Arch

گزارش کوتاه علمی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و پنجم، شماره چهارم، ۱۳۹۷
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.14361.2910

برآورد حجم رواناب و رسوب در زیرحوضه سد گراتی با استفاده از مدل SWAT

بیژن نظری[۱]، *فرشته بتوخته[۲]، مهدی محمدی قلعه‌نی[۳] و بهنام آبابایی[۴]

[۱]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، [۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه زنجان،
[۳]استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه اراک، [۴]دکتری مهندسی آبیاری، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان،
واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: از مسائل مطرح در مدیریت آب در حوضه‌های آبریز، برآورد میزان تولید رسوب هر یک از زیرحوضه‌ها است. تعیین حجم ماهانه و سالانه جریان و رسوب رودخانه‌های بالادست سدهای مخزنی، در مراحل طراحی و بهره‌برداری این مخازن، اهمیت قابل‌توجهی دارند. پیشرفت تکنولوژی نرم‌افزارهای رایانه‌ای و شناخت فرآیندهای فرسایش و رسوب و تشخیص نسبی عوامل مؤثر بر آن، امکان استفاده از انواع مدل‌های ریاضی را فراهم نموده است. از آن‌جا که نتایج حاصل از بعضی از مدل‌ها با مقادیر واقعی تطبیق داشته، از این‌رو استفاده از مدل‌های فرسایش و رسوب در مطالعات حوزه آبخیز افزایش‌یافته است. به‌منظور برآورد حجم ماهانه و سالانه جریان و رسوب در زیرحوضه سد گراتی، مدل SWAT به‌کار گرفته شد. مدل SWAT یک مدل جامع و کامل در مقیاس حوضه‌ای می‌باشد که برای پیش‌بینی تأثیر روش‌های مدیریتی متفاوت بر جریان، رسوب، عناصر غذایی و بیلان مواد شیمیایی در حوضه‌هایی با خاک، کاربری اراضی و شرایط مدیریتی متفاوت برای دوره‌های زمانی طولانی ارائه شده است.

مواد و روش‌ها: جهت مدل‌سازی حوضه مطالعاتی از داده‌های و نقشه‌های مختلفی استفاده می‌گردد اطلاعات و داده‌های ورودی مدل شامل نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM)، نقشه کاربری اراضی، نقشه خاک و داده‌های هواشناسی شامل بارندگی، حداقل و حداکثر درجه حرارت روزانه، سرعت باد و رطوبت هوا می‌باشد. جهت واسنجی و صحت‌سنجی مدل از نرم‌افزار SWAT-CUP استفاده شد که دارای روش‌های متنوعی ازجمله الگوریتم SUFI2 برای واسنجی پارامترها می‌باشد. در پژوهش حاضر با استفاده از آمار مشاهده‌شده ماهانه دبی و رسوب در حوضه مورد مطالعه و با استفاده از پارامترهای فیزیکی، ارقام برآورد شده توسط مدل SWAT کالیبره گردید، سپس اقدام به ارزیابی مدل SWAT شد. برای واسنجی مدل در برآورد رواناب آمار سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۸۶ (۱۶ سال) از ایستگاه بیدواز اسفراین و سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۰۴ (۶ سال) از ایستگاه قلعه‌سفید و برای مرحله صحت‌سنجی از آمار سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۲ (۴ سال) در ایستگاه بیدواز اسفراین و سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۱۰ (۲ سال) در ایستگاه قلعه‌سفید استفاده شده

* مسئول مکاتبه: batoukhtehf@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

است. همچنین داده‌های بار رسوب در سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۰۹ (۳ سال) در ایستگاه قلعه‌سفید اندازه‌گیری شده‌اند. بار رسوبی اندازه‌گیری‌شده حداقل در یک روز از هر ماه سال اندازه‌گیری شده است. به‌عبارتی برای هر ماه از سال حداقل یک داده اندازه‌گیری رسوب اندازه‌گیری و در مدل استفاده شده است.

یافته‌ها: مدل واسنجی‌شده از دقت قابل‌قبولی برای برآورد دبی ماهانه در ایستگاه‌های بیدواز اسفراین و قلعه‌سفید برخوردار بود. به‌طوری‌که مقادیر پارامترهای میانگین مجذور خطا (MSE)، ضریب همبستگی(R^2) و پارامتر ناش- ساتکلیف (NS) برای دبی ماهانه در ایستگاه بیدواز اسفراین به‌ترتیب برابر ۰/۵۱٦، ۰/۸۷ و ۰/٦٤، برای دبی در ایستگاه قلعه‌سفید به‌ترتیب برابر ۰/۵۵، ۰/۸۹ و ۰/۷۱، و برای رسوب در ایستگاه قلعه‌سفید به‌ترتیب برابر ۰/٤۲، ۰/۷۲ و ۰/۵۹ به‌دست آمد. نتایج نشان داد که مجموع عمق رواناب سالانه در زیرحوضه گراتی حدود ۲۲/٤ میلی‌متر و مجموع بار رسوب سالانه حدود ۷۷۳ تن در سال در کیلومترمربع می‌باشد که با احتساب مساحت ۷٤۷/۱ کیلومترمربع برای این زیرحوضه، مجموع حجم درازمدت سالانه رواناب برابر ۱٦/۷۱ میلیون مترمکعب برآورد می‌گردد و همچنین سالانه حدود ۵۷٦۹۸۳ تن رسوب از حوضه گراتی خارج خواهد شد. حداکثر بار رسوب و رواناب در ماه‌های اردیبهشت و خرداد رخ می‌دهد.

نتیجه‌گیری: بررسی نتایج مدل SWAT در شبیه‌سازی رسوب نشان داد که قابلیت مدل در شبیه‌سازی رسوب خوب است. علی‌رغم عدم قطعیت زیاد در تعیین رسوب، مدل SWAT توانسته است در دوره کالیبراسیون و دوره صحت‌سنجی به‌خوبی زمان وقوع حداکثر آورد رسوب را شبیه‌سازی نماید.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم SUFI2، رسوب، رواناب، SWAT 2012

مقدمه

یکی از مسائل و مشکلاتی که همواره تأسیسات آبی را متأثر ساخته و عمر مفید سدها را به مخاطره می‌اندازد، رسوب‌گذاری در مخازن آن‌هاست که تا حدی اجتناب‌ناپذیر است بنابراین برآورد رسوب ورودی به سد، رسوب ته‌نشین‌شده و حجم رسوب پس از یک دوره از اهمیت بسیاری برخوردار است. از طرفی مقدار رواناب، فرسایش و انتقال رسوب بسته به شرایط هیدرولوژیکی، خاک و پوشش در سطح حوضه تغییر می‌کند و این باعث می‌گردد که شبیه‌سازی فرایندهای فوق نیازمند ارائه اطلاعات لازم از چگونگی تغییرات مکانی این عوامل باشد. یکی از روش‌های نوین برآورد رسوب که امروزه بسیار مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته، استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی است که در مهر و مومهای اخیر توسعه زیادی یافته است. هدف پژوهش کاربرد مدل SWAT[1] برای شبیه‌سازی رواناب ماهانه و رسوب ماهانه در حوضه گراتی می‌باشد. مدل SWAT با پردازش داده‌های مؤثر و به‌کارگیری لایه‌های مختلف GIS رسوب را شبیه‌سازی می‌کند. در دهه اخیر در نقاط مختلف جهان از مدل SWAT استفاده‌های مختلفی شده است. ویجیاک و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از مدل SWAT میزان بار رسوب در حوضه دانوب را برآورد کردند. بر اساس ارزیابی آن‌ها با وجود کمبود داده‌های رسوب برای کالیبراسیون مدل،

1- Soil and Water Assessment Tool

www.SID.ir

Archive of SID

این مدل می‌تواند برای بررسی تأثیر مدیریت رسوب تحت شرایط فعلی و تغییرات آب‌وهوا مناسب می‌باشد (٦). محمد و همکاران (٢٠١٦) با استفاده از مدل SWAT میزان رواناب و رسوب سالانه حوضه سد دهوک در شمال شهر دهوک/ عراق را برآورد نمود. بر اساس نتایج میانگین رواناب و رسوب سالانه به‌ترتیب برابر ١٤/٣ میلیون مترمکعب و ^{3}١٠* ١٢٤/٦ تن برآورد گردید (٥). حق‌پرست و همکاران (٢٠١٥)، با استفاده از مدل SWAT تولید رسوب حوضه آبریز رودخانه کن را شبیه‌سازی کردند. نتایج مدل‌سازی انجام‌شده از سال ٢٠٠٤ تا ٢٠١٢ مقدار رسوب‌دهی رودخانه را حدود ١١٥ $ton/year/km^2$ برآورد کردند (٤). عارفی‌اصل و همکاران (٢٠١٢) از مدل SWAT جهت برآورد رواناب و رسوب در حوضه آبخیز چهل‌چای در شرق استان گلستان استفاده کردند. طبق نتایج، این مدل توانایی کاربرد در آبخیزهای کوهستانی، پرشیب و جنگلی را دارد و پیش‌بینی رضایت‌بخشی از دبی روزانه و پیش‌بینی خوب تا عالی از رسوب حوضه داشته است (٢). چانتها و همکاران (٢٠١١) از مدل SWAT برای ارزیابی هیدرولوژیکی، رسوب و میزان مواد آلی در حوزه‌های آبخیز بزرگ استفاده کرده و نواحی دارای شرایط بحرانی را در حوزه موردنظر شناسایی کردند. مناطق دارای شرایط بحرانی در قسمت‌های بالایی حوزه قرار داشتند که به عواملی از جمله شیب زیاد و شدت بارندگی زیاد و پوشش گیاهی کم مربوط بوده است. آن‌ها نتیجه گرفتند که مدل SWAT قادر است ارزیابی درستی از شرایط حوزه داشته باشند (٣). تعیین عدم قطعیت با روش SUFI2 شامل بررسی دبی جریان و یا مطالعه رسوب می‌باشند. در همین راستا و به‌منظور بررسی توانایی مدل SWAT در شبیه‌سازی دبی جریان و رسوب در حوضه Alpine سوئیس، عباسپور و همکاران (٢٠٠٧) از این روش استفاده کرده و با استفاده از شاخص‌هایی مانند R- factor و P-factor عملکرد مدل را در شبیه‌سازی رواناب و رسوب بسیار مطلوب ارزیابی کردند. آن‌ها با توجه به مؤلفه‌های بیلان آب شامل رواناب سطحی، جریان جانبی آب و جریان ناشی از آب زیرزمینی این عملکرد مطلوب را به عدم ارتباط زیاد جریان آب سطحی و زیرزمینی در منطقه نسبت دادند. این در حالی است که در مناطقی مانند حوضه Coach در چین به‌علت وجود ارتباط بین آب سطحی و زیرزمینی و تأثیر سازه‌هایی مانند سد و مخزن شبیه‌سازی مطلوب نبوده است (١).

مواد و روش‌ها

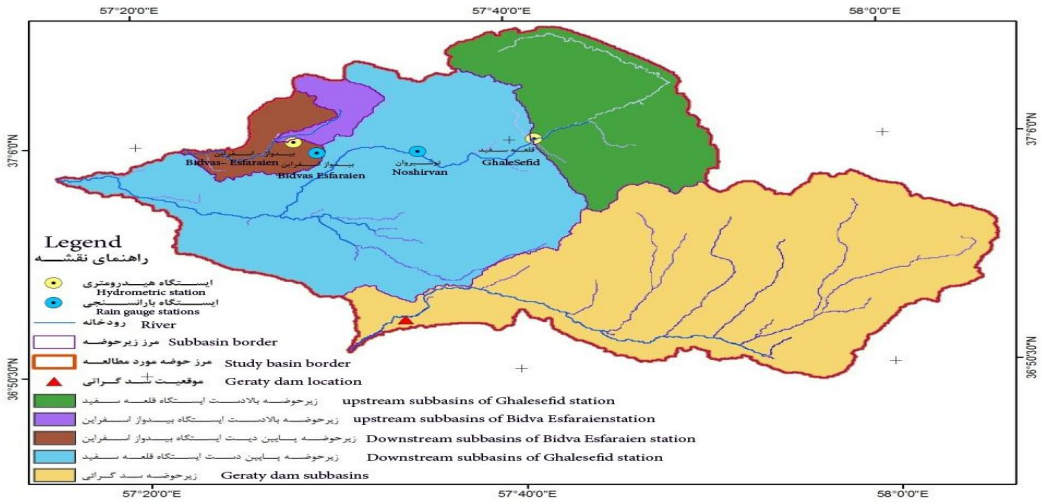
مشخصات حوضه مورد مطالعه: حوضه آبریز سد گراتی واقع در استان خراسان شمالی، شهرستان اسفراین، دارای مساحت ٧٢٣ کیلومترمربع می‌باشد. بلندترین نقطه این حوضه ٣١٠٠ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. شیب متوسط این حوضه نیز ١٤ درصد می‌باشد. در زیرحوضه گراتی که حوضه‌ای درجه ٣ می‌باشد هیچ‌گونه ایستگاه هیدرومتری یا هواشناسی وجود ندارد. به‌منظور قابلیت استفاده از آمار ایستگاه‌های هیدرومتری و هواشناسی منطقه، مرز زیرحوضه گراتی به حوضه مورد مطالعه برای مدل SWAT توسعه داده‌شده است. در این حوضه دو ایستگاه باران‌سنجی نوشیروان و بیدواز اسفراین به همراه دو ایستگاه هیدرومتری قلعه‌سفید و بیدواز اسفراین قرار دارد. همچنین در مجاورت این حوضه ایستگاه باران‌سنجی و هیدرومتری روئین عراقی و ایستگاه باران‌سنجی خوش نیز قرار دارند.

جمع‌آوری اطلاعات ورودی و مدل‌سازی: اطلاعات و داده‌های اساسی مدل شامل نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM)، نقشه کاربری اراضی، اطلاعات مربوط به کاربری اراضی؛ نقشه خاک، اطلاعات خاکشناسی

www.SID.ir

Archive of SID

منطقه (از جمله تعداد لایه‌ها، گروه‌های هیدرولوژی، عمق خاک، بافت خاک و ...) و داده‌های هواشناسی مانند بارندگی، حداقل و حداکثر درجه حرارت روزانه و دبی رودخانه در ایستگاه هیدرومتری واقع در خروجی حوضه جهت انجام مراحل واسنجی می‌باشد. پس از معرفی نقشه توپوگرافی، مرز و شبکه رودخانه‌های حوضه مورد مطالعه به محیط نرم‌افزار ArcGIS، مدل SWAT مشخصات مرز حوضه، مرز زیرحوضه‌ها، نقاط خروجی زیرحوضه‌ها، رودخانه‌های حوضه و سایر پارامترهای حوضه را ترسیم می‌کند. مدل حوضه مورد مطالعه در SWAT طوری ساخته شد که حوضه موردنظر به ۵ زیرحوضه تقسیم شود و خروجی دو زیرحوضه قلعه‌سفید و بیدواز اسفراین دقیقاً در محل ایستگاه‌های هیدرومتری این زیرحوضه‌ها باشد تا با استفاده از داده‌های این ایستگاه‌ها مدل SWAT واسنجی و صحت‌سنجی شود. همچنین خروجی زیرحوضه گراتی در مجاورت موقعیت سد گراتی قرار گرفت تا نتایج خروجی از این زیرحوضه به‌عنوان نتایج تحقیق بررسی شود. شکل ۱ مشخصات رسم شده توسط مدل SWAT در محیط نرم‌افزار GIS را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است سد گراتی در محل خروجی زیرحوضه ۵ واقع شده است و خروجی این زیرحوضه نتایج اصلی پژوهش حاضر می‌باشد.



شکل ۱- حوضه سد گراتی، زیرحوضه‌های آن و شبکه هیدروگرافی.

Figure 1. The Geraty dam watershed, sub-basins and the hydrographic network.

در مرحله بعد با استفاده از نقشه خاک (نقشه خاکشناسی منطقه مورد مطالعه در مقیاس مطلوب ۱:۲۵۰،۰۰۰ از مؤسسه تحقیقات خاک و آب خریداری شد)، کاربری اراضی (نقشه کاربری اراضی با مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰ از پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری تهیه شد) و نقشه طبقات شیب که در ۵ طبقه (۵-۰، ۱۰-۵، ۱۵-۱۰، ۳۰-۱۵ و ۳۰< شیب) بر اساس نقشه DEM منطقه رسم می‌شود. پس از معرفی سه نقشه کاربری اراضی، خاکشناسی و طبقات شیب به مدل SWAT، این مدل با روی‌هم‌گذاری این نقشه‌ها واحدهای واکنش هیدرولوژیکی حوضه (HRU) را آماده می‌کند. پس از ساخت واحدهای واکنش هیدرولوژیکی، داده‌های هواشناسی موردنیاز به مدل SWAT معرفی می‌شود. داده‌های بارندگی،

www.SID.ir

Archive of SID

دمای حداقل و حداکثر، رطوبت نسبی، سرعت باد و تابش خورشیدی دو ایستگاه سینوپتیک سبزوار و بجنورد به‌عنوان ایستگاه‌های تولیدکننده داده‌های هواشناسی مورد استفاده قرار گرفتند. علاوه بر این ایستگاه‌ها، داده‌های طولانی‌مدت بارندگی روزانه دو ایستگاه باران‌سنجی نوشیروان و اسفراین جهت شبیه‌سازی فرآیند بارش– رواناب به مدل SWAT وارد شدند. دوره آماری بارندگی روزانه مربوط به ایستگاه‌های مذکور شامل ۲۶ سال است که از سال ۱۹۸۶ شروع و به سال ۲۰۱۱ ختم می‌شوند.

نتایج و بحث

پس از معرفی و واردکردن داده‌های موردنیاز به مدل SWAT این مدل اجرا می‌شود. مراحل استخراج نتایج از مدل SWAT شامل اجرای اولیه مدل SWAT، آنالیز حساسیت و عدم قطعیت مدل، واسنجی و صحت‌سنجی مدل SWAT انجام گرفت.

واسنجی و صحت‌سنجی مدل SWAT: ایستگاه بیدوازاسفراین دارای ۲۰ سال آمار هیدرومتری (۲۰۰۵–۱۹۸۶) و ایستگاه قلعه‌سفید دارای ۸ سال آمار هیدرومتری (۲۰۱۱–۲۰۰۴) می‌باشد. برای واسنجی مدل در برآورد رواناب آمار سال‌های ۲۰۰۱–۱۹۸۶ (۱۶ سال) از ایستگاه بیدواز اسفراین و سال‌های ۲۰۰۹–۲۰۰۴ (۶ سال) از ایستگاه قلعه‌سفید و برای مرحله صحت‌سنجی از آمار سال‌های ۲۰۰۵–۲۰۰۲ (۴ سال) در ایستگاه بیدواز اسفراین و سال‌های ۲۰۱۱–۲۰۱۰ (۲ سال) در ایستگاه قلعه‌سفید استفاده شده است. همچنین داده‌های بار رسوب در سال‌های ۲۰۱۱–۲۰۰۹ (۳ سال) در ایستگاه قلعه‌سفید اندازه‌گیری شده‌اند که داده‌های بار رسوب در ایستگاه قلعه‌سفید به دو قسمت برای مراحل واسنجی و صحت‌سنجی تقسیم شدند که از بین ۲۵ داده، ۲۰ داده برای واسنجی و ۵ داده برای صحت‌سنجی انتخاب شدند. بار رسوبی اندازه‌گیری‌شده حداقل در یک روز از هرماه سال اندازه‌گیری شده است. به‌عبارتی برای هر ماه از سال حداقل یک داده اندازه‌گیری رسوب اندازه‌گیری و در مدل استفاده شده است. به‌عنوان مثال در ایستگاه قلعه‌سفید ۴۰ داده اندازه‌گیری رسوب در روز، ماه و سال‌های متفاوت اندازه‌گیری و برای مدل‌سازی استفاده شده است (جدول‌های ۱ و ۲). جدول ۳ نشان می‌دهد که بیش‌ترین آبدهی ویژه در ماه‌های فصل بهار (فروردین، اردیبهشت و خرداد) هست. همچنین جدول ۳ به‌خوبی نتایج مدل SWAT را در مورد شبیه‌سازی رواناب در زیرحوضه گراتی تأیید می‌کند.

جدول ۱- نتایج واسنجی مدل SWAT.

Table 1. The results of calibration swat model.

SSQR	MSE	NS	R^2	r-factor	p-factor	پارامتر
115	0.516	0.64	0.87	0.39	0.13	دبی اسفراین Bidouaz Esfaraien st. Discharge
53	0.55	0.71	0.89	0.79	0.08	دبی قلعه‌سفید GhaleSefid st. Discharge
102	4.20	0.59	0.72	1.04	0.06	رسوب قلعه‌سفید GhaleSefid st. sediment

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج صحت‌سنجی مدل SWAT برای رونات و بار رسوب.

Table 2. The results of validation swat model for runoff and sediment.

SSQR	MSE	NS	R^2	r-factor	p-factor	پارامتر
18.01	0.075	0.76	0.76	0.54	0.27	دبی بیدواز اسفراین Bidouaz Esfaraien st. Discharge
12.01	0.125	0.82	0.69	0.86	0.15	دبی قلعه‌سفید GhaleSefid st. Discharge
27.04	1.08	0.49	0.82	1.82	0.34	رسوب قلعه‌سفید GhaleSefid st. sediment

جدول ۳- میانگین درازمدت ماهانه بارش، رواناب و بار رسوب شبیه‌سازی‌شده زیرحوضه گراتی.

Table 3. The long-term average monthly of simulated rainfall, runoff and sediment load in the Geraty dam basin.

میانگین بلندمدت long-term average			
بار رسوب Sediment load (ton/ha)	رواناب Runoff (mm)	بارش Rainfall (mm)	پارامتر Parameter / ماه month
0.24	1.92	9.93	مهر (Sep)
0.42	2.10	25.24	آبان (Oct)
0.40	0.58	36.41	آذر (Nov)
0.77	1.93	39.78	دی (Dec)
0.13	0.29	38.42	بهمن (Jan)
0.05	0.46	61.85	اسفند (Feb)
0.32	1.39	45.24	فروردین (Mar)
2.14	6.28	24.35	اردیبهشت (Apr)
2.76	3.45	7.95	خرداد (May)
0.26	1.84	2.53	تیر (Jun)
0.04	0.60	1.45	مرداد (Jul)
0.18	1.55	3.48	شهریور (Aug)
7.73	22.39	296.64	مجموع سالانه (Total annual)

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج این مرحله نشان داد که مجموع عمق رواناب سالانه در زیرحوضه گراتی حدود ۲۲/۳۹ میلی‌متر می‌باشد که با احتساب مساحت ۷٤۷/۱۰۹ کیلومترمربع برای این زیرحوضه، مجموع آورد درازمدت سالانه در زیرحوضه گراتی برابر ۱٦/۷۱ میلیون مترمکعب برآورد شده است. مجموع بار رسوب سالانه در زیرحوضه گراتی حدود ۷۷۳ تن در سال در کیلومترمربع است. با احتساب مساحت حوضه گراتی، سالانه حدود ۵۷٦۹۸۳ تن رسوب از حوضه گراتی خارج خواهد شد (حجم رسوب با استفاده از وزن مخصوص رسوب که حدود ۱/۲ تن در مترمکعب در نظر گرفته‌شده، به‌دست آمده است). با احتساب عمر مفید سد حدود ۵۰ سال، نتیجه می‌شود که حدود ۲٤/۰٤۸ میلیون مترمکعب رسوب در این ۵۰ سال وارد سد خواهد شد. مقدار متوسط رسوب برآورد شده با استفاده از روش‌های تجربی یونسکو، فورنیه و E.P.M به‌ترتیب ۵۱٦/۸، ٦٤۹/۷ و ٦۵٤/٤ تن در سال در کیلومترمربع می‌باشد. با استفاده از میانگین این چهار روش (٦۰۹/۵ تن در سال در کیلومترمربع) به‌این‌ترتیب متوسط حجم رسوبات ورودی به مخزن سد گراتی در طی ۵۰ سال، ۱۹/۳ میلیون مترمکعب خواهد بود. همچنین به‌طورکلی برآورد مدل در مقدار بار رسوب شبیه‌سازی‌شده از مقادیر اندازه‌گیری‌شده برای آن در حوضه گراتی کم‌تر می‌باشد اما با توجه به نتایج کم‌تر یا بیش‌تر بودن مقدار برآورد بار رسوب هم با توجه به زمان و هم با توجه به ایستگاه موردنظر متفاوت است. به‌عنوان‌مثال در سال ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ مقدار برآورد مدل بسیار کم‌تر از مقدار مشاهداتی رسوب نسبت به سال ۲۰۱۱ می‌باشد و همچنین رسوب مشاهداتی در ایستگاه روئین عراقی نسبت به ایستگاه قلعه‌سفید به نتایج رسوب شبیه‌سازی‌شده توسط مدل نزدیک‌تر می‌باشد. همچنین در سال ۲۰۱۱ مقدار بار رسوب می‌تواند به دلایل زیر بیش‌تر از سال‌های دیگر باشد: ۱- این‌که با توجه به تغییر مشخصات شدت- مدت- فراوانی بارش و ریزش بارش‌های با شدت بیش‌تر، این بارش‌ها باعث فرسایش خاک و تولید رسوب شده است. ۲- بروز خشک‌سالی و از بین رفتن پوشش گیاهی مقدار و سرعت نفوذ آب به خاک را نسبت به سال‌های قبل کم‌تر کرده است و این باعث ایجاد رواناب و فرسایش بیشتر و تولید رسوب شده است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش از مدل مفهومی- نیمه‌توزیعی SWAT، در محیط ArcGIS، و نیز الگوریتم تحلیل عدم قطعیت SUFI2 در برنامه SWAT-CUP، به‌طور موفقیت‌آمیزی برای شبیه‌سازی رواناب و برآورد حجم رسوب در زیرحوضه گراتی استفاده شد. سد گرامی باهدف بهینه‌سازی رواناب رودخانه کال ولایت (گراتی) در راستای دستیابی به آب مطمئن کشاورزی در منطقه صورت پذیرفته است. نتایج مرحله واسنجی و صحت‌سنجی نشان داد که دقت برآورد دبی و بار رسوب قابل‌قبول می‌باشد. با بررسی مقادیر به‌دست آمده در مورد شبیه‌سازی رسوب با مدل SWAT می‌توان نتیجه گرفت که علی‌رغم عدم قطعیت‌های بسیار در تعیین رسوب، مدل SWAT توانسته است در دوره کالیبراسیون و دوره صحت‌سنجی به‌خوبی زمان وقوع حداکثر آورد رسوب را شبیه‌سازی نماید، اگرچه بین مقدار حداکثر رسوب واقعی و حداکثر رسوب شبیه‌سازی‌شده، اختلاف وجود دارد. از روش‌شناسی این پژوهش می‌تواند در مناطق با شرایط مشابه استفاده نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Abbaspour, K.C., Yang, J., Maximov, I., Siber, R., Bogner, K., Mieleitner, J., Zobrist, J., Srinivasan, R., and Reichert, P. 2007. Modelling of hydrology and water quality in the pre-alpine/alpine Thur watershed using SWAT. J. Hydrol. 333: 413-430.
2. Arefi Asl, A., Najafinejad, A., Kiani, F., and Salmanmahiny, A.R. 2012. Simulating discharge and sediment production using SWAT in Chehelchai Watershed of Golestan province, J. Range Water. Manage. 66: 3. 433-446. (In Persian)
3. Chantha, O., Sabine, S., Migue, J., and Pérez, S. 2011. Assessment of hydrology, sediment and particulate organic carbon yield in a large agricultural catchment using the SWAT model. J. Hydrol. 401: 145-153.
4. Haghparast, N., Kamali, M., Ahmadi, M. and Tjrshy, M. 2015. Simulation of sediment in the river basin kan Using swat & swat cup, The Tenth International Congress of Civil Engineering, Pp: 1-9. (In Persian)
5. Mohammad, M.E., Al-Ansari, N., and Knutsson, S. 2016. Scour and Erosion-Harris, Whitehouse & Moxon (Eds), Taylor & Francis Group, London, 978-1-1-138-02979-8.
6. Vigiak, O., Malagó, A., Bouraoui, F., Vanmaercke, M., Obreja, F., Poesen, J., Habersack, H., Fehér, J., and Grošelj, S. 2017. Modelling sediment fluxes in the Danube River Basin with SWAT. Science of the Total Environment. 599-600: 992-1012.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 25(4), 2018
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.14361.2910

Short Technical Report

The estimation of runoff and sediment volume of in the Geraty Sub basin using the SWAT Model

B. Nazari[1], *F. Batoukhteh[2], M. Mohammadi Ghaleni[3] and B. Ababaei[4]
[1]Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, Imam Khomeini International University,
[2]M.Sc. Graduate, Dept. of Water Engineering, University of Zanjan, [3]Assistant Prof.,
Dept. of Water Science and Engineering, Arak University, [4]Ph.D. in Irrigation Engineering,
Young Researchers and Elites Club, Science and Research Branch, Islamic Azad University
Received: 01.21.2017; Accepted: 06.12.2018

Abstract

Background and Objectives: Estimation of sediment values in sub-basins is an important issue in watershed water management. Determination of the monthly and annual river flow volume and sediment from upstream are very important in the design and operation of dams. The possibility of using mathematic models has been provided by expansion of computer software technologies and knowledge about factors affecting erosion and sedimentation. The use of erosion and sedimentation models in the watershed studies has increased due to good fitness between the results of some models and the observed values. In order to evaluate the SWAT capabilities in runoff and sediment simulation, this research was carried out in Geraty sub basin. The SWAT model is a comprehensive model for predicting the effects of different management methods on runoff, sediment, chemical and nutrient material transport in the basins with different soil, land use and management condition for long periods of time.

Materials and Methods: Different data and maps were used for preparation of required basic files for delineating the basin into sub-basins and HRUs. These basic file include: Digital Elevation Model (DEM), soil map and Land Use/Land Cover (LULC) map. The weather input data was including maximum and minimum daily air temperature, solar radiation, wind speed and relative humidity. SWAT-CUP software was used to calibration and validation of the model parameters. The SUFI-2 algorithm was used for parameter optimization. In this study, the SWAT model was calibrated with the monthly observed discharge and sediment rates and physical parameters. Then, the model was assessed. The model was calibrated using monthly discharge data from Bidouaz Esfaraien station for the period 1986-2001 (16 years) and GhaleSefid station for the period 2004-2009 (6 years). Also, the model was validated using monthly discharge data from Bidouaz Esfaraien station for the period 2002-2005 (4 years) and GhaleSefid station for the period 2010-2011 (2 years). The sediment load data for the years 2011-2009 (3 years) were measured in GhaleSefid station.

Results: Calibrated model showed an acceptable precision in simulation of monthly discharge in Bidouaz Esfaraien and GhaleSefid stations. MSE, R^2 and NS parameters for monthly discharge in Bidouaz Esfaraien station was obtained 0.516, 0.87 and 0.64, respectively. In simulation of discharge in GhaleSefid station these statistic parameters were 0.55, 0.89 and 0.71, respectively. These statistic parameters in sediment simulation 0.42, 0.72 and 0.59,

* Corresponding Author; Email: batoukhtehf@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

respectively. The results showed that the total annual runoff depth at Geraty basin is about 22.39 mm and total annual sediment is about 773 ton/year/km^2. Considering the area of 747.109 km^2 for this basin, the total volume of long-term annual runoff is estimated to 16.71 million cubic meters and also about 576983.31 tons of sediment will be drained out from the Geraty basin. The maximum sediment load and runoff occurs in April and May.

Conclusion: Analysis of the SWAT model results in sediment simulation shows that the model capability in sediment simulation is good. Regarding to high uncertainty in sediment prediction, the model was able to simulate the maximum amount of sediment in the calibration and validation phases successfully.

Keywords: Runoff, Sediment, SUFI2, SWAT 2012

www.SID.ir