



## مطالعه آزمایشگاهی اثر آبشکن T شکل نامتقارن در مقطع مرکب بر کاهش آبشستگی تکیه‌گاه پل

\*خلیل اژدری<sup>۱</sup>، صمد امامقلی‌زاده<sup>۱</sup> و حوریه رضایی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشیار گروه آب و خاک، دانشگاه صنعتی شاهرود، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه آب و خاک، دانشگاه صنعتی شاهرود

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۶

### چکیده

**سابقه و هدف:** طراحی و استفاده صحیح سازه‌های آبشکن، فرآیند آبشستگی را کنترل نموده و در جهت پایداری پل‌ها عمل خواهد کرد. اثرات انواع آبشکن‌ها بر الگوی جریان و حمل رسوب به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای متفاوت بوده و به پارامترهای طراحی آبشکن، آرایش آبشکن، هیدرولیک جریان، نوع رسوب و اندازه رسوب بستگی دارد. در پدیده آبشستگی عوامل مختلفی تأثیرگذار هستند که برای بررسی اثر آن‌ها نیاز به پژوهش‌های متعددی است. هدف از این پژوهش، مطالعه پارامترهای تأثیرگذار آبشکن T شکل نامتقارن بر حداکثر عمق آبشستگی در محل تکیه‌گاه پل در مقطع مرکب می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** پژوهش حاضر بر روی فلوم مستطیلی شکل به عرض ۱ متر، طول ۱۲ متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر در آزمایشگاه تحقیقاتی هیدرولیکی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود صورت گرفت. آبشکن T شکل نامتقارن با چهار نسبت بال بالادست به بال پایین‌دست (۰/۲، ۰/۵، ۲ و ۵) در فاصله‌های ۹، ۱۸، ۲۷، ۳۶ و ۴۵ سانتی‌متر از تکیه‌گاه نصب شدند. میزان آبشستگی ایجاد شده در دماغه تکیه‌گاه تحت اثر دبی‌های ۱۸، ۲۰، ۲۲، ۲۴ و ۲۶ لیتر بر ثانیه مورد مطالعه قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج حاصله نشان داد که با افزایش طول بالادست نسبت به پایین‌دست (افزایش نسبت تقارن)، حداکثر عمق آبشستگی کاهش و با افزایش فاصله آبشکن از تکیه‌گاه عمق آبشستگی کاهش می‌یابد. میزان کاهش عمق آبشستگی با دبی جریان ۱۸ لیتر بر ثانیه ۱۰۰ درصد و برای دبی ۲۶ لیتر بر ثانیه ۷۰ درصد برآورد گردید. با آنالیز ابعادی انجام شده بر روی پارامترهای هیدرولیکی مؤثر بر پدیده آبشستگی، رابطه‌ای بی‌بعد به‌دست آمد و در نهایت با استفاده از داده‌های آزمایشگاهی، معادله جدیدی برای تعیین حداکثر عمق آبشستگی اطراف تکیه‌گاه ارائه شد.

**نتیجه‌گیری:** نتیجه نهایی حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش فاصله آبشکن از تکیه‌گاه، میزان تأثیرگذاری آبشکن بر کنترل آبشستگی تکیه‌گاه افزایش می‌یابد و در نتیجه عمق آبشستگی در دماغه تکیه‌گاه کاهش پیدا می‌کند.

**واژه‌های کلیدی:** آبشکن نامتقارن، آبشستگی، تکیه‌گاه، پل، مقطع مرکب

## مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان مجاری طبیعی از دیرباز تاکنون به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین منابع تامین آب مورد نیاز بشر مورد توجه مهندسين آب قرار گرفته‌اند. رودخانه‌ها در مسیر تکاملی خود همواره دست‌خوش تغییر و تحول و دگرگونی بوده‌اند. فرسایش جداره‌ها و بستر رودخانه و رسوب‌گذاری در قسمت‌های دیگر از جمله این تغییرات می‌باشند (۳). یکی از سازه‌هایی که می‌تواند باعث تغییر الگوی جریان در رودخانه شود احداث پل بر روی آن است. آبستگي موضعی در محل تکیه‌گاه پل‌ها موجب آسیب به آن‌ها و در موارد زیادی تخریب پل و پایین افتادن عرشه پل شده و منجر به خسارات مالی و جانی فراوانی می‌شود. علت اصلی خرابی بسیاری از پل‌ها قبل از پایان عمرشان، عدم توجه به معیارهای هیدرولیکی در طراحی و اجرا و نگهداری از آن‌هاست (۲). درک روشن و تفسیر علمی دقیق از فرایند آبستگي، پیش‌نیاز یک طراحی موفق و مدیریت پایدار سازه‌های هیدرولیکی است (۸). مکانیسم آبستگي پتانسیل زیادی برای تهدید کردن پل‌ها و سایر سازه‌های هیدرولیکی دارد و منجر به تخریب پی و فونداسیون سازه‌ها از زیر شده و منجر به خرابی پل‌ها می‌شود. با به‌کار بردن روش‌هایی برای کاهش عمق آبستگي در اطراف پایه‌ها، می‌توان پی‌ها را در تراز بالاتری قرار داد و به این ترتیب هزینه‌ها را کاهش داد (۶). آبشکن یک سازه ساحلی است که برای حفاظت از سواحل فرسایش‌پذیر رودخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع آبشکن یک سازه هیدرولیکی است که به‌طور گسترده در رودخانه‌های سراسر جهان ساخته شده است (۴). سازه آبشکن بر خطوط جریان تأثیر گذاشته و باعث تغییر در الگوی جریان رودخانه می‌شود. اثرات دقیق انواع آبشکن بر روی الگوی جریان و حمل رسوب به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای متفاوت

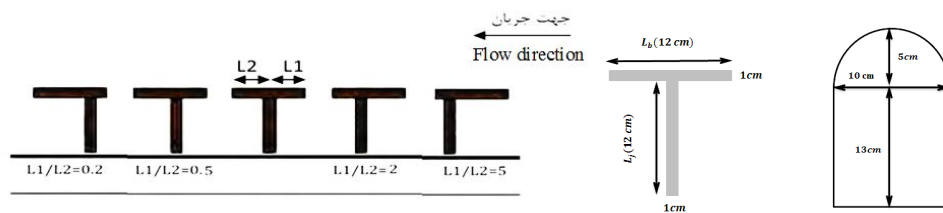
بوده و به پارامترهای طراحی آبشکن، آرایش آبشکن، هیدرولوژی جریان و میزان رسوب بستگی دارد (۷). بررسی پدیده آبستگي در اطراف تکیه‌گاه پل از دیرباز مورد توجه پژوهشگران و مهندسان بوده و در قرون اخیر میزان این توجه افزایش یافته است. عباسی و ملک‌نژاد یزدی (۱۳۹۱) پژوهشی را در غالب مطالعه آزمایشگاهی تأثیر مشخصات هندسی آبشکن‌های نفوذپذیر مستقیم و T شکل بر آبستگي اطراف آن‌ها نمودند و به این نتیجه رسیدند که در آبشکن‌های مستقیم، نسبت فاصله به طول برابر با سه و در آبشکن‌های T شکل نسبت فاصله به طول برابر با چهار نسبت‌های مناسبی هستند (۱). صانعی و موسوی (۲۰۱۱) بررسی‌های مختلفی توسط ۳ نوع آبشکن و با ۳ دبی مختلف انجام دادند تا الگوی آبستگي مناسبی اطراف آبشکن ارائه کنند و به این نتیجه رسیدند که پایداری آبشکن در مقابل برخورد جریان به آن در میزان کاهش آبستگي به‌خصوص در تکیه‌گاه پل بسیار مهم است (۵). بررسی منابع و پژوهش‌های سایر پژوهشگران نشان می‌دهد، پژوهشی در ارتباط با تأثیر استفاده از آبشکن T شکل نامتقارن در مقطع مرکب بر کاهش آبستگي تکیه‌گاه پل انجام نشده است. با توجه به اهمیت موضوع در این پژوهش به‌منظور بررسی اثر پارامترهایی مانند نسبت تقارن طول بال آبشکن و موقعیت استقرار آبشکن نسبت به تکیه‌گاه در کاهش حداکثر عمق آبستگي تکیه‌گاه پل و هم‌چنین تحلیل حفره آبستگي بر اساس مطالعات آزمایشگاهی صورت گرفته است.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در یک فلوم مستطیلی شکل به عرض ۱ متر، طول ۱۲ متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر در آزمایشگاه هیدرولیک دانشگاه شهروود صورت گرفت. برای انجام آزمایش‌های رسوب، مقطع مرکب به طول

آزمایش‌ها با دبی‌های ۱۸، ۲۰، ۲۲، ۲۴ و ۲۶ لیتر در ثانیه در شرایط بدون لحاظ نمودن آبشکن به‌عنوان حالت شاهد انجام گرفت و سپس با احداث آبشکن‌هایی از نوع نفوذناپذیر، غیرمستغرق، عمودی و T شکل نامتقارن با طول جان ۱۲ سانتی‌متر و طول بال ۱۲ سانتی‌متر با نسبت تقارن‌های ۰/۲، ۰/۵، ۲ و ۵ (نسبت طول بال‌دست به طول پایین‌دست) برای بال آبشکن، در فاصله‌های ۹، ۱۸، ۲۷، ۳۶ و ۴۵ سانتی‌متر از تکیه‌گاه در دبی‌های مذکور تکرار شد. در شکل ۱ نما و ابعاد تکیه‌گاه و آبشکن نشان داده شده است.

۵ متر در داخل فلوم مذکور ساخته شد. مقطع مرکب متقارن متشکل از کانال میانی مستطیلی با عمق ۰/۱ متر و عرض ۰/۲ متر، عرض سیلاب‌دشت ۰/۴ متر، شیب کانال ۰/۰۱ و جنس آن از شیشه می‌باشد. همچنین رسوب بستر سیلاب‌دشت از نوع ماسه ریزدانه غیرچسبنده با قطر متوسط ۰/۰۱ متر و ضخامت مواد رسوبی ۱۵ سانتی‌متر بوده است. چگالی رسوب برابر با  $\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$  و ضریب یکنواختی آن  $\sigma_g = \sqrt{\frac{D_{A5}}{D_{15}}} = 1.27$  بوده است که با توجه به این‌که مقدار آن از ۱/۳ کوچک‌تر می‌باشد می‌توان رسوبات را یکنواخت در نظر گرفت. ابتدا



شکل ۱- نمایی از تکیه‌گاه و آبشکن مورد استفاده در این پژوهش.

Figure 1. View of abutment and spur dike used in this research.

( $L_1$ )، طول بال پایین‌دست ( $L_2$ )، عرض کانال ( $W$ ) و فاصله آبشکن از تکیه‌گاه ( $x$ ) عوامل مربوط به هندسه آبشکن و تکیه‌گاه هستند. پارامترهای عمق چاله آبشستگی ( $d_s$ ) و قطر متوسط دانه‌بندی ذرات بستر ( $d_{50}$ ) نیز در محاسبات آنالیز ابعادی مؤثر هستند. با انجام آنالیز ابعادی به روش باکینگهام و انتخاب سه متغیر  $V$ ،  $\rho_w$  و  $x$  به‌عنوان متغیرهای تکراری، ۱۳ پارامترهای بدون بعد به‌دست آمد. بعد از به‌دست آوردن پارامترهای بدون بعد، پارامترهایی که در این پژوهش ثابت بودند حذف شدند و همچنین با ترکیب برخی پارامترهای بدون بعد به‌صورت ضرب یا تقسیم، در نهایت ۴ پارامتر بدون بعد به‌صورت رابطه ۲ به‌دست آمد:

آنالیز ابعادی: با توجه به شرایط انجام آزمایش در پژوهش حاضر، رابطه ۱ بین پارامترهای مؤثر بر ابعاد حفره آبشستگی در حالت تعادل برقرار است:

$$F(v, \rho_w, \rho_s, g, V, Y, Q, L, L_j) = 0 \quad (1)$$

که در آن، لزجت سینماتیکی ( $\nu$ )، جرم مخصوص سیال ( $\rho_w$ )، جرم مخصوص رسوب ( $\rho_s$ ) و شتاب گرانش ( $g$ ) عوامل مربوط به خواص سیال، سرعت جریان ( $V$ )، عمق جریان ( $Y$ ) و دبی عبوری ( $Q$ ) عوامل مربوط به شرایط هیدرولیکی جریان و طول تکیه‌گاه ( $L$ )، عرض تکیه‌گاه ( $b$ )، طول جان آبشکن ( $L_j$ )، طول بال آبشکن ( $L_b$ )، طول بال بالادست

بوده و در فاصله‌های دیگر از شدت پایین افتادگی مقادیر  $\frac{d_s}{x}$  کاسته می‌شود. این موضوع به این دلیل است که ابتدا آبشکن به دلیل نزدیکی به تکیه‌گاه اثر چندانی از خود نشان نمی‌دهد و مقدار عمق آبشستگی زیاد است اما با انتقال  $\frac{x}{L}$  به فاصله ۱۸ سانتی‌متر، اثر زیادی مشاهده شده است. نکته دیگر این است که به‌ازای دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه تغییرات  $\frac{x}{L}$  در فاصله ۲/۵-۰/۵ و تغییرات  $\frac{d_s}{x}$  در فاصله ۰/۳۱-۰/۰۴ اتفاق افتاده است. به‌عبارتی می‌توان نتیجه گرفت با افزایش نسبت  $\frac{L_1}{L_2}$  از ۰/۲ تا ۵ مقدار  $\frac{d_s}{x}$  به‌طور میانگین ۴/۷ برابر کاهش می‌یابد. به‌عبارتی برای دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه با ۵ برابر شدن فاصله آبشکن از تکیه‌گاه به‌ازای  $\frac{L_1}{L_2}=5$  عمق آبشستگی ۸/۵ برابر کاهش پیدا می‌کند. همچنین به‌ازای  $\frac{L_1}{L_2}=0.2$  با ۵ برابر شدن فاصله آبشکن عمق آبشستگی نصف می‌شود یعنی صد درصد کاهش پیدا می‌کند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، برای سایر دبی‌ها روند مشابه‌ای مشاهده شده است و تغییرات فاصله روی حداکثر عمق آبشستگی تکیه‌گاه پل تقریباً در تمامی دبی‌ها و نسبت‌های تقارن طول بال آبشکن روند یکسانی را نشان می‌دهد. هر چقدر نسبت تقارن طول بال افزایش می‌یابد، مقدار آبشستگی در فاصله موردنظر کاهش می‌یابد. اگر این تأثیر با کاهش دبی همراه باشد مقدار آبشستگی کاهش قابل‌ملاحظه‌ای دارد.

$$\frac{d_s}{x} = f\left(\frac{V}{\sqrt{g(G_s - 1)d_{50}}}, \frac{L_1}{L_2}, \frac{x}{L}\right) \quad (2)$$

اولین جمله در رابطه ۲ بیانگر عدد فرود ذره ( $F_g$ ) است. برای تعیین زمان آزمایش در ابتدا آزمایش‌هایی برای رسیدن به عمق ثابت آبشستگی بدون حضور آبشکن محافظ بر روی تکیه‌گاه انجام شد. با توجه به نتایج آزمایش‌های اولیه به‌مدت ۴ ساعت برای تمامی ۵ دبی انتخابی پس از ۹۰ دقیقه، عمق آبشستگی حدود ۸۵ درصد حداکثر عمق آبشستگی رسید. بنابراین زمان اجرای آزمایش‌ها ۹۰ دقیقه در نظر گرفته شد.

### نتایج و بحث

اثر تغییرات فاصله آبشکن از تکیه‌گاه بر عمق آبشستگی تکیه‌گاه: تغییرات عمق حداکثر آبشستگی بر حسب تغییرات  $\frac{x}{L}$  (فاصله به طول آبشکن) نشان می‌دهد که به‌ازای دبی‌های مختلف برای مقادیر ۰/۵، ۲، ۰/۵،  $\frac{L_1}{L_2}=0.2$  اولاً با افزایش نسبت  $\frac{L_1}{L_2}$  به‌طور قابل توجه مقادیر  $\frac{d_s}{x}$  کاهش پیدا می‌کند. ثانیاً برای دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه حداقل مقدار آبشستگی به‌ازای  $\frac{L_1}{L_2}=5$  برابر ۰/۲ سانتی‌متر معادل  $\frac{d_s}{x}=0.004$  در فاصله ۴۵ سانتی‌متر و حداکثر آن به‌ازای  $\frac{L_1}{L_2}=0.2$  برابر ۲/۸ سانتی‌متر معادل  $\frac{d_s}{x}=0.31$  در فاصله ۹ سانتی‌متر از تکیه‌گاه صورت است (جدول ۱). نکته دیگر این است که در فاصله بین  $1-0.5=\frac{x}{L}$  مقدار افت  $\frac{d_s}{x}$  شدید

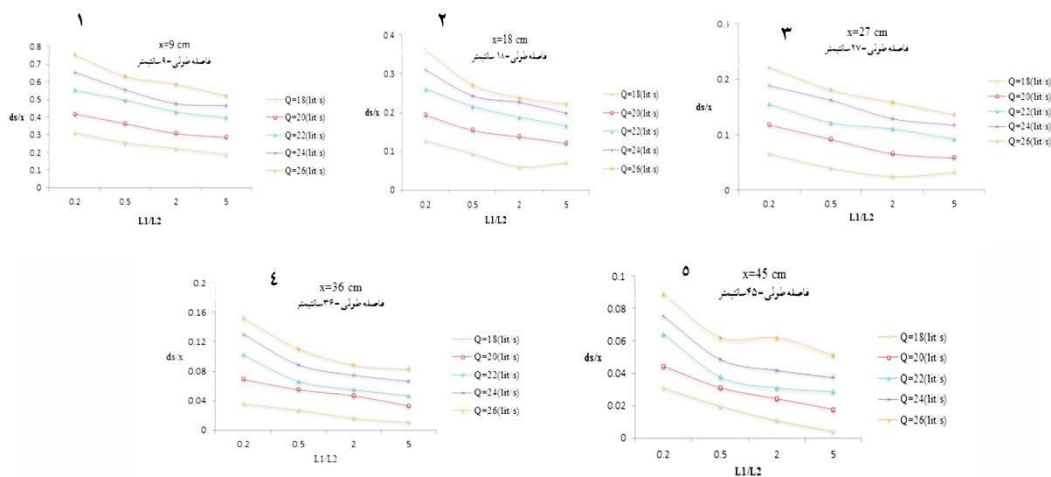
جدول ۱- مقادیر حداکثر عمق آبشستگی ( $d_s$ ) بر حسب سانتی‌متر برای آبشکن با نسبت تقارن ۰/۲ و ۵.

Table 1. The maximum scour depth ( $d_s$  (cm)) for spur dike with ratio of symmetry of 0.2 and 5.

$\frac{L_1}{L_2}=0.2$		$\frac{L_1}{L_2}=5$		x/L
26 (lit s <sup>-1</sup> )	18 (lit s <sup>-1</sup> )	26 (lit s <sup>-1</sup> )	18 (lit s <sup>-1</sup> )	
6.8	2.8	4.7	1.7	0.5
6.5	2.3	4	1.1	1
6	1.8	3.7	0.7	1.5
5.5	1.5	3	0.5	2
4	1.4	2.3	0.2	2.5

این است که به ازای فاصله ۹ سانتی متر، تغییرات  $\frac{ds}{x}$  در فاصله ۰/۸۱-۰/۱۸ اتفاق افتاده است. در مجموع با توجه به داده‌های مشاهداتی و نتایج حاصل شده، تغییرات نسبت تقارن طول بال آبشکن روی حداکثر عمق آبشستگی تکیه‌گاه تقریباً در تمامی فاصله‌ها و دبی‌ها روند یکسانی را از خود نشان می‌دهد. در منحنی‌های شکل ۲ تغییرات عمق حداکثر آبشستگی با تغییر نسبت‌های تقارن طول بال در فاصله‌های مختلف ارائه شده است. قرارگیری هر مانعی در مسیر جریان منجر به ایجاد آشفتگی و اتلاف مقدار قابل ملاحظه‌ای از انرژی جنبشی جریان می‌شود. به نظر می‌رسد قرار دادن آبشکن محافظ قبل از تکیه‌گاه با ایجاد آشفتگی اولیه در جریان باعث اتلاف مقداری از انرژی جریان و در نتیجه کاهش پتانسیل حمل رسوب توسط جریان شود که مقدار این کاهش پتانسیل با بلندتر شدن طول بالادست بال آبشکن افزایش می‌یابد.

اثر تغییرات نسبت تقارن بال آبشکن بر عمق آبشستگی تکیه‌گاه: نتایج پژوهش نشان می‌دهد برای تمامی جریان‌ها و در فاصله‌های مختلف، با افزایش نسبت تقارن طول بال آبشکن یا به عبارتی بلندتر شدن طول بالادست آبشکن T شکل نامتقارن، عمق حداکثر آبشستگی کاهش می‌یابد. شکل ۲ تغییرات عمق حداکثر آبشستگی را بر حسب تغییرات  $\frac{L_1}{L_2}$  نشان می‌دهد. این شکل به ازای فاصله ۹ سانتی متر از تکیه‌گاه برای مقادیر ۰/۲، ۰/۵، ۲، ۵، تنظیم گردیده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود اولاً با افزایش نسبت  $\frac{L_1}{L_2}$  مقدار  $\frac{ds}{x}$  کاهش پیدا می‌کند. ثانیاً این شکل نشان می‌دهد که حداقل مقدار آبشستگی به ازای  $\frac{L_1}{L_2}=5$  برابر  $\frac{1}{7}$  سانتی متر معادل  $\frac{ds}{x}=0/18$  در دبی ۱۸ لیتر بر ثانیه و حداکثر آن به ازای  $\frac{L_1}{L_2}=0/2$  برابر  $\frac{7}{8}$  سانتی متر معادل  $\frac{ds}{x}=0/81$  در دبی ۲۶ لیتر بر ثانیه می‌باشد. نکته مهم دیگری که در این شکل وجود دارد



شکل ۲- تغییرات عمق حداکثر آبشستگی ( $ds/x$ ) در فواصل مختلف از تکیه‌گاه برای نسبت تقارن‌های مختلف طول بال.

Figure 2. Changes of maximum scour depth ( $ds/x$ ) with various distances from the abutment for different symmetries of the wing-wall length.

آبشستگی تکیه‌گاه پل، تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS بر روی داده‌ها انجام پذیرفت. نتایج محاسبه‌ها نشان داد که رابطه ۳

رابطه کلی محاسبه ابعاد آبشستگی: به منظور تعیین رابطه بین متغیرهای مختلف و تأثیر هر یک از پارامترهای بی‌بعد حاصل از آنالیز ابعادی بر میزان

تأثیرگذاری آبشکن بر فرسایش تکیه‌گاه افزایش می‌یابد و در نتیجه عمق آبستگی در دماغه تکیه‌گاه کاهش پیدا می‌کند. هم‌چنین با افزایش فاصله آبشکن از تکیه‌گاه گسترش آبستگی در جهت عرض کانال افزایش می‌یابد. با افزایش نسبت تقارن طول بال آبشکن T شکل نامتقارن و بلندتر شدن طول بالادست آبشکن، تیغه آبشکن بیش‌تر در مجاورت جریان عبوری قرار می‌گیرد و مسیر حرکت سیال را به نسبت بیش‌تری تغییر می‌دهد و در نتیجه اثر کاهش عمق آبستگی روی تکیه‌گاه بیش‌تر می‌شود.

می‌تواند برای تعیین حداکثر عمق آبستگی اطراف تکیه‌گاه استفاده شود.

$$\frac{d_s}{x} = 0.001(F_g)^{5.99} \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{-0.122} \left(\frac{x}{L}\right)^{-1.265} \quad (3)$$

### نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به‌منظور مطالعه آزمایشگاهی اثر آبشکن T شکل نامتقارن در کاهش آبستگی تکیه‌گاه پل صورت گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با افزایش فاصله آبشکن از تکیه‌گاه، میزان

### منابع

1. Abbasi, A.A., and Malek Nejad, Y.M. 2012. Experimental investigation the effect of geometry parameters of straight and T shape gabions on local scouring. J. Irrig. Water Engin. 8: 95-107.
2. Douglas, M.T. 2006. The role of vortex shedding in the scour of pools. Advances in Water Resources. 29: 121-129.
3. Hashemi Najafi, F., Ayoub Zade, A., and Dehghani, A.A. 2009. Laboratory Study scour depth around the L-shaped breakwater in clear water. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 15: 1. 57-70.
4. Hakimzadeh, H., Azari, N., and Mehrzad, R. 2012. Experimental study of lateral structural slopes of groynes on scour reduction. 6<sup>th</sup> International Conference on Scour and Erosion Paris-August 27-31. 273: 1035-1040.
5. Saneie, M., and Mosavi, B. 2011. Experimental investigation of groin placement on minimizing river bank erosion. J. Water Sci. Res. 2: 2. 59-68.
6. Sturm, T.W. 2006. Scour around bankline and setback abutments in compound channels. J. Hydr. Engin. 132: 21-32.
7. Vaghefi, M., Ghodsian, M., and Adib, A. 2011. Experimental study on Froude number on temporal variation of scour around a T shaped spur dike in a 90 degree bend. Applied Mechanics and Materials. 147: 5. 75-79.
8. Zarrati, A.R., Gholami, H., and Mashahir, M.B. 2004. Application of collar to control scour around rectangular bridge pier. J. Hydr. Res. 42: 1. 97-103.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 24(1), 2017*  
<http://jwsc.gau.ac.ir>

### Short Technical Report

## Experimental study of the effect of asymmetric T-shaped spur dike on the scour reduction in bridge abutment

\***Kh. Azhdary<sup>1</sup>, S. Emamgholizadeh<sup>1</sup> and H. Rezaei<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Associate Prof., Dept. of Soil and Water, Shahrood University of Technology, Shahrood,

<sup>2</sup>M.Sc. Graduate, Dept. of Soil and Water, Shahrood University of Technology, Shahrood

Received: 07/18/2015; Accepted: 05/27/2017

### Abstract

**Background and Objectives:** Proper designing and using of spur dike structure can control scour and it can improve the stability of bridge. The effects of different types of spur dikes on the flow properties and sediment transport are different and they depend on the scour designing parameters, layout of spur dike, flow hydraulic, kind and size of sediment. Different factors have affected on the scour phenomena. For study of these factors different researches are necessary. The aim of this research is the study of effective parameters of asymmetric T-shaped spur dike on the maximum scour depth in bridges abutment in a compound sections.

**Materials and Methods:** This research has conducted on a rectangular shaped flume with dimensions of 1 m width, 12 m length and 60 cm depth in hydraulic laboratory of Agriculture collage, Shahrood University of Technology. Asymmetric T-shaped spur dike with 4 relative of upstream wing wall length to downstream wing wall length (0.2, 0.5, 2 and 5) installed at distances of 9, 18, 27, 36 and 45 cm from the abutment. The amount of scour in the front of abutment with discharges 18, 20, 22, 24 and 26 lit/s was studied.

**Results:** Result of this study reveal that the maximum scour depth is decreased with increasing of the ratio of the upstream wing-wall length of spur dike to the downstream wing-wall length and also results show that the scour depth is decreased when the distance of spur dike from the abutment is increased. Decreasing of the scour depth was 100% and 70% for discharge of 18 lit/s and 26 lit/s, respectively. With dimensional analysis of the hydraulic parameters such as discharge, average flow velocity, depth of water and geometric parameters of spur dike such as length of spur dike, length of wing-wall and distance of spur dike from the abutment, a dimensionless equation was achieved and finally based on the experimental data a new equation presented to estimate the maximum depth of scour around the abutment.

**Conclusion:** The main results of this research revealed that with increasing of the distance of spur dike from the abutment, the effect of spur dike on the scour around of abutment increased and as results the scour depth in the front of abutment will decrease.

**Keywords:** Asymmetric spur dike, Scour, Abutment, Bridge, Compound section

---

\* Corresponding Author; Email: [azdary2013@shahroodut.ac.ir](mailto:azdary2013@shahroodut.ac.ir)

