

بررسی آزمایشگاهی عمق آبشستگی دماغه در مجموعه آبشکن‌های توری سنگی سرسپری

علی اکبر عباسی^۱، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان
مهدی حبیبی، دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۰۷/۲۰

دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۰۱/۱۵

چکیده

یکی از روش‌های معمول کنترل فرسایش کناری رودخانه‌ها استفاده از آبشکن است که در صورت طراحی و اجرای صحیح، علاوه بر کنترل فرسایش کناری، منجر به بازیابی و احیای اراضی با ارزش حاشیه رودخانه‌ها می‌شود. از آنجا که سؤالات و ابهاماتی در مورد تعیین طول، فاصله و شکل دماغه آبشکن‌های توری سنگی مطرح شده، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر طول، فاصله و شکل آبشکن‌های توری سنگی، به صورت آزمایشگاهی انجام شده است. این تحقیق در فلوم آزمایشگاهی با بستر متحرک با طول ۱۷ متر، عرض ۱/۵ متر و عمق ۰/۸ متر انجام شده است. آبشکن‌های مورد استفاده در آزمایش‌ها از جنس سنگ و تورسیم (توری سنگ) بوده، از نوع سرسپری (T شکل) غیرمستغرق و عمود بر دیواره فلوم ساخته شده‌اند. به منظور بررسی آبشستگی دماغه آبشکن‌ها از دو طول آبشکن ۱۵ و ۲۲/۵ سانتی‌متر (۲۰ درصد و ۳۰ درصد تنگ شدگی کانال) و چهار فاصله آبشکن (چهار نسبت ۲، ۳، ۴ و ۵، فاصله به طول آبشکن‌ها) در بستری با مصالح و شیب ثابت و سه مقدار دبی (۳۰، ۳۵ و ۴۰ لیتر بر ثانیه) مورد آزمایش قرار گرفته است. با توجه به نتایج به دست آمده از تحلیل آزمایش‌ها برای آبشکن‌های سرسپری رابطه بدون بعد برای برآورد حداکثر عمق آبشستگی دماغه آبشکن‌های توری سنگی که به صورت سری ساخته می‌شوند، استخراج و توصیه شده است. مقایسه مقادیر محاسبه‌ای از این رابطه با مقادیر مشاهده‌ای نشان داده است که تفاوت‌ها در محدوده ± 25 درصد خطا قرار دارند. مقایسه نتایج روابط ارائه شده به وسیله سایر محققین با مقادیر مشاهده‌ای در این تحقیق نشان داده است حداکثر عمق آبشستگی در آبشکن‌های توری سنگی کم‌تر از آبشکن‌های صلب است.

واژه‌های کلیدی: احیای اراضی، فلوم، حفاظت دیواره رودخانه، کنترل فرسایش، مستغرق

مقدمه

برای حفاظت سواحل رودخانه‌ها در مقابل جریان، روش‌های مختلفی وجود دارد که در دو گروه روش‌های حفاظت مستقیم و روش‌های حفاظت غیر مستقیم دسته‌بندی می‌شوند. در روش‌های حفاظت غیرمستقیم با ساخت سازه‌هایی در داخل جریان که با تأثیرگذاری بر روی خطوط جریان، موجب انحراف آن‌ها از دیواره فرسایش‌پذیر شده و یا با کاهش سرعت از شدت برخورد جریان با دیواره‌ها کاسته، قابلیت رسوب‌گذاری جریان را افزایش می‌دهد و سبب تثبیت دیواره می‌شود. ساخت آبشکن‌ها از معمول‌ترین این روش‌ها است.

آبشکن‌ها سازه‌هایی هستند که معمولاً از مصالح سنگ‌ریزه‌ای، توری سنگی، مخلوط رودخانه‌ای با روکش توری سنگی و سنگ و ملات ساخته شده و از طرف ساحل به داخل جریان اصلی امتداد می‌یابند و موجب تنگ‌شدگی موضعی در داخل جریان می‌شوند. این سازه‌ها که گاهی به صورت منفرد و گاهی به صورت یک سری متوالی ساخته می‌شوند، موجب انحراف جریان از کنارها شده و از برخورد آن با دیواره ساحل جلوگیری می‌نمایند. علاوه بر این جریان‌های چرخشی در پایین دست موجب ته‌نشینی رسوبات در مجاورت ساحل اصلی می‌شود که این عمل به تدریج

¹ ak_abbasi@yahoo.com

موجب توسعه و تثبیت طبیعی و بیولوژیکی دیواره رودخانه می‌شود. از آنجا که در حال حاضر در بخش‌های اجرایی آبشکن‌های توری‌سنگی به‌منظور حفاظت سواحل رودخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و در مورد تعیین طول، فاصله و شکل دماغه این آبشکن‌ها به‌نحوی که کم‌ترین میزان آبشستگی دماغه و بیش‌ترین تأثیر در حفاظت سواحل را داشته باشند، ابهاماتی وجود دارد، این تحقیق به‌منظور ارائه رهنمودهایی برای تعیین شکل مناسب دماغه و نسبت مناسب فاصله به طول آبشکن‌های توری‌سنگی انجام شده است (عباسی و همکاران، ۱۳۸۱).

ساجدی‌سابق و همکاران (۱۳۷۵) و حسنی و همکاران (۱۳۷۵)، تأثیر زاویه قرارگیری آبشکن و زاویه اتصال قسمت انتهایی به بدنه آبشکن سرکج در آبشستگی موضعی دماغه آبشکن را به صورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفته‌اند که آبشکن‌های سرکج که متمایل به پایین‌دست ساخته می‌شوند کم‌ترین میزان آبشستگی دماغه را دارند. عباسی و همکاران (۱۳۷۶)، نتیجه بررسی آزمایشگاهی حداکثر عمق آبشستگی در دماغه آبشکن‌های توری‌سنگی مستقیم به ازای نسبت‌های مختلف فاصله به طول آبشکن را بررسی کرده‌اند. بر اساس نتایج این تحقیق با افزایش نسبت فاصله به طول آبشکن (S/L)، عمق آبشستگی موضعی دماغه نیز افزایش می‌یابد. این افزایش تا نسبت ($S/L = 4$) تدریجی بوده، در نسبت‌های بزرگ‌تر عمق آبشستگی افزایش ناگهانی می‌یابد. در این تحقیق نسبت ($S/L = 3$) برای آبشکن‌های توری‌سنگی مستقیم مناسب تشخیص داده شده، توصیه شده است این نسبت بزرگ‌تر از ۴ انتخاب نشود. نصرالهی و همکاران (۱۳۸۰)، تأثیر عدد فرود جریان و درصد بازشدگی در آبشکن‌های باز را روی بیشینه عمق آبشستگی اطراف آبشکن‌های باز به صورت آزمایشگاهی بررسی کرده، روابط بدون بعدی برای تخمین حداکثر عمق آبشستگی اطراف آبشکن‌های باز ارائه نموده‌اند. نصرالهی و قدسیان (۱۳۸۲)، بیشینه عمق آبشستگی اطراف آبشکن‌های بسته را مورد مطالعه قرار داده، روابط بدون بعدی را برای برآورد بیشینه عمق آبشستگی اطراف آبشکن‌های بسته معرفی کرده‌اند.

Chiew و Lim (۱۹۹۱)، Tong و Lim (۱۹۸۸)، Yanapirut و Wang (۱۹۷۲)، Gill (۱۹۶۱)، Garde

(۱۹۹۲)، تحقیقاتی را بر روی حداکثر عمق آبشستگی دماغه آبشکن‌ها انجام داده، متناسب با پارامترهای مورد نظر در آزمایش‌ها، روابط بدون بعدی را بین بیشینه عمق آبشستگی دماغه آبشکن‌ها و پارامترهای مورد مطالعه ارائه کرده‌اند. Elawady و همکاران (۲۰۰۱)، روی آبشکن‌های جاذب و دافع مستغرق به صورت آزمایشگاهی کار کرده‌اند و نتیجه گرفته‌اند که الگوی آبشستگی در آبشکن‌های جاذب و دافع فرق می‌کند و بیشینه عمق آبشستگی متأثر از ارتفاع و طول آبشکن است. Ranga Raju و Kothiyari (۲۰۰۱)، تغییرات زمانی آبشستگی در پایه پل‌ها، پشتواره‌ها و آبشکن‌ها را بررسی کرده، مدلی برای برآورد عمق آبشستگی توسعه داده‌اند. این مدل با اطلاعات سایر محققین مورد آزمون قرار گرفته، اکثر برآوردها در محدوده $\pm 30\%$ درصد خطا بوده‌اند. Dey و Barbhuiya (۲۰۰۴)، کارهای انجام‌شده در زمینه فرسایش موضعی در پای پشتواره‌ها و آبشکن‌ها را بررسی و روابط مختلف برای بررسی عمق آبشستگی در حالت آب صاف و بستر متحرک را ارائه کرده‌اند.

بررسی کارهای قبلی نشان می‌دهد که محققین زیادی در زمینه آبشستگی دماغه آبشکن‌ها و پارامترهای مرتبط با آن کار کرده‌اند. اغلب کارهای انجام شده در رابطه با آبشکن‌های صلب و نفوذ ناپذیر است. از طرفی در طرح‌های مختلف ساماندهی رودخانه در کشور از آبشکن‌های توری‌سنگی استفاده می‌شود. با توجه به این‌که آبشکن‌های توری‌سنگی نفوذپذیر هستند، استفاده از روابط و توصیه‌های ارائه شده برای آبشکن‌های نفوذ ناپذیر برای این سازه‌ها مورد ابهام است. از این‌رو انجام تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر طول، فاصله و شکل آبشکن‌های توری‌سنگی، به‌صورت آزمایشگاهی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

انتخاب پارامترهای مورد مطالعه: پارامترهای متعددی در عمل‌کرد آبشکن‌ها در حفاظت سواحل و آبشستگی اطراف دماغه آن‌ها مؤثر هستند. تعدادی از این عوامل تأثیر کم‌تری داشته، تعدادی نیز به اندازه کافی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. محققین عموماً از طریق تحلیل ابعادی به انتخاب پارامترهای مورد مطالعه پرداخته‌اند. بررسی منابع موجود و

کارهای انجام شده قبلی نشان می‌دهد که پارامترهای فاصله و طول آبشکن‌ها به دلیل نقش عمده‌ای که در اقتصاد پروژه دارند و در کارایی آبشکن‌ها در حفاظت سواحل رودخانه‌ها نیز مؤثرند، از جمله پارامترهای مهم برای بررسی خواهند بود.

به‌منظور یافتن رابطه بین عوامل مؤثر بر آبشستگی در دماغه آبشکن‌های توری‌سنگی، تحلیل ابعادی روی پارامترهای مؤثر انجام شده‌است. متغیرهای مهم در این زمینه عبارتند از:

۱. متغیرهای وابسته به وضعیت هندسی کانال و آبشکن نظیر B_1 عرض کانال در مقطع بالادست آبشکن، B_2 عرض کانال در مقطع تنگ‌شده، S_0 شیب بستر کانال، S فاصله آبشکن‌ها، L طول آبشکن، K_s پارامترهای مربوط به شکل دماغه آبشکن و θ زاویه آبشکن با جریان (شکل ۱)

۲. متغیرهایی که وضعیت جریان را توصیف می‌کنند نظیر v_1 سرعت متوسط جریان در مقطع بالادست آبشکن،

d_1 عمق جریان در مقطع بالادست آبشکن و d_2 عمق جریان در گودال فرسایشی دماغه آبشکن

۳. پارامترهای ویژگی‌های سیال نظیر ρ دانسیته سیال، μ ویسکوزیته دینامیکی و g شتاب ثقل

۴. متغیرهایی که ویژگی‌های مصالح بستر را تعریف می‌کنند، نظیر d_{50} قطر متوسط ذرات بستر، γ_s وزن

مخصوص مصالح بستر

با انتخاب d_2 به عنوان تابع، رابطه زیر برقرار است.

$$d_2 = f_1(\theta, S_0, K_s, B_1, B_2, L, S, V_1, d_1, d_{50}, \rho, \mu, \gamma_s, \gamma_s) \quad (1)$$

با انتخاب d_1 ، v_1 ، ρ به عنوان متغیرهای تکراری و با استفاده از روش باکینگهام، پارامترهای بی بعد به شرح

معادله زیر بدست می‌آیند.

$$\frac{d_2}{d_1} = f_2(\theta, S_0, K_s, \frac{B_1}{d_1}, \frac{B_2}{d_1}, \frac{L}{d_1}, \frac{S}{d_1}, F_r = \frac{V_1}{\sqrt{gd_1}}, R_e = \frac{V_1 d_1}{\nu}, F_0 = \frac{V_1}{\sqrt{(\Delta\gamma_s/\rho)d_{50}}}) \quad (2)$$

با توجه به این‌که نوع مصالح بستر در تمام آزمایش‌ها یکسان گرفته شده و آبشکن‌ها نیز با جهت جریان زاویه

۹۰ درجه ساخته شده‌اند پارامترهای θ و S_0 وارد معادله نمی‌شوند. از طرفی با توجه به مقادیر عدد رینولدز

$R_e > 2000$ (جدول ۱) جریان توسعه یافته کامل (Fully Developed flow) بوده، پارامتر R_e نیز وارد معادله

نشده و رابطه ساده‌تر زیر حاصل می‌شود.

$$\frac{d_2}{d_1} = f_3(K_s, \frac{B_1}{d_1}, \frac{B_2}{d_1}, \frac{L}{d_1}, \frac{S}{d_1}, F_r = \frac{V_1}{\sqrt{gd_1}}, F_0 = \frac{V_1}{\sqrt{(\Delta\gamma_s/\rho)d_{50}}}) \quad (3)$$

و با توجه به محدوده آزمایش‌های صورت گرفته در نظر گرفتن پارامترهای ثابت و کم‌تأثیر رابطه نهایی به‌شکل

زیر تبدیل خواهد شد.

$$\frac{d_2}{d_1} = f_3(K_s, \frac{L}{d_1}, \frac{S}{d_1}, F_0 = \frac{V_1}{\sqrt{(\Delta\gamma_s/\rho)d_{50}}}) \quad (4)$$

پس از تحلیل ابعادی و انتخاب پارامترهای مورد مطالعه آزمایش‌ها در فلوم آزمایشگاهی با بستر متحرک با طول ۱۷

متر، عرض ۱/۵ متر و عمق ۰/۸ متر انجام شده است. آبشکن‌های مورد استفاده در آزمایش‌ها از جنس سنگ و

تورسیمی (توری‌سنگ) بوده، از نوع سر سپری (T شکل) غیر مستغرق و عمود بر دیواره فلوم ساخته شده‌اند (شکل ۱).

به منظور بررسی آبشستگی دماغه آبشکن‌ها از دو طول آبشکن ۱۵ و ۲۲/۵ سانتی‌متر (۲۰ درصد و ۳۰ درصد تنگ

شدگی کانال) و چهار فاصله آبشکن (چهار نسبت ۲، ۳، ۴، و ۵، فاصله به طول آبشکن‌ها) در بستری با مصالح

یکنواخت و شیب ثابت و سه مقدار دبی (۳۰، ۳۵ و ۴۰ لیتر بر ثانیه) مورد آزمایش قرار گرفته است.

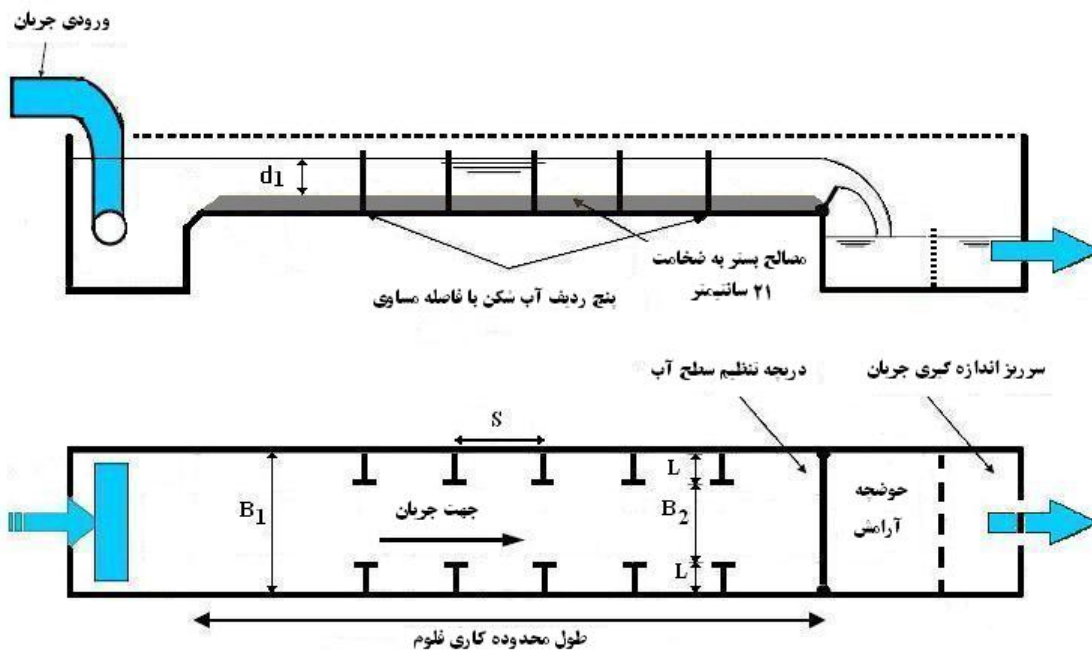
مصالح مورد نظر برای بستر فلوم با کمک الک تهیه شده است. این مصالح که دارای قطر متوسط سه میلی‌متر

بوده‌اند، در لایه‌ای به ضخامت ۲۵ سانتی‌متر و با شیب ثابت ۰/۰۰۹ در بستر فلوم قرار داده شده‌اند. از آن‌جا که فقط

بحث آبشستگی موضعی دماغه آبشکن در آزمایش‌ها مورد بررسی قرار می‌گرفت به‌منظور جلوگیری از آبشستگی

عمومی، شیب بستر، قطر مصالح و شرایط هیدرولیکی جریان به نحوی انتخاب شده است که مصالح بستر در بازه بالادست محل قرارگیری آبشکن‌ها، حرکت نداشته باشند و آزمایش‌ها با آب صاف انجام شده است.

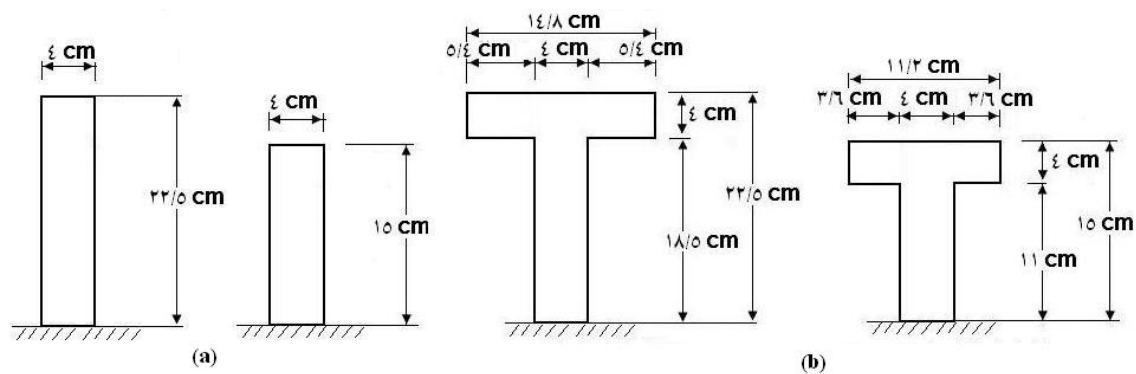
تجهیزات آزمایشگاهی: انجام آزمایش‌ها مستلزم وجود یک سری تجهیزات است. وجود یک فلوم با طول، عرض و عمق مناسب، تجهیزات اندازه‌گیری عمق جریان و آب‌شستگی، اندازه‌گیری دبی و مخزن تأمین آب از ضروریات انجام این کار است. با توجه به محدودیت‌های فضای آزمایشگاه، فلومی به عرض ۱/۵ متر و طول ۱۷ متر در آزمایشگاه هیدرولیک مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری برای انجام آزمایش‌ها در نظر گرفته 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 فلوم به طول دو، عرض ۱/۵ و عمق ۱/۵ متر احداث شد. تراز سطح آب در داخل فلوم به وسیله دریچه‌ای که در پایین دست فلوم نصب شده، تنظیم می‌شود. اندازه‌گیری جریان به وسیله سرریز لبه تیز مستطیلی در پایین دست فلوم که بعد از حوضچه آرام‌کننده قرار دارد، انجام می‌شود. بدنه فلوم از آجر و ملات سیمان ساخته شده، داخل آن با ملات سیمان اندود شده، سپس رنگ شده است. به منظور مشاهده هر چه بهتر نتایج آزمایش‌ها، دیواره‌های قسمت میانی فلوم به طول شش متر در دوطرف از جنس پلگسی گلاس ساخته شده است. قسمت شفاف فلوم شش متر با ورودی فلوم در بالادست (برای آرام شدن جریان) و دو متر با دریچه پایین دست (برای از بین رفتن اثر برگشت آب) فاصله دارد. کف فلوم بدون شیب بوده، در هر آزمایش با شیب بندی مصالح بستر، شیب مورد نظر در فلوم تأمین می‌شود. پلان و مقطع فلوم در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱- پلان و مقطع فلوم و سیستم‌های سر آب و پایاب

شرح آزمایش‌ها: پس از آماده‌سازی فلوم و تجهیزات مورد نیاز، دو طول آب‌شکن، برای هر طول فاصله آب‌شکن (پنج نسبت فاصله به طول آب‌شکن) با سه مقدار دبی (۳۰، ۳۵ و ۴۰ لیتر بر ثانیه) مورد آزمایش قرار گرفته است. دبی‌ها از طریق مخزن آب و پمپاژ تأمین شده و مقدار آن به وسیله سرریز مستطیلی پایین دست و شیر کنترل بالادست اندازه‌گیری و تنظیم می‌شود. برای آرام کردن جریان در بالادست از انرژی‌گیر و مصالح درشت دانه در ابتدای کانال استفاده شده است. آب‌شکن‌ها به صورت قرینه و مطابق شکل ۱ در دو طرف فلوم کار گذاشته شده‌اند. مشخصات آب‌شکن‌های توری‌سنگی سر سپری که در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند در شکل ۲ نشان داده شده است.

آزمایش‌های کنترلی آزمایش‌ها تا زمان هشت ساعت ادامه داده شد، ولی بررسی تغییرات آب‌شستگی نشان داد که در زمان پنج ساعت تقریباً به تعادل می‌رسد و از آن زمان به بعد تغییرات آب‌شستگی ناچیز است. در هر آزمایش پس از جابجایی آب‌شکن‌ها در محل مورد نظر اقدام به اعمال شیب طولی در سرتاسر کانال نموده، پس از تنظیم دبی و پروفیل سطح آب، آزمایش شروع می‌شود. آزمایش‌ها تا رسیدن به زمان تعادل (عدم تغییر بستر گودال فرسایشی دماغه آب‌شکن) که زمانی در حدود چهار تا پنج ساعت بود ادامه می‌یافت. عمق آب‌شستگی دماغه هر آب‌شکن در فواصل زمانی منظم با استفاده از ژرفا سنج نقطه‌ای اندازه‌گیری شده، تراز بستر در دماغه هر آب‌شکن قبل از شروع آزمایش نیز با استفاده از ژرفا سنج نقطه‌ای مشخص می‌شود. تنظیم پروفیل سطح آب به منظور ایجاد جریان یکنواخت به وسیله دریچه پایین دست و با کمک دو ژرفاسنج نقطه‌ای در طول فلوم انجام شد. به منظور اطمینان از عدم جابجایی ذرات بستر (عدم وجود بار کف) در پایان هر آزمایش تراز بستر در بالادست محل تنگ شدگی نیز کنترل شد.



شکل ۲- پلان آب‌شکن‌های توری سنگی مستقیم (a) و سرسپری (b)

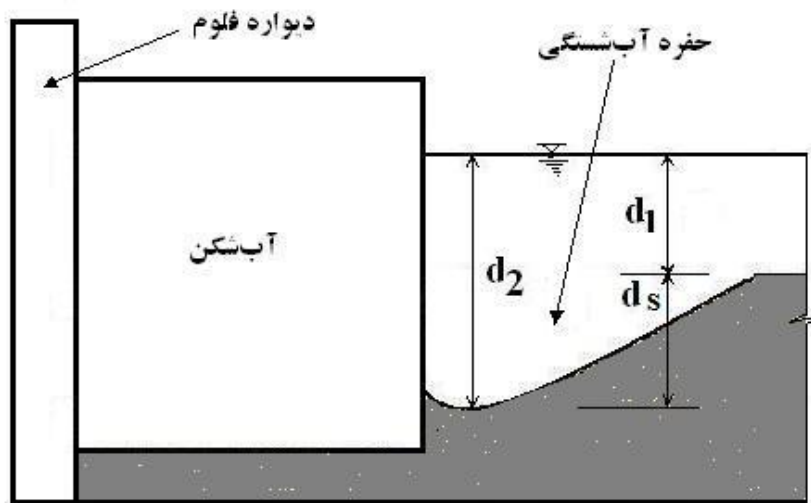
نتایج و بحث

برای بررسی عمق آب‌شستگی در دماغه آب‌شکن‌ها، از فلوم با بستر متحرک و مصالح بستر به ضخامت متوسط ۲۵ سانتی‌متر استفاده شده است. در این حالت عمق جریان در بالادست آب‌شکن‌ها و قبل از تنگ شدگی ($d1$) و عمق آب‌شستگی (ds) در دماغه هریک از آب‌شکن‌ها که از تفاضل رقوم کف قبل از شروع آزمایش و رقوم کف بعد از آب‌شستگی حاصل می‌شود اندازه‌گیری شده است. ($d2$) نیز که عبارت از مجموع ($d1$) و (ds) می‌باشد در هر مورد محاسبه شده است (شکل ۳). عمق جریان در بالا دست آب‌شکن‌ها ($d1$) برای دبی‌های ۳۰، ۳۵ و ۴۰ لیتر بر ثانیه به ترتیب برابر ۴/۳۹، ۴/۸۳ و ۵/۵۲ سانتی‌متر است.

پس از انجام آزمایش‌ها و اندازه‌گیری‌های لازم مقادیر عمق آب‌شستگی (ds) و نسبت بدون بعد عمق آب در گودال آب‌شستگی به عمق جریان ($d2/d1$) 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 شده است. مشخصات آزمایش‌ها و محدوده تغییرات پارامترهای اندازه‌گیری شده در جدول ۱ ارائه شده است. از آنجا که در یک مجموعه متوالی آب‌شکن‌ها، معمولاً آب‌شستگی آب‌شکن‌های اول و آخر تحت تأثیر تنگ‌شدگی و بازشدگی ناگهانی است، مقدار متوسط نسبت بدون بعد عمق آب در گودال آب‌شستگی به عمق جریان ($d2/d1$) در تمام پنج ردیف آب‌شکن، مورد تحلیل قرار گرفته است.

از آنجا که در مجموعه آب‌شکن‌ها، آب‌شکن‌های اول و آخر تحت شرایط بالادست و پایین دست و تنگ‌شدگی و بازشدگی ناگهانی مقطع هستند، دارای مقادیر آب‌شستگی متفاوت و معمولاً بیش‌تر از آب‌شکن‌های وسط خواهند بود. تعداد پنج ردیف آب‌شکن به صورت قرینه در دو طرف فلوم احداث شده، تمامی آن‌ها مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. این تعداد از این جهت انتخاب شده است تا تعداد کافی آب‌شکن در وسط وجود داشته باشد که تحت تأثیر ابتدا و انتها

نباشد و به عنوان معیاری برای آبشکن‌های وسطی در سری آبشکن‌ها مورد تحلیل قرار گیرد. بنابراین در بررسی نتایج بر آبشکن‌های وسطی (سوم و چهارم) که معرف آبشکن‌های متوالی در یک مسیر مستقیم هستند تأکید شده است.



شکل ۳- طرح شماتیک آبشستگی در دماغه یک آبشکن

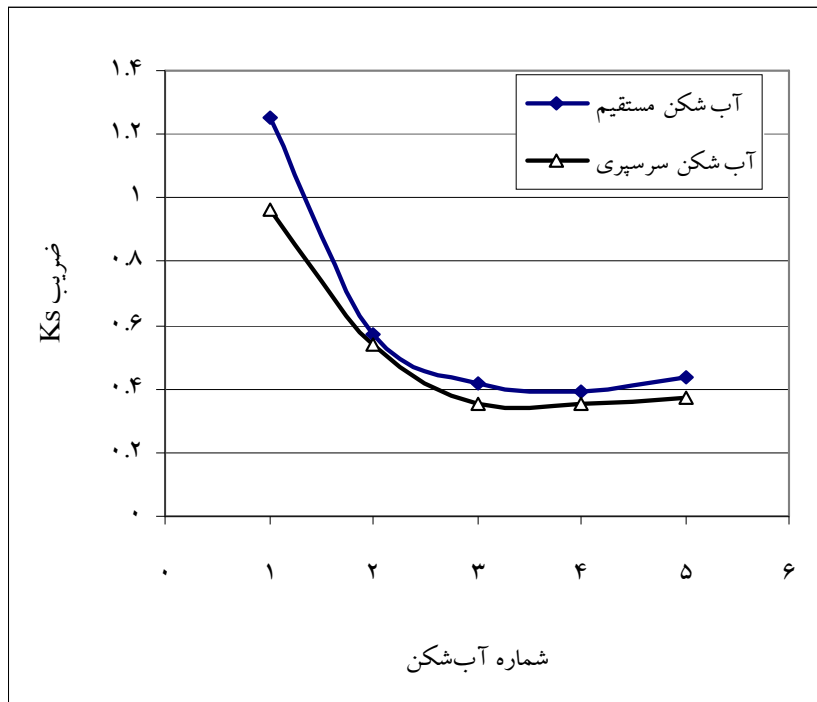
جدول ۱- محدوده تغییرات آزمایش‌ها و پارامترهای اندازه‌گیری شده

پارامتر	محدوده تغییرات
دبی جریان (Q)	۳۰-۴۰ لیتر بر ثانیه
عمق جریان در بالادست (d1)	۴/۳۹ - ۵/۲۵ سانتیمتر
سرعت جریان در بالادست (V1)	۰/۴۶ - ۰/۵۱ متر بر ثانیه
طول آبشکن (L)	۱۵-۲۲/۵ سانتیمتر
فاصله دو آبشکن (S)	۳۰-۱۱۲/۵ سانتیمتر
عدد فرود جریان (Fr)	۰/۷۱-۰/۶۹
عدد فرود جریان (Re)	۲۶۶۶۷-۲۰۰۰۰
نسبت طول آبشکن به عمق جریان (L/d1)	۵/۱۳-۲/۸۶
نسبت فاصله دو آبشکن به عمق جریان (S/d1)	۲۵/۶۳-۵/۷۱
عدد فرود ذره رسوب (F0)	۲/۳۱-۲/۰۷

بر اساس نتایج آزمایش‌ها و رابطه بدست آمده از تحلیل ابعادی، رابطه بدون بعد نهایی برای برآورد بیشینه عمق آبشستگی در دماغه تمامی پنج ردیف آبشکن‌های متوالی در آبشکن‌های مستقیم و سرسپری به شرح زیر استخراج شده است.

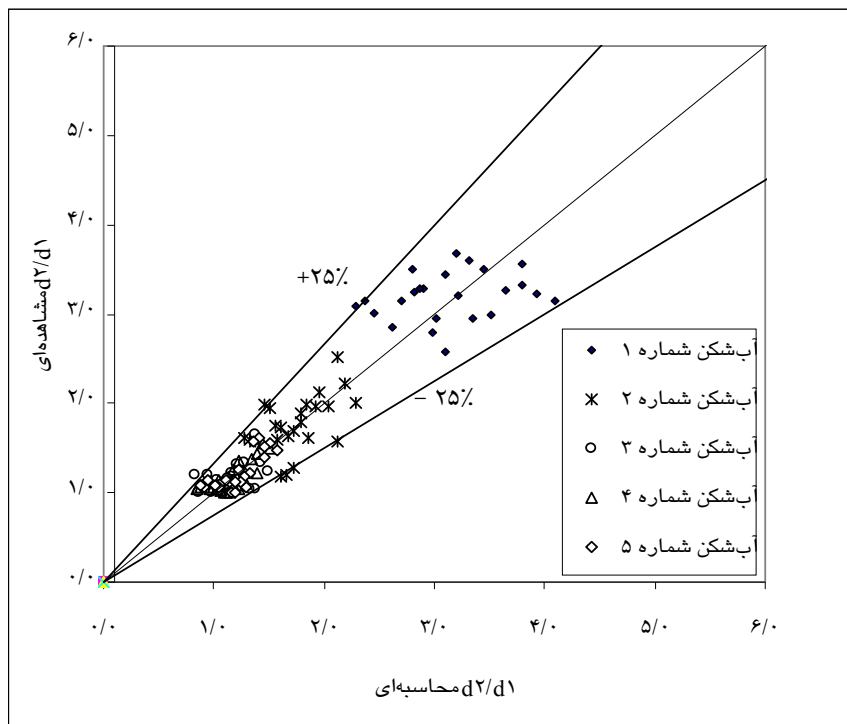
$$\frac{d_2}{d_1} = K_s F_0^{\frac{1}{8}} \left(\frac{S}{d_1}\right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{L}{d_1}\right)^{\frac{1}{6}} \quad (5)$$

که در آن، K_s ضریب مربوط به شکل آبشکن است که برای آبشکن‌های ردیف اول تا پنجم از شکل ۴ به دست می‌آید.



شکل ۴- مقادیر KS برای آبشکن‌های مستقیم

مقادیر محاسبه‌ای از این رابطه برای آبشکن‌های سرسپری با مقادیر مشاهده‌ای مقایسه و نتایج آن برای پنج ردیف آبشکن در شکل ۵ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت‌ها در محدوده $\pm 25\%$ درصد خطا قرار دارند.



شکل ۵- مقایسه مقادیر مشاهده‌ای $\frac{d_2}{d_1}$ و مقادیر محاسبه‌ای از رابطه ۵ برای آبشکن‌های سرسپری

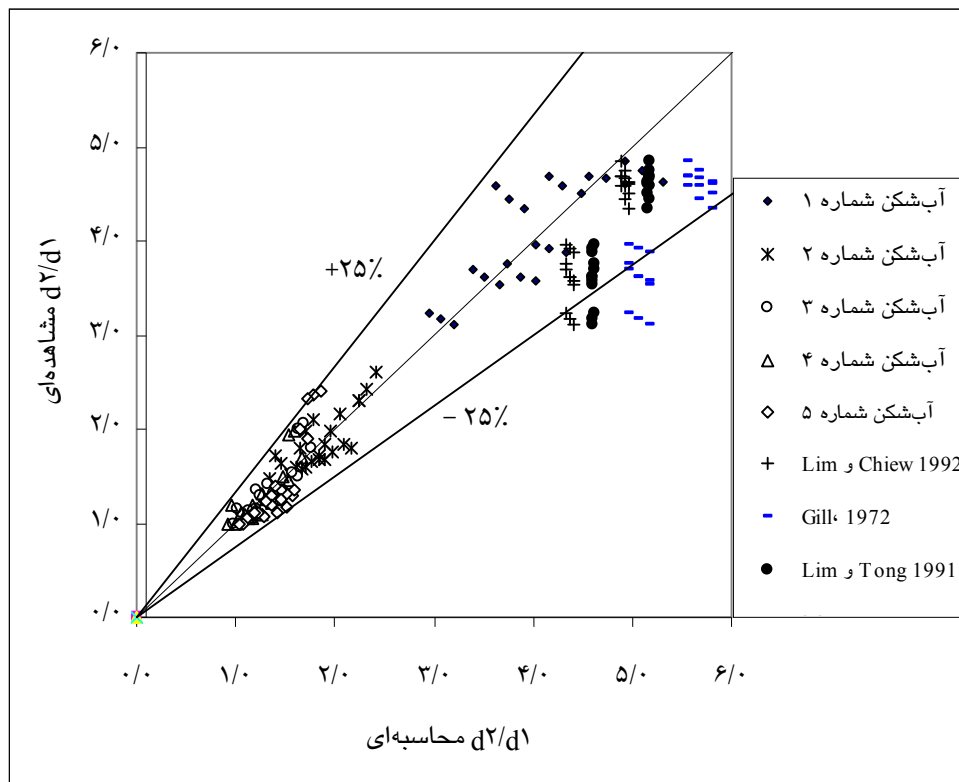
رابطه مشابهی به وسیله (Chiew و Lim، ۱۹۹۲) و روابطی بر اساس سایر پارامترها به وسیله Gill (۱۹۷۲) و Lim و Tong (۱۹۹۱) به شرح زیر برای محاسبه بیشینه عمق آبشستگی در دماغه آبشکن‌های صلب و مستقیم به شرح زیر ارائه شده است.

$$\frac{d_2}{d_1} = 3.5F_0^{0.75} \left(\frac{d_{50}}{d_1}\right)^{0.25} \left(\frac{L}{d_1}\right)^{0.29} \quad (۶) \text{ (Chiew و Lim، ۱۹۹۲)}$$

$$\frac{d_2}{d_1} = 8.375 \left(\frac{d_{50}}{d_1}\right)^{0.25} \left(\frac{B_1}{B_2}\right)^{6/7} \quad (۷) \text{ (Gill، ۱۹۷۲)}$$

$$\frac{d_2}{d_1} = 6.2F_0^{9/14} \left(\frac{d_{50}}{d_1}\right)^{-5/14} \left(\frac{B_1}{B_2}\right)^{-6/7} \quad (۸) \text{ (Tong و Lim، ۱۹۹۱)}$$

مقادیر $\frac{d_2}{d_1}$ با استفاده از اطلاعات تحقیق حاضر برای اولین آبشکن مستقیم و روابط ۶ تا ۸ برآورد شده است. این اطلاعات به همراه اطلاعات محاسبه‌ای از رابطه ۵ و مقادیر مشاهده‌ای برای آبشکن‌های مستقیم در شکل ۶ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بخش عمده مقادیر محاسبه‌ای و مشاهده‌ای برای آبشکن‌های مستقیم نیز در محدوده $\pm 25\%$ خطا قرار دارند. چنانچه در شکل مشخص است، روابط ۶ تا ۸ مقادیر $\frac{d_2}{d_1}$ را نسبت به رابطه ارائه شده برای آبشکن اول در تحقیق حاضر دست بالا برآورد می‌کند، که می‌تواند ناشی از نفوذپذیر بودن آبشکن در تحقیق حاضر باشد.



شکل ۶- مقایسه مقادیر مشاهده‌ای $\frac{d_2}{d_1}$ و مقادیر محاسبه‌ای از روابط ۵ تا ۸ برای آبشکن‌های مستقیم

با توجه به شکل ۴ عمق آبشستگی در دماغه آبشکن‌های اول و دوم که تحت تأثیر تنگ‌شدگی ناگهانی قرار دارند به ترتیب بیش‌ترین مقدار است و در آبشکن‌های سوم و چهارم تقریباً یکسان و ثابت بوده، در آبشکن پنجم که متأثر

از باززدگی ناگهانی است مقداری افزایش می یابد. بنابراین ضریب مربوط به آبشکن‌های سوم و چهارم را می‌توان به- عنوان معرف آبشکن‌های وسطی در سری آبشکن‌ها در نظر گرفت.

منابع مورد استفاده

۱. ساجدی سابق، م.، خ. حسنی و م. حبیبی. ۱۳۷۵. بررسی آبشستگی موضعی دماغه آبشکن با تغییر زاویه قرارگیری. مجموعه مقالات چهارمین سمینار مهندسی رودخانه، اهواز، صفحه ۶۰۹-۵۹۶.
۲. حسنی، خ.، م. ساجدی سابق و م. حبیبی. ۱۳۷۵. بررسی آبشستگی موضعی دماغه آبشکن با تغییر شکل دماغه. مجموعه مقالات چهارمین سمینار مهندسی رودخانه، اهواز، صفحه ۴۹۸-۴۸۹.
۳. نصرالهی، ع.، م. قدسیان و س.م. حسینی‌تهرانی. ۱۳۸۰. حداکثر عمق آبشستگی اطراف آبشکن‌های باز. مجموعه مقالات کنفرانس سازه‌های هیدرولیکی، کرمان، صفحه ۵۹۸-۵۹۳.
۴. نصرالهی، ع. و م. قدسیان. ۱۳۸۲. تأثیر پارامتر $\frac{u}{u_c}$ بر روی عمق حداکثر آبشستگی اطراف آبشکن‌های بسته. مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس هیدرولیک ایران، شیراز.
۵. عباسی، ع.ا.، ا.ع. عسگری و م.ع. بنی‌هاشمی. ۱۳۷۶. بررسی آزمایشگاهی عمق آبشستگی دماغه آبشکن‌های توری‌سنگی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس هیدرولیک ایران، صفحه ۲۷۸-۲۶۹.
۶. عباسی، ع.ا.، م. حبیبی و م. ساجدی سابق. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر طول، فاصله و شکل آبشکن‌های توری‌سنگی در حفاظت سواحل رودخانه‌ها. گزارش طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۰۰ صفحه.
7. Barbhuiya, A.K. and S. Dey. 2004. Local Scour at Abutments: A Review. *Sadhana*, 29(5):449-476.
8. Elawady, W., M. Michiue and O. Hinokidani. 2001. Characteristic of scour around repelling spur dikes. *Proceeding of XXIX IAHR Congeress, Beijing, China*.
9. Kothyari, U.C. and K.G. Ranga Raju. 2001. Scour around spur dikes and bridge abutments. *Journal of Hydraulic Research*, 39(4):367-374.
10. Garde, R.J., M. ASCE, K. Subramanya and K.D. Nambudripad. 1961. Study of scour around spur - dikes. *Journal of hydraulics division, ASCE*, 86(HY6):23-37.
11. Gill, M.A. 1972. Erosion of sand beds around spur dikes. *Journal of Hydraulics Division, ASCE*, 86. (HY9):1587-1601.
12. Lim, S.Y. and K.P. Tong. 1991. On estimation of maximum scour around spur dike. *Proceedings of XXIV Congress of IAHR, Madrid*, PP. 563-570.
13. Lim, S.Y. and Y.M. Chiew. 1992. Effect of sediment gradation on scour at spur dike. *Proceedings of International Symposium on Hydraulic Research in Nature and Laboratory, Wuhan, China*. PP. 112-117.
14. Wang, T.W. and N. Yanipirut. 1988. Channel bed degradation caused by costruction. *Proceedings of Congress of APD-IAHR, Kyoto, Japan*, PP. 285-292.

A Laboratory Investigation on Local Scour near the Head of T Shape Gabion Groyne

Ali Akbar Abbasi¹, Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Khorasan, Iran

Mehdi Habibi, Associated Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran

Received: 03 April 2010

Accepted: 11 October 2010

Abstract

One of the usual methods for river banks protection is using Gabion groyne structures. If this permeable structure is designed and constructed appropriately, it will control bank erosion and reclaims flood plain areas. Since there are some uncertainties in the determination of length, space and shape of Gabion groyne, this experimental project was performed. In this investigation a laboratory movable bed flume with 17m length, 1.5m width and 0.8m depth was used to study local scour near the head of unsubmerged Gabion groynes. The T shape and straight groynes were constructed perpendicular to the flume's wall. Groynes with two different lengths of 15.0 and 22.5 centimeter (i.e. two contraction ratios of 20% and 30%) and four different spaces (i.e. four ratios of space to length, S/L), were used with one constant bed material, one constant bed slope and three different discharges. Based on the experimental results, a dimensionless relationship was derived for estimation of Local Scour near the Head of straight and T shape Gabion groynes.

Key words: Area reclamation, Erosion control, Flume, River Bank Protection, Unsubmerged

¹ ak_abbasi@yahoo.com