Archive of SID

وضعیت توپوگرافی بستر اطراف کوله پل مستطیلی در شرایط مختلف جریان در حضور توام ریپ رپ و A-jacks(المانهای شش پایه)

علی اکبر حسین رضا[۱]، محمود شفاعی بجستان[۲]

۱- دانشجوی دکتری سازه های آبی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- استاد گروه سازه های آبی دانشکده مهندسی علوم آب ، دانشگاه شهید چمران

چکیده

از آنجاکه آبشستگی سهم عمده ای در تخریب پل ها دارد، حفاظت پل ها در مقابل این پدیده از اهمیت خاصی برخوردار است. حفاظت در مقابل آبشستگی به طور کلی به دو روش دور کردن فرسایش از محل سازه یا ایجاد انواع پوشش در اطراف سازه صورت می گیرد. در این مطالعه، با استفاده از ریپ رپ و سازه ای معروف بنام A-jacks (یا المانهای شش پایه) حفاظت بستر در محل تکیه گاه پل در ابعاد آزمایشگاهی صورت پذیرفته است و تاثیر آن در مهار فرسایش و تغییرات توپوگرافی بستر مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج، نشان دهنده تاثیر قابل ملاحظه کارگزاری A-jacks بهمراه ریپ رپ در کنترل آبشستگی تکیه گاه پل در شرایط مختلف جریان می باشد.

کلمات کلیدی: آبشستگی، تکیه گاه پل، ریپ رپ، قطعات A-jacks

مقدمه

ویرانی بسیاری از پل‌ها در ایران و سراسر جهان ناشی از آبشستگی در پی آن‌ها(پایه و تکیه‌گاه) می باشد. در مورد تکیه‌گاه ها نیز آمار نشان می دهد که از ۳۸۳ پل که در امریکا تخریب شده‌اند، ۷۲ درصد علل تخریب، مربوط به آبشستگی تکیه‌گاه بوده‌است[۱]. مطالعات ملویل نیز نشان می دهد که ۷۰ درصد هزینه های شکست پل در نیوزیلند ناشی از آبشستگی تکیه‌گاه پل بوده‌است[۲]. این آمار که موید سهم آبشستگی پایه‌ها و تکیه‌گاهها در تخریب پل‌ها میباشد، ضرورت مطالعه در مورد پیش بینی آبشستگی و روش‌های محافظت پل در برابر آن را آشکار میسازد.

با توجه به اهمیت مقابله با آبشستگی در محل پل‌ها محققین و موسسات مختلفی اقدام به تهیه روش‌ها و دستورالعمل هایی برای محافظت پل(پایه‌ها و تکیه‌گاهها) در برابر آبشستگی کرده‌اند. در هریک از این دستورالعمل‌ها با توجه به شرایط موثر در وقوع آبشستگی، روش‌های مختلفی برای مقابله با این پدیده ارائه گردیده‌است. برخی از این روش‌ها مبتنی بر ایجاد پوشش در محل تکیه‌گاه[۳,۴,۵,۶,۷] و برخی مبتنی بر دور کردن جریان و آبشستگی از حوالی تکیه‌گاه میباشند[۸,۹,۱۰]. همچنین پژوهشگران متعددی در شرایط آزمایشگاهی، با استفاده از مدل‌های فیزیکی، روابطی به منظور تخمین حداکثر عمق آبشستگی تکیه‌گاههای پل تحت شرایط مختلف هیدرولیکی و حفاظتی ارائه نموده‌اند[۱۱,۱۲,۱۳]. ایجاد پوشش حفاظتی سنگچین یا ریپ رپ در اطراف پایه‌ها و تکیه‌گاههای پل به عنوان روشی

www.SID.ir

Archive of SID

متداول و آسان توسط محققین بسیاری مورد استفاده قرار گرفته. این روش بااینکه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است ولی راندمان خوبی ندارد. لذا بنظر میرسد همراه با سازه‌ای دیگر جواب قابل قبولتری خواهد داد. A-jacks قطعات بتنی ۶ پایه‌ای است که باعث پایداری این سازه و افزایش قابل ملاحظه شرایط آستانه حرکت آن میگردد. در شکل ۱ قطعه بتنی این سازه در ابعاد آزمایشگاهی نشان داده شده‌است. این سازه معمولا بصورت گروهی بکار می رود که چفت و بست شدن این سازه ها در کنار یکدیگر به پایداری مجموعه آنها نیز می‌افزاید و این از مزایای این سازه است. مکانیزم کارکرد این سازه، ضمن ایجاد پوشش، افزایش ضریب مانینگ میباشد. A-jacks در کنترل فرسایش سواحل و رودخانه ها در کشورهای مختلفی مورد استفاده قرار گرفته. از مزایای کاربرد قطعات ۶ پایه امکان رشد پوشش گیاهی در بینابین پایه‌ها و کمک به حفظ طبیعی ساحل رودخانه میباشد. در حفاظت سواحل نیز میتوان از ابعاد بزرگتر این سازه به عنوان موج شکن استفاده نمود. در شرایطی که پوشش لحاف گونه ریپ‌رپ در اطراف تکیه‌گاه قرار گیرد و روی آن را ای‌جکها قرار دهیم، بنظر می رسد آبشستگی کاهش چشمگیری داشته باشد. هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر کارگزاری توام ریپ‌رپ و A-jacks در توپوگرافی بستر در حوالی تکیه‌گاه پل مستطیلی میباشد.

شکل۱- قطعات a-jacks (شش پهلو) در مقیاس آزمایشگاهی

روش کار

به منظور ارزیابی کارکرد توام ریپ رپ و سازه A-jacks (المانهای شش پایه) در کنترل آبشستگی تکیه گاه پل، آزمایشات در فلوم تحقیقاتی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران از پوشش پلاکسی گلس به طول ۱۰ متر و عرض ۱ متر انجام گرفته است. در قسمتی از فلوم یک جعبه رسوبی به عرض ۷۰ و طول ۱۸۰ سانتی متر که در آن رسوبات ماسه ای با اندازه متوسط ۰/۶۳ میلی متر تراز گردیده اند، تعبیه شده و تکیه گاه پل در آن نصب شده است. تکیه‌گاه از نوع مستطیلی (با دیوار قائم) میباشد که ابعاد آن ۱۵ در ۱۵ سانتی متر است، عمق جریان ۱۲ سانتی متر و ۴عدد فرود مختلف مورد آزمایش قرار گرفتند. جدول ۱ مشخصات این آزمایش ها را نشان می دهد.

جدول۱- ویژگی‌های آزمایش‌های انجام شده

آزمایش	دبی (L/s)	عمق (cm)	عدد فرود	سرعت /سرعت بحرانی

www.SID.ir

Archive of SID

1	23.4	12	0.179	0.65
2	27	12	0.208	0.75
3	30.6	12	0.235	0.85
4	32.4	12	0.25	0.9

کلیه آزمایشات در زمان تعادل معادل۴ ساعت اجرا گردیدند. قبل از انجام هر آزمایش بستر بوسیله ماله کاملا تسطیح گردیده و با متر لیزری کنترل شده‌است. پس از اتمام آزمایش نیز توپوگرافی بستر با متر لیزری در شبکه ۳ سانتی‌متر برداشت گردیده‌است. به منظور ارزیابی تاثیر توام ریپ‌رپ و A-jacks در پدیده آبشستگی و توپوگرافی بستر پیرامون تکیه‌گاه، ابتدا آزمایشات شاهد بدون حضور هیچ سازه‌ای در اطراف تکیه گاه با ۴ عدد فرود بالا انجام شد.کارگزاری ریپ‌رپ و قطعات ۶ پهلو در اطراف تکیه‌گاه به این صورت انجام شد که ابتدا یک لایه لحاف‌گونه سنگچین در شعاعی به اندازه ۱۳ سانتی‌متر در اطراف کوله مستطیلی ریخته‌شد و سپس A-jacks هادر ۳ ردیف باز روی آنها قرار گرفت. این حالت قرارگیری را نیز در ۴ عدد فرود بالا مورد آزمایش قرار میدهیم. در شکل ۲ نمایی از طریقه قرارگیری دو سازه در اطراف تکیه‌گاه پل در فلوم آزمایشگاهی نشان داده شده‌است. پس از اتمام آزمایش به منظور برداشت توپوگرافی بستر، قطعات A-jacks به آرامی و به طوریکه باعث بر هم ریختن بستر و ریپ‌رپ ها نگردد، برداشته شده‌است. لازم به ذکر است که از آنجا که آزمایشات در شرایط آب زلال انجام پذیرفته، از بالادست محل تکیه‌گاه رسوبی وارد نگردیده‌است .(u/uc<1)

شکل۲- کارگزاری توام ریپ رپ و قطعات a-jacks در اطراف تکیه گاه پل در فلوم آزمایشگاهی

www.SID.ir

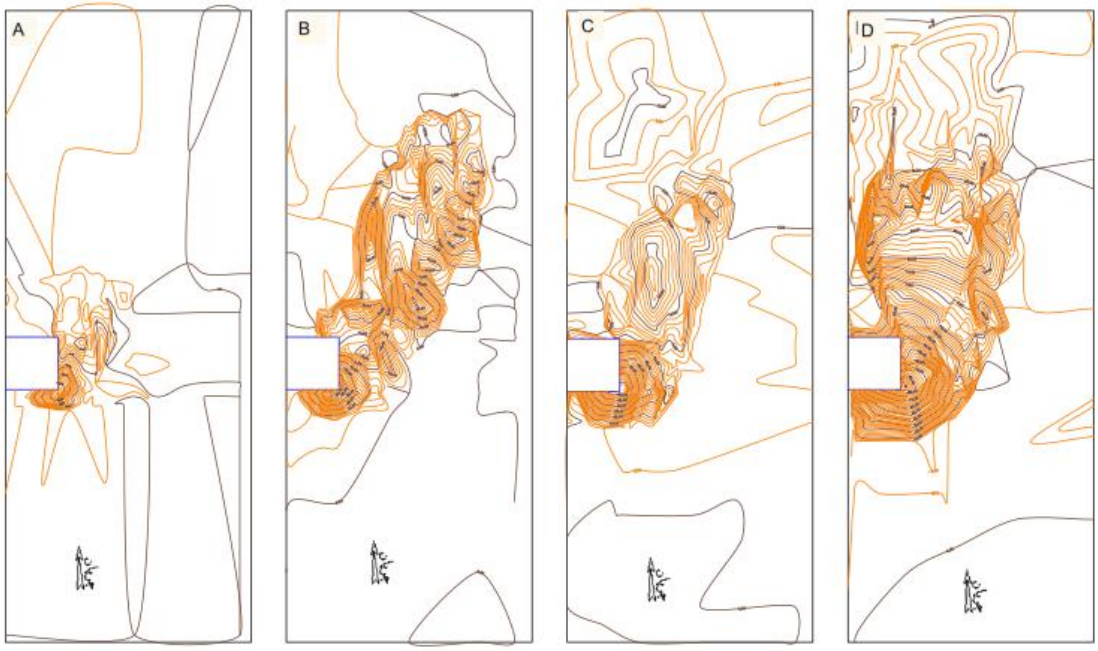
Archive of SID

نتایج و بحث

شکل‌های ۳ و ۴ وضعیت توپوگرافی بستر در اعداد فرود اول تا چهارم در پایان آزمایشات شاهد و اصلی را نشان میدهد. جدول (۲) نیز خلاصه نتایج آزمایش‌ها را نشان میدهد. همانطور که مشاهده میگردد، عمق آبشستگی در گوشه بالادست تکیه‌گاه در آزمایش های شاهد برای اعداد فرود ۱ تا ۴ به ترتیب ۳۷ و ۵۵ و ۶۵ و ۹۵ میلی‌متر و برای آزمایشات اصلی همراه با سازه ها برابر ۲و ۵ و ۷ و ۱۲ میلی‌متر بوده است. با توجه به داده‌های این جدول عمق آبشستگی حداکثر که در گوشه بالادست تکیه‌گاه واقع بوده(ستون چهارم)، نسبت به همین مقدار در آزمایشات شاهد(ستون سوم)، کاهش چشمگیری داشته‌است که این کاهش در اعداد فرود بالاتر نمود بیشتری دارد، و این بیانگر تاثیر قابل ملاحظه بکارگیری توام این قطعات در حفاظت تکیه‌گاه پل است که با افزایش جریان و عدد فرود، قابل درکتر میباشد. در شکل ۵ نیز تغییرات عمق آبشستگی نسبت به عمق جریان در هر دو حالت آزمایش(ds/y) در برابر عدد .Fr نشان داده شده‌است. این شکل، شیب نسبتا زیاد تغییرات ds/y نسبت به افزایش عدد .Fr در آزمایشات شاهد و شیب نسبتا کم تغییرات ds/y نسبت به افزایش عدد .Fr در آزمایشات اصلی را نشان میدهد. این موضوع نشان دهنده تاثیر قابل توجه کارگزاری همزمان این قطعات در مهار آبشستگی موضعی و حفظ توپوگرافی بستر در اطراف تکیه‌گاه است. بنابراین کارگزاری ترکیبی این دو سازه میتواند منجر به کاهش هزینه احداث پی‌های عمیق در موارد عملی گردد. گرچه از طرف دیگر هزینه ساخت قطعات A-jacks بایستی مدنظر قرار گیرد. نتایج همچنین نشان میدهد که به ویژه در اعداد فرود کمتر یعنی ۰/۱۷۹ و ۰/۲۰۸ سطح بستر اطراف کوله پل و همچنین در پایین دست پل تقریبا بدون تغییر یا با تغییرات اندک باقی مانده‌است. اما در مورد اعداد فرود بالاتر یعنی ۰/۲۳۵ و ۰/۲۵۰ میتوان دریافت که آبشستگی در قسمت مرکزی کانال تشدید شده‌است. به عبارت دیگر این سازه‌های ترکیبی ضمن حفاظت از تکیه‌گاه پل در محل مورد نظر، تمایل به دور کردن آبشستگی به سمت پایین‌دست و مرکزیت کانال را دارند که این موضوع در اعداد فرود بزرگتر بیشتر قابل ادراک میباشد. لازم به ذکر است که ارتفاع قطعات A-jacks به همراه ریپ-رپ از سطح بستر حدود ۴.۲سانتی‌متر بوده که تقریبا یک‌سوم عمق جریان میباشد. همین موضوع، یعنی ارتفاع قطعات از سطح بستر میتواند علت پدیده دور کردن جریان از محل تکیه‌گاه و انحراف آن به سمت مرکز کانال باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳- و ضعیت توپوگرافی بستر اطراف کوله پل در پایان آزمایشات شاهد

a) Fr=0.179 b) Fr=.208 c) Fr=0.235 d) Fr=0.250

شکل 4- و ضعیت توپوگرافی بستر اطراف کوله پل در پایان آزمایشات اصلی

a) Fr=0.179 b) Fr=.208 c) Fr=0.235 d) Fr=0.250

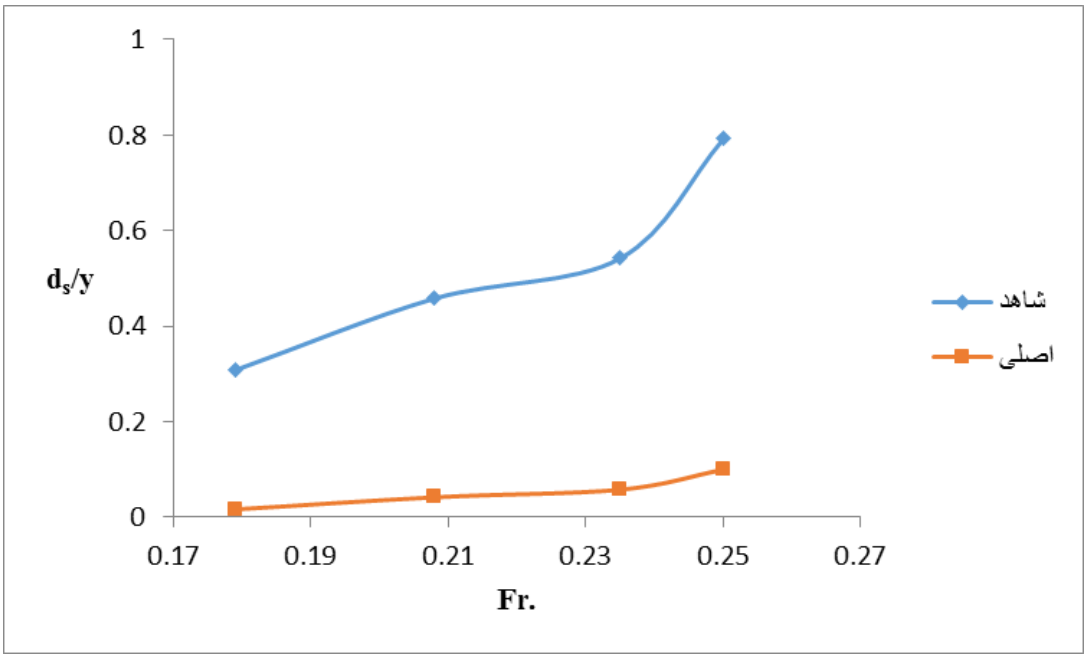
جدول ۲- خلاصه نتایج آزمایش های انجام شده

عمق آبشستگی مرکز کانال در آزمایش	عمق آبشستگی آزمایش	عمق آبشستگی آزمایش	عدد فرود	شماره آزمایش

www.SID.ir

Archive of SID

		شاهدds(mm)	اصلیds(mm)	اصلی(mm)
1	0.179	۳۷	۲	ناچیز
2	0.208	۵۵	۵	ناچیز
3	0.235	۶۵	۷	۲۶
4	0.250	۹۵	۱۲	۳۴



شکل ۵- تغییرات آبشستگی نسبی در برابر عدد فرود

نتیجه گیری

در این مطالعه تاثیر توام کارگزاری قطعات ریپرپ و A-jacks در آبشستگی موضعی در محل تکیه‌گاه پل مستطیلی و توپوگرافی بستر مورد بررسی قرار گرفته شد. بدین منظور آزمایشاتی در فلوم تحقیقاتی و در حضور تکیه‌گاه مستطیلی (با دیوار قائم) و قطعات ریپرپ و A-jacks مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان میدهد که کارگزاری همزمان قطعات میتواند با ایجاد پوشش در محل تکیه‌گاه توپوگرافی بستر را تا حد زیادی از آبشستگی وسیع حفظ نماید. همچنین به واسطه ارتفاع مختصری که ناشی از کارگزاری توام قطعات بر روی بستر میباشد با تغییراتی در الگوی جریان باعث دور شدن آبشستگی از محل تکیه گاه به سمت پایین دست و مرکز کانال میگردد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Annandale, George W., (2006), "Scour Technology", McGraw Hill Publications, USA.
2. Melville, B. W. (1992). "Local Scour at Bridge Abutments" Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 118, No. 4.
3. Ettema, R., (1980), "Scour At Bridge Piers", Report No. 216, University Of Auckland, School Of Engineering, The University of Auckland, Auckland, New Zealand.
4. Wong, W.H. (1982). "Scour at Bridge Abutments" Report No: 275, School of Engineering, The University of Auckland, Auckland, New Zealand.
5. Dongol, D.M.S. (1994), "Local Scour at Bridge Abutments." Report No: 544. School of Engineering, The University of Auckland, Auckland, New Zealand.
۶. منصوری هفشجانی، م. و شفاعی بجستان م.(۱۳۹۰)." طراحی قطر سنگ چین در اطراف تکیه گاه پل واقع در قوس رودخانه" مجله مهندسی آبیاری و آب، سال اول، شماره۴، ص ۳۵-۴۵.
۷. منصوری م. و شفاعی بجستان، م. (۱۳۹۲). " مقایسه تاثیر سه رقوم قرارگیری سنگچین بر پایداری آن در محل تکیه گاه های پل واقع در قوس ۹۰ درجه". مجله دانش آب و خاک، شماره ۲، ص: ۱۹۵ الی ۲۰۴.
۸. خادمی خ.، شفاعی بجستان م.، قمشی م.، خزیمه نژاد ح.، (۱۳۹۱)، " بهینه سازی پارامترهای طراحی صفحه مستغرق متصل به تکیه گاه بهمنظور کاهش آبشستگی موضعی" مجموعه مقالات نهمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز، ایران.
۹. خادمی خ.، شفاعی بجستان م. (۱۳۹۳)، بررسی اثر تعداد، موقعیت و زاویه‌ی صفحات مستغرق در محل تکیه‌گاه پل بر عمق آبشستگی، مجله پژوهش آب ایران، دانشگاه شهرکرد.
10. Radice, A. and Davari, V. (2014), "Roughening Elements as Abutment Scour Countermeasures" Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 140.
11. Melville, B. W and Coleman, S. E. (2000), "Bridge scour" Water Resources Publications, Colorado, USA.
12. Oliveto G. and hager, W. H., (2002), "Temporal Evolution of Clear-Water Pier and Abutment Scour", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol.128 (9), pp. 811-820
13. Richardson, E.V and Davis, S.R. (2001), "Evaluating Scour at Bridges (4th Ed.)", Federal Highway Administration, Hydraulic Engineering Circular No.18, FHWA NHI-01-001.

www.SID.ir