Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال نهم – شماره سوم – پاییز ۱۳۸۱
www.magiran.com/jasnr

طول دوره آماری مناسب برای برآورد میانگین سالانه رسوب و رابطه آن با مساحت، تغییرات رسوبدهی سالانه، خصوصیات اقلیمی، زمین شناسی و پوشش گیاهی حوزه آبخیز

سادات فیض نیا[1]، فرهاد مجدآبادی فراهانی[1]، محسن محسنی ساروی[1] و محمود عرب خدری[2]
[1] دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج؛ [2] مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران
تاریخ دریافت: ۸۰/۷/۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۰/۱۱/۲۰

چکیده

در این تحقیق سعی شده دامنه مناسبی از شرایط نمونه‌برداری رسوب معلق با توجه به روند فعلی نمونه‌برداری در ایران برای برآورد میانگین سالانه رسوب تعریف شود. روش کار شامل ترسیم معادلات سنجه یک تا n ساله (n سالهای آماری موجود)با استفاده از داده‌های رسوب معلق نمونه‌برداری شده آن سال وسالهای قبل،برآورد میانگین رسوب سالانه برای هر یک از این معادلات با استفاده از داده‌های دبی متوسط روزانه سالهای متناظر هر معادله(با فرض قطع نمونه‌برداری از آن سال به بعد) و در نهایت مقایسه میانگین‌های بدست آمده با میانگین سال آخر که معتبرترین میانگین قابل محاسبه است، می‌باشد. سرانجام سالی که از آن به بعد میانگین‌ها کمتر از ۱۰درصد نسبت به میانگین سال آخر تفاوت داشتند، به عنوان سال مناسب برای برآورد میانگین معرفی شد. سپس رابطه طول دوره آماری با مساحت، تغییرات رسوبدهی سالانه، خصوصیات اقلیمی، زمین‌شناسی و پوشش گیاهی حوزه آبخیز با برقراری رابطه رگرسیونی مستقیم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که طول دوره آماری بین ۹ تا ۲۵ سال برای حوزه‌های مختلف بدست می‌آید اما برای برخی حوزه‌های آبخیز کشور نمی‌توان طول دوره آماری مشخصی تعریف کرد. بررسی رابطه طول دوره آماری مناسب و عوامل مورد مطالعه نشان داده که رابطه معنی‌داری بین آنها وجود ندارد. اما با جدا کردن حوزه‌های یک منطقه، می‌توان روند مشخصی را بین تمامی حوزه‌ها مشاهده کرد که این روند نشان می‌دهد طول دوره با افزایش درصد تغییرات رسوبدهی سالانه ،مساحت، درصد سازندهای حساس، درصد سازندهای حساس و نسبتا حساس و حساسیت حوزه به فرسایش تمایل به افزایش و با افزایش بارندگی سالیانه و شاخص اقلیمی دومارتن تمایل به کاهش دارد.

واژه‌های کلیدی: رسوب معلق، رسوبدهی، طول دوره آماری، حوزه‌آبخیز، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

هر ساله بالغ بر ۲۰ تا۵۲ میلیارد تن رسوب توسط رودخانه‌های جهان حمل می‌شود (منابع مختلف) که بخش عمده‌ای از آن خاکهای حاصلخیز حوزه‌های آبخیز است . برای کنترل و کاهش خسارات حاصل از این رسوبات اطلاع از وضعیت رسوبدهی رودخانه لازم است. از عوامل مهم در ارزیابی وضعیت رسوبدهی رودخانه میانگین سالانه رسوب است که عبارت از میزان رسوبی است که بطور متوسط، سالانه از یک حوزه آبخیز خارج می‌شود. از این عامل در تعیین طول عمر مفید سدها استفاده می‌شود و برآوردهای ناصحیح از میانگین رسوب سالانه تاکنون صدمات اقتصادی و اجتماعی زیادی به نقاط مختلف جهان و کشور ما وارد کرده است. برآورد صحیح میانگین رسوب سالانه یک رودخانه از یک طرف وابسته به توانایی روشهای برآورد رسوب سالانه رودخانه است و از طرف دیگر نیاز به اطلاع وآگاهی از تغییرات رسوبدهی و رژیم رسوبدهی رودخانه دارد که تحقیق حاضر به بخش دوم این مسئله می‌پردازد.هدف اصلی این تحقیق تعریف دامنه مناسبی از شرایط نمونه‌برداری با توجه به روند فعلی نمونه‌برداری رسوب معلق در ایران و ارائه یک پایه داده معرف برای بررسی رژیم رسوبدهی رودخانه است .

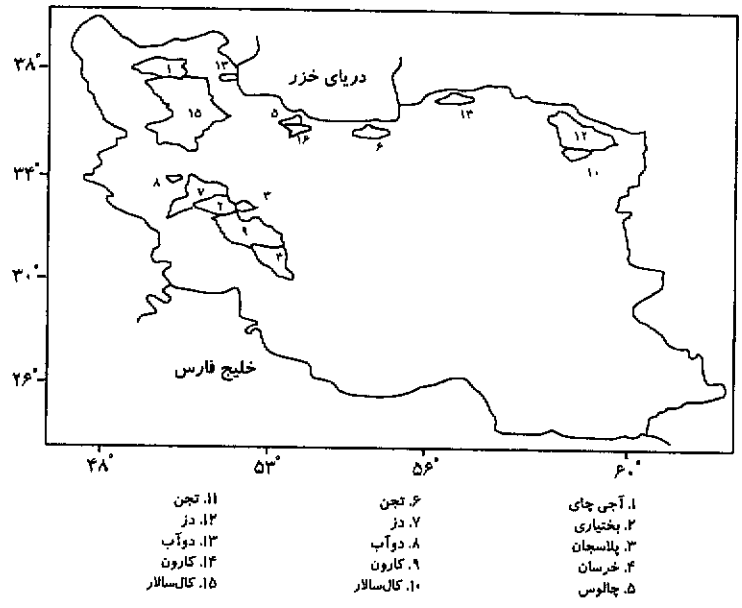
در مورد طول دوره آماری مناسب جهت برآورد میانگین سالانه رسوب تاکنون تحقیقاتی زیادی صورت نگرفته و اکثرا به اظهار نظرهای کارشناسی خلاصه می شود. والینگ و گرگوری (۱۹۷۳) پس از بررسی منابعی که طول دوره آماری مناسب را برای بارندگی و جریان بدست آورده اند با ارائه نتایج آنها عنوان می‌دارند که مشکل ارزیابی میانگین بار رسوب مهم‌تر و مشکل‌تر از حالت بارندگی و رواناب است چرا که بارندگی‌ها و سیل‌های با دوره بازگشت بزرگ عامل انتقال نسبت بار رسوب بیشتری می‌شوند. در تحقیقاتی که آنها اشاره کرده‌اند از مرز ۱۰ درصد برای بررسی ثبات استفاده شده است . مورگان (۱۹۸٦) معتقد است اطلاعاتی که طی ۲۰ سال در زمینه بار رسوبی رودخانه‌ها در دنیا جمع‌آوری شده علی‌رغم کمبودها از نظر شناخت الگوی فرسایش آبی در دنیا بخوبی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. دی (۱۹۸۸) برای برخی رودخانه‌های کانادا طول دوره آماری مناسب را حدود ١٤ سال معرفی می‌کند و اظهار می‌دارد از آن به بعد نمونه‌برداری از رسوب معلق با روشهای قبلی صرفه اقتصادی ندارد.

مواد و روشها

ابتدا برای انتخاب ایستگاه‌های مناسب تحقیق،معیارهایی چون آمار رسوب کافی(حداقل بیست سال نمونه‌برداری پیوسته غلظت رسوب معلق)،آمار جریان کافی(آماردبی متوسط روزانه پیوسته در سالهای متناظر با آمار رسوب معلق)،موقعیت مناسب نسبت به مرز جغرافیایی کشور(خارج نبودن حوزه یا بخشی از آن از کشور)،دقت آماری مناسب (انجام نمونه‌برداری غلظت در دبی‌های حداکثر رخ داده)،قرارنگرفتن ایستگاه بعد از سد(حذف اثر سد بر رژیم رسوبدهی رودخانه) وخصوصیات اقلیمی، زمین شناسی و پوشش گیاهی متفاوت برای انتخاب ایستگاه‌ها در نظر گرفته شده است (۱). در نهایت پس از گذراندن ۷۱۵ ایستگاه رسوب‌سنجی کشور (ایستگاه‌های تحت اندازه‌گیری تماب) از فیلتر معیارهای فوق ۱۵ ایستگاه آجی‌چای ـ ونیار، پلاسجان ـ اسکندری، خرسان ـ بارز، چالوس ـ پل زغال، تجن ـ سلیمان تنگه، دز ـ دزفول، دوآب ـ الشتر،کارون ـ پل‌شالو، کال‌سالار ـ جعفرمشهدی، کرج ـ سیرا، کشف رود ـ آق دربند، شفارود ـ پونل، گرگانرود ـ گنبد و قزل اوزن- گیلوان دارای

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت ایستگاههای و حوزه‌های آبخیز تحت مطالعه (نقشه فاقد مقیاس است).

دارای شرایط لازم بودند که موقعیت آنها در شکل ۱ آورده شده است. لازم به ذکر است ایستگاه دزفول بعد از سد دز قرار دارد و انتخاب آن نیز بصورت استثناء و بدلیل مقایسه وضعیت آن با دیگر ایستگاه‌ها صورت گرفته است.

در مرحله بعد، از بین روشهای برآورد رسوب معادله توانی یا خطی به عنوان روش برآورد رسوب سالانه انتخاب گردید . دلیل این انتخاب کمبود تعداد نمونه‌های رسوب معلق در سالهای اول برای رسم منحنی سنجه رسوب در روشهای FAO [1]تعدیل شده، USBR[2]، حد وسط دسته‌ها و منحنی‌های چند خطی و وابستگی دقت روش برازش منحنی چشمی به تبحر کارشناس و عدم دقت روشهای غیرتوانی(غیرخطی)بوده است (۵). سپس آمار رسوب و جریان این ایستگاه‌ها تهیه و مورد بازبینی قرار گرفت. از داده‌های نمونه‌برداری رسوب داده‌هایی که دارای یک یا دو غلظت سنجش در مقطع رودخانه بودند، حذف شدند چون چنین داده‌هایی نمی‌توانند معیار مناسبی از غلظت متوسط رودخانه باشند. پس از مرتب‌کردن داده‌های نمونه‌برداری شده غلظت بر اساس تاریخ اندازه‌گیری، معادلات سنجه رسوب یک تا n ساله (n تعداد سالهای آماری موجود) با کاربرد داده‌های نمونه‌برداری شده همان سال و سالهای ماقبل و با فرض اینکه از این سال به بعد نمونه‌برداری قطع شده باشد، رسم شدند که در نهایت برای هر ایستگاه به تعداد سالهای آماری موجود،معادله سنجه رسوب رسم شده وجود داشت .سپس با استفاده از این معادلات و دبی متوسط روزانه سالهای متناظر این معادلات رسوبدهی سالانه سالهای آماری هر ایستگاه محاسبه شد و در مرحله بعد از رسوبدهی سالانه سالهای هر معادله میانگین‌گیری و در نهایت میانگین یک تا n ساله هر ایستگاه محاسبه شد (میانگین یک ساله عبارت از رسوبدهی سالانه‌ای

۱ – FAO: سازمان غذا و کشاورزی جهانی

۲ – USBR : اداره احیای اراضی ایالات متحده آمریکا

www.SID.ir

Archive of SID

است که با استفاده از داده‌های نمونه‌برداری شده سال اول بدست آمده است وبا این فرض که شاید نشان دهنده میانگین رسوب سالانه حوزه باشد به عنوان میانگین نامیده شده است(۷). برای بررسی به ثبات رسیدن میانگین سالانه رسوب نیاز به اطلاع از میانگین واقعی حوزه است تا بتوان اظهارکرد که میانگین‌ها به میانگین واقعی حوزه نزدیک شده یا به آن رسیده‌اند. لیکن با توجه به اینکه میانگین سالانه واقعی حوزه در دست نیست، عامل دیگری باید مورد مقایسه قرار می‌گرفت. در این تحقیق میانگین سال آخر به عنوان معیار ارزیابی مورد استفاده قرار گرفت چون معتبرترین میانگین قابل محاسبه است. برای بررسی ثبات میانگین‌های یک تا n ساله از معادله زیر استفاده شد که به عنوان درصد انحراف از میانگین سال آخر نامیده شده است:

[۱]

$$dv = [(Qi - Qn) / Qn] \times 100$$

که در آن dv درصد انحراف از میانگین سال آخر، Qn میانگین رسوب سالانه سال آخر و Qi میانگین رسوب سالانه تا سال i ام است.این معادله نشان می‌دهد که میانگین‌های یک تا n ساله چند درصد با میانگین سال آخر تفاوت دارند. برای تعریف طول دوره آماری نیاز به تعریف درصدی از انحراف میانگین بود تا طول دوره آماری براساس آن تعیین شود. در این تحقیق طول دوره آماری مناسب سالی معرفی شد که از آن سال به بعد درصد انحراف از میانگین سال آخر به زیر ۱۰درصد برسد(۸و۱۱).

در بخش دوم برای بررسی رابطه طول دوره آماری با عوامل مورد مطالعه، ابتدا عوامل مورد مطالعه در ۱۲ حوزه آبخیز(حوزه‌هایی که طول دوره آماری با توجه به نتایج بخش اول برای آنها بدست آمد) محاسبه شد. عوامل مورد مطالعه عبارت از مساحت، درصد تغییرات رسوبدهی سالانه، بارندگی متوسط سالیانه حوزه، شاخص اقلیمی دومارتن، درصد سازندهای حساس به فرسایش در سطح حوزه ، درصد سازندهای حساس و نسبتاً حساس در سطح حوزه،ضریب حساسیت به فرسایش حوزه وشاخص پوشش گیاهی حوزه بودند .مساحت حوزه‌ها با توجه به نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۲۵۰۰۰۰: ۱ سازمان جغرافیایی بدست آمد .درصد تغییرات رسوبدهی سالانه بصورت معادله زیر تعریف شد:

[۲]

$$V = (Qmax - Qmin) / Qmean$$

که در آن V درصد تغییرات رسوبدهی سالانه، Qmax رسوبدهی سالانه حداکثر، Qmin رسوبدهی سالانه حداقل در طی سالهای مورد مطالعه و Qmean میانگین رسوبدهی سالانه ایستگاه در سال آخراست. بارندگی متوسط سالانه با استفاده از منحنی‌های همباران و شاخص اقلیمی دومارتن با استفاده از معادله دومارتن در حوزه‌های آبخیز تحت مطالعه بدست آمد:

$$I = P / T + 10 \qquad [۳]$$

که در آن I شاخص اقلیمی دومارتن (که عددی بین صفر تا بیش از ۳۵ است) ، P بارندگی متوسط سالیانه حوزه به میلی‌متر و T دمای متوسط سالیانه به درجه سانتی‌گراد است. برای بدست آوردن درصد سازندهای حساس و نسبتا حساس و ضریب حساسیت به فرسایش حوزه از بررسی مقاومت سنگها در اقالیم مختلف استفاده شد(٦). دراین روش، سازندها بر اساس نوع اقلیم و میزان مقاومت به فرسایش ضرایب مختلفی می‌گیرند که نشان دهنده حساسیت آنها به فرسایش است .جدول ۱ این تقسیم‌بندی را نشان می‌دهد. براساس این تقسیم‌بندی درصد سازندهای حساس(درصد مساحت سازندهای ماقبل کواترنر با ضریب مقاومت کمتر از ٤ و

www.SID.ir

Archive of SID

سازندهای کواترنر با ضریب مقاومت کمتر از ۳) و درصد سازندهای حساس و نسبتاً حساس (درصد مساحتی که سازندهای ماقبل کواترنر با ضریب مقاومت ٦ و کمتر از ٦ و سازندهای کواترنر با ضریب مقاومت ۳ و کمتر از ۳ به خود اختصاص می‌دهند) بدست آمد. ضریب حساسیت به فرسایش حوزه نیز از روش وزنی و با استفاده از معادله زیر بدست آمد :

$$E + \sum (Ai \times Si) \qquad [٤]$$

که در آن E ضریب حساسیت به فرسایش حوزه، Ai درصد مساحت هر سازند،Si ضریب مقاومت سازند i است .معادله فوق نشان می‌دهد که هر چه E کوچکتر باشد حوزه به فرسایش حساس‌تر است. برای بررسی وضعیت پوشش گیاهی حوزه آبخیز، درصد پوششهای مختلف (کاربردی‌های اراضی مختلف) درسطح حوزه براساس نقشه‌های مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان برنامه‌ریزی پژوهشهای کشاورزی که بین سالهای ۱۳۷۲ تا ۱۳۷٦ رسم شده بود، بدست آمد.برای هر پوشش با توجه به تأثیری که در فرسایش دارد نمره‌ای بین ۰ تا ۱۰ اختصاص داده شد که ۱۰ برای پوششها و کاربریهای که هیچ نوع فرسایشی نداشتند و کاملاً فرسایش را کنترل می کردند و صفر برای پوششها و کاربریهایی که تأثیر ناچیزی بر فرسایش داشته‌اند ،به کار برده شد. در نهایت شاخص پوشش گیاهی که در این تحقیق استفاده شد، از معادله زیر بدست آمده است:

$$C.P = \sum (Ai \times Ni) \qquad [٥]$$

که C.P شاخص پوشش گیاهی حوزه ، A درصد مساحت کاربری i و N نمره اختصاص داده شده این کاربری است.جدول ۲عوامل بررسی شده را در حوزه‌های آبخیز تحت مطالعه نشان می‌دهد. در نهایت پس از بدست آوردن این عوامل ، رابطه آنها با طول دوره آماری بدست آمده برای هر ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

برآورد میانگین‌های یک تا n ساله که در جدول ۳ آورده شده، نشان می‌دهد که در بعضی ایستگاه‌ها تفاوت زیادی بین میانگین‌هایی که در سالهای مختلف برآورد شده، وجود دارد.جدول ٤ درصد انحراف از میانگین سال آخر را برای سال‌های مختلف در ایستگاه‌های تحت مطالعه نشان می‌دهد و علامت * سالی را نشان می‌دهد که میانگین‌های سالانه از آن به بعد کمتر از ۱۰درصد با میانگین سال آخر تفاوت دارند. در ایستگاه ونیار اگرچه رسوبدهی ۸ میلیون تنی سال آبی ٤۸-۱۳٤۷ میانگین را تا حد ۳/٦ میلیون تن افزایش داده، لیکن رسوبدهی‌های بالای ۳ میلیون تنی سال آبی ٦۷-۱۳٦٦ و ٦٤-۱۳٦۳ تغییر محسوسی در میانگین نمی‌دهد و نشان می‌دهد که میانگین به ثبات رسیده‌است و بنابراین طول دوره آماری ۲۵ سال تعریف شده است. در ایستگاه تنگ پنج که طول دوره آماری مشخصی تعریف نشده است، بررسی وضعیت رسوبدهی نشان می‌دهد رسوبدهی سالانه تا سال آخر تغییرات زیادی ندارد و لذا میانگین در حدود ٤ میلیون تن ثابت است . در سال آبی ۷۲-۱۳۷۱ وقوع یک رسوبدهی استثنایی ۳۲ میلیون تنی باعث شده تا میانگین به ٦ میلیون تن افزایش یافته و با اضافه شدن داده‌های بالای منحنی سنجه رسوب در این سال در حقیقت داده‌های رسوب رودخانه کامل‌تر شده اند .طول دوره آماری در این ایستگاه قابل تعریف نبود، لیکن به نظر می‌رسد اگر رسوبدهی استثنایی در سالهای اول رخ می‌داد یا در این سالها نمونه‌برداری از دبی‌های بالا صورت می‌گرفت، طول دوره آماری قابل تعریف بود. در ایستگاه اسکندری طول دوره آماری ۱٦ سال بدست آمده است .در ایستگاه بارز در سال اول نمونه‌برداری (سال آبی ٤۸-۱۳٤۷) رسوبدهی بالایی رخ داده که داده‌های بالای منحنی سنجه رسوب را شامل

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- رده بندی سازندهای حوزه آبخیز براساس حساسیت به فرسایش (فیض نیا ۱۳۷٤).

سن	رده	تعریف رده	ضریب مقاومت
ماقبل کواترنر	A	حساس به فرسایش	٤ و کمتر از ٤
	B	نسبتا حساس به فرسایش	٥ تا ٦
	C	حساسیت متوسط به فرسایش	۷ تا ۹
	D	نسبتا حساس به فرسایش	۱۰ تا ۱۲
	E	مقاوم به فرسایش	۱۳ به بالا
کواترنر	I	نسبتا حساس به فرسایش	۳
	II	نسبتا مقاوم به فرسایش	٦

جدول ۲- عوامل مورد مطالعه در حوزه های آبخیز (که طول دوره آماری برای آنها تعریف شده است).

نام حوزه	مساحت حوزه آبخیز (کیلومتر مربع)	درصد تغییرات رسوبدهی سالانه(٪)	بارندگی متوسط سالیانه(میلی متر)	شاخص اقلیمی دومارتن	ضریب حساسیت حوزه به فرسایش (مجدآبادی ۱۳۸۰)	درصد سازندهای حساس به فرسایش(٪)	درصد سازندهای حساس و نسبتا حساس(٪)	شاخص پوشش گیاهی (مجدآبادی ۱۳۸۰)
آجی چای	۸۱۰۰	٤۳۹	٤۲۹	۲٥	۷/۲۱	۱/٤	٥۰/۸	٥/۳۳
پلاسجان	۱٦٦٤	۲۳٤	٥۱۷	۲۸	٥/۰۳	۱/۲	۷۰/٥	۲/۳۰
خرسان	۸۲٥٥	۳٥٤	٦۳۲	۳۱	٥/۷۸	۳/۳	٤۹/۲	٥/۲۳
چالوس	۱٥٥٥	٤۱۹	۷۸۱	٤٤	۷/۱۳	۳/٤	۳٤/۱	۷/٥۰
تجن	۹٦۰	۳٥۰	٦۳٤	۳۰	٦/٤٦	۰/۰۱	٦۳/۷	۷/۸٦
دوآب	۷۷٦	۱٥۳	۷٤٤	۳۸	٦/٦۹	۰/۰۱	۳٥/٦	٤/٥٤
کارون	۲۳٤۰۰	۳۷۲	٦۳٦	۳۰	٥/٦٤	۲/۸	٥۰/۲	٤/٤٦
کال سالار	۲۰۷۰	٥٦٥	۳٤٦	۱٥	٦/۷۱	۰/۰۱	۲۷/٤	۳/۳۹
کرج	۷۲٥	٥٤٤	۷۱۱	٤۳	۹/۳۳	۱/۱	۱۸/۰	٥/۳۸
کشف رود	۱٤۸۰۰	۱۰۰٤	۲۸٦	۱۳	٥/۲٦	۱	۷۳/۸	٤/٥٦
شفارود	۳٥۰	۲۱۰	۱۱۰٥	٥۸	۹/۸۷	۰/۰۱	٤/۰	۸/۲٦
گرگانرود	٥۳۱۰	۳۱۲	٥٥٥	۲۳	٤/۳۳	۱/٤	۸۱/۱	۷/۱۹

www.SID.ir

جدول ۳ – میانگین یک تا n ساله رسوب سالانه ایستگاههای مورد مطالعه بر حسب میلیون تن در سال (در مورد پلاسجان، شفارود و دو آب کیلو تن در سال).

میانگین n ساله	آجی چای	بختیاری	پلاسجان	نجن	چالوس	خرسان	شفارود	قزل اوزن	دز	دو آب	کارون	کال سالار	کشف رود	کرج	گرگانرود
۱	۰/۷۵	٤/۲۲	۳٦/٤۰	۰/۲٦	۰/۵۱	۳۱/۲۹	٤۷/۸۲	۵۹/۸۹	۲/۱٦	۵۲/۱٤	۱/۲۸	۰/۰٤	۲۸/۹۳	۲/۳۱	۰/۱۷
۲	۱/۳۹	۳/۵۹	۲۵/۹٤	۰/۱۷	۰/۲٦	۷/۱۷	٤۰/۲۰	۲٦/۳۸	۰/۳۵	۳۹/۷۷	۲/۱۰	۱/۵۰	۱۵/۹۷	۱/۱۳	۰/٤۵
۳	۲/۰۲	۳/٦۱	۲۰/٤٤	۰/۱۱	۰/۱۹	٤/۱۷	۳۱/٤۲	۲۲/۳۹	۰/۷۰	٤٦/۲۳	۵/۷۳	۰/۹۷	۱۷/٤۰	۰/۸٤	۳/۱۰
٤	۲/۰۲	۳/۵۵	۳۱/۳٤	۰/۲٦	۰/۳۲	٤/۵۱	۲۷/٤٦	۲٦/۰۳	۰/۵۵	٤۵/۹٦	۵/۰۱	۰/۷۱	۱۵/۷۱	۰/٦۷	۲/۳۱
۵	۳/٦۵	۳/۷٤	۳۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۲۱	۳/٦٤	۲۵/۳۵	۳۵/۸۳	۰/۵۵	٤٤/۰۳	٤/٦۳	۰/۵۸	۱٤/۳۸	۰/۵۸	۱/۹۳
٦	۲/۷۵	۳/۸۰	۳۱/٦٤	۰/۲۰	۰/۲۰	۲/۹۵	۲۷/۸۹	٦۲/۹٤	۰/۵۰	۳۹/۹۷	٤/۵۵	۰/٤۷	۹/۰۷	۰/٤۲	۳/۰٦
۷	۲/۳۵	۳/۳۹	۳۰/۳۹	۰/۱۷	۰/۲۱	۲/٦۹	۲۵/۱٤	۵٤/۷۵	۰/٤۷	۳۷/۵۲	٦/۵۷	۰/٤۵	۵/۷۸	۰/٤۳	۲/٦۲
۸	۲/۳۹	۳/۷۱	٤۲/٦۲	۰/۱۷	۰/۱۹	۳/۵۵	۲۸/۰۷	٤۸/۰۸	۰/٤۹	۳۵/۲۲	٦/۰٤	۰/۵۸	۵/٤۷	۰/٤٦	۲/۸٦
۹	۲/۳٤	۳/٦٤	٤۰/۸٤	۰/۱٦	۰/۱۹	۳/۲۱	۲۷/۲۵	۵۰/٦۵	۰/٦۱	۳۵/٤۷	۵/۸۳	۰/٤۹	٤/۵۰	۰/۴۱	۲/٦۹
۱۰	۲/۵٤	۳/٤۸	۳۷/۲٤	۰/۱۵	۰/۲۰	۳/۷٤	۲٦/۳۱	٤۵/۰۹	۰/٦۲	۳۵/۵۵	۵/۸۰	۰/٤۸	٤/۱۷	۰/۳۸	۲/۵۳
۱۱	۲/۵۲	۳/۷۹	۳٦/۲۹	۰/۱٤	۰/۲۲	۳/٤۹	۲٤/۷۲	٤٤/۰٤	۰/۵۹	۳۵/۵۸	۷/۱۸	۰/۵٤	۳/۹۳	۰/۳۷	۱/۹۹
۱۲	۲/۷۲	٤/۰۹	۳٤/۱۹	۰/۱٤	۰/۱۹	۳/٦۸	۲۳/۳۰	٤۲/۸٤	۰/۵۹	۳۵/۳۳	۷/۰۱	۰/۵۰	۳/۸۲	۰/۳٦	۱/۹۳
۱۳	۲/۷۰	٤/۳۳	۳۱/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۹	۳/٤۷	۲٤/۹۱	٤۳/٤٤	۰/۵۸	۳۲/۲۳	٦/۹۵	۰/٤۰	۸/۱۷	۰/۳٤	۲/۰۲
۱٤	۲/۵۲	٤/۰۳	۲۹/۷٤	۰/۱۲	۰/۱۸	۳/۲۵	۲٤/۱٦	۳۹/٦٦	۰/٦۰	۳۱/٦۳	٦/۷٦	۰/۳٤	۸/٤٦	۰/۳۲	۲/۱٦
۱۵	۲/۳۹	٤/۰۹	۳۲/۱٦	۰/۱۲	۰/۱۹	۳/۱۰	۲٦/٦۱	۳۵/۵۷	۰/٦۰	۳۱/۷٦	٦/۵۸	۰/۲۹	۸/۱۵	۰/۳۰	۲/۰۸
۱٦	۲/۲۵	۳/۸۸	۳٤/۰۰	۰/۱۲	۰/۱۹	۲/۹۵	۲٦/٦۵	۳۳/۱۹	۰/٦۰	۲۹/۹٦	٦/۲٤	۰/۳۱	۸/٦۱	۰/۲۸	۱/۹۹
۱۷	۲/۲٤	٤/۱۷	۳٤/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۸	۲/۷۳	۲۹/۰٦	۳۱/۷۰	۰/٦۱	۲۹/۷۲	۷/۰۸	۰/۳۳	۸/۱۷	۰/۲۷	۱/۹۲
۱۸	۲/۲۰	۵/۸۲	۳٤/٤۹	۰/۱۱	۰/۱۸	۲/۸۱	۳۱/۲۷	۳۲/۳٤	۰/٦۲	۲۹/۱۳	۷/۲۷	۰/۳٦	۷/۹۵	۰/۲۸	۱/۸۱
۱۹	۲/۲۳	۵/۸۹	۳۳/۷۹	۰/۱۱	۰/۲۱	۲/۷٤	۳۰/۰۹	۳۱/۹۹	۰/٦۵	۲۹/۸۳	۷/۵۳	۰/۳۸	۷/٦۲	۰/۲۹	۱/۷٦
۲۰	۲/۱۰	٦/۳۵	۳۳/۸٤	۰/۱۱	۰/۲۳	۲/۷۱	۲۷/٦۸	۳۲/۹۲	۰/٦٤	۲۹/۵۳	۷/۵۲	۰/۳۹	۸/۰٦	۰/۲۸	۱/۷۵
۲۱	۲/۰٦		۳۹/۱۲	۰/۱۱	۰/۲٤	۲/٦۱	۲۵/٤۳	۳۱/۵۸	۰/٦۴	۳۰/۷٦	۷/۳۵	۰/٤۰	۷/۷۳	۰/۲۷	۱/۷۹
۲۲	۲/۰۰		۳۷/۷۱	۰/۱۰	۰/۲۳	۲/٦۱	۲۵/۰۸	۳۱/۱۱	۰/٦۳	۳۱/٦۰	۷/۳۲		۷/٤۵	۰/۲۵	۱/۷٤
۲۳	۱/۹۵		۳۷/٤٤	۰/۱۰	۰/۲۳	۲/٦۰	۲٤/۸۸	۲۹/٤۸	۰/٦۱	۳۱/۳۱	۷/۳٦		۷/۱۲	۰/۲٦	۱/٦۹
۲٤	۱/۹٦			۰/۱۰	۰/۲۵	۲/۷۸	۲٤/۷۵	۲۵/٤۷	۰/٦۱	۳۱/۱۹	۷/۷٤		٦/۸۸	۰/۲٦	۱/٦٤
۲۵	۱/۹۱			۰/۱۰	۰/۲٤	۳/۰۱	۲٤/٦۹	۱۹/۵۵		۳۰/۵٤	۷/۵۳		٦/۷۳	۰/۲۵	۱/٦٤
۲٦	۱/۸۳				۰/۲٤	۲/۹۲	۲٦/۰۹	۱۸/۲۹			۸/۱۳		٦/۵٦	۰/۲۵	۱/۷۲
۲۷	۱/۷٦				۰/۲۵	۲/۸۷	۲۵/۰۸	۱۵/٤۹					٦/٤۲	۰/۲/۵	۱/٦۸
۲۸	۱/۷۱						۲٦/٦۱	۱٤/٤۹					٦/۳۵		۱/٦۳
۲۹	۱/۷۵							۱۱/٦۰							۱/۵۸
۳۰								۹/۹۷							
۳۱								۸/٤٤							
۳۲								۷/۰۷							
۳۳								٦/۲۲							

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شده است و لذا میانگینی که با استفاده از داده‌های این سالها بدست آمده بسیار بالا بوده (۳۲ میلیون تن) و با میانگین سالهای دیگر تفاوت زیادی دارد. در سالهای بعد با وقوع رسوبدهی کم و اضافه شدن داده‌های پائین منحنی سنجه رسوب میانگین کاهش یافته و از سال سوم به بعد روند ثابتی پیدا کرده و از سال آبی ۶۳-۱۳۶۲ به بعد انحراف آن نسبت به میانگین سال آخر کمتر از ۱۰درصد می‌شود و لذا طول دوره آماری مناسب در این ایستگاه طی۱۵ سال بدست می‌آید . در ایستگاه پل زغال میانگین رسوب سالانه پس از پنج سال ابتدائی بطور تقریبی ثابت می‌شود . در این ایستگاه رسوبدهی بالای سال آبی (۷۲-۱۳۷۱) تأثیری محسوس بر میانگین سالانه نگذاشته است و از سال آبی ۶۷-۱۳۶۶ درصد انحراف از میانگین سال آخر به زیر ۱۰ درصد می‌رسد و با توجه به ثبات میانگین در این سالها طول دوره آماری مناسب در این ایستگاه طی۲۰ سال بدست می‌آید.در ایستگاه سلیمان تنگه مانند ایستگاه‌های قبل، وقوع رسوبدهی سالانه بالا و رسوبدهی‌های سالانه پائین در سالهای اول باعث شده تا معادله سنجه رسوب شامل داده‌های کامل باشد و بنابراین رسوبدهی سالانه سال‌های آخر تأثیر محسوسی بر میانگین نگذارد. درصد انحراف از میانگین در این ایستگاه بتدریج کاهش می‌یابد و از سال آبی ۶۸-۱۳۶۷به زیر ۱۰ درصد می‌رسد و لذا برای این ایستگاه ۲۱ سال به عنوان طول دوره آماری معرفی می‌شود. در ایستگاه دزفول که تنها ایستگاه انتخاب شده پس از سد بوده است، تغییرات رسوبدهی سالانه بسیار کم و بین ۰/۳ تا ۰/۹ میلیون تن در سال بوده است. مقایسه این ایستگاه با ایستگاه تنگ پنج که از زیر حوزه‌های دز است نشان می‌دهد که رژیم رسوبدهی آن کاملا متفاوت با زیر حوزه اصلی است. بطور مثال رسوبدهی استثنایی زیر حوزه تنگ پنج در سال آبی ۷۲-۱۳۷۱ در این حوزه مشاهده نمی‌شود. با توجه به این مسئله تنها در سال اول نمونه‌برداری (سال آبی ۵۱-۱۳۵۰) که رسوبدهی بالایی رخ داده و نمونه‌های برداشت شده از منطقه بالای منحنی سنجه بوده اند میانگین متفاوت با سالهای دیگر بدست آمده است (که شاید ناشی از فرسایش کناری پس از محل سد باشد). در سالهای بعد رژیم رسوبدهی رودخانه متعادل و میانگین‌ها با میانگین سال آخر کمتر از ۲۰ درصد تفاوت دارند. لیکن با توجه به تعریف صورت گرفته در این تحقیق ۹ سال طول دوره آماری برای این ایستگاه معرفی می شود(البته نتایج این ایستگاه با توجه به شرایط متفاوت با دیگر ایستگاه‌ها و قرار داشتن بعد از سد در بخش دوم استفاده نشده است). در ایستگاه الشتر بالاترین میزان رسوبدهی سالانه در دوره تحت مطالعه در سال آبی ۷۲-۱۳۷۱ رخ داده که نشان می‌دهد تحت تأثیر بارانهای شدید این سال در این منطقه بوده است (همه ایستگاه‌های این منطقه در این سال رسوبدهی بالایی داشته‌اند). میانگین سالانه که در سالهای ابتدایی تغییرات زیادی با رسوبدهی بالا و پائین می‌کند از سالهای آبی ۶۳-۱۳۶۲ بطور تقریبی ثابت می‌شود و از رسوبدهی سالانه سالهای آبی کمتر تأثیر می‌پذیرد.

از این سال به بعد درصد انحراف از میانگین سال آخر به کمتر از ۱۰درصد می رسد و لذا طول دوره آماری مناسب ۱۳سال بدست می آید .در ایستگاه پل شالو میانگین رسوب سالانه در سالهای ابتدایی کم و سپس در سالهای بعد تحت تأثیر رسوبدهی بالای بعضی سالها زیاد بر آورده شده است .درسالهای پایانی تأثیر رسوبدهی سالانه (وبالاخص رسوبدهی بالای سال آبی ۷۲-۱۳۷۱) بر میانگین نامحسوس بوده و میانگین را نسبت به میانگین سال آخر کمتر از ۱۰درصد منحرف کرده است. در این ایستگاه از سال آبی ۶۷- ۱۳۶۶ درصد انحراف به کمتر از ۱۰درصد رسید و لذا

www.SID.ir

جدول ٤ – درصد انحراف میانگین‌های یک ساله تا n ساله رسوب سالانه نسبت به میانگین سال آخر در ایستگاههای مورد مطالعه (* سالی است که میانگین به ثبات رسیده است).

انحراف از میانگین n	آجی چای	بختیاری	پلاسجان	تجن	چالوس	خرسان	شفارود	قزل اوزن	دز	دو آب	کارون	کال سالار	کرج	کشف رود	گرگانرود
١	٥٩/٩٣	٣٣/٥٧	٢/٧٨	١٦٦/٦٧	١٠٥/٢٨	٩٨٩/٨٦	٧٩/٦٩	٨٦٢/٨٦	٢٥٢/٢	٧٠/٧٣	٨٤/٣١	٩٠/١٥	٨١٩/٢٤	٣٥٥/٥٨	٨٩/٠٢
٢	٢٠/٥٣	٤٣/٤٤	٣٠/٧٢	٧٨/١٣	٦/٩١	١٤٩/٦٣	٥١/٠٥	٣٢٤/٠٥	٤٢/٥٨	٣٠/٢١	٧٤/١٥	٢٧٩/٨	٣٥٠/٥	١٥١/٤٧	٧١/٤
٣	١٥/١٤	٤٣/٠٧	٤٥/٤١	١٥/٦٣	٢٤/٨	٥٧/٢٦	١٨/٠٥	٢٥٩/٨٩	١٣/٨٧	٥١/٣٦	٢٩/٥٣	١٤٤/٩٥	٢٣٣/٨٤	١٧٤	٩٥/٥٢
٤	١٥/٤٤	٤٣/٩٩	١٦/٢٩	١٧٣/٩٦	٣٠/٠٨	٥٧/٠٥	٣/١٧	٣١٨/٤٢	١٠/٤٤	٥٠/٤٦	٣٨/٤٢	٧٨/٥٤	١٦٦/٠٨	١٤٧/٣٨	٤٦/٠٩
٥	١٠٨/٢٥	٤١/٠٩	١٩/٦٣	١٣٧/٥	١٥/٨٥	٢٦/٧٥	٤/٧٤	٤٧٦/٠٣	١١/٠٩	٤٤/١٧	٣٨/٤٢	٤٦/٩٧	١٢٩/٨٢	١٢٦/٥٤	٢١/٧٨
٦	٥٧/٠١	٤٠/١٦	١٥/٤٩	١٠٩/٣٨	١٧/٨٩	٢/٦١	٤/٨	٩١١/٩٥	١٨/٩٢	٣٠/٨٨	٤٣	١٩/٤٤	٦٦/٥٢	٤٢/٨١	٩٣/١٢
٧	٣٣/٨٤	٤٦/٥٦	١٨/٨٣	٨٠/٢١	١٦/٢٦	٦/٤١	٥/٥٢	٧٨٠/٢٣	٢٣/١٦	٢٢/٨٥	٤٤/٠٤	١٣/٦٤	٦٩/٧٨	٩/٠١	٦٥/٤٧
٨	٣٦/٣٦	٤١/٥١	١٣/٨٤	٨١/٢٥	٢٣/٥٨	٢٣/٦٩	٥/٤٩	٦٧٣/٠١	١٩/٩	١٥/٣٣	١٩/٢٢	٤٧/٢٢	٨٢/٨٢	١٣/٨	٨٠/٧٤
٩	٣٣/٧٦	٤٢/٦٣	٩/٠٨	٦٩/٧٩	٢١/١٤	١١/٩١	٢/٤	٧١٤/٣٤	٠/١٦ *	١٦/١٣	٢٥/٧٤	٢٢/٤٧	٦٣/٩٤	٢١/٢٦	٧٠/٠١
١٠	٤٥/٢١	٤٥/٢٢	٠/٥٣	٥٨/٣٣	١٩/١١	٣٠/٣٧	١/١٤	٦٢٤/٩	٠/٦٥	١٦/٤	٢٨/٢٤	٢٤/٢٤	٥١/٦٧	٢٩/١١	٥٩/٥٣
١١	٤٣/٦٥	٤٠/٣٥	٣/٠٧	٥٠/٠٠	١٢/٦	٢١/٤٩	٧/١٣	٦٠٧/٩٦	٣/٤٣	١٦/٤٨	٢٨/٦١	٢١/٢١	٥١/٦٥	٣٤/٣٨	٢٥/٨٨
١٢	٥٥/٠٩	٣٥/٥٩	٨/٦٨	٤١/٦٧	٢١/٥٤	٢٨/١٨	١٢/٤٤	٥٨٨/٧٩	٣/٤٣	١٢/٣٩	١١/٦٦	٣٦/٦٢	٤٧/٥٩	٣٨/٠٧	٢١/٩١
١٣	٥٤/١٩	٣١/٧٦	١٦/٩١	٣٣/٣٣	٢٣/٥٨	٢٠/٩٧	٦/٤١	٥٩٨/٤٢	٥/٢٢	٥/٧٥*	١٣/٧٢	٢٦/٢٦	٤٤/٨٥	٣٩/٨٩	٢٧/٦٥
١٤	٤٣/٨٦	٣٦/٥٥	٢٠/٥٧	٢٧/٠٨	٢٦/٠٢	١٣/٣٤	٩/٢٣	٥٣٧/٥٧	٢/٢٨	٣/٥٥	١٤/٥١	١/٠١	٣٤/٠٨	٢٨/٦٣	٢٠/٧٧
١٥	٣٦/٥٩	٣٥/٥٦	١٤/١	٢٧/٠٨	٢٢/٣٦	٨/٠١ *	٠/٠٢	٤٧١/٨٥	٢/١٢	٤	١٦/٧٧	١٤/٦٥	٢٦/٢٤	٣٣/٣١	٣٦/٠٥
١٦	٢٨/٥٤	٣٨/٨٥	٩/١٩*	٢٣/٩٦	٢٣/١٧	٢/٨٦	٠/١٣	٤٣٣/٦٧	١/٦٣	١/٩	١٨/٩٩	٢٥/٧٦	٢٠/٥٦	٢٨/٢٩	٣١/٣١
١٧	٢٧/٨٣	٣٤/٣٣	٨/٩٢	٢١/٨٨	٢٥/٦١	٤/٩١	٩/١٩	٤٠٩/٦٣	٠/٨٢	٢/٦٨	٢٣/٢٣	٢٢/٩٨	١٠/٦٦	٣٥/٦٧	٢٥/٣٢
١٨	٢٥/٥٦	٨/٢٤	٧/٨٨	١٨/٧٥	٢٦/٠٢	٢/٠٢	١٧/٥	٤١٩/٨٧	١/٧٩	٤/٦٢	١٢/٨٣	١٥/٦٦	٦/٥٢	٢٨/٧	٢٠/٩٦
١٩	٢٧/١٣	٧/٢٥	٩/٧٥	١٤/٥٨	١٦/٦٧	٤/٦	١٣/٠٧	٤١٤/٢٦	٥/٧١	٢/٣٥	١٠/٥٩	٨/٠٨*	١٢/٦	٢٥/٢٦	١٤/٠٨
٢٠	١٩/٦	٠	٩/٦٢	١٢/٥	٨/١٣ *	٥/٥٤	٣/٩٩ *	٤٢٩/٢٣	٤/٤	٣/٣١	٧/٣١ *	٤/٢٩	١٥/٩٤	١٩/٩٦	١٠/٩٨
٢١	١٧/٦٩		٤/٤٩	٩/٣٧ *	٤/٤٧	٩/٠٦	٤/٤٥	٤٠٧/٧٧	٤/٥٧	٠/٧٢	٧/٥١	٠/٧٦	١١/٦٩	٢٦/٩٥	١٠/٦٧
٢٢	١٤/٠٣		٠/٧٢	٦/٢٥	٦/١	٩/١٣	٥/٧٧	٤٠٠/١١	٣/١	٣/٤٧	٩/٦	٠	٦/٤٤*	٢١/٧٧	١٢/٧٥
٢٣	١١/٢٩		٠	٣/١٣	٨/١٣	٩/٤	٦/٥٢	٣٧٣/٨٩	٠/٤٩	٢/٥٢	٩/٩٨		١/٢٣	١٧/٣٩	٩/ ٧٩*
٢٤	١٢/٠٢			٥/٢١	١/٦٣	٣/١	٦/٩٩	٣٠٩/٥٥	٠	٢/١١	٩/٤١		٤/٣٣	١٢/٢١	٦/٦٣
٢٥	٨/٧٥ *			٢/٠٨	١/٦٣	٤/٨٨	٧/٢٣	٢١٤/٢٨			٤/٨		١/٦٣	٨/٢٨ *	٣/٢٢
٢٦	٤/٢٣			٠	٢/٤٤	١/٦	١/٩٥	١٩٤/٠٢			٧/٣٥		١/٠٧	٥/٩٩	٩/٧٢
٢٧	٠/٢٢				٠	٠	٥/٧٦	١٤٩			٠		٠/٩١	٣/٣٤	٨/٧٨
٢٨	٢/٢						٠	١٣٢/٩٦					٠	١/٠٦	٥/٩٣
٢٩	٠							٨٦/٥٤						٠	٣/١٦
٣٠								٦٠/٢٤							٠
٣١								٣٥/٦٩							
٣٢								١٣/٦							
٣٣								٠							

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

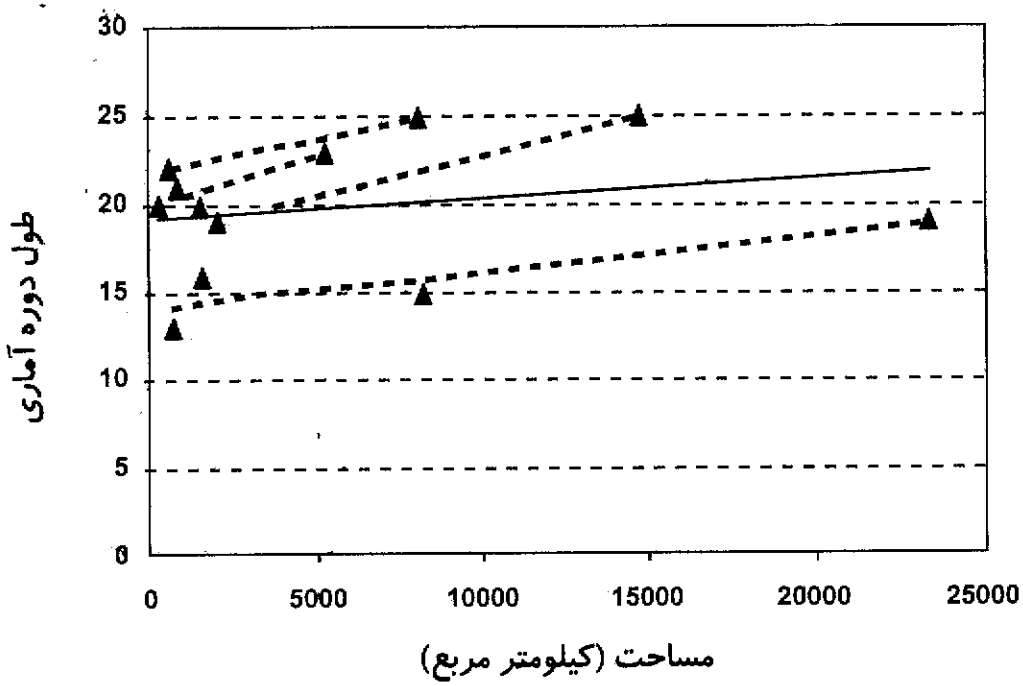
طول دوره آماری ۱۹ سال تعریف شده است. درایستگاه جعفرمشهدی که در مناطق خشک قرار دارد، رسوبدهی وابستگی زیادی به بارندگی دارد (با توجه به برآوردهای رسوبدهی سالانه) و لذا باید.دربرآورد میانگین رسوب سالانه آن دقت شود. میانگین سالانه دراین ایستگاه در سالهای ابتدایی تحت‌تأثیر رسوبدهی بالای سال آبی ۵۵- ۱۳۵٤ زیاد بوده و سپس با اضافه شدن داده‌های رسوب سالهای بعد کاهش می‌یابد و حدود ۰/۵ میلیون تن می‌شود و رسوبدهی سالانه سال آبی ٦۱- ۱۳٦۰ هم تأثیر بسیار کمی (کمتر از ۰/۱ میلیون تن) بر میانگین می‌گذارد. پس از این سال چندین سال متوالی رسوبدهی کم رخ می‌دهد که با اضافه شدن داده‌های رسوب این سالها منحنی سنجه رسوب میانگین را کمتر بر آورد می‌کند و رسوبدهی بالای سال آبی ۷۲- ۱۳۷۱ تأثیر چندانی(بیش از ۱۰درصد) بر میانگین نمی‌گذارد، بنابراین از این سال (۷۲-۱۳۷۱) درصد انحراف به کمتر از ۱۰درصد رسیده است و لذا دراین ایستگاه طول دوره آماری ۱۹ سال بدست آمده است. ایستگاه تحت مطالعه سیرا میزان رسوبدهی آن در سال اول حدود ۱/۵ میلیون تن بر آورد شده است. رسوبدهی بالای این ایستگاه (با توجه به مساحت ایستگاه یعنی رسوبدهی ویژه) شاید ناشی از بارندگی زیاد این حوزه و پوشش فقیر سطح آن و یا ناشی از شیب‌های تند این حوزه باشد. میانگین رسوب سالانه (متأثر از داده‌های برداشت شده در سال اول تحت مطالعه) در سالهای ابتدایی زیاد و بتدریج اثر آن با اضافه شدن داده‌های سالهای بعد کاهش می‌یابد و از سال ٦٤- ۱۳٦۳ بطور تقریبی ثابت می‌شود . البته درصد انحراف از میانگین سال آخر از سال آبی ٦۹ - ۱۳٦۸ به زیر ۱۰درصد می‌رسد و طول دوره آماری این ایستگاه ۲۲ سال بدست می‌آید. در ایستگاه آق دربند مانند اکثر حوزه‌های مناطق خشک در اکثر سالها رسوبدهی سالانه بسیار کم بوده و در برخی سالها بطور استثنایی رسوبدهی افزایش می‌یابد (وابستگی بالای رسوبدهی به بارندگی). میانگین رسوب سالانه نیز در این ایستگاه تغییرات زیادی دارد و در سال اول مطالعه تحت تأثیر داده‌های نمونه‌برداری شده در این سال حدود ۳۰ میلیون تن بر آورد شده و پس از آن کاهش یافته است تا اینکه درسال آبی ٦۰ - ۱۳۵۹ با وقوع یک رسوب استثنایی و وارد شدن داده‌های این سال به معادله سنجه رسوب افزایش یافته و دوباره روند ثابت خود را ادامه می‌دهد اگرچه کاهش نامحسوس در آن به علت کاهش تأثیر این رسوبدهی دیده می‌شود. درصد انحراف از میانگین در پنج سال اول تفاوت بیش از ۵۰ درصد را با میانگین سال آخر را نشان می‌دهد که متأثر از رسوبدهی بالای دو سال اول است و از سال آبی ۷۱ - ۱۳۷۰ به زیر۱۰درصد می‌رسد و لذا طول دوره آماری مناسب برای این ایستگاه ۲۵ سال بدست می‌آید. درایستگاه پونل که جنگلی‌ترین حوزه تحت مطالعه است، تغییرات در اکثر سالها بطور متناوب کم و زیاد است. میانگین سالانه که تحت تأثیر رسوبدهی بالای سال دوم و داده‌های نمونه‌برداری شده دراین سال زیاد است در سالهای بعد بطور تقریبی ثابت می‌شود و تنها در سالهای بین ۱۳٦۲ تا ۱۳٦۷ تحت تأثیر ٤ سال رسوبدهی بالا افزایش محسوسی می‌یابد (از ۲۵ هزارتن به ۳۰ هزار تن می‌رسد) و سپس دوباره ثابت می‌شود درصد انحراف از سال آخر که بجز ۲ سال ابتدایی در بقیه سالها کمتر از ۲۰ درصد است، نشان می‌دهد که میانگین در این ایستگاه تغییرات چندانی نداشته است. درصد انحراف از میانگین از سال آبی ٦۷- ۱۳٦٦ به زیر ۱۰درصد می‌رسد و طول دوره آماری ۲۰سال بدست می‌آید. در ایستگاه گنبد در سالهای ابتدایی که میانگین متأثر از

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ – طول دوره آماری مناسب(برای برآورد میانگین سالانه رسوب)تعریف شده در ایستگاه‌های تحت مطالعه.

رودخانه	آجی چای	پلاسجان	تجن	چالوس	خرسان	شفارود	درآب	کارون	کال سالار	کرج	کشف رود	گرگانرود
ایستگاه	ونیار	اسکندری	سلیمان تنگه	پل ذغال	بارز	پونل	الشتر	پل شالو	جعفر مشهدی	سیرا	آق دربند	گنبد
طول دوره آماری	۲۵	۱۶	۲۱	۲۰	۱۵	۲۰	۱۳	۲۰	۱۹	۲۲	۲۵	۲۳



شکل ۲- رابطه مساحت حوزه آبخیز با طول دوره آماری در کل حوزه ها(خط پیوسته) و حوزه‌های تفکیک شده بر اساس منطقه اقلیمی(خطوط نقطه چین).

www.SID.ir

Archive of SID

داده‌های نمونه‌برداری شده در سالهای ابتدایی، بالاست درصد انحراف از میانگین سال آخر بالا بوده و سپس در سالهای بعد با اضافه شدن داده‌های پائین منحنی سنجه رسوب میانگین کاهش یافته از سال آبی ٦٦- ١٣٦٣ بطور تقریبی ثابت می‌شود. درصد انحر اف از میانگین از سال آبی ٦٨- ١٣٦٧ به زیر ١٠ درصد می‌رسد ولذا طول دوره آماری مناسب در این ایستگاه ٢٣ سال بدست می‌آید. درایستگاه گیلوان بیشترین میزان رسوبدهی مربوط به سالهای اول مورد مطالعه است و میانگین از سال آبی ٤٨- ١٣٤٧ به بعد بتدریج کاهش می‌یابد و این کاهش در سالهای ١٣٦٥ به بعد بیشتر است. در حالیکه به نظر می‌رسد میانگین رسوب سالانه در این رودخانه بین سالهای ١٣٥٨تا ١٣٦٤ ثابت بوده است و دوباره روند نزولی پیدا کرده است. روند کاهش قبل از این دوره ثبات را می‌توان ناشی از کاهش اثر داده‌های رسوب بالای سالهای اول در منحنی سنجه رسوب و اضافه شدن داده‌های پائین منحنی سنجه رسوب دانست، لیکن کاهش میانگین سالانه رسوب در سالهای بعد که میانگین را از ٣٠ میلیون تن در سال به حدود ٦ میلیون تن می‌رساند توجیه پذیر نیست (البته با توجه به این که در این زمینه تحقیقی صورت نگرفته است به نظر محقق علت آن را می‌توان کاهش غلظت رسوب ناشی از اعمال کنترل فرمایش در این حوزه دانست). نتایج حاصل از بررسی طول دوره آماری مناسب برای ایستگاه‌ها نشان می‌دهد که در ١٣ ایستگاه طول دوره آماری مشخصی قابل تعریف است که طول دوره آماری در جدول ٥ آورده شده است.

در بررسی رابطه عوامل مورد مطالعه با طول دوره آماری (که در ١٢ ایستگاه صورت گرفته) رابطه معنی‌داری بدست نیامده و اکثر روابط دارای ضریب همبستگی پائینی بودند اما با جداکردن حوزه‌های واقع شده در یک منطقه (شمال کشور، حوزه خلیج فارس، حوزه قره قوم و ...) روند متمایل افزایشی یا کاهشی توجیه‌پذیر و منطقی در همه حوزه‌ها مشاهده شد(شکل ٢ این رابطه را با مساحت نشان می‌دهد). این روند شامل افزایش طول دوره آماری با افزایش مساحت، درصد تغییرات رسوبدهی سالانه، درصد سازندهای حساس و درصد سازندهای حساس و نسبتاً حساس به فرسایش و کاهش طول دوره آماری با افزایش بارندگی متوسط سالیانه، شاخص اقلیمی دومارتن و ضریب مقاومت به فرسایش حوزه آبخیز می‌شود. ضریب همبستگی تمامی این روابط پائین می‌باشد و بالاترین ضریب همبستگی را با درصد تغییرات رسوبدهی سالانه دارد.

پیشنهادات

با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد برای رسیدن به میانگین واقعی رسوب سالانه یک رودخانه نیاز به وجود دامنه کاملی از رخدادهای رسوب معلق ونمونه‌گیری جامعی از این رخدادهاست. در حوزه‌های تحت مطالعه و بطور کلی در کشور ما مشکل در بخش دوم است. بنابراین لازم است که به این موارد توجه بیشتری شود. با توجه به مشکلاتی که در سیر این تحقیق پیش آمد پیشنهادات زیر جهت بهتر انجام شدن تحقیقات بعدی ارائه می‌شود:

١. طول دوره آماری با استفاده از روشهای مناسب‌تر برآورد رسوب مورد برررسی قرار گیرد چون با استفاده از نتیجه این تحقیق می‌توان مبنای کار را در تحقیقات بعدی از ١٠ سال گذاشت و لذا مشکل کمبود داده در رسم معادله سنجه برای سالهای اول وجود ندارد.

٢. روش نمونه‌برداری رسوب معلق اصلاح شود و به سمتی پیش برود که تعداد نمونه بیشتری از جریانهای بالا(دبی‌های پیک که بار رسوب زیادی را حمل می‌کنند) برداشت شود. برای این امر می‌توان از نمونه‌بردارهای سری ارتفاعی (تعدادی

www.SID.ir

Archive of SID

بطری در ارتفاعات مختلف روی یک ستون عمودی نصب می‌شود تا از دبی‌های مختلف سیلابی نمونه‌گیری شود) که با هزینه کم و بدون گرفتن وقت نمونه‌بردار قابل اجراست، استفاده کرد.

۳. نمونه‌برداری از رسوب معلق به سمتی پیش برود که از تمامی دبی‌های جریان و شرایط مختلف نمونه‌برداری صورت گیرد. برای این کار می‌توان به دنبال تحقیقاتی رفت که پراکنش نمونه‌گیری‌ها را مشخص کنند.

منابع

۱. احمدی، ح. و س. فیض نیا. ۱۳۷۸. سازندهای دوران کواترنر، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲٤۲٤، ۵۵۷صفحه.

۲. سازمان برنامه ریزی پژوهشهای کشاورزی. ۱۳۷۲ تا ۱۳۷٦. نقشه‌های کاربری اراضی مناطق مختلف ایران، مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰.

۳. سازمان زمین شناسی و شرکت ملی نفت ایران. نقشه‌های زمین شناسی مناطق مختلف ایران، مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰.

٤. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح ، نقشه های توپوگرافی‌مناطق مختلف ایران ،مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰.

۵. عرب خدری، م . و همکاران. ۱۳۷۸. ضرورت تجدید نظر در روشهای متداول بر آورد بار معلق رودخانه ها، پنجمین سمینار مهندس رودخانه. اهواز. صفحات ٤۲۹ تا ٤۳۷.

٦. فیض نیا، س. ۱۳۷٤. مقاومت سنگها در مقابل فرسایش در اقالیم مختلف ایران. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ٤۷، صفحات ۵٤تا ٦۷.

۷. مجدآبادی فراهانی، ف. ۱۳۸۰. بررسی طول دوره آماری مناسب جهت برآورد میانگین سالانه رسوب و رابطه آن با اقلیم، زمین‌شناسی و پوشش گیاهی حوزه آبخیز، پایان نامه کارشناشی‌ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۳۰ صفحه.

8.Day, T.J. 1988. Evaluation of long term suspended sediment records for selected Canadian rivers. Symposium on Sediment Budgets, Porto Algere, Brazil: IAHS, p. 189-195.

9. Morgan, R.P.C. 1986. Soil erosion and conservation, Longman.

10.Oldman, L.R., and L. Darwis. 1979. Contribution controls. Research Inistitue for Agriculture, 52: 1-35.

11.Walling, D.E., and K.J. Gregory. 1973. Basin form and process: A geomorphological approach, Edward Arnold, London.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 9(3), Fall 2002
www.magiran.com/jasnr

Evaluation of the proper length of record for estimation of mean annual sediment yield and its relation with area, variation of annual sediment yield, climate, geology and vegetation cover

S. Feiznia[1], F. Majdabadi Farahani[1], M. Mohseni Saravi[1] and M. Arab-Khedri[2]

[1] Faculty of Natural Resources, Karaj, Iran; [2] Research Center for Soil Conservation and Watershed Management, Tehran, Iran.

Abstract

The aim of this research is evaluation of proper length of record for estimation of mean annual sediment yield, its relation with climate, geology as well as vegetation cover and finding the optimum statistical period for suspended sediment sampling. In this research, it is tried to define actual (or best) mean annual sediment yield. For this study, 15 watersheds with sediment gauging station were selected around the country (Iran). Suspended sediment yields were calculated from 1 to n years (n is the most recent available data) for each station by suitable equations and water- discharge data. For determination of the proper lengths of record for each station and the length of time after which mean annual sediment yield stabilizes in each station, mean annual sediment yields were compared with the most recent annual mean (n year) as the most valid mean. Then, the variations from mean (standard deviation of the best mean) were calculated and each year that its variation was less than 10% was chosen as the optimum statistical period of data for that station. After that, the relationship between optimum statistical period and climate, geology and vegetation cover of the watershed was studied. The results have shown that the optimum statistical period for 13 stations is between 9 to 25 years. With increase of the area, percentage of annual sediment yield variation, percentage of sensitive and semi-sensitive geological formations and decrease of annual rainfall and De martin climatologic indes, optimum statistical period also increases.

Keywords: Suspended sediment; Sediment yield; Statistical length of record; Watershed; Iran.

سال نهم - شماره ۳ - پاییز ۱۳۸۱

www.SID.ir