مجله علوم جغرافیاییدانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، دوره 17 شماره 34، بهار 1400، صص 69-60

تعیین مناسب ترین برآورد تحویل رسوب به روش تجربی (اس دی آر) در ایستگاه تحقیقاتی سنگانه کلات

.مریم شیبانی
کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، ،مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی مشهد (نویسنده مسئول)
ابوالفضل بهنیافر
دانشیار ژئومورفولوژی گروه جغرافیا، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

چکیده

فرسایش خاک و رسوب منتقل‌شده به آبراهه‌ها از مهم‌ترین مشکلات محیطی و نگرانی‌ها در توسعه پایدار هستند و در تدوین استراتژی‌های مدیریت حوضه آبخیز نقش بسزایی دارد . به‌منظور اجرای اثربخش برنامه‌های حفاظت خاک و آبخیزداری، اطلاع از نسبت تحویل رسوب نقش مهمی دارد. در این راستا انتخاب مدل مناسب برآورد نسبت تحویل رسوب، می‌تواند ابزار مناسبی برای محاسبه مقدار فرسایش جهت اجرای برنامه‌های مبارزه با فرسایش و مهار آن در حوضه آبخیز باشد. در ایستگاه تحقیقاتی سنگانه کلات از سال 1385 کرت‌های اندازه‌گیری فرسایش و رسوب خاک نصب‌شده و در این مدت محدوده قرق بوده و تمامی داده‌ها پس از هر رگبار و بارندگی به‌دقت ثبت‌شده است. در این تحقیق 10 مدل تجربی برآورد نسبت تحویل رسوب با داده‌های واقعی ثبت‌شده در ایستگاه سنگانه مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد با توجه به مقادیر برآوردی از مدل‌های مختلف و نیز مقدار مشاهده‌شده، مدل ویلیامز با خطای نسبی 12/26 درصد، مناسب‌ترین روش برای تخمین SDR در منطقه سنگانه شهرستان کلات در استان خراسان رضوی با اقلیم نیمه‌خشک تا خشک می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: فرسایش، رسوب، مدل‌های برآورد(SDR)، نسبت تحویل رسوب(SDR)، سنگانه کلات، کرت

مقدمه و طرح موضوع:

خاک به‌عنوان یکی از اجزای هر اکوسیستم و منبع تولید غذا، نقش بسیار جدی در ادامه حیات بشر دارد، لذا ضرورت حمایت و حفاظت از خاک و جلوگیری از فرسایش آن، امری مبرهن و اقدامی لازم است. فرسایش خاک و رسوب منتقل‌شده به آبراهه‌ها از مهم‌ترین مشکلات محیطی و نگرانی‌ها در توسعه پایدار هستند(بیات و مرادی،1393). کنترل مؤثر بار رسوب، جزء مهمی در مدیریت حوضه آبخیز است. در تدوین استراتژی مدیریت حوضه‌های آبخیز، برآورد نسبت تحویل رسوب نقش بسزایی دارد. اندازه‌گیری مقدار رسوب در حوضه‌های آبخیز و مدل مناسب برآورد نسبت تحویل رسوب، می‌تواند ابزار مناسبی برای محاسبه مقدار فرسایش جهت اجرای برنامه‌های مبارزه با فرسایش و مهار آن در خوزه آبخیز باشد.

ازنظر جولیان نسبت تحویل رسوب، نسبت میان رسوب تولیدی در آبراهه به فرسایش ناخالص از نقاط بالادست آبراهه در حوضه آبخیز است (Julien, P.Y,2010)نسبت تحویل رسوب یک پارامتر بدون بعد است که به‌طور قراردادی به‌صورت رابطه شماره1 تعریف می‌شود.

رابطه شماره1-محاسبه مقدار SDR

$$SDR = Y/E$$

Yمیانگین رسوب سالانه در واحد سطح وEمیانگین فرسایش سالانه در واحد سطح است (Richards, K 1993) میزان رسوب تولیدشده غالباً کمتر از میزان فرسایش خاک از بالادست شیب در یک حوضه آبخیز می‌باشد..(Edwards, K. (1993 . که این نشان می‌دهد که بیشتر مواد فرسایش یافته پس از طی مسافت کوتاهی رسوب‌کرده و برجای می‌ماند Parsons, A.J., (.Stromberg, S.G.L,1998)

آگاهی از روش‌های مناسب نسبت تحویل رسوب (SDR)در حوضه‌های آبخیز از اهمیت ویژه‌ای در مباحث حفاظت خاک و آبخیزداری به‌ویژه در برآورد فرسایش و رسوب برخوردار است. یکی از چالش‌های مهم در برآورد فرسایش و رسوب، استفاده از روش‌ها یا مدل‌هایی است که آگاهی از کارایی و میزان دقت آن‌ها وجود ندارد. ازاین‌رو و به‌طورمعمول با انتخاب یکی از روش‌های محاسبه نسبت تحویل رسوب (SDR)، اقدام به محاسبه مقدار فرسایش بر اساس مقدار رسوب برآورد شده می‌شود . بررسی روش‌ها و مدل‌های محاسبه و برآورد نسبت تحویل رسوب (SDR) نشان‌دهنده این است که به‌ویژه در آبخیزهای بزرگ نمی‌توان از یک روش یا مدل خاص جهت برآورد فرسایش و رسوب استفاده کرد. از سوی دیگر به دلیل بیان‌شده در موردمحاسبه نسبت تحویل رسوب، ضرورت دارد اقدام به شناسایی و معرفی روش‌ها یا مدل‌هایی شود که ضمن برخورداری از ساختار مناسب دارای سازگاری لازم با حوضه آبخیز باشد،(افسری و همکاران 1931). نسبت تحویل رسوب به‌طورکلی به سه دسته عوامل بستگی داشته که شامل شرایط فیزیوگرافی، شرایط آب و هوایی و شرایط خاکشناسی و پوشش‌گیاهی می‌باشند نسبت این ضریب از حوضه‌ای به حوضه دیگر متفاوت بوده و لذا کاربرد روابط موجود در آبخیزهای کشورمان می‌بایستی با دقت نظر انجام پذیرد. یکی از راه‌حل‌های رفع این مسئله، ارزیابی روش‌های موجود جهت برآورد نسبت تحویل رسوب در حوضه آبخیز به‌منظور شناسایی و معرفی مناسب‌ترین روش محاسبه یا برآورد ضریب رسوب‌دهی است. . (اعتمادی، نیکو،1396)

یکی از مشکلات موجود در این زمینه عدم وجود اطلاعات مناسب از میزان فرسایش خاک در دامنه‌ها و میزان رسوب خروجی از حوضه می‌باشد. در این راستا اطلاعات موجود در ایستگاه‌های تحقیقات فرسایش خاک بسیار مفید می‌باشند. در ایستگاه تحقیقاتی سنگانه کلات پس از مطالعه و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی، خاکشناسی، پوشش‌گیاهی و شیب و انطباق آن‌ها با یکدیگر، مناطق مناسب احداث کرت‌های آزمایشی رواناب و رسوب تعیین و درمجموع 80عدد کرت کامل

آزمایشی در 23 دسته (تعداد یک تا پنج کرت با شرایط یکسان و عرض ثابت2و طول‌های 5-10-15-20-25 متر) نصب گردید (رنگ‌آور و همکاران، 1383). در سال 1385 و در اجرای طرح تحقیقاتی دیگری تعداد 12 کرت آزمایشی دیگر در پایگاه احداث گردید. بنابراین در حال حاضر تعداد92 کرت آزمایشی اندازه‌گیری رواناب و رسوب در شرایط مختلف پوشش‌گیاهی، شیب و عمق خاک احداث و در انتهای هر کرت مخزن فلزی جمع‌آوری رواناب تعبیه گردیده است. برای اطّلاعات شدت، مدت و مقدار مربوط به هر واقعه بارندگی، یک دستگاه باران‌نگار نیز در پایگاه نصب است. که داده‌های مربوطه به‌طور دقیق ثبت‌شده است (رنگ‌آور و همکاران، 1383). لذا در این منطقه امکان برآورد دقیق کمی میزان فرسایش و رسوب و درنتیجه نسبت تحویل رسوب (SDR) فراهم می‌باشد. ازآنجاکه هدر رفت خاک در کرت‌های نصب‌شده بر روی دامنه، با میزان فرسایش تقریباً برابر است، بنابراین مقدار هدر رفت خاک اندازه‌گیری شده در این کرت‌ها را برابر با میزان فرسایش فرض می‌شود. میزان رسوب در خروجی حوضه، بیانگر رسوب خروجی کل سطح حوضه آبخیز می‌باشد که بالتبع از میزان فرسایش کمتر است. با به‌دست آوردن نسبت تحویل رسوب از کرت‌های اندازه‌گیری در منطقه و مقایسه آن با روش‌ها و مدل‌های تجربی می‌توان مدل مناسب را برای پایگاه تحقیقاتی سنگانه پیش‌بینی کرد و آن مدل را با توجه به اقلیم منطقه که نیمه‌خشک تا خشک است، به‌تمامی مناطق که این شرایط اقلیم را دارند، تعمیم داد.

گروه اول : روش‌های مبتنی بر مساحت حوضه آبخیز طبق جدول زیر:

جدول(1) روش‌های تجربی مورداستفاده برای تعیین SDR بر اساس مساحت حوضه آبخیز (در این تحقیق)

مدل	توضیحات	نحوه محاسبه
رنفرو(RenfroG.W1975).	A : مساحت حوضه آبخیز برحسب مایل مربع	**Log(SDR)=1,7935-0,4191 Log(A)**
ونانی(Vanoni, V.A.1975)	A : مساحت حوضه آبخیز برحسب مایل مربع	$SDR = 0.42A^{-0.125}$
USDA (USDA, 1972).	A : مساحت حوضه آبخیز برحسب کیلومترمربع	$SDR = 0.5656A^{-0.11}$
SCS (USDA, 1979)	A : مساحت حوضه آبخیز برحسب مایل مربع	$SDR = 0.51A^{-0.11}$
بویس Boyce, R. C. (1975).	A : مساحت حوضه آبخیز برحسب کیلومترمربع	$SDR = 0.3750A^{-0.2382}$

ب- روش‌های مبتنی بر ویژگی‌های ژئومورفولوژی حوضه آبخیز طبق جدول زیر

جدول(**2**) روش‌های تجربی مورداستفاده برای تعیین SDR بر اساس ویژگی‌های ژئومورفولوژی حوضه آبخیز(در این تحقیق)

مدل	توضیحات	نحوه محاسبه
ویلیامز و برنت Williams, J.R., Berndt, H.D., 1977	SLP: شیب آبراهه اصلی برحسب درصد	$SDR = 0.627(SLP)^{0.403}$
رنفرو مانرو (Renfro, G.W. 1975)	R: اختلاف ارتفاع بین بلندترین و کم ارتفاع‌ترین نقاط حوضه آبخیز برحسب متر، L: طول حوضه آبخیز برحسب متر	$SDR = 0.294259 + 0.82362 \log(\frac{R}{L})$
مو و منگ Mou, J. & Meng, Q. (1980)	**A:** مساحت حوضه آبخیز برحسب کیلومترمربع RC: تراکم شبکه آبراهه به‌ویژه تراکم شیارها و خندق‌ها در حوضه آبخیز برحسب کیلومتر بر کیلومترمربع	$SDR = 1.29 + 1.37LnRC - 0.025LnA$
EPM (Gavrilović, Z. 1988)	**P:** محیط حوضه آبخیز برحسب کیلومتر L: بزرگ‌ترین طول حوضه آبخیز برحسب کیلومتر D: اختلاف ارتفاع حوضه که عبارت است از اختلاف ارتفاع متوسط حوضه با ارتفاع نقطه خروجی حوضه برحسب متر که از رابطه زیر به‌دست‌می‌آید.	$SDR = \frac{4(P \times D)^{0.5}}{L + 10}$

مواد و روش‌ها

بررسی فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه‌های آبخیز برای دستیابی به مدیریت صحیح اراضی و حفظ کمیت و کیفیت آب و خاک از ضروریات اساسی محسوب می‌شود (صادقی و همکاران، 1387). استفاده از نسبت تحویل رسوب در حوضه‌های آبخیز به‌منظور تبدیل مقادیر اندازه‌گیری و یا تخمینی رسوب به فرسایش خاک برای متخصصان حفاظت خاک و آب ضروری است. حال آن‌که عملکرد کلیه مدل‌های موجود و استناد به نتایج به‌دست‌آمده از آن‌ها به دلیل تفاوت در فرآیند فرسایش خاک و تولید رسوب در آبخیز محل تهیه آن‌ها همواره سؤال‌برانگیز بوده است (غلامی و همکاران، 1389). بررسی سوابق نشان می‌دهد که تنوع تحقیقات درزمینه SDRدر دنیا از گذشته تابه‌حال مشهود بوده است. در تحقیق حاضر، نسبت تحویل رسوب به‌صورت مستقیم در کرت‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد و با تخمین‌های حاصل از مدل‌ها مقایسه می‌شود تا مدل مناسب منطقه که در اقلیم نیمه‌خشک تا خشک می‌باشد، مشخص شود و، مدل مناسب SDR، برای شرایط اقلیمی مشابه، پیشنهاد گردد. روش‌ها و روابط موجود درزمینه تحویل

رسوب به‌طورکلی می‌تواند به سه گروه طبقه‌بندی گردد که این روش‌ها به شرح ذیل می‌باشند . ج- روش‌های مبتنی بر مساحت و ویژگی‌های فیزیوگرافی و هیدرولوژی حوضه آبخیز:- ویلیامز. (Williams, J.R., 1977)

SDR: نسبت تحویل رسوب
A: مساحت حوضه آبخیز برحسب مایل مربع
R/L: نسبت پستی‌وبلندی به طول حوضه آبخیز برحسب مایل بر مایل
CN : شماره منحنی

ویژگی منطقه موردمطالعه:

در سال 1375 برای بررسی پارامترهای مؤثر در تولید رسوب در عرصه‌های طبیعی و از طریق کرت‌های آزمایشی، پایگاه تحقیقات حفاظت خاک سنگانه به مساحت بیش از 50 هکتار که تقریباً معرف تیپ غالب مراتع مناطق خشک استان خراسان رضوی بوده و دربرگیرنده شرایط مختلف زمین‌شناسی، پوشش‌گیاهی، عمق خاک، توپوگرافی و سایر عوامل احتمالی مؤثر در فرسایش خاک می‌باشند(رنگ‌آور و همکاران، 1383). در 100 کیلومتری شمال‌شرق مشهد ایجاد گردید موقعیت جغرافیایی این منطقه شامل طول "39 ۱۳ 60 تا ."59 ۱۳ 60. و 36 و 41 درجه عرض جغرافیایی میباشد.در این ایستگاه تحقیقاتی 92 کرت فرسایشی و 6 حوضه آبخیز کوچک مجهز به مخازن مناسب برای جمع‌آوری رواناب و رسوب حاصل از رگبارها می‌باشند. همان‌گونه که بیان شد میزان فرسایش خاک از کرت‌های مستقر در دامنه‌ها و میزان رسوب نیز از مخازن مستقر در خروجی حوضه محاسبه شد. در این ایستگاه تحقیقاتی 92 کرت فرسایشی و 6 حوضه آبخیز کوچک مجهز به مخازن مناسب برای جمع‌آوری رواناب و رسوب حاصل از رگبارها می‌باشند. همان‌گونه که بیان شد میزان فرسایش خاک از کرت‌های مستقر در دامنه‌ها و میزان رسوب نیز از مخازن مستقر در خروجی حوضه محاسبه شد.عمق خاک در قسمت‌های مختلف پایگاه بین5 تا بیش از120 سانتیمتر و بافت آن‌ها در محدوده لومی شنی تا لوم رسی‌شنی است. سنگریزه موجود در سطح خاک بین صفر تا 40 درصد متغیر بوده و تغییرات اسیدیته، هدایت الکتریکی، میزان آهک، مواد آلی و گچ این اراضی به ترتیب بین8/3-7/2، 1-1/4، 8 دسی‌زیمنس بر متر، 10/4-0/3 درصد، 3/3-0/8 درصد و19-0/8 درصد می‌باشد.متوسط بارندگی سالانه پایگاه بر اساس آمار10 ساله باران‌نگارهای پایگاه کمتر از180میلی‌متر می‌باشد. درصد پوشش‌گیاهی در قسمت‌های مختلف منطقه بین صفر تا80 درصد متغیر می‌باشد. جهت مقایسه رواناب و رسوب بین کرت‌های موجود در پایگاه با حوضه‌هایی که کرت‌ها در آن قرارگرفته‌اند، پس از بررسی نقشه توپوگرافی پایگاه، حوضه‌های با مساحت‌های مختلف شناسایی و از طریق بازدید صحرایی موردبررسی دقیق قرار گرفتند.و از بین حوضه‌های شناسایی‌شده، 6 حوضه با مساحت‌های مختلف که در آن‌ها کرت آزمایشی نیز وجود دارد، انتخاب گردید. حوضه‌های انتخابی با کد E نام‌گذاری گردیده‌اند (رنگ‌آور و همکاران، 1383). **بحث و نتایج:** پس از تهیه اطلاعات ورودی مدل‌های تجربی مورداشاره در روش تحقیق, امکان تخمین مقدار نسبت تحویل رسوب برای هر حوضه فراهم شد. بنابراین در ابتدا مقدار نسبت تحویل رسوب توسط هر یک از روش‌های موردمطالعه، به‌دست‌آمده و سپس مقادیر برآوردی آن‌ها با مقدار نسبت تحویل رسوب مشاهده‌ای در حوضه‌های موردمطالعه، مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت (جدول 5). بر اساس نتایج ارائه‌شده در جدول 5 ملاحظه می‌شود که اغلب مدل‌های مورداستفاده مقدار نسبت تحویل رسوب را بیش‌تر از یک برآورد نموده‌اند که چندان صحیح نمی‌باشد. بااین‌حال روش ونانی (0/92)، مانرو (0/69)، ویلیامز (0/20) و EPM (0/03) مقدار کمتر از یک برای نسبت تحویل رسوب برآورد نمودند و با مقدار واقعی نسبت تحویل رسوب در منطقه (0/23) نزدیک‌تر

$$SDR = 1.366 \times 10^{-12} (A)^{-0.0998} (\frac{R}{L})^{0.362} (CN)^{5.44}$$

هستند. در ادامه میزان خطای هر مدل بر اساس درصد خطای نسبی موردمحاسبه قرار گرفت (جدول 6). نتایج مندرج در جدول 6 نشان می‌دهد که مدل‌های مبتنی بر مساحت و ژئومورفولژی در این تحقیق دارای خطای بالایی می‌باشند. دلیل خطای بالای این مدل‌ها را می‌توان به شرایط توسعه مدل و داده‌های مورداستفاده در آن‌ها نسبت داد. به‌گونه‌ای که مدل‌های مذکور بر اساس داده‌های حوضه‌های چند صد هکتاری توسعه‌یافته‌اند و کاربرد آن‌ها در حوضه‌های کوچک نتایج دقیقی ارائه نمی‌دهد. در این میان روش EPM با خطای 88 درصد و روش ویلیامز با خطای 12 درصد دارای حداقل خطا می‌باشند. درنهایت با توجه به میزان درصد خطا محاسبه‌شده SDR از روش‌های مختلف و مقادیر مشاهده‌ای در کرت‌ها، نتیجه‌گیری می‌شود که روش‌های مبتنی بر مساحت و ویژگی‌های فیزیوگرافی و هیدرولوژی حوضه آبخیز همانند روش ویلیامز، پارامترهای بیشتری مانند شماره‌منحنی(CN)، مقدار باران، فرسایندگی باران، ارتفاع رواناب ،دبی و حجم رواناب را در برآورد نسبت تحویل رسوب در رابطه مذکور مدنظر قرار داده‌اند و از آن‌ها نیز می‌توان با دقت بیشتری در برآوردSDR، بهره‌برداری نمود (اعتمادی، نیکو،1396) . از آنجائی که در کشور، شرایط اقلیمی و پوشش‌گیاهی، سازند و نوع خاک و ویژگی‌های ژئوموفولژیکی متفاوتی وجود دارد، لذا می‌توان بامطالعه هر روش مبنی بر اینکه روش مذکور با توجه به چه پارامترهایی میزان SDR را برآورد می‌نمایند، نسبت به انتخاب روش مناسب، با موفقیت بیشتری اقدام نمود .از آنجائی که در مناطق گرم و خشک و بیابانی کشور تنها در بخشی از سال رگبار و ایجاد جریان سیلاب وجود دارد و اکثر رگبارها با شدت زیاد اتفاق می‌افتد و درصد پوشش‌گیاهی منطقه کم و ناچیز می‌باشد لذا این جریان‌ها دارای گل‌آلودگی بیشتری بوده و میزان رسوب بیشتری را با خود حمل می‌کنند همچنین این مناطق دارای فیزیوگرافی و شرایط هیدرولوژیکی خاصی بوده و سازندهای زمین‌شناسی آن دارای حساسیت به فرسایش بالایی می‌باشند لذا در این مناطق باید از روش‌هایی استفاده نمود که خصوصیات فیزیوگرافی حوضه شامل مساحت، اختلاف ارتفاع، طول حوضه، انشعابات شبکه و همچنین خصوصیات هیدرولیکی رسوب را جهت برآورد SDR، مدنظر قرار می‌دهند . که از بین روش‌های مذکور و با توجه به داده‌های مشاهده‌ای، روش ویلیامز با درصد خطای٪ 12/26 مناسب‌ترین روش برای این مناطق پیشنهاد می‌گردد.

جدول شماره3- خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌های پایگاه تحقیقاتی سنگانه

نام حوضه	مساحت (Km2)	محیط (Km)	ارتفاع حوضه			طول آبراهه(Km)		تراکم زهکشی Km/km2
			حداکثر	متوسط	حداقل	اصلی	مجموع	
E1	0/0045	0/30	681/00	662/12	651/00	0/08	0/16	35/57
E2	0/0012	0/16	685/60	672/50	658/70	0/04	0/05	45/64
E3	0/0017	0/19	695/90	679/13	668/70	0/08	0/11	62/62
E4	0/0120	0/48	702/00	686/06	668/70	0/18	0/26	21/91
E5	0/0132	0/54	695/50	675/93	662/10	0/18	0/41	30/94
E6	0/0117	0/45	694/40	674/79	661/40	0/11	0/20	16/79

جدول 4- مقدار سی ان در زیر حوضه‌های پایگاه تحقیقاتی سنگانه

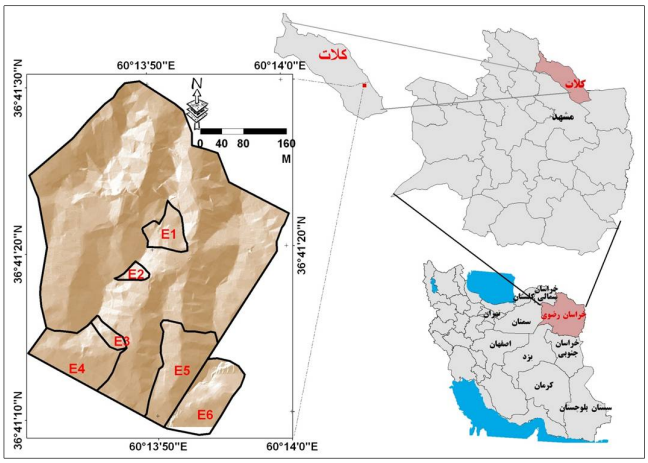
نام زیر حوضه	E1	E2	E3	E4	E5	E6
CN	**76**	**60**	**74**	**74**	**60**	**80**

جدول 5- مقدار اس آر دی در زیر حوضه های منطقه

ویلیامز	EPM	مو و منگ	مانر و رنفرو	ویلیامز و برنت	بویس		سرویس حفاظت خاک آمریکا	ونانی	رنفرو
0/20	**0/03**	**6/22**	**0/69**	**1/12**	**1/36**		**1/02**	**0/92**	**152/05**

جدول 6- مقدار درصد خطای روش ها در زیر حوضه ها

ویلیامز	EPM	مو و منگ	مانر و رنفرو	ویلیامز و برنت	بویس	USDA	سرویس حفاظت خاک آمریکا	ونانی	رنفرو
12/26	**88/11**	**2607/63**	**200/56**	**368/03**	**491/06**	**343/09**	**343/61**	**301/82**	**66124/84**



شکل شماره 1. موقعیت منطقه مورد مطالعه

شکل شماره 2 کرت ها و پوشش‌های متفاوت گیاهی و شیب در پایگاه تحقیقاتی سنگانه

منابع

1-اعتمادی، حسین. نیکو، شیما.1396بررسی و مقایسه روش‌های مختلف برآورد نسبت تحویل رسوبSDR به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین مدل در یک حوضه آبخیز، دومین کنفرانس ملی هیدرولوژی ایران.دانشگاه شهرکرد

2- بیات،رضا. مرادی، شیرین 1393، مروری بر تحقیقات انجام‌شده روی نسبت تحویل رسوب، ترویج و توسعه آبخیزداری،

2- رنگ‌آور، عبدالصالح. غفوریان، رضا. انگشتری،حسن. و گزانچیان، غلامعلی1383،تحقیق و بررسی درزمینه عوامل فرسایش خاک در مراتع استان خراسان رضوی، گزارش نهایی طرح‌های تحقیقاتی، شماره5،

References

4- Boyce, R. C. (1975). Sediment routing with sediment delivery ratios. In: Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Publ. ARS-S-.Yields and Sources. US Dept. Agric 40, 61-65.

5- Gavrilović, 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;

6- Julien, P.Y. (2010). Erosion and Sedimentation. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge.

7- Maner, S. B. (1962). Factors influencing sediment delivery ratios in the Blackland Prairie land resource area.US Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, Fort Worth, Texas, USA.

8- Mou, J. & Meng, Q. (1980) Sediment delivery ratioas used in the computation of watershed sediment yield.Hydraul. Engng. Chinese Soc. Hydraul. Engng, Beijing,China.

9- Renfro, G.W. (1975). Use of Erosion Equations and Sediment-Delivery Ratios for Predicting Sediment.Sediment

10- USDA, 1972. Sediment Sources, Yields, and Delivery Ratios. National Engineering Hand book, Section 3 Sedimentation.

11-USDA, 1979. Sediment Sources, Yields, and Delivery Ratios. National Engineering Hand book,. Section 3 Sedimentation.

12- Vanoni, V.A., 1975. Sedimentation engineering, ASCE Manuals and Reports on Engineering ractices, No. 54.

13- Williams, J.R., 1977. Sediment Delivery Ratios Determined with Sediment and Runoff Models. Proceedings Symposium on Erosion and Solid Matter Transport in Inland Water. IAHS Publication, No. 122: 168-179.

14-Williams, J.R., Berndt, H.D., 1977. Sediment yield prediction based on watershed hydrology. ftheAmericanSocietyofAgriculturalandBiological Engineers 6, 1100–1104.

Abstract

The sedimentary of estimated with (SRD) method in Sanghaneh kallat basin (northeast of IRAN)

Soil erosion and sediment transport to waterways are among the most important environmental problems and concerns in sustainable development and play an important role in formulating watershed management strategies. Knowledge of sediment delivery ratio is important for effective implementation of soil conservation and watershed management programs. In this regard, choosing the appropriate model for estimating sediment delivery ratio can be an appropriate tool for calculating erosion amount to implement erosion control and containment programs in the watershed. The erosion and sediment measurement plots have been installed at Kalatan Sangat Research Station since 2006 and during this time the exclosure area has been enclosed and all data recorded accurately after each thunderstorm and rainfall. In this study, 10 experimental models of sediment delivery ratio estimation were compared with real data recorded at Sanganeh station. The results showed that Williams model with relative error of 19,72% is the most suitable method for estimating SDR in Kalanat area in Khorasan Razavi province with semi-arid to dry climate.