بررسی آزمایشگاهی ضریب دبی در سازه ترکیبی سرریز- دریچه با ایجاد کنگره‌های مثلثی شکل در بال سرریز

امیررضا بهره بر*[۱]، حسین آذرپیوند[۲]و رسول فرهادی[۳]

۱) دکتری تخصصی مهندسی آب، شرکت آب منطقه‌ای استان کهگیلویه و بویر احمد، یاسوج، ایران.

۲) کارشناس مهندسی آب، شرکت آب منطقه‌ای استان کهگیلویه و بویراحمد، یاسوج، ایران.

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۶ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۱**

چکیده

ترکیب سرریز با دریچه باعث ایجاد تغییراتی در ضریب‌دبی می‌گردد. سازه ترکیبی سرریز- دریچه به دو منظور اندازه‌گیری دبی جریان و جلوگیری از انباشته شدن رسوبات در زمستان که آب گل‌آلود می‌باشد، در پشت سرریز بکار می‌رود. در این پژوهش با طراحی و ساخت چهار مدل ترکیبی سرریزهای کنگره‌ای مربعی همراه با دریچه، تاثیر پارامترهای هیدرولیکی از جمله فشار آب روی سرریز (h) و پارامترهای هندسی از جمله ارتفاع روزنه (a) عرض دریچه (b) و فاصله بین بالای روزنه تا راس مثلث (y)، بر ضریب‌دبی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمایشات نشان داد که ضریب‌دبی با افزایش نسبت‌های h/y، h/b و h/a بی‌بعد کاهش می‌یابد و مدل ترکیبی بیشتر عملکردی شبیه به دریچه دارد. همچنین رابطه‌ای جهت تخمین ضریب‌دبی جریان با ضریب همبستگی ۰/۹۸ ارائه شد. تحلیل حساسیت رابطه نشان داد که نسبت بی‌بعد h/y دارای بیشترین حساسیت و تاثیر را دارا می‌باشد و در نهایت اینکه در جاهایی که محدودیت عرض سرریز وجود دارد با اجرای این نوع سرریزها و از همه مهم‌تر با ایجاد دریچه در بدنه سرریز یعنی به حالت ترکیبی میزان دبی عبوری افزایش خواهد یافت که بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سرریزکنگره‌ای مربعی- دریچه، آنالیز حساسیت، کنگره مثلثی، ضریب‌دبی.

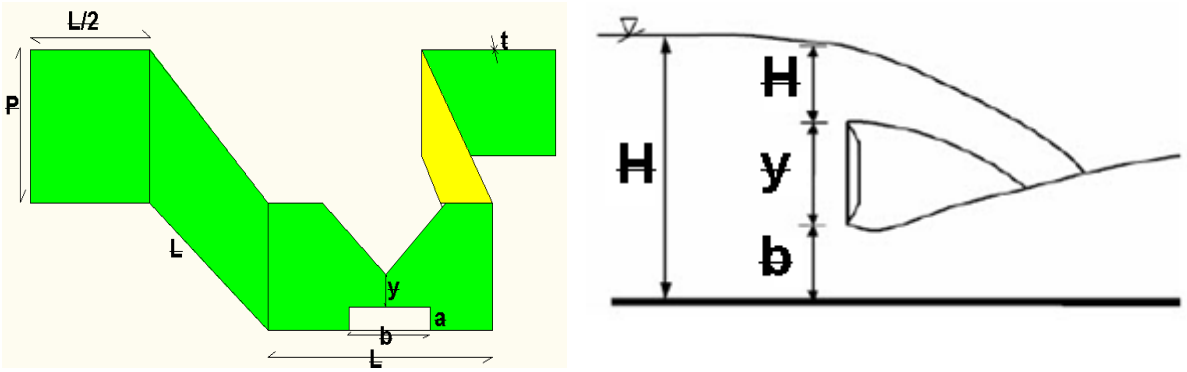
مقدمه

توزیع و اندازه‌گیری دقیق آب به منظور کاهش تلفات در شبکه‌های آبیاری و زهکشی، همواره مورد توجه بوده است. در این راستا سرریز و دریچه، به علت داشتن روابط ساده و نسبتا دقیق، نسبت به سازه‌های جایگزین کاربرد بیشتری دارند. وجود مواد معلق و شناور در آب، اغلب سبب تجمع در ورودی دریچه‌ی بالادست سرریز می‌گردد که این امر خود می‌تواند موجب کاهش دقت اندازه‌گیری دبی، ایجاد تغییر در شکل مجرای جریان، به خطر افتادن پایداری سازه (به دلیل کاهش حجم مفید کانال) و سرریز شدن آب از روی کانال می‌شود. با ترکیب سرریز و دریچه به عنوان یک سازه متمرکز مواد شناور از روی سرریز و مواد قابل رسوب از زیر دریچه‌ی عبور می‌کنند که منجر به کاهش مشکلات استفاده جداگانه هریک از سازه‌ها می‌شود. علیرغم اینکه در خصوص مدل‌های ترکیبی سرریز- دریچه پژوهش‌هایی صورت گرفته (Negm *et al.*, 2002) ولیکن تاکنون در خصوص مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای-دریچه تحقیق زیادی صورت نگرفته است. لذا در تحقیق حاضر به این موضوع پرداخته خواهد شد. قره‌گزلو و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی آزمایشگاهی ضریب‌دبی شبیه ترکیبی سرریز-دریچه استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای در نهرهای کوچک پرداختند و نتیجه گرفتند در یک H/D ثابت، ضریب‌دبی استوانه کامل تقریبا برابر با ضریب‌دبی نیم‌استوانه یا انحنا در بالادست و حدود ۱۲ درصد بیشتر از ضریب‌دبی نیم‌استوانه‌ای یا انحنا در پایین‌دست است. رضایی و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که در سرریزهای کنگره‌ای با پلان مستطیلی برای ارتفاع آب بالادست ثابت دبی سرریز کنگره‌ای حداکثر ۲/۶ برابر دبی سرریز مستقیم و در دبی ثابت، ارتفاع آب بالادست سرریز مستقیم ۱/۸ برابر ارتفاع آب بالادست سرریز کنگره‌ای است و همچنین بیان کردند که بهترین محدوده برای طراحی سرریز کنگره که حداکثر ضریب‌دبی عبوری را داشته باشد بین ۰/۲ و ۰/۴ می‌باشد. اسمعیلی‌ورکی و صفررضوی‌زاده (۱۳۹۲) نشان دادند که در کلیه سرریزهای کنگره‌ای مورد مطالعه آن‌ها (با پلان نیم‌دایره‌ای–خطی و نیم‌دایره‌ای با شعاع‌های مختلف) ضریب‌دبی جریان با افزایش H/P (نسبت انرژی کل بالادست به ارتفاع سرریز) تا ۰/۳۷، روند افزایشی داشته و سپس به دلیل تداخل تیغه‌های ریزشی ضریب‌دبی جریان کاهش می‌یابد و بتدریج با استغراق نسبی سرریز، ضریب‌دبی جریان به سمت ضریب‌دبی جریان در سرریزهای لبه‌پهن متمایل می‌گردد. Samani و Mazaheri (۲۰۰۹) جریان ترکیبی روی سرریز– دریچه مستطیلی لبه‌تیز بدون فشردگی جانبی را در دو حالت استغراق (سرریز آزاد و دریچه مستغرق، سرریز و دریچه مستغرق) مدل‌سازی آزمایشگاهی نمودند. در دو حالت مشاهده شد که پایاب بر عمق بالادست سازه و در نتیجه بر دبی جریان تأثیر می‌گذارد. یاسی و محمدی (۱۳۸۶) شکل سرریزهای کنگره‌ای را در پلان اصلاح کرده و به شکل قوسی در آوردند. نتایج نشان داد که این شکل سرریز کنگره‌ای، عملکرد هیدرولیکی بهتری نسبت به سرریزهای ذوزنقه‌ای و مثلثی با طول تاج یکسان دارد. رضایی (۱۳۹۱) به بررسی آزمایشگاهی سرریزهای کنگره‌های مستطیلی پرداختند و افزایش ضریب‌دبی در برابر افزایش ارتفاع مدل سرریز در یک ارتفاع ثابت آب بالادست می‌باشد را نتیجه گرفتند. از جمله پژوهشگرانی که در زمینه جریان هم‌زمان از مدل ترکیبی سرریز– دریچه مطالعاتی انجام داده‌اند، می‌توان به Negm و

همکاران (۲۰۰۲) اشاره نمود که به بررسی تأثیر میزان استغراق پایین‌دست بر دبی جریان در مدل ترکیبی سرریز مثلثی در بالای دریچه مستطیلی و بالعکس پرداختند. نتایج نشان داد که نسبت استغراق دریچه روی عمق بالادست و روی دبی تأثیر می‌گذارد. Hayawi و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی جریان هم‌زمان از سرریز مثلثی و زیر دریچه مستطیلی در حالت آزاد پرداختند. نتایج آزمایشگاهی حاصل نشان داد که ضریب شدت جریان با افزایش زاویه رأس سرریز مثلثی کاهش می‌یابد. قره‌گزلو و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی آزمایشگاهی ضریب‌دبی شبیه ترکیبی سرریز-دریچه استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای در نهرهای کوچک پرداختند و نتیجه گرفتند در یک H/D ثابت، ضریب‌دبی استوانه کامل تقریبا برابر با ضریب‌دبی نیم‌استوانه یا انحنا در بالادست و حدود ۱۲ درصد بیشتر از ضریب‌دبی نیم‌استوانه‌ای یا انحنا در پایین‌دست است. Kumar و همکاران (۲۰۱۱) مطالعه آزمایشگاهی بر ضریب‌سرریز کنگره‌ای با پلان مثلثی انجام دادند. مقایسه نتایج نشان داد که با کاهش زاویه راس سرریز، طول ناحیه تداخل جریان افزایش یافته و ضریب‌دبی جریان سرریز کاهش محسوسی می‌یابد. همچنین در این تحقیق روابطی برای محاسبه ضریب‌دبی جریان با زوایای راس مختلف ارائه شده است. هدف از تحقیق حاضر انتخاب سرریزی با کارایی بهتر نسبت به بقیه سرریزها، به زبانی روشن‌تر یعنی اینکه در مواقعی در اجرا، وقتی محدودیت طول سرریز به میان می‌آید و از طرفی دبی سیلابی هم زیاد می‌باشد پس باید سرریزی انتخاب و اجرا شود که بتواند بیشترین دبی سیلابی را از خود عبور دهد که در این تحقیق هدف از انتخاب سرریز ترکیبی سرریز-دریچه این مهم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور رسیدن به اهداف تمامی آزمایش‌ها در آزمایشگاه هیدرولیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج (ایران) انجام شده است. تعداد چهار مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای مربعی-دریچه از جنس پلاکسی گلاس به ضخامت ۱۰ میلی متر طراحی و ساخته شدند. (شکل ۱) بیانگر جزئیات نمونه‌ای از مدل‌های ساخته شده سرریز-دریچه با کنگره‌های ۹۰ درجه در بال می‌باشد.



شکل ۱: پارامترهای موثردر سازه ترکیبی سرریز- دریچه

جدول ۱: ابعاد مدل‌های سرریز- دریچه(سانتی‌متر)

شماره	مدل	a	b	y	p	w
۱	سرریزکنگره‌ای مربعی دریچه‌دار با زاویه ۹۰ درجه	۲	۵	۱۱	۱۸	۴۰
۲	سرریزکنگره‌ای مربعی دریچه‌دار با زاویه ۹۰ درجه	۴	۵	۹	۱۸	۴۰
۳	سرریزکنگره‌ای مربعی دریچه‌دار با زاویه ۹۰ درجه	۶	۵	۷	۱۸	۴۰
۴	سرریزکنگره‌ای مربعی دریچه‌دار با زاویه ۹۰ درجه	۸	۵	۵	۱۸	۴۰

در این تحقیق مدل‌ها در یک فلوم آزماشگاهی به طول ۸ متر، عرض ۳۰ سانتی متر و ارتفاع مفید ۴۰ سانتی متر در مسیر جریان قرار گرفتند. در (شکل ۲) نمایی از این فلوم آزمایشگاهی به صورت شماتیک آورده شده است. مخزن اصلی تامین کننده آب در آزمایشگاه، یک مخزن زیرزمینی بوده و آب در یک چرخه به وسیله الکتروپمپ به داخل مخزن نگهدارنده ارتفاع آب، پمپاژ شده و پس از ایجاد ارتفاع آب مورد نیاز (که با پر شدن مخزن بار ثابت حاصل می‌گردد) برای بر قراری یک دبی ثابت، وارد کانال می‌شود. دبی سیستم به کمک سرریز مثلثی استاندارد شده اندازه‌گیری می‌گردید. اندازه‌گیری تراز سطح آب به وسیله یک عمق‌یاب مجهز با درجه دقت ۰/۹ میلی‌متر انجام می‌گرفت. از آنجایی که جریان آزاد بود، در این آزمایشات فقط عمق آب بالادست مدل و دبی جریان اندازه‌گیری می‌شد. در (شکل ۱) پارامترها و اندازه‌های ترکیبی مدل سرریز-دریچه نشان داده شده است و این مدل هم عرض کانال می‌باشد. در (جدول۱) انواع مدل‌های ترکیبی سرریز-دریچه و پارامترهای موثر در تعیین ضریب‌دبی جریان آورده شده‌اند.

شکل۲: فلوم آزمایشگاهی مورد استفاده

مبانی تئوری

سازه سرریز– دریچه می‌تواند ترکیبی از خصوصیات سرریز و دریچه به صورت مستقل و یا خصوصیات هیدرولیکی مشابه آن دو را دارا باشد. در حالت کلی تئوری معادلات ارائه شده برای سرریز کنگره‌ای مربعی- دریچه به صورت زیر می‌باشد:

از طرفی با استفاده از آنالیز ابعادی می‌توان دبی سازه ترکیبی را وابسته به متغیرهای هندسی، سینماتیکی و دینامیکی زیر دانست:

رابطه۱: $f(Q_t, g, h, \theta, \rho, \sigma, \nu, d, b, y, B)$

که در آن Q_t (m^3/s) دبی کل سازه ترکیبی، g (m/s^2) شتاب ثقل، h (cm) هد آب روی سرریز، ν (بدون بعد) ویسکوزیته دینامیکی سیال ، Θ زاویه راس سرریز مثلثی (درجه)، σ (بدون بعد) نیروی کششی سطحی ، ρ (بدون بعد) جرم حجم ، v (m/s) سرعت سیال، d (cm) ارتفاع روزنه، b (cm) عرض روزنه، y (cm) فاصله بالای روزنه تا راس سرریز مثلثی و B (cm) عرض کل سریز می‌باشد. در طول این ۱۲ پارامتر مستقل با سه کمیت اصلی (طول، جرم، زمان) وجود دارد و از آن نه متغیر بدون بعد زیر حاصل می‌گردد.

رابطه۲: $Q/(gh)^{1/125} = f(Re, We, Fr, h/a, h/y, h/b, h/B)$

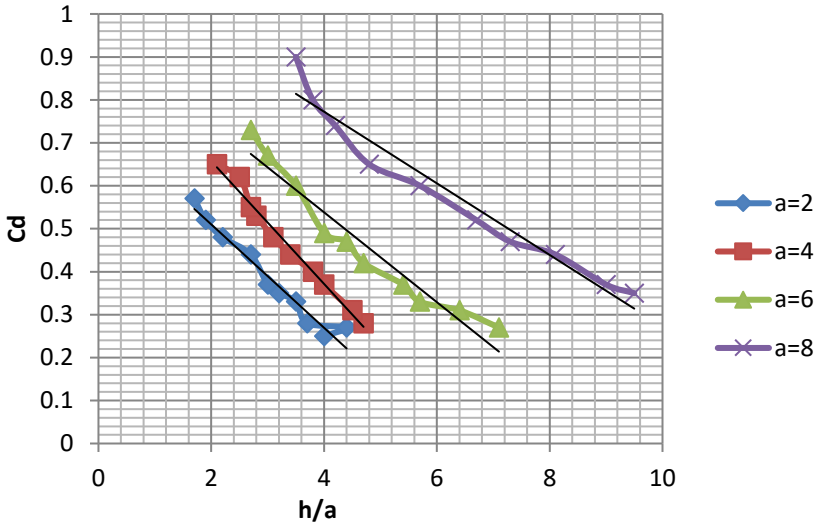
که در آن Re، We، Fr به ترتیب عدد رینولدز، وبر و فرود می‌باشند. به دلیل اینکه تیغه آب برروی سازه سریز- دریچه دارای ضخامت کافی بوده است از اثر کشش سطحی (عدد وبر) صرفنظر شده است. در رابطه فوق عدد ریندولدز چون در محدوده بالایی است بنابراین از تاثیر لزجت چشم پوشی می شود. همچنین باتوجه به اینکه در تحلیل ابعادی پارامتر دبی نماینده پارامتر سرعت نیز می‌باشد و در سرریزها عدد فرود در ضریب‌دبی مستتر است، عدد فرود نیز در رابطه نهایی حذف گردیده است. Q: دبی در حالت ترکیب سرریز- دریچه می‌باشد که با فرض ضریب دبی C_d، B و θ, یکسان برای حالت سرریز و روزنه می‌توان نوشت:

رابطه۳: $C_d = f(h/a, h/y, h/b)$

در ادامه به بررسی و مقایسه تاثیر هر یک از پارامترهای بی‌بعد در رابطه (۳) برضریب‌دبی جریان سرریز- دریچه پرداخته می‌شود.

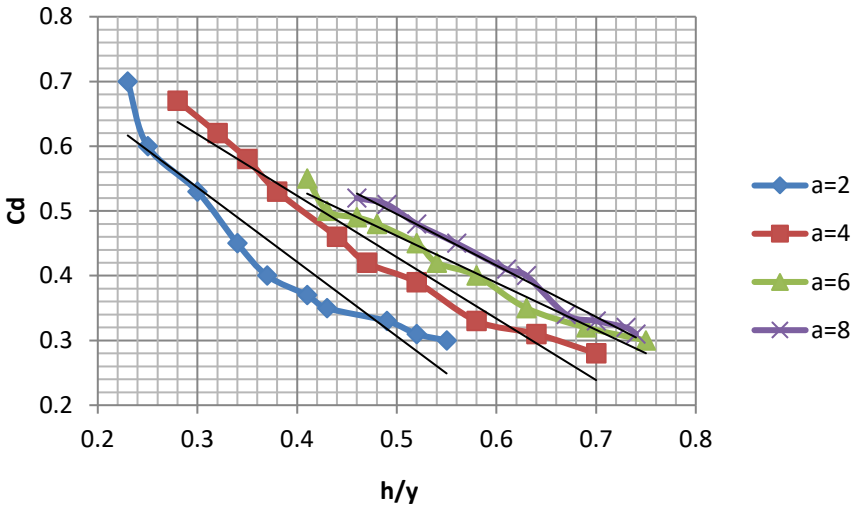
نتایج و بحث

شکل(۳) تغییرات ضریب‌دبی جریان نسبت به h/a را نشان می‌دهد. همانگونه که از شکل مشخص است در مقابل ثابت a، با افزایش h/a میزان ضریب‌دبی کاهش یافته است، با توجه به رابطه ۳ ضریب‌دبی کل جریان متناسب با دبی جریان و h می‌باشد.

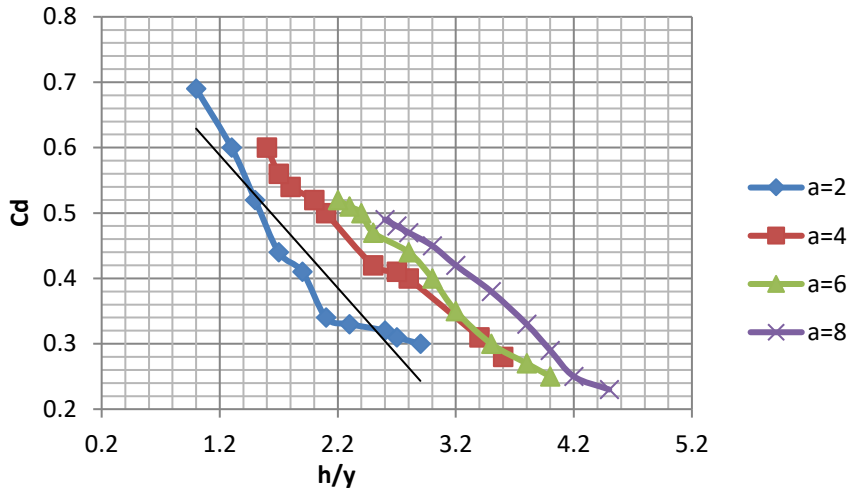


شکل۳: تغییرات Cd (بدون بعد) در مقابل نسبت بی‌بعد h/a (بدون بعد) برای همه مدل‌های ترکیبی

از این رو با توجه به داده‌های اندازه‌گیری شده، تغییرات فشار آب بیشتر از تغییرات دبی کامل جریان بر ضریب‌دبی تاثیرگذار می‌باشد. به همین دلیل ضریب‌دبی با افزایش فشار آب در اثر افزایش دبی، کاهش می‌یابد. با تحلیل داده‌ها و محاسبات مربوط به ضریب‌دبی بدست آمده در آزمایشات، بیشتر بودن ضریب‌دبی مدل ترکیبی نسبت به مدل سرریز به علت وجود روزنه در مدل ترکیبی می‌باشد. در نتیجه مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای مربعی- دریچه بیشتر عملکردی شبیه دریچه دارد. (شکل ۴) تغییرات ضریب‌دبی مدل ترکیبی در مقابل نسبت h/y را نشان می‌دهد. در مقادیر ثابت a با افزایش نسبت h/y ضریب‌دبی کاهش می‌یابد. هنگامی که a ثابت باشد، y نیز ثابت است. در نتیجه با افزایش نسبت h/b در واقع هد آب به عبارت دیگر دبی عبوری از روی سرریز افزایش پیدا کرده است. بنابریان با افزایش دبی عبوری از سرریز و به علت شباهت مدل ترکیبی به مدل روزنه، ضریب‌دبی مدل ترکیبی نیز کاهش می‌یابد. (شکل ۵) تغییرات ضریب‌دبی مدل ترکیبی در مقابل نسبت h/b را نشان می‌دهد. در مقادیر ثابت a، با افزایش h/b، ضریب‌دبی کاهش می‌یابد. زیرا در همه مدل‌های ترکیبی عرض روزنه ثابت در نظر شده است.



شکل۴: تغییرات Cd (بدون بعد) در مقابل نسبت بی‌بعد h/y (بدون بعد) برای همه مدل‌های ترکیبی



شکل۵: تغییرات Cd (بدون بعد) در مقابل نسبت بی‌بعد h/b (بدون بعد) برای همه مدل‌های ترکیبی

تحلیل حساسیت رابطه ارائه شده

در ادامه با کالیبره کردن داده‌ها به کمک نرم افزار SPSS، رابطه خطی برای ۸۰٪ داده‌ها به صورت رابطه‌ای زیر بدست آمده است.

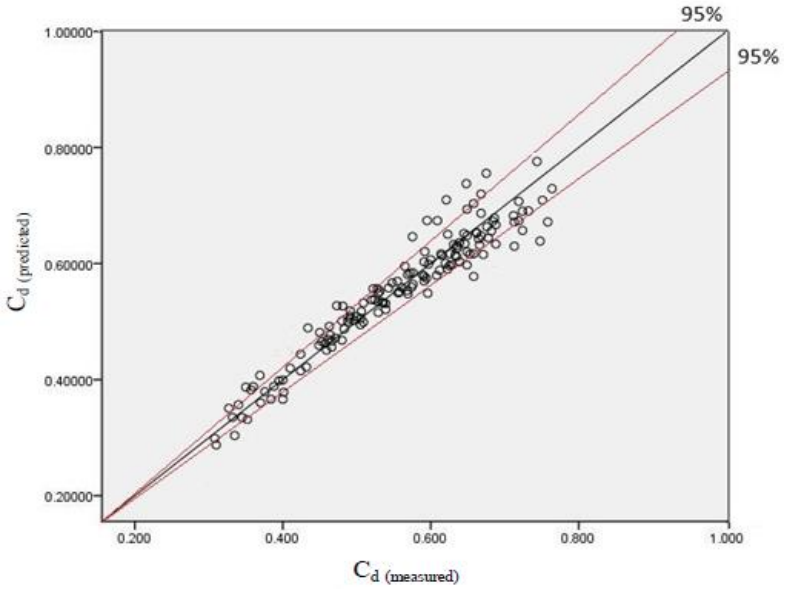
رابطه ۴: $C_d = - 0.887h/a – 0.11h/a – 0.328h/a + 1.525$

همچنین با قرار دادن ۲۰٪ باقیمانده داده‌ها در رابطه فوق به صحت‌سنجی آن پرداخته شده است و سپس از معیارهای خطای میانگین مربعات (RMSE) و (MAE) خطای قدرمطلق میانگین استفاده گردیده و مقادیر خطای آن‌ها به ترتیب ۰/۲۳۰ و ۰/۱۸۸ که مقادیر قابل قبولی می‌باشند بدست آمده است.

رابطه ۵: $RMSE= [(C_{d(com)} - C_{d(obs)})/n]^{0.5}$

رابطه ۶: $MAE= [(|C_{d(com)} - C_{d(obs)}|)/n]$

که در آن‌ها RMSE: ریشه میانگین مربعات خطا، MAE: میانگین قدرمطلق خطای دبی محاسباتی، $C_{d(com)}$: ضریب‌دبی محاسباتی و $C_{d(obs)}$: ضریب‌دبی مشاهداتی می‌باشد. (شکل۶) مقادیر C_d محاسباتی را در مقابل C_d مشاهداتی نشان می‌دهد.



شکل۶: مقادیر C_d محاسباتی در مقابل C_d مشاهداتی

نتیجه‌گیری

پارامترهای هندسی مدل ترکیبی از جمله ارتفاع دریچه(a) ، عرض روزنه (b)، فاصله بین بالای دریچه تا راس مثلث (y) و پارامترهای هیدرولیکی از جمله فشار آب روی سرریز (h) در ضریب‌دبی نقش اساسی دارند. با افزایش نسبت‌های بدون بعد h/a، h/b، h/y، ضریب‌دبی کاهش می‌یابد. رابطه سه با R=0.98 جهت تخمین ضریب‌دبی در مدل ترکیبی ارائه گردید. همچنین مقایسه ضریب‌دبی و دبی کل جریان محاسبه شده با مشاهداتی نشان دهنده تخمین بالای این رابطه می‌باشد. تحلیل حساسیت رابطه ۳ نشان داد که نسبت بی‌بعد h/y دارای بیشترین حساسیت و تاثیر می‌باشد. در نهایت ایجاد کنگره و خصوصا دریچه در بدنه سرریز باعث افزایش میزان دبی عبوری از این نوع سرریزها می‌شود و در نهایت اینکه در جاهایی که محدودیت در عرض سرریز وجود دارد؛ اجرای این نوع از سرریز پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از مسئولین محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج (ایران) به جهت در اختیار قرار دادن تجهیزات آزمایشگاهی تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

اسمعیلی‌ورکی، م. و صفررضوی‌زاده، م. (۱۳۹۲). بررسی مشخصات هیدرولیکی جریان بر روی سرریزهای کنگره‌ای با پلان نیم‌دایره‌ای. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره ۱، ص ۲۳۴-۲۲۴.

رضایی، م.، عمادی، ع. ر. و آقاجانی مازندرانی، ق. (۱۳۹۴). مطالعه آزمایشگاهی سرریز کنگره‌ای مستطیلی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). شماره ۶، ص ۱۴۴۶-۱۴۳۸.

رضایی، م. (۱۳۹۱). رابطه دبی اشل در سرریز کنگره‌ای مستطیلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده مهندسی علوم آب، ایران، ۶۹ ص.

یاسی، م. و محمدی، م. (۱۳۸۶). بررسی سرریزهای زیگزاگی با پلان قوسی. مجله علوم آب و خاک، شماره ۴۱ (الف)، ص ۱۲-۱.

قره‌گزلو، م.، مسعودیان، م.، صالحی نیشابوری، س. ع.، نادری، ف. و سوری، ا. (۱۳۹۲). بررسی آزمایشگاهی ضریب‌دبی مدل ترکیبی سرریز-دریچه استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای در کانال‌های کوچک. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، شماره اول، ص ۱۹۸-۱۸۵.

Kumar, S., Ahmad, Z. and Mansoor, T. (2011). A new approach to improve the discharging capacity of sharp-crested triangular plan form weirs. Flow Measurement and Instrumentation, 22 (3), pp:175–180.

Hayawi, H.A.A, Yahia, A.A.A. and Hayawi, G.A.A. (2008). Free combined flow over a triangular Weir and under rectangular gate. Damascus university journal, 24 (1), pp: 9-22.

Samani, J.M. and Mazaheri, M. (2009). Combined Flow over Weir and under Gate. Journal of Hydraulic Engineering, 135(3), pp: 224-227.

Negm, A.M., Al-Brahim, A.M. and Alhamid, AA. (2002). Combined-free flow over weirs and below gates. Journal of Hydraulic Research, 40 (3), pp: 359–362.

Laboratory study of flow coefficient at the spillway - gate composite structure by creating triangular congresses in the spillway wing

Amirreza Bahrebae[1*] Hossein Azarpayvand[1] , Rasoul Farhadi[3]

1) PhD in Water Engineering, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Regional Water Company, Yasuj, Iran.

2) Water Engineering, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Regional Water Company, Yasuj, Iran.

*** corresponding author:** Bahrebarsh@yahoo.com

Received Date: 2021. 01. 05 **Accepted Date: 2021. 07. 12**

Abstract

Combining the overflow with the gate causes changes in the discharge coefficient. Spillway- gate composite structure is used behind the overflow to measure the flow rate and prevent the accumulation of sediment in winter when the water is muddy. In this research, by designing and constructing four combined models of square congress spillways with gates, the effect of hydraulic parameters such as water pressure on the spillway (h) and geometric parameters such as gate height (a), gate width (b) and the distance between the top Apertures up to the vertex of triangle (y) were examined on the coefficient of flow. The experimental results showed that the discharge coefficient decreases with increasing proportions of h/y, h/b and h/a and the hybrid model has more gates -like performance. Also, a relation was presented to estimate the flow rate R^2 = 0.98. Sensitivity analysis of the relationship showed that the dimensionless ratio h/y has the highest sensitivity and effect. And finally, in places where we have a limit on the width of the spillway, by implementing these types of overflows and, most importantly, by creating a valve in the body of the overflow, that is, in combination, the amount of flow will increase, which is very important.

Keywords: Flow Coefficient, Square-gate spillways, Sensitivity Analysis, Triangular Congress.