Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 2, Vol. 5, Summer 2011, p. 194-201

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۲، جلد۵، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۲۰۱-۱۹۴

تعیین مناسبترین فاصله تیغه‌ها برای طراحی مدول تحویل حجمی آب

هاجر ساوری[۱] و صلاح کوچک‌زاده[۲*]

چکیده

مدول‌های تیغه‌ای سازه‌هایی هستند که برای تحویل نسبتاً ثابت بده در دامنه قابل توجهی از تغییرات ارتفاع آب بالادست طراحی شده‌اند. این سازه متشکل از سه تیغه عمودی با ارتفاع و بازشدگی‌های ثابت می‌باشد. ارتفاع تیغه‌ها در جهت جریان افزایش می‌یابد اما بازشدگی آنها کاهش می‌یابد. تا کنون برای این سازه که ابزاری مناسب برای کاربرد در شبکه‌های فرعی هستند چهار روش طراحی ارائه شده است. یکی از پارامترهای مهم طراحی فواصل بین تیغه‌ها می‌باشد اما اتفاق نظر بین محققین مختلف برای انتخاب فاصله مناسب بین تیغه‌ها برای هیچکدام از روش‌های طراحی وجود ندارد. در حالی که فاصله بین تیغه‌ها نقش مهمی در عملکرد هیدرولیکی سازه و بهره‌برداری از آن دارد. در این تحقیق بررسی آزمایشگاهی جامعی صورت گرفت تا فاصله بهینه بین تیغه‌ها یعنی فاصله‌ای که علاوه بر کاهش دامنه انحراف بده عبوری از بده طراحی، محدودیت‌های اجرایی و اقتصادی را نیز ملحوظ نماید، تعیین گردد. در این راستا برای مدول‌های با دبی‌های مختلف، فواصل مناسب بین تیغه‌ها که مطلوبترین عملکرد را دارند تعیین و پیشنهاد گردید.

واژه‌های کلیدی: مدول تیغه‌ای، دریچه کشویی، تحویل حجمی بده، آبگیرها

مقدمه ۱ ۲

در کشور ما توسعه کانال‌های فرعی شبکه‌های آبیاری و زهکشی متناسب با نیاز نبوده است؛ در حالیکه حصول راندمان مورد انتظار در شبکه‌های مدرن و ارائه بهره‌برداری مطلوب از آب اساساً بدون احداث این بخش از شبکه‌ها به نظر دست یافتنی نیست. اخیراً وضعیت مصرف آب و میزان راندمان‌های بهره‌برداری فعلی باعث شده تا توجه برنامه‌ریزان کشور به این بخش از شبکه‌ها معطوف شود. در این راستا وجود سازه‌های مناسب و قابل اعتماد تحویل حجمی آب یکی از بارزترین نقش‌ها را در مدیریت آب در شبکه‌ها ایفا می‌کند. معمولاً وسعت شبکه‌ها فرعی بسیار زیاد بوده و دارای سازه‌های متعدد کوچک و متوسط است. از این رو ارائه دستورالعمل طراحی و ساخت چنین سازه‌هایی می‌تواند تاثیری بسزایی در اقتصاد پروژه‌های جدید و پروژه‌های بهسازی و بازسازی شبکه‌های آبیاری داشته باشد.

هنگام بهره برداری از شبکه‌های آبیاری معمولاً به دلایل مختلف رقوم سطح آب دچار تغییرات می‌شود امّا برای توزیع مطلوب آب، سازه‌های تحویل آب باید حساسیت کمی در مقابل این تغییرات از خود نشان دهد. یکی از سازه‌های تحویل آب، مدول‌ها (یا دریچه‌های تیغه‌ای[۳] است که عملکرد بسیار مطلوبی در این خصوص از خود نشان داده است (بی‌جن‌خان و همکاران، ۱۳۸۸). این سازه که از سه تیغه متوالی با بازشدگی‌های مختلف تشکیل شده است (شکل ۱)، قادر است بده نسبتاً ثابتی را به ازای تغییرات قابل توجه در رقوم سطح آب، تحویل دهد. این نوع مدول‌ها معمولاً دارای ابعاد مشخصی به ازای بده طراحی معیین هستند و دارای مزایای متعددی از قبیل سبکی وزن، سهولت حمل، اقتصادی بودن، توانایی عبور دادن مواد معلق و رسوب و بالاخره امکان طراحی یکپارچه است (میشرا، ۱۹۸۹؛ لارسن و میشرا، ۱۹۹۰).

تیغه‌های یک مدول تیغه‌ای به همراه منحنی بده–اشل عملکرد آن در شکل ۱ نشان داده شده است. تا زمانی که رقوم سطح آب مساوی یا پایین‌تر از لبه فوقانی دریچه اول باشد هیدرولیک جریان عبوری را می‌توان بصورت یک دریچه کشویی منفرد با بازشدگی ثابت بررسی کرد، در واقع تغییرات بده جریان از خط A (شکل ۱) که نشان دهنده رابطه دبی–اشل دریچه کشویی است تبعیت می‌کند. اما پس از اینکه آب از لبه فوقانی تیغه اول سرریز کرد، جریان ریزشی به جریان زیر تیغه‌ای اضافه می‌گردد و به این ترتیب مقدار بده جریان تابع منحنی یاد شده نخواهد بود. در این مرحله انتظار می‌رود به دلیل وجود جریان ریزشی بده جریان نسبت به بده دریچه کشویی افزایش یابد، یعنی جریان روی منحنی بده–اشل مدول تیغه‌ای حرکت می‌کند

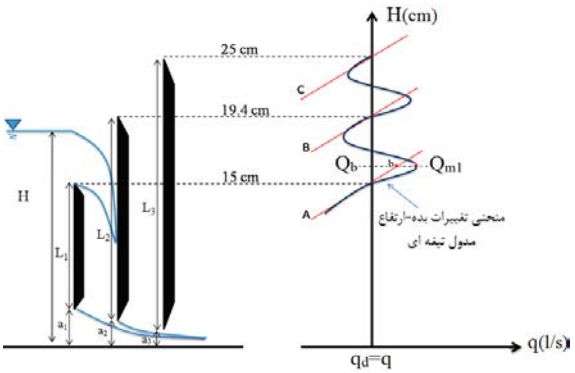
۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد سازه‌های آبی دانشگاه تهران
۲- استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: (Email:skzadeh@ut.ac.ir

3- Baffle sluice gates or baffle modules

www.SID.ir

Archive of SID

تا اینکه دریچه دوم وارد عمل شده و بده جریان را کاهش دهد. این کاهش بده تا جایی ادامه می‌یابد که دریچه دوم به طور کامل کنترل جریان را به عهده گیرد و مجدداً جریان تابع منحنی بده-اشل آن (دریچه کشویی دوم) با بازشدگی a_2 که کمتر از مقدار a_1 دریچه اول است، خواهد شد (نمودار B روی شکل ۱). در این مرحله تیغه اول مستغرق شده و از مدار تاثیر خارج می‌شود. زمانی که آب از بالای تیغه دوم ریزش کرد همین فرآیند برای آن تکرار می‌شود تا کنترل جریان به تیغه سوم منتقل می‌شود.



شکل ۱- منحنی بده-اشل مدول تیغه‌ای (خطوط A، B و C نشان دهنده نمودار تغییرات بده-ارتفاع دریچه کشویی می‌باشد)

تاکنون چهار روش طراحی برای مدول‌های تیغه‌ای منتشر شده است (میشرا و همکاران، ۱۹۹۰؛ ورما و پاسریچا، ۱۹۹۴؛ انور، ۱۹۹۹؛ و بی‌جن‌خان و همکاران، ۱۳۸۸). میشرا و همکاران (۱۹۹۰) ارتفاع طراحی تیغه اول و سوم را برابر ارتفاع کمینه و بیشینه طراحی در نظر گرفته‌اند که به ترتیب برابر ۱۵ و ۲۵ سانتی‌متر، برای عبور دادن بده دو تا هفت لیتر بر ثانیه بر دسیمتر پیشنهاد شده است. ایشان با این فرض که رفتار هیدرولیکی هر یک از تیغه‌ها را می‌توان به رفتار یک دریچه کشویی تشبیه کرد با ثابت در نظر گرفتن ضریب بده جریان و تحلیل حساسیت دریچه کشویی، ارتفاع طراحی تیغه دوم را برابر ۱۹/۴ سانتیمتر محاسبه کردند. اما برای تعیین میزان بازشدگی هرکدام از تیغه‌ها بر اساس مشاهدات آزمایشگاهی روابطی ارائه کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که می‌توان برای این سازه ۵ درصد انحراف نسبت به بده طراحی برای دامنه تغییرات ارتفاع ده سانتیمتر را در نظر گرفت (میشرا و همکاران، ۱۹۹۰).

ورما و پاسریچا (۱۹۹۴) به بررسی عملکرد مدول با دو تیغه پرداختند. در واقع آنان معتقدند که با استفاده از دو تیغه می‌توان از نظر اقتصادی صرفه‌جویی قابل توجهی انجام داد و در عین حال مزایای روش طراحی میشرا و همکاران (۱۹۹۰) را که در آن از سه تیغه استفاده شده است را داشت. آنان به کمک پژوهش آزمایشگاهی انحراف از بده طراحی را برابر ۵ درصد گزارش نمودند. انور (۱۹۹۹) با تحلیل نظری و به کارگیری فرمول ضریب بده سوامی برای دریچه کشویی (۱۹۹۲)، ابعاد پیشنهادی خود را برای مدول تیغه‌ای ارائه کرد. بی‌جن‌خان و همکاران (۱۳۸۸) بر مبنای مفهوم حساسیت هیدرولیکی معادل سازه‌های هیدرولیکی و با کمک ضریب بده لارسن و میشرا (۱۹۹۰) روش جدیدی برای طراحی مدول تیغه‌ای ارائه کرد. ایشان دو شمای کلی برای طراحی مدول تیغه‌ای ارائه کرده‌اند. در شمای اول روش طراحی انور را بهبود داد. در حالی که طراحی با شمای پیشنهادی دوم باعث عملکرد بهتر سازه از دیدگاه نظری شده است. مفهوم یاد شده بعداً برای طراحی مدول‌های دو تیغه‌ای نیز به‌کار رفت (بی‌جن‌خان و کوچک‌زاده، ۱۳۸۹). اما بررسی عملکرد واقعی این روش طراحی همانند روش انور نیازمند تایید آزمایشگاهی است.

مطالعاتی که تا کنون منتشر شده است عمدتاً در خصوص ابعاد تیغه‌ها و میزان باز شدگی آنها بوده است در حالیکه در خصوص فاصله تیغه‌ها که فاکتور مهمی در عملکرد هیدرولیکی سازه می‌باشد تحقیق مستقلی صورت نگرفته و بین محققین اختلاف نظر وجود دارد. میشرا و همکاران (۱۹۹۰) معتقد به کمینه کردن طول سازه هستند اما فاصله بین تیغه‌ها را کمتر از یک سانتیمتر مناسب ندیده‌اند. لارسن و میشرا (۱۹۹۰) فاصله ۲ سانتی‌متر را برای مدول با بده کمتر از ۶ لیتر بر ثانیه و تیغه اول و دوم مدول‌های ۶، ۶/۵ و ۷ لیتر بر ثانیه در نظر گرفتند. اما برای تیغه دوم و سوم مدول‌های ۶، ۶/۵ و ۷ لیتربرثانیه به ترتیب فواصل ۳، ۴ و ۵ سانتی‌متر را مناسب اعلام کرده‌اند. در حالیکه ماهسوارا و همکاران (۱۹۹۶) فاصله‌ای معادل ۱/۲ سانتی‌متر را در آزمایش‌های خود لحاظ نمودند. از طرف دیگر ورما و پاسریچا (۱۹۹۴) معتقدند که با بکارگیری دو تیغه و قرار دادن تیغه دوم دقیقاً در محل انقباض کامل عمق آب پس از تیغه اول که فاصله‌ای معادل با بازشدگی تیغه اول می‌باشد، می‌توان به نتایج مطلوبی دست یافت.

به نظر می‌رسد فاصله بین تیغه‌ها دو اثر متفاوت را روی عملکرد سازه داشته باشد به این ترتیب که افزایش دبی ناشی از جریان سرریزی را تحت الشعاع قرار می‌دهد و از طرف دیگر روی عملکرد تیغه دوم به عنوان ابزاری برای کاهش دبی نیز می‌تواند موثر باشد. لذا فاصله بین تیغه‌ها باید طوری تعیین شود که اولا کمترین افزایش دبی نسبت به مقدار طراحی رخ دهد (این افزایش بدلیل اضافه شدن جریان سرریزی به جریان دریچه می‌باشد) و ثانیاً دریچه دوم نیز وظیفه کاهش دبی خود را به موقع و به خوبی انجام دهد. اما همانطور که مشاهده می‌شود اختلاف نظرهای قابل توجهی در این زمینه وجود دارد که مطالعه مستقل در این زمینه را ضروری می‌نماید. در این تحقیق آزمایشگاهی اثر فاصله تیغه‌ها بر هیدرولیک جریان مدول تیغه‌ای مطالعه شده و نتایج آن ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

ـ تجهیزات آزمایشگاهی

مجموعه آزمایشگاهی که در این تحقیق به کار رفته است در شکل ۲ ارائه شده است. این مجموعه شامل مخزن ذخیره، پمپ‌های دور متغیر، مخزن اندازه‌گیری جریان، مخزن تنظیم سطح آب مجهز به سرریز جانبی دایره‌ای، مجرایی که مدول‌ها در آن نصب می‌شود، سرریز مستطیلی اندازه‌گیری آب عبوری از مدول، مخزن جمع‌آوری آب و پمپ انتقال آب از مخزن جمع آوری به مخزن ذخیره می‌باشد. ارتفاع آب بالادست مدول به کمک پیزومترهای تعبیه شده در بالادست آن اندازه‌گیری می‌شد. اما عمق آب مقطع فشردگی با سنجنده نقطه‌ای[1] خوانده شد. دو دوربین رقومی با قدرت تفکیک زیاد برای ثبت داده‌های پیزومترها در بالادست و پایین دست نصب شد. نحوه انجام آزمایش‌ها به این شکل بود که ابتدا جریان مشخصی وارد کانال می‌شد و پس از ثابت شدن آن از پیزومترها تصویر برداری می‌شد و با استفاده از نرم افزار Grapher7.0 تصاویر رقومی شد و ارتفاع آب پشت سرریز و دریچه بدست آمد. در این تحقیق برای بررسی اثر فاصله از مدول‌های ۲، ۳، ۵ و ۷ لیتر بر ثانیه طراحی شده به روش میشرا و همکاران و با تغییر فواصل بین دو تیغه اول و دوم با اندازه‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۳ و ۶ سانتی‌متر، همچنین بده‌های ۲، ۳، ۵ و ۷ لیتربرثانیه برای آزمون اثر فاصله بین دو تیغه دوم و سوم به میزان ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ سانتی‌متر استفاده شده است. برای تنظیم بازشدگی‌ها و فواصل بین تیغه‌ها شابلون‌هایی به‌کار رفت که باعث شد میزان خطا در ساخت و تنظیم ابعاد حد اکثر به ۰/۱± میلی‌متر محدود شود.

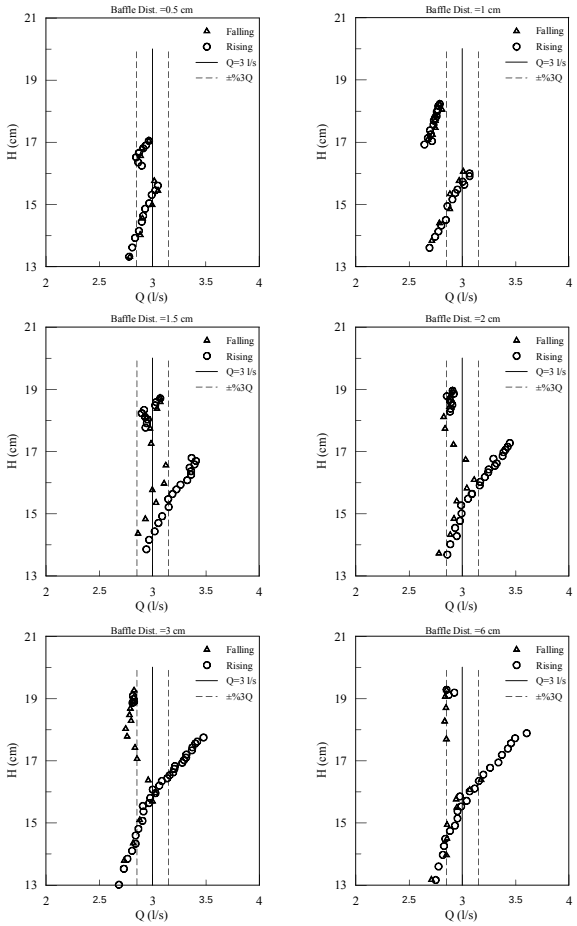
شکل ۲- تصویر مجموعه آزمایشاهی به کاررفته در این تحقیق

1- point gage

نتایج و بحث

ـ مقایسه عملکرد مدول تیغه‌ای با تغییر فاصله بین تیغه‌ها

بطور کلی از یک سازه تحویل حجمی آب انتظار می‌رود که با تغییرات ارتفاع سطح آب بالادست در دامنه معین، تغییر زیادی در بده تحویلی نداشته باشد. به عبارت دیگر بده تحویلی حول بده طراحی اسمی سازه نوسان محدودی داشته باشد. منحنی‌های بده–اشل برای مدول با دبی اسمی ۳ لیتر بر ثانیه و فواصل مختلف بین دو تیغه اول و دوم در شکل ۳ ارائه شده است.



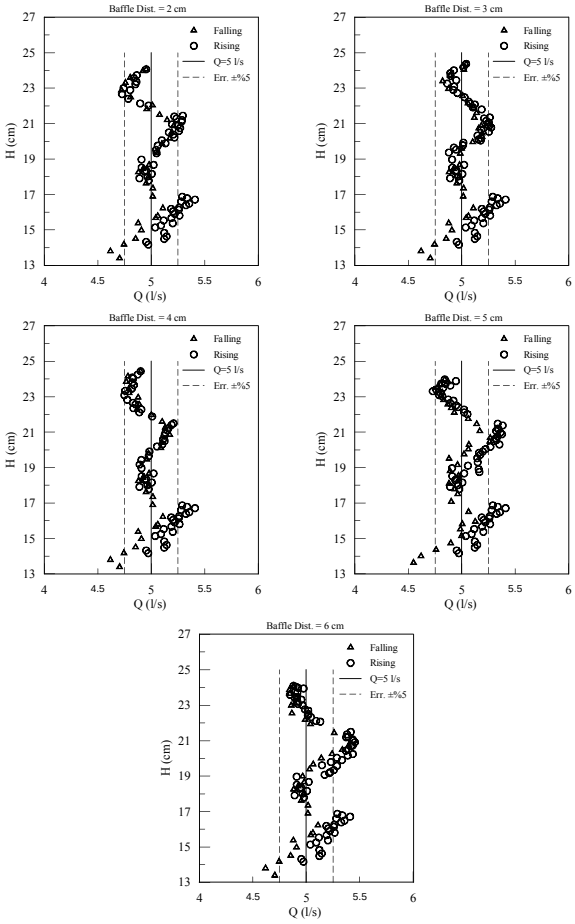
شکل ۳- منحنی،های بده–اشل مدول باظرفیت طراحی ۳ لیتر بر ثانیه برای فواصل مختلف بین دو تیغه اول و دوم.

شکل ۴ نشان دهنده نمودارهای تغییرات بده در برابر نوسان رقوم سطح آب بالادست در مدول با ظرفیت ۵ لیتر بر ثانیه برای فواصل مختلف بین تیغه‌های دوم و سوم می‌باشد. شکل‌های ۳ و ۴ نشان می‌دهد که با زیاد شدن فاصله بین تیغه‌ها میزان انحراف از بده طراحی افزایش می‌یابد. این بدان معنی است که افزایش فاصله بین

www.SID.ir

Archive of SID

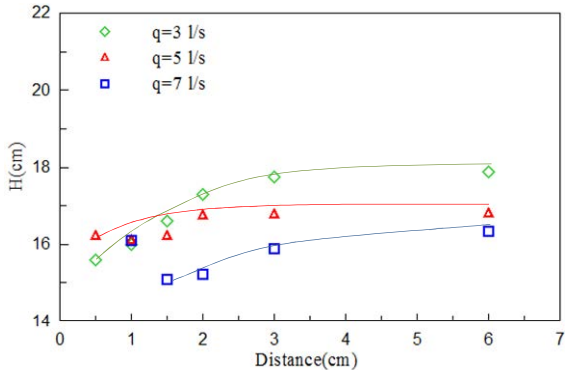
تیغه‌ها، وارد عمل شدن تیغه پایین دست را به تاخیر انداخته که نتیجه آن افزایش نقش جریان ریزشی در زیاد شدن بده عبوری از مدول می‌باشد. چنین عملکردی از دیدگاه طراحی مطلوب نیست. شکل‌های ۳ و ۴ به عنوان نمونه ارائه شده‌اند، داده‌های جمع آوری شده برای مدول‌های با دبی‌های طراحی دیگر روند مشابهی با تغییرات ارائه شده در شکل‌های فوق داشتند.



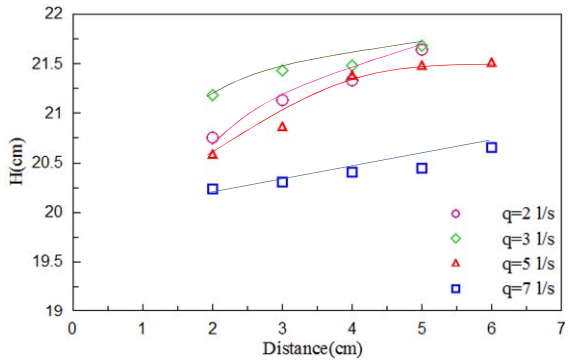
شکل ۴- منحنی‌های بده-اشل مدول باظرفیت طراحی ۵ لیتر بر ثانیه برای فواصل مختلف بین دو تیغه دوم و سوم (فاصله بین دو تیغه اول و دوم ثابت است)

برای تبیین بهتر اثر تغییرات فاصله بین تیغه‌ها در میزان افزایش جریان ریزشی و عملکرد دریچه دوم، ارتفاع آبی که بیشینه بده درآن اتفاق می‌افتد از داده‌ها استخراج گردید. اهمیت این داده از اینجا ناشی می‌شود که چنین ارتفاعی تعیین کننده شرایط هیدرولیکی است که از آن به بعد دریچه دوم کنترل جریان را به عهده می‌گیرد و بده عبوری را کاهش می‌دهد. این ارتفاع در برابر فواصل مختلف برای بده‌های مورد آزمایش در شکل‌های ۵ و۶ ترسیم شده است.

از شکل‌های ۵ و ۶ می‌توان دریافت که برای مدول با بده اسمی خاص؛ افزایش فاصله، ارتفاع ایجاد کننده بده ماکزیمم را زیاد می‌کند که به مفهوم به تاخیر افتادن کنترل جریان توسط تیغه بعدی است که به لحاظ عملکرد سازه‌ای مطلوب نیست. از طرفی برای یک فاصله مشخص ارتفاع ایجاد کننده بده ماکزیمم در مدول‌های با بده اسمی (طراحی) بالاتر، کاهش پیدا می‌کند یعنی دریچه دوم در ارتفاع کمتری وارد عمل می‌شود.



شکل ۵- ارتفاع متناظر با بیشینه بده در مقابل فاصله بین دو تیغه اول و دوم برای مدول‌های مختلف



شکل ۶- ارتفاع متناظر با بیشینه بده در مقابل فاصله بین دو تیغه دوم و سوم برای مدول‌های مختلف

به منظور بررسی تاثیر فاصله بین تیغه‌ها بر روی عملکرد مدول از دو پارامتر آماری خطای متوسط میانگین (MAE)[1] و ضریب ماندگاری مدل (CRM)[2] که نشان دهنده میزان انحراف داده‌ها از بده طراحی می‌باشد استفاده شد. این پارامترها بوسیله روابط زیر قابل محاسبه هستند (جبرو ۱۹۹۸):

$$MAE = \frac{100}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{|Q_i - Q_d|}{Q_i} \qquad (۱)$$

1 -Mean Average Error

2 -Coefficient of the Model Reminder

www.SID.ir

Archive of SID

$$CRM = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i - \sum_{i=1}^{n} Q_d}{\sum_{i=1}^{n} Q_i} \qquad (۲)$$

که در روابط فوق n تعداد داده‌ها، Q_i بده‌های مشاهده شده و Q_d بده طراحی می‌باشد.

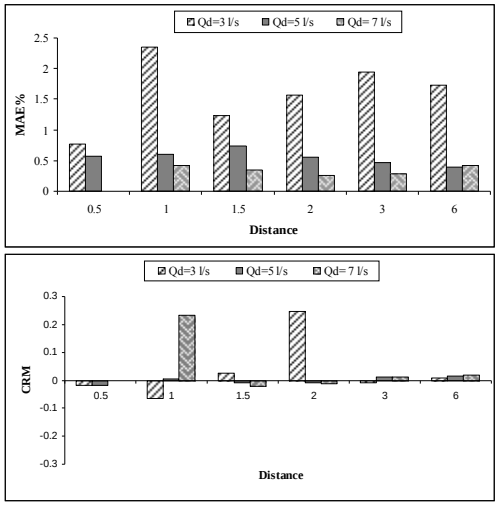
بازای ابعاد ثابت مدول و متغیر گرفتن فاصله بین تیغه‌ها، هر اندازه که مقادیر CRM که نشان دهنده میزان انحراف داده‌ها از بده طراحی می‌باشد کمتر باشد و همچنین مقدار MAE به صفر نزدیکتر باشد، به این مفهوم است که فاصله انتخاب شده عملکرد مدول را بهبود بخشیده است. پارامترهای فوق برای داده‌های آزمایشگاهی محاسبه شده و در مقابل فاصله در شکل‌های ۷ و ۸ ترسیم شده است. با توجه به مقادیر به دست آمده برای دو تیغه اول و دوم فاصله ۲ سانتی‌متر برای بده زیر ۵ لیتربرثانیه توصیه می‌شود. زیرا فواصل ۰/۵، ۱ و ۱/۵ می‌توانند معضلات اجرایی و مشکلات بهره برداری داشته باشند. همچنین فواصل بیشتر طول کلی سازه را افزایش می‌دهد که از نظر اقتصادی می‌تواند مقرون به صرفه نباشند. برای مدول‌های با بده طراحی ۵ و ۷ لیتربرثانیه برای دو تیغه اول و دوم فواصل ۲ و ۳ سانتی‌متر در مقایسه با بقیه فواصل مقادیر MAE و CRM قابل قبول‌تری داشته‌اند.

اما با توجه به شکل ۶ برای یک فاصله مشخص با افزایش بده ارتفاع ایجاد کننده بده ماکزیمم کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر برای بده‌های بالای ۵ لیتربرثانیه، به دلیل اینکه بازشدگی تیغه‌ها نسبت به بده‌های پایین بیشتر می‌شود، بده جریان بیشتر شده و سرعت جریان افزایش می‌یابد و در نتیجه برای یک فاصله مشخص نسبت به بده‌های پایین، آب سریعتر به دریچه دوم یا سوم می‌رسد. بنابراین برای بده‌های بالا بهتر است فاصله بیشتری (گرچه مقدار جریان ریزشی بیشتر می‌شود که البته مقدار آن ناچیز است) برای تیغه دوم و سوم نسبت به بده‌های پایین انتخاب گردد که فاصله ۳ تا ۵ سانتی‌متر توصیه می‌گردد. فاصله ۶ سانتی‌متر هم چون حجم سازه را بزرگتر می‌کند به لحاظ اقتصادی مناسب نمی‌باشد.

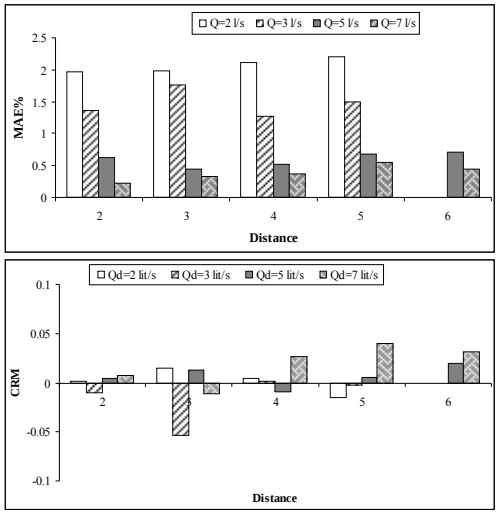
اما در انتخاب فاصله مناسب علاوه بر پارامترهای فوق عوامل اجرایی، عملکرد مدول در گرفتگی‌ها و مسائل اقتصادی از دیدگاه اندازه سازه نیز بایستی دخیل گردد. به عبارت دیگر فواصل بزرگ ابعاد سازه را بزرگ کرده که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست و فواصل خیلی کم، اجرایی و کاربردی نمی‌باشد.

ـ تعیین جریان ریزشی و نقش آن در تعیین فاصله بهینه

همانطور که گفته شد افزایش فاصله باعث انحراف بده از بده طراحی می‌گردد. به عبارت دیگر با افزایش فاصله مقدار جریان ریزشی بیشتر شده و از عملکرد دریچه دوم به عنوان ابزاری برای کاهش بده کاسته می‌گردد. بنابراین بایستی بتوان سهم جریان ریزشی[1] را از جریان زیر تیغه‌ای[2] تفکیک کرد و فاصله‌ای را که حداقل جریان ریزشی در آن اتفاق افتاده به عنوان فاصله مناسب تیغه‌ها انتخاب کرد.



شکل ۷- مقادیر MAE و CRM در مقابل فاصله با تغییر فواصل بین تیغه دوم وسوم



شکل ۸- مقادیر MAE و CRM در مقابل فاصله با تغییر فواصل بین تیغه دوم وسوم

به کمک رابطه (۳)، که برای برآورد بده تیغه‌های مدول‌های تیغه‌ای ارائه شده (ساوری و همکاران، ۱۳۸۸)، بده هر یک از تیغه‌های منفرد حاصل می‌گردد.

$$Q = c_c a b \sqrt{\frac{2g(H_1 - c_c a)}{1+\xi}} \qquad (۳)$$

1- Over flow

2 -Under flow

www.SID.ir

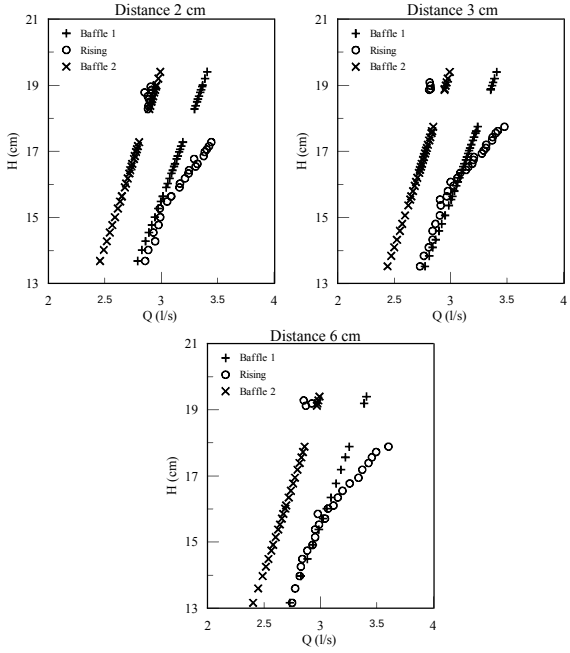
Archive of SID

که در آن Q بده عبوری از دریچه کشویی، b عرض کانال، a بازشدگی دریچه، H_1 انرژی آب بالادست دریچه، c_c ضریب فشردگی ξ ضریب افت انرژی، g شتاب گرانش زمین می باشد.

با توجه به شکل (۱) حد اکثر مقدار جریان ریزشی را می‌توان تعیین کرد. به عبارت دیگر و به عنوان مثال برای تعیین مقدار جریان ریزشی بین دریچه اول و دوم، می‌توان مقدار بده حاصل از رابطه بده-اشل دریچه اول، Q_b را از ماکزیمم بده مدول، Q_{m1}، کم کرد تا به این ترتیب ماکزیمم اضافه بده ناشی از جریان ریزشی، Q_o، تعیین شود (رابطه (۴)). با استفاده از مقادیر به دست آمده برای جریان ریزشی می‌توان اثر فواصل مختلف بین دریچه‌ها را تحلیل کرد.

$$Q_{m1} - Q_b = Q_0 \qquad (۴)$$

برای بررسی فواصل تیغه‌ها نمودارهایی مانند شکل‌های (۹) و (۱۰) که نشان دهنده عملکرد مدول تیغه‌ای است ترسیم گردید. جریان ریزشی به کمک نمودارها برای همه بده‌ها و فواصل محاسبه شد و در جداول ۳ و ۴ قید شده است.



شکل ۹- منحنی بده-اشل مدول ۳ لیتر بر ثانیه با تغییر فواصل بین دو تیغه اول و دوم

با توجه به مطالب گفته شده فواصل ۰/۵، ۱ و ۱/۵ به دلیل معضلات اجرایی که می‌توانند به همراه داشته باشند، مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

مقادیر جداول ۱ و ۲ نشان می‌دهد که با افزایش فاصله بین تیغه‌ها تغییرات میزان جریان ریزشی ناچیز بوده است. (به دلیل اینکه فاصله‌ها با گام‌های کوچک ۱ سانتی‌متر تغییر کرده‌اند). اما همین مقادیر سبب به تاخیر افتادن عملکرد دریچه سوم می‌شود که مطلوب نمی‌باشد.

جدول ۱- مقادیر جریان ریزشی برای تغییر فواصل تیغه اول و دوم

مقادیر جریان ریزشی (لیتر بر ثانیه)			
فواصل (سانتی‌متر)	۳ لیتربرثانیه	۵ لیتربرثانیه	۷ لیتربرثانیه
۲	۰/۲۶	۰/۰۷	۰/۳۴
۳	۰/۲۷	۰/۱۳	۰/۳۵
۶	۰/۳۵	۰/۱۰	۰/۴۸

جدول ۲- مقادیر جریان ریزشی برای تغییر فواصل بین تیغه دوم و سوم

مقادیر جریان ریزشی (لیتر بر ثانیه)				
فواصل (سانتی‌متر)	۲ لیتربرثانیه	۳ لیتربرثانیه	۵ لیتربرثانیه	۷ لیتربرثانیه
۲	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۰۸	۰/۱۰
۳	۰/۳۲	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۰۸
۴	۰/۳۳	۰/۲۶	۰/۰۹	۰/۲
۵	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۲۱	۰/۳۱
۶	—	—	۰/۲۳	۰/۳۲

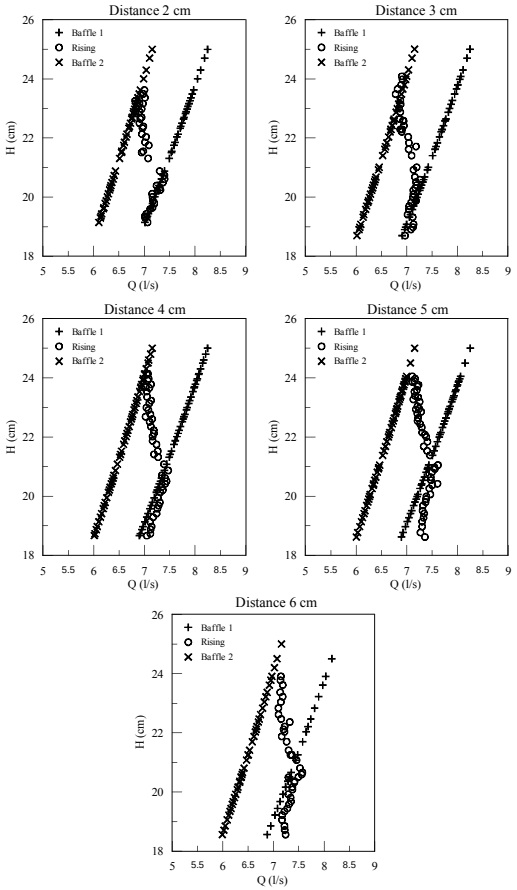
همانطور که گفته شد ارتفاع تیغه اول در طراحی مدول‌های تیغه‌ای برابر با کمینه ارتفاع می‌باشد و باعث می‌شود تا ارتفاع این تیغه نقش چندانی در کنترل جریان نداشته باشد. بنابراین برای دو تیغه اول بایستی فاصله‌ای انتخاب گردد که مقدار جریان ریزشی حداقل باشد و دریچه دوم به موقع وارد عمل شده و بده جریان را کاهش دهد. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود بطور کلی فواصل ۲ و ۳ سانتی‌متر مطلوب‌تر می‌باشد، اما فاصله ۲ سانتی‌متر به لحاظ اقتصادی برای دو تیغه اول و دوم و تمامی بده‌ها توصیه می‌گردد. برای دو تیغه دوم و سوم نیز با توجه به جدول ۲ و مطالب گفته شده فاصله ۲ سانتی‌متر مطلوبتر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

همانطور که گفته شد هنوز بین محققین اتفاق نظری در مورد فاصله بهینه بین تیغه‌ها وجود ندارد و این در حالی است که فاصله بین تیغه‌ها نقش مهمی در طراحی و عملکرد این سازه داشته است. برای تبیین بهتر اثر فاصله ارتفاعی که در آن بیشینه بده طراحی اتفاق می‌افتد یا ارتفاع نقطه‌ای که در آن کنترل جریان به تیغه بعدی واگذار می‌شود بطور آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. همچنین میزان جریان ریزشی با تغییر فواصل و بازای بده‌های متفاوت برآورد گردید.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰- منحنی بده-اشل مدول ۷ لیتر بر ثانیه با تغییر فواصل بین دو تیغه دوم و سوم

بررسی‌های آماری و مقایسه جریان ریزشی فواصل مختلف و در نظر گرفتن عوامل اقتصادی نشان داد که برای بده‌های پایین ($Q\leq5$ l/s) فاصله ۲ سانتی‌متر برای هر دو تیغه عملکرد مطلوبتری داشته است. برای بده‌های بالا ($Q>5$ l/s) به دلیل اینکه ارتفاع تیغه اول برابر با کمینه ارتفاع طراحی بوده و نقش چندانی در کنترل جریان نداشته، فاصله تیغه اول و دوم نیز ۲ سانتی‌متر توصیه می‌شود. اما در مورد تیغه دوم و سوم بده‌های بالا بدلیل اینکه ارتفاع ایجاد کننده بده ماکزیمم نسبت به بده‌های پایین کاهش می‌یابد فواصل بیشتراز ۲ سانتی‌متر مناسب می‌باشد که با در نظر گرفتن کلیه عوامل گفته شده محدوده ۳ تا ۵ سانتی‌متر برای این بده‌ها پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدر دانی

این تحقیق در راستای ماموریت‌های قطب علمی بهسازی و بازسازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی انجام شده است. مولفین از حمایت‌های دانشگاه تهران و قطب مذکور صمیمانه تشکر می‌کند. هچنین نویسنده اول از آقای محمد بی‌جن‌خان که در انجام تحقیق کمک‌های موثر نموده‌اند تشکر و قدر دانی می‌نماید.

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۲۸
تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۸

مراجع

بی‌جن‌خان، م. (۱۳۸۸) بررسی هیدرولیکی مدول تیغه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. گروه مهندسی آبیاری و آبادانی.

بی‌جن‌خان، م و کوچک‌زاده، ص (۱۳۸۹) طراحی مدول دو تیغه‌ای بر اساس مفهوم حساسیت هیدرولیکی سازه‌ها. نشریه آب و خاک، دانشگاه فردوسی مشهد (۲۴) ۵: ۸۶۴-۸۷۳.

بی‌جن‌خان، م، کوچک‌زاده، ص و هورفر، ع (۱۳۸۸) بهبود طراحی مدول تیغه‌ای بر اساس مفهوم حساسیت هیدرولیکی سازه‌ها. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دانشگاه تهران (۴۰) ۲: ۱۹۱-۱۹۸.

ساوری، ه. بی‌جن‌خان، م. و کوچک‌زاده، ص. (۱۳۸۸). اثر انتخاب ضریب بده بر طراحی مدول تیغه‌ای. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران. دانشگاه فردوسی مشهد.

Anwar A. A. 1999. Baffle sluice module with improved performance. J. Irrig. Drain. Eng, 125: 91-95.

Jabro J.D.,Toth J.D.& Fox R.H. 1998.Evaluation and comparison of five simulation models for estimating water drainage fluxes under corn. Journal of Environmental Quality 27: 1376-1381.

Laresen، A. P. and Mishra، P. K. (1990). Constant discharge device for field irrigation. J. Hydr. Res. Delft، The Netherlands 28: 481—489.

Mahsewara babu, B. Mishra, P. K. and Satyanarayana, T. 1996. performance of baffle sluice module with change change module dimension. J. Irrig. Drain. Eng , 122:310-313.

Mishra, P. K. 1989. Baffle Sluice moduls for efficient on farm water management Ph. D thesis submitted to the Indian Institite of technology, Kharagpur, India.

Mishra, P. K., Laresen, A. P. and Satyanarayana, T. 1990. Development of low Discharge Baffle Sluice Module. J. Irrig. Drain. Eng, 116:444-453.

Prabhata K. Swamee.(1990).Sluice Gate Discharge Equations. J. Irrig. Drain. Eng, ASCE,118: 57-60.

Verma, D. V. S. 1997. Discussion of 'Performance of baffle moguls with changed module dimension, by B. Maheswara Babu. P. K. Mishra, and T. Satyanarayana. J. Irrig. Drain. Eng, 123:463.

Verma, D. V. S. and pasircha, A. 1994. Hydraluic characteristics of baffle modules. J. Inst. Engrs, 75:155-158.

www.SID.ir

Archive of SID
Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 2, Vol. 5, Summer 2011, p. 194-201

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۲، جلد۵، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۲۰۱-۱۹۴

Proper Baffle Distance Determination For Designing Volumetric water delivery Modules

H. savari[1] **and S. Kouchakzadeh**[2*]

Abstract

The baffle sluice modules are structures designed for delivering rather a constant discharge within a specific rang of upstream water depth variation. They consist of three fixed vertical baffles each has a constant height and constant opening. The height of baffles increases in the downstream direction, but their openings decreased in the same direction. For the modules employed in farm irrigation canals four design methods have been proposed so far. Though the distances between the fixed baffles play an important role in the design process, no agreement among researchers was reported yet. In this research a comprehensive investigation was conducted to determine the proper distance of the baffles. The optimum distance should limit the range of discharge deviation from the design discharge and take into account the construction and installation restriction as well as economic consideration. Also the optimum distance for modules with different discharge is determined and suggested.

Keywords: Baffle sluice module, Sluice gate, Volumetric water delivery, Turnouts

1- Contribution form University of Tehran, Respectively MSc Student and Professor, Irrigation and Reclamation Engineering Department, University College of Agriculture and Natural Resources
(*-Corresponding Author Email: skzadeh@ut.ac.ir)

www.SID.ir