

مطالعه آزمایشگاهی تأثیر مشخصات هندسی آبشکن‌های نفوذپذیر مستقیم و T شکل بر آبشستگی اطراف آن‌ها

علی‌اکبر عباسی^۱، محمد ملک‌نژاد یزدی^۲

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۵/۲۲

تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۹/۰۲

چکیده

از جمله روش‌های متداول کنترل فرسایش کناری رودخانه‌ها، استفاده از آبشکن‌های نفوذناپذیر می‌باشد که در صورت طراحی و اجرای صحیح، علاوه بر کنترل فرسایش کناری، منجر به بازیابی و احیای اراضی با ارزش حاشیه رودخانه‌ها می‌شود. آبشستگی موضعی دماغه آبشکن، یکی از مسائل در طراحی این سازه‌ها می‌باشد که به علت تنگ‌شدگی مقطع جریان و وجود گردابه‌های قوی اتفاق می‌افتد. از شاخص‌های مهم در تعیین مشخصات حفره آبشستگی، حداکثر عمق آبشستگی می‌باشد. در این پژوهش، با استفاده از فلوم آزمایشگاهی به طول ۱۸ متر، عرض ۱/۵ و عمق ۰/۸ متر، تأثیر مشخصات هندسی آبشکن‌ها بر آبشستگی موضعی دماغه مورد بررسی قرار گرفت. آبشکن‌ها از جنس توری سنگ (گابیون)، از نوع غیر مستغرق و عمود بر دیواره فلوم ساخته شد. آبشکن‌های مورد استفاده در دو نوع مستقیم و T شکل با ۲۰ و ۳۰ درصد تنگ‌شدگی کانال (دو طول آبشکن) بوده و آزمایش‌ها در چهار نسبت فاصله به طول در بستری با مصالح و شیب ثابت و استفاده از سه مقدار دبی انجام شد. نتایج نشان داد، در آبشکن‌های مستقیم، نسبت فاصله به طول سه و در آبشکن‌های T شکل، نسبت فاصله به طول چهار می‌تواند به عنوان نسبت‌های مناسب پیشنهاد شود. همچنین، استفاده از آبشکن T شکل، به لحاظ داشتن عمق آبشستگی کمتر دماغه و پایداری سازه بر آبشکن مستقیم ارجحیت دارد.

واژه‌های کلیدی: آبشکن گابیونی، آبشستگی موضعی، حفاظت دیواره رودخانه، مهندسی رودخانه.

^۱ دکترای هیدرولیک، عضو هیئت علمی بخش حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، پست الکترونیکی: ak_abbasi@yahoo.com، شماره تماس: ۰۹۱۵۵۱۹۲۵۷۱ (نویسنده مسئول)

^۲ کارشناس ارشد سازه‌های آبی، بخش حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، پست الکترونیکی: Mohamadmaleknejad@yahoo.com، شماره تماس: ۰۹۱۵۵۰۲۲۲۴۹

مقدمه

عوامل هیدرولیکی جریان نقش بسزایی در ایجاد فرسایش و تخریب سواحل رودخانه‌ها دارند. این نقش به‌ویژه در حالتی که دیواره‌ها از مصالح غیر چسبنده و لایه‌ای تشکیل شده باشد، بسیار چشمگیر خواهد بود. افزایش دبی سبب افزایش سرعت و تنش برشی شده که این خود موجب ایجاد آبستگی در بستر و پای دیواره‌ها می‌شود. با توسعه آبستگی بستر و دیواره‌ها، ارتفاع و شیب فرارگیری دیواره‌ها افزایش یافته و اثر نیروی ثقل، موجب ریزش و تخریب آن‌ها می‌شود.

آبشکن‌ها سازه‌هایی هستند که معمولاً از مصالح سنگریزه‌ای، توری سنگی و یا مخلوط رودخانه‌ای با روکش توری سنگی ساخته شده و از طرف ساحل به داخل جریان اصلی امتداد یافته که موجب تنگ شدگی موضعی در رودخانه می‌شوند. این سازه‌ها با تغییر الگوی جریان، زمینه‌ی مساعدی را برای رسوب‌گذاری بین آبشکن‌ها فراهم می‌کنند. آبشکن‌ها بر حسب مورد، شرایط رودخانه‌ای و اهداف مورد نظر در شکل‌ها و انواع مختلف طراحی و اجرا می‌شوند. سازه‌های آبشکن، هر چند با اهداف رسوب‌گذاری و جلوگیری از فرسایش کناره‌ها و حواشی رودخانه و تثبیت موقعیت رودخانه احداث می‌شوند، در عین حال، خود تحت تأثیر پدیده فرسایش ناشی از تمرکز جریان به خصوص در قسمت دماغه می‌باشند. در قسمت دماغه، افزایش موضعی سرعت جریان ناشی از تنگ شدگی مقطع و وقوع جریان چرخشی پایین‌رونده منجر به تشکیل حفره آبستگی می‌شود که پیشرفت آن استحکام سازه را به مخاطره می‌اندازد.

پارامترهای مختلفی نظیر طول، فاصله، شکل دماغه، جنس مصالح، زاویه نسبت به جهت جریان و نفوذپذیری می‌توانند در عملکرد آبشکن‌ها مؤثر باشند. محققین زیادی از حدود نیم قرن پیش روی تعدادی از این پارامترها، تحقیقاتی به صورت آزمایشگاهی انجام داده و ارتباط بین پارامترها و حدود تغییرات آن‌ها را گزارش کرده‌اند. بررسی‌های آزمایشگاهی، عمدتاً بر روی آبشکن‌های نفوذپذیر و یا آبشکن‌های شمع کوبی شده (نفوذپذیری زیاد) انجام شده و مطالعه بر روی رفتار آبشکن‌های با نفوذپذیری کم، نظیر توری سنگی، کمتر گزارش شده است. در ادامه به جدیدترین مطالعات صورت گرفته بر روی آبشکن‌ها اشاره شده است.

واقفی و همکاران (۱۳۸۷) به مطالعه آزمایشگاهی اطراف آبشکن T شکل در قوس ۹۰ درجه پرداختند و گزارش کردند افزایش طول آبشکن، کاهش طول بال آبشکن، افزایش عدد فرود و تغییر موقعیت آبشکن به سمت پایین‌دست قوس، باعث افزایش ابعاد چاله آبستگی می‌شود.

هاشمی نجفی و همکاران (۱۳۸۷)، آزمایش‌هایی را بر روی اثر زاویه بر روی آبستگی آبشکن L شکل انجام دادند و گزارش کردند حداکثر عمق آبستگی در آبشکن‌های L شکل با زبانه به سمت بالادست از آبشکن‌های تیغه‌ای کمتر است. دهقانی و همکاران (۱۳۸۸) به مطالعه آزمایشگاهی اطراف آبشکن L شکل پرداختند و گزارش کردند حداکثر عمق آبستگی اطراف آبشکن اول اتفاق می‌افتد و هر چه قطر متوسط ذرات بستر افزایش یابد، میزان آبستگی کاهش می‌یابد. همچنین، در یک دانه‌بندی مشخص، با افزایش فاصله‌ی بین آبشکن‌ها، میزان حداکثر عمق آبستگی نسبی روند کاهشی داشته و این روند با افزایش عدد فرود محسوس‌تر است.

طی تحقیقی، کرمان‌نژاد و همکاران (۱۳۹۰) به مطالعه‌ی آزمایشگاهی رابطه تخلخل با حداکثر عمق آبستگی آبشکن‌های L شکل پرداختند و گزارش کردند، به ازای تخلخل ۴۰ تا ۵۰ درصد آبشکن، کمترین میزان آبستگی در اطراف آبشکن با زبانه به سمت پایین‌دست و بیشترین آبستگی در اطراف آبشکن با زبانه به سمت بالادست رخ می‌دهد.

قدسیان و حسینی (۲۰۰۱)، با استفاده از فلوم آزمایشگاهی به بررسی خصوصیات چاله فرسایش اطراف آبشکن پرداختند و روابطی برای تخمین حداکثر عمق آبستگی، میزان گسترش آبستگی به سمت بالادست، در راستای پایین‌دست و در جهت محور آبشکن ارائه دادند. همچنین، اردشیر و همکاران (۲۰۰۵)، مطالعاتی در یک فلوم آزمایشگاهی انجام دادند و در نهایت گزارش کردند که مناسب‌ترین طول برای آبشکن فرعی ۰/۶۶ تا ۰/۷۷ طول آبشکن اول می‌باشد. همچنین با توجه به این‌که آبشکن اول باعث انحراف جریان به سمت دیواره روبرو می‌شود، همواره کم‌ترین مقدار آبستگی مربوط به آبشکن دوم می‌باشد.

و بررسی نتایج تحقیقات صورت گرفته تاکنون، عرض ۱/۵ متر برای فلوم در نظر گرفته شد. بنابراین، مقیاس طولی مدل با استفاده از رابطه (۱)، برابر ۸۰ انتخاب شد.

$$M = \frac{B_p}{B_m} \quad (1)$$

که در آن: M مقیاس مدل، B عرض کانال و اندیس‌های p و m به ترتیب مربوط به طبیعت و مدل می‌باشند. از آن‌جا که عمق در جریان طبیعت ناچیز بوده و چنانچه مقیاس ارتفاعی و طولی یکسان در نظر گرفته شود، عمق جریان در مدل بسیار کم خواهد شد، لذا، مقیاس ارتفاعی در مدل برابر سی انتخاب شد و در شبیه‌سازی، از روابط حاکم بر مدل‌های کج^۱ استفاده شد (شفاعی بجستان، ۱۳۸۴).

با بهره‌گیری از روابط حاکم بر مدل‌های کج، مقادیر هریک از پارامترها برای انجام آزمایش‌ها به شرح جدول (۱) تعیین شد.

جدول (۱): مقادیر پارامترهای شبیه‌سازی شده در مدل آزمایشگاهی

S_m	$Q_m(\text{lit/s})$	n_m	$d_{60}(\text{mm})$
۰/۰۱	۳۹/۶	۰/۰۲۵	۴

تجهیزات آزمایشگاهی:

آزمایش‌های این تحقیق در فلومی به طول ۱۸ و عرض ۱/۵ متر در آزمایشگاه هیدرولیک پژوهشکده حفاظت خاک و آب‌خیزداری انجام شد. عمق فلوم با احتساب عمق لازم برای مصالح بستر، عمق جریان و ارتفاع آزاد، ۰/۸ متر برآورد شد. به منظور آرام نمودن جریان ورودی به فلوم، حوضچه‌ای در ابتدای آن به طول دو متر، عرض و عمق ۱/۵ متر احداث شد. تراز سطح آب در داخل فلوم با استفاده از دریچه‌ای که در پایین‌دست تعبیه شده بود، تنظیم می‌شد. اندازه‌گیری جریان به وسیله سرریز لبه تیز مستطیلی در پایین‌دست فلوم که بعد از حوضچه آرام‌کننده قرار داشت، انجام می‌شد. بدنه فلوم از آجر و ملات سیمان ساخته شده و داخل آن با ملات سیمان آندود و

فرقانی و همکاران (۲۰۰۷)، به مطالعه آزمایشگاهی الگوی جریان دو بعدی و آبشستگی پیرامون آبشکن مستقیم و مستقر در قوس ۹۰ درجه پرداختند. فضلی و همکاران (۲۰۰۷)، نیز به بررسی آزمایشگاهی تغییرات آبشستگی و چگونگی تشکیل حفره آبشستگی اطراف آبشکن‌های مستقیم در قوس ۹۰ درجه پرداختند و نتیجه گرفتند هرچه موقعیت آبشکن به سمت انتهای قوس پیش رود مقدار آبشستگی بیشتر می‌شود. همچنین، فضلی و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی تأثیر متغیرهای طول آبشکن و عدد فرود جریان و نحوه شکل‌گیری الگوی جریان اطراف آبشکن‌های مستقیم پرداختند.

محققین دیگری همچون نظیر گارده و همکاران (۱۹۶۱)، گیل (۱۹۷۲)، وانگ و یاناپیروت (۱۹۸۸)، لیم و تانگ (۱۹۹۱)، لیم و چپو (۱۹۹۲) و باربهیوا و دی (۲۰۰۴) تحقیقاتی را بر روی حداکثر عمق آبشستگی دماغه آبشکن‌ها انجام داده و متناسب با پارامترهای مورد نظر در آزمایش‌ها، روابط بدون بعدی را بین حداکثر عمق آبشستگی دماغه آبشکن‌ها و پارامترهای مورد مطالعه ارائه کرده‌اند (به نقل از عباسی، ۱۳۸۱).

مطالعات گذشته بیانگر فقدان تحقیقات کافی پیرامون سری آبشکن‌های نفوذپذیر است. به همین منظور، در این تحقیق به بررسی رفتار هیدرولیکی جریان ناشی از قرارگیری این نوع از آبشکن‌ها پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

شبیه‌سازی ابعاد برای انجام آزمایش‌ها: در این پژوهش سعی شد شرایط فیزیکی حاکم بر آزمایش‌ها حتی‌الامکان بر مبنای جریانی طبیعی انتخاب و اعمال شود. به همین منظور، مشخصات بازه‌ای از رودخانه زنجانرود جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گرفت. این مشخصات عبارتند از:

عرض متوسط رودخانه (B_p): ۱۲۰ متر

ضریب مانینگ بستر (n_p): ۰/۰۲۸

شیب بستر رودخانه (S_p): ۰/۰۰۴

دبی جریان (Q_p): ۵۲۰ متر مکعب در ثانیه

قطر d_{60} مصالح بستر: ۴۵ میلی‌متر

شایان ذکر است، هدف از این مطالعه بررسی مدل فیزیکی رودخانه نبوده و از اطلاعات فوق برای مستند کردن و انتخاب معقولی از مقادیر شیب، دبی و قطر مصالح بستر استفاده شد. با توجه به محدودیت‌های آزمایشگاهی

^۱ Distorted

سی درصد تنگ شدگی از نماد $S_{20\%}$ و $S_{30\%}$ و برای آبشکن T شکل با بیست و سی درصد تنگ شدگی از نماد $T_{20\%}$ و $T_{30\%}$ استفاده شده است.

با استفاده از رابطه (۲)، دو طول آبشکن (L) ۱۵ و ۲۲/۵ سانتیمتر (بیست درصد و سی درصد عرض کانال) طراحی شد. همچنین، به منظور بررسی تأثیر فاصله قرارگیری آبشکن‌ها از یکدیگر در حداکثر عمق آبشستگی دماغه، چهار فاصله آبشکن (S)، (۲)، ۳، ۴ و ۵ برابر طول آبشکن) در بستری با مصالح یکنواخت و شیب ثابت و سه مقدار دبی (Q)، (۳۰، ۳۵ و ۴۰ لیتر بر ثانیه) مورد آزمایش قرار گرفت.

مصالح مورد نظر برای بستر به کمک الک تهیه شد. این مصالح که دارای قطر متوسط سه میلیمتر بودند در لایه‌ای به ضخامت ۲۵ سانتیمتر و با شیب ثابت ۰/۰۰۹ در بستر قرار داده شدند. از آنجا که فقط بحث آبشستگی موضعی دماغه آبشکن در آزمایش‌ها مورد بررسی قرار می‌گرفت، به منظور جلوگیری از آبشستگی عمومی، شیب بستر، قطر مصالح و شرایط هیدرولیکی جریان به نحوی انتخاب شد که مصالح بستر در بازه بالادست محل قرارگیری آبشکن‌ها، حرکتی نداشته باشند، ضمن آن‌که آزمایش‌ها نیز با آب صاف انجام شد.

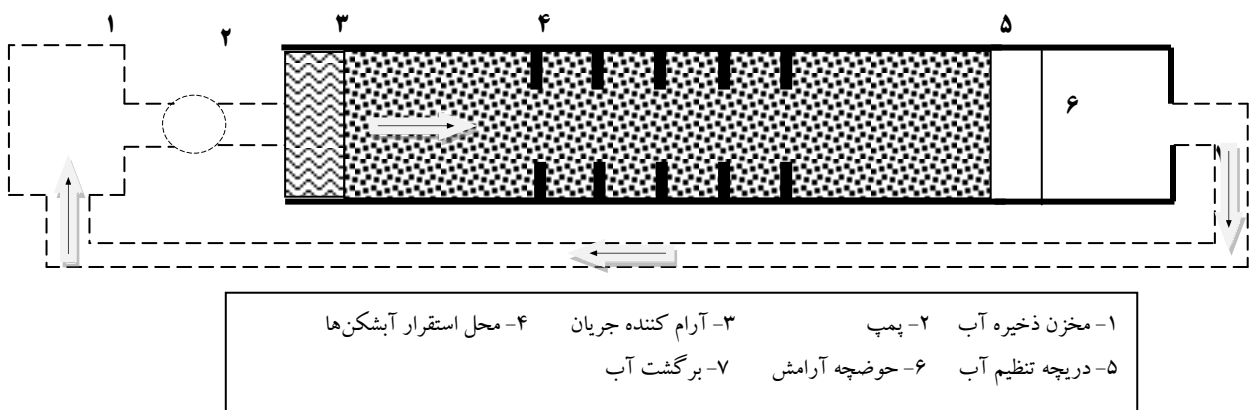
در شکل (۱) پلان مدل و در شکل (۲) مشخصات آبشکن‌های مورد استفاده در آزمایش‌ها، مشاهده می‌شوند:

سپس رنگ شد. به منظور مشاهده هر چه بهتر نتایج آزمایش‌ها، دیواره‌های قسمت میانی فلوم به طول شش متر در دو طرف از جنس پلگسی گلاس ساخته شد. قسمت شفاف فلوم شش متر با ورودی فلوم در بالادست (برای آرام شدن جریان) و دو متر با دریچه پایین‌دست (برای از بین رفتن اثر برگشت آب) فاصله داشت. کف فلوم بدون شیب بوده و در هر آزمایش با شیب‌بندی مصالح بستر، شیب مورد نظر تأمین می‌شد.

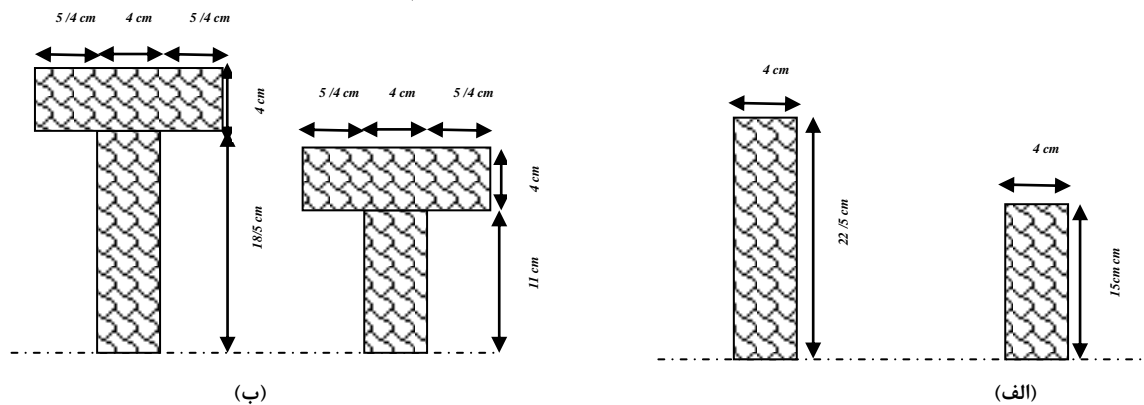
آبشکن‌های مورد استفاده در آزمایشات از جنس توری سنگ و در دو نوع مستقیم و T شکل به صورت غیر مستغرق و عمود بر دیواره ساخته شد. از آنجا که یکی از اهداف انجام این مطالعه، بررسی تأثیر میزان تنگ شدگی کانال بر حداکثر عمق آبشستگی دماغه آبشکن بود، آبشکن‌ها به گونه‌ای طراحی شد که بتوانند بیست و سی درصد تنگ شدگی در کانال ایجاد کنند. بدین منظور با استفاده از رابطه (۲)، میزان تنگ شدگی مورد نظر، محاسبه و طراحی طول آبشکن بر اساس آن انجام شد.

$$\alpha = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100 \quad (2)$$

که در آن: B_1 عرض کانال قبل از تنگ شدگی، B_2 عرض کانال در محل تنگ شدگی و α درصد تنگ شدگی می‌باشد. در ادامه، برای نمایش آبشکن مستقیم با بیست و



شکل (۱): پلان مدل طراحی شده



شکل (۲): پلان آبشکن‌های نفوذپذیر: الف - مستقیم و ب - T شکل

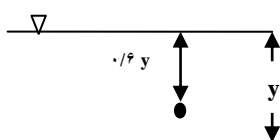
نموده و پس از تنظیم دبی و پروفیل سطح آب، آزمایش شروع می‌شود. عمق آبشستگی دماغه هر آبشکن در فواصل زمانی منظم با استفاده از ژرفاسنج نقطه‌ای اندازه‌گیری و تراز بستر در دماغه هر آبشکن قبل از شروع آزمایش‌ها نیز با استفاده از ژرفاسنج نقطه‌ای مشخص می‌شود. تنظیم پروفیل سطح آب به منظور ایجاد جریان یکنواخت به وسیله دریچه پایین‌دست و با کمک دو ژرفاسنج نقطه‌ای در طول فلوم انجام می‌شود. به منظور اطمینان از عدم جابجایی ذرات بستر (عدم وجود بار کف) در پایان هر آزمایش تراز بستر در بالادست محل تنگ‌شدگی نیز کنترل می‌شود.

در حالت دوم، به دلیل بررسی سرعت جریان در بین آبشکن‌ها، به دلیل آن‌که ذرات ریز شن و ماسه در فلوم با بستر متحرک، پروانه‌ی میکرو مولینه را از کار انداخته و اندازه‌گیری سرعت با مشکل مواجه خواهد کرد، از فلوم با بستر ثابت که شیب کف با ملات سیمان در آن ایجاد شد، استفاده شد. در این آزمایش‌ها، سرعت جریان در نقطه‌ی وسط بین دو آبشکن (شکل ۳ الف) و در فاصله‌ی ۰/۶ متر عمق جریان از سطح آب (شکل ۳ ب) اندازه‌گیری شد.

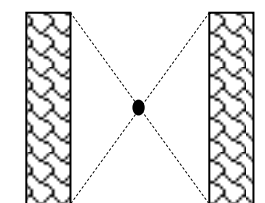
نحوه انجام آزمایش‌ها:

آزمایش‌های این تحقیق در دو حالت انجام شد. در حالت اول، به منظور بررسی عمق آبشستگی در دماغه آبشکن‌ها، پس از آماده‌سازی فلوم و نصب تجهیزات مورد نیاز، دو طول آبشکن و برای هر طول پنج فاصله آبشکن با سه مقدار دبی مورد آزمایش قرار گرفت. دبی‌ها از طریق مخزن آب و پمپاژ تأمین شده و مقدار آن به وسیله سرریز مستطیلی پایین‌دست و شیر کنترل بالادست اندازه‌گیری و تنظیم شد. برای آرام کردن جریان در بالادست از انرژی‌گیر و مصالح درشت دانه در ابتدای کانال استفاده شد. آبشکن‌ها به صورت قرینه در دو طرف فلوم کار گذاشته شدند. در آزمایش‌های اولیه مدت زمان آزمایش‌ها تا هشت ساعت ادامه پیدا کرد. بررسی تغییرات عمق در حفره آبشستگی نشان داد، حداکثر عمق آبشستگی در زمان پنج ساعت تقریباً به تعادل رسیده و از آن به بعد تغییرات آبشستگی ناچیز می‌باشد، به همین علت، مدت زمان انجام آزمایشات پنج ساعت در نظر گرفته شد.

در هر آزمایش پس از جابجایی آبشکن‌ها در محل مورد نظر اقدام به اعمال شیب طولی در سرتاسر کانال



(ب)



(الف)

شکل (۳): موقعیت اندازه‌گیری سرعت: الف - در بین آبشکن‌ها در پلان و ب - در بین آبشکن‌ها در عمق

نتایج و بحث

الگوی جریان در اطراف آبشکن‌ها:

از مهم‌ترین شاخصه‌های جریان تحت تأثیر آبشکن‌ها، ایجاد ناحیه‌ای چرخشی در اطراف آبشکن می‌باشد. خطوط جریان با نزدیک شدن به آبشکن، آرایش خود را تغییر داده و به تبعیت از ساختار هندسی، نوع سازه و سایر مشخصات فنی، الگوهای متفاوتی از جریان در دماغه آبشکن پدیدار می‌شود (دهقانی، ۱۳۸۸). تأثیر این جریان‌ها، ایجاد ناحیه آبشستگی پیرامون آبشکن و نشست رسوبات در پایین‌دست و کناره‌های کانال را در پی خواهد داشت. جریان‌های لایه‌های بالایی سطح آب، به صورت جریان‌های رو به پایین عمل کرده و به علت اصطکاک کمتر با لایه‌های مجاور، زودتر از جریان‌های لایه‌های پایینی خود را به دماغه آبشکن می‌رسانند و گردابه‌هایی عمودی که محور آن‌ها عمود بر مسیر جریان است، تشکیل می‌شود و همزمان با آن نیز، گردابه‌های افقی ناشی از جریان لایه‌های پایین در محل تماس آبشکن با سطح بستر در بالادست و داخل محدوده‌ی بال و بدنه‌ی آبشکن تشکیل می‌شود. گردابه‌های قائم به جداسازی رسوبات از بستر می‌پردازند و گردابه‌های افقی، رسوبات جدا شده را به خارج از سطح خود پرتاب می‌کنند. این گردابه‌ها عامل اصلی ایجاد آبشستگی در دماغه‌ی آبشکن می‌باشند (واقفی و همکاران، ۱۳۸۷).

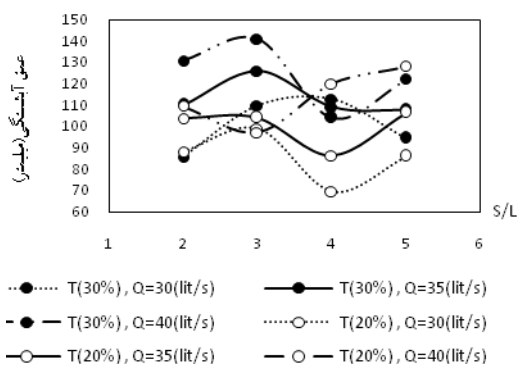
بررسی‌ها نشان داد، سرعت جریان پس از برخورد به مانعی که در مسیر آن قرار گرفته است، صفر شده و شبیه جریان جت به دو قسمت تقسیم می‌شود که این مشاهده در پژوهش هاشمی نجفی (۲۰۰۸) نیز مشاهده می‌شود. برداشت سرعت در فضای بین آبشکن‌ها نشان داد، تغییرات سرعت ناشی از قرارگیری سری آبشکن‌ها در مسیر جریان منجر به تشکیل گردابه‌هایی شده که فرسایش و رسوب‌گذاری در فضای بین آبشکن‌ها را ایجاد می‌کند.

تغییرات حداکثر عمق آبشستگی در دبی‌های مختلف:

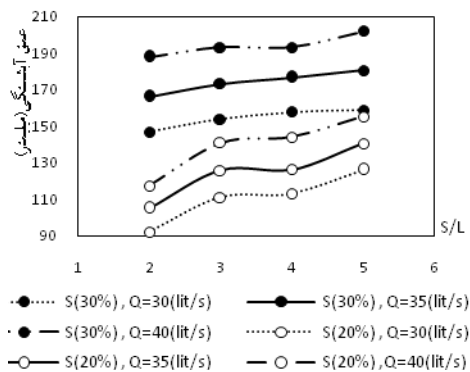
شکل‌های (۴ الف و ب)، تغییرات میانگین حداکثر عمق آبشستگی در دبی‌های مختلف را نشان می‌دهد. همانگونه که در شکل (۴ الف) مشاهده می‌شود، در آبشکن‌های مستقیم، در آبشکن اول و پنجم با افزایش دبی تا $S/L=4$ عمق آبشستگی افزایش می‌یابد و در آبشکن‌های دوم، سوم و چهارم تا $S/L=4$ ، عمق آبشستگی تقریباً دارای روندی ثابت بوده و در $S/L>4$ ، به طور ناگهانی افزایش می‌یابد. در بررسی علت این پدیده، به نظر می‌رسد، به دلیل آن که آبشکن‌های اول و پنجم تحت تأثیر تنگ شدگی و باز شدگی ناگهانی مقطع می‌باشند، لذا بیشترین عمق آبشستگی را از خود نشان می‌دهند. به همین علت، ضروری به نظر می‌رسد، در احداث سری آبشکن‌های مستقیم، اقدامات حفاظتی به دلیل کنترل آبشستگی آبشکن‌های ابتدا و انتهای هر سری صورت پذیرد، زیرا افزایش عمق آبشستگی در این دو آبشکن و در نتیجه عدم عملکرد صحیح آن‌ها، بر روی سایر آبشکن‌ها نیز اثرات نامطلوبی خواهد داشت.

همان‌گونه که در شکل (۴ ب) مشاهده می‌شود، در آبشکن‌های T شکل، با افزایش دبی، روند منظمی در حداکثر عمق آبشستگی، مشاهده نمی‌شود، هر چند همان‌گونه که از شکل (۴ ب) برمی‌آید، در این نوع آبشکن‌ها نیز در $S/L>4$ افزایش عمق آبشستگی بطور ناگهانی اتفاق می‌افتد. مشاهدات آزمایشگاهی نشان داد، از آنجا که در $S/L>4$ ، به جهت آن که عملکرد سری آبشکن‌ها، مشابه آبشکن‌های منفرد خواهد شد، لذا در $S/L=5$ ، با افزایش فاصله، عمق آبشستگی نیز افزایش ناگهانی از خود نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، تا $S/L=4$ ، روند تدریجی افزایش عمق آبشستگی، نشان می‌دهد، حفره‌ی آبشستگی هر آبشکن، بر آبشکن بعدی تأثیر خواهد داشت، اما در $S/L>4$ ، شعاع تأثیر حفره‌ی آبشستگی هر آبشکن، به حفره آبشکن بعدی نرسیده و لذا عملکرد هر آبشکن، بیشتر به سمت آبشکن‌های منفرد نزدیک خواهد شد.

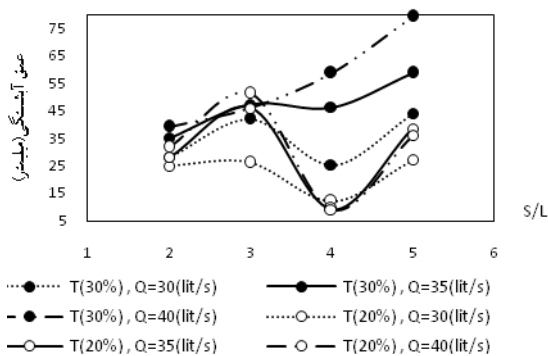
آبشکن اول



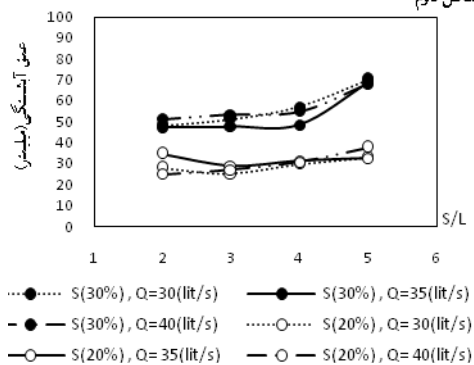
آبشکن اول



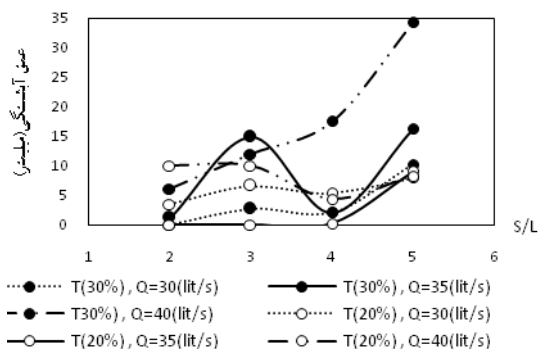
آبشکن دوم



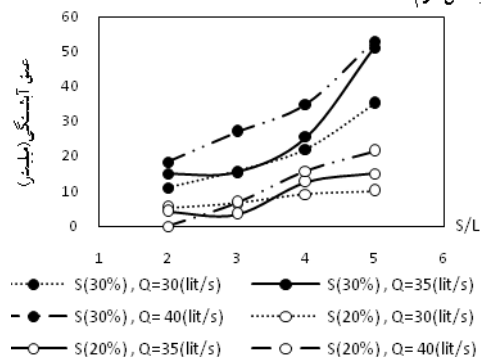
آبشکن دوم

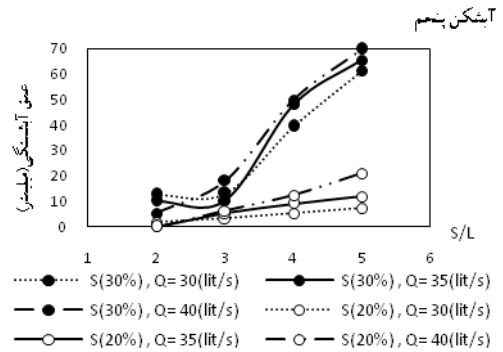
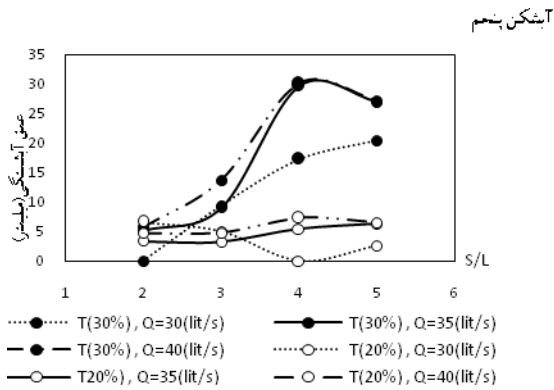
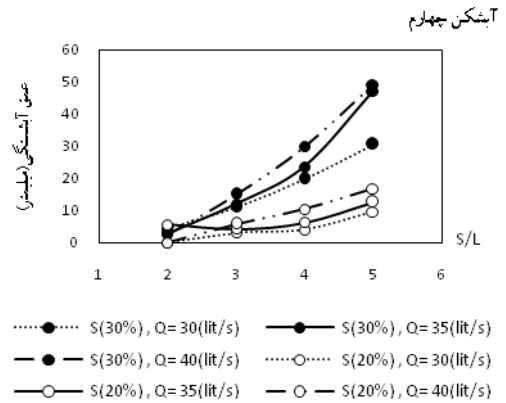
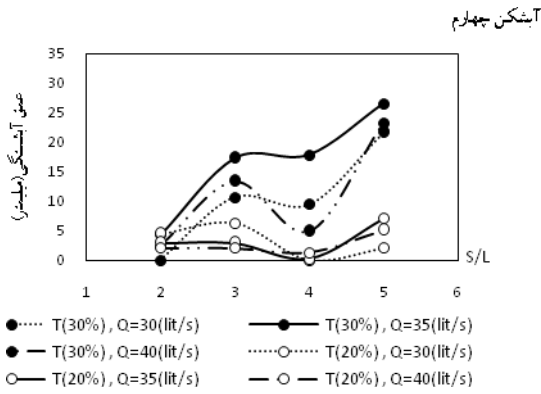


آبشکن سوم



آبشکن سوم





(ب)

(الف)

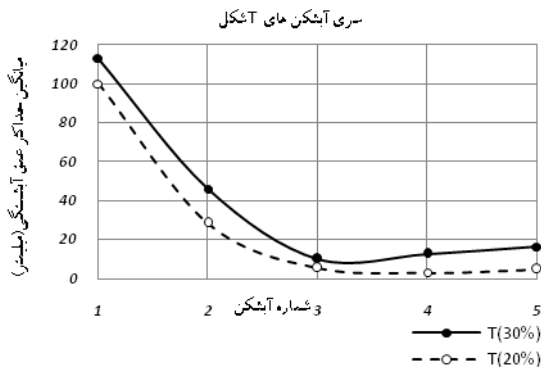
شکل (۴): تغییرات میانگین حداکثر عمق آبخستگی در دبی‌های مختلف:

الف- سری آبشکن‌های مستقیم ب- سری آبشکن‌های T شکل

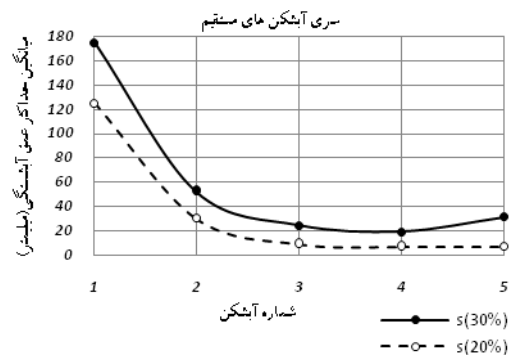
دلیل افزایش سرعت و در نتیجه افزایش قدرت گردابه‌های تولیدی، میزان آبخستگی بیشتری از خود نشان می‌دهند. همچنین مقایسه میانگین حداکثر عمق آبخستگی در دو نوع آبشکن مستقیم و T شکل نشان می‌دهد، در شرایط مشابه، در آبشکن‌های T شکل، میزان آبخستگی کمتر از آبشکن‌های مستقیم مشاهده می‌شود.

بررسی تغییرات حداکثر عمق آبخستگی با میزان تنگ‌شدگی کانال:

مقایسه‌ی عملکرد میزان تنگ‌شدگی، هر آبشکن (۲۰٪ و ۳۰٪) در شکل (۵ الف و ب) مشاهده می‌شود. همان‌گونه که انتظار می‌رود، در هر سری از آبشکن‌های هم شکل، آبشکن‌های با سی درصد تنگ‌شدگی (T_{30%} و S_{30%})، به



(ب)



(الف)

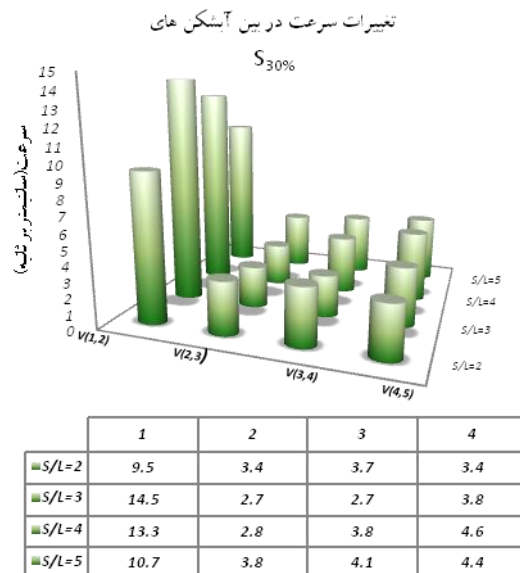
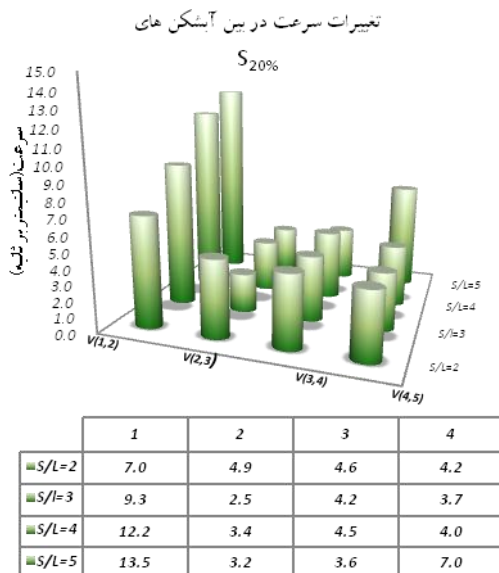
شکل (۵): تغییرات حداکثر عمق آبستنگی با میزان تنگ شدگی کانال

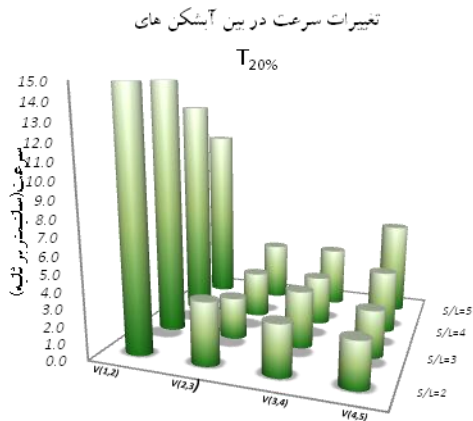
الف: سری آبشکن‌های مستقیم و ب: سری آبشکن‌های T شکل

به خود اختصاص داده و سرعت جریان بین دو آبشکن آخر هر سری، با افزایش نسبت S/L ، افزایش می‌یابد که این افزایش تا $S/L=4$ تدریجی بوده و در $S/L>4$ افزایش ناگهانی از خود نشان می‌دهد.

تغییرات سرعت در بین آبشکن‌ها:

در شکل‌های (۶ الف و ب) تغییرات سرعت در بین آبشکن‌ها ارائه شده است. همان‌گونه که در این اشکال مشاهده می‌شود، در هر سری از آبشکن‌ها و در هر نسبت S/L ، سرعت در بین آبشکن اول و دوم، بیشترین مقدار را





	1	2	3	4
■ S/L=2	15.1	3.7	3.0	2.7
■ S/L=3	16.0	2.5	3.4	2.8
■ S/L=4	13.3	2.8	3.0	3.7
■ S/L=5	11.0	3.6	3.7	5.6

(ب)

شکل (۶): تغییرات سرعت در سری آبشکن های الف: مستقیم و ب: T شکل

تثبیت سواحل رودخانه می شود، که این مورد در آبشکن های ابتدایی هر سری نمود بیشتری دارد. رسوبات انتقال یافته از آبستگی اطراف آبشکن ها در پایین دست هر آبشکن به صورت پشته ای رسوبی شکل می گیرد. به نظر می رسد، به دلیل آن که رسوبات منتقل شده از آبشکن اول به حفره سایر آبشکن ها وارد می شود، در نتیجه عمق حداکثر آبستگی اطراف حفره های بعدی از عمق متناظر آن در اطراف آبشکن اول کمتر باشد، که این رفتار در پژوهش دهقانی و همکاران (۱۳۸۸)، نیز مشاهده شده است.



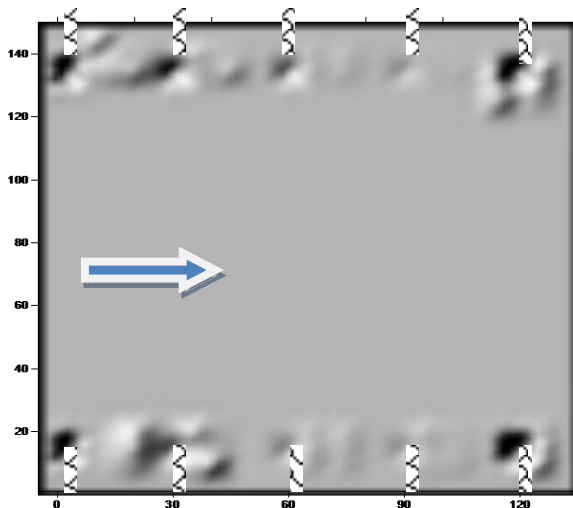
	1	2	3	4
■ S/L=2	7.0	5.4	2.7	2.8
■ S/L=3	12.3	2.9	3.8	2.8
■ S/L=4	14.6	3.1	3.4	5.0
■ S/L=5	13.3	2.9	5.0	5.6

(الف)

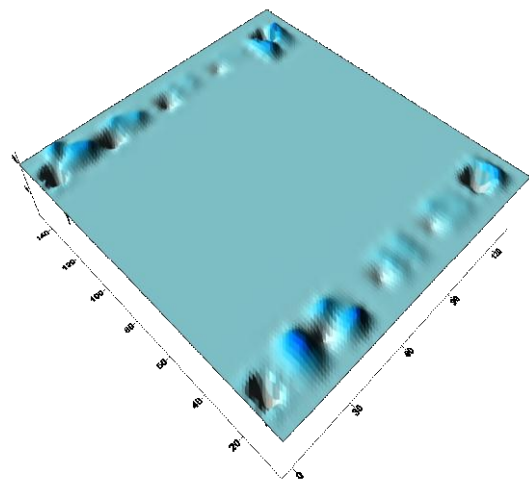
همچنین، بررسی سرعت در بین آبشکن های هم شکل نشان داد، در آبشکن های مستقیم در $S/L=3$ ، کمترین میزان سرعت و در آبشکن های T شکل، در $S/L=3$ و $S/L=4$ ، کمترین میزان سرعت مشاهده می شود.

بررسی تغییرات توپوگرافی بستر ناشی از قرارگیری سری آبشکن ها:

در شکل (۷ الف و ب)، با استفاده از نرم افزار Tecplot، تغییرات توپوگرافی بستر مورد بررسی قرار گرفت. همان گونه که در این اشکال مشاهده می شود، کاهش سرعت جریان در بین آبشکن ها منجر به رسوبگذاری و



(ب)



(الف)

شکل (۷): تغییرات توپوگرافی اطراف سری آبشکن‌ها: الف- نمای سه بعدی و ب- در پلان

۳. با توجه به پارامترهای سرعت جریان و حداکثر عمق آبشستگی، نسبت فاصله به طول آبشکن‌های نفوذپذیر در مسیر مستقیم برای آبشکن‌های مستقیم برابر سه و برای آبشکن‌های T شکل برابر چهار پیشنهاد می‌شود.

۴. انتخاب نسبت فاصله به طول بزرگ‌تر از چهار در هیچ یک از آبشکن‌های مستقیم و T شکل توصیه نمی‌شود. استفاده از آبشکن T شکل، به لحاظ داشتن عمق آبشستگی کمتر دماغه و پایداری سازه بر آبشکن مستقیم ارجحیت دارد.

بررسی مشاهدات آزمایشگاهی نشان داد، هر چند افزایش نسبت فاصله به طول آبشکن‌ها باعث کاهش تعداد آن‌ها در یک طول مشخص و کاهش هزینه‌های طرح می‌شود، از طرفی عمق آبشستگی دماغه‌ی آبشکن‌ها و سرعت جریان افزایش خواهد یافت، لذا در هریک از انواع آبشکن‌ها، نسبتی از فاصله به طول که کمترین عمق فرسایش دماغه و کمترین سرعت بین آبشکن‌ها را داشته باشد، مناسب‌ترین گزینه برای اجرای سری آبشکن می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به مشاهدات آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل اطلاعات برداشت شده در این مطالعه، بطور کلی نتایج زیر حاصل شد:

۱. عمق آبشستگی دماغه‌ی آبشکن در هر دو شکل آبشکن (مستقیم و T شکل)، تا $S/L=4$ کم بوده و در $S/L>4$ افزایش ناگهانی از خود نشان می‌دهد.
۲. سرعت جریان در سری آبشکن‌های مستقیم در $S/L=3$ و در سری آبشکن‌های T شکل در $S/L=3$ و $S/L=4$ داری کم‌ترین مقدار می‌باشد.

تشکر و قدردانی

مقاله‌ی پیش‌رو، برگرفته از طرح تحقیقاتی "بررسی تاثیر طول، فاصله و شکل اپی‌های گابیونی در حفاظت سواحل رودخانه‌ها" می‌باشد که در پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری اجرا گردیده و به شماره‌ی ۸۱/۳۲۶ ثبت شده است. بدینوسیله از همکاری و مساعدت این پژوهشکده، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱. دهقانی، ا. ا.، م. برزعلی، ر. فضل اولی و م. ضیاء تبار احمدی. ۱۳۸۸. مطالعه آزمایشگاهی آبستتگی موضعی اطراف سری آبشکن های L شکل. نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد شانزدهم، شماره سوم، ص ۱۶۲-۱۴۱.
۲. شفاعی بجستان، م. ۱۳۸۴. مبانی و کاربرد مدل های فیزیکی و هیدرولیکی. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۵۰ ص.
۳. عباسی، ع. ا.، م. حبیبی و م. ساجدی سابق. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر طول، فاصله و شکل ایی های گابیونی در حفاظت سواحل و رودخانه ها. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. ۱۰۰ ص.
۴. کرمان نژاد، ج.، م. فتحی مقدم، ا. ا. دهقانی و م. محمودیان. ۱۳۹۰. بررسی رابطه تداخل با حداکثر عمق آبستتگی آبشکن های L شکل نفوذپذیر با زبانه به سمت بالادست و پایین دست در شرایط آب زلال. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد بیست و پنجم، شماره دوم، ص ۳۱۴-۳۰۵.
۵. واقفی، م.، م. قدسیان و ع. ا. صالحی نیشابوری. ۱۳۸۷. مطالعه آزمایشگاهی الگوی آبستتگی پیرامون آبشکن T شکل منفرد مستقر در قوس ۹۰ درجه. نشریه تحقیقات منابع آب ایران، سال چهارم، شماره سوم، ص ۶۹-۵۷.
۶. هاشمی نجفی، س. ف.، س. ع. ایوب زاده و ا. ا. دهقانی. ۱۳۸۷. بررسی آزمایشگاهی عمق آبستتگی اطراف آبشکن های L شکل در شرایط آب زلال. پایان نامه کارشناسی ارشد. مهندسی سازه های آبی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس.
7. Ardeshir, A., H. Karami and M. Saneie. 2005. Experimental study on the effect of secondary groyne on local scouring around first groyne, 7th International Civil Engineering Conference, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.
8. Fazli, M., M. Ghodsian and S.A.A. Salehi. 2007. Experimental investigation on scour around spur dikes located at different positions in a 90 bend. 32nd Congress of IAHR, Venice, Italy. pp. 248-256.
9. Fazli, M., M. Ghodsian and S.A. Salehi. 2008. Scour and flow field around a spur dike in a 90 bend. International Journal of Sediment Research 23(1): 56-68.
10. Forghani, M.J., M. Fazli and M. Ghodsian. 2007. Experimental study on flow field and scouring around a spur dike in ninety degree bend. 32nd Congress of IAHR, Venice, Italy. pp. 301-309.
11. Ghodsian, M. and S.M. Hoseini. 2001. Scour around groins. International Journal of Sediment Research, 16(1):1 60-68.

Experimental Investigation the Effect of Geometry Parameters of Straight and T Shape Gabion Groynes on Local Scouring

A. A. Abbasi,¹M. Malek Nejad Yazdi²

Abstract

One of the usual methods for river banks protection is using Gabion groyne structures. A local scouring phenomenon is one of the important problems in hydraulic design of groynes. Due to constriction and downward flow, the scouring can occur around the groynes. In this investigation a laboratory movable bed flume with 18m length, 1.5m width and 0.8m depth was used. To study local scour near the head of unsubmerged Gabion groynes, the groynes were constructed perpendicular to the flume's wall. Two shapes of groyne (straight and T shape), two constriction ratios (20% and 30%) and four ratios of space to length (S/L), were used with one constant bed material and one constant bed slope with three different discharge.

Based on the experiment results, for straight S/L=3 and for T shape S/L=4 is recommended the suitable S/L ratios. Regarding the type and shape of groyne, T shape groyne indicated the least scouring and the scouring depth of Gabion groyne was less than of impermeable groyne.

Keywords: Gabion Groyne, Local Scouring, River Bank Protection, River Engineering.

1 Assistant Prof. Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center.

Email: ak_abbasi@yahoo.com. (Corresponding author)

2 (M.Sc) in Water Structure. Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center.

Email: Mohamadmaleknejad@yahoo.com.