



بررسی تأثیر ضخامت طوق اطراف پایه پل در کاهش آب‌شستگی

هادی ارونقی^۱، علی حسین زاده دلیر^۲، داود فرسادیزاده^۳، احمد فاخری فرد^۴ و پروین اقبالی^۳

^۱استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه تبریز، ^۲دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه تبریز،

^۳دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۱۷

چکیده

آب‌شستگی موضعی اطراف پایه‌های پل، یکی از مهم‌ترین عوامل تخریب‌کننده پل‌ها محسوب می‌شود. تاکنون پژوهش‌گران زیادی به بررسی آب‌شستگی اطراف پایه پل پرداخته‌اند که به دلیل پیچیدگی مسأله و فراوانی عوامل مختلف هنوز راه‌حل کاملی برای جنبه‌های گوناگون آن مطرح نشده است. روش‌های مختلفی از جمله استفاده از سنگ‌چین، نصب طوق، ایجاد شکاف، نصب صفحات مستغرق و... برای جلوگیری و یا کاهش آب‌شستگی اطراف پایه پل ارائه شده است. با توجه به پژوهش‌های انجام شده، نصب طوق در اطراف پایه باعث به تأخیر افتادن زمان شروع آب‌شستگی و در برخی موارد باعث کاهش چشم‌گیر عمق آب‌شستگی در اطراف پایه می‌گردد. در این پژوهش با به‌کارگیری طوق مستطیلی در اطراف پایه استوانه‌ای پل، مشاهده شد که طوق، سرعت آب‌شستگی و علاوه بر آن عمق حفره آب‌شستگی اطراف پایه پل، به‌خصوص در پشت پایه را کاهش می‌دهد. فرض بر این است که ابعاد طوق نقش زیادی در کاهش آب‌شستگی اطراف پایه پل دارند، بنابراین در این پژوهش اثرات ضخامت طوق در یک مدل فیزیکی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش ضخامت طوق، کارایی آن کاهش می‌یابد. با تحلیل نتیجه آزمایش‌ها ضخامت طوق برای کارایی مناسب، حداکثر برابر با ۵ درصد قطر پایه پل پیشنهاد شد.

واژه‌های کلیدی: آب زلال، آب‌شستگی، پایه پل، تنش برشی، ضخامت طوق

مقدمه

اهمیت پل‌ها در برقراری راه‌های ارتباطی بر کسی پوشیده نیست. همه‌ساله هزاران پل در سراسر جهان در اثر آب‌شستگی اطراف پایه‌های آن‌ها تخریب می‌شود (جانسون و داک، ۱۹۹۸). بنابراین، موضوع بررسی روش‌های کنترل و محافظت از پایه‌های پل در برابر آب‌شستگی به‌منظور پیش‌گیری از چنین خساراتی اهمیت بسیاری دارد.

در اثر برخورد آب به پایه پل به‌علت کاهش فشار از سطح آزاد جریان به‌سمت بستر، جریانات رو به پایین ایجاد می‌شود. این جریانات رو به پایین پس از برخورد به بستر با جریان اصلی برخورد کرده و گرداب نعل اسبی را به‌وجود می‌آورند. گرداب‌های نعل اسبی بیش‌تر در جلو پایه پل فعالیت دارند. جدایی جریان از پایه پل، در پشت پایه، گرداب برخاستگی را به‌وجود می‌آورد. علت تشکیل گرداب‌های برخاستگی افزایش تنش برشی در پشت پایه پل است. بررسی‌ها نشان می‌دهد گرداب‌های نعل اسبی و برخاستگی نقش عمده‌ای در ایجاد حفره آب‌شستگی اطراف پایه پل دارند (زاراتی و عزیز، ۱۹۹۷).

تاکنون پژوهش‌گران زیادی مسأله آب‌شستگی پایه‌های پل را مورد مطالعه قرار داده‌اند که به‌علت پیچیدگی و فراوانی عوامل حاکم بر پدیده هنوز موفق به ارائه راه‌حل کاملی برای محاسبه عمق حفره آب‌شستگی و یا عوامل مؤثر بر کاهش آن نشده‌اند. تاکنون روش‌های مختلفی برای کنترل و کاهش پدیده آب‌شستگی ارائه شده است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به ایجاد سنگ‌چین و طوق در اطراف پایه‌ها، ایجاد شکاف در بدنه پایه‌ها، نصب شمع در جلوی پایه‌ها و احداث صفحات مستغرق اشاره کرد. طوق همانند یک مانع در مقابل جریان پایین‌رونده عمل کرده و این جریان را به دو بخش بالا و پایین طوق تقسیم می‌کند. بنابراین قدرت جریان پایین‌رونده و گرداب نعل‌اسبی در بخش زیرین طوق کاهش می‌یابد (چیو، ۱۹۹۲).

پیشنهاد استفاده از طوق برای اولین بار توسط لارسن و توچ (۱۹۵۶) مطرح گردید. آن‌ها از وسیله‌ای شبیه طوق برای جلوگیری از آب‌شستگی پایه پل استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که این روش آب‌شستگی اطراف پایه پل را ضعیف می‌سازد.

درگاهی (۱۹۹۰) بیش‌ترین کاهش عمق حفره آب‌شستگی را در حالت $y_c/y = -0.015$ مشاهده کرد (y: عمق آب و y_c : فاصله طوق از بستر و علامت منفی بیانگر نصب طوق زیر بستر می‌باشد). وی خاطر نشان کرد، با افزایش ضخامت طوق قطر مؤثر پایه پل افزایش می‌یابد و در نهایت عمق حفره آب‌شستگی را افزایش می‌دهد. بنابراین پیشنهاد کرد قبل از اجرایی شدن این روش، پژوهش‌هایی در این

مورد انجام گیرد. چپو (۱۹۹۲) با استفاده همزمان طوق و شکاف توانست عمق حفره آب‌شستگی را به صفر برساند این در حالی بود که طوق به تنهایی ۲۰ در صد عمق حفره آب‌شستگی را کاهش داده بود. با توجه به نظر برخی پژوهش‌گران از جمله درگاهی (۱۹۹۰) و کومار و همکاران (۱۹۹۹)، نباید تأثیر ضخامت طوق در ابعاد حفره آب‌شستگی نادیده گرفته شود، چرا که با افزایش ضخامت طوق قطر مؤثر پایه پل افزایش می‌یابد و ممکن است کارایی طوق در کاهش آب‌شستگی را از بین ببرد. کومار و همکاران (۱۹۹۹) با طوقی به قطر ۴ برابر قطر مدل پایه پل و نصب شده در روی بستر توانستند عمق حفره آب‌شستگی را در اطراف پایه به صفر برسانند، با این وجود آن‌ها در پشت پایه پل و بعد از طوق حفره‌ای را مشاهده نکردند. همچنین ضخامت زیاد طوق، سبب ایجاد یک مانع در برابر جریان شده و آب‌شستگی را بیش‌تر می‌کند. مسجدی و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان داد که تأثیر طوق در کاهش عمق آب‌شستگی تابعی از پهنا و ارتفاع نصب طوق از سطح بستر است. ایشان دریافتند که نصب طوق در ارتفاع $0.1D$ - زیر سطح بستر بیش‌ترین تأثیر را در کاهش عمق آب‌شستگی خواهد داشت. بلوچی و همکاران (۲۰۰۷) اثر تغییر شکل طوق بر روند آب‌شستگی موضعی را مورد بررسی قرار دادند.

بررسی مطالعات قبلی نشان می‌دهد تاکنون پژوهش‌های خاص و جامعی در خصوص تأثیر ضخامت طوق بر ابعاد حفره آب‌شستگی صورت نگرفته است، بنابراین هدف از این پژوهش بررسی آزمایشگاهی نقش ضخامت طوق در آب‌شستگی اطراف پایه‌های پل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

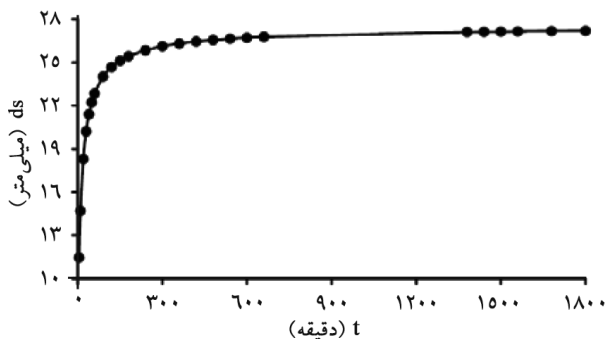
آزمایش‌ها در ۲ کانال آزمایشگاهی با مقطع مستطیلی و با مشخصات زیر انجام گرفت:

الف) کانال آزمایشگاهی I: به طول ۹ متر، عرض ۲۵ سانتی‌متر، ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر و شیب صفر.
ب) کانال آزمایشگاهی II: با طول ۶ متر، عرض ۸۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر و با شیب صفر.
 منطقه آزمایش در کانال I به طول ۲ متر و به ارتفاع $13/5$ سانتی‌متر بود که ابتدای آن در فاصله $2/5$ متری از ابتدای کانال قرار داشت. در کانال II نیز منطقه‌ای به طول ۳ متر و به ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر به‌عنوان منطقه آزمایش در نظر گرفته شد.

مدل پایه پل با مقطع دایره‌ای که برای کانال I قطر ۱۲ میلی‌متر و برای کانال II قطر ۳۴ میلی‌متر برای انجام آزمایش‌ها انتخاب گردید. در انتخاب قطر پایه پل شرط $D/W < 0.11$ (D : قطر پایه پل و W : عرض کانال آزمایشگاهی) مدنظر قرار گرفت، چرا که در این صورت حفره آب‌شستگی تحت تأثیر دیواره‌های جانبی کانال قرار نمی‌گیرد (ارونقی و همکاران، ۲۰۰۷). طوق‌ها از جنس

پلاستیک سخت، برای کانال I به طول ۳۰ میلی‌متر، عرض ۲۴ میلی‌متر و با ضخامت‌های ۰/۳، ۰/۶ و ۱/۲ میلی‌متر و برای کانال II به طول ۷۵ و عرض ۶۸ میلی‌متر و با ضخامت‌های ۰/۵، ۱، ۲، ۳، ۴، ۷، ۱۰ و ۱۴ میلی‌متر انتخاب شدند. طوق‌ها در تراز بستر قرار می‌گرفتند و نسبت به مرکز مدل پایه پل حالت تقارن داشتند (شکل ۳). قطر متوسط ذرات رسوبی (d_{50}) در کانال I، ۰/۳ میلی‌متر و در کانال II، ۰/۴۳ میلی‌متر تعیین شد تا شرط $D/d_{50} > 25$ برقرار گردد و حداکثر مقدار عمق حفره آب‌شستگی ایجاد شود (ملویل و چپو، ۱۹۹۹). دبی جریان در کانال I به وسیله سرریز مثلثی مجهز به حس‌گر عمق‌سنجی و در کانال II با استفاده از سرریز مستطیلی نصب شده در مخزن پایین‌دست آن اندازه‌گیری می‌شد. سرعت جریان (V) نیز طوری تنظیم می‌شد تا شرایط آب‌شستگی آب زلال و حالت $V/V_C = 0/90$ ایجاد شود (V_C : سرعت بحرانی). عمق آب توسط حس‌گرهای عمق‌سنجی که در بالای کانال آزمایشگاهی نصب شده بودند تنظیم می‌شد. در انتخاب عمق آب شرط $y/D > 3/5$ به‌طور کامل رعایت می‌شد تا حفره آب‌شستگی تحت‌تأثیر عمق آب قرار نگیرد و حداکثر مقدار عمق حفره آب‌شستگی ایجاد گردد. به‌منظور تعیین زمان آزمایش‌ها یک‌سری آزمایش طولانی‌مدت در کانال I و در حالت بدون طوق انجام گردید.

توسعه زمانی عمق حفره آب‌شستگی در جلو پایه پل در شکل ۱ نشان داده شده است. چنان‌چه مشاهده می‌شود پس از گذشت ۲۰ ساعت تغییرات عمق حفره آب‌شستگی بسیار کم می‌باشد، بنابراین این مدت به‌عنوان زمان تعادل عمق حفره آب‌شستگی در نظر گرفته شد. در آزمایش‌های طوق‌دار پس از این‌که آب‌شستگی به پایه پل رسید یعنی زمانی که رسوبات زیر طوق خالی شد آزمایش به‌مدت ۲۰ ساعت ادامه می‌یافت و در نهایت اطلاعات مربوط به حفره آب‌شستگی برداشت می‌شد.



شکل ۱- توسعه زمانی عمق حفره آب‌شستگی.

نتایج و بحث

در این پژوهش، آزمایش‌های پایه پل بدون طوق به منظور تعیین زمان آزمایش‌ها در کانال I انجام شد. در پایه‌های طوق‌دار، مکانیزم آب‌شستگی تا خالی شدن رسوبات زیر طوق متفاوت با پایه‌های بدون طوق بود. در این آزمایش‌ها بر خلاف آب‌شستگی بدون وجود طوق، فعالیت گرداب‌های برخاستگی قبل از گرداب‌های نعل اسبی آغاز می‌شد. اولین نشانه‌های آب‌شستگی در پشت پایه پل و در لبه‌های طوق ایجاد می‌گردید به طوری که شیارهایی در طرفین طوق ایجاد می‌شد و با گذشت زمان و عمیق شدن شیارها آب‌شستگی به اطراف پایه پل و به طرف بالادست کشیده می‌شد. علت تشکیل شیارها افزایش تنش برشی در پشت پایه پل می‌باشد. سرعت تشکیل شیارها و عمیق شدن آن‌ها با افزایش ضخامت طوق بیشتر بود، بنابراین زمان رسیدن آب‌شستگی به اطراف پایه پل و خالی شدن رسوبات زیر طوق با افزایش ضخامت طوق کاهش پیدا می‌کرد. پس از خالی شدن رسوبات زیر طوق، آب‌شستگی اصلی شروع می‌شد و در این حالت گرداب‌های نعل اسبی و برخاستگی، مانند پایه‌های بدون طوق عمل می‌کردند با این تفاوت که قدرت این گرداب‌ها نسبت به پایه‌های بدون طوق کاهش پیدا می‌کرد. روند تغییرات آب‌شستگی در برخی از آزمایش‌ها به صورت زیر بود:

در پایه طوق‌دار با ضخامت $0/3$ میلی‌متر ($e=0/3$ میلی‌متر) سرعت تشکیل شیارها و عمیق شدن آن‌ها و همچنین سرعت پیش‌روی آن کم‌تر بود، طوری‌که پس از گذشت ۶ ساعت شیارها و آب‌شستگی به پایه پل رسید. در این آزمایش گرداب‌های نعل اسبی، قبل از خالی شدن رسوبات زیر طوق، مشاهده نشدند ولی پس از آن مانند گرداب‌های برخاستگی شروع به فعالیت کردند.

مکانیزم پایه طوق‌دار با $e=1/2$ میلی‌متر، متفاوت از حالت‌های قبلی بود. در این آزمایش به علت زیاد بودن ضخامت طوق، گرداب‌های نعل اسبی در جلوی پایه فعالیت داشتند. این عامل سبب شد که زیر طوق، زودتر از حالت‌های قبلی از رسوبات خالی شود. همچنین سرعت تشکیل شیارها و عمیق شدن آن‌ها بیشتر بود. پس از گذشت $2/5$ ساعت آب‌شستگی به پایه پل رسید و زیر طوق، خالی از رسوبات شد و آب‌شستگی اصلی آغاز گردید.

نتایج آزمایش‌ها نشان داد که به کارگیری طوق ابعاد حفره آب‌شستگی را کاهش می‌دهد. این موضوع با نتایج آزمایش‌های پژوهش‌گران قبلی مانند توماس (۱۹۶۷)، درگاهی (۱۹۹۰) و چپو (۱۹۹۲) انطباق دارد. زیاد بودن ضخامت طوق در جلوی طوق جریان‌ات رو به پایین جدیدی را ایجاد می‌کند که ممکن است عمل آب‌شستگی را تشدید کند.

الف) نتایج آزمایش‌ها در کانال I: شرایط هیدرولیکی جریان و مشخصات پایه پل و طوق در کانال I به صورت زیر است:

$$Q=7/5 \text{ (لیتر بر ثانیه)} \quad y=12/4 \text{ (سانتی‌متر)} \quad \frac{V}{V_c}=0/9 \quad a=30 \text{ (میلی‌متر)} \quad b=24 \text{ (میلی‌متر)}$$

$$e=0/3, 0/6, 1/2 \text{ (میلی‌متر)} \quad d=12 \text{ (میلی‌متر)} \quad \frac{a}{D}=2/5 \quad \frac{b}{D}=2/5 \quad y_c=0$$

که در آن‌ها، a: طول طوق، b: عرض طوق و y_c : فاصله طوق از بستر.

جدول ۱ ابعاد حفره آب‌شستگی در آزمایش‌های انجام‌یافته در کانال I را نشان می‌دهد. در این جدول، d_s : عمق حفره آب‌شستگی در جلو پایه، d'_s : عمق حفره آب‌شستگی در پشت پایه، w_s : عرض حفره آب‌شستگی در محل نصب پایه، L_u : طول حفره در بالادست و از مرکز پایه و L_d : طول حفره در پایین‌دست و از مرکز پایه می‌باشند. همچنین re_α : درصد کاهش ابعاد حفره آب‌شستگی می‌باشد، α : بیانگر مشخصه حفره آب‌شستگی یعنی d_s, d'_s, L_u, L_d : در حالت بدون طوق است و α_c : این مشخصه را در حالت طوق‌دار نشان می‌دهد.

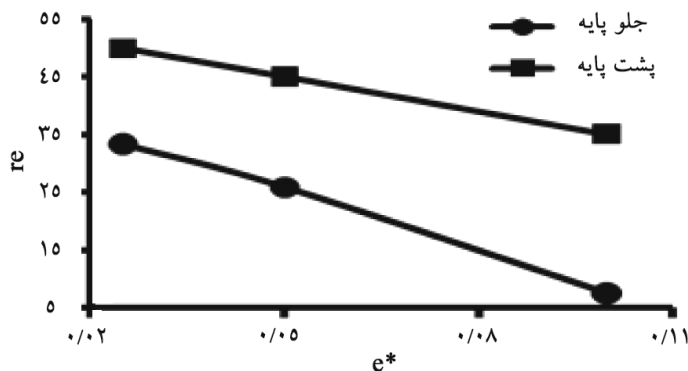
چنان‌که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، طوق ابعاد حفره آب‌شستگی را کاهش می‌دهد و این نتیجه در $e=0/3$ میلی‌متر و $e=0/6$ میلی‌متر محسوس‌تر است. در حالت $e=1/2$ میلی‌متر مشاهده می‌شود که زیاد شدن ضخامت طوق کارایی آن را در کاهش ابعاد حفره آب‌شستگی کم می‌کند.

جدول ۱- مشخصات حفره آب‌شستگی در آزمایش‌های انجام گرفته (کانال I).

e	d_s	d'_s	L_u	L_d	L_d	red_s	red'_s	re_{ws}	re_{L_u}	re_{L_d}
(میلی‌متر)	(میلی‌متر)	(میلی‌متر)	(میلی‌متر)	(میلی‌متر)	(میلی‌متر)					
بدون طوق	۲۷	۲۰	۱۰۲	۴۵	۹۰	-	-	-	-	-
۰/۳	۱۸	۱۰	۷۰	۳۰	۶۸	۳۳/۳	۵۰	۳۱/۴	۳۳/۳	۲۴/۴
۰/۶	۲۰	۱۱	۷۰	۳۰	۶۹	۲۵/۹	۴۵	۳۱/۴	۳۳/۳	۲۳/۳
۱/۲	۲۵	۱۳	۹۴	۴۰	۸۰	۷/۴	۳۵	۷/۸	۱۱/۱	۱۱/۱

شکل ۲ درصد کاهش عمق حفره آب‌شستگی را در جلو و پشت پایه پل نشان می‌دهد. در این شکل $e^*=e/D$ ضخامت نسبی طوق می‌باشد.

براساس شکل ۲، وجود طوق عمق حفره آبشستگی را در پشت پایه پل بیش تر از جلو پایه پل کاهش می دهد و نتیجه پژوهش درگاهی (۱۹۹۰) را در این مورد تأیید می کند. همچنین با افزایش ضخامت طوق، عمق حفره آبشستگی کاهش کمتری می یابد. عملکرد طوق با ضخامت های ۰/۳ و ۰/۶ میلی متر تفاوت چندانی با هم ندارند ولی طوق با ضخامت ۱/۲ میلی متری اختلاف قابل ملاحظه ای با این طوق ها دارد.



شکل ۲- درصد کاهش عمق حفره آبشستگی در جلو و پشت پایه پل (کانال II).

ب) نتایج آزمایش ها در کانال II: به منظور برآورد مقدار دقیق ضخامت نسبی طوق (e^*)، آزمایش های متعددی در کانال II (عرض ۸۰ سانتی متر) و با شرایط زیر انجام گردید:

$$Q=30/2 \text{ (لیتر بر ثانیه)} \quad y=17/8 \text{ (سانتی متر)} \quad \frac{V}{V_c}=0/9 \quad a=75 \text{ (میلی متر)} \quad b=68 \text{ (میلی متر)}$$

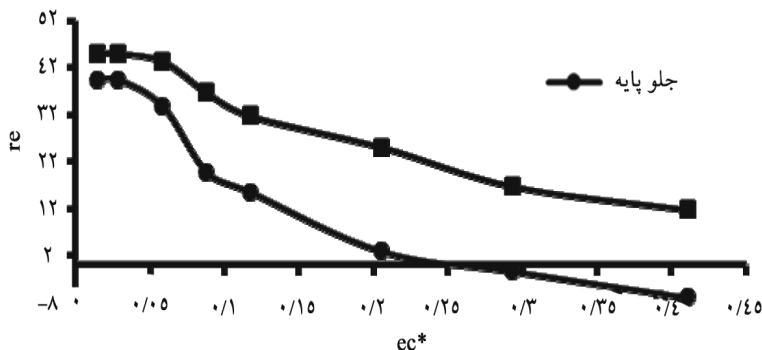
$$e=0/5, 1, 2, 3, 4, 7, 10, 14 \text{ (میلی متر)} \quad d=34 \text{ (میلی متر)} \quad \frac{a}{D}=2/5 \quad \frac{b}{D}=2 \quad y_c=0$$

جدول ۲ نتایج آزمایش های انجام گرفته در کانال II را نشان می دهد.

شکل ۳ درصد کاهش عمق حفره آبشستگی را در جلو و پشت پایه پل نشان می دهد. چنان که ملاحظه می شود در حالت $e^* > 0/25$ ، کارایی طوق در کاهش آبشستگی از بین می رود.

جدول ۲- مشخصات حفره آب‌شستگی در آزمایش‌های انجام گرفته (کانال II).

e	d_s	d'_s	L_u	L_d	L_d	red_s	red'_s	re_{WS}	reL_u	reL_d
(میلی‌متر)	(میلی‌متر)	(میلی‌متر)	(میلی‌متر)	(میلی‌متر)	(میلی‌متر)					
بدون طوق	۷۱	۶۰	۳۱۰	۱۱۵	۱۶۳	-	-	-	-	-
۰/۵	۴۳	۳۳	۲۸۵	۱۰۲	۸۰	۳۹/۴	۴۵	۸/۱	۱۱/۳	۵۰/۹
۱	۴۳	۳۳	۲۸۵	۱۰۴	۸۰	۳۹/۴	۴۵	۸/۱	۹/۶	۵۰/۹
۲	۴۷	۳۴	۲۸۵	۱۰۴	۸۰	۳۳/۸	۴۳/۳	۸/۱	۹/۶	۵۰/۹
۳	۵۷	۳۸	۲۹۰	۱۰۶	۸۲	۱۹/۷	۳۶/۷	۶/۵	۷/۸	۴۹/۷
۴	۶۰	۴۱	۳۰۰	۱۱۰	۸۳	۱۵/۵	۳۱/۷	۳/۲	۴/۳	۴۹/۱
۷	۶۹	۴۵	۳۱۰	۱۱۵	۸۵	۲/۸	۲۵	۰	۰	۴۷/۸
۱۰	۷۲	۵۰	۳۱۲	۱۲۰	۹۰	-۱/۴	۱۶/۷	-۶/۰	-۴/۳	۴۴/۸
۱۴	۷۶	۵۳	۳۱۵	۱۲۵	۹۰	-۷	۱۱/۷	-۱/۶	-۸/۷	۴۴/۸



شکل ۳- درصد کاهش عمق حفره آب‌شستگی در جلو و پشت پایه پل (کانال II).

با بررسی شکل‌های ۲ و ۳ و همچنین جدول‌های ۱ و ۲، ضخامت نسبی $e^* = 0/05$ به‌عنوان مقدار بحرانی پیشنهاد می‌شود. به‌عبارت دیگر ضخامت بحرانی طوق در آب‌شستگی پایه‌های طوق‌دار، ۵ درصد قطر پایه پل پیشنهاد می‌گردد. در حالت $e^* > 0/05$ ، کارایی طوق ممکن است از بین برود. همچنین در حالت $e^* < 0/05$ ، به‌علت کم بودن ضخامت طوق در سازه اصلی مشکلات اجرایی وجود خواهد داشت.

نتیجه گیری

در این پژوهش تأثیر ضخامت طوق در کاهش آبشستگی اطراف پایه پل مورد بررسی قرار گرفت و ملاحظه شد سازوکار آبشستگی پایه طوق دار و پایه بدون طوق، قبل از خالی شدن رسوبات زیر طوق متفاوت است. به طور کلی افزایش ضخامت طوق، کارایی آن را کم می کند. همچنین با تحلیل آزمایش ها ضخامت مناسب طوق، ۵ درصد قطر پایه پل پیشنهاد شد.

منابع

1. Arvanaghi, H., Hosseinzadeh Dalir, A., Fakheri Fard, A., and Farsadi zadeh, D. 2007. Effect of side walls of the laboratory flume on scour depth around bridge piers. *J. Agric. Sci.* 16: 2. 1-11.
2. Baloochi, M., Chamani, M.R., and Beyrami, M.K. 2007. Investigation of transformation effect of collar on bridge pier scour. *Proceedings 6th Iranian Hydraulic Conference, Shahrekord, Iran.* (In Persian)
3. Chiew, Y.M. 1992. Scour protection at bridge piers. *J. Hydr. Engine. ASCE.* 118: 11. 1260-1269.
4. Dargahi, B. 1990. Controlling mechanism of local scouring. *J. Hydr. Engine. ASCE.* 116: 10. 1197-1214.
5. Johnson, P.A., and Dock, D.A. 1998. Probablistic bridge scour estimates. *J. Hydr. Engine.* 124: 7. 750-754.
6. Kumar, V., Rango Raju, K.G., and Vittal, N. 1999. Reduction of local scour around bridge piers using slots and collars. *J. Hydr. Engine. ASCE.* 125: 12. 1302-1305.
7. Laursen, E.M., and Toch, A. 1956. Scour around bridge piers and abutments. Iowa highway research board, Bulletin 4, Bureau of public roads, Iowa.
8. Masjedi, A., Bejestan, M.S., and Esfandi, A. 2010. Reduction of local scour at a bridge pier using collar in a 180 degree flume bend. *J. Appl. Sci. ISS.* 1812-5654, Asian Network for Scientific Information.
9. Melvill, B.W., and Chiew, Y.M. 1999. Tim scale for local scour at bridge piers. *J. Hydr. Engine. ASCE.* 125: 1. 59-65.
10. Shafai-Bajestan, M. 1995. Sediment Hydraulic. Ahvaz University. (In Persian)
11. Thomas, Z. 1967. An interesting hydraulic effect occurring at local scour. *Proceedings, 12th IAHR.*
12. Zarrati, A.R., and Azizi, M. 1997. Control of scouring around bridge piers. Tehran, Proceeding of the 1th Iranian Hydraulic Conference, September 2-4. Pp: 261-267. (In Persian)



Investigation the effect of the collar thickness on scour reduction around Bridge Pier

**H. Arvanaghi¹, A. Hosseinzadeh Dalir², D. Farsadizadeh²,
A. Fakheri Fard² and *P. Eghbali³**

¹Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, University of Tabriz, ²Associate Prof.,
Dept. of Water Engineering, University of Tabriz, ³M.Sc. Student, Dept. of Water
Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 01/25/2012; Accepted: 11/07/2012

Abstract

Local scour around bridge pier is one of the most important destruction factors of bridges. Many researchers have investigated scour around bridge pier; however, there is still not available single solution for this issue due to complexity of the problem and multiplicity of the effective factors. Different methods have been proposed to prevent or reduce scouring around bridge piers such as Riprap, collar, slot, submerge sheet and so on. According to researches, installing a collar around the base to delay the onset of scour in some cases significantly reduced the depth of scour around the base. In this study, by using the rectangular collar around the cylindrical pier, the effect of the collar thickness on scour reduction around bridge pier was investigated. The results of the experiments showed with installation of the collar not only velocity of scour is reduced but the depth of scour hole around the pier especially in downstream of the pier is also decreased. Also, with increasing collar thickness, the performance of the collar is reduced. Based on the results, the collar thickness was equal to 5 percent of the pier diameter and less than that had negligible reduction in the performance of the collar. However, the performance of the collar decreased when the collar thickness was more than 5 percent. Therefore, the appropriate thickness of the collar is proposed 5 percent of the pier diameter.

Keywords: Clear water, Scouring, Bridge pier, Shear stress, Collar thickness

* Corresponding Author; Email: p_eghbal@yahoo.com