

بررسی آزمایشگاهی آبشستگی در گروه پایه های پل با اثرات توام تعداد صفحات مستغرق و افزایش دبی

امین پالیزبان^۱، ابراهیم نوحانی^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، سازه های هیدرولیکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، ایران

۲- استادیار گروه عمران، سازه های هیدرولیکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول، دزفول، ایران، Nohani_e@yahoo.com

چکیده

آبشستگی پدیده طبیعی است که در نتیجه عمل فرسایش بستر و کناره های رودخانه های آبرفتی و پایه پل ها توسط جریان آب رخ می دهد. در این تحقیق با استفاده از مدل های آزمایشگاهی، اثرات توام تعداد صفحات مستغرق و تغییرات دبی در گروه پایه های استوانه ای شکل در آب زلال انجام شد. نتایج حاصل از آزمایشات نشان داد با افزایش دبی $Q=(18,23,28)$ متر مکعب در ساعت، مقدار آبشستگی افزایش می یابد و با افزایش تعداد صفحات مسغرق $Nv=(1,2,3)$ به ازای عرض شکاف به قطر پایه در تمامی پایه $Bs/Dp=0.2$ مقدار آبشستگی کاهش می یابد.

واژه های کلیدی: صفحات مستغرق، آبشستگی، عرض شکاف به قطر پایه

مقدمه

و با زاویه کوچکی نسبت به جهت جریان به صورت عمود در بستر نصب میشوند. جریان چرخشی ناشی از تغییرات فشار عمودی در دو طرف سطح صفحه است. ترکیب چرخش ایجاد شده با سرعت در جهت جریان، سبب ایجاد یک حرکت مارپیچی در پایین دست صفحات می شود. این حرکت مارپیچی یک تنش برشی عرضی به بستر رودخانه القا میکند که باعث انتقال رسوب در جهت عرضی می شود. (۱) صفحات مستغرق اساساً برای حفاظت ساحل رودخانه ها، عمیق کردن کانال ها و جلوگیری از رسوبگذاری در دهانه آبرگیرها به کار می روند. هم چنین این صفحات در تغییر توزیع سرعت و عمق در پیچ رودخانه ها مؤثرند (۲) وقتی که یک صفحه مستغرق در بستر رودخانه با زاویه کوچک نسبت به امتداد جریان نصب شود، به علت اختلاف فشار موجود در دو طرف صفحه، گرداب و گردش القایی در اطراف صفحه به وجود می آید. در نتیجه این گرداب، در پایین دست صفحات رسوبات از قسمت مکشی صفحه برداشته شده و در قسمت فشاری صفحه ته نشین می شوند. لذا با نصب ردیف

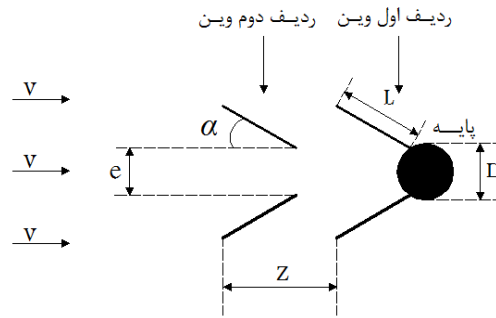
با توجه به عوارض طبیعی زمین استفاده از پل ها در مسیر راه ها اجتناب ناپذیر است. وجود پایه ها و تکیه گاه های جانبی پل در عرض رودخانه باعث کاهش عرض عبوری جریان، برخورد جریان به پایه و انحراف خطوط جریان اطراف پایه به کف بستر و در نتیجه ایجاد آبشستگی موضعی پایه پل ها می شوند. سالیانه بسیاری از پل ها بر اثر پدیده آبشستگی و لغزش پایه ها در مواقع سیلابی که جریان های ارتباطی به مناطق سیل زده هستند تخریب می شوند و دسترسی و امداد رسانی به مناطق سیلزده با مشکلات مواجه می شود که بیانگر اهمیت بررسی این پدیده است. افزایش مقاومت مواد بستر و کاهش قدرت فرسایش جریان اطراف پایه، دو روشی هستند که برای کنترل و کاهش آبشستگی موضعی استفاده می شوند. صفحات مستغرق (Submerged vanes) با ایجاد جریان گرداب های باعث تغییر در رژیم حرکت بار بستر و در نتیجه تغییر محل رسوب گذاری و فرسایش می شوند. این صفحات در مقطع عرضی کانال طراحی

صفحات در بستر رودخانه می توان رسوبات را روی سطح بزرگ تری توزیع کرد. صفحات مستغرق اولین بار در اوایل سال ۱۹۳۰ در هند و مورد استفاده (King's Vane) پاکستان به نام صفحات کینگ قرار گرفتند. یکی از محققین به بررسی عملکرد صفحات مستغرق و غیر مستغرق پرداخت و به این نتیجه رسید که تنها صفحات مستغرق در عمل مفید واقع می شوند (۳). لاچلان به بررسی اثر صفحات مستغرق در کاهش آبشستگی پایه پیل در هر دو حالت جریان آب زلال و بستر زنده پرداخت و از دو سری صفحات مستغرق متفاوت استفاده کرد (۴). صفحه مستغرق نوع ۱ دارای نسبت L/H (نسبت طول صفحه در امتداد جریان به ارتفاع آن) کمتر از ۱ بود و همانند صفحات مستغرق نوع ۲ همانند صفحات مستغرق آیوا دارای نسبت L/H بزرگ تر از یک بودند (۲). صمیمی بهبهان همکاران با استفاده از صفحاتی با زاویه مشخص بین ۱۰ تا ۳۰ درجه نسبت به امتداد جریان در ردیف های چندتایی و با آرایش خاص برای اصلاح شکل جریان نزدیک بستر، عمق آبشستگی پایه پیل استوانه ای را کاهش دادند. قربانی و کریمی به بررسی استفاده از یک صفحه مستغرق با طولی برابر قطر پایه پیل دایره ای در جلوی پایه و هم چنین به بررسی استفاده از دو صفحه مستغرق در بالادست پایه در حالت چسبیده به پایه پرداختند (۵)

مواد و روش ها

آزمایش ها در آزمایشگاه هیدرولیک گروه مهندسی آب دانشگاه دزفول که مجهز به یک کانال مستطیلی فلزی- شیشه ای به طول ۷.۵ متر، عرض ۳۰ سانتی متر و ارتفاع ۴۵ سانتیمتر بود، انجام شد. کانال مجهز به یک مخزن انتهایی است که با استفاده از سرریز مستطیلی نصب شده در آن میتوان دبی جر

یان را اندازه گیری کرد. آزمایش ها بر اساس آبشستگی آب زلال با $U_0/U_{OC}=0.9$ انجام شد تا حداکثر عمق آبشستگی رخ دهد. برای مدل پایه، از یک لوله استوانه ای شکل پلی اتیلن به قطر ۶ سانتی متر استفاده شد. مدل پایه بر روی یک صفحه افقی متصل گردید و در فاصله ۳ متری از رسوبات قرار داده شد. مدل صفحات مستغرق، از ورقه های گالوانیزه به ضخامت ۱ میلی متر به شکل مربع مستطیل ساخته شد. این صفحات با طولی (L) برابر قطر برابر ۹ سانتی متر پایه (۱،۵) برابر قطر پایه) با ارتفاع روی بستر صفر تحت آزمایش قرار گرفتند. زاویه صفحات با جهت جریان (α) برابر ۲۰ درجه که بر اساس مطالعات برخی از محققین در محدوده کارایی مؤثر صفحات مستغرق می باشد، در نظر گرفته شد. پارامترهای متغیر و نحوه قرارگیری صفحات نسبت به پایه در شکل ۱ آمده است. در این شکل α زاویه قرارگیری صفحات نسبت به جهت جریان، Z فاصله صفحات در راستای جریان، e فاصله صفحات عمود بر جریان و D قطر پایه میباشد. نسبت عرض شکاف به قطر پایه $(\alpha/2) = (BS/DP)$ ، تعداد صفحات مستغرق ($N_v = 1, 2, 3$) و دبی $Q=(18,23,28)$ متر مکعب بر ساعت به ازای عدد فرود $(Fr = 0.16, 0.21, 0.26)$ انجام شد. کلیه نتایج حاصل از انجام آزمایشات بصورت نمودارهایی که بوسیله قطر پایه (DP) بی بعد شده اند آورده شده اند؛ ضمن آنکه پارامترهای NP و ds/DP بر ترتیب معرف شماره پایه پیل و نسبت عمق آبشستگی به قطر پایه می باشند. لازم بذکر است پس از انجام آزمایش دانه بندی، d_{50} رسوبات مورد استفاده در این تحقیق برابر 0.9 میلیمتر بدست آمد. در همه آزمایش ها، عمق جریان ۲۵ سانتی متر بود. عمق و سرعت آب در کانال با استفاده از سطح سنج با دقت ۰.۱ سانتی متر بر ثانیه اندازه گیری شد.



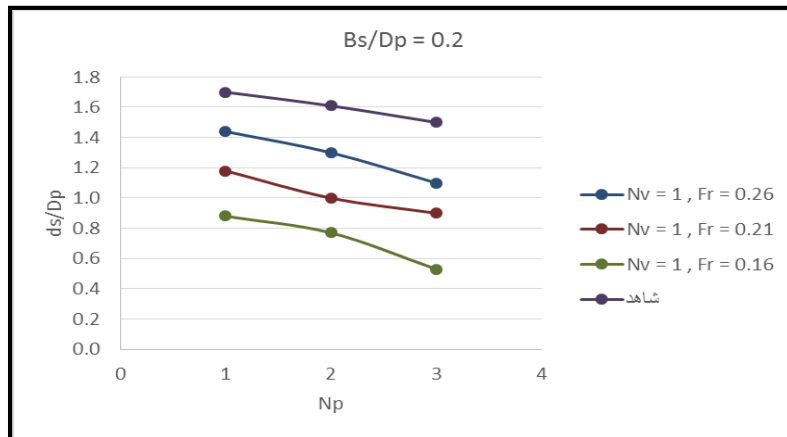
شکل ۱- نحوه قرارگیری صفحات و پارامترهای مربوطه

نتایج و بحث

۱- تاثیر توام عدد فرود متغیر (Fr) و تعداد ثابت صفحات مستغرق ($N_v = 1$) به ازای نسبت عرض شکاف به قطر پایه (B_s/D_p)

شکل (۲) نشان می دهد با تغییر موقعیت قرارگیری پایه های پل (از ۱ به ۳)، میزان نسبت عمق آبشستگی با شیب محسوسی کاهش می یابد؛ به بیان دیگر با افزایش عدد فرود، میزان نسبت عمق آبشستگی (به ازای تعداد صفحات ثابت و نسبت B_s/D_p یکسان)

افزایش می یابد که دلیل آن افزایش سرعت و قدرت بر هم کنش جریان است. با توجه به ثابت بودن تعداد صفحات مستغرق ($N_v = 1$) در تمامی بخش ها از، درصد کاهش نسبت عمق آبشستگی در مقایسه با آزمایش شاهد (بحرانی ترین حالت، $d_s/D_p = 1/7$) به ازای هر یک از اعداد فرود ($Fr = 0.16$)، ($Fr = 0.21$) و ($Fr = 0.26$) برای شکل (۲) بترتیب برابر با ۴۷، ۲۹/۴ و ۱۷/۶ درصد می باشد.



شکل ۲- تغییرات عمق آبشستگی در مقابل موقعیت پایه پل به ازای تعداد صفحات مستغرق برابر ۱

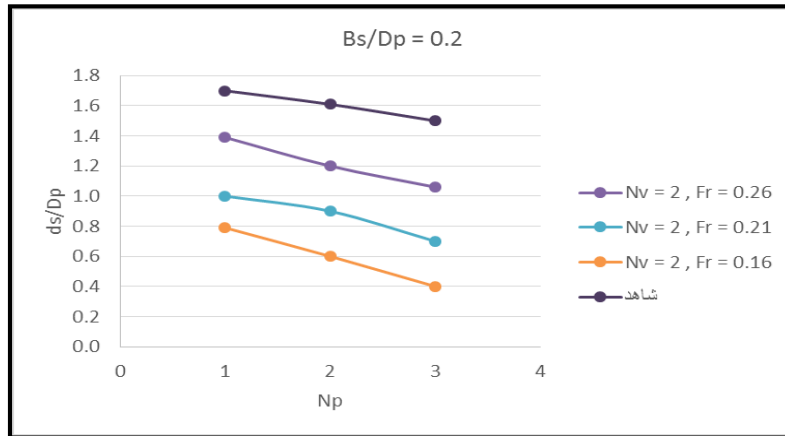
۲- تاثیر توام عدد فرود متغیر (Fr) و تعداد ثابت صفحات مستغرق ($N_v = 2$) به ازای نسبت عرض شکاف به قطر پایه ($B_s/D_p = 0.2$)

شکل (۳) نشان داد با افزایش عدد فرود، میزان نسبت عمق آبشستگی به ازای تغییر موقعیت قرارگیری پایه های پل (از ۱ به ۳) افزایش یافته است. با تغییر

موقعیت قرارگیری پایه های پل (از ۱ به ۳)، میزان نسبت عمق آبشستگی (به ازای عدد فرود متغیر و تعداد صفحات ثابت) کاهش یافته است. با افزایش نسبت B_s/D_p ، میزان نسبت عمق آبشستگی (d_s/D_p) به ازای عدد فرود متغیر و تعداد صفحات ثابت) با شیب محسوسی کاهش می یابد. با توجه به ثابت بودن تعداد

هر یک از اعداد فرود ($Fr = 0.16$)، ($Fr = 0.21$) و ($Fr = 0.26$) بترتیب برابر با $52/9$ ، $41/17$ و $17/64$ می باشد.

صفحات مستغرق ($N_v = 2$) شکل (۳)، درصد کاهش نسبت عمق آبخستگی در مقایسه با آزمایش شاهد (بحرانی ترین حالت، $ds/D_p = 1/7$) به ازای

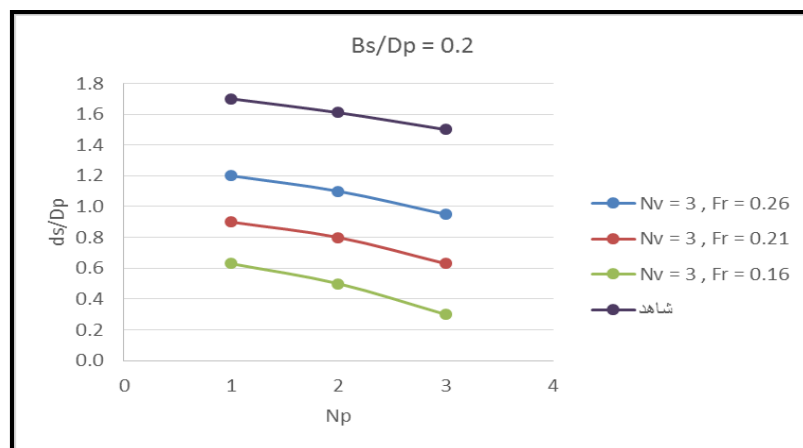


شکل ۳- تغییرات عمق آبخستگی در مقابل موقعیت پایه پل به ازای تعداد صفحات برابر ۲

نسبت عرض شکاف به قطر پایه، میزان نسبت عمق آبخستگی سیر کاهشی به خود می گیرد. با توجه به ثابت بودن تعداد صفحات مستغرق ($N_v = 3$) در تمامی بخش ها از شکل (۹-۴)، درصد کاهش نسبت عمق آبخستگی در مقایسه با آزمایش شاهد (بحرانی ترین حالت، $ds/D_p = 1/7$) به ازای هر یک از اعداد فرود ($Fr = 0.16$)، ($Fr = 0.21$) و ($Fr = 0.26$) برای بخش (۴) بترتیب برابر با $64/7$ ، 47 و $29/4$ می باشد.

۳- تاثیر توام عدد فرود متغیر (Fr) و تعداد ثابت صفحات مستغرق ($N_v = 3$) به ازای نسبت عرض شکاف به قطر پایه (Bs/D_p)

شکل (۴) نشان داد با تغییر موقعیت قرارگیری پایه های پل (از ۱ به ۳)، میزان نسبت عمق آبخستگی سیر کاهشی به خود می گیرد. به بیان دیگر با افزایش عدد فرود، میزان نسبت عمق آبخستگی (به ازای عدد فرود متغیر و نسبت عرض شکاف به قطر پایه مشخص) سیر افزایشی به خود می گیرد. با افزایش



شکل ۳- تغییرات عمق آبستنگی در مقابل موقعیت پایه پل به ازای تعداد صفحات برابر ۲

صفحات) در کاهش نسبت عمق آبستنگی افزایش می یابد. استفاده از صفحات مستغرق بر مبنای ایجاد چرخش ثانویه در جهت عکس جریان اصلی بود که توانست میزان عمق آبستنگی را تا حد زیادی کاهش دهد.

نتیجه گیری

۱- استفاده از صفحات مستغرق و شکاف در کاهش عمق آبستنگی تاثیر بسیار زیادی داشته است.
۲- با گذشت زمان و تغییر موقعیت قرارگیری پایه های پل (از ۱ به ۳) نرخ آبستنگی و نیز تغییرات عمق آبستنگی بطور محسوسی کاهش می یابد.

نتایج نشان داد که با افزایش عدد فرود (به ازای تعداد صفحات ثابت و نسبت عرض شکاف یکسان)، میزان نسبت عمق آبستنگی افزایش می یابد. میزان نسبت عمق آبستنگی در پایه شماره ۱ نسبت به پایه های شماره ۲ و ۳ در شکل های (۲، ۳، ۴) در بیشترین مقدار قرار داشت. روند کاهش میزان نسبت عمق آبستنگی دارای شیب محسوسی است که بیانگر حساسیت و تاثیرگذار بودن افزایش عدد فرود جریان در آن می باشد. افزایش عدد فرود (شدت جریان) بتدریج سبب افزایش حفره آبستنگی، پشته و دنباله های رسوبی تشکیل شده در پایین دست پایه های پل می شود. با افزایش عدد فرود (شکل های ۲ و ۳ و ۴)، عملکرد تعداد صفحات مستغرق (افزایش تعداد

منابع

۱. بارانی، غ. و م. ج. خانجانی. ۱۳۸۰. محاسبه ابعاد و آرایش بهینه صفحات مستغرق در دهانه های آبگیر با روش جهات امکان پذیر.. ۲۱۶-۲۰۷:۲ (نشریه استقلال دانشگاه صنعتی اصفهان ۲)
۲. صمیمی بهبهان، ت. غ. ع. بارانی، م. رحیم خانی و م. ج. خانجانی. ۱۳۸۵. بررسی آزمایشگاهی اثر صفحات مستغرق بر آبستنگی پایه پل ها. مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، ۱۲ الی ۱۴ اردیبهشت، دانشگاه شهید چمران اهواز.
3. Odgaard, A. J. and Y. Wang. 1991. Sediment management with submerged vanes. I: theory, J. Hydraul. Eng. ASCE 117(3): 267-283.
4. Lauchlan, C.S. 1999. Pier scour countermeasures. PhD Thesis, University of Auckland, New Zealand.
5. Ghorbani, B. and A. Karimi. 2007. A comparison of single and double submerged vanes effect on the scour occurring at a cylindrical pier. Pp. 260-276. Proc. of 6th Conf. of hydraul., Sep. 4-6, Shahrekord, Iran.