مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد چهاردهم، شماره چهارم، مهر ـ آبان ۱۳۸۶
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

تعیین مناسب‌ترین روش برآورد رسوب معلق در ایستگاه هیدرومتری قزاقلی رودخانه گرگانرود

[*]امین محمدی[۱]، ابوالفضل مساعدی[۲] و علی حشمت‌پور[۳]

[۱]مربی گروه منابع طبیعی مجتمع آموزش عالی گنبد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]دانشجوی دوره دکتری آبخیزداری و عضو هیات علمی گروه منابع طبیعی مجتمع آموزش عالی گنبد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۵/۶/٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۸٦/۲/۲٦

چکیده

اطلاعات دقیق و صحیح از فرسایش در کشور ما بسیار کم است و بین اندازه‌گیری‌ها و برآوردهای انجام شده نیز اختلافات زیادی مشاهده می‌شود. جوان بودن تحقیقات این رشته و فقدان اندازه‌گیری‌های درازمدت فرسایش مانع از دستیابی به اعداد قابل‌اعتماد در این زمینه شده است. در چنین شرایطی می‌توان از میزان رسوب‌دهی خروجی حوضه‌ها به منظور برآورد نسبی وضعیت فرسایش و تلفات خاک در حوضه‌های آبخیز بالادست استفاده نمود. روش اندازه‌گیری روزانه بار معلق که بر پایه اندازه‌گیری غلظت رسوب معلق و بده جریان استوار است، روشی مطمئن است ولی مستلزم اندازه‌گیری پیوسته بوده و معمولاً تنها برای رودخانه‌های مهم و دائمی مقدور می‌باشد. در تحقیق حاضر به منظور انتخاب مناسب‌ترین روش برآورد رسوب معلق در ایستگاه هیدرومتری قزاقلی واقع بر رودخانه گرگانرود، ۳۵۹۵ داده متناظر دبی جریان و دبی رسوب در طی دوره آماری سال‌های ۱۳۵۰ الی ۱۳۸۲ جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت. با برقراری رابطه بین مقادیر متناظر دبی آب و دبی رسوب براساس پنج مدل خطی، خطی شکسته (چند خطی)، حد وسط دسته‌ها، فصلی و ماهانه، اقدام به انتخاب مدل مناسب که دارای بهترین قابلیت پیش‌بینی باشد براساس شاخص‌های آماری گردید. به این منظور، از شاخص‌های میانگین مربعات‌خطا و ضریب تبیین استفاده شد. جهت مقایسه مقدار رسوب برآوردشده به کمک مدل‌های مختلف، با مقادیر اندازه‌گیری شده در طی یک دوره یک ماهه از جریان، از شاخص آماری میانگین درصد خطای نسبی (*RME*) استفاده‌گردید. نتایج نشان‌داد مدل حد وسط دسته‌ها در بین مدل‌های مورد آزمون دارای کمترین میزان میانگین مربعات‌خطا بوده و بهترین قابلیت پیش‌بینی را در برآورد رسوب ایستگاه مورد مطالعه داراست. براساس نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌شود که نمونه‌برداری از جریان‌های سیلابی در فواصل زمانی کوتاه‌تر و به تعداد بیشتر صورت پذیرد. در ضمن، با توجه به خطای زیاد مدل یک خطی نسبت به سایر روش‌های مورد مطالعه، پیشنهاد می‌شود که در بکارگیری این روش بازنگری شده و از روش‌هایی که خطای کمتری در برآورد رسوب دارند، استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: رسوب معلق، منحنی‌سنجه رسوب، میانگین درصد خطای نسبی، گرگانرود، ایستگاه هیدرومتری قزاقلی

[*]- مسئول مکاتبه: amobaran@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

اطلاعات دقیق و صحیح از فرسایش در کشور ما بسیار کم است و بین اندازه‌گیری‌ها و برآوردهای انجام شده نیز اختلافات زیادی مشاهده می‌شود. جوان بودن تحقیقات این رشته و فقدان اندازه‌گیری‌های درازمدت از فرسایش مانع دستیابی به اعداد قابل اعتماد شده است. در چنین شرایطی می‌توان از میزان رسوب‌دهی خروجی حوضه‌ها به منظور برآورد نسبی وضعیت فرسایش و تلفات خاک در حوضه‌های آبخیز بالادست استفاده نمود (عرب‌خدری، ۲۰۰۵). تغییرات میزان رسوب در حال انتقال در رودخانه‌ها اغلب در ارتباط با تغییرات دبی می‌باشد (مورهد و همکاران، ۲۰۰۳؛ لودویگ و پرابست، ۱۹۹۸). روش اندازه‌گیری بار معلق رسوب که بر پایه اندازه‌گیری غلظت رسوب معلق و بده جریان استوار است، روشی مطمئن است که مستلزم اندازه‌گیری پیوسته می‌باشد و معمولاً تنها برای رودخانه‌های مهم و دائمی مقدور می‌باشد (تلوری، ۲۰۰۳؛ صادقی، ۲۰۰۵؛ عرب‌خدری، ۲۰۰۵؛ پرهمت و دومیری گنجی، ۲۰۰۵؛ پاوانلی و بیگی، ۲۰۰٤). با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری‌شده بار معلق رسوب و به کمک معادله سنجه رسوب می‌توان مقدار رسوب انتقالی را برآورد کرد. در عین حال برآورد رسوب از طریق این معادله همواره با مقداری خطا همراه می‌باشد (مساعدی، ۱۹۹۸؛ اسالمن، ۲۰۰۰؛ عرب‌خدری و همکاران، ۲۰۰٤؛ اعظمی و همکاران، ۲۰۰۵؛ میرباقری و رجائی، ۲۰۰٦). با توجه به اینکه بیشترین میزان حمل رسوب در زمان‌های سیلابی رخ می‌دهد، بنابراین اندازه‌گیری رسوب در مواقع سیلابی ضروری می‌باشد (عرب‌خدری، ۲۰۰۱؛ میرزایی، ۲۰۰۲؛ زونتا و همکاران، ۲۰۰۵). متأسفانه سهم نمونه‌های غلظت رسوب مربوط به دوره‌های سیلابی بسیار کم است و تمرکز نمونه‌برداری‌ها در این دوره سبب بهبود برآوردها خواهدگردید (محمدی‌استادکلایه، ۲۰۰۲؛ حیدرنژاد و همکاران، ۲۰۰۷).

بررسی‌های والینگ (۱۹۹٤) نشان داده است که تأثیر دبی‌های بالا در تهیه منحنی‌سنجه رسوب زیاد بوده و بایستی به این بخش از داده‌ها ارزش بیشتری داده شود. از طرف دیگر روش‌های متداول برآورد رسوب، مقادیر کمتری را نسبت به مقادیر واقعی برآورد می‌کنند. پژوهش هورویتز (۲۰۰۲) نیز گواه بر تخمین پایین‌تر رسوبدهی با استفاده از رگرسیون خطی و غیر خطی در رودخانه می‌سی‌سی‌پی می‌باشد. این مسئله توسط پژوهشگرانی مانند عرب‌خدری و همکاران (۲۰۰٤) و اعظمی و همکاران (۲۰۰۵) نیز مورد تأکید قرار گرفته و پیشنهاد شده است که از روش‌های اصلاحی در برآورد رسوب معلق استفاده شود. از جمله روش‌های اصلاحی می‌توان به‌روش جانسون (۱۹۹٦) اشاره نمود، در این روش ابتدا دبی‌های جریان با یک نمو معین به تعدادی دسته تقسیم می‌شوند و برای دبی متوسط هر دسته، میانگین رسوب همان دسته تعیین می‌گردد و منحنی سنجه رسوب با استفاده از آنها به‌دست می‌آید.

با توجه به مقادیر متفاوت برآورد رسوب در روش‌های اصلاحی، مقایسه آماری مقادیر برآوردی با مقادیر اندازه‌گیری‌شده ضروری می‌باشد. حیدرنژاد و همکاران (۲۰۰٦) و مساعدی و همکاران (۲۰۰٦) شاخص میانگین مربعات خطا را به‌عنوان معیار آماری مناسب جهت انتخاب مدل بهینه برآورد رسوب معلق معرفی نمودند. ضمن آنکه بعضی شاخص‌های دیگر نیز به این منظور مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

در تحقیق حاضر سعی شده‌است با بکارگیری پنج مدل منحنی‌سنجه (پنج روش اصلاحی) شامل مدل‌های: خطی، خطی شکسته (چند خطی)، حد وسط دسته‌ها، فصلی و ماهانه، براساس معیارهای آماری، مدلی انتخاب شود که دارای بهترین قابلیت برآورد مقدار رسوب معلق باشد. در نهایت مقادیر برآوردی توسط هر یک از این مدل‌ها با مشاهدات واقعی (مقادیر اندازه‌گیری شده) برای یک دوره یک ماهه از جریان، مورد مقایسه قرار گرفتند. در ضمن این مطالعه برروی داده‌های دبی جریان و دبی

Archive of SID

www.SID.ir

رسوب ایستگاه هیدرومتری قزاقلی که برروی گرگانرود قرار داشته و ایستگاه ورودی به سد وشمگیر (گرگان) محسوب می‌شود، انجام شده‌است. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند به انتخاب مناسب‌ترین روش برآورد رسوب معلق رودخانه‌ها کمک نماید.

مواد و روش‌ها

مجموعه داده‌های متناظر دبی جریان و دبی رسوب به تعداد ۳۵۹۵ مورد مربوط به ایستگاه هیدرومتری قزاقلی واقع بر رودخانه گرگانرود در طول دوره آماری سال‌های ۱۳۵۰ الی ۱۳۸۲ جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین دبی عبوری از ایستگاه قزاقلی در طی دوره آماری مورد مطالعه، ۱٤/۵ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد. قبل از آنکه هر گونه اقدامی جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها صورت‌گیرد، لازم است از کیفیت و همگنی داده‌ها در طول دوره آماری اطمینان حاصل شود. بدین منظور اقدام به انجام تست همگنی مقادیر دبی با استفاده از آزمون اسمیرنف ـ کلموگراف[1] گردید. سپس مدل‌های زیر در مورد داده‌های متناظر دبی جریان Q_w و دبی رسوب Q_s مورد آزمون قرارگرفتند.

مدل خطی: در روش منحنی رسوب یک خطی یا روش $USBR$[2] داده‌های موجود از اندازه‌گیری Q_s و Q_w متناظر با آن به صفحه مختصات لگاریتمی منتقل شده و خط بهترین برازش بر مبنای روش حداقل مربعات‌خطا از میان آنها عبور داده می‌شود. سپس یک رابطه رگرسیونی به‌صورت معادله توانی

$$Q_s = aQ_w^b \qquad (۱)$$

استخراج می‌گردد که به منحنی‌سنجه رسوب یک خطی معروف است. a و b ضرایب ثابت معادله می‌باشند.

مدل چند خطی: در روش منحنی‌سنجه رسوب چند خطی و براساس توصیه $USBR$ برمبنای گذر حجمی رودخانه چنانچه وضعیت پخشیدگی داده‌ها اقتضا کند به‌جای یک خط رگرسیون می‌توان دو یا چند خط را از میان داده‌های اندازه‌گیری شده عبورداد که خط بهترین برازش نیز برمبنای روش حداقل مربعات‌خطا می‌باشد، یعنی از دو رابطه رگرسیونی یا بیشتر برای محاسبه بار معلق درازمدت باتوجه به مقادیر مختلف گذرحجمی استفاده می‌شود. در این روش نیز خطوط برازش داده‌شده بایستی از ضریب همبستگی قابل قبولی برخوردار باشند.

مدل حد وسط داده‌ها: در این روش ابتدا دبی‌های جریان با یک نمو معین به تعدادی دسته تقسیم می‌شوند و برای دبی متوسط هر دسته، میانگین رسوب همان دسته تعیین‌گردیده و منحنی‌سنجه رسوب با استفاده از آنها به‌دست می‌آید. در تحقیق حاضر جهت برآورد رسوب معلق براساس مدل حد وسط دسته‌ها ابتدا دبی‌های جریان براساس یک نمو معین به ۱۵ دسته تقسیم شدند و برای متوسط هر دسته، میانگین رسوب همان دسته تعیین گردید.

مدل منحنی‌سنجه رسوب فصلی: در این مدل برآورد دبی رسوب معلق مشابه مدل خطی $USBR$ ولی براساس تفکیک داده‌ها به‌صورت فصلی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

مدل منحنی‌سنجه ماهانه: در این مدل برآورد دبی رسوب معلق مشابه مدل خطی $USBR$ ولی براساس تفکیک داده‌ها به صورت ماهانه مورد بررسی قرار می‌گیرد و برای هر یک از ماه‌های سال با توجه به آمار طولانی مدتی که در اختیار قرار دارد، منحنی سنجه رسوب ماهانه تعیین می‌گردد.

به‌منظور انتخاب بهترین مدل و تعیین دقت آن، از شاخص‌های میانگین مربعات خطا (رابطه ۳) و ضریب تبیین استفاده گردید. بدین منظور برای روابط رگرسیونی استخراج شده میانگین مربعات خطا محاسبه شد. بر این اساس در هر مدلی که میانگین مربعات خطا کمتر باشد آن مدل نسبت به سایر مدل‌ها از دقت بیشتری برخوردار است. همچنین، هر چه مقدار ضریب تبیین به یک نزدیک‌تر باشد معادله رگرسیونی به‌دست آمده بهتر می‌تواند روابط بین دو پارامتر مورد نظر را بیان کند.

1- Smirnov- Kolmogorov
2- United State Bureau of Reclamation

Archive of SID

www.SID.ir

$$SS_E = \sum_{i=1}^{n} (LogQs_{io} - LogQs_{ic})^2 \qquad (۲)$$

$$MS_E = \frac{\sum SS_{Ei}}{N} \qquad (۳)$$

در این روابط:

SS_E: *مجموع مربعات خطا*، SS_{Ei}: مجموع مربعات خطا در هر زیر مدل، Qs_{io}: دبی بار معلق اندازه‌گیری شده برحسب تن در روز، Qs_{ic}: دبی بار معلق محاسبه شده برحسب تن در روز، MS_E: میانگین مربعات خطا و N: تعداد کل داده‌ها می‌باشد.

در مرحله بعد جهت ارزیابی مدل مناسب (منحنی‌سنجه مناسب در تلفیق با دبی متوسط روزانه) اقدام به اندازه‌گیری بار رسوبی در طی یک دوره ۳۱ روزه از تاریخ ۸۳/۲/۱ تا ۸۳/۲/۳۱ گردید به‌طوری‌که در طول این مدت در طی هر روز سه نمونه رسوب از طریق نمونه‌برداری بار معلق به روش انتگراسیون عمقی برداشت‌گردید. همزمان با نمونه‌برداری رسوب، آبدهی رودخانه اندازه‌گیری و نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیدند. پس از تعیین غلظت نمونه‌های رسوب در آزمایشگاه (برحسب میلی‌گرم در لیتر) و با توجه به مقدار آبدهی اندازه‌گیری‌شده رودخانه در زمان برداشت نمونه رسوب، میزان دبی رسوب از رابطه (٤) تعیین گردید:

$$Q_s = 0.0864 \times C \times Q_w \qquad (٤)$$

در این رابطه:

Q_s: دبی مواد رسوبی معلق یا بار معلق برحسب تن بر روز، Q_w: دبی جریان برحسب مترمکعب بر ثانیه، C: متوسط غلظت مواد رسوبی معلق برحسب میلی‌گرم بر لیتر می‌باشند.

در طول دوره اندازه‌گیری دبی که از تاریخ ۸۳/۲/۱ تا ۸۳/۲/۳۱ به‌طول انجامید، تعداد ٤ سیل به‌وقوع پیوست به‌گونه‌ای که تقریبا در طی هر ۵ تا ۱۰ روز، یک سیل مشاهده شد. در ضمن در این مدت بیشترین مقدار دبی اندازه‌گیری شده ۷٦/۵ مترمکعب بر ثانیه و کمترین آن ۱۳ مترمکعب بر ثانیه بوده است.

جهت مقایسه دقت معادلات برآورد رسوب با میزان رسوب مشاهده‌شده از معیارهای آماری میانگین درصد خطای نسبی (RME) استفاده گردید (معادله‌های ۵ و ٦). از این شاخص در پیش‌بینی و برآورد معادله‌های رگرسیون استفاده می‌گردد. هر چه مقدار این معیار آماری کمتر و به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده این است که معادله‌های مربوطه از دقت بالاتری برخوردار می‌باشند. در این روش از معادله‌های زیر استفاده می‌شود:

$$RME = \frac{\sum_{i=1}^{n} REi}{n} \qquad (۵)$$

$$REi = \left|\frac{So - Sc}{So}\right| \times 100 \qquad (٦)$$

در این معادلات:

RME: میانگین درصد خطای نسبی، REi: درصد خطای نسبی هر برآورد، So: میزان رسوب معلق مشاهده شده (اندازه‌گیری شده)، Sc: میزان رسوب معلق برآوردشده و n: تعداد دفعات مقادیر برآوردشده رسوب معلق می‌باشد.

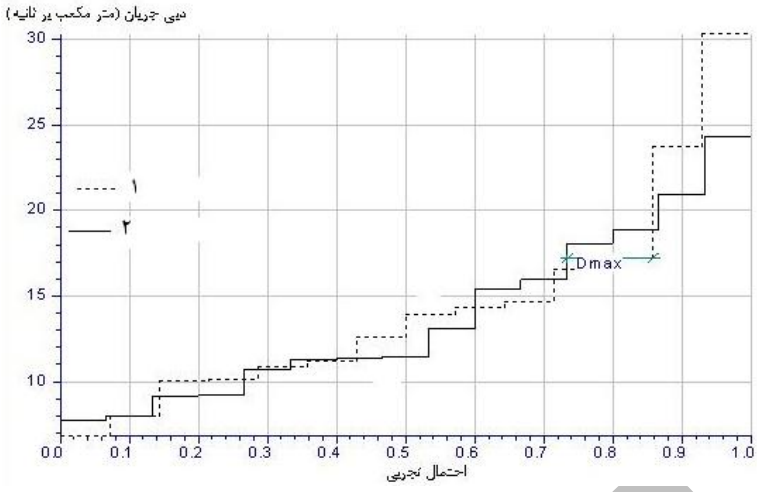
در ضمن جهت انجام تجزیه‌های آماری از نرم‌افزارهای *Minitab* و *Excel* استفاده شده است.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تست همگنی داده‌ها نشان داد که داده‌های دبی جریان در طی دوره آماری مورد بررسی (سال‌های ۸۲-۱۳۵۰) همگن می‌باشد (شکل ۱). با توجه به این شکل مشاهده می‌شود که با تقسیم بندی داده‌ها به دو دوره مقادیر دبی سال ۱۳٦٦ و قبل از آن (دوره ۱ در شکل) و مقادیر دبی سال ۱۳٦۷ و بعد از آن (دوره ۲ در شکل)، حداکثر اختلاف بین مقادیر احتمال تجربی داده‌ها کمتر از حد مجاز می‌باشد (براساس آزمون اسمیرنوف-کلموگروف). در ضمن با توجه به وقوع چهار سیل در طول مدت اندازه‌گیری دبی رسوب (اردیبهشت ۱۳۸۲) داده‌های این دوره نیز می‌تواند غیر وابسته در نظر گرفته شوند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- نتایج تست همگنی داده‌ها در ایستگاه هیدرومتری قزاقلی.

با برازش معادلات منحنی‌سنجه رسوب، براساس مدل‌های مورد مطالعه بین ۳۵۹۵ داده متناظر دبی جریان و دبی رسوب، مقادیر شاخص‌های آماری محاسبه شده برای هر یک از مدل‌ها در جدول ۱ ارائه گردیده‌است.

با توجه به جدول ۱، منحنی‌سنجه حدوسط دسته‌ها دارای کمترین میانگین مربعات خطا و بهترین قابلیت پیش‌بینی است، در نتیجه این مدل به‌عنوان مناسب‌ترین مدل برآورد رسوب معلق از میان مدل‌های مورد بررسی تعیین می‌گردد. همچنین مدل یک خطی که در آن تفکیک داده‌ها صورت نگرفته است، در بین مدل‌های مورد مطالعه در این تحقیق دارای بیشترین میزان میانگین مربعات خطا می‌باشد که این نتیجه با نتایج مساعدی و همکاران (۲۰۰۶) و حیدرنژاد و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت داشته و با نتایج لطیفی و حسن‌زاده (۲۰۰۷) که با مقایسه روش‌های مختلف بار رسوب معلق رودخانه گاماسیاب، روش منحنی سنجه یک خطی را به‌عنوان دقیق‌ترین روش برآورد رسوب معرفی کرده بودند، مغایرت دارد. در شکل ۲ منحنی‌سنجه رسوب مدل حدوسط دسته‌ها نشان داده شده‌است.

با توجه به نتایج حاصل از مقادیر اندازه‌گیری دبی جریان و دبی رسوب در طول دوره یک ماهه اندازه‌گیری مستقیم (۸۳/۲/۱ تا ۸۳/۲/۳۱) و مقادیر RME هر یک از مدل‌ها برای داده‌های همین دوره، مناسب‌ترین مدل تعیین گردید که مقادیر RME برای هر یک از ۵ روش مورد بررسی، در جدول ۲ نشان داده شده‌است.

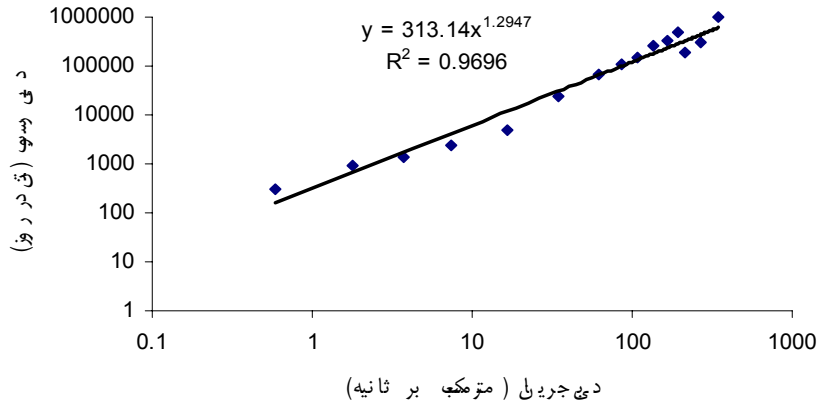
براساس داده‌های جدول ۲ مشخص می‌شود که روش حدوسط دسته‌ها در مقایسه با چهار روش دیگر تعیین رسوب معلق دارای مقادیر RME کمتری می‌باشد، این موضوع نشان‌دهنده آن است که این روش دارای انحراف کمتری نسبت به مقادیر واقعی می‌باشد. بنابراین از بین روش‌های مورد بررسی روش منحنی حدوسط دسته‌ها به‌عنوان مناسب‌ترین روش تعیین رسوب معلق در ایستگاه هیدرومتری مورد مطالعه انتخاب گردید که این نتایج با نتایج اعظمی و همکاران (۲۰۰۵) و پرهمت و دومیری گنجی (۲۰۰۵) همسو بوده ولی با نتایج مساعدی و همکاران (۲۰۰۵) که در آن مدل ماهانه را به‌عنوان مدل مناسب برآورد رسوب معلق پیشنهاد نموده بودند، یکسان نمی‌باشد. ضمنا مساعدی و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه خود روش حدوسط دسته‌ها را مورد بررسی قرار نداده بودند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقادیر میانگین مربعات خطا در مدل‌های مورد بررسی.

ردیف	نام مدل	وضعیت تفکیک داده‌ها	تعداد داده‌ها	ضریب تبیین	میانگین مربعات‌خطا در هر بخش از مدل	میانگین مربعات‌خطا در هر مدل
۱	یک خطی	تمام داده ها	۳۵۹۵	۰/۸٤	۰/۰٦۸۲	۰/۰٦۸۲
۳	چند خطی	Q <۱٤/۵	۲۰۳٦	۰/٦	۰/۰۷٤۲	۰/۰٤۷۱
		۱٤/۵ ≤ Q <۲۹	۸۰۲	۰/۳٦	۰/۰۰۵۸	
		Q ≥ ۲۹	۷۵۷	۰/۷۳	۰/۰۱۷۹	
۲	حدوسط داده‌ها	تمام داده‌ها	۳۵۹۵	۰/۹۷	۰/۰۲٤٦	۰/۰۲٤٦
٤	فصلی	بهار	۱۲۱۸	۰/۹۱	۰/۰۳۳۵	۰/۰۳۸۳
		تابستان	۲۹۷	۰/۷۸	۰/۱٤۵۳	
		پاییز	۹۳۹	۰/۸٤	۰/۰۳۲۱	
		زمستان	۱۱٤۱	۰/۸۷	۰/۰۲۰۵	
۵	ماهانه	فروردین	٤٦۳	۰/۹۳	۰/۰۱۰۲	۰/۰۲۸۸
		اردیبهشت	٤۱۸	۰/۹۵	۰/۰۱٤۲	
		خرداد	۳۳۷	۰/۸۱	۰/۰۵٤۲	
		تیر	۱۱٦	۰/۸۵	۰/۱۰۰٤	
		مرداد	۷۲	۰/۸٤	۰/۱۵۷۱	
		شهریور	۱۰۹	۰/۸۲	۰/۱۰۱۸	
		مهر	۲۸٤	۰/۸۷	۰/۰۳۲٤	
		آبان	۲۸٤	۰/۸۱	۰/۰۱٤٦	
		آذر	۳۷۱	۰/۸٤	۰/۰۲۳۰	
		دی	۳۳٦	۰/۷۳	۰/۰۱۳۸	
		بهمن	۳۵۷	۰/۷۸	۰/۰۲۳۲	
		اسفند	٤٤۸	۰/۸۷	۰/۰۱۲۵	



شکل ۲- منحنی‌سنجه مدل حدوسط دسته‌ها.

جدول۲- مقادیر *RME* مدل‌های مختلف مورد بررسی.

روش‌های برآورد	یک خطی	چند خطی	حد وسط دسته‌ها	ماهانه	فصلی
RME	۲۲۳۲/٦٦	۹۹۳/۷٤	٤۲۱/۸۹	٤۵۰/۲	٤۷۵/۳٦

Archive of SID

www.SID.ir

در روش حدوسط دسته‌ها به‌دلیل کاهش اثر نقاط پایین، برآورد رسوبدهی در دبی‌های بالا بهبود می‌یابد. همچنین در این روش، پراکنش نقاط کاهش یافته و خطای ناشی از تبدیل لگاریتمی به حداقل می‌رسد در حالی‌که در مدل یک خطی هیچ‌گونه دسته‌بندی در داده‌ها صورت نمی‌گیرد و با توجه به فراوانی داده‌های دبی پایه تأثیر این داده‌ها بر مقادیر ضرایب منحنی سنجه رسوب بیشتر شده و تأثیر جریانات سیلابی کمتر نمایان می‌شود. با توجه به این که بیشترین مقدار دبی رسوب در دبی‌های بالا و مواقع سیلابی انتقال پیدا می‌کند، متأسفانه سهم دفعات اندازه‌گیری در دبی‌های بالا و در زمان‌های سیلابی کم می‌باشد به‌طوری‌که بررسی داده‌های ایستگاه قزاقلی نشان داد بالغ بر ۸٤ درصد نمونه‌های اندازه‌گیری شده در این ایستگاه در حالت جریان پایه برداشت شده‌اند که این امر لزوم توجه بیشتر به اندازه‌گیری از جریانات سیلابی را مشخص می‌سازد. با توجه به خطای زیاد مدل یک خطی نسبت به سایر روش‌های مورد مطالعه پیشنهاد می‌گردد در شرح خدمات برآورد رسوب رودخانه‌ها بازنگری به‌عمل آید و از روش‌هایی که خطای کمتری در برآورد رسوب دارند استفاده شود

سپاسگزاری

از حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که با تأمین هزینه‌های موردنیاز، انجام این تحقیق را میسر نمودند، تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع

1.Arabkhedri, M. 2001. Methods of increasing accuracy for estimating of suspended sediment transport (workshop). Proceeding of National Conference on Land Management- Soil Erosion and Sustainable Development, Arak, Iran. Pp: 711-727.
2.Arabkhedri, M., Hakimkhani, Sh., and Varvani, J. 2004. The validity of extrapolation methods in estimation of annual mean suspended sediment yield (17 hydrometric stations). Journal of Agricultural Science and Natural Resources. 11:3.123-131.
3.Arabkhedri, M. 2005. A study on the suspended sediment yield in river basins of Iran. Iran-Water Resources Research. 1:2.101-103.
4.Asselman, N.E.M. 2000. Fitting and interpretation of sediment rating curves. Journal of Hydrology. 234:4.228-248.
5.Azami, A., Najafinejad, A., and Arabkhedri, M. 2005. Evaluation of hydrological models for estimating of suspended sediment in base flow and flood stages in Ilam dam watershed. Proceeding of 3rd National Conference of Erosion and Sedimentation. Tehran, Iran. Pp: 486-490.
6.Heydarnejad, M., Golmaee, S.H., Mosaedi, A., and Ziatabar Ahmadi, M. 2006. Estimation of sediment volume in Karaje dam reservoir (Iran) by hydrometry method and a comparison with hydrography method. Lake and Reservoir Management. 22:3:233-239.
7.Heydarnejad, M., Golmaee, S.H., Mosaedi, A., and Ziatabar Ahmadi, M. 2007. Improvement sediment transport formula and estimation of suspended sediment for Tale Zang hydrometric station. Proceedings of the 7th international river engineering conference. Shahid Chamran University. Ahvaz, Iran. (In CD).
8.Horowitz, A.J. 2002. The use of rating (transport) curves to predict suspended sediment concentration: A matter of temporal resolution. Turbidity and other surrogate workshop. Reno, NV.3p.
9.Jansson, M.B. 1996. Estimating a sediment rating curve of the Reventazon River at Palomo using logged mean loads within discharge classes. Journal of Hydrology. 183:4.227-241.
10.Latifi, A., and Hassanzadeh, Y. 2007. The comparison of different methods of estimating the suspended sediment load in rivers and choosing the most appropriate method (case study: Gamasiab River). Proceedings of the 7th International River Engineering Conference. Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. (In CD).

Archive of SID

www.SID.ir

11. Ludwig, W., and Probst, J.L. 1998. River sediment discharge to the oceans: present-day controls and global budget. American Journal of Science. 298:3.265-295.
12. Mirbagheri, S.A., and Rajaee, T. 2006. Improvement of forecasting and estimating of suspended sediment transport by applying Artificial Neural Network (ANN). Proceeding of 7th international conference of civil Eng. Tehran, Iran. (in cd).
13. Mirzaee, M. 2002. Comparison of different statistical methods for estimating of suspended sediment (case study, Gorganrud river). M.Sc. thesis, Tehran University. 85 p.
14. Mohammadi, A. 2002. Optimization of the relations between flow discharge and suspended sediment discharge in selected hydrometric stations of Gorganrud river. M.Sc. thesis in watershed management, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. 83 p.
15. Morehead, M.D., Syvitski, J.P., Hutton, E.W.H., and Peckham, S.D. 2003. Modeling the temporal variability in the flux of sediment from ungauged river basin. Global Planet. Change 39:1.95–110.
16. Mosaedi, A. 1998. Hydrological sizing of sediment reservoir system for irrigation and water supply. Ph.D. Thesis, Faculty of Civil Eng. Technical University of Budapest. Hungary. 101p.
17. Mosaedi, A., Shahabi, M., and Mohammadi, A. 2006. Investigation on changing of relations between flow discharge and suspended sediment during the times at Maraveh hydrometric station. 2th National Conference on Soil and Water Management. Kerman. Iran. Pp: 1941-1948.
18. Mosaedi, A., Mohammadi, A., Najafinejad, A., and Yaghmaiee, F., 2006. Optimization of the relation between flow discharge and suspended sediment discharge in selected hydrometric stations of Gorgan river. Iranian Journal of Natural Resources. 59:2.331-343.
19. Pavanelli, D., and Bigi, A. 2004. Indirect Methods to estimate suspended sediment concentration: Reliability and relationship of turbidity and settleable solids. Biosystems Engineering. 90:75-83.
20. Porhemat, J., and Domeiri Ganji, M. 2005. Analyzing of sediment transport formula for Hendijan-Jarahi watershed hydrometric stations. Proceeding of 3rd National Conference of Erosion and sedimentation. Tehran, Iran. Pp: 254-261.
21. Sadeghi, S.H.R. 2005. Development of sediment rating curve equations for rising and falling limbs of hydrograph using regression concept. Iran-Water Resources Research. 1:1.101-103.
22. Telvari, A.R. 2003. Relationship between suspended sediment yield and some catchment characterstics in sub-catchments of Dez and Karkheh rivers in Lorestan province. Pajohesh and Sazandegi Journal. 56&57:56-61.
23. Walling, D.E. 1994. Measuring sediment yield from river basins, In: Lal, R., (Ed), Soil erosion research methods. Soil and Water Conservation Society pub., 2nd Edition. Pp. 39-83.
24. Zonta, R., Collavini, F., Collavini, L., and Zuliani, A. 2005. The effect of floods on the transport of suspended sediments and contaminants: A case study from the estuary of the Dese River (Venice Lagoon, Italy). Environment International Journal. 31:7.948-958.

Archive of SID

www.SID.ir

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 14(4), Oct -Nov 2007
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Determination of the Best Model to Estimate Suspended Sediment loads in Ghazaghly Gauge Station-Gorganrood River, Iran

A. Mohammadi[1], A. Mosaedi[2] and A. Heshmatpour[3]
[1]Instructor of Dept. of Natural Sciences, Gonbad High Education Center, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [2]Associate Prof. Dept. of Water Eng. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [3]Ph.D. student and Instructor of Dept. of Natural Sciences, Gonbad High Education Center, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

Deficiency of country-wide and accurate information on erosion in Iran considered being an obstacle in water projects. Lack of long time measurements of erosion, as well as insufficient researches in this field, limit the access to trustable data. In this condition, the amounts of eroded materials reached to the outlet of watersheds can represent the conditions of soil erosion in upstream areas. Method of measurement of daily suspended loads which is based on measuring suspended sediment concentration and flow discharge is a robust method but needs continuous daily measurements and therefore this is feasible only for major rivers. In this research, to determine the most appropriate method for estimating the suspended sediments in Ghazaghly gauge station which is located on Gorganrood river, 3595 data of flow discharge and corresponding sediment discharge, recorded during years of 1971-2003, were analyzed. By establishing correlation between flow and sediment discharge on the basis of five models: linear, multi linear, median of groups, seasonal, and monthly, the best model for prediction was selected. To achieve this, the mean of square error and also the regression coefficient, as statistical indices, were used. The results indicate that the median of group's model has the best performance amongst the models. Additionally, to compare the estimated sediments with observed data during one month observation period, the statistical index, relative mean of error, was applied. The results show that the median of group's model in comparison with the other tested models gives the minimum relative mean of error and therefore has the best ability to predict sediment transport. It is suggested, that represent the flow conditions more precisely, the data collection in the case of flood events is conducted within smaller time intervals. The poor performance of the linear model compared with the other stated models in estimating the sediment load, indicates that using of this model should be performed with caution in Ghazaghli river.

***Keywords*:** Suspended sediment load; Relative mean of error; Mean of square error; Gorganrood River; Ghazaghli gauge station

Archive of SID

www.SID.ir