تحلیل ضریب دبی سرریزهای جانبی استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای در جریان‌های زیر بحرانی

تورج هنر[1*] و صادق مظلوم شهرکی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۴)

چکیده

سرریزهای استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای در سیستم‌های توزیع و انتقال آب، اندازه‌گیری جریان و کنترل سطح آب در کانال‌های روباز مورد استفاده قرار می‌گیرند. با بررسی تحقیقات انجام گرفته پیرامون سرریزهای جانبی مشخص شد که تاکنون از این‌گونه از سرریزهای به‌صورت جانبی استفاده نشده است لذا به‌دلیل راندمان مناسب آبگیری یا اقتصادی بودن آنها و نیز سهولت ساخت این سرریزها، **مطالعه خصوصیات هیدرولیکی سرریزهای استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای نظیر ضریب دبی و عمق جریان روی تاج سرریز در آزمایشگاه هیدرولیک بخش مهندسی آب دانشگاه شیراز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این آزمایشات نشان می‌دهد که به‌دلیل عدم جداشدگی جریان از بدنه سرریز، ضریب دبی جریان در سرریزهای جانبی استوانه‌ای ونیم‌استوانه‌ای نسبت به‌سایر سرریزهای از جمله لبه پهن افزایش می‌یابد که این افزایش تا ۵۷ درصد هم مشاهده گردید و مشخص شد که با افزایش بار آبی در بالا دست سرریز ضریب دبی افزایش می‌یابد. لذا نتیجه‌گیری می‌شود که اجرای سرریزهای استوانه‌ای و یا نیم‌استوانه‌ای به‌صورت سرریز جانبی در مقایسه با سایر سرریزهای جانبی لبه پهن، ضمن کاهش در طول سرریز، افزایش راندمان هیدرولیکی و کاهش هزینه‌های اجرایی را به‌دنبال دارد.**

واژه‌های کلیدی: ضریب سرریز جانبی، سرریزهای استوانه‌ای، سرریزهای نیمه استوانه‌ای، جریان متغیر مکانی

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: toorajhonar@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.12.9]

مقدمه

سرریز جانبی در واقع یک سازه کنترل هیدرولیکی است که برای انحراف آب از کانال اصلی به کانال جانبی در زمانی که سطح آب در کانال اصلی از حد مشخصی بالاتر رود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. سرریزها در حالت کلی به‌منظور کنترل رقوم سطح آب در بالادست و یا اندازه‌گیری دقیق جریان، نصب و مورد استفاده قرار می‌گیرند. در اکثر حالات، سرریزها به‌صورت عرضی و مورب در کانال نصب می‌گردند تا جریان آب به‌طور مستقیم از روی تاج آن عبور نماید. جریان برروی سرریزهای جانبی، از نوع متغیر مکانی با کاهش دبی می‌باشد. در این نوع جریان، مقدار دبی در طول کانال اصلی کاهش پیدا نموده و با توجه به نوع جریان در بالادست (فوق بحرانی یا زیر بحرانی) پروفیل سطح آب روی سرریز و هم‌چنین مقطع کنترل به شکل‌های متفاوتی ایجاد می‌گردد.

سابقه کاربرد سرریزهای استوانه‌ای به اواخر قرن ۱۹ و اوایل قرن ۲۰ پیش از ابداع سرریزهای اوجی باز می‌گردد. با ساخت و توسعه سرریزهای اوجی در اوائل قرن بیستم، استفاده از سرریزهای استوانه‌ای در سرریز سدها محدود گردید. با گذشت زمان با ساخت سرریزهای قابل انعطاف مانند سدهای لاستیکی این سرریزها بار دیگر مورد توجه قرار گرفت. تاکنون مطالعات اندکی برروی سرریزهای جانبی استوانه‌ای صورت گرفته و تاکید بیشتر برروی سرریزهای استوانه‌ای در مسیر اصلی کانال انجام پذیرفته است که از این جمله می‌توان به مطالعات رفو و ایندل کوفر اشاره نمود که نشان دادند که ایجاد خلأ و مکش در جریان روی سرریز از جداشدگی جریان جلوگیری کرده و افزایش ضریب دبی جریان به میزان بیش از ۱۵ الی ۲۰ درصد را در پی دارد (۱۰). هم‌چنین باس در بررسی جریان در سرریزهای استوانه‌ای اختلاف اساسی بین میزان جریان عبوری از سرریزهای استوانه‌ای و لبه پهن را ناشی از انحنای خطوط جریان بر روی آستانه آنها دانست و معادله ای تجربی برای توزیع فشار جریان برروی تاج ارائه داد و اظهار داشت که عمق جریان روی تاج سرریز استوانه‌ای حدود ۰/۷ عمق آب روی سرریز در بالا دست می‌باشد (۵). چانسون و مونتس نیز در سال ۱۹۹۸ با ساخت یک مدل آزمایشگاهی به بررسی میزان جریان عبوری از روی سرریز پرداختند. مدل آنان شامل یک پایه مکعب مستطیل بود که برروی آن یک استوانه دایره‌ای قرار داشت. هم‌چنین مطالعاتی روی تأثیر وضعیت جریان بالادست بر خصوصیات هیدرولیکی این سرریزها انجام دادند. نتایج آزمایشات آنان نشان داد که با افزایش بار کل در بالادست ضریب دبی افزایش می‌یابد (۶). رحیمی و هنر نیز تأثیر پارامترهای هندسی بر خصوصیات هیدرولیکی در سرریزهای استوانه‌ای را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمایشات آنان نشان داد که با افزایش بار آبی پشت سرریز ضریب دبی همه سرریزها افزایش می‌یابد. از سوی دیگر با افزایش محیط سرریز، ضریب دبی با شیب بسیار کمی افزایش می‌یابد ولی تأثیری برروی افت انرژی ندارد. هم‌چنین تغییر ارتفاع سرریزها، بر عمق آب روی تاج ، ضریب دبی و تغییرات افت انرژی، بدون تأثیر می‌باشد (۳). ایزدی نیا و همکاران الگوی جریان روی سرریزهای تاج دایره را مورد مطالعه قرار دادند. از بررسی نیمرخ‌های طولی و عرضی سطح آب در محل سرریز مشخص گردید که نیمرخ سطح آب در مجاورت سرریز دارای تغییرات شدیدی بوده که علت آن وجود ناحیه جدایی جریان در روی سرریز می‌باشد آنان با استفاده از اندازه‌گیری ناحیه جدایی جریان، تحلیل اماری و ایجاد رگرسیون خطی رابطه‌ای را برای محاسبه طول ناحیه جدایی جریان ارائه نمودند (۲). اسماعیلی و همکاران با مدلسازی آزمایشگاهی و عددی الگوی جریان در سرریزهای استوانه‌ای، تغییرات فشار و سرعت در سرریزهای استوانه‌ای را بررسی نمودند، نتایج تحقیق آنان نشان می‌دهد که اولاً محل تشکیل جریان بحرانی قبل از تاج سرریز است و ثانیاً جدایش جریان از روی سرریز در ناحیه انتهایی آن صورت می‌گیرد. لذا کاهش جداشدگی لایه از سطح این‌گونه از سرریزها موجب می‌گردد که ضریب دبی جریان (C_d) به میزان ۱۵ تا ۲۰ درصد افزایش یابد (۱).

از سوی دیگر تاکنون مطالعات گسترده‌ای برروی اشکال

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.12.9]

مختلف سرریزهای جانبی در مقاطع مختلفی از کانال‌ها صورت پذیرفته است. اکثر محققین شروع تحقیقات کلاسیک را به دیمارچی نسبت می‌دهند، ایشان با فرض ثابت بودن انرژی، معادله حاکم بر جریان را به‌دست آورد و برای محاسبه دبی خروجی از سرریز جانبی ضریب شدت جریان راکه به‌نام ضریب دیمارچی نیز شناخته شده است معرفی نمود (۷). این تحقیقات در طی زمان توسط افراد دیگر ادامه یافت که از این جمله می‌توان به مطالعات امیر اقلو و همکاران اشاره نمود که با استفاده از روش شبکه عصبی، ضریب ظرفیت تخلیه سرریزهای جانبی مثلثی را مورد بررسی قرار دادند. هم‌چنین با تجزیه و تحلیل آماری رابطه‌ای را برای تعیین ضریب دبی سرریزهای جانبی مثلثی پیشنهاد نموده‌اند (۸). آقایاری و همکاران نیز با مطالعه آزمایشگاهی، ضریب تخلیه مکانی دبی به‌صورت المانی در سرریزهای جانبی لبه پهن مستطیلی، تأثیر ارتفاع و پهنای تاج سرریز جانبی برتغییرات ضریب دبی را در جریان‌های زیربحرانی مطالعه کردند (۴). هنر و کشاورزی نیز در سال ۲۰۰۹ اثر گرد شدگی لبه ورودی بر ضریب دبی سرریزهای جانبی در کانال‌های مستطیلی را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که دبی عبوری از روی سرریز نسبت به حالت ورودی به شکل ساده افزایش می‌یابد. نتایج تحقیق آنان نشان داد که با گرد کردن لبه ورودی سرریزهای جانبی از میزان جریان‌های چرخشی مؤثر که باعث کاهش راندمان آبگیری می‌شود کاسته شده و جداشدگی جریان نیز در این منطقه کاهش می‌یابد (۹). جمع‌بندی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که اکثر محققین هر کدام به گونه‌ای تلاش در افزایش راندمان آبگیری در سرریزهای جانبی را داشته‌اند در همین سو نیز این تحقیق در ادامه این‌گونه از مطالعات به بررسی خصوصیات هیدرولیکی سرریزهای جانبی استوانه‌ای پرداخته است. جمع‌بندی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که تا کنون مطالعاتی درزمینه سرریزها استوانه‌ای و نیم استوانه‌ای به‌عنوان سرریز جانبی صورت نپذیرفته است لذا با توجه به اهمیت موضوع از نقطه نظر مسایل اقتصادی، طراحی آسان، کنترل سطح آب در کانال‌ها و تحقق در جهت افزایش راندمان آبگیری و کاهش هزینه‌های اجرایی، این تحقیق در آزمایشگاه هیدرولیک بخش مهندسی آب دانشگاه شیراز انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

عملیات آزمایشگاهی در آزمایشگاه هیدرولیک رسوب بخش مهندسی آب دانشگاه شیراز در یک کانال مستطیلی سیمانی انجام گردید. کانال اصلی به طول ۱۷ متر با عرض ۰/۵ متر با شیب ۰/۰۰۰۳ و محل کارگذاری سرریز جانبی در وسط کانال اصلی درنظر گرفته شد. به موازات کانال اصلی یک کانال فرعی به طول ۸ متر با عرض ۰/۴ متر آب تخلیه شده توسط سرریز جانبی را به حوضچه انتهایی منتقل می نماید. آب کانال اصلی از طریق پمپاژ از حوضچه خارج از آزمایشگاه تأمین می‌گردد و حداکثر دبی پمپاژ ۴۵ لیتر بر ثانیه می‌باشد که توسط دو سرریز مثلثی شکل ۹۰ درجه کالیبره شده در حوضچه انتهایی، دبی کانال اصلی و فرعی قابل اندازه‌گیری می‌باشد. در طی انجام آزمایشها، عمق و سرعت آب در طول سرریز در داخل کانال اصلی و هم‌چنین روی سرریز جانبی اندازه‌گیری شد. لازم به‌ذکر است که اندازه گیری عمق آب توسط عمق سنج نقطه ای با دقت ۰/۱ میلی متر و اندازه‌گیری سرعت آب توسط دستگاه سرعت سنج الکترو مغناطیس بر روی تاج سریز صورت گرفت. محدوده متغیرهای استفاده شده در آزمایشات برابر جدول ۱ می‌باشد. نمای پلان و مقطع سرریز جانبی نیز در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جریان عبوری از روی سرریزهای جانبی حالتی از جریان‌های متغیر مکانی با کاهش دبی می‌باشد که کاهش جریان باعث تغییرات قابل ملاحظه و مشخص آنی در جریان نگردیده و افت انرژی ناچیز فرض می‌شود لذا جهت تحلیل جریان از معادله پیوستگی (۱) و هم‌چنین معادله مومنتم (۲) می‌توان استفاده نمود.

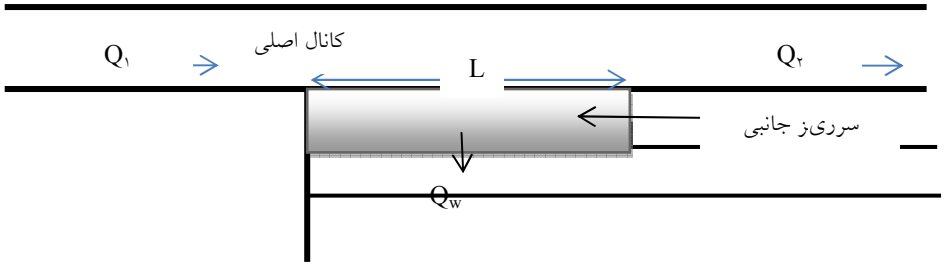
$$\frac{\partial A}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=q \qquad [۱]$$

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16]

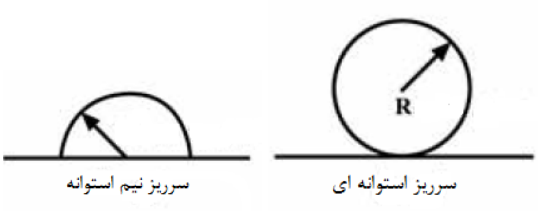
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.12.9]

جدول ۱. محدوده متغیرهای استفاده شده در آزمایشات

متغیر	محدوده متغیر	تعداد آزمایش ها
طول سرریز	۱ متر	ثابت
ارتفاع سرریز	۱۶۰- ۶۳ میلی متر	۴
دبی ورودی	۳۶ – ۱۶ لیتر بر ثانیه	۴
عدد فرود بالادست	۰/۱ – ۰/۷۶	۴



شکل ۱. پلان سرریز جانبی



شکل۲. مقطع عرضی سرریزهای جانبی

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q^{2}}{A}\right)=gA\left(S_{\circ}-S_{f}\right)-gA\frac{\partial h}{\partial x}+qV_{t}\cos\varphi$$

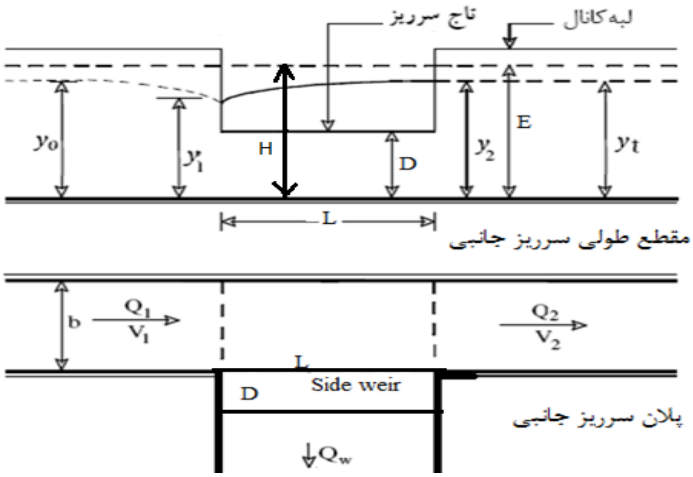
[۲]

شناخت پارامترهای بی‌بعد درک ما را از پدیده‌های جریان سیال عمیق‌تر می‌نماید. محاسبات آنالیز ابعادی و ارائه متغیرهای بی‌بعد این امکان را فراهم می‌سازد که با دقت بیشتر عوامل مؤثر بر رفتار و روابط حاکم بر سرریزهای جانبی بررسی گردد. پارامترهای زیادی بر ضریب دبی سرریزهای جانبی تاثیر می‌گذارند. این پارامترها را مطابق با شکل ۳ می‌توان در قالب سه گروه کلی به‌صورت زیر بیان کرد.

- الف خصوصیات مربوط به جریان شامل سرعت جریان در ابتدای سرریز جانبی (V_1)، سرعت در انتهای سرریز جانبی (V_2)، عمق آب در ابتدای سرریز جانبی در کانال اصلی (y_1)، عمق آب در در انتهای سرریز جانبی در کانال اصلی (y_2)، دبی ورودی به کانال اصلی (Q_1)، دبی خروجی از کانال اصلی (Q_b)، دبی عبوری از سرریز جانبی (Q_w) و شتاب ثقل (g)
- ب خصوصیات مربوط به ژئومتری شامل طول سرریز جانبی (L)، ارتفاع سرریز جانبی (p)، پهنای تاج سرریز (w)، قطر سرریز (D)، شعاع سرریز (R)، عرض کف کانال اصلی (b)، ضریب زبری مانینگ (n)، شیب کف کانال (S_0)، فاصله از ابتدای سرریز (x)
- ج خصوصیات مربوط به سیال که عبارتند از لزجت دینامیکی (μ)، کشش سطحی (σ) و جرم حجمی سیال (ρ)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.12.9]



شکل۳. مقطع طولی و پلان سرریز جانبی

با انتخاب متغیرهای D و ρ و g به‌عنوان متغیرهای تکراری در روش باکینگهام تعداد ۸ پارامتر بی‌بعد طبق روابط (۳) تا (۱۰) به‌دست می‌آید.

$$\pi_1 = \frac{Q_w}{\sqrt{gD^5}} \quad [3]$$

$$\pi_2 = \frac{Q_1}{\sqrt{gD^5}} \quad [4]$$

$$\pi_3 = \frac{y_1}{D} \quad [5]$$

$$\pi_4 = \frac{l}{D} \quad [6]$$

$$\pi_5 = \frac{v_1}{\sqrt{gD}} \quad [7]$$

$$\pi_6 = \frac{x}{D} \quad [8]$$

$$\pi_7 = \frac{w}{D} \quad [9]$$

$$\pi_8 = \frac{y_2}{D} \quad [10]$$

در نهایت با ترکیب π_1 و π_2 معادله بی بعد جدید زیر را به‌دست می آوریم.

$$\pi_. = \frac{\pi_1}{\pi_2} \Rightarrow \pi_. = \frac{Q_w}{Q_b} \quad [11]$$

با تعریف $\pi_.$ به‌نام نسبت آبگیری (Q_r) و π_2 به‌نام پارامتر جریان(Q^*)، رابطه بی‌بعد تحقیق به‌صورت رابطه (۱۲) استخراج می شود.

$$C_d = f_3\left(Fr_1, Q^*, Q_r, \frac{H_1}{D}, \frac{y_1}{D}, \frac{y_2}{D}, \frac{x}{D}\right) \quad [12]$$

در این رابطه Fr_1: عدد فرود جریان در ابتدای سرریز جانبی، Q^* : پارامتر جریان، Q_r : نسبت آبگیری، H_1 : انرژی کل بالادست سرریز، y_1 و y_2 : به ترتیب عمق آب روی سرریز در ابتدا و انتهای سرریز در محور مرکزی کانال و x : فاصله از ابتدای سرریز می‌باشد.

نتایج و بحث

در این تحقیق آزمایش‌ها در سه سری به‌صورت آزمایش حالت استوانه‌ای، حالت نیم‌استوانه‌ای و حالت لبه پهن جهت مقایسه به‌طور مجزا انجام گرفت. در هر کدام از این سری آزمایش‌ها شرایط مختلف پایین دست (باز یا نیمه باز بودن دریچه انتهایی کانال اصلی) نیز درنظر گرفته شد. ترتیب اجرای آزمایش‌ها به این شکل است که ابتدا یک ترکیب از سرریز جانبی از لحاظ ارتفاع و پهنا ایجاد گردید، سپس با توجه به دبی ثابتی که از کانال اصلی عبور می‌کند، عملیات داده برداری انجام گرفت و بعد از اتمام عملیات داده برداری بدون تغییر در دبی کانال اصلی، شرایط پایین دست را با باز و بسته کردن دریچه انتهایی کانال، تغییر داده و آزمایشات مربوط به این حالت از شرایط پایین دست نیز تکرار گردید. فاصله سرریز تا دریچه انتهایی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.12.9]

حدود ۱۰ متر بوده و برگشت آب تاثیری برروی سرریز جانبی ندارد. بعد از اتمام آزمایش های این مرحله، دبی کانال اصلی تغییر داده شد و دوباره آزمایشات قبلی برای دبی جدید تکرار گردید. نهایتاً با توجه به ارتفاع سرریزها، قطر سرریزها، شکل سرریزها، میزان دبی کانال اصلی، شرایط پایین دست جریان در کانال اصلی، به‌طور کلی نزدیک به ۱۸۰ آزمایش انجام گرفت. پس از طبقه بندی داده های جمع آوری شده و حذف داده‌های غیرقابل قبول متشکل از داده‌هایی که در آن عمق جریان کمتر از ۳ سانتی‌متر بود و یا جریان در کانال اصلی فوق بحرانی می‌گردید، محاسبات و تحلیل ها به‌طور مجزا برای هر آزمایش شامل سرریزهای جانبی استوانه‌ای، نیم‌استوانه‌ای و لبه پهن انجام پذیرفت و در هر گروه، ضریب دبی تعیین گردید که به‌نتایج آن اشاره خواهد شد. در این تحقیق ضریب دبی به‌کمک رابطه (۱۳) محاسبه می‌شود (۴).

$$C_d = \frac{Q_w}{\frac{2}{3}\sqrt{2g}\,(H)^{3/2}.l} \qquad [۱۳]$$

در این رابطه C_d : ضریب دبی محاسبه شده در حالت کلی، H: میانگین عمق آب بالای سرریز در وسط کانال اصلی به‌روش ذوزنقه، L: طول سرریز جانبی و Q_L: دبی عبوری از سرریز جانبی می‌باشد.

نتایج تجزیه و تحلیل آماری برروی ۱۲۸ داده با استفاده از نرم‌افزار spss انجام گردید و روابط (۱۴) و (۱۵) به‌ترتیب برای محاسبه ضریب دبی المانی سرریزهای استوانه‌ای و سرریزهای نیم استوانه‌ای به‌دست می‌آید.

$$C_d = ۱/۱۲۹ + ۰.۱۳۹\left(\frac{y_۱}{D}\right) - ۰/۳۷۷\left(\frac{y_۱}{L}\right) - ۰/۰۰۸\left(\frac{D}{y_۲}\right) - ۰/۰۲۴۱Fr_۱ \qquad [۱۵]$$

$$C_d = ۱/۰۴۱۹ + ۰.۰۷۹\left(\frac{y_۱}{R}\right) - ۰/۳۵۷\left(\frac{y_۱}{L}\right) - ۰/۰۱۵\left(\frac{R}{y_۲}\right) - ۰/۲۴۶۴F \qquad [۱۴]$$

شکل ۴ تغییرات ضریب دبی با بار کل را برای سرریزهای جانبی استوانه‌ای نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است مقدار ضریب دبی در سرریزهای جانبی استوانه‌ای با افزایش بار کل نسبی بالادست سرریز جانبی افزایش می یابد ولی این افزایش با شیب خیلی کم صورت می‌گیرد. البته در محدوده آزمایش‌های انجام شده، نتایج نشان می‌دهد که مقدار ضریب دبی در یک $\left(\frac{H}{D}\right)$ مشخص و بزرگ‌تر از ۰/۶ برابر ۰/۹۶۸ و مستقل از اندازه قطر استوانه می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده ضریب دبی برای سرریزهای استوانه‌ای از ۰/۸۲۵ تا۰/۹۶۸ افزایش می‌یابد و رابطه برازش داده شده بین نقاط به‌صورت رابطه (۱۶) می‌باشد. چانسون و مونتس نیز رابطه‌ای مشابه باضریب ۰/۱۸۵ و توان ۰/۱۳۶ به‌دست آوردند (۶).

$$C_d = ۱/۰۵۵۷\left(\frac{H}{D}\right)^{۰/۱۴۴۸} \qquad [۱۶]$$

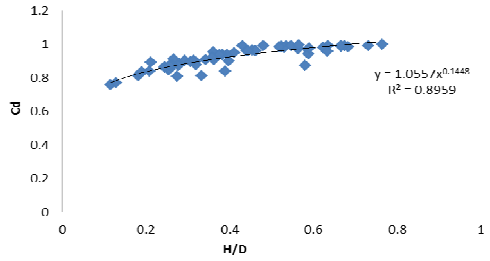
هم‌چنین در این تحقیق بررسی روند تغییرات ضریب دبی با بار کل نسبی بالادست برای سرریزهای جانبی نیم استوانه مطابق با شکل ۵ نشان می‌دهد که با افزایش عمق آب بالادست سرریز، مقدار ضریب دبی افزایش می یابد که این افزایش در مقادیر کم انرژی بالادست با شیب بیشتر و در مقادیر بالای انرژی بالادست با شیب کمتری افزایش یافته و در مقادیر انرژی بالادست بزرگ‌تر از ۰/۸۵ به مقدار ثابت ۰/۹۲ رسیده و مستقل از قطر و انرژی آب بالادست می‌گردد. ضریب دبی در این سرریزها از ۰/۷۰۷ تا ۰/۹۲ افزایش یافته و رابطه برازش داده شده بین نقاط ضریب دبی سرریزهای نیم استوانه‌ای به‌شکل رابطه (۱۷) می‌باشد.

$$C_d = ۰/۹۴۶۳\left(\frac{H}{D}\right)^{۰/۱۱۸۵} \qquad [۱۷]$$

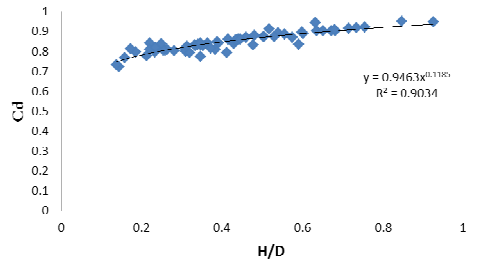
نهایتاً بررسی نتایج نشان می‌دهد که تفاوت قابل ملاحظه بین روند تغییرات ضریب دبی جریان با بار کل بالادست در سرریزهای استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای وجود ندارد. البته در هر دو گروه از سرریزهای مورد آزمایش با افزایش بار کل نسبی بالادست سرریز، ضریب دبی افزایش می‌یابد و به‌تدریج شیب منحنی‌ها با افزایش بار کل بالادست کاهش می‌یابد. شیب خط

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.12.9]



شکل ۴. تغییرات ضریب دبی سرریزهای جانبی استوانه‌ای با انرژی بالادست



شکل ۵. تغییرات ضریب دبی سرریزهای جانبی نیم‌استوانه‌ای با انرژی بالادست

برازش داده شده در سرریزهای جانبی استوانه‌ای کمتر از شیب خط برازش داده شده بین داده‌های سرریز جانبی نیم‌استوانه‌ای می‌باشد که این نتیجه نشان می‌دهد که دامنه تغییرات ضریب دبی در سرریزهای جانبی استوانه‌ای کمتر از دامنه تغییرات سرریز جانبی نیم‌استوانه‌ای است به‌طوری که در مقادیر خیلی کم عمق آب بالادست می‌توان ضریب دبی مناسبی را از سرریزهای استوانه‌ای به‌دست آورد.

در این تحقیق افت انرژی در سرریزهای جانبی استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای از رابطه (۱۸) محاسبه گردید.

$$\frac{E_1 - E_2}{E_1} = \frac{(D + H_1) - \left(y_d + \frac{q^2}{2gy_d^2}\right)}{D + H_1} \qquad [18]$$

در این رابطه E_1 : انرژی بالادست سرریز، E_2 : انرژی پایین دست سرریز، H_1 : عمق آب بالادست سرریز، y_d : عمق جریان در پایین دست سرریز و : دبی عبوری از سرریز می‌باشد.

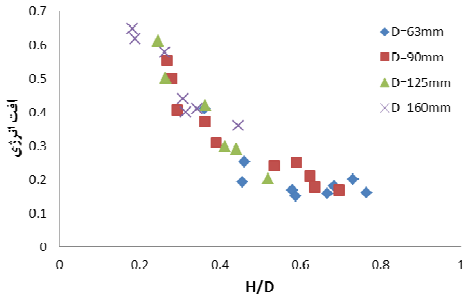
بررسی روند کلی تغییرات افت انرژی با بار کل نسبی در بالادست برای سرریزهای استوانه‌ای طبق نمودار ۶ نشان دهنده کاهش افت انرژی با افزایش عمق آب در بالادست سرریز می‌باشد به‌طوری‌که بیشترین افت انرژی به میزان ۰/۶۸ مربوط به سرریزهای با قطر ۱۶۰ میلی‌متر و کمترین افت انرژی به‌مقدار ۰/۱۸ در سرریزهای با قطر ۶۳ میلی‌متر می‌باشد. بررسی نتایج نشان می‌دهد که با کاهش قطر سرریز، عمق آب بالادست سرریز افزایش و میزان افت انرژی کاهش می‌یابد.

با بررسی نمودار ۷ در سرریزهای نیم‌استوانه‌ای همانند سرریزهای استوانه‌ای با افزایش عمق آب در بالادست سرریز، افت انرژی در سرریزها کاهش می‌یابد. ولی رابطه مشخصی بین قطر سرریز و افت انرژی در سرریزهای نیم‌استوانه‌ای دیده نمی‌شود. در این شرایط بیشترین افت ایجاد شده در سرریز با قطر ۱۶۰ میلی‌متر به میزان ۰/۹۳ و کمترین افت به مقدار ۰/۱۹ در سرریز با قطر ۶۳ میلی‌متر مشاهده گردید.

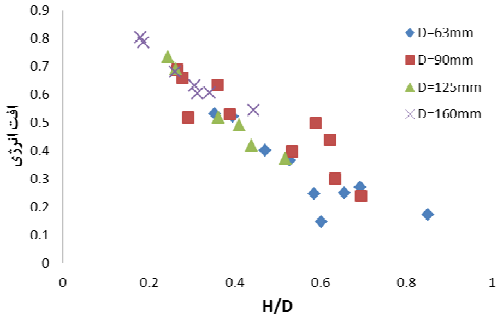
مقایسه تغییرات افت انرژی با بار کل نسبی بالادست را برای سرریزهای نیم‌استوانه‌ای و استوانه‌ای نشان می‌دهد که افت نسبی انرژی در سرریزهای استوانه‌ای کمتر از افت نسبی انرژی در سرریزهای نیم‌استوانه‌ای می‌باشد. عدم جدایی جریان از روی بدنه سرریزهای استوانه‌ای سبب کاهش عمق جریان روی تاج در سرریزهای استوانه‌ای شده، لذا افت انرژی ایجاد شده کمتر خواهد بود. نتایج نشان می‌دهد که با تغییر شکل تاج سرریز از لبه پهن به‌سمت نیم‌استوانه و استوانه، درصد جریان عبوری از سرریز افزایش می‌یابد. بررسی نتایج به‌دست آمده می‌توان دریافت که در شرایط جریان زیر بحرانی، جریان عبوری از سرریز جانبی استوانه‌ای به‌طور میانگین ۴۳ درصد و جریان عبوری از سرریز جانبی نیم‌استوانه‌ای به‌طور میانگین ۲۹ درصد بیشتر از سرریز جانبی لبه پهن مستطیلی هم ارتفاع می‌باشد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16]

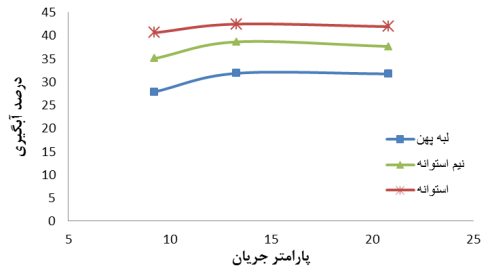
[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.12.9]



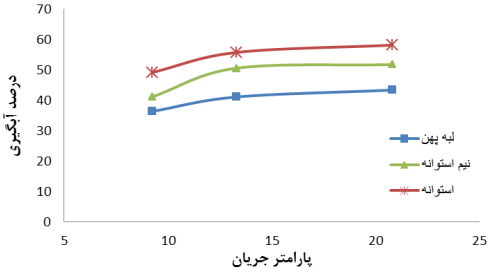
شکل ۶. تغییرات افت نسبی انرژی با بار کل نسبی بالادست در سرریز جانبی استوانه‌ای



شکل ۷. تغییرات افت نسبی انرژی با بار کل نسبی بالادست در سرریزهای جانبی نیم‌استوانه‌ای



شکل ۸. تغییرات میزان آبگیری سرریزهای جانبی با ارتفاع ۱۲۵ میلی متر با باز شدگی ۵ سانتی‌متر در دریچه انتهایی



شکل ۹. تغییرات میزان آبگیری سرریزهای جانبی با ارتفاع ۱۲۵ میلی‌متر با بازشدگی ۱۰ سانتی‌متر در دریچه انتهایی

همان‌طور که در نمودارهای ۸ و ۹ مشاهده می شود با افزایش میزان جریان ورودی یا پارامتر جریان ($\frac{Q_1}{\sqrt{g D^5}}$) به کانال اصلی، میزان آبگیری ($\frac{WQ}{Q_1}$) سرریز جانبی افزایش پیدا می‌کند با افزایش دبی، عمق آب روی سرریز جانبی بیشتر شده و با توجه به‌رابطه مستقیم عمق روی آب با ضریب دبی سرریز، ضریب دبی سرریز افزایش خواهد یافت. هم‌چنین بررسی نمودارها مشخص می کند که در شرایط یکسان، میزان آبگیری سرریزهای استوانه‌ای بیشتر از سرریزهای نیم‌استوانه‌ای و نسبت آبگیری سرریزهای نیم‌استوانه‌ای بیشتر از سرریزهای لبه پهن می‌باشد.

نتیجه‌گیری

به‌منظور تحلیل ضریب دبی سرریزهای جانبی استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای اقدام به ساخت مدل آزمایشگاهی و استفاده از سیستم سرریزهای جانبی گردید. این سیستم دارای پارامترهای طراحی زیادی می‌باشد که در این تحقیق برای تعیین ضریب دبی دو پارامتر قطر سرریز و نوع شکل تاج سرریز به‌عنوان متغیرهای مورد آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج و تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که ضریب دبی در سرریزهای جانبی استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای تابع عدد فرود جریان در ابتدای سرریز جانبی، قطر سرریز به عمق آب روی سرریز در انتهای سرریز، عمق آب روی سرریز در ابتدای سرریز به‌طول سرریز و عمق آب روی سرریز در ابتدای سرریز به قطر سرریز می‌باشد. بررسی خصوصیات هیدرولیکی سرریزهای جانبی استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای نشان داد ضریب دبی این سرریزها با تغییرات انرژی کل بالادست سرریز و قطر سرریز رابطه مستقیم دارد و به‌دلیل انحنای بیشتر خطوط جریان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.12.9]

و افزایش مکش، ضریب دبی در سرریزهای جانبی استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای بیشتر از سرریزهای لبه پهن مستطیلی است که این افزایش تا ٦٠ درصد هم مشاهده گردید. عمق نسبی روی تاج سرریز به عمق بالادست در سرریزهای استوانه‌ای ۰/۸۹ و در سرریزهای نیم‌استوانه‌ای ۰/۹۲ می‌باشد. با مقایسه نسبت آبگیری سرریزهای جانبی استوانه‌ای و نیم‌استوانه‌ای با سرریز لبه پهن هم ارتفاع در دبی های یکسان این نتیجه حاصل شد که به‌طور میانگین راندمان آبگیری سرریزهای جانبی استوانه‌ای، ۴۳ درصد و راندمان آبگیری سرریزهای نیم‌استوانه‌ای، ۲۹ درصد بیشتر از سرریز لبه پهن هم ارتفاع می‌باشد.

منابع مورد استفاده

۱. اسماعیلی، ک.، ب. نقوی و ف. وحید. ۱۳۸۹. مدل سازی آزمایشگاهی و عددی الگوی جریان در سرریز استوانه‌ای. نشریه آب وخاک مشهد. ۲۰(۱):۱۷۹-۱۶۶.

۲. . ایزدی نیا، الهام.، م. حیدرپور. و ع. ر. سامانی. ۱۳۸۷. بررسی پروفیل سطح آب روی سرریز جانبی تاج دایره‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۶(۱۲):۶۹-۵۶.

۳. . رحیمی، ا. و ت. هنر. ۱۳۸۶. تأثیر پارامترهای هندسی بر خصوصیات هیدرولیکی در سرریزهای استوانه‌ای. سومین کنگره ملی مهندسی عمران.

4. Aghayari, F., T. Honar and A. R. Keshavarzi. 2008. A study of spatial variation of discharge coefficient in broad-crested in clined side weir. Irrig. and Drain. J. 58: 246–254.
5. Bos, M. G. Discharge Measurement Structures. 1978. Soil water retention as affected by tillage and residue management in semiarid Spain. Soil and Tillage Res. 87: 19-27.
6. Chanson, H. and J. S. Monthes. 1998. Over flow characteristics of circular weirs:Effects of inflow conditions. J. Irrig. and Drain. Eng .ASCE, 124:3. 152-161.
7. De marchi, G. 1934. Saggio di teotia de funzionamenta degli stramazzi laterali.L'Energia electrician.11:849:870.
8. Emiroglu, E. M., O. Kisi. and O. Bilhan. 2010. Predicting discharge capacity of triangular labyrinth side weir located on a straight channel by using an adaptive neuro-fuzzy technique.advance in engineering software. 41:154-160.
9. Honar, T. and A. R. Keshavarzi. 2009. Effect of rounded edge entrance on discharge coefficient of side weir in rectangular channel. J. Irrig. and Drain. 58: 482–491.
10. Rouve, G. and H. Indlekofer. 1974. Abfluss über geradlinige Wehre mit halbkreissförmigern Überfallprofil Discharge over straight weirs with semicylindrical crest. Der Bauingenieur. 49: 250-256 .

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.12.9]