نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۰، ص.۸۸۰-۸۷۴

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.4, Sep-Oct 2011, p. 874-880

بررسی میزان تأثیر جریان های غلیظ بر روند رسوبگذاری مخزن سد سفیدرود

یوسف رمضانی[۱*] – مهدی قمشی[۲]

تاریخ دریافت:۸۹/۹/۲۳
تاریخ پذیرش:۹۰/۳/۲۴

چکیده

جریان غلیظ از عوامل بسیار مهم بر نحوه توزیع رسوبات و همچنین انتقال و خروج آنها از مخزن سد می باشد. در این تحقیق، میزان تأثیر این جریان ها با استفاده از مدل TCM و در یک دوره ۳۰ ساله در سد سفیدرود مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفته است. مقایسه بین حالتی که جریان های غلیظ، خود را به بدنه سد رسانده و از سد خارج شوند و حالتی که تأثیر این جریان ها نادیده گرفته شود و تقریباً کلیه رسوبات ورودی به مخزن درون آن ته نشین شوند، انجام شده است. نتایج نشان می دهد در صورت خروج جریان های غلیظ از سد، بازده تله اندازی شاخه قزل اوزن حدود ۳۰ درصد نسبت به حالت دیگر کاهش می یابد. همچنین، برای شاخه شاهرود این کاهش حدود ۲۰ درصد می باشد. مقایسه بین این دو حالت نشان می دهد در صورت خروج جریان های غلیظ از سد، متوسط کاهش حجم سالیانه مخزن در شاخه قزل اوزن از ۱/۰۷ به ۰/۷۳ درصد و در شاخه شاهرود از ۰/۵۵ به ۰/۴۳ درصد کاهش می یابد.

واژه های کلیدی: رسوبگذاری مخازن، جریان های غلیظ، بازده تله اندازی، سد سفیدرود، مدل TCM

مقدمه

سد سازی از جمله پروژه های بسیار پرهزینه می باشد که مسأله رسوبگذاری در مخزن سد مهمترین عامل محدودکننده عمر مفید آن است. یکی از عوامل بسیار مهم در رسوبگذاری مخازن و نحوه توزیع رسوبات، پدیده جریان های غلیظ می باشد. اصولاً زمانی که سیالی با جرم مخصوص بیشتر به درون یک سیال دیگر با جرم مخصوص کمتر جریان یابد، پدیده جریان غلیظ اتفاق می افتد. اختلاف در جرم مخصوص دو سیال به دلیل اختلاف در درجه حرارت، غلظت مواد محلول و یا اختلاف در غلظت مواد معلق می باشد (۹). از آنجایی که این جریان ها در ابتدای مخزن سد تشکیل شده و قادر به پیمودن طول مخزن تا مجاورت سد می باشند، هدایت به موقع آنها از تخلیه کننده های تحتانی سد می تواند مقدار رسوبگذاری در مخزن بویژه در قسمت های عمیق آن را کاهش دهد.

با توجه به اهمیت موضوع، مطالعات گسترده ای در زمینه جریان های غلیظ صورت گرفته است. محمد نژاد و شمسایی (۳) یک مدل عددی دو بعدی حجم محدود برای جریان های غلیظ غیردائمی در مخازن سدها توسعه داده و نقش این جریان ها در رسوب گذاری دریاچه پشت سدها بررسی نمودند. نتایج نشان داد که عمق جریان غلیظ پس از ورود به مخزن افزایش یافته و سرعت آن کم می گردد و کاهش سرعت باعث ته نشینی رسوبات در طول مسیر جریان غلیظ در داخل مخزن می شود. بصیرزاده و صمدی بروجنی (۱) به امکان سنجی هدایت جریان های غلیظ مخزن سد دز به سمت مجاری سرریز با استفاده از شافت قائم مستغرق پرداخته و پیش بینی کردند با این روش راندمان تله اندازی مخزن به حدود ۶۴ درصد برسد.

اوهی و شلیس (۱۰) به بررسی کنترل جریان غلیظ توسط موانع نفوذپذیر و نفوذناپذیر در مخازن سدها بوسیله شبیه سازی عددی و مشاهدات آزمایشگاهی پرداختند. نتایج نشان داد طراحی مناسب موانع می تواند جریان غلیظ را به میزان زیادی تحت تأثیر قرار دهد. برخی توصیه های طراحی نیز در این تحقیق پیشنهاد شده است. وانگ و هو (۱۲) به بررسی راهکارهای مختلف برای مدیریت رسوب مخازن در کشور چین پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که فلاشینگ آزاد باعث تنش های اکولوژیکی بالایی به اکوسیستم پایین دست مخزن سد می شود. آنها ذخیره آب صاف و رهاسازی جریان غلیظ را به عنوان بهترین راهکار برای کنترل رسوب در مخازن پیشنهاد نمودند. این روش دارای مزیت استفاده از انرژی برق‌آبی بوده و ثبات اکولوژیکی را مورد توجه قرار می دهد. سکوییرس و همکاران (۱۱) به بررسی مدیریت رسوب با استفاده از جت و جریان غلیظ پرداختند و این مطالعه را در مخزن سدی در شیکاگو انجام دادند. آنها در این

۱و۲- دانشجوی دکتری و استاد گروه سازه های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: Email: ramezani.y@gmail.com)

مطالعه به تعیین امکان سنجی فرسایش پذیری رسوبات ریزدانه بستر بوسیله جت و انتقال آن بوسیله جریان غلیظ پرداختند. یک مدل عددی واسنجی شده برای مطالعه ظرفیت انتقال جریان در شرایط صحرایی به کار گرفته شد. نتایج نشان داد مقادیر زیادی از رسوب در نزدیکی ناحیه تخلیه جت می تواند فرسایش یافته و قسمتی از رسوب فرسایش یافته می تواند توسط جریان غلیظ به پایین دست انتقال یابد. ظرفیت انتقال جریان کاملاً وابسته به شرایط اولیه جت تخلیه شده دارد.

مطالعات فرسایش و رسوب انجام شده در مورد حوضه آبریز سد سفیدرود بیانگر ظرفیت بالای رسوبزائی این حوضه می‌باشد. با توجه به اهمیت سد، انجام این مطالعات و بررسی میزان تأثیر جریان های غلیظ بر روند رسوبگذاری مخزن این سد امری ضروری به نظر می رسد. در این تحقیق، میزان تأثیر این جریان ها با استفاده از مدل TCM و در یک دوره ۳۰ ساله در سد سفیدرود مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش ها

معرفی مدل TCM

مدل رایانه‌ای TCM نسخه توسعه یافته DEPO می‌باشد که توسط قمشی (۸) تهیه گردیده است. این مدل توانایی پیش بینی بلند مدت رسوب گذاری در مخازن سدها همراه با در نظر گرفتن وقوع پدیده جریان غلیظ، بصورت یک بعدی را داشته و همچنین قادر به تحلیل حرکت جریان آب و رسوب در مجاری روباز می‌باشد. از دیگر خصوصیات این مدل توزیع رسوبات در هر مقطع به صورت شبه دو بعدی و متناسب با عمق جریان می‌باشد. لحاظ اثرات رسوبات چسبنده و همچنین پدیده زرهی شدن بستر[1] در روند فرسایش و رسوبگذاری از دیگر مزایای این مدل می باشد.

با قبول اختلاف در شدت تغییر ترازهای آب و بستر، مدل در ابتدا معادلات مربوط به جریان آب در مخزن را حل نموده و پس از محاسبه مشخصات هیدرولیکی جریان، فرآیند رسوبگذاری در مخزن را با در نظر گرفتن یک حجم کنترل برای هر مقطع و حل مکرر معادلات انتقال رسوب و جریان غلیظ، شبیه سازی می نماید. جریان درون مخزن بصورت ماندگار، غیریکنواخت و یک بعدی در نظر گرفته شده است. شرط لازم جهت بررسی جریان های غلیظ و روندیابی آن توسط مدل، غوطه وری جریان ورودی و تشکیل نقطه غوطه وری[2] در بالادست مخزن می‌باشد. بنابراین مدل با استفاده از روابط آکیاما و استفان (۵)، عمق غوطه وری جریان را برای دبی های مختلف ورودی و کلیه مقاطع از بالا دست به پائین دست کنترل می نماید.

در صورت تشخیص محل تشکیل جریان غلیظ، مراحل روندیابی آن شامل محاسبه عمق، سرعت و دبی حجمی آن برای کلیه مقاطع بین محل تشکیل تا دیواره سد انجام می شود. روش بکار رفته در مدل، دستگاه معادلات سه گانه ارائه شده توسط فوکوشیما و همکاران (۶) می‌باشد که توسط گارسیا (۷) تکمیل و ارائه گردیده است.

مدل، معادلات دیفرانسیل جزئی جریان غلیظ را به روش تفاضل محدود رانگ-کوتا مرتبه چهارم[3] حل نموده و برای محاسبه نیمرخ‌های سطح آب از روش گام به گام استاندارد استفاده می نماید.

نحوه توزیع رسوبات در هر مقطع به روش توزیع نسبی می باشد. در این روش، تغییرات بستر همه نقاط سطح مقطع که زیر سطح آب قرار می‌گیرند را در بر می‌گیرد و مقدار تغییر در هر نقطه به ارتفاع آب روی آن یا عمق جریان بستگی خواهد داشت. معادله‌ای که بدین منظور در مدل مورد استفاده قرار گرفته، بصورت زیر می‌باشد:

$$\Delta h_1 = \Delta h_{tw}.[\frac{y_1}{y_{tw}}]^{(1+m)}$$

که در این رابطه، Δh_1 میزان تغییرات در هر نقطه از سطح مقطع، Δh_{tw} میزان تغییرات در خط القعر مقطع جریان، y_1 ارتفاع آب روی نقطه مورد نظر، y_{tw} عمق آب ورودی نقطه خط القعر و m توان منحنی توزیع رسوب می‌باشد که نحوه توزیع رسوبات را در بعد عرضی (دیواره ها و خط القعر) نشان می دهد و می توان مقداری بین صفر تا یک برای آن در نظر گرفت. مقدار m=۰ وزن بیشتری به توزیع رسوبات در دیواره ها می دهد در حالی که m=۱ وزن بیشتری به توزیع رسوبات در خط القعر می دهد.

مدل TCM در مورد شبیه سازی جریان غلیظ در سد هایی نظیر کرخه و مارون بکار رفته است. عنبری زاده (۲) در مطالعه سد کرخه به این نتیجه رسید که خارج کردن تمامی جریان های غلیظ از مخزن به طور تقریبی ۱۰ درصد راندمان تله اندازی سد را کاهش می دهد. هادی زاده (۴) نشان داد خروج جریان های غلیظ راندمان تله اندازی مخزن سد مارون را حدود ۵۰ درصد کاهش خواهد داد.

جمع آوری و آماده سازی اطلاعات مورد نیاز

سد مخزنی سفیدرود از نوع بتنی وزنی پایه دار به ارتفاع ۱۰۶ متر و طول تاج آن ۴۲۵ متر می باشد و در محل تلاقی دو رودخانه قزل‌اوزن و شاهرود قرار گرفته است. این سد، تنها سد مخزنی استان گیلان بوده و نقش بسیار مهمی در تأمین آب و کنترل سیلاب‌های مخرب منطقه ایفا می‌کند. در این تحقیق از اطلاعات و آمار ایستگاه گیلوان (در شاخه قزل اوزن و ۲۵ کیلومتری از سد) و ایستگاه لوشان

1- Bed armoring

2- Plunge point

3- Fourth-order Runge-Kutta method

(در شاخه شاهرود و ۱۳ کیلومتری از سد) استفاده شده است. با توجه به نقصان اطلاعات در برخی موارد، نمونه برداری و اندازه گیری های صحرایی به عمل آمد. اطلاعات مورد نیاز مدل به شرح زیر تقسیم می گردند:

اطلاعات هندسی: برای تهیه مقاطع عرضی سد سفیدرود از دو نقشه هیدروگرافی سال ۸۳ و ۸۵ استفاده شد. مقاطع عرضی سد سفیدرود با استفاده از نرم افزار Arc GIS، در دو شاخه اصلی سد سفیدرود یعنی قزل اوزن و شاهرود استخراج و به مدل معرفی شد. تعداد ۶۱ مقطع از شاخه قزل اوزن و تعداد ۲۷ مقطع از شاخه شاهرود تهیه گردید. مقاطع به فاصله ۳۵۰ متر از یکدیگر می باشند. ضرایب تنگ شدگی و باز شدگی ۰/۱ و ۰/۳ برای مقاطع معمولی و ۰/۶ برای بازشدگی های ناگهانی در نظر گرفته شد.

اطلاعات هیدرولوژیکی: به منظور بررسی دقیق روند رسوبگذاری در مخزن سد ها نیاز به آمار دبی روزانه، حتی المقدور در طول عمر مفید سد می‌باشد. در این تحقیق، بر طبق مطالعات انجام گرفته، به دلایل زیر از آمار سال های ۱۳۸۵-۱۳۷۳ استفاده گردید:

- احداث سد در برخی از سرشاخه های اصلی رودخانه های منتهی به مخزن سد
- کاهش دبی و رسوبات ورودی از حوضه به مخزن نسبت به دوره آماری قبل از آن

برای تکمیل داده ها برای دوره زمانی مورد مطالعه، از تکرار داده ها استفاده شد. معرفی رقوم سطح آب مخزن بعنوان مرز پائین دست بر اساس منحنی بهره برداری مخزن، دمای آب و همچنین رقوم تخلیه کننده های تحتانی سد به عنوان مرز پایین دست جریان غلیظ از دیگر اطلاعات مورد استفاده در مدل می باشد.

اطلاعات رسوب: رابطه دبی آب – دبی بار معلق رودخانه قزل اوزن (ایستگاه گیلوان) و رودخانه شاهرود (ایستگاه لوشان) با استفاده از نرم افزار spss محاسبه گردید. نرم افزار spss قادر به محاسبه همبستگی توانی داده ها بصورت غیر خطی می باشد. این روابط برای ایستگاه گیلوان $Q_S=19\ Q_W^{1.54}$ و برای ایستگاه لوشان $Q_S=3.08\ Q_W^{1.979}$ بدست آمد. در این روابط، Q_W دبی جریان بر حسب متر مکعب در ثانیه و Q_S دبی رسوب بر حسب تن در روز می باشد. نسبت بار بستر به بار معلق در ایستگاه ها معادل ۲۰ درصد در نظر گرفته شد. پس از اعمال این ضریب و اضافه نمودن آن به دبی بار معلق، رابطه دبی آب – دبی رسوب بدست آمد. پس از نمونه برداری از ایستگاهای گیلوان و لوشان، دانه بندی بار معلق با استفاده از دستگاه تفکیک لیزری انجام شد. اصول کار این دستگاه بر اساس سنجش میزان پخشیدگی اشعه های لیزر در برخورد با ذرات رسوب معلق درون آب می‌باشد. بار بستر در هیچکدام از ایستگاه های گیلوان و لوشان برداشت نمی شود. به همین منظور برای دانه بندی بار بستر، از دانه بندی رسوبات ریز دانه مواد بستر ایستگاه ها استفاده گردید. پس از نمونه برداری از ایستگاه ها، دانه بندی مواد بستر بوسیله الک در آزمایشگاه مکانیک خاک انجام شد. برای دانه بندی مواد بستر درون مخزن نیز از نتایج موجود (۳ مقطع در شاخه قزل اوزن و ۱ مقطع در شاخه شاهرود) استفاده گردید.

واسنجی مدل

واسنجی مدل بر اساس تغییرات ضریب مانینگ و معادلات انتقال رسوب و توان منحنی توزیع رسوب (m) با استفاده از دو مقطع اندازه گیری شده در سال های ۸۳ و ۸۵ صورت پذیرفت. برای شاخه قزل اوزن ضریب مانینگ ۰/۰۲۳، معادله انتقال رسوب یانگ و مقدار m=۰/۷ برای توان منحنی توزیع رسوب بدست آمد. برای شاخه شاهرود نیز ضریب مانینگ ۰/۰۲۹، معادله انتقال رسوب یانگ و مقدار m=۰/۴ برای توان منحنی توزیع رسوب بدست آمد. مقادیر ضرایب مانینگ واسنجی شده بر اساس سعی و خطای ضریب مانینگ و بدست آوردن ارتفاع آب در مدل و مقایسه آن با ارتفاع آب مشاهداتی در ایستگاه های گیلوان و لوشان با استفاده از روابط دبی- اشل صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

به منظور بررسی میزان تأثیر جریان های غلیظ بر حجم رسوبگذاری و نحوه توزیع آنها در مخزن سد سفیدرود، مدل برای دوره های مختلف بهره برداری از ۱۰ الی ۳۰ سال و در دو گزینه بدون لحاظ جریان های غلیظ و با در نظر گرفتن آن، به اجرا درآمد. در گزینه بدون لحاظ جریان غلیظ، مدل بر اساس معادلات انتقال رسوب، میزان رسوبگذاری و فرسایش را در هر حجم کنترل محاسبه می نماید. در گزینه دوم، در صورت برقراری شرط تشکیل جریان غلیظ، فرسایش و رسوبگذاری بر اساس معادلات آن شبیه سازی شده و مدل اجازه می دهد کلیه جریان های غلیظ رسیده به دیواره سد، از محل خروجی ها خارج گردد. میزان تأثیر وقوع جریان های غلیظ در سد سفیدرود بطور خلاصه در نتایج زیر نشان داده شده است.

امکان تشکیل جریان های غلیظ

هر چه احتمال تشکیل این جریان ها بیشتر باشد، بدلیل قابلیت انتقال رسوبات بطرف بدنه سد، میزان تأثیرگذاری آنها بیشتر خواهد بود. بدلیل وجود مجموعه شرایط مساعد تشکیل جریان های غلیظ در مخزن سد سفیدرود، احتمال وقوع آنها را حتی برای دبی های کم، افزایش داده است. غلظت مواد معلق و درصد رس رسوبات ورودی، هندسه مخزن و رقوم سطح آب مخزن از جمله عوامل مهم در تشکیل جریان های غلیظ می باشند.

حجم رسوبات ورودی و خروجی

متوسط آورد سالیانه رسوبات شاخه قزل اوزن ۱۰ میلیون متر مکعب و برای شاخه شاهرود ۱/۸ میلیون متر مکعب می باشد. بیشترین حجم رسوبات ورودی از شاخه قزل اوزن متعلق به ذرات رس و در مراتب بعدی به ترتیب مربوط به ذرات سیلت و ماسه می‌باشد ولی بیشترین حجم رسوبات ورودی از شاخه شاهرود متعلق به ذرات سیلت و در مراتب بعدی به ترتیب مربوط به ذرات رس و ماسه می‌باشد. در جداول ۱ و ۲ حجم رسوبات ورودی و خروجی به تفکیک نوع ذرات در شاخه قزل اوزن و شاهرود نشان داده شده است.

بازده تله اندازی

بازده تله اندازی سد سفیدرود در حالتی که جریان غلیظ در نظر گرفته نمی شود برای تمامی ذرات رسوبی زیاد می باشد. این میزان برای شاخه قزل اوزن ۱۰۰- ۹۸ درصد بوده و برای شاخه شاهرود ۱۰۰- ۹۶ درصد می باشد.

تشکیل جریان های غلیظ در مخزن، تأثیر قابل توجهی در انتقال و خروج رسوبات ریز دانه داشته که در این حالت رسوبات ته نشین شده، شامل ترکیبات درشت دانه تری نسبت به گزینه بدون لحاظ جریان غلیظ می باشد. علاوه بر آن، خروج جریان های غلیظ باعث پیشروی بیشتر ذرات درشت دانه همانند ذرات ماسه به سمت سد خواهد شد. متوسط اختلاف بازده تله اندازی (با لحاظ جریان غلیظ و بدون آن) در شاخه قزل اوزن در دوره مورد مطالعه حدود ۳۰ درصد و برای شاخه شاهرود حدود ۲۰ درصد می باشد. بیشترین کاهش بازده تله اندازی در شاخه قزل اوزن مربوط به ذرات رس با ۴۳ درصد و سپس ذرات سیلت با ۲۹ درصد و در شاخه شاهرود مربوط به ذرات رس با ۲۹ درصد و سپس ذرات سیلت با ۲۳ درصد در دوره مورد مطالعه می باشد. بازده تله اندازی ذرات شن و ماسه در تمامی حالات و شرایط ۱۰۰ درصد برآورد گردید و تغییری مشاهده نشد. در هر دو شرایط، راندمان تله اندازی با افزایش مدت بهره برداری از مخزن، تغییر محسوسی نیافته که یکی از دلایل این امر نوسانات زیاد سطح آب در مخزن در ماه های مختلف سال می باشد. در جداول ۳ و ۴ راندمان تله اندازی شاخه قزل اوزن و شاهرود به تفکیک نوع ذرات برای دو گزینه در دوره های مختلف نشان داده شده است.

تغییرات حجم مخزن نسبت به زمان

با استفاده از مقادیر منحنی‌های سطح – حجم – ارتفاع حاصل از اجرای مدل در دوره‌های مختلف در دو گزینه با لحاظ جریان غلیظ و بدون آن، مقادیر حجم کل پس از دوره‌های مختلف رسوبگذاری استخراج گردید. حجم اولیه مخزن در شاخه قزل اوزن و شاهرود در ابتدای این دوره مطالعاتی به ترتیب ۸۲۴ و ۳۰۰ میلیون متر مکعب می باشد.

جدول ۱- حجم رسوبات ورودی و خروجی به تفکیک نوع ذرات در شاخه قزل اوزن

رسوبات خروجی (MCM) بدون جریان غلیظ				رسوبات خروجی (MCM) با جریان غلیظ				رسوبات ورودی (MCM)			
کل	رس	سیلت	شن و ماسه	کل	رس	سیلت	شن و ماسه	کل	رس	سیلت	شن و ماسه	دوره(سال)
۱/۱	۰/۹	۰/۲	۰	۳۳	۲۱	۱۲	۰	۱۰۰	۴۸	۴۰	۱۲	۱۰ سال
۲/۳	۱/۸	۰/۵	۰	۶۱	۳۸	۲۳	۰	۱۸۷	۸۵	۷۸	۲۴	۲۰ سال
۳/۷	۲/۹	۰/۸	۰	۸۳	۵۲	۳۱	۰	۲۷۶	۱۲۰	۱۲۰	۳۶	۳۰ سال

جدول ۲- حجم رسوبات ورودی و خروجی به تفکیک نوع ذرات در شاخه شاهرود

رسوبات خروجی (MCM) بدون جریان غلیظ				رسوبات خروجی (MCM) با جریان غلیظ				رسوبات ورودی (MCM)				
کل	رس	سیلت	شن و ماسه	کل	رس	سیلت	شن و ماسه	کل	رس	سیلت	شن و ماسه	دوره(سال)
۰/۴	۰/۳	۰/۱	۰	۴/۵	۲/۶	۱/۹	۰	۱۸	۸	۸	۲	۱۰ سال
۰/۷	۰/۵	۰/۲	۰	۷/۷	۴/۳	۳/۴	۰	۳۵	۱۴	۱۶	۵	۲۰ سال
۰/۹	۰/۷	۰/۲	۰	۱۰/۵	۵/۸	۴/۷	۰	۴۹	۱۹	۲۳	۷	۳۰ سال

جدول ۳- راندمان تله اندازی شاخه قزل اوزن به تفکیک نوع ذرات برای دو گزینه در دوره های مختلف

اختلاف بازده دو حالت	کل		رس		لای		شن و ماسه		نوع رسوبات
	بدون جریان غلیظ	با جریان غلیظ	بدون جریان غلیظ	با جریان غلیظ	بدون جریان غلیظ	با جریان غلیظ	بدون جریان غلیظ	با جریان غلیظ	شرایط جریان
۳۲	۹۹	۶۷	۹۸	۵۶	۹۹	۷۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰ سال
۳۲	۹۹	۶۷	۹۸	۵۵	۹۹	۷۰	۱۰۰	۱۰۰	۲۰ سال
۲۹	۹۹	۷۰	۹۸	۵۷	۹۹	۷۴	۱۰۰	۱۰۰	۳۰ سال

جدول ٤- راندمان تله اندازی شاخه شاهرود به تفکیک نوع ذرات برای دو گزینه در دوره های مختلف

اختلاف بازده دو حالت	کل		رس		لای		شن و ماسه		نوع رسوبات
	بدون جریان غلیظ	با جریان غلیظ	بدون جریان غلیظ	با جریان غلیظ	بدون جریان غلیظ	با جریان غلیظ	بدون جریان غلیظ	با جریان غلیظ	شرایط جریان
۲۳	۹۸	۷۵	۹۶	۶۷	۹۹	۷۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰ سال
۲۰	۹۸	۷۸	۹۶	۶۹	۹۹	۷۸	۱۰۰	۱۰۰	۲۰ سال
۲۰	۹۹	۷۹	۹۶	۷۰	۹۹	۷۹	۱۰۰	۱۰۰	۳۰ سال

به منظور بررسی تغییرات حجم نسبت به زمان و پیش بینی مقادیر آنها در دوره‌های کوتاهتر، مقادیر هر یک از آن ها نسبت به زمان ترسیم گردید. با توجه به تغییرات خطی کاهش حجم نسبت به زمان، در مورد هر کدام رابطه‌ای بین کاهش حجم و زمان بر اساس رگرسیون خطی ارائه شده است. روابط بدست آمده بصورت زیر می‌باشند:

الف) حجم مخزن در شاخه قزل اوزن

(با لحاظ جریان غلیظ) $V(tc) = -۵/۶۴\ T + ۸۱۶/۹۴$

(بدون لحاظ جریان غلیظ) $V(N.tc) = -۷/۸۱\ T + ۸۰۶/۷۳$

ب) حجم مخزن در شاخه شاهرود

(با لحاظ جریان غلیظ) $V(tc) = -۱/۲۳\ T + ۲۹۸/۸۳$

(بدون لحاظ جریان غلیظ) $V(N.tc) = -۱/۵۰\ T + ۲۹۷/۵۱$

در روابط ارائه شده، V حجم مخزن بر حسب میلیون متر مکعب و T، مدت زمان دوره بهره برداری بر حسب سال می‌باشد.

در شرایط لحاظ جریان غلیظ، متوسط کاهش حجم مخزن در شاخه قزل اوزن در دوره ۱۰ ساله اول، ۰/۷۸ درصد، در دوره ۱۰ساله دوم ۰/۷۲ درصد و در دوره ۱۰ ساله سوم ۰/۷۱ درصد می باشد. در شرایط بدون لحاظ جریان غلیظ این مقادیر به ترتیب ۱/۱۵ ، ۱/۰۶ و ۱/۰۱ درصد می باشند.

متوسط کاهش حجم مخزن در شاخه شاهرود، با لحاظ جریان غلیظ، در دوره ۱۰ ساله اول، ۰/۴۵ درصد، در دوره ۱۰ساله دوم ۰/۴۳ درصد و در دوره ۱۰ ساله سوم ۰/۴۲ درصد می باشد. در شرایط بدون لحاظ جریان غلیظ این مقادیر به ترتیب ۰/۵۷، ۰/۵۵ و ۰/۵۳ درصد می باشند.

نتیجه گیری

نتایج نشان می دهد متوسط اختلاف بازده تله اندازی (با لحاظ جریان غلیظ و بدون آن) در شاخه قزل اوزن در دوره مورد مطالعه حدود ۳۰ درصد و برای شاخه شاهرود حدود ۲۰ درصد می باشد. همچنین، متوسط آورد سالیانه رسوبات شاخه قزل اوزن ۱۰ میلیون متر مکعب و برای شاخه شاهرود ۱/۸ میلیون متر مکعب می باشد. با توجه به نتایج بدست آمده، خروج جریان های غلیظ از شاخه قزل اوزن نقش موثرتری در کاهش رسوبگذاری در مخزن سد سفیدرود خواهد داشت. دو گزینه در نظر گرفته شده، صرفاً به منظور مقایسه میزان تأثیر این پدیده بر روند رسوبگذاری در نظر گرفته شده و در عمل هیچکدام از آنها به اجرا در نخواهد آمد. زیرا مسدود نمودن همیشگی دریچه های تخلیه کننده تحتانی و همچنین رها نمودن کلیه سیلابهای ورودی منطقی نمی باشد. لذا بهترین شرایط حالتی است که تا حد امکان اجازه خروج رسوبات به همراه سیلابها را بدهد و در عین حال حجم ذخیره مخزن قادر به تأمین آب مورد نیاز در بدترین شرایط سال را داشته باشد. تهیه این برنامه بهره برداری بهینه مخزن، نیازمند انجام مطالعات دقیق برنامه ریزی منابع آب به همراه مطالعات رسوب با در نظر گرفتن مدیریت جریان های غلیظ و نحوه مانور دریچه های

تخلیه کننده تحتانی سد می باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری صمیمانه مسئولین شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان کمال تشکر و قدردانی می شود.

منابع

۱- بصیرزاده ح.، و صمدی بروجنی ح. ۱۳۸۲. امکان سنجی هدایت جریانهای غلیظ مخزن سد دز به سمت مجاری سرریز با استفاده از شافت قائم مستغرق. ششمین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران. دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲- عنبری زاده م. ۱۳۸۰. بررسی وقوع پدیده جریانات غلیظ در سد مخزنی کرخه با استفاده از مدل TCM. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی علوم آب. دانشگاه شهید چمران اهواز.

۳- محمد نژاد ب.، و شمسایی ا. ۱۳۸۲. مدلسازی رسوب گذاری مخازن سدها در اثر جریان چگالی. ششمین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران. دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴- هادی زاده ع. ۱۳۸۱. بررسی روند رسوبگذاری در مخزن سد مارون. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی علوم آب. دانشگاه شهید چمران اهواز.

5- Akiyama J. and Stefan H. 1985. Turbidity current with erosion and deposition. Journal of Hydraulic Engineering. 111(12):6-16.

6- Fukushima Y., Parker G. and Pantin H.M. 1985. Self accelerating turbidity currents in over an erodible bed. Journal of Hydraulic Research. 25(1):123-147.

7- Garcia M.H. 1994. Depositional turbidity currents laden with poorly storted sediment. Journal of Hydraulic Engineering. 120(11):1240-1263.

8- Ghomeshi M. 1995. Reservoir sedimentation modeling. Ph.D. Thesis. University of Wollongong. Australia.

9- Graf W.H. 1971. Hydraulics of sediment transport. Mc Graw–Hill, New York.

10- Oehy C.D. and Schleiss A.J. 2007. Control of turbidity currents in reservoirs by solid and permeable obstacles. Journal of Hydraulic Engineering. 133(6):637-648.

11- Sequeiros O.E., Cantero M.I. and Garcia M.H. 2009. Sediment management by jets and turbidity currents with application to a reservoir for flood and pollution control in Chicago, Illinois. Journal of Hydraulic Research. 47(3):340-348.

12- Wang Z.Y. and Hu C.H. 2009. Strategies for managing reservoir sedimentation. International Journal of Sediment Research. 24(4):369-384.

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.4, Sep-Oct 2011, p. 874-880

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۰، ص.۸۸۰-۸۷۴

Effect of Turbidity Currents on Sedimentation Process in Sefidroud Dam

Y. Ramezani[1*]- M. Ghomeshi[2]

Received: 14-12-2010
1Accepted: 14-6-2011

Abstract

Turbidity current is one of the most important factors that effect the sediments distribution and also their transportation and release from reservoir. In this study, effects of these currents on sedimentation process in Sefidroud dam were simulated by TCM model in 30 years period. Comparison between the case of turbidity currents that reach to the dam wall and release from the reservoir, and the case of neglecting the effects of these currents (all sediments deposit approximately) were conducted. The results show that in the case of releasing the turbidity currents from the reservoir, the trap efficiency of Ghazalozan branch would decrease about 30 percent in comparison with the other case. Also, this reduction would be about 20 percent in Shahroud branch. Comparison between the two cases of operations show that the average of annual volume reduction of the Ghazalozan branch would decrease from 1.07 to 0.73 and 0.55 to 0.43 in Shahroud branch, if Turbidity currents release from the reservoir.

Keywords: Reservoir Sedimentation, Turbidity Current, Trap Efficiency, Sefidroud Dam, TCM Model

1,2- PhD Student and Professor, Department of Hydraulic Structures, Faculty of Water Sciences Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz
(*-Corresponding Author Email: ramezani.y@gmail.com)