((همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی))
دانشگاه شهید چمران اهواز ، دانشکده مهندسی علوم آب
۱۲ الی ۱۴ اردیبهشت ۱۳۸۵

ضریب دبی در مدل سرریز- دریچه

کاظم اسماعیلی
دانشجوی دکترا دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران
منوچهر فتحی مقدم
استاد یار دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران

چکیده

برآورد دبی جریان در شبکه های انتقال آب و فاضلاب از اهمیت ویژه ای برخورداربوده، وسایل مختلفی ازجمله انواع سرریز، دریچه وپارشال فلوم برای اندازه گیری مورد استفاده قرارمی گیرد.در مواردی که آب انتقالی برای آبیاری همراه با مواد رسوبی یا شناورباشد موجب بروز مشکلاتی در نحوه عملکرد سیستم های اندازه گیری فوق می شوند. استفاده از سیستم جدیدی تحت عنوان سرریز- دریچه بمقدار زیادی مشکل فوق راکاهش و امکان اندازه گیری را ساده تر و دقیقتر می نماید. سیستم سرریز- دریچه امکان عبورجریان را ازپایین وبالای یک مانع افقی در قسمت میانی مجرا بطورهمزمان فراهم، مواد قابل رسوب را درپشت دریچه بصورت زیر گذر و مواد شناور را بصورت رو گذر سرریزعبور می دهد. هدف از این تحقیق مدلسازی اثرات هیدرولیک جریان و هندسی مجرا بر ضریب شدت جریان درسیستم سرریز-دریچه می باشد. برای این امر مدلی از این سیستم در انتهای یک لوله به قطر وطول ۲۴۰ و۸۵۰۰ میلیمتر نصب و جریانهای زیر گذر و رو گذر با نصب مانع با عرض های مختلف اندازه گیری گردید. نتایج نشان می دهد سیستم دریچه – سرریز موجب اصلاح خطوط جریان شده، شرایط جریان را بحالات تئوریک نزدیکتر، و درنتیجه کالیبراسیون ضریب شدت جریان سیستم دریچه – سرریزو تخمین دبی جریان با دقت بیشتری نسبت به سریزهای معمولی انجام میشود.

واژه های کلیدی: سیستم دریچه- سرریز، شبکه های آب وفاضلاب، ضریب شدت جریان

مقدمه

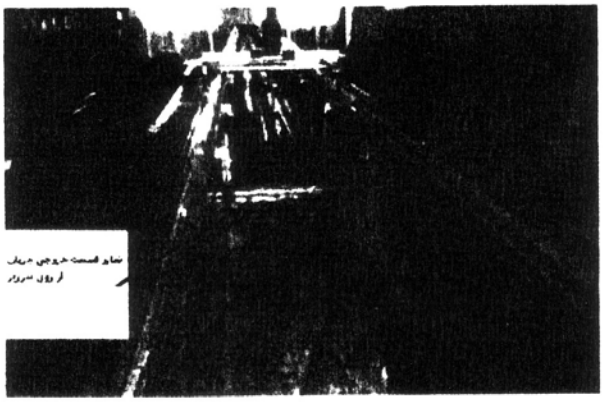
تجمع مواد رسوبی در بالادست وسائل کنترل و اندازه گیری دبی در لوله های آبیاری و زهکشی و همچنین فاضلاب از معضلات اندازه گیری دبی میباشد. استفاده از وسایل معمول مانند سرریز، دریچه ویا پارشال فلوم در اینگونه موارد با خطای زیادی همراه است. وسیله طرح شده در این تحقیق تحت عنوان مدل سرریز-دریچه در مقایسه با وسایل رایج امکان نزدیک نمودن شرایط واقعی را به فرضیات اصلی تئوری استخراج روابط نزدیکتر و تخمین دبی را با دقت بیشتر میسر مینماید. در این وسیله مواد قابل ته‌نشین‌شدن براحتی از قسمت دریچه خارج و مواد معلق و شناور بشکل بهتری از قسمت سرریز تخلیه میشوند.

وسائل متعددی مورد استفاده برای تعیین دبی در لوله ها، لوله پیتو [۱] ، ونتوری متر [۲] وهمچنین پارشال فلوم در مجاری باز [۳]. ازروش EDR نیز جهت برآورد دبی در کانالها روباز با مقدار EDR برابر ۰/۷۵تا ۰/۸۲ برای کانالهای دایره ای استفاده میگردد[۴].کوششهای انجام گرفته در ارتباط با جریان ترکیبی از زیر و روی سرریز بعنوان یک وسیله اندازه‌گیری جریان را می توان در کارهای چاو، احمد، و ناشرملاحظه نمود[۵]. فرو، معادله ای برای شدت جریان عبوری بطور همزمان از یک سرریز و دریچه مستطیلی لبه پهن بر اساس تئوری بوکینگهام استخراج نمود [۵]. همچنین حمید، یک معادله رگرسیونی برای تخمین دبی جریان از روی یک سرریز مستطیلی و دریچه مثلثی ارائه داد[۶]. نگم وهمکاران ، پارامترهای هندسی و هیدرولیکی موثر بر روی جریان ترکیبی را مورد بررسی قرار داده و برای جریان سرریزمثلثی روی دریچه مستطیلی و بر عکس معادلاتی استخراج نمودند [۶]. آنها ثابت کردند که استفاده از ضریب شدت جریان معمول برای این گونه سرریزها و دریچه ها، در حالت ترکیبی دارای خطای زیاد است.

به منظور تعیین مشخصات جریان در یک سیستم ترکیبی از سرریز و دریچه یک مدل آزمایشگاهی ساخته شده وکلیه پارامترهای لازم برای حالتهای مختلف بازشدگی و عرض دریچه، برداشت گردید. هدف از این پژوهش، مطالعه و بررسی ضریب شدت جریان مدل ترکیبی سرریز - دریچه است که درانتهای یک کانال دایره ای نصب شده است.

مواد و روش کار

به منظور تعیین پارامترهای موثر بر شدت جریان، سرریز- دریچه و همچنین اندازه‌گیری پروفیل سطح آب در بالادست آن مدلی آزمایشگاهی ساخته ودر انتهای یک لوله PVC به طول ۸/۵متر، قطر داخلی ۲۴۰ میلیمتر قرار داده شد. لوله مزبوردر ورودی کانال نصب گردید (شکل ۱).



شکل – ۱: نمایی از پایین دست کانال آزمایشی

صفحات آهن گالوانیزه به ضخامت۲ میلیمتر وعرض ۴و۵و۶ سانتیمتری به عنوان مدل سرریز-دریچه در قسمت خروجی لوله قرار گرفته تاجریان از رو و زیر آن عبور کند . پروفیل سطح آب درفواصل مختلف ازابتدای لوله ۴۱،۳۶،۳۱،۳۰،۸،۶،۳،۱۰،۱۳،۱۶،۲۱و۴۷ سانتیمترتوسط پوینت گیج برداشت گردید. پروفیل سطح آب برای سه حالت بازشدگی زیر دریچه ۶،۵،۴ سانتیمترودر سه اندازه عرض صفحه سرریز –دریچه ۵،۴ و۶سانتیمترثبت شد. در هرحالت مقدار دبی باتوجه به محدودیتهای موجود در حدود ۸ بار، ۷ الی ۱۵ لیتربر ثانیه تغییر داده شد. انتخاب این شرایط آزمایش با ملاحظات امکانات آزمایشگاهی و حصول بهترین نحوه تغییرات پارامترها صورت گرفته است. در هر دبی پروفیل سطح آب در ۱۷نقطه در طول لوله برداشت گردید که فواصل برداشتها در نزدیکی خروجی کمتر بوده است. برای جدا کردن جریان عبوری از روی سرریز واز زیر دریچه در قسمت پایین دست مدل سرریز مسیر کانال به دو بخش تقسیم گردید . این شرایط بگونه ای فراهم شد که جریان عبوری از روی سرریز تماما از قسمت فوقانی وجریان عبوری از دریچه از قسمت تحتانی عبور کرده چنانکه هیچگونه ارتباطی با یکدیگر نداشته باشند . برای اندازه گیری مقدار جریان عبوری از هر قسمت ونهایتا بررسی ضریب شدت جریان ، در پایین دست دریچه وبه فاصله حدود یک متری از آن یک سرریز مستطیلی برای اندازه گیری دبی خروجی ازدریچه استفاده گردید. ترازکف قسمت فوقانی کانال پس ازسعی وخطای لازم درارتفاع ۲۳سانتیمتری از کف اصلی کانال قرارداده شد. در انتهای پایین دست این کف یک سرریز مثلثی برای اندازه گیری جریان عبوری از روی مدل سرریز نصب شد وملاحظات لازم برای هوادهی سرریزهای مثلثی و مستطیلی انجام گرفت.

مبانی تئوری

برای اندازه گیری دبی عبوری از قسمت سرریز مدل و نیز از قسمت دریچه آن بطور جداگانه از یک سرریز مستطیلی کالیبره شده (رابطه -۱) و سرریز مثلثی (رابطه-۲) استفاده شد .

$$Q = C_d L H^{1.5} \quad , \quad C_d = 0.611 + 0.08\left(\frac{H}{P}\right) \qquad (۱)$$

$$Q = 1.39\, H^{2.5} \qquad (۲)$$

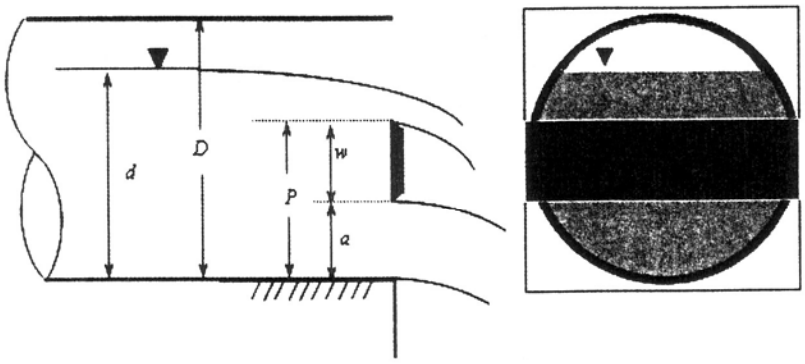
P: ارتفاع لبه سرریز از کف لوله. در شکل ۲ نمای شماتیک جریان از روی یک سرریز لبه تیز درترکیب با یک دریچه نشان داده شده است. این ترکیب رابعنوان مدل سرریز- دریچه در نظر گرفته ودر خروجی یک کانال با مقطع دایره‌ای طبق شکل ۲ نصب گردید.

a: عمق بازشدگی دریچه،

w: عرض دریچه

d: عمق جریان،

وD: قطر لوله است.



شکل- ۲ : شماتیک نصب مدل سرریز-دریچه

با فرض ضریب تخلیه یکسان (C_d) برای سرریز و دریچه، معادله حاکم برجریان عبوری شامل،

$$Q = C_d \left[Q_w + Q_g \right] \qquad (۳)$$

Q: دبی خروجی کلی از لوله

C_d: ضریب شدت جریان

Q_w: معادله حاکم بر سرریزها بدون در نظر گرفتن ضریب شدت جریان

Q_g: معادله حاکم بر دریچه ها بدون در نظر گرفتن ضریب شدت جریان

Q_w بر طبق فرمولی که بوس [۷] برای سرریزهای دایره‌ای پیشنهادکرده است به صورت زیر تعریف می شود:

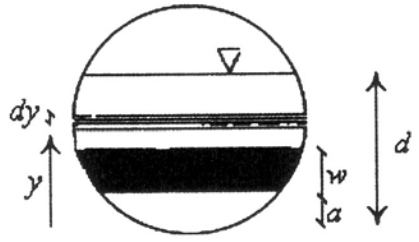
$$Q_w = \varphi_i D^{2.5} \qquad (۴)$$

φ_i: ضریب تجربی که به مقدار $(d-P)/D$ بستگی دارد. این ضریب ازطریق جداول کتب هیدرولیک قابل دسترسی است که در آن $h_1 = d - P$ می باشد.

D : قطر لوله

همچنین طبق رابطه توریچلی [۷] وبا توجه به شکل۳ ، Q_w را می توان به صورت رابطه انتگرالی زیر نوشت:

$$Q_w = 2\int_k^d \sqrt{2g(d-y)(y(D-y))}\ d_y \qquad (۵)$$



شکل۳ – نمایش **پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه دبی سرریز**

همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی ، اهواز ، ۱۴-۱۲ اردیبهشت ۱۳۸۵ ـــ

Q_g هم به کمک رابطه توریچلی به صورت زیر نوشته می شود:

$$Q_g = \sqrt{2gd} \times A_a \qquad (۶)$$

که در آن A_a مساحت قسمت بازشدگی می باشد.

بنابر این معادله کلی برای جریان این نوع سرریز به صورت زیر خواهد بود،

$$Q=C_d[\ \varphi_i D^{2.5} + \sqrt{2gd}A_a\ ] \qquad (۷)$$

و یا

$$Q=C_d[2\int_k^d \sqrt{2g(d-y)x(D-y)}dy + \sqrt{2gd}A_a] \qquad (۸)$$

که در آن k برابر مجموع a+w میباشد.

به کمک فرمولهای ۵ و۶ وبا توجه به برداشتهای آزمایشگاهی مقدار C_d از هردو فرمول قابل محاسبه است. برای تعیین ضریب شدت جریان کافی است مقادیر دبی اندازه گیری شده را برمقادیر دبی محاسبه شده از روابط اخیر تقسیم نمود. از طرفی آنالیز ابعادی نشان می دهد ضریب تخلیه (C_d) تحت تاثیر پارامترهای متفاوت می باشد. بطوری کلی می توان نوشت،

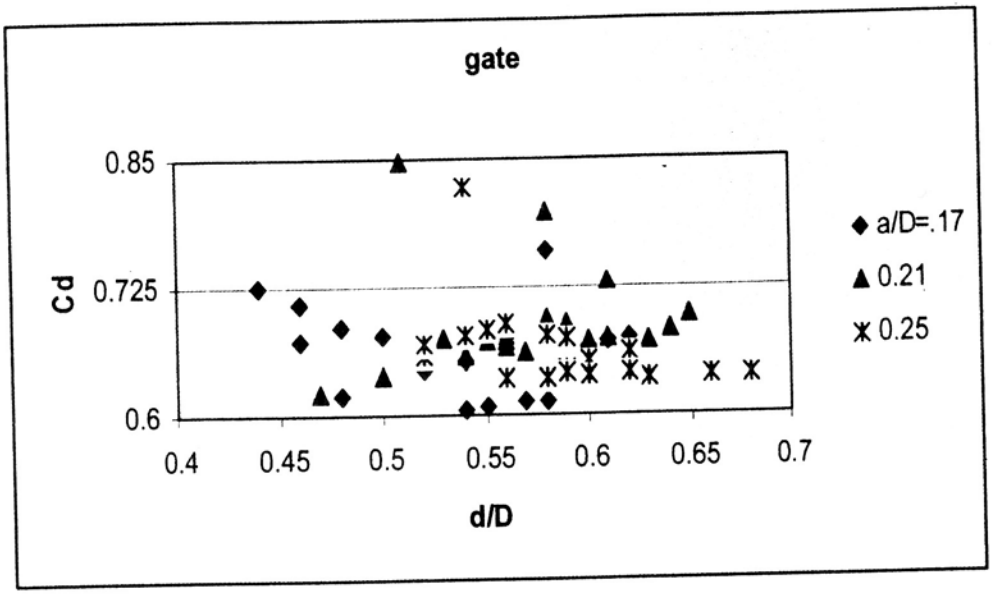
$$C_d = f(Fr, \mathrm{Re}, We, \frac{d}{w}, \frac{d}{a}, \frac{a}{w}) \qquad (۹)$$

که در آن Re ، FrوWe به ترتیب عدد رینولدز، عدد وبر وعدد فرود می باشند. بدلیل آنکه تیغه آب برروی مدل سرریز-دریچه دارای ضخامت کافی بود از اثر کشش سطحی(عدد وبر) صرفنظر گردید.

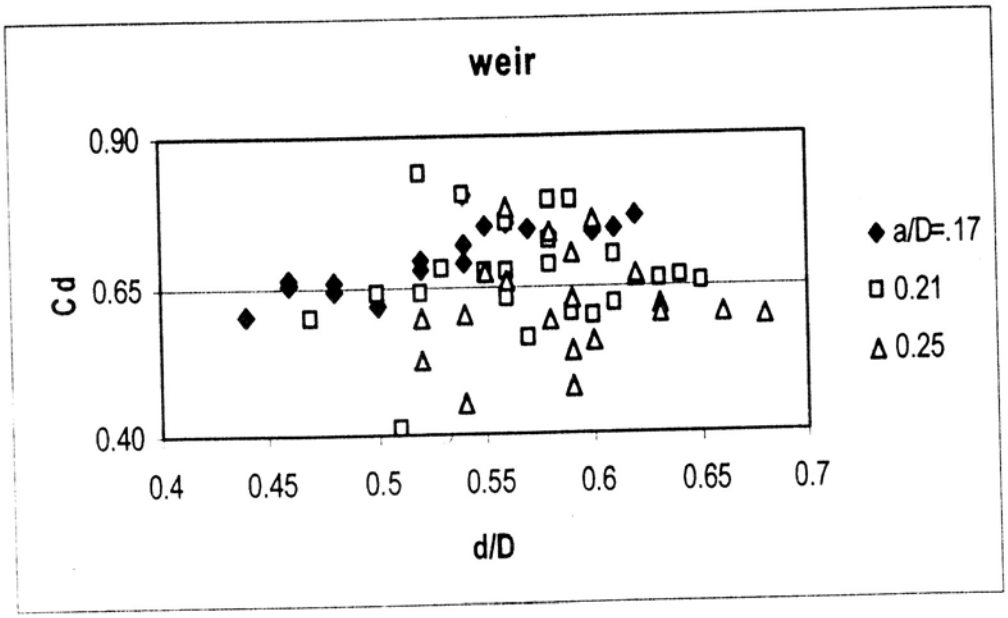
نتایج

ضریب شدت جریان (C_d) سیستم سرریز- دریچه با تقسیم شدت جریان اندازه گیری شده ونیز محاسبه شده توسط انتگرال گیری بین دو حد k وh ازروابط۸ یا ۹ برای این مدل بدست آمد. این نتایج بطور جداگانه برای سرریز ودریچه وبرای مقادیر مشخص a/D, a/ w در شکلهای ۴، ۵، و ۶ ترسیم شده است. از آنجا که C_c (ضریب انقباض دریچه) تابعی از نسبت a/d است، ضریب C_d نیز تابعی از a/d میباشد اما به دلیل ثابت بودن لبه دریچه، عدد رینولدز بر مقدار آن تاثیر ندارد. شکل- ۴ تغییرات ضریب تخلیه دریچه را نسبت به d/D با توجه به مقادیر مشخص a/D نشان میدهد. نتایج نشان میدهد که برای مقادیر ثابت d/D ، مقدار ضریب (C_d) تقریبا ثابت اما باافزایش نسبت d/D مقدار a/D نیز زیاد می شود . نتایج مشابهی برای سرریز در شکل ۵ آورده شده است که در آن ضریب شدت جریان همراه با کاهش a/D کمتر می گردد.

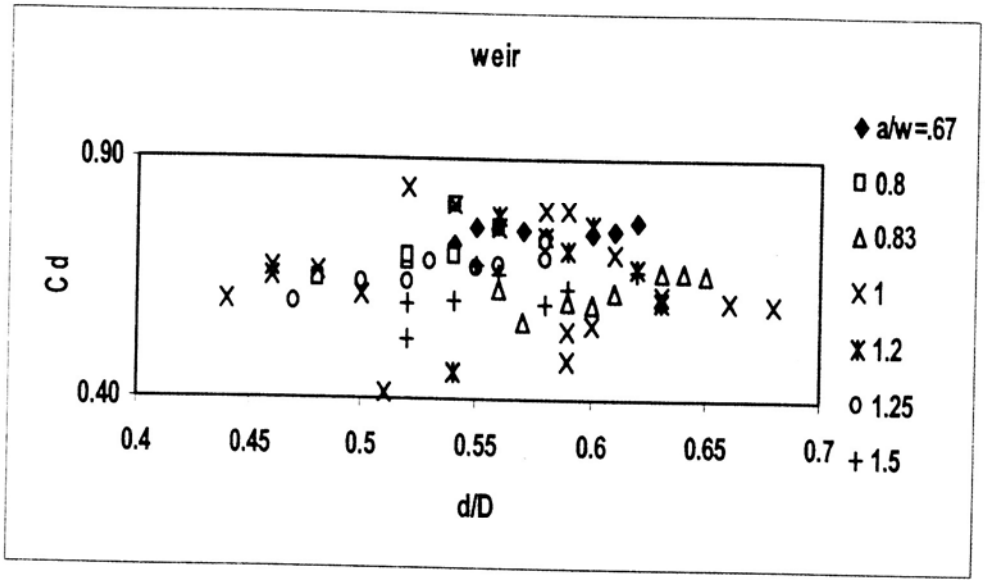
همچنین بازاء نسبتهای ثابتی از مقادیر a/w تغییرات ضریب شدت جریان در برابر نسبت بدون بعد d/D درشکل ۶ برای حالت سرریز ترسیم شده است. چنانکه مشاهده می گردد، ضریب شدت جریان برای مقادیر مختلف d/D برای مجموعه نتایج بدست آمده از روند مشخصی تبعیت نمینماید. تغییرات ضریب شدت جریان دراین حالت (برای سرریز) بین۰/۴تا ۰/ ۸۵ متغیر است که با توجه به تراکم نتایج در محدوده عدد۰/۷۵می توان میانگین آنرا حدود۰/۷۵درنظرگرفت. شکل۴ نیز در مورد دریچه همان وضعیت سرریز را نشان می دهد. اما تغییرات ضریب در یچه بین ۰/۵۲تا ۰/۷۲۵بوده که میانگین آنرا می توان در حدود ۰/۶۵در نظر گرفت. این مقدار ضریب دبی بدست آمده برای دریچه با مقادیر توصیه شده برای دریچه ها تفاوت فاحشی نشان میدهد.



شکل- ۴: تغییرات ضریب Cd دریچه در برابرنسبت بدون بعد d/D



شکل-۵: تغییرات ضریب سرریز در برابر نسبت بدون بعدd/D



شکل-۶: تغییرات ضریب دریچه در برابر نسبت بدون بعدd/D

مراجع

۱- لانکاستر,آ. "اصول و کاربردهای هیدرولیک عمومی"، ۱۳۶۲، ترجمه علی ولی خوجینی- محمد علی نژاد هاشمی، نشر دانش و فن، چاپ اول.

2- Baker, P.C., 1989, An Introductory Guide to Flow Measurement, Mechanical Engineering Publication Limited, London (1989).

۳- ابریشمی، ج و حسینی، س م. هیدرولیک کانالهای باز، ۱۳۷۵، موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی.

4- Dey, S., 2001, EDR in Circular Channel, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE 127 (2).

5- Ferro V., 2000, Simultaneous Flow Over and Under a Gate, Journal of Irrigation and Drainage Engrg., ASCE, /MAY/JUNE/2000.

6- Negm , M. AA., AL-Brahim A.M and AL-Hamid A.A, 2002, Combined Free Flow over Weir and Below Gates, J. Hydr. Research, vol.40.

7- Bos, M.G. 1989, Discharge Measurement Structures, ILRT (1989).