مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد شانزدهم، ویژه‌نامه ۲، ۱۳۸۸
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

مدل‌سازی برآورد نسبت تحویل رسوب رگبار در حوزه آبخیز چهل‌گزی براساس ویژگی‌های اقلیمی و هیدرولوژی

لیلا غلامی[۱]، *سیدحمیدرضا صادقی[۲] و عبدالواحد خالدی‌درویشان[۳]

[۱]دانش‌آموخته گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور، [۲]دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور،
[۳]دانشجوی دکتری گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۱۷

چکیده

استفاده از نسبت تحویل رسوب در حوزه‌های 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 به‌دست آمده از آنها به‌دلیل تفاوت در فرآیند فرسایش خاک و تولید رسوب در آبخیز محل تهیه آنها همواره سوال‌برانگیز بوده است. از این‌رو، در پژوهش حاضر سعی بر آن بوده تا از طریق اندازه‌گیری مقدار فرسایش خاک و تولید رسوب ۱۱ رگبار مطالعاتی، مقدار دقیق نسبت تحویل رسوب تعیین، و ارتباط آن با عوامل مختلف اقلیمی و هیدرولوژیکی در حوزه آبخیز چهل‌گزی سد قشلاق مورد بررسی قرار گیرد. نتایج به‌دست آمده از مدل‌سازی، دلالت بر امکان برآورد مناسب نسبت تحویل رسوب با استفاده از متغیرهای دبی اوج، حجم روان‌آب و عامل فرسایندگی با ضریب تعیین و خطای نسبی به‌ترتیب حدود ۹۸ و ۳۳ درصد داشته است. هم‌چنین نتایج آزمون t جفتی نبود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر مشاهده‌ای و تخمینی نسبت تحویل رسوب را تأیید نمود.

واژه‌های کلیدی: استان کردستان، تولید رسوب، سد قشلاق، مدل فرسایش خاک، نسبت تحویل رسوب

مقدمه

امروزه بسیاری از کشورهای جهان به‌وسیله تخریب اراضی ناشی از فرسایش خاک و رسوب‌گذاری در منابع آبی تهدید می‌شوند. این روند منجر به هدررفت توان تولید خاک، تخریب کیفیت آب و کاهش توان پیش‌گیری و مهار حوادث طبیعی از قبیل سیلاب‌ها شده است (نووتنی و اولم، ۱۹۹٤). از طرفی توسعه راه‌کارهای مدیریت خاک و کشاورزی پایدار، کاهش مقدار رسوبات در پایین‌دست رودخانه‌ها و تشخیص مناطق فرسایشی ضروری است. این نیازها موجب می‌شود که محققان در امر فرسایش و رسوب به مطالعه فرآیندهای تحویل رسوب در داخل حوزه‌های آبخیز و استفاده از مدل‌های توزیع‌یافته مکانی روی آورند (راشکی، ۲۰۰٦). از طرفی کنترل بار رسوبی ورودی به منابع آبی یکی از مهم‌ترین موضوعات مورد بررسی در مدیریت کیفیت آب است. بار رسوبی در تشخیص منابع آلودگی غیرنقطه‌ای[1] و هم‌چنین در طراحی و ساخت سازه‌های آبی مانند سدها و مخازن به‌عنوان یک فاکتور اساسی مطرح می‌باشد. از آن‌جایی‌که

* مسئول مکاتبه: sadeghi@modares.ac.ir

1- Non-Point Pollution

Archive of SID
www.SID.ir

بار رسوب معمولاً برای کل حوزه به‌طور مستقیم اندازه‌گیری نمی‌شود. بنابراین، روش‌های غیرمستقیم مانند مدل‌های نسبت تحویل رسوب[1] برای تخمین آن مورد توجه قرار گرفته است (موتوآ و کلیک، ۲۰۰٤).

بسیاری از روش‌های موجود برای تخمین نسبت تحویل رسوب اغلب بر روش داده‌پردازی[2] و توصیف‌گرهای محلی مانند بارندگی، توپوگرافی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و خصوصیات خاک استوار می‌باشد. این روش‌ها اغلب از روابط تجربی استفاده نموده و داده‌های بسیار زیادی را برای واسنجی لازم دارند. حال آن‌که در بسیاری از حوزه‌های آبخیز این‌چنین داده‌هایی کم و فقط در مقیاس‌های محلی موجود می‌باشند. برخی روش‌های نسبت تحویل رسوب برای یک رگبار و برخی دیگر مقدار متوسطی از نسبت تحویل رسوب حوزه آبخیز و در مقیاس‌های زمانی بزرگ‌تر مثل سال را ارایه می‌دهند (صادقی و همکاران، ۲۰۰۸).

طی سال‌های اخیر پژوهش‌ها و بررسی‌های گسترده‌ای در زمینه عوامل مؤثر و برآورد نسبت تحویل رسوب در حوزه‌های آبخیز (خان‌بیل‌وردی و روجووسکی، ۱۹۸٤) صورت گرفته که در نهایت منجر به ارایه مدل‌های جدیدی برای برآورد نسبت تحویل رسوب شده است. فرناندز و همکاران (۲۰۰۳)، گوبین و همکاران (۲۰۰۵) مدل توزیعی تحویل رسوب[3] به همراه معادله جهانی هدررفت خاک تجدید نظر شده[4] را برای برآورد میزان رسوب سالانه به‌کار بردند. موتوآ و کلیک (۲۰۰٤) دیدگاه جدیدی را در حوزه آبخیز بزرگ مازینگا در کنیا برای تخمین نسبت تحویل رسوب با استفاده از مدل توزیع رسوب دامنه[5] ارایه دادند که براساس یک مدل هیدرولوژیکی- فیزیکی توزیع‌یافته در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی[6] بود. چانگ (۲۰۰٦) با بررسی نسبت تحویل رسوب در طی رگبار به این نتیجه رسید که این نسبت در طول هر رگبار نیز متغیر است.

1- Sediment Delivery Ratio (SDR)
2- Data-Driven
3- Sediment Delivery Distributed Model (SEDD)
4- Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)
5- Hillslope Sediment Distributed Delivery Model (HSDD)
6- Geographical Information System (GIS)

راموس- شارون و مک‌دونالد (۲۰۰۷) گزارش نمودند که بار رسوبی تخمین زده شده به‌وسیله نسبت تحویل رسوب از آبخیزی به آبخیز دیگر تغییر می‌کند. طبق همین نتایج مقدار بار رسوبی تخمینی برای حوزه‌های با پتانسیل تحویل رسوب متوسط به نسبت تحویل رسوب انتخابی حساسیت بالایی نشان داد. در ایران نیز راشکی (۲۰۰٦) حوزه آبخیز کهنوک خاش را برای برآورد نسبت تحویل رسوب با استفاده از مدل توزیعی نرخ تحویل رسوب متوسط به سلول‌هایی به ابعاد ۲۰ متر شبکه‌بندی و مقدار آن را ثابت برآورد کرد. دستورانی و همکاران (۲۰۰٦) در برآورد نسبت تحویل رسوب در حوزه زیارت گرگان، ضمن برآورد نسبت تحویل رسوب به این نتیجه رسیدند که استفاده از روابط متکی بر مساحت حوزه دارای دقت کافی نمی‌باشد. گروسی (۲۰۰۷) قابلیت مدل شبیه‌سازی پاسخ محیطی آبخیز به منابع آلودگی غیرنقطه‌ای[7] در تخمین نسبت تحویل رسوب یک حوزه آبخیز کشاورزی طی ۳ رگبار را بررسی و نسبت یاد شده را بین ۳۲ تا ٦۸ درصد گزارش نمود. ارتباط نسبت تحویل رسوب با حداکثر غلظت بار معلق روان‌آب و حداکثر شدت بارندگی به‌صورت معکوس و به‌ترتیب در سطح آماری ۱ و ۵ درصد، و با متوسط شدت بارش به‌صورت مستقیم در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار ارزیابی شد. هم‌چنین صادقی و همکاران (۲۰۰۸) اختلاف روش‌های مبتنی بر روش‌های اصلاح شده رابطه جهانی فرسایش خاک[8]، ابزار ارزیابی خاک و آب[9] و سرویس جنگل امریکا با مقادیر مشاهده‌ای نسبت تحویل رسوب در حوزه آبخیز چهل‌گزی سد قشلاق را ارزیابی نمودند. نتایج ارزیابی بر تغییر زیاد نسبت تحویل رسوب اندازه‌گیری شده طی رگبارها از ۱/۲٦ تا ۸٤/٦۷ درصد و کارآیی مختلف روش‌های یاد شده در تخمین نسبت تحویل رسوب در حوزه آبخیز مورد مطالعه دلالت داشته است.

همان‌طورکه از بررسی سوابق استنباط می‌شود، روابط متعدد برای تخمین نسبت تحویل رسوب در سرتاسر جهان تهیه و معرفی گردیده‌اند (فررو و میناکاپیلیا، ۱۹۹۵؛

7- Areal Nonpoint Source Watershed Environmental Response Simulation (ANSWERS)
8- Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE)
9- Soil and Water Assessment Tool (SWAT)

Archive of SID

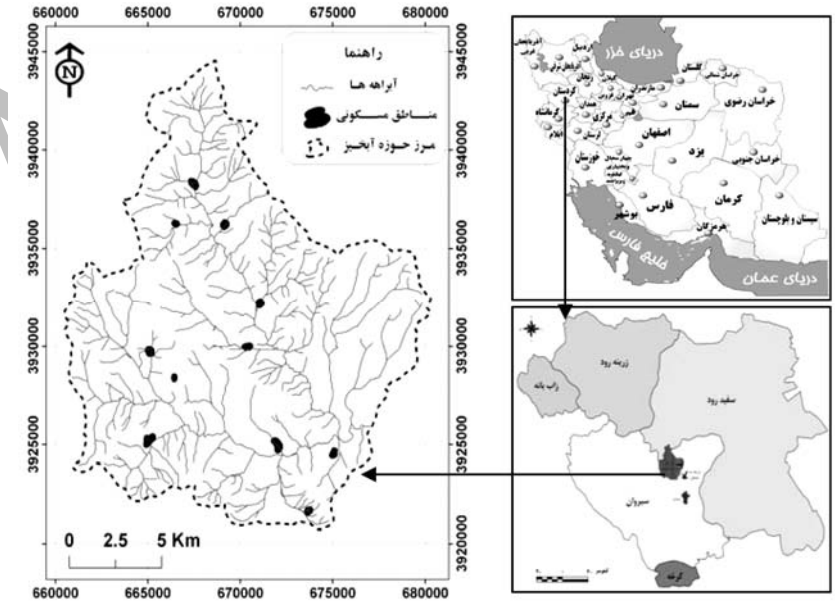
www.SID.ir

فررو و پورتو، ۲۰۰۰) که نیاز به داده‌های ورودی متفاوت داشته و به‌همین دلیل دامنه استفاده و دقت آنها بسیار متغیر می‌باشد. از این‌رو پژوهش حاضر با هدف تهیه یک مدل مناسب برای تخمین نسبت تحویل رسوب در حوزه آبخیز چهل‌گزی با استفاده از متغیرهای اقلیمی و هیدرولوژیکی در مقیاس رگبار انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه: به‌منظور تهیه مدل مناسب برای برآورد نسبت تحویل رسوب در مقیاس رگبار، حوزه چهل‌گزی سد قشلاق با مساحت ۲۷۲۳۳ هکتار با شیب متوسط ۱۷/۵۷ درصد، حداقل، حداکثر و متوسط ارتفاع حوزه به‌ترتیب ۱۵۵۰، ۲۸۵۰ و ۲۲۰۰ متر بالاتر از سطح آب‌های آزاد انتخاب گردید. موقعیت کلی حوزه آبخیز مورد مطالعه در استان کردستان و کشور در شکل (۱) ارایه شده است. متوسط بارندگی سالانه ۲۹٤/۲ میلی‌متر و اغلب در پاییز، زمستان و دو ماه اول بهار ریزش می‌نماید و بیش‌تر مربوط به جریان هوای مدیترانه‌ای ورودی از غرب کشور می‌باشد. مساحت مراتع و اراضی کشاورزی (آبی و دیم) به‌ترتیب ۲۳٤٦۵ و ۳۷٦۸ هکتار است. این حوزه آبخیز شامل ٤ واحد کوهستان و تپه‌ماهور منظم و دامنه نامنظم، رودخانه و زمین‌لغزش می‌باشد. گسل‌های قلوزه، چتان و شمال گاودره از مهم‌ترین گسل‌های موجود در منطقه است. در این آبخیز، شیل، بستر رودخانه‌ها، آبرفت‌ها و زمین‌های زراعتی دارای بیش‌ترین فرسایش و آندزیت و آهک‌های میکروفسیل‌دار کم‌ترین فرسایش را دارد (سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان، ۱۹۹۳).

محاسبه رسوب مشاهده‌ای رگبارها: در این مطالعه طی دوره زمانی آبان‌ماه ۱۳۸۵ تا اردیبهشت‌ماه ۱۳۸٦، ۱۱ رگبار منجر به ایجاد تغییر در تراز آب و به‌عبارتی وقوع سیلاب (جدول ۱) جمع‌آوری، و مورد استفاده قرار گرفت. تمامی رگبارهای اتفاق افتاده و تغییر رفتاری در پاسخ هیدرولوژیکی به سبب نوع بارش در فرصت تحقیق مورد توجه قرار گرفت. طبیعی است رفتار متفاوت حوزه آبخیز به ورودی‌های مختلف در مقدار نسبت تحویل رسوب به‌دست آمده منعکس شده است. اطلاعات خصوصیات بارش با استفاده از چارت‌های باران‌نگاری و مشخصات رواناب از طریق هیدروگراف‌های سیل‌های مربوط به بارش‌های مورد مطالعه طی عملیات صحرایی و از طریق کسر روان‌آب پایه از هیدروگراف کل با استفاده از روش خط مستقیم به‌دست آمد (مهدوی، ۲۰۰۲).



شکل ۱- شمای کلی و موقعیت حوزه آبخیز چهل‌گزی سد قشلاق در حوزه‌های آبخیز استان کردستان و کشور.

www.SID.ir

برای نمونه‌برداری از رسوب معلق، ابتدا ایستگاه هیدرومتری چهل‌گزی (مجهز به اشل، لیمنوگراف و تلفریک) به مقاطع ۱ متری تقسیم، و نمونه‌برداری با روش انتگراسیون عمقی انجام شد (مهدوی، ۲۰۰۲). سپس نمونه‌های رسوب جمع‌آوری شده پس از حمل به آزمایشگاه از کاغذ صافی عبور، در داخل آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و پس از ارزیابی زمان بهینه به‌مدت یک ساعت خشک و سپس وزن رسوب با ترازوی ۰/۰۰۱ گرم تعیین گردید (صادقی و همکاران، ۲۰۰۶). سپس تولید رسوب کل هر رگبار از طریق تجزیه و تحلیل رسوب‌نگارهای تهیه شده و جمع رسوب عبوری طی بازه‌های زمانی ۰/۵ ساعته و با لحاظ واحدهای مورد استفاده برای غلظت رسوب و دبی محاسبه شد.

محاسبه مقادیر نسبت تحویل رسوب واقعی: در روش مستقیم از نسبت داده‌های اندازه‌گیری شده رسوب در ۱۱ رگبار به‌وقوع پیوسته و فرسایش خاک به‌دست آمده در پلات‌های مستقر در منطقه استفاده شد. با توجه به تفاوت فرسایندگی به‌وقوع پیوسته در منطقه مورد مطالعه در هنگام اندازه‌گیری فرسایش و ضرورت تطابق مقادیر یاد شده با شرایط حاکم بر رگبارهای مورد مطالعه، نسبت بین تخمین‌های فرسایش رگبار به‌وسیله معادله جهانی هدررفت خاک و مقادیر مشاهده‌ای فرسایش بررسی شد. نتایج به‌دست آمده بیانگر نسبت ۱/۲۹۹ برابری مقادیر مشاهده‌ای نسبت به برآوردی معادله جهانی هدررفت خاک در مقیاس رگبار می‌باشد. در این روش، فرسایش هر رگبار با استفاده از معادله جهانی هدررفت خاک به شکل کلی رابطه (۱) و عامل فرسایندگی ارایه شده در رابطه (۲) اندازه‌گیری شد (صادقی، ۲۰۰۵). از طرفی نسبت مقدار فرسایش مشاهده‌ای به تخمینی معادله جهانی هدررفت خاک در شرایط بسیار مشابه پوشش گیاهی در فرسایش‌پذیری حاکم بر پلات‌های اندازه‌گیری ۱/۰۳٤ بوده و بنابراین امکان استفاده از معادله جهانی هدررفت خاک برای تخمین فرسایش ناشی از سایر رگبارهای مورد استفاده در این پژوهش را به‌خوبی فراهم آورد.

جدول ۱- مشخصات رگبارهای انتخابی.

ردیف	تاریخ رگبار	مقدار بارش (میلی‌متر)	مدت بارش (دقیقه)	حداکثر شدت نیم ساعته (سانتی‌متر بر ساعت)	حجم رواناب (مترمکعب)	دبی اوج (مترمکعب بر ثانیه)	رسوب مشاهده‌ای (تن)
۱	۸۵/۸/۵	۱/٦۸	۲۰۷	۰/۱۵۱	۵۸۵٤۳/۲	۳/۷۷۸	٦٤/۸۰٦
۲	۸۵/۸/۹	۷/۰۸	۹۹	۰/۷۷۷	۱۰۲۸۳٤/۰	٦/۰۰۰	۱٤۰/۰۰۰
۳	۸۵/۸/۱۵	۲/۰٤	۱۱۰	۰/۲۳۹	٦۹۰۱۲/۰	۳/۸۱٤	۲۷/۸۰۸
٤	۸۵/۸/۳۰	۱/۳۵	۱۹٤	۰/۱۱۸	۳۵۱۵٤/۰	۲/٤٦۵	۳۵/۰۱۷
۵	۸۵/۹/۷	۳/۹۰	۱۳۳	۰/۲۷۵	۱۰۸۳۷٦/۲	۵/٤۹۷	۵۳/۱۳۸
٦	۸۵/۹/۲۰	۸/۲۸	۱۱۲	۰/۸۱۳	۱۰٦٤۸٦/۰	۵/۰٤۰	۵۹/۲۰۰
۷	۸۵/۱۱/۱۸	۲/٦۲	۱۱۰	۰/۲۳۹	٤۳٤۷۹/۰۰	۲/۲۰۰	٤۳/۰۰۲
۸	۸۵/۱۲/٦	۹/۲۰	۲٦۱	۰/۵۵۷	۸۱۲۸۸/۰۰	۳/٦۷۰	۱۰۵/٤۰۰
۹	۸٦/۱/۷	٤/۳٦	۸۸	۰/۸۵۷	۸۱٦۵۷/۰۰	٤/۰۲۰	۵۸/۹۰۰
۱۰	۸٦/۱/۲۱	۵/۲۹	۲۲٦	۰/۳۳۹	۸۹۵۹۵/۰۰	٤/۳۰۰	۱۰۷/۹۰۰
۱۱	۸٦/۲/۷	۱٦/۱۸	۲۷۳	۰/۹۱٦	۱۲۷۸۱٤/٤۰	۵/۵۷۳	۱۸۰/۰۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (1)$$

$$R = E\, I_{30} / 100 \quad (2)$$

که در آنها A: مقدار متوسط هدررفت خاک در مقیاس رگبار (تن)، R: عامل فرسایندگی[1] باران و روان‌آب (تن در متر بر هکتار در سانتی‌متر بر ساعت)، K: فرسایش‌پذیری خاک[2] (تن به‌ازای یک واحد فرسایندگی)، L: عامل طول شیب، S: عامل تندی شیب، C: عامل مدیریت زراعی و P: نیز عامل مدیریت اراضی، E: انرژی جنبشی رگبار (تن در متر بر هکتار) و I_{30}: حداکثر شدت ۰/۵ ساعته رگبار (سانتی‌متر بر ساعت) می‌باشد.

تهیّه مدل تخمین نسبت تحویل رسوب: برای بررسی ارتباط متغیرهای مؤثر و مختلف اقلیمی (مقدار بارش، مدت بارش، حداکثر شدت ۰/۵ ساعته بارش و انرژی جنبشی بارش) و هیدرولوژیکی (حجم روان‌آب و دبی اوج) (فررو و میناکاپیلیا، ۱۹۹۵؛ فررو و پورتو، ۲۰۰۰؛ صادقی و همکاران، ۲۰۰۳؛ صادقی و همکاران، ۲۰۰٤؛ صادقی و همکاران، ۲۰۰۷) با نسبت تحویل رسوب، از ۱۱ رگبار انتخابی در حوزه آبخیز مورد مطالعه استفاده شد. در مرحله اول، از بین مدل‌های رگرسیونی مختلف خطی، نمایی، توانی و لگاریتمی، بهترین مدل‌های حاصل از تحلیل ارتباط مقادیر معمولی و تغییر شکل یافته داده‌ها با در نظر گرفتن ضریب تبیین بالاتر و خطای نسبی کم‌تر انتخاب شدند. سپس مقایسه نتایج به‌دست آمده از مدل‌های تهیه شده برای تخمین نسبت تحویل رسوب با مقادیر نسبت تحویل رسوب حاصل از اندازه‌گیری با استفاده از ماتریس همبستگی و آزمون t جفتی به‌دلیل ضرورت مقایسه نتایج حاصل از هر رگبار (صادقی و همکاران، ۲۰۰۳؛ صادقی، ۲۰۰۵) انجام و در نهایت مدل با بیش‌ترین ضریب همبستگی معنی‌دار و کم‌ترین خطا انتخاب شد.

نتایج و بحث

درصد نسبت تحویل رسوب با استفاده از روش مستقیم و نتایج مدل بهینه تهیه شده برای رگبارهای مورد مطالعه در جدول (۲) ارایه شده است. تغییرپذیری زیاد نسبت تحویل رسوب در مقیاس رگبار را می‌توان به تغییر مؤلفه‌های مختلف رگبار مانند شدت، مدت، مقدار و حتی نوع بارش، شرایط پوشش سطحی زمین، رطوبت پیشین خاک نسبت داد که ضمن توافق با یافته‌های چانگ (۲۰۰٦)، گروسی (۲۰۰۷) و نیز صادقی و همکاران (۲۰۰۸) در حوزه آبخیز مشابه بر ضرورت ارزیابی دقیق نسبت تحویل رسوب در مقیاس رگبار دلالت دارد.

به این ترتیب و مطابق با روش کار ارایه شده در مرحله قبل مبادرت به تهیه مدل مناسب برآورد نسبت تحویل رسوب با استفاده از انواع و شکل‌های مختلف متغیرهای محاسبه‌ای برای رگبارهای مورد بررسی شد. در نهایت مدل رگرسیونی ارایه شده به شکل رابطه (۳) برای تخمین نسبت تحویل رسوب رگبارها با ضریب همبستگی ۰/۹۸۹ در سطح احتمال ۱ درصد، میانگین خطای نسبی قابل قبول ۳۳ درصد (صادقی و همکاران، ۲۰۰۳؛ صادقی و همکاران، ۲۰۰۷) در حوزه آبخیز چهل‌گزی سد قشلاق تهیه گردید.

$$SDR = ۰/۰۳۳ \times Q^{۰/۱۵} \times q_p^{\ ۰/۹۵} \times R^{-۱/۲۵} \quad (3)$$

که در آن، Q: حجم روان‌آب بر حسب مترمکعب، q_p: دبی اوج روان‌آب بر حسب مترمکعب بر ثانیه، R: عامل فرسایندگی باران در معادله جهانی هدررفت خاک و SDR: نسبت تحویل رسوب می‌باشد. ارتباط بین مقادیر تخمینی مدل پیشنهادی و مقادیر مشاهده‌ای نسبت تحویل رسوب در شکل (۲) نشان داده شده است. جدول (۳) نیز مقایسه مقادیر تخمینی نسبت تحویل رسوب با مقادیر مشاهده‌ای با استفاده از آزمون t جفتی را نشان می‌دهد.

دقت در نتایج ارایه شده در جدول‌های (۲) و (۳) نشان می‌دهد که به‌رغم وجود اختلاف بین داده‌های مشاهده‌ای و تخمینی نسبت تحویل رسوب در رگبارهای مورد مطالعه و با تأکید بر وجود اختلاف عددی بیش‌تر در خصوص مقادیر کوچک نسبت مورد بررسی، ارتباط آماری بین مقادیر مشاهداتی و تخمینی بسیار بالا و قابل اعتماد بوده و از طرفی اختلاف آماری بین میانگین مقادیر

1- Erosivity
2- Erodibility

Archive of SID

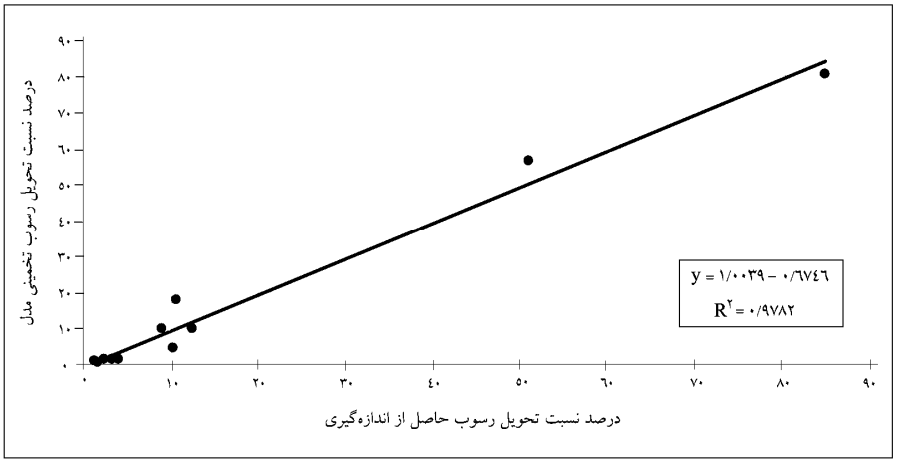
www.SID.ir

نسبت تحویل رسوب به‌دست آمده از مدل با مقادیر مشاهده‌ای طبق جدول (۳) غیرمعنی‌دار (P=۰/٦۲۱) ارزیابی شد. نتایج به‌دست آمده در این بخش به‌طور مشخص با نظرات چانگ (۲۰۰٦) مبنی بر تغییرپذیری نسبت تحویل رسوب در رگبارهای مختلف در خارج از کشور و نیز گروسی (۲۰۰۷) در گزارش نسبت تحویل رسوب ۳ رگبار مطالعاتی در یک حوزه آبخیز کشاورزی ۳۲ تا ٦۸ درصد در ایران هم‌خوان است.

همان‌طور که از مدل تهیه شده می‌توان استنباط نمود، پارامترهای روان‌آب پارامترهای روان‌آب (دبی اوج و حجم سیلاب) شاخص‌های بهتری برای تبیین تغییرات نسبت تحویل رسوب در رگبارهای مختلف در منطقه مورد بررسی بوده‌اند که با نتایج بررسی‌های صادقی (۲۰۰۵) و صادقی و همکاران (۲۰۰۳)، صادقی و همکاران (۲۰۰٤) و صادقی و همکاران (۲۰۰۷) در زمینه توانایی بیش‌تر مؤلفه‌های روان‌آب در تبیین مقدار رسوب انتقالی از حوزه آبخیز هم‌خوانی دارد. هم‌چنین نبود دست‌یابی به مدل و یا روش مشابه با دیدگاه‌های پیشین اخیر (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۳؛ موتوآ و کلیک، ۲۰۰٤؛ گوبین و همکاران، ۲۰۰۵؛ راشکی، ۲۰۰٦)، دلیلی بر ضرروت انجام مطالعات منطقه‌ای مناسب و تهیه مدل‌های کارا بوده که با یافته‌های راموس- شارون و مک‌دونالد (۲۰۰۷) در امریکا در خصوص تغییر منطقه‌ای نسبت تحویل رسوب و اظهارات دستورانی و همکاران (۲۰۰٦) در رابطه با ناکارایی روابط متکی بر مساحت آبخیز در برآورد نسبت تحویل رسوب در حوزه زیارت گرگان مطابقت دارد.

جدول ۲- درصد نسبت تحویل رسوب با استفاده از روش مستقیم و نتایج مدل تهیه شده برای رگبارهای مورد مطالعه.

تاریخ رگبار	۸۵/۸/۵	۸۵/۸/۹	۸۵/۸/۱۵	۸۵/۸/۳۰	۸۵/۹/۷	۸۵/۹/۲۰	۸۵/۱۱/۱۸	۸۵/۱۲/۳	۸٦/۱/۷	۸٦/۱/۲۱	۸٦/۲/۷
اندازه‌گیری	۸٤/٦۷	٤/۰٤	۱۰/۵۳	۵۰/۸۳	۸/۹۰	۱/۲٦	۱۲/٤۸	۳/۳۳	۲/٤۱	۱۰/۲۹	۱/۷۳
مدل	۸۰/٤۹	۱/۱٦	۱۷/۷۱	۵٦/۷۰	۹/٦۷	۰/٦۷	۹/۹۹	۱/۲٤	۱/۳۲	٤/٤۸	۰/۳۷



شکل ۲- رابطه بین نسبت تحویل رسوب مشاهده‌ای با نسبت تحویل رسوب مدل پیشنهادی.

جدول ۳- مقایسه مقادیر نسبت تحویل رسوب تخمینی حاصل از مدل و مقادیر مشاهده‌ای به کمک آزمون t جفتی.

روش‌های مورد مقایسه	میانگین روش	انحراف معیار	اشتباه از معیار	آماره t	درجه آزادی	سطح معنی‌دار
اندازه‌گیری شده و مدل	۰/٦۰۷	۳/۹٤۸	۱/۱۹۰	۰/۵۱۰	۱۰	۰/٦۲۱

www.SID.ir

جمع‌بندی

این پژوهش با هدف تهیه مدل مناسب برآورد نسبت تحویل رسوب در مقیاس رگبار و از طریق اندازه‌گیری مستقیم مقدار فرسایش خاک و تولید رسوب ۱۱ رگبار مطالعاتی در حوزه آبخیز چهل‌گزی سد قشلاق انجام شد. از نتایج به‌دست آمده طی پژوهش یاد شده علاوه‌بر تأیید امکان تهیه مدل مناسب برای تخمین نسبت تحویل رسوب در حوزه آبخیز مطالعاتی با استفاده از خصوصیات اقلیمی و هیدرولوژی، می‌توان جمع‌بندی نمود که تهیه مدل مناسب منطقه‌ای و مبتنی بر مقادیر مشاهداتی فرسایش و رسوب از ضروریات بوده و زمینه‌ساز مدیریت برتر منابع خاک یک حوزه آبخیز می‌باشد. اگرچه تعمیم نتایج پژوهش فعلی به سایر حوزه‌های آبخیز، مستلزم انجام تحقیقات گسترده‌تر در بخش‌های دیگر مملکت و نیز با تعداد بیش‌تر رگبارها و سایر مقیاس‌های زمانی امکان‌پذیر خواهد بود.

منابع

1.Chang, M. 2006. Forest hydrology, an introduction to water and forest. Second Edition, Iowa State University, 474p.

2.Dastorani, J., Gholinezhad, S., Salajegheh, A., and Dastorani, GH. 2006. Evaluation of Different Methods for Estimating of Sediment Delivery Ratio in Ziarat Watershed, In: 1st National Student Seminar on Rangeland, Watershed and Desert, March 4-5, 2006 (In Persian)

3.Fernandez, C., Wu, J.Q., McCool, D.K., and Stockle, C.O. 2003. Estimating Water Erosion and Sediment Yield with GIS, RUSLE and SEDD. J. Soil Water Conservation, 58: 128-136.

4.Ferro, V., and Minacapillia, M. 1995. Sediment Delivery Processes at Basin Scale. Hydrologic Science J. 40: 6. 703-718.

5.Ferro, V., and Porto, P. 2000. Sediment Delivery Distributed (SEDD) Model, J. Hydrologic Engineering, 5: 4. 633-647.

6.Garousi, A. 2007. Modification in ANSWERS Computer Model in order to Calculation of SDR in an Agricultural Watershed, M.Sc. Thesis in Irrigation and Drainage Engineering, Shiraz University, 140p. (In Persian)

7.Gubin, F., Shulin C., and Donald, K.M. 2005. Modeling the Impacts of No-Till Practice on Soil Erosion and Sediment Yield with RUSLE, SEDD, and ArcView GIS. J. Soil and Tillage Res. 85: 1-2. 36-49.

8.Khanbilvardi, R.M., and Rogowski, A.S. 1984. Quantitative Evaluation of Sediment Delivery Ratios. Water Resources Bulletin, 20: 865-874.

9.Kurdistan Jihad-e-Agricultural Organization. 1993. Executive Detailed Studied of Watershed Management Actives in Parcel A in Gheshlagh Dam, 261p. (In Persian)

10.Mahdavi, M. 2002. Applied Hydrology, Tehran University Press, 362p. (In Persian)

11.Mutua, B., and Klik, A. 2004. Development of a Physically Based Model for Estimation of Spatial Sediment Delivery Ratio for Large Remote Catchments. J. Spatial Hydrology, 5: 2. 1-15.

12.Novotny, V., and Olem, H. 1994. Water Quality: Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. Van Nostrand Reinhold, New York, New York, Pp: 72-85.

13.Ramos-Scharron, C.E., and MacDonald, L.H. 2007. Development and Application of a GIS-Based Sediment Budget Model, J. Environ. Manag. 84: 157-172.

14.Rasheki, A. 2006. Study on Efficiency of RUSLE and SEDD Conjunction in Distribution Estimation of Erosion and Sediment by Using Geostatistics and GIS (Case Study: Kahnook Watershed, Khash). M.Sc. Thesis in Watershed Management Engineering, University Gorgan of Agric. Sci. and Natur. Resour. 80p. (In Persian)

15.Sadeghi, S.H.R. 2005. Comparison of Some Rainfall Erosivity Prediction Methods. Agricultural Science and Techonology J. Ferdowsi University of Mashhad, 19: 1. 46-52.

16.Sadeghi, S.H.R., Aghabeigi Amin, S., Vafakhah, M., Yasrebi, B., and Esmaeili Sari, A. 2006. Suitable Drying Time for Suspended Sediment Samples, Iran, International Sediment Initiative Conference, Nov.12-16, 2006, Khartoum, Sudan, 71p.

Archive of SID

www.SID.ir

17. Sadeghi, S.H.R., Gholami, L., and Khaledi Darvishan, A.V. 2008. Comparison of Sediment Delivery Ratio Estimation Methods in Chehelgazi Watershed of Gheshlagh Dam, Agricultural Science and Technology Journal, Ferdowsi University of Mashhad, 22: 1. 141-150.
18. Sadeghi, S.H.R., Mizuyama, T., and Ghaderivangah, B. 2007. Conformity of MUSLE Estimates and Erosion Plot Data for Storm-Wise Sediment Yield Estimation. Reprint from Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, 18: 1. 117-128.
19. Sadeghi, S.H.R., Singh, J.K., and Das, G. 2003. Storm-Wise Sediment Yield Prediction using Applicable models in Iran. Khazar J. Agric. Sci. and Natur. Resour. 1: 3. 83-94.
20. Sadeghi, S.H.R., Singh, J.K., and Das, G. 2004. Efficacy of Annual Soil Erosion Models for Storm-Wise Sediment Prediction: A Case Study. International Agricultural Engineering J. 13: 1-2. 1-14.

Archive of SID

www.SID.ir

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 16(Special issue 2), 2009
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Modeling Storm-Wise Sediment Delivery Ratio Model in Chehelgazi Watershed by using Climatic and Hydrologic Characteristics

L. Gholami[1], *S.H.R. Sadeghi[2] and A.V. Khaledi Darvishan[3]
[1]Former M.Sc. Student, Dept. of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University, Noor,
[2]Associate Prof., Dept. of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University, Noor,
[3]Ph.D. Student, Dept. of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University, Noor

Abstract

Application of sediment delivery ratio in watershed level in order to convert measured or estimated amounts of sediment into soil erosion values is necessary for water and soil conservationists. However, the performance of all available models and relying on their results is questionable because of differences in soil erosion and sediment generation process in the watersheds where those models originally developed. Therefore, the present study attempted to correlate the exact values of sediment delivery ratios obtained through measuring soil erosion and sediment generation amounts to climatic and hydrologic characteristics of 11 storm events in Chehelgazi Watershed of Gheshlagh Dam. The results obtained from modeling process indicated that the sediment delivery ratio could be predicted reliably with respective determination coefficient and relative error of about 98 and 33% using peak discharge, runoff volume and erosivity factor variables. The results of t-test analysis also verified nonsignificant difference between observed and estimated sediment delivery ration obtained through applying developed model.

Keywords: Gheshlagh dam; Iran; Kurdistan province; Sediment delivery ratio; Sediment Yield; Soil erosion model

Archive of SID

* Corresponding Author; Email: sadeghi@modares.ac.ir

www.SID.ir