorahmadi Watershed Basin. Required data regarding the natural characteristics of studying the watershed basin was provided from comprehensive studies of this in addition to digital image processing and preparation of the required maps using the joint capabilities of RS and GIS. By using the required factors, the amount of erosion was calculated in both the MPSIAC and EPM models. In the MPSIAC model, erosion was calculated to be 1903.72 m³/km²/y, whereas sediment was calculated as 616.03 m³/km²/y. However, the rate of erosion in the EPM model was estimated to be 1093.5 m³/km²/y and for sediment, it was 1015.8 m³/km²/y. The results showed that in some sub-basins there was good correlation between the MPSIAC and EPM models, however in areas with high erosion the EPM model has less certainty than the MPSIAC model.

Keywords:

Remote sensing, EPM Model, MPSIAC Model, Poorahmadi Catchment, Geographic Information System

-
1. M. Sc Student, Bandar Abbas- Hormozgan University, Moradi2763@yahoo.com
 2. M. Sc Student, Bandar Abbas- Hormozgan University, Diba.ghonchepour@yahoo.com
 3. Associate Professor of Agriculture and Natural Resource Faculty, Bandar Abbas- Hormozgan University
Ahmad_Nohegar@yahoo.com
 4. Former M. Sc Student, Sharekord, Department of Natural Resources and Watershed Management
Vafa2_m@yahoo.com

مقدمه

ارزیابی و برآورد حجم کل میزان تولید رسوب سالانه، به منظور اجرای برنامه‌های حفاظت خاک و تعیین روشهای مبارزه با فرسایش و کاهش رسوب‌زایی، ضرورت دارد (رفاهی، ۱۳۸۵). به دلیل پرهزینه بودن احداث ایستگاه‌های رسوب‌سنجی، بسیاری از حوزه‌های آبخیز ایران فاقد این ایستگاه‌ها بوده و در تعداد قابل توجهی از حوزه‌های آبخیز که دارای ایستگاه رسوب‌سنجی می‌باشند، با توجه به پایین بودن تعداد سالهای آماری اندازه گرفته شده و دقت پایین این آمار، استفاده از روش‌های تجربی برای ارزیابی و برآورد فرسایش و تولید رسوب لازم است (رزمجو و همکاران، ۱۳۸۳). اساس مدل‌های تجربی در نظر گرفتن تعدادی از عوامل مهم که در فرسایش خاک مؤثرند، می‌باشد و بر مبنای روشهای مشاهده‌ای و اندازه‌گیری تجربی مدل را ارائه می‌دهند (احمدی، ۱۳۸۵). در مورد مدل‌های تجربی به‌خصوص MPSIAC^۱ مطالعات زیادی در ایران انجام شده است که تقریباً در اکثر موارد تأیید و توصیه شده است (طیاری و ایران‌دوست، ۱۳۸۷) و در آن تأثیر نه‌عامل را در فرسایش و رسوب مورد ارزیابی قرار می‌دهد (فرجی و همکاران، ۱۳۸۵).

پس از مدل مذکور از مدل EPM^۲ نیز استفاده زیادی توسط سازمان‌های مختلف صورت گرفته است (Gavrilovic, 1988) و در ایران نیز پس از مدل پسیاک مورد استفاده قرار گرفته‌است (رفاهی و نعمتی، ۱۳۷۲). احمدی و همکاران (۲۰۱۱) به تخمین فرسایش در حوزه آبخیز بقره واقع در تربت حیدریه با استفاده از دو مدل MPSIAC و EPM پرداختند و بدین منظور از روش ژئومورفولوژیکی و GIS استفاده نمودند. در نهایت این حوزه آبخیز بر اساس مدل MPSIAC در کلاس فرسایش کم و در مدل EPM در کلاس فرسایش متوسط قرار گرفت. امیری (۲۰۱۰) به مقایسه کارایی دو مدل MPSIAC و EPM در تخمین فرسایش خاک و رسوب در حوزه آبخیز قره‌آغاچ پرداخت. نتایج مقایسه آماری فرسایش در مدل‌های MPSIAC و EPM درون واحدهای هیدرولوژیکی توسط اندازه‌گیری فرسایش واقعی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تخمین فرسایش در مدل MPSIAC و میزان واقعی فرسایش در سطح ۱٪ و ۵٪ وجود ندارد. اما تخمین فرسایش در مدل EPM در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری را دارا بود. وی بیان نمود که دلیل عدم وجود سطوح انطباق کامل در مدل EPM و نیز ماهیت این مدل، می‌توان نتیجه گرفت که مدل MPSIAC از کارایی بهتری برخوردار است.

همچنین خدابخش و همکاران (۲۰۱۰) به مقایسه دو مدل مذکور در زیرحوزه سزار واقع در حوزه آبخیز سد دز



پرداختند. مقادیر پارامترهای اصلی در دو مدل MPSIAC و EPM در محیط GIS مورد بررسی قرار گرفت. در هر دو مدل ۸۰٪ منطقه مورد مطالعه در کلاس‌های پتانسیل فرسایش بسیار شدید قرار گرفت که دارای سازندهای پابده-گورپی و گچساران است. همچنین از روش خوشه‌بندی برای رسوب سالانه و پتانسیل رسوب استفاده شد. نتایج حاکی از آن بود که مرز کلاس‌ها متغیر است و در مجموع نتایج مدل MPSIAC معتبرتر دانسته شد.

رنگزن و همکاران (۱۳۸۷) در مقایسه دو مدل EPM و MPSIAC در حوزه آبخیز پگاه سرخ گتوند به این نتیجه رسیدند که مدل EPM برای شناسایی مناطق دارای فرسایش بالا به اندازه مدل MPSIAC قابل اطمینان نمی‌باشد. فرجی و همکاران (۱۳۸۵) با استفاده از مدل‌های تجربی MPSIAC و EPM در حوزه آبخیز بابااحمدی خوزستان به این نتیجه رسیدند که روش MPSIAC در مقایسه با روش EPM قابل قبول‌تر است. راستگو و همکاران (۱۳۸۵) از مدل‌های EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز تنگ کنشت استفاده نموده و به این نتیجه رسیدند که مدل MPSIAC نتایج بهتری را نسبت به مدل EPM ارائه می‌کند. همچنین بیات و همکاران (۱۳۸۰) مدل MPSIAC را در حوزه آبخیز طالقان با مدل EPM مورد مقایسه قرار داده و به این نتیجه رسیدند که MPSIAC کارایی بالاتری دارد. در این زمینه تنگستانی (۲۰۰۱) نیز تحقیقاتی انجام داده است که در آن از توانایی‌های مشترک سنجش از دور و GIS در برآورد فرسایش و رسوب استفاده شده است و در آن به دقت قابل قبول مدل MPSIAC اشاره شده است. حوزه آبخیز پوراحمدی واقع در استان هرمزگان یکی از سرشاخه‌های اصلی سد شمیل می‌باشد و با توجه به وضعیت رسوب در سد شمیل، آگاهی از میزان فرسایش و رسوب در بالادست این سد به منظور ارائه راه‌حلی برای پیشگیری و کنترل فرسایش و در نتیجه کاهش رسوب وارده به سد شمیل (حوزه آبخیز مورد مطالعه) لازم و ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به کاربرد گسترده دو مدل MPSIAC و EPM در مطالعات صورت گرفته در خصوص برآورد و تخمین فرسایش و رسوب در کشور ایران که استفاده از این دو مدل را بیش از سایر مدل‌ها توصیه می‌نمایند؛ لذا در پژوهش حاضر نیز برای برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز پوراحمدی از دو مدل MPSIAC و EPM بهره گرفته شد. با توجه به آنچه ذکر شد، پژوهش حاضر با دو هدف زیر انجام شد:

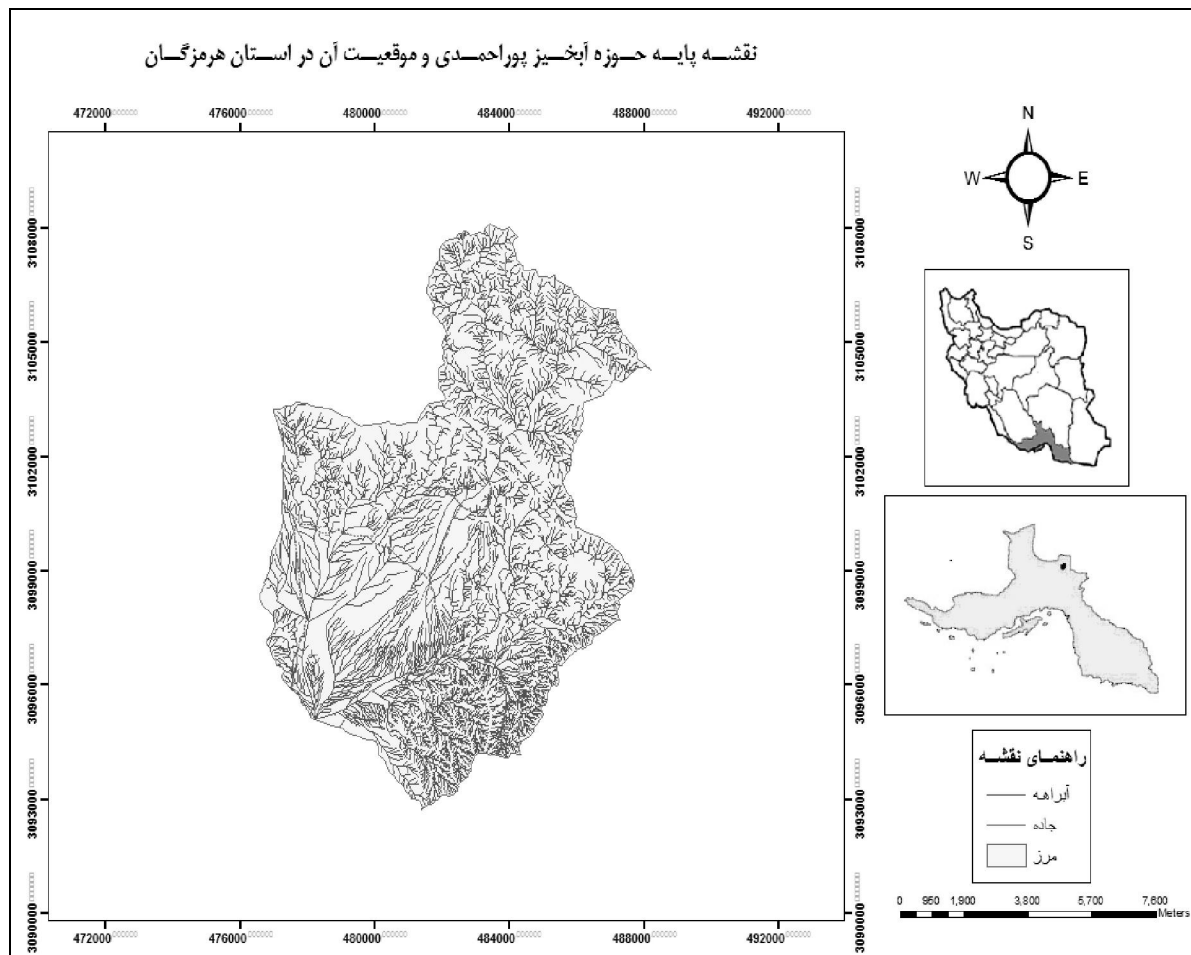
۱- برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز پوراحمدی با استفاده از مدل‌های MPSIAC و EPM

۲- مقایسه کارایی دو مدل MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز پوراحمدی

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

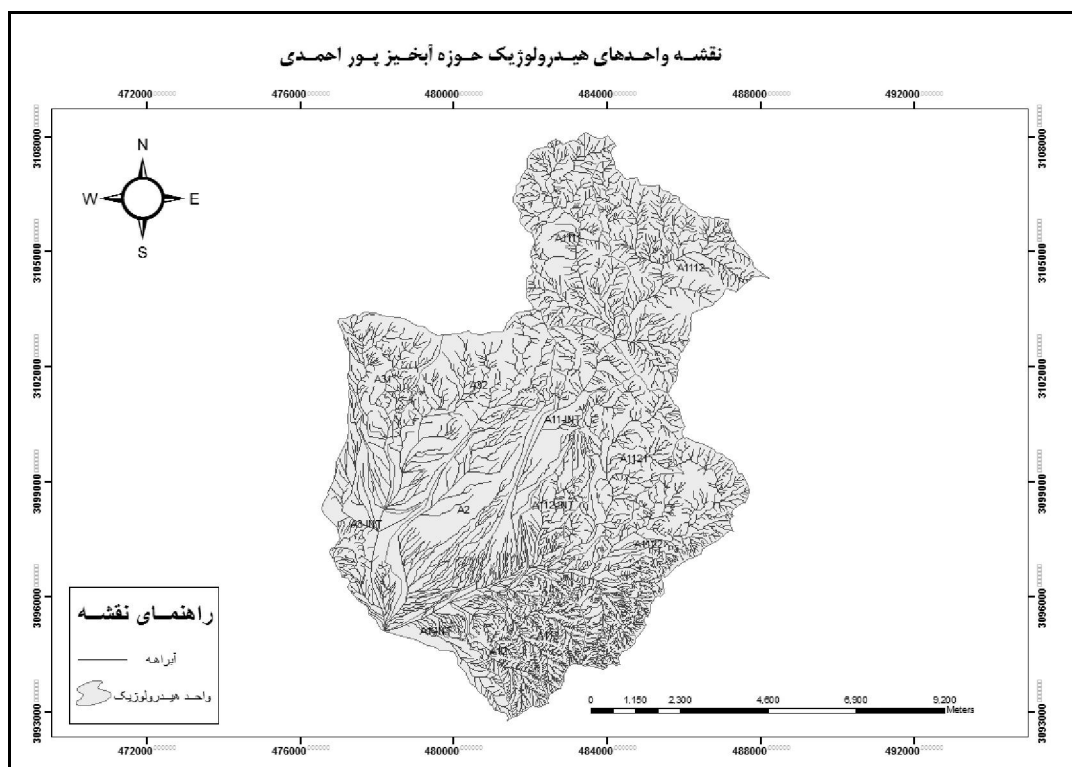
حوزه آبخیز پوراحمدی از نظر موقعیت نسبی در شمال استان هرمزگان و شهرستان بندرعباس و از نظر موقعیت ریاضی در محدوده مختصات جغرافیایی $56^{\circ} 45'$ تا $56^{\circ} 52'$ طول شرقی و $27^{\circ} 57'$ تا $28^{\circ} 05'$ عرض شمالی واقع شده است. مساحت این حوزه آبخیز $10110/89$ هکتار است. حداکثر ارتفاع آن 2182 متر و حداقل ارتفاع آن 682 متر می‌باشد. شکل (۱) موقعیت حوزه آبخیز پوراحمدی را در پهنه کشور و استان هرمزگان نشان می‌دهد.



شکل ۱- تصویر نقشه پایه‌ی حوزه آبخیز پوراحمدی و موقعیت آن در استان هرمزگان

میانگین ۲۸ ساله بارندگی در این حوزه آبخیز $301/9$ میلی‌متر می‌باشد (مهندسین مشاور کشت‌آوران مبین، ۱۳۸۴). این حوزه آبخیز در حد فاصل چند زون تکتونیکی و زمین‌شناسی فعال و در مجاورت گسل‌های بزرگی همچون گسل زندان یا گسل میناب، گسل‌های کمر بند تکتونیکی سنندج- سیرجان، گسل‌های زون مکران قرار گرفته است و بنابراین رخساره‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی متعددی در آن وجود دارد (مهندسین مشاور کشت‌آوران مبین، ۱۳۸۴). حوزه آبخیز پوراحمدی بر اساس شیب، پستی و بلندی و الگوی زهکشی، و تراکم آبراهه‌ها

به ۱۳ زیرحوزه تقسیم می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲- تصویر نقشه‌ی تقسیم بندی حوزه آبخیز به واحدهای هیدرولوژیک

تهیه داده‌های مورد نیاز در مدل‌های MPSIAC و EPM

در این پژوهش، نقشه‌های توپوگرافی رقومی سازمان نقشه‌برداری در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ که توسط سازمان زمین‌شناسی و معادن کشور منتشر شده است، نقشه‌های موضوعی از منطقه شامل نقشه‌های خاک‌شناسی، پوشش گیاهی و تصویر ماهواره‌ای محدوده مورد مطالعه از سنجنده Landsat ETM+ سال ۲۰۰۲، استفاده گردیده است. آمار ایستگاه‌های هواشناسی، باران‌سنجی مناطق مجاور حوزه آبخیز، ارتفاع حوزه آبخیز، ارتفاع رواناب سالانه و دبی اوج ویژه از جمله داده‌های مورد نیاز در مدل‌های MPSIAC و EPM می‌باشند که برای تهیه این داده‌ها از گزارش مطالعات جامع آبخیزداری حوزه آبخیز پوراحمدی استفاده گردید. برای تهیه لایه‌های اطلاعاتی از نرم افزارهای GIS در محیط ILWIS 3.0 و همچنین نرم افزار ENVI 4.5 استفاده شد تا از این طریق بتوان با استفاده از این ابزار و کمک گرفتن از داده‌های سنجش از دور به بررسی دقیق‌تر و نتیجه بهتر دست یافت.

با توجه به این‌که لایه‌های مؤثر در مدل MPSIAC و EPM زیاد می‌باشند و از این لایه‌ها نقشه شدت فرسایش و میزان رسوب‌دهی تهیه می‌شود، لازم است که این لایه‌ها با هم همپوشانی شوند و در نهایت با ادغام لایه‌های اطلاعاتی

مقایسه مدل‌های EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب

به بررسی ویژگی‌های طبیعی حوزه آبخیز پرداخته شود؛ بنابراین عملیات زیر بر روی لایه‌ها صورت گرفت:

ژئورفرنس نمودن لایه‌های اطلاعاتی؛

انطباق مرزحوزه آبخیز و زیرحوزه با لایه‌های مختلف؛

پلی‌گون نمودن واحدهای موردنظر؛

تبدیل لایه‌های پلی‌گون به رستر؛

برهم نهی لایه‌های رستری زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، شیب، آب وهوا،

رواناب، فرسایش خندقی؛

به دست آوردن نقشه شدت فرسایش براساس وزن هرکدام از لایه‌ها.

لازم به ذکر است که در تهیه هرکدام از لایه‌ها از تصویر ماهواره‌ای حوزه آبخیز استفاده شد که در آن فرآیند

پردازش تصویر شامل بارزسازی تصویر با استفاده ازکشش خطی، هیستوگرام متعادل شده، تحلیل مؤلفه‌های اصلی و

استفاده از ترکیبات رنگی انجام گرفت. ترکیب رنگی RGB^{۴۳۲} در مقایسه با سایر ترکیبات نتایج بهتری را در

تفکیک واحدهای زمین‌شناسی نشان می‌دهد. مطالعات پیشین نشان داد که با آنالیز عناصر اصلی تن، بافت و الگو

امکان استخراج نقشه زمین‌شناسی یک منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای وجود دارد (رنگزن، ۱۹۹۸). با

شناسایی الگو و تراکم شبکه آبراهه‌ها به عنوان مکمل تصاویر ماهواره‌ای در تولید نقشه واحدهای زمین‌شناسی

می‌توان به نتایج خوبی دست یافت (ضیایی، ۱۳۸۳). در نهایت با استفاده از نقشه‌های پایه (زمین‌شناسی،

توپوگرافی، خاک‌شناسی) و تصاویر ماهواره‌ای، واحدهای زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه مشخص گردید.

جهت استخراج درصد تاج پوشش گیاهی از اعمال شاخص‌های پوشش گیاهی بر روی تصاویر ماهواره‌ای

استفاده می‌شود (علوی‌پناه، ۱۳۸۲). در این پژوهش شاخص NDVI^۱ به دلیل همبستگی بالا با درصد تاج پوشش

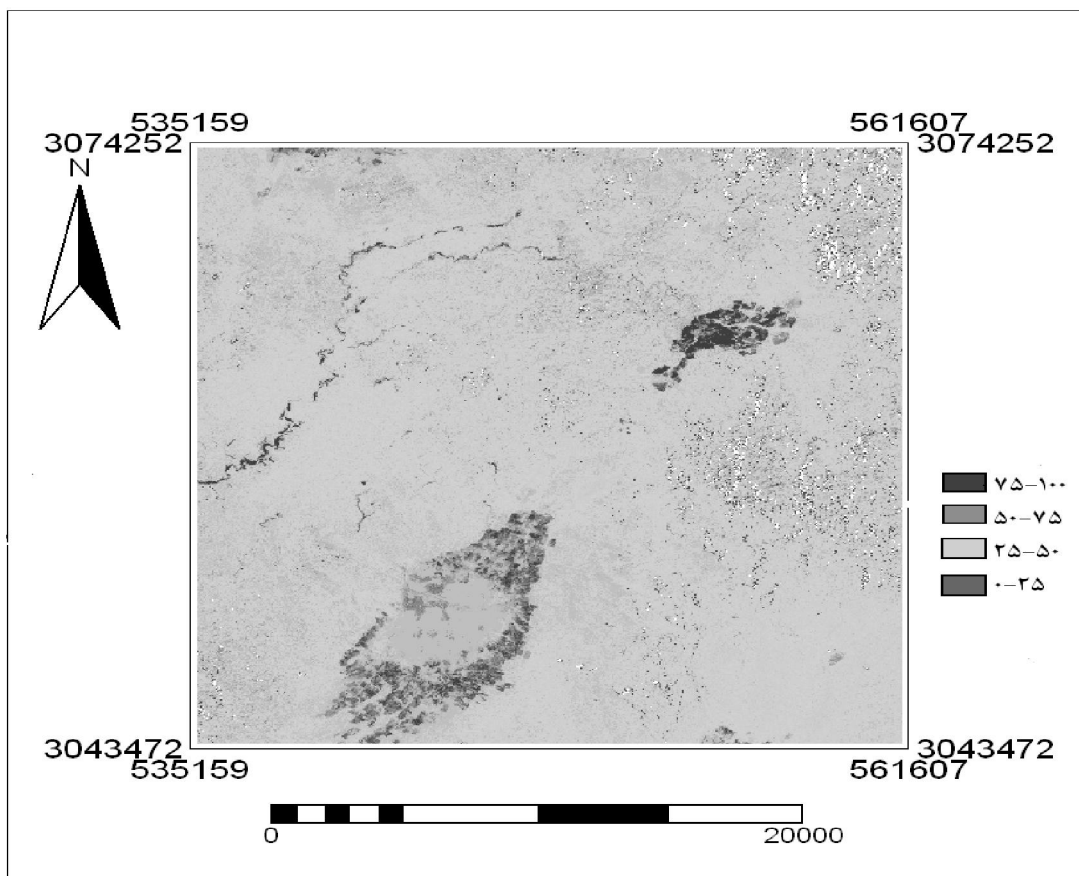
گیاهی با استفاده از تصویر ماهواره‌ای به دست آمد. پس از بازدیدهای صحرایی و داده برداری به وسیله GPS با

استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال^۲ تصویر طبقه بندی و به عنوان یک لایه

اطلاعاتی در محیط GIS استفاده شد. لازم به ذکر است که عدد پیکسلی مربوط به تصویر این شاخص بین ۱- تا

۱+ متغیر می‌باشد که برای افزایش دامنه عدد پیکسل‌ها و بررسی بهتر آن با عدد یک جمع و در عدد ۱۰۰ ضرب

شد (رنگزن و مرادزاده، ۱۳۸۴).



شکل ۳- نقشه درصد پوشش گیاهی به دست آمده از حوزه آبخیز مورد مطالعه

یافته‌ها

برآورد فرسایش و رسوب به روش مدل MPSIAC

مدل MPSIAC وضعیت فرسایش و تولید رسوب را در هر واحد کاری بر حسب شدت و ضعف نقش نه عامل محیطی مشتمل بر زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، اقلیم، رواناب، توپوگرافی، پوشش زمین، کاربری اراضی، فرسایش سطحی و فرسایش رودخانه‌ای بررسی می‌کند (تاج‌گردان و همکاران، ۱۳۸۶). در این مدل با نمره‌دهی به هر یک از عوامل نه‌گانه مؤثر بر رسوب‌دهی نسبت به برآورد کیفی و کمی تولید رسوب اقدام می‌شود (داوری و همکاران، ۱۳۸۴). در این پژوهش نه عامل مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت و هر کدام از لایه‌های مورد نیاز با استفاده از GIS و داده‌های سنجش از دور تهیه شد. جدول (۱) عوامل نه‌گانه در مدل MPSIAC و نیز نحوه امتیازدهی به این عوامل را در پژوهش حاضر نشان می‌دهد.

مقایسه مدل‌های EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب

جدول ۱- بررسی عوامل نه‌گانه در مدل MPSIAC

ردیف	عامل	مهمترین خصوصیات مورد نظر
۱	زمین شناسی سطحی ^۱	$X_1, Y_1 = X_1$ شاخصی از فرسایش زمین شناسی که بر اساس خصوصیات سختی، هوازدگی، شکستگی و نوع سنگ از گزارش‌های زمین شناسی به دست می‌آید. جهت استخراج فاکتور زمین شناسی با استفاده از تصویر ماهواره‌ای محدوده مورد مطالعه، نقشه زمین شناسی و مدل رقومی ارتفاع استفاده گردید.
۲	خاک ^۲	$X_2, Y_2 = 16.67X_2$ ضریب فرسایش پذیری خاک (K) در معادله جهانی برآورد تلفات خاک می باشد. برای تهیه لایه خاک نقشه اجزاء واحدهای اراضی خاک اسکن و پس از زمین مرجع شدن، مرز واحدها تبدیل به ساختار وکتور گردید. بنابراین نقشه واحدهای اراضی در محیط GIS تهیه شد. در ادامه داده‌های توصیفی از جمله K برای زیرحوزه آبخیزهای مختلف تهیه گردید و سپس بر اساس آن میزان امتیاز برای هر زیر حوزه آبخیز بدست آمد.
۳	اقلیم ^۳	$X_3, Y_3 = 0/2X_3$ مقدار بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت دو ساله که در سطح حوزه آبخیز ۲۹/۶ میلی متر برآورد گردیده است. بنابر این امتیاز این فاکتور برای کل زیر حوزه‌ها ۵/۹۲ منظور گردید.
۴	رواناب ^۴	$X_4, Y_4 = 0/2X_4$ برابر با مجموع ارتفاع رواناب سالانه به میلی متر ضربدر ۰/۰۳ و دبی جریان اوج سالانه به متر مکعب در ثانیه در کیلومتر مربع ضربدر ۵۰ می باشد. امتیاز عامل رواناب بر اساس دبی اوج ویژه با دوره بازگشت ۲ سال از روش SCS و ارتفاع رواناب سالانه با روش جاستین در جدول ۲ نشان داده شده است.
۵	پستی و بلندی ^۵	$X_5, Y_5 = 0/33X_5$ ، تندی شیب به درصد است. به منظور استخراج شیب منطقه از مدل رقومی ارتفاع استفاده گردید که در جدول ۲ این مقدار برای هر کدام از زیر حوزه‌ها بدست آمد.
۶	پوشش زمین ^۶	$X_6, Y_6 = 0/2X_6$ برابر با درصد خاک لخت می باشد. جهت تعیین اراضی لخت و فاقد پوشش روش طبقه بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال به کار گرفته شد. بدین منظور با استفاده از شاخص پوشش گیاهی و با توجه به برداشت‌های صحرائی، تصویر طبقه بندی شده به عنوان یک لایه اطلاعاتی وارد محیط GIS شد.
۷	کاربری اراضی ^۷	$X_7, Y_7 = 20-0/2X_7$ برابر با درصد تاج پوشش گیاهی است. جهت استخراج درصد تاج پوشش گیاهی از اعمال شاخص پوشش گیاهی بر روی تصویر ماهواره‌ای استفاده می‌شود (علوی پناه، ۱۳۸۲). جهت استخراج درصد پوشش گیاهی از شاخص NDVI استفاده شد.
۸	وضعیت فعلی فرسایش ^۸	$X_8, Y_8 = 0/25X_8$ برابر با مجموع نمرات عامل سطحی خاک (SSF) است که از روش دفتر مدیریت اراضی آمریکا (BLM) بدست می‌آید. جهت تهیه این فاکتور از نمرات محاسبه شده در مطالعات معمول مدیریت آبخیزداری استفاده گردید.
۹	فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب ^۹	$X_9, Y_9 = 1/67X_9$ برابر با نمره فرسایش خندقی عامل سطحی خاک (SSF) است. امتیاز این عامل بین ۰ تا ۲۵ می‌باشد جهت تهیه این فاکتور از مطالعات کارشناسان اداره آبخیزداری استفاده گردید.

میانگین ضرائب عوامل نه‌گانه (R) برای هر یک از زیرحوزه‌ها و نیز برای کل حوزه آبخیز پوراحمدی در جدول

(۲) آورده شده است.

1. Surface Geology
2. Soil
3. Climate
4. Runoff
5. Topology
6. Ground cover
7. Landuse
8. Upland Erosion
9. Channel Erosion and Sediment Transport

جدول ۲- میانگین ضرائب عوامل نه‌گانه (R)

زیر حوزه ها	زمین شناسی	عامل خاک	عامل هوا	عامل آب و آب	عامل هرز	و بلندی	عامل پستی	پوشش گیاهی	اداضی،	نحوه استفاده از	عامل	سطح حوزه	فرسایش در	رودخانه‌ای	فرسایش	نمرات	مجموع
A111	۳	۸/۵	۵/۹۲	۱۹/۷	۱۹/۳	۸/۳	۱۷/۷	۷/۷۵	۱/۶۷	۹۱/۸۴							
A112	۲/۹	۸/۴	۵/۹۲	۱۴/۲	۱۸/۲	۷/۹	۱۷/۶	۹/۷۵	۵/۰۱	۸۹/۸۸							
A1121	۸	۸/۶	۵/۹۲	۳/۷	۱۱/۶	۶/۶	۱۶/۶	۱۴	۱۰/۰۲	۸۵/۱۴							
A1122	۵	۸/۴	۵/۹۲	۷/۵	۱۵/۶	۶/۵	۱۶/۵	۱۰	۵/۰۱	۸۰/۴۳							
A112	۵/۴۲	۸/۴۵	۵/۹۲	۶/۲	۱۴/۹	۶/۴	۱۶/۴	۱۰/۷۵	۵/۷	۸۰/۱۴							
A112-int	۸/۲	۸/۵	۵/۹۲	۳/۷	۱۱/۶	۶/۶	۱۶/۶	۱۴	۱۰/۰۲	۸۵/۱۴							
A113	۷	۹/۳۳	۵/۹۲	۲/۱۶	۲۲/۴	۶/۸	۱۶/۸	۱۴/۵	۱۱/۷	۹۶/۶۱							
A11	۸/۲۵	۸/۸	۵/۹۲	۹/۶	۱۶/۶	۸/۷	۱۶/۲	۱۲/۷۵	۱۴/۲	۱۰۲ ۱۰۱							
A11 Int	۹/۵	۸/۳۳	۵/۹۲	۴/۴	۱۳/۱	۹/۵	۱۶/۱	۱۷/۲۵	۱۶/۷	۱۰۰/۸							
A12	۷/۱	۹/۳۵	۵/۹۲	۰/۹۹	۱۸/۱۱	۱۰/۳	۱۵/۹	۱۴/۵	۱۱/۷	۹۳/۸۶							
A31	۶/۵	۸/۵	۵/۹۲	۶/۷	۱۱/۳	۱۰/۵	۱۵/۰۱	۱۸/۷۵	۲۱/۷	۸۸/۰۴							
A31-int	۲/۸	۸/۳۳	۵/۹۲	۶/۷	۵/۱	۱۲/۵	۱۵/۱	۱۶	۱۸/۴	۹۰/۸۵							
A32	۶/۸	۸/۶۶	۵/۹۲	۴/۰۴	۱۳/۵	۱۳	۱۵/۲	۱۷	۱۵	۱۱۲ ۱۰۱							
کل حوزه آبخیز	۶/۵	۹/۷	۵/۹۲	۵/۷	۱۳/۹	۶/۳	۱۸/۵	۱۴/۲۵	۱۲/۰۲	۹۲/۷۹							

پس از تعیین امتیاز هر یک از عوامل نه‌گانه در مدل، حاصل جمع امتیاز آنها درجه رسوب‌دهی (R) خوانده می‌شود. با استفاده از درجه رسوب‌دهی این امکان ایجاد می‌شود که میزان تولید رسوب در واحدهای مطالعاتی محاسبه شود (راستگو و همکاران، ۱۳۸۵). رابطه زیر برای به دست آوردن میزان رسوب‌دهی پیشنهاد شده است (رفاهی، ۱۳۸۵):

$$Q_s = 38.77 e^{0.0353R}$$

که در آن Q_s میزان رسوب‌دهی سالانه (متر مکعب در کیلومتر مربع)، R درجه رسوب‌دهی یعنی مجموع امتیازات عوامل مختلف در نظر گرفته شده در مدل ام پسیاک و e عدد نپر (۲/۷۱۸) می‌باشد. مقادیر رسوب در هر زیر حوزه بر حسب واحد حجم به دست می‌آید. رسوب ویژه بخشی از فرسایش ویژه است که از واحد سطح حوزه آبخیز خارج می‌شود. این نسبت رسوب به فرسایش، ضریب رسوبزایی SDR معروف است. محاسبه مقادیر SDR در جدول (۳) آمده است.

مقایسه مدل‌های EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب

جدول ۳- مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در روش MPSIAC

واحد‌های هیدرولوژیکی زیر حوزه‌ها	مساحت (هکتار)	نسبت تحویل رسوب SDR	فرسایش ویژه $M^3/KM^2/y$	رسوب ویژه $M^3/KM^2/y$	رسوب کل M^3/y	فرسایش کل M^3/y
A111	۱۰۶۷/۲۵	۴۴/۴	۱۳۳۹/۵۲	۵۹۵/۷۲	۶۳۵۷/۸	۱۴۲۹۶
A112	۱۲۸۷/۲۱	۴۳/۲	۱۲۸۴/۹۲	۵۵۵/۹	۷۱۵۵/۶۲	۱۶۵۴۰
A1121	۸۳۱/۱	۴۶	۱۴۵۹/۶۴	۶۷۲	۵۵۸۴/۵	۱۲۱۳۱
A1122	۱۲۶۰/۰۶	۴۳/۴	۹۱۷/۲۸	۳۹۸/۱۸	۵۰۱۷/۳	۱۱۵۵۸/۳
A112	۲۵۴۴/۵	۳۹/۳	۱۰۰۱	۳۴۹/۲	۱۰۰۳۰/۵	۲۵۴۷۰
A112-int	۴۵۳/۵	۵۰/۲	۸۸۴/۵۲	۴۴۴/۶۳	۲۰۱۶/۳۴	۴۰۱۱/۲
A113	۳۶۲/۴۵	۵۱/۷	۱۲۸۸/۵۶	۶۶۶/۶۳	۲۴۱۶/۲۳	۴۶۷۰/۳
A11	۶۰۳۵/۳	۳۴/۷	۲۲۴۲/۲۴	۷۷۹	۴۷۰۱۲/۷	۱۳۵۳۲۶/۵
A11int	۷۷۳/۷۸	۴۶/۵	۱۷۵۸/۱۲	۸۱۷/۴	۶۳۲۴/۸۶	۱۳۶۰۴
A12	۳۲۰/۳	۵۲/۷	۱۱۴۶/۶	۶۰۴/۷۵	۱۹۳۶/۹	۳۶۷۲/۳
A31	۶۳۶/۴	۴۷/۸	۱۸۶۷/۳۲	۸۹۲/۵	۵۶۸۰	۱۱۸۸۳/۴
A31-int	۶۲۰/۵۲	۴۸	۱۱۳۲/۰۴	۵۴۳/۸	۳۳۷۴/۵	۷۰۲۴/۵
A32	۱۱۲۷/۹۷	۴۴/۱	۱۸۷۴/۶	۸۲۶/۶۴	۹۳۲۴/۳	۲۱۱۴۴/۷
کل حوزه آبخیز	۱۰۱۱۰/۸۹	۳۲/۳	۱۹۰۳/۷۲	۶۱۶/۰۳	۶۲۲۸۶/۵	۱۹۲۴۸۳

برآورد فرسایش و رسوب به روش مدل EPM

در این روش ۴ مشخصه شامل ضریب فرسایش حوزه آبخیز (ψ)، ضریب کاربری اراضی (Xa)، ضریب حساسیت خاک به فرسایش (Y) و شیب متوسط حوزه (I) در واحدهای مختلف اراضی یا در شبکه‌های ایجاد شده در نقشه، مورد بررسی قرار می‌گیرد (رفاهی، ۱۳۸۵). به منظور تعیین ضریب شدت فرسایش هر کدام از واحدهای کاری از رابطه مقابل استفاده گردید:

$$Z=Y \cdot Xa (\psi+I^{0.5})$$

با استفاده از مقدار Z محاسبه شده، متوسط سالانه فرسایش (WSP) محاسبه شد و در ادامه با محاسبه ضریب رسوبدهی میزان رسوب و نیز میزان رسوب ویژه مورد محاسبه قرار گرفت. جدول شماره (۴) مقادیر محاسبه شده هر یک از پارامترهای ذکر شده را برای حوزه آبخیز پوراحمدی و نیز برای هر یک از زیرحوزه‌های این حوزه آبخیز نشان می‌دهد.

جدول ۴- مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در روش EPM

Gs (M ³ /y)	Gsp (M ³ /KM ² /y)	Ru	Wsp (M ³ /KM ² /y)	واحدهای هیدرولوژیکی
۱۰۳۴۰	۹۶۹	۰/۶۸	۱۴۲۵	A1111
۲۰۴۶۴/۷	۹۶۱/۷	۰/۶۶	۱۴۵۷	A1112
۴۷۳۴/۵	۵۶۹/۷	۰/۵۹	۹۶۲/۴	A1121
۸۶۴	۶۸۵/۷	۰/۸۷	۷۸۸/۱۶	A1122
۱۰۳۴۷	۴۰۶/۷	۰/۵۰	۷۹۷/۵	A112
۱۳۱۹	۲۹۱/۲	۰/۳۴	۸۳۳	A112-int
۲۴۹۳	۶۸۸/۶	۰/۳۱	۲۱۵۲	A113
۵۱۸۴۳	۸۵۹	۰/۶۲	۱۳۸۵	A11
۱۲۱۷	۴۴۱	۰/۳۲	۱۳۷۸	A11int
۲۹۲	۹۰۲/۸	۰/۴۵	۱۹۹۷/۳	A12
۳۹۶۲	۶۲۳	۰/۵۶	۱۰۹۳	A31
۳۳۰	۵۲۶/۶	۰/۴۳	۱۱۹۶/۸	A31-int
۶۸۷۶/۵	۶۰۹/۶	۰/۶۳	۹۶۷/۶	A32
۱۰۲۷۱۳	۱۰۱۵/۸	۰/۹۲	۱۰۹۳/۵	کل حوزه آبخیز

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به مقایسه دو مدل MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز پوراحمدی پرداخته است و در این راستا از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور بهره گرفته شد. در مدل MPSIAC، میزان فرسایش ویژه (M³/KM²/y) ۱۹۰۳/۷۲ و رسوب ویژه (M³/KM²/y) ۰/۳ / ۶۱۶ محاسبه شد. این در حالی است که میزان فرسایش ویژه و رسوب ویژه کل حوزه آبخیز در مدل EPM، به ترتیب (M³/KM²/y) ۱۰۹۳/۵ و (M³/KM²/y) ۱۰۱۵/۸ محاسبه شده است. بر طبق جدول استاندارد رفاهی (۱۳۸۵)، حوزه آبخیز پوراحمدی در مدل EPM در کلاس فرسایش "خیلی شدید" و در مدل MPSIAC در کلاس فرسایش "زیاد" قرار می‌گیرد.

در مقایسه کارایی دو مدل MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز پوراحمدی، با توجه به اینکه در نیمه شمالی حوزه آبخیز سازندهای به شدت تکتونیزه شده آذرین، رسوبی و دگرگونی با بیرونزدگی سنگی قرار دارد و در نیمه جنوبی سازند کنگلومرای بختیاری و نیز سازندهای زمین‌شناسی گروه فارس وجود دارد که بدلیل وجود لایه‌های مارنی، سیلت سنگ و میان لایه‌های نازک ژئیس و کلسیت، میزان فرسایش‌پذیری در حد بالایی دیده می‌شود، لذا به نظر می‌رسد نتایج بدست آمده از روش MPSIAC در برآورد میزان فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز مورد مطالعه از صحت بیشتری نسبت به مدل EPM برخوردار باشد. از طرف دیگر در مدل MPSIAC فاکتورهای محیطی بیشتری مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد که می‌توانند در نمایاندن وضعیت فرسایش و رسوب در حوزه‌های آبخیز مؤثرتر از مدل EPM باشد که تنها با بررسی ۴ فاکتور به

مقایسه مدل‌های EPM و MPSIAC در برآورد فرسایش و رسوب

برآورد فرسایش و رسوب در حوزه‌های آبخیز می‌پردازد.

در بیشتر زیرحوزه‌های حوزه آبخیز مورد مطالعه میزان فرسایش در مدل MPSIAC، اختلاف معنی‌داری را با محاسبات در مدل EPM نشان می‌دهد. یکی از دلایل اختلاف بین مدل‌های EPM و MPSIAC این است که مدل EPM پتانسیل فرسایش در حوزه‌های آبخیز را بررسی می‌کند و در مناطق با فرسایش زیاد از دقت این مدل کاسته می‌شود. شرایط محیطی حاکم بر حوزه آبخیز پوراحمدی و نیز وضعیت رسوب در سد واقع در پایین دست این حوزه آبخیز حاکی از شدت فرسایش در این حوزه آبخیز است و وجود این وضعیت در حوزه آبخیز مورد مطالعه از دقت مدل EPM می‌کاهد. یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های احمدی و همکاران (۲۰۱۱)، امیری (۲۰۱۰)، خدابخش و همکاران (۲۰۱۰)، رنگزن و همکاران (۱۳۸۷)، فرجی و همکاران (۱۳۸۵)، راستگو و همکاران (۱۳۸۵)، و بیات و همکاران (۱۳۸۰) منطبق می‌باشد. همانگونه که اشاره شد در انجام پژوهش حاضر از توانایی‌های GIS و سنجش از دور استفاده شد. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور علاوه بر کاهش هزینه‌ها نسبت به روش سنتی باعث افزایش دقت در برآورد فرسایش و رسوب می‌گردد. در همین راستا استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به‌روز و دارای تفکیک‌پذیری بالا، گامی مؤثر در جهت تدقیق برآوردها خواهد بود.

منابع

- ۱- احمدی. ح، ۱۳۸۵، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم، ص ۶۸۸.
- ۲- بیات. ر، ح. رفاهی، ع. درویش صفت و ف سرمیدان. ۱۳۸۰، بررسی کارایی مدل‌های ام پسیاک و ای پی ام در برآورد رسوب حوضه آبخیز طالقان به کمک GIS، علوم کشاورزی ایران ۳۲ (۱): ۲۰۳-۲۱۷.
- ۳- رنگزن. ک، ع. زراسوندی، ا. حیدری، ۱۳۸۷، مقایسه دو مدل ای پی ام و ام پسیاک در برآورد فرسایش و رسوب حوزه پگاه سرخ گتوند خوزستان با استفاده از تکنیک‌های RS و GIS، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، تابستان ۱۳۸۷، صص ۱۲۳-۱۳۶.
- ۴- رنگزن. ک، م. مرادزاده، ۱۳۸۴، برآورد میزان رسوب‌دهی حوزه امامزاده عبدالله شهرستان باغ‌ملک با استفاده از سنجش از دور و GIS در مدل ام پسیاک و مقایسه با روش‌های سنتی. همایش ژئوماتیک، سازمان نقشه‌برداری.
- ۵- تاجگردان. ت، ش. ایوبی و ش. جویباری، ۱۳۸۶، برآورد فرسایش و رسوب به کمک داده‌های ماهواره‌ای سامانه اطلاعات جغرافیایی با استفاده از مدل ام پسیاک (مطالعه موردی حوضه آبخیز زیارت)، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۹، تابستان ۱۳۸۷، صص ۳۷-۴۵.



- ۶- ضیائی. ح، ۱۳۸۳، کاربرد تکنیکهای سنجش از دور و GIS در مطالعه پهنه بندی فرسایش و برآورد رسوب قسمتی از حوزه آبریز سد شهید عباسپور، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۷- داوری. م، ح. بهرامی، ج. قدوسی، ۱۳۸۴، بررسی نتایج برآورد رسوب با استفاده از مدل اصلاح شده پسیاک، (مطالعه موردی حوضه آبخیز نوژیان)، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۶۷، تابستان ۱۳۸۴، صص ۸۸-۹۹.
- ۸- طیاری. ا، ک. صالحی، م. ایران دوست، ۱۳۸۷، استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تصاویر ماهواره‌ای برای کاهش اختلاف تخمین‌ها در برآورد فرسایش و رسوب یک حوزه با کاربرد روش ام‌پسیاک، مطالعه موردی: حوضه آبخیز ماران جیرفت. مهندسی آب.
- ۹- راستگو. س، ب. قهرمان، ح. ثنایی نژاد، ک. داوری، ۱۳۸۵، برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز تنگ کنشت با مدل‌های تجربی ام‌پسیاک و ای پی ام به کمک GIS، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره اول، بهار ۱۳۸۵، صص ۹۱-۱۰۴.
- ۱۰- علوی پناه. س. ک، ۱۳۸۲، کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم زمین (علوم خاک)، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ص ۴۷۸.
- ۱۱- رزمجو. پ، ن. بیرویدیان، ا. چرخابی، ۱۳۸۳. بررسی کارایی مدل پسیاک اصلاح شده در برآورد میزان رسوب‌دهی ناحیه البرز جنوبی، علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱(۱): ۱۴۶-۱۳۷.
- ۱۲- فرجی. م، ح. احمدی، م. مهدوی، ع. محمدیان بهبهانی، ۱۳۸۵، بررسی عوامل موثر بر فرسایش و رسوب دهی حوزه آبخیز بابااحمدی خوزستان با استفاده از مدل‌های تجربی ام‌پسیاک و ای پی ام، نشریه دانشکده منابع طبیعی، شماره ۴، دی ماه ۱۳۸۵، صص ۷۸۳-۷۹۶.
- ۱۳- رفاهی. ح، ۱۳۸۵، فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم، ۶۷۱ صفحه.
- ۱۴- مهندسین مشاور کشت‌آوران مبین، ۱۳۸۴، مطالعات تفصیلی - اجرائی حوزه آبخیز پورااحمدی، استان هرمزگان، وزارت جهاد کشاورزی.
- ۱۵- رفاهی. ح، م. ر. نعمتی، ۱۳۷۲. بکارگیری روش ای پی ام در مطالعه فرسایش پذیری و تولید رسوب حوزه آبخیز الموت رود. علوم کشاورزی ایران ۲۶(۲): ۳۲-۴۵.

16. Gavrilovic. Z., 1988, The Use of an Empirical Method (Erosion Potential Method) for Calculating Sediment Production and Transportation in Unstudied or Torrential streams International Conference of River regime, 17-20May, Wallingford, England 1988 pp, 411-422.

17. Rangzan. K, and Iqbaluddin, 1998. Sedimentation as Guide to Tectonic Setting of Aghjari Formation, Zagros Structural Belt SW Iran, j. of Indian Association of Sedimentologist, Vol. 17. No. 4.
18. Tangestani. M. H., 2001. Integration Geographic Information System in Erosion and Sediment Yield Application Using the Erosion Potential Method of (EP M) Proceeding of the GIS Research UK, 2001 pp, 621-623.
19. Amiri. F., 2010. Comparison of Efficiency of MPSIAC and EPM Models to Estimate Soil Erosion and Sedimentated Yield (Case Study: Ghareh Aghach Watershed), Iranian Journal of Dynamic Agriculture , (Issue 2).
20. Khodabash. S., 2010. Comparison of erosion and sediment yield estimation in Sezar sub-basin (Dez drainage basin) by MPSIAC and EPM empirical methods, using GIS, Iranian Journal of Geology, (Issue 12).
21. Ahmadi. H., M. R. Servati., A. M. Noormohamady, 2011, Sediment And Erosion Estimation Using EPM And MPSIAC, Using Geomorphological Method And GIS In Baghareh (Torbate Heydarieh) Catchment Basin, Journal of Geographical Science, (Issue 7).