بررسی وضعیت فرسایش و تولید رسوب در حوضه آبخیز قره‌قوم

علی جعفری اردکانی
مربی پژوهشی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

چکیده

در این تحقیق داده‌های رسوب ۱۲ ایستگاه رسوب‌سنجی دارای آمار نسبتا مناسب تحلیل و مقدار رسوب متوسط سالانه برای هر ایستگاه از روش منحنی سنجه رسوب محاسبه گردید. متوسط رسوب حاصل از اجرای مدل EPM در محل ایستگاه‌ها محاسبه و با رسوب منحنی‌های سنجه مقایسه شد. نتایج نشان داد مدل، متوسط مقدار فرسایش حوضه را ۹/۷ تن و مقدار رسوب را ۰۴/۲ تن در هکتار در سال برآورد کرده است. مقایسه رسوب برآورد شده با مدل و رسوب به دست آمده از روش منحنی سنجه نشان داد مقدار رسوب برآورد شده ۲ برابر کمتر از رسوب به دست آمده از منحنی سنجه است. مقایسه آماری رسوب برآوردی مدل و مشاهده ای در ایستگاه هایی که اختلافشان کمتر از ۵۰ درصد بود نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بین برآورد مدل و ایستگاه می باشد. در این بررسی ضریب تبدیل ۱۳/۲ برای تدقیق برآورد مدل در حوضه قره قوم به دست آمد.

واژه های کلیدی: برآورد رسوب، فرسایش، مدل EPM ،حوضه قره قوم

مقدمه

نقش فرسایش و تولید رسوب در کاهش حاصلخیزی و هدر رفت خاك، پر شدن مخازن سدها، گرفتگی و انسداد مجاری آبیاری، آبراهه‌ها و رودخانه‌ها، گل‌آلود کردن آب رودخانه‌ها و کاهش کیفیت آب و آلودگی آبهای مناطق پایین‌دست از دیر باز شناسایی و مورد توجه متخصصین و کارشناسان علوم زمین بوده است. برای جلوگیری و یا کاهش اثرات یاد شده نیاز به برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات حفاظت خاك و کنترل رسوب در چارچوب طرح‌های آبخیزداری می‌باشد. برای این منظور آگاهی از میزان فرسایش و تولید رسوب در حوضه آبخیز و شناسایی مناطق بحرانی و اولویت‌بندی آنها برای اجرای برنامه‌ها و اقدامات آبخیزداری برای کاهش فرسایش ضروری است. اولویت‌بندی حوضه های حساس و بحرانی از نظرمقدار فرسایش و تولید رسوب می تواند به عنوان راهکار مناسبی مد نظر مدیران قرار گیرد. یکی از روش‌های تعیین مقدار تلفات خاک و تولید رسوب اندازه گیری گل آلودگی آب رودخانه ها در محل ایستگاه های اندازه گیری رسوب می باشد. برآورد صحیح و دقیق رسوب در ایستگاه های رسوب سنجی هنگامی با اطمینان مقدور است که اندازه گیری مداوم غلظت آب رودخانه انجام گیرد. ولی به دلیل هزینه بالا غلظت رسوب به صورت مداوم اندازه گیری نمی شود بلکه در فواصل معین در طول سال گل آلودگی رودخانه تعیین و به وسیله روش های آماری مختلف برآورد های رسوب برای کل سال تعیین می شود. از میان روش های آماری مختلف، تلفیق منحنی سنجه رسوب به روش حدوسط دسته ها با آمار جریان روزانه را مناسب تر از سایر روش های دیگر منحنی سنجه رسوب تشخیص دادند.

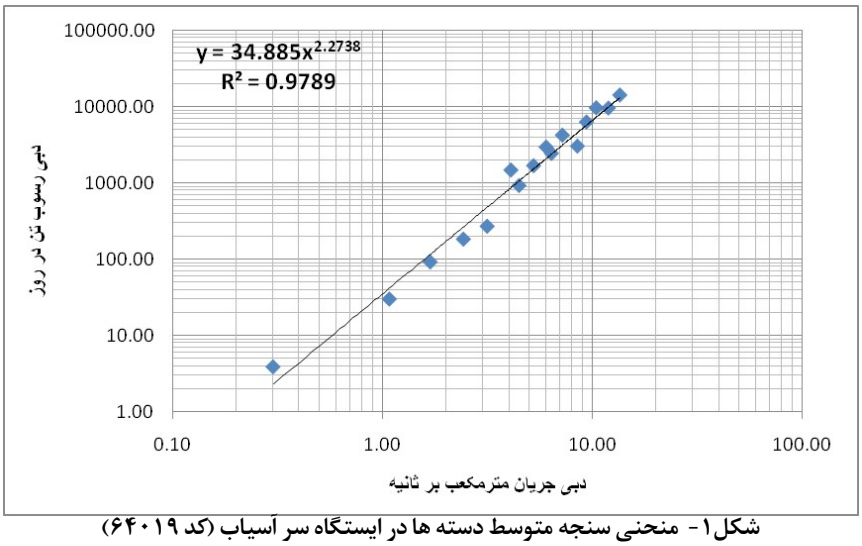
جلالیان و همکاران(۱۳۷۳) با استفاده از ایستگاه های مناسب رسوب سنجی میزان فرسایش و تولید رسوب حوضه‌های آبخیز مختلف را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و میانگین رسوبدهی ویژه را ۳۴۸ تن در کیلومتر مربع و مقدار فرسایش را ۲۵ تن در هکتار در سال محاسبه کردند. براساس نتایج این مطالعه، حوضه‌های آبخیز کرخه، سفیدرود، مارون، هیرمند و زهره به ترتیب دارای بیشترین مقدار فرسایش و رسوب دهی می باشند. محققین سازمان تحقیقات منابع آب درسال ۱۳۷۵ گزارش تولید رسوب معلق ۶۷ ایستگاه رسوب سنجی حوضه مرکزی و ۴۱ ایستگاه دریاچه ارومیه را منتشر کردند. در این گزارشها، کمترین و بیشترین میزان تولید رسوب معلق برای حوضه دریاچه ارومیه به ترتیب ۲۱ (حوضه جوان چای) و ۱۶۹۳ (حوضه گادار چای) و برای حوضه مرکزی ۶/۱ (حوضه سیوند) و ۳۹۰۰ (حوضه کمایستان) تن در کیلومترمربع در سال برآورد شده است. وزارت نیرو در طرح بررسی جامع آب کشور (۱۳۷۸) تولید رسوب ۳۶۰ ایستگاه رسوب سنجی را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان می دهد کمترین و بیشترین میزان تولید رسوب حوضه های آبخیز مورد مطالعه به ترتیب مربوط به حوضه میمه دهلران با ۵۸/۱و حوضه بار در کویر مرکزی با ۳۰۲۵ تن در کیلومتر مربع بوده است. در سال های اخیر عربخدری و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از ۲۰۹ ایستگاه رسوب سنجی با آمار مناسب، اقدام به برآورد مقدار رسوب حوضه های کشور نموده اند. در این تحقیق متوسط رسوبدهی کشور در حدود ۲ تن در هکتار تعیین و حوضه های دریاچه ارومیه، مرکزی و قره قوم کمتر از متوسط و حوضه های خزر و خلیج فارس بیشتر از حد متوسط قرارگرفتند. حوضه های هامون جازموریان، میناب، بلوچستان جنوبی و مارون و زهره بیشترین رسوبدهی را به خود اختصاص دادند.

با توجه به کم بودن ایستگاه های اندازه گیری رسوب و نبود اطلاعات دقیق از فرسایش در کشور، استفاده از روش های تجربی در برآورد فرسایش و رسوب اجتناب ناپذیر است. مدل های تجربی زیادی جهت برآورد میزان فرسایش و رسوب در حوضه های آبخیز فاقد آمار ارائه گردیده که هر کدام در شرایط اقلیمی، سنگ شناسی و توپوگرافی خاصی ابداع گردیده‌اند و لازم است جهت کاربرد در مناطق دیگر واسنجی گردند.

مدل EPM یک مدل تجربی است که بر اساس تحقیق و اندازه‌گیری فرسایش و رسوب دراز مدت در کشور یوگسلاوی سابق ابداع شده است(Gavrilovic،۱۹۸۸). در کشور ایران نیز از مدل EPM به دلیل سادگی، در دسترس بودن اطلاعات مورد نیاز و وجود لایه های رقومی سراسری در کشور از آن برای برآورد پتانسیل فرسایش و رسوبدهی حوضه های آبخیز استفاده شده است. نعمتی(۱۳۷۳) در حوضه آبخیز شاهرود، پاک پرور(۱۳۷۵) در بخشی از حوضه آبخیز سد لتیان، نجفی نژاد(۱۳۷۵) درحوضه آبخیز سد لتیان، باقرزاده کریمی(۱۳۷۲) در حوضه آبخیز ازون دره در استان زنجان، بیات (۱۳۷۸) در حوضه آبخیز طالقان، و پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری(۱۳۸۶) فرسایش و رسوبدهی کل کشور را با این روش مورد ارزیابی قرار داد. بر اساس نتایج منتشره مقدار فرسایش متوسط کشور با این مدل ۶.۹ تن در هکتار در سال و مقدار رسوب حدود ۱ تن در هکتار در سال به دست آمده است. در این مقاله سعی می شود فرسایش ورسوب حاصل از اجرای مدل EPM در حوضه قره قوم در شمال شرق ایران ارائه، و نتایج آن با آمار رسوب ایستگاه های رسوب سنجی منطقه مورد ارزیابی قرار گرفته و ضرایب اصلاحی برای کارایی بهتر مدل ارائه گردد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه شامل ۱۲ واحد هیدرولوژیکی از حوضه آبخیز قره قوم می‌باشد. این حوضه آبخیز بین مختصات جغرافیایی ۱۲،°۵۸ تا ۱۱،°۶۱ طول شرقی و ۱۹،°۳۴ تا ۴۳،°۳۷ عرض شمالی واقع شده است و از شمال غرب به حوضه اترک، از جنوب به حوضه خواف - پترگان، از شرق به کشور افغانستان و از غرب به حوضه کویر مرکزی محدود می شود. از بین ایستگاه‌های واقع در حوضه ۱۲ ایستگاه دارای دوره آماری و تعداد داده مناسب برای تجزیه و تحلیل انتخاب واز روش منحنی سنجه رسوب حد متوسط دسته ها برای تعیین مقدار رسوب استفاده شد. در این روش دبي جريان با يك نمو معين به تعدادی دسته تقسیم می شود و برای دبی متوسط جریان هر دسته، متوسط دبی رسوب همان دسته نیز بدست مي‌آید و سپس منحنی سنجه رسوب برای جفت داده ها به صورت لگاریتمی ترسیم مي‌شود. عرب‌خدری و همکاران (۱۳۸۲) روش حد وسط دسته‌ها را به عنوان مناسبترین روش برای برآورد رسوبدهی معرفی کردند پس از استخراج منحنی سنجه رسوب، دبی روزانه ایستگاهها تهیه و سری زمانی آنها تشکیل داده شد. با اعمال معادلات منحنی سنجه رسوب در سری زمانی دبي‌های متوسط روزانه، بار معلق برای هر يك از روزهای دوره آماری بدست آمد. با جمع کردن بار معلق تمام روزهای سال، بار معلق همان سال محاسبه شد. مجموع تولید رسوب معلق سالهای دوره آماری به تعداد سالها تقسیم و متوسط تولید رسوب معلق سالانه برآورد گردید. از تقسیم رسوب سالانه بر مساحت حوضه، رسوب ویژه هر حوضه محاسبه گردید. نمونه ای از منحنی سنجه ایستگاه سرآسیاب رودخانه زشک در شکل ۱ نشان داده شده است. برای احتساب بار کف با توجه به سازندهای زمین شناسی، پتانسیل تولید رسوب بار کف از ۲۰ تا ۲۵ درصد بار معلق در نظر گرفته شد و سپس میانگین وزنی این ضرایب با توجه به مساحت تحت پوشش محاسبه گردید. به این ترتیب بار کل رسوبی ایستگاههای مختلف با لحاظ کردن سهم بار کف تعین گردید.



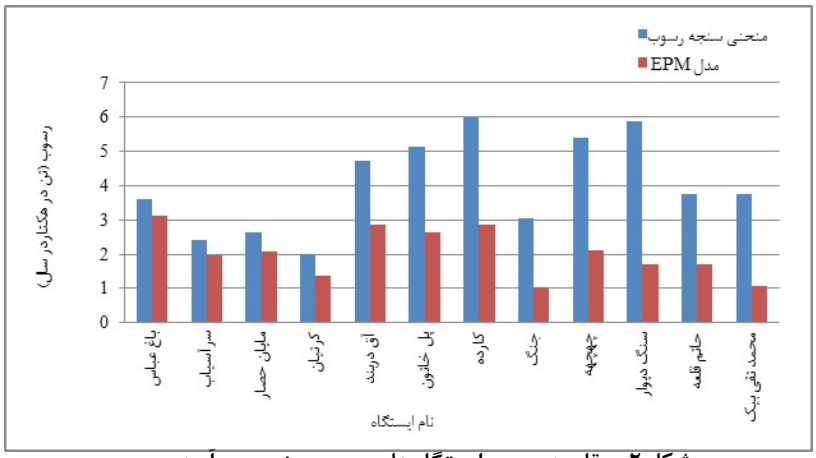
شکل۱- منحنی سنجه متوسط دسته ها در ایستگاه سر آسیاب (کد ۶۴۰۱۹)

برای برآورد مقدار فرسایش از روش EPM به ۴ لایه اطلاعاتی شامل ضریب فرسایش مشاهده‌ای حوضه آبخیز ( )، ضریب استفاده از زمین(Xa)، شیب متوسط حوضه (I)، ضریب مقاومت خاک و سنگ به فرسایش(Y) نیاز می باشد که عوامل اول و دوم آن بر اساس بازدید صحرایی و جداول استاندارد مدل امتیاز دهی می شود و برای محاسبه شیب متوسط حوضه از مدل رقومی ارتفاع(DEM) حاصل از داده های راداری و برای تعیین ضریب مقاومت خاك و سنگ، حساسیت واحدهای سنگ‌شناسی به فرسایش مورد توجه و

بررسی قرار گرفت. برای این منظور، کلیه سازندها، واحدهای سنگی و نهشته‌های سخت نشده در ۱۰ گروه مختلف شامل 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 وطبق جدول مدل امتیاز آن داده شد. کلیه اطلاعات مدل به لایه های رقومی تبدیل وبا نرم افزار ARCMAP مدل اجرا ومقدار فرسایش و سپس با اعمال نسبت تحویل رسوب (RU) رسوب زیر حوضه ها طبق روابط مدل محاسبه شد.

نتایج و بحث

مقدار فرسایش و رسوب حاصل از اجرای مدل و نیز رسوب به دست آمده از روش منحنی سنجه در محل ایستگاه های رسوب سنجی در جدول ۱ نشان داده شده است. اختلاف دو روش در ایستگاههای مختلف بین ۳۷/۱۳ تا ۶۵/۷۱ درصد متفاوت می باشد. آنچه که حائز اهمیت می باشد آن است که در کلیه حوضه های آبخیز مقدار برآورد شده از طریق مدل کمتر از روش منحنی سنجه رسوب ایستگاه های مربوطه می باشد. شکل ۲ بیانگر مقدار رسوب بدست آمده از روش EPM و ایستگاه های رسوب سنجی می باشد. درصد اختلاف بین رسوب برآورد شده با مدل و روش منحنی سنجه در شش ایستگاه بین ۳۷/۱۳ و ۹/۴۸ درصد می باشد که تا حدی بیانگر مناسب بودن نسبی مدل در ایستگاه های مربوطه می باشد. این شش ایستگاه دارای حوضه های مستقل بوده و مساحت آن ها بین ۱۰۰ تا ۸۰۰ کیلومتر مربع می باشد(جدول ۱). مقایسه آماری رسوب برآوردی مدل و مشاهده ای در ایستگاه های هیدرومتری این شش حوضه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بین برآورد مدل و آمار ایستگاه رسوبسنجی می باشد. میانگین نسبت رسوب مشاهده ای به رسوب برآورد شده توسط مدل در این شش حوضه معادل ۱.۸ می باشد و این بدان معنی است که با اعمال این ضریب در برآورد مدل می توان انتظار داشت که با رسوب اندازه گیری شده از ایستگاه هیدرومتری معادل گردد. این ضریب تبدیل برای کل ایستگاه های مورد بررسی برابر با ۲.۱۳ بدست آمد. با اعمال این ضریب می توان در حوضه هایی که از نظر شرایط اقلیمی، خاک، پوشش سطحی و کاربری اراضی مشابه بوده و فاقد ایستگاه رسوب سنجی هستند برآورد خوبی از مدل EPM به دست آورد. آنالیز حساسیت عوامل مدل نیز در این حوضه انجام شد که نتایج آن بیانگر به ترتیب حساسیت بالای عوامل زمین شناسی وخاک، کاربری اراضی، فرسایش، شیب، بارش و دما می باشد. با توجه به حساسیت بالای مدل به عامل زمین شناسی و خاک می بایست در همانند سازی این عامل برای شرایط زمین شناسی و خاک های ایران تلاش نمود. با توجه به میانگین فرسایش ۹/۷ تن در هر هکتار برای حوضه های مورد مطالعه، به نظر می رسد باید نسبت به تجدید نظر ضریب تحویل رسوب مدل به طور مستقل بررسی دقیق صورت گیرد.



شکل ۲- مقایسه رسوب ایستگاه های رسوب سنجی و برآوردی

جدول ۱- مقدار رسوب متوسط سالانه و رسوب ویژه به روش منحنی سنجه ومدل EPM

نام ایستگاه	مساحت کیلومتر مربع	ضریب بار کف	رسوب ویژه منحنی سنجه تن درهکتاردرسال	مقدار فرسایش مدل تن درهکتاردرسال	ضریب تحویل رسوب مدل	رسوب ویژه به روش مدل تن درهکتاردرسال	نسبت رسوب منحنی سنجه به مدل
*باغ عباس	۳۰۶.۲۲	۱.۲۳	۲.۴۱	۷.۰۵	۲۷.۵۹	۱.۹۵	۱.۲۴
*سراسیاب	۲۰۲.۰۱	۱.۲۵	۴.۷۳	۹.۸۲	۲۹.۲۷	۲.۸۷	۱.۶۵

*حصار	۱۱۶.۱۹	۱.۲۵	۳.۵۹	۹.۸۱	۳۱.۶۶	۳.۱۱	۱.۱۵
*کرتیان	۱۳۸.۳۲	۱.۲۵	۶.۰۱	۹.۲۱	۳۰.۸۹	۲.۸۵	۲.۱۱
*آق دربند	۱۶۰۳۶.۳۵	۱.۲۴	۳.۰۵	۶.۶۶	۱۵.۷۳	۱.۰۵	۲.۹۰
*پل خاتون	۱۶۷۴۰.۲	۱.۲۴	۳.۷۴	۶.۷۹	۱۵.۶۴	۱.۰۶	۳.۵۳
کارده	۴۵۰.۹۱	۱.۲۳	۵.۴۱	۸.۱۶	۲۶.۱۲	۲.۱۳	۲.۵۴
جنگ	۱۸۸.۰۵	۱.۲۲	۱.۳۲	۷.۰۲	۲۹.۵۷	۲.۰۸	.۰.۶۳
چهچهه	۸۴۷.۰۱	۱.۲۴	۶.۲۶	۱۱.۰۱	۲۳.۸۸	۲.۶۳	۲.۳۸
دیوار	۲۲۰.۷۴	۱.۲۳	۵.۸۷	۵.۸۷	۲۸.۹	۱.۷	۳.۴۵
حاتم قلعه	۱۲۵۴.۶۲	۱.۲۳	۴.۱۷	۷.۵۱	۲۲.۵۹	۱.۷	۲.۴۵
محمد بیک	۹۴۵.۲۹	۱.۲۳	۲.۰۲	۵.۸۴	۲۳.۵۱	۱.۳۷	۱.۴۷
میانگین	۳۱۲۰.۴۹	۱.۲۳	۴.۰۵	۷.۹	۲۵.۴۵	۲.۰۴	۲.۱۳

***حوضه هایی که بین رسوب مشاهده ای و برآوردی مدل اختلاف معنی دار وجود ندارد.**

منابع

باقرزاده کریمی، م. ۱۳۷۲. بررسی کارایی مدل‌های برآورد فرسایش و رسوب و تکنیک‌های سنجش از دور و GIS در مطالعات حوضه های آبخیز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

بیات، ر، ۱۳۷۸. بررسی کارایی مدل‌های MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوضه آبخیز طالقان به کمك GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۱۲۸ صفحه.

پاک‌پرور، م. ۱۳۷۵. ارزیابی روش‌های 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.

پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور. ۱۳۸۶. اطلس سیمای حوضه‌های آبخیز کشور- بخش فرسایش و رسوب.

تماب. ۱۳۷۵. بانك اطلاعات منابع آب. بولتن وضعیت منابع آب کشور، شماره ۱۲، ص ۱۷۳-۱۷۱.

جاماب (شرکت مهندسین مشاور). ۱۳۷۸. طرح جامع آب کشور، سنتز. وزارت نیرو.

جلالیان، ا. ، محمد قهاره، ا. کریم زاده، ح.ر. ۱۳۷۳. فرسایش و رسوب و علل آن در حوضه های آبخیز کشور و ارائه نتایج موردی در بعضی از حوضه های آبخیز ایران. خلاصه مقالات چهارمین کنگره علوم خاك ایران، ۶ تا ۹ شهریور، دانشکده کشاورزی دانشگاه اصفهان، ص. ۱۰-۹.

عرب خدری م، علی ولی خوجینی، شاهرخ حکیم خانی، امیرحسین چرخابی و عبدالرسول تلوری. ۱۳۸۸. برآورد رسوبدهی و تهیه نقشه تولید رسوب برای ایران. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. پژوهشکده حفاظت خاك و آبخیزداری.

عرب خدری، محمود، شاهرخ حکیم خانی و داود نیك کامی. ۱۳۸۲. مقایسه چند روش آماری برآورد رسوبدهی معلق در یك حوضه با رژیم برفی بارانی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی پایان یافته مرکز تحقیقات حفاظت خاك و آبخیزداری به کد ۱۵-۰۵۰۰۰۳۵۰۰۰-۷۹، ۶۳ صفحه

نجفی نژاد، علی، ۱۳۷۳. بررسی کارآئی مدل تجربی EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوضه آبخیز سد لتیان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

نعمتی، ن. ۱۳۷۳. برآورد رسوب حوضه آبخیز رودخانه شاهرود حوضه سد سفیدرود، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

Gavrilovic, Z. ۱۹۸۸. The use of an empirical method (erosion potential method) for calculating sediment production and transportation in unstudied or torrential streams. Proceeding of international conference on River Regime. May ۱۹۸۸. Published by John Wiley and sons. Paper.۱۲. p.۴۱۱-۴۲۲.

Abstract

In this research, suspended sediment data at ۱۲ sediment stations were analyzed then mean annual suspended sediment in each station was determined by using sediment discharge rating curve. Then mean annual sediment yield for each watershed of sediment station was calculated by EPM model. Finally, the accuracy of EPM method was compared with sediment load by using sediment discharge rating curve. Results showed that EPM model the average amount of erosion in the basin to ۷.۹ tons per hectare per year and the amount of sediment ۲.۰۴ tons per hectare per year is estimated. Statistical comparison between model and sediment discharge rating curve that differ less than ۵۰% indicates no significant difference between model and station. In this study, ۲.۱۳ conversion rate for the basin model refine Gharehghom result.