Archive of SID

اولین همایش ملی زهکشی در کشاورزی پایدار
تهران - ۸ اسفندماه ۱۳۹۲

شبیه‌سازی عملکرد دریچه در حداکثر عمق آبشستگی پایین‌دست و مقایسه با نتایج آزمایشگاهی

اعظم نورعلیزاده
دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول
azam.nooralizadeh@gmail.com
عبدالرسول تلوری
دانشیار گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز telvari@gmail.com
علی افروس
استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول ali.afrous@gmail.com

چکیده

به دلیل شرایط و پیچیدگی‌های فراوان و همچنین به دلیل نبودن رابطه‌ای قوی که بتواند پاسخگوی تمامی شرایط باشد، با وجود قدمتی طولانی آبشستگی در اطراف دریچه‌ها همچنان مورد توجه خاص محققین علم هیدرولیک و مهندسی رودخانه است. دریچه‌ها از جمله سازه‌های کنترل‌کننده جریان هستند که در شکل‌ها و با نحوه عملکردهای متفاوتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله محل‌های استفاده دریچه‌ها می‌تواند در روی تاج سرریزهای لبه آبریز و یا در محل خروج آب از دریاچه به رودخانه و کانال باشد. هر نوع دریچه امتیازات و نقائص مربوط به خود را داشته و با توجه به موقعیت کاربرد و خصوصیات استفاده از آن، می‌توان یکی از انواع را انتخاب نمود. در تحقیق حاضر به شبیه‌سازی عملکرد دریچه در حداکثر عمق آبشستگی و مقایسه آن با نتایج آزمایشگاهی در یک فلوم آزمایشگاهی پرداخته شده است.

واژه های کلیدی : مدل ریاضی، دریچه، حداکثر عمق آبشستگی

مقدمه

از انواع دریچه‌ها، با توجه به نحوه جریان می توان دریچه‌های زیرگذر را نام برد که حرکت آب از زیر دریچه صورت می‌گیرد و تنظیم و کنترل براساس میزان بازشدگی از پایین انجام می‌گیرد. برای مشهورترین و پرکاربردترین دریچه‌های زیرگذر می‌توان از دریچه‌های کشویی، شعاعی یا قطاعی و طبلی نام برد. اهمیت بررسی پدیده آبشستگی زمانی آشکار می‌گردد که عمق آبشستگی قابل ملاحظه باشد به گونه‌ای که این عمق به پی سازه‌های رودخانه‌ای برسد و پایداری این سازه‌ها را در معرض خطر قرار دهد یا موجب تخریب آنها گردد. روشی که معمولا برای تعیین میزان عمق آبشستگی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به

www.SID.ir

Archive of SID

کارگیری روابط تجربی و یا استفاده از مدل‌های فیزیکی می‌باشد. لازم به ذکر است علی رغم این که تاکنون مطالعات وسیعی جهت برآورد آبشستگی موضعی اطراف سازه‌های هیدرولیکی مختلف انجام شده است، اما هنوز رابطه‌ای عمومی و جامع برای

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبه عمق آبشستگی موضعی اطراف هیچ کدام از سازه‌های رودخانه‌ای ارائه نشده است.

مدل ترکیبی سرریز- دریچه می‌تواند برخی نواقص کاربرد جداگانه سرریز و دریچه را برطرف نماید به طوری که مواد شناور (چوب، یخ و...) از روی سازه و مواد قابل ته‌نشینی (رسوبات) از زیر سازه عبور کرده و دبی با دقت مناسبی تخمین زده شود. در واقع برای کمتر کردن مشکلات و نواقص سرریزها و دریچه‌ها و همچنین استفاده از مزایای هرکدام تصمیم گرفته شد تا از این دو سازه به صورت ترکیبی استفاده شود.

محققینی از جمله اویماز[1] (۱۹۸۸)، هارتونگ[2] (۱۹۶۶)، کارزتنز[3] (۱۹۳۷)، سارما[4] (۱۹۷۱) و ... تحقیقاتی بر روی آبشستگی ناشی از جریان آب در مواقعی که جریان از روی سرریز و یا دریچه تنها عبور می‌کند، انجام داده‌اند.

فرهودی و اسمیت (۱۹۸۴) تحقیقی را پیرامون آبشستگی پایین‌دست پرش هیدرولیکی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که بین میزان آبشستگی و مشخصات هندسی حفره رابطه مشخص و قابل تعریفی برقرار است (فرهودی و اسمیت، ۱۹۸۴).

گول[5] (۲۰۱۰) تحقیقی بر روی آبشستگی پای دریچه بدون کف‌بند انجام داد که به این نتیجه رسید که حداکثر عمق آبشستگی به عمق پایاب و دبی جریان وابسته است. همچنین به این نتیجه رسید که در این دریچه‌ها آبشستگی نسبت به دریچه‌های عمودی کمتر است.

مسعودیان و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی تاثیر پارامترهای بی‌بعد H/a (عمق آب بالادست به بازشدگی دریچه)، H/P (عمق آب بالادست به ارتفاع سازه) و درصد استغراق H_{TW}/H (عمق پایاب به عمق آب بالادست) بر مشخصات هیدرولیکی جریان از جمله ضریب دبی و حد استغراق پرداخته شده است.

مطالعاتی درباره جریان از روی سرریز و زیر دریچه توسط ماجچرک (۱۹۸۴) به انجام رسید که به هدف یافتن رابطه‌ای برای تعیین ضریب جریان در سازه پرداخته شده است. احمد (۱۹۸۵) نیز به بررسی این جریان پرداخت که عمده فعالیت ایشان مربوط به سرریز و دریچه V می‌شد.

بغدادی و همکاران (۱۳۹۱) نتایج حاصل از بررسی آزمایشگاهی آبشستگی موضعی ناشی از جت‌های افقی مستغرق را با نتایج شبیه‌سازی عددی با مدل سه‌بعدی Flow-3D مقایسه کردند تا توان مدل عددی در این زمینه را آزمون کنند.

اغلب این بررسی‌ها در شرایط آزمایشگاهی و با صرف هزینه صورت گرفته است ولی در بسیاری از موارد به دلیل عدم وجود امکانات آزمایشگاهی نیاز به استفاده از مدل‌های عددی و نرم‌افزارهای مربوطه می‌باشد که در تحقیق حاضر با توجه به در اختیار قرار گرفتن نتایج یک بررسی آزمایشگاهی، کاربرد نرم‌افزار HEC-RAS در بررسی شبیه‌سازی عملکرد دریچه در آبشستگی پایین‌دست مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

۱- مدل آزمایشگاهی

این تحقیق شبیه‌سازی عددی یک پژوهش آزمایشگاهی با همین موضوع است که با اجازه محقق مربوطه انجام گرفته است. برای ساخت مدل، از کانال موجود در آزمایشگاه هیدرولیک گروه مهندسی آب دانشکده مهندسی آب و خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان استفاده شده‌است. مشخصات این فلوم شامل طول ۱۲ متر، عرض ۰/۶ متر و ارتفاع ۰/۶ متر می‌باشد. کف کانال به ارتفاع ۲۵ سانتیمتر از رسوبات یکنواخت با $D50 = 1/5$ mm و ضریب یکنواختی ۱/۱۸ پوشانده شده است. دریچه در فاصله ۶/۴ متری از ابتدای کانال نصب شد.

www.SID.ir

Archive of SID

1. Uymaz
2. Hartung
3. Carstens
4. Sarma
5. Goel

شکل (۱) نمایی از تابلو برق ایستگاه پمپاژ، ورودی و خروجی مخزن زیرزمینی فلوم

۲- مدلسازی عددی

سیستم تحلیل رودخانه انجمن مهندسین ارتش آمریکا، نرم‌افزاری‌است که به کاربر امکان انجام محاسبات هیدرولیک رودخانه در حالت جریان ماندگار و غیرماندگار را می‌دهد. اولین نسخه این نرم‌افزار در جولای ۱۹۹۵ عرضه شد. از آن زمان تاکنون چندین نسخه دیگر از این نرم‌افزار مشتمل بر نسخه‌های ۱.۱، ۱.۲، ۲، ۲.۱، ۲.۲، ۲.۲۱، ۳، ۳.۱، ۴، ۴.۰۱ و ۴.۱ عرضه شده است. از نظر رسوب در واقع تکمیل یافته مدلHEC-6 است. نسخه‌های اولیه این مدل که در سال ۱۹۹۸، ارائه شد فاقد توانایی در شبیه‌سازی انتقال و ته‌نشین شد نبود، اما در حال حاضر این مدل عددی دارای چهار قابلیت شبیه‌سازی جریان ثابت، جریان متغیر، کنترل کیفیت آب و انتقال رسوبات می‌باشد.

یکی از ویژگی‌های این مدل این است که از یک پوسته گرافیکی برای وارد کردن اطلاعات به مدل استفاده می‌شود و از طرفی نتایج حاصل از تحلیل نیز به صورت گرافیکی و با قابلیت‌های فراوان امکان نمایش دارند. از این رو استفاده از این مدل برای کاربران به نسبت دیگر مدل‌های عددی موجود راحت‌تر می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

بخش انتقال رسوب این مدل برای شبیه‌سازی یک بعدی ته‌نشین شدن رسوب و یا فرسایش و آبشستگی بستر توسعه داده شده است. همچنین مزیتی که این نرم‌افزار نسبت به نرم‌افزار HEC- 6 دارد، این است که قابلیت مدلسازی سیل‌های لحظه‌ای را نیزداراست. در واقع بخش رسوب نرم‌افزار HEC-RAS این قابلیت را دارد که با استفاده از ۴ روش، سرعت سقوط را محاسبه کند و در کنار آن از ۷ تابع انتقال رسوب برای تخمین میزان جابه‌جایی رسوب استفاده کند. قابل به ذکر است که معادله انرژی، معادله حرکت و پیوستگی رسوب از اصلی‌ترین مبانی مورد استفاده درHEC-RAS می‌باشند.

۳- نحوه بررسی و مقایسه

اگرچه در بررسی آزمایشگاهی حالات مختلفی از سرریز و دریچه و ترکیب آنها از نظر میزان بازشدگی و ارتفاع سرریز مختلف صورت گرفته است اما برای مدل‌سازی عددی ۲ حالت شامل بازشدگی دریچه ۲ و ۴ سانتی‌متر مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج آن با نتایج حاصل از بررسی آزماشگاهی با استفاده از معیارهای دبی و عدد فرود مقایسه شده است.

نتایج و بحث

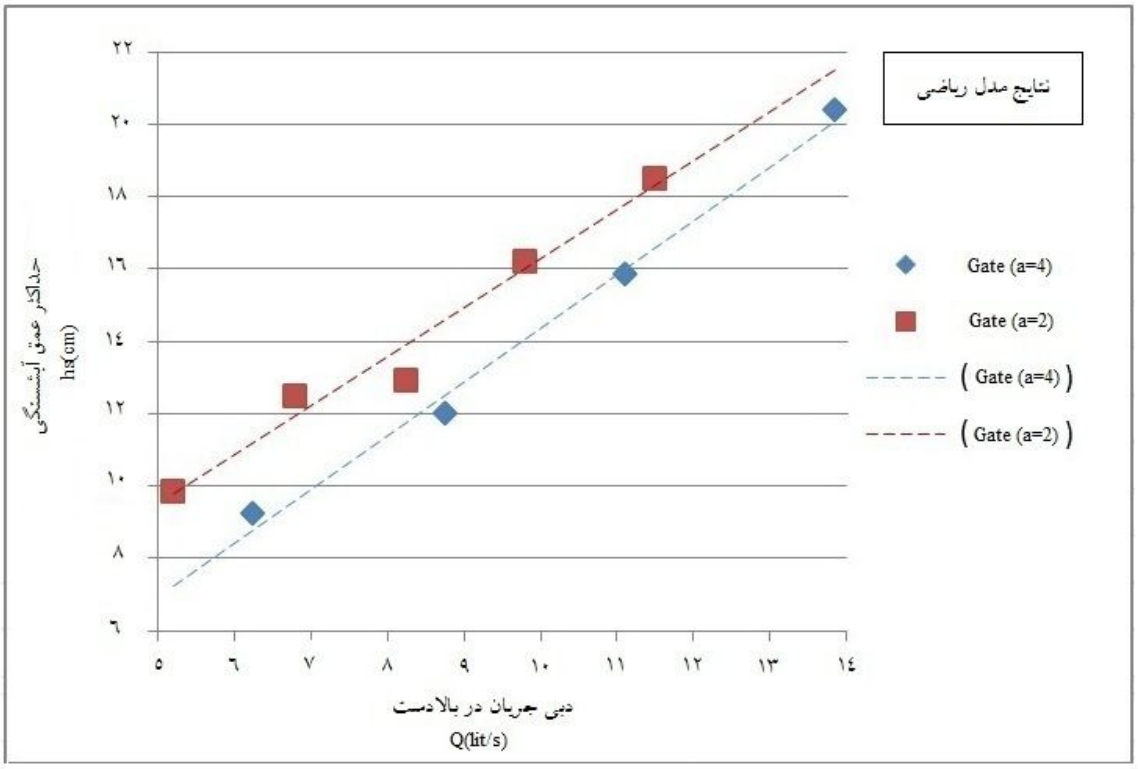
برای حالت دریچه برای ۲ بازشدگی متفاوت دریچه در شرایط هیدرولیکی مختلف شبیه‌سازی شد که نتایج آن به شرح زیر می‌باشد:

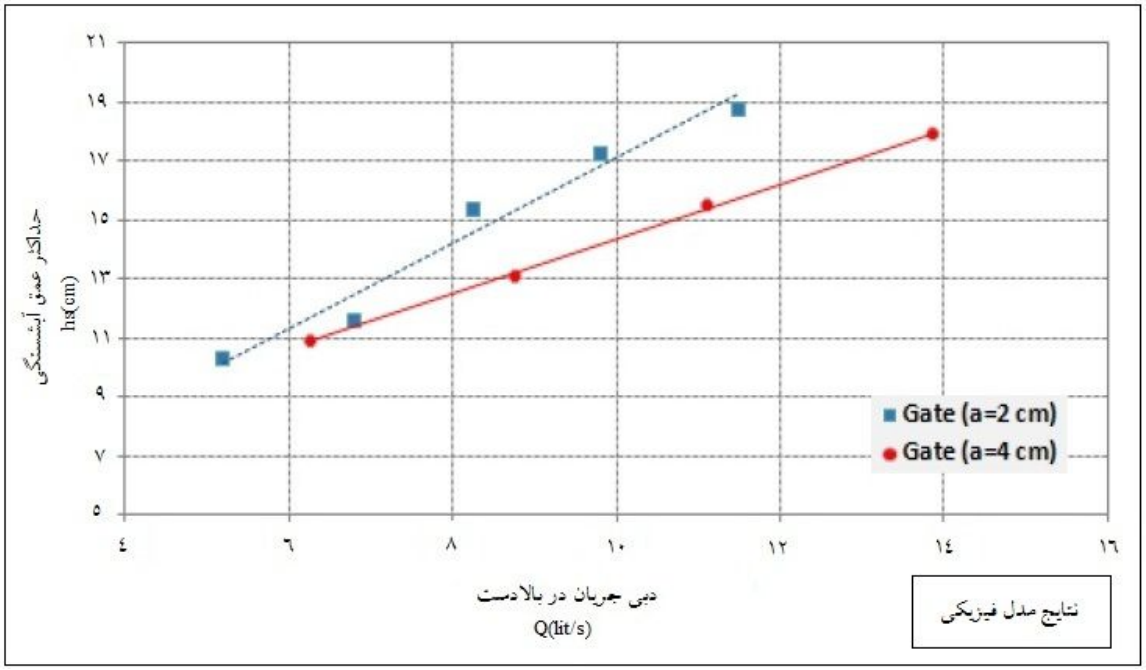
در شکل (۲) اثر دبی بر میزان حداکثر عمق آبشستگی در پایین‌دست دریچه مشاهده می‌شود. طبق نمودار با افزایش دبی حداکثر عمق آبشستگی افزایش یافته است.

شکل (۲) حداکثر عمق آبشستگی در برابر تغییرات دبی جریان برای بازشدگی‌های متفاوت دریچه

www.SID.ir

Archive of SID



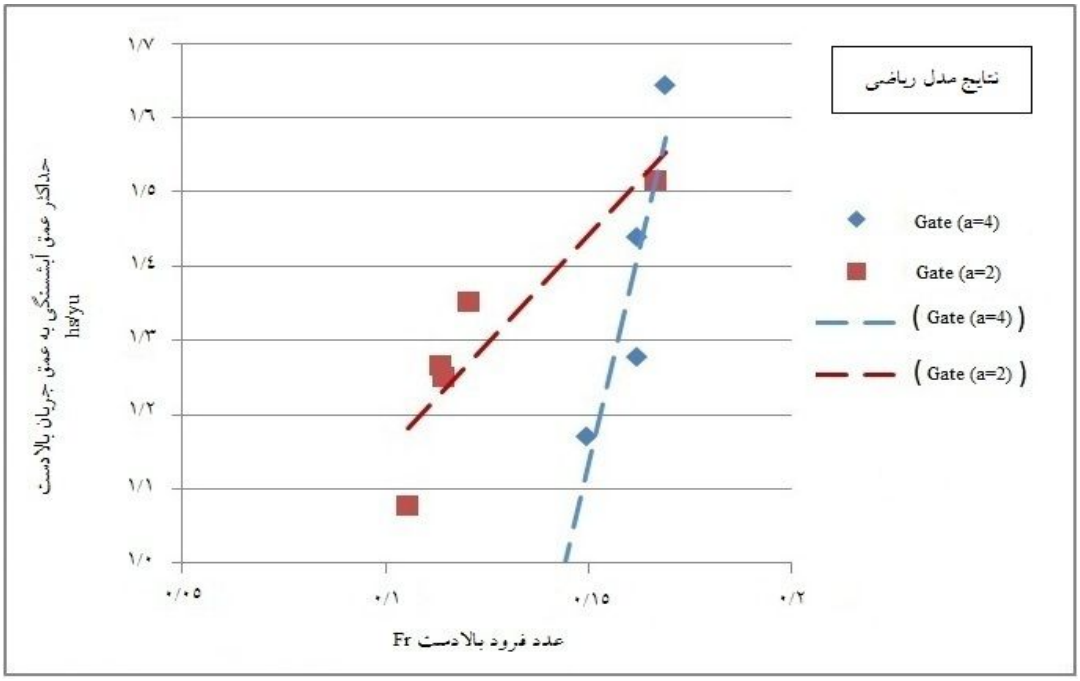


www.SID.ir

Archive of SID

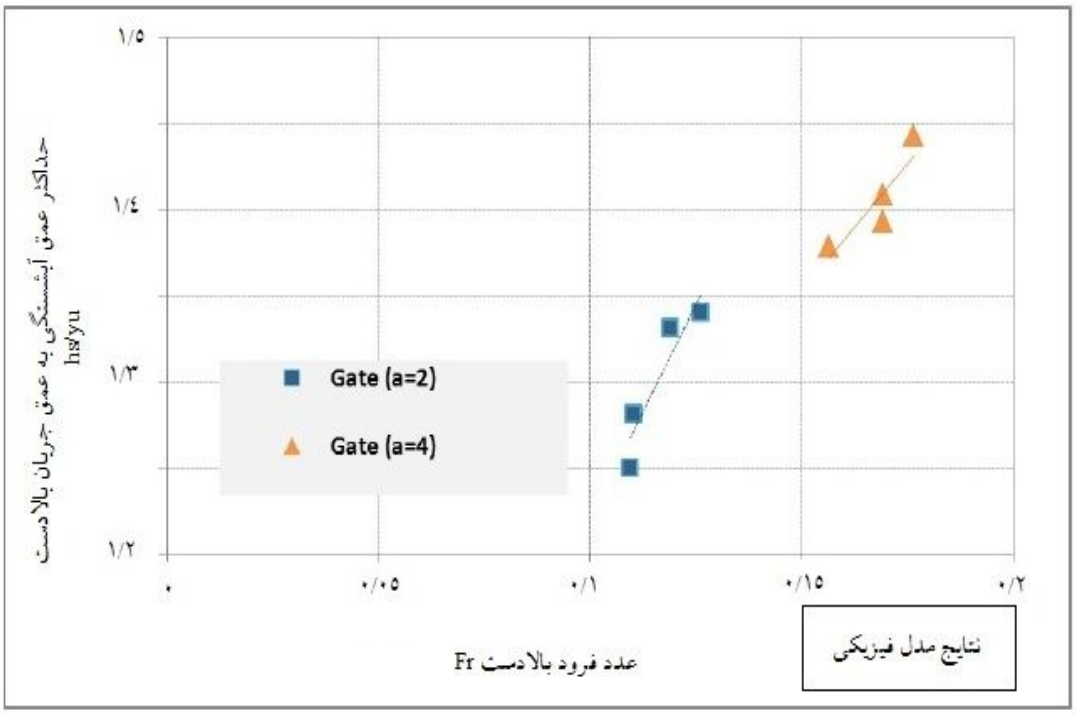
نمودار شکل (۳) اثر پارامتر بدون بعد تغییرات نسبت حداکثر عمق آبشستگی به عمق جریان در بالادست به عدد فرود بالادست را نشان می‌دهد. این نمودار نشان می‌دهد که با افزایش عدد فرود نسبت حداکثر عمق آبشستگی به عمق جریان در بالادست افزایش یافته است.

شکل (۳) تغییرات نسبت حداکثر عمق آبشستگی به عمق جریان در بالادست در برابر تغییرات عدد فرود بالادست برای بازشدگی‌های متفاوت دریچه



www.SID.ir

Archive of SID



نتیجه گیری و پیشنهادات

بررسی نتایج حاصل از مدلسازی عددی دریچه نشان می‌دهد که حداکثر عمق آبشستگی با دبی رابطه مستقیم دارد. همچنین عدد فرود با نسبت حداکثر عمق آبشستگی به عمق جریان در بالادست رابطه مستقیم دارد.

- با افزایش دبی حداکثر عمق آبشستگی آفزایش می‌یابد.
- در دبی ثابت با افزایش بازشدگی دریچه حداکثر عمق آبشستگی کاهش می‌یابد.
- با افزایش عدد فرود نسبت حداکثر عمق آبشستگی به عمق جریان در بالادست افزایش می‌یابد.
- میزان خطای نرم افزار HEC-RAS در شبیه سازی دریچه به کمک مدل ریاضی، میزان ۳ درصد است.
- با توجه به اینکه مدل فیزیکی نسبت به مدل ریاضی هزینه و زمان بیشتری نیاز دارد، پیشنهاد می‌شود برای آزمایش‌های تکمیلی به جای استفاده از مدل فیزیکی از مدل ریاضی استفاده شود.

منابع

۱- بغدادی، ح.، ارشادی، س. و م. رستمی، ۱۳۹۱. بررسی و مقایسه طول حفره آبشستگی بین مدل‌های آزمایشگاهی و عددی، یازدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه ارومیه.

۲- بیرامی، م.ک، ۱۳۸۲، سازه‌های انتقال آب، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

www.SID.ir

Archive of SID

۳- مسعودیان، م.، قره‌گزلو، م.، نادری، ف. و ن. فندرسکی، ۱۳۹۰، هیدرولیک جریان مستغرق در مدل ترکیبی سرریز- دریچه استوانه‌ای، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان

4- Ahmed, F.H., 1985. Characteristics of Discharge of the Combined Flow Through Sluice Gate and Over Weirs, Journal Engineering and Technology, Iraq., Vol. 3, No. 2, pp. 49-63.

5- Farhoudi, J. and K.V.H. Smith, 1984, Local scour profiles downstream of hydraulic jump. J. of Hyd. Res. IAHR. Vol. 23. No.4.

6- Goel, A., 2010, Scour Investigations Behind a Vertical Sluice Gate without Apron. The Pacific Journal of Science and Technology. Volume 11. Number 2. November 2010 (Fall).

7- Hartung, F., and E. Hausler, 1973, Scours stilling basins and downstream protection under free overfall jets at dams. ICOLD (ed) Proceedings of the 11th congress on large dams.Madrid. Q41. Vol:R3. PP:39-56.

8- Sarma, K.V.N., 1971, Discussion of similary laws for localized sour. J. of Hydr. Div. ASCE. 93(HY2). 67-71.

9- Uyumaz, A., 1985. Scour downstream of vertical gate, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 114,No. 7, pp. 22636.

www.SID.ir