



ISSN 2251-7480

تعیین موقعیت بهینه شکاف در صفحه مستغرق مثلثی متصل به ساحل در قوس ۹۰ درجه

فرشید امیرسالاری میمنی^{۱*}، محمود شفاعی بجزستان^۲ و محسن درستی^۳

^{۱*} کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
* نویسنده مسئول مکاتبات: farshidamirsalari@yahoo.com

^۲ استاد گروه سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۳ کارشناسی ارشد سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۱۹

چکیده

بر حسب شرایط هر رودخانه، روش‌های مختلفی جهت حفاظت از دیواره فرسایش‌پذیر رودخانه‌ها استفاده می‌گردد. یکی از این روش‌ها، استفاده از سازه‌های حفاظت از سواحل از جمله صفحات مستغرق می‌باشد. مشکل اصلی این سازه‌ها مربوط به آبستنگی موضعی حول دماغه سازه است. ایجاد شکاف در سازه، یکی از روش‌های مؤثر جهت اصلاح الگوی جریان اطراف سازه می‌باشد. در تحقیق حاضر شکافی مستطیلی (با ابعاد ثابت) در سه موقعیت مختلف از صفحه مثلثی متصل به ساحل ایجاد گردیده است، بدین صورت که شکاف، در صفحه اول موازی با وتر صفحه، در صفحه دوم موازی با قاعده و در صفحه سوم موازی با ضلع قائم صفحه مثلثی می‌باشد. هدف تحقیق تعیین مناسب‌ترین موقعیت قرارگیری شکاف، با ابعاد تعریف شده، می‌باشد. آزمایش‌ها در حالت تک صفحه و در شرایط هیدرولیکی مختلف (در شرایط آب زلال) صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که صفحه اول (با شکاف وتری) بهترین عملکرد را در کاهش حجم، طول و عرض آبستنگی داشته است. همچنین بیشینه عمق آبستنگی در این صفحه (به‌طور میانگین) به مقدار ۳۵ و ۱۳ درصد به ترتیب نسبت به دو صفحه دیگر (صفحات با شکاف عمودی و افقی) کمتر بوده است.

کلید واژه‌ها: آبستنگی موضعی؛ صفحات مستغرق؛ قوس ۹۰ درجه؛ موقعیت شکاف

مقدمه

بیرونی جلوگیری می‌شود (بی‌نام، ۱۳۸۴). آبشکن‌ها از جمله سازه‌های پرکاربرد در حفاظت از سواحل رودخانه‌ها می‌باشند. اما از طرفی وجود این سازه در مسیر جریان باعث ایجاد جریان آشفته چرخشی و گردابی در اطراف آن گردیده و این فرآیند، آبستنگی موضعی حول دماغه آبشکن را به همراه خواهد داشت. بنابراین باید آبشکن‌ها به‌گونه‌ای اصلاح و طراحی گردند که آبستنگی حول دماغه این سازه به حدی کاهش یابد که قادر به تخریب سازه نباشد. صفحات متصل به ساحل از جمله سازه‌های زیست‌محیطی هستند که عمدتاً برای کنترل فرسایش

فرسایش دیواره رودخانه‌ها همواره چالشی برای پژوهشگران این علم بوده است. به‌منظور کنترل و کاهش فرسایش سواحل و جلوگیری از مهاجرت جانبی رودخانه‌ها از روشهای حفاظت مستقیم (شامل احداث پوشش‌ها، دیوارهای حائل، پوشش‌های گیاهی و غیره) و غیر مستقیم استفاده می‌شود (بی‌نام، ۱۳۸۳). در روش حفاظت غیر مستقیم، جریان فرساینده توسط سازه‌های اصلاح کننده الگوی جریان از ساحل بیرونی به طرف میانه رودخانه منحرف می‌گردد و بدین طریق از فرسایش ساحل

سواحل، انحراف جریان از سواحل به طرف مرکز مجرا، بهتر شدن وضعیت انتقال رسوب، توسعه رودخانه جهت قایق‌رانی و ترمیم و توسعه زیستگاه آبزیان رودخانه استفاده می‌شوند (بهرامی یاراحمدی، ۱۳۹۳).

در تحقیقات انجام شده بر روی صفحات مثلثی، Bhuiyan و همکاران (۲۰۱۰) با به‌کار بردن تک صفحه مثلثی با زاویه ۲۰ و ۳۰ درجه در فلوم سینوسی نتیجه گرفتند که صفحات، عمق آبشستگی کمتری نسبت به آبشکن‌ها ایجاد می‌کنند و وقتی یک گروه از صفحات به ساحل نصب گردند، چاله فرسایشی در بستر ساحل بیرونی پر می‌گردد و خط القعر به طرف مرکز رودخانه انتقال داده می‌شود. عزیزی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تأثیر شکل صفحه مستغرق بر آبشستگی موضعی و الگوی رسوب‌گذاری در کانال‌های آبرفتی تحقیقاتی را انجام داده‌اند که نتایج ایشان نشان می‌دهد هرچه هندسه صفحه به شکل مثلثی متمایل‌تر باشد، بیش‌ترین کاهش عمق آبشستگی در لبه صفحات اتفاق خواهد افتاد. همچنین نتایج تحقیقات بدری و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد که بیشینه عمق آبشستگی حول صفحات مثلثی ۸۰ درصد کمتر از صفحات مستطیلی می‌باشد. به‌طور کل عملکرد صفحات مستغرق مثلثی به‌نحوی است که از تراز دشت سیلابی در ساحل تا بستر رودخانه شبیدار هستند، به‌گونه‌ای که نوک آنها حتی برای جریان‌های کم نیز مستغرق می‌باشند. بهرامی یاراحمدی و شفاعی بجستان (۱۳۹۳) با بررسی تغییرات توپوگرافی بستر حول صفحه مستغرق مثلثی در خم ۹۰ درجه دریافتند که در محل پنجه صفحه، چاله آبشستگی تشکیل می‌گردد و نیز با افزایش زاویه تک صفحه حجم آبشستگی افزایش می‌یابد، از طرفی نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که حداکثر عمق آبشستگی در طول مؤثر یک پنجم عرض فلوم به ازای اعداد فرود مختلف، نسبت به حداکثر عمق آبشستگی در طول مؤثر یک سوم عرض فلوم، کاهش پیدا کرد.

از جمله روش‌های اصلاح الگوی جریان اطراف سازه‌ها ایجاد شکاف می‌باشد. با توجه به اینکه اثر شکاف برای اولین بار توسط Chiew (۱۹۹۲) در پایه‌های پل استفاده گردید، ایشان اثر اصلی شکاف را در کاهش گرادیان فشار بین سطح آب و بستر و نیز کاهش شدت جریان از طریق منحرف کردن جریان پایین رونده دانسته است. نتایج تحقیقات Kumar (۱۹۹۶) بر روی پایه‌های پل نشان می‌دهد توسعه شکاف به تراز پایین‌تر از بستر، نسبت به زمانی که شکاف تا سطح بستر ادامه دارد، باعث کاهش بیش‌تر آبشستگی می‌گردد. عبدا...پور و همکاران (۱۳۹۲) با ایجاد شکاف در آبشکن با دیواره عمودی دریافتند که ایجاد شکاف باعث کاهش عمق و ابعاد حفره آبشستگی خواهد شد. حسینی (۱۳۹۴) در مطالعه‌ی اثر شکاف در کاهش آبشستگی سری صفحات مثلثی مستغرق متصل به ساحل در مسیر مستقیم، شکاف‌هایی به طول ۱۱، ۱۹ و ۲۷ سانتی‌متر و فاصله‌ی شکاف از دماغه ۱/۵، ۲/۵ و ۳ سانتی‌متر، در موقعیت موازی با وتر صفحه، ایجاد کردند. آزمایش‌ها در شرایط آب زلال و تحت شرایط هیدرولیکی متفاوت (اعدا فرود ۰/۱۸، ۰/۲، ۰/۲۲ و ۰/۲۴) صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که هرچه طول شکاف نسبت به تراز بستر و فاصله‌ی شکاف از دماغه‌ی صفحه بیش‌تر باشد عمق آبشستگی بیش‌تر کاهش می‌یابد. بدین معنی که صفحات با طول شکاف برابر با ۲۷ سانتی‌متر و فاصله‌ی شکاف برابر با ۳ سانتی‌متر از دماغه‌ی صفحه، نسبت به بقیه‌ی صفحات عملکرد بهتری داشتند. بررسی‌های مربوط به شکاف‌های ایجاد شده در آبشکن‌ها حاکی از نقش مؤثر شکاف در کاهش بیشینه عمق آبشستگی حول دماغه آبشکن‌ها می‌باشد. بنابراین و با توجه به کم بودن تحقیقات صورت گرفته در زمینه بررسی شکاف در سازه‌های حفاظتی (حفاظت سواحل و دیواره رودخانه‌ها)، در تحقیق حاضر، شکافی با ابعاد مشخص و ثابت، اما در موقعیت‌های متفاوت در صفحه مستغرق مثلثی متصل به ساحل در قوس ۹۰ درجه، ایجاد گردید و هدف تحقیق،

صفحات (فاصله‌ی نوک دماغه سازه تا ساحل بیرونی) برابر با ۲۰ درصد عرض فلوم در نظر گرفته شده است (بهرامی یاراحمدی، ۱۳۹۳). عمق آب ثابت و برابر با ۱۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شده و همواره در طول آزمایش‌ها، سطح آب، مماس بر تاج صفحه بوده است به‌طوری‌که صفحه کاملاً مستغرق و دارای ارتفاع مؤثر (بخشی از سازه که خارج از بستر رسوبی و در مسیر جریان قرار گرفته است) برابر با عمق آب یعنی ۱۴ سانتی‌متر بوده است (شکل ۲). قابل ذکر است که تنظیم دقیق سطح آب از طریق دریچه کشویی موجود در پایین دست فلوم صورت گرفته است. از دبی‌سنج آلتراسونیک (Flow Ultrasonic meter با دقت ± 1 میزان قرائت شده) تعبیه شده در لوله‌ی اصلی تأمین آب ورودی به فلوم، جهت اندازه‌گیری دبی جریان و از ارابه‌ی تسطیح‌کننده با قابلیت جابجایی در عرض فلوم، جهت تسطیح رسوبات پس از هر آزمایش، استفاده گردیده است.

صفحات مثلثی استفاده شده در این تحقیق از جنس پلکسی گلاس با ضخامت ۴ میلی‌متر می‌باشد. در راستای هدف تحقیق شکافی با ابعاد مشخص و ثابت در سه موقعیت متفاوت از صفحه مثلثی ایجاد گردیده، بدین صورت که شکاف در صفحه اول موازی با وتر صفحه مثلثی، در صفحه دوم موازی با قاعده صفحه مثلثی و در صفحه سوم موازی با ضلع قائم صفحه، بوده است (شکل ۲).

تعیین موقعیت بهینه قرارگیری شکاف با ابعاد تعریف شده در این صفحات می‌باشد.

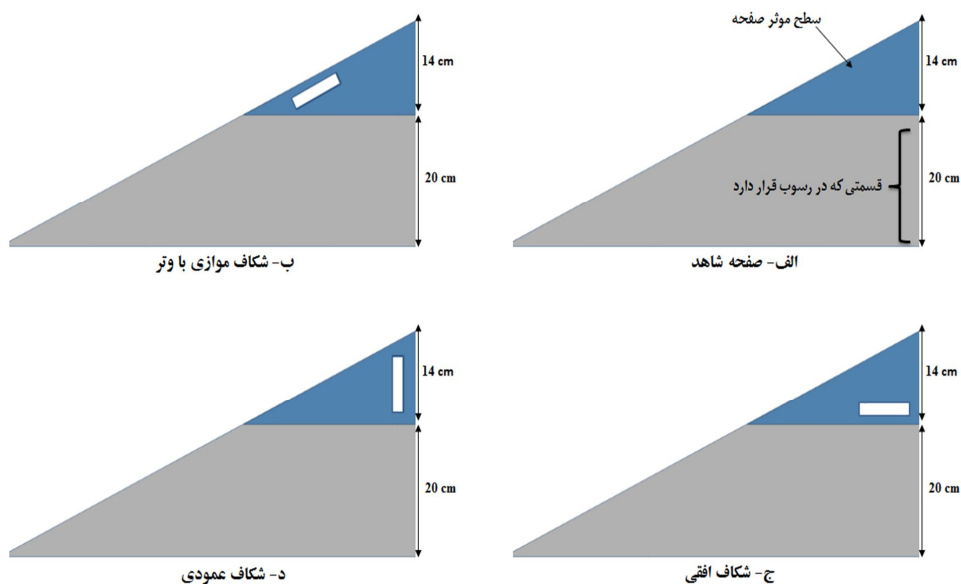
مواد و روش‌ها

کلیه‌ی بررسی‌های آزمایشگاهی این تحقیق در آزمایشگاه هیدرولیک دانشکده‌ی مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز صورت گرفته است. فلوم مورد استفاده در این تحقیق یک قوس ۹۰ درجه ملایم ($\frac{R}{B} = 4$ ، شعاع قوس و B: عرض فلوم) به شعاع ۳ متر و عرض ۰/۷ متر می‌باشد که بستر آن با رسوبات یکنواخت ($D_{50} = 1.5$ mm) و با عمق ۲۰ سانتی‌متر از کف فلوم پوشانده شده است. مسیر مستقیم ورودی فلوم ۵ متر و مسیر مستقیم خروجی ۳ متر می‌باشد.

مخزن آرام‌کننده‌ی جریان به طول ۱/۵ m در ابتدای فلوم جهت کنترل جریان و جلوگیری از ایجاد جریان آشفته تعبیه گردیده است. علاوه بر این دیواره‌های این مخزن به صورت انحنادار ساخته شده تا جریان در هنگام ورود به فلوم دارای کمترین آشفتگی باشد. در تمامی آزمایش‌ها از تک صفحه استفاده گردیده و تک صفحات در موقعیت ۷۲ درجه از قوس فلوم با زاویه ثابت ۳۰ درجه نسبت به دیواره فلوم جانمایی شده‌اند. زاویه‌ی ۳۰ درجه، نسبت به بقیه زوایا، زاویه‌ی بهینه‌ای برای صفحات مستغرق مثلثی بوده است، به همین دلیل زاویه‌ی مبنا در تحقیق حاضر جهت تعیین بهترین موقعیت شکاف، زاویه‌ی ۳۰ درجه در نظر گرفته شده است (Bhuiyan et al., 2010). بهرامی یاراحمدی و شفاعی بجزستان، ۱۳۹۳). طول مؤثر



شکل ۱. نمایی از فلوم آزمایشگاهی مورد استفاده



شکل ۲. موقعیت‌های مختلف قرارگیری شکاف در صفحه مثلثی

با توجه به اینکه در تحقیق حاضر تغییراتی در طراحی صفحه مستغرق مثلثی ایجاد گردیده (ایجاد شکاف در صفحه) و صرفاً بررسی آبستگي موضعی ناشی از سازه مدنظر می‌باشد، شرایط هیدرولیکی جریان به‌گونه‌ای تعریف شده است که شرایط آب زلال بر آزمایش‌ها حاکم باشد. بنابراین آزمایش‌ها در اعداد فرود ۰/۲۸۷، ۰/۳۰۴ و ۰/۳۲۲ (به ترتیب دبی‌های ۳۳، ۳۵ و ۳۷ لیتر بر ثانیه) صورت پذیرفته است. مدت زمان هر آزمایش ۳ ساعت در نظر گرفته شده و در پایان هر آزمایش، درجه انتهایی به‌طور کامل بسته شده است و زهکشی فلوم به مدت ۱ ساعت (از طریق شیر زهکشی تعبیه شده در زیر فلوم) صورت پذیرفته است، تا بدین ترتیب از آبستگي کاذب جلوگیری گردد و فرم بستر بصورت کاملاً طبیعی باقی بماند و پس از آن توپوگرافی بستر، جهت تحلیل نتایج، با استفاده از یک دستگاه متر لیزری (مدل Bosh GLM 30) برداشت گردید.

نتایج و بحث

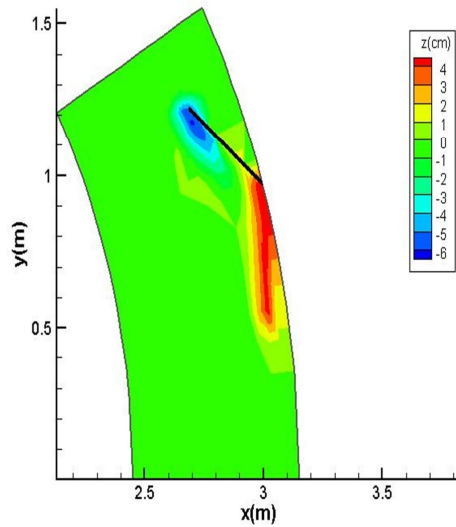
با استفاده از داده‌های برداشت شده مربوط به توپوگرافی بستر در هر آزمایش، تصاویر مربوط به توپوگرافی حول هر صفحه، توسط نرم افزار Tecplot

با توجه به اینکه صفحه مثلثی است و به دلیل توزیع قائم سرعت در مجاری باز، بخش بالایی صفحه در معرض بیش‌ترین سرعت جریان قرار دارد. در بخش بالایی صفحه انرژی جنبشی به فشاری تبدیل می‌شود و باعث تشکیل مولفه عمودی رو به پایین شده و گردابه‌های حلزونی بالادست صفحه به سمت راس صفحه تشکیل می‌گردد. از این رو فرضیه این تحقیق بر این بوده که با ایجاد شکاف، قدرت مولفه رو به پایین و در نتیجه قدرت گردابه‌های حلزونی تضعیف شده و باعث کاهش آبستگي می‌شود. اینکه موقعیت شکاف دقیقاً در راس صفحه مثلثی کجا باشد هدف اصلی این تحقیق می‌باشد.

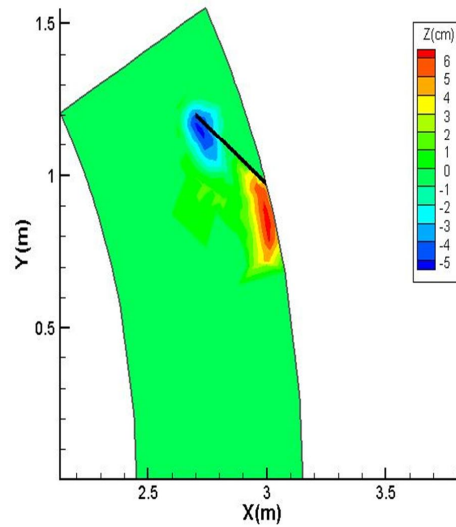
شکاف ایجاد شده در صفحات، شکافی مستطیلی با مساحتی برابر با ۱۰ درصد سطح مؤثر صفحه (درصد بازشدگی = ۱۰ درصد سطح مؤثر صفحه) و نسبت طول به عرض شکاف برابر با ۴ ($\frac{b}{a} = 4$) می‌باشد. در تحقیقات صورت گرفته در گذشته بر روی تعیین ابعاد شکاف در پایه‌های پل از جمله chiew (۱۹۹۲)، نسبت بهینه‌ی ابعاد شکاف مستطیلی ایجاد شده در پایه‌های پل ۴ بر ۱ بوده است و سطح مؤثر شکاف به‌طور تقریبی بین ۵ تا ۱۵ درصد سطح تصویر شده‌ی پایه‌های پل متغیر بوده است.

توپوگرافی بستر و پروفیل عرضی صفحات، در شرایط هیدرولیکی مختلف دارای روند مشابهی بوده است، بنابراین تصاویر مربوط به فرآیند آبشستگی و رسوبگذاری (تصاویر مربوط به تغییرات توپوگرافی و تصویر پروفیل عرضی) تنها در یکی از اعداد فرود به‌عنوان نمونه آورده شده است.

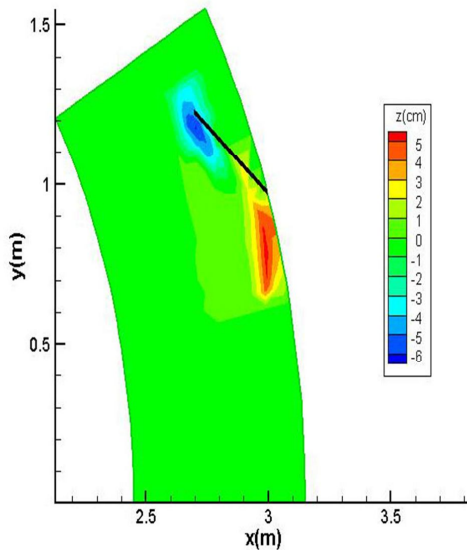
ترسیم گردید (شکل ۳). این تصاویر حاوی اطلاعاتی از قبیل بیشینه عمق آبشستگی حول دماغه صفحات، بیشینه ارتفاع پشته‌گذاری و همچنین نشان دهنده‌ی محدوده‌ی آبشستگی حول دماغه تک صفحه‌ها در آزمایش‌های مختلف می‌باشد. لازم به ذکر است با توجه به اینکه تغییرات مربوط به



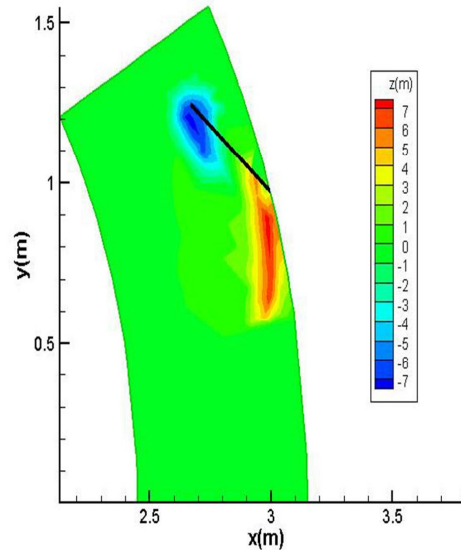
ب- صفحه با شکاف و تری



الف- صفحه بدون شکاف



د- صفحه با شکاف عمودی



ج- صفحه با شکاف افقی

شکل ۳. توپوگرافی بستر حول صفحات مختلف در عدد فرود ۰/۳۰۴

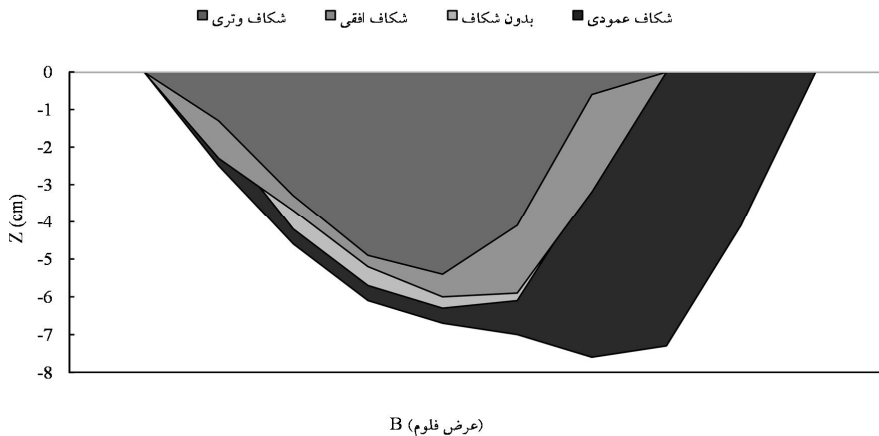
که این امر منجر به تثبیت هرچه بیشتر ساحل بیرونی توسط صفحه با شکاف و تری خواهد شد.

در شکل ۴ پروفیل عرضی مقطع بیشینه عمق آبشستگی، در عدد فرود ۰/۳۰۴ ترسیم گردیده است.

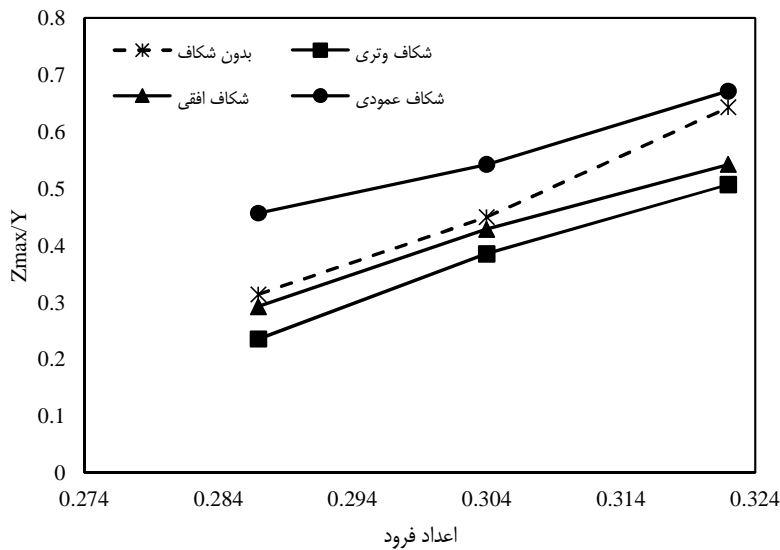
شکل ۴ نشان می‌دهد که بیش‌ترین تغییرات عرضی آبشستگی (آبشستگی در عرض فلوم) و نیز بیش‌ترین حجم آبشستگی در این مقطع، به ترتیب در صفحات با شکاف عمودی، صفحه بدون شکاف، صفحه با شکاف افقی و نهایتاً در صفحه با شکاف و تری اتفاق افتاده است. از دیگر نکات قابل توجه در شکل ۴ این است که چاله آبشستگی در صفحات با شکاف افقی، بدون شکاف و شکاف عمودی نسبت به صفحه با شکاف و تری به ساحل بیرونی نزدیکتر است اگرچه بیشینه عمق آبشستگی در این صفحات در فاصله‌ی دورتری (نسبت به صفحه با شکاف و تری) از ساحل بیرونی تشکیل گردیده است.

علاوه بر طول و عرض آبشستگی، یکی از پارامترهای مهم در پایداری صفحات و آبشکن‌ها، بیشینه عمق آبشستگی حول دماغه سازه می‌باشد. نمودار شکل ۵ جهت بررسی بیشینه عمق آبشستگی حول دماغه صفحات در شرایط هیدرولیکی مختلف ترسیم گردیده است. محور عمودی این نمودار بیان‌گر بیشینه عمق آبشستگی نسبی (نسبت بیشینه عمق آبشستگی Z_{max} به عمق جریان (Y)) و محور افقی مربوط به شرایط هیدرولیکی جریان می‌باشد.

تصاویر شکل ۳ نشان می‌دهد که بیش‌ترین تغییرات در توپوگرافی بستر حول سازه به ترتیب اطراف صفحه بدون شکاف، شکاف عمودی، شکاف افقی و شکاف و تری اتفاق افتاده است. بر اساس محاسبات به طور میانگین در شرایط هیدرولیکی مختلف، در صفحه شاهد، ۲۰ درجه از بازه‌ی قوس ۹۰ درجه، دچار تغییرات ناشی از آبشستگی و پشته‌گذاری شده است، در صفحه با شکاف عمودی ۱۸ درجه، در صفحه با شکاف افقی ۱۷ درجه و نهایتاً در صفحه با شکاف و تری ۱۴ درجه از بازه‌ی قوس دچار تغییرات گردیده است. مشاهده این روند نشان می‌دهد که ایجاد شکاف در هر سه موقعیت، باعث شده است که محدوده‌ی کمتری از بستر قوس در اطراف سازه، در اثر شرایط هیدرولیکی جریان، دچار تغییرات گردد و همچنین اینکه، شکاف و تری به میزان قابل توجهی نسبت به بقیه صفحات باعث کاهش این محدوده شده است. شکل ۳ همچنین نشان می‌دهد که چاله‌ی آبشستگی در تمامی صفحات معطوف به حول دماغه سازه بوده است و بیشینه عمق آبشستگی در قسمت پایین دست صفحه رخ داده است. پشته‌ی حاصل از رسوبگذاری در صفحات بدون شکاف، شکاف افقی و شکاف و تری در قسمت انتهایی از ساحل بیرونی جدا شده است، در حالیکه در صفحه با شکاف و تری، پشته کاملاً به ساحل بیرونی چسبیده است



شکل ۴. پروفیل عرضی صفحات در مقطع بیشینه عمق آبشستگی - عدد فرود ۰/۳۰۴



شکل ۵. بیشینه عمق آبستگي نسبي در صفحات و شرايط هيدروليكي مختلف

مناسب‌ترین موقعیت قرارگیری شکاف با ابعاد تعریف شده، در کاهش بیشینه عمق آبستگي مربوط به شکاف وتری می‌باشد. نمودار شکل ۵ همچنین نشان می‌دهد که بیشینه عمق آبستگي در تمامی صفحات با افزایش عدد فرود جریان، افزایش یافته است.

بررسی نتایج تا اینجا نشان می‌دهد که صفحه با شکاف وتری، نسبت به دو صفحه دیگر یعنی صفحه با شکاف عمودی و صفحه با شکاف افقی، از لحاظ کاهش حجم، وسعت و بیشینه عمق آبستگي حول دماغه، قطعاً عملکرد بهتری داشته است. از آنجایی که تمامی صفحات به صورت دافع جانمایی شده‌اند، جریان آب پس از برخورد با سازه، متوقف گردیده و تحت تاثیر فشار جریان آب و دیواره، حرکت به سمت دماغه صفحه را آغاز می‌نماید. به دلیل شکل مثلثی صفحه، بخشی از جریان نزدیک شونده به دماغه از روی تاج سازه به سمت پایین دست حرکت می‌کند اما لایه‌های پایین‌تر جریان (نزدیک بستر) جهت منتقل شدن به پایین دست، مسیری جز چرخش به دور دماغه ندارند، که این فرآیند باعث ایجاد جریان چرخشی حول دماغه و گردابه‌های دنباله‌دار و سرانجام تشکیل آبستگي حول دماغه صفحه و پشته‌گذاری در پایین دست

اولین و مهم‌ترین نکته قابل برداشت از نمودار شکل ۵ این است که نشان می‌دهد بیشینه عمق آبستگي حول دماغه صفحه، در شرایط هیدروليكي مختلف، در صفحه با شکاف وتری دارای کم‌ترین مقدار و در صفحه با شکاف عمودی دارای بیش‌ترین مقدار بوده است. این موضوع بیان‌گر اهمیت موقعیت قرارگیری یک شکاف (با ابعاد ثابت) در موقعیت‌های مختلف از یک صفحه می‌باشد، چراکه مشاهده گردید در شرایط هیدروليكي مختلف، شکاف عمودی ایجاد شده در صفحه، نه تنها باعث بهبود الگوی جریان اطراف صفحه نشده است، بلکه دارای بیشینه عمق آبستگي بیش‌تری نسبت به صفحه شاهد نیز می‌باشد. اما شکاف‌های وتری و افقی باعث کاهش بیشینه عمق آبستگي حول دماغه صفحه (نسبت به صفحه شاهد) گردیده‌اند. بیشینه عمق آبستگي، در صفحه با شکاف وتری در اعداد فرود ۰/۲۸۷، ۰/۳۰۴ و ۰/۳۲۲ به ترتیب ۴۹، ۲۹ و ۲۵ درصد کمتر از بیشینه عمق آبستگي در صفحه با شکاف عمودی و ۲۰، ۱۲ و ۷ درصد کمتر از صفحه با شکاف افقی بوده است. این مقدار نسبت به صفحه بدون شکاف برابر با ۲۳، ۱۳ و ۲۴ درصد بوده است (امیرسالاری میمنی، ۱۳۹۵). بنابراین،

صفحه می‌گردد. Kumar (۱۹۹۶) علت کاهش آبشستگی پایه‌های پل از طریق ایجاد شکاف را مربوط به انحراف جریان پایین رونده (به‌عنوان عامل آبشستگی) از طریق شکاف، می‌داند. در اینجا نیز نقش اصلی شکاف در این صفحات را می‌توان در منحرف کردن جریان بازگشتی به سمت دماغه صفحه، دانست. چراکه مشاهده می‌گردد که شکاف وتری به دلیل موقعیت بهتر قرارگیری در صفحه، از طریق منحرف کردن بخش بیش‌تری از جریان نزدیک شونده به دماغه صفحه، به میزان قابل توجهی باعث کاهش حجم، وسعت و بیشینه عمق آبشستگی حول دماغه صفحه، نسبت به دو شکاف دیگر شده است و در مقابل، در صفحات با شکاف عمودی و افقی بدلیل نقش کمتر این شکاف‌ها در انحراف جریان نزدیک شونده به دماغه، حجم، وسعت و بیشینه عمق آبشستگی بیش‌تری نسبت به شکاف وتری اتفاق افتاده است.

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر شکافی مستطیلی در سه موقعیت مختلف در صفحه مستغرق مثلثی ایجاد و اثر هر شکاف بر توپوگرافی بستر بررسی گردید. بررسی‌ها نشان داد که شکاف‌های وتری، افقی و عمودی باعث کاهش محدوددهی

طولی آبشستگی و پشته‌گذاری (در طول فلوم قوسی) نسبت به صفحه شاهد شده‌اند که بیش‌ترین میزان کاهش طولی آبشستگی و پشته‌گذاری از طریق شکاف وتری، اتفاق افتاده است. بیش‌ترین و کمترین عرض آبشستگی به‌ترتیب در صفحات با شکاف عمودی و شکاف وتری رخ داده است. نتیجه‌ی مهم دیگر مربوط به بیشینه عمق آبشستگی می‌باشد که بررسی‌ها نشان داد شکاف افقی و وتری باعث کاهش بیشینه عمق آبشستگی نسبت به صفحه شاهد گردیده‌اند درحالی‌که که شکاف عمودی باعث افزایش این پارامتر شده است. در پایان با مقایسه عملکرد شکاف‌ها در موقعیت‌های مختلف از صفحه، بر روی ابعاد مهم چاله‌ی آبشستگی (طول، عرض و بیشینه عمق آبشستگی)، می‌توان عنوان کرد که شکاف وتری نسبت به دو شکاف دیگر بهترین عملکرد را در بهبود الگوی جریان اطراف صفحه داشته است.

سپاسگزاری

هزینه این پژوهش از محل پژوهانه نویسنده دوم تأمین گردیده است، بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز تقدیر می‌گردد.

فهرست منابع

- امیرسالاری میمنی، ف. ۱۳۹۵. اثر زاویه قرارگیری صفحات مثلثی شکاف‌دار متصل به ساحل بر روی تغییرات توپوگرافی بستر در قوس ۹۰ درجه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۴۶ صفحه.
- بدری، پ.، شفاعی بجستان، م.، کاشفی پور، م. و بهرامی یاراحمدی، م. ۱۳۹۵. بررسی آزمایشگاهی توپوگرافی بستر رسوبی در خم ۹۰ درجه ملایم در حضور صفحات مثلثی متصل به ساحل. مجله علوم و مهندسی آبیاری، ۳۹(۱): ۵۴-۴۶.
- بهرامی یاراحمدی، م. و شفاعی بجستان، م. ۱۳۹۳. تغییرات توپوگرافی بستر در قوس ۹۰ درجه با نصب آبشکن مثلثی شکل. مجله علمی پژوهشی عمران مدرس، ۱۴(۳): ۲۰۳-۱۶۵.
- بهرامی یاراحمدی، م. ۱۳۹۳. بررسی آزمایشگاهی ترکیب صفحات متصل به ساحل و تیغه افقی بر تغییرات توپوگرافی بستر در قوس ۹۰ درجه. پایان نامه دکتری. دانشکده مهندسی علوم آب. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۵۲ صفحه.
- بی‌نام. ۱۳۸۳. راهنمای مهار فرسایش و حفاظت رودخانه‌ها. نشریه‌ی شماره‌ی ۱۴۹. وزارت نیرو. شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران.
- بی‌نام. ۱۳۸۴. راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری پوشش‌ها در کارهای مهندسی رودخانه. نشریه‌ی شماره‌ی ۳۳۲. وزارت نیرو. سازمان مدیریت منابع آب ایران.
- حسینی، م. ۱۳۹۴. تاثیر موقعیت شکاف در کاهش آبشستگی صفحه مثلثی مستغرق متصل به ساحل. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی علوم آب. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۴۶ صفحه.

عبدا...پور، م، حسن پور، ن، خسروی نیا، پ. و حسین زاده دلیر، ع. ۱۳۹۲. اثر شکاف در کاهش آبشستگی آبشکن با دیواره عمودی. نشریه دانش آب و خاک، ۲۳(۳): ۲۰۶-۱۹۳.

عزیزی، ر، شفاعی بجستان، م، قمشی، م. و موسوی جهرمی، ح. ۱۳۹۱. تأثیر شکل صفحه مستغرق بر آبشستگی موضعی و الگوی رسوبگذاری در کانالهای آبرفتی. نشریه دانش آب و خاک، ۲۲(۲): ۶۸-۷۸.

Bhuiyan, F., Hey, R. D. and Wormleaton, P. R. 2010. Bank-Attached Vanes for Bank Erosion Control and Restoration of River Meanders. *Journal of Hydraulic Engineering*, 136(9): 583-596.

Chiew, Y. M. 1992. Scour Protection at Bridge Piers. *Journal of Hydraulic Engineering*. ASCE, 118(9):1260-1269.

Kumar, V. 1996. Reduction of scour around bridge piers using protection devices. PhD Thesis. University of Rookie. India.



ISSN 2251-7480

Determination of slot optimal location at bank attached triangular submerged vane in the 90 degree bend

Farshid Amirsalari Meymani^{1*}, Mahmood Shafai Bajestan² and Mohsen dorosti³

1*) Master Student, Department of Water Science Engineering, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran

*Corresponding author email: farshidamirsalari@yahoo.com

2) Professor, Department of Water Science Engineering, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran

3) Master Student, Department of Water Science Engineering, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran

Received: 24-01-2017

Accepted: 06-09-2017

Abstract

According to the conditions of any river, different methods are used to protect of erodible rivers bank. One of these methods is the use of banks protection structures such as submerged vanes. The main problem of these structures is to local scour of around the nose structure. One of the effective methods of flow pattern improvement around the structures is creating slot in structure. In this study, has been created rectangular slot (with fixed dimensions) in three different positions in bank attached triangular vane, this means that the slot is parallel to the chord in first vane, parallel to the base in second vane and parallel to the vertical side of triangular vane in third vane. The research aim is to determine the slot optimal location, with defined dimensions. Experiments were conducted in the single-vane posture and under different hydraulic conditions (clear water condition). Results showed that the first vane (slot is parallel to the chord) had the best performance to reduction of volume, Length and width of scouring. Also, the maximum scour depth in this vane was 35% and 13% less than two other vanes that slot is parallel to the base and parallel to the vertical side, respectively.

Keywords: local scouring, submerged vanes, 90 degree bend, slot location