

اثرات متقابل سرریز و دریچه بر مشخصه‌های دبی در سازه جریان ترکیبی سرریز- دریچه

رسول ایلخانی پور زینالی^{۱*}، محمود کاشفی پور دزفولی^۲، حبیب موسوی جهرمی^۳، منوچهر فتحی مقدم^۲

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۲۵

- ۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
- ۲- استاد گروه سازه های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز
- ۳- استاد گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی تهران

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ilkhanipour.bayram@gmail.com

چکیده

با نوشتن معادله انرژی در امتداد خط جریان عبوری از لبه دریچه بین مقطع بالادست سازه مرکب سرریز- دریچه و مقطع فشرده شده جریان در پائین دست دریچه و انتخاب دبی نسبی دریچه (نسبت دبی دریچه به دبی کل) به عنوان ضریب اثرات متقابل، روابطی برای محاسبه ضریب تخلیه ترکیبی و دبی جریان از سازه جریان ترکیبی سرریز- دریچه در شرایط جریان آزاد استخراج گردید. با به کار بردن این روابط تأثیر دبی نسبی دریچه بر ضریب تخلیه ترکیبی و تراز خط تقسیم جریان در بالادست سازه مشخص شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ضریب تخلیه سازه جریان ترکیبی سرریز- دریچه در شرایط جریان آزاد با افزایش دبی نسبی دریچه کاهش می‌یابد. خط تقسیم جریان در بالادست سازه در شروع ریزش آب از روی سرریز منطبق بر تاج سرریز بوده و با افزایش دبی جریان از روی سرریز به سمت لبه دریچه انتقال می‌یابد. تأثیر دبی نسبی دریچه بر ضریب تخلیه دریچه در سازه جریان ترکیبی ناچیز بوده ولی تأثیر آن بر ضریب تخلیه سرریز (به دلیل جا به جا شدن خط تقسیم جریان در بالادست سازه جریان ترکیبی) قابل توجه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اثرات متقابل، خط تقسیم جریان، دبی نسبی دریچه، ضریب تخلیه ترکیبی، معادله انرژی

Influence of the Gate and Weir Interaction on Discharge Characteristics of the Weir - Gate Combined Flow Structure

R Ilkhanipour Zeynali^{1*}, M Kashefipour Dezfouli², H Mousavi Jahromi³, M fathimoghadam²

Received: 15 February 2016 Accepted: 14 January 2017

1- Assist. Prof., Dept. of Water Engin., Faculty of Agric., Univ. of Urmia, Urmia, Iran

2- Prof., Dept. of Water Structures, Faculty of Water science Engin., Univ. of Shahid Chamran Ahwaz, Ahwaz, Iran

3- Prof., Dept. of Civil Engin., Univ. of Azad Eslami, Tehran, Iran

*Corresponding Author, Email: ilkhanipour.bayram@gmail.com

Abstract

Theoretical equations were resulted for calculating the combined discharge and discharge coefficient on weir-gate combined flow structure under free flow condition, by applying the energy equation between two points along the passing streamline from lip of the gate. One of the points was considered at the upstream of the weir-gate combined flow structure and the other one at the vena contracta. The gate relative discharge (the ratio of the gate discharge to the weir-gate combined flow structure discharge) was considered as an interaction factor. Influence of the gate relative discharge on combined discharge coefficient and stagnation point level at upstream of the structure was characterized using the proposed equations. The results of this research showed that the combined discharge coefficient under free flow condition decreased with an increase in the gate relative discharge. Stagnation point was near to the weir crest when overflow started from the weir, and it would travel below (near to the gate lip) when overflow from the weir was increased. Influence of the gate relative discharge on combined discharge coefficient was negligible, but its effect on weir discharge coefficient (due to the stagnation point level changes) was considerable.

Keywords: Combined discharge coefficient, Energy equation, Gate relative discharge, Interaction, Stagnation point

مقدمه

سازه جریان ترکیبی سرریز- دریچه معایب و محدودیت‌های کمتری نسبت به سرریز و دریچه مستقل دارد. برای استفاده از این سازه جهت کنترل و تنظیم جریان در شبکه‌های آبیاری و زهکشی، بررسی تأثیر عوامل مختلف و اثرات متقابل آنها در مشخصه‌های دبی این سازه ضروری است.

فرو (۲۰۰۰) و سامانی و مظاهری (۲۰۰۹) بدون در نظر گرفتن اثرات متقابل جریان‌های عبوری از زیر دریچه و روی سرریز در ضرایب تخلیه آنها، با به‌کار بردن مقادیر ضریب تخلیه سرریز و یا دریچه مستقل، روابطی را برای دبی - اشل سیستم مرکب سرریز- دریچه ارائه نمودند. فرو (۲۰۰۰) دبی جریان از زیر

دریچه را (با فرض خط تقسیم جریان منطبق بر تاج سرریز و ضریب تخلیه دریچه مستقل) ملاکی برای به- دست آوردن رابطه دبی- اشل قرار داد. سامانی و مظاهری (۲۰۰۹) نیز دبی جریان از روی سرریز را (با فرض ضریب تخلیه سرریز مستقل) ملاکی برای به- دست آوردن رابطه دبی- اشل قرار دادند.

نجم و همکاران (۲۰۰۲) روابط متداول محاسبه دبی جریان از سرریز و دریچه مستقل را با یکدیگر جمع نموده و رابطه حاصل شده را برای محاسبه دبی جریان از سازه‌های جریان ترکیبی در هر دو شرایط جریان آزاد و مستغرق با به‌کار بردن ضرایب تخلیه سرریز و دریچه مستقل و اعمال ضریب اثرات متقابل به‌کار گرفتند. آنها به‌ترتیب مقادیر میانگین ۰/۹۳۳ و ۱/۰۵۲ را (در محدوده

دارد. ایشان با استفاده از تحلیل ابعادی و نرم‌افزار SPSS رابطه زیر را برای ضریب تخلیه کل سیستم سرریز-دریچه با دقت بالا به دست آوردند:

$$C_{d_c} = 0.016 \frac{y_1}{b} + 0.112 \frac{h}{w} - 0.029 \frac{y}{b} + 0.580 \quad [۲]$$

در رابطه بالا، y_1 عمق آب در کانال بالادست، w ارتفاع بازشدگی دریچه، y فاصله قائم بین لبه دریچه و تاج سرریز، h عمق آب بالای تاج سرریز و b طول تاج سرریز و یا عرض دریچه می‌باشد.

ایشان به دلیل کمتر بودن ضریب نسبت y/b از ضریب نسبت h/w در رابطه بالا، به این نتیجه رسیدند که تأثیر پارامترهای هندسی در ضریب تخلیه ترکیبی کمتر از پارامترهای هیدرولیکی است. ایشان در نهایت کل سیستم سرریز-دریچه را یک دریچه فرض نموده و رابطه زیر را برای ضریب تخلیه ترکیبی در این حالت پیشنهاد نمودند:

$$C_{d_c} = 0.276 \frac{y_1}{w} - 0.293 \frac{y}{w} + 0.013 \frac{h}{b} + 0.195 \quad [۳]$$

بلوچی و زینی وند (۱۳۹۱) تأثیر پارامترهای هیدرولیکی از جمله فشار آب روی سرریز h و پارامترهای هندسی از جمله ارتفاع روزنه w ، عرض روزنه b و فاصله بین بالای روزنه تا رأس مثلث y بر ضریب دبی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمایش‌های آنها نشان داد که ضریب دبی با افزایش نسبت‌های بی بعد h/w ، h/b و h/y کاهش می‌یابد و مدل جریان ترکیبی بیشتر عملکردی شبیه به روزنه دارد. آنها همچنین رابطه‌ای جهت تخمین ضریب دبی جریان ارائه نمودند و با تحلیل حساسیت آن رابطه نشان دادند که نسبت بی بعد h/y دارای بیشترین حساسیت و تأثیر می‌باشد.

نادری و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر فشردگی طول تاج سازه جریان ترکیبی سرریز-دریچه استوانه‌ای بر دبی ترکیبی جریان از آن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج

مشخصی از تغییرات عمق آب بالادست به بازشدگی دریچه برای ضریب اثرات متقابل در شرایط جریان‌های آزاد و مستغرق پیشنهاد نمودند. آنها نتوانستند رابطه‌ای برای محاسبه ضریب تخلیه ترکیبی سازه جریان ترکیبی سرریز-دریچه پیشنهاد نمایند. رابطه پیشنهادی آنان برای محاسبه دبی جریان از سازه جریان ترکیبی نشان می‌دهد که ضرایب تخلیه سرریز و دریچه مستقل را نمی‌توان بدون اعمال ضریب اثرات متقابل در سازه جریان ترکیبی به کار برد.

نجم و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از تحلیل ابعادی و تحلیل رگرسیونی داده‌های آزمایشگاهی، رابطه زیر را برای محاسبه دبی جریان از سازه جریان ترکیبی سرریز و دریچه مستطیلی با فشردگی‌های جانبی مساوی ارائه نمودند:

$$\left(\frac{q_t}{\sqrt{2gw^{1.5}}} \right) = -0.3863 + 0.8764 \left(\frac{y_1}{w} \right) - 0.1494 \left(\frac{h}{b} \right) - 0.7341 \left(\frac{y}{w} \right) \quad [۱]$$

که در آن w ارتفاع بازشدگی دریچه، b عرض دریچه، y فاصله قائم بین تاج سرریز و لبه دریچه، h بار آبی بالای تاج سرریز، y_1 ارتفاع آب در بالادست سازه جریان ترکیبی و q_t دبی در واحد عرض سازه جریان ترکیبی می‌باشد.

برجو و ککپینار (۲۰۱۳)، روابط فرو (۲۰۰۰) و نجم (۲۰۰۰) را ملاک قرار داده و با استفاده از بهینه‌سازی روابطی را برای دبی-اشل سازه جریان ترکیبی در شرایط جریان آزاد پیشنهاد نمودند. آنها اظهار داشتند که روابط پیشنهادی آنان در محدوده آزمایش‌های انجام یافته نسبت به روابط محققان پیشین از دقت بالایی برخوردار است.

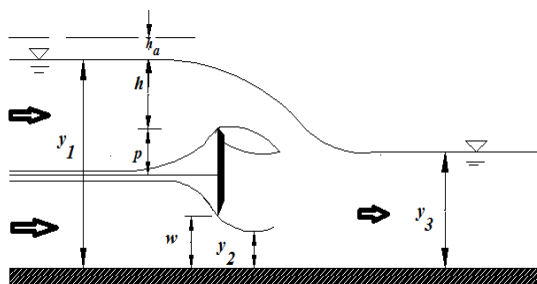
صفار (۱۳۸۸) با رسم دیاگرام تغییرات ضریب تخلیه ترکیبی در اثر تغییر دبی ترکیبی به این نتیجه رسید که سازه مرکب سرریز-دریچه رفتاری شبیه به دریچه

کشوئی بوده و امکان اعمال اثرات متقابل را نیز در ضریب تخلیه ترکیبی و دبی جریان از سازه جریان ترکیبی فراهم می‌نمایند.

مواد و روش‌ها

روش نظری

خطوط جریان در سطح مقطع بالادست مدل سرریز- دریچه موازی بوده و با نزدیک شدن به مدل سرریز- دریچه بخشی از خطوط جریان به سمت تاج سرریز و بخشی دیگر به سمت بازشدگی دریچه تمایل پیدا می‌کنند (شکل ۱).



شکل ۱- شکل شماتیک خط تقسیم جریان و خطوط جریان مرزی روی سرریز و زیر دریچه در سازه جریان ترکیبی سرریز- دریچه.

خط تقسیم جریان در هر ترازوی که واقع شده باشد، معادله انرژی در امتداد خط جریان عبوری از لبه دریچه بین بالادست مدل سرریز- دریچه و مقطع فشرده شده جریان در پائین دست آن، در شرایط جریان آزاد به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$y_1 + \frac{q^2}{2gy_1^2} = y_2 + \frac{f^2 q^2}{2gy_2^2} + k \left(\frac{f^2 q^2}{2gy_2^2} \right) \quad [۴]$$

$$q_G = fq \quad [۵]$$

در روابط فوق q دبی در واحد عرض کانال مستطیلی، q_G دبی جریان از زیر دریچه در واحد عرض، f دبی نسبی دریچه (نسبت دبی جریان از زیر دریچه به دبی کل)، g

آنها نشان داد که با افزایش نسبت عمق آب بالادست به ارتفاع سرریز y_1/y و بار آبی روی سرریز به عمق آب بالادست h/y_1 ضریب دبی افزایش می‌یابد. همچنین آنها به این نتیجه رسیدند که با افزایش نسبت عرض دریچه به عرض کانال b/B ضریب دبی افزایش یافته و بیشترین ضریب دبی را سازه هم‌عرض کانال دارد.

سوری و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی آزمایشگاهی تغییرات ضریب دبی و افت انرژی در سازه جریان ترکیبی سرریز- دریچه استوانه‌ای با حرکت قائم پرداختند. معادله تجربی پیشنهادی آنان جهت برآورد ضریب دبی ترکیبی بیان‌گر آن است که ضریب دبی با نسبت w/y_1 و y/y_1 رابطه معکوس دارد.

قره گزلو و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی آزمایشگاهی اثر سرریز روی ضریب دبی دریچه استوانه‌ای در مدل ترکیبی پرداختند. نتایج آزمایش‌های آنها نشان داد که روند تغییرات ضریب دبی دریچه با پارامترهای هیدرولیکی و هندسی مؤثر بر آن، در مدل ترکیبی و استفاده جداگانه، متفاوت خواهد بود. با افزایش هر دو پارامتر بی‌بعد h/w و h/y ضریب دبی دریچه در حالتی که به تنهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، افزایش یافته ولی در مدل ترکیبی با افزایش این پارامترها، ضریب دبی کاهش می‌یابد. آنها به تفاوت شرایط جریان از زیر دریچه در دو حالت مختلف (با و بدون سرریز) اشاره ننموده‌اند. این اثر سرریز بر روی ضریب دبی دریچه استوانه‌ای به دلیل اثرات متقابل سرریز و دریچه نبوده بلکه ناشی از تغییر شرایط جریان در دریچه از حالت آزاد به حالت مستغرق می‌باشد.

در تمامی مطالعات پیشین، اثرات متقابل جریان‌ها از روی سرریز و زیر دریچه در ضرایب تخلیه آنها یا در نظر گرفته نشده و یا تأثیر آن بر ضریب تخلیه ترکیبی به‌طور مشخصی بررسی نگردیده است. در این تحقیق، برای محاسبه ضریب تخلیه ترکیبی و دبی جریان از سازه جریان ترکیبی سرریز - دریچه روابطی نظری استخراج می‌گردد که مشابه روابط متداول دریچه

$$C_{dc} = \frac{C_c \sqrt{1-\alpha}}{\sqrt{f^2 + f^2 k - \alpha^2}} \quad [۱۱]$$

$$C_{dc} = \frac{C_c \sqrt{1-C_c \beta}}{\sqrt{[f^2(1+k) - (C_c \beta)^2]}} \quad [۱۲]$$

از روابط ۱۰ و ۱۲ می‌توان به ترتیب برای محاسبه ضریب تخلیه دریچه در سازه مرکب سرریز-دریچه و ضریب تخلیه سازه مرکب سرریز-دریچه در شرایط جریان آزاد استفاده نمود که رابطه محاسبه ضریب تخلیه دریچه در سازه مرکب سرریز-دریچه متفاوت با رابطه محاسبه ضریب تخلیه دریچه مستقل در شرایط جریان آزاد می‌باشد.

رابطه ۱ نیز مشابه رابطه متداول محاسبه دبی جریان از دریچه کشویی است. چنانچه طرفین رابطه ۱ در نسبت $\left(\frac{w}{y_1}\right)^{0.5}$ ضرب شود، رابطه زیر برای محاسبه دبی سازه جریان ترکیبی حاصل می‌گردد:

$$q_t = \left[-0.3863 \left(\frac{w}{y_1}\right)^{0.5} + 0.8764 \left(\frac{y_1}{w}\right)^{0.5} - 0.1494 \left(\frac{h}{b}\right) \left(\frac{w}{y_1}\right)^{0.5} - 0.7341 \left(\frac{y}{w}\right) \left(\frac{w}{y_1}\right)^{0.5} \right] \sqrt{2gy_1} \quad [۱۳]$$

که در آن عبارت داخل کروشه جمله متناظر ضریب تخلیه ترکیبی خواهد بود.

$$C_{dc} = \left[-0.3863 \left(\frac{w}{y_1}\right)^{0.5} + 0.8764 \left(\frac{y_1}{w}\right)^{0.5} - 0.1494 \left(\frac{h}{b}\right) \left(\frac{w}{y_1}\right)^{0.5} - 0.7341 \left(\frac{y}{w}\right) \left(\frac{w}{y_1}\right)^{0.5} \right] \quad [۱۴]$$

شتاب ثقل، y_1 عمق آب بالادست، y_2 عمق آب در مقطع فشرده شده و k ضریب افت انرژی می‌باشد.

با توجه به اینکه، $y_2 = C_c w$ که C_c ضریب فشرده‌گی و w بازشدگی دریچه است. بنابراین،

$$q_G = \left(\frac{C_c \sqrt{1-\alpha}}{\sqrt{1+k-\alpha^2/f^2}} \right) w \sqrt{2gy_1} \quad [۶]$$

$$q = \left(\frac{C_c \sqrt{1-\alpha}}{\sqrt{f^2 + f^2 k - \alpha^2}} \right) w \sqrt{2gy_1} \quad [۷]$$

که $\alpha = y_2 / y_1$ می‌باشد.

رابطه متداول محاسبه دبی دریچه کشویی در هر دو شرایط جریان آزاد و مستغرق (آلمیناگورتا و مرکلی ۲۰۰۹) به صورت زیر است:

$$q_G = C_d w \sqrt{2gy_1} \quad [۸]$$

که در آن C_d ضریب تخلیه می‌باشد.

با مقایسه معادلات ۶ و ۸ با یکدیگر نتیجه می‌شود،

$$C_d = \frac{C_c \sqrt{1-\alpha}}{\sqrt{1+k-\alpha^2/f^2}} \quad [۹]$$

و یا

$$C_d = \frac{C_c \sqrt{1-C_c \beta}}{\sqrt{1+k-(C_c \beta)^2/f^2}} \quad [۱۰]$$

که $\beta = w / y_1$ می‌باشد.

چنانچه رابطه محاسبه دبی جریان از سازه مرکب سرریز-دریچه (رابطه ۷) نیز با رابطه متداول محاسبه دبی جریان از دریچه کشویی (رابطه ۸) مقایسه گردد، نتیجه می‌شود،

ثابت نمودن صفحه سازه به وسیله چسب سیلیکون در چهارچوب فلزی آن، قطعات کوچک از زیر صفحه سازه بیرون کشیده می‌شد. زیر جت آب ریزشی از روی سرریز بوسیله لوله‌های هواده نصب شده در دیواره‌های طرفین فلوم هواده می‌شد. عمق آب به وسیله عمق سنج با دقت $\pm 0/1$ میلی‌متر اندازه‌گیری می‌گردید. اندازه گیری‌های عمق آب در بالادست و پائین‌دست سازه جریان ترکیبی در دبی‌های ۱۱۰، ۱۰۰ و ۹۴ لیتر بر ثانیه انجام می‌گرفت.



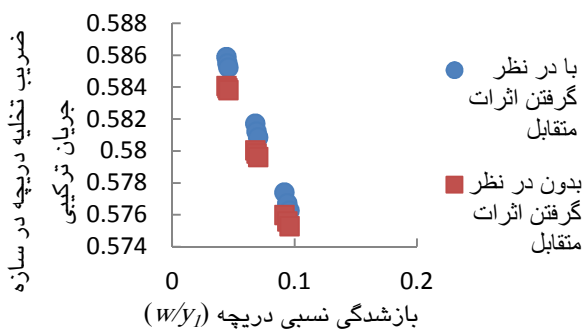
شکل ۲ - تصویری از سازه جریان ترکیبی نصب شده در فلوم آزمایشگاهی.

با توجه به مشخصات جریان در مدل سرریز-دریچه و دبی کل جریان اندازه‌گیری شده، نسبت دبی جریان از زیر دریچه به دبی کل مدل سرریز-دریچه از رابطه تئوری ۴ و سرعت متوسط جریان در مقطع بالادست سازه جریان ترکیبی با تقسیم دبی کل اندازه‌گیری شده بر سطح مقطع جریان در بالادست سازه جریان ترکیبی محاسبه گردیدند. میزان دبی جریان از زیر دریچه (با توجه به نسبت دبی جریان از زیر دریچه به دبی کل مدل سرریز-دریچه و دبی کل اندازه‌گیری شده)، تراز خط تقسیم جریان در مقطع بالادست سازه جریان ترکیبی (با توجه به دبی نسبی دریچه و سرعت متوسط جریان در مقطع بالادست سازه جریان ترکیبی و بکار بردن رابطه پیوستگی) و میزان دبی جریان از روی

بنابر این رابطه‌ای مشابه رابطه متداول محاسبه دبی جریان از دریچه کشویی را می‌توان برای سازه جریان ترکیبی پیشنهاد نمود.

به منظور بررسی اعتبار روابط نظری پیشنهادی برای محاسبه دبی و ضریب تخلیه سازه جریان ترکیبی سرریز-دریچه مستطیلی بدون فشردگی جانبی در شرایط جریان آزاد، و تأثیر نسبت دبی ها بر ضریب تخلیه سرریز و دریچه در سازه جریان ترکیبی سرریز-دریچه، ترتیب انجام آزمایش‌هایی داده شد.

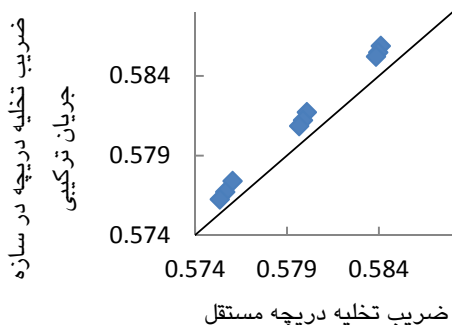
آزمایش‌ها در آزمایشگاه هیدرولیک کاربردی گروه مهندسی آب دانشگاه ارومیه انجام گرفت. فلوم آزمایشگاهی یک متر عرض، ۶۰ سانتی‌متر ارتفاع و ۶ متر طول دارد. دیواره‌های فلوم شیشه‌ای بوده و کف آن فلزی می‌باشد. سازه جریان ترکیبی در فاصله دو متری از انتهای تبدیل ورودی فلوم جاگذاری گردید (شکل ۲). در این فاصله سطح آب بدون نوسان بوده و جریان در داخل فلوم یکنواخت می‌گردد. دبی جریان به وسیله شیر نصب شده بر روی لوله تغذیه‌کننده فلوم کنترل می‌گردد. اندازه گیری دبی جریان به وسیله سرریز مثلثی نصب شده در مخزن انتهائی فلوم انجام می‌گرفت. عمق پایاب به وسیله سرریز مایل نصب شده در انتهای فلوم ایجاد می‌گردید. سازه جریان ترکیبی از ورق پلکسی گلاس ۲۰ میلی‌متری ساخته شده و لبه‌های آن تحت زاویه 45° تیز گردیده بود. عرض صفحه سازه برابر عرض فلوم و بلندای آن ۳۰ سانتی‌متر بود (شکل ۲). بازشدگی‌های دریچه در سازه جریان ترکیبی، ۲، ۳ و ۴ سانتی‌متر بودند. ارتفاع چهار چوب سازه جریان ترکیبی کمتر از ارتفاع صفحه سازه بوده و چهار چوب سازه طوری به دیواره فلوم متصل می‌گردید که با تغییر بازشدگی دریچه مانعی در مقابل جریان از روی سرریز و زیر دریچه ایجاد ننماید. برای ایجاد بازشدگی‌های یکسان و دقیق دریچه در عرض فلوم، قطعات کوچکی از ورق‌های پلکسی گلاس ۱۰ میلی‌متری در کف کانال بر روی همدیگر در زیر صفحه دریچه قرار داده می‌شد. پس از



شکل ۴ - تغییرات ضریب تخلیه دریچه در سازه جریان ترکیبی با تغییر بازشدگی نسبی دریچه.

اثرات دبی نسبی دریچه در ضریب تخلیه ترکیبی همانند اثرات بازشدگی نسبی دریچه مستقل در ضریب تخلیه آن در شرایط جریان آزاد می‌باشد. یعنی ضریب تخلیه ترکیبی با افزایش دبی نسبی دریچه در شرایط جریان آزاد کاهش می‌یابد. در شرایط جریان آزاد، دبی نسبی دریچه با افزایش بازشدگی نسبی دریچه در سازه جریان ترکیبی افزایش یافته ولی ضریب تخلیه آن کاهش می‌یابد. در دریچه مستقل نیز با افزایش بازشدگی نسبی دریچه ضریب تخلیه آن کاهش می‌یابد.

چنانچه مقدار r در رابطه ۹ برابر یک در نظر گرفته شود، رابطه محاسبه ضریب تخلیه دریچه مستقل حاصل می‌گردد. مقایسه‌ای بین مقادیر ضریب تخلیه دریچه مستقل و ضریب دریچه در سازه جریان ترکیبی در شکل ۵ انجام گرفته است.



شکل ۵- مقایسه ضریب تخلیه دریچه مستقل با ضریب تخلیه دریچه در سازه جریان ترکیبی.

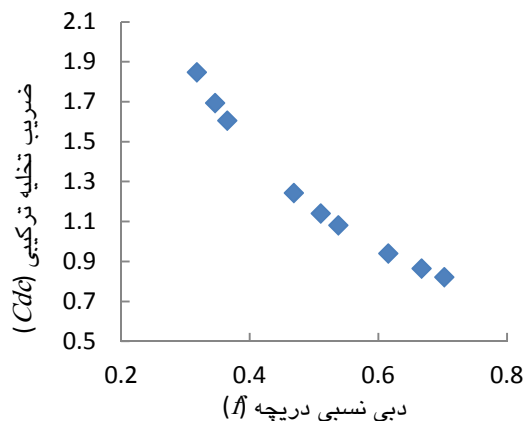
سرریز (از تفاضل دبی کل و دبی جریان از زیر دریچه) محاسبه گردیدند. با داشتن مقدار دبی جریان از روی سرریز می‌توان ضریب تخلیه سرریز را با استفاده از رابطه متداول محاسبه دبی جریان از روی سرریز محاسبه نمود.

مقادیر ضریب فشردگی و ضریب افت انرژی در دریچه سازه جریان ترکیبی سرریز- دریچه برابر مقادیر آنها در دریچه کشوئی مستقل در نظر گرفته شد.

هندرسون (۱۹۶۶) مقدار 0.71 را برای ضریب فشردگی دریچه کشوئی قائم در شرایط جریان آزاد پیشنهاد نمود. ضریب افت انرژی دریچه کشوئی قائم در شرایط جریان آزاد برابر 0.62 می‌باشد (حبیب‌زاده و همکاران ۲۰۱۱).

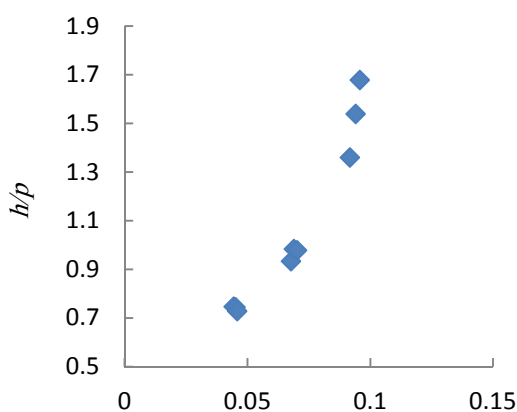
نتایج و بحث

تغییرات ضریب تخلیه ترکیبی با تغییر دبی نسبی دریچه در شکل ۳ ارائه گردیده است.



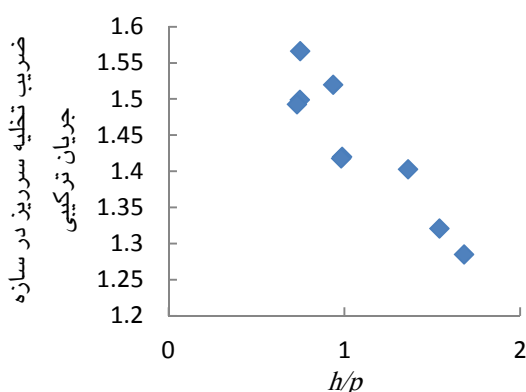
شکل ۳ - تغییرات ضریب تخلیه ترکیبی با تغییر دبی نسبی دریچه.

تغییرات ضریب تخلیه دریچه در سازه جریان ترکیبی سرریز- دریچه با تغییر بازشدگی نسبی دریچه (با و بدون در نظر گرفتن اثرات متقابل سرریز و دریچه) در شکل ۴ ارائه می‌گردد.



شکل ۷ - تغییرات نسبت h/p با تغییر بازشدگی نسبی دریاچه در سازه جریان ترکیبی (w/y)

نتایج تغییرات ضریب تخلیه سرریز در سازه جریان ترکیبی با تغییر نسبت h/p در شکل ۸ ارائه می‌گردد. این شکل نشان می‌دهد که ضریب تخلیه سرریز در سازه جریان ترکیبی با افزایش نسبت h/p کاهش قابل توجهی می‌نماید. بنابراین نمی‌توان مقدار ضریب تخلیه سرریز مستقل را در سازه جریان ترکیبی به کار برد.



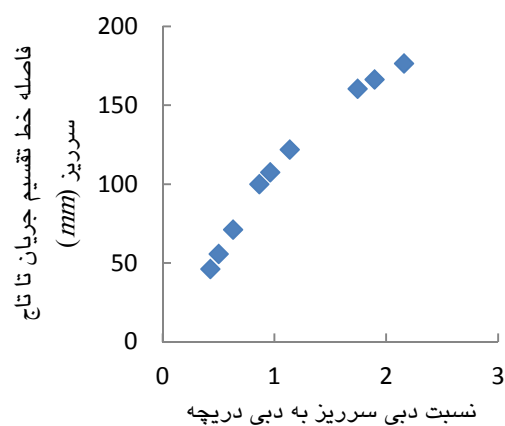
شکل ۸ - تغییرات ضریب تخلیه سرریز در سازه جریان ترکیبی با تغییر نسبت h/p

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان می‌دهند که اثرات دبی نسبی دریاچه بر ضریب تخلیه دریاچه در سازه جریان ترکیبی ناچیز بوده و می‌توان ضریب تخلیه دریاچه مستقل را در سازه

همان‌طور که از شکل مشخص است، اختلاف مقادیر ضریب تخلیه دریاچه مستقل با ضریب تخلیه دریاچه در سازه جریان ترکیبی در حدود ۱/۰۰۰ الی ۲/۰۰۰ می‌باشد. یعنی دبی نسبی دریاچه تغییرات قابل توجهی در ضریب تخلیه دریاچه در سازه جریان ترکیبی به وجود نمی‌آورد. بنابراین مقادیر ضریب تخلیه دریاچه مستقل را می‌توان برای دریاچه سازه جریان ترکیبی به کار برد.

نتایج تغییرات فاصله خط تقسیم جریان از تاج سرریز با تغییر نسبت دبی سرریز به دبی دریاچه در شکل ۶ نشان می‌دهد که فاصله خط تقسیم جریان از تاج سرریز با افزایش نسبت دبی سرریز به دبی دریاچه افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر خط تقسیم جریان در شروع ریزش آب از روی سرریز نزدیک تاج سرریز بوده و با افزایش دبی جریان از روی سرریز به لبه دریاچه نزدیک می‌گردد.



شکل ۶ - تغییرات فاصله خط تقسیم جریان از تاج سرریز با تغییر نسبت دبی سرریز به دبی دریاچه.

نتایج تغییرات نسبت h/p (نسبت ارتفاع آب بالای تاج سرریز به فاصله خط تقسیم جریان از تاج سرریز) با تغییر بازشدگی نسبی دریاچه در سازه جریان ترکیبی در شکل ۷ ارائه گردیده است. این شکل نشان می‌دهد که نسبت h/p با افزایش بازشدگی نسبی دریاچه در سازه جریان ترکیبی افزایش می‌یابد.

تخلیه ترکیبی با افزایش دبی نسبی دریچه در شرایط جریان آزاد کاهش می‌یابد.
در ابتدای ریزش آب از روی سرریز، خط تقسیم جریان در بالادست سازه جریان ترکیبی سرریز-دریچه نزدیک تاج سرریز بوده و با افزایش عمق آب در بالادست سازه جریان ترکیبی به لبه دریچه نزدیک می‌گردد.

جریان ترکیبی نیز به کار برد. لیکن جابه‌جا شدن خط تقسیم جریان در بالادست سازه، ضریب تخلیه سرریز را در سازه جریان ترکیبی به مقدار قابل توجهی تغییر داده و نمی‌توان مقدار ضریب تخلیه سرریز مستقل با مقدار ثابت p را در سازه جریان ترکیبی بکار برد. ضریب

منابع مورد استفاده

- بلوچی ب و زینی وند م، ۱۳۹۱. بررسی آزمایشگاهی ضریب دبی در سازه ترکیبی سرریز-روزنه در شرایط سیلابی. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۲، شماره ۲، صفحه‌های ۱۵۱ تا ۱۶۴.
- سوری ا، مسعودیان م، کردی ا و راتچرک، ۱۳۹۳. بررسی آزمایشگاهی تغییرات ضریب دبی و افت انرژی در سرریز-دریچه استوانه ای با حرکت قائم. نشریه مهندسی عمران و محیط زیست، جلد ۴۴، شماره ۴، صفحه‌های ۶۵ تا ۷۸.
- صفار س، ۱۳۸۸. بررسی خصوصیات هیدرولیکی جریان ترکیبی بر روی مدل سرریز-دریچه در جریان آزاد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز.
- قره‌گزلو م، مسعودیان م، هابر ب و صالحی نیشابوری ع، ۱۳۹۲. اثر سرریز بر دبی دریچه در مدل ترکیبی سرریز-دریچه استوانه‌ای. فصل‌نامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، شماره ۱۱، صفحه‌های ۸۶ تا ۹۵.
- نادری ف، مسعودیان م و راتچرک، ۱۳۹۳. بررسی فشردگی جانبی جریان در سازه ترکیبی سرریز-دریچه استوانه‌ای. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۴، صفحه‌های ۷۷ تا ۸۷.
- Alminagorta O and Merkley G P, 2009. Transitional flow between orifice and non orifice regimes at a rectangular sluice gate. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE* 135(3): 382–387.
- Burcu A and Kokpınar M A, 2013. Computation of discharge for simultaneous flow over weirs and below gates (H-weirs). *Journal of Flow Measurement and Instrumentation* 29: 32–38.
- Ferro V, 2000. Simultaneous Flow over and under gate. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE* 126(3):190-193.
- Samani J and Mazaheri M, 2009. Combined flow over weir and under gate. *Journal of Hydraulic Engineering ASCE* 135(3):224-227.
- Habibzadeh A, Vatankhah AR and Rajaratnam N, 2011. Role of energy loss on discharge characteristics of sluice gates. *Journal of Hydraulic Engineering ASCE* 137 (9):1079–1084.
- Henderson F M, 1966. *Open Channel Flow*, Macmillan, New York.
- Negm AM, 2000. Characteristics of simultaneous overflow-submerged underflow with unequal contractions. *Engineering Bulletin (Ain Shams University)* 35(1): 137-154.
- Negm AM, Albarahim AM and Alhamid AA, 2002. Combined free flow over weirs and below gate. *Journal of Hydraulic Research* 40(3): 359- 365.