

استفاده از مدل عددی HEC-RAS در بررسی اثر ارتفاع آب روی سازه ترکیبی سرریز- دریچه بر حداکثر عمق آبشستگی و مقایسه با نتایج آزمایشگاهی

اعظم نورعلیزاده

دانشجوی کارشناسی ارشد سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه آزاد اسلامی دزفول azam.nooralizadeh@gmail.com

عبدالرسول تلوری

دانشیار گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز telvari@gmail.com

علی افروس

استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه آزاد اسلامی دزفول ali.afrous@gmail.com

چکیده

هر چند بررسی آبشستگی در اطراف سازه‌های هیدرولیکی قدمتی طولانی در علم هیدرولیک دارد، لیکن به دلیل شرایط و پیچیدگی‌های آن و همچنین به دلیل نبودن رابطه‌ای قوی که بتواند پاسخگوی تمامی شرایط باشد، همچنان مورد توجه خاص محققین علم هیدرولیک و مهندسی رودخانه است. دریچه‌ها و سرریزها از جمله سازه‌های هیدرولیکی هستند که به طور گسترده به منظور کنترل، تنظیم جریان و تثبیت کف، در کانال‌های باز مورد استفاده قرار می‌گیرند. به منظور افزایش بهره‌وری از آن‌ها، می‌توان سرریز و دریچه را با هم ترکیب نمود. با ترکیب این دو سازه هم میزان آبشستگی تا حد قابل توجهی کاهش می‌یابد و هم اینکه دو مشکل عمده و اساسی ترسیب رسوبات در پشت سرریزها و تجمع آشغال در پشت دریچه‌ها رفع خواهد شد. در تحقیق حاضر به بررسی اثر ارتفاع آب روی سازه ترکیبی سرریز- دریچه بر حداکثر عمق آبشستگی و مقایسه آن با نتایج آزمایشگاهی در یک فلوم آزمایشگاهی پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: مدل عددی HEC-RAS، ارتفاع آب روی سازه، حداکثر عمق آبشستگی

مقدمه

اهمیت بررسی پدیده آبشستگی زمانی آشکار می‌گردد که عمق آبشستگی قابل ملاحظه باشد به گونه‌ای که این عمق به پی سازه‌های رودخانه‌ای برسد و پایداری این سازه‌ها را در معرض خطر قرار دهد یا موجب تخریب آنها گردد. روشی که معمولاً برای تعیین میزان عمق آبشستگی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به کارگیری روابط تجربی و یا استفاده از مدل‌های فیزیکی می‌باشد. لازم به ذکر است علی‌رغم این که تاکنون مطالعات وسیعی جهت برآورد آبشستگی موضعی اطراف سازه‌های هیدرولیکی

مختلف انجام شده است، اما هنوز رابطه‌ای عمومی و جامع برای محاسبه عمق آبشستگی موضعی اطراف هیچ کدام از سازه‌های رودخانه‌ای ارائه نشده است.

مدل ترکیبی سرریز- دریاچه می‌تواند برخی نواقص کاربرد جداگانه سرریز و دریاچه را برطرف نماید به طوری که مواد شناور (چوب، یخ و...) از روی سازه و مواد قابل ته‌نشینی (رسوبات) از زیر سازه عبور کرده و دبی با دقت مناسبی تخمین زده شود. در واقع برای کمتر کردن مشکلات و نواقص سرریزها و دریاچه‌ها و همچنین استفاده از مزایای هر کدام تصمیم گرفته شد تا از این دو سازه به صورت ترکیبی استفاده شود.

قبل از سال ۱۹۸۵ که آقای احمد (۱۹۷۵) مقاله خود را در زمینه ایده ترکیب دو سازه سرریز و دریاچه باهم منتشر کردند اطلاعات بسیار کمی در رابطه با جریان ترکیبی سرریز- دریاچه و اینکه آیا می‌توان از این سازه ترکیبی برای اندازه‌گیری و کنترل جریان استفاده نمود، وجود داشت. ایشان برای ترکیب سرریز و دریاچه بدون تنگ‌شدگی کارهایی را انجام داده بودند. تلاش ایشان در جهت بدست آوردن رابطه‌ای برای تعیین ضریب جریان سازه ترکیبی بود (احمد، ۱۹۸۵).

البته داده‌ها و نتایج ایشان جهت ارائه یک رابطه عمومی کافی نبود. پس از ایشان محققین زیادی در جهت بررسی مشخصات هیدرولیکی جریان در سازه‌های ترکیبی برآمدند. از جمله این مطالعات می‌توان به کارهای آزمایشگاهی آقایان الحمید، نگم اشاره نمود. ایشان جریان ترکیبی از روی سرریز V شکل و زیر دریاچه مستطیلی با انقباض مقطع را مطالعه نمودند (الحمید، ۱۹۹۶).

بررسی آبشستگی ناشی از جریان در سازه ترکیبی برای اولین بار در سال ۱۹۸۷ توسط اویماز در استانبول ترکیه صورت گرفت (اویماز، ۱۹۹۴). پس از سالها دهقانی و همکاران در سال ۲۰۰۹ به بررسی آزمایشگاهی حفره آبشستگی در پایین‌دست سازه ترکیبی پرداختند (دهقانی، ۲۰۰۹). که در آن حالات مختلفی مانند سرریز، دریاچه و ترکیب آن‌ها بررسی شده بود. همچنین شهابی و همکاران از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ دست به آزمایش‌هایی زدند که در آن اثرات مختلف هندسی و هیدرولیکی از جمله انقباض و اثر ارتفاع در حجم آبشستگی منظور شده بود (شهابی، ۱۳۹۰).

بغدادی و همکاران (۱۳۹۱) نتایج حاصل از بررسی آزمایشگاهی آبشستگی موضعی ناشی از جت‌های افقی مستغرق را با نتایج شبیه‌سازی عددی با مدل سه‌بعدی Flow-3D مقایسه کردند تا توان مدل عددی در این زمینه به آزمون گذاشته شود. پاشازاده و همکاران (۱۳۹۱) جریان همزمان خروجی از مدل ترکیبی سرریز- دریاچه دوزنقه‌ای در انتهای کانال باز با مقطع دایره‌ای با استفاده از نرم‌افزار Flow-3D شبیه‌سازی کردند. که نتایج آن نشان داد این نرم‌افزار مقدار نیمرخ سطح آب را در حالت بدون دخالت کشش سطحی با دقت خوب تخمین می‌زند.

اغلب این بررسی‌ها در شرایط آزمایشگاهی و با صرف هزینه صورت گرفته است ولی در بسیاری از موارد به دلیل عدم وجود امکانات آزمایشگاهی نیاز به استفاده از مدل‌های عددی و نرم‌افزارهای مربوطه می‌باشد که در تحقیق حاضر با توجه به در اختیار قرار گرفتن نتایج یک بررسی آزمایشگاهی، کاربرد نرم‌افزار HEC-RAS در بررسی اثر ارتفاع آب روی سازه ترکیبی سرریز- دریاچه مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق شبیه‌سازی تحقیق آزمایشگاهی با همین موضوع است که برای ساخت مدل، از کانال موجود در آزمایشگاه هیدرولیک گروه مهندسی آب دانشکده مهندسی آب و خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان استفاده شده است. مشخصات این فلوم شامل طول ۱۲ متر، عرض ۰/۶ متر و ارتفاع ۰/۶ متر می‌باشد. کف کانال به ارتفاع ۲۵ سانتیمتر از رسوبات یکنواخت با $D50 = 1/5 \text{ mm}$ و ضریب یکنواختی $1/18$ پوشانده شده است. دریاچه و سرریز ترکیبی در فاصله ۶/۴ متری از ابتدای کانال نصب شد.

شکل (۱) نمایی از تابلو برق ایستگاه پمپاژ، ورودی و خروجی مخزن زیرزمینی فلوم



مدلسازی

سیستم تحلیل رودخانه انجمن مهندسين ارتش آمريكا، نرم‌افزاريست كه به كاربر امكان انجام محاسبات هيدروليک رودخانه در حالت جريان ماندگار و غيرماندگار را مي‌دهد.

اولين نسخه اين نرم‌افزار در جولای ۱۹۹۵ عرضه شد. از آن زمان تاکنون چندین نسخه دیگر از این نرم‌افزار مشتمل بر نسخه‌های ۱.۱، ۱.۲، ۲، ۲.۱، ۲.۲، ۲.۲۱، ۳، ۳.۱، ۴، ۴.۰۱ و ۴.۱ عرضه شده است. از نظر رسوب در واقع تکمیل یافته مدل HEC-6 است. نسخه‌های اولیه این مدل که در سال ۱۹۹۸، ارائه شد فاقد توانایی در شبیه‌سازی انتقال و ته‌نشین شدن نبود، اما در حال حاضر این مدل عددی دارای چهار قابلیت شبیه‌سازی جريان ثابت، جريان متغير، کنترل کیفیت آب و انتقال رسوبات می‌باشد.

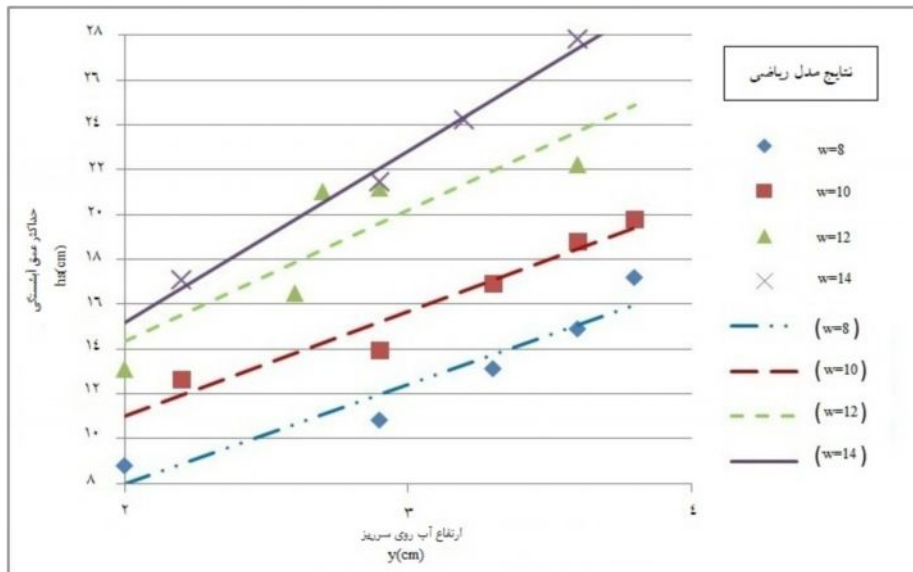
یکی از ویژگی‌های این مدل این است که از یک پوسته گرافیکی برای وارد کردن اطلاعات به مدل استفاده می‌شود و از طرفی نتایج حاصل از تحلیل نیز به صورت گرافیکی و با قابلیت‌های فراوان امکان نمایش دارند. از این رو استفاده از این مدل برای کاربران به نسبت دیگر مدل‌های عددی موجود راحت‌تر می‌باشد.

بخش انتقال رسوب این مدل برای شبیه‌سازی یک بعدی ته‌نشین شدن رسوب و یا فرسایش و آبخستگی بستر توسعه داده شده است. همچنین مزیتی که این نرم‌افزار نسبت به نرم‌افزار HEC-6 دارد، این است که قابلیت مدلسازی سیل‌های لحظه‌ای را نیز داراست. در واقع بخش رسوب نرم‌افزار HEC-RAS این قابلیت را دارد که با استفاده از ۴ روش، سرعت سقوط را محاسبه کند و در کنار آن از ۷ تابع انتقال رسوب برای تخمین میزان جابه‌جایی رسوب استفاده کند. قابل به ذکر است که معادله انرژی، معادله حرکت و پیوستگی رسوب از اصلی‌ترین مبانی مورد استفاده در HEC-RAS می‌باشند.

نتایج و بحث

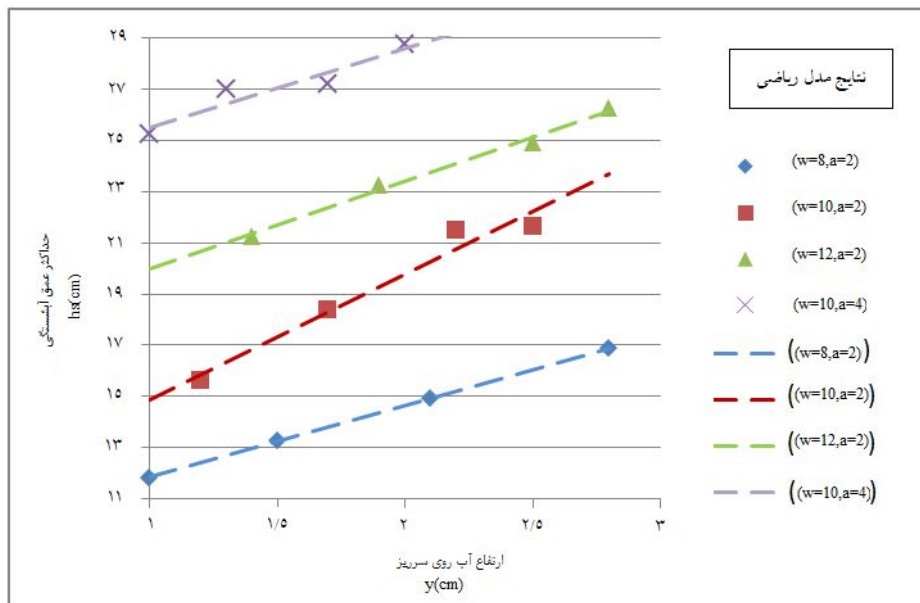
در حالت سرریز تنها می‌توان گفت با افزایش ارتفاع آب روی سازه حداکثر عمق آبخستگی به دلیل تمرکز و شدت بیشتر جت سرریز شده افزایش می‌یابد. شکل (۲) نشان می‌دهد که با افزایش آب روی سازه حداکثر عمق آبخستگی افزایش یافته است.

شکل (۲) مقادیر مختلف حداکثر عمق آبشستگی در برابر ارتفاع آب روی سرریزهای با ارتفاع متفاوت



نیز شکل (۳) نشان می‌دهد که در حالت سازه ترکیبی با افزایش آب روی سازه حداکثر عمق آبشستگی افزایش یافته است.

شکل (۳) تغییرات حداکثر عمق آبشستگی در برابر تغییرات ارتفاع آب روی سازه در سازه ترکیبی سرریز-دریچه



همانگونه که در شکل‌ها مشاهده می‌شود در تمام ارتفاع سرریزها در حالت سرریز تنها و در تمام بازشدگی دریچه و ارتفاع سرریزهای مختلف در حالت ترکیبی افزایش ارتفاع آب روی سرریز باعث افزایش حداکثر عمق آبشستگی می‌شود.

نتیجه گیری و پیشنهادات

- تمام خطوط نشان می‌دهند با افزایش ارتفاع آب روی سازه حداکثر عمق آبشستگی در پایین دست سازه در حالت سرریز تنها افزایش می‌یابد.
- در ارتفاع آب روی سازه ثابت در حالت سرریز تنها با افزایش ارتفاع سرریز حداکثر عمق آبشستگی زیاد می‌شود.
- با افزایش ارتفاع آب روی سازه حداکثر عمق آبشستگی در پایین دست سازه در حالت سازه ترکیبی سرریز- دریچه افزایش می‌یابد.
- با توجه به کاربرد فراوان سرریز و دریچه در سیستم انتقال آب در کشورمان و جهان می‌توان به جای صرف هزینه و وقت فراوان برای طراحی سازه‌های بلند، با ترکیب این دو علاوه بر کاهش ابعاد سازه ظرفیت عبور را افزایش و مشکل ترسیب رفع می‌شود.
- با توجه به اینکه مدل فیزیکی نسبت به مدل ریاضی هزینه و زمان بیشتری نیاز دارد، پیشنهاد می‌شود برای آزمایش‌های تکمیلی به جای استفاده از مدل فیزیکی از مدل ریاضی استفاده شود.

منابع

- ۱- بغدادی، ح.، ارشادی، س. و م. رستمی، ۱۳۹۱. بررسی و مقایسه طول حفره آبشستگی بین مدل‌های آزمایشگاهی و عددی، یازدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه ارومیه.
- ۲- پاشازاده، م.، حیدرپور، م.، سقائیان‌نژاد، ح. و م.م. قره‌داغی، ۱۳۹۱. شبیه‌سازی جریان عبوری از مدل ترکیبی سرریز- دریچه دوزنقه‌ای لبه‌تیز در انتهای کانال دایره‌ای با استفاده از نرم‌افزار Flow 3D، یازدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه ارومیه.
- ۳- شهابی، م.، طالب‌بیدختی، ن.، دهقانی، ا.ا.، تلوری، ع. و غ.ر. رخشنده‌رو، ۱۳۹۰. بررسی اثر ارتفاع آب روی سرریز بر حفره آبشستگی پایین دست سازه ترکیبی سرریز- دریچه، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب. دانشگاه امیرکبیر، تهران.
- 4- Ahmed, F.H., 1985. Characteristics of Discharge of the Combined Flow Through Sluice Gate and Over Weirs, Journal Engineering and Technology, Iraq., Vol. 3, No. 2, pp. 49-63.
- 5- Alhamid, A.A., Husain, D. and A.M. Negm, 1996. Discharge Equation for Combined Flow Over Rectangular Weirs and Below Inverted Triangular. Weirs Persian Gulf Journal for Scientific Research. Riyadh. Saudi Arabia. Vol. 14. No.3. pp: 595-607.
- 6- Uyumaz, A., 1985. Scour downstream of vertical gate, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 114, No. 7, pp. 22636.
- 7- Dehghani, A.A., Bashiri, H., 2009. Experimental investigation of scouring in downstream of combined flow over weirs and below gates, 33rd IAHR Conference, Canada. 978-94-90365-01-1.