تعیین مناسبت‌ترین روش تجربی برآورد SDR با استفاده از مدل EPM و خصوصیات فیزیکی حوزه؛ مطالعه موردی حوزه آبخیزقورچای، استان گلستان

امیداسدی‌نلیوان[۱]، محسن محسنی ساروی[۲]، انور سور[۳]، علی دسترنج[۴]، سیاوش طائی[۵]

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۱/۱۴
تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۹/۲۵

چکیده

نبود آمار مورد نیاز در زمینه فرسایش و رسوب و مشخص نبودن نسبت تحویل رسوب (SDR) در اکثر حوضه‌های آبخیز ایران از مسائل و مشکلات مهم به حساب می‌آید که عملاً مانع برنامه‌ریزی اصولی به ویژه برای تهیه و اجرای طرح‌های آبخیزداری می‌شود. تعیین میزان فرسایش و رسوب در هر حوزه به عنوان یکی از اولین اقدامات برای مدیریت حوزه آبخیز می‌باشد. فرسایش و انتقال مواد رسوبی از جهات مختلفی مورد توجه قرار می‌گیرد که مهم‌ترین آن از بین رفتن اراضی حاصل‌خیز کشاورزی و تبدیل مزارع به بیابان‌های لم‌یزرع، پرشدن مخازن سدها و بندها، پر شدن کانال‌های آبرسانی و اراضی زراعی با رسوبات جدید می‌باشد. هدف از این تحقیق تعیین مناسبت‌ترین روش تجربی برآورد SDR با استفاده از مدل EPM و خصوصیات فیزیکی حوزه می‌باشد. در این تحقیق روش‌های تجربی زیادی برای تعیین SDR بررسی شد که در نهایت با توجه به سه معیار میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات روش Renfro(1983) به عنوان بهترین روش تجربی انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: حوزه آبخیز قورچای، رسوب، فرسایش، EPM, SDR .

[۱] - دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران 09370560457 omid.asadi@ut.ac.ir
[۲] - استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران،کرج، ایران 09123842421 msaravi@ut.ac.ir
[۳] - دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری، منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران 09149402087 anvarsour@yahoo.com
[۴] - دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران 09355635401 dastranj66@gmail.com
[۵] - دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور مازندران، ایران 09132227503 taei.siavash@gmail.com

مقدمه

نسبت بار رسوب اندازه‌گیری شده در یک ایستگاه هیدرومتری به کل موادی که در اثر فرسایش در یک حوزه آبخیز ایجاد می‌گردد نسبت تحویل رسوب (SDR) می‌گویند (فیض نیا،۱۳۸۷) که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$SDR = \frac{S_y}{E_r} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

که در آن: S_y= رسوب ویژه ، E_r= فرسایش ویژه

تعیین میزان فرسایش و رسوب در هر حوزه به عنوان یکی از اولین اقدامات برای مدیریت حوزه آبخیز می‌باشد. با توجه به سهولت و امکان اندازه‌گیری مقدار رسوب در حوزه‌های آبخیز و از طرف دیگر مشکل بودن جمع‌آوری داده‌های مربوط به اندازه‌گیری فرسایش در آن‌ها در اختیار داشتن مدل مناسب تخمین یا پیش بینی SDR می‌تواند ابزار مناسبی برای محاسبه مقدار فرسایش جهت اجرای برنامه‌های مبارزه با فرسایش و مهار آن در حوزه آبخیز باشد. در صورت در دسترس بودن SDR و مقدار رسوب که در اکثر حوزه‌های آبخیز مهم اندازه‌گیری می‌شود می‌توان فرسایش در سطح آبخیز را محاسبه و از این طریق اقدام به تدوین برنامه‌های مبارزه با فرسایش و کنترل رسوب نمود که خود نشان دهنده ضرورت و اهمیت در اختیار داشتن میزان نسبت تحویل رسوب در یک حوزه آبخیز است. نورانی (۱۳۸۵) پس از بررسی مدل‌های مختلف برآورد SDR در حوزه آبخیز طالقان پیشنهاد کرد که ضرورت دارد تحقیق ملی در زمینه ارزیابی مدل‌ها صورت پذیرد و مناسب‌ترین مدل‌ها تعریف و به مرحله اجرا گذاشته شوند. صابر همیشگی (۱۳۸۵)، با بررسی برخی از مدل‌های برآورد SDR نتیجه گرفت که ضرورت دارد مناسب‌ترین روش از طریق آزمون و ارزیابی آن‌ها در حوزه‌های معرف و نمونه مشخص و معرفی شود. امروزه هرچند مبارزه با فرسایش، حمل و ترسیب رسوبات درمسیرآبراهه‌ها، مسیل‌ها، رودخانه‌ها، سطح زمین‌های کشاورزی، مخازن سدهای ذخیره آب و غیره امری امکان‌پذیر می‌باشد اما اقدامی گران، پرهزینه، مشکل و زمان‌بر می‌باشد. به همین سبب است که همواره برای مهار و مبارزه با این پدیده خطرناک بهتر است سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی‌ها صرف حفظ و احیای منابع طبیعی شود و جلوگیری از فرسایش در اولویت اول برنامه‌های توسعه قرار داده شود. به طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به کاربرد مهم SDR در تعیین اولویت اقدامات و عملیات کنترل فرسایش می‌توان از آن در تهیه نقشه پهنه‌بندی مناطق بحرانی از نظر رخداد فرسایش و تولید رسوب در یک حوزه آبخیز که لازمه و ابزار اساسی در تدوین برنامه‌های مبارزه با فرسایش و کنترل رسوب استفاده نمود (رستمی، ۱۳۸۸). حوزه آبخیز قورچای به علت وجود مجموعه‌ای ازعوامل طبیعی وانسانی از قبیل شیب زیاد منطقه، تبدیل اراضی جنگلی به کشاورزی، بهره‌برداری بی‌رویه از مراتع، عدم رعایت اصول صحیح کشاورزی، بهره‌برداری از معادن و ایجاد خطوط ارتباطی بدون در نظر گرفتن اصول فنی در جاده‌سازی در معرض فرسایش و تخریب زیادی قرار دارد. به همین خاطر به منظور حفاظت آب وخاک، کنترل فرسایش، بالابردن میزان درآمد، جلوگیری از بروز سیلاب‌های ویرانگر و آلوده شدن آب‌ها یا به عبارت دیگر دستیابی به اهداف مهم آبخیزداری در منطقه، انجام مطالعات مختلف از قبیل فرسایش و رسوب و بررسی شرایط مختلف حاکم بر حوزه در راستای رسیدن به توسعه پایدار لازم وضروری می‌باشد (شرکت خدمات مهندسی گلستان، ۱۳۸۸). امروزه کمتر منطقه‌ای را می‌توان درسطح زمین یافت که در معرض تخریب و فرسایش قرار نگرفته باشد. به علت افزایش روزافزون جمعیت، استفاده بیش از حد و نادرست از زمین و عوامل دیگری از قبیل انرژی قطرات باران که در اثر برخورد با سطح خاک مواد را برداشت و حمل می‌نماید، اشکال مختلف فرسایش ایجاد می‌شود. فرسایش آبی یکی از رایج‌ترین فرسایش‌های حوزه بوده که هرساله خسارات سنگینی را در منتطقه وارد می‌سازد. برای تشخیص و تفکیک انواع مختلف فرسایش در حوزه مورد نظر جهت استفاده از مدل‌های مختلف از روش بازدید میدانی و نقشه‌های پایه استفاده شد و اشکال فرسایش حاکم برآن به شرح زیر می‌باشد: فرسایش سطحی، فرسایش شیاری، فرسایش کناره‌ای رودخانه، فرسایش بارندگی، ریزش سنگی (شرکت خدمات مهندسی گلستان، ۱۳۸۸). هدف از این مقاله شناسایی و معرفی مناسب‌ترین روش تجربی برآورد SDR در حوزه آبخیز قورچای از طریق انتخاب تعدادی از مدل‌های متداول و مستند بر یافته‌های تحقیقاتی می‌باشد.

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 °۵۵ تا ″۴۷ ′۱۶ °۵۵ شرقی و عرض جغرافیایی ″۲۶ ′۴۸ °۳۶ تا ″۰۵ ′۰۳ °۳۷ 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. باتوجه به شرایط فیزیوگرافی و توپوگرافی و همچنین با در نظر گرفتن هدف مطالعه حوزه آبخیز قورچای به ۱۶ زیرحوزه تقسیم گردید.

روش‌ها

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

$$Z = X_a \times Y(\varphi + I^{\frac{1}{2}}) \qquad (۲)$$

که در آن:

Z= ضریب شدت فرسایش

X_a= 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:

$$W_{sp} = T.H.\pi.Z^{\frac{3}{2}} \qquad (۳)$$

که در آن:

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

H= متوسط مقدار بارندگی سالیانه بر حسب mm

Π= عدد پی 3/14

T= ضریب درجه دما، t= میانگین دمای سالانه بر حسب سانتی‌گراد

$$T = (\frac{t}{10} + 0.1)^{0.5} \qquad (۴)$$

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

$$R_u = \frac{4(P \times D)^{\frac{1}{2}}}{L + 10} \qquad (۵)$$

R_u= ضریب رسوب‌دهی حوزه آبخیز

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(۶) بدست می‌آید:

$$GSP=Wsp \times RU \qquad (۶)$$

که در آن :

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

Wsp = فرسایش ویژه حوزه برحسب $m^3/Km^2/y$

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 (شرکت خدمات مهندسی گلستان، ۱۳۸۸). در نهایت روش‌های تجربی تخمین SDR (جدول۱) با توجه به خصوصیات فیزیکی حوزه برآورد شد و بهترین روش از بین روش‌های تجربی انتخابی تعیین شد. برای تعیین بهترین روش از سه پارامتر آماری میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات با استفاده از نرم‌افزار spss16.0 استفاده شد.

جدول(۱): روش‌های تجربی مورد استفاده برای تعیین SDR در منطقه مورد مطالعه

ردیف	عنوان	رابطه	توضیحات
۱	Maner(1970)	Log(SDR) =1/8768 - 0/4191 Log(10A)	A : مساحت حوزه بر حسب MIL^2
۲	Renfro(1972)	Log(SDR) =1/8768 - 0/4191 Log(25/9A)	A: مساحت حوزه بر حسب KM^2
۳	Renfro(1975)	Log(SDR) =1/7935 - 0/4191 Log(A)	A: مساحت حوزه بر حسب KM^2
۴	Vanoni(1975)	$SDR=0/42\ A^{-0.125}$	A : مساحت حوزه بر حسب MIL^2
۵	Brendt(1972)	$SDR=0/627(S_{LP})^{0.403}$	S_{LP} : شیب آبراهه اصلی حوزه به درصد
۶	Renfro(1983)	Log(SDR) =0/294259+ 0/82362 Log(R/L)	R= پستی و بلنی حوزه(km) L= طول آبراهه اصلی(km)
۷	USDA-(1971) SCS	$SDR= 0/332A^{-0/2236}$	A: مساحت حوزه بر حسب KM^2
۸	Larence(1996)	$SDR = A^{-0.2}$	A: مساحت حوزه بر حسب KM^2
۹	USDA-SCS (1979)	$SDR=0/51\ A^{-0.11}$	A : مساحت حوزه بر حسب MIL^2
۱۰	USDA-SCS (1983)	$SDR=0/417762A^{-0.134958}_0/127097$	A : مساحت حوزه بر حسب MIL^2

بحث و نتایج

جهت برنامه‌ریزی و آگاهی از وضعیت تخریبی حوزه آبخیز، داشتن میزان فرسایش و رسوب تولیدی از هر حوزه لازم و ضروری می‌باشد. برای دستیابی به این هدف به دو طریق، استفاده از آمار رسوب سنجی یا استفاده از مدل‌های تجربی مورد استفاده در این زمینه می‌توان اقدام نمود (رستمی، ۱۳۸۸). برای حوزه مورد نظراز مدل EMP برای تعیین میزان فرسایش خاک و همچنین تولید رسوب جهت مقایسه با میزان رسوب محاسباتی ایستگاه هیدرو متری رامیان استفاده گردید. با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعات پایه و بازدیدهای میدانی انجام شده، ضرایب تعدادی از پارامترهای مدل بشرح جداول ۲و۳و۴ می‌باشد (شرکت خدمات مهندسی گلستان، ۱۳۸۸). طبقه‌بندی شدت فرسایش در روش EPM به شرح جدول(۵) می‌باشد که در آن ارزش Z نشان داده شده است (احمدی، ۱۳۸۶). علامت‌های جدول(۲) در شکل(۲) توضیح داده شده است.

جدول(۲): مقادیر ضریب حساسیت سنگ وخاک به فرسایش حوزه آبخیز قورچای

لیتولوژی	علامت	ضریب Y
سنگ آهک	C^m	۰/۹
سنگ آهک	C^b	۰/۹
ماسه سنگ کوارتزیتی	p^d	۰/۹
سنگ آهک وماسه سنگ	p^r	۰/۹
سنگ آهک	j^{mz}	۰/۹
سنگ آهک	k^u	۰/۹
سنگ آهک	k^{tr}	۰/۹
سنگ آهک وآهک مارنی	d^{kh}	۱/۲
شیل،ماسه سنگ وزغال سنگ	$ȷs1, ȷs2. ȷs3$	۱/۲
آهک مارنی ومارن آهکی	k^{sh}	۱/۲
پادگانه های آبرفتی	Q^{t1}, q^{t2}	۱/۶
رسوبات واریزه	Q^{sc}	۱/۶
رسوبات رودخانه‌ای	q^{al}	۲

جدول(۳): مقادیرضریب استفاده از زمین حوزه آبخیز قورچای

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

جدول(۴): مقادیر ضریب فرسایش حوزه آبخیز قورچای

نوع فرسایش	ضریبφ
فرسایش سطحی به همراه فرسایش شیاری	۰/۶
فرسایش بارانی به همراه فرسایش سطحی	۰/۲
فرسایش بارانی به همراه سطحی ضعیف	۰/۴
فرسایش بارانی به همراه سطحی متوسط وشیاری ضعیف	۰/۵
فرسایش بارانی به همراه سطحی ضعیف ودر آبراهه‌های آن واریزه وریزش کناری مشاهده می شود	۰/۳
بدون فرسایش	۰/۱
فرسایش بارانی به همراه سطحی متوسط وواریزه در مسیر آبراهه های آنها	۰/۵
بیست درصد منطقه دارای فرسایش سطحی	۰/۴
فرسایش سطحی به همراه شیاری متوسط	۰/۴
فرسایش سطحی ضعیف	۰/۱
فرسایش سطحی به همراه شیاری متوسط در اراضی رها شده	۰/۶
فرسایش سطحی بر روی برو ترد سنگی پنجاه درصد	۰/۵
بروترد سنگی صد در صد	۰/۱
فرسایش کناره ای رود خانه	۱
ریزش سنگی	۰/۶۷

جدول(۵): طبقه‌بندی شدت فرسایش در مدل EPM

طبقه‌بندی فرسایش	شدت فرسایش	ارزش حد Z	ارزش متوسطz
۱	خیلی شدید	Z >1	۱/۲۵
۲	شدید	1> Z > 0/71	۰/۸۵
۳	متوسط	0/7> Z > 0/41	۰/۵۵
۴	کم	0/4>Z > 0/2	۰/۲
۵	خیلی کم	0/19 > Z	۰/۱

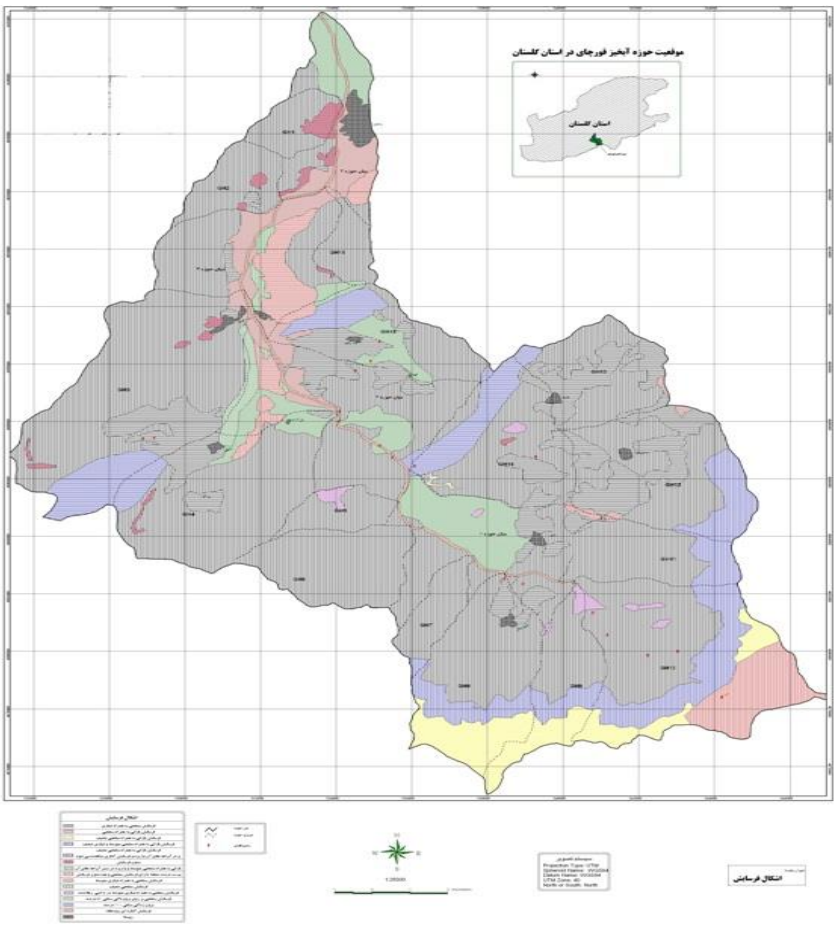
پارامترهای مورد نیاز برای تعیین فرسایش ویژه سالانه در جدول(۶) آورده شده است که روش‌های محاسبه آن‌ها در بخش مواد و روش‌ها آورده شده است. همچنین رسوب ویژه نیز تعیین شده است.

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

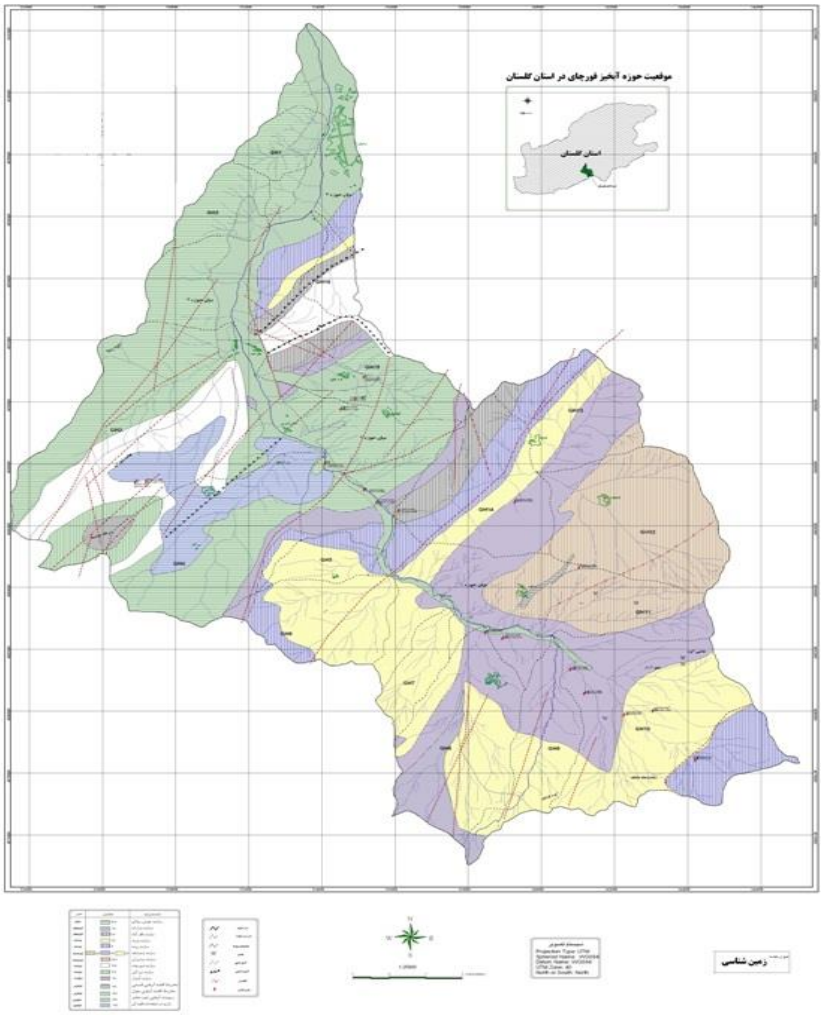
حوزه	I(%)	Z	t(c^0)	T	H(mm)	W_{SP}($m^3/km^2/y$)	G_{SP}($m^3/km^2/y$)	شدت فرسایش
زیرحوزه ۱	۱۸/۴۹	۰/۲۵۲	۱۶/۵	۱/۳۲	۸۰۶/۱۸	۴۲۲/۹۲	۱۴۴/۸۵	کم
زیرحوزه ۲	۲۹/۲۸	۰/۳۱۵	۱۵/۹	۱/۳	۷۷۱/۷۴	۵۵۷/۲۳	۲۵۳/۷۷	کم
زیرحوزه ۳	۲۷/۵۲	۰/۴۱۶	۱۳/۱	۱/۱۹	۶۸۴/۰۴	۶۸۶/۱۵	۳۷۷/۴۵	متوسط
زیرحوزه ۴	۳۶/۴۴	۰/۴۷۱	۱۲/۰	۱/۱۴	۶۶۱/۵۱	۷۶۵/۸۲	۴۶۲/۴۷	متوسط
زیرحوزه ۵	۳۳/۱۶	۰/۲۲۹	۱۲/۲	۱/۱۵	۶۶۰/۰۶	۲۶۱/۳۳	۱۸۹/۶	کم
زیرحوزه ۶	۴۰/۴۹	۰/۲۰۵	۱۱/۶	۱/۱۲	۶۵۲/۰۹	۲۱۲/۹۶	۱۶۱/۴۷	کم
زیرحوزه ۷	۳۹/۰۶	۰/۲۴۶	۱۱/۶	۱/۱۲	۶۵۰/۲۲	۲۷۹/۱۵	۱۴۱/۱۴	کم
زیرحوزه ۸	۳۸/۵۳	۰/۴۶۵	۱۰/۳	۱/۰۶	۶۳۱/۹۳	۶۶۷/۲۸	۳۷۳/۲۷	متوسط
زیرحوزه۹	۳۹/۱	۰/۵۳۶	۱۰/۱	۱/۰۵	۶۲۷/۲	۸۱۱/۸۸	۵۷۲/۴۵	متوسط
زیرحوزه ۱۰	۳۵/۲	۰/۴۰۹	۹/۶	۱/۰۳	۶۲۴/۳۸	۵۲۸/۴۸	۳۴۷/۶۹	کم
زیرحوزه ۱۱	۳۸/۷۷	۰/۴۵۴	۱۰/۸	۱/۰۹	۶۳۷/۷۹	۶۶۸/۱	۴۹۱/۵۹	متوسط
زیرحوزه ۱۲	۲۸/۲۷	۰/۷	۱۰/۷	۱/۰۸	۶۳۶/۵۷	۱۲۶۴/۹۴	۶۳۴/۷۴	متوسط
زیرحوزه ۱۳	۴۲/۳۱	۰/۷۳	۱۱/۴	۱/۱۱	۶۴۶/۴	۱۴۰۵/۹۱	۱۰۱۴/۷۸	شدید
زیرحوزه ۱۴	۳۶/۵۳	۰/۴۳۱	۱۲/۶	۱/۱۷	۶۶۸/۶	۶۹۵/۳۷	۵۰۳/۶۵	متوسط
زیرحوزه ۱۵	۴۳/۷۸	۰/۶۶۶	۱۴/۰	۱/۲۲	۷۰۸/۰۵	۱۴۷۴/۹۸	۱۰۵۳/۲۸	متوسط
زیرحوزه ۱۶	۴۵/۵۸	۰/۲۴۲	۱۴/۷	۱/۲۵	۷۳۰/۳۴	۳۴۱/۴۴	۲۰۳/۹۷	کم
کل حوزه	۳۶/۰۴	۰/۴۹۱	۱۲/۳	۱/۱۵	۶۷۸/۳۹	۸۴۳/۲۳	۲۴۴/۹۵	متوسط

نقشه‌های اشکال فرسایش و حساسیت سنگ‌ها به فرسایش در GIS بدست آمده که در اشکال ۱ و۲ آمده‌اند.

تهیه این نقشه‌ها در تجزیه و تحلیل کمک شایانی خواهند کرد و تفسیر نتایج را واضح‌تر نشان می‌دهند.



شکل(۱): نقشه اشکال فرسایش در حوزه آبخیز قورچای(شرکت خدمات مهندسی ۱۳۸۸).



شکل(۲): نقشه زمین‌شناسی حوزه آبخیز قورچای (شرکت خدمات مهندسی گلستان، ۱۳۸۸).

نتایج حاصل از روش‌های تجربی تخمین برآورد SDR در جدول(۷) آمده است. همانطور که نتایج برآورد نشان می‌دهد روش‌های تجربی تفاوت زیادی نشان می‌دهند که باید برای اصلاح باید مدل‌ها کالیبره شوند و مورد استفاده قرار بگیرند.

جدول(۷): نتایج حاصل از روش‌های تجربی مورد استفاده در تعیین SDR در منطقه مورد مطالعه

نام زیر حوزه	SDR(%)									
	Renfro (1983)	Renfro (1975)	Renfro (1972)	Maner (1970)	USDA-SCS (1983)	USDA-SCS (1971)	Brendet (1972)	Vanoni (1975)	USDA-SCS (1979)	Larence (1996)
زیر حوزه ۱	۵۱	۳۵/۶۴	۱۱/۰۳	۲۴/۴۸	۲۶/۹۹	۲۴/۶۸	۱/۷۷	۴۰/۰۶	۴۸/۹۲	۷۶/۶۸
زیر حوزه ۲	۵۹/۶	۳۰/۱۴	۹/۳۳	۲۰/۷۳	۲۴/۹۲	۲۲/۵۷	۱/۵۷	۳۸/۱۲	۴۶/۸۳	۷۰/۸
زیر حوزه ۳	۵۲/۲	۱۵/۰۹	۴/۶۷	۱۰/۳۸	۱۷/۴۱	۱۵/۶	۱/۸۶	۳۱/۰۲	۳۹/۰۶	۵۰/۸۹
زیر حوزه ۴	۵۶/۱	۱۷/۷۴	۵/۴۹	۱۲/۲	۱۹/۰۱	۱۷/۰۱	۲/۰۹	۳۲/۵۵	۴۰/۷۵	۵۴/۹۷
زیر حوزه ۵	۷۸/۵۴	۳۶/۹۴	۱۱/۴۴	۲۵/۴۵	۲۷/۴۹	۲۵/۱۵	۲/۷۴	۴۰/۵۳	۴۹/۴۲	۷۸/۰۱
زیر حوزه ۶	۸۰/۷۷	۲۳/۹۸	۷/۴۲	۱۶/۴۸	۲۲/۲۴	۱۹/۹۸	۲/۳۳	۳۵/۶	۴۴/۱	۶۳/۴۸

ادامه جدول(۷): نتایج حاصل از روش‌های تجربی مورد استفاده در تعیین SDR در منطقه مورد مطالعه

نام زیر حوزه	SDR(%)									
	Renfro (1983)	Renfro (1975)	Renfro (1972)	Maner (1970)	USDA-SCS (1983)	USDA-SCS (1971)	Brendet (1972)	Vanoni (1975)	USDA-SCS (1979)	Larence (1996)
زیر حوزه ۷	۶۵/۴	۳۵/۴۴	۱۰/۹۷	۲۴/۳۴	۲۶/۹۱	۲۴/۶	۲/۲۷	۳۹/۹۹	۴۸/۸۵	۷۶/۴۸
زیر حوزه ۸	۶۰/۷۷	۱۹/۴۱	۶/۰۱	۱۳/۳۵	۱۹/۹۵	۱۷/۸۵	۲/۲۳	۳۳/۴۳	۴۱/۷۳	۵۷/۳۹
زیر حوزه ۹	۵۹/۰۹	۲۵/۵۷	۷/۹۲	۱۷/۵۹	۲۲/۹۸	۲۰/۶۷	۲/۱۳	۳۶/۳	۴۴/۸۶	۶۵/۴۵
زیر حوزه ۱۰	۶۰/۸۵	۱۵/۹۵	۴/۹۴	۱۰/۹۶	۱۷/۹۴	۱۶/۰۷	۲/۱۱	۳۱/۵۳	۳۹/۶۲	۵۲/۲۵
زیر حوزه ۱۱	۶۴/۸۱	۲۵/۷۳	۷/۹۷	۱۷/۷۱	۲۳/۰۶	۲۰/۷۴	۲/۱۸	۳۶/۳۷	۴۴/۹۴	۶۵/۶۵
زیر حوزه ۱۲	۴۹/۱۶	۱۸/۸۸	۵/۸۴	۱۲/۹۹	۱۹/۶۶	۱۷/۵۸	۲	۳۳/۱۶	۴۱/۴۳	۵۶/۶۳
زیر حوزه ۱۳	۵۱/۶۱	۲۳/۴۴	۷/۲۶	۱۶/۱۳	۲۲	۱۹/۷۳	۲/۱	۳۵/۳۷	۴۳/۸۵	۶۲/۷۹
زیر حوزه ۱۴	۷۲/۰۲	۲۰/۳۴	۶/۳	۱۳/۹۸	۲۰/۴۴	۱۸/۳	۲/۰۲	۳۳/۹	۴۲/۲۴	۵۸/۶۹
زیر حوزه ۱۵	۵۹/۹۷	۲۳/۰۱	۷/۱۲	۱۵/۸۳	۲۱/۷۹	۱۹/۵۴	۲/۰۷	۳۵/۱۸	۴۳/۶۳	۶۲/۲۴
زیر حوزه ۱۶	۶۸/۱	۳۹/۲۲	۱۲/۱۴	۲۷/۰۵	۲۸/۲۹	۲۵/۹۷	۲/۳	۴۱/۲۷	۵۰/۲۲	۸۰/۲۷
کل حوزه	۲۹/۰۲	۶/۱۶	۱/۹	۴/۲۳	۹/۸۵	۹/۶۷	۱/۴۱	۲۳/۷۴	۳۰/۸۸	۳۳/۱۹

بعضی از خصوصیات فیزیکی حوزه و نتایج حاصل از تعیین SDR با استفاده از مدل EPM در جدول(۸) آورده شده است.

جدول(۸): بعضی از خصوصیات فیزیکی حوزه ونتایج حاصل از تعیین SDR به روش EPM

حوزه	S_{lp}(%)	A(Km^2)	P(km	L(km)	D_{av}(km)	D_o(km)	D(km)	SDR
زیرحوزه ۱	۱۳/۱۵	۳/۷۷	۷/۷	۳/۰۴	۰/۳۷	۰/۲۰۸	۰/۱۶۲	۳۴/۲۵
زیرحوزه ۲	۹/۸۰	۵/۶۲	۱۰/۰۶	۲/۵۵	۰/۵۰۳	۰/۳	۰/۲۰۳	۴۵/۵۴
زیرحوزه ۳	۱۴/۹۱	۲۹/۲۸	۲۴/۵۱	۱۰/۰۶	۱/۱۶۰	۰/۳۸۳	۰/۷۷۷	۵۵/۰۱
زیرحوزه ۴	۱۹/۹۰	۱۹/۹۱	۱۸/۶۸	۷/۷۱	۱/۳۶۲	۰/۵۴۲	۰/۸۲	۶۰/۳۹
زیرحوزه ۵	۳۸/۷۸	۳/۴۶	۸/۷۴	۳/۱۸	۱/۳۵۴	۰/۷۰۰	۰/۶۵۴	۷۲/۵۵
زیرحوزه ۶	۲۶/۰۲	۹/۷۰	۱۳/۳۳	۴/۴۱	۱/۴۵۵	۰/۷۴۸	۰/۷۰۷	۸۵/۲۱
زیرحوزه ۷	۲۴/۲۴	۳/۸۲	۱۰/۳۴	۹/۹۵	۱/۴۷۵	۰/۸۶	۰/۶۱۵	۵۰/۵۶
زیرحوزه ۸	۲۳/۲۵	۱۶/۰۶	۱۷/۹۶	۷/۷۲	۱/۷۵۵	۰/۹۲۹	۰/۸۲۶	۵۵/۹۴
زیرحوزه۹	۲۰/۷۴	۸/۳۲	۱۸/۱	۸/۲۱	۱/۸۲۵	۱/۰۵	۰/۷۷۵	۷۰/۵۱
زیرحوزه ۱۰	۲۰/۳۸	۲۵/۶۷	۲۴/۳	۸/۳۹	۱/۸۶۵	۱/۰۵	۰/۸۱۵	۶۵/۷۹
زیرحوزه ۱۱	۲۲/۰۱	۸/۲۰	۱۲/۸۱	۵/۲۲	۱/۶۴۴	۱/۰۳۲	۰/۶۱۲	۷۳/۵۸
زیرحوزه ۱۲	۱۷/۷۶	۱۷/۱۶	۱۶/۶۶	۱۶/۴۷	۱/۶۶	۰/۹۹۸	۰/۶۶۲	۵۰/۱۸
زیرحوزه ۱۳	۲۰/۰۹	۱۰/۲۴	۱۳/۲۱	۴/۵۱	۱/۵۱۷	۰/۹۹۸	۰/۵۱۹	۷۲/۱۸
زیرحوزه ۱۴	۱۸/۳۱	۱۴/۳۶	۱۵/۷۶	۶/۵۵	۱/۲۵۸	۰/۶۸۸	۰/۵۷	۷۲/۴۳
زیرحوزه ۱۵	۱۹/۳۸	۱۰/۷۰	۱۵/۰۸	۵/۴۱	۰/۹۲۶	۰/۴۲۴	۰/۵۰۲	۷۱/۴۱
زیرحوزه ۱۶	۱۵/۲۵	۳	۹/۰۲	۳/۷۷	۰/۷۴۴	۰/۲۷۵	۰/۴۶۹	۵۹/۷۴
کل حوزه	۷/۵۳	۲۴۸/۱۶	۹۰/۹۸	۳۵/۸۶	۰/۲۷۲	۰/۱۵	۰/۱۲۲	۲۹/۰۵

در نهایت با استفاده از روش‌های آماری میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات روش‌های برآورد تجربی تخمین SDR با هم مقایسه گردید تا بهترین روش انتخاب شود. (جدول۹). با توجه به جدول و نتایج به دست آمده از

مقایسه روش‌ها با هم دیگر می‌توان مشاهده نمود که روش Renfro(1983) بهترین روش در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

جدول(۹): نتایج مقایسه روش‌های تجربی تعیین SDR با استفاده از سه پارامتر آماری

معیار	Renfro (1983)	Renfro (1975)	Renfro (1972)	Maner (1970)	USDA-SCS (1983)	USDA-SCS (1971)	Brendet (1972)	Vanoni (1975)	USDA-SCS (1979)	Larence (1996)	EPM
Average	۵۴/۹۴	۲۴/۲۷	۷/۵۱	۱۶/۶۹	۲۱/۸۱	۱۹/۷۴	۲/۰۶	۳۵/۱۸	۴۳/۶۰	۶۲/۶۹	۶۰/۲۵
SD	۱۲/۱۰	۸/۹۱	۲/۷۶	۶/۱۳	۴/۵۷	۴/۱۵	۰/۳۰	۴/۳۴	۴/۷۷	۱۱/۹۱	۱۵/۰۲
CV	۲۰/۱۹	۳۶/۷۱	۳۶/۷۲	۳۶/۷۵	۲۰/۹۷	۲۱/۰۲	۱۴/۷۰	۱۲/۳۳	۱۰/۹۳	۱۹	۲۴/۹۳

نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری مقدار فرسایش و رسوب به دلایل فنی، حفاظتی و اقتصادی در تمامی نقاط امکان‌پذیر نمی‌باشد. از این رو مناسب‌ترین راهکار، پیش‌بینی یا برآورد مقادیر فرسایش و رسوب می‌باشد که لازمه آن نیز آگاهی از مکانیزم‌های فرسایش و عوامل موثر بر آن است (دستورانی و همکاران، ۱۳۸۵). تاکنون هیچ رابطه یا مدل مشخصی برای برآورد SDR که جنبه جامع و فراگیر داشته باشد ابداع و معرفی نگردیده است. لذا انتخاب مدل مناسب برای هر منطقه مستلزم ارزیابی دقت مدل‌های مختلف از طریق مقایسه نتایج حاصل از بکارگیری آن‌ها با ضریب رسوب‌دهی واقعی در یک حوزه آبخیز می‌باشد (رستمی، ۱۳۸۸). با توجه به اینکه روش‌های تجربی بسته به منطقه و شرایط آب و هوایی تغییرات قابل ملاحظه‌ای دارند باید برای کل مناطق مورد استفاده کالیبره شوند. با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی‌های انجام شده در حوزه آبخیز قورچای برای تعیین SDR روش Renfro (1983) به عنوان بهترین روش با توجه به پارامترهای آماری میانگین حسابی، انحراف معیار و ضریب تغییرات انتخاب شد. چنانکه در جدول(۷) مشاهده می‌کنید روش تجربی Renfro(1983) در بسیاری از زیرحوزه‌ها تخمین بسیار خوبی از مقدار SDR نشان می‌دهد. با توجه به مقدار فرسایش در زیرحوزه‌ها ومقدار 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. از آنجائی‌که چهار میان حوزه آبخیز مورد مطالعه غیر هیدرولوژیک بوده و در واقع میزان فرسایش و رسوب آن‌ها متاثر از زیرحوزه‌های بالادست آن‌ها بوده و واقعی نمی‌باشد، لذا از هرگونه اظهار نظر و مقایسه با زیرحوزه‌های دیگر در مورد آن‌ها صرفنظر می‌شود.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله مراتب قدردانی و تشکر خود را از اداره کل منابع طبیعی استان گلستان و شرکت خدمات مهندسی گلستان(مشاور شمال) اعلام می‌دارند.

منابع

۱- احمدی، ح. ۱۳۸۶ . ژئومورفولوژی کاربری، جلد ۱ (فرسایش آبی). انتشارات دانشگاه تهران.ص ۶۸۸.
۲- دستورانی، ج.، س. قلی‌نژاد، ع. سلاجقه و ق. دستورانی. ۱۳۸۵. ارزیابی روش‌های مختلف برآورد نسبت تحویل رسوب در حوزه آبخیز زیارت. چکیده مقالات اولین همایش ملی- دانشجویی مرتع،آبخیز و بیابان،دانشگاه تهران، کرج.
۳- رستمی، ن. ۱۳۸۸ .انتخاب بهترین روش برآورد SDR در حوزه سد ایلام، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.

۴- صابر همیشگی، س. ۱۳۸۵. ارزیابی چند مدل برآورد SDR و انتخاب بهترین مدل، مطالعه موردی: حوزه آبخیز لوارک- لتیان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده کشاورزی تربیت مدرس، ص ۱۴۸.
۵- شرکت خدمات مهندسی گلستان (مشاور شمال)، مطالعات اجرائی حوزه آبخیز قورچای. ۱۳۸۸.
۶- فیض‌نیا، س. ۱۳۸۷.رسوب‌شناسی کاربردی با تاکید بر فرسایش خاک و تولید رسوب،انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ص ۳۵۶.
۷- نورانی، سیده ن.خ. ۱۳۸۵. ارزیابی چهار روش برآورد SDR به منظور انتخاب بهترین روش، مطالعه موردی: حوزه آبخیز طالقان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ص۱۲۹.
8- Larence, J. 1998. sediment yield Estimation from a hydrographic survey a case study for the kremasta reservoir basin,Grece.
9- Maner, S.B. 1958. Factors affecting sediment delivery rates in the red Hills physiographic area ,Am .Geophys. Union Trans.39:669-675.
10- Renfro, R. & P. Waldo,1983.Validations of sediment delivery ratio Prediction techniques. Research paper,95 p.
11- USDA-SCS,1971.sediment source,yields and delivery ratio.nationals Engineery hand book section(3) sedimentation.
12- Vanoni, J. 1975.Soil erosion prediction. NewYork uni.21p.

Determine the most appropriate experimental method to estimate the SDR using EPM and physical properties basin; Case Study Watershed Ghurchay, Golestan province

Omid Asadi Nalivan[1], Mohsen Mohseni saravi[2],Anvar Sour[3], Ali Dastranj[4] ,Siavash Taei[5]

Abstract
Statistics were not required in the absence of erosion and sediment delivery(SDR) and deposition in the watershed basin of Iran is considered the most important problems, Actually hinder the proper planning, especially for the preparation and implementation of watershed management plans are. Determine any areas of erosion and deposition as one of the first steps is for watershed management.Erosion and sediment materials from different directions are considered. It is important that the loss of fertile land into agricultural fields to barren deserts, filling reservoirs and dams, irrigation canals and filling the land is cultivated with new sediment. The purpose of this study to determine the most appropriate experimental method to estimate the SDR using the EPM and the physical properties basin. In this study, many experimental methods to determine that the SDR was assessed according to three criteria, the mean, standard deviation and coefficient of variation Renfro(1983) method was chosen as the experimental method.

Keywords:Ghurchay Watershed,Sediment,Erosion,EPM,SDR.

[1] - Author and graduate student at Tehran University Watershed,Karaj.Iran. (omid.asadi@ut.ac.ir)
[2] - Associate Professor School of Natural Resources, Tehran University,Karaj,Iran. (msaravi@ut.ac.ir)
[3] - Author and graduate student at Tehran University Range management,Karaj.Iran.(anvarsour@yahoo.com)
[4] - Author and graduate student at Tehran University Watershed,Karaj,Iran. (dastranj66@gmail.com)
[5] - Author and graduate student at Tarbiyat modarres University Watershed,Karaj,Iran. (taei.siavash@gmail.com)