

کاربرد تابع جریان در اطراف سیلندر دایره‌ای شکل در سرریزهای تاج‌دایره‌ای

منوچهر حیدرپور^۱، حسین افضلی‌مهر^۱ و اقبال خرمی^۲

چکیده

سرریز، که از قدیمی‌ترین سازه‌های هیدرولیکی ساخته بشر است، از جمله وسایلی است که برای اندازه‌گیری و تنظیم جریان آب به کار می‌رود. متدالول ترین نوع سرریزها، سرریز لبه پهن، سرریز لبه تیز، سرریز استوانه‌ای و تاج‌دایره‌ای و سرریز اوچی شکل است. برتری سرریزهای استوانه‌ای و تاج‌دایره‌ای نسبت به بیشتر سازه‌های اندازه‌گیری و کنترل جریان آب، سادگی طراحی، زیاد بودن ضریب جریان، جریان پایدار و از همه مهم‌تر و در مقیاس بزرگ، هزینه کمتر آن می‌باشد. در این پژوهش، با به کارگیری تابع جریان در اطراف یک استوانه، توزیع سرعت روی تاج تعیین، و یک مدل ریاضی برای تعیین ضریب جریان در سرریزهای تاج‌دایره‌ای گسترش داده شده است. نیم رخ توزیع سرعت و مدل ریاضی ضریب جریان، با استفاده از داده‌های آزمایشگاهی به دست آمده از مدل فیزیکی سرریزهای استوانه‌ای، نیم استوانه‌ای و نیم استوانه‌ای با ارتفاعات مختلف، و هم‌چنین تئوری درسلر ارزیابی گردید.

نتایج ارزیابی نشان داد که هم‌خوانی خیلی خوبی بین نیم رخ سرعت به دست آمده از مدل پیشنهادی، و نیم رخ حاصل از اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی وجود دارد. هم‌چنین، نیم رخ به دست آمده از طریق تئوری درسلر همواره مقادیر کمتری را نسبت به مدل پیشنهادی و اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد. نتایج هم‌چنین نشان داد که بین مقادیر اندازه‌گیری مستقیم ضریب دبی (جریان) و مدل پیشنهادی هم‌خوانی خوبی وجود دارد. در این حالت، ضریب جریان برای مدل استوانه‌ای با هفت درصد خطأ، و برای مدل نیم استوانه‌ای و نیم استوانه‌ای با ارتفاعات مختلف با پنج درصد خطأ قابل پیش‌بینی است.

واژه‌های کلیدی: تابع جریان، روش انطباق، سرریز استوانه‌ای، سرریز نیم استوانه‌ای، سرریز تاج‌دایره‌ای. ضریب دبی، پروفیل سرعت

سطح آب برای آب‌گیری از طریق دریچه‌ها از کanal‌های فرعی

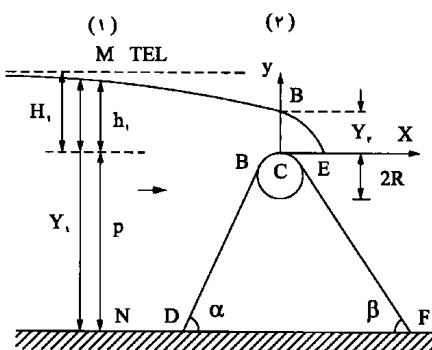
مقدمه

و اصلی است. سرریزهای تاج‌دایره‌ای از سرریزهایی هستند که در شبکه‌های آبیاری، آب‌رسانی و فاضلاب، برای انتقال، تخلیه و یا پخش کاربرد زیادی دارند. برتری سرریزهای

سرریزها یکی از اجزای اصلی پروژه‌های آبی و سدسازی، و از جمله سازه‌های مهمی هستند که به منظورهای مختلف ساخته می‌شوند. از مهم‌ترین وظایف سرریزها، سنجش آب و تنظیم

۱. استادیار آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان



شکل ۱. جریان عبوری از روی یک سرریز تاج دایره‌ای

آب و مایع لیسپول (Lissapol N) با $\sigma = 0.059$ و $\gamma = 0.034$ نیوتن بر متر (کشش سطحی) و شعاع تاج $R = 0.0068$ تا 0.00315 متر استفاده کرد، و در محدوده $4 < H_1/R < 2$ رابطه‌ای را برای تعیین ضریب دبی ارائه نمود. باس (۲) از داده‌های موجود استفاده کرده، رابطه بین ضریب دبی و H_1/R را در سرریزهای تاج دایره‌ای با شیب پایین دست $\beta = 45^\circ$ و شیب قائم بالا دست به دست آورد. در پژوهش وی ضریب دبی از 0.64 در $H_1/R = 0.05$ تا $1/48$ در $H_1/R = 0.05$ افزایش یافته و برای مقادیر بیشتر H_1/R ضریب دبی ثابت باقی می‌ماند. باس (۲) همچنان نحوه تغییرات فشار را روی تاج سرریزهای تاج دایره‌ای در شرایط $\beta = 45^\circ$ و $\alpha < H_1/R$ بررسی و رابطه‌ای را بین فشار استاتیکی نسبی روی سطح تاج ($P/\gamma H_1$) و نسبت H_1/R ارائه نمود.

سشادری (به نقل از ۱۳) آزمایش‌هایی را در مورد سرریزهای تاج دایره‌ای با ارتفاع کم متمرکز کرده و سرریزهای با شیب بالا دست و پایین دست برابر $63/4$ درجه را بررسی نمود. محدوده آزمایش‌های او از $H_1/R = 0.08$ تا 0.25 بود. رامامورثی و همکاران (۱۳) با به کار بردن معادله اندازه حرکت، ضریب انحراف از فشار هیدرواستاتیک جریان را روی تاج یک سرریز تاج دایره‌ای به دست آورده‌اند. رامامورثی و وو (۱۰) با به کارگیری تئوری درسلر، توزیع سرعت روی تاج سرریز تاج دایره‌ای را به دست آورده و رابطه بدون بعدی را برای ضریب جریان ارائه دادند.

تاج دایره‌ای نسبت به بیشتر سازه‌های اندازه‌گیری و کنترل جریان، سادگی طراحی، زیاد بودن ضریب جریان، جریان پایدار، و از همه مهم‌تر و در مقیاس بزرگ هزینه کمتر آنها می‌باشد (۴).

ساده‌ترین شکل یک سرریز تاج دایره‌ای، همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، از یک تاج دایره‌ای BCE با شعاع R تشکیل شده است. این تاج دایره‌ای با سطح بالا دست DB مماس بوده و عمود بر جهت جریان می‌باشد (۱۳). به طور کلی، معادله دبی در واحد عرض برای سرریز به صورت زیر نوشته می‌شود (۱۱).

$$q = C_d \frac{2}{3} \sqrt{2g} H_1^{1.5} \quad [1]$$

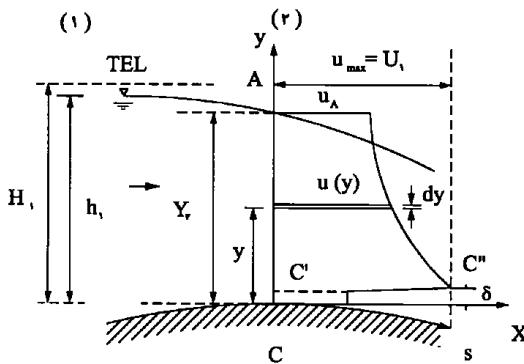
که در آن:

q =دبی در واحد عرض تاج

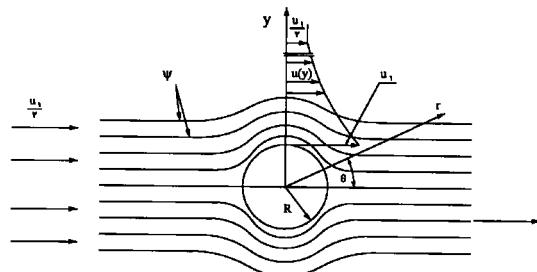
C_d =ضریب دبی

g =شتاب نقل

H_1 =بار آبی کل اندازه‌گیری شده از سطح تاج سرریز با اندازه‌گیری مستقیم دبی عبوری از روی سرریز، ضریب دبی (C_d) با استفاده از رابطه ۱ قابل محاسبه می‌باشد. پژوهش اسکاند و سانانس (۶) روی ضریب دبی سرریزهای تاج دایره‌ای با شیب بالا دست قائم و شیب پایین دست 45° درجه، مشخص کرد که ایجاد مکش در زیر تیغه ریزش آب مانع از جدایی جریان شده و ضریب دبی را 15 تا 20 درصد افزایش می‌دهد. جاگر (۷) نحوه تغییرات فشار را روی تاج سرریزهای تاج دایره‌ای بررسی نمود. برای جریان روی سرریز تاج دایره‌ای در $\alpha < H_1/R$ ، ماتیو (۸) تئوری ساده‌ای را طرح کرد که در آن تأثیر کشش سطحی، ویسکوزیته و شعاع انحنای روی ضریب دبی به طور آشکار و روشن بیان شده است. کسیدی (۳) مدل جریان سیال ایده‌آل را روی سرریزهای تاج دایره‌ای و سرریزهای استوانه (سرریزهای تاج دایره‌ای بدون دیواره بالا دست و پایین دست) بررسی کرد. تأثیر کشش سطحی بر ضریب دبی سرریزهای تاج دایره‌ای توسط سارگینسون (۱۴) بررسی و مشخص گردیده است. وی از مدل‌های تهويه‌دار، مایع



شکل ۲. توزیع سرعت و لایه مرزی روی تاج یک سرریز تاج دایره‌ای



شکل ۳. جریان در اطراف استوانه دایره‌ای شکل

$$\Psi = U\left(r - \frac{R^2}{r}\right) \sin \theta \quad [2]$$

در رابطه فوق U سرعت در بالادست استوانه، جایی است که جریان به صورت یکنواخت می‌باشد. r فاصله از مرکز استوانه، R شعاع استوانه بوده و θ از جهت مثبت اندازه‌گیری می‌شود. معادله فوق برای $r > R$ معتبر است. سرعت مماسی در هر نقطه از میدان جریان به صورت زیر می‌باشد:

$$V_\theta = \frac{1}{r} \frac{\partial \Psi}{\partial r} = U \left(1 + \frac{R^2}{r^2}\right) \sin \theta \quad [3]$$

روی محور y ($\theta = 90^\circ$) حداقل سرعت (U_1) روی سطح سیلندر واقع شده و $U_1 = -2U$ است (۹). به این ترتیب، توزیع افقی سرعت روی محور y به صورت زیر می‌باشد:

$$V_\theta \Big|_{\theta=90^\circ} = u = -U \left(1 + \frac{R^2}{(R+y)^2}\right) \Rightarrow \frac{u}{U_1} = 0.5 \left(1 + \frac{1}{\left(1 + \frac{y}{R}\right)^2}\right) \quad [4]$$

تأثیر شیب بالادست و پایین دست بر ضریب دبی در سرریزهای تاج دایره‌ای توسط رامامورشی و وو (۱۱) بررسی گردید. رامامورشی و همکاران (۱۲) میدان جریان را روی یک سرریز تاج دایره‌ای به دست آورده، با استفاده از این داده‌ها، وجود جریان غیر چرخشی را روی تاج سرریز اثبات، و الگو، شیب و انحنای خطوط جریان را رایه کردند. چانسون و مونتس (۴) تأثیر شرایط جریان (گسترش یافته و نیمه گسترش یافته) را در بالادست سرریزهای استوانه‌ای روی ضریب دبی بررسی نموده، و نتیجه گرفته که ضریب دبی به شدت تحت تأثیر شرایط جریان در بالادست سرریز می‌باشد.

در پژوهش حاضر، با به کارگیری تابع جریان Stream function (function of stream) به دست آمده از روش انطباق (superposition) در اطراف یک استوانه، روابط بدون بعدی برای توزیع سرعت روی تاج سرریزهای تاج دایره‌ای و ضریب دبی ارائه شده است. سپس این روابط با استفاده از داده‌های به دست آمده در آزمایشگاه و روابط دیگر ارزیابی گردیده است.

مواد و روش‌ها

ملاحظات تئوری

به منظور بررسی نیم‌رخ سرعت روی تاج سرریز تاج دایره‌ای و گسترش رابطه برای ضریب جریان، فرضیات زیر مورد نظر قرار گرفته است (۱):

۱. جریان در بالادست سرریز یکنواخت، دو بعدی و زیر بحرانی است.
۲. اثر کشش سطحی و لزجت سیال بر خصوصیات جریان ناچیز است.
۳. ضخامت لایه مرزی δ روی تاج سرریز، در مقایسه با Y_2 و H_1 ناچیز است (شکل ۲).

شکل ۳ میدان جریان را در اطراف یک سیلندر دایره‌ای شکل نشان می‌دهد. با به کارگیری روش انطباق، تابع جریان در اطراف یک سیلندر دایره‌ای به صورت زیر خواهد بود (۹):

محاسبه می‌گردد:

$$U_1 \approx \sqrt{2g \left(H_1 - \left(\frac{p}{r} \right)_{\text{Crest}} \right)} \quad [4]$$

با به کارگیری روابط ۶ و ۹ در رابطه ۱، روش دیگری برای به دست آوردن ضریب دبی با اندازه‌گیری فشار روی تاج و بار آبی کل در بالادست (H_1) به صورت زیر حاصل می‌گردد:

$$C_d = \frac{3}{4} \sqrt{1 - \left(\frac{P_{\text{Crest}}}{H_1} \right) \times \frac{Y_2}{H_1} \times \frac{\left(2 + \frac{Y_2}{R} \right)}{\left(1 + \frac{Y_2}{R} \right)}} \quad [10]$$

شرح آزمایش

به منظور بررسی و تأیید روابط به دست آمده برای توزیع سرعت و ضریب جریان در سرریزهای تاج‌دایره‌ای، سه نوع مدل سرریز، از انواع استوانه‌ای، نیم‌استوانه‌ای، و همچنانی نیم‌استوانه‌ای با ارتفاعات مختلف در آزمایشگاه هیدرولیک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان آزمایش شد. شکل ۴ مشخصات هندسی این مدل‌ها را همراه با ابعاد آنها نشان می‌دهد. کلیه مدل‌ها در کanalی به طول ۷، عرض ۰۳۲ و ارتفاع ۰۳۵ متر آزمایش شده‌اند. جنس کف کanal فلزی و دیواره‌های آن از پلاکسی‌گلاس بود. این کanal توسط پمپی با حداکثر دبی ۱۱/۵ لیتر در ثانیه تغذیه می‌شد. تنظیم دبی خروجی از موتور پمپ توسط شیر تنظیم، تعییه شده پیش از دهانه ورودی به مخزن بالادست، صورت می‌گرفت. آب در سیکل بسته از منبع اصلی به مخزن کوچک ابتدای فلوم پمپاژ شده، در آن‌جا با عبور از یک آرام کننده وارد فلوم می‌شد. محل اتصال مخزن ورودی به کanal، گوشیدار نبوده، به صورت گرد ساخته شده است، تا از افت انرژی ناشی از تغییر شکل ناگهانی مقطع، همچنانی از تشکیل امواج سطحی و ناارامی جریان جلوگیری شود. آب پس از عبور از کanal، به یک مخزن اندازه‌گیری دبی وارد می‌شد، که در آن ارتفاع آب توسط پیزومتر نصب شده مشخص، و به روش حجم-زمان، دبی اندازه‌گیری می‌گردید. پروفیل سرعت روی تاج با استفاده از یک پیتو با قطر خارجی دو میلی‌متر

در رابطه فوق $r-R = y$ از سطح سیلندر اندازه‌گیری می‌شود. رابطه ۴ به منظور تخمین توزیع سرعت برای سرریزهای تاج‌دایره‌ای به کار می‌رود. ولی دبی عبوری در واحد عرض از یک سرریز از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$q = \int_{\alpha}^{Y_2} u dy \quad [5]$$

با جایگذاری مقدار u از معادله ۴ در معادله ۵، و سپس انтگرال گیری از آن، دبی عبوری در واحد عرض از یک سرریز به صورت زیر خواهد شد:

$$q = \frac{U_1 R}{2} \left(\frac{2 + \frac{Y_2}{R}}{1 + \frac{Y_2}{R}} \right) \quad [6]$$

به طور معمول، ضریب جریان (C_d) با اندازه‌گیری مستقیم دبی جریان و بار آبی کل در بالادست (H_1)، با استفاده از رابطه ۱ به دست می‌آید. با ترکیب رابطه ۶ و ۱، راه حل دیگری برای به دست آوردن C_d ، با استفاده از اندازه‌گیری سرعت جریان روی تاج سرریز (U_1) و بار آبی کل در بالادست سرریز (H_1) به صورت زیر حاصل خواهد شد:

$$C_d = \frac{3}{4} \frac{U_1}{U} \frac{R}{H_1} \left(\frac{2 + \frac{Y_2}{R}}{1 + \frac{R}{Y_2}} \right) \quad [7]$$

در رابطه فوق پارامتر $U = \sqrt{2gH_1}$ به منظور بدون بعد کردن U_1 استفاده شده است (۱).

برابر نظر رامامورثی و همکاران (۱۲)، جریان روی سرریز در ناحیه‌ای خارج از لایه مرزی غیر چرخشی بوده (شکل ۲)، و به این ترتیب بار کل در طول AC ثابت می‌باشد. در نقطه C، جایی که $y = U_1$ و $U = \delta$ داشت، با استفاده از فرض ۳ و به کار بردن معادله انرژی بین مقاطع ۱ و ۲ خواهیم داشت:

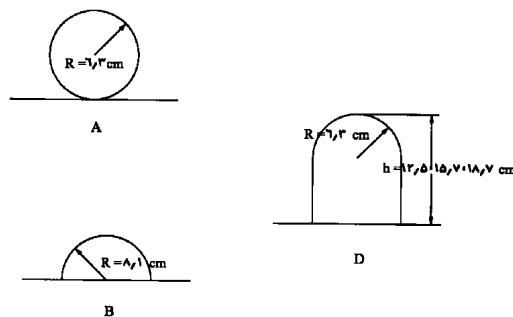
$$H_1 = \delta + \frac{U_1^2}{2g} + \left[\left(\frac{p}{\gamma} \right)_{\text{Crest}} - \frac{dp}{\gamma dy} \delta \right] \approx \frac{U_1^2}{2g} + \left(\frac{p}{\gamma} \right)_{\text{Crest}} \quad [8]$$

با توجه به رابطه فوق، به طور تقریبی U_1 به صورت زیر

در این شکل‌ها نیم رخ سرعت به دست آمده توسط تئوری درسلر نیز به عنوان مقایسه آورده شده است. همان‌گونه که از شکل‌ها مشخص است، نیم رخ‌های سرعت اندازه‌گیری شده، نیم رخ‌های سرعت حاصل از تئوری (معادله ۴) و مقادیر سرعت به دست آمده با استفاده از تئوری درسلر (۵)، هر سه روند کاهش سرعت را از سطح سرریز به طرف سطح آب نشان می‌دهند. بررسی شکل‌ها نشان می‌دهد که نیم رخ‌های سرعت اندازه‌گیری شده هم خوانی خوبی با نیم رخ‌های سرعت حاصل از تئوری (معادله ۴) دارند. در کلیه موارد، مقادیر سرعت به دست آمده با استفاده از تئوری درسلر، نسبت به روش پیشنهادی و مقادیر اندازه‌گیری شده کمتر است. مقایسه نیم رخ‌های اندازه‌گیری شده برای سه مدل نشان می‌دهد که بهترین هم خوانی بین مقادیر اندازه‌گیری شده و روش پیشنهادی در مدل نیم استوانه‌ای حاصل شده است. هم‌چنین، مقایسه بین مدل پیشنهادی، تئوری درسلر و مقادیر اندازه‌گیری شده در کلیه مدل‌ها، نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی بهتر از تئوری درسلر می‌تواند نیم رخ سرعت روی تاج سرریز را پیش‌بینی نماید.

بررسی شکل ۵ نشان می‌دهد که تغییر دبی (بار آبی بدون بعد) تأثیر چندانی بر شکل نیم رخ سرعت روی تاج سرریز ندارد. به نظر می‌رسد بهترین هم خوانی بین نیم رخ‌های اندازه‌گیری شده و نیم رخ‌های به دست آمده بر مبنای تئوری (معادله ۴) در دبی حداقل ($H_1/R = 0.68$) حاصل شده است. در این حالت پراکندگی نیم رخ‌های سرعت اندازه‌گیری شده در دامنه دبی مورد نظر بیشتر از سرریز نیم استوانه‌ای و کمتر از سرریز نیم استوانه‌ای با ارتفاعات مختلف است. در این حالت بجز دبی $5/6$ لیتر در ثانیه ($H_1/R=0.48$)، در بقیه حالات، روش پیشنهادی، مقادیر سرعت را در اعمق مختلف کمتر از مقادیر اندازه‌گیری شده پیش‌بینی می‌کند.

بررسی شکل ۶ نشان می‌دهد که در میان مدل‌های مورد بررسی، در مدل نیم استوانه‌ای هم خوانی بهتری بین نیم رخ‌های اندازه‌گیری شده و نیم رخ به دست آمده از طریق معادله ۴ وجود دارد. هم‌چنین، در این حالت پراکندگی نیم رخ‌های



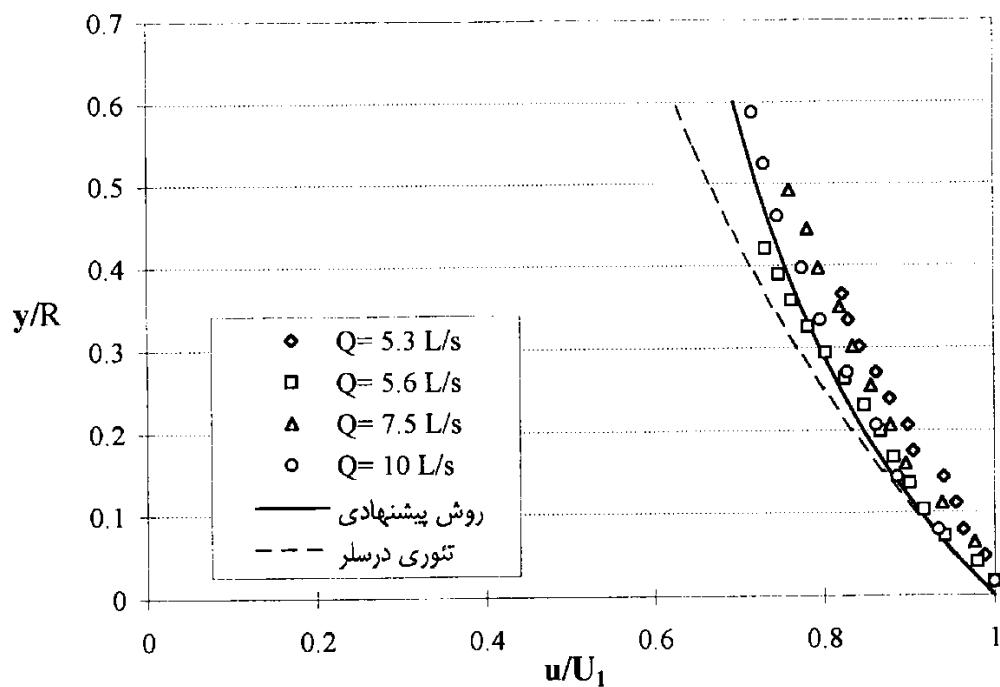
شکل ۴. مشخصات هندسی مدل‌های فیزیکی مورد آزمایش

اندازه‌گیری می‌شد. کلیه اندازه‌گیری‌های سرعت روی تاج سرریز، با فاصله قائم $2-4$ میلی‌متر صورت گرفته و نزدیکترین اندازه‌گیری در فاصله یک میلی‌متری از سطح تاج انجام شده است. به منظور بررسی دقیق نیم رخ سرعت اندازه‌گیری شده، دبی جریان با استفاده از انتگرال‌گیری از نیم رخ سرعت محاسبه شده، و با روش حجم-زمان مقایسه گردید. میانگین خطای در شرایط گوناگون 4% محاسبه شد.

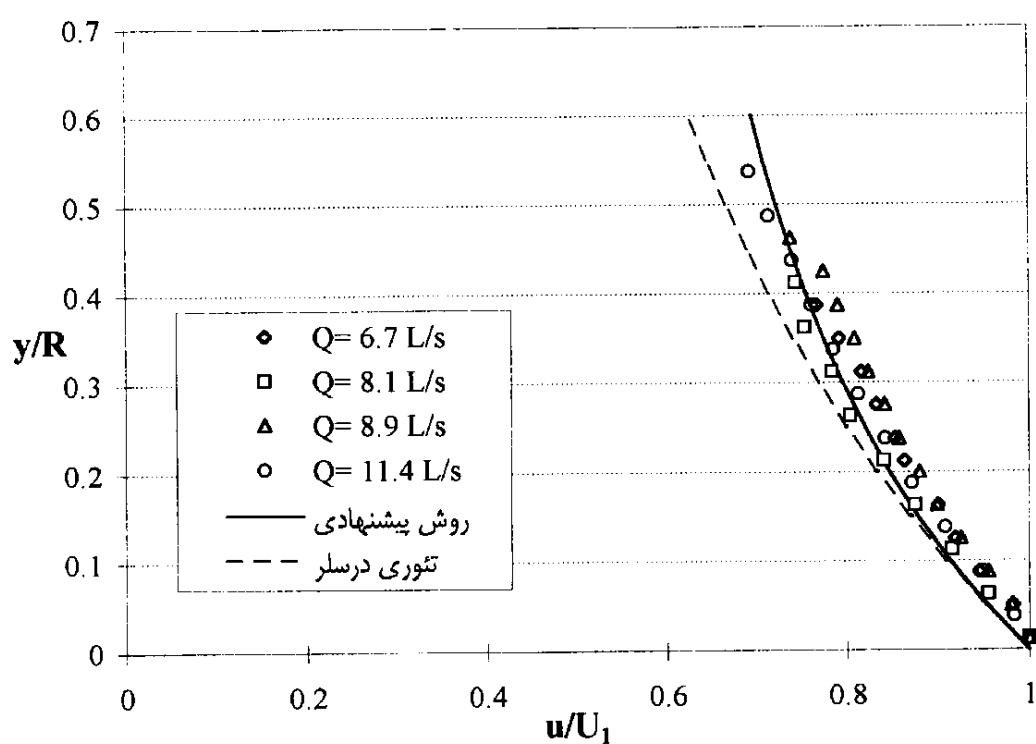
نتایج و بحث

نیم رخ سرعت روی تاج سرریز

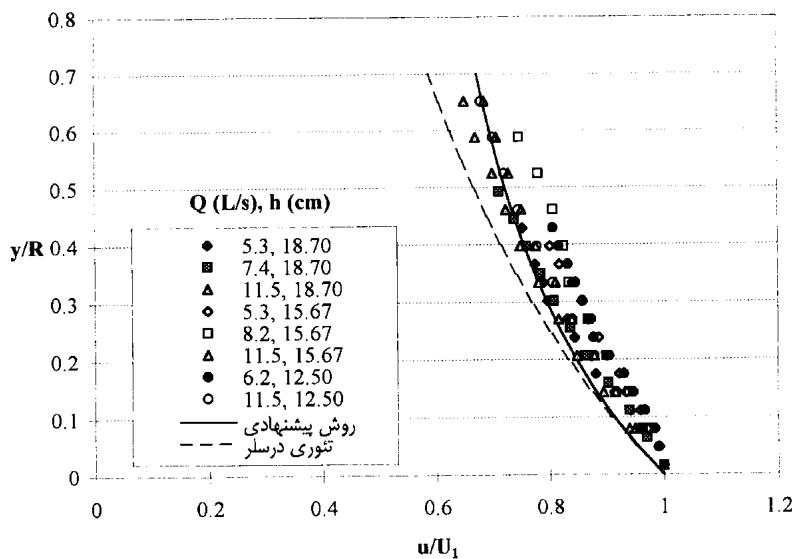
شکل ۵ نیم رخ‌های سرعت اندازه‌گیری شده را برای مدل سرریز استوانه‌ای شکل در دامنه $0.656 \leq H_1/R \leq 0.99$ نشان می‌دهد. دامنه فوق برابر با $0.45 \leq Y_2/R \leq 0.68$ می‌باشد. هم‌چنین، شکل ۶ نیم رخ‌های سرعت اندازه‌گیری شده را برای مدل نیم استوانه‌ای شکل در دامنه $0.605 \leq H_1/R \leq 0.85$ نشان می‌دهد. دامنه فوق برابر با $0.42 \leq Y_2/R \leq 0.57$ است. شکل ۷ نیم رخ‌های سرعت اندازه‌گیری شده را برای مدل نیم استوانه‌ای با ارتفاعات مختلف در دامنه $0.69 \leq H_1/R \leq 1.04$ نشان می‌دهد. این دامنه برابر با $0.46 \leq Y_2/R \leq 0.72$ است. در کلیه شکل‌ها عمق جریان (y) و سرعت افقی (u) به ترتیب با شعاع استوانه (R) و سرعت در روی تاج استوانه (U_1) بدون بعد شده‌اند.



شکل ۵. تغییرات R/y نسبت به u/U_1 برای سرریز استوانه‌ای شکل



شکل ۶. تغییرات R/y نسبت به u/U_1 برای سرریز نیم‌استوانه‌ای شکل



شکل ۷. تغییرات y/R نسبت به u/U_1 برای سرریز نیم استوانه‌ای با ارتفاعات مختلف

تغییرات ضریب دبی به دست آمده بر اساس معادله ۱۰ به صورت تابعی از H_1/R در شکل‌های ۸ و ۹ رسم شده است.

شکل ۸ تغییرات ضریب دبی را نسبت به H_1/R برای سرریزهای استوانه‌ای نشان می‌دهد. در این شکل خط پرنگ نشان دهنده رابطه ضریب جریان، u/R بر اساس اندازه‌گیری مستقیم و استفاده از معادله ۱ است. نقاط نشان داده شده در این شکل، مقادیر ضریب جریان بر مبنای معادله ۱۰ می‌باشند. همان‌گونه که از شکل مشخص است، نتایج به دست آمده از معادله ۱۰ و مقادیر اندازه‌گیری شده، هر دو روند افزایشی را برابر ضریب جریان در دامنه مورد بررسی H_1/R نشان می‌دهند. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که در تمام دامنه مورد بررسی H_1/R ، مدل موردنظر (معادله ۱۰) مقادیر ضریب جریان را کمتر از مقادیر اندازه‌گیری شده پیش‌بینی می‌کند. همان‌گونه که در شکل مشخص است، مدل پیشنهادی به خوبی می‌تواند مقادیر ضریب دبی را در سطح اعتماد ۹۳ درصد پیش‌بینی نماید.

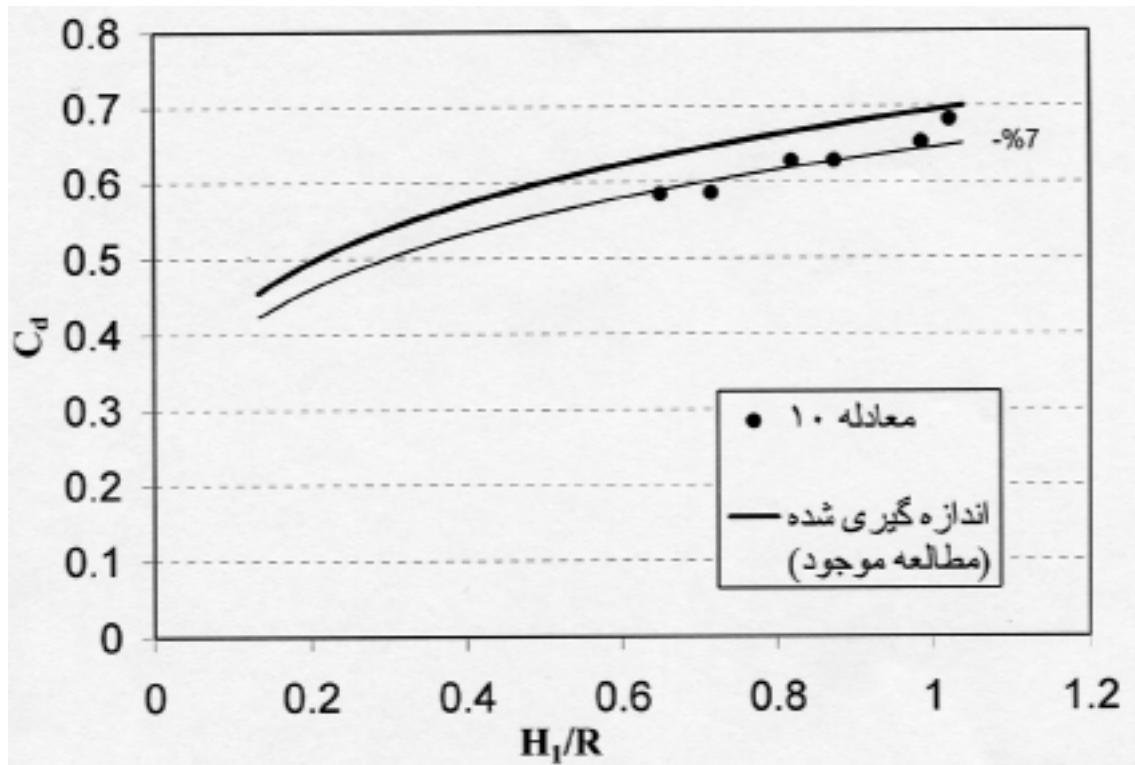
در شکل ۹ تغییرات ضریب دبی نسبت به H_1/R برای سرریز نیم استوانه‌ای در دامنه مورد بررسی نشان داده شده است.

اندازه‌گیری شده در دامنه دبی مورد نظر کمتر از دو مدل دیگر است. بررسی این شکل هم‌چنین نشان می‌دهد که تغییر دبی Q (بار آبی بدون بعد R/H_1) تأثیر چندانی بر شکل نیم رخ سرعت روی تاج سرریز ندارد.

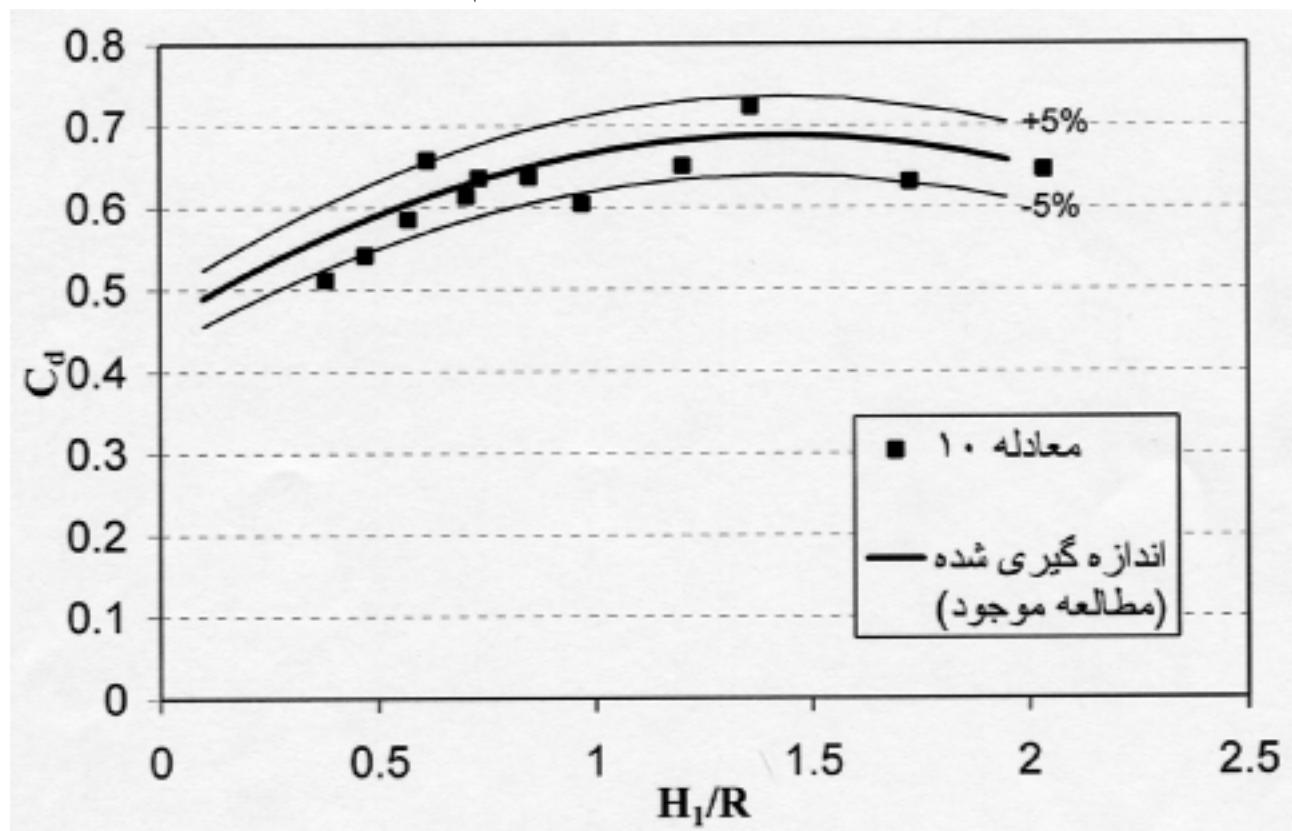
بررسی شکل ۷ نشان می‌دهد که تغییر ارتفاع سرریز تأثیر چندانی در شکل نیم رخ سرعت ایجاد شده روی تاج سرریز ندارد. بهترین هم‌خوانی بین مقادیر اندازه‌گیری شده و مدل پیشنهادی در این حالت برای مقدار حداقل دبی $11/5$ لیتر در ثانیه (ویا حداقل R/H_1 در ارتفاعات مختلف، و دورترین نیم رخ اندازه‌گیری شده برای دبی‌های $6/2$ لیتر در ثانیه $H_1/R = 0.51$ و $8/2$ لیتر در ثانیه $(H_1/R = 0.60)$ در ارتفاعات به ترتیب $12/5$ و $15/67$ سانتی‌متر حاصل شده است. به طور کلی، روند خاصی بین مقادیر دبی و یا ارتفاعات سرریز و میزان هم‌خوانی وجود ندارد.

ضریب دبی جریان

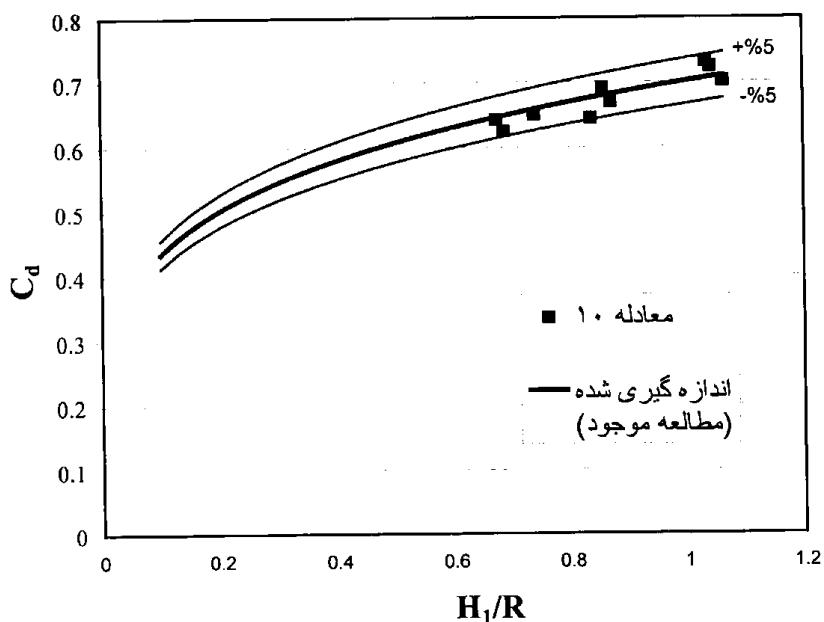
معادله ۱۰ که بر اساس جریان در اطراف استوانه به دست آمده است، در محاسبه ضریب جریان در سرریزهای استوانه‌ای و تاج دایره‌ای به کار می‌رود. برای بررسی اعتبار معادله فوق،



شکل ۸. مقایسه ضریب جریان به دست آمده از طریق اندازه گیری مستقیم و معادله ۱۰ برای مدل استوانه‌ای



شکل ۹. مقایسه ضریب جریان به دست آمده از طریق اندازه گیری مستقیم و معادله ۹ برای مدل نیم استوانه‌ای



شکل ۱۰. ضریب جریان از طریق اندازه‌گیری مستقیم و معادله ۱۰ برای مدل نیماستوانه‌ای با ارتفاعات مختلف

شکل ۱۰ تغییرات ضریب دبی را نسبت به H_1/R برای سریز نیماستوانه‌ای با ارتفاعات مختلف نشان می‌دهد. در این شکل نیز خط پررنگ نشان دهنده رابطه ضریب جریان و H_1/R بر اساس اندازه‌گیری مستقیم و استفاده از معادله ۱ می‌باشد. همچنین، نقاط نشان داده شده در شکل، مقادیر ضریب جریان حاصل از معادله ۱۰ است. چنان که در شکل پیدا است، برای سریزهای نیماستوانه‌ای با تغییر R/H_1 ، ضریب جریان حاصل از اندازه‌گیری مستقیم و معادله ۱۰، هر دو ابتدا یک روند افزایشی، و سپس یک روند کاهشی را نشان می‌دهند. نتایج گویای آن است که حداقل ضریب جریان برای سریز نیماستوانه‌ای ۰/۷۹ بوده، که این مقدار در $R/H_1 = 1/5$ اتفاق می‌افتد. پس از $R/H_1 = 1/5$ تغییرات ضریب جریان به صورت کاهشی است. همان‌گونه که در شکل دیده می‌شود، معادله ۱۰ مقادیر ضریب جریان را در دامنه مورد بررسی تا در سطح اعتماد ۹۵ درصد پیش‌بینی کند.

در این شکل نیز خط پررنگ نشان دهنده رابطه ضریب جریان، و R/H_1 بر اساس اندازه‌گیری مستقیم و استفاده از معادله ۱ می‌باشد. همچنین، نقاط نشان داده شده در شکل، مقادیر ضریب جریان حاصل از معادله ۱۰ است. چنان که در شکل پیدا است، برای سریزهای نیماستوانه‌ای با تغییر R/H_1 ، ضریب جریان حاصل از اندازه‌گیری مستقیم و معادله ۱۰، هر دو ابتدا یک روند افزایشی، و سپس یک روند کاهشی را نشان می‌دهند. نتایج گویای آن است که حداقل ضریب جریان برای سریز نیماستوانه‌ای ۰/۷۹ بوده، که این مقدار در $R/H_1 = 1/5$ اتفاق می‌افتد. پس از $R/H_1 = 1/5$ تغییرات ضریب جریان به صورت کاهشی است. همان‌گونه که در شکل دیده می‌شود، معادله ۱۰ مقادیر ضریب جریان را در دامنه مورد بررسی تا سطح اعتماد ۹۵ درصد به خوبی پیش‌بینی می‌نماید.

منابع مورد استفاده

- خرمی، ا. ۱۳۷۹. بررسی خصوصیات تعدادی سریز تاج‌دایره‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

2. Bos, M. G. 1978. Discharge Measurement Structures. Publ. 20, Int. Inst. for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.
3. Cassidy, J. J. 1965. Irrotational flow over spillways of finite height. ASCE, J. Eng. Mech. Div. 91(6): 155-173.
4. Chanson, H. and J. S. Montes. 1998. Overflow characteristics of circular weir. ASCE, J. Irrig. & Drain. Eng. 124 (3): 152-162.
5. Dressler, R. F. 1978. New nonlinear shallow flow equation with curvature. IAHR, J. Hyd. Res. 16(3): 205-222.
6. Escande, L. and F. Sananes. 1959. Etude des seuils deversants à fente aspiratrice (weirs with suction slots). JI La Houille Blanche 14(Spl. B): 892-902.
7. Jaeger, C. 1956. Engineering Fluid Mechanics. Blackie & Son, Ltd., London.
8. Matthew, G. D. 1963. On the influence of the curvature, surface tension and viscosity on flow over round- crested weirs. Proc. Inst. Civil Eng. 25: 511-524.
9. Munson, B. R., D. F. Young and T. H. Okiishi. 1999. Fundamentals of Fluid Mechanics. John Wiley & Sons, New York.
10. Ramamurthy, A. S. and N. D. Vo 1993. Application of Dressler theory to weir flow. ASCE, J. Appl. Mech. Div. 60: 163-166.
11. Ramamurthy, A. S. and N. D. Vo. 1993. Characteristic of circular crested weir. ASCE, J. Hyd. Eng. 119(9): 1055-1063.
12. Ramamurthy, A. S., N. D. Vo and R. Balachandar. 1994. A note on irrotational curvilinear flow past a weir. Trans. ASME 116: 378-381.
13. Ramamurthy, A. S., N. D. Vo and G. Vera. 1992. Momentum model of flow past weir. ASCE, J. Irrig. & Drain. Eng. 118(6): 988-994.
14. Sarginson, E. J. 1972. The influence of surface tension on weir flow. IAHR, J. Hyd. Res. 10(4): 431-446.