

بررسی پروفیل سرعت و غلظت جریان گل آلود با استفاده از مدل فیزیکی

- شیوا کشتکار، دانش آموخته کارشناس ارشد سازه های آبی
 - سید علی ایوب زاده، دانشیار دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسئول)
 - بهار فیروزآبادی، دانشیار دانشگاه صنعتی شریف
- تاریخ دریافت: مهرماه ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش: مهرماه ۱۳۸۸
تلفن تماس: ۰۹۱۵۱۳۳۹۷۱۹
Email: ghaneie2004@yahoo.com

چکیده

به منظور خارج کردن رسوبات انباشته شده در مخازن سدها و افزایش عمر مفید آنها، شناخت جریان های گل آلود از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این تحقیق، فرآیند جریان گل آلود به صورت اثر عدد فرود چگالی جریان ورودی در محدوده حالت های زیر تا فوق بحرانی (عدد فرود چگالی حدود ۰/۶ تا ۳/۵) و از طریق تغییر میزان بازشدگی دریچه ورودی بر پروفیل های سرعت و غلظت جریان گل آلود در حالت دو بعدی و در یک مدل فیزیکی بررسی شده است. مدل فیزیکی شامل فلومی به عرض ۲۰ سانتی متر و بطول ۱۲ متر و ارتفاع ۰/۵ متر بوده است. سرعت جریان طولی در عمق با استفاده از سرعت سنج ADV اندازه گیری شده و پروفیل های غلظت رسوبات جریان گل آلود از روش ABS و براساس داده های پراکنش محاسبه شده اند. نتایج نشان می دهد که افزایش ارتفاع بازشدگی دریچه زیرگذر ورودی، منجر به افزایش سرعت جریان و کاهش ضخامت جریان گل آلود می گردد که این پدیده به نوبه خود افزایش میزان درون آمیختگی ذرات سیال محیطی و کاهش مقادیر غلظت جریان را در پی خواهد داشت. همچنین نتایج نشان می دهد که ارتفاع معادل سرعت متوسط جریان در ارتفاعی برابر با ۰/۸ ضخامت متوسط جریان و ارتفاع نظیر غلظت متوسط جریان در ارتفاعی معادل با ۰/۳۵ تا ۰/۵ برابر ضخامت متوسط جریان اتفاق می افتد.

کلمات کلیدی: بررسی آزمایشگاهی، پروفیل های سرعت و غلظت، جریان غلیظ، جریان گل آلود

Watershed Management Research Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 87 pp: 24-31

Investigating effect of some amendments on soil chemical properties in a saline-sodic soil

By: Sh. Keshtkar, MScEng., Water Structures Engineering Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, S. A. Ayyoubzadeh, Associate Professor, Water Structures Engineering Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (Corresponding Author; Tel: 0989123906291), B. Firoozabadi, Associate Professor, Center of Excellence in Energy Conversion, School of Mechanical Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.

Study of turbidity current hydrodynamics plays an important role in increasing the economical life of dams through reduction in sediment accumulation. In the present experimental study, the effect of entrance Froude number of turbidity current in sub and super critical conditions ($Fr = 0.6-3.5$) have been tested through effect of change related to opening height of entrance gate on vertical distribution of flow velocity and sediment concentration under two dimensional flow conditions. The experiments were run in a 12 m-long by 0.2 m-wide by 0.5 m-high channel. Vertical distribution velocity was measured by Acoustic Doppler Velocimeter (ADV). In present study the profile of concentration were computed through ABS method. The results show that due to increasing in height of opening entrance gate, the value of velocity in profiles increase. Also height opening entrance gate with the value of concentration in vertical distribution have the non-direct correlation. Also the results show that the equivalent height of average velocity is about 0.8 times of the depth-averaged thickness of the current. Furthermore, the results show that the equivalent height of average concentration is to be about 0.35-0.5 times the depth-averaged thickness of the current.

Keywords: Density Current, Experimental Study, Turbidity Current, Vertical Velocity and Concentration Distribution.

مقدمه

دنیای صورت پذیرفت. دی سزار و همکاران (۲۰۰۱) در تحقیقات خود یک مدل عددی ارائه داده اند و نیز از یک مدل آزمایشگاهی استفاده کرده اند (۱۱). تحقیق دیگری توسط پارکر و تونیلو (۲۰۰۶) نیز بر روی ضخامت جریان گل آلود و عدد فرود قبل و بعد نقطه پلانج انجام شده که در آن اعداد فرود به صورت توابعی که فقط به میزان درون آمیختگی سیال پیرامون ارتباط دارد، ارائه گردیده است (۲۱). فوکوشیما (۱۹۹۵) نیز آزمایش‌هایی در حرکت جریان گل آلود سه بعدی انجام داده است. آزمایش‌های محقق یاد شده نشان می‌دهد که افزایش شیب کف و غلظت هر دو به سرعت پیشروی جریان و یا سرعت پیشانی می‌افزاید (۱۴). در یک مطالعه آزمایشگاهی فلیکس و همکاران (۲۰۰۵) اندازه‌گیری ترکیبی پرفیل سرعت و غلظت را در جریان گل آلود مورد بررسی قرار دادند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که همسویی تغییرات زمانی پروفیل عمودی سرعت و غلظت به مقدار غلظت جریان و شرایط جریان بستگی دارد (۱۳). در مطالعه دیگری کوبو و ناکاجیما (۲۰۰۲) بر روی مدل آزمایشگاهی و شبیه‌سازی عددی آرایش موج رسوبی ناشی از جریان‌های گل آلود کار کرده‌اند. نتایج حاصله جهت فهم نحوه شکل‌گیری موج رسوبی همراه با یک مدل عددی ارائه شده است (۱۹).

در بررسی میزان تخلیه رسوبات توسط جریان گل آلود به تحقیقات جالبی می‌توان اشاره کرد. به عنوان نمونه، شفیعی و خانجانی (۱۳۷۶) با استفاده از مدل هیدرولیکی رودخانه و دریاچه پشت سد، خروج جریان‌های غلیظ با باز نمودن دریاچه‌های تخلیه رسوب در سه حالت مورد بررسی قرار داده‌اند (۵). محمد نژاد و شمسایی (۱۳۸۱) مشخصه‌های جریان‌های غلیظ و نقش آن در رسوبگذاری دریاچه پشت سد را مورد بحث و بررسی قرار داده‌اند (۸). در تحقیق مشابهی عباسی و همکاران (۱۳۸۱) راندمان تخلیه رسوبات مخزن را با مدل فیزیکی مورد بررسی قرار داده‌اند و بهترین زمان

رسوب گذاری در مخازن باعث کاهش ظرفیت ذخیره آب، کاهش قابلیت کشتیرانی مخازن و افزایش سیلاب و ایجاد مانع در کنترل آن، افزایش آسیب پذیری بالادست جریان به دلیل رسوب گذاری در ناحیه دلتا، زیان به تجهیزات نیروگاه‌های برقی و انسداد دریاچه‌ها و آبگیرها می‌شود (۱). هر ساله تقریباً ۲۰ میلیارد تن رسوبات توسط رودخانه‌های جهان انتقال یافته و در آب‌های ساکن ته‌نشین می‌گردد (۹). همچنین کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ با در نظر گرفتن حجم موجود تمام سدهای دنیا، اعلام کرده است که سالانه به طور میانگین، حدود یک درصد از حجم مخازن کاسته می‌شود (۱۷). در ایالات متحده آمریکا، میزان رسوبگذاری در مخازن سدها سالانه به ۱۲۰۰ میلیون تن می‌رسد (۲). همچنین رسوبگذاری در مخزن سد سفیدرود سالانه ۳۶/۵ میلیون متر مکعب (معادل ۲/۱ درصد کاهش حجم سالانه مخزن) از حجم ذخیره آن را کاهش می‌دهد (۱). مخزن سد زونی روی رودخانه زونی در آمریکا حدود ۷۵ درصد ظرفیت خود را در طی ۲۰ سال در اثر رسوبگذاری از دست داد. به طور مشابه مخزن ایچاری بر روی رودخانه تونز در هند، پس از ۱۰ سال نزدیک به ۱۵ درصد ظرفیت خود را از دست داد (۲۲). در غالب موارد سعی می‌شود که با استفاده از نیروی هیدرودینامیکی آب، رسوبات ریزدانه خارج شوند. یکی از این روشها خارج کردن جریان سیلاب در قالب دینامیک جریان‌های غلیظ می‌باشد. بنابراین بررسی و مطالعه حرکت جریان‌های غلیظ در مخازن از نوع تحقیقاتی است که در جهت وصول به هدف فوق، اطلاعات گرانبهایی را در اختیار قرار خواهد داد.

اولین مطالعات جریان‌های گل آلود توسط بل در سال ۱۹۴۲ انجام پذیرفت و بعد از آن مطالعات آزمایشگاهی وسیعی در این زمینه در سراسر

$$\rho_t = C_s \rho_s + (1 - C_s) \rho_a = \rho_a + (\rho_s - \rho_a) C_s \quad (2)$$

که در آن: C_s غلظت حجمی مواد دانه ای است که نسبت به عمق جریان متوسط گیری می شود. اگر $\rho_t < \rho_a$ باشد، جریان گل آلود یک جریان زیرین (در کف) می شود. به طور کلی جریان غلیظ جریان دو فازی است با اختلاف کمی در چگالی فازها مانند آب سرد و گرم و مخلوط آب و گل و باید توجه کرد که جریان آب و هوا به دلیل این که نسبت چگال های آنها حدود ۱۰۰۰ است، جریان غلیظ محسوب نمی گردد (۶). چنانچه این تفاوت چگالی ناشی از وجود ذرات ریز رسوب باشد، جریان غلیظ را جریان گل آلود می نامند. جریان گل آلود در مخزن سدها اغلب در هنگام سیلاب بوجود آمده و اگر شیب کف زیاد باشد (بالتر از ۰/۰۱) و یا پهنای آن کم باشد به حرکت خود ادامه می دهد در این حرکت ذرات درشت تر در ناحیه دلنا سقوط کرده و فقط جریان ذرات ریز باقی می ماند که می تواند به انتهای مخزن و ساختمان سد برسد (۱۲). شکل (۱) شماتیکی از جریان گل آلود را نشان می دهد.

به طور معمول فصل مشترک بین جریان گل آلود و سیال محیطی به راحتی قابل تشخیص نیست و به همین دلیل یک ارتفاع H و یک سرعت U با استفاده از مقیاس انتگرال گیری از جریان داریم (۲۳):

$$UH = \int_0^{\infty} u dz = \int_0^{H_t} u dz = \bar{U} H_t = q \quad (3)$$

$$U^2 H = \int_0^{\infty} u^2 dz = \int_0^{H_t} u^2 dz = \beta \bar{U}^2 H_t \quad (4)$$

که در آن: $u(z)$ سرعت نقطه ای و H_t (ضخامت کل جریان گل آلود) ارتفاع جایی است که سرعت در آنجا صفر است و \bar{U} عبارتند از متوسط سرعت جریان و β نیز عبارتند از ضریب توزیع سرعت (بوسینیسک) است. تغییرات غلظت در راستای قائم، C_s ، یک تغییر تدریجی است که در فصل مشترک محسوس می باشد و متوسط غلظت، C_s ، در عمق به صورت زیر

باز شدن دریاچه های تحتانی تعیین را تعیین نموده اند (۴).

راد و فیروزآبادی (۱۳۷۶) اثر عوامل متعدد در مشخصه های جریان چگالی دو بعدی حاوی ذرات به صورت تجربی بررسی کرده اند. آنها همچنین با هدایت جریان در کانالی با پهنای کم تغییرات مشخصات جریان را بررسی نموده اند (۳). در تحقیق مشابهی توسط همین محققین تأثیر پارامترهای مختلف بر مشخصه های جریان غلیظ سه بعدی و مغشوش حاوی ذرات ریز به روش تجربی مطالعه گردید (۷). مطالعه دو بعدی جریان گل آلود و بررسی تأثیر پارامترهای مختلف از جمله شیب و عدد فرود چگالی ورودی بر پروفیل های سرعت و غلظت در تحقیق انجام شده توسط کشتکار و همکاران (۲۰۰۸) مورد توجه قرار گرفته است (۱۸).

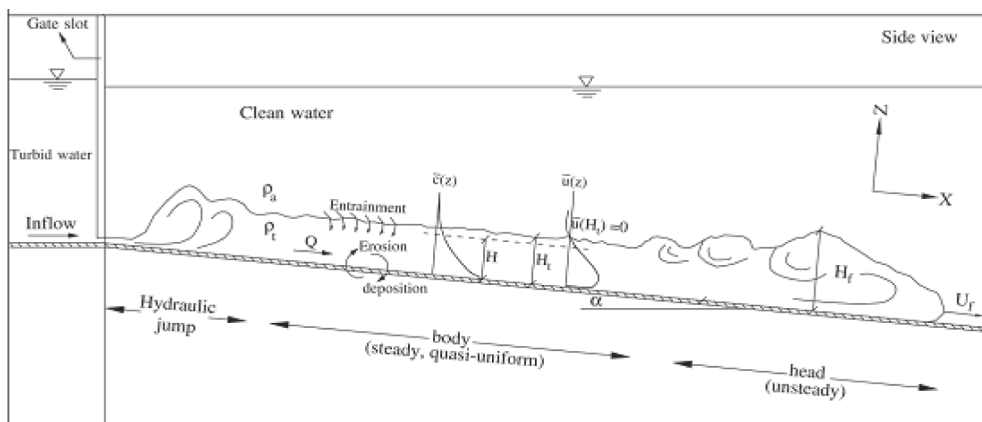
از تمامی تحقیقات ذکر شده چنین استنباط می شود که جهت گیری تحقیقات انجام شده به سمت شناخت بهتر، افزایش راندمان تخلیه جریان گل آلود و کاهش اثرات مخرب ناشی از رسوب زدایی است. مساله مهمی که می تواند روی هیدرودینامیک جریان های گل آلود تأثیر مستقیم داشته باشد، تغییرات عدد فرود جریان گل آلود ورودی به مخزن سد می باشد. در این تحقیق، تأثیر ارتفاع بازشدگی دریاچه ورودی و غلظت جریان گل آلود ورودی بر پروفیل های سرعت و غلظت این جریان بوسیله انجام آزمایش هایی مورد بررسی قرار گرفته است.

ساختار جریان های گل آلود

جریان غلیظ (وزنی یا ثقلی) جریانی با چگالی (ρ_t) است که ذاتاً در اثر اختلاف چگالی ($\Delta\rho$) بر روی شتاب جاذبه (g) بوجود می آید. این جریان مادامی که جاذبه کاهش یافته است، رخ می دهد. در واقع جاذبه کاهش یافته نیروی محرکه جریان وزنی بوده و به صورت ذیل بیان می شود:

$$g' = g \left(\frac{\rho_t - \rho_a}{\rho_a} \right) = g \frac{\Delta\rho}{\rho_a} \quad (1)$$

که در آن: ρ_t چگالی متوسط جریان و ρ_a ، چگالی سیال پیرامون است (۱۵). چگالی متوسط یک جریان گل آلود با رابطه زیر بیان می شود:



شکل ۱- شکل شماتیکی از یک جریان گل آلود

تعریف می‌شود:

$$C_s UH = \int_0^{\infty} (uc_s) dz = \int_0^{H_t} (uc_s) dz = C_s \bar{U} H_t \quad (5)$$

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، آزمایش‌های مورد نیاز در کانالی به طول ۱۲ متر و عرض ۰/۲ متر و ارتفاع ۰/۵ متر و با شیب یک درصد به صورت دو بعدی انجام شده است. در انتهای پایین دست کانال یک پله به طول ۰/۵ و عمق ۰/۴ متر وجود دارد که جریان در پایین دست وارد این منطقه شده و از طریق سیفون‌های موجود در کف این پله از سیستم خارج می‌گردد. در واقع وجود پله و سیفون‌های کف از این لحاظ اهمیت دارد که مانع از برگشت جریان گل آلود به سمت بالادست می‌گردد. در انتهای کانال مخزن تغذیه به حجم دو متر مکعب در بالادست کانال و در ارتفاع ۲/۵ متری از سطح زمین قرار دارد. بر روی مخزن تغذیه یک مخزن تنظیم با ارتفاع ثابت به منظور ثابت نگه داشتن دبی در طول آزمایش نصب شده است. در ابتدای کانال دو بعدی محفظه‌ای به طول تقریباً ۱۰ سانتی متر به وسیله دیواره ای فلزی از بقیه طول فلوم جدا شده است. دیواره فلزی به گونه ای نصب شده است که در یک سری از آزمایش‌های این تحقیق فاصله کف آن تا کف کانال ۴ سانتی متر و در بقیه آزمایش‌ها ۷ سانتی متر باشد. این میزان بازشدگی پارامتر متغیری است که در این تحقیق تاثیر آن روی جریان گل آلود دیده خواهد شد.

هنگام شروع آزمایش، جریان گل آلود از زیر دریچه زیرگذر ورودی که در ارتفاع معینی قرار داده شده است به زیر آب صاف کانال وارد گردد. در این تحقیق در کلیه آزمایشات صورت گرفته دبی جریان گل آلود ورودی به کانال ثابت و ۳۵ لیتر بر دقیقه در نظر گرفته شده است که با در ابتدای آزمایش‌ها دبی جریان گل آلود ورودی به روش دبی حجمی اندازه گیری می‌گردید. کاتولن با چگالی ۲/۶۳ و اندازه متوسط ذرات ۴ میکرون به عنوان ماده رسوبی غیر چسبنده در این آزمایش‌ها استفاده شده است. شکل (۲) شماتیکی از کانال آزمایشگاهی و برخی از تجهیزات مورد استفاده در این

تحقیق را نشان می‌دهد.

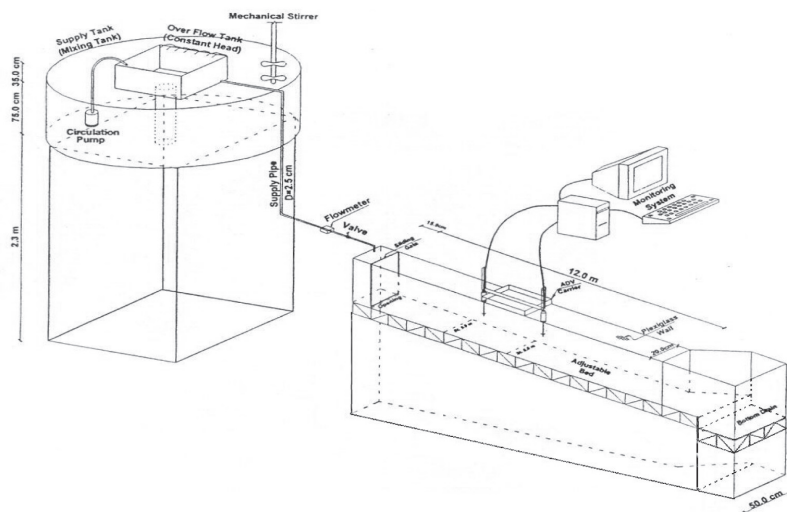
پروفیل‌های سرعت با استفاده از سرعت سنج صوتی ADV اندازه گیری شده اند و همچنین از آنجایی که در سالهای اخیر سیستم‌های صوتی با استفاده از تکنیک تفرق و انعکاس امواج صوتی (ABS) به شناخت پروسه انتقال رسوبات کمک شایانی نموده و قادر به اندازه گیری غلظت بدون تداخل در جریان و تغییر الگوی جریان می‌باشد در این تحقیق، سعی شده است از این تکنیک آنالیز پراکنش و انعکاس به منظور تعیین پروفیل غلظت در جریان‌های گل آلود استفاده گردد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که ADV بهترین ابزار به منظور تخمین غلظت وزنی رسوبات بوده و این به دلیل حساسیت آشکار آن به اندازه و چگالی ذرات معلق می‌باشد (۱۶). اصول اساسی و پایه ای روش انعکاس امواج بدین صورت می‌باشد که یک پالس صوتی بوسیله سنسور مربوطه ارسال می‌گردد. هنگامیکه پالس صوتی از سنسور منتشر و پخش شد، هرگونه مصالح و ذرات معلق در حجم نمونه گیری را شناسایی می‌نماید و این ذرات انرژی صوتی را منعکس می‌نماید که بخشی از آن به سنسور گیرنده منعکس می‌شود. با شناخت و اطلاع از شدت پراکنش و تفرق توسط ذرات معلق و مشخصات ذرات معلق صوتی ارسالی یک رابطه بین شدت امواج صوتی دریافتی و مشخصات ذرات معلق که بعد از انجام کالیبراسیون در این تحقیق به صورت رابطه ۶ پیشنهاد می‌گردد. در واقع یک دستگاه سرعت سنج صوتی استاندارد بعنوان بخشی از خروجی خود، AMP، امواج صوتی را با همان فرکانس اندازه گیری سرعت و در همان حجم نمونه گیری ثبت و ضبط نموده که توسط رابطه زیر به غلظت نقطه ای جریان گل آلود مرتبط می‌گردند.

(۶)

$$c = (0.01092 \times 0.00003) 10^{0.0434AMP}$$

که در آن: c غلظت نقطه ای بوده در محل قرار گیری سرعت سنج می‌باشد.

نتایج و بحث



شکل ۲- شکل شماتیکی از کانال آزمایشگاهی

تأثیر بازشدگی دریچه زیر گذر ورودی بر پروفیل های سرعت

اثر میزان بازشدگی دریچه زیرگذر ورودی بر روی پروفیل های سرعت جریان گل آلود در شکل (۳) ارائه شده است. در هر یک از گراف های این شکل غلظت جریان گل آلود ورودی ثابت بوده و تنها اثر ارتفاع بازشدگی مورد بررسی قرار گرفته است، که تبعاً مقادیر عدد فرود چگالی ورودی نیز تحت تاثیر بازشدگی دریچه ورودی متغیر می باشد. با توجه به نمودارهای شکل (۳)، اثر میزان بازشدگی دریچه ورودی بر پروفیل های سرعت در غلظت های کم جریان ورودی بارزتر و مشخص تر می باشد. چنانچه غلظت جریان ورودی زیادتر گردد، (۶/۵ گرم بر لیتر)، تاثیر این بازشدگی به طور قابل توجهی بر پروفیل های سرعت کاهش می یابد (شکل ۳-ج). زمانی که غلظت جریان ورودی کم باشد، با افزایش بازشدگی دریچه ورودی و در نتیجه کاهش عدد فرود ورودی، مقادیر سرعت ماکزیمم در پروفیل سرعت افزایش یافته و پروفیل شکل خوابیده تری پیدا خواهد کرد، گرچه به نظر می رسد ارتفاع مربوط به سرعت ماکزیمم (Hm) تقریباً ثابت باقی می ماند، (۵/۵ تا ۷ سانتی متری از کف کانال). لازم به ذکر است که ارتفاع سرعت حداکثر در مقایسه های دیگر (نمودارهای ب و ج) نیز به همین ترتیب تحت تاثیر ارتفاع بازشدگی دریچه زیرگذر ورودی نمی باشد. همچنین با افزایش غلظت جریان ورودی ارتفاع نظیر سرعت ماکزیمم از مقدار ۶ سانتی متر در نمودار الف و برای غلظت ورودی ۱/۷۵ گرم بر لیتر به مقدار ۳ سانتی متر در نمودار ج در شکل (۳) با غلظت ورودی ۶/۵ گرم بر لیتر کاهش یافته است. این نتیجه قابل ملاحظه است که با افزایش غلظت جریان ورودی سرعت ماکزیمم بواسطه پایدارتر شدن جریان در نتیجه افزایش نیروی رانش در راستای طولی کانال در ارتفاع پایین تری اتفاق

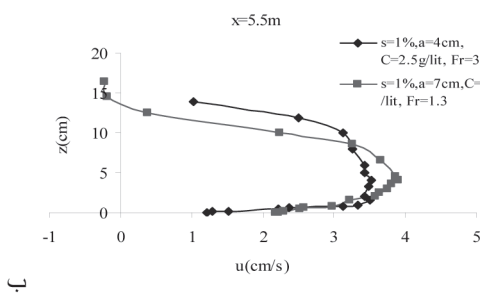
خواهد افتاد.

تأثیر ارتفاع بازشدگی دریچه زیرگذر ورودی بر پروفیل های سرعت به صورت بی بعد شده در شکل (۴) ارائه شده است. قابل توجه است که در تمام گراف های شکل (۴) نسبت سرعت ماکزیمم جریان به سرعت متوسط جریان در محدوده ای نزدیک به ۱/۲-۱/۳ قرار می گیرد (U_m/U=۱،۳-۱،۲). نتایج حاصل از آزمایش های آلتیناکار نشان داده است که این مقدار تقریباً ۱/۳ می باشد (۱۰) و نتایج آزمایش های لی و یو حاکی از این است که این مقدار ۱/۲۵ می باشد (۲۰). همچنین نسبت ارتفاع نظیر سرعت ماکزیمم به ضخامت متوسط جریان در تمام گراف های شکل ۴ در محدوده ۰/۴-۰/۵ می باشند (Hm/H=۰،۴-۰،۵) که این مقدار توسط آلتیناکار ۰/۳ ارائه شده است. همچنین ارتفاع معادل با سرعت متوسط تقریباً ۰/۸ ضخامت متوسط جریان می باشد. لازم به ذکر است که مقادیر سرعت و ضخامت متوسط جریان از روابط ۳ و ۴ محاسبه شده اند.

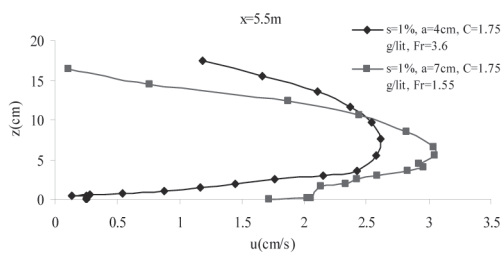
تأثیر ارتفاع بازشدگی دریچه زیر گذر ورودی بر پروفیل های

غلظت

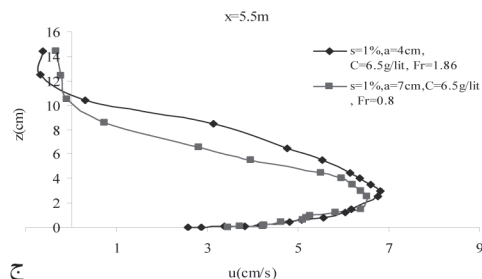
شکل (۵) تاثیر ارتفاع بازشدگی دریچه ورودی را بر پروفیل های غلظت نشان می دهد. نمودارهای الف تا ج بوضوح نشان می دهند که با افزایش ارتفاع دریچه بازشدگی از ۴ به ۷ سانتی متر مقادیر غلظت در عمق جریان کاهش پیدا کرده و به منظور حفظ پیوستگی فاز جامد (ذرات رسوبی حمل شده) جریان گل آلود در عمق بیشتری پخش می گردد. تاثیر ارتفاع بازشدگی دریچه ورودی بر جریان هایی با فرود ورودی بزرگتر بارزتر می باشد (شکل ۵-الف). تاثیر بازشدگی



ب



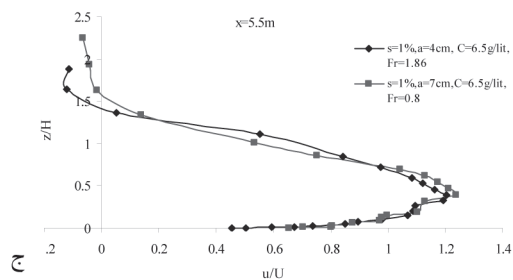
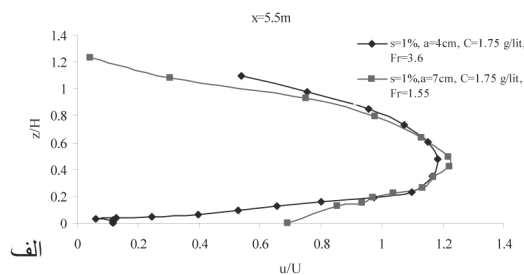
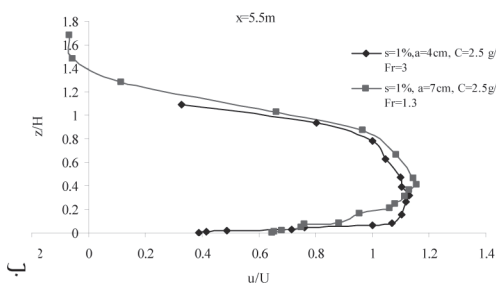
الف



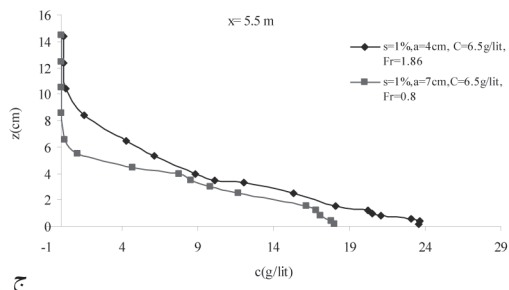
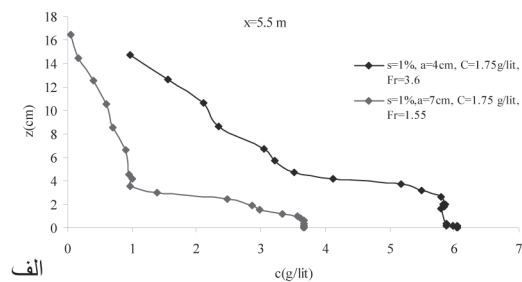
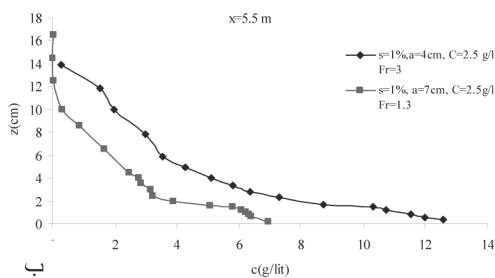
ج

شکل ۳- تأثیر ارتفاع بازشدگی دریچه زیرگذر ورودی بر پروفیل های سرعت اندازه گیری شده، الف) غلظت ورودی ۲/۵ g/lit، ب)

غلظت ورودی ۱/۷۵ g/lit، ج) غلظت ورودی ۶/۵ g/lit



شکل ۴- تاثیر ارتفاع بازشدگی درجه زیرگذر ورودی بر پروفیل‌های بی بعد شده سرعت ($z/H-u/U$)، غلظت ورودی ۲/۵ g/lit (الف)، غلظت ورودی ۱/۷۵ g/lit (ب)، غلظت ورودی ۶/۵ g/lit (ج)



شکل ۵- تاثیر ارتفاع بازشدگی درجه زیرگذر ورودی بر پروفیل‌های غلظت محاسبه شده، غلظت ورودی ۲/۵ g/lit (ب)، غلظت ورودی ۱/۷۵ g/lit (الف)، غلظت ورودی ۶/۵ g/lit (ج)

جریان ورودی که در محدوده های ۰/۶ تا ۳/۵ تغییر پذیرفته است، از طریق تغییر میزان بازشدگی دریچه ورودی بر پروفیل های سرعت و غلظت جریان گل آلود در حالت دو بعدی و در یک مدل فیزیکی بررسی شده است که نتایج نشان می دهد تاثیر ارتفاع دریچه زیرگذر ورودی بر پروفیل سرعت در غلظت های کمتر جریان گل آلود ورودی، بارزتر بوده، به گونه ای که با افزایش بازشدگی دریچه ورودی، مقادیر سرعت حداکثر در پروفیل سرعت افزایش یافته است. همچنین افزایش عدد فرود ورودی موجب کاهش مقادیر متوسط سرعت جریان گل آلود شده است. نکته قابل توجه این است که ارتفاع نظیر سرعت حداکثر (Hm) تحت تاثیر ارتفاع بازشدگی دریچه زیرگذر ورودی نبوده است. از نتایج آزمایش های انجام شده معلوم گردید که ارتفاع معادل با سرعت متوسط در لایه بیرونی پروفیل سرعت تقریباً ۰/۸ ضخامت متوسط جریان و همچنین نسبت ضخامت کل جریان به ضخامت متوسط جریان تقریباً ۱/۴ بوده است. در تمام آزمایش ها نسبت سرعت حداکثر جریان گل آلود به سرعت متوسط جریان در محدوده ۱/۲ تا ۱/۳ و همچنین نسبت ارتفاع نظیر سرعت ماکزیمم به ضخامت متوسط جریان در محدوده ۰/۴-۰/۶ بوده است. بررسی پروفیل های غلظت نشان داده اند که با افزایش ارتفاع دریچه بازشدگی از ۴ به ۷ سانتی متر مقادیر غلظت در عمق جریان کاهش پیدا می کند و تاثیر ارتفاع بازشدگی دریچه ورودی بر جریان هایی با فرود ورودی بزرگتر بارزتر می باشد. همچنین افزایش عدد فرود ورودی منجر به کاهش مقدار متوسط غلظت جریان گل آلود شده است. در تمام آزمایش ها دیده شده که ارتفاع نظیر غلظت متوسط جریان در ارتفاعی معادل با ۰/۳۵ تا ۰/۵ برابر ضخامت متوسط جریان اتفاق می افتد.

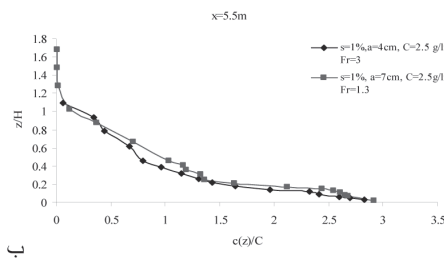
تحقیق حاضر تلاشی بود در راستای شناخت بیشتر پاره ای از مباحث هیدرودینامیک جریان های گل آلود و به منظور ادامه و تکمیل این تحقیق موارد زیر پیشنهاد می گردد، آزمایش های این تحقیق در

دریچه ورودی را می توان از طریق تاثیر عدد فرود ورودی بر جریان توجیه نمود، به این ترتیب که با افزایش ارتفاع دریچه ورودی عدد فرود چگالی جریان ورودی کاهش پیدا می کند. بنابراین پرش هیدرولیکی کوچکتری لازم است تا این جریان فوق بحرانی را به حالت زیر بحرانی برساند. از این رو در این حالت جریان گل آلود در طول کانال با عدد فرود بالاتری به جریان خود ادامه می دهد. همان طور که ذکر گردید، ضخامت جریان گل آلود نیز در طول کانال کاهش می یابد و بواسطه کاهش ضخامت مقادیر سرعت از خود افزایش نشان می دهند که این افزایش سرعت به نوبه خود می تواند شرایط را برای افزایش مقدار درون آمیختگی فراهم سازد. براین اساس هر چه سرعت جریان بیشتر باشد این اختلاط شدیدتر شده و این مساله دلیل اصلی کاهش غلظت در پروفیل غلظت می گردد.

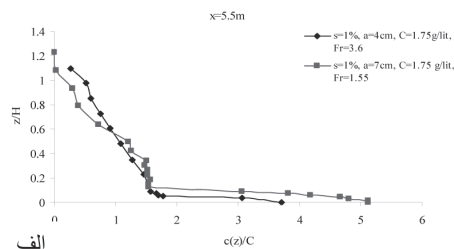
پروفیل های غلظت در این قسمت با استفاده از مقادیر ضخامت و غلظت متوسط جریان گل آلود که از روابط ۳، ۴ و ۵ محاسبه شده اند، بی بعد شده اند (شکل ۶). این شکل نشان می دهد که پروفیل های بی بعد شده بر یکدیگر انطباق خوبی دارند و این مساله دلیلی بر صحت داده های برداشت شده و همچنین دقت تکنیک ABS در این تحقیق می باشد. نمودارهای شکل (۶) نشان می دهند که نسبت ارتفاعی که در آن ارتفاع، غلظت جریان تقریباً صفر است (Ht) به ضخامت متوسط جریان گل آلود (H) در کلیه آزمایشات استفاده شده در این مقایسه تقریباً ثابت و برابر با ۱/۲-۱/۵ بوده است که این مقدار در آزمایش های آلتیناکار ۱/۳ بدست آمده است (۱۰). همچنین ارتفاع نظیر غلظت متوسط جریان در ارتفاع ۰/۳۵ تا ۰/۵ برابر ضخامت متوسط جریان اتفاق می افتد.

نتیجه گیری

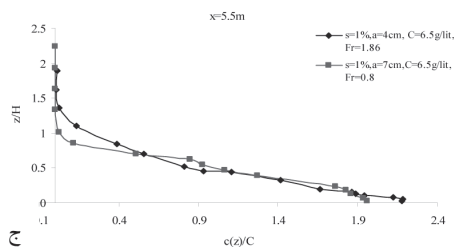
در این تحقیق، فرآیند جریان گل آلود در قالب اثر عدد فرود چگالی



ب



الف



ج

شکل ۶- تاثیر ارتفاع بازشدگی دریچه زیرگذر ورودی بر پروفیل های غلظت بی بعد شده، الف) غلظت ورودی ۲/۵ g/lit، ب) غلظت ورودی ۱/۷۵ g/lit، ج) غلظت ورودی ۶/۵ g/lit

- ۹- میر باقری، س.ا. ۱۳۶۸. مطالعات تکنیکی در بر آورد رسوبات حوزه آبریز. مجموعه مقالات اولین کنفرانس هیدرولوژی ایران. تهران. مهتاب قدس، ۶۵۲-۶۶۸.
- 10- Altinakar, M. S., W. H. Graf and E. J. Hopfinger. 1993. Water and sediment entrainment in weakly depositing turbidity current on small slopes. Proc., XXV Congr., Int. Ass. Hydr. Res., V.2.
- 11- Cesare, G.D., A. Schleiss and F. Hermann. 2001. Impact of turbidity current on reservoir sedimentation, J. of Hydr. Eng., 127(1):6-16.
- 12- Firoozabadi, B., B. Farhanieh and M. Rad. 2003. Hydrodynamics of 2-D laminar turbidity current, J. Hydr. Res, 41(6):623-630.
- 13- Flix, M., S. Sturton and J. Peakall. 2005. Combined measurements of velocity and concentration in experimental turbidity currents, J. of Sedimentary Geology, 179:31-47.
- 14- Fukushima, Y., N. Hayakawa. 1995. Dynamic of three dimensional inclined thermal, J. Hydr. Eng., ASCE, V.121, No. 8.
- 15- Graf, W.H and M.S. Altinakar. 1998. Fluvial hydraulic-flow and transport processes in channel of simple geometry, Chapter 7, Wiley, New-York.
- 16- Hosseini, S. A., A. Shamsai and B. Ataie-Ashtani. 2006. Synchronous measurements of the velocity and concentration in low density turbidity currents using an Acoustic Doppler Velocimeter. J. Flow Measurement and Instrumentation. 17: 59-68.
- 17- ICOLD (International Commission on Large Dams). 1998. Word Register of Dams. 1998 book and CD-ROM. ICOLD, Paris, France.
- 18- Keshkar, S.H., S.A. Ayyoubzadeh, B. Firoozabadi and H. Afshin. 2008. Experimental study of the opening height of entrance gate effect on vertical distribution velocity in turbidity current, International Conference on Fluvial Hydraulics, Izmir, Turkey.
- 19- Kubo, Y., T. Nakajima. 2002. Laboratory experiments and numerical simulation of sediment-wave formation by turbidity current. Journal of Marine Geology, V.(192): 105-121.
- 20- Lee, H. Y., W. S. Yu. 1997. Experimental study of reservoir turbidity current. J. Hydr. Eng, ASCE, V.123, N.(6): 520-528.
- 21- Parker, G., H. Toniolo. 2006. Note on the analysis of plunging of density flows, Submitted to the Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, January, 2006.
- 22- Swamee, P.K. 2001. Design of high-rise pumping mains, J. Urban Water. 317-321.
- 23- Turner, J.S. 1973. Buoyancy effects in fluid, Cambridge Univ. Press, Cambridge, GB.

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □

کانالی به صورت سه بعدی مورد بررسی قرار گیرد و تنشهای رینولدزی و همچنین ضریب درون آمیختگی نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

سیاسگزاری

در نهایت لازم می دانیم که از تیم تحقیقاتی آزمایشگاه مکانیک سیالات دانشکده مکانیک دانشگاه صنعتی شریف به دلیل مساعدتی که در راستای پیش برد این تحقیق مبذول داشتند، کمال تشکر را داشته باشیم.

باورقی‌ها

- 1-Density Current
- 2- Gravity Current
- 3-Ambient Fluid
- 4-Acoustic Backs Cattering
- 5--Backs Catter Analysis
- 6-Amplitude

منابع مورد استفاده

- ۱- ترین، ع. ۱۳۸۳. شبیه سازی عددی رسوبگذاری در مخازن سدها با مدل‌های یک بعدی، شبه دو بعدی و سه بعدی. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران، سازه های هیدرولیکی، دانشکده فنی دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲- چاپلی، ا. ۱۳۸۰. بررسی راندمان تله اندازی رسوب در سدهای تاخیری با استفاده از مدل فیزیکی. پایان نامه کارشناسی ارشد تاسیسات آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۳- راد، م بررسی تجربی و عددی جریان غلیظ و کاربرد آن در رسوب زدایی مخازن سدها. طرح پژوهشی، وزارت نیرو، سازمان مدیریت منابع آب.
- ۴- شبان عباسی، ص، م. ج. خانجانی و غ. بارانی. ۱۳۸۱. بررسی راندمان تخلیه رسوب با مدل بندی فیزیکی جریان چگال تحتانی دریاچه سد. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۱۵-۱۳۲۱.
- ۵- شفیعی، ع و م. ج. خانجانی. ۱۳۷۶. بررسی تخلیه رسوب در مخازن سدها به وسیله یک مدل فیزیکی. نشریه دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد، سال ۹ ش. ۱، ۳۶-۴۳.
- ۶- فیروز آبادی، ب. ۱۳۷۸. بررسی تجربی و تئوری جریان های مطبق و تهیه مدل ریاضی از جریان های چگالی حاوی ذرات. پایان نامه دکتری رشته مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی شریف.
- ۷- فیروز آبادی، ب، س. م. ر. موسوی حکمتی، م. راد. ۱۳۸۴. بررسی تجربی ساختار جریان گل آلود سه بعدی مغشوش. مجله هیدرولیک، جلد اول شماره دوم، پاییز ۱۳۸۴، ۲۹-۴۴.
- ۸- محمد نژاد، ب و ا. شمسایی. ۱۳۸۱. بررسی نقش جریان های غلیظ در رسوبگذاری دریاچه سدها. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲۷۷-۲۸۵.