



## اولویت‌بندی حوزه آبخیز برای اقدامات آبخیزداری

رضا قضاوی<sup>۱</sup>، نرگس سقازاده<sup>۲</sup>، امید اسدی نلیوان<sup>۳</sup>

۱- دانشیار گروه منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه کاشان

۲- دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه کاشان

۳- عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران و

دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

n.saghazadeh@yahoo.com

### چکیده

فرسایش و هدررفت خاک یکی از عوامل اصلی در کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش محصول، رسوب مواد در آبراهه‌ها، کانال‌های آبیاری و رودخانه‌ها، کاهش ظرفیت مخازن سدها و کاهش عمر آن‌ها می‌باشد. تخمین مقدار رسوب‌دهی حوزه‌های آبخیز، مقابله با خطرات ناشی از تجمع رسوب در سازه‌های آبی و مخازن سدها از اهداف اساسی در مدیریت منابع آب می‌باشد که باعث توسعه پایدار می‌شود. این تحقیق با هدف برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز جهت کاهش این مقادیر با استفاده از مدل EPM انجام گرفته است. با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی‌های انجام شده در حوزه آبخیز قورچای و با توجه به مقدار فرسایش در زیرحوزه‌ها و مقدار SDR برای اولویت‌بندی عملیات اجرایی آبخیزداری در منطقه به ترتیب زیرحوزه‌های ۱۵، ۱۳، ۱۲، ۴، ۱۴، ۹، ۳، ۱۱، ۸، ۲، ۱۰، ۱، ۱۶، ۷، ۵ و ۶ از لحاظ انجام عملیات اجرایی با هدف کاهش مقدار فرسایش و رسوب در اولویت‌های اول تا آخر قرار می‌گیرند. رتبه‌بندی حوزه‌ها، باعث هدایت صحیح و موثر بودجه، منابع انسانی، تجهیزات و سایر منابع به حوزه‌ای می‌شود که توان و پتانسیل بیشتر برای پیشرفت نسبت به سایر حوزه‌ها در منطقه را دارد و از این طریق بستری برای توسعه پایدار فراهم شده است.

**کلمات کلیدی:** فرسایش، رسوب، حوزه آبخیز قورچای، اولویت بندی، EPM

### مقدمه

فرسایش و رسوب‌زایی یکی از مشکلات مهم در مدیریت حوزه‌های آبخیز کشور می‌باشد. فرسایش و پیامدهای ناشی از آن با تشدید بهره برداری انسان از طبیعت از اوائل قرن بیستم اثرات منفی خود را بر اکوسیستم‌های حیاتی وارد ساخته است. عامل اصلی آن افزایش جمعیت و استفاده بیش از حد از زمین است. به منظور اجرای برنامه‌های حفاظت و کنترل فرسایش خاک و کاهش رسوبدهی ضرورت دارد که حجم کل بار رسوبی و شدت فرسایش پذیری در یک حوزه آبخیز ارزیابی و برآورد گردد و عوامل موثر در فرسایش حوزه شناسایی گردند، به طوری که شناسایی این عوامل ما را در انتخاب راهکارهای مناسب جهت کنترل فرسایش و حفظ منابع طبیعی یاری نماید (نجفی‌نژاد، ۱۳۷۳). فرسایش آبی از جمله فرآیندهایی است که بر منابع آب و خاک کشور تأثیر نامطلوبی دارد به طوری که از حدود ۱۰۰ میلیون هکتار اراضی کشور که در معرض پدیده بیابان‌زایی هستند، ۷۵ میلیون هکتار آن در معرض فرسایش آبی است (دفتر تثبیت شن و بیابان‌زدایی). مسئولان و کارشناسان امر جهت جلوگیری از فرسایش و هدر رفت منبع بار ارزش خاک اقدامات متعددی همچون قرق مراتع جهت تقویت و بهبود پوشش گیاهی، مرتع کاری و اصلاح مراتع و احداث سازه‌های مختلف همچون



آب بندها، سدهای کوچک و متوسط را در سطح حوزه های آبخیز در دستور کار قرار داده‌اند. اما با توجه به محدود بودن منابع مالی و لزوم اقتصادی و پرتیر بودن اقدامات انجام شده باید اجرای عملیات اصلاحی و حفاظتی همواره از مناطقی که دارای بیشترین میزان هدر رفت و فرسایش است آغاز شود و برای دستیابی به این مهم برآورد میزان فرسایش حوزه های آبخیز و قسمت‌های مختلف یک حوزه آبخیز دارای اهمیت و مشخص کننده نوع، حجم و مکان انجام اقدامات مختلف جهت حفظ خاک است (جندقی و بای، ۱۳۸۹). بنابراین مطالعات فرسایش و تولید رسوب در زنجیره مطالعات منابع طبیعی به عنوان یکی از حلقه های مهم در تصمیم گیری‌ها و موفقیت و کارآمدی طرح‌های آبخیزداری دارای اهمیت زیادی است. برای برنامه‌ریزی و آگاهی از وضعیت تخریبی حوزه آبخیز، داشتن میزان فرسایش و رسوب تولیدی از هر حوزه لازم و ضروری می‌باشد. تنگستانی برای دستیابی به این هدف به دو طریق استفاده از آمار رسوب سنجی یا استفاده از مدل‌های تجربی مورد استفاده در این زمینه اقدام نمود (۲۰۰۵). با توجه به اینکه از طریق استفاده از آمار هیدرومتری ایستگاه‌ها روش قابل قبولی که بتوان میزان فرسایش خاک حوزه و زیرحوزه‌های آن را محاسبه و تعیین نمود وجود ندارد، لذا از روش تجربی EMP برای تعیین میزان فرسایش خاک و همچنین تولید رسوب و برای مقایسه با میزان رسوب محاسباتی، از آمار ایستگاه هیدرومتری رامیان استفاده گردید.

#### مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز قورچای (یکی از زیر حوزه‌های آبخیز گرگانرود) در جنوب حوزه آبخیز گرگانرود و در جنوب شهرستان رامیان در استان گلستان قرار دارد. منطقه مورد مطالعه از لحاظ موقعیت سیاسی، در مرز استان‌های سمنان و گلستان واقع شده است. این حوزه در طول جغرافیایی ۲۴° ۰۲' تا ۴۷° ۱۶' شرقی و عرض جغرافیایی ۲۶° ۴۸' تا ۰۵° ۰۳' شمالی قرار دارد و مساحت کل آن بالغ بر ۲۴۸۱۶/۵ هکتار می‌باشد. شهرستان رامیان در محل خروجی حوزه قرار داشته و تنها شهر مهم منطقه مورد مطالعه می‌باشد. حوزه آبخیز قورچای دارای شانزده زیرحوزه می‌باشد (مشاور شمال، ۱۳۸۶).

#### روش‌ها

در این تحقیق ابتدا برای تعیین شدت فرسایش از مدل EPM استفاده شد. برخی از روابط مدل به شرح زیر می‌باشد (احمدی، ۱۳۸۶)

$$Z = X_a \times Y(\varphi + I) \quad (1)$$

که در آن:

Z= ضریب شدت فرسایش

X<sub>a</sub>= ضریب استفاده از زمین

Y= ضریب حساسیت خاک به فرسایش

φ= ضریب فرسایش

I= شیب متوسط حوزه بر حسب درصد



سپس از فرمول مقابل فرسایش ویژه بدست می‌آید:

$$W_{sp} = T \cdot H \cdot \pi \cdot Z^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

که در آن:

$W_{sp}$  = فرسایش ویژه سالیانه حوزه بر حسب  $m^3/Km^2/y$

$H$  = متوسط مقدار بارندگی سالیانه بر حسب mm

$\pi$  = عدد پی 3/14

$T$  = ضریب درجه دما

$t$  = میانگین دمای سالانه بر حسب سانتی‌گراد

$$T = \left( \frac{t}{1.8} + 0.1 \right)^{0.5} \quad (3)$$

سپس برای تعیین میزان رسوبدهی کل حوزه و هر یک از زیرحوزه‌های آن روابط زیر بکار گرفته شده است:

$$R_{u_i} = \frac{4(P \times D)^{\frac{1}{3}}}{L + 1.0} \quad (4)$$

$R_{u_i}$  = ضریب رسوبدهی حوزه آبخیز (SDR)

$L$  = طول حوزه آبخیز بر حسب Km

$P$  = طول محیط حوزه آبخیز بر حسب Km

$D$  = اختلاف ارتفاع (تفاضل ارتفاع متوسط حوزه به ارتفاع نقطه خروجی) KM

دبی رسوب ویژه نیز از فرمول مقابل بدست می‌آید:

$$GSP = W_{sp} \times R_U \quad (5)$$

$GSP$  = رسوب ویژه حوزه بر حسب  $m^3/Km^2/y$

$W_{sp}$  = فرسایش ویژه حوزه بر حسب  $m^3/Km^2/y$

$R_U$  = ضریب رسوبدهی حوزه آبخیز

سپس به منظور محاسبه رسوب حوزه آبخیز مورد مطالعه، از آمار ایستگاه هیدرومتری رامیان که تقریباً بر خروجی حوزه واقع شده و دارای دوره مشترک ۲۲ ساله بین دبی آب و دبی رسوب ماهانه از سال‌های ۵۳ الی ۷۵ می‌باشد استفاده شد.

## نتایج

با توجه به نتایج بدست آمده از مطالعات پایه و بازدیدهای میدانی انجام شده، ضرایب تعدادی از پارامترهای فوق به شرح جداول ذیل می‌باشد (جداول ۱ الی ۳).



جدول ۱: مقادیر ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش حوزه آبخیز قورچای

ضریب Y	علامت	لیتولوژی
۰/۹	Cm	سنگ آهک
۰/۹	Cb	سنگ آهک
۰/۹	pd	سنگ آهک و ماسه سنگ کوارتزیتی
۰/۹	p <sup>r</sup>	سنگ آهک و ماسه سنگ کوارتزیتی
۰/۹	jmz	سنگ آهک
۰/۹	ku	سنگ آهک
۰/۹	ktr	سنگ آهک
۱/۲	dkh	سنگ آهک و آهک مارنی و مارن
۱/۲	js1, js2, js3	شیل، ماسه سنگ و زغال سنگ
۱/۲	ksh	آهک مارنی و مارن آهکی
۱/۶	Qt1, qt2	پادگانه های آبرفتی قدیمی و جدید
۱/۶	Qsc	رسوبات واریزه
۲	qal	رسوبات رودخانه ای

جدول ۲: میزان ضریب استفاده از زمین حوزه آبخیز قورچای

ضریب Xa	نوع کاربری
۰/۹	زراعت روی شیب بالای ۱۲ درصد
۰/۷	زراعت روی شیب کمتر از ۱۲ درصد
۰/۶	مرتع
۰/۲	جنگل خوب
۰/۴	جنگل متوسط
۰/۶	جنگل مخروبه
۰/۵۵	باغ
۰/۲	جنگل زربین
۰/۷۵	اراضی رها شده
صفر	بروتردگی سنگی
۱	آبراهه اصلی



جدول ۳: مقادیر ضریب فرسایش حوزه آبخیز قورچای

ضریب $\phi$	نوع فرسایش
۰/۶	فرسایش سطحی به همراه فرسایش شیبی
۰/۲	فرسایش بارانی به همراه فرسایش سطحی
۰/۴	فرسایش بارانی به همراه سطحی ضعیف
۰/۵	فرسایش بارانی به همراه سطحی متوسط و شیبی ضعیف
۰/۳	فرسایش بارانی به همراه سطحی ضعیف و در آبراهه های آن واریزه و ریزش کناری مشاهده می‌شود
۰/۱	بدون فرسایش
۰/۵	فرسایش بارانی به همراه سطحی متوسط و واریزه در مسیر آبراهه های آن‌ها
۰/۴	بسیست درصد منطقه دارای فرسایش سطحی و تقسیم بدون فرسایش
۰/۴	فرسایش سطحی به همراه شیبی متوسط
۰/۱	فرسایش سطحی ضعیف
۰/۶	فرسایش سطحی به همراه شیبی متوسط در اراضی رها شده
۰/۵	فرسایش سطحی بر روی برو ترد سنگی پنجاه درصد
۰/۱	بروترد سنگی صد در صد
۱	فرسایش کناره ای رود خانه
۰/۶۷	ریزش سنگی

جدول ۴ نیز طبقه بندی شدت فرسایش در روش EPM را نشان می‌دهد.

جدول ۴: طبقه بندی شدت فرسایش در روش EPM

z	Z		
" !	Z >		
\$%!&	> Z > \$"#		
\$"!!	\$"#> Z > \$"	&	
\$"	\$">Z > \$"	()	'
\$"	\$" * > Z	()	!

به منظور تعیین ضریب رسوبدهی حوزه آبخیز قورچای از روش EPM که در بالا تشریح شد استفاده شد که نتایج آن در جدول زیر آورده شده است (جدول ۵).



جدول ۵: مقادیر پارامترهای مورد نیاز برای ضریب رسوبدهی

حوزه	محیط (km)	طول حوزه (km)	ارتفاع متوسط (km)	ارتفاع خروجی (km)	میزان D	SDR%
زیرحوزه ۱	۷/۷	۳/۰۴	۰/۳۷	۰/۲۰۸	۰/۱۶۲	۰/۳۴
زیرحوزه ۲	۱۰/۰۶	۲/۵۵	۰/۵۰۳	۰/۳	۰/۲۰۳	۰/۴۵
زیرحوزه ۳	۲۴/۵۱	۱۰/۰۶	۱/۱۶۰	۰/۳۸۳	۰/۷۷۷	۰/۲۲
زیرحوزه ۴	۱۸/۶۸	۷/۷۱	۱/۳۶۲	۰/۵۴۲	۰/۸۲	۰/۸۸
زیرحوزه ۵	۸/۷۴	۳/۱۸	۱/۳۵۴	۰/۷۰۰	۰/۶۵۴	۰/۷۲
زیرحوزه ۶	۱۳/۳۳	۴/۴۱	۱/۴۵۵	۰/۷۴۸	۰/۷۰۷	۰/۸۵
زیرحوزه ۷	۱۰/۳۴	۹/۹۵	۱/۴۷۵	۰/۸۶	۰/۶۱۵	۰/۵
زیرحوزه ۸	۱۷/۹۶	۷/۷۲	۱/۷۵۵	۰/۹۲۹	۰/۸۲۶	۰/۸۷
زیرحوزه ۹	۱۸/۱	۸/۲۱	۱/۸۲۵	۱/۰۵	۰/۷۷۵	۰/۸۲
زیرحوزه ۱۰	۲۴/۳	۸/۳۹	۱/۸۶۵	۱/۰۵	۰/۸۱۵	۰/۹۹
زیرحوزه ۱۱	۱۲/۸۱	۵/۲۲	۱/۶۴۴	۱/۰۳۲	۰/۶۱۲	۰/۷۳
زیرحوزه ۱۲	۱۶/۶۶	۱۶/۱۴۷	۱/۶۶	۰/۹۹۸	۰/۶۵۶۲	۰/۸۱
زیرحوزه ۱۳	۱۳/۲۱	۴/۵۱	۱/۵۱۷	۰/۹۹۸	۰/۵۱۹	۰/۷۲
زیرحوزه ۱۴	۱۵/۷۶	۶/۵۵	۱/۲۵۸	۰/۶۸۸	۰/۵۷	۰/۷۲
زیرحوزه ۱۵	۱۵/۰۸	۵/۴۱	۰/۹۲۶	۰/۴۲۴	۰/۵۰۲	۰/۷۱
زیرحوزه ۱۶	۹/۰۲	۳/۷۷	۰/۷۴۴	۰/۲۷۵	۰/۴۶۹	۰/۶
کل حوزه	۹۰/۹۸	۳۵/۸۶	۰/۲۷۲	۰/۱۵	۱/۱۲۲	۰/۸۸

بدین ترتیب با توجه به کلیه ضرایب و روابط به کار گرفته شده در حوزه مورد مطالعه، میزان متوسط وزنی  $Z$  هر یک از زیر حوزه‌ها و در نهایت کل حوزه آبخیز قورچای محاسبه شد. (جدول ۶) بعد از انجام مراحل فوق و به دست آوردن ضریب شدت فرسایش به منظور محاسبه متوسط سالانه فرسایش ویژه از فرمول مربوطه استفاده گردید. پارامترهای مورد نیاز و مقادیر محاسبه شده در جدول ۶ آورده شده است.



جدول ۶: مقادیر متوسط سالانه فرسایش و رسوب ویژه حوزه آبخیز قورچای

حوزه	I(%)	Z	t(c <sup>0</sup> )	T	H(mm)	W <sub>SP</sub> (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /y)	G <sub>SP</sub> (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /y)	شدت فرسایش
زیرحوزه ۱	۱۸/۴۹	۰/۲۵۲	۱۶/۵	۱/۳۲	۸۰۶/۱۸	۴۲۲/۹۲	۱۴۴/۸۵	کم
زیرحوزه ۲	۲۸/۲۹	۰/۳۱۵	۱۵/۹	۱/۳	۷۷۱/۷۴	۵۵۷/۲۳	۲۵۳/۷۷	کم
زیرحوزه ۳	۵۲/۲۷	۰/۴۱۶	۱۳/۱	۱/۱۹	۶۸۴/۰۴	۶۸۶/۱۵	۳۷۷/۴۵	متوسط
زیرحوزه ۴	۴۴/۳۶	۰/۴۷۱	۱۲/۰	۱/۱۴	۶۶۱/۵۱	۷۶۵/۸۲	۴۶۲/۴۷	متوسط
زیرحوزه ۵	۱۶/۳۳	۰/۲۲۹	۱۲/۲	۱/۱۵	۶۶۰/۰۶	۲۶۱/۳۳	۱۸۹/۶	کم
زیرحوزه ۶	۴۹/۴۰	۰/۲۰۵	۱۱/۶	۱/۱۲	۶۵۲/۰۹	۲۱۲/۹۶	۱۶۱/۴۷	کم
زیرحوزه ۷	۰۶/۳۹	۰/۲۴۶	۱۱/۶	۱/۱۲	۶۵۰/۲۲	۲۷۹/۱۵	۱۴۱/۱۴	کم
زیرحوزه ۸	۵۳/۳۸	۰/۴۶۵	۱۰/۳	۱/۰۶	۶۳۱/۹۳	۶۶۷/۲۸	۳۷۳/۲۷	متوسط
زیرحوزه ۹	۱/۳۹	۰/۵۳۶	۱۰/۱	۱/۰۵	۶۲۷/۲	۸۱۱/۸۸	۵۷۲/۴۵	متوسط
زیرحوزه ۱۰	۲/۳۵	۰/۴۰۹	۹/۶	۱/۰۳	۶۲۴/۳۸	۵۲۸/۴۸	۳۴۷/۶۹	کم
زیرحوزه ۱۱	۷۷/۳۸	۰/۴۵۴	۱۰/۸	۱/۰۹	۶۳۷/۷۹	۶۶۸/۱	۴۹۱/۵۹	متوسط
زیرحوزه ۱۲	۲۷/۲۸	۰/۷	۱۰/۷	۱/۰۸	۶۳۶/۵۷	۱۲۶۴/۹۴	۶۳۴/۷۴	متوسط
زیرحوزه ۱۳	۳۱/۴۲	۰/۷۳	۱۱/۴	۱/۱۱	۶۴۶/۴	۱۴۰۵/۹۱	۱۰۱۴/۷۸	شدید
زیرحوزه ۱۴	۵۳/۳۶	۰/۴۳۱	۱۲/۶	۱/۱۷	۶۶۸/۶	۶۹۵/۳۷	۵۰۳/۶۵	متوسط
زیرحوزه ۱۵	۷۸/۴۳	۰/۶۶۶	۱۴/۰	۱/۲۲	۷۰۸/۰۵	۱۴۷۴/۹۸	۱۰۵۳/۲۸	متوسط
زیرحوزه ۱۶	۵۸/۴۵	۰/۲۴۲	۱۴/۷	۱/۲۵	۷۳۰/۳۴	۳۴۱/۴۴	۲۰۳/۹۷	کم
کل حوزه	۰۴/۳۶	۰/۴۹۱	۱۲/۳	۱/۱۵	۶۷۸/۳۹	۸۴۳/۲۳	۲۴۴/۹۵	متوسط

### بحث و نتیجه گیری

حوزه آبخیز قورچای با مساحتی حدود ۲۴۸۱۶ هکتار یکی از حوزه‌های استان گلستان می‌باشد که از لحاظ منابع طبیعی تجدیدشونده و غیر تجدیدشونده، غنی بوده و نیاز به برنامه‌ریزی اصولی و صحیح جهت استفاده بهینه از این منابع خدادادی دارد. حوزه مورد مطالعه در بخش شمال ایران واقع شده و به دلیل شرایط اقلیمی ویژه از مناطق پرباران کشور می‌باشد که پوشش گیاهی بیشتر به صورت جنگل در آن وجود دارد. در بعضی از مناطق به علت قطع بی رویه درختان، چرای مفرط مراتع، وجود لایه‌های مارن و مارن‌های آهکی، و شیل فرسایش بسیار شدید می‌باشد. بنابراین لازم می‌باشد که جهت کاهش مقادیر فرسایش و رسوب اقدامات آبخیزداری انجام بگیرد. از آنجایی که هزینه طرح‌های آبخیزداری سنگین و بودجه پروژه‌های عمرانی نیز محدود می‌باشد، لذا ضرورت دارد که اقدامات بر اساس اولویت وضعیت حوزه‌های آبخیز صورت بگیرد (اسدی نلیوان و همکاران، ۱۳۹۴). با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی‌های انجام شده در حوزه آبخیز قورچای و با توجه به مقدار فرسایش در زیرحوزه‌ها و مقدار SDR برای اولویت‌بندی عملیات اجرایی آبخیزداری در منطقه به ترتیب زیرحوزه‌های پانزده، سیزده، دوازده، چهار، چهارده، نه، سه، یازده، هشت، دو، ده، یک، شانزده، هفت، پنج و شش از لحاظ انجام عملیات اجرایی جهت کاهش مقدار فرسایش و رسوب در اولویت‌های اول تا آخر قرار می‌گیرند.



## منابع

- اسدی نلیوان، ا، سقازاده، ن، سلحشور، م، بای، م، ۱۳۹۴. اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها با استفاده از آنالیز مورفومتری و GIS جهت اقدامات آبخیزداری مطالعه موردی (حوزه آبخیز مراوه تپه، استان گلستان). اکوهیدرولوژی، دوره ۲، شماره ۱، ص ۹۱-۱۰۳.
- اسدی نلیوان، ا، محسنی ساروی، م، سور، ا، دسترنج، ع، طائی، س، ۱۳۹۲. تعیین مناسب‌ترین روش تجربی برآورد SDR با استفاده از مدل EPM و خصوصیات فیزیکی حوزه: مطالعه موردی حوزه آبخیز قورچای، استان گلستان. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال سوم، شماره دهم، ص ۱۹-۲۸.
- احمدی، حسن؛ ژئومورفولوژی کاربری، جلد ۱ (فرسایش آبی). انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۶.
- جندقی، نادر و بای، محبوبه؛ ۱۳۸۹. ارزیابی مدل کمی EPM جهت برآورد میزان فرسایش و رسوب در استان گلستان (مطالعه موردی آبخیز تول بنه- گرگان)، پنجمین همایش علوم ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- رفاهی، حسینقلی؛ فرسایش آبی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۶.
- شرکت خدمات مهندسی گلستان (مشاور شمال)، مطالعات اجرائی حوزه آبخیز قورچای. ۱۳۸۸.
- نجفی نژاد، علی؛ بررسی کارایی مدل تجربی EPM در برآورد فرسایش و رسوب حوزه آبخیز سد لتیان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۷۳.
- Tangestani, M. H. (2005), comparison of EPM and PSIAC models in GIS for erosion and sediment yield assessment in a semi-arid environment: Afzar Catchment, Fars province, Iran, *Journal of Asian Earth Sciences*.