فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب سال دوم • شماره هشتم • تابستان ۱۳۹۱

برآورد دبی جریان در مدل سرریز-دریچه مستطیلی با انقباض همگن در حالت دریچه آزاد و مستغرق

مريم حيدرى<sup>١</sup>، محمد مهدى احمدى<sup>٢</sup>، مجيد رحيم پور<sup>٣</sup>

مقاله برگرفته از مدل آزمایشگاهی

تاریخ دریافت:۹۱/۰۲/۲۰ تاریخ پذیرش:۹۱/۰۹/۰۲

## چکیدہ

برآورد دبی جریان در شبکههای انتقال آب و مجاری فاضلاب رو از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. برای اندازه گیری جریان از دریچهها و سرریزها بدلیل داشتن رابطه دبی-اشل ساده، بسیار استفاده میشود. ترکیب سرریز و دریچه برای تنظیم و اندازه گیری جریان در کانالها و مجاری انتقال آب و فاضلاب که دارای مواد شناور (نظیر چوب و یخ) و رسوبات همراه جریان میباشند، میتواند بکار رود. در این صورت امکان انتقال مواد رسوبی از زیر دریچه و مواد شناور از روی سرریز فراهم میآید. در این تحقیق رابطه دبی-اشل سازه ترکیبی سرریز-دریچه مستطیلی با فشردگی یکسان با استفاده از بررسی آزمایشگاهی در یک فلوم مستطیلی و بدون استفاده از مفهوم ضریب دبی، استخراج شده است. از تئوری ابعادی Π برای استخراج پارامترهای بدون بعد موثر استفاده شده و رابطه رگرسیونی بین این پارامترها تحلیل و با استفاده از اطلاعات اندازه گیری شده در مدل آزمایشگاهی ضرایب معادله رگرسیونی بدست آمده است.

واژههای کلیدی: اندازهگیری جریان، جریان همزمان، رابطه دبی-اشل، بررسی آزمایشگاهی.

۲ ۱ استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر، کرمان،ایران، ۰۳۴۱۳۲۰۰۲۶۶۲

<sup>۳</sup> استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر، کرمان،ایران،۰۳۴۱۳۲۰۲۶۶۲

mari.heidari88@yahoo.com Ahmadi\_mm@mail.uk.ac.ir

<sup>&</sup>lt;sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه های آبی،گروه مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر، کرمان،ایران، ۰۹۳۹۳۳۰۰۱۷۲

#### تابستان ۱۳۹۱• شماره هشتم •سال دوم

مقدمه

اندازه گیری میزان جریان عبوری در شبکههای انتقال آب و فاضلاب از اهمیت ویژهای برخوردار است. در این راستا روشهای بسیاری برای اندازه گیری دبی آب در کانالهای روباز وجود دارد. انواع سرریزها و دریچه و پارشال فلوم به صورت عمده در اندازه گیری جریان وکنترل سطح آب استفاده می شوند. از مهمترین دلایل استفاده از این سازهها به عنوان وسایل اندازه گیری داشتن رابطه دبی-اشل ساده است (چو، ۱۹۵۹). مقدار دبی عبوری از سرریزها با ارتفاع آب روی سرریز به توان ۱/۵ متناسب است ولی در دریچهها این توان برابر ۰/۵ میباشد (ابریشمی و حسینی، ۱۳۷۳). بنابراین سرریزها نسبت به تغییرات ارتفاع آب روی سرریز نسبت به دریچهها حساستر میباشند اما دقت سرریز در تنظيم ارتفاع بالادست خود نسبت به دريچه بيشتر است. تجمعع مواد رسوبی در بالادست وسائل کنترل و اندازه گیری دبی در لولهها، شبکههای آبیاری و زهکشی،کانالهای آبگیری و همچنین فاضلاب از معضلات اندازه گیری دبی می باشد. اسیر السن و هانسن آزمایشات گسترده ای در این زمینه انجام دادند و مشاهده کردهاند هنگامی که ۷۵٪ ارتفاع سرریز را رسوب پر نماید حدود ۸٪ افزایش در مقدار دبی جریان ایجاد می شود (بوس، ۱۹۸۹). مدل سرریز-دریچه در مقایسه با وسایل رایج امکان نزدیک نمودن شرایط واقعی را به فرضيات اصلى تئورى استخراج روابط نزديكتر و تخمين دبی را بادقت بیشتر میسر مینماید. در این مدل مواد قابل ته نشین شدن به راحتی از قسمت دریچه خارج و مواد معلق به شکل بهتری از سرریز تخلیه می شوند. برای کمتر کردن مشکلات و نواقص سرریزها و دریچهها و همچنین استفاده از مزایای هر کدام می توان از این دو سازه به صورت ترکیبی استفاده کرد . قبل از سال ۱۹۸۵ اطلاعات محدودی در مورد استفاده از این سازه ترکیبی برای اندازه گیری جریان وجود داشت تا اینکه احمد مطالعات خود را در زمینه ترکیب سرریز مستطیلی و دریچه مستطیلی بدون فشردگی جانبی به چاپ رساند (بوس، ۱۹۸۹). این محقق سعی کرد تا یک ضریب دبی برای کل این سیستم ترکیبی بدست آورد ولی به دلیل کمبود دادههای آزمایشگاهی به این امر دست نیافت. نجم

بررسی آزمایشگاهی را بر روی سازه ترکیبی سرریز-دریچه با مشخصات هندسی سریز مستطیلی و مثلثی و دریچه مستطیلی و مثلثی با تنگ شدگی مختلف و جریان آزاد و مستغرق انجام داده و رابطه تجربی برای برآورد دبی استخراج کرد (نگم، ۱۹۹۵). فررو رابطه دبی-اشل سازه ترکیبی سرریز-دریچه را برای هندسه سرریز و دریجه مستطیلی بدون فشردگی در جریان آزاد با استفاده از آنالیز ابعادی و تئوری تشابه ناقص استخراج کرد (فرو، ۲۰۰۰). در تحقیق حاضر هندسه سرریز و دریچه، میزان فشردگی و نوع جریان بعنوان متغیرهای اصلی انتخاب شده و روابط برآورد دبی سازه ترکیبی با استفاده از مدل آزمایشگاهی استخراج شده است.

# مواد و روشها

بر آورد دبی ترکیبی با استفاده از فاکتور تاثیر

دبی جریان ترکیبی از جمع دبی جریان بالادست و پایین دست و استفاده از فاکتور تاثیر متقابل به دست می آید، شکل(۱).

 $Q = F(Q_w + Q_g)$ 

که  $Q_w$  دبی عبوری از سرریز با استفاده از معادله کیندزواتر و کارتر (۱۹۵۷) برای سرریزهای لبه تیز مستطیلی کوچک شده به صورت زیر محاسبه می شود

$$Q_{w} = \frac{2}{3} C_{dw} \sqrt{2g} L_{e} h_{e}^{1.5}$$
(Y)

Le در این معادله he ارتفاع موّثر آب روی سرریز، Le عرض موثر سرریز،  $Cd_w$  ضریب دبی در سرریز که با استفاده از مقادیر  $\frac{L}{B}, \frac{h}{p}$  تخمین زده می شود. دبی عبوری از زیر دریچه با به کار بردن معادله راجارات محاسبه می شود

$$Q_g = C_{dg} L Z \sqrt{2g(H - h_d)} \tag{(7)}$$

فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب سال دوم • شماره هشتم • تابستان ۱۳۹۱

که  $Cd_g$  ضریب دبی دریچه است و تابعی از  $\frac{Z}{H}$  می باشد، H عرض دریچه، H عمق بالادست دریچه،  $h_a$  عمق آب بالافاصله بعد از دریچه می باشد برای محاسبه جریان آزاد با استفاده از معادله فوق مقدار  $h_d$  باید برابر صفر در نظر گرفته شود. در نتیجه برای محاسبه جریان بالای سرریز و زیر دریچه از فرمول زیر می توان استفاده کرد که در این رابطه F فاکتور تأثیر می باشد و از آزمایشات محاسبه می شود.

 $Q = F(\frac{2}{3}C_{dw}\sqrt{2g}L_{e}h_{e}^{1.5} + C_{dg}LZ\sqrt{2g(H - h_{d})})$ (f)

**بر آورد دبی ترکیبی بدون استفاده از ضریب دبی** در این بخش با استفاده از آنالیز ابعادی و استخراج گروههای بدون بعد مقدار جریان عبوری از سازه ترکیبی بدون استفاده

از مفهوم ضریب جریان برای حالتهای جریان زیر دریچه آزاد و مستغرق استخراج شده است.

## جریان زیر دریچه آزاد

پس از مشخص کردن پارامترهای مشخصه جریان آزاد عبوری از سازه ترکیبی و استفاده از آنالیز ابعادی به روش باکینگهام-پی رابطه زیر بر اساس پارامترهای بدون بعد بدست آمد

$$\frac{Q}{\sqrt{2g}z^{2.5}} = A_0 + A_1(\frac{h}{z}) + A_2(\frac{L}{B}) + A_3(\frac{y}{Z})$$

(۵)



شکل(۱): شماتیک عبور جریان از سازه دریچه-سرریز

#### جریان زیر دریچه مستغرق

جریان ترکیبی از سرریز و دریچه با جریان مستغرق با انقباض همگن و شکل مستطیلی با استفاده از آنالیز ابعادی پارامترهای مشخصه به روش باکینگهام-پی بصورت زیر بدست آمده است.

$$\frac{Q}{\sqrt{2g}z^{2.5}} = A_0 + A_1(S) + A_2(\frac{H+h}{z}) + A_3(\frac{L}{Z}) + A_4(\frac{L}{B}) + A_5(\frac{h}{L}) + A_6(\frac{H}{Z}) + A_7(\frac{W}{Z})$$
(§)

در این رابطه W فاصله بین سرریز تا دریچه است و سایر پارامترها قبلا تعریف شده است، شکل(۲). ضرایب A<sub>0</sub> تا A<sub>7</sub> با استفاده از داه های آزمایشگاهی محاسبه میشوند.

# مدل آزمایشگاهی

برای انجام تحقیق از فلوم آزمایشگاهی بخش مهندسی عمران دانشگاه شهید باهنر کرمان استفاده شده است. نوع کانال مستطیلی و از جنس کف و دیواره ها شیشهای میباشد. طول کانال ۱۰متر، عرض ۱/۱۴ متر و ارتفاع کانال ۱/۳ متراست. فلوم قابلیت تغییر شیب را نیز دارا میباشد ولی در این آزمایشات از شیب صفر استفاده شده است. منبع تامین آب یک مخزن زیر زمینی بوده و آب در یک چرخه به وسیله الکتروپمپ به داخل مخزن آرامش بالادست فلوم پمپاژ شده و پس از این مخزن به داخل کانال هدایت میشود. در .محل اتصال مخزن ورودی به فلوم از آرام کننده جریان استفاده شده تا از تشکیل امواج سطحی جلوگیری شود.



شکل(۲) : مدلی از سریز دریچه مستطیلی با بازشدگی همگن

میزان دبی ورودی به فلوم به وسیله یک سرریز لبه تیز مثلثی که در خروجی مخزن بالادست فلوم نصب گردیده است اندازهگیری میشود..اندازهگیری تراز سطح آب به وسیله یک عمق سنج با دقت ۰/۰۱ میلیمتر که بر روی یک نقاله با قابلیت حرکت در طول کانال نصب شده است اندازهگیری

تابستان ۱۳۹۱● شماره هشتم •سال دوم

شده است. در این آزمایشات فقط عمق آب بالا دست مدل اندازه گیری شده است . برای تمام مقادیر جریان، محل اندازه گیری سطح آب درفاصله سه برابر حداکثر ارتفاع آب روی سرریز انتخاب گردید. سازه سرریز دریچه از شیشه ساخته شده و در داخل فلوم نصب گردید. جدول(۱) ابعاد سازه سرریز دریچه بررسی شده در این تحقیق را نشان می دهد.



شکل(۳): سازه سرریز –دریچه نصب شده در کانال آزمایشگاهی

جدول(۱): ابعاد استفاده شده برای ساخت مدل ها			
پارامتر	L (cm)	W (cm)	Z(cm)
ابعاد	3, 5, 7	3, 5, 7	1.5 , 2.5 , 3

در هر آزمایش ارتفاع آب بالادست سازه ترکیبی و میزان دبی عبوری از سازه ترکیبی اندازه گیری شده است. عملکرد سازه سرریز-دریچه های نصب شده در فلوم با ۷ دبی مختلف اندازه گیری شده است. جدول(۲) حدود تغییرات پارامترها را نشان می دهد.

جدول(۲): حدود تغیرات پارامترها در بر آورد دبی سرریز -دریچه

$$1 \le \frac{L}{Z} \le 2.8 \qquad 1 \le \frac{Z}{W} \le 0.5$$
$$1 \le \frac{h}{z} \le 4.22 \qquad 0.21 \le \frac{L}{B} \le 0.49$$
$$4.51 \le \frac{h+H}{Z} \le 22.52$$

نتايج و بحث

با استفاده از دادههای آزمایشگاهی برداشت شده مقدار ضریب F در رابطه(+) محاسبه شده است. شکل(+) تغییرات ضریب F در مقابل Z/H را به ازای مقادیر مختلف h/P در حالت جریان زیر دریچه آزاد نشان می دهد. بر اساس این  $\frac{h}{P}$  نمودار ضریب F با افزایش  $\frac{Z}{H}$  کاهش یافته و با افزایش W/Hافزایش می یابد. شکل(+) تغییرات ضریب F در مقابل W/Hرا به ازای مقادیر مختلف Z/H نشان می دهد. با توجه به اشکال (+) و (+) مشخص شد که ضریب F بیشتر تحت تاثیر

ضریب Z/H است، بنابراین روابط جدول(۳) بر اساس داده های آزمایشگاهی برای محاسبه ضریب F بدست آمده است.

جدول(٣) : مقادیر ضریب فاکتور تاثیر محاسبه شده





z/H شکل(۵): تغییرات ضریب  ${f F}$  در مقابل h/W به ازای مقادیر متفاوت

بر آورد دبی ترکیبی بدون استفاده از ضریب دبی جریان زیر دریچه آزاد

ضرایب رابطه (۵) با استفاده از دادههای آزمایشگاهی بدست آمده و رابطه نهایی معادله برای تعیین دبی در وضعیت جریان زیر دریچه آزاد بصورت زیر است | تابستان ۱۳۹۱● شماره هشتم ●سال دوم

جریان زیر دریچه مستغرق

ضرایب رابطه(۶) با استفاده از دادههای آزمایشگاهی بدست آمده و رابطه نهایی معادله برای تعیین دبی در وضعیت جریان زیر دریچه مستغرق بصورت زیر است

$$\frac{Q}{\sqrt{2g}z^{2.5}} = 4.52 - .66(S) + 5.79(\frac{H+h}{z}) + 2.53(\frac{L}{Z}) - 23.75(\frac{L}{B}) - 19(\frac{h}{L}) - 3.25(\frac{H}{Z}) - 3.6(\frac{W}{Z})$$
(A)

$$\frac{Q}{\sqrt{2g}z^{2.5}} = -5.46 + 1.32(\frac{h}{Z}) + 1.99(\frac{L}{Z}) +$$
<sup>(Y)</sup>
$$0.04(\frac{y}{Z}) + 0.66(\frac{B}{Z})$$

رابطه فوق از تعدادی دادههای آزمایشگاهی که بصورت اتفاقی انتخاب شدند استخراج شده است و سپس سایر دبیهای آزمایشگاهی با رابطه(۷) استخراج و با مقدار مشاهداتی مقایسه شده است. شکل(۶). مطابق شکل انطباق خوب مقادیر نشان دهنده دقت مناسب رابطه(۷) میباشد مقدار پارامتر میانگین مجموع خطاها (SEE) این رابطه برابر با ۱۵۵/۰ می باشد.



شکل(۶): مقایسه دبی مشاهداتی و دبی پیش بینی شده از رابطه(۶) برای وضعیت جریان آزاد



شکل(۷): مقایسه دبی مشاهداتی و محاسبه شده از رابطه(۸)

مطابق شکل انطباق خوب مقادیر، نشان دهنده دقت مناسب رابطه(۸) میباشد مقدار پارامتر میانگین مجموع خطاها (SEE) این رابطه برابر با ۰/۲۱۶ می باشد. رابطه (۸) برای محدوده پارامترهای جریان و سرریز-دریچه زیر می باشد.

$$.4.51 \le \frac{h+H}{Z} \le 22.52$$
$$1 \le \frac{W}{Z} \le 4.67 \ 0.21 \le \frac{L}{B} \le 0.49$$
$$1.67 \le \frac{L}{Z} \le 4.67 \ 1.4 \le s \le 3.6$$

مهمترین هدف از این مطالعه پیشنهاد یک رابطه برای پیشگویی جریان ترکیبی بالای سرریزها و زیر دریچهها برای هر دو شرایط آزاد و مستغرق دریچهها در زمانی که دارای انقباض همگن و شکل مستطیلی است میباشد. با استفاده از آنالیز ابعادی پارامترهایی را که دبی جریان ترکیبی در هر دو



شکل(۸): رابطه بین مقادیر مشاهداتی و محاسبه شده از رابطه(۹) برای جریان آزاد و مستغرق

$$Q_{0} = Q_{w} + Q_{g} = (1 \cdot )$$

$$C_{d} (LZ \sqrt{2g(H - h_{d})} + \frac{2}{3} L_{e} \sqrt{2g} h_{e}^{1.5})$$

حالت آزاد و مستغرق به آن وابسته می باشد بررسی شده و

 $\frac{Q_C}{\sqrt{2gZ^{2.5}}} = A_0 + A_1 (\frac{h+H}{Z})^n + A_2 (\frac{h}{Z})^m +$ 

با استفاده از نتایج برداشت شده ضرایب رابطه فوق

 $A_4 = 2.79 A_{\mathcal{I}_5} = 0.13 A_{\mathcal{I}_6} = 0.78, n = -3.82, m = 2.46$ 

دقت رابطه فوق با نتایج آزمایشگاهی برداشت شده در

شکل(۸) مقایسه شده و دقت آن با توجه به SEE= 0.216

 $A_0 = -7.33 A_{\mathcal{I}_1} = 1.89 A_{\mathcal{I}_2} = 0.17 A_{\mathcal{I}_3} = 2.26$ 

 $A_3(\frac{b}{z}) + A_4(\frac{h_d}{z}) + A_5(\frac{y}{z}) + A_6(\frac{B}{z})$ 

رابطه زیر بدست آمده است

بصورت زیر تعیین گردید.

و R2=0.924 مشخص است.

(٩)

شکل(۹) نمودار ضریب دبی ترکیبی جریان را در مقابل پارامتر h+H)/Z) نشان میدهد. با توجه به شکل پراکندگی دادهها زیاد می باشد که به دلیل تأثیر پارامترهای متفاوت و تا حدودی به ماهیت متفاوت جریان بالادست سرریز و زیر نتایج بدست آمده نشان میدهد که در جریان مستغرق (وضعیتی که جریان زیر دریچه مستغرق بوده) در سازه ترکیبی با سرریزهای مستطیلی و با دریچه مستطیلی در وضعیت انقباض همگن به مطالعه بیشتری نیاز دارد. با محاسبه دبی سرریز و دریچه به تنهایی و جمع این دو با هم و با داشتن دبی که بدست آمده از آزمایشات، ضریب دبی از فرمول زیر قابل محاسبه است.

۷٣

تابستٰان ۱۳۹۱● شماره هشتم •سال دوم

دریچه بستگی دارد بنابراین تعیین ضریب دبی و استفاده از رابطه(۱۰) برای برآورد دبی جریان عبوری از سازه ترکیبی امکان مشکل است و توصیه می شود از روابط قبلی بدست

آمده که از جمله بدون بعد دبی 
$$\frac{Q_0}{\sqrt{2g}z^{2.5}}$$
 در آنها بکار  $\overline{\sqrt{2g}}$  گرفته شده استفاده کرد.



شکل(۱۰): پارامتر بی بعد دبی در مقابل (H+h)/z)

می کند. با توجه به شکل در استغراق یکسان جمله بدون بعد  $Q_T$  می کند. با توجه به شکل در استغراق یکسان جمله بدون بعد دبی  $Q_T$  افزایش می یابد و در یک  $Q_T$  یکسان با افزایش S ارتفاع سراب (بالادست جریان) افزایش می یابد که باعث انتقال انرژی از پایین دست دریچه به بالادست می گردد و به منظور انتقال انرژی از شکلی به شکل دیگر به کار می رود و همچنین مشاهده

تأثیر فاکتور S یا نسبت استغراق در شکل(۱۱) تأثیر نسبت استغراق مورد بررسی قرار  $\frac{L}{Z}, \frac{L}{B}, \frac{W}{Z}$  گرفته است. در این شکل تمامی پارامترهای  $\frac{W}{Z}, \frac{L}{B}, \frac{W}{Z}$  ثابت بوده و همچنین نسبت عرض دریچه به عرض سرریز برابر با یک میباشد یعنی فشردگی آنها همگن است و تنها نسبت استغراق تغییر میکند. مقدار S از ۱/۱ تا ۱/۵ تغییر

می شود که در  $\frac{H+h}{z}$  یکسان بیشترین میزان دبی مربوط به کمترین مقدار S می باشد.

تأثير نسبت مانع(w/z)

با ثابت نگه داشتن سایر پارامترها و تغییر نسبت مانع مشاهده می شود که افزایش نسبت مانع W/Z مقدار دبی ترکیبی بیبعد کاهش مییابد که دلیل این امر این است که با افزایش W/Z مقدار بازشدگی دریچه کاهش یافته و در نتیجه مقدار دبی کمتری در طول سازه عبور میکند و برعکس.



با توجه به شکل(۱۳) در مقادیر ثابتی از نسبت انقباض L/B بیشترین میزان دبی کل عبوری Q<sub>T</sub> مربوط می شود به بیشترین مقدار W/2، زیرا در بیشترین مقدار از W/2 مقدار L/2 نیز بیشترین مقدار خود را داراست و پراکندگی در این

شکل به دلیل تأثیر نسبت ستغراق S و نسبت هندسی یا همان نسبت عرض به عمق L/Z است و البته میتوان یک رابطه خطی بین داده برازش داد. V0

تابستٰان ۱۳۹۱● شماره هشتم •سال دوم



## اثر ترکیبی پارامترهای دیگر

در این شکل زمانی که اکثر پارامترها تغییر میکنند، میتوانیم تغییرات Q<sub>T</sub> در مقابل (H+h/z) را مشاهده کنیم. مقدار ۵/۵ = و ۳/۳ میباشند. هر چند که هر مجموعهای از دادهها روندی خطی و افزایشی دارند ولی تفسیر مشخص از تأثیر ترکیبی همه پارامترها ممکن نیست.

# نتيجەگىرى

در گذشته مطالعاتی اندکی بر روی جریان عبوری بر روی مدل ترکیبی سرریز-دریچه صورت گرفته. این سازه می تواند هم به عنوان مخازن کنترل سیلاب به کار رود و هم در کانالهای روباز از آن به عنوان وسیله اندازه گیری دبی استفاده کرد. این سازه ترکیبی می تواند با عبور رسوبات ته نشین شده کف کانال وهمچنین با عبور آنچه بر روی جریان می تواند شناور باشد، معایب و مشکلات استفاده از سرریز و دریچه به تنهایی را کاهش دهد. نتایج به دست آمده از این

مقاله با استفاده از داده های آزمایشگاهی به شرح زیر می باشد

 ۱. در یک نسبت استغراق ثابت با افزایش پارامتر جریان ترکیبی H+h)/z مقدار دبی بی بعد Q<sub>T</sub> ، نیز افزایش می یابد.

۲. در H+h)/z) ثابت با افزایش نسبت استغراق s مقدار دبی بی بعدqT نیز کاهش می یابد.

۳. در Q<sub>T</sub> ثابت با افزایش نسبت استغراق s مقدار (h+H/Z) افزایش می یابد.

۴. بیشترین میزان دبی مربوط به کمترین عمق استغراق می باشد.

منابع

۱– ابریشمی، ج. و حسینی، م. و. ۱۳۷۳. هیدرولیک کانالهای باز، انتشارات دانشگاه امام رضا، مشهد، چاپ دوم.
 ۲– استریتر وایلی، ۱۳۸۲ ؛ مکانیک سیالات ، انتشارات نورپردازان.
 ۳– اکبریان ، ع. ۱۳۷۶؛ طراحی سازه های هیدرولیکی کانال ها ، انتشارات عمیدی.
 ۴– رضویان، س. ح. و حیدرپور، م. ۱۳۸۶. بررسی ضریب دبی در مدل ترکیبی سرریز-دریچه لبه تیز ، مجموعه مقالات ششمین
 ۶– رضویان، س. ح. و کیدرپور، م. ۱۳۸۶. بررسی ضریب دبی در مدل ترکیبی سرریز-دریچه لبه تیز ، مجموعه مقالات ششمین
 ۵– مفارات های میدرولیک ایران، شهرکرد.
 ۵– مفار، س. وکاشفی پور، م. ۱۳۸۷. تخمین دبی در مدل سریز-دریچه با استفاده از مدل شبکه های عصبی، دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی.

6-Bos, M.G. 1989. Discharge Measurement Structures. ILRT.

۵. با ثابت نگه داشتن نسبت عرض به عمق L/Z و نسبت

استغراق S و نسبت انقباض L/B و برابر بودن عرض سرریز با

عرض دریچه نتیجه می گیریم که با افزایش نسبت مانع

W/Z به دلیل کاهش بازشدگی دریچه میزان دبی بی بعد

W/Z و  $Q_T$  مقدار L/Z مقدار  $Q_T$ 

۷. در مقدار ثابت W/Z مقدار دنی ہے بعد یا افزایش

نسبت انقباض L/B و افزایش L/Z افزایش می یابد.

کاهش می یابد.

کمترین مقدار خود را دارا می باشند.

7-Chow, V.T. 1959. Open –channel hydraulics. McGraw Hill Book Company, New York.
8- Ferro, V. 2000. Simultaneous Flow Over and Under a Gate. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE.

9- Negm, A. M. 1995. Characteristics of combined flow over weirs and under gates with unequal contractions. Advances in hydroscience and engineering, Tsinghua University Press, Beijing.

10- Negm,A.M. 2002. Modeling of submerged simultaneous flow through combined weir and gate devices. proceedings of the 5 th international conference on hydro-science and engineering, ICHE, publishedd on CD-ROM.

11- Negm, A.M, Albarahim, A.M. and Alhamid, A.A. 2002. combined free flow over weirs and gate. Journal of Hydraulic Research, Vol. 40, no.3.11

٧V

تابستٰان ۱۳۹۱● شماره هشتم •سال دوم

# **Experimental Investigation of Combined flow overWeirs and below Gates**

M. Heydari<sup>1</sup>, M. M. Ahmadi<sup>2</sup>, M. Rahimpour<sup>3</sup>

#### Abstract:

Weirs and gates are frequently used as measuring devices because a simple stage-discharge relationship can be deduced. Weir and gate system is a plate that seated at end of canal and the flow current from over an under it. In this paper, the discharge relationship of Weir and gate system is deduced by a theoretical analysis, based on the application of the  $\Pi$ -theorem of the dimensional analysis, coupled with an experimental investigation carried out by using a laboratory flume.

Key words: wire, gate, exprimental investigation, discharge .

<sup>1</sup> 1 M.Sc. Student, Dept. of Water Structure Engineering, Faculty of Agricultural, University of Shahid Bahonar Kerman.

<sup>2</sup> Assistant Professor of Water Structure Engineering, Faculty of Agricultural, University of Shahid Bahonar Kerman. ahmadi\_mm@uk.ac.ir

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Assistant Professor of Water Structure Engineering, Faculty of Agricultural, University of Shahid Bahonar Kerman.