

## بررسی تاثیر تغییر شکل پلان و ابعاد دریچه بر عملکرد هیدرولیکی مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای - دریچه

محمد میرناصری<sup>۱</sup>، علیرضا عمادی<sup>۲</sup>، رامین فضل‌اولی<sup>۳</sup>، قاسم آقاجانی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۰۹

### چکیده

سرریز و دریچه به علت داشتن روابط ساده و نسبتاً دقیق از کاربرد وسیعی در کنترل، انحراف و اندازه‌گیری جریان در پروژه‌های آبیاری برخوردار می‌باشند. آب جاری در مسیر کانال‌ها، دارای ذرات رسوب و مواد شناور می‌باشند. که تجمع رسوبات و مواد شناور پشت سرریز و دریچه سبب تغییر شکل کانال و کاهش دقت اندازه‌گیری جریان می‌شود. مدل ترکیبی سرریز- دریچه با داشتن قابلیت عبور هم‌زمان مواد قابل ته‌نشین شدن از قسمت زیر دریچه و مواد معلق از روی سرریز، از انباشته شدن رسوب و مواد معلق در پشت سیستم سرریز جلوگیری کرده و به افزایش دقت اندازه‌گیری و عبور جریان کمک زیادی می‌کند. در پژوهش حاضر اثر تغییر شکل پلان و ارتفاع دریچه بر ضریب دبی ده مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای- دریچه در قالب مطالعه آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که وجود دریچه و همچنین افزایش ارتفاع بازشدگی آن، موجب افزایش ضریب دبی در مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای- دریچه می‌شود. از طرفی وجود دریچه در مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی- دریچه در (Ht/P) نسبت‌های کم ارتفاع کل آب بالادست به ارتفاع سرریز، تاثیر بیشتری بر افزایش ضریب دبی دارد. در حالی که در مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای- دریچه در همه نسبت‌های ارتفاع کل آب بالادست به ارتفاع سرریز تاثیر یکنواختی بر افزایش ضریب دبی خواهد داشت. نتایج نشان داد که افزایش ارتفاع آب بالادست باعث تداخل جت‌های آب (جریان‌های ریزشی) سیکل‌های سرریز کنگره‌ای و همچنین تداخل جریان آب هنگام عبور از زیر دریچه و جریان ریزشی از روی سرریز می‌شود، که این امر موجب کاهش ضریب دبی در اعماق زیادتر می‌شود. از طرفی در اعماق یکسان، سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای دارای تداخل جریان کمتری نسبت به سرریز کنگره‌ای مستطیلی است که موجب افزایش ضریب دبی در مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای- دریچه نسبت به مدل‌های ترکیبی سرریز مستطیلی- دریچه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آزمایشگاهی، ضریب دبی، سرریز- دریچه، کنگره‌ای، مدل فیزیکی.

<sup>۱</sup>مری گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران، ۰۹۱۱۹۲۰۲۶۵۷.

Email: Mohammadmirnaseri@yahoo.com (مسئول مکاتبه)

<sup>۲</sup>دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران، ۰۹۱۲۳۹۳۱۳۱۱. Email: Emadia355@yahoo.com

<sup>۳</sup>استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران، ۰۹۱۱۲۵۴۹۱۵۰. Email: Raminfazi@yahoo.com

<sup>۴</sup>مری گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران، ۰۹۱۲۶۹۴۶۸۷۴. Email: Aqajani\_Q@yahoo.com

## مقدمه

کاهش منابع آب شیرین و خشکسالی‌های دهه‌های اخیر از یک طرف و افزایش رشد جمعیت جهان از طرف دیگر، استفاده مناسب از منابع آب موجود را از اهمیت ویژه‌ای برخوردار کرده است. با توجه به مصرف بالای آب در بخش کشاورزی، بهینه‌سازی مصرف و کاهش تلفات آب در این بخش ضروری به نظر می‌رسد. توزیع و تحویل آب به مقدار کافی و در زمان مناسب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی تاثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش تلفات آب و افزایش راندمان محصولات کشاورزی دارد. از این‌رو، اندازه‌گیری حجم آب مورد نیاز برای مصارف کشاورزی در هر پروژه آبیاری حائز اهمیت بوده و لذا سازه‌های کنترل و اندازه‌گیری جریان از اجزای مهم در شبکه‌های آبیاری و زهکشی تلقی می‌شوند. روش‌های بسیاری برای اندازه‌گیری دبی آب ورودی به کانال‌ها و همچنین کنترل سطح آب وجود دارد. که در میان این روش‌ها، سرریز و دریچه به صورت عمده به علت داشتن روابط ساده و نسبتاً دقیق در اندازه‌گیری جریان و کنترل سطح آب کاربرد بیشتری دارند.

سرریزها و دریچه‌ها به ترتیب وظیفه تنظیم سطح آب و دبی تحویلی به آبگیرها را بر عهده دارند. تنظیم سطح آب توسط سرریزها زمانی مناسب ارزیابی می‌شود که با تغییرات دبی، کمترین میزان نوسان سطح آب را داشته باشد. تنظیم سطح آب توسط سرریز، تاثیر مستقیمی بر دبی تحویلی به آبگیرها دارد. سرریزها بر اساس شکل تاج در عرض رودخانه به دو گروه سرریزهای مستقیم و غیرمستقیم تقسیم‌بندی می‌شوند. سرریزهای کنگره‌ای یکی از انواع سرریزهای غیرمستقیم است که با توجه به افزایش طول موثر سرریزی باعث کاهش نوسان تغییر سطح آب در بالادست خود می‌شود. یکی از مشکلات انواع سرریزها از جمله سرریز کنگره‌ای، تجمع رسوبات در بالادست آن‌ها می‌باشد. که این تجمع سبب تغییر شکل کانال، پس‌زدگی جریان و کاهش دقت در اندازه‌گیری جریان عبوری می‌شود. آزمایش‌های Honson and Israelson

(1962) نشان داد، هنگامی که ۷۵ درصد ارتفاع سرریز را رسوب پر می‌کند، حدود ۸ درصد افزایش در اندازه‌گیری دبی جریان ایجاد می‌شود. یکی از راهکارهای جلوگیری از ته‌نشینی مواد رسوبی در بالادست سرریزها، در نظر گرفتن دریچه‌ای در بدنه سرریز می‌باشد که مدل ترکیبی سرریز-دریچه<sup>۱</sup> نام گرفته است. مدل ترکیبی سرریز-دریچه با قابلیت عبور مواد رسوبی از قسمت زیر (دریچه) و مواد معلق از روی سرریز، از انباشته شدن رسوب و مواد معلق در پشت سیستم سرریز تا حد زیادی جلوگیری کرده و به افزایش دقت در اندازه‌گیری و عبور جریان کمک زیادی می‌کند.

سرریزهای کنگره‌ای<sup>۲</sup>، سرریزهایی می‌باشند که در پلان دارای خطوط شکسته و دیوارهای پیوسته هستند. در واقع محور تاج آن‌ها غیر مستقیم است. به دلیل غیر مستقیم بودن تاج آن‌ها نسبت به سرریزهای با تاج مستقیم، طول تاج موثر بیشتری دارند. بنابراین برای یک ارتفاع آب بالادست ثابت نسبت به سرریزهای با تاج مستقیم، دبی بیشتری را عبور می‌دهند. این مزیت در کانال‌ها و رودخانه‌ها باعث می‌شود که ارتفاع آزاد کمتری در کانال مورد نیاز باشد و مقدار خاکریزی برای حفاظت زمین‌های بالادست را کاهش می‌دهد (Lux and Hinchliff, 1985). با توجه به مزیت‌های سرریزهای کنگره‌ای کاربرد اصلی این سرریزها در مناطقی است که دارای عرض ثابت کم بوده و سرریز مستقیم جوابگوی نیاز دبی موجود نیست. شکل (۱) سرریزهای کنگره‌ای را در سه شکل دوزنقه‌ای، مثلثی و مستطیلی نشان می‌دهد.

Amanian (1987) سرریزهای کنگره‌ای مثلثی با تاج نیم‌دایره و سرریز مستقیم با شکل تاج نیم دایره، ربع دایره، لبه صاف و تیز را بررسی کرد. نتایج نشان داد که عملکرد سرریزهای کنگره‌ای با افزایش هد آب بالادست کاهش می‌یابد. همچنین عملکرد شکل تاج

<sup>1</sup> Combined Model Of Weir- Gate

<sup>2</sup> Labyrinth Weir

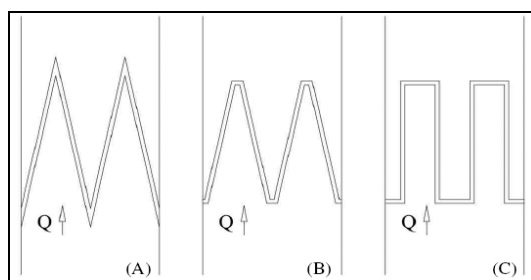
جریان هم‌زمان از سرریز مثلثی و زیر دریاچه مستطیلی در حالت آزاد پرداختند. نتایج آزمایشگاهی حاصل نشان داد که ضریب شدت جریان با افزایش زاویه رأس سرریز مثلثی کاهش می‌یابد.

(2009) Samani and mazaheri جریان ترکیبی روی سرریز- دریاچه مستطیلی لبه‌تیز بدون فشردگی جانبی را در دو حالت استغراق (سرریز آزاد و دریاچه مستغرق، سرریز و دریاچه مستغرق) مدل‌سازی آزمایشگاهی نمودند. در دو حالت مشاهده شد که پایاب بر عمق بالادست سازه و در نتیجه بر دبی جریان تاثیر می‌گذارد. قره‌گزلو (۱۳۹۱) به بررسی آزمایشگاهی پارامترهای هندسی و هیدرولیکی موثر بر ضریب دبی سازه ترکیبی سرریز- دریاچه استوانه‌ای در دبی‌های کم پرداخته‌اند. نتایج آزمایشات نشان داده است که دبی عبوری از مدل ترکیبی سرریز- دریاچه به عوامل هیدرولیکی و هندسی بستگی داشته و با افزایش ارتفاع آب بالادست، ضریب دبی افزایش می‌یابد.

با توجه به مزایای سرریزهای کنگره‌ای، مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای- دریاچه به منظور تنظیم سطح آب مفید به نظر می‌رسد. هدف از این پژوهش نیز بررسی آزمایشگاهی مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای- دریاچه می‌باشد.

نیم دایره‌ای بیش‌تر از ربع دایره‌ای، لبه صاف و لبه تیز است. بارانی و ناصری (۱۳۸۲) با استفاده از مدل فیزیکی، اثر شکل دماغه و طول تاج بر کارایی سرریزهای کنگره‌ای دوزنقه‌ای را بررسی کردند. نتایج نشان دادند که سرریز با شکل دماغه پهن و زمانی‌که طول سرریز دو برابر عرض مقطع بوده، بیشترین کارایی را دارا می‌باشد. محمدی و یاسی (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 دوزنقه‌ای و مثلثی با طول تاج یکسان دارد. رضایی (۱۳۹۱) به بررسی آزمایشگاهی سرریزهای کنگره‌ای مستطیلی پرداختند و افزایش ضریب دبی 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- دریاچه مطالعاتی انجام داده‌اند، می‌توان به (Negm (1987) اشاره نمود که به بررسی تاثیر میزان استغراق پایین دست بر دبی جریان در مدل ترکیبی سرریز مثلثی در بالای دریاچه مستطیلی و بالعکس پرداخت. نتایج نشان داد که نسبت استغراق دریاچه روی عمق بالادست و روی دبی تاثیر می‌گذارد. (Hayawi et al. (2008) به بررسی



شکل (۱): سرریزهای کنگره‌ای به ترتیب A: مثلثی، B: دوزنقه‌ای و C: مستطیلی (Taylor, 1968)

بنابراین مدل ریاضی سرریز کنگره‌ای به اندازه کافی پیچیده بوده و زمانی‌که این سرریزها همراه با انواع دریاچه‌ها (دراین پژوهش، دریاچه کشویی) بهره‌برداری شوند و در واقع جریان ترکیبی هم‌زمان از روی سرریز و زیر دریاچه باشد، بر پیچیدگی جریان عبوری از این

## مواد و روش‌ها

سرریزهای کنگره‌ای دارای تاج غیرمستقیم (شکسته) هستند، بنابراین خطوط جریان ریزشی از تاج این سرریزها در جهات مختلف بوده و در واقع جریان در سرریزهای کنگره‌ای سه‌بعدی می‌باشد.

$$f(Re, We, Fr, \frac{h}{b}, \frac{h}{p}, \frac{h}{L}, \frac{h}{w}, \frac{h}{t}, \frac{h}{a}, C_d) = 0 \quad (1)$$

اگر جریان روی سازه‌های ترکیبی ورقه‌ای<sup>۳</sup> نباشد، از رابطه فوق می‌توان تاثیرات لزجت در رفتار سیال را نادیده گرفت (مسعودیان و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین عدد بی‌بعد رینولدز از رابطه بالا حذف می‌شود. همچنین اگر ارتفاع آب روی سازه کم باشد، کشش سطحی بر رفتار جریان تاثیر خواهد گذاشت. با توجه به این مطلب چنانچه مقدار محدودیت حداقل ارتفاع آب روی سرریز مدل ترکیبی (سه سانتی‌متر) رعایت شود، می‌توان اثر کشش سطحی را کاهش داد (Chanson, 2009). بنابراین عدد بی‌بعد وبر از رابطه بالا حذف می‌شود. با توجه به ملاحظات گفته شده، می‌توان رابطه (۱) را به صورت رابطه (۲) بیان نمود.

$$f(Fr, \frac{h}{b}, \frac{h}{p}, \frac{h}{L}, \frac{h}{w}, \frac{h}{t}, \frac{h}{a}, C_d) = 0 \quad (2)$$

در نتیجه، ضریب دبی مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای - دریاچه ( $C_d$ ) تابعی از پارامترهای بی‌بعد رابطه (۳) می‌باشد.

$$C_d = f(Fr, \frac{h}{b}, \frac{h}{p}, \frac{h}{L}, \frac{h}{w}, \frac{h}{t}, \frac{h}{a}) \quad (3)$$

### رابطه ضریب دبی

در این پژوهش نیز مطابق تحقیقاتی که در گذشته در زمینه مدل‌های ترکیبی انجام شده بود از یک ضریب دبی مشترک برای جریان عبوری از مدل ترکیبی سرریز - دریاچه استفاده شده است و ضریب دبی سرریز یا دریاچه به صورت جداگانه تفکیک نشده است (رضویان و حیدرپور، ۱۳۸۶ و Samani and Mazaheri, 2009). ضریب دبی مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای - دریاچه در این پژوهش از رابطه (۴) به دست می‌آید (Tullis et al., 2005)، که پارامترهای مورد استفاده در این رابطه در بخش قبل توضیح داده شد.

سرریزها افزوده می‌شود. بنابراین استفاده از مدل‌های فیزیکی برای شبیه‌سازی، نتایج دقیق‌تری را به همراه دارد. برای ساخت مدل‌های فیزیکی باید پارامترهای موثر بر پدیده مورد مطالعه را شناخته و سپس با آنالیز ابعادی پارامترهای بی‌بعد موثر محاسبه شوند. با تعیین پارامترهای بی‌بعد موثر و ساخت مدل‌های فیزیکی، مرحله استخراج داده‌ها شروع شده که با انجام آزمایش روی مدل‌های فیزیکی، داده‌های مورد نیاز استخراج می‌شوند.

به منظور کمی کردن رفتار هیدرولیکی جریان عبوری هم‌زمان از زیر دریاچه کشویی و روی سرریز کنگره‌ای پارامترهای هندسی و هیدرولیکی زیر را به عنوان فاکتورهای موثر بر ضریب دبی مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای - دریاچه ( $C_d$ ) می‌توان مورد مطالعه قرار داد.

۱. پارامترهای هندسی: ارتفاع سرریز ( $P$ ) [L]، طول موثر تاج ( $L$ ) [L]، عرض کانال ( $W$ ) [L]، ضخامت دیواره سرریز ( $t$ ) [L]، ارتفاع دریاچه ( $a$ ) [L]، عرض دریاچه ( $b$ ) [L]
  ۲. پارامترهای هیدرولیکی: دبی جریان عبوری از سازه ترکیبی ( $Q$ ) [ $L^3T^{-1}$ ]، ارتفاع آب روی سرریز در بالادست سازه ( $h$ ) [L]، ارتفاع آب از چابین دریاچه ( $H$ ) [L]، سرعت جریان عبوری از سرریز ( $v$ ) [ $LT^{-1}$ ]
  ۳. پارامترهای تعریف‌کننده محیط و سیال: شتاب ثقل ( $g$ ) [ $LT^{-2}$ ]، کشش سطحی ( $\sigma$ ) [ $MT^{-2}$ ]، لزجت دینامیکی سیال ( $\mu$ ) [ $ML^{-1}T^{-1}$ ]، جرم مخصوص سیال ( $\rho$ ) [ $ML^{-3}$ ]
- در این پژوهش ابتدا از روش باکینگهام<sup>۱</sup> برای تعیین پارامترهای بی‌بعد استفاده شد. سپس با استفاده از روش ماتریسی<sup>۲</sup>، پارامترهای بی‌بعد روش باکینگهام بررسی شدند. مشخص گردید هر دو روش پارامترهای بی‌بعد یکسانی ارائه می‌دهند. با در نظر گرفتن پارامترهای سرعت، چگالی و ارتفاع آب بالادست به‌عنوان متغیر تکراری، پارامترهای بی‌بعد رابطه (۱) به‌دست آمدند.

<sup>1</sup> Buckingham- $\pi$  theory

<sup>2</sup> Matrix Method

<sup>3</sup> Laminar Current

آب جاری در فلوم از عمق سنج با دقت  $\pm 0.1$  میلی‌متر استفاده شده است. نمای شماتیک از بالای فلوم را در شکل (۲) نشان داده شده است. قبل از شروع آزمایشات سرریز مثلی به صورت حجمی کالیبره و رابطه دبی-اشل برای سرریز مثلی به دست آمد. بنابراین در آزمایش‌ها با اندازه‌گیری عمق آب بالادست سرریز مثلی، دبی عبوری از فلوم محاسبه می‌شود. اگر حداقل ارتفاع مدل فیزیکی سرریزهای کنگره‌ای  $0.15$  متر و نسبت  $H_t/P$  حداقل  $0.3$  باشد، می‌توان از اثر کشش سطحی صرف نظر کرد (Carollo et al., 2010). بنابراین در این پژوهش حداقل ارتفاع سرریز کنگره‌ای  $0.15$  متر انتخاب شده است. در این پژوهش با توجه به عرض فلوم آزمایشگاهی و برای کاهش اثر کشش سطحی، سرریزهای کنگره‌ای با تعداد دو سیکل ساخته شدند (Houston and DeAngelis, 1982).

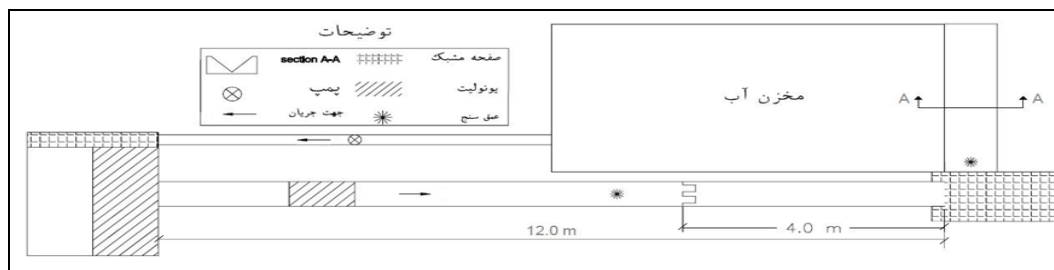
$$C_d = \frac{Q}{\frac{2}{5} L \sqrt{2g} (H_t)^{3/2} + a \cdot b \cdot \sqrt{2g} H_t} \quad (4)$$

پارامتر ارتفاع کل آب بالادست سرریز ( $H_t$ ) نیز از رابطه (۵) به دست می‌آید.

$$H_t = h + \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

### فلوم آزمایشگاهی

آزمایش‌ها در فلوم آزمایشگاهی شیب‌پذیر و مستطیلی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری که طول، عرض و ارتفاع آن به ترتیب  $1.2$ ،  $0.5$  و  $0.8$  متر می‌باشد، با جنس دیواره و کف شیشه‌ای انجام شد. دبی فلوم از سه پمپ با مجموع دبی  $90$  لیتر بر ثانیه تأمین و با سرریز مثلی  $90$  درجه در خروجی اندازه‌گیری می‌شود. برای اندازه‌گیری عمق



شکل (۲): فلوم تحقیقاتی مورد استفاده در پژوهش (نما از بالا)

که عدد اول بعد از نام مدل، نماد ارتفاع سرریز و عدد دوم نماد ارتفاع بازشدگی دریچه است. همچنین RLW نماد مدل سرریز کنگره‌ای مستطیلی و TLW نماد مدل سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای می‌باشد که عدد اول بعد از نام مدل، نماد ارتفاع سرریز است. همه سرریزهای ساخته شده دارای تاج  $90$  درجه (صاف) و با ضخامت  $10$  میلی‌متر بوده است. مدل‌ها در چهار متری بالادست خروجی نصب شده‌اند. آزمایش‌ها در محدوده دبی  $10$  تا  $90$  لیتر بر ثانیه انجام شدند، که ارتفاع و سرعت آب در یک متری بالادست محل نصب

### مدل‌های سرریز-دریچه

در این پژوهش ده مدل فیزیکی از جنس پلکسی‌گلاس<sup>۱</sup> مورد استفاده قرار گرفت که مشخصات آن‌ها در جدول (۱) ارائه گردیده است.

در این جدول<sup>۲</sup> RLWG نماد ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی-دریچه و TLWG<sup>۳</sup> نماد مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای-دریچه می‌باشد

<sup>1</sup> Plexi Glass

<sup>2</sup> Rectangular Labyrinth Weir- Gate

<sup>3</sup> Trapezoidal Labyrinth Weir- Gate

سرریز اندازه‌گیری شده است. شکل (۳) نمونه‌ای از مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی-دریچه را در حین عبور جریان نشان می‌دهد. مدل ردیف ۹ برای بررسی دبی و ضریب دبی در یک مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای-دریچه ساخته و آزمایش‌ها به صورت جداگانه روی آن انجام شد. برای مقایسه مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای با مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی، مشخصات آن‌ها از قبیل: موثر سرریز، ارتفاع سرریز، ضخامت دیواره سرریز، ارتفاع و عرض دریچه‌ها باید برابر باشند. بدین ترتیب می‌توان مقدار جریان و ضریب جریان را به درستی در هر دو مدل ترکیبی مقایسه کرد. در این حالت، تغییراتی که در جریان عبوری و ضریب جریان ایجاد می‌شود، تنها ناشی از تغییر شکل سرریز از مستطیلی به دوزنقه‌ای می‌باشد. برای مقایسه مدل

TLWG-15-8 با مدل RLWG-15-8 از طول دماغه (در جهت جریان) اضافه کرده‌ایم. مقایسه بین شکل‌های (۴) و (۵) تفاوت بین این دو نوع مدل ترکیبی را به خوبی نشان می‌دهند. همچنین برای مقایسه سرریزهای کنگره‌ای مستطیلی و دوزنقه‌ای (هر دو در حالت بدون دریچه)، نتایج آزمایش‌های روی مدل‌های ۸ و ۱۰ با هم مقایسه شدند. برای مقایسه تاثیر تغییر ارتفاع دریچه بر جریان و ضریب جریان عبوری از سرریزهای کنگره‌ای مستطیلی، مدل‌های ردیف ۱ تا ۴ و همچنین مدل‌های ردیف ۵ تا ۸ ساخته و آزمایشات روی آن‌ها انجام شد. همچنین به منظور بررسی تاثیر وجود دریچه در سرریزهای کنگره‌ای دوزنقه‌ای، آزمایشاتی روی مدل‌های ردیف ۹ و ۱۰ انجام شد.

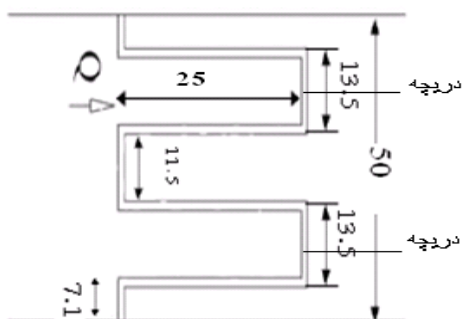
جدول (۱): مشخصات هندسی مدل‌های فیزیکی مورد استفاده در پژوهش (ابعاد بر حسب سانتی‌متر)

ردیف	مدل	طول موثر سرریز (L)	ارتفاع سرریز (P)	ارتفاع دریچه*
۱	RLWG-25-2	۱۶۷/۵	۲۵	۲
۲	RLWG-25-5	۱۶۷/۵	۲۵	۵
۳	RLWG-25-8	۱۶۷/۵	۲۵	۸
۴	RLW-25	۱۶۷/۵	۲۵	-
۵	RLWG-15-2	۱۶۷/۵	۱۵	۲
۶	RLWG-15-5	۱۶۷/۵	۱۵	۵
۷	RLWG-15-8	۱۶۷/۵	۱۵	۸
۸	RLW-15	۱۶۷/۵	۱۵	-
۹	TLWG-15-8	۱۶۷/۵	۱۵	۸
۱۰	TLW-15	۱۶۷/۵	۱۵	-

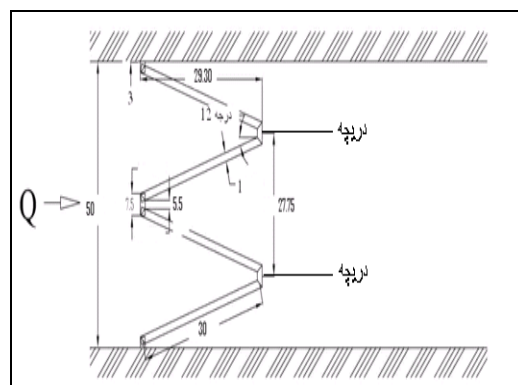
\* عرض همه دریچه‌ها ۵/۵ سانتی‌متر می‌باشد.



شکل (۳): نمایی از مدل RLWG-25-8 در حین عبور جریان



شکل (۵): نمای از بالای مدل RLWG-15-8 (بر حسب سانتی‌متر)



شکل (۴): نمای از بالای مدل TLWG-15-8 (بر حسب سانتی‌متر)

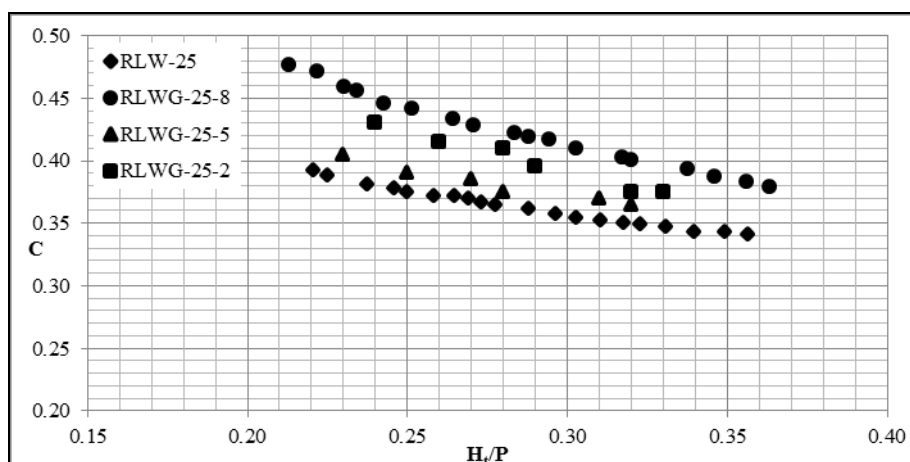
مدل RLW-25 است. در واقع تاثیر وجود دریچه در یک سرریز کنگره‌ای مستطیلی در جهت افزایش ضریب دبی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل هرچه ارتفاع بازشدگی دریچه در مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی - دریچه کمتر شود، ضریب دبی نیز کاهش می‌یابد. اما از طرفی نتایج نشان می‌دهد که افزایش ضریب دبی در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر) به مراتب بیشتر از محدوده جریان زیاد ( $H_t/P$  زیادتر) است.

## نتایج و بحث

تاثیر وجود دریچه و ابعاد آن بر ضریب دبی مدل‌های

ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی - دریچه

شکل (۶) تغییرات ضریب دبی مدل‌های RLW-25 و RLWG-25-2,5,8 را در برابر پارامتر بدون بعد نسبت ارتفاع کل آب بالادست به ارتفاع سرریز ( $H_t/P$ ) نشان می‌دهد. نتایج شکل نشان می‌دهد که ضریب دبی در مدل‌های RLWG-25-2,5,8 بیشتر از

شکل (۶): تغییرات ضریب دبی در برابر  $(H_i/P)$  برای RLW-25 و RLWG-25-8,5,2

ضریب دبی و در نتیجه بر افزایش دبی عبوری خواهد داشت. علت این مسئله تداخل جت آب سیکل‌های کنار یکدیگر در اثر افزایش نسبت  $H_i/P$  می‌باشد که موجب استغراق محلی و تداخل جریان بیش‌تر می‌شود. همچنین جریان عبوری از زیر دریچه نیز باعث ایجاد تداخل جدیدی بین جریان آب در پایین دست سازه می‌شود. که این تداخل در نسبت‌های  $H_i/P$  بالاتر، بیشتر شده و باعث کاهش ضریب دبی در جریان‌های با ارتفاع آب بالاتر می‌شود.

بخشی از نتایج آزمایش‌های انجام شده روی مدل RLWG-25-8 و مدل RLW-25 به منظور مقایسه دبی و ضریب دبی در سه محدوده جریان  $(H_i/P)$  کم، زیاد و متوسط در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج جدول نشان می‌دهد که با کاهش  $H_i/P$ ، محدوده تغییرات دبی و ضریب دبی در دو حالت با دریچه و بدون دریچه افزایش پیدا می‌کند. در واقع نشان می‌دهد که وجود دریچه در سرریز کنگره‌ای مستطیلی در محدوده جریان‌های کم ( $H_i/P$  کمتر) تاثیر بیشتری بر افزایش

جدول (۲): بخشی از نتایج برداشت‌های انجام شده روی مدل RLWG-25-8 و مدل RLW-25

مدل	$H_i/P$	ضریب دبی	محدوده تغییرات ضریب دبی	دبی (lit/s)	محدوده تغییرات دبی (lit/s)
RLWG-25-8	۰/۳۵۶۳	۰/۳۸۲۹	۰/۰۴۲۲	۴۷/۷۶	۶/۳۷
RLW-25	۰/۳۵۶۰	۰/۳۴۰۷		۴۱/۳۹	
RLWG-25-8	۰/۳۰۲۹	۰/۴۰۹۶	۰/۰۵۵۵	۴۱/۵۲	۷/۸۲
RLW-25	۰/۳۰۲۸	۰/۳۵۴۱		۳۳/۷۰	
RLWG-25-8	۰/۲۲۵۹	۰/۴۶۵۱	۰/۰۷۶۵	۳۳/۵۱	۹/۸۵
RLW-25	۰/۲۲۵۵	۰/۳۸۸۶		۲۳/۶۶	

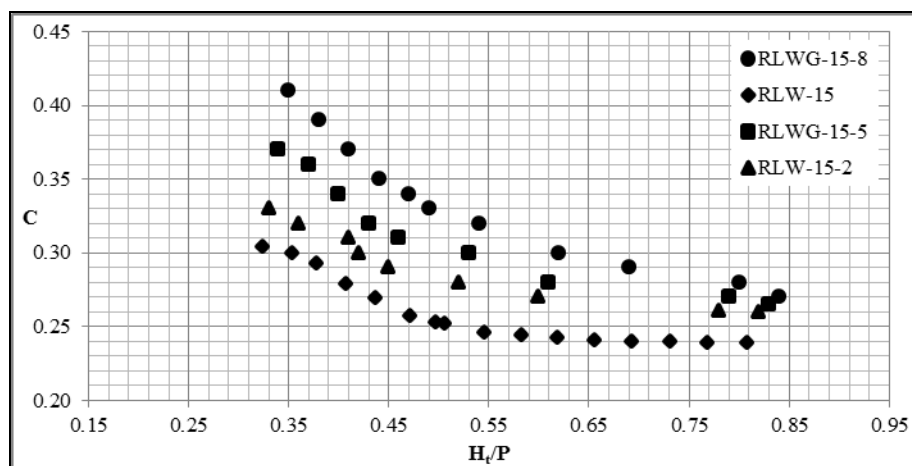
مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی - دریچه به سرریز کنگره‌ای مستطیلی (بدون دریچه) نزدیک می‌شود. این شکل همانند شکل (۶) نشان می‌دهد که ضریب دبی در مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای

شکل (۷) تغییرات ضریب دبی مدل‌های RLWG-15-2,5,8 و مدل RLW-15 را در برابر  $(H_i/P)$  نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که در محدوده جریان زیاد ( $H_i/P$  زیادتر) ضریب دبی

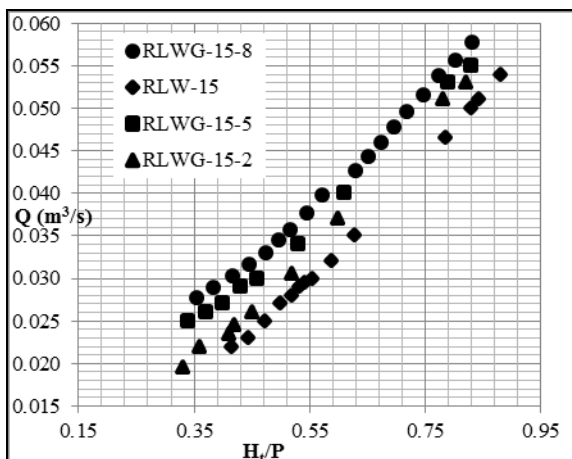


زیر دریچه‌ها و روی سرریز در مدل‌های RLWG-15-2,5,8 با سهولت بیشتری نسبت به مدل RLWG-25-2,5,8 عبور خواهند کرد. بنابراین با کاهش ارتفاع سرریز، در محدوده جریان بالاتری ( $H_t/P$  بالاتر) ضریب دبی مدل‌های با دریچه و بدون دریچه برابر خواهند شد. شکل‌های (۸) و (۹) به ترتیب مقایسه تغییرات دبی RLWG-25-8 و RLWG-15-8 با RLW-15 و RLW-25 را در برابر ( $H_t/P$ ) نمایش می‌دهند. نتایج این شکل‌ها نشان می‌دهد که دبی در مدل‌های ترکیبی سرریز-دریچه بیشتر از مدل سرریز بدون دریچه است و در واقع تاثیر وجود دریچه در یک سرریز کنگره‌ای مستطیلی در جهت افزایش مقدار دبی عبوری از مجموعه سازه را نشان می‌دهد. اما با مشاهده این شکل‌ها و نتایج جدول (۲)، می‌توان دریافت که تاثیر وجود دریچه بر افزایش دبی، تقریباً در همه محدوده‌های جریان ( $H_t/P$ ) یکسان است اما در محدوده جریان‌های کم ( $H_t/P$  کمتر) تا حدودی بیشتر است.

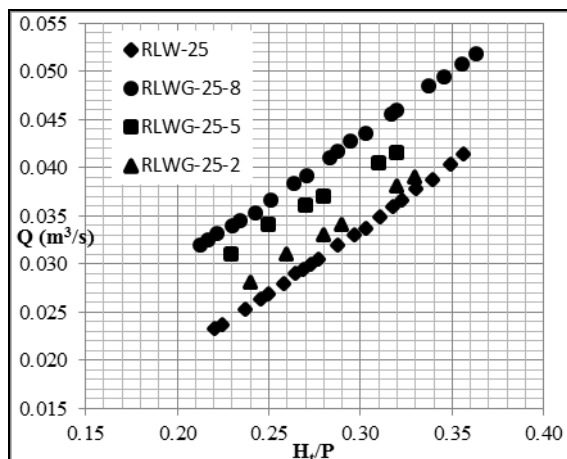
مستطیلی-دریچه بیشتر از سرریز کنگره‌ای مستطیلی (بدون دریچه) است. اما با مقایسه این دو شکل می‌توان دریافت که محدوده‌ای از جریان ( $H_t/P$ ) که ضریب دبی دو مدل با دریچه و بدون دریچه، تقریباً به هم نزدیک می‌شوند، در مدل‌های RLWG-25-2,5,8 به مراتب بیش‌تر از مدل‌های RLWG-15-2,5,8 است. در واقع بر اساس نتایج، محدوده‌ای از جریان ( $H_t/P$ ) به منظور رسیدن به بالاترین عملکرد هیدرولیکی مدل ترکیبی سرریز-دریچه را می‌توان برای مدل‌های RLWG-25-2,5,8 از ۰/۲ تا ۰/۴ و برای مدل‌های RLWG-15-2,5,8 از ۰/۳ تا ۰/۹ توصیه کرد. دلیل این تفاوت را می‌توان به کاهش ارتفاع سرریز در مدل‌های RLWG-25-2,5,8 نسبت به مدل‌های RLWG-15-2,5,8 دانست. زیرا سرعت سقوط آب و جت‌های ریزشی با کاهش ارتفاع سرریز، کمتر می‌شود. در نتیجه تداخل جت‌های ریزشی از روی سرریز با جریان عبوری از زیر دریچه‌ها کمتر می‌شود. در این حالت استغراق در پایین‌دست سرریز به مراتب کاهش پیدا کرده و جریان عبوری از



شکل (۷): تغییرات ضریب دبی در برابر ( $H_t/P$ ) RLWG-15-2,5,8 و RLW-15



شکل (۹): تغییرات دبی در برابر  $(H_t/P)$  برای RLWG- 2,5,8 و RLW-15



شکل (۸): تغییرات دبی در برابر  $(H_t/P)$  برای RLWG-25,5,8 و RLW-25

مقاومت بیشتری در برابر عبور جریان تولید می‌کند و ضریب دبی سرریز مستطیلی به مراتب کمتر از سرریز نوع دوزنقه‌ای خواهد شد که با نتایج حیدرپور و همکاران (۱۳۸۵) مطابقت دارد.

۲. تداخل جت‌های آب ریزشی از روی سرریز و جریان آب عبوری از زیر دریچه‌ها یکی از موارد تداخل جریان در مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی-دریچه می‌باشد. این تداخل جریان در مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای-دریچه نیز وجود دارد. اما از آن‌جا که طول پیشانی دماغه‌ها (عمود بر جریان) در شکل دوزنقه‌ای کمتر از شکل مستطیلی است. بنابراین در سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای جریان آب با مقدار حجمی کمتری از روی پیشانی دماغه‌ها ریزش کرده و در نتیجه تداخل کمتری با جریان آب عبوری از زیر دریچه‌ها نسبت به سرریزهای شکل مستطیلی خواهد داشت. تداخل کمتر در سرریزهای دوزنقه‌ای باعث استغراق کمتر در پایین‌دست و موجب عبور جریان با سهولت بیشتر نسبت به شکل مستطیلی می‌شود. همین امر سبب افزایش ضریب دبی در مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای نسبت به مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی می‌شود.

۳. تداخل جت‌های آب ریزشی از کناره‌های سرریز یکی دیگر از موارد تداخل جریان در مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی-دریچه می‌باشد. این

### تأثیر شکل پلان بر ضریب دبی مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای-دریچه

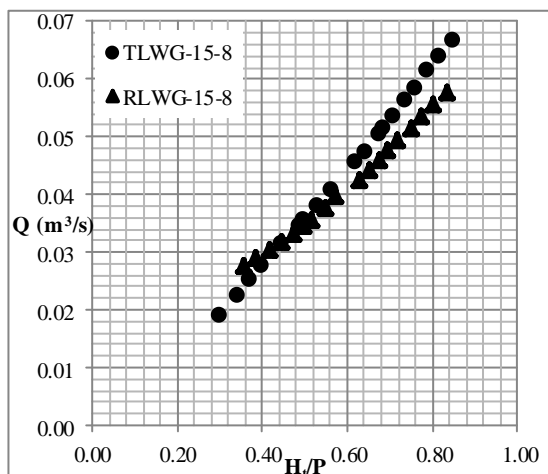
شکل (۱۰) تغییرات ضریب دبی مدل RLWG-15-8 و TLWG-15-8 را در برابر پارامتر  $(H_t/P)$  نمایش می‌دهد. نتایج شکل نشان می‌دهد که ضریب دبی در مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای-دریچه بیشتر از مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی-دریچه است. در واقع تأثیر تغییر شکل پلان سرریز از حالت مستطیلی به دوزنقه‌ای در جهت افزایش ضریب دبی را نشان می‌دهد. دلیل این افزایش را می‌توان با توجه به موارد زیر بیان نمود:

۱. همان‌گونه که در شکل‌های (۴) و (۵) نشان داده شد، در سرریز کنگره‌ای مستطیلی طول پیشانی خارجی و داخلی دماغه سرریز (عمود بر جریان) به ترتیب  $13/5$  و  $11/5$  سانتی‌متر است که از سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای که این مقادیر در آن به ترتیب  $7/5$  و  $5/5$  سانتی‌متر است به مراتب بیشتر می‌باشد. همچنین طول کناری سرریز که متصل به دیواره‌های فلوم است، از  $7/1$  سانتی‌متر در سرریز کنگره‌ای مستطیلی به  $3$  سانتی‌متر در سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای کاهش می‌یابد. از آنجاییکه طول عمود بر جریان که همان طول داخلی و خارجی دماغه سرریز و طول‌های کناری می‌باشند، در سرریز مستطیلی به مراتب بیشتر از سرریز دوزنقه‌ای است، بنابراین

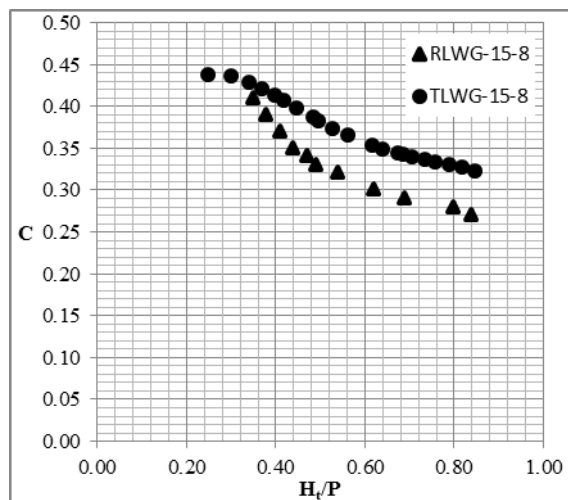
سرریز از زیر دریچه نیز عبور می‌کند، در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر از حدوداً ۰/۴) جریان عبوری از زیر دریچه و همچنین جریان‌های ریزشی از روی سرریز، به دلیل جریان و عمق کم، تداخل کمی باهم داشته و جریان به راحتی عبور می‌کند. که به همین دلیل تفاوت در شکل سرریز کنگره‌ای تفاوت زیادی در ضریب دبی جریان نخواهد داشت. شکل (۱۱) تغییرات دبی مدل‌های TLWG-15 و TLWG-15-8 را در برابر  $(H_t/P)$  نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر از حدوداً ۰/۴) دبی عبوری از مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای-دریچه مستطیلی-دریچه خواهد بود. به طور کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که در مناطقی که جریان آب با عمق کمتری در اکثر اوقات سال جاری است، استفاده از مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی-دریچه برای داشتن ضریب جریان بالاتر و در نتیجه جریان عبوری بیشتر توصیه می‌شود. اما در مواردی که جریان آب با عمق بالاتری در بیشتر اوقات جاری هستند، استفاده از مدل ترکیبی سرریز دوزنقه‌ای-دریچه برای داشتن ضریب جریان بالاتر و در نتیجه جریان عبوری بیشتر توصیه می‌شود. به صورت کلی ضریب دبی در یک مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای-دریچه بیشتر از یک مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی-دریچه است و تنها تفاوتی که در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر از حدوداً ۰/۴) رخ می‌دهد به دلیل وجود دریچه و عبور جریان از زیر آن در دبی‌های کم است.

تداخل جریان در مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای-دریچه نیز وجود دارد. اما با توجه به شکل‌های (۴) و (۵)، فاصله بین لبه دماغه‌ها (در جهت جریان) در سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای از ۵/۵ سانتی‌متر شروع و به ۲۷/۵ سانتی‌متر می‌رسد. این فاصله در سرریز کنگره‌ای مستطیلی مقدار ثابت ۱۱/۵ سانتی‌متر است. لذا در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر) که تداخل کمتری وجود دارد، جریان به سهولت عبور می‌کند و ضریب دبی در این دو مدل تقریباً یکسان خواهد بود. اما تداخل جریان‌های ریزشی از روی لبه‌های سرریز با افزایش جریان ( $H_t/P$  زیادتر) بیشتر شده و موجب افزایش استغراق در پایین‌دست می‌شود. فاصله بیشتر بین لبه دماغه‌ها سرریزهای کنگره‌ای دوزنقه‌ای باعث کاهش تداخل و در نتیجه کاهش استغراق در پایین‌دست شده و موجب عبور جریان با سهولت بیشتر می‌شود. که این اتفاق سبب افزایش ضریب دبی در مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای-دریچه نسبت به مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی-دریچه می‌شود.

نتایج شکل (۱۰) همچنین نشان می‌دهد که افزایش ضریب دبی در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر) کمتر از محدوده جریان زیاد ( $H_t/P$  زیادتر) است و حتی می‌توان ضریب دبی در مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی-دریچه را در محدوده ( $H_t/P$  کمتر از حدوداً ۰/۴) بیشتر از ضریب دبی در مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای-دریچه دانست. با توجه به نتایج فوق می‌توان گفت از آنجایی که در مدل‌های ترکیبی، جریان علاوه بر روی



شکل (۱۱): تغییرات دبی در برابر  $H_t/P$  برای RLWG-15-8 و TLWG-15-8



شکل (۱۰): تغییرات ضریب دبی در برابر  $H_t/P$  برای TLWG-15-8 و RLWG-15-8

بیشتری نسبت به سرریزهای کنگره‌ای دوزنقه‌ای (در حالت بدون دریچه) هستند. این مسئله سبب کاهش و افت بیشتر ضریب دبی در سرریز کنگره‌ای مستطیلی نسبت به سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای در حالت بدون دریچه می‌شود.

ب. در سرریز کنگره‌ای مستطیلی (در حالت بدون دریچه) جریان‌های ریزشی از روی سرریز و جریان عبوری از زیر دریچه‌ها (با توجه به دلیل شماره ۲ اشاره شده در بخش قبل) حتی در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر) دارای تداخل بیشتری نسبت به سرریزهای کنگره‌ای دوزنقه‌ای هستند. این مسئله سبب کاهش و افت بیشتر ضریب دبی در سرریز کنگره‌ای مستطیلی نسبت به سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای در حالت بدون دریچه می‌شود.

شکل (۱۳) تغییرات دبی مدل ترکیبی TLWG-15-8 و مدل TLW-15 را در  $H_t/P$  نشان می‌دهد. نتایج شکل نشان می‌دهد که دبی در مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای - دریچه بیشتر از مدل سرریز بدون دریچه است و در واقع تاثیر وجود دریچه در یک سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای در جهت افزایش دبی را نشان می‌دهد. از طرفی می‌توان گفت که روند افزایش دبی تقریباً در تمام محدوده‌های

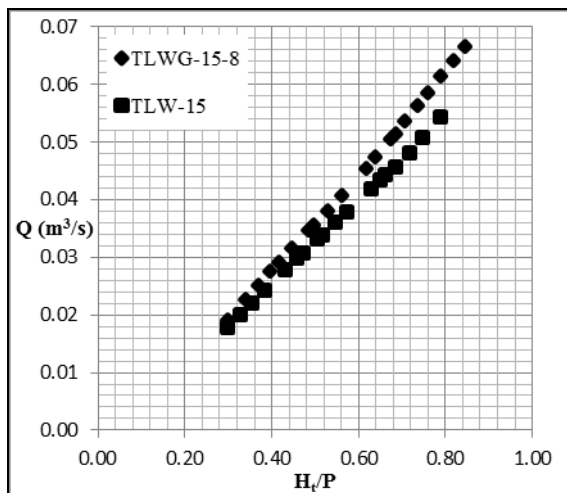
تاثیر وجود دریچه و ابعاد آن بر ضریب دبی مدل‌های ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای - دریچه

شکل (۱۲) تغییرات ضریب دبی مدل TLWG-15-8 و مدل TLW-15 را در برابر  $H_t/P$  نشان می‌دهد. نتایج شکل نشان می‌دهد که ضریب دبی در مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای - دریچه بیشتر از مدل سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای بدون دریچه است. در واقع وجود دریچه در یک سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای، ضریب دبی را افزایش می‌دهد. همچنین روند افزایش ضریب دبی تقریباً در تمام محدوده‌های جریان  $H_t/P$  ثابت بوده است. در حالی که در سرریزهای کنگره‌ای مستطیلی (شکل‌های ۶ و ۷) افزایش ضریب دبی به دلیل وجود دریچه در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر) بیشتر از محدوده جریان زیاد ( $H_t/P$  زیادتر) است. دلیل این مسئله را می‌توان با توجه به دلایل زیر (و دلایل ۱ تا ۳ اشاره شده در بخش قبل) بررسی نمود: الف. در سرریز کنگره‌ای مستطیلی (در حالت بدون دریچه) جریان‌های ریزشی از کناره‌های سرریز (با توجه به دلیل شماره ۳ اشاره شده در بخش قبل) حتی در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر) دارای تداخل

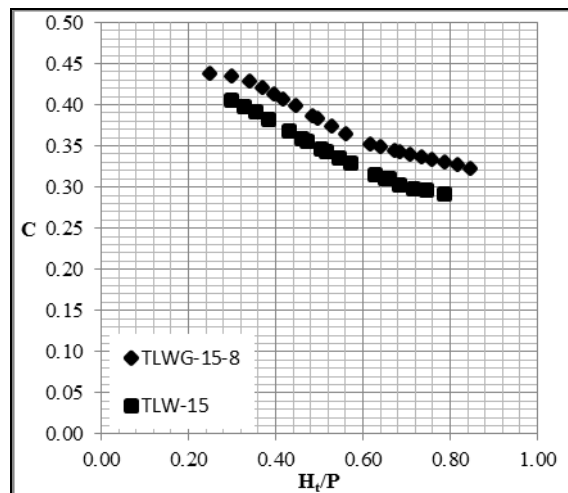
حدوداً ۰/۴) نیز کمتر از ضریب دبی و دبی سرریزهای کنگره‌ای دوزنقه‌ای است. این مسئله به دلیل نبودن دریچه است. در واقع نبودن دریچه باعث می‌شود که تداخل جریان حتی در محدوده جریان‌های کم نیز وجود داشته باشد که در این صورت دوزنقه‌ای بودن سرریز کنگره‌ای باعث کاهش تداخل جت‌های آب ریزشی می‌شود و در نتیجه موجب افزایش ضریب دبی و دبی عبوری در تمامی محدوده‌های جریان می‌شود.

جریان ( $H_t/P$ ) ثابت بوده و یک مقدار افزایشی ثابت را طی می‌کند. حتی در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر) دبی در دو حالت با دریچه و بدون دریچه تقریباً برابر است. به طور کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که وجود دریچه در سرریزهای کنگره‌ای مستطیلی تاثیر بیشتری بر افزایش ضریب جریان و همچنین افزایش حجم جریان عبوری خواهد داشت. زیرا در سرریزهای کنگره‌ای مستطیلی همان‌طور که اشاره شد تداخل جریان بسیار بیشتر از سرریزهای کنگره‌ای دوزنقه‌ای است. از این رو با وجود دریچه در سرریزهای کنگره‌ای مستطیلی در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر) با عبور بخشی از جریان از زیر دریچه‌ها مقداری از تداخل‌ها کم کرده و باعث افزایش جریان و ضریب جریان عبوری می‌شود. لذا در مناطقی که سرریزهای کنگره‌ای مستطیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، پیشنهاد می‌شود از مدل ترکیبی آن با دریچه برای افزایش کارایی و حداکثر راندمان بهره برداری استفاده گردد. همان‌طور که اشاره شد، وجود دریچه باعث می‌شود در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر از حدوداً ۰/۴) تفاوت در شکل سرریز کنگره‌ای (دوزنقه‌ای یا مستطیلی) اختلاف زیادی در ضریب دبی جریان ایجاد نکند. زیرا در این محدوده، بخشی از جریان به سهولت از زیر دریچه‌ها عبور کرده و باعث کاهش تداخل جت‌های ریزشی از روی لبه‌های کناری سرریز می‌شود. در این صورت سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای که با شکل خاص خودش باعث کاهش انواع تداخل‌های جت‌های آب می‌شود تفاوت چندانی با سرریز کنگره‌ای مستطیلی که به مراتب تداخل‌های بیشتری را سبب می‌شود ندارد. همچنین در این محدوده از جریان تداخل جت‌های آب ریزشی از سرریز به اندازه کافی و مطلوب به دلیل وجود دریچه کاهش یافته است.

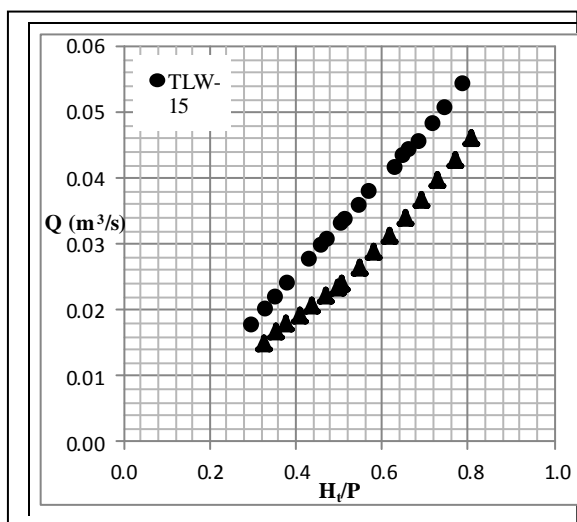
شکل‌های (۱۴) و (۱۵) به ترتیب تغییرات ضریب دبی و همچنین دبی مدل TLW-15 و مدل RLW-15 را در برابر ( $H_t/P$ ) نشان می‌دهند. با توجه به شکل‌های فوق و مقایسه آن با شکل‌های (۱۰) و (۱۱) می‌توان دریافت که ضریب دبی و دبی سرریزهای کنگره‌ای مستطیلی حتی در محدوده جریان کم ( $H_t/P$  کمتر از



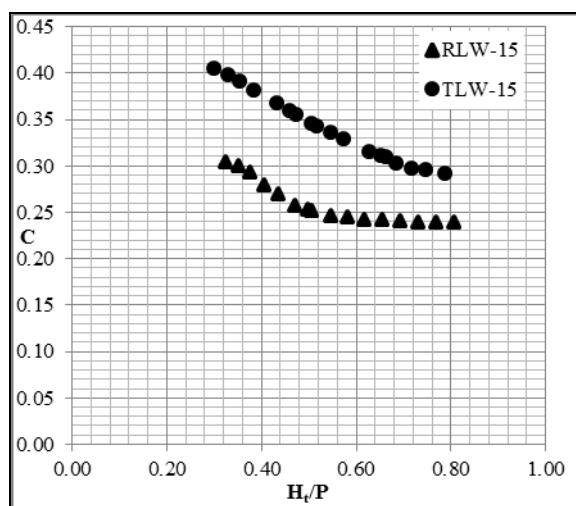
شکل (۱۳): تغییرات دبی در برابر  $H_t/P$  و TLWG 8 و TLW



شکل (۱۲): تغییرات ضریب دبی در برابر  $H_t/P$  و TLWG 8 و TLW



شکل (۱۵): تغییرات دبی در برابر  $H_t/P$  و RLW-15 و TLW-15



شکل (۱۴): تغییرات ضریب دبی در برابر  $H_t/P$  و RLW-15 و TLW-15

## نتیجه‌گیری

به مستطیلی در جهت افزایش ضریب جریان را نشان داد.

- افزایش ضریب جریان در مدل سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای - دریاچه نسبت به مدل سرریز کنگره‌ای مستطیلی - دریاچه در محدوده جریان کم ( $H_t/P$ ) کمتر، کمتر از محدوده جریان زیاد ( $H_t/P$  زیادتر) است. حتی می‌توان ضریب جریان در مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی - دریاچه را در محدوده  $H_t/P < 0.4$ ، بیشتر از ضریب جریان در مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای - دریاچه دانست.

- وجود دریاچه در سرریزهای کنگره‌ای مستطیلی تاثیر بیشتری بر ضریب جریان و همچنین جریان عبوری نسبت به سرریزهای کنگره‌ای دوزنقه‌ای دارد. لذا در مناطقی که سرریزهای کنگره‌ای مستطیلی پیشنهاد می‌شوند، بهتر است از مدل ترکیبی آن با دریاچه برای افزایش کارایی و حداکثر راندمان برای بهره‌برداری استفاده گردد.

در این مطالعه با بررسی آزمایشگاهی، به مقایسه تاثیر تغییر ابعاد دریاچه و همچنین تغییر شکل پلان سرریزهای کنگره‌ای از حالت مستطیلی به دوزنقه‌ای بر ضریب جریان عبوری از مدل‌های سرریز کنگره‌ای همراه با دریاچه پرداخته شد، که نتایج حاصل شده عبارتند از:

- میزان جریان عبوری و ضریب جریان در مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای - دریاچه بیشتر از مدل سرریز بدون دریاچه است. در واقع نتایج آزمایشات تاثیر وجود دریاچه در یک سرریز کنگره‌ای در جهت افزایش ضریب جریان را نشان داد.

- ضریب جریان در مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای دوزنقه‌ای - دریاچه بیشتر از مدل ترکیبی سرریز کنگره‌ای مستطیلی - دریاچه است. در واقع نتایج آزمایشات، تاثیر تغییر شکل سرریز از حالت دوزنقه‌ای

## منابع

- بارانی، غ. و س. ناصری. ۱۳۸۲. بهینه‌سازی سرریزهای کنگره‌ای با استفاده از مدل‌های فیزیکی. چهارمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه شیراز، ۸ص.
- حیدرپور، م.، ف. موسوی، و ع. روشنی زرومهری. ۱۳۸۵. بررسی سرریزهای چندوجهی با پلان مستطیلی و U شکل. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۶ (۳): ۶۱-۵۱.
- رضایی، م. ۱۳۹۱. رابطه دبی-اشل در سرریزهای کنگره‌ای مستطیلی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۶۹ص.
- رضویان، س.ح. و م. حیدرپور. ۱۳۸۶. بررسی ضریب دبی در مدل ترکیبی سرریز - دریاچه لبه‌تیز. ششمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه شهرکرد، ۱۵-۱۳ شهریور، شهرکرد، ایران، ۸ص.
- قره‌گزلو، م. ۱۳۹۱. بررسی آزمایشگاهی جریان همزمان از مدل ترکیبی سرریز - دریاچه استوانه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ۷۴ص.
- مسعودیان، م.، م. قره‌گزلو، ف. نادری و ن. فندرسکی. ۱۳۹۰. هیدرولیک جریان مستغرق در مدل ترکیبی سرریز - دریاچه استوانه‌ای. یازدهمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲۰-۱۸ بهمن، کرمان، ایران، ۷ص.
- یاسی، م. و م. محمدی. ۱۳۸۶. بررسی سرریزهای زیگزاگی با پلان قوسی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱ (۱)، ۱-۱۵.

State University, Logan, Utah.

Carollo, F. G., V. Ferro and V. Pampalone. 2010. Experimental investigation of the outflow process over a triangular labyrinth weir. *Irrigation and Drainage Engineering Journal*, 10-1061/(ASCE) IR.3PP.

Chanson, H. 2009. Discussion of Hydraulics of Broad-Crested Weirs with Varying Side Slopes. *Irrigation and Drainage Eng. Journal*, ASCE, 136:7, 508-509.

Hayawi, H. A. M., A. A. G. Yahia and G. A. M. Hayawi. 2008. Free combined flow over a triangular Weir and under rectangular gate. *Damascus University Journal*, 24:1, 9-22.

Houston, K. L. and C. S. DeAngelis. 1982. A site specific study of a labyrinth spillway. *Proceeding Conference on Applying Research to Hydraulic Practice*, Pp: 86-95.

Israelsen, O. W. and V. E. Hanson. 1962. *Irrigation Principle and Practices*. 3rd. ed., New York. *J. of Hydraulic Res*, 37: 5697-705.

Lux, F. and D. L. Hinchliff. 1985. Design and construction of labyrinth spillway. 15th Congress of ICOLD, Lausanne, Switzerland, Pp. 249-274.

Negm, A. M., A. M. Al-Brahim, and A. A. Alhamid. 1997. Combined free flow over Weirs and below Gates. 40: 359-365.

Samani, J. M. V. and M. Mazaheri. 2009. Combined Flow over Weir and under Gate. *Hydraulic Eng. Journal*, 135:3, 224- 22.

Taylor, G. 1968. The performance of Labyrinth weir. Thesis presented to university of Nottingham, England.

Tullis, J. P., C. M. Wilmore and J. S. Wolfhope. 2005. Improving performance of low-head labyrinth weirs. *Proc. of the 2005 World Water and Environmental Resources Congress*, May 15-19, Anchorage Alaska.



## Investigation of the Plan Shape Change Effect and Gate Dimension on Hydraulic Performance of Combined Models of Labyrinth Weir- Gate

M. Mirnaseri<sup>۱</sup>, A. Emadi<sup>۲</sup>, R. Fazloul<sup>۳</sup>, Q. Aqajani<sup>۴</sup>

### Abstract:

Weir and Gate are widely used in control, diversion and measurement of flow in irrigation projects due to their simpler and relatively exact relationship. There are sediment and suspended materials in the direction of channels. The accumulation of sediments and suspended materials in the back side of weir and gate caused change of canal shape and reduction of water measurement accuracy. The combined model of weir- gate have the capability of passing settling down from under the gate and suspended materials over weir simultaneously and prevents from accumulation of sediment and suspended materials in the back side of the weir and helps to the accuracy of water measurement and passing flow. The present research investigated ten combined model of labyrinth weir- gate on the effects of plan shape change and gate height on discharge coefficient in the laboratory. The results showed that the existence of gate and increasing of opening height, increased discharge coefficient in combined model of labyrinth weir- gate. On the other hand, existence of gate in combined model of rectangular labyrinth weir- gate in low total upstream water height to weir height have higher effect on the increasing of discharge coefficient. Whereas in combined model of trapezoidal labyrinth weir- gate, with the same of total upstream water height to weir height, had uniform effect on the increasing of discharge coefficient. The results showed that increasing of upstream water height caused interference of water jets of cycles of labyrinth weir and also interference of water flow passing under the gate and flowing water over the weir. Therefore discharge coefficient was lower in deeper depths. On the other hand, in the same depth, the trapezoidal labyrinth weir had less flow interference with respect to rectangular labyrinth weir, which caused higher increase in discharge coefficient in combined model of trapezoidal labyrinth weir- gate with respect to combined model of rectangular labyrinth weir- gate.

**keywords:** Discharge Coefficient, Laboratory, Labyrinth weir, Physical model, Weir- Gate.

---

<sup>1</sup> Lecturer, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, Tel: +989119202657.

Corresponding Author Email: [Mohammadmirnaseri@yahoo.com](mailto:Mohammadmirnaseri@yahoo.com)

<sup>2</sup> Associate Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, sari, Iran

<sup>3</sup> Assistant Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, sari, Iran

<sup>4</sup> Lecturer, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, sari, Iran