

Experimental Study to Identify a Transition Flow Range in Side Weir

Asiye Hoseyni¹, Mohammad Mehdi Ahmadi^{2*}, Majid Rahimpour³

1- MSc Student, Dep. of Water Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

2- Associate prof., Dep. of Water Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

* ahmadi_mm@uk.ac.ir

Received: 10 April 2022, Accepted: 10 July 2022  J. Hydraul. Homepage: www.jhyd.iha.ir

Abstract

Introduction: Side sluice gates, side weirs and side orifices are commonly used flow diversion structures provided in the side of a channel to spill or divert water from the main channel. They are widely used in irrigation engineering, wastewater treatment plants, flocculation basins, sedimentation tanks, aeration basins, etc. Flow through a side orifice is similar to the flow through side weirs and side sluice gates. When water level is lower than upper limb of a slot, the slot behaves as side weir. When water level in the main channel is above the upper limb of the slot, the flow behaves like an orifice. For orifice spillway Hussain et al., 2014 reported orifice flow condition required head over the crest 1.5-1.7 times the height of the orifice opening. In the literature no study was found about the transition flow condition requirement of side orifice. In this paper, an experimental study has been carried out related to transition flow zone of side orifice which have not been taken up earlier.

Methodology: In this study, first, the variables affecting the transition flow zone are listed and then, non-dimensional parameters extracted using dimensional analysis. The experiment was carried out in a rectangular channel of 8 m length, 0.8 m width and 0.6 m depth at the Hydraulic and water structure Laboratory of department of water engineering, Shahid Bahonar university of Kerman. The channel was fitted with a sluice gate at the end of the channel to regulate the depth of flow, and a rectangular side orifice in the right side of the channel. Experiments were performed for four size of side orifice length (L) equal to 0.15, 0.2, 0.25 and 0.3 m and three size of width (b) 0.05, 0.1 and 0.15 m. The channel consists of a smooth horizontal well painted steel bed with a vertical glass sidewall. The collection channel is 1.2 m wide and 2 m deep, and situated parallel to the main channel. Each size of orifice installed in two different height equal to 0.09 and 0.14 m above of channel bed. For each experiment used nine flow in main channel with different Fr number in such a way that water level changes from lower to upper than limb of side orifice. For each run, the output discharge of side orifice and water surface profile along main channel were measured. The non-dimensional stage discharge of side orifice calculated and for each run output discharge from orifice calculated by Hussain et al. (2011) and Embroided et al. (2009) equations for side orifice and side wire respectively. To evaluate the accuracy of the equations, the average percent error (APE) was used.

Results and Discussion: The non-dimensional stage-discharge curve and water surface profile along the main channel are plotted in order to estimate the transition flow zone in side orifice. The results of non-dimensional stage-discharge curves (figs 3-6) reveals that the length to width ratio of orifice b/L is, indeed, the predominant parameters which affect the transition zone. For values b/L smaller than 0.2 the transition zone not clearly detected. The

results show that the distance of lower limb of orifice to the bottom of channel, W , is other effective parameter in forming of transition zone. When the lower limb of orifice is closer to the channel bottom the ratio b/L becomes insignificant parameter. Based on water surface levels along the channel and the side orifice, figures 7 and 8, for values b/L smaller than 0.2 the transition zone happen only in very small area below upper limb of a side orifice, but for b/L greater than 0.2 the transition zone occurs above and below of the upper limb of a side orifice. The calculated and observed output discharge in different situations were used to check the accuracy of discharge equations of side weir and side orifice when the transition flow occurred. The results (Fig. 10) show that in transition zone the accuracy of exiting side and orifice discharge equations is well.

Conclusion: The present study provides an experimental examination of the transition flow of a rectangular, sharp crested side orifice. As a result of dimensional analysis, the results indicate that the dimensionless parameter b/L is the predominant parameters which affect the transition zone. The transition flow zone occurred when the b/L is greater than 0.2, but in these situations transition flow zone depends mainly on the distance of lower limb of side orifice to the bottom of channel. The average percentage error of exiting discharge equations showed that these equations can be used to estimate the discharge of side orifice in transition flow zone.

Keywords: Hydraulic, Side Orifice, Transition Flow, Dimensional Analysis, Experimental Study.



© 2022 Iranian Hydraulic Association, Tehran, Iran.
This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license)

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

بررسی آزمایشگاهی شناسایی محدوده جریان انتقالی در روزنه جانبی مستطیلی

آسیه حسینی^۱، محمد مهدی احمدی^{۲*}، مجید رحیم پور^۳

۱- دانشجوی سازه‌های آبی، بخش علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۲ و ۳- دانشیار بخش علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

* ahmadi_mm@uk.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۱، پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۹ و ب‌گاه نشریه هیدرولیک: www.jhyd.iha.ir

چکیده: در طرح‌های انتقال و توزیع آب به طور معمول از روزنه‌های جانبی در بدنه‌ی کانال اصلی به منظور منحرف کردن جریان از کانال اصلی استفاده می‌شود. در روزنه جانبی زمانی که لبه بالایی روزنه هیچ تأثیری بر روی جریان نداشته باشد جریان وضعیت سرریز جانبی دارد. در محدوده‌ی زیر لبه بالایی روزنه تا تراز اندکی بالای این لبه جریان انتقالی بین روزنه و سرریز جانبی رخ می‌دهد. در این تحقیق به بررسی آزمایشگاهی وجود این ناحیه انتقالی بین دو رژیم جریان روزنه و سرریز جانبی پرداخته شده است، همچنین با استفاده از رابطه دبی اشل و پروفیل سطح آب وجود این ناحیه انتقالی بررسی شده است. دقت معادلات موجود برای برآورد دبی سرریز و روزنه جانبی نیز در این محدوده بررسی شده است. فلوم مورد استفاده داری طول ۸ متر و عرض ۰/۸ متر با دیواره شیشه‌ای و کف فلزی است. چهار طول روزنه جانبی، سه ارتفاع و دو آب پایه بررسی شده است. نتایج نشان داد که نسبت ارتفاع به طول روزنه مستطیلی و فاصله نصب روزنه تا کف کانال مهمترین پارامترها بر رخداد جریان انتقالی است. در نسبت ارتفاع به طول کمتر از ۰/۲ جریان انتقالی مشاهده نشد. بررسی معادلات موجود برآورد دبی نشان داد که حتی در حضور جریان انتقالی برآورد دبی این معادلات دارای حداکثر خطای حدود ۷٪ است که خطای قابل توجهی نیست و برای کارهای اجرایی معادلات موجود معتبر است و نیازی به استخراج معادلات جدید نیست.

کلید واژگان: هیدرولیک، روزنه جانبی، جریان انتقالی، آنالیز ابعادی، بررسی آزمایشگاهی.

۱- مقدمه

توزیع آب در اراضی تحت پوشش شبکه‌های آبیاری، در حوضچه‌های هواده‌ی، فاضلاب‌ها، تانک‌های رسوبگیر مورد استفاده قرار می‌گیرند (Borgheti et al., 1999). همچنین روزنه‌های جانبی در لوله‌ها برای توزیع مواد شیمیایی در فاضلاب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. جریان در روزنه جانبی همانند جریان در دریچه‌های جانبی و سرریزهای جانبی می‌باشد (Hussain et al., 2014). مشخصه‌های جریان عبوری از سرریز جانبی و معادلات مربوط به برآورد دبی خروجی و ضریب دبی این معادلات با فرض‌های مختلف توسط محققین بررسی و توسعه یافته‌اند. این مطالعات با تحقیقات (Rumamurthy et al., 1986) و (Spencer, 2013) آغاز شدند (Ojha and Subbiah, 1997).

پراکندگی منابع آب سطحی در یک منطقه منجر به سازوکارهایی برای انتقال آب از منبع به محل مصرف را در پی دارد. احداث کانال‌های انتقال آب و متعاقباً لزوم ساخت سازه‌های کنترل و تنظیم در مسیر، جز مهمترین ابزار انتقال آب می‌باشد. یکی از سازه‌های کنترل و اندازه‌گیری جریان روزنه جانبی می‌باشد، روزنه جانبی یک سازه‌ی هیدرولیکی است که برای اندازه‌گیری و کنترل جریان خروجی از کانال‌ها، مخازن و تانک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مهندسی آب به طور معمول از روزنه‌های جانبی در بدنه‌ی کانال اصلی به منظور منحرف کردن جریان در کانال اصلی استفاده می‌شود. این سازه‌ها برای

پارامترها، M بیان کننده بعد جرم، T نماد بعد زمان و L نماد بعد طول می باشد.

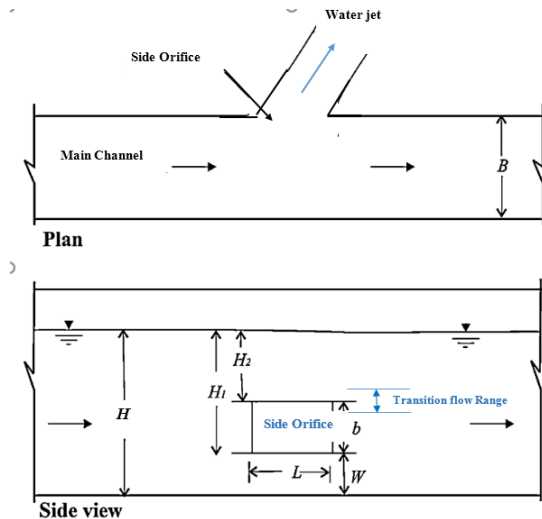


Fig. 1 Definition sketch of side rectangular orifice

شکل ۱ شماتیکی از روزنه جانبی، دید بالا و جانبی و محدوده احتمالی جریان انتقالی

بعد از تحلیل ابعادی به روش π باکینگهام، و جایگزینی دبی بجای سرعت در برخی پارامترها گروه های بدون بعد جریان از سرریز جانبی بصورت رابطه ۲ ارائه می گردد.

$$(Q^*, H^*, \frac{b}{L}, \frac{W}{L}, Fr, Re, \frac{H}{B}) \quad (2)$$

در رابطه فوق $Q^* = \frac{Q}{L^{2.5}g^{0.5}}$ دبی بدون بعد و $H^* = \frac{H}{L}$ هد بدون بعد می باشد. با توجه به اینکه سرریز جانبی در کانال های مصنوعی احداث می شوند و در این کانال ها جریان در حالت مقطع غیرعریض می باشد، در این تحقیق نسبت $\frac{H}{B}$ به نحوی تنظیم شد که این نوع جریان را شبیه سازی کند. حالت جریان در آزمایش های بر اساس جریان در کانال های انتقال آب زیربحرانی و متلاطم بوده است.

۲-۱- تجهیزات آزمایشگاهی

آزمایش ها در آزمایشگاه تحقیقاتی هیدرولیک و سازه های آبی بخش علوم و مهندسی آب دانشگاه شهید باهنر کرمان، در فلوم با کف فلزی و طول ۸ متر، عرض ۰/۸ متر و ارتفاع ۰/۶ متر که دیواره های آن از شیشه ساخته شده است انجام گردید. روزنه جانبی در فاصله ۶ متری از ابتدای کانال اصلی نصب شده است تا در محدوده جریان

هنگامی که تراز آب در محدوده اندکی بالاتر یا پایین تر از لبه بالایی روزنه قرار می گیرد، وجود جریان انتقالی بین وضعیت سرریز جانبی و روزنه جانبی منطقی به نظر می رسد (Spencer, 2013). شکل ۱ شماتیکی از بالا و نیمرخ روزنه جانبی و پارامترهای موثر را نشان می دهد. در این شکل محدوده فرضی بعنوان محدوده جریان انتقالی مشخص شده است. چنین مبحثی برای روزنه مستقیم نیز قابل بیان است و توسط Hussain et al. در سال ۲۰۱۴ بررسی شده است. بر این اساس در روزنه مستقیم تحتانی یا درپچه ها در صورتی که ارتفاع آب روی تراز بالایی روزنه بیش از ۱/۵ تا ۱/۷ برابر بازشدگی روزنه باشد، شرایط جریان بصورت جریان روزنه ای خواهد بود. در مورد روزنه جانبی تحقیقی که محدوده جریان انتقالی را مشخص کرده باشد، انجام نگردیده است. در این تحقیق طی بررسی آزمایشگاهی انجام شده بر اساس آنالیز ابعادی پروفیل جریان، میزان دبی خروجی در ترازهای مختلف آب بررسی و اندازه گیری شده است. مبنای اصلی تحلیل، روابط دبی اشل در محدوده احتمالی جریان انتقالی سرریز و روزنه بوده است. دقت معادلات موجود برآورد دبی سرریز و روزنه جانبی نیز بررسی گردیده است.

۲- مواد و روش ها

شناخت پارامترهای مشخصه و تحلیل ابعادی درک ما را از پدیده های جریان سیال عمیق تر می نماید. محاسبات آنالیز ابعادی و ارائه متغیرهای بی بعد این امکان را فراهم می سازد که با دقت بیشتر عوامل مؤثر بر رفتار پدیده ارزیابی شوند و روابط حاکم به شکل صحیح برآورد گردند. بر مبنای پارامترهای نشان داده شده در شکل (۱) پارامترهای مشخصه جریان عبوری از سرریز جانبی قرار گرفته در راستای جریان بصورت زیر است:

$$(\mu, \rho, H, B, g, L, b, W, V) \quad (1)$$

در این رابطه (ρ) چگالی سیال (ML^{-3}) ، (μ) لزجت دینامیک سیال $(ML^{-1}T^{-1})$ ، g شتاب ثقل (LT^{-2}) ، H, B عمق آب و عرض کانال اصلی (L) ، V سرعت جریان (LT^{-1}) ، b, W, L بترتیب ارتفاع و طول درپچه جانبی مستطیلی و فاصله نصب درپچه تا کف کانال (L) می باشند. در تعریف

این عمق آب در کانال اصلی در نقاط تعیین شده از بالادست روزنه جانبی (این فاصله با توجه به محدوده تغییرات پروفیل سطح آب بالادست روزنه، ۱/۵ متر تعیین شد) تا انتهای کانال اصلی جهت به دست آوردن پروفیل جریان در کانال اصلی نیز اندازه گیری گردید. نمایی از کانال اصلی در شکل ۲ و نمایی از قرارگیری کانال جانبی در کانال اصلی جهت تخلیه جریان عبوری از روزنه جانبی در شکل ۳- a و شکل ۳- b تخلیه جریان از روزنه جانبی را نشان می دهد. جهت ساخت مدل های روزنه جانبی مستطیلی از شیشه هایی با ضخامت ۴ میلی متر استفاده گردید، آزمایش ها بر روی چهار طول مختلف روزنه به اندازه های ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ سانتی متر، سه ارتفاع متفاوت به اندازه های ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی متر و دو ارتفاع آب پایه به اندازه های ۴ و ۹ سانتی متر انجام گرفت و در مجموع ۱۴۵ آزمایش برداشت گردید.

توسعه یافته باشد. یک کانال جانبی به طول ۲۲۰ سانتی متر آب تخلیه شده توسط روزنه جانبی را به مخزن کفی که منبع تامین آب است برمیگرداند. در انتهای فلوم سرریز لبه تیز مستطیلی واسنجی برای اندازه گیری دبی خروجی از فلوم قرار دارد. آب کانال اصلی از طریق دو پمپ گریز از مرکز که آب را از مخزن زیرزمینی پمپاژ کرده و به مخزن ورودی فلوم منتقل می نماید تامین می شود. حداکثر ظرفیت تامین آب ۶۰ لیتر بر ثانیه می باشد و دبی ورودی به فلوم با استفاده از کنتور حجمی با دقت ۰/۱ لیتر اندازه گیری می گردد. تفاوت دبی ورودی و دبی خروجی از فلوم بعنوان دبی روزنه جانبی ثبت می گردد. در هر آزمایش عمق آب با عمق سنج با دقت ۰/۰۵ سانتی متر و سرعت متوسط آب در داخل کانال اصلی با میکرو مولینه با دقت ۰/۰۱ متر بر ثانیه و همچنین عمق آب در طول روزنه جانبی اندازه گیری گردید. علاوه بر



Fig. 2 The experimental set-up, consists of main channel and underground water supply reservoir

شکل ۲ نمایی از کانال اصلی، مخزن زیرزمینی تامین آب و سیستم پمپاژ

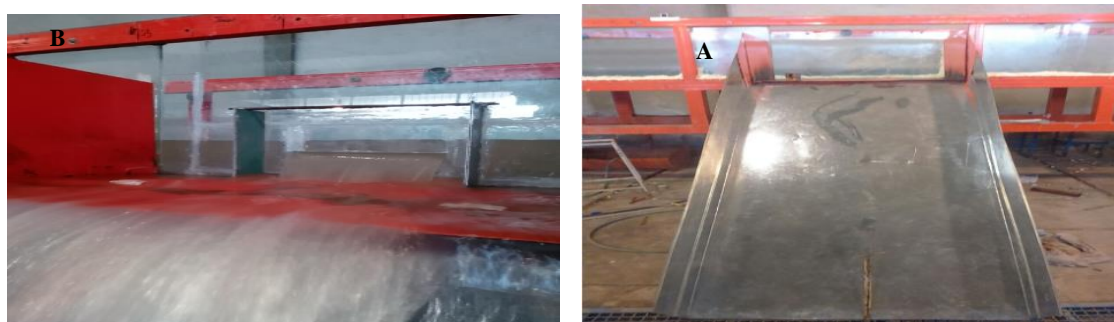


Fig. 3 The experimental set-up, consists a: side orifice and b: Output water jet

شکل ۳ (a) و (b) به ترتیب نمایی از قرارگیری کانال جانبی در کانال اصلی جهت تخلیه جریان عبوری

از روزنه جانبی و روزنه جانبی در حال تخلیه جریان عبوری

توسط (Hussain et al., 2010) استفاده شد. ضریب دبی جریان عبوری از روزنه جانبی به صورت زیر می‌باشد:

$$C_d = 0.714 - 0.062Fr - 0.347 \frac{L}{B} \quad (4)$$

برای برآورد دبی سرریز جانبی مستطیلی نیز از رابطه زیر استفاده شده است (Emiroglu et al., 2009). پارامترهای معادله در سیستم متریک قبلاً تعریف شده است.

$$Q = \frac{2}{3} C_m L \sqrt{2g} (H_0 - W)^{\frac{3}{2}} \quad (5)$$

$$C_m = 0.33 - 0.18 + 0.49 \left(\frac{W}{H_0} \right) \quad (6)$$

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی وجود و محدوده جریان انتقالی بر

اساس دبی اشل

رابطه دبی اشل سرریز و روزنه جانبی ارتباط متفاوتی با هد آب روی سرریز یا دریچه دارند، بنابراین در صورت وجود منطقه انتقالی باید گسستگی در رابطه دبی اشل از سرریز جانبی به روزنه جانبی وجود داشته باشد. مشخص شده است که رابطه دبی با بار آبی روی سرریز یا روزنه رابطه توانی است، بنابراین منحنی دبی اشل در هر آزمایش برای داده‌های محدوده سرریز جانبی و روزنه جانبی برآزش و سپس این نمودارها تا مرز $b+W$ (مرز بین وضعیت جریان سرریز و وضعیت جریان روزنه)، Forward و Backward شدند. داده‌های مشاهداتی منطقه انتقالی نیز روی همین نمودارها ترسیم شدند، قرار گیری یا عدم قرارگیری نقاط در محدوده نظری جریان انتقالی بر روی نمودارها، شاخصی برای شناسائی این محدوده و دامنه آن است. نمودارهای دبی اشل ترسیمی در شکل‌های ۴ تا ۷ برای نسبت‌های b/L و W/L مختلف نشان داده شده است.

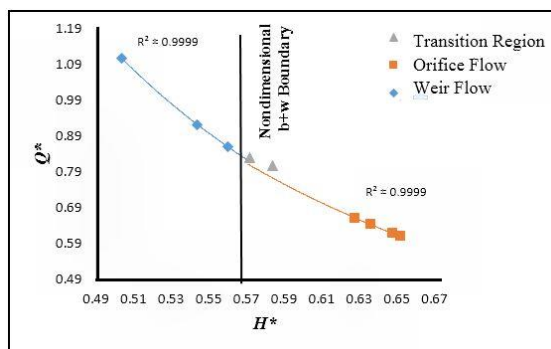


Fig. 4 Nonimensional stage discharge for $b/L=0.4$ $W/L=0.16$

شکل ۴ نمودار $Q^* - H^*$ در $b/L=0.4$ و $W/L=0.16$

دامنه تغییرات پارامترهای آزمایش در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۱ محدوده پارامترهای مورد استفاده

Table 1 Range of data in present study

Parameter	Dimension	Range
Main Channel discharge (Q_m)	l/s	9.62-47.5
Side Orifice discharge (Q)	l/s	3.3-35.95
Main channel water depth (H)	cm	10.8-21.5
Main channel Froude Number	Nondimensional	0.019-0.39
Orifice Length (L)	cm	15-30
Orifice height (b)	cm	5-15
Orifice water Head ($H_0=H_2-H_1$)	cm	2.5-10.7
Distance of orifice to channel bed (W)	cm	4-9

برای تطابق شرایط مربوط به حالت جریان در فلوم با شرایط واقعی، در تمامی آزمایش‌ها جریان زیر بحرانی و متلاطم (عدد فرود کمتر از یک) و (عدد رینولدز بالاتر از ۴۰۰۰) می‌باشد. در هر آزمایش ارتفاع آب در ابتدا به نحوی تنظیم شد که جریان خروجی در حالت سرریز جانبی مستطیلی باشد و حداقل سه ثبت نتایج در این وضعیت انجام شود، با افزایش تدریجی ارتفاع آب، جریان در محدوده انتقالی و سپس به حالت روزنه جانبی وارد می‌شود و در هر وضعیت اندازه‌گیری‌ها انجام گرفت. با توجه به اینکه رابطه دبی-اشل در سرریز و روزنه جانبی توانی است اما توان هد متفاوت است بنابراین ترسیم منحنی دبی-اشل و پروفیل سطح آب برای شناسائی منطقه انتقالی انجام گرفت.

جهت بررسی دقت معادلات برآورد دبی در محدوده انتقالی، معادله ارائه شده توسط Ojha and Subbaiah (1997) که برای روزنه جانبی مستطیلی کوچک با توزیع فشار ثابت صادق است استفاده گردید (Ojha and Subbaiah, 1997).

$$Q = C_d L b \sqrt{2gH_0} \quad (3)$$

در این رابطه Q دبی جریان عبوری (m^3/s)، C_d ضریب دبی جریان، L طول روزنه (m)، b ارتفاع روزنه (m) و H_0 عمق جریان عبوری از مرکز روزنه جانبی بر حسب (m) می‌باشد. جهت برآورد ضریب دبی از معادله ارائه شده

کردن است و همین عامل احتمالاً منجر به عدم وجود جریان انتقالی گردیده است.

در کمترین کشیدگی تفاوت مشهودی در رابطه دبی اشل در محدوده سرریز جانبی و روزنه جانبی وجود دارد. بر اساس این نتایج در نسبت ارتفاع به طول روزنه مستطیلی بیش از ۰/۲ روابط دبی اشل مربوط به روزنه جانبی و سرریز جانبی مستطیلی در تراز آب محدود به مقدار $W+b$ (تراز بالایی روزنه) دارای گسستگی است و در این محدوده روابط دبی اشل بجز منحنی دبی اشل مربوط به سرریز و روزنه جانبی برقرار است اما در نسبت b/L کمتر از ۰/۲ در محدوده تراز آب برابر با $W+b$ هر دو رابطه دبی اشل روزنه جانبی یا سرریز جانبی قابل استفاده است.

تفاوت شکل ۵ و ۷ در ارتفاع نصب روزنه جانبی است بر اساس مقایسه این دو نمودار نصب روزنه جانبی مستطیلی در ارتفاع پایین تر نسبت به کف کانال تاثیر کشیدگی شکل مقطع را در روابط دبی اشل کاهش می دهد. در شکل ۵ و ۷ تفاوت نسبت ارتفاع به طول روزنه جانبی حدود ۱۰ درصد است، اما در تراز $W+b$ تفاوت نمودار دبی اشل در نمودار ۷ که روزنه جانبی در ارتفاع بالاتری نسبت به کف کانال نصب شده است بسیار قابل توجه است.

۳-۲- بررسی پروفیل سطح آب در کانال

شکل های ۸ و ۹ پروفیل سطح آب اندازه گیری شده در روزنه جانبی با هندسه متفاوت را از تراز بالادست زیر لبه بالایی روزنه تا تراز آب بالای این لبه را نشان می دهد.

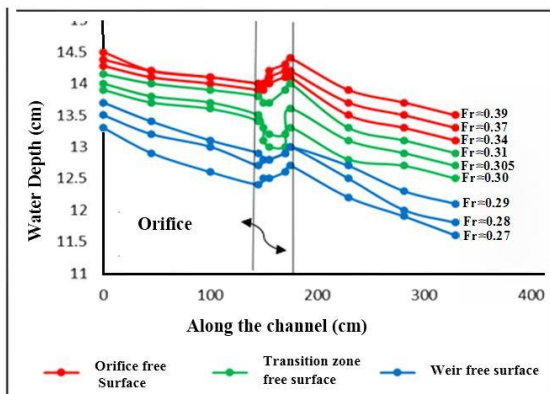


Fig. 8 Water surface profile in horizontal plane for $b/L=0.166$ $W/L=0.3$

شکل ۸ نمودار پروفیل سطح آب در $b/L=0.166$ و $W/L=0.3$

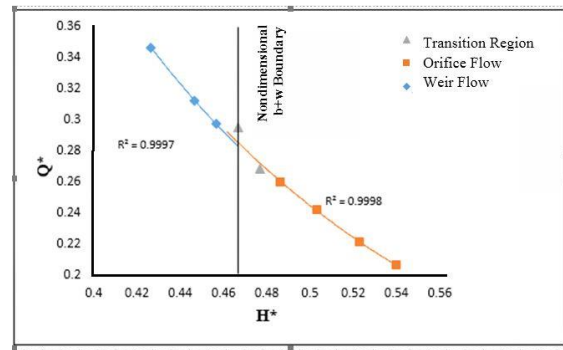


Fig. 5 Nondimensional stage discharge for $b/L=0.166$ $W/L=0.3$

شکل ۵ نمودار Q^*-H^* در $b/L=0.166$ و $W/L=0.3$

با توجه به نسبت های بدون بعد بترتیب روزنه جانبی که نتایج آن در نمودار ۵ ترسیم شده است بیشترین کشیدگی یا درازا را دارد (نسبت ارتفاع به طول) و سپس روزنه های مربوط به نمودار شکل ۶ و ۷. بر اساس نمودار با کاهش کشیدگی یا کاهش اختلاف بین ارتفاع و طول روزنه وجود جریان انتقالی و تغییرات دبی اشل در این محدوده کمتر شده است. با کوچک شدن طول روزنه جانبی تغییرات فشار در طول روزنه جانبی قابل صرف نظر

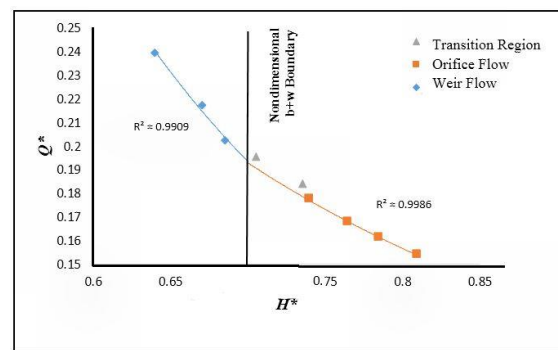


Fig. 6 Nondimensional stage discharge for $b/L=0.25$ $W/L=0.45$

شکل ۶ نمودار Q^*-H^* در $b/L=0.25$ و $W/L=0.45$

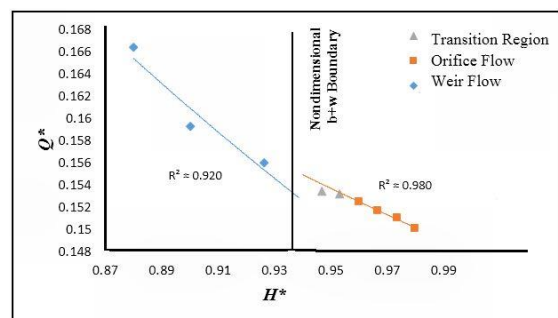


Fig. 7 Nondimensional stage discharge for $b/L=0.33$ $W/L=0.6$

شکل ۷ نمودار Q^*-H^* در $b/L=0.33$ و $W/L=0.6$

خطای نسبی از رابطه ۶ به دست می‌آید:

$$M_e = \frac{|Q_{observe} - Q_{compute}|}{Q_{observe}} \times 100 \quad (6)$$

شکل ۱۰ نتایج حاصل از مقایسه دبی مشاهداتی و دبی محاسباتی در محدوده سرریز جانبی، روزنه جانبی و منطقه جریان انتقالی را نشان می‌دهد.

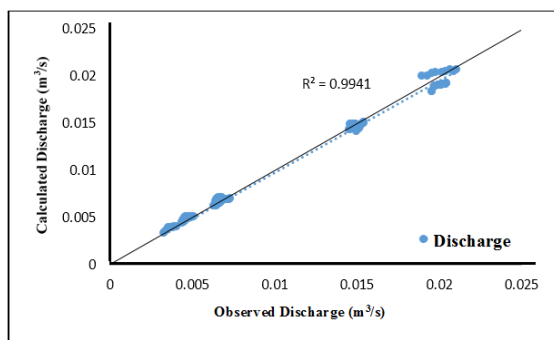


Fig. 10 Checking the accuracy of discharge equations

شکل ۱۰ مقایسه دبی اندازه گیری و محاسبه شده در محدوده سرریز و روزنه جانبی و محدوده جریان انتقالی

بر این اساس حداکثر خطای نسبی ۷/۳۱ درصد و حداقل خطای نسبی ۰/۰۲۴ در برآورد دبی در محدوده جریان انتقالی مشاهده شد که نشان‌دهنده تطابق نسبتاً خوب داده‌های محاسباتی و داده‌های مشاهداتی می‌باشد. همچنین نتایج حاکی از آن است دبی محاسباتی که با استفاده از معادلات حاکم بر جریان روزنه جانبی و جریان سرریز جانبی به دست آمده است با دبی مشاهده شده در منطقه جریان انتقالی بین دو رژیم جریان روزنه و سرریز جانبی تطابق دارند و در محدوده جریان انتقالی برای کارهای طراحی و اجرایی می‌توان از معادلات سرریز و روزنه جانبی بدون نیاز به تصحیح استفاده نمود.

۴- نتیجه‌گیری

بررسی آزمایشگاهی جهت شناسایی منطقه جریان انتقالی بین سرریز جانبی و روزنه جانبی مستطیلی انجام گردید. طرح ریزی آزمایش‌ها بر اساس آنالیز ابعادی انجام گردید. بر اساس نتایج نسبت ارتفاع به طول مقطع روزنه جانبی و ارتفاع نصب روزنه نسبت به کف کانال در ایجاد و محدوده جریان انتقالی نقش دارند. در نسبت ارتفاع به طول روزنه جانبی کمتر از ۰/۲ ناحیه انتقالی مشخصی که مشخصات

بر اساس شکل در ارتفاع آب برابر با تراز $b+W$ پروفیل سطح آب با پروفیل روزنه جانبی مشابه است و بنابراین جریان انتقالی در این روزنه در زیر تراز $b+W$ رخ می‌دهد.

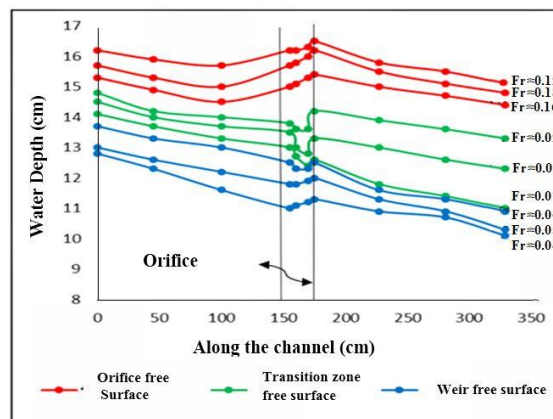


Fig. 9 Water surface profile in horizontal plane for $b/L=0.25$ $W/L=0.45$

شکل ۹ نمودار پروفیل سطح آب در $W/L=0.45$ و $b/L=0.25$

در شکل ۹، پروفیل سطح آب محدوده جریان انتقالی در محدوده ی زیر تراز $b+W$ تا بالای این تراز را نشان می‌دهد. پروفیل سطح آب تاثیر کشیدگی سطح مقطع روزنه را تایید کرد. در نسبت کم، ارتفاع به طول روزنه مستطیلی (شکل ۸) جریان انتقالی زیر تراز $b+W$ رخ می‌دهد و در این تراز و بالای آن جریان در وضعیت روزنه جانبی است. با افزایش کشیدگی سطح مقطع روزنه جانبی محدوده جریان انتقالی در محدوده ی زیر و بالای تراز $b+W$ رخ می‌دهد.

۳-۳- بررسی دقت معادلات برآورد دبی

با تایید وجود جریان انتقالی، ضروری است که دقت معادلات برآورد دبی روزنه جانبی در این محدوده بررسی گردد. در این بخش به بررسی دقت معادلات برآورد دبی جریان در روزنه جانبی تحت رژیم‌های مختلف جریان عبوری پرداخته می‌شود. در این بخش با استفاده از رابطه برآورد دبی، جریان عبوری در محدوده های جریان انتقالی توسط روابط روزنه جانبی (روابط ۲ و ۳) و روابط سرریز جانبی (روابط ۴ و ۵) برآورد شده است. همچنین برای ارزیابی دقت معادلات در برآورد دبی از پارامتر درصد حداکثر خطای نسبی استفاده گردید، رابطه (ماکزیمم)

ρ چگالی (kgm^{-3})

۵- منابع ها

Borghei, S.M., Jalili, M.R. and Ghodsian, M. (1999). Discharge coefficient for sharp-crested side weir in subcritical flow. *J. Hydraulic Eng. ASCE*, 125, 1051-1056.

Emiroglu, M.E., Agaccioglu, H. and Kayaa, N. (2011). Discharge capacity of rectangular side weirs in straight open channels. *Flow Measurement and Instrumentation*. 22, 319-330.

Hussain, A., Ahmad, Z. and Asawa, G.L. (2010). Discharge characteristics of sharp – crested circular side orifice in open channel. *Flow Measurement and Instrumentation*. 21, 418-424.

Hussain, A., Ahmad, Z., and Asawa, G.L. (2011). Flow through side square orifices in open channels. *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, 17(SP1), 12–22.

Hussain, S. Hussain, A. and Ahmad, Z. (2014). Discharge characteristics of orifice spillway under oblique approach. *Flow Measurement and Instrumentation*. 39, 9–18.

Ojha, C.S.P. and Subbaiah, D. (1997). Analysis of flow through lateral slot. *J. Irrigation and Drainage Eng.*, 123, 402-405.

Ramamurthy, A.S., Udoyara, S.T. and Serraf, S. (1986). Rectangular lateral orifices in open channel. *J. Environmental Eng.*, 135, 292-298.

Spencer, R. (2013). Investigation of discharge behavior from a sharp edged circular orifice in both orifice flow regimes using an Unsteady Experimental. *Electronic thesis and Dissertation Repository*.

هیدرولیکی خاص خود را داشته باشد وجود نداشت و با رسیدن تراز آب به ارتفاع لبه بالایی روزنه جانبی جریان وارد بخش روزنه جانبی می گردد اما در نسبت کشیدگی کمتر در محدوده زیر این تراز و بالای این تراز ناحیه جریان انتقالی رخ می دهد. همچنین با کمتر شدن فاصله نصب روزنه جانبی نسبت به کف کانال تاثیر نسبت ارتفاع به طول کمتر می شود. بررسی معادلات برآورد دبی نیز نشان داد در صورت وجود ناحیه انتقالی دقت معادلات برآورد دبی خطای قابل توجهی ندارد و می توان با اطمینان از این معادلات برای برآورد دبی استفاده کرد.

نتایج این تحقیق برای شناسایی دقیق محدوده جریان انتقالی استفاده نشده است. مدل سازی عددی کالیبره شده که توزیع فشار و نوسانات سرعت و تلاطم را در محدوده انتقالی پیش بینی کند برای تعیین دقیق ابعاد ناحیه انتقالی بر حسب پارامترهای هندسی و هیدرولیکی ضروری به نظر می رسد.

۵- فهرست علائم

V	سرعت جریان (ms^{-1})
H	عمق آب (m)
W	ارتفاع نصب روزنه جانبی (m)
L	طول روزنه جانبی (m)
b	ارتفاع روزنه جانبی (m)
Fr	عدد فروود جریان (بدون بعد)
C_m	ضریب دبی سرریز جانبی
C_d	ضریب دبی روزنه جانبی
g	شتاب ثقل (ms^{-2})
	علائم یونانی
μ	لزجت دینامیکی ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$)

