

مقایسه سه روش PSIAC, MPSIAC, EPM در برآورد میزان فرسایش و رسوب در

حوضه چهل چشمه استان فارس

آرش برزو^۱، محمدرضا ممیزی^۲، عباسعلی نیک‌اندیش^۳

۱. مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا

۲. مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا momayeziir@yahoo.com

۳. کارشناس ارشد زمین‌شناسی، شرکت نفت مناطق مرکزی ایران

تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۰/۴

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۱۴

چکیده

امروزه فرسایش خاک به عنوان خطری جدی برای رفاه انسان و حتی حیات او به شمار می‌آید که نه تنها سبب فقیر شدن خاک و متروک شدن مزارع و مراتع می‌گردد بلکه با رسوب مواد در آبراهه‌ها و مخازن سدها زیان‌های فراوانی را باعث می‌شود. جهت برآورد میزان فرسایش و تولید رسوب از روش‌های متعددی استفاده می‌شود که در مطالعه فرسایش و رسوب در حوزه چهل چشمه از سه روش PSIAC, EPM, MPSIAC استفاده شد. بررسی و تعیین میزان فرسایش خاک و تولید رسوب، انتخاب بهترین روش برآورد میزان فرسایش و رسوب در سطح حوضه، مشخص نمودن مناطق بحرانی فرسایش یافته و تعیین روش‌های مناسب برای کنترل فرسایش و کاهش تولید رسوب در هر واحد برنامه‌ریزی کاری و کل حوضه، از جمله اهداف این مطالعه بوده است. با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تلفیق اطلاعات مختلف جمع‌آوری شده از حوضه، تخمین میزان فرسایش و رسوب با روش‌های PSIAC, EPM, MPSIAC در هر زیر حوضه و کل حوضه آبخیز انجام شد. سپس نقشه فرسایش ویژه و نقاط بحرانی تهیه گردید. اعداد به دست آمده توسط سه روش ذکر شده با مطالعات صحرائی و آمار رسوب ایستگاه بند بهمن مقایسه گردید که بر این اساس روش MPSIAC به عنوان بهترین روش تعیین شد. در حوضه مورد مطالعه، عوامل زیادی از جمله تخریب پوشش گیاهی، چرای مفرط و بی‌رویه به خصوص در مناطق حساس به فرسایش، تخریب مراتع و شخم در جهت شیب، باعث افزایش میزان فرسایش خاک می‌شوند. جهت کاهش میزان فرسایش توجه به این نکته حائز اهمیت است که ۴۶/۵۴ درصد اراضی حوضه از سازندهای حساس به فرسایش از جنس آهک و مارن‌های آهکی است لذا لازم است هر گونه پیشنهادی با توجه جدی به نوع و لیتولوژی سازندها انجام گیرد تا مؤثرتر واقع شود.

واژه‌های کلیدی: فرسایش خاک، رسوب، EPM, PSIAC, MPSIAC

مقدمه

انسان برای ادامه حیات خود به مواد غذایی نیاز دارد که در اثر وجود آب و خاک به دست می‌آید. عاملی که وجود آب و خاک را به خطر می‌اندازد، فرسایش است که همواره برای از بین بردن آن‌ها عمل می‌کند. به همین جهت است که مبارزه با فرسایش در سطح جهانی مورد توجه قرار گرفته است. به طور کلی، فرسایش پدیده‌ای اجتناب ناپذیر بوده و نمی‌توان آن را کاملاً از بین برد، ولی فعالیت‌های انسان می‌تواند موجب تشدید یا کاهش آن شود. پدیده فرسایش و آثار سوء آن شاید در کوتاه مدت چندان چشمگیر نباشد، ولی در بلند مدت، محسوس خواهد بود، به طوری که امروزه فرسایش خاک به عنوان خطری جدی برای رفاه انسان و حتی حیات او به شمار می‌آید که نه تنها سبب فقیر شدن خاک و متروکه شدن مزارع و مراتع می‌گردد بلکه با رسوب مواد درآبراهه‌ها و مخازن سدها زیان‌های فراوانی را باعث می‌شود از این رو، فرسایش و رسوب یکی از مسائلی است که باید در مطالعات سدها به دقت مورد بررسی قرار گیرد و عوامل کنترل کننده آن نیز به دقت بررسی و طراحی گردند. عملیات آبخیزداری در حوضه‌های بالا

دست سدها یکی از مهم ترین ارکان کنترل فرسایش و رسوب به شمار می‌روند (او ۶). حوضه مورد مطالعه یکی از سر چشمه‌های تأمین کننده آب سد سلمان فارسی (سد قیر) در استان فارس با مساحتی معادل ۳۴۴/۶۷۴ کیلومتر مربع است که در مطالعه حاضر به عنوان بخشی از مطالعات اجرایی جهت برآورد میزان رسوب و کنترل فرسایش جهت کاهش حجم رسوب ورودی به سد مذکور است. در این حوضه، عوامل متعددی در ایجاد فرسایش نقش دارند. عوامل طبیعی مؤثر در فرسایش حوضه را مواردی چون پراکنش نامناسب بارندگی، بالا بودن سهم باران از بارش‌های جوی، قابلیت نفوذ کم و ایجاد رواناب زیاد در سطح حوضه و حساسیت بالای سازندهای منطقه نسبت به فرسایش و عوامل تشدید کننده فرسایش شامل تخریب پوشش گیاهی، چرای مفرط و بی‌رویه به خصوص در مناطق حساس به فرسایش، تخریب مراتع و شخم زدن در جهت شیب تشکیل می‌دهند. جهت برآورد میزان فرسایش و تولید رسوب، روش‌های متعددی وجود دارد که روش‌های تجربی EPM, PSAC MPSIAC, به دلیل

مطالعات مقدماتی

در این مرحله، حوضه مورد مطالعه با استفاده از تغییرات تن (tone) در عکس‌های هوایی، پوشش گیاهی، مناطق فاقد پوشش، شیب زمین و سازندهای زمین‌شناسی به ۱۵۲ پلیگون تقسیم شد.

مطالعات صحرایی

در مرحله مطالعات صحرایی، اطلاعات مورد نیاز روش‌های تجربی در فرم‌هایی که بدین منظور تهیه شده بودند وارد شد، مرز پلیگون‌های فرسایشی اصلاح گردید و نقاط بحرانی فرسایشی مشخص شد (نقشه ۱).

جمع بندی و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از مطالعات صحرایی، نوع و شدت فرسایش در هر پلیگون مشخص گردید. پس از دسته‌بندی اطلاعات تعداد پلیگون‌های اولیه به ۲۶ پلیگون مشابه و هم فرسایش تقسیم شد (جدول ۱) که در نهایت با استفاده از این جدول، نقشه پراکنش انواع فرسایش (سیمای فرسایش) تهیه گردید (نقشه ۲).

در نظر گرفتن عوامل مؤثر بیشتری در فرسایش خاک، کاربرد زیادی در مطالعات انجام شده توسط محققین ایرانی دارا ند (۲، ۳، ۴، ۵، ۷ و ۸). لذا اهداف مطالعه حاضر عبارتند از: مشخص کردن وضعیت فرسایش و رسوب با استفاده از روش‌های ذکر شده، مقایسه نتایج حاصل از به کارگیری این روش‌ها با یکدیگر و تعیین روش‌ها و راهکارهای مؤثر جهت کنترل و کاهش میزان فرسایش در حوضه مورد مطالعه.

مواد و روش‌ها

حوزه مورد مطالعه در حدود ۴۰ کیلومتری غرب شیراز (مسیر جاده شیراز - کازرون) و در محدوده جغرافیایی عرض‌های شمالی $30^{\circ} 37'$ تا $29^{\circ} 30' 52''$ و طول‌های شرقی $51^{\circ} 52'$ تا $52^{\circ} 00' 00''$ قرار دارد. از نظر اقلیم، بر اساس روش آمبرژه، مرطوب سرد و طبق روش کوپن، مرطوب و در روش دومارتن، بسیار مرطوب طبقه‌بندی می‌گردد. ارتفاع حوضه بین ۲۰۷۰ تا ۲۸۱۹ متر بالای سطح دریا متغیر است.

در مرحله بعد با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده و جداول مربوط به عوامل مؤثر در بر آورد فرسایش توسط سه روش مذکور، میزان عددی هر عامل در پلیگون‌های مشابه تعیین گردید. به دلیل سهولت استفاده از زیر حوضه‌ها به عنوان واحدهای کاری و برنامه‌ریزی، نیز عملی‌تر بودن این روش، حوضه مذکور به ۱۵۹ زیر حوضه تقسیم شد و با استفاده از سیستم

اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌های مورد نیاز، از جمله زمین‌شناسی، اجزای اراضی، خاک شناسی، پوشش گیاهی و شیب به طور مجزا با نقشه زیر حوضه‌ها تلفیق و روی هم اندازی شدند تا وضعیت پارامترهای مورد نیاز در هر زیر حوضه مشخص شود. میزان عددی اطلاعات مورد نیاز جهت برآورد فرسایش در هر (۱) حوضه از فرمول زیر و با روش میانگین وزنی محاسبه شد.

$$\text{میانگین وزنی} = \frac{\sum (\text{مساحت پلیگون در زیر حوضه} \times \text{عدد مربوطه})}{\text{مساحت کل زیر حوضه}}$$

وزن نهایی هر زیر حوضه

مساحت کل زیر حوضه

و در نهایت میزان فرسایش در هر زیر حوضه، محاسبه و به روش فوق و از طریق میانگین وزنی میزان فرسایش در کل حوضه محاسبه گردید.

همچنین با استفاده از سیستم اطلاعات

جغرافیایی و به روش مشابه استفاده شده برای

جدول ۱ - مشخصات فرسایشی، مساحت و درصد مساحت پلیگون‌های هم فرسایش

Table 1. Characteristics, area and area percentage of iso erosion polygons

درصد از کل مساحت حوضه Percentage from total area	مساحت Area (Km ²)	نوع و شدت فرسایش Erosion type and intensity			شماره پلیگون Polygon No.
		خندقی Gully E.	شباری Rill E.	سطحی Surface E.	
11.24	38.734	کم Low	کم Low	کم Low	1
3.60	12.424	کم Low	کم Low	کم Low	2
1.01	3.474	متوسط Medium	کم Low	کم Low	3
0.44	1.498	کم Low	متوسط Medium	کم Low	4

24.81	85.505	کم Low	متوسط Low	کم Medium	5
0.03	0.092	کم High	کم Low	متوسط Medium	6
0.43	1.481	زیاد Low	کم Medium	متوسط Medium	7
14.12	48.66	کم Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	8
0.25	0.843	متوسط Medium	متوسط Medium	متوسط Medium	9
0.27	0.915	High زیاد	Medium متوسط	Medium متوسط	10
1.11	3.831	Medium متوسط	High زیاد	Medium متوسط	11
7.16	24.693	Low کم	Low کم	High زیاد	12
3.88	13.359	Medium متوسط	Low کم	High زیاد	13
0.29	0.972	Medium متوسط	Low کم	High زیاد	14
0.72	2.47	Low کم	Medium متوسط	High زیاد	15
2.02	6.956	Low کم	Medium متوسط	High زیاد	16
1.14	3.914	Medium متوسط	Medium متوسط	High زیاد	17
4.70	16.211	Medium متوسط	Medium متوسط	High زیاد	18
0.99	3.402	High زیاد	Medium متوسط	High زیاد	19
3.67	12.641	Low کم	High زیاد	High زیاد	20
0.07	0.239	Low کم	High زیاد	High زیاد	21
11.32	39.01	Medium متوسط	High زیاد	High زیاد	22
0.54	1.855	Medium متوسط	High زیاد	High زیاد	23

5.03	17.338	High زیاد	High زیاد	High زیاد	24
0.93	3.203	High زیاد	High زیاد	High زیاد	25
0.28	0.955		مناطق مسکونی		26

نتایج و بحث

سال در نظر گرفته شود، مقدار مجاز فرسایش با در نظر گرفتن وزن مخصوص ظاهری ۱۳۰۰ کیلوگرم در متر مکعب، حد مجاز فرسایش حدود ۹۷۰ متر مکعب در کیلومتر مربع در سال می‌شود که طبق جدول فوق مطابق روش PSIAC در تمام کاربری‌ها حد فرسایش کمتر از حد مجاز است که چنین چیزی با واقعیت مطابقت ندارد.

از آن جایی که تعیین مناسب‌ترین روش‌های کنترل فرسایش و کاهش رسوب، خود نیازمند داشتن اطلاعاتی از وضعیت تولید رسوب در هر کاربری در سطح حوضه است، برآورد میزان رسوب برای کاربری‌های مختلف موجود در حوضه نیز انجام شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

با توجه به جدول ۲ و با توجه به این که اگر حد مجاز فرسایش، ۱۲/۵ تن در هکتار برای یک

جدول ۲- میزان فرسایش ویژه برای کاربری‌های مختلف در سطح حوضه آبخیز چهل چشمه بر حسب $m^3/km^2/y$

Table 2. Specific erosion of different land uses in Chehl Cheshmeh Basin ($m^3/km^2/y$).

میانگین تصحیح شده			کاربری زمین Land use
Corrected average			
EPM	PSIAC	MPSIAC	
2372.44	346.72	5546.54	مراتع مشجر Wooded pastures
2945.23	385.50	5137.01	مراتع بوته زار Bushed pastures
3017.25	378.41	3768.16	زراعت دیم Dry farming
2103.94	425.44	1411.78	زراعت آبی Irrigated farming

2613.78	358.78	5604.08	نهال کاری دیم Dry young trees
2699.4	302.13	2696.86	باغات آبی Irrigated gardens
3478.04	467.54	8692.42	مراتع تخریب شده با پوشش ضعیف degraded pastures poor weak plant covering
4170.48	640.27	4232.99	اراضی جنگلی تخریب شده با پوشش ضعیف degraded forests with poor plant covering

از آن جایی که در این مقاله ارایه مقادیر سه روش تجربی EPM, PSIAC و عددی فرسایش و رسوب تولیدی در ۱۵۹ زیرحوضه مقدور نیست، در جدول ۳ فقط به ذکر مقادیر فرسایش و رسوب محاسبه شده به

که نسبت تحویل رسوب (Sediment Delivery Ratio) حوضه ۰/۱۶۶ است.

جدول ۳- مقادیر فرسایش و رسوب محاسبه شده به روش‌های تجربی مختلف در حوضه آبخیز چهل چشمه

Table 3. Amount of calculated erosion and sediment by different experimental methods in Chehl Cheshmeh Basin

روش محاسبه Calculation method	فرسایش ویژه Specific erosion (Ton/km ² /y)	رسوب ویژه Specific sediment (Ton/km ² /y)	کل فرسایش حوضه Total erosion (Ton/Y)	رسوب خروجی از حوضه Discharged sediment (Ton/Y)	
				براساس SDR محاسبه شده از فرمول Based on calculated SDR of formula	براساس میانگین وزنی رسوب ویژه Based on weighted average of specific erosion
MPSIAC	1007.32	353.66	347165.67	122586.76	57721.81
PSIAC	449.15	161.83	154784.49	55779.63	25735.38
EMP	3246.18	1153.253	1118772.90	397496.32	186013.78

با توجه به آمار رسوب‌سنجی ایستگاه بند بهمن و مقایسه مساحت حوضه این ایستگاه با مساحت حوضه مورد مطالعه که بخشی از حوضه ایستگاه بند بهمن است، میزان رسوب حمل شده

در حوزه چهل چشمه ۵۵۰۹۲/۷۷ تن در سال برآورد گردید (جدول ۴)

جدول شماره ۴- مقادیر بار معلق، بار بستر و کل رسوب در حوضه ایستگاه بند بهمن و چهل چشمه

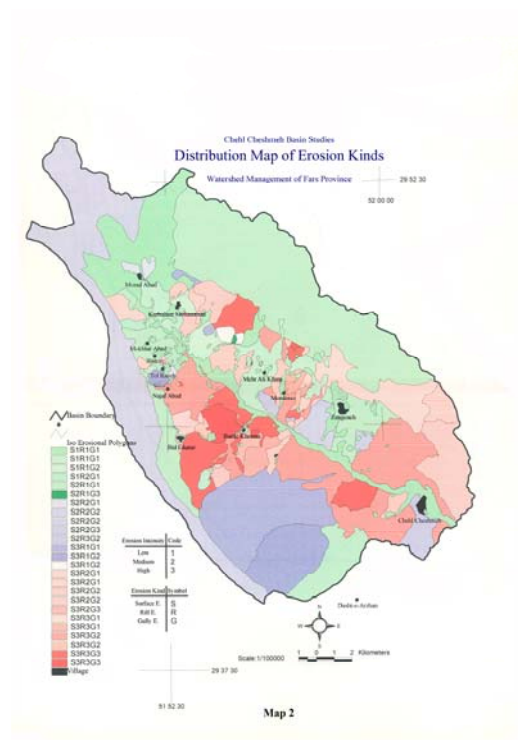
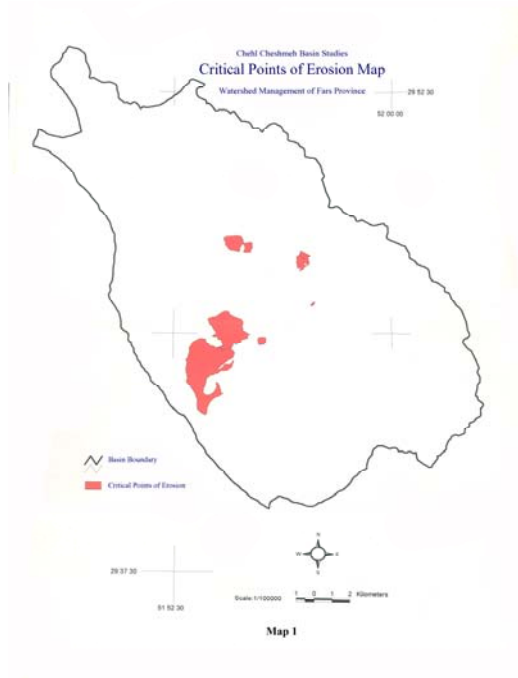
Table 4: Suspended load, bed load and total sediment in Band-e-Bahman Hydrometry Station and Chehl Cheshmeh basin

نام حوضه Basin	سطح حوضه Area (Km ²)	بار معلق Suspended load (Ton/Y)	بار بستر Bed load (Ton/Y)	بار کل Total load (Ton/Y)
Band-e-Bahman	456.89	63503.83	9525.57	73029.4
Chehl Cheshmeh	364.674	47906.759	7186.01	55092.769

با مقایسه جداول ۳ و ۴ می‌توان نتیجه گرفت، میزان رسوب خروجی حوضه توسط روش PSIAC کمتر از مقدار تخمین زده شده توسط آمار مربوط به ایستگاه بند بهمن است و همان طور که قبلاً ذکر گردید بر اساس این روش، فرسایش در کل حوضه کمتر از حد بحرانی فرسایش است که با مشاهدات میدانی مطابقت ندارد. لذا این روش، همان گونه که در محاسبه میزان فرسایش در کاربری‌های مختلف نیز گفته شد، نمی‌تواند روش مناسبی جهت برآورد میزان تولید رسوب در حوضه مورد مطالعه باشد. از سوی دیگر با توجه به اختلاف زیاد رسوب به دست آمده از روش EPM با مقدار رسوب اندازه‌گیری شده در ایستگاه بند بهمن، این روش نیز روش مناسبی به شمار نمی‌آید. از این رو، براساس مشاهدات صحرایی و آمار ایستگاه بند بهمن، نتایج حاصل از روش MPSIAC با واقعیت تطابق بیشتری دارد. همچنین مطالعات نشان داد که ۴۶/۵۴ درصد سازندهای منطقه از جنس مارن و مارن‌های آهکی است که نسبت به فرسایش، حساسیت نسبتاً زیادی دارند. بنا بر این، کلیه عملیات حفاظتی باید با توجه به حساسیت سازندها انجام گیرد و حتی در مناطق بحرانی به دلیل حساسیت بسیار زیاد سازندها، تنها عملیات حفاظتی پیشنهادی، قرق است. از عوامل مهم ایجاد فرسایش در منطقه، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- از بین بردن پوشش گیاهی، چرای بی‌رویه دام بخصوص در نقاط حساسه؛

- تخریب مراتع و شخم در جهت شیب.
جهت کاهش فرسایش موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:
- احداث بانکت، تراس و کاشت مثلثی در باغات دیم؛
- استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار بارانی و قطره‌ای.
- در مناطق بحرانی به دلیل حساسیت زیاد مواد مادری به فرسایش، هیچ گونه عملیاتی جز قرق مراتع و کاهش چرای دام‌ها پیشنهاد نمی‌شود؛
- ساختن سدهای اصلاحی در آبراهه‌ها جهت حفظ بستر آبراهه‌ها؛
- افزایش پوشش گیاهی با استفاده از کاشت گیاهان و عملیات حفاظتی؛
- مالچ پاشی و شخم در جهت عمود بر شیب اصلی در دیمزارها؛
- تشکر و قدردانی**
- بدین وسیله از مدیریت محترم آبخیز داری سازمان جهاد کشاورزی استان فارس که امکانات لازم جهت انجام این پژوهش را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.



منابع مورد استفاده

- ۱- احمدی، ح. ۱۳۶۸. ژئومورفولوژی کاربردی، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- احمدیان، ح. ۱۳۸۰. بررسی و تحقیق در مورد وضعیت رسوب زایی حوضه سرخ آباد سواد کوه به منظور اولویت گذاری زیر حوضه ها با استفاده از آمار رسوب و مدل MPSIAC. هفتمین کنگره علوم خاک ایران.
- ۳- اسدی، مجتبی، حسن احمدی، ر. سکوتی اسکویی. ۱۳۷۸. آزمونی جهت ارزیابی توانایی یک مدل برآورد میزان فرسایش و رسوب. مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران.
- ۴- اسکندری، ر.ج. محمدی، ۱۳۸۰، برآورد پتانسیل فرسایش و رسوب در حوضه آبخیز چغاخور با استفاده از مدل EPM و سیستمهای اطلاعات جغرافیایی. هفتمین کنگره علوم خاک ایران.
- ۵- داد خواه، منوچهر و ع. نجفی نژاد. ۱۳۷۶. کارایی مدل EPM در برآورد فرسایش و رسوب در حوضه آبخیز سد لتیان. مجله منابع طبیعی ایران.
- ۶- رفاهی، ح.ق. ۱۳۷۸. فرسایش آبی و کنترل آن. مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
- ۷- سکوتی اسکویی، ر. ۱۳۷۸. واسنجی روش PSIAC اصلاح شده برای برآورد کمی رسوب. مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران.
- ۸- لشکری پور، ا. غ.ر. محمدی، طریق ازلی، ص. ۱۳۸۲. استفاده از روش PSIAC در برآورد میزان فرسایش و رسوب حوضه آبریز سد شهید کاظمی (زرینه رود). چکیده مقالات بیست و دومین گردهمایی علوم زمین
- ۹- مدیریت آبخیز داری سازمان جهاد کشاورزی استان فارس. ۱۳۸۰. مطالعات توجیهی اجرایی حوضه آبخیز چهل چشمه (بنرود و زنگنه).
- 10- Gavrilovic, Z. 1988. The use of empirical method (Erosion Potential Method) for calculating sediment production and transportation in unstudied or torrential streams. In: White, W. R. (ed.), International Conference on River Regime; 411-422. Chichester.