برآورد تغییرات بستر حد فاصل سد کارون ۳ و سد شهید عباسپور با استفاده از مدل GSTARS 3

نعمت اله سلطانی*[۱] ، هوشنگ حسونی زاده[۲]

۱. دانشجوکارشناسی ارشد عمران آب دانشگاه آزاد واحد شوشتر nematallahsoltani2008@gmail.com

۲. استادیار دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه آزاد واحد شوشتر

تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۱۲/۰۹

چکیده

رسوبگذاری در مخازن سدها به عنوان عامل اصلی کوتاه کردن عمر مفید سد حائز اهمیت زیادی است، که به کمک توان مهندسی و مدل های ریاضی میزان رسوبات تخمین و شبیه سازی می گردد. مدل GSTARS 3 یک مدل شبه دو بعدی است که می تواند برای حل مسائل پیچیده مهندسی رودخانه در جائی که محدودیت اطلاعات و منابع وجود دارد، مورد استفاده قرار گیرد. به منظور برآورد تغییرات بستر حد فاصل سد کارون ۳ و سد شهید عباسپور با استفاده از مدل GSTARS 3 از معادلات حمل رسوب مختلفی استفاده شده است که نتایج بدست آمده به همراه پروفیل های طولی شبیه سازی رسوب با یکدیگر مقایسه شده اند، و در نهایت از معادله یانگ ۱۹۷۳ جهت تخمین میزان رسوب بیشترین همبستگی را نشان داده است. در این تحقیق بازه زمانی بررسی شده بین سال های ۱۳۵۶ (شروع بهره برداری سد) الی ۱۳۷۸ به مدت ۲۲ سال بوده است که میزان متوسط رسوب گذاری سالیانه در این مدت ۶۳۶۳۱۸۱۸ تن رسوب محاسبه گردید.

کلید واژه ها: مخازن سدها ، رسوب گذاری ، مدل های ریاضی ، GSTARS 3، سد شهید عباسپور، سد کارون۳، یانگ ۱۹۷۳

مقدمه

فرسایش فرآیندی است که طی آن ذرات خاک از بستر خود جدا شده و به کمک یک عامل انتقال دهنده به مکانی دیگر حمل می شوند. حرکت ذرات از روی دامنه ها ابتدا در اثر برخورد قطرات باران با خاکدانه بوده که آنها را متلاشی و آماده حرکت می کند. شرایط شروع آستانه حرکت ذرات و میزان انتقال آنها، به خصوصیات مواد رسوبی چون اندازه، شکل و چگالی ذره و همچنین به خصوصیات جریان نظیر سرعت و عمق و نیز به خصوصیات شکل کانال یا رودخانه نظیر شعاع هیدرولیکی، شیب و غیره بستگی دارد. آب یکی از مهم ترین عوامل فرسایش پوسته زمین بوده و در مسیر حرکت خود موادی را به صورت محلول، معلق و بار بستر حمل می کند . این مواد در مسیر انتقال با کاهش نیروی هیدرودینامیکی ته نشین می شوند. هریک از فرآیندهای سه گانه فرسایش، انتقال و رسوب گذاری می توانند مشکلاتی را بوجود آورند. از اهم مشکلاتی که رسوب گذاری مواد رسوبی می تواند بوجود آورد عبارتند از : ایجاد جزایر در مسیر رودخانه ها و در نتیجه کاستن از ظرفیت انتقال جریان های سیلابی، رسوب گذاری در مخازن پشت سدها و افزایش حجم مرده و در نتیجه کاستن از ظرفیت ذخیره مخزن، رسوب گذاری در مسیل رودخانه ها در هنگام سیلابی و در نتیجه وارد کردن خسارت به بنا ها و مزارع و کاهش ظرفیت رودخانه ها و غیر قابل کشتیرانی شدن رودخانه و صدمه وارد نمودن به مراکز بهره برداری صنعتی و پرورش آبزیان و آب شرب و غیره می گردد.[۲] به منظور بیان اهمیت و ضرورت موضوع می توان به مخزن سد یاسوکا بر روی رودخانه تنریا در ژاپن اشاره کرد که با ظرفیت ذخیره ۵۱ میلیون متر مکعب به مدت ۱۳ سال هشتاد درصد از ظرفیت اولیه خود را به واسطه تجمع رسوبات از دست داده است .[۱] و یا سد انحرافی آیکاری با ۵۳ متر ارتفاع بر روی رودخانه یامونا پس از گذشت ۵ سال بهره برداری از آن تا لبه تاج سرریز از رسوبات پر شده است.[۵] مکانیزم ته نشینی رسوبات در مخازن به گونه ای است که در قسمت های ابتدائی مخزن (موسوم به دلتای مخزن) رسوبات از نوع درشت دانه بوده و هر چه به بدنه سد نزدیک تر می گردد رسوبات ریزدانه تر شده به طوریکه اغلب رسوبات ته نشین شده در پشت بدنه سد از نوع رسوبات چسبنده می باشد. در این رابطه حرکت جریان های غلیظ در بستر مخزن باعث می شود میزان ته نشینی رسوبات ریز دانه و چسبنده در پشت بدنه سد افزایش یابد.[۹] محاسبات هیدرولیکی در GSTARS بر مبنای مدل جریان متغیر تدریجی و اطلاعات و مطالعات اولیه صورت پذیرفته توسط تحقیقات منابع آب استان خوزستان با استفاده از معادلات زیر استفاده می گردد:

۱- معادله انرژی

GSTARS 3 معادله انرژی را بر مبنای روش گام استاندارد حل می کند. برای محاسبه روندیابی مخزن از روش گام استاندارد اصلاح شده و روند یابی سطح آب، مخزن استفاده می شود. که می توان معادله انرژی را به صورت زیر نوشت :

$$Z + Y + a\frac{v^2}{2g} = H \qquad \text{معادله(۱)}$$

که Z : ارتفاع کف

Y : عمق آب

α : ضریب توزیع سرعت

H: ارتفاع خط انرژی از مبنا

g : شتاب جاذبه می باشد.

۲- روابط مقاومت جریان

یکی از فرضیات اصلی در GSTARS 3 این است که فرمول جریان یکنواخت برای محاسبه افت اصطکاکی قادر به استفاده می باشد. این فرمول برای محاسبه ضریب انتقال (K) برای تعیین شیب اصطکاکی S_f مورد استفاده قرار می گیرد. S_f برای دبی معین به صورت زیر می باشد :[۷]

$$S_f = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 \qquad \text{معادله(۲)}$$

در GSTARS 3 برای محاسبه فرمول زیر (فرمول مانینگ) قابل استفاده است:

$$Q = KS_f^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1.49}{n}AR^{\frac{2}{3}}\right)S_f^{\frac{1}{2}} \qquad \text{معادله(۳)}$$

که در آن n ضرایب زبری در فرمول مانینگ

A: مساحت سطح مقطع

R: شعاع هیدرولیکی می باشد.

۳- معادله پیوستگی رسوب

اساس محاسبات روندیابی رسوب در GSTARS 3 بقاء جرم رسوب می باشد . در جریان غیرماندگار یک بعدی، معادله پیوستگی رسوب به صورت زیر می باشد :[۷]

$$\frac{\partial Q_s}{\partial x} + \eta\frac{\partial Ad}{\partial t} + \frac{\partial As}{\partial t} - q_{lat} = 0 \qquad \text{معادله (۴)}$$

که η :حجم رسوب در واحد حجم لایه بستر

As : حجم رسوب به صورت معلق در مقطع عرضی در واحد طول

Qs : دبی حجمی رسوب

q_{lat} : جریان ورودی جانبی رسوب می باشد.که معادلات مورد استفاده در GSTARS 3 برای روندیابی رسوب در رودخانه ها و آبراهه ها می باشد.[۶]

مواد و روش ها

سد شهید عباسپور در ۴۹۰ کیلومتری سرچشمه رودخانه کارون در ۵۵ کیلومتری شمال مسجدسلیمان با ارتفاع ۲۰۰ متر از روی پی، در سال ۱۳۵۶ به بهره برداری رسید. رودخانه کارون در بالای سد شهید عباسپور دارای مساحتی برابر ۲۷/۹۲ کیلومتر مربع می باشد. آبدهی متوسط سالانه رودخانه کارون در ایستگاه پل شالو (بالادست سد شهید عباسپور) ۳۰۸ متر مکعب در ثانیه و حداکثر دبی ثبت شده در طول آمار طی سال های ۱۳۳۶ الی ۱۳۷۷ برابر ۶۲۰۰ متر مکعب در ثانیه می باشد. آبدهی متوسط رودخانه کارون در دشت در ایستگاه گتوند طی سال های ۱۳۳۲ الی ۱۳۷۵ برابر ۳۸۷ متر مکعب در ثانیه ثبت شده است. طی مطالعات اولیه هیدروگرافی که توسط مهندسین مشاور هارزا بر روی سد شهید عباسپور در سال ۱۳۴۶ میزان رسوبات ورودی بر مبنای اندازه گیری های انجام شده در ایستگاه گتوند حدود ۲ میلیون متر مکعب در سال برآورد نمودند. در سال ۱۳۶۲ بر روی سد شهید عباسپور مطالعات هیدروگرافی توسط گروه مطالعات رسوب و موسسه تحقیقات منابع آب انجام گردید که طی دوره ۷ ساله بهره برداری این سد میزان رسوب ورودی به مخزن سد را ۳۸ میلیون متر مکعب برآورد نمودند.[۶] طبق گزارش آب های سطحی وزارت نیرو مقدار آورد رسوب در محل ایستگاه پل شالو ۱۲/۹۶ میلیون تن در سال ذکر

شده است .[۶] طی تحقیقی نیک اندیش با عنوان شناخت و بررسی رسوب گذاری سد شهید عباسپور در سال ۱۳۷۰ حجم رسوب را برای فصول خشک و مرطوب ۱۲/۸ میلیون متر مکعب محاسبه نمود. ایلخاص زاده طی تحقیقی در سال ۱۳۸۹ با عنوان پیش بینی میزان رسوب تولید شده حد فاصل سد شهید عباسپور الی سد کارون ۳ میزان رسوب سالیانه را ۶۲ میلیون تن در سال برآورد نمود[۷]

مهندسین مشاور دریا طی مطالعات هیدروگرافی مخزن سد شهید عباسپور میزان رسوبگذاری سالیانه را طی دوره بهره برداری ۲۹/۲ میلیون متر مکعب ذکر نمودند.[۶]

در نرم افزار GSTARS3 اطلاعات ورودی در قالب فایل اسکی (ASCH) تحت Dos به برنامه معرفی می گردد. این فایل از رکوردهای مختلفی تشکیل شده که به طور مرتب یکی پس از دیگری قرار می گیرند. مانند شکل (۱) هر رکورد دارای ۸۰ کاراکتر بوده و از فیلدهای مختلفی تشکیل شده است. فیلد اول دارای ۲ کاراکتر بوده و مخصوص معرفی نام رکورد، فیلد1، ۶ کاراکتر و فیلدها ۲ تا ۱۰ هر کدام دارای ۸ کاراکتر می باشد. [۳]

شکل (۱)-فیلد مخصوص GSTARS جهت وارد نمودن داده ها در روش DOS

اطلاعات مورد نیاز جهت شبیه سازی و پیش بینی فرآیند رسوب شامل اطلاعات ژئومتری مخزن،اطلاعات هیدرولیکی و اطلاعات رسوب و نوع اطلاعات خروجی می باشد. بدین ترتیب:

۱-شروع کار بدین صورت است که برای وارد و ثبت کردن مسیر رودخانه با استفاده از رکورد XS هندسه رودخانه ترسیم گردد. نکته اینکه تعداد ۷۶ مقطع وارد شده بایستی از بالادست مخزن شروع شده و به پایین دست بازه مورد نظر که در شکل (۲) نمایش داده شده است ختم گردد و بر امتداد جریان آب عمود باشند و مرز بالادست جریان نتواند تحت تأثیر منحنی برگشت آب مخزن قرار گیرد و تعداد مقاطع بایستی در حد معقول و بیانگر خصوصیات فیزیوگرافی بازه مورد نظر و حجم صحیح آب باشند.هر مقطع عرضی شامل ضریب زبری مانینگ است که با توجه به گزارشات قبلی و بازدید از منطقه و تهیه عکس مقدار ۰/۰۲۸ در نظر گرفته می شود.

۲-جهت وارد نمودن شیب آبراهه و معادله محاسبه افت اصطکاکی از رکورد RE که حاوی دو گزینه است استفاده می گردد.که در اینجا با توجه به خصوصیات فیزیوگرافی منطقه از شیب متوسط و معادله محاسبه افت اصطکاکی مانینگ استفاده می گردد.[۸]

۳-بمنظور محاسبه متغیرهای عرضی و طولی و شرایط رسوب به روش نیمه دو بعدی برمبنای فرض لوله جریان در رکورد NT از تعداد میانگین ۳ لوله جریان استفاده می گردد.

۴-رکورد IT بمنظور وارد نمودن تعداد گام های زمانی روندیابی آب و روندیابی رسوب و سپس مجموع مدت زمانی گام های زمانی مورد استفاده قرار می گیرد که به ترتیب از اعداد ۸۰۳۰ (تعداد گام های بازه زمانی مورد تحقیق به ازای هر روز) و ۵ و ۱ مد نظر قرار گرفته شد.

۵-رکورد MR برای تعیین محدودیت در رقوم ارتفاعی و مرز چپ و راست به ازای هر کدام از

مقاطع عرضی استفاده می گردد که در اینجا محدودیت عرضی را برای کلیه مقاطع یکسان و برابر ۹۹۹۹ و همچنین محدودیت عمقی را برای کلیه مقاطع نیز یکسان و برابر ۱۹۹۹۹ استفاده گردید.

۶-بمنظور وارد نمودن دبی – اشل مخزن سد از رکورد SQ استفاده می گردد، که به ازای هر روز در بازه زمانی ۲۲ ساله تحقیقاتی و بر اساس اطلاعات دریافتی از سازمان آب و برق خوزستان، بایستی یک دبی اشل تعریف گردد.[۴]

۷-پس از وارد نمودن اطلاعات هیدرولیکی، برای اینکه پایه محاسبات در مدل صورت پذیرد بایستی معادله حمل رسوب توسط رکورد SE تعریف گردد. بدلیل شرایطی مانند حمل ماسه و ریزدانه ها در مخزن و اینکه با اولین حرکت رژیم جریان بحرانی توسط رودخانه، مخزن بتواند این جریان را از فوق بحرانی به جریان آرام تبدیل نماید از معادله یانگ ۱۹۷۳ استفاده می گردد و در ادامه در کاراکتر بعدی همین رکورد ضخامت لایه فعال ۲۰ فوت وارد می گردد که بیانگر ضخامت مواد قابل دسترس برای حمل می باشد که مهمترین فرض در این پروسه است.

۸-رکورد QS جهت وارد نمودن دبی رسوبات به ازای گام های زمانی پنج روزه، بر حسب تن بکار برده می شود. که مرجع اطلاعات رسوب سازمان آب و برق خوزستان می باشد.

۹-رکورد TM بمنظور تعیین دمای آب که از مخزن سد شهید عباسپور در بازه زمانی تحقیقاتی استحصال گردیده است به ازای گام های زمانی ماهیانه بر حسب درجه فارنهایت تعریف می گردد.

۱۰-بمنظور وارد نمودن مشخصات فیزیکی ذرات رسوب از رکورد SF برای تعداد گروه های اندازه ی ذرات رسوبی استفاده می گردد وپس از آن از رکورد SG برای مشخص نمودن محدوده اندازه ذرات هر گروه و وزن خشک رسوبات واقع در محدوده دانه بندی بکار برده می شود، مانند جدول (۱). این فاکتور در سرعت ته نشینی رسوبات نقش عمده ای ایفا می کند، که داده های مربوط از ایستگاه سد کارون ۳ استحصال گردیده است که بر اساس سیستم پیشنهادی کمیته فرعی اصطلاحات رسوبی آمریکا طبقه بندی گردیده است.[۴]

۱۱-این پارامتر با رکورد های وابسته به هم BG و NG تعریف می شوند و جهت وارد نمودن درصد مصالح بستر در موقعیت مخصوص به خود در بازه مکانی طولی مخزن به کار می روند. رکورد NB موقعیت ذرات رسوب و رکورد BG توزیع ذرات رسوب را برای موقعیت مشخص تبیین می نماید.

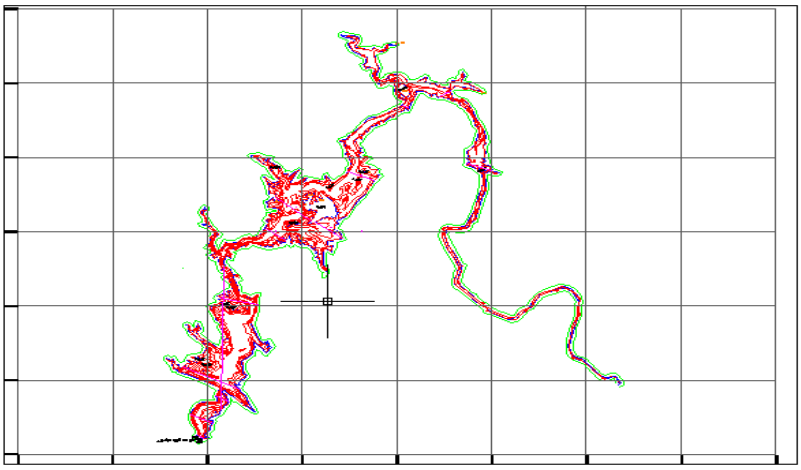
۱۲-رکورد CS برای مدل نمودن حمل و نقل رسوبات چسبنده (رس و سیلت) استفاده می گردد، که در کاراکتر های متوالی به ترتیب آستانه برشی برای رسوبگذاری برابر ۰/۰۲ وآستانه برشی برای فرسایش مواد چسبنده برابر ۰/۱ وآستانه برشی برای توده فرسایشی مواد چسبنده برابر ۰/۱۵ و شیب منحنی فرسایش برای توده فرسایش ۶۰ (درجه) ونرخ فرسایش مواد چسبنده برابر ۱/۵ ومحدودیت میزان رس را برابر ۰/۵ در نظر گرفته می شود. قابل ذکر است که این اعداد بر اساس فرضیات می باشد و توسط کاربر مشخص می گردند و نقش تعیین کننده در برآورد میزان رسوب ندارند و پروسه غالب رسوبات وارده به مخزن می باشند.

۱۳-رکورد IS برای درصد توزیع اندازه ذرات مختلف در دبی رسوبی ورودی بکار می رود و رکورد

IQ تابعی از دبی آب در اندازه های مختلف رسوبی می باشد. در جدول (۲) توزیع رسوبات بر حسب دبی معین که از ایستگاه سد کارون ۳ استحصال شده است، قابل مشاهده است.بدین صورت که در کاراکترهای متوالی در قسمت ثبت رکورد IS ابتدا حد پایین دانه بندی و در کاراکتر بعدی حد بالای دانه بندی در هر کلاس و در کاراکتر انتهایی میزان رسوبات ناشی از دبی آب معین بر حسب پوند وارد می گردند.

۱۴-مدل GSTARS این قابلیت را دارا می باشد، تا با توجه به ضوابط شیب رسوبات واقع در بالا و زیر سطح آب را محاسبه نموده و با توجه به حدود زاویه ایستایی رسوبات که توسط کاربر مشخص می گردد، توده رسوبات که در بازه زاویه ایستایی رسوبات (که با رکورد AR مشخص می گردند) قرار دارند، با شرایط (شیب بستر) همسان و تعدیل نماید. که در اینجا توسط کاربر برای زاویه ایستایی رسوبات در سطح آب و زیر سطح آب هر دو ۱- درجه انتخاب گردیده است. در مخزن سد شهید عباسپور با توجه به اینکه پروسه رسوب گذاری غالب است، این پارامتر اثر زیادی در میزان رسوب گذاری ندارد و این اعداد با انتخاب کاربر تعیین می گردند.

۱۵-با توجه به انجام محاسبات و نیازهای اطلاعاتی در رکورد PR عدد ۱ را اختصاص داده که بیانگر ارائه نقشه های پروفیل سطح آب و جدول مربوط به روندیابی رسوب و جدول عمق نرمال و بحرانی را در انتهای دوره می باشد. رکورد PW برای تولید پروفیل سطح آب و خط القعر مخزن در گام زمانی درخواست شده که در اینجا از گام زمانی ۸۰۳۰ که نمایانگر خروجی در انتهای دوره مطالعاتی است، استفاده شده است. در انتها از رکورد PX بمنظور ساختن نقشه ها و اطلاعات مربوط به مقاطع عرضی استفاده می گردد که به این رکورد عدد ۸۰۳۰ اختصاص داده می شود که بیانگر ارائه اطلاعات خروجی، یکبار در پایان دوره زمانی می باشد.



شکل (۲)- پلان موقعیت حد فاصل سد کارون ۳ و سد شهید عباسپور

جدول (۱)-توزیع دانه بندی رسوبات وارده به مخزن

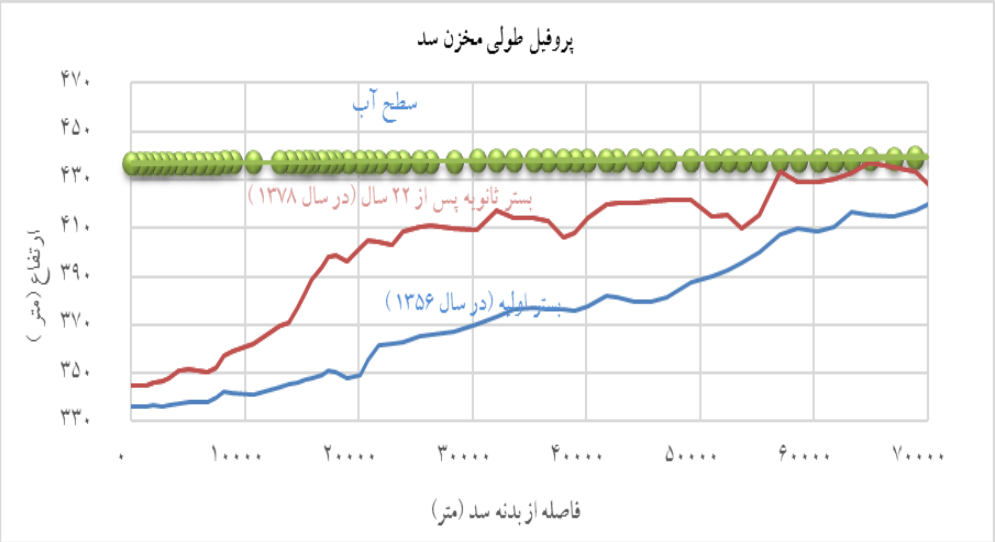
ردیف	طبقه بندی مواد	قطر ذرات (mm)	بار بستر	
			درصد	تجمعی
۱	رس درشت دانه	۰/۰۰۲ – ۰/۰۰۴	۶/۸	۶/۸
۲	لای خیلی ریز	۰/۰۰۴ – ۰/۰۰۸	۶/۸	۱۳/۶
۳	لای ریز	۰/۰۰۸ – ۰/۰۱۶	۱۴/۷	۲۸/۳
۴	لای متوسط	۰/۰۱۶ – ۰/۰۳۱	۱۴/۹	۴۳/۲
۵	لای درشت	۰/۰۶۲۵ – ۰/۰۳۱	۱۶/۳	۵۹/۵
۶	ماسه ریز دانه	۰/۰۶۲۵ – ۰/۲۵	۱۴/۲	۷۳/۷
۷	ماسه درشت دانه	۰/۲۵ – ۲	۱۲/۸	۸۶/۵
۸	شن خیلی ریز	۲– ۴	۶/۷	۹۳/۲
۹	شن ریز	۴ – ۸	۴/۸	۹۸
۱۰	شن متوسط	۸ – ۱۶	۲	۱۰۰

جدول (۲)- توزیع دانه بندی رسوبات در دبی آب ۱۰۰۰۰ (متر مکعب بر ثانیه)

دانه بندی(IS)	میزان دبی آب(IQ) ۱۰۰۰۰
میزان رسوب دانه بندی ۰/۰۰۴ – ۰/۰۰۲(IS)	۰/۰۸
میزان رسوب دانه بندی ۰/۰۰۸ – ۰/۰۰۴(IS)	۰/۰۶
میزان رسوب دانه بندی ۰/۰۱۶ – ۰/۰۰۸(IS)	۰/۱۳
میزان رسوب دانه بندی ۰/۰۳۱ – ۰/۰۱۶(IS)	۰/۱۵
میزان رسوب دانه بندی ۰/۰۶۲۵ - ۰/۰۳۱(IS)	۰/۱۸
میزان رسوب دانه بندی ۰/۲۵ – ۰/۰۶۲۵(IS)	۰/۱۴
میزان رسوب دانه بندی۲ – ۰/۲۵(IS)	۰/۱۱
میزان رسوب دانه بندی ۴ –۲(IS)	۰/۰۵
میزان رسوب دانه بندی ۸ –۴(IS)	۰/۰۴
میزان رسوب دانه بندی ۱۶ – ۸(IS)	۰/۰۲

نتایج و بحث

نرم افزار GSTARS 3 مدل ریاضی پیشرفته ای است که می توان از آن جهت شبیه سازی و برآورد میزان رسوب سد شهید عباسپور استفاده نمود که نیاز به اطلاعات گسترده و جامعی دارد که پس از وارد نمودن اطلاعات و آنالیز نمودن اطلاعات، نتایج مدل ارائه می گردد.روند اجرای مدل های ریاضی بدین گونه می باشد که ابتدا باید مدل را واسنجی نمود و سپس با مدل واسنجی شده به پیش بینی نتایج در شرایط مختلف پرداخته شود. نیمرخ های رسوب گذاری شده خروجی از مدل GSTARS3 و نیمرخهای رسوب گذاری در شرایط بهره برداری با کمک عملیات هیدروگرافی تهیه و نتایج با همدیگر مقایسه و کنترل می گردند. که این عمل را صحت سنجی نیز می گویند.جهت توزیع رسوب در مخزن سد شهید عباسپور، برآورد رسوب برای موضوع تحقیق و بررسی نتایج، آنالیز حساسیت مدل و سپس با معادلات انتقال رسوب و ضخامت لایه های فعال و زاویه ایستایی رسوب متفاوت مدل را واسنجی نموده و بررسی می گردد. در روند واسنجی مدل این روابط به تفکیک استفاده می گردد و نتایج خروجی از مدل با بستر اندازه گیری شده اولیه مقایسه می گردد، که با مقایسه نتایج خروجی از توابع متفاوت به نتایج تقریبا" مشابهی دست پیدا می کنیم. قابل استنباط است که توابع مختلف میزان خروجی رسوب تقریبا"یکسانی دارند و اختلاف زیادی در نتایج با همدیگر ندارند. اما پارامتر تعیین کننده انتخاب تابع حمل رسوبات، موضوع مدل و شرایط و جزئیات حاکم، می باشد. به دلیل اینکه موضوع مورد تحقیق برآورد رسوب تولید شده حد فاصل سد کارون ۳ الی سد شهید عباسپور می باشد و شرایطی مانند میزان حمل ماسه و ریزدانه ها در مخزن سد، و توسط مخزن سد اولین حرکت رودخانه از رژیم جریان فوق بحرانی به رژیم جریان آرام هدایت شود، از تابع یانگ ۱۹۷۳ به عنوان تابع مبنا استفاده شده است، با توجه به داده ها و اطلاعات دریافت شده از مطالعات گروه منابع آب استان خوزستان، پس از اجرای مدل برای دوره های شاخص ۲۲ ساله (بین سال های ۱۳۵۶ الی ۱۳۷۸) و حصول پروفیل خط القعر مخزن با مد نظر قرار دادن ترازهای متفاوت آب، میزان رسوب برابر ۱۳۹۹۹۰۰۰۰۰ تن محاسبه گردید که متوسط سالانه ۶۳۶۳۱۸۱۸ تن رسوب در مخزن حاصل می گردد. از این میزان رسوب تولید شده، میزان۵۲۷۴۸۱۲۶ تن رسوب ورودی از طریق حمل رسوبات رودخانه کارون و جریان های وارد مخزن گریده است، و میزان ۱۰۸۸۳۶۹۲ تن رسوب از طریق کف کنی مخزن سد شهید عباسپور تولید شده است.که در پروفیل طولی (شکل ۳) نشان داده شده‌است.

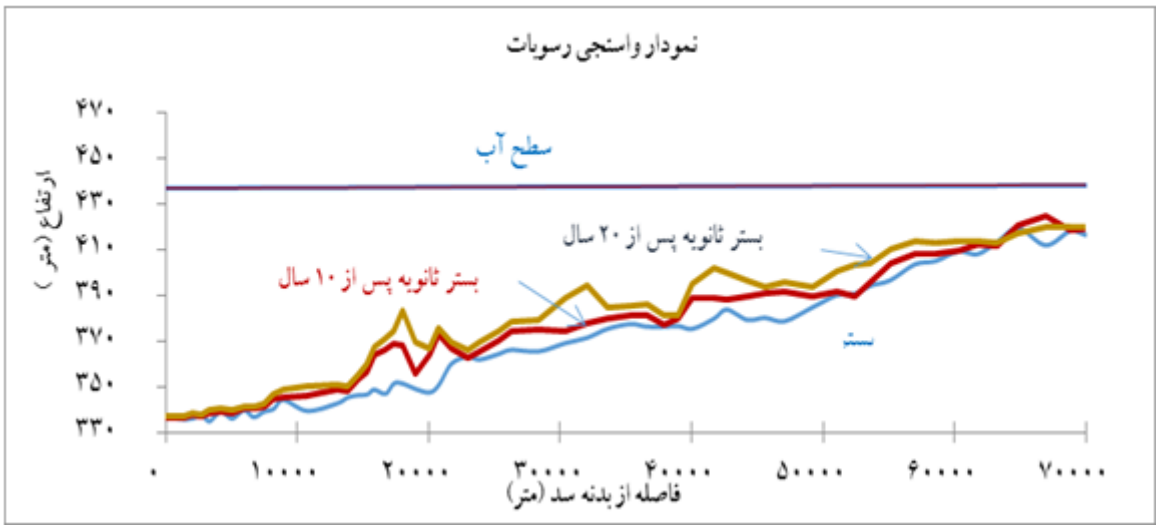


شکل (۳)- منحنی تراز حجم مخزن پس از رسوب گذاری بمیزان ۱۳۹۹۹۰۰۰۰۰ تن با استفاده از معادله حمل رسوب یانگ ۱۹۷۳

واسنجی مدل

در روند اجرای مدل لازم است مدل را واسنجی نمود. بدین صورت که به بررسی نتایج پریودهای زمانی (ده ساله) پرداخته، که واسنجی نامیده می شود. واسنجی این امکان را به ما می دهد تا بتوان بر اساس اطلاعات دریافتی از گروه تحقیقاتی منابع آب سازمان آب و برق خوزستان با نتایج رسوب گذاری خروجی از مدل GSTARS 3 را برای موضوع این تحقیق طی سال های ۱۳۵۶ تا ۱۳۷۶ را در پریودهای زمانی ۲۰ ساله مطابق جدول (۳) مقایسه نمود و خروجی حاصل از رسوب گذاری در موضوع تحقیق پیش رو را در نرم افزار Excel ترسیم نموده که در شکل (۳) قابل مشاهده است.

شکل (۴)-مقایسه رسوب کلی حاصل از واسنجی ۱۰ و ۲۰ ساله



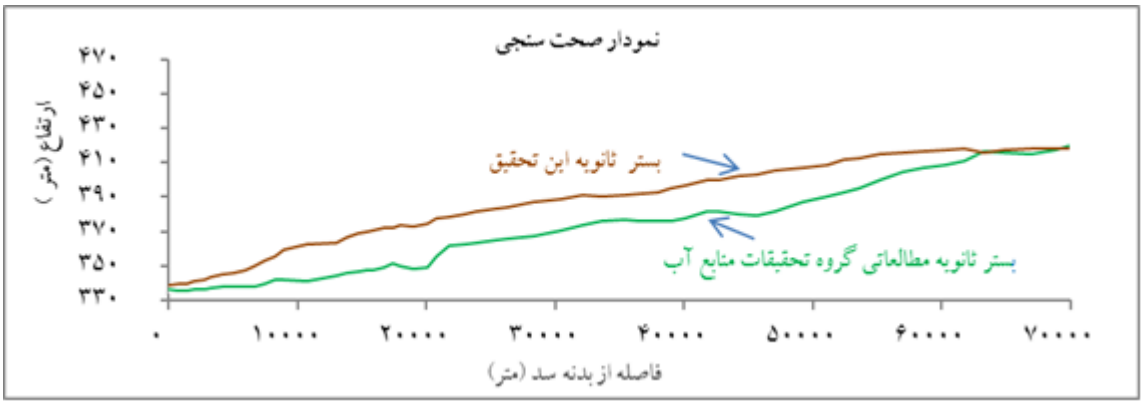
جدول (۳)-مقایسه رسوب کلی حاصل از واسنجی ۱۰ و ۲۰ سال

مدت واسنجی	واسنجی ۱۰ ساله	واسنجی ۲۰ ساله
میزان رسوب (ton)	۶۹۱۱۰۰۰۰۰	۱۳۹۸۰۰۰۰۰۰

مقایسه نتیجه با گروه تحقیقات منابع آب

بعلت دشواری عملیات اندازه گیری مستقیم رسوبات ته نشین شده در مخازن وبالا بودن هزینه های آن اعم از مرحله مطالعاتی وبهره برداری سدها از مدل های ریاضی و رایانه متعددی مانند MPSIACو USBR و HEC RAS و GSTARS و... بعنوان ابزار کارآمد و سودمند مورد توجه قرار گرفته اند. باتوجه به برآورد رسوب تولید شده حد فاصل سد کارون ۳ و سد شهید عباسپور با مدل GSTARS بمیزان ۶۳۶۳۱۸۱۸ تن در سال ، در قیاس با مطالعات گروه مطالعات رسوب و موسسه تحقیقات منابع آب در بازه مذکور برابر ۳۸ میلیون تن در سال برآورد نمود که با نتیجه تحقیق پیش رو ۳۸٪ اختلاف داردکه در شکل (۵) نمایش داده شده است[4].

شکل (۵)-مقایسه تغییرات بستر حاصل از نتیجه این تحقیق با مطالعات انجام شده بر روی سد



توابع حمل رسوب مورد استفاده

توابع مختلفی وجود دارند که از آنها می توان جهت محاسبه انتقال رسوب در مدل GSTARS استفاده نمود، که عبارتند از روابط:

۱_ میر_ پیتر و مولر. [۶]
۲_ لارسن. [۱۰]
۳_ انگلوند و هانسن. [۶]
۴_ ایکر و وایت۱۹۷۳. [۶]
۵_ انتقال ذرات ماسه (۱۹۷۳) و انتقال ذرات شن (۱۹۸۴)

یانگ. [۱۱]

۶_ انتقال ذرات ماسه (۱۹۷۹) و انتقال ذرات شن (۱۹۸۴)

یانگ. [۱۲]

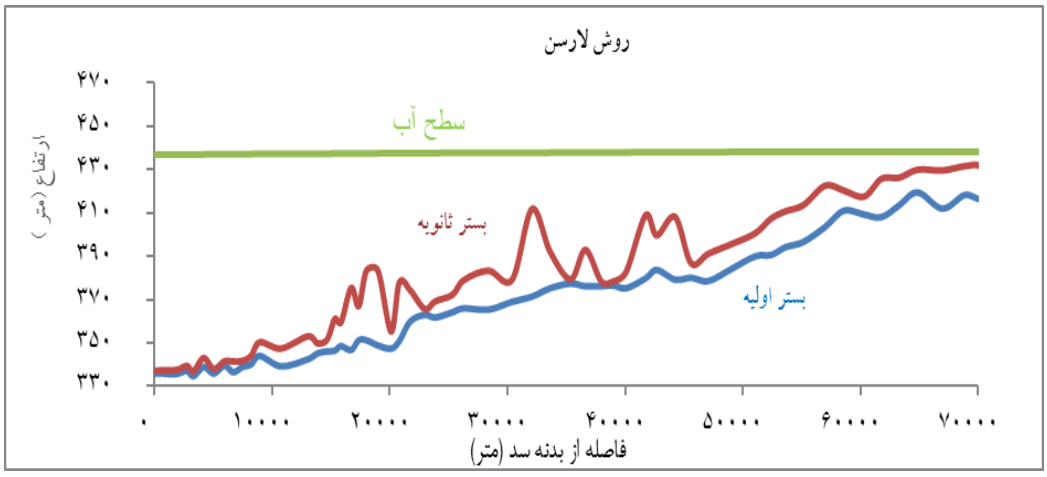
۷_ پارکر. [۱۴]
۸_ ایکر و وایت. [۶]
۹_ دوبوی. [۱۳]

که در روند واسنجی مدل این روابط به تفکیک استفاده می گردد و نتایج خروجی از مدل با بستر اندازه گیری شده اولیه مقایسه می گردد، که در شکل های (۶) الی (۱۳) ارائه گردیده است. همچنین در جدول (۴) میزان کلی رسوب (برحسب تن) به ازای هر معادله به تفکیک مشخص گردیده است، که با مقایسه نتایج خروجی از توابع متفاوت به نتایج تقریباً مشابهی دست پیدا می کنیم. قابل استنباط است که توابع مختلف میزان خروجی رسوب تقریباً یکسانی دارند و اختلاف زیادی در نتایج با همدیگر ندارند. اما پارامتر تعیین کننده انتخاب تابع حمل رسوبات، موضوع مدل و شرایط و جزئیات حاکم، می باشد. به دلیل اینکه موضوع مورد تحقیق برآورد رسوب تولید شده حد فاصل سد کارون ۳ الی سد شهید عباسپور می باشد و شرایطی مانند میزان حمل ماسه و ریزدانه ها در مخزن سد، و زمانیکه با اولین حرکت رژیم جریان بحرانی توسط رودخانه، مخزن بتواند این جریان را فروگذار نماید، از تابع یانگ ۱۹۷۳ به عنوان تابع مبنا استفاده شده است، برای بررسی بیشتر نتایج واسنجی کوتاه مدت و برای دوره ۲۲ ساله مقایسه می گردد.

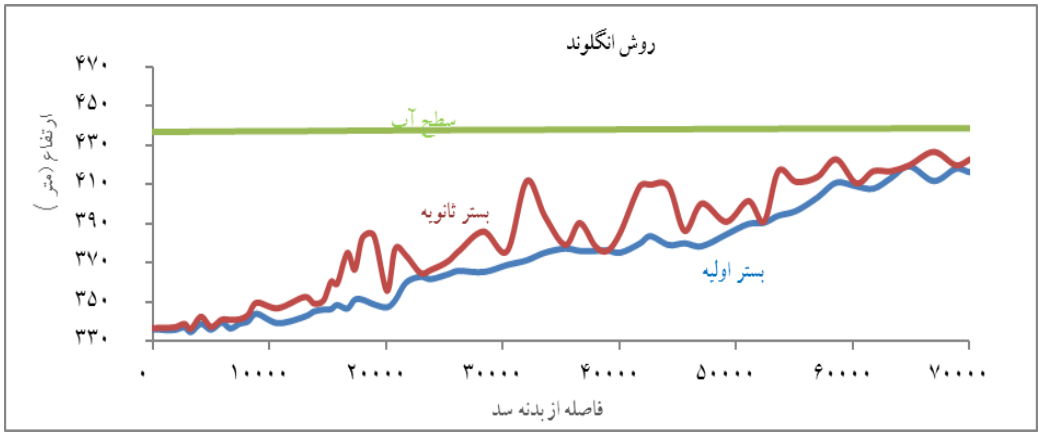
جدول (۴)- میزان رسوب کلی برآورد شده به ازای معادلات حمل رسوب متفاوت

توابع	میر – پیتر و مولر	لارسن	انگلوند و هانسن	ایکر و وایت ۱۹۷۹	یانگ ۱۹۷۳	یانگ ۱۹۷۹	پارکر	ایکر و وایت	دوبوی
میزان رسوب (ton)	۱۳۹۹۶۰۰۰۰۰	۱۳۹۸۹۰۰۰۰۰	۱۳۹۹۲۰۰۰۰۰	۱۳۹۸۷۰۰۰۰۰	۱۳۹۸۷۰۰۰۰۰	۱۳۹۹۱۰۰۰۰۰	۱۳۹۸۵۰۰۰۰۰	۱۳۹۸۵۰۰۰۰۰	۱۳۹۸۹۰۰۰۰۰

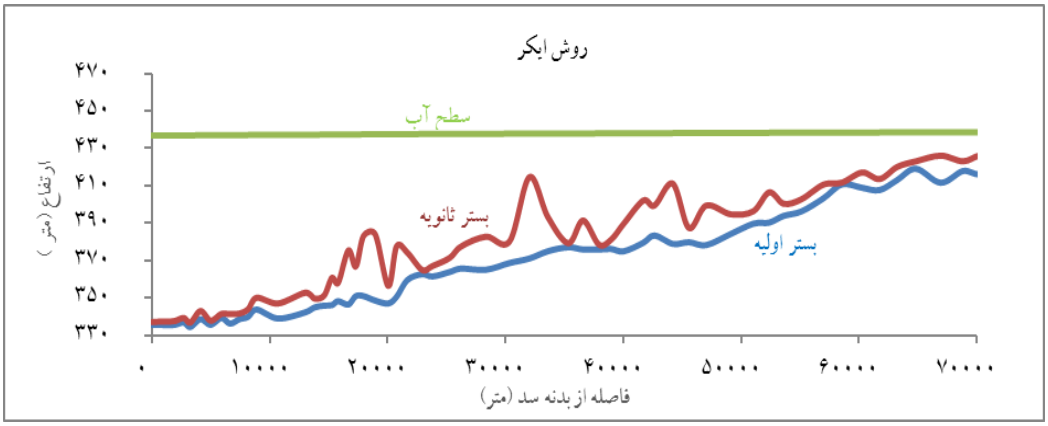
شکل(۶)- منحنی تراز حجم پس رسوب بمیزان ۱۳۹۹۶۰۰۰۰۰ تن با استفاده از معادله میر – پیتر و مولر



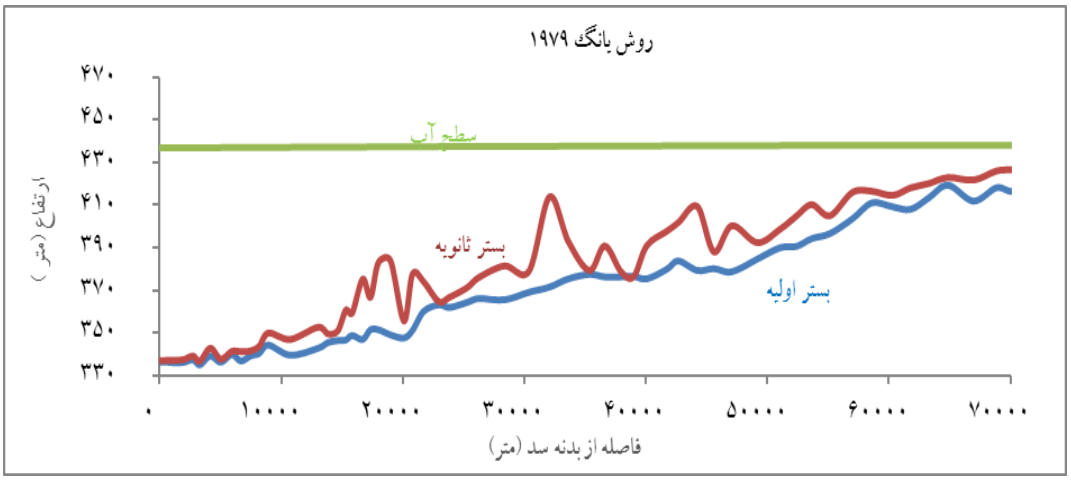
شکل (۷)- منحنی تراز حجم پس رسوب بمیزان۱۳۹۸۹۰۰۰۰۰ تن با استفاده از معادله لارسن



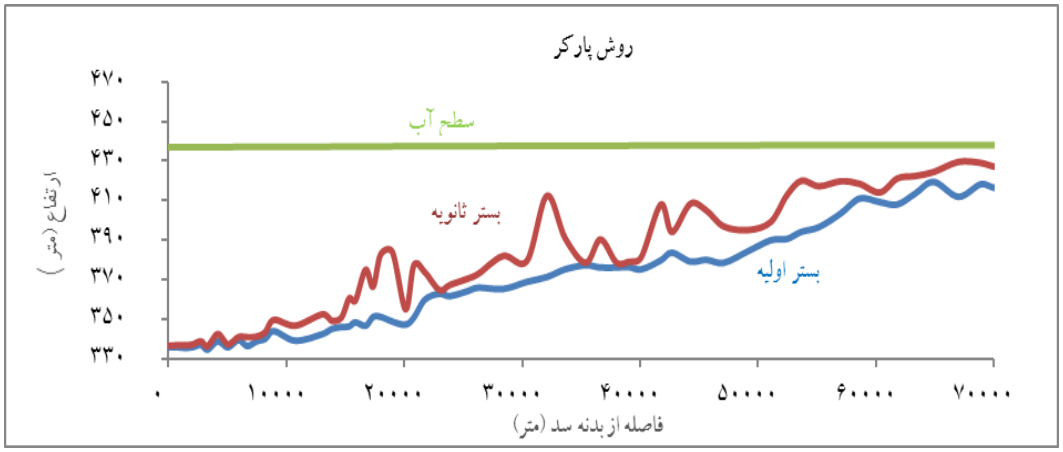
شکل (۸)- منحنی تراز حجم پس رسوب بمیزان ۱۳۹۹۲۰۰۰۰۰ تن با استفاده از معادله انگلوند و هانسن



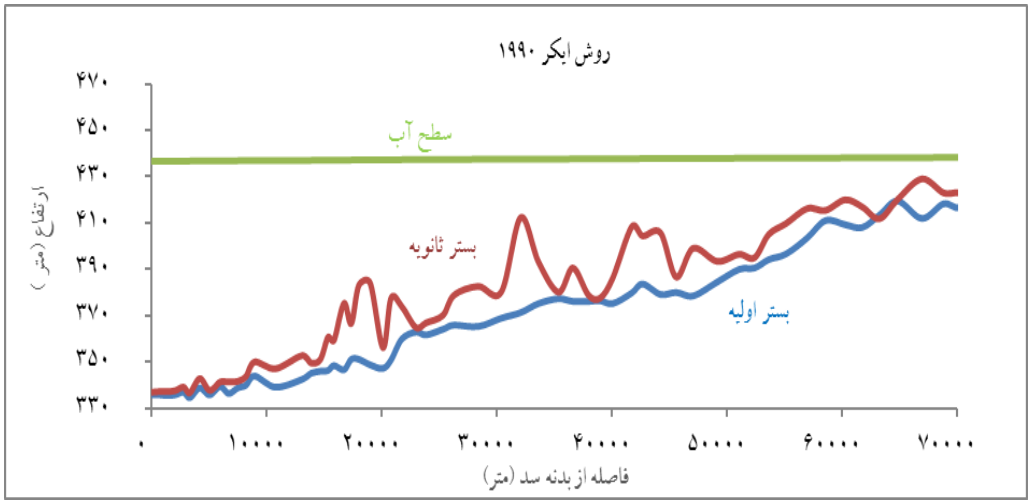
شکل (۹)- منحنی تراز حجم پس رسوب بمیزان ۱۳۹۸۷۰۰۰۰۰ تن با استفاده از معادله ایکرو وایت



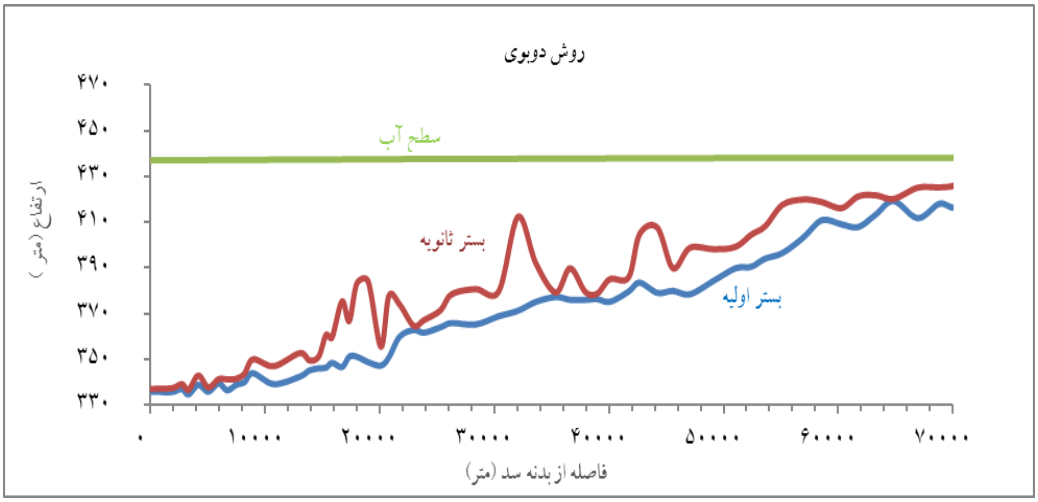
شکل (۱۰)- منحنی تراز حجم پس رسوب بمیزان ۱۳۹۹۱۰۰۰۰۰ تن با استفاده از معادله یانگ ۱۹۷۹



شکل (۱۱)- منحنی تراز حجم پس رسوب بمیزان ۱۳۹۸۵۰۰۰۰۰تن با استفاده از معادله پارکر



شکل (۱۲)- منحنی تراز حجم پس رسوب بمیزان ۱۳۹۸۵۰۰۰۰۰ تن با استفاده از معادله ایکر ۱۹۹۰



شکل(۱۳)- منحنی تراز حجم پس رسوب بمیزان ۱۳۹۸۹۰۰۰۰۰ تن با استفاده از معادله دوبوی

Estimation of sediment produced from the middle of the field contour Karoon3 and shahid Abbaspoor Dam using model GSTARS3

Nematallah Soltani[1*], Hooshang Hasoonizadeh[2]

1-Student, Department of Water Engineering, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran

2-Assistant professor, faculty of Water Engineering, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran

Abstract

Surface runoff and water flow in rivers are always accompanied by soil erosion and sediment transport. Water is one of the most important causes of erosion of the earth's crust and in its path carries materials in solution, suspended and bed load. These materials settle wherever the right conditions require. The presence of these substances in water is very important for drinking, industrial exploitation, agriculture, aquaculture, creating dead volume of dam reservoirs, sedimentation of canals, reducing the capacity of rivers and canals, as well as flood control. These materials are washed from the slopes and plains and cause soil erosion and poor vegetation and environmental degradation.Trapping efficiency shows the percentage of sediment material entering the reservoir that settles. Trapping efficiency is a function of the ratio of tank volume to annual inlet water volume: The volume of Shahid Abbaspour Dam reservoir has been estimated at 3 billion cubic meters according to previous studies.According to the statistics and information of Khuzestan Water and Electricity Organization, the average discharge rate of Karun 3 dam station in the period 1977 to 1999 is equal to 359 cubic meters per second, which the average annual input volume is 11321424000 cubic meters. Therefore, the ratio of reservoir volume to annual inlet water volume is 0.26 , which by extracting the result, trapping coefficients for fine-grained, medium-grained and coarse-grained sediments are 88%, 95% and 98%, respectively, the average total trapping coefficient. 94% sediments have been obtained.

YANG1973 ،ABBASPOOR DAM ،KARUN3 ،Keywords:GSTARS 3