

بررسی رابطه تخلخل با حداکثر عمق آبستگي آبشکن های L شکل نفوذپذیر با زبانه به سمت بالادست و پایین دست در شرایط آب زلال

جلیل کرمان نژاد^{۱*} - منوچهر فتحی مقدم^۲ - امیر احمد دهقانی^۳ - محمود محمودیان^۴

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۲۰

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۱۸

چکیده

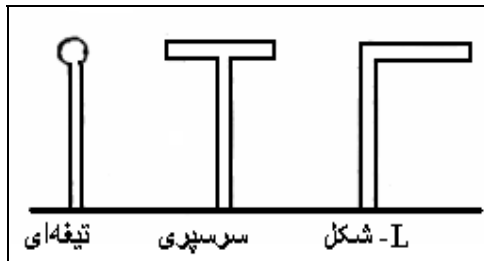
آبشکنها اینبه ای هستند که در حفاظت دیواره و اصلاح مسیر رودخانه کاربرد دارند. مهمترین مشکل آبشکن، آبستگي اطراف آن است که موجب شکست و واژگونی آبشکن میگردد. تعیین عمق آبستگي به علت اینکه معرف میزان پتانسیل تخریب جریان در اطراف سازه بوده و همچنین پارامتری مهم در طراحی ابعاد فونداسیون سازه های مسیر جریان میباشد مهم است. با توجه به تحقیقات اندک در زمینه آبشکن های L شکل و آبشکن های باز، در این مطالعه به بررسی میزان آبستگي در این گونه آبشکن ها پرداخته شده است. به همین منظور از گابیون ها توری-سنگی جهت ساخت آبشکن باز استفاده شده و تاثیر میزان تخلخل گابیون بر آبستگي آبشکن L با زبانه به سمت پایین دست بررسی شده است. نتایج نشان می دهد که به ازای تخلخل ۴۵-۵۰ درصد کمترین میزان آبستگي در اطراف آبشکن با زبانه به سمت پایین دست و بیشترین آبستگي در اطراف آبشکن با زبانه به سمت بالادست رخ میدهد.

واژه های کلیدی: آبشکن L شکل، گابیون توری-سنگی، زبانه، آبستگي، آب زلال

مقدمه

خواهد شد. این جریان های گردابی به همراه تمرکز شدید سرعتها و آشفستگی در دماغه بالادست، مکانیزم اصلی آبستگي موضعی به حساب می آیند. ترکیب این فاکتورها منجر به برداشته شدن مواد بستر از حوالی تکیه گاه و توسعه یک حفره آبکند می گردد که در دراز مدت باعث ایجاد حفره های بزرگ در محل دماغه آبشکن شده و احتمال شکست سازه را به دنبال خواهد داشت. اگرچه تاکنون در اغلب موارد از آبشکنهای تیغه ای استفاده شده است ولی با این حال آبشکنها با شکلهای مختلف دماغه نیز کاربردهایی داشته و دارند. از جمله این گروه آبشکنها می تبه آبشکنهای تیغه ای، سرسپری، L شکل اشاره کرد که در شکل ۱ نشان داده شده است.

رودخانه ها در مسیر تکاملی خود همواره دستخوش تغییر و تحول و دگرگونی بوده اند. فرسایش جدارها و بستر رودخانه و رسوبگذاری در قسمت های دیگر از جمله این تغییرات می باشند. از جمله روشهای حفاظت سواحل، ساخت سازه هایی است که بر خطوط جریان تاثیر گذاشته و موجب انحراف آنها از دیواره های فرسایش پذیر به قسمتهای میانی رودخانه می شود و یا با کاهش سرعت از شدت برخورد جریان با دیواره ها کاسته و توانایی رسوب گذاری جریان را افزایش می دهند، که ساخت انواع آبشکن از این روشها است. آبشکن ها، سازه هایی هستند که بصورت عرضی از ساحل رودخانه به طرف وسط آن تا فاصله ای امتداد می یابند. احداث سازه هایی نظیر آبشکن در مقابل جریان، باعث ایجاد جریان آشفته ی چرخشی و گردابی در اطراف آن



شکل ۱- تقسیم بندی آبشکنها از نظر شکل هندسی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه سازه های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

*- نویسنده مسئول: (Email: kermannezhad@gmail.com)

۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی کشاورزی، دانشگاه گلستان

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت سوانح طبیعی، دانشکده مدیریت سوانح طبیعی، دانشگاه تهران

سنگ ۱/۹ سانتی تخلخل ۳۱ درصد با ۲/۵۴ سانتی سنگ تخلخل ۴۵ درصد و با مخلوط سنگ ۱/۹ و ۲/۵۴ سانتی تخلخل ۴۹ درصد ساخته شده است. بنابراین به ترتیب زیر تخلخل موثر (فضای خالی مرتبط به هم) از راست به چپ افزایش میابد.

تخلخل ۴۰٪ > تخلخل ۳۱٪ > تخلخل ۴۹٪ > تخلخل ۴۵٪
ابعاد گابیون های استفاده شده در این آزمایشات ۸×۸ سانتی متر و ضخامت آنها ۴ سانتی متر است که بصورت غیر مستغرق میباشند. قطر ذراتی که در اطراف آبشکن ریخته شده برابر ۱/۵ میلیمتر است.

آنالیز ابعادی

پارامترهای متعددی در عملکرد آب شکن ها و آب شستگی اطراف دماغه آنها موثر میباشند. به منظور یافتن رابطه بین عوامل موثر بر آبشستگی در دماغه آبشکن های L شکل، آنالیز ابعادی روی پارامترهای موثر انجام شده است. پارامترهای موثر در این زمینه عبارتند از:

- ۱- عوامل هندسه کانال: عرض کانال در مقطع قبل از آبشکن (B_1)، عرض کانال در مقطع تنگ شده (B_2).
- ۲- عوامل هندسه آب شکن: طول آب شکن (L)، طول زبانه آبشکن (L_t)، زاویه زبانه آب شکن با محور آبشکن (θ)، تخلخل آبشکن (n)
- ۳- عوامل هیدرولیک جریان: سرعت متوسط جریان (U)، سرعت جریان عبوری از آبشکن (V)، عمق جریان (h)، عمق آبشستگی در دماغه آبشکن (d_s)، شتاب ثقل (g)، شیب هیدرولیکی (S).
- ۴- عوامل مربوط به اندازه رسوبات بستر: قطر متوسط (d_{50})، چگالی مصالح (G_s)، سرعت آستانه حرکت رسوبات بستر (U_c).
- ۵- خواص سیال: جرم مخصوص سیال (ρ)، لزجت دینامیکی (μ).

با انتخاب d_s به عنوان متغیر وابسته، رابطه ۱ بدست می آید.
$$d_s = f(\mu, \rho, \theta, n, S, G_s, B_1, B_2, h, U, V, U_c, d_{50}, g, L, L_t) \quad (1)$$

با انتخاب U, h, ρ به عنوان پارامترهای تکراری و با استفاده از روش π باکینگهام، پارامترهای بی بعد به صورت رابطه ۲ بدست می آید.

$$\frac{d_s}{h} = f_2\left(\theta, n, S, \frac{B_1}{h}, \frac{B_2}{h}, \frac{L}{h}, \frac{L_t}{h}, \frac{U}{U_c}\right) \quad (2)$$

$$\left(\frac{U}{V}, Re, Fr, F_0 = \frac{U}{\sqrt{g(G_s - 1)d_{50}}}\right)$$

با توجه به اینکه قطر متوسط مصالح بستر در تمام آزمایشها یکسان بود و اثر پارامتر سرعت در فرود جریان لحاظ شده است، بنابراین F_0 (فرود ذره) از متغیرهای بی بعد موثر کنار گذاشته شد. همچنین با فرض آشفته بودن جریان از پارامتر Re نیز صرف نظر

یکی از شاخص های مهم در تعیین مشخصات حفره ی آبشستگی، حداکثر عمق آبشستگی می باشد. عمده تحقیقات گذشته بر روی آبشکنهای تیغه ای انجام گرفته است. ذیلا به برخی از مهمترین تحقیقات صورت گرفته بر روی موضوع انواع آبشکنها اشاره شده است: احمد (۲) با مطالعه بر روی آبشکنهای سرسپری منفرد نشان داد که آبشکنهای سرسپری در مقایسه با آبشکن تیغه ای از نظر میزان مصالح مصرفی اقتصادی تر هستند. ایزارد و برادلی (۴) بیان داشتند که اندازه رسوبات فقط بر روی سرعت گسترش آبشستگی اثر گذاشته و تأثیری بر روی حداکثر عمق آبشستگی ندارد. گاردی و همکاران (۳) آزمایشاتی با ۴ اندازه آبشکن انجام داد، براساس یافته های این محقق عدد فرود یک پارامتر مهم بر روی آبشستگی ناشی از تنگ شدگی می باشد. همچنین لیو و همکاران (۶) اعلام کرد که سرعت متوسط جریان از پارامترهای مهم در حرکت رسوبات می باشد. زاغلول (۸) آزمایشاتی برای یافتن اثرات شرایط جریان بالادست، خصوصیات رسوبات و شکل آبشکن بر روی حداکثر عمق آبشستگی انجام داده است. کوهنل و همکاران (۵) تحقیقاتی بر روی توپوگرافی گودال ایجاد شده در اطراف آبشکن 90° انجام داده اند، بنا به گزارش این محققین محل ایجاد حداکثر فرسایش از بالادست آبشکن به پایین دست آبشکن تغییر مکان می دهد. صانعی (۷) آزمایشاتی به منظور یافتن اثر درصد انسداد بر عمق آبشستگی ناشی از آبشکن تیغه ای انجام داده است. براساس مطالعات این محقق هرچه درصد انسداد بیشتر باشد عمق آبشستگی بیشتر می شود. مروری بر تحقیقات گذشته نشان می دهد که اکثر تحقیقات بر روی آبشکنهای تیغه ای نفوذ ناپذیر استوار بوده و از آنجا که مقدار جریان عبوری از درون آبشکن باز (محیط متخلخل) تأثیر بسزایی بر جریان های گردابی و به تبع آن میزان آبشستگی اطراف آبشکن دارد لذا ضروری است تا تحقیق بر روی آبشکنهای L شکل نفوذ پذیر انجام شود. در این تحقیق، با انجام مطالعات آزمایشگاهی بر روی اینگونه آبشکنها در مسیر مستقیم، حداکثر عمق آبشستگی برای تخلخل های مختلف و به ازای دبی های مختلف بررسی گردیده است.

مواد و روش ها

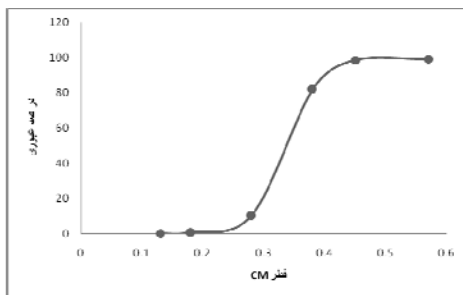
گابیون

جهت ساخت گابیون به این صورت عمل میشود که به ازای تخلخل مورد نظر با مشخص بودن حجم هر توری، حجم سنگ مورد استفاده محاسبه میشود، با مشخص بودن چگالی سنگ میتوان وزن سنگ مورد استفاده در هر گابیون را بدست آورد سپس آنقدر به گابیون سنگ اضافه میکنیم تا به وزن تعیین شده برسد. جهت ساخت گابیون از قطر سنگهای ۱/۲۷، ۱/۹ و ۲/۵۴ سانتی متری استفاده شده است. به این ترتیب که با سنگ ۱/۲۷ سانتی تخلخل ۴۰ درصد، با

حالت آب زلال فراهم گردید و پس از شرایط تعادل نسبی، حداکثر عمق آبخستگی در دماغه آبشکن اندازه‌گیری شد. به منظور فراهم آوردن شرایط آب زلال برای آزمایشات، ابتدا آزمایشاتی برای تعیین سرعت بحرانی (U_c) رسوبات بستر ترتیب داده شد، به این ترتیب که به ازای دبی‌های مختلف، عمق جریان با دریچه انتهایی را تغییر داده و عمقی که در آن لرزش و حرکت جزئی دانه‌های رسوب مشاهده شد، برداشت و از روی آن سرعت بحرانی محاسبه شد. در جدول ۱ به ازای دبی‌های مختلف مشخصات هیدرولیکی جریان آورده شده است. U/U_c در این آزمایشات برابر $0/95$ در نظر گرفته شده است.

زمان تعادل

به منظور یافتن زمان تعادل نسبی نیز آزمایشات جداگانه‌ای انجام پذیرفت. نحوه انجام این آزمایشات به این صورت بود که عمق آبخستگی در زمانهای مختلف ثبت شده و سپس از روی منحنی رسم شده، زمان تعادل نسبی تعیین گردیده است. اندازه‌گیری عمق آبخستگی براساس زمانهاس صورت گرفته است، گسترش عمق آبخستگی در آبشکن نشان می‌دهد که پس از مدت زمانی، گسترش آبخستگی کند شده و این زمانی است که به عنوان زمان تعادل نسبی برای تمام آزمایشات در نظر گرفته شد. در شکل ۴ نمودار زمان تعادل نشان داده شده است. کاهش سرعت آبخستگی از زمان ۱۸۰ دقیقه به بعد رخ میدهد بنابراین این مدت به عنوان زمان تعادل در نظر گرفته میشود.



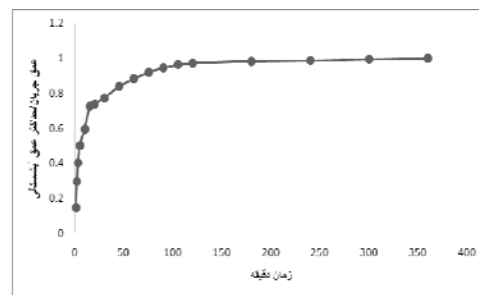
شکل ۳- تعیین عمق آبخستگی با زمان جهت تعیین زمان تعادل

گردید، از طرفی مقدار زاویه زبانه آبشکن با محور آبشکن (θ)، طول آبشکن (L)، طول زبانه آبشکن (L_1)، عرض کانال در مقطع قبل و محل آبشکن (B_1 و B_2) و شیب کف (S) ثابت میباشند و در کل آزمایشات U/U_c برابر $0/95$ در نظر گرفته شده است، بنابراین رابطه ۳ بدست می‌آید:

$$\frac{d_s}{h} = f_2\left(n, Fr, \frac{U}{V}\right) \quad (3)$$

امکانات آزمایشگاهی

آزمایش‌ها در فلوم آزمایشگاهی گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که دارای طول $10/8$ متر، عرض و عمق $0/6$ متر بود انجام شده است. شیب بستر $0/001$ در نظر گرفته شده است. مصالح بستر با دانه‌بندی یکنواخت با $d_{50}=1/5$ و $\sigma_g=1/2$ انتخاب گردیده و در شکل ۳ نمودار دانه بندی نشان داده شده است. اندازه‌گیری عمق با استفاده از ترازسنج دیجیتال با دقت $0/01$ میلیمتر استفاده شده است. آبشکن مورد استفاده در این تحقیق نفوذپذیر (باز) و متعامد بوده که بصورت غیر مستغرق استفاده شده است. عمق جریان در پایین دست توسط دریچه‌ای در انتهای فلوم و یک سرریز لبه تیز استاندارد تنظیم میشود. آزمایشات در یک بازه 2 متری که بین دو سکوی فلزی از رسوبات پوشیده شده بود، انجام شد. فاصله محل مورد نظر تا ابتدای کانال $5/50$ متر در نظر گرفته شد تا اغتشاش محتمل در ورودی به محل آبشکن نرسد، که مشاهده جریان وجود یک جریان کاملاً توسعه یافته را تایید کرد. سپس به ازاء دبی‌های مختلف جریان و با تغییر ارتفاع آب درون کانال شرایط فرسایش در

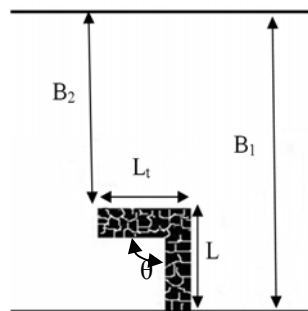


شکل ۴- دانه بندی رسوبات

جدول ۱- مشخصات هیدرولیکی جریان

	Q=15 (lit/sec)	Q=20 (lit/sec)	Q=25 (lit/sec)	Q=35 (lit/sec)
عمق بحرانی cm	8	9/6	12/7	14/6
سرعت بحرانی m/sec	0/328	0/365	0/345	0/42
عمق تنظیم شده جهت آزمایش cm	8/4	10/1	13/3	15/3

نوع سازه و سایر مشخصات فنی مربوط، الگوهای متفاوتی از جریان در دماغه آبشکن پدیدار می‌گردد (۸). جریان گردابی در بالادست آبشکن به دو دسته تقسیم می‌شود، که یک جریان به سمت سطح آب و دیگری به سمت کف در حرکت می‌باشند، این مطلب در شکل ۷ نشان داده شده است برای مشاهده این مسئله از روبانهای رنگی که در اعماق مختلف جریان قرار گرفته، استفاده شده است، روبانها در بالادست آبشکن و در فاصله کمی از آن قرار دارند روبان (۱) در سطح جریان، روبان (۲) در وسط و روبان (۳) در کف جریان قرار گرفته است. که جریان چرخشی به سمت کف، توسط روبان (۲) و (۳) و جریان چرخشی به سمت سطح توسط روبان (۱) مشخص شده است و همانطور که در شکل ۷ مشخص است جهت قرار گرفتن روبان (۱) در خلاف جهت روبانهای (۲) و (۳) است. در شکل ۵ و ۶ نیز جریانهای گردابی در بالادست و پایین دست آبشکن از نمای بالا نشان داده شده است. فلش جهت حرکت جریان را نشان میدهد.



شکل ۴- نمای شماتیک از قرار گیری آبشکن در فلوام

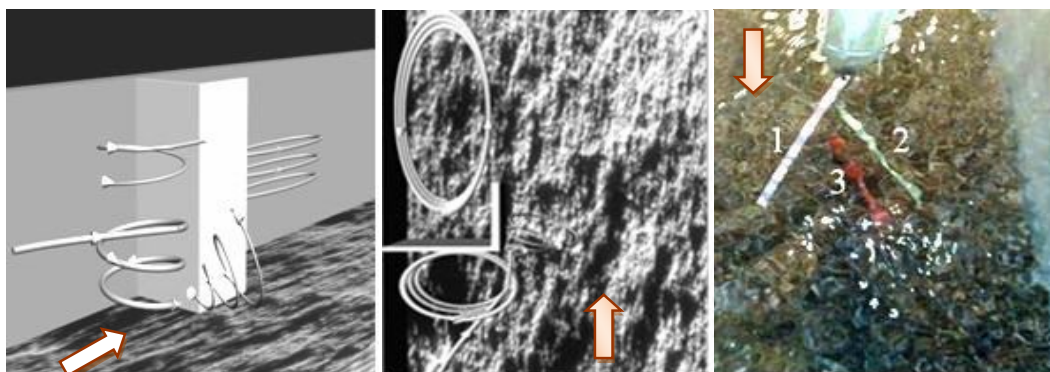
نحوه انجام آزمایشات

ابتدا سطح بستر صاف شده و دریچه انتهای کانال بسته شده و آب کم کم از ابتدای کانال وارد گشته تا ارتفاع آب روی رسوبات به افزایش یابد، برای اینکه رسوبات در کل منطقه مورد آزمایش به حرکت در نیاید، حال بصورت تدریجی دبی به مقدار مورد نظر رسانده شده و سپس عمق تعیین شده با تنظیم دریچه انتهایی برقرار میگردد و زمان آزمایش شروع میشود. در خلال آزمایش ها، مشاهدات ثبت و پس از ۱۸۰ دقیقه آزمایش متوقف و آب درون فلوام کم کم زهکشی شده و حداکثر عمق آبشستگی و همچنین توپوگرافی بستر با استفاده از ترازسنج دیجیتال برداشت شده است. در مجموع تعداد ۳۲ آزمایش با شرایط ذکر شده در جدول ۲ به ازای زبانه آبشکن رو به پایین دست و بالادست انجام گردید.

الگوی جریان اطراف آبشکن

آبشکنها با کاهش مقطع رودخانه، الگوی جریان را بطور محسوسی تحت تاثیر قرار می‌دهند. خطوط جریان با نزدیک شدن به سازه آبشکن آرایش خود را تغییر داده و به تبعیت از ساختار هندسی،

جدول ۲- شرایط هیدرولیکی و هندسی آزمایش	
پارامتر	محدوده تغییرات
دبی جریان (Q)	۱۵-۲۰-۲۵-۳۵ lit/sec
عمق جریان در بالادست (h)	۸/۴-۱۰/۱-۱۳/۳-۱۵/۳ cm
سرعت جریان در بالادست (U)	۰/۳۲-۰/۳۵-۰/۳۳۵-۰/۴ sec/m
طول آبشکن (L)	۸ cm
طول زبانه آبشکن (L1)	۸ cm
عدد فرود (Fr)	۰/۳-۰/۳۲-۰/۳۴-۰/۳۵
اندازه ذرات رسوبی (d50)	۱/۵ mm
تخلخل (m)	۳۱-۴۰-۴۵-۴۹%



شکل ۵- جریان چرخشی به صورت شماتیک

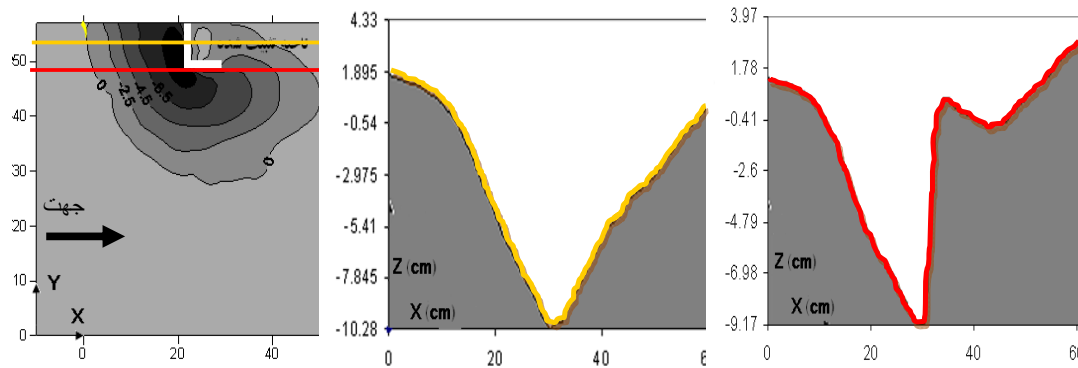
شکل ۶- پلان جریان چرخشی در بالادست و پایین دست آبشکن

شکل ۷- مشاهده جریان چرخشی در بالادست آبشکن

آبشکن تثبیت می‌شود، در این نوع از آبشکن حداکثر عمق آبستگی در دماغه آبشکن یعنی محل اتصال زبانه آبشکن با محور آبشکن اتفاق می‌افتد. شکل (۹-الف) نیز ناحیه فرسایش یافته در اطراف آبشکن با زبانه به سمت بالادست به همراه خطوط تراز نهایی را نشان می‌دهد و شکل‌های (۹-ب) و (۹-ج) مقطع طولی آبستگی را نشان می‌دهد. در آبشکن L شکل با زبانه به سمت بالادست، گسترش آبستگی به علت گسترش ناحیه گردابه‌ای بالادست به سمت بالادست بیشتر می‌باشد و پایین دست آبشکن نیز به علت عدم حفاظت تحت فرسایش قرار می‌گیرد، حداکثر عمق فرسایش نیز بالادست آبشکن، در محدوده بین زبانه آبشکن و جداره فوم مشاهده شده است.

الگوی آبستگی در اطراف آبشکن

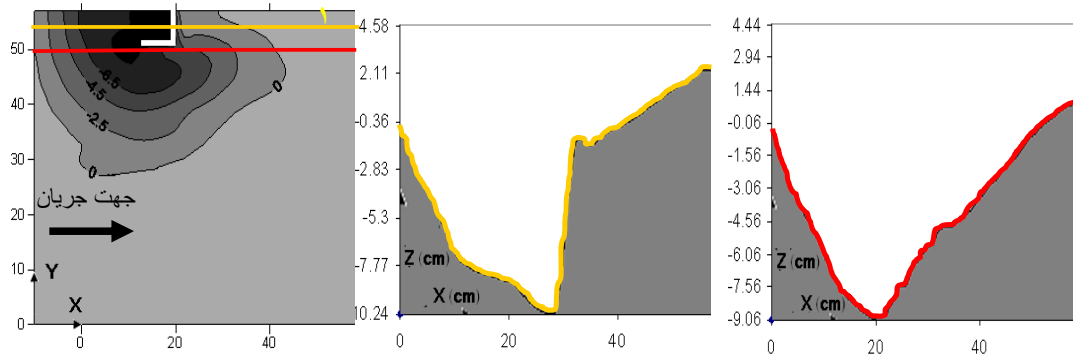
ایجاد فرسایش در دماغه آبشکن و همچنین رسوبگذاری در پایین دست آبشکن از نوع و الگوی جریان پیروی می‌کند. در شکل‌های ۸ مدل مفهومی الگوی جریان با استفاده از مشاهدات آزمایشگاهی ترسیم شده است. در شکل (۸-الف) ناحیه فرسایش یافته در اطراف آبشکن با زبانه به سمت پایین دست به همراه خطوط تراز نهایی نشان داده شده است. در شکل‌های (۸-ب) و (۸-ج) مقطع طولی آبستگی در محل خطوط ۱ و ۲ (در شکل (الف-۸) مشخص شده) نشان داده شده است. با توجه به شکل (الف-۸) در ناحیه پشت آبشکن رسوب گذاری رخ داده و باعث تثبیت این ناحیه شده است. در آبشکن L شکل با زبانه به سمت پایین دست گسترش آبستگی به سمت بالادست زیاد نبوده و پایین دست آبشکن نیز به علت وجود زبانه



شکل ۸-الف- پلان و خطوط تراز آبستگی در حالت زبانه به سمت پایین دست

شکل ۸-ب- پروفیل طولی آبستگی در مقطع ۱ در حالت زبانه به سمت پایین دست

شکل ۸-ج- پروفیل طولی آبستگی در مقطع ۲ در حالت زبانه به سمت پایین دست



شکل ۹-الف- پلان و خطوط تراز آبستگی در حالت زبانه به سمت بالا

شکل ۹-ب- پروفیل طولی آبستگی در مقطع ۱ در حالت زبانه به سمت بالا دست

شکل ۹-ج- پروفیل طولی آبستگی در مقطع ۲ در حالت زبانه به سمت بالا دست

تاثیر تخلخل بر میزان آبشستگی

جهت بررسی تاثیر مقدار تخلخل بر حداکثر عمق آبشستگی در ابتدا نسبت حداکثر عمق آبشستگی به عمق جریان (d_s/h) در مقابل مقدار تخلخل (n) آبشکن رسم گردید که رابطه منطقی بین این دو پارامتر مشاهده نشد، زیرا برای رسیدن به تخلخل های مختلف از قطر سنگهای مختلفی در آبشکن استفاده شده به عنوان مثال برای ساخت گابیون با تخلخل ۴۰ درصد از سنگ با قطر ۱/۲۷ سانتی متری استفاده شده در حالی که برای گابیون با تخلخل ۳۰ درصد از سنگ با قطر ۱/۹ سانتی متری استفاده شده است، با مقایسه میزان آبشستگی در این دو نوع آبشکن مشاهده میشود، علی رغم اینکه تخلخل از ۳۰ درصد به ۴۰ درصد افزایش پیدا کرده میزان آبشستگی افزایش داشته و این موضوع را میتوان اینگونه توجیه کرد که چون قطر سنگ کمتر شده منافذ ریزتر شده و به عبارت دیگر تخلخل مفید (مقدار فضای خالی مرتبط به هم) کاهش یافته و مقدار افت بیشتر شده که باعث میشود مقدار جریان عبوری از آبشکن کاهش یافته و جریان گردابی قوی تری شکل گیرد و آبشستگی افزایش یابد. به همین علت برای بررسی تاثیر تخلخل بر آبشستگی مقدار آبگذری آبشکن ها با استفاده از آزمایش بار ثابت اندازه گیری شده و نسبت حداکثر عمق آبشستگی به عمق جریان در مقابل سرعت آبگذری هر آبشکن رسم شده است. سرعت آبگذری در گابیون ها با تخلخل های مختلف در جدول شماره ۳ آورده شده است. مصالح بستر با دانه بندی یکنواخت با $d_{50}=1.5 \text{ mm}$ و $\sigma_g=1.2$ انتخاب گردیده است.

نمودارهای $(v)-(n)$ و $(v)-(d_s/h)$

حالت آبشکن با زبانه به سمت پایین دست

(v) سرعت جریان عبوری از آبشکن و (n) تخلخل معمولی (غیر

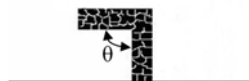
مفید) است، سرعت جریان عبوری از آبشکن با استفاده از دستگاه اندازه گیری آبگذری با بار ثابت محاسبه شده است، به این صورت که گابیون را در محفظه دستگاه قرار داده و سپس هد ثابت آب روی محفظه ایجاد شده و با اندازه گیری هد آب روی محفظه و حجم آب عبوری در زمان و سطح عبوری جریان، آبگذری گابیون محاسبه شده است. با توجه به شکل ۱۱ مشاهده میشود در حالت آبشکن با زبانه رو به پایین دست کمترین مقدار آبشستگی در محدوده سرعتی (سرعت جریان عبوری از داخل آبشکن) $8/75$ تا $9/3$ (cm/s) یا به عبارتی تخلخل ۴۰ درصد تا ۴۹ درصد و بیشترین آبشستگی در تخلخل ۳۱ درصد رخ داده است. همچنین با افزایش تخلخل از ۴۵ درصد تا ۴۹ درصد آبشستگی روند کاهشی داشته و با کاهش تخلخل از ۴۹ درصد تا ۳۱ درصد آبشستگی روند افزایشی دارد. شکل ۱۰ نمایی شماتیک از آبشکن با زبانه به سمت پایین دست را نشان میدهد.

علت این روند را میتوان اینگونه بیان نمود، در حالت زبانه آبشکن به سمت پایین دست با برخورد جریان به آبشکن در دماغه آبشکن جریان ها گردابی تشکیل گردیده و با برخورد به کف باعث آبشستگی در دماغه آبشکن میگردد در ابتدا با افزایش سرعت جریان عبوری از آبشکن جریان های گردابی کمتری در دماغه و اطراف آبشکن بوجود می پیوندد و به همین علت نسبت d_s/h کاهش میابد تا به حدی مینیممی برسد ولی پس از آن با افزایش سرعت آبگذری (بزرگتر شدن منافذ گابیون ها) نسبت d_s/h افزایش میابد زیرا با بزرگتر شدن منافذ جریان های گردابی که از داخل گابیون عبور میکنند با افت کمتری مواجه شده و فرسایش افزایش میابد، علت تفاوت های شکلهای (۱۱ الف تا د) به دلیل اختلاف در عدد فرود جریان داخل کانال و به تبع آن تشکیل جریان گردابی با شدت های متفاوت میباشد.

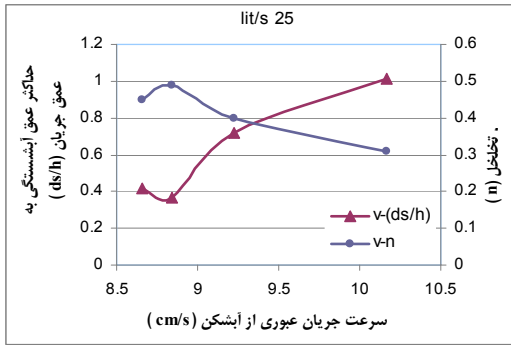
جدول ۳- سرعت جریان عبوری از گابیون ها با تخلخل های مختلف

تخلخل گابیون	۳۱%	۴۰%	۴۵%	۴۹%
سرعت جریان عبوری (cm/s)	۱۰/۲	۹/۲	۸/۷	۸/۸

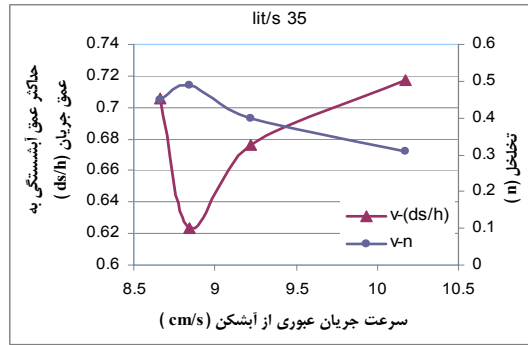
جریان →



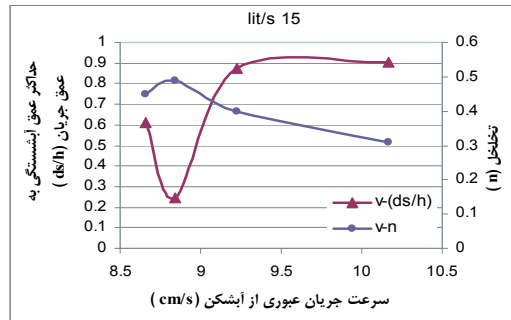
شکل ۱۰- نمایی شماتیک آبشکن با زبانه به سمت پایین دست



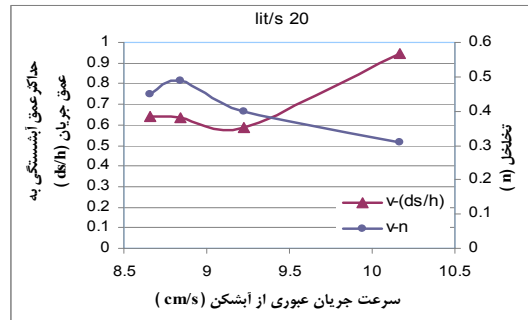
شکل ۱۱-ج- تغییرات عمق آبشستگی و تخلخل با سرعت آبگذری در دبی ۲۵



شکل ۱۱-الف- تغییرات عمق آبشستگی و تخلخل با سرعت آبگذری در دبی ۳۵



شکل ۱۱-ب- تغییرات عمق آبشستگی و تخلخل با سرعت آبگذری در دبی ۲۰



شکل ۱۱-د- تغییرات عمق آبشستگی و تخلخل با سرعت آبگذری در دبی ۱۵

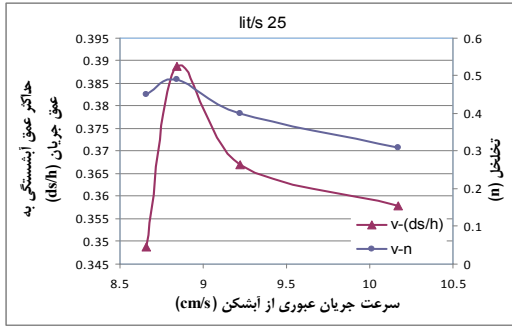
رخ داده است. با مقایسه نتایج حالت زبانه به سمت پایین دست با حالت زبانه به سمت بالادست مشاهده میشود که روند آبشستگی در این دو حالت متفاوت میباشد، در آبشکن با زبانه به سمت پایین دست در ابتدا با افزایش سرعت آبگذری نسبت ds/h افزایش یافته و به یک ماکزیمم رسیده و سپس روندی نزولی دارد. عمده دلیل این تفاوت را میتوان به هندسه آبشکن و نحوه قرار گیری زبانه آبشکن نسبت داد زیرا دلیل اصلی آبشستگی وجود جریان های گردابی میباشد که این گردابه ها نیز به مقدار زیادی موثر از شکل آبشکن است.

حالت آبشکن با زبانه به سمت بالادست: در این حالت همانطور که در شکل ۱۲ نشان داده شده آبشکن طوری در محل قرار میگیرد که زبانه آن رو به بالادست فلوم باشد. براساس شکل ۱۳ در حالت آبشکن با زبانه رو به بالادست، با افزایش تخلخل از ۳۱ درصد تا ۴۹ درصد آبشستگی روند افزایشی داشته و با افزایش تخلخل از ۴۵ درصد تا ۴۹ درصد آبشستگی روند کاهشی دارد و بیشترین میزان آبشستگی در محدوده سرعتی (سرعت جریان عبوری از داخل آبشکن) $۹/۳$ تا $۸/۷۵$ (cm/s)، یا به عبارتی تخلخل ۴۰ درصد تا ۴۹ درصد

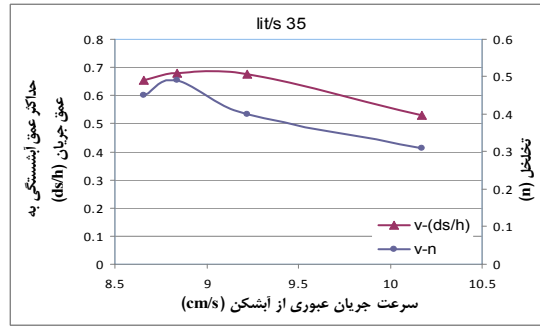
← جریان



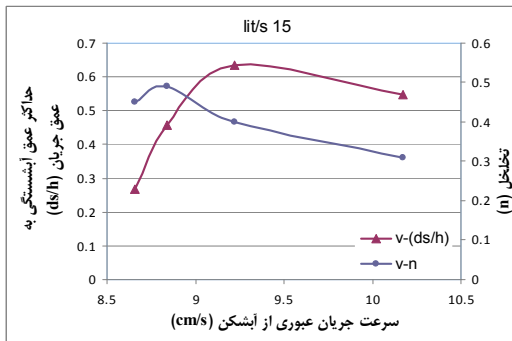
شکل ۱۲- نمایی شماتیک آبشکن با زبانه به سمت بالادست



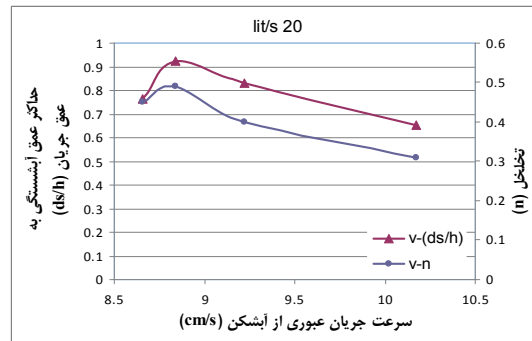
شکل ۱۳-ب- تغییرات عمق آبخستگی و تخلخل با سرعت آبگذری در دبی ۲۵



شکل ۱۳-الف- تغییرات عمق آبخستگی و تخلخل با سرعت آبگذری در دبی ۳۵



شکل ۱۳-ج- تغییرات عمق آبخستگی و تخلخل با سرعت آبگذری در دبی ۱۵

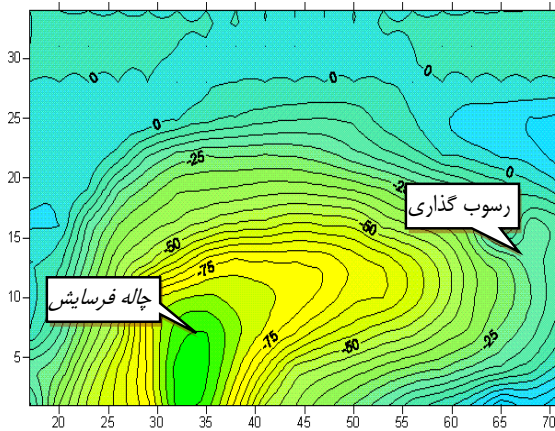


شکل ۱۳-د- تغییرات عمق آبخستگی و تخلخل با سرعت آبگذری در دبی ۲۰

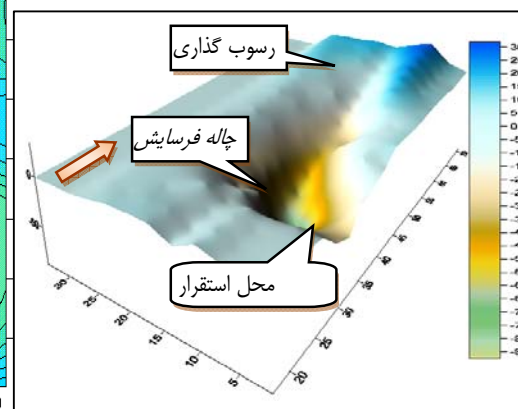
گذاری میباشد. بعد از اینکه رسوبات بستر از اطراف آبشکن برداشته شد به منطقه پایین دست آبشکن انتقال میابند. در شکل ۱۴ مناطق فرسایش یافته، رسوب گذاری شده و محل استقرار آبشکن مشخص گردیده است. در شکل ۱۵ خطوط هم تراز اطراف آبشکن پس از طی زمان تعادل نشان داده شده است.

توپوگرافی آبخستگی اطراف آبشکن

پس از اینکه زمان تعادل ۳ ساعته به پایان رسید با استفاده از تراز سنج دیجیتال مختصات نقاط از ۳۰ سانتیمتر قبل تا ۷۵ سانتیمتر بعد از آبشکن در عرض فلوم برداشت شده و سپس توپوگرافی اطراف آبشکن رسم شده است. شکل ۱۴ نمونه ای از این توپوگرافی را نشان میدهد. اعداد منفی نشانه آبخستگی و اعداد مثبت بیان کننده رسوب



شکل ۱۴- توپوگرافی اطراف آبشکن پس از زمان تعادل



شکل ۱۵- خطوط هم تراز اطراف آبشکن

نتیجه گیری

میزان آبشستگی اطراف آبشکن کاملاً به جریان های گردابی بوجود آمده اطراف آن وابسته است یعنی هر چقدر آبشکن مقدار بیشتری در خطوط جریان تغییر بوجود آورده و گردابه های شدید تری بوجود بیاورد میزان آبشستگی افزایش میابد.

در حالت آبشکن با زبانه به سمت پایین دست با افزایش تخلخل از ۴۵ درصد به ۴۹ درصد عمق آبشستگی کاهش میابد و از تخلخل ۵۰ درصد تا ۳۰ درصد روند آبشستگی افزایشی است بصورتی که در محدوده تخلخل ۴۰ درصد تا ۴۹ درصد کمترین مقدار آبشستگی و در تخلخل ۳۰ درصد بیشترین مقدار آبشستگی مشاهده شده است. در این آبشکن میزان آبشستگی به مقدار زیاد به میزان آبگذری آبشکن وابسته است، به طوری که با افزایش میزان آبگذری در آبشکن با زبانه به سمت پایین دست مقدار آبشستگی اطراف آن به میزان قابل ملاحظه ای کاهش میابد، که علت آن را میتوان اینگونه بیان کرد که

منابع

- ۱- شفافی بجستان م. ۱۳۸۷. هیدرولیک انتقال رسوب، انتشارات دانشگاه شهید چمران (اهواز).
- 2- Ahmad M. 1951. Spacing and projection of spurs for bank protection. Civil Engineering and Public Work Review, London, U. K. March, pp.172-174
- 3- Garde R.J., Subramanya K., Nambudripad K.D. 1961. Study of scour around spur dikes. ASCE Journal of the Hydraulics Division, 87(HY6), pp.23-37.
- 4- Izzard and Bradley. 1957. Field verification of model tests on flow through highway bridges and culverts. Proceedings, 7th Hydraulic Conference, Iowa.
- 5- Kuhnle R.A., Alonso C.V., Shields F.D. 1999. Geometry of scour holes associated with 90-degree spur dikes. Journal of Hydraulics Engineering vol 125 no 9 Sep. 1999, ASCE, pp.972-978.
- 6- Liu M.K., Chang F.M., Skinner M.M. 1961. Effect of bridge construction on scour and backwater. Report No. CER60-HKL22, Department of Civil Engineering, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
- 7- Saneie M. 2006. Experimental Study on River Closure Effect on Spur dike Scouring. 7th International River Engineering Conference, Ahwaz. In Persian, pp. 354-363.
- 8- Zaghoul N.A. 1983. Local scour around spur-dikes. Journal of Hydrology, 60 (1983) pp.123-140.

با افزایش میزان جریان عبوری از داخل آبشکن جریان چرخشی که عامل اصل آبشستگی است با کمتر بوجود آمده در نتیجه مقدار آبشستگی کاهش میابد. در این مطالعه کمترین میزان آبشستگی به ازای تخلخل ۴۰-۴۹ درصد رخ داده است.

حداکثر عمق آبشستگی ایجاد شده در آبشکن L شکل با زبانه به سمت پایین دست، در محل تلاقی زبانه با محور آبشکن (دماغه آبشکن) مشاهده شد.

در آبشکن با زبانه به سمت بالادست با افزایش میزان آبگذری میزان آبشستگی اطراف آبشکن نیز افزایش میابد به طوری که در تخلخل ۴۰-۴۹ درصد بیشترین میزان آبشستگی اتفاق می افتد. در این حالت حداکثر عمق آبشستگی در فاصله بین زبانه و دیواره فوم رخ میدهد.



Investigation of Effect Porosity on Scour Depth Around L-head Groins with Clapper Toward Downstream and Upstream under Clear Water Condition

J. Kermannezhad^{1*} - M. Fathi Moghadam² - A.A. Dehghani³ - M. Mahmoodian⁴

Received:23-6-2010

Accepted:8-1-2011

Abstract

The groynes are structures which are use to protected the river bank and to form the water way .The most important problem of groynes is scour at around it that makes breaking and overturning the groynes. Because of the less researches at about L-head groynes and open groynes ,this article considers the amount of scour in this type of groynes. So because of this have been used the lace gabions full of rock for producing the open groynes and considered effect the amount of porosity of gabion on scour of L-head groyne with clapper to down stream. Results show that for 40-50% of porosity, lower scour at around groin with clapper toward downstream occurs and the maximum scour around The groin with clapper toward upstream can be observed.

Keywords: L-head, Groyne, Gabion, Scour, Clear water

1,2- MSc Student and, Associate Professor Department of Water Structures, Shahid Chamran University Ahwaz
(*-Corresponding Author Email:kermannezhad@gmail.com)

3- Assistant Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agricultural Golestan University

4- MSc Student of Natural Disaster Management, Faculty of Natural Disaster Management, Tehran University