ارزیابی ذرات و بررسی رسوب ورودی به مخزن سد گتوند علیا با استفاده از نرم‌افزار CCHE2D

محمدرضا فرشادی [۱*]، سعید حاجی‌علی‌گل [۲]، جواد احدیان [۳] ، محمدجواد نصر اصفهانی [۴]

۱) کارشناس ارشد سازه‌های آبی، گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۲) کارشناس ارشد سازه‌های آبی، گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۳) دانشیار گروه سازه‌های آبی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران.

۴) دکتری سازه‌های آبی، مشاور شرکت شاهراب، اهواز، ایران

* نویسنده مسئول: **mr_farshady@yahoo.com**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۱ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۱**

چکیده

پدیده رسوب‌گذاری در مخازن سدها پدیده‌ای پیچیده بوده و عدم اطلاعات از میزان رسوب ورودی به مخزن سد و پیش‌بینی روش‌های کنترل آن، موجب کاهش عمر مفید سد و اتلاف سرمایه‌های عظیم ملی می‌گردد. به منظور محاسبه بار رسوب ورودی به مخزن سد گتوند علیا از مدل رایانه ای CCHE2D که توانایی انجام محاسبات رسوب را دارد استفاده شده است. برای آماده‌سازی مدل، از حجم زیادی اطلاعات شامل مشخصات مقاطع رودخانه در بالادست محل احداث سد، آمار مربوط به دبی روزانه رودخانه، سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های مختلف، دانه‌بندی مواد بستر و دیگر اطلاعات مورد لزوم استفاده گردیده است. پس از کالیبره کردن و اجرای نرم افزار، بار رسوب ورودی به مخزن سد گتوند علیا برابر با ۸۹۴۳۵ کیلوگرم بر متر مکعب محاسبه شد و با توجه به نوع حالت بهره‌برداری از مخزن و وزن مخصوص انباشته‌ها و ضریب تله‌اندازی ۹۰ درصد، حجم کل رسوب انباشته شده در مخزن این سد برابر با ۲۴۱ میلیون مترمکعب خواهد بود که ۷/۲۳ درصد حجم کل مخزن سد را پس از ۱۰۰ سال تشکیل می‌دهد. همچنین قسمت اعظم بار رسوبی ورودی به مخزن سد گتوند علیا ذرات سیلت درشت با اندازه ۰/۶۲۵۰ - ۰/۳۱۰ میلی‌متر و ماسه بسیار ریز با محدوده اندازه ۰/۱۲۵ - ۰/۰۶۲۵ میلی‌متر را تشکیل می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: رسوب‌گذاری در مخزن ، انتقال رسوب ، بار بستر، بار معلق

مقدمه

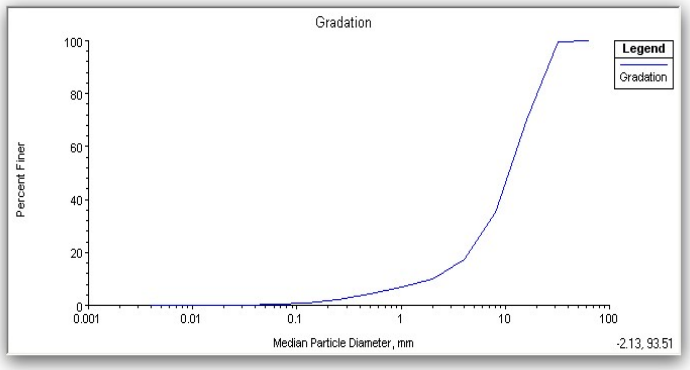
ایران سرزمینی است نسبتا" خشک، بطوری که اگر میانگین بارندگی سالانه در سطح کره زمین درحدود ۸۶۰ میلی‌متر تخمین زده شود، متوسط بارندگی سالانه ایران، تقریبا رقمی معادل ۲۴۰ میلی‌متر درسطح دنیا خواهد بود. احداث سدها در مسیر رودخانه‌ها و ذخیره نمودن آب در پشت آنها، از بهترین روش‌های بهره‌برداری از منابع آب می‌باشد. تامین آب، کنترل سیلاب، تولید انرژی برق آبی و ایجاد مراکز تفریحی و گردشگری در دریاچه سدها از دیگر موارد استفاده از سد می‌باشند. از طرفی ریزش‌های جوی در سطح حوضه‌ها و جریان آب در رودخانه‌ها، همواره توأم با فرسایش و حمل رسوب خواهد بود، لذا احداث سد به عنوان مانعی در مسیر جریان آب، سبب کنترل جریان و به هم خوردن تعادل هیدرودینامیکی شده، در نتیجه جا ماندن تمامی یا بخشی از رسوبات در مخزن غیرقابل اجتناب است. مهمترین عامل محدود کننده و تعیین‌کننده عمر مفید سدها و تأسیسات آنها، مقدار رسوبات ته‌نشین شده و نحوه توزیع آنها در مخزن سد می‌باشد. عدم اطلاعات از میزان رسوب ورودی به مخزن سد و پیش‌بینی روش‌های کنترل آن، موجب کاهش عمر مفید سد و اتلاف سرمایه‌های عظیم ملی می‌گردد. با توجه به تأثیر مستقیم عمر مفید مخزن سد در میزان بازده اقتصادی آن و نظر به اینکه عمر مخزن بر اساس میزان رسوب‌گذاری در آن تعیین می‌گردد، لذا مساله رسوب در مخزن سد از مهمترین عوامل تأثیرگذار در اقتصاد طرح خواهد بود. بر اساس مطالعات انجام شده در دنیا مخازن مختلف بسیاری از سدها سالانه یک درصد از حجم خود را از دست می‌دهند، در بعضی دیگر از مخازن کاهش ظرفیت سالانه دو درصد حجم کل مخزن و یا بیشتر می‌باشد. با توجه به اهمیت سد گتوند علیا و نظر به اینکه مخزن سد در آستانه مرحله آبگیری می‌باشد، انجام مطالعات دقیق علمی جهت برآورد میزان رسوبات ورودی به مخزن سد ضروری بوده و در مدیریت زمان بهره برداری بسیار مفید خواهد بود. استفاده از نرم افزار قوی CCHE2D که توانایی محاسبه آورد رسوب سالیانه را دارد، امکان انجام مطالعات کامل و دقیق را میسر می‌نماید (فرشادی، ۱۳۸۹).

مواد و روش‌ها

برای شبکه‌بندی این گونه مسائل ۲ نوع شبکه وجود دارد: شبکه‌های ساخت‌یافته و شبکه‌های ساخت‌نیافته. در شبکه‌های ساخت‌یافته تمام گره‌های شبکه با دو اندیس (در شبکه‌های ۲ بعدی) و یا سه اندیس (در شبکه‌های ۳ بعدی) شناخته می‌شوند؛ و دستیابی به آنها آسان است ولی در شبکه ساخت نیافته این ویژگی وجود ندارد و نیاز به جداول اتصال برای شناسائی ارتباط بین گروه‌های شبکه است. اصولاً در شبکه‌های ساخت‌یافته از دو روش تفاضل محدود و حجم محدود استفاده می‌شود ولی در شبکه‌های ساخت نیافته تنها از روش المان محدود استفاده می‌شود. نرم افزار تشکیل شبکه CCHE2D بر پایه شبکه‌های ساخت‌یافته توسعه یافته است (کمان بدست، ۱۳۹۰). گروه نرم افزاری CCHE2D در شبیه‌سازی عددی دو بعدی جریان رودخانه‌ها و انتقال رسوب کاربرد دارد. گروه نرم‌افزاری CCHE2D شامل دو قسمت است: الف) نرم‌افزار تشکیل شبکه

CCHE2D ب) نرم‌افزار تحلیل CCHE2D. نرم‌افزار تشکیل شبکه CCHE2D برای محاسبه مسائل جریان‌های ناپایدار بسیار قوی عمل می‌کند. این نرم‌افزار برای حل مسائل مربوط به حوزه‌های آبی ساده و پیچیده از معادلات دیفرانسیلی با مشتقات جزئی (P.D.E) همراه با روش المان محدود استفاده می‌کند. درستی و دقت حل معادلات دیفرانسیلی جزئی بستگی به کیفیت شبکه دارد. برای شبکه‌بندی اینگونه مسائل ۲ نوع شبکه وجود دارد: شبکه‌های ساخت‌یافته و شبکه‌های ساخت‌نیافته. در شبکه‌های ساخت‌یافته تمام گره‌های شبکه با دو اندیس (در شبکه‌های ۲ بعدی) و یا سه اندیس (در شبکه‌های ۳ بعدی) شناخته می‌شوند و دستیابی به آنها آسان است ولی در شبکه ساخت نیافته این ویژگی وجود ندارد و نیاز به جداول اتصال برای شناسائی ارتباط بین گروه‌های شبکه است. اصولاً در شبکه‌های ساخت‌یافته از دو روش تفاضل محدود و حجم محدود استفاده می‌شود ولی در شبکه‌های ساخت‌نیافته تنها از روش المان محدود استفاده می‌شود. نرم افزار تشکیل شبکه CCHE2D برپایه شبکه‌های ساخت یافته توسعه یافته است. مدل‌سازی عددی بر اساس حل معادلات ناویر- استوکس برای شرایط اولیه توسعه یافته است. برای انجام مدل‌سازی عددی لازم است که ابتدا شرایط اولیه و شرایط مرزی تعیین شوند. طرح سد و نیروگاه گتوند علیا یکی از طرح‌های بزرگ عمرانی کشور می‌باشد. ساختگاه سد در میان طول‌های جغرافیایی ´۴۸°۴۹تا ´۴۸°۵۷ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ´۳۲°۱۲ تا ´۳۲°۱۷ شمالی که بر روی رودخانه کارون در کیلومتر ۳۸۲/۸ از مصب رودخانه و در ۲۵ کیلومتری شمال شهرستان شوشتر در حال احداث می باشد. سدگتوند علیا پائین‌دست‌ترین سد مخزنی از مصب رودخانه می‌باشد. این سد از نظر حجم مخزن بزرگترین سدی است که بر روی رودخانه کارون ساخته می‌شود و در پایین‌دست آن سد مخزنی دیگری احداث نخواهد شد. طرح مطالعاتی در این تحقیق شامل بازه‌ای از رودخانه کارون در بالادست سد مخزنی گتوند علیا بوده که طول آن حدودا" ۵ کیلومتر می‌باشد؛ که با توجه به تعداد مقاطع موجود و اهمیت بالای قسمت منتهی رودخانه کارون به مخزن سد این محدوده انتخاب شده است. در این مطالعات به منظور محاسبه پروفیل جریان، یک مقطع در حدود ۵ کیلومتری بالادست سد بعنوان نقطه شروع و مقطع پشت دیواره مخزن سد بعنوان نقطه آخر انتخاب گردید. مشخصات هندسی که برای تحلیل هر رودخانه مورد نیاز است، شامل مقاطع عرضی در امتداد جریان است. این اطلاعات از نقشه‌برداری صحرائی بدست می‌آید. هر چه تعداد مقاطع عرضی استفاده شده در مدل به ازاء یک محدوده خاص، بیشتر باشد و فاصله مقاطع از هم کمتر، نتایج بدست آمده از دقت بیشتری برخوردار خواهد بود. مقادیر ضریب زبری مانینگ (n) در این تحقیق در محدوده مورد مطالعه، جهت بستر اصلی و کناره‌ها با توجه به بازدیدهای صحرائی از رودخانه و مشاهده تصاویر و استفاده از جداول راهنمای چاوو (chow) و نیز بهره‌گیری از مطالعات انجام شده و همچنین مشاوره با مهندسان با تجربه تعیین و این ضریب در نهایت با توجه به توضیحات بالا برابر ۰/۰۴ انتخاب شد (شفاعی بجستان، ۱۳۸۸؛ شرکت خدمات مهندسی مشانیر، ۱۳۷۵). سپس در این تحقیق جهت انجام محاسبات هیدرولیکی و شبیه‌سازی جریان در سیستم رودخانه در مرحله نخست، اقدام به شبیه‌سازی دبی‌های مختلف ثبت شده در ایستگاه‌های آبسنجی منطقه در سال ۸۶، ۸۷ و ۸۸ و سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های ۲۰ الی

۱۰۰۰۰ ساله در محدوده مطالعه بر روی کارون شد. با توجه به آمار ایستگاه‌های آبسنجی منطقه در سالهای ۸۷،۸۶ و ۸۸، میزان حداقل دبی رودخانه کارون در محل سد گتوند علیا در حدود ۹۵ مترمکعب بر ثانیه و حداکثر آن برابر با ۴۳۰ مترمکعب بر ثانیه ثبت شده است؛ که بعنوان دبی حداقل و دبی حداکثر در این تحقیق در شرایط بدون سیلاب در نظر گرفته شد؛ و این دبی‌ها در مدل اعمال گردیده‌اند. همچنین برای بالا بردن حساسیت مربوط به بار رسوب ورودی به مخزن سد گتوند علیا، پیک سیلاب‌های ۲۰ ساله و ۵۰ ساله که به ترتیب برابر با ۵۲۰۰ مترمکعب بر ثانیه و ۶۴۰۰ مترمکعب بر ثانیه می‌باشد نیز به مدل اعمال گردید و نتایج مربوط به آن مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز جهت شبیه‌سازی رسوب در این تحقیق شامل مشخصات جریان، دانه‌بندی مواد بستر و نوع معادله انتقال رسوب و مشخصات ذرات رسوبی می‌باشد. اطلاعات مربوط به دانه‌بندی مواد بستر بدست آمده توسط ایستگاه آبسنجی گتوند مطابق نمودار مندرج در شکل ۱ به مدل داده شد. وارد کردن پارامترهای رسوب به این شرح می باشند: الف) کلاس اندازه رسوب جریان، ب) انتقال رسوب، ج) رسوب، د) زبری بستر.



شکل۱ : دانه‌بندی ذرات رسوب ورودی به مدل

نرم‌افزار CCHE2D قابلیت شبیه‌سازی انتقال رسوب در شرایط عدم تعادل برای هر دو مورد (بار بستر و بار کف) را دارا می‌باشد. این نرم‌افزار از معادله انتقال- انتشار برای مدل‌سازی در حالت بار معلق و از معادله پیوستگی برای مدل‌سازی در حالت بار بستر استفاده می‌کند. نرم‌افزار CCHE2D دارای ۴ فرمول (یا مدل) تجربی برای مدل‌سازی انتقال رسوب است که شامل: فرمول VAN RIJN, S (۱۹۸۴)، فرمول WU ET AL, S (۲۰۰۰)، مدل SEDTRA (GABRECHT ET AL۱۹۹۵) و فرمول اصلاح شده ACKERS AND WHITE,S (PROFFIT AND SUTHERLAND,۱۹۸۳) می‌باشد.

برای وارد کردن اطلاعات و شرایط مربوط به محدوده رودخانه نیاز به ساخت یک طرح شماتیک از آن خواهد بود. داده‌های هندسی ابتدا با ترسیم طرح شماتیک سیستم رودخانه در پنجره داده‌های هندسی (Geometric Data) ایجاد می‌شوند. طرح شماتیک سیستم رودخانه، نموداری از نحوه اتصال اجزای سیستم آبراهه به یکدیگر می‌باشد. طرح شماتیک سیستم رودخانه کارون در محدوده تحقیق با ترسیم یک بازه (شاخه) از بالادست به سمت پائین‌دست (در جهت مثبت جریان) ترسیم شده و شبکه‌بندی مربوط به آن تهیه شده است. در ضمن وارد کردن مقاطع عرضی رودخانه به مدل، بر مبنای مختصات خط بازه

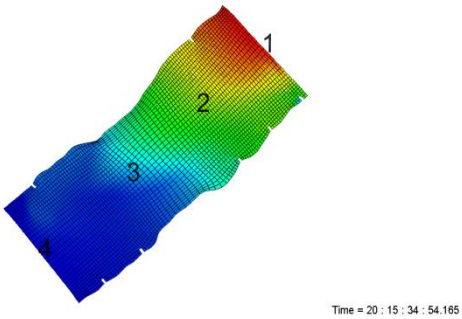
رودخانه و فاصله کانال اصلی بین مقاطع عرضی مقیاس‌بندی می شوند. هر مقطع عرضی بصورت یک خط مستقیم عمود بر خط طرح شماتیک بازه رودخانه ترسیم می‌گردد که تمامی این موارد در هنگام تشکیل شبکه رعایت شده است. بطور کلی مراحل شبیه‌سازی جریان در مدل CCHE2D به شرح ذیل می‌باشد:

۱- تشکیل شبکه ۲- تعیین شرایط اولیه و شرایط مرزی ۳-تنظیم پارامترهای مدل
۴--وارد کردن پارامترهای جریان ۵-وارد کردن پارامترهای مربوط به رسوب ۶-تعیین شرایط مرزی رسوب
۷-تعیین نمونه رسوب بستر ۸-اجرای شبیه‌سازی ۹- مشاهده و تفسیر نتایج شبیه‌سازی

برای انجام مدل‌سازی لازم است که مدل با استفاده از یک سری داده واسنجی کالیبره شود. برای انجام این کار نیاز به اطلاعات زبری بستر حوضه از قبیل: مشخصات رسوب، شکل بستر، مشخصات هندسی کانال، پوشش گیاهی و... است. معمولاً دانستن اطلاعات زبری تمام بستر حوضه بسیار مشکل است؛ به همین علت چند نقطه را به نمایندگی از کل حوضه انتخاب نموده و اطلاعات زبری بستر آنها برداشت می‌شود. شبکه‌بندی حوضه به منظور مشخص کردن شکل حوضه، اندازه‌گیری عمق آب و تعیین مقاطع ورودی و خروجی حوضه است.

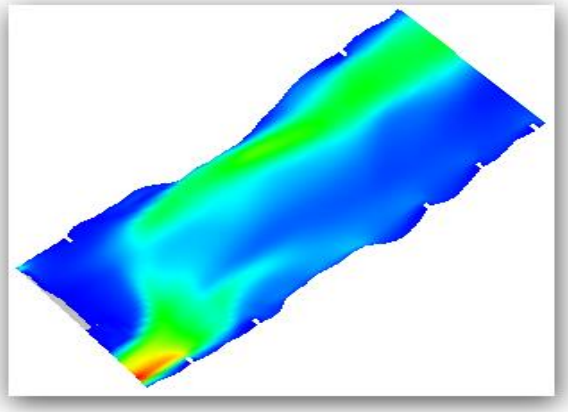
نتایج و بحث

نتایج خروجی این نرم‌افزار یک سری اطلاعات، عکس‌ها، گراف‌ها و نمودارها می‌باشد. برای نتایج خروجی، اطلاعات مدل مطابق شکل(۲)، گره‌هایی در فاصله ۰، ۱۵۰۰، ۳۵۰۰ و ۵۰۰۰ متری انتخاب شد؛ که برای این چهار مقطع، ساحل سمت چپ و راست و وسط مقطع عرضی که در مجموع ۱۲ گره می‌شود؛ انتخاب شد. همچنین مقایسه این گره‌ها در ۵ فرم ۱، ۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۰۰ انجام شد. از مهمترین عوامل در رسوب‌گذاری مخزن، مشخصات ژئومتری مخزن، شامل طول، شیب، میزان بازشدگی و تنگ‌شدگی‌ها می‌باشد. در چند سال اول به دلیل شیب نسبتاً زیاد بستر در ابتدای دریاچه بیشترین مقدار رسوب‌گذاری را در قسمت‌های میانی مخزن خواهیم داشت اما باگذشت زمان و تجمع رسوب در قسمت‌های میانی به دلیل کاهش شیب بستر در این قسمت و همچنین تجمع رسوبات درشت دانه شاهد رسوب‌گذاری در ابتدای مخزن با سرعت بیشتری خواهیم بود. حجم رسوبات ورودی وابسته به میزان دبی می‌باشد، بنابراین احتمال وقوع جریان غلیظ با افزایش دبی، بیشتر خواهد بود. خصوصیات هیدرولیکی مقاطع، بخصوص در قسمت‌های ورودی مخزن، همانند عمق آب و شیب بستر از عوامل موثر در محل تشکیل جریانات غلیظ می‌باشند. از جمله عوامل مهم دیگر، درصد ذرات رس و تشکیل رسوبات معلق ورودی می‌باشد که نرم افزار CCHE2D تمامی حجم مربوط به اندازه و نوع ذره را بصورت جداگانه محاسبه کرده است. همچنین لازم به ذکر است افزایش مقدار رس در بار معلق احتمال وقوع جریانات غلیظ را بالا خواهد برد. با داشتن اطلاعات داده شده و نتایج خروجی مدل در شرایط تحلیل جریان ماندگار، مدل رسوب اجراء می‌گردد. قابل ذکر است به دلیل زیاد بودن گره‌ها که به مقدار ۶۳۳۲ گره در پروفیل مقطع می‌باشد، مقادیری از نتایج بدست آمده به طور نمونه در این جداول و نمودارها ارائه شده است.

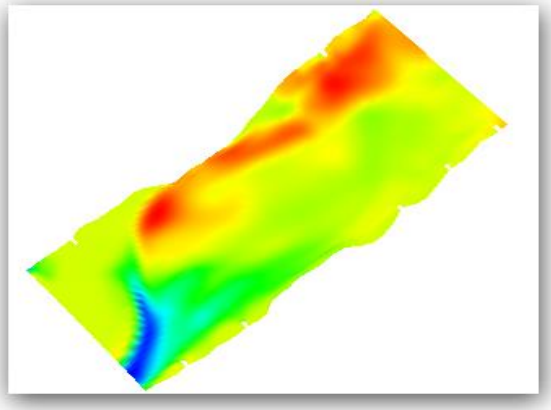


شکل۲: چهار مقطع انتخاب شده

در شکل شماره (۳) دامنه و شدت دبی رودخانه و نحوه توزیع سرعت و شکل شماره (۴) نحوه تغییرات بستر و نقاط بحرانی در فرسایش بستر را در مقطع انتخاب شده بعد از اجرای مدل نشان می‌دهد.

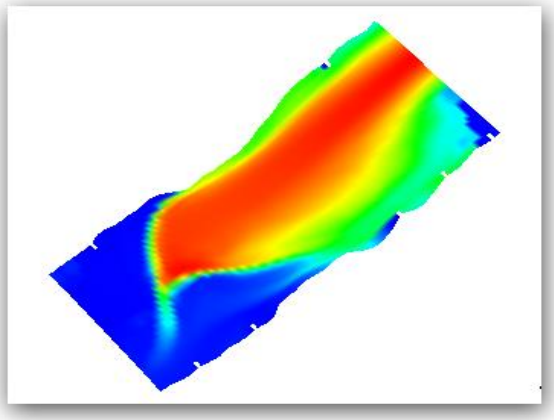


شکل ۳: شدت جریان رودخانه

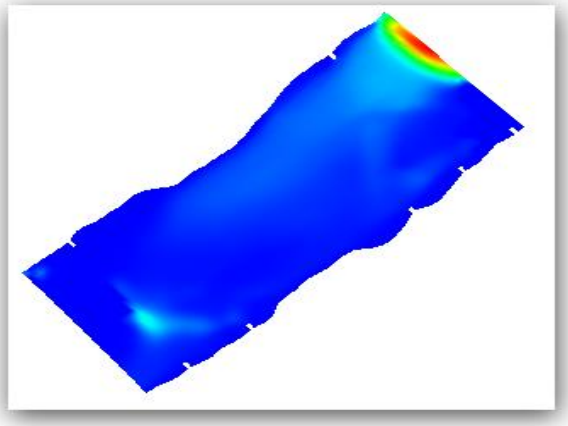


شکل ۴: توزیع سرعت جریان رودخانه

در شکل شماره (۵) غلظت و نحوه توزیع ذرات رسوبی حاصل از آورد بار رسوب معلق و در شکل شماره (۶) نحوه توزیع و غلظت ناشی از آورد بار رسوب بستر را در مقطع انتخاب شده بعد اجرای مدل نشان می‌دهد.



شکل۵: مقدار آورد رسوب حاصل از بار معلق



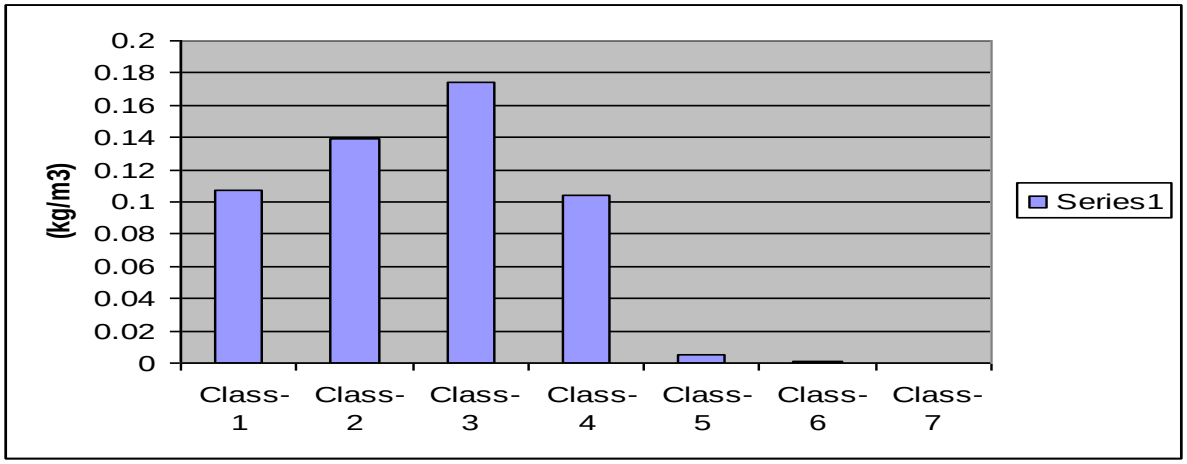
شکل۶: مقدار آورد رسوب حاصل از بار بستر

مقدار مواد رسوبی حاصل از بار معلق در مخزن سد رقمی برابر با ۷۵۴۷۲ کیلوگرم بر مترمکعب خواهد بود؛ که به تفکیک جنس و اندازه ذرات به صورت نمودار میله‌ای در شکل شماره (۷) نشان داده شده است. با توجه به نتایج این شکل بیشترین نوع

ذرات رسوبی حاصل از بار معلق در محدوده اندازه ۰/۰۶۲- ۰/۰۳۱میلی‌متر و از جنس سیلت درشت (CM) بوده که رقمی در حدود۴۲۶۵۱ کیلوگرم بر مترمکعب را به خود اختصاص می‌دهد. مقدار مواد رسوبی حاصل از بار بستر در مخزن سد رقمی برابر با ۱۳۹۶۳ کیلوگرم بر مترمکعب خواهد بود که به تفکیک جنس و اندازه ذرات به صورت نمودار میله‌ای در شکل شماره (۸) نشان داده شده است. با توجه به نتایج این شکل بیشترین نوع ذرات رسوبی حاصل از بار بستر در محدوده اندازه ۰/۱۲۵- ۰/۰۶۲۵ میلی متر و از جنس ماسه خیلی ریز (VFS) می‌باشد.

جدول ۱: نمونه ای از مقدار حمل مواد رسوبی حاصل از بار معلق در کلاس‌های مختلف(kg/m3)

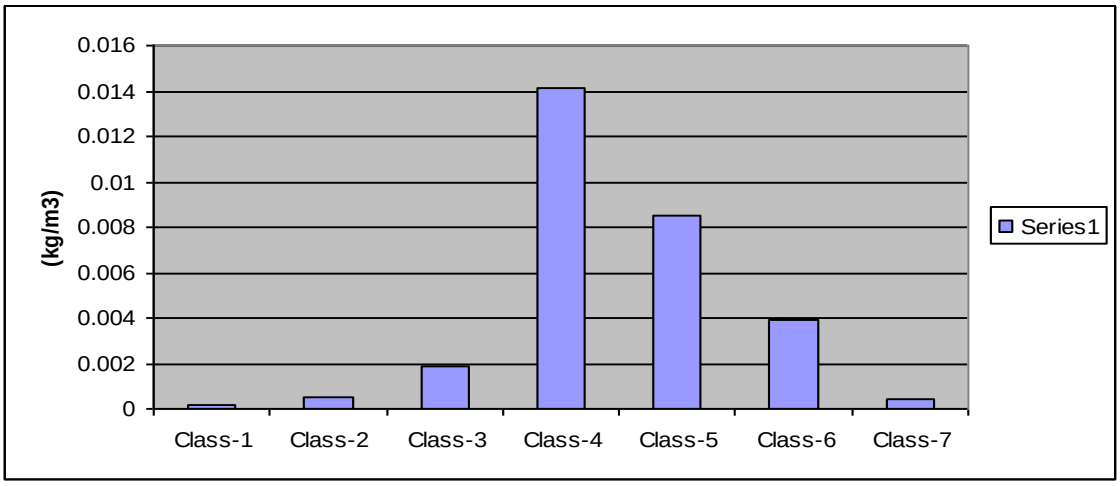
Class-1 FM	Class-2 MM	Class-3 CM	Class-4 VFS	Class-5 FS	Class-6 MS	Class-7 CS
۰/۱۰۷	۰/۱۳۹	۰/۱۷۴	۰/۱۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۸/۶۰E-۰۵
۰/۱۶۷	۰/۱۶۹	۰/۱۷۴	۰/۱۳۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۸/۶۰E-۰۵
۰/۱۲۰	۰/۱۲۵	۰/۱۴۹	۰/۱۲۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۷/۹۱E-۰۵
۰/۱۰۹	۰/۱۱۹	۰/۱۳۶	۰/۱۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۷/۵۴E-۰۵
۰/۰۶۲	۰/۰۶۲	۰/۰۹۵	۰/۰۵۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۵/۷۴E-۰۵
۰/۰۳۳	۰/۰۴۹	۰/۰۷۴	۰/۰۲۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۴/۸۴E-۰۵



شکل۷ : نمونه ای از نوع ذرات رسوبی حاصل از بارمعلق در مقطع منتهی به بدنه سد

جدول ۲: نمونه ای از مقدار حمل مواد رسوبی حاصل از بار بستر در کلاس‌های مختلف(kg/m3)

Class-1 FM	Class-2 MM	Class-3 CM	Class-4 VFS	Class-5 FS	Class-6 MS	Class-7 CS
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰



شکل۸ : نمونه‌ای از نوع ذرات رسوبی حاصل از باربستر در مقطع منتهی به بدنه سد

نتیجه‌گیری

قسمت اعظم بار رسوبی ورودی به مخزن سدگتوند علیا را ذرات سیلت درشت با اندازه ۰/۰۶۲- ۰/۰۳۱ میلی‌متر و ماسه بسیار ریز با محدوده اندازه ۰/۱۲۵- ۰/۰۶۲۵ میلی‌متر را تشکیل می‌دهد. مقدار مواد رسوبی حاصل از بار بستر در مخزن سد رقمی برابر با ۱۳۹۶۳ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد؛ که بیشترین نوع ذرات رسوبی در محدوده اندازه ۰/۱۲۵- ۰/۰۶۲۵ میلی‌متر و از جنس ماسه خیلی ریز خواهند بود. مقدار مواد رسوبی حاصل از بار معلق در مخزن سد رقمی برابر با ۷۵۴۷۲ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد که بیشترین نوع ذرات رسوبی حاصل از بار معلق در محدوده اندازه ۰/۰۶۲۵-۰/۰۳۱ میلی متر و از جنس سیلت درشت خواهند بود. کل بار رسوب ورودی به مخزن سد گتوند علیا برابر با ۸۹۴۳۵ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شده است که با توجه نوع بهره‌برداری از مخزن، وزن مخصوص ظاهری مواد ترسیب شده برای رس، لای و ماسه به ترتیب برابر با ۵۶۱، ۱۱۴۰ و۱۱۵۰کیلوگرم بر مترمکعب در نظر گرفته شود؛ در نتیجه به وزن مخصوص انباشته‌ها معادل با ۹۶۷ کیلوگرم بر مترمکعب و ضریب تله‌اندازی مخزن برابر با ۹۰ درصد خواهد بود، حجم کل انباشته‌ها در مخزن این سد پس از گذشت ۱۰۰ سال برابر با ۲۴۱ میلیون مترمکعب خواهد بود که ۷/۲۳ درصد حجم کل مخزن سد را تشکیل می‌دهد. در قسمت منتهی به

مخزن سد ما فقط پدیده رسوب‌گذاری (aggradation) و در ابتدای محدوده مدل یعنی در ۶ کیلومتر بالادست مخزن سد، پدیده کف‌کنی (degradation) را خواهیم داشت.

تشکر وقدردانی

از آقایان مهندس سعید حاجی‌علی‌گل و دکتر جواد احدیان به علت همکاری در مراحل مختلف انجام این مطالعه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

شرکت خدمات مهندسی مشانیر (۱۳۷۵)، مطالعات توجیهی رسوب گذاری در مخزن سد گتوند علیا .

شفاعی بجستان، م .(۱۳۸۸) اصول نظری و علمی هیدرولیک انتقال رسوب .دانشگاه شهید چمران اهواز.

فرشادی، م ، ر، (۱۳۸۹). بررسی و برآورد رسوب ورودی به مخزن سد گتوند علیا با استفاده از نرم افزار HEC-RAS، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و تحقیقات خوزستان.

کمان بدست، ا. ع. (۱۳۹۰) .آموزش نرم افزار CCHE2D، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.

نشریه شماره ۳۸۳ (۱۳۸۶). راهنمای مطالعات فرسایش و رسوب در ساماندهی رودخانه‌ها، انتشارات معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور.

Ackers, P., and White, W.R. (1973). Sediment Transport: New Approach and Analysis, Journal of ASCE, 84(1), pp: 1530-1-1530-36.

Brooks, N.H. (1963). Calculation of Suspended Load Discharge from Velocity Concentration Parameters, Proceedings of Federal Interagency Sedimentation Conference, U.S. Department of Agriculture, Miscellaneous Publication No. 970.

Einstein, H.A. (1942). formula for the Transportation of Bed Load, Transactions of the ASCE, vol. 107.

Engelund, F. and Hansen, E. (1972). A Monograph on Sediment Trasport in Alluvial Streams, Teknisk Forlag, Copenhagen.Geophysical Union, 28(4).

Kalinske, A. A. (1947). Movement of Sediment as Bed- Load in Rivers, Transaction of the American

Lane, B.W., and Kalinske, A.A. (1941). Engineering Calculations of Suspended Sediment, Transactions of the American Geophysica Union, 20(3), pp: 603-6607.

Laursen, E. M. (1958). The Total Sediment Load of streams, Journal of the Hydraulics Division. 84(1), PP:120-135.

Meyer Peter, E., and Muller, R. (1948). Formula for Bed- Load Transport, Proceedings of International Association for Hydraulic Research, 2 nd ,Meeting , Stockholm. The Hydraulics Division, ASCE, vol. 99.no. HY11, 10167, pp: 2041-2060.

Estimate particles and Investigation of Tank's Sediment in Olya Gotvand Dam by Using of CCHE2D software

Mohammad Reza Farshadi *[1], Saeed Haji Ali Gol[2], Javad Ahdian[3], Mohammadjavad Nasresfahani[4]

1) Master of Water Structures, Department of Water Science and Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2) Master of Water Structures, Department of Water Science and Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
3) Associate Professor, Department of Water Structures, Faculty of Water Engineering, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.
4) PhD of water sciences and engineering, Shahrab company, Ahvaz, Iran

*** Correspondence author:** mr_farshady@yahoo.com

Received Date: 2021. 03. 01 **Accepted Date: 2021. 08. 23**

Abstract

Sedimentation in the Tank's dam is complicated phenomenon and If we don't have any information about sediment transport and control method, It cause decrease duration of use dam and waste of huge popular wealth. Thesis goal is study on Estimate particles and Investigation and of tank`s sediment in olya Gotvand dam by using of CCHE2D software. To run this model use many base data like upstream river cross section specification, daily discharge statistics and air temperature, river discharge, varied reversion of flood water, river bed grain size and other need information's. After insert all need data and run this model, the load sediment import in olia Gotvand dam`s tank is equal 89435 million cube meter per year and according to this result, after 100 year the sedimentation in order to trap coefficient 90 %, the whole sediment logs are jammed in the dam`s tank is equal 241 million cube meter and consequently this sediment to be formed 7.23% total volume of this dam`s tank. Most of Sediment Transport is kind of large silt with size 0.031-0.0625 mm and very small sand with size 0.0625-0.125.

Keywords: Sedimentation in the Tank, Sediment Transport, Bed load, Suspended load.