



دانشگاه گوارزی و منابع طبیعی گوات

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و یکم، شماره چهارم، ۱۳۹۳
<http://jwsc.gau.ac.ir>

مطالعه آزمایشگاهی تأثیر طول، فاصله و شکل آبشکن‌های T شکل و L شکل نفوذپذیر بر عمق آبشستگی اطراف آن‌ها

*علی‌اکبر عباسی^۱ و محمد ملک‌نژاد یزدی^۲

^۱دانشیار پژوهشی بخش حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، خراسان رضوی،
^۲آکارسناس ارشد بخش حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، خراسان رضوی
تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۹

چکیده

حفاظت از سواحل رودخانه در برابر فرسایش با استفاده از آبشکن‌ها از جمله روش‌های متداول در مهندسی رودخانه است. آبشکن‌ها، با هدایت جریان به سمت محور رودخانه، از ایجاد جریان قوی در طول ساحل جلوگیری کرده و مانع از فرسایش ساحل رودخانه می‌شوند. استقرار آبشکن در مسیر جریان، باعث ایجاد آبشستگی موضعی در محل آبشکن و تغییرات توپوگرافی بستر می‌شود. در این پژوهش، با استفاده از فلوم آزمایشگاهی به طول ۱۸ متر، عرض ۱/۵ و عمق ۰/۸ متر در بستری متحرک، تأثیر مشخصات هندسی آبشکن‌ها بر آبشستگی موضعی دماغه مورد بررسی قرار گرفت. آبشکن‌ها از جنس توری سنگ (گابیون)، از نوع غیرمستغرق و عمود بر دیواره فلوم ساخته شدند. آبشکن‌های مورد استفاده در دو نوع سرسپری و سرکج با ۲۰ درصد و ۳۰ درصد تنگ‌شدگی کانال (دو طول آبشکن) بوده و آزمایش‌ها در چهار نسبت فاصله به طول در بستری با مصالح، شیب ثابت و استفاده از سه مقدار دبی انجام شدند. به‌منظور بررسی سرعت در بین آبشکن‌ها، آزمایش‌ها در بستری ثابت، تکرار و سرعت جریان در بین آبشکن‌ها اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد، در آبشکن‌های سرکج نسبت فاصله به طول ۳ و در آبشکن‌های سرسپری نسبت فاصله به طول ۴ می‌توانند به‌عنوان نسبت‌های مناسب پیشنهاد شوند. همچنین سری آبشکن‌های سرسپری نسبت به سری آبشکن‌های سرکج حداکثر عمق آبشستگی کم‌تری دارند.

واژه‌های کلیدی: آبشکن نفوذپذیر، سرسپری، سرکج، آبشستگی، حفاظت سواحل

* مسئول مکاتبه: ak_abbasi@yahoo.com

مقدمه

فرسایش کناری رودخانه‌ها با تخریب اراضی حاشیه رودخانه، باعث از بین رفتن اراضی حاصل‌خیز شده و افزون بر آن از عوامل مهم تولید رسوب در حوضه‌های آبخیز به‌شمار می‌رود. به‌منظور حفاظت از سواحل رودخانه‌ها در مقابل فرسایش، روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از روش‌های معمول در کنترل فرسایش و حفاظت کناره‌های رودخانه، استفاده از آبشکن^۱ می‌باشد. در این روش، یک سری آبشکن به‌طور متوالی و زاویه‌دار با مسیر جریان رودخانه به‌گونه‌ای ساخته می‌شوند که از یک سمت به ساحل رودخانه متصل شده و از سمت دیگر تا مسافتی در داخل رودخانه، به جلو آیند. آبشکن‌ها بر خطوط جریان تأثیر گذاشته و باعث تغییر در الگوی جریان رودخانه و انحراف جریان از دیواره‌های فرسایش‌پذیر به وسط رودخانه شده و آن‌ها را از خطر فرسایش محافظت می‌نماید. هر چند آبشکن‌ها 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 به‌خصوص در قسمت دماغه می‌باشند. پارامترهای مختلفی مانند طول، فاصله، شکل دماغه، جنس مصالح، زاویه نسبت به جهت جریان و نفوذپذیری می‌توانند در عملکرد آن‌ها مؤثر باشند. پژوهشگران زیادی از حدود نیم قرن پیش، روی تعدادی از این پارامترها، پژوهش‌هایی را به‌صورت آزمایشگاهی انجام داده و ارتباط بین پارامترها و حدود تغییرات آن‌ها را بیان کرده‌اند. مطالعات آزمایشگاهی، به‌طور عمده بر روی آبشکن‌های نفوذناپذیر و یا آبشکن‌های شمع‌کوبی شده (نفوذپذیری زیاد) انجام شده و مطالعه بر روی رفتار آبشکن‌های با نفوذپذیری کم، مانند توری‌سنگی، کمتر گزارش شده است. در ادامه به جدیدترین مطالعات صورت گرفته بر روی آبشکن‌ها اشاره شده است. گارده (۱۹۶۱)، گیل (۱۹۷۲)، یانگ و یاناپیروت (۱۹۸۸) و لیم و چپو (۱۹۹۲) پژوهش‌هایی را بر روی حداکثر عمق آبستگی دماغه آبشکن‌ها انجام داده و متناسب با پارامترهای موردنظر در آزمایش‌ها، رابطه‌های بدون بعدی را بین حداکثر عمق آبستگی دماغه آبشکن‌ها و پارامترهای مورد مطالعه ارائه کرده‌اند. ایلاوادی و همکاران (۲۰۰۱)، روی آبشکن‌های جاذب و دافع مستغرق به‌صورت آزمایشگاهی پژوهش‌هایی را انجام و نتیجه گرفتند، الگوی آبستگی در آبشکن‌های جاذب و دافع متفاوت بوده و حداکثر عمق آبستگی متأثر از ارتفاع و طول آبشکن می‌باشد. رانگا راجو و کوتیاری (۲۰۰۱)، تغییرات زمانی آبستگی در پایه پل‌ها و آبشکن‌ها را بررسی

1- Groyne, Groin, Spur-dike, Epi

و مدلی برای برآورد عمق آبستگی ارایه داده‌اند. این مدل با اطلاعات سایر پژوهشگران مورد آزمون قرار گرفته و بیش‌تر برآوردها در محدوده $\pm 30\%$ درصد خطا بوده‌اند. دی و باربایوا (۲۰۰۴)، پژوهش‌های انجام شده انجام شده در زمینه فرسایش موضعی در پای پشتواره‌ها و آبشکن‌ها را بررسی و رابطه‌های مختلف برای بررسی عمق آبستگی در حالت آب صاف و بستر متحرک را ارایه کرده‌اند. در ایران نیز تاکنون پژوهش‌های بسیاری در زمینه آبشکن‌ها انجام شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره خواهد شد. قدسیان و حسینی (۲۰۰۱)، به بررسی آزمایشگاهی خصوصیات چاله فرسایش اطراف آبشکن پرداخته و رابطه‌هایی برای تخمین حداکثر عمق آبستگی، میزان گسترش آبستگی به سمت بالادست، در جهت پایین‌دست و در جهت محور آبشکن ارایه دادند. اردشیر و همکاران (۲۰۰۵)، مطالعاتی در یک فلوم آزمایشگاهی انجام دادند و در نهایت بیان داشتند مناسب‌ترین طول برای آبشکن فرعی $0/77-0/66$ طول آبشکن اول می‌باشد. فرقانی و همکاران (۲۰۰۷)، به مطالعه آزمایشگاهی الگوی جریان دوبعدی و آبستگی پیرامون آبشکن مستقیم و مستقر در قوس 90° درجه پرداختند. فضلی و همکاران (۲۰۰۷)، نیز به بررسی آزمایشگاهی تغییرات آبستگی و چگونگی تشکیل حفره آبستگی اطراف آبشکن‌های مستقیم در قوس 90° درجه پرداختند و نتیجه گرفتند هرچه موقعیت آبشکن به سمت انتهای قوس پیش رود مقدار آبستگی 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. هاشمی (۲۰۰۸)، آزمایش‌هایی را بر روی اثر زاویه بر روی آبستگی آبشکن L شکل انجام و بیان کردند حداکثر عمق آبستگی در آبشکن‌های L شکل با زبانه به سمت بالادست از آبشکن‌های تیغه‌ای کم‌تر است. دهقانی و همکاران (۲۰۰۹) به مطالعه آزمایشگاهی اطراف آبشکن L شکل پرداختند و بیان کردند حداکثر عمق آبستگی اطراف آبشکن اول اتفاق می‌افتد و هرچه قطر متوسط ذرات بستر افزایش یابد، میزان آبستگی کاهش می‌یابد. همچنین در یک دانه‌بندی مشخص، با افزایش فاصله بین آبشکن‌ها، میزان حداکثر عمق آبستگی نسبی روند کاهشی داشته و این روند با افزایش عدد فرود محسوس‌تر است. کرمان‌نژاد و همکاران (۲۰۱۱)، به مطالعه آزمایشگاهی رابطه تخلخل با حداکثر عمق آبستگی آبشکن‌های L شکل پرداختند و بیان کردند، به‌ازای تخلخل $50-40\%$ 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، همچنین با توجه به این‌که آبشکن اول باعث انحراف جریان به سمت دیواره روبرو می‌شود، همواره

کم‌ترین مقدار آبشستگی مربوط به آبشکن دوم می‌باشد. واقفی و همکاران (۲۰۰۹) به مطالعه آزمایشگاهی اطراف آبشکن T شکل در قوس ۹۰ درجه پرداختند و بیان کردند افزایش طول آبشکن، کاهش طول بال آبشکن، افزایش عدد فرود و تغییر موقعیت آبشکن به سمت پایین دست قوس، باعث افزایش ابعاد چاله آبشستگی می‌گردد.

مواد و روش‌ها

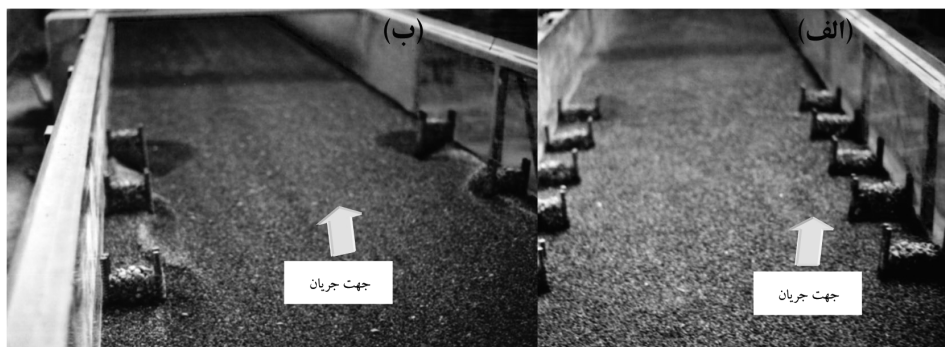
تجهیزات آزمایشگاهی: آزمایش‌های این پژوهش در فلومی به طول ۱۸ و عرض ۱/۵ متر در آزمایشگاه هیدرولیک مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری انجام شد. عمق فلوم با احتساب عمق لازم برای مصالح بستر، عمق جریان و ارتفاع آزاد، ۰/۸ متر برآورد گردید. به‌منظور آرام نمودن جریان ورودی به فلوم، حوضچه‌ای در ابتدای آن به طول ۲ متر، عرض و عمق ۱/۵ متر احداث گردید. تراز سطح آب در داخل فلوم توسط دریچه‌ای که در پایین دست تعبیه شده بود، تنظیم می‌گردید. اندازه‌گیری جریان توسط سرریز لبه تیز مستطیلی در پایین دست 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 اندود و سپس رنگ گردید. به‌منظور مشاهده هرچه بهتر نتایج آزمایش‌ها، دیواره‌های قسمت میانی فلوم به طول ۶ متر در دو طرف از جنس پلگسی گلاس ساخته شد. قسمت شفاف فلوم ۶ متر با ورودی فلوم در بالادست (برای آرام شدن جریان) و ۲ متر با دریچه پایین دست (برای از بین رفتن اثر برگشت آب) فاصله داشت. کف فلوم بدون شیب بوده و در هر آزمایش با شیب‌بندی مصالح بستر، شیب موردنظر تأمین می‌گردید.

آبشکن‌های مورد استفاده در آزمایش‌ها از جنس توری‌سنگ و در دو نوع سرسپری و سرکج به‌صورت غیرمستغرق و عمود بر دیواره ساخته شدند. از آنجا که یکی از اهداف انجام این مطالعه، بررسی تأثیر میزان تنگ‌شدگی کانال بر حداکثر عمق آبشستگی دماغه آبشکن بود، آبشکن‌ها به‌گونه‌ای طراحی شدند که بتوانند ۲۰ درصد و ۳۰ درصد تنگ‌شدگی در کانال ایجاد کنند. به این منظور با استفاده از رابطه ۱، میزان تنگ‌شدگی موردنظر، محاسبه و طراحی طول آبشکن براساس آن انجام شد.

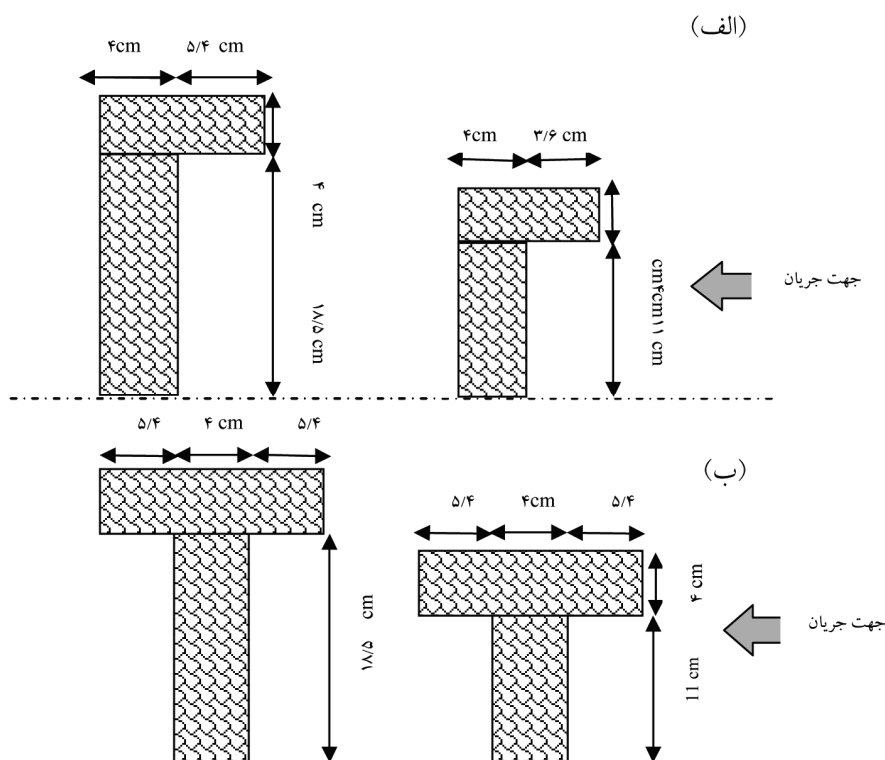
$$\alpha = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100 \quad (1)$$

که در آن، B_1 : عرض کانال قبل از تنگ‌شدگی، B_2 : عرض کانال در محل تنگ‌شدگی و α : درصد تنگ‌شدگی می‌باشد. در ادامه، برای نمایش آبشکن سرکج با ۲۰ درصد و ۳۰ درصد تنگ‌شدگی از نماد $L_{20\%}$ و $L_{30\%}$ و برای آبشکن سرسپری با ۲۰ درصد و ۳۰ درصد تنگ‌شدگی از نماد $T_{20\%}$ و $T_{30\%}$ استفاده شده است. شایان ذکر است در تمامی آزمایش‌ها از آبشکن‌هایی با تخلخل ثابت ۴۳ درصد و مصالح سنگ‌دانه‌ای شکسته استفاده شده است.

با استفاده از رابطه ۱، دو طول آبشکن (L) ۱۵ و ۲۲/۵ سانتی‌متر (۲۰ درصد و ۳۰ درصد عرض کانال) طراحی شدند. 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 موردنظر برای بستر به کمک الک تهیه گردید. این مصالح که دارای قطر متوسط ۳ 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 نمایی از مدل آزمایشگاهی و در شکل ۲ مشخصات آبشکن‌های مورد استفاده در آزمایش‌ها، مشاهده می‌شوند.



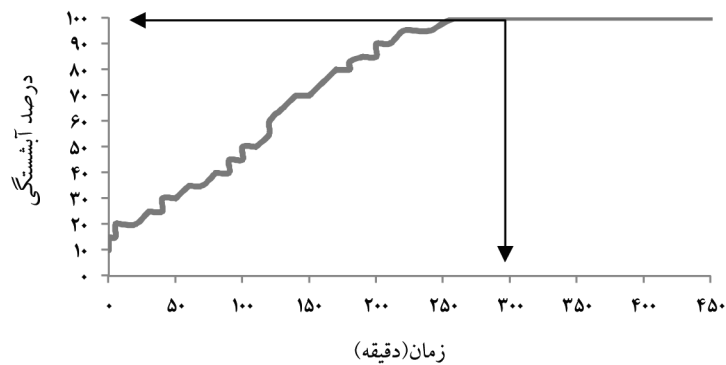
شکل ۱- نمایی از مدل آزمایشگاهی: الف- قبل از انجام آزمایش‌ها و ب- پس از انجام آزمایش‌ها.



شکل ۲- پلان آبشکن‌های نفوذپذیر: الف- سرکج و ب- سرسپری.

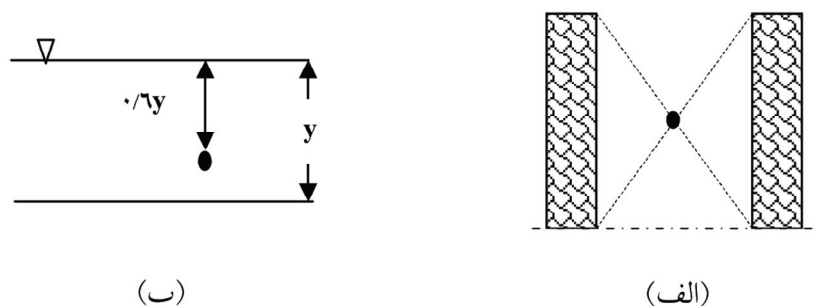
نحوه انجام آزمایش‌ها: آزمایش‌های این پژوهش در دو حالت انجام شد. در حالت اول، به‌منظور بررسی عمق آبستگي در دماغه آبشکن‌ها، پس از آماده‌سازی فلوم و نصب تجهیزات مورد نیاز، دو طول آبشکن و برای هر طول پنج فاصله آبشکن با سه مقدار دبي مورد آزمایش قرار گرفت. دبي‌ها از طریق مخزن آب و پمپاژ تأمین گردیده و مقدار آن توسط سرریز مستطیلی پایین‌دست و شیر کنترل بالادست اندازه‌گیری و تنظیم شد. برای آرام کردن جریان در بالادست از آرام‌کننده جریان و مصالح درشت‌دانه در ابتدای کانال استفاده شد. آبشکن‌ها به‌صورت قرینه و مطابق شکل ۱ در دو طرف فلوم کار گذاشته شدند. مشخصات آبشکن‌های توری‌سنگی که در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند در شکل ۲ نشان داده شده است. در آزمایش‌های اولیه مدت زمان آزمایش‌ها تا ۸ ساعت ادامه پیدا کرد.

بررسی تغییرات عمق در حفره آبستگي نشان داد، حداکثر عمق آبستگي در زمان ۵ ساعت تقريباً به تعادل رسیده و از آن به بعد تغییرات آبستگي ناچيز می‌باشد، به همین علت، مدت زمان انجام آزمایش‌ها ۵ ساعت در نظر گرفته شد (شکل ۳).



شکل ۳- منحنی زمان تعادل آزمایش‌ها.

در هر آزمایش پس از جابه‌جایی آبشکن‌ها در محل مورد نظر اقدام به اعمال شیب طولی در سرتاسر کانال نموده و پس از تنظیم دبی و پروفیل سطح آب، آزمایش شروع می‌شد. عمق آبستگي دماغه هر آبشکن در فواصل زمانی منظم با استفاده از عمق‌سنج نقطه‌ای به دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و تراز بستر در دماغه هر آبشکن قبل از شروع آزمایش‌ها نیز با استفاده از عمق‌سنج نقطه‌ای مشخص می‌گردید. تنظیم پروفیل سطح آب به منظور ایجاد جریان یکنواخت توسط دریچه پایین دست و با کمک دو عمق‌سنج نقطه‌ای در طول فلوم انجام می‌شد. به منظور اطمینان از جابه‌جا نشدن ذرات بستر (نبود بار کف) در پایان هر آزمایش، تراز بستر در بالادست محل تنگ‌شدگی نیز کنترل می‌شد. در حالت دوم، به جهت بررسی سرعت جریان در بین آبشکن‌ها، به دلیل آن‌که ذرات ریز شن و ماسه در فلوم با بستر متحرک، پروانه میکرو مولینه را از کار انداخته و اندازه‌گیری سرعت را با مشکل مواجه خواهد کرد، از فلوم با بستر ثابت که شیب کف با ملات سیمان در آن ایجاد شده است، استفاده شد. در این آزمایش‌ها، سرعت جریان در نقطه وسط بین دو آبشکن (شکل ۴- الف) و در فاصله ۰/۶ متر عمق جریان از سطح آب (شکل ۴- ب) اندازه‌گیری شد.



شکل ۴- موقعیت اندازه‌گیری سرعت: الف- در بین آبشکن‌ها در پلان و ب- در بین آبشکن‌ها در عمق.

نتایج و بحث

تغییرات حداکثر عمق آبشستگی در دبی‌های مختلف: شکل‌های ۵ (الف) و (ب)، تغییرات میانگین حداکثر عمق آبشستگی در دبی‌های مختلف را نشان می‌دهد. برای بررسی عمق آبشستگی در دماغه آبشکن‌ها، عمق جریان در بالادست آبشکن‌ها و قبل از تنگ‌شدگی (d_1) و عمق آبشستگی (d_s) در دماغه هر یک از آبشکن‌ها که از تفاضل رقوم کف قبل از شروع آزمایش و رقوم کف بعد از آبشستگی حاصل می‌شود، اندازه‌گیری شده است. (d_2) نیز که عبارت از مجموع (d_1) و (d_s) می‌باشد در هر مورد محاسبه شد. عمق جریان در بالادست آبشکن‌ها (d_1) برای دبی‌های ۳۰، ۳۵ و ۴۰ لیتر بر ثانیه به ترتیب برابر ۴/۳۹، ۴/۸۳ و ۵/۵۲ سانتی‌متر می‌باشد. پس از انجام آزمایش‌ها و اندازه‌گیری‌های لازم، مقادیر عمق آبشستگی (d_s) و نسبت بدون بعد عمق آب در گودال آبشستگی به عمق جریان (d_2/d_1) برای دبی‌های ۳۰، ۳۵ و ۴۰ لیتر بر ثانیه و در طول‌های ۱۵ و ۲۲/۵ سانتی‌متر در مقابل نسبت فاصله به طول آبشکن‌ها محاسبه شد.

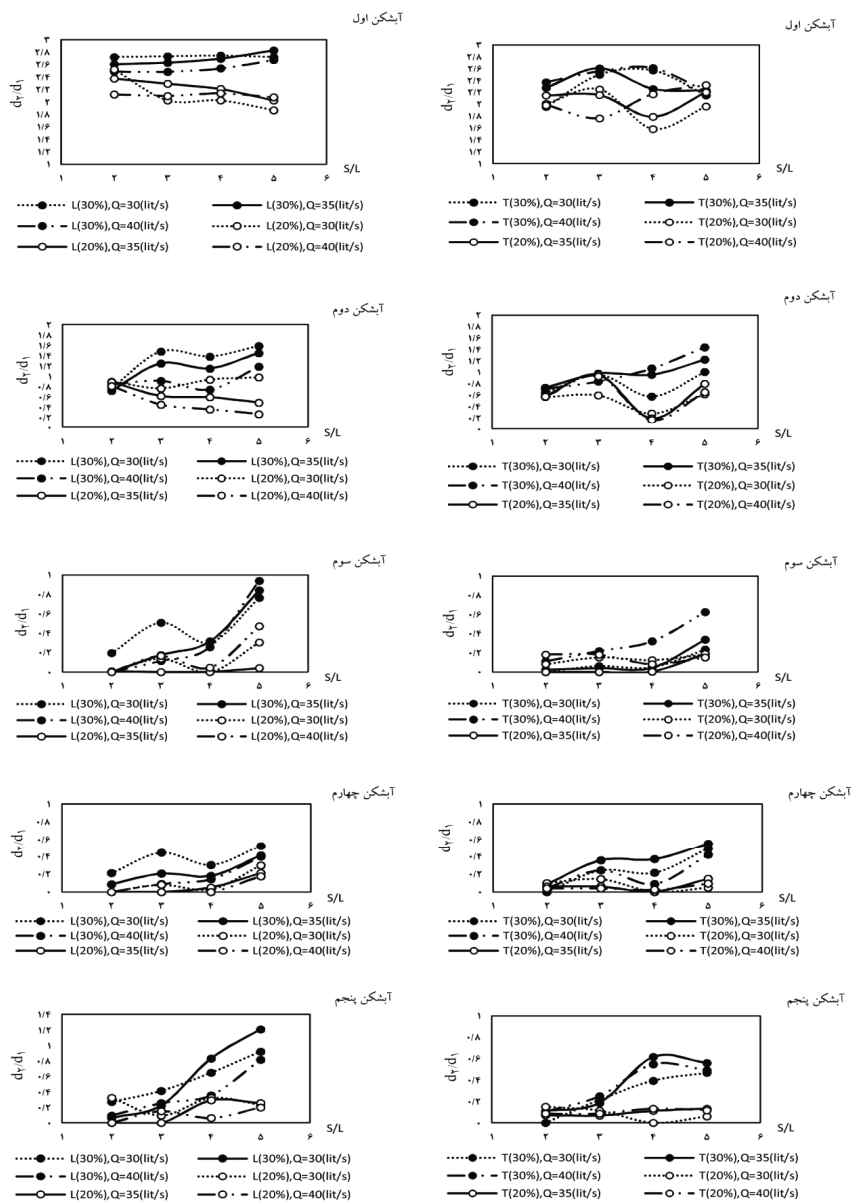
در شکل ۵ (الف)، تغییرات حداکثر عمق آبشستگی در سری آبشکن‌های سرکج، مشاهده می‌شود. در این نوع از آبشکن‌ها، در تمام نسبت‌های S/L ، عمق آبشستگی دماغه آبشکن اول، با افزایش دبی افزایش می‌یابد و عمق آبشستگی در سه آبشکن بعدی، در $S/L=2$ ، با افزایش دبی، تقریباً ثابت بوده و در بقیه نسبت‌های S/L ، با افزایش دبی کاهش می‌یابد. در آبشکن پنجم، روند منظمی در تغییرات آبشستگی دماغه، مشاهده نشد که به نظر می‌رسد، به دلیل بازشدگی ناگهانی مسیر جریان پس از این آبشکن، رفتار این آبشکن، متفاوت از رفتار سری آبشکن‌ها است.

همان‌گونه که در شکل ۵ (ب)، مشاهده می‌شود، در آبشکن‌های سرسپری، با افزایش دبی، روند منظمی در حداکثر عمق آبشستگی، مشاهده نمی‌شود، هر چند همان‌گونه که از این شکل برمی‌آید، در این نوع آبشکن‌ها نیز در $S/L > 4$ افزایش عمق آبشستگی به‌طور ناگهانی اتفاق می‌افتد. مشاهده‌های آزمایشگاهی نشان داد، از آن‌جا که در $S/L > 4$ ، به جهت آن‌که عملکرد سری آبشکن‌ها، مشابه آبشکن‌های منفرد خواهد شد، بنابراین 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، حفره آبشستگی هر آبشکن، بر آبشکن بعدی تأثیر خواهد داشت، اما در $S/L > 4$ ، شعاع تأثیر حفره آبشستگی هر آبشکن، به حفره آبشکن بعدی نرسیده و بنابراین عملکرد هر آبشکن، بیش‌تر به سمت آبشکن‌های منفرد نزدیک خواهد شد.

بررسی بیش‌تر شکل‌های ۵ (الف) و (ب)، نشان می‌دهد در هر دو نوع سری آبشکن، به دلیل آن‌که آبشکن‌های اول و پنجم تحت تأثیر تنگ‌شدگی و بازشدگی ناگهانی مقطع می‌باشند، بنابراین علاوه بر نشان دادن رفتاری متفاوت از سایر آبشکن‌ها، در بیش‌تر موارد، بیش‌ترین عمق آبشستگی را هم از خود نشان می‌دهند. به همین علت ضروری به نظر می‌رسد، در احداث سری آبشکن‌های مستقیم، اقدامات حفاظتی به جهت کنترل آبشستگی آبشکن‌های ابتدا و انتهای هر سری صورت پذیرد، زیرا افزایش عمق آبشستگی در این دو آبشکن و در نتیجه نداشتن عملکرد صحیح آن‌ها، بر روی سایر آبشکن‌ها نیز اثرات نامطلوبی خواهد داشت.

بررسی تغییرات حداکثر عمق آبشستگی با میزان تنگ‌شدگی کانال: مقایسه عملکرد میزان تنگ‌شدگی هر آبشکن (۲۰ درصد و ۳۰ درصد) در شکل ۶ مشاهده می‌شود. همان‌گونه که انتظار می‌رود، در هر سری از آبشکن‌های هم‌شکل، آبشکن‌های با ۳۰ درصد تنگ‌شدگی ($T_{30\%}$ و $L_{30\%}$)، به دلیل افزایش سرعت و در نتیجه افزایش قدرت گردابه‌های تولیدی، میزان آبشستگی بیش‌تری از خود نشان می‌دهند.

همچنین مقایسه میانگین حداکثر عمق آبشستگی در دو نوع آبشکن سرسپری و سرکج نشان می‌دهد، در شرایط مشابه، در آبشکن‌های سرسپری میزان آبشستگی کم‌تر از آبشکن‌های سرکج، مشاهده می‌شود.

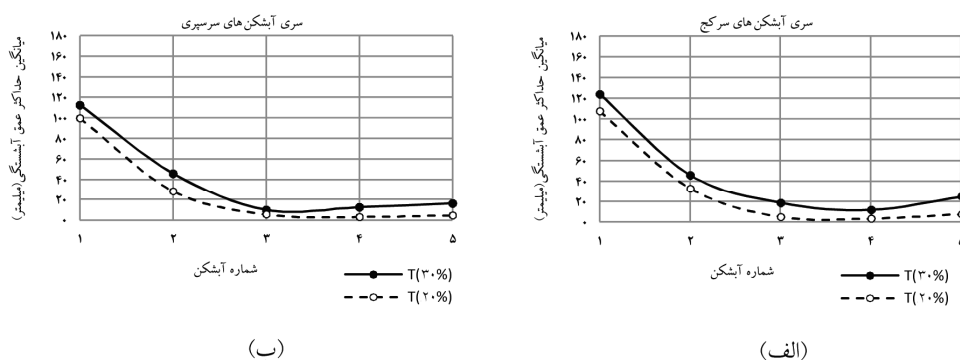


(ب) سری آبشکن‌های سرکج

(الف) سری آبشکن‌های سرسپری

شکل ۵- تغییرات میانگین حداکثر عمق آبستگي در دبی‌های مختلف:

(الف) سری آبشکن‌های سرسپری و (ب) سری آبشکن‌های سرکج.



شکل ۶- تغییرات حداکثر عمق آبشستگی با میزان تنگ‌شدگی کانال

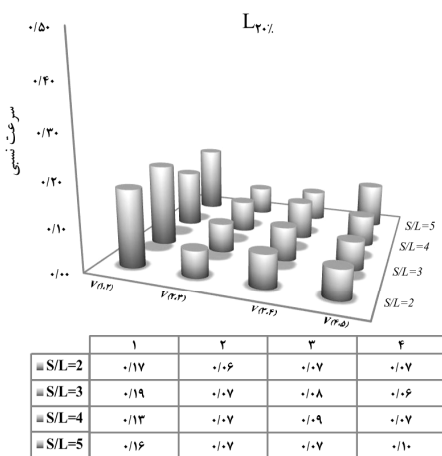
(الف): سری آبشکن‌های سرکج و (ب) سری آبشکن‌های سرسپری.

تغییرات سرعت نسبی در بین آبشکن‌ها: در شکل ۷، به‌منظور بررسی سرعت در بین آبشکن‌ها، از نسبت جریان بین آبشکن‌ها به سرعت در وسط کانال استفاده شده است. همان‌گونه که در این شکل‌ها مشاهده می‌شود، در هر سری از آبشکن‌ها و در هر نسبت S/L ، سرعت نسبی بین آبشکن اول و دوم، بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده و سرعت نسبی بین دو آبشکن آخر هر سری، با افزایش نسبت S/L ، افزایش می‌یابد که این افزایش برای آبشکن‌های سرسپری و سرکج تا $S/L=3$ تدریجی بوده و در $S/L=4$ افزایش سرعت نسبی قابل ملاحظه است. در آبشکن‌های سرسپری، با افزایش نسبت S/L ، سرعت نسبی در بین آبشکن‌ها نیز افزایش می‌یابد و در $S/L>4$ کاهش می‌یابد. آبشکن سرکج دارای نوسان کاهش و افزایش در سرعت نسبی در S/L های مختلف است.

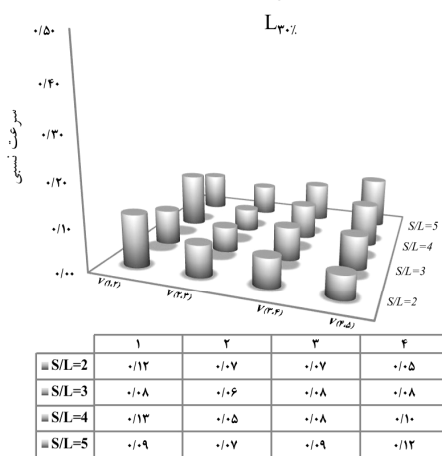
بررسی تغییرات توپوگرافی بستر ناشی از قرارگیری سری آبشکن‌ها: تغییرات توپوگرافی بستر، با استفاده از نرم‌افزار Tec Plot مورد بررسی قرار گرفت. به‌عنوان نمونه در شکل ۸، تغییرات توپوگرافی برای $T=3\%$ و دبی ۳۵ لیتر بر ثانیه، آورده شده است. همان‌گونه که در این شکل دیده می‌شود، کاهش سرعت جریان در بین آبشکن‌ها منجر به رسوب‌گذاری و تثبیت سواحل رودخانه می‌گردد، که این مورد در آبشکن‌های ابتدایی هر سری نمود بیش‌تری دارد. رسوبات انتقال‌یافته از آبشستگی اطراف آبشکن‌ها در پایین‌دست هر آبشکن به‌صورت پشته‌ای رسوبی شکل می‌گیرد. به‌نظر می‌رسد، به‌دلیل

آن‌که رسوبات منتقل شده از آبشکن اول به حفره سایر آبشکن‌ها وارد می‌شود، در نتیجه عمق حداکثر آبشستگی اطراف حفره‌های بعدی از عمق متناظر آن در اطراف آبشکن اول کم‌تر باشد، که این رفتار در پژوهش دهقانی و همکاران (۲۰۰۹)، نیز مشاهده شده است.

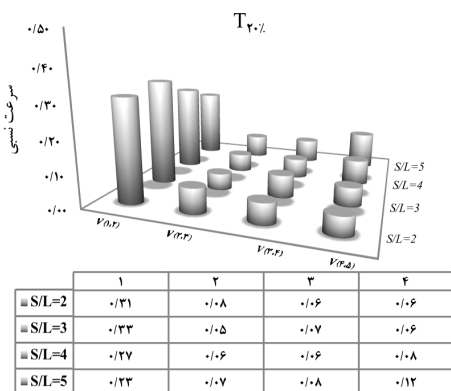
تغییرات سرعت نسبی در بین آبشکن‌های



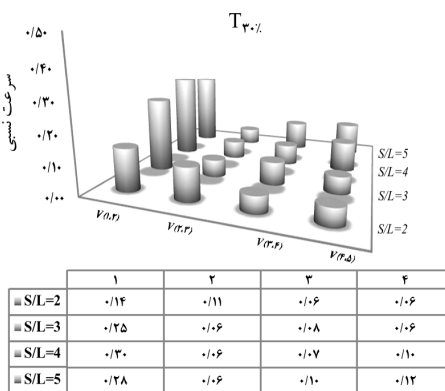
تغییرات سرعت نسبی در بین آبشکن‌های



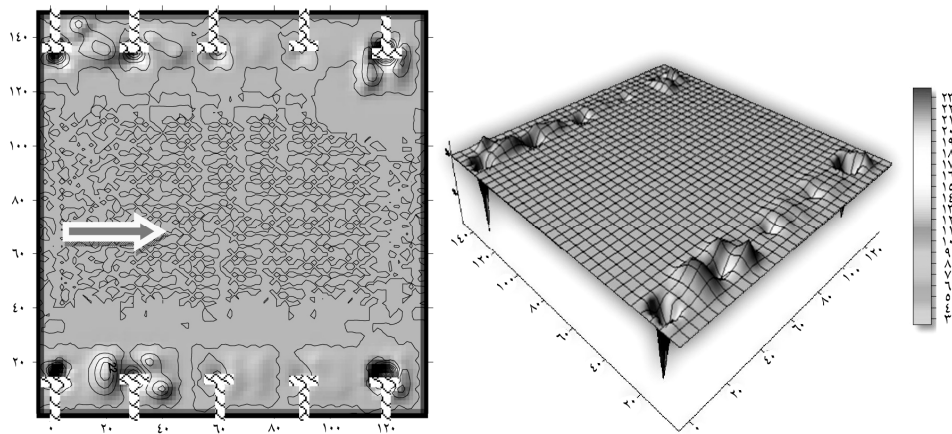
تغییرات سرعت نسبی در بین آبشکن‌های



تغییرات سرعت نسبی در بین آبشکن‌های



شکل ۷- تغییرات سرعت نسبی در سری آبشکن‌ها.



شکل ۸- تغییرات توپوگرافی اطراف سری آبشکن‌ها.

بررسی مشاهده‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد، هر چند افزایش نسبت فاصله به طول آبشکن‌ها باعث کاهش تعداد آن‌ها در یک طول مشخص و کاهش هزینه‌های طرح می‌گردد، از طرفی عمق آبشستگی دماغه آبشکن‌ها و سرعت جریان افزایش خواهد یافت. بنابراین در هر یک 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 مشاهده‌های آزمایشگاهی و تجزیه و تحلیل اطلاعات برداشت شده در این مطالعه، به‌طورکلی نتایج زیر حاصل شد:

- ۱- عمق آبشستگی دماغه آبشکن در هر دو نوع آبشکن سرسپری و سرکج نفوذپذیر تا $S/L=4$ کم بوده و در $S/L > 4$ افزایش ناگهانی از خود نشان می‌دهد.
- ۲- سرعت جریان در سری آبشکن‌های سرسپری، در $S/L=3$ و $S/L=4$ دارای کم‌ترین مقدار می‌باشد و در آبشکن‌های سرکج روند مشخصی ندارد.

۳- با توجه به پارامترهای سرعت جریان و حداکثر عمق آبشستگی، نسبت فاصله به طول آبشکن‌های نفوذپذیر در مسیر مستقیم برای آبشکن‌های سرکج برابر ۳ و برای آبشکن‌های سرسپری برابر ۴ پیشنهاد می‌شود.

۴- انتخاب نسبت فاصله به طول بزرگ‌تر از ۴ در هیچ‌یک از آبشکن‌های سرسپری و سرکج توصیه نمی‌شود. استفاده از آبشکن سرسپری، از نظر داشتن عمق آبشستگی کم‌تر دماغه و پایداری سازه بر آبشکن سرکج برتری دارد.

منابع

1. Ardeshir, A., Karami, H., and Saneie, M. 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, 8p.
2. Barbhuiya, A.K., and Dey, S. 2004. Local scour at abutments (Review) Sadhana. 29: 5. 449-476. © Printed in India.
3. Dehghani, A.A., Barzali, M., Fazloula, R., and Zea Tabar Ahmadi, M.Kh. 2009. Experimental study of scouring around a series of L-Head groynes. Gorgan, J. Water Soil Conserv. 16: 3. 141-162. (In Persian)
4. Elawady, W., Michiue, M., and Hinokidani, O. 2001. Characteristic of scour around repelling spur dikes, proceeding of XXIX IAHR Congress, Beijing, China. Theme D, Vol. II, Pp: 343-349.
5. Fazli, M., Ghodsian, M., and Salehi, S.A.A. 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.
6. Fazli, M., Ghodsian, M., and Salehi, S.A. 2008. Scour and flow field around a spur dike in a 90 Bend. Inter. J. Sed. Res. 23: 1. 56-68.
7. Forghani, M.J., Fazli, M., and Ghodsian, M. 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.
8. Garde, R.J. 1961. Study of scour around spur dikes. J. hyd. Eng. ASCE. 86: 6. 23-37.
9. Ghodsian, M., and Hoseini, S.M. 2001. Scour around groins, J. Sed. Res. 16: 1. 60-68.
10. Gill, M.A. 1972. Erosion of sand beds around spur dikes. J. hyd. Eng. ASCE. 86: 9. 1587-1601.
11. Hashemi Najafi, F. 2008. Experimental investigation of scouring around L-head groynes under clear water condition. M.Sc. Thesis. Tarbiat Modarres University, Iran, 120p. (In Persian)

12. Kerman Nejad, J., Fathi Moghadam, M., Dehghani, A.A., and Mahmoodian, M. 2011. Investigation of effect porosity on scour depth around L-head groins with clapper toward downstream and upstream under clear water condition. *J. Water Soil, Mashhad*, 25: 2. 305-314. (In Persian)
13. Kothyari, U.C., and Ranga Raju, K.G. 2001. Scour around spur dikes and bridge abutments. *J. Hydr. Res.* 39: 4. 367-374.
14. Lim, S.Y., and Chiew, Y.M. 1992. Effect of sediment gradation on scour at spur dike proceeding of international symposium on hydraulic research in nature and laboratory. Wuhan, China, Pp: 112-117.
15. Vaghefi, M., Ghodsian, M., and Salehi Neyshabouri, S.A.A. 2009. Experimental study on scouring around single T-Shape spur dike on a 90 degree Bend. *J. Water Resour. Res. Iran.* 4: 3. 57-69. (In Persian)
16. Wang, T.W., and Yanipirut, N. 1988. Channel bed degradation caused by construction. Proceeding of congress of APD-IAHR, Kyoto, Japan. Pp: 285-292.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 21(4), 2014
<http://jwsc.gau.ac.ir>

Experimental investigation on the effect of length, space and shape of Gabion Groynes on local scouring depth

***A.A. Abbasi¹ and M. Malek Nejad Yazdi²**

¹Research Associate Prof., Dept. of Soil Conservation and Watershed Management,
Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center,

²M.Sc., Dept. of Soil Conservation and Watershed Management,
Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center

Received: 10/12/2012; Accepted: 06/30/2013

Abstract

Protecting the river bank by using groynes is very common in river engineering projects. Spur dikes makes flow path to be modified. Because of the concentration of flow in middle part of the river side is washed out. Settling spur dikes in the flow's direction lead to a local scour in the spur dike side and the change in the bed topography. In this investigation a laboratory movable bed flume with 18 m length, 1.5 m width and 0.8 m 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 groynes (L shape 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 discharges. Since the reduction of flow velocity between two consequent groynes, causes sedimentation and bank protection, all of the experiment were repeated with constant bed. In this experiment the flow velocity and the pattern of streamlines between consequent groynes were investigated with more details. Based on the experiments result for L shape groyne $S/L=3$ and for T shape groyne $S/L=4$ is recommended as the most suitable S/L ratios. Regarding the type and shape of groyne, T shape groyne indicated the least scouring depth.

Keywords: Gabion groyne, T shape, L shape, Scouring, River bank protection

* Corresponding Author; Email: ak_abbasi@yahoo.com