اثرات زاویه آبشکن بر کاهش آب شستگی دماغه تکیه گاه پل

محمد سعادت نیا – دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های آبی دانشگاه فردوسی مشهد
saadatnia1984@gmail.com
دکتر سعیدرضا خداشناس - عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
saeedkhodashenas@yahoo.fr
دکتر مجتبی صانعی – عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور
mojtabasaneie@yahoo.com
کاظم اسماعیلی عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
kazem.esmaili@gmail.com

چکیده مقاله

این تحقیق بررسی آبشستگی پایه‌های کناری پل و تأثیر زاویه آبشکن در دو ساحل سیلاب دشت کانال مرکب بر کاهش میزان آبشستگی اطراف پایه پل می باشد. یک مدل آزمایشگاهی در فلومی به عرض ۱/۵ متر و طول ۱۰ متر که دارای سیلاب دشت در دو طرف کانال اصلی است، با استفاده از روابط هیدرولیکی موجود و آنالیز ابعادی داده‌ها بین زاویه ۹۰ و ۱۲۰ درجه کمترین آبشستگی مشاهده شد و خارج از این بازه افزایش آبشستگی مشاهده شد. آزمایش ها در دو حالت بدون آبشکن و با آبشکن در ۵ زوایه و ۵ فاصله مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت.

واژه های کلیدی : آب شستگی ، دماغه پل ، آبشکن ، کانال مرکب.

اثرات زاویه آبشکن بر کاهش آب شستگی دماغه تکیه گاه پل

محمد سعادت نیا – دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های آبی دانشگاه فردوسی مشهد
saadatnia1984@gmail.com
دکتر سعیدرضا خداشناس - عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
saeedkhodashenas@yahoo.fr
دکتر مجتبی صانعی – عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور
mojtabasaneie@yahoo.com
کاظم اسماعیلی عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
kazem.esmaili@gmail.com

چکیده مقاله

این تحقیق بررسی آبشستگی پایه‌های کناری پل و تأثیر زاویه آبشکن در دو ساحل سیلاب دشت کانال مرکب بر کاهش میزان آبشستگی اطراف پایه پل می باشد. یک مدل آزمایشگاهی در فلومی به عرض ۱/۵ متر و طول ۱۰ متر که دارای سیلاب دشت در دو طرف کانال اصلی است، با استفاده از روابط هیدرولیکی موجود و آنالیز ابعادی داده‌ها بین زاویه ۹۰ و ۱۲۰ درجه کمترین آبشستگی مشاهده شد و خارج از این بازه افزایش آبشستگی مشاهده شد. آزمایش ها در دو حالت بدون آبشکن و با آبشکن در ۵ زاویه و ۵ فاصله مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت.

واژه های کلیدی : آب شستگی ، دماغه پل ، آبشکن ، کانال مرکب.

مقدمه

هنگامی که سازه‌ای در بستر رودخانه قرار می‌گیرد تغییراتی را در جریان رودخانه اعمال می‌کند. و معمولا باعث افزایش ظرفیت انتقال رسوب در سیال شده و منجر به ایجاد آبشستگی خواهد شد. تعیین عمق آبشستگی از این بابت دارای اهمیت است که اولا بیانگر میزان پتانسیل تخریب جریان در اطراف سازه بوده و ثانیا در طراحی ابعاد فونداسیون سازه هایی که در مسیر جریان آب قرار دارند نقش با اهمیتی را ایفا می‌کند. پل از سازه‌های مهمی است که بر روی رودخانه ها احداث می شود و تقریبا همه ی عواملی که در بوجود آمدن پدیده آبشستگی موثرند را دارا است. به عنوان مثال در سال ۱۹۸۷ تعداد زیادی پل بر روی رودخانه سچوهاری نیویورک در اثر پدیده آبشستگی ویران شد که در این حادثه‌ها جمعا ۱۰ نفر جان خود را از دست دادن در سال ۱۹۹۵ نیز در کالیفرنیا تعداد ۵ پل در اثر پدیده آبشستگی ویران شد که در این حادثه نیز ۷ نفر از بین رفتند(مجموعه مقالات هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه۱۳۸۵) و موارد دیگری که در کشورمان ایران اتفاق افتاده است. با توجه به مطالب فوق الذکر کنترل آبشستگی در اطراف پایه‌های پل هم از لحاظ مسائل جانی و انسانی و هم به لحاظ مسائل اقتصادی و جلوگیری از خسارات مادی که هر ساله در اثر بروز این پدیده به پل‌ها وارد می‌شود، امری لازم و

ضروری به نظر می رسد. از زمان شن و همکاران (۱۹۶۶) دانشمندان زیادی بر مکا نیسم آبشستگی موضعی در پایه‌ها و دیوارها کار کردند از جمله دانشمندان دیگری که روی ساختار جریان مطالعه کردند می‌توان به ملویل (۱۹۷۷) ، رادکیوی ، اتما (۱۹۸۰) ، بایرام ، لارسن(۲۰۰۰) و غیره اشاره کرد.

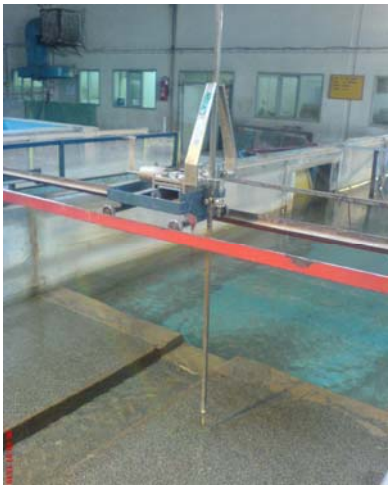
تاکنون تحقیقاتی چند در مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری تهران در رابطه با پارامترهای مربوط به شکل دماقه پل، طول دماغه پل، دبی جریان در حالت کانال ساده و کانال مرکب انجام شده است و نیز اثرات آبشکن از جهت فاصله با دماغه و طول آن بر روی میزان آبشستگی دماغه پل در یک طرف کانال بررسی شده است. ولی بررسی در مورد اثر آبشکن عمودی و یا آبشکن زاویه دار بر دماغه-های کناری پل در دو سیلاب دشت وجود ندارد، تا بدین وسیله طراحی بهینه از بابت عملکرد، سهولت اجرا و کاهش هزینه در ساخت دماغه پل‌ها صورت گیرد.

مواد و روش ها

کانال مرکبی به طول ۱۰ و عرض ۱/۵ متر در مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری جهاد کشاورزی تهران جهت تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش ها بر روی رسوباتی با قطر متوسط ۱ میلی متر با شیب طولی ۰/۰۰۱ در کانال مرکب مستقیم انجام شده است. کانال اصلی به عرض ۲۰ سانتی متر که در دو طرف آن سیلاب دشت هایی به عرض ۶۵ سانتی متر می باشد. عمق نرمال آب به گونه ای طبق روابط شیلدز انتخاب شده است تا در بالادست سازه های نصب شده در سیلاب دشت فرسایش بستر متحرک وجود نداشته باشد و دبی و عمق بر این اساس با توجه به قطر متوسط رسوبات و شیب طولی کانال، رسوبات را در آستانه حرکت قرار داده است. در بالادست کانال جهت یکنواخت و آرام کردن جریان از یکسری صفحات و بلوک مشبک استفاده شده است. مدت زمان هر آزمایش ۲ ساعت است.این زمان بر این اساس انتخاب شد که بعد از گذشت مدت زمان ۱۲۰ دقیقه حداکثر عمق آبشویی و حجم آبشستگی با گذشت زمان تغییرات بسیار اندکی داشتند. در این تحقیق دبی بواسطه یک سرریز مثلثی واسنجی شده، اندازه گیری شده است.

دو پایه کناری پل به طول ۲۰ سانتی متر با رأس دماغه نیم دایره ای در دو ساحل رودخانه در ناحیه سیلاب دشت به صورت کاملا قرینه قرار گرفتند. دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه دبی انتخابی ما برای ۲۶ آزمایش می باشد.پس از شیب بندی رسوبات برای شیب ۰/۰۰۱ ، دبی را تنظیم می کنیم. حال توسط یک دریچه ی پروانه ای در انتهای فلوم عمق آب به تدریج کاهش داده می شود تا به عمق نرمال محاسباتی که همان ۲/۹۵ سانتی متر است برسد. در این هنگام فرسایش دماغه پل شروع می شود و ابتدای زمان ۱۲۰ دقیقه از این لحظه حساب می شود. عمق نرمال در سیلاب دشت ها ۲/۹۵ سانتی متر و در کانال اصلی۱۰/۹۵ سانتی مترمی باشد.

شکل (۱)- سرریز مثلثی جهت اندازه گیری دبی



شکل (۲)- ژرفاسنج مکانیکی جهت برداشت پروفیل کف

آبشستگی کناره دماغه پل در هر دو ساحل رودخانه تقریبا یکسان می باشد. جهت برداشت پروفیل رسوبات کف مدل در اطراف دماغه ها و آبشکن از ژرفاسنج مکانیکی با دقت ۰/۵ میلیمتر استفاده شده است. پس از اتمام بازه زمانی ۱۲۰ دقیقه عمق آب به آرامی پایین برده می شد. در بالادست کانال توسط یک شیر تخلیه و در پایین دست کانال توسط دریچه پروانه ای عمق آب پایین برده می شود.

شکل (۳)- زاویه۶۰ درجه و فاصله به طول دماغه ۲/۵

شکل (۴)- زاویه۱۵۰ درجه و فاصله به طول دماغه ۱

جهت کنترل یا به عبارتی کاهش آبشستگی کناره دماغه های پل از آبشکن محافظ که در دو ساحل کانال مرکب قرار می گرفت، استفاده شده است. با توجه به عرض دماغه ها که ۱۰ سانتی متر است و طول دماغه که تا رأس آن ۲۰ سانتی متر است .آبشکن ها در بالادست دماغه های پل نصب شده است. فواصل آبشکن ها با دماغه به صورت ضریبی از طول دماغه انتخاب شد یعنی ۵ نسبت فاصله به طول ۱ ، ۱/۵ ، ۲ ، ۲/۵ و ۳ مورد ارزیابی قرار گرفت. فواصل آبشکن از محل اتصال آن با دیواره کانال تا محل اتصال دماغه پل با دیواره کانال محاسبه می شود. در هریک از این پنج فاصله، پنج زاویه مختلف از قرارگیری آبشکن نسبت به دیواره کانال نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. زوایای مختلف آبشکن عبارتند از: ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰و ۱۵۰ درجه. زاویه آبشکن نسبت به دیواره کانال در خلاف جریان سیال افزایش می یابد که حداقل آن ۳۰ درجه و حداکثر آن ۱۵۰ درجه می باشد. در این حالات ۲۵ آزمایش انجام شد و نیز یک آزمایش شاهد در حالتی که آبشکن وجود نداشت که جمعاً ۲۶ آزمایش ۲ ساعته می باشد. داده برداری پروفیل کف کانال در دو ساحل رودخانه به طور جداگانه پس از اتمام بازه زمانی دو ساعته انجام گرفته است.

شکل (۵)- زاویه ۱۲۰ درجه و فاصله به طول دماغه ۲

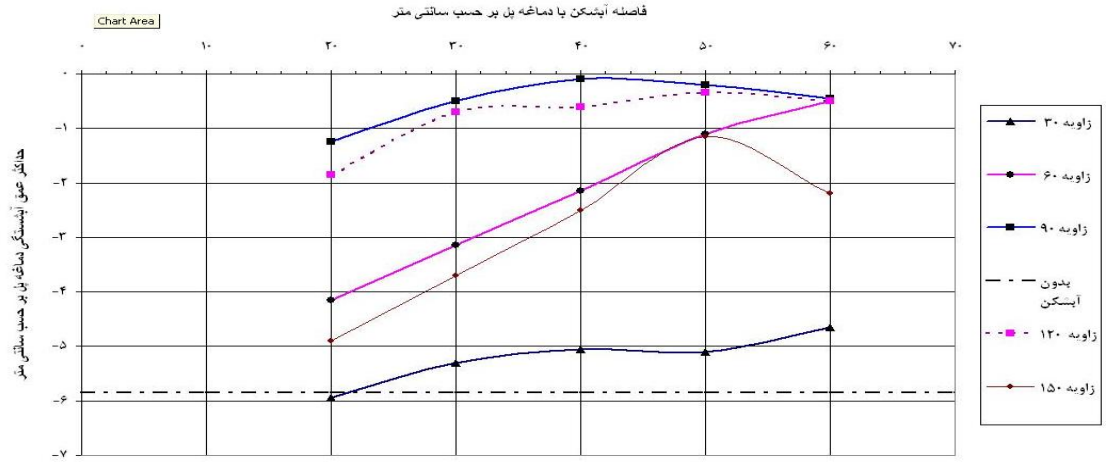
شکل (۶)- زاویه ۹۰ درجه و فاصله به طول ۲/۵

نتایج تحقیق

نتایج حاصله از این آزمایش ها حاکی از آن است که وجود آبشکن در نزدیکی بالادست دماغه تاثیر بسیار زیادی در کاهش آبشستگی دماغه هم ازجهت حداکثر عمق فرسایش و هم از جهت حجم آبشستگی دارد. با توجه به نمودارهای رسم شده ملاحظه می شود که :

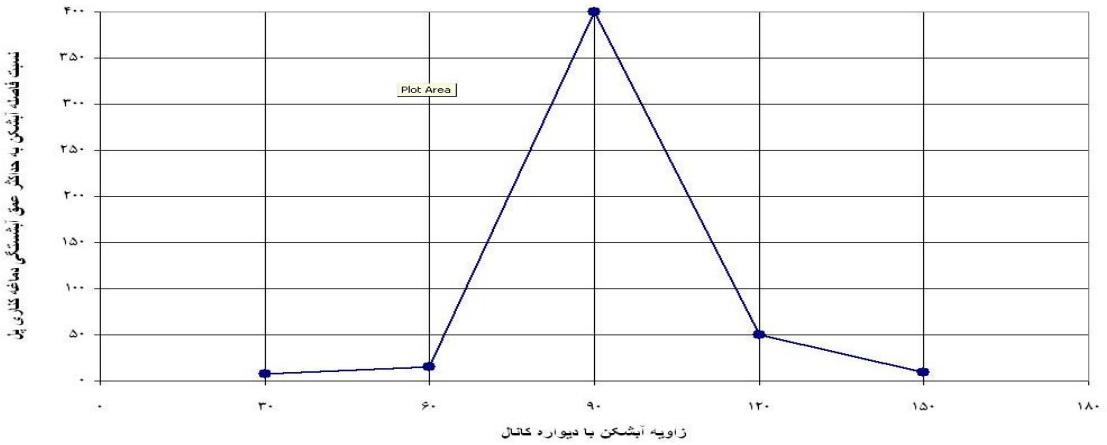
۱- در کاهش آبشستگی پایه های کناری پل آبشکن با زاویه ی ۹۰ و۱۲۰ درجه عملکرد بسیار مطلوب تری نسبت به زوایای ۳۰ ، ۶۰ و ۱۵۰ درجه داشتند.

۲- از جهت فاصله آبشکن با دماغه پل در فاصله بین ۲ الی ۲/۵ برابر طول دماغه پل کمترین آبشستگی در ۲ زاویه ۹۰ و ۱۲۰ درجه رخ داده است.



شکل (۷)- حداکثر عمق آبشستگی دماغه پل در۵ زوایه و ۵ فاصله مختلف

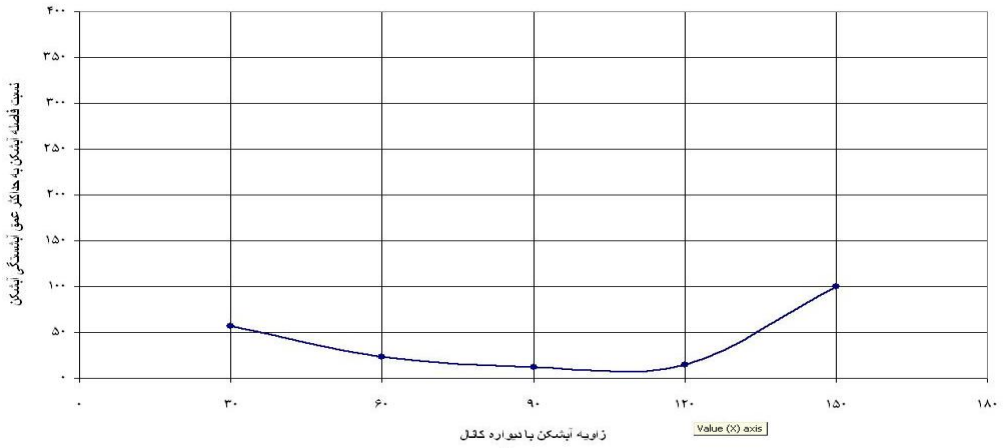
۳- در مقایسه زوایای ۳۰ و۱۵۰ درجه که درصد تنگ شدگی حاصله توسط آن ها برابر ۹/۱۶ درصد است باید گفت که زاویه ۱۵۰ درجه که از نوع آبشکن دافع می باشد عملکرد بهتری نسبت به ۳۰ درجه دارد. همچنین در مقایسه زوایای ۶۰ و ۱۲۰ درجه که درصد تنگ شدگی جریان توسط آن ها برابر ۱۴/۵۲ درصد است، زاویه ۱۲۰ درجه در کاهش فرسایش پایه پل بسیار مطلوب تر و موثر تر عمل می کند.درصد تنگ شدگی جریان توسط زاویه ۹۰ درجه ۱۶ درصد می باشد.



شکل (۸)- آنالیز ابعادی زاویه آبشکن و حداکثر عمق آبشستگی دماغه پل - آبشکن در نسبت فاصله به طول دماغه ۲

۴- در نتیجه بی بعد کردن و آنالیز ابعادی با افزایش زاویه از ۳۰ به ۹۰ درجه، نسبت بی بعد فاصله آبشکن به حداکثر عمق آبشستگی دماغه پل افزایش می یابد که با توجه به ثابت بودن فاصله آبشکن در نمودار شکل(۸) این کاهش نشانگر کاهش حداکثر عمق آبشستگی دماغه پل می باشد و نیز با افزایش زاویه از ۹۰ تا ۱۵۰ درجه این نسبت کاهش می یابد که نشانگر افزایش حداکثر عمق آبشستگی دماغه پل می باشد.

۵- با توجه به آنالیز ابعادی انجام شده و رسم نمودار های ذیل با افزایش زاویه از ۳۰ به ۹۰ درجه نسبت بی بعد فاصله آبشکن به حداکثر عمق آبشستگی آبشکن کاهش می یابد که نشانگر افزایش حداکثر عمق آبشستگی آبشکن می باشد و نیز با افزایش زاویه از ۹۰ تا ۱۵۰ درجه این نسبت افزایش می یابد که نشانگر کاهش حداکثر عمق آبشستگی آبشکن می باشد. البته باید کرد که پایداری سازه ای دماغه پل بسیار مهمتر از پایداری آبشکن می باشد.



شکل (۹)- آنالیز ابعادی زاویه آبشکن و حداکثر عمق آبشستگی آبشکن - آبشکن در نسبت فاصله به طول دماغه ۲

۶- با افزایش درصد تنگ شدگی جریان میزان حجم فرسایش یافته در اطراف آبشکن نیز افزایش می یافت، البته حجم فرسایش در هر فاصله آبشکن نسبت به دماغه پل تغییر می کرد اما روند فوق برقرار بود.

جدول (۱) درصد کاهش آبشستگی دماغه تکیه گاه پل همراه آبشکن نسبت به آبشستگی دماغه پل بدون آبشکن

بررسی درصد کاهش آبشستگی دماغه		۳۰ درجه		۶۰ درجه		۹۰ درجه		۱۲۰ درجه		۱۵۰ درجه	
		ds/L	A %	ds/L	A %	ds/L	A %	ds/L	A %	ds/L	A %
Q= 14	X / L =1	0.298	-1.3	0.208	29.4	0.053	82.1	0.095	67.7	0.245	16.6
	X / L =1.5	0.265	9.8	0.158	46.4	0.025	91.5	0.035	88.1	0.230	21.7
	X / L = 2	0.253	14.0	0.108	63.4	0.005	98.3	0.030	89.8	0.243	17.4
	X / L= 2.5	0.255	13.2	0.055	81.3	0.010	96.6	0.018	94.0	0.190	35.3
	X / L = 3	0.233	20.9	0.025	91.5	0.023	92.3	0.025	91.5	0.110	62.6

۷- در جدول (۱) پارامتر A بیانگر میزان کاهش آبشستگی هر کدام از ۲۵ آزمایش نسبت بـه آزمـایش هـای شـاهد بـه صورت درصد می باشد. میزان آبشستگی آزمایش های شاهد به صورت نسبت حداکثر عمق آبشستگی بـه طـول دماغـه ی پـل (بدون بعد) برای دبی ۱۴ لیتر بر ثانیه به ترتیب برابر ۰/۲۹ می باشد. نسبت حداکثر عمق آبشستگی به طول دماغه ی پـل بـه صورت ds/L نمایش داده شده است و نسبت فاصله ی آبشکن از دماغه‌ی تکیه گاه پل به طول دماغه ی پـل بـه صـورت X/L بیان شده است. ۱۴داده از ۲۵ داده فوق بیش از ۵۰ درصد، کاهش آبشستگی نسبت به مقادیر شاهد داشته انـد کـه حـدود۵۶ درصد کل داده ها می باشد. ۴۴ درصد داده ها، بیش از ۸۰ درصد، آبشستگی دماغه پل را کاهش داده اند.

فهرست مراجع و مآخذ

[۱]-مجموعه مقالات سومین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه تهران، دانشکده فنی، آبان ۱۳۸۰

[۲]-مجموعه مقالات ششمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، جلد ۱ و ۲ ، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۸۱

[۳]-مجموعه مقالات هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز، بهمن ماه ۱۳۸۵

[۴]-شفاعی بجستان ، محمود ، هیدرولیک رسوب ، ویرایش دوم ، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۷۸

[5]-Ettema, R., Scour at bridge piers, Report No. 216, University of Auckland, New Zeland, 1980.

[6]-Melville, B. W. and Sutherland, A. J., "Design method for local scour at bridge piers", J. Hyd. Eng., ASCE, 114(10): 1210-1226,1988.

[7]-Hannah, C. R., Scour at pile groups, University of Canterbury,N.Z., Civil Eng., Research Rep. No. 78, 1978.

[8]-Breusers, N.H.C. and Raudkivi, A.J., Scouring, 2nd Hydraulic Structures Design Manual, IAHR, A.A. Balkema,Roterdam, The Netherlands, 1991.

[9] -Vittal, N., Kothyari, U. C. and Haghighat, M., "Clear-Water scour around bridge pier group", J. Hyd. Eng., ASCE, 120(11): 1309-1318, 1994.

[10]-Melville, B. W., and Chiew, Y. M., "Time scale for local scour at bridge piers", J. Hyd. Eng., ASCE, 125(1): 59-65, 1999.

[11]-Kumar, V., Ranga Raju, K. G. and Vittal, N., "Reduction of local scour around bridge piers using slots and collars", J. Hyd. Eng., ASCE, 125(12): 1302-1305, 1999.

[12]-Chiew, Y. M., "Scour protection at bridge piers", J. Hyd. Eng., ASCE, 118(11):1260-1269,1992.

[13]-Melville, B. W. (1997)."pier and abutment scour : Integrated approach". j.of.Hyd . Eng. ASCE, vol. 123,No.2,P.125-136.

[14]-Breusers, N.H.C., and Raudkivi, A.J.,(1991)."Scouring" 2 nd Hydraulic Structures Design Manual, IAHR,A.A.Balkema.Rotterdam.Netherlauds.

[15]-Melvill, B.W., and Sutherland, A.J. (1988)."Design method for local scour at bridge piers." J.Hydr.Engrg.,ASCE, Vol. 114 (10) pp. 1210-1226 .

[16]-Ranga Raju, K.G. (1999). "Scoure around bridge piers and it's reduction." In "River Sedimentation Theory and Applications."Jayawardena, A.W.,Lee, J.H. and Wang, Z.Y. (eds).pp.121129

[17]-Chiew, Y.M.(1992)."Scour protection at bridge piers." J.Hydr.Engrg.,ASCE, Vol. 118(11) .pp. 1260-1269 .

8th International River Engineering Conference
Shahid Chamran University, 26-28 Jan. 2010, Ahwaz

The Effects of Spur Dike Angle on the Reduction of Bridge Abutment Scour

Mohammad Sa'adatnia

M.S. Student of hydraulic structures, Ferdowsi University of Mashhad saadatnia1984@gmail.com

Prof. Sa'aeed Reza Khodashenas

Ferdowsi University of Mashhad saeedkhodashenas@yahoo.fr

Prof. Mojtaba Saaneie,

Soil conservation and watershed management Research Institute, Tehran mojtabasaneie@yahoo.com

Prof. Kazem Esmaili,

Ferdowsi University of Mashhad kazem.esmaili@gmail.com

Abstract

This paper investigates the bridge abutments scour and analyze the effects of abutment angle on the with 1.5 meters width and 10 meters long with floodplains in both sides of the main channel. Using the currently available hydraulic relationships and dimensional analysis of data sets, the minimum amount of abutment scour was observed with angles between 90 to 120 degree and out of this range scours amount increased. The experiments were accomplished in two different conditions, with and without spur dike, with five different angles and five different distances respectively.

Key words: Scour, Abutment, Spur dike, Compound channel.