Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال یازدهم ـ شماره سوم ـ پاییز ۱۳۸۳
www.magiran.com/jasnr

اعتبار روش‌های برون‌یابی در برآورد میانگین رسوبدهی معلق سالانه (۱۷ ایستگاه هیدرومتری کشور)

محمود عرب خدری، شاهرخ حکیم‌خانی و جواد وروانی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران.

تاریخ دریافت: ۸۲/۲/۱٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۳/۲/۱۳

چکیده

معمولاً آمار غلظت رودخانه‌ها به قدری نیست که بتوان به روش‌های درون‌یابی، رسوبدهی را برآورد کرد. به این دلیل براساس روش برون‌یابی یعنی تلفیق منحنی سنجه رسوب و آمار جریان این کار انجام می‌شود. روش‌های متعددی برای به دست آوردن معادله این منحنی و استفاده از داده‌های جریان وجود دارد. بمنظور ارزیابی چند روش برون‌یابی، ۱۷ ایستگاه هیدرومتری انتخاب و بار معلق آنها با ۱۸روش برآورد گردید. این روش‌ها از نظر منحنی سنجه رسوب در ٦ دسته و از نظر داده‌های جریان در ۳ دسته قرار می‌گیرند. بعلاوه، با توجه به آمار مناسب موجود در یکی از ایستگاه‌ها (قزاقلی) مقدار واقعی رسوب به روش درون‌یابی نیز محاسبه شد. با توجه به اختلاف زیاد بین نتایج به‌دست آمده از روش‌های مختلف، براساس نتایج ایستگاه قزاقلی و چند معیار دیگر، روش تلفیق جریان روزانه و منحنی سنجه حد وسط دسته‌ها به‌عنوان روش مبنای برآورد رسوبدهی انتخاب شد. در خاتمه برای ١٦ ایستگاه باقیمانده، رسوبدهی برآورد شده به ۱۷ روش دیگر با روش مبنا مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. چهار منحنی سنجه مشتمل بر ضرایب اصلاحی فائو، غیرپارامتری، پارامتری و یک خطی ضعیف‌ترین نتایج را نشان دادند. همچنین منحنی تداوم جریان میزان رسوب معلق را ١٤ درصد کمتر برآورد کرد.

واژه‌های کلیدی: برون‌یابی، برآورد رسوبدهی، منحنی سنجه رسوب، رسوبدهی معلق سالانه

مقدمه

معمولاً به دلیل کافی نبودن تعداد اندازه‌گیری غلظت در ایستگاه‌های رسوب سنجی، امکان محاسبه رسوبدهی به روش‌های درون‌یابی مقدور نیست. در این روش‌ها فرض بر این است که مقادیر غلظت حاصل از نمونه‌های لحظه‌ای معرف یک دوره زمانی طولانی مدت (مثلاً هفته یا ماه) است. این فرض در مورد بار معلق که عمده آن بوسیله چند سیل بزرگ حمل می‌شود، صادق نیست و باید از روش‌های برون‌یابی استفاده شود. در این روش‌ها، با تلفیق منحنی سنجه رسوب و آمار جریان، بار معلق در طول دوره آماری برآورد می‌شود. شیوه‌های مختلفی برای ترسیم منحنی سنجه و استفاده از جریان وجود دارد که اثر آن در برآوردهای متفاوت توسط افراد مختلف بروز می‌کند.

معمول‌ترین روش ترسیم منحنی سنجه رسوب گذراندن یک خط (یا بیش از یک خط) از میان ابر نقاط است که می‌توان به آن روش یک خطی (یا چند خطی) اطلاق کرد. امکان ترسیم منحنی‌های جداگانه برای

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌های مربوط به رگبارها و ذوب برف و شاخه صعودی و نزولی هیدروگراف و ... نیز وجود دارد. والینگ و وب[1]،(۱۹۸۱) در بررسی‌های خود تأثیر داده‌های غلظت در دبی‌های بالا را بر بهبود کیفیت منحنی سنجه رسوب و برآورد صحیح‌تر رسوبدهی اثبات کردند؛ در مقایسه ترسیم چند منحنی جداگانه اثر کمتری نشان داد که با توجه به رشد تصاعدی غلظت با افزایش دبی جریان منطقی به نظر می‌رسد. پراکندگی نقاط حول منحنی سنجه رسوب سبب ایجاد تقریب در برآورد رسوبدهی می‌شود. برای حل این مشکل چند روش اصلاحی پیشنهاد شده است.

در روش جانسون[2] (۱۹۹۶)، 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 به دست می‌آید.

در روش جونز و همکاران[3] (۱۹۸۱) معروف به روش فائو، به جای معادله $Q_s= aQ_w^b$ که از نقطه‌ای با مختصات میانگین نقاط $\log Q_s$ و نقاط $\log Q_w$ عبور می‌کند؛ از معادله خطی موازی که از میانگین نقاط Q_s و Q_w متناظر با آن می‌گذرد، استفاده می‌شود.

برای اصلاح اثر تبدیل لگاریتمی با فرض توزیع نرمال خطاهای باقیمانده، توماس[4] (۱۹۸۵) ضریب اصلاحی پارامتری CF_1 را پیشنهاد کرده است که از روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$S^2=\sum(\log C_i-\log \hat{C}_i)^2 /(n-2) \quad (۱)$$ و

$$CF_1=EXP[2.65S^2]$$

که در آن S اشتباه استاندارد برآورد منحنی سنجه رسوب در لگاریتم پایه ۱۰، n تعداد نمونه‌های غلظت، $\log \hat{C}_i$ لگاریتم مقدار برآوردی غلظت مشاهده‌ای C_i است.

کوخ و اسمایلی[5] (۱۹۸۶) با رد توزیع نرمال خطاهای باقیمانده، ضریب اصلاحی غیرپارامتری CF_2 را برای حذف اریبی داده‌ها توصیه کرده‌اند که از روابط زیر به دست می‌آید:

$$CF_2= 1/n \sum 10^{\varepsilon i} \quad و \quad \varepsilon_i = \log C_i-\log \hat{C}_i \quad (۲)$$

در این روابط ε_i خطای برآورد و بقیه علائم مشابه قبل هستند. ضرایب اصلاحی پارامتری و غیرپارامتری به دست آمده در ضریب a معادله $Q_s= aQ_w^b$ روش یک خطی ضرب می‌شوند.

در ارتباط با روش‌های استفاده از دبی جریان، شیوه‌های مختلفی وجود دارد. روش استفاده از منحنی تداوم جریان در برآورد رسوبدهی معلق سالانه در سال ۱۹۵۱ پیشنهاد شده است (ونونی[6]، ۱۹۷۷). تعدادی به طور مستقیم از آمار دبی روزانه استفاده می‌کنند. در بسیاری از موارد آمار جریان روزانه ناقص می‌باشد. با توجه به امکان برآورد دبی ماهانه براساس آمار ایستگاه‌های مجاور؛ جاماب (۱۳۶۸) روشی را معرفی کرده است که براساس آمار روزانه موجود در ۵ سال خیلی خشک تا خیلی مرطوب رسوب روزانه محاسبه می‌شود و سپس دبی متوسط و رسوبدهی ماهانه ۶۰ ماه مطالعه شده، به دست می‌آید. در مرحله بعد منحنی سنجه جدیدی بین دبی و رسوب ماهانه تهیه می‌شود.

به رغم مقایسه تعدادی از این روش‌ها در چند پژوهش از جمله عرب خدری و همکاران (۱۳۷۷) و میرابوالقاسمی و مرید (۱۳۷۴)، در این تحقیق روش‌های متنوع‌تر در تعداد بیشتری ایستگاه مورد مقایسه قرار گرفته و همچنین از آمار مفصل غلظت نیز استفاده به عمل آمده است.

مواد و روشها

ایستگاه‌های رسوب سنجی مورد مطالعه: این پژوهش در شانزده ایستگاه رسوب سنجی انجام شد که به ترتیب در جدول ۱ و شکل ۱ مشخصات و موقعیت آنها ملاحظه می‌شود. توزیع در گستره کشور، وجود آمار مناسب، تنوع از نظر آب و هوا و رژیم جریان و اختلاف مساحت حوزه

1 - Walling & Webb
2 - Jansson
3 - Jones et al
4 - Thomas
5 - Koch & Smillie
6 - Vanoni

www.SID.ir

Archive of SID

از معیارهای انتخاب آنها بوده است. ایستگاه قزاقلی در گرگانرود نیز برای بخشی از تحقیق بطور جداگانه مورد استفاده قرار گرفت که مساحت آن در ایستگاه مذکور معادل ۷۰۶۲ کیلومتر مربع می‌باشد.

آمار مورد استفاده: آمار مورد استفاده از تماب به شرح زیر تهیه شد:

۱ـ آمار مفصل ایستگاه قزاقلی شامل حدود ۲۰۰۰ اندازه‌گیری در مدت ۵ سال و ۷ ماه بود که در این مدت، غلظت به طور روزانه و در روزهای سیلابی با فاصله زمانی دو ساعت ثبت شده است.

۲ـ آمار رسوب ۱۶ ایستگاه دیگر از بدو تأسیس تا سال ۱۳۷۶ بود.

۳ـ آمار جریان روزانه تمام ایستگاه‌ها برای یک دوره ۳۰ سال آبی از ۱۳۴۲ تا ۱۳۷۳ ثبت شد.

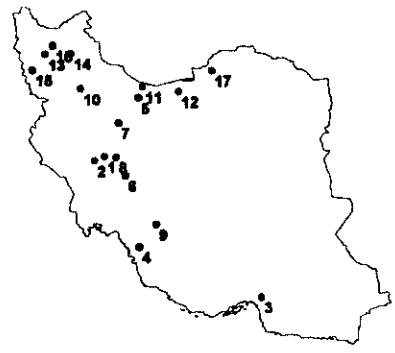
محاسبه رسوبدهی: در ایستگاه قزاقلی، رسوبدهی واقعی کل دوره به روش درون‌یابی براساس آمار مفصل محاسبه گردید. همچنین برای ۱۶ ایستگاه رسوبدهی متوسط سالانه و در قزاقلی رسوبدهی دوره آماری به ۱۸ روش (مطابق ستون روش در جدول ۲) برآورد شد. به‌عنوان مثال روش "یک خطی ـ تداوم" مبین برآورد رسوبدهی ایستگاه از طریق تلفیق منحنی سنجه رسوب یک خطی و منحنی تداوم جریان می‌باشد. روش‌های مختلف استفاده از منحنی سنجه رسوب و جریان در سابقه تحقیق تشریح شده‌اند.

انتخاب روش مبنا: برای انتخاب روش مناسب برآورد رسوبدهی از دو شیوه مشاهده‌ای و استدلالی استفاده شد. ابتدا برآوردهای ۱۸ روش در ایستگاه قزاقلی با استفاده از آماره انحراف نسبی[1] نسبت به رسوبدهی واقعی مطابق رابطه ۳ مورد مقایسه قرار گرفت.

$$RD=Q_{se}/Q_{so} \qquad (۳)$$

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه.

شماره	رودخانه	ایستگاه	مساحت حوزه (کیلومترمربع)	رسوبدهی (تن در سال)	شماره	رودخانه	ایستگاه	مساحت حوزه (کیلومترمربع)	رسوبدهی (تن در سال)
۱	ماربر	دره تخت	۲۶۵۵	۱۲۹۷۵۰	۹	کر	چمریز	۱۸۰۰	۱۰۴۶۳۷۱
۲	زاز	سفید دشت	۶۹۰	۲۵۵۰۸۰	۱۰	سوجاش‌رود	ینگه کند	۲۴۱۰	۴۶۱۵۳۲
۳	میناب	برنطین	۱۰۲۰۰	۲۲۲۷۶۹۰	۱۱	چالوس	پل ذغال	۱۶۶۰	۶۷۵۳۲۹
۴	دالکی	سرقنات	۵۳۱۰	۱۰۵۹۵۹۶۷	۱۲	تجن	سلیمان تنگه	۱۲۴۴	۲۸۴۵۶۹
۵	کرج	سیرا	۷۲۶	۵۳۶۹۲۱	۱۳	آذرشهرچای	آذرشهر	۲۷۸	۱۲۹۳۱
۶	زاینده رود	قلعه شاهرخ	۱۴۴۰	۱۱۰۵۵۵۴	۱۴	لیقوان چای	لیقوان	۷۶	۴۹۹۶
۷	قره چای	بند شاه عباسی	۱۷۶۲۲	۱۸۳۷۳۸۳	۱۵	گادار چای	نقده	۱۵۶۵	۲۰۰۷۱۹
۸	گلپایگان	سراب هنده	۸۵۰	۱۷۳۶۴۰	۱۶	آجی چای	ونیار	۷۵۲۵	۲۵۸۵۴۳۰



شکل ۱- نقشه موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه (شماره ۱ تا ۱۶ مطابق جدول ۱ و شماره ۱۷ ایستگاه قزاقلی می‌باشد).

1 -Relative Deviation

www.SID.ir

Archive of SID

در این رابطه Q_{se} رسوب برآوردی و Q_{so} رسوب واقعی می‌باشد. در مرحله بعد از میان روش‌های دارای انحراف نسبی کمتر (جواب‌های نزدیک به یک)، براساس استدلال روش مبنا انتخاب گردید. روش مبنا از دو جزء روش مبنای استفاده از جریان و روش مبنای منحنی سنجه رسوب تشکیل شده است.

ارزیابی روش‌ها: در سه حالت ارزیابی انجام گرفت:

۱ـ به‌منظور تعیین اثر توأم استفاده از نوع منحنی سنجه رسوب و نوع دبی جریان، مقادیر رسوبدهی به دست آمده در ۱۶ ایستگاه به تفکیک مقادیر متناظر به دست آمده از روش مبنا تقسیم شد.

۲ـ به منظور تعیین اثر استفاده از دبی جریان، تمام مقادیر رسوبدهی برآورد شده (با هر نوع منحنی سنجه) به مقادیر متناظر به‌دست آمده از روش مبنای استفاده از جریان تقسیم شد تا اثر سایر عوامل حذف گردد.

۳ـ به‌منظور تعیین اثر منحنی‌های سنجه رسوب، تمام مقادیر رسوبدهی برآورد شده (با هر نوع دبی جریان) به مقادیر متناظر به دست آمده از منحنی سنجه مبنا تقسیم شد تا اثر سایر عوامل حذف گردد.

در هر سه مورد پارامترهایی از قبیل محدوده تغییرات، میانگین، میانه، انحراف از معیار و ضریب تغییرات بررسی و مقایسه شد. علت استفاده از میانه نیاز به توضیح بیشتری دارد. اصولاً در جوامعی که از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند، میانه و میانگین تقریباً مساوی هستند؛ ولی در جوامع غیرنرمال بین این دو اختلاف وجود دارد. در این مطالعه بدلیل عدم اطلاع از توزیع جامعه، سعی گردید با محاسبه هر دو آماره، امکان قضاوت صحیح فراهم آید.

نتایج

انتخاب روش مبنا: مقدار رسوبدهی با استفاده از آمار مفصل در ایستگاه قزاقلی معادل ۱۸۹۰۸۹۰۸ تن تعیین شد. در جدول ۲ نیز نتایج برآورد رسوبدهی به ۱۸ روش دیگر برای این ایستگاه و انحراف نسبی آنها مشاهده می‌شود. روش‌های حدوسط- ماهانه، حدوسط- روزانه، پارامتری- روزانه و پارامتری- ماهانه به ترتیب با صفر، ۲، ۳ و ٦ درصد خطا بهترین برآوردها را داشتند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از ایستگاه قزاقلی و همچنین دلایل زیر برآورد روش حدوسط ـ روزانه صحیح‌تر به‌نظر می‌رسد:

۱ـ در روش حد وسط دسته‌ها بواسطه 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.

۲ـ از نظر شیوه به کارگیری دبی، روش استفاده مستقیم از دبی متوسط روزانه ارجح است، زیرا منحنی تداوم جریان و دبی ماهانه نیز براساس امار روزانه به دست می‌آیند و چنانچه نتایج استفاده از این سه روش با یکدیگر متفاوت باشد بطور قطع داده‌های دبی متوسط روزانه مبنای مقایسه خواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج برآورد رسوبدهی کل دوره بر حسب تن در ایستگاه قزاقلی

ردیف	روش	رسوبدهی	انحراف نسبی	ردیف	روش	رسوبدهی	انحراف نسبی
۱	یک خطی - تداوم	٦٠٠٣٧٧٤	۰/۳۲	۱۰	فائو - روزانه	۳۷۲۱۷۹٦۳	۱/۹۷
۲	چند خطی - تداوم	۱۲٦٤۷۱۷	۰/٦۷	۱۱	پارامتری - روزانه	۱۸۲٤۸۹۰۷	۰/۹۷
۳	حد وسط - تداوم	۱۷۱٥٦۹۲٤	۰/۹۱	۱۲	غیرپارامتری - روزانه	٤٥۸۲۷٥٦٦	۲/٤۲
٤	فائو - تداوم	۳۲۷٥۸۹۰٤	۱/۷۳	۱۳	یک خطی - ماهانه	٦٦٤۸٦٥۲	۰/۳٥
٥	پارامتری - تداوم	۱٦۰٦۲٥۱۷	۰/۸٥	۱٤	چند خطی - ماهانه	۷٤۷۸۹۱٤	۰/٤۰
٦	غیرپارامتری - تداوم	٤۰۳۳٦۹۹٦	۲/۱۳	۱٥	حد وسط - ماهانه	۱۸۹۹٤٤۲۷	۱/۰۰
۷	یک خطی - روزانه	٦۸۲۰۹٦۱	۰/۳٦	۱٦	فائو - ماهانه	۳٦۲۷۷۷۷۳	۱/۹۲
۸	چند خطی - روزانه	۱٤٤۰۷۱۲٦	۰/۷٦	۱۷	پارامتری - ماهانه	۱۷۷۸۷۹۰۸	۰/۹٤
۹	حد وسط - روزانه	۱۹۳٤۹۷٥۰	۱/۰۲	۱۸	غیرپارامتری - ماهانه	٤٤٦٦۹۸۸۲	۲/۳٦

مقایسه روش‌ها در ۱٦ ایستگاه: در جدول ۱ رسوبدهی ۱٦ ایستگاه به روش مبنا ملاحظه می‌شود.

اثرات توأم: خلاصه نتایج اثرات توأم نحوه استفاده از جریان و نوع منحنی سنجه رسوب در جدول ۳ آورده شده است. سه روش با کمترین اختلاف میانگین نسبت به روش مبنا شامل حدوسط- ماهانه با مقدار ۱، یک خطی- تداوم معادل ۰/۹٤ و یک خطیی ـ روزانه معادل ۰/۹۰ می‌باشند. سه روش با کمترین اختلاف میانه نیز شامل حد وسط ـ ماهانه با مقدار ۰/۹۹، غیر پارامتری- روزانه معادل ۱/۰۱ ، و در نهایت دو روش پارامتری- روزانه و پارامتری- ماهانه با مقدار مساوی ۰/۸۸ هستند. بررسی انحراف از معیار و ضریب تغییرات نشان می‌دهد که از بین روش‌های برتر فقط روش حد وسط - ماهانه به ترتیب با ۰/۱۳ و ۱۳ در صد نتیجه قابل قبولی داشته و مابقی با انحراف از معیار بیش از ۱/۷٦ و ضریب تغییرات بیش از ۱۹٦ درصد نتایج نامناسبی داشته‌اند. بعد از روش فوق، روش‌های حد وسط-تداوم، و ترکیبات چند خطی با روزانه، ماهانه و تداوم قرار می‌گیرند.

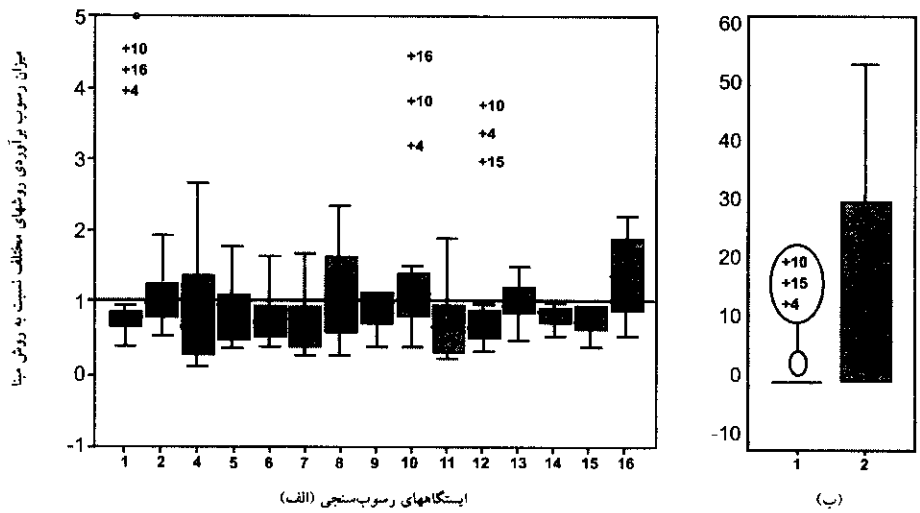
در شکل ۲ نمودار نسبت رسوبدهی روش‌های مختلف به روش مبنا به تفکیک ایستگاه‌ها مشاهده می‌شود. اعداد محور افقی، شماره ایستگاه‌ها در جدول ۱ است. بیشترین اختلاف مربوط به ایستگاه برنطین است و پس از آن دره تخت، سلیمان تنگه، ینگه کند و سرقنات قرار دارند. محدوده تغییرات در برنطین به حدی است که امکان ترسیم آن در کنار سایر ایستگاه‌ها وجود نداشت. شماره روش‌های آماری که خارج از محدوده قرار دارند در کنار دایره‌ها و پیکان‌هایی کوچک در شکل ۲ ملاحظه می‌شود. روش‌های ٤، ۱۰ و ۱٦ در تمام موارد بیشترین برآوردها را داشته‌اند. این روش‌ها مطابق با ستون اول جدول ۲ به ترتیب عبارتند از: فائو- تداوم، فائو-روزانه و فائو- ماهانه که نشان‌دهنده برآورد بسیار زیاد روش فائو می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- خلاصه نتایج به دست آمده از مقایسه روش‌های مختلف با روش مبنا.

روش	پارامترهای آماری	حد وسط	یک خطی	چندخطی	روش فائو	پارامتری	غیر پارامتری
روزانه	حداکثر	۱/۰۰	۷/٤٦	۱/۳۸	٤۲/۹۷	۲۰/۲۵	۳۰/۲٦
	حداقل	۱/۰۰	۰/۱۵	۰/۳۱	۱/۰۱	۰/۳۰	۰/٤۳
	میانگین	۱/۰۰	۰/۹۰	۰/۷٦	٤/۹٤	۲/۰۵	۲/۸۸
	میانه	۱/۰۰	۰/٤۸	۰/۷٦	۲/۱٦	۰/۸۸	۱/۰۱
	انحراف از معیار	۰/۰۰	۱/۷٦	۰/۲۹	۱۰/۱۸	٤/۸٦	۷/۳۱
	ضریب تغییرات	۰	۱۹٦	۳۸	۲۰٦	۲۳۷	۲۵٤
تداوم	حداکثر	۰/۹٤	۹/۱۱	۱/۲۸	۵۲/۵۱	۲٤/۷٤	۳٦/۹۸
	حداقل	۰/۸۱	۰/۱۳	۰/۲٦	۰/۸۹	۰/۲٦	۰/۳۸
	میانگین	۰/۸٦	۰/۹٤	۰/٦٦	۵/۲۲	۲/۲۲	۳/۱۵
	میانه	۰/۸۵	۰/٤۱	۰/٦٤	۱/۸۰	۰/۷٤	۰/۸۷
	انحراف از معیار	۰/۰۳	۲/۱۸	۰/۲۸	۱۲/٦٤	٦/۰۱	۹/۰۳
	ضریب تغییرات	٤	۲۳۳	٤۲	۲٤۲	۲۷۱	۲۸٦
ماهانه	حداکثر	۱/۳۹	۷/۳۹	۱/۸٤	٤۲/۵۹	۲۰/۰۷	۲۹/۹۹
	حداقل	۰/۸۰	۰/۱٦	۰/۳۸	۱/۰۱	۰/۳۱	۰/٤۵
	میانگین	۱/۰۰	۰/۸۹	۰/۷٤	٤/۹۲	۲/۰٤	۲/۸۷
	میانه	۰/۹۹	۰/٤۷	۰/۷۳	۲/۲٤	۰/۸۸	۱/۰۳
	انحراف از معیار	۰/۱۳	۱/۷٤	۰/۳۸	۱۰/۰۹	٤/۸۱	۷/۲٤
	ضریب تغییرات	۱۳	۱۹۵	۵۲	۲۰۵	۲۳٦	۲۵۳



شکل ۲- نمودار تغییرات رسوبدهی به روش‌های مختلف الف) در ۱۵ ایستگاه - به استثناء شماره ۳ ب) در ایستگاه‌های ۱ و ۳.

نتایج اثر استفاده از دبی جریان: در مورد منحنی تداوم جریان، محدوده تغییرات با حذف مورد استثنایی ایستگاه برنطین با مقدار ۱/۲۲، بین ۰/۸۰ تا ۰/۹٤ و میانه کل برآوردها ۰/۸٦ روش روزانه، باضریب تغییرات ۹ درصد به دست آمد که حاکی از حدود ۱٤ درصد برآورد کمتر می‌باشد. در مورد دبی ماهانه، محدوده تغییرات بین ۰/۷۰ تا ۱/۳۹ و میانه کل برآوردها ۰/۹۹ روش روزانه، با ضریب تغییرات ۱۱ درصد به دست آمد که نشان‌دهنده شباهت بسیار زیاد آن با روش روزانه می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج اثر نوع منحنی سنجه رسوب: در روش یک خطی، محدوده تغییرات به استثناء رقم ایستگاه برنطین با مقدار ۹/۷۲ بین ۰/۱۵ تا ۰/۷۰ و میانه کل برآوردها ۰/٤۷ روش حد وسط دسته‌ها، باضریب تغییرات ۲۰۵ درصد به‌دست آمد که حاکی از ۵۳ درصد برآورد کمتر می‌باشد. در مورد منحنی سنجه رسوب چند خطی، محدوده تغییرات بین ۰/۳۱ تا ۱/۷۷ و میانه کل برآوردها ۰/۷٦ روش حد وسط دسته‌ها، با ضریب تغییرات ٤۲ درصد به دست آمد که حاکی از ۲٤ درصد برآورد کمتر می‌باشد. در روش فائو، محدوده تغییرات با حذف مورد استثنایی برنطین با مقدار ٥٦ بین ۱/۰۱ تا ٤/٥٥ و میانه کل برآوردها ۲/۱۳ برابر روش حد وسط دسته‌ها، با ضریب تغییرات ۲۱۵ درصد به دست آمد. در روش پارامتری نیز، محدوده تغییرات با حذف برنطین با مقدار ۲۹ بین ۰/۲۹ تا ۱/٤٦ و میانه کل برآوردها ۰/۸۸ روش حد وسط دسته‌ها، با ضریب تغییرات ۲٤٥ درصد به دست آمد. در روش غیر پارامتری، محدوده تغییرات با حذف برنطین با مقدار ۳٦ بین ۰/٤۳ تا ۲/۱۰ و میانه کل برآوردها ۱/۰۱ روش حد وسط دسته‌ها، با ضریب تغییرات ۲٦۲ درصد به دست آمد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که روش یک خطی در حدود ۵۰ درصد و روش چند خطی در حدود ۲۵ درصد مقدار رسوب را نسبت به روش مبنا کمتر برآورد می‌کند. اسلمن[1] (۲۰۰۰) برآورد کمتر بین ۱۰ تا ۵۰ درصد را در چند ایستگاه موجود روی رودخانه راین[2] و شعبات اصلی آن گزارش کرده است. پژوهش هورویتز[3] (۲۰۰۲) نیز گواه بر تخمین پایین‌تر رسوبدهی با استفاده از رگرسیون خطی و غیر خطی در رودخانه می‌سی‌سی‌پی است. در ایستگاه برنطین، برآورد یک خطی در حدود ۷ برابر روش مبنا به دست آمد که نشان‌دهنده قابل پیش‌بینی نبودن نتایج آن است. در نمودار رسوبدهی- دبی این ایستگاه بر خلاف سایر ایستگاه‌ها شیب امتداد ابر نقاط در دبی‌های بالا کمتر از دبی‌های پایین است. عدم استفاده از این روش‌ها بویژه یک خطی توصیه می‌شود.

در ارتباط با برآوردهای فائو، پارامتری و غیرپارامتری چون این ضرایب بر روش یک خطی اعمال می‌شوند هر نوع خطا در آن، به طور مستقیم به برآوردهای ناشی از اعمال این ضرایب منتقل می‌شود. از نظر میانه، استفاده از روش فائو در ۱٦ ایستگاه سبب برآوردی در حدود دو برابر گردید. اگرچه میانه یا میانگین دو ضریب دیگر مشابهت‌هایی را در برخی موارد با حدوسط دسته‌ها داشت؛ از نظر معیارهای پراکندگی، ضرایب اصلاحی و همچنین روش یک خطی، ناکارآمدی خود را نشان دادند. بررسی توزیع باقیمانده‌ها در روش یک خطی ضروری است.

تخمین کمتر رسوبدهی در روش منحنی تداوم جریان به عمل متوسط‌گیری مربوط است. البته وجود دبی‌های استثنایی و انتخاب نامناسب کلاس‌های دبی در این روش ممکن است سبب ایجاد اثرات افزاینده شود. به عنوان مثال، در ایستگاه برنطین با نسبت ۱/۲۲ ملاحظه شد که در بعضی از کلاس‌های دبی، فقط یک یا دو دبی و آن هم در حد پایین کلاس قرار می‌گیرند، در نتیجه وزن این دبی‌ها زیاد شده و در نهایت رسوبدهی معلق زیادتر برآورد خواهد شد.

علت برآورد بسیار خوب روش ماهانه و نزدیکی آن به روش روزانه استفاده از آمار ۵ سال معرف از دوره آماری است. بنابراین استفاده از روش ماهانه برای شرایطی که آمار کامل نیست توصیه، می‌شود.

پیشنهاد می‌شود دفتر استانداردهای وزارت نیرو نسبت به تجدید نظر در روش متداول برآورد رسوبدهی سالانه اقدام نماید. همچنین برای واسنجی دقیق‌تر روش‌های مختلف از جمله روش مبنای این پژوهش ضروری است در چند ایستگاه، تجهیزات اندازه‌گیری مداوم غلظت برای مدت حداقل یک سال نصب شود.

1 - Asselman
2 - Rhine
3 - Horowitz

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

این مقاله از تلفیق بخش‌هایی از نتایج دو طرح تحقیقاتی با عناوین "برآورد رسوبدهی و تهیه نقشه تولید رسوب برای ایران" و "مقایسه چند روش برآورد بار معلق در یک حوزه با رژیم برفی ـ بارانی" که در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری به پایان رسیده، تهیه شده است که بدینوسیله از فرصت بوجود آمده سپاسگزاری می‌شود.

منابع

۱. جاماب (شرکت مهندسین مشاور)، ۱۳٦۸. طرح جامع آب کشور، حوزه آبریز دریاچه ارومیه، وزارت نیرو. ۲۹۸ صفحه.

۲. عرب خدری، م.، ش. حکیم‌خانی و ع. و. خوجینی، ۱۳۷۷. ضرورت تجدید نظر در روش متداول برآورد رسوبدهی معلق. مجموعه مقالات پنجمین سمینار مهندسی رودخانه، انتشارات دانشگاه شهید چمران، اهواز، ص ٤۲۹ تا ٤۳۸.

۳. میرابوالقاسمی، هـ . و س. مرید، ۱۳۷٤. بررسی روشهای هیدرولوژیکی برآورد بار معلق رودخانه‌ها. آب و توسعه، شماره ۱۰ ، صفحه ٥٤ تا ٦۷.

4.Asselman, N.E.M. 2000. Fitting and interpretation of sediment rating curves. Journal of Hydrology,234, 228-248.

5.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. April 30- May 2, 2002, Reno, NV. 3p.

6.Jones, K. R., O. Berney, D. P.Carr, and E. C. Barrett. 1981. Arid zone hydrology for agricultural development. FAO Irrigation and drainage paper, No.37, 271 p.

7.Jansson, M.B. 1996. Estimating a sediment rating curves of the Reventazon River at Palomo using logged mean loads within discharge classes. Journal of Hydrology. 183: 4, 227-241.

8.Thomas, R. B. 1985. Estimating total suspended sediment yield with probablity sampling. Water Resources Research, 21, 1381 – 1388.

9. Vanoni, V. A. (Ed.). 1977. Sedimentation engineering. A.S.C.E., 745p.

10. Walling, D.E., and B.W. Webb. 1981. The reliability of suspended sediment load data. In: Erosion and sediment transport(Proc. of Florence Symp. June 1981), IAHS. Publ., No. 133, pp. 177 – 194.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 11(3), Automn 2004
www.magiran.com/jasnr

The validity of extrapolation methods in estimation of annual mean suspended sediment yield (17 Hydrometric Stations)

Mahmood Arabkhedri, Shahrokh Hakimkhani and Javad Varvani
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, Iran.

Abstract

Sediment yield isn't usually estimated by interpolation methods; because of lacking of enough rivers concentration data. So the most common method to estimate mean suspended sediment load (SSL) is using sediment rating curve (SRC) in combination with discharge data classified as extrapolation methods. There are different methods for determination of SRCs equation and processing flow data. In this research we estimate the SSL in 17 hydrometric stations with 18 extrapolation methods to evaluate the accuracy and precision of them. These methods classified to 6 groups of SRC estimation and 3 types of flow data. In addition we computed the actual SSL on the basis of intensive sediment concentration data in Ghazaghly station using interpolation method. Comparison of results showed that the "Mean loads within discharge classes- Daily discharge" method has good agreement with actual load and therefore selected as the standard method. Finally differences among 17 methods are comprised and evaluated with standard one in other 16 stations. The results showed that FAO, Nonparametric, Parametric, and Fitting one line methods haven't good agreement with standard method. Also Flow duration method underestimated SSL about 14%.

Keywords: Extrapolation; Sediment yield estimation; Sediment rating curve; Annual suspended sediment yield

www.SID.ir