

بررسی عددی اثر استفاده از مانع صفحه‌ای و موانع ستونی مورب در کنترل جریان غلیظ

سیدامین اصغری پری^{1*} و سیدمالک محققیان²

تاریخ دریافت: 1393/10/28 تاریخ پذیرش: 1394/3/20

چکیده

جریان‌های غلیظ با ورود به سدهای مخزنی و رسوب‌گذاری در نزدیکی بدنه سد، علاوه بر کاهش عمر مفید سد باعث کاهش حجم مفید، گرفتگی دریچه‌های آبیاری و صدمه به نیروگاه‌ها می‌گردد یکی از روش‌های کنترل یا استهلاک جریان غلیظ در مخازن سدها ایجاد موانع در مخازن است. لذا در این تحقیق اثر استفاده از مانع صفحه‌ای و موانع ستونی زیکزاک با زوایای بدنه ۴۵، ۶۰ و ۹۰ درجه با استفاده از نرم افزار ANSYS-CFX بررسی شده است. نتایج حاصل از مدل‌سازی نشان می‌دهد که در جریان‌های غلیظ زیر بحرانی موانع ستونی با ارتفاع نسبی 0/52 برابر عمق جریان و با آرایش زیکزاک می‌تواند موجب کاهش 60 درصدی در دبی عبوری جریان غلیظ شود و با افزایش 5 برابری تراکم موانع، دبی عبوری جریان غلیظ 6 درصد کاهش می‌یابد. همچنین با استفاده از مانع صفحه‌ای با ارتفاع نسبی 1/26 برابر ارتفاع جریان و با زوایای 45، 60 و 90 درجه نسبت به کف می‌توان 50 تا 80 درصد از جریان غلیظ را کنترل نمود، در مواردی که استفاده از مانع صفحه‌ای به دلیل نیاز به ارتفاع زیاد ممکن نباشد می‌توان از موانع ستونی با آرایش زیکزاک و با ارتفاع کم استفاده نمود و همچنین چنانچه موانع نسبت به جهت جریان غلیظ به صورت عمود (90 درجه) قرار گیرند کارایی بیش‌تری نسبت به موانع با همان طول و به صورت مایل دارند.

واژه‌های کلیدی: جریان غلیظ، زاویه، موانع مورب، نرم افزار ANSYS-CFX

مقدمه

آن می‌شود. این موضوع علاوه بر کاهش عمر مفید سد باعث کاهش حجم مفید، گرفتگی دریچه‌های آبیاری و صدمه به نیروگاه‌ها می‌گردد.

بنابراین کنترل جریان غلیظ امری حیاتی در صنعت سد سازی می‌باشد، از این رو محققین مطالعات بسیاری در این زمینه داشته و راهکارهایی نیز ارائه نمودند که از جمله این راهکارها ایجاد مانع می‌باشد، در این تحقیق به بررسی تأثیر استفاده از مانع صفحه‌ای و موانع ستونی زیکزاک با زوایای بدنه 45، 60 و 90 درجه نسبت به کف، در کنترل جریان غلیظ در مخازن سدها به روش عددی پرداخته شده است. شبیه‌سازی عددی کمک می‌کند تا بدون صرف هزینه‌ی زیاد بتوان بررسی‌های لازم در این زمینه را انجام داد، یکی از نرم افزارهای محاسباتی که کاربرد زیادی در زمینه طراحی‌های مهندسی دارد نرم افزار ANSYS-CFX می‌باشد که در این تحقیق از این نرم افزار استفاده شده است.

مروری بر تحقیقات انجام شده

گرین اسپن و یانگ تأثیر مانع با زاویه‌های برخورد 30، 60 و 90 درجه را با جریان حاصل از شکست یک مخزن بررسی نمودند (Greenspan and Young, 1978). رتمن و همکاران به حل تحلیلی جریان دو فازی در شیب افقی با مانع در جریان دائمی و

جریان غلیظ یا جریان چگال جرابانی است که به علت اعمال نیروی ثقل بر روی اختلاف چگالی دو سیال به وجود می‌آید. شتاب ثقل مؤثر بر جریان که به عنوان نیروی محرک در جریان غلیظ مطرح می‌باشد به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$g' = g \frac{(\rho_t - \rho_a)}{\rho_a} = g \frac{\Delta \rho}{\rho_a} = g C_s \frac{(\rho_s - \rho_w)}{\rho_w} \quad (1)$$

که در آن C_s غلظت حجمی متوسط رسوبات غیر چسبنده، ρ_t دانسیته سیال غلیظ، ρ_a دانسیته سیال پیرامون، ρ_s دانسیته ذرات رسوب، ρ_w دانسیته آب می‌باشد. یکی از رابطه‌های پرکاربرد جهت استخراج سرعت توسط بدنه جریان غلیظ به صورت زیر می‌باشد (Ellison and Turner, 1959):

$$\bar{U} = \frac{\int_0^{\infty} u^2 dz}{\int_0^{\infty} u dz} = \frac{\int_0^{h_t} u^2 dz}{\int_0^{h_t} u dz} \quad (2)$$

جریان‌های غلیظ به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل رسوب‌گذاری در مخازن سدها می‌باشند که با انتقال این رسوب به نزدیکی بدنه سد موجب ناکارآمدی سد، پیش از زمان پیش‌بینی شده برای عمر مفید

1- استادیار دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه صنعتی خاتم‌التبیاء (ص) بهبهان

2- دانش آموخته کارشناسی ارشد عمران

* - نویسنده مسئول: (Email: asghari_amin@bkatu.ac.ir)

(2010). ماروسی و همکاران (1388) به بررسی اثر مانع بر کنترل غلظت جریان‌های غلیظ رسوبی پرداختند و نتیجه آن نشان داد که استفاده از موانع می‌تواند موجب کاهش غلظت عبوری گردد. رضمانی و قمشی (1390) به بررسی میزان تأثیر جریان‌های غلیظ بر روند رسوب‌گذاری مخزن سد سفیدرود با استفاده از مدل TCM برای یک دوره 30 ساله پرداختند. مرادی و همکاران (1390) به بررسی تغییرات پارامترهای شیب، دبی و غلظت بر شدت اختلاط جریان‌های غلیظ در مقاطع همگرا پرداختند، نتایج آن‌ها نشان داد که با افزایش شیب و دبی شدت اختلاط افزایش و با افزایش غلظت، شدت اختلاط جریان غلیظ کاهش می‌یابد آن‌ها برای شدت اختلاط در هر زاویه همگرایی روابطی ارائه نمودند. کاهه و همکاران (1390) تأثیر هر یک از پارامترهای شیب، زبری نسبی و دبی بی بعد جریان غلیظ بر روی سرعت پیشروی جریان غلیظ بر روی بستر زیر را بررسی نمودند. قمشی و همکاران (1391) به تجزیه و تحلیل نتایج جریان‌های غلیظ اندازه‌گیری شده در مخزن سد دز پرداختند. قربان مقدم و همکاران (1391) به بررسی آزمایشگاهی تأثیر موانع استوانه‌ای شکل بر حرکت راس جریان غلیظ پرداختند، آن‌ها آزمایش‌هایی با شیب‌های 0/5، 1/25 و 2 درصد و غلظت‌های 10 و 20 گرم در لیتر و ایجاد موانع استوانه‌ای به قطر 1 و ارتفاع 30 سانتی‌متر در فواصل مختلف از ابتدای فلوم مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند غلظت، سرعت و ارتفاع جریان غلیظ با قرار دادن موانع‌های استوانه‌ای در بستر نسبت به حالت بدون مانع کاهش می‌یابد. ورجاوند و همکاران (1392) به بررسی آزمایشگاهی نوسانات لحظه‌ای سرعت جریان غلیظ نمکی بر روی زبری‌های مصنوعی پرداختند، آن‌ها نتیجه‌گیری نمودند که افزایش ارتفاع زبری نسبی تأثیر چندانی بر روی نوسانات لحظه‌ای سرعت در ناحیه اختلاط بدنه جریان غلیظ ندارد. محققیان و اصغری پری (1392) به بررسی اثر ایجاد زبری در کنترل جریان غلیظ به کمک نرم افزار ANSYS-CFX پرداختند و نتیجه گرفتند که میزان کنترل جریان غلیظ توسط زبری‌ها به نوع آرایش و ارتفاع زبری‌ها و ارتفاعی که سرعت ماکزیمم جریان غلیظ در آن رخ می‌دهد وابسته است و چون زبری‌ها نمی‌توانند جریان غلیظ را به‌طور کامل متوقف کنند نباید به تنهایی برای کنترل جریان غلیظ مورد استفاده قرار بگیرند.

با توجه به مطالعات انجام شده مشاهده می‌شود که در خصوص ایجاد موانع با زاویه بدنه متفاوت درون مخازن به منظور کنترل جریان غلیظ بررسی‌های جامعی صورت نگرفته است، بنابراین با توجه به بالا بودن هزینه ناشی از خسارت حاصل از رسوب‌گذاری در مخازن لازم است در خصوص ایجاد موانع با زاویه بدنه متفاوت در مخازن به منظور کنترل جریان غلیظ بررسی‌های دقیق‌تری صورت گیرد. در این تحقیق با استفاده از مدل عددی به بررسی اثر ایجاد موانع با زاویه بدنه متفاوت در کف مخازن به منظور کنترل جریان غلیظ پرداخته شد.

غیردائمی پرداخته و نتیجه گرفتند که در صورتی که ارتفاع مانع دو برابر ارتفاع بدنه جریان باشد جریان به‌طور کامل متوقف می‌شود (Rottman et al, 1985). پرینز تأثیر دو شکل نیم دایره و مثلثی و موقعیت مانع را در شیب افقی به صورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که شکل مانع تأثیری در متوقف نمودن جریان ندارد (Prinos, 1999).

برسیک و ودز به تأثیر ایجاد مانع و تنگ شدگی و بازشدگی کوچک بر کنترل مسیر جریان پرداختند و اعلام نمودند تنها زمانی مانع بر الگوی رسوب گذاری جریان مؤثر است که باعث توقف نسبی جریان شود (Bursik and Woods, 2000). اوهی و اشلاز به تأثیر روش‌های مختلف از جمله احداث مانع، احداث مانع مشبک و دیواره حباب بر کنترل جریان غلیظ در مخازن سدها پرداخته و به‌طور کلی نتیجه‌گیری نمودند که احداث مانع در جریان زیر بحرانی برای کنترل جریان مناسب است (Oehy and Schleiss, 2007).

نصراالله پور و قمشی به بررسی اثر شکل زبری در مشخصات پیشانی جریان غلیظ پرداختند. آن‌ها دو نوع شکل زبری مخروطی و استوانه‌ای را با ارتفاع 1 و 2/5 و 4 سانتی‌متر مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که با افزایش ارتفاع زبری برای یک شکل ثابت و هم-چنین با افزایش سطح مقطع در برابر جریان زبری با ارتفاع ثابت، غلظت و سرعت پیشانی جریان غلیظ کاهش و ارتفاع جریان افزایش می‌یابد (Nasrollahpour and Ghomeshi, 2012). بصیرزاده و بروجنی (1382) به بررسی امکان‌سنجی هدایت جریان‌های غلیظ مخزن سد دز به سمت مجاری سرریز با استفاده از شافت قائم مستغرق پرداختند. کشتکار و همکاران (1389) به بررسی آزمایشگاهی پروفیل غلظت و سرعت جریان غلیظ پرداختند و نتیجه گرفتند نتایج نشان می‌دهد که ارتفاع معادل سرعت متوسط جریان در ارتفاعی برابر با 0/8 ضخامت متوسط جریان و ارتفاع نظیر 0/35 تا 0/5 برابر ضخامت متوسط جریان اتفاق می‌افتد. ظهیری و همکاران (1387) به بررسی مدیریت رسوب مخزن سد دز با استفاده از مونیتورینگ جریان گل‌آلود پرداختند و نتیجه گرفتند که با استفاده از اطلاعات سرعت، دبی و غلظت متوسط ایستگاه‌های اندازه‌گیری می‌توان از رابطه رگرسیونی خطی بر مبنای دبی حداکثر جریان ورودی به ایستگاه هیدرومتری بالادست و میزان رسوب ورودی ناشی از جریان گل‌آلود، حجم رسوبات ورودی به مخزن سد دز در زمان هر واقعه سیلابی را برآورد کرد.

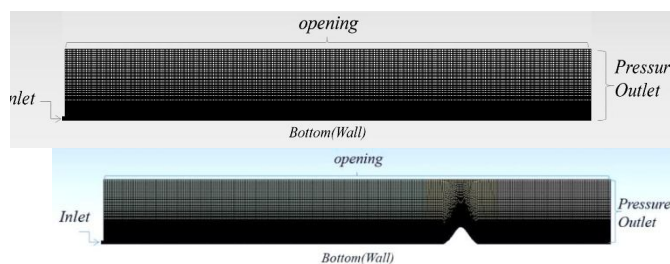
اصغری پری و همکاران به بررسی اثر ارتفاع مانع در کاهش دبی جریان عبوری در دبی و غلظت‌های مختلف در جریان زیر بحرانی پرداختند نتایج آن نشان داد با افزایش غلظت عمق جریان غلیظ کاهش و عدد فرود دنسومتریک افزایش می‌یابد و هم‌چنین جهت توقف کامل جریان غلیظ در جریان زیر بحرانی ارتفاع نسبی مانع باید 2 تا 2/75 برابر ارتفاع بدنه جریان باشد (Asghari Pari et al,

مواد و روش‌ها

در این مقاله به منظور واسنجی و صحت‌سنجی نرم افزار، مدل آزمایشگاهی (Oehy and Schleiss, 2007)، با نرم افزار-ANSYS CFX که از این پس در متن مقاله به عنوان مدل عددی ذکر شده، مدل‌سازی کرده و نتایج آن با نتایج آزمایشگاهی مقایسه گردید. مدل عددی شامل شبیه‌سازی یک فلوم به طول 7/1 متر است و یک ورودی به ارتفاع 4/5 سانتی‌متر به منظور ورود جریان غلیظ به درون فلوم دارای آب ساکن ایجاد گردید، جریان غلیظ ورودی شامل پودر پلیمر با چگالی $\rho_s = 1130 \frac{kg}{m^3}$ و قطر متوسط ذرات $d_{50} = 90 \mu m$ و آب می‌باشد که غلظت آن 2/432% است.

شبیه‌سازی عددی

در این تحقیق مدل‌سازی‌ها به صورت سه بعدی انجام گرفت. دقت حل مسئله به تعداد و نوع المان‌های موجود در شبکه بستگی دارد. مش‌بندی به گونه‌ای انجام شد که در نزدیکی کف فلوم که تغییرات سرعت از اهمیت بیش‌تری برخوردار است از شبکه‌های ریزتری استفاده شد، از آنجا که ریز کردن بیش از حد شبکه موجب افزایش هزینه از لحاظ زمان حل مسئله و تخصیص بیش‌تر حافظه برای خروجی‌ها می‌گردد، این ریز کردن شبکه تا زمانی ادامه پیدا کرد که ریزتر کردن شبکه تأثیری در نتایج نداشت؛ در شکل 1 مش-بندی و شرایط مرزی مدل عددی برای دو حالت بدون وجود مانع و با مانع نشان داده شده است. نوع آنالیز در مدل‌سازی عددی انجام شده گذرا می‌باشد. نوع جریان در مدل‌سازی آشفتنه است، یکی از مدل‌های آشفتگی در نرم افزار-ANSYS-CFX مدل استاندارد $k - \epsilon$ است و در این تحقیق با توجه به نتایج (Oehy and Schleiss, 2001) و دقت این روش در مدل‌سازی جریان غلیظ، از این مدل استفاده شده است.



شکل 1- مش بندی مدل در حالت بدون مانع دارای مانع

واسنجی و صحت‌سنجی نتایج

در ادامه نتایج حاصل از مدل‌سازی عددی در خصوص تأثیر استفاده از مانع صفحه‌ای و موانع ستونی زیکزاک با زوایه‌های بدنه 45، 60 و 90 درجه نسبت به کف، بر روی کف مخزن در کنترل جریان

غلیظ پس از واسنجی و صحت‌سنجی نتایج نرم افزار ارائه می‌گردد. در ابتدا واسنجی مدل برای حالت بدون مانع به کمک مقایسه نتایج مربوط به پروفیل سرعت مدل آزمایشگاهی و مدل عددی در فواصل 320 (در فاصله 0/45 طول مدل) و 620 سانتی‌متر (در فاصله 0/873 طول مدل) از دریچه ورودی انجام گرفته است و سپس صحت‌سنجی مدل برای حالت وجود مانع با همان شرایط و با مقایسه پروفیل‌های سرعت در فاصله‌های مشابه حالت قبل انجام گردید. در شکل 2 پروفیل‌های سرعت مدل آزمایشگاهی و نتایج نرم افزار در حالت وجود مانع ارائه گردیده است.

فاصله مانع از ابتدای دریچه مطابق با مدل (Oehy and Schleiss, 2007)، 5 متر (در فاصله 0/7 طول مدل) در نظر گرفته شده است.

نتایج توزیع سرعت مدل عددی انطباق خوبی با نتایج مدل آزمایشگاهی دارد، به طوری که پروفیل سرعت حاصل از مدل عددی قبل از مانع تقریباً منطبق بر پروفیل سرعت اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه بوده و تفاوت جزئی مشاهده شده بعد از مانع، ناشی از تأثیر مانع بر کاهش نیروی ثقل کاهش یافته یا 'g' است که به دلیل رسوب‌گذاری جریان غلیظ قبل از مانع و کاهش غلظت جریان ایجاد می‌شود و اگر برای مدل عددی نیز از همان 'g' در موقعیت بعد از مانع استفاده نماییم نتایج مشابه حاصل می‌گردد. با استفاده از نتایج به دست آمده می‌توان مدل‌سازی عددی را قادر به پیش‌بینی مواد مشابه دانست.

مدل‌سازی اثرات استفاده از مانع صفحه‌ای و موانع ستونی زیکزاک با زوایای مختلف بدنه

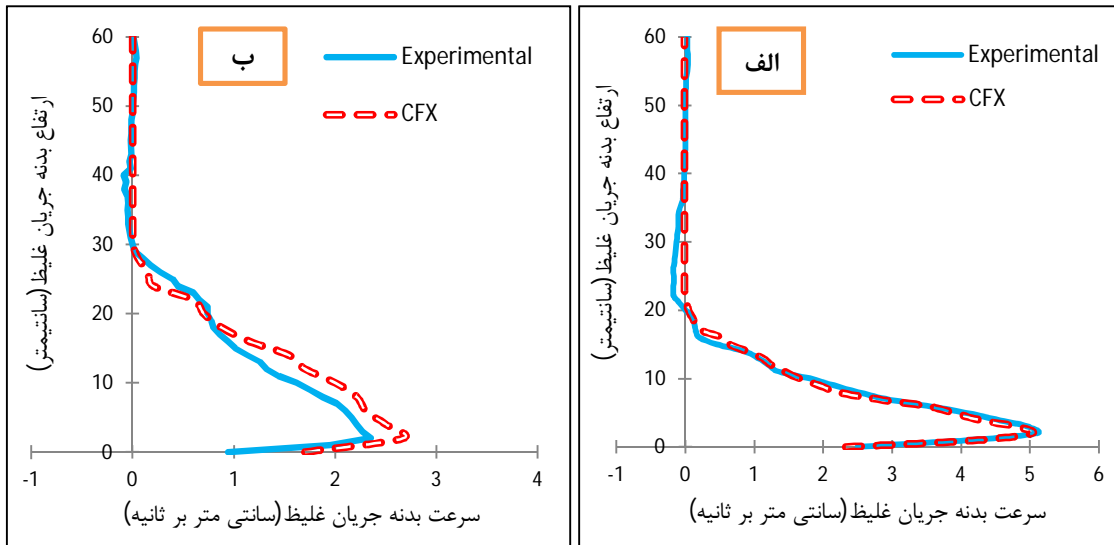
مدل‌سازی شامل فلومی به طول $L=10/5$ متر و آب ساکن با چگالی $\rho_a = 0/9997 \left[\frac{g}{cm^3} \right]$ و ارتفاع $h_w = 87/2$ سانتی‌متر می‌باشد که جریان غلیظ توسط یک ورودی به ارتفاع $h_0 = 4/5$ سانتی‌متر وارد آن می‌شود. جریان غلیظ ورودی دارای دبی $q_0 = 0/00261 \left[\frac{m^2}{s} \right]$ چگال $\rho_a = 1/003 \left[\frac{g}{cm^3} \right]$ و غلظت $C_s = 2/432\%$ می‌باشد. برای بررسی تأثیر استفاده از موانع ستونی زیکزاک با زوایای مختلف بدنه بر جریان غلیظ، مطابق شکل 3 موانعی با ارتفاع 10 سانتی‌متر (0/52 برابر ارتفاع جریان) در بازه 4 تا 5 متر از دریچه ورودی (بین فواصل 0/38 تا 0/47 طول مدل) ایجاد شد، در شکل 4 نیز نحوه آرایش موانع نشان داده شده است. برای بررسی تأثیر استفاده از مانع صفحه‌ای با زوایای مختلف بدنه بر جریان غلیظ، مطابق شکل 5 با استفاده از دو عدد صفحه که قسمت بالای آن‌ها به هم اتصال دارد مانعی با ارتفاع 24 سانتی‌متر (1/26 برابر ارتفاع جریان) در فاصله 5 متر از دریچه ورودی (در فاصله 0/47 طول مدل) ایجاد شد. با توجه به اینکه در شرایط واقعی ایجاد مانع با ارتفاع 1/26 برابر ارتفاع بدنه جریان غلیظ می‌تواند از لحاظ اجرایی محدودیت‌هایی را به دنبال داشته باشد لذا در

موانع عبور کرده و بخشی از جریان به صورت یک موج برگشتی به سمت بالادست منتقل می‌گردد. جریان عبوری از موانع، مجدداً شکلی مشابه جریان غلیظ اولیه، یعنی پیشانی جریان در جلو و در ادامه بدنه جریان، را تشکیل می‌دهد، لیکن به دلیل ورود سیال پیرامون به داخل جریان غلیظ و کاهش غلظت جریان به دلیل رسوب‌گذاری، از سرعت آن کاسته می‌شود، لذا دبی جریان عبوری کاهش می‌یابد، مشابه همین شرایط برای جریان عبوری از روی مانع، شکل 7 نیز قابل مشاهده است.

این تحقیق، استفاده از موانع زیکزاک با ارتفاع کمتر و معادل 0/52 برابر ارتفاع جریان، که می‌تواند به صورت شمع کوبی در کف اجرا گردد، بررسی شده است.

نتایج حاصل از مدل‌سازی عددی:

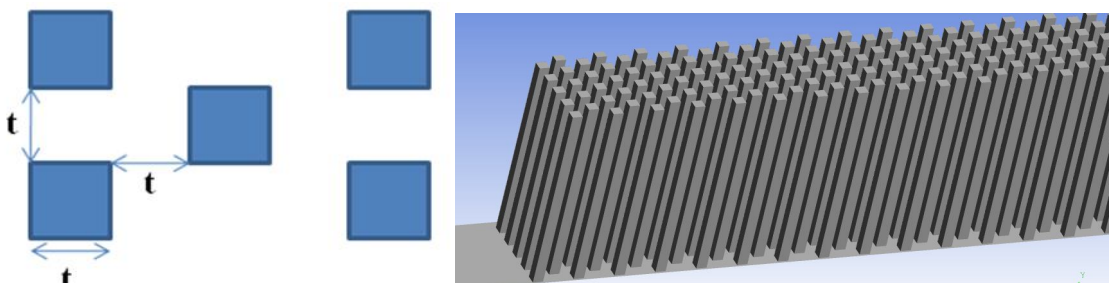
شماره حرکت جریان غلیظ در مدل‌های (C) و (E2) در شکل - های (6) و (7) نشان داده شده است. همان‌گونه که در شکل 6 دیده می‌شود، پس از رسیدن جریان به موانع، بخشی از جریان از میان



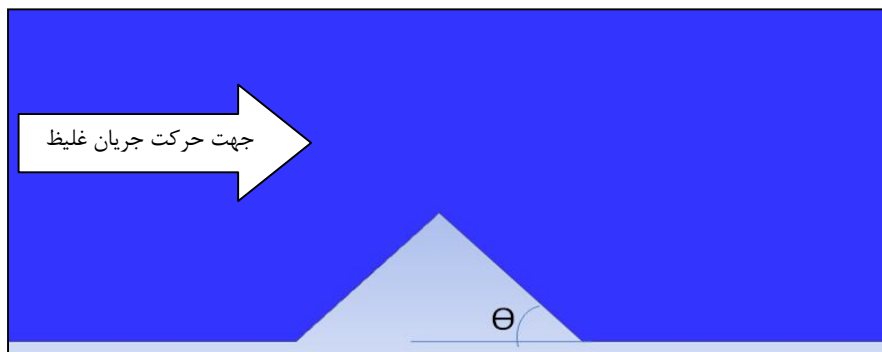
شکل 2- نمودار مقایسه پروفیل‌های سرعت مدل عددی و آزمایشگاهی (الف) در فاصله 320 سانتی متر از دریچه ورودی (قبل از مانع)، (ب) در فاصله 620 سانتی متر از دریچه ورودی (بعد از مانع)



شکل 3- زاویه موانع ستونی نسبت به کف



شکل 4- آرایش موانع ستونی به صورت زیکزاک

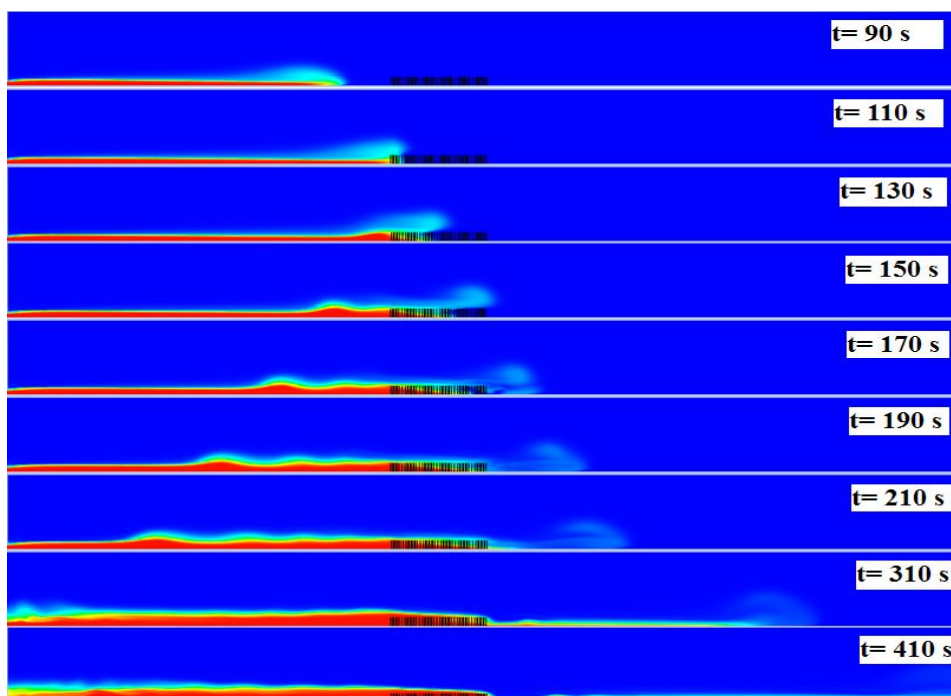


شکل 5- زاویه مانع صفحه‌ای نسبت به کف

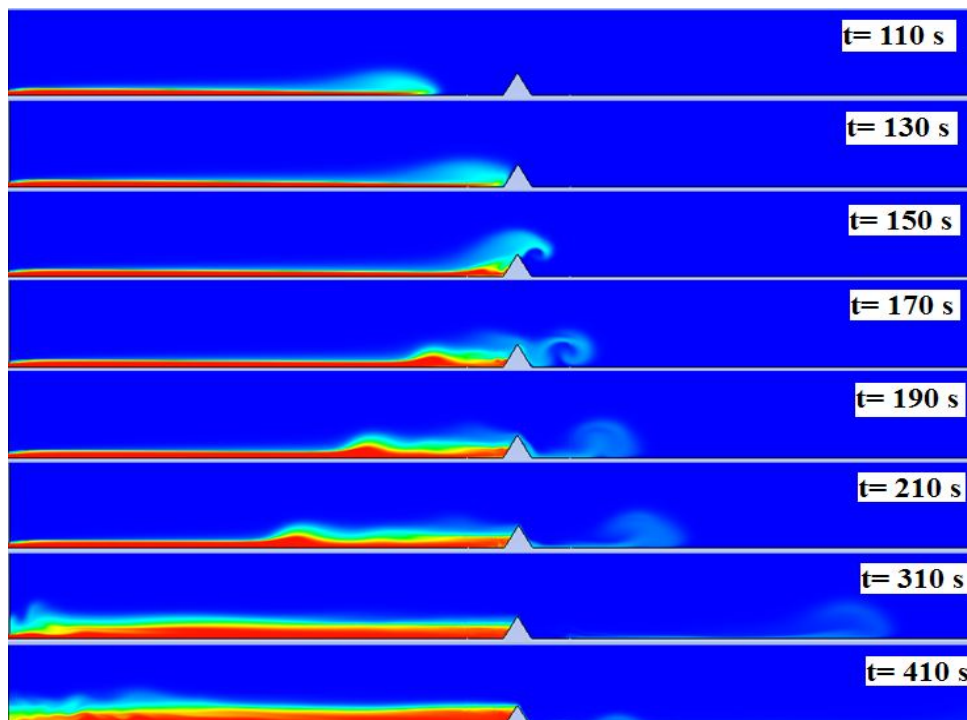
جدول 1 شامل مشخصات مدل‌های عددی می‌باشد.

جدول 1- مشخصات مدل‌های عددی

مدل عددی	نوع مانع	ارتفاع مانع [cm]	فاصله موانع زیکزاک (t) [cm]	زاویه مانع [deg]
A	-	-	-	-
B	ستونی زیکزاک	10	0/5	90
C	ستونی زیکزاک	10	1/5	90
D1	ستونی زیکزاک	10	2/5	90
D2	ستونی زیکزاک	10	2/5	60
D3	ستونی زیکزاک	10	2/5	45
E1	مانع صفحه‌ای	24	-	90
E2	مانع صفحه‌ای	24	-	60
E3	مانع صفحه‌ای	24	-	45



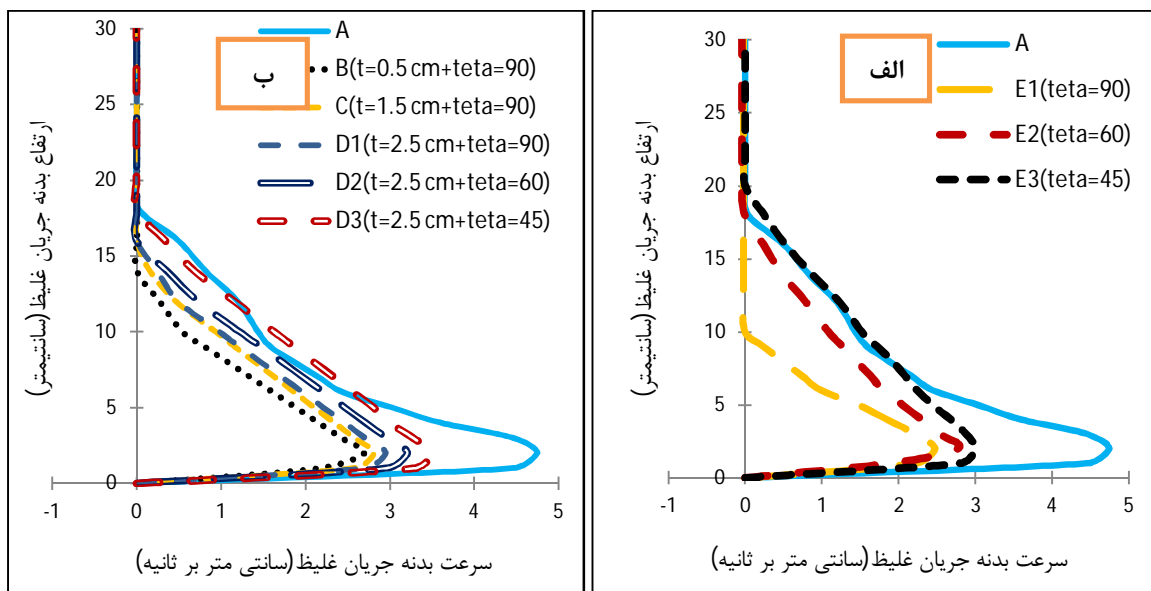
شکل 6- شماتیک حرکت جریان غلیظ در مدل (C)



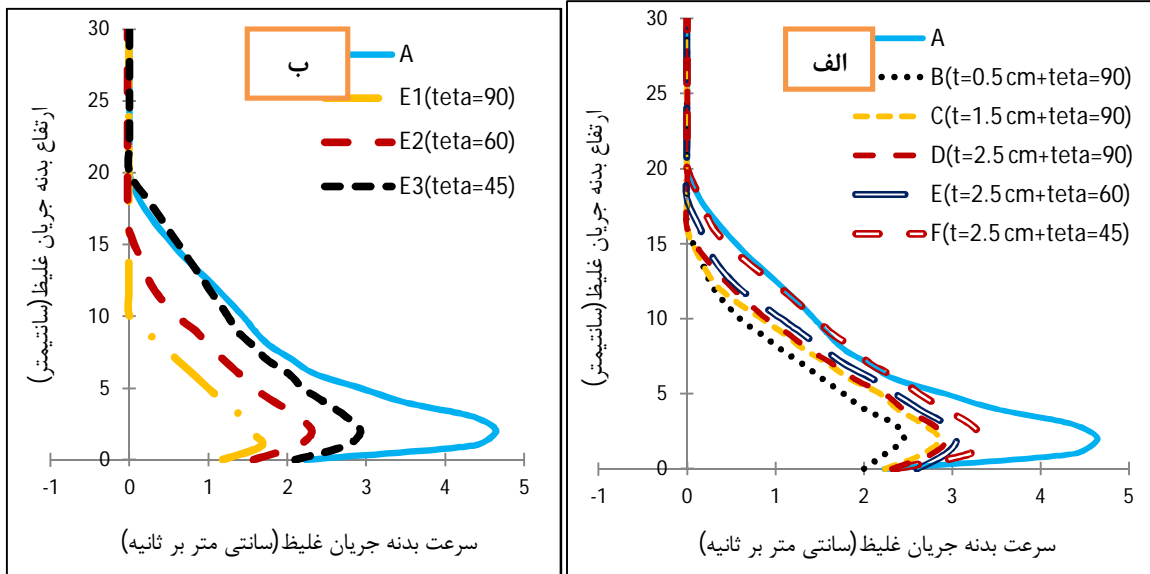
شکل 7- شماتیک حرکت جریان غلیظ در مدل (E2)

سانتی متر از دریچه ورودی (به ترتیب در فواصل نسبی 0/6، 0/71 و 0/83 طول مدل) مقایسه و در شکل های 8 تا 10 به نمایش گذاشته شده است.

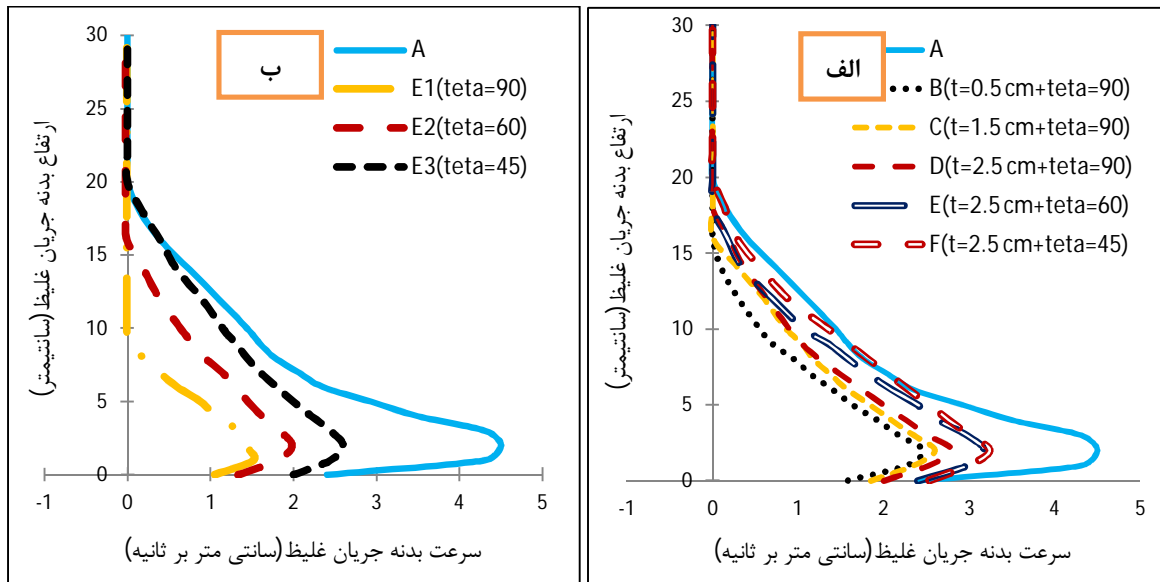
به منظور مشاهده اثرات استفاده از مانع صفحه ای و موانع ستونی زیکزاک با زوایای بدنه 45، 60 و 90 درجه نسبت به کف، در کنترل جریان غلیظ پروفیل های سرعت در فواصل 750، 620 و 880



شکل 8- پروفیل های سرعت در فاصله 620 سانتی متر از دریچه ورودی الف) مدل های ستونی زیکزاک ب) مدل های مانع صفحه ای



شکل 9- پروفیل‌های سرعت در فاصله 750 سانتی‌متر از دریچه ورودی (الف) مدل‌های ستونی زیکزاک و (ب) مدل‌های مانع صفحه‌ای



شکل 10- پروفیل‌های سرعت در فاصله 880 سانتی‌متر از دریچه ورودی (الف) مدل‌های ستونی زیکزاک و (ب) مدل‌های مانع صفحه‌ای

نتایج و بحث

استهلاک جریان غلیظ می‌باشد در جدول 2 آورده شده است. با مقایسه نتایج مدل‌های B، C و D1 در جدول 2 می‌توان نتیجه گرفت که هرچه تراکم موانع افزایش یابد حرکت جریان در بین موانع مستلزم تعداد تغییر جهت‌های بیش‌تری خواهد بود که این موضوع موجب کاهش سرعت جریان غلیظ و کنترل بیش‌تر آن می‌گردد، اما با توجه به اینکه با 5 برابر شدن تراکم دبی عبوری 6 درصد کاهش یافته است، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که این اثر در مقایسه با تغییر زاویه، قابل توجه نیست.

در این تحقیق به منظور بررسی تأثیر استفاده از مانع صفحه‌ای و موانع ستونی زیکزاک با زوایای بدنه 45، 60 و 90 درجه نسبت به کف در کنترل جریان غلیظ پرداخته شد و پروفیل‌های سرعت حاصل از مدل‌سازی‌ها در شکل‌های 8 تا 10 به نمایش گذاشته شد، برای محاسبه دبی در واحد عرض جریان از حاصل ضرب سرعت متوسط و ارتفاع متوسط جریان مطابق با رابطه ترنر استفاده شده است، سپس نتایج به صورت درصد کاهش دبی که نشان‌دهنده متوقف شدن و

جدول 2- درصد کاهش دبی جریان غلیظ در مدل‌های عددی

نام مدل عددی	B	C	D1	D2	D3	E1	E2	E3
درصد کاهش دبی جریان در فاصله 620 سانتی‌متر از دریچه	64/57	57/73	55/75	49/51	40/97	73/95	59/69	43/30
درصد کاهش دبی جریان در فاصله 750 سانتی‌متر از دریچه	66/67	58/55	57/35	53/75	44/49	80/37	68/56	52/04
درصد کاهش دبی جریان در فاصله 880 سانتی‌متر از دریچه	69/51	62/82	60/89	52/46	47/50	82/64	69/26	56/52
میانگین درصد کاهش دبی جریان غلیظ	66/91	59/7	57/99	51/90	44/32	78/98	62/83	50/62

طرح تشکر و قدردانی می نمایند.

منابع

- بصیر زاده، ح و صمدی بروجنی، ح. 1382. امکان‌سنجی هدایت جریان‌های غلیظ مخزن سد دز به سمت مجاری سرریز با استفاده از شافت قائم مستغرق، ششمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- رمضانی، ی و قمشی، م. 1390. بررسی میزان تأثیر جریان‌های غلیظ بر روند رسوب‌گذاری مخزن سد سفیدرود، نشریه آب و خاک، علوم و صنایع کشاورزی. 25: 4. 874-880.
- ظهیری، ر، کشتکار، ش، شفاعی بجستان، م و ایوب زاده، س. ع. 1387. مدیریت رسوب مخزن سد دز با استفاده از مونتورینگ جریان گل آلود، دومین کنفرانس ملی نیروگاه‌های آبی کشور، تهران، شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران.
- قربان مقدم، ع، قمشی، م و نصرالله پور، ر. 1391. بررسی آزمایشگاهی تأثیر موانع استوانه‌ای شکل بر حرکت راس جریان غلیظ، نهمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- قمشی، م، زایری، م. ر، نکوئیان فر، م. 1391. تجزیه و تحلیل نتایج جریان‌های غلیظ اندازه‌گیری شده در مخزن سد دز، نهمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- کاهه، م، قمشی، م، موسوی جهرمی، س. ح. 1390. بررسی آزمایشگاهی سرعت پشروی جریان غلیظ بر روی سطوح زبر، علوم و مهندسی آبیاری، مجله علمی کشاورزی. 35: 1. 101-110.
- کشتکار، ش، ایوب‌زاده، س. ع و فیروزآبادی، ب. 1389. بررسی پروفیل سرعت و غلظت جریان گل‌آلود با استفاده از مدل فیزیکی، پژوهش‌های آبخیزداری. 36-43: 87.
- ماروسی، م، قمشی، م و بشاور، ح. 1388. کنترل رسوب‌گذاری توسط

با مقایسه نتایج مدل‌های D1، D2 و D3 نتیجه می‌گیریم اثر موانع با زاویه 90 درجه (عمود بر کف)، جهت کاهش دبی جریان غلیظ عبوری، از اثر موانع با زاویه کم‌تر از 90 درجه، بیش‌تر می‌باشد و این نتیجه برای مدل‌های E1، E2 و E3 که از موانع صفحه‌ای استفاده شد نیز صادق است.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی در این تحقیق به بررسی کنترل جریان غلیظ زیربحرانی توسط موانع صفحه‌ای و ستونی زیکزاک پرداخته شد و نتایج آن عبارتند از:

- 1- در جریان‌های غلیظ زیربحرانی موانع ستونی با ارتفاع 0/52 برابر جریان و با آرایش زیکزاک می‌توانند حدود 60 درصد از جریان غلیظ را کنترل کنند و هرچه تراکم موانع بیش‌تر باشد میزان بیش‌تری از جریان غلیظ کنترل می‌گردد.
- 2- در جریان‌های غلیظ زیربحرانی با استفاده از موانع صفحه‌ای با ارتفاع 1/26 برابر ارتفاع جریان و با زوایای 45، 60 و 90 درجه نسبت به کف می‌توان 50 تا 80 درصد از جریان غلیظ را کنترل کرد و هرچه زاویه صفحات نسبت به کف بیش‌تر باشد میزان کنترل جریان بیش‌تر است. پیشنهاد می‌گردد برای ثابت نگه داشتن صفحات و جلوگیری از خمیده شدن آن‌ها از خرپا استفاده شود.
- 4- در مواردی که استفاده از موانع صفحه‌ای به دلیل نیاز به ارتفاع زیاد ممکن نباشد می‌توان از موانع ستونی با آرایش زیکزاک و با ارتفاع کم استفاده نمود و حدود 60 درصد از جریان را کنترل نمود.
- 5- چنانچه موانع نسبت به جهت جریان غلیظ به‌صورت عمود قرار گیرند کارایی بیش‌تری نسبت به موانع با همان ارتفاع و به‌صورت مایل دارند.

سپاسگزاری و قدردانی

بدینوسیله نویسندگان این مقاله از مدیریت پژوهشی دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء (ص) بهبهان، به جهت حمایت مالی از این

- Food, Agriculture and Environment. 8:2. 930-935.
- Bursik, M.I., Woods, A.W. 2000. The effects of topography on sedimentation from particle-laden turbulent density currents. *Journal of Sedimentary Research*, 70:1. 53-63.
- Ellison, T.H., Turner, J.S. 1959. Turbulent entrainment in stratified flows. *Journal of Fluid Mechanics*, 6:3. 423-448.
- Greenspan, H.P., Young, R.E. 1978. Flow over a containment dyke. *Journal of Fluid Mechanics*, 87:1. 179-192.
- Nasrollahpour, R., Ghomeshi, M. 2012. Effect of Roughness Geometry on Characteristics of Density Currents Head. *Indian Journal of Science and Technology*, 5:12. 3783-3787.
- Oehy, C., Schleiss, A. 2001. Numerical modelling of a turbidity current passing over an obstacle—Practical application in the Lake Grimsel, Switzerland. Paper presented at the Proceedings of the 2001 International Symposium on Environmental Hydraulics.
- Oehy, C., Schleiss, A. 2007. Control of Turbidity Currents in Reservoirs by Solid and Permeable Obstacles. *Journal of Hydraulic Engineering*, 133:6. 637-648.
- Prinos, P. 1999. Two-dimensional density currents over obstacles. Proc., 28 th IAHR Congress CD-ROM, Graz, Austria, Theme D.
- Rottman, J.W., Simpson, J.E., Hunt, J.C.R and Britter, R.E. 1985. Unsteady gravity current flows over obstacles: some observations and analysis related to the Phase II trials. *Journal of Hazardous Materials*. 11. 325-340.
- مانع در مخازن سدها، هشتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران.
- ماروسی، م، قمشی، م و حسینی، م. ج. 1388. اثر مانع بر کنترل غلظت جریان‌های غلیظ رسوبی در مخازن سدها، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیرساخت‌ها، تهران، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران .
- محققیان، م و اصغری پری، ا. 1392. بررسی اثر ایجاد زبری در کنترل جریان غلیظ به کمک CFD، دوازدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- محمدنژاد، ب و محمدیان، ع. 1388. پیشروی پیشانی جریان چگال در محیط آبی، هشتمین کنفرانس هیدرولیک ایران، تهران، دانشگاه تهران.
- مرادی، ا، قمشی، م و سروری نژاد، ب. 1390. بررسی تأثیر تغییرات پارامترهای شیب، دبی و غلظت بر شدت اختلاط جریان غلیظ در مقاطع همگرا، فصلنامه‌ی تخصصی علوم و مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، 1. 2: 88-73.
- ورجاندپ، حسین زاده دلیر، ع، قمشی، م و فرسادی زاده، د. 1392. بررسی آزمایشگاهی تأثیر زبری‌های مصنوعی برروی نوسانات لحظه‌ای سرعت در جریان غلیظ نمکی، نشریه آب و خاک، علوم و صنایع کشاورزی. 27. 4: 849-839.
- Asghari Pari, S.A., Kashefipour, S.M., Ghomeshi, M., Shafaie Bajestan, M. 2010. Effects of obstacle heights on controlling turbidity currents with different concentrations and discharges. *Journal of*

Numerical Investigation Effect in Using Plate and Tilt Columnar Barrier in Controlling Turbidity Current

S. A. Asghari Pari^{1*} and S.M.Mohagheghyan²

Received: Jan.18, 2015

Accepted: Jan.10, 2015

Abstract

Entering turbidity current through reservoir dams and its sediment deposits by the dam body, it not only reduce dam's efficient life but also reduce effective reservoir volume, block intake structures (gates) and damage power-plants. One of the procedures for controlling turbidity current and its erosion through reservoir dams is to create barriers. So in this research, it is evaluated the impact of applying plate barriers and zigzag columnar barriers with tilt angles of 45, 60, 90 degrees against the dam body by using ANSYS-CFX software. the obtained results from a simulation indicates that in subcritical turbidity current, columnar barriers (with relative height of 0.52 equal to the flow depth and with zigzag arrangement) can cause a 60% decrease in discharge flow of turbidity current, and a 5-fold increase in the density of the barricades, the discharge rate of the turbidity current is decreased by 6%. Furthermore, applying plate barriers with relative height of 1.26 equal to flow height and with deviation angles (tilt angles) of 45, 60, 90 degree to the floor can take under control 50 to 80 percent of the turbidity current. In some cases which it isn't possible to use the plate barriers because the high altitude is required, it can be applied the column barriers with zigzag arrangement and low height. As well as if barriers are installed in perpendicular position (90 degree) to the turbidity current direction, it will be more efficient than installing barriers with the above-mentioned length in tilt position.

Key words: Turbidity current, Tilt barriers, Angle, ANSYS-CFX software.

1-Assistant Professor, Engineering Faculty, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology

2- MSc. Civil Engineering

(*-Corresponding Author Email:asghari_amin@bkatu.ac.ir)