

تأثیر پوشش گیاهی دشت سیلابی بر آبستگي تکیه گاه پل در مقطع مرکب

یوسف رضانی^{۱*} - مهدی قمشی^۲ - حبیب موسوی جهرمی^۳ - حسین خزیمه نژاد^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۳۰

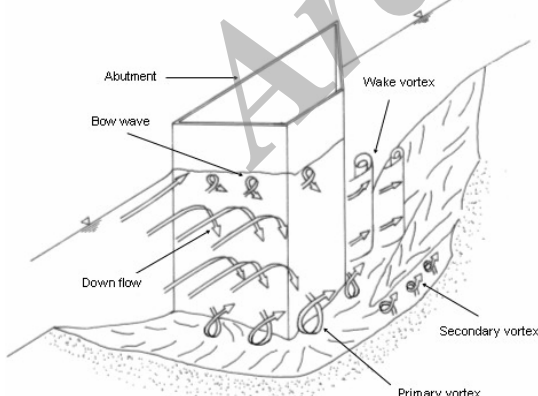
چکیده

شکست پل ناشی از آبستگي در تکیه گاه اهمیت مطالعه در مورد پیش بینی آبستگي و راههای کاهش آن را روشن می سازد. اکثر تکیه گاه پل ها در دشت سیلابی قرار گرفته اند. یکی از موارد متداول در دشت سیلابی وجود پوشش گیاهی می باشد. هدف این تحقیق بررسی تأثیر پوشش گیاهی دشت سیلابی بر آبستگي تکیه گاه پل با دیواره عمودی در مقطع مرکب می باشد. نتایج نشان می دهد، در یک طول تکیه گاه و عمق آب ثابت، با افزایش تراکم پوشش گیاهی، عمق آبستگي کاهش یافته که این کاهش عمق، دارای یک نرخ افزایشی است. در تراکم و طول تکیه گاه ثابت، با افزایش عمق آب در دشت سیلابی، به تدریج از میزان اثر پوشش گیاهی در کاهش عمق آبستگي کاسته شد. در طول تکیه گاه ۲۶ سانتی متر و تراکم $S=8$ ، در عمق $4/8$ سانتی متری دشت سیلابی ۴۰ درصد کاهش در عمق آبستگي مشاهده شد که با افزایش عمق آب به $11/8$ سانتی متر این میزان به ۲۲ درصد کاهش یافت. همچنین پوشش گیاهی تأثیر بسزایی در کاهش ابعاد حفره آبستگي و تغییرات توپوگرافی پایین دست دارد.

واژه های کلیدی: تکیه گاه پل، حفره آبستگي، آب زلال، پوشش گیاهی، سرعت سنج الکترومغناطیس

مقدمه

در زمینه مکانیسم آبستگي در تکیه گاه پل ها توسط کوان (۱۱) و (۱۲)، احمد و راجاراتنام (۱)، باربویا و دی (۲)، دی و باربویا (۳)، ۴، ۶ و (۷) و بسیاری دیگر نشان داده است که جریان پایین رونده و گرداب نعل اسبی در گوشه بالادست تکیه گاه پل، همراه با گرداب ثانویه و گرداب برخاستگی در قسمت میانی و گوشه انتهایی تکیه گاه پل باعث ایجاد فعل و انفعال پیچیده ای بین سیال و مواد بستر می شود که دلیل اصلی آبستگي در تکیه گاه پل ها است.



شکل ۱- میدان جریان پیرامون یک تکیه گاه پل (کوان (۱۰))

شکست پل ناشی از آبستگي کلی در فونداسیون (شامل پایه^۵ و تکیه گاه^۶)، ضرورت مطالعه در مورد پیش بینی میزان حداکثر عمق آبستگي و راههای محافظت در برابر آن را کاملاً روشن می سازد. داده ها نشان می دهند که مشکل آبستگي در تکیه گاه پل ها بسیار مهم است. طبق مطالعات ملویل (۱۳)، از ۱۰۸ شکست پل که در فاصله سال های ۱۹۸۴-۱۹۶۰ در نیویورک رخ داد، ۲۹ مورد آن مربوط به آبستگي تکیه گاه پل بود. ملویل همچنین خاطر نشان می سازد که ۷۰ درصد هزینه ها طی شکست پل در نیویورک ناشی از آبستگي تکیه گاه پل بوده است.

در شکل ۱ میدان جریان پیرامون یک تکیه گاه پل نشان داده شده است. عوامل موثر در آبستگي در اطراف تکیه گاه پل را می توان به جریان پایین رونده، گرداب موج کمانی، گرداب نعل اسبی (گرداب اصلی)، گرداب ثانویه و گرداب برخاستگی تقسیم بندی نمود. تحقیقات

۱ و ۴- استادیاران گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

*- نویسنده مسئول: (Email: y.ramezani@birjand.ac.ir)

۲ و ۳- استاد و دانشیار گروه سازه های آبی، دانشگاه شهید چمران اهواز

5- Pier

6- Abutment

ملویل (۱۳) داده های آبستگي تکیه گاه پل ها توسط ژیل (۹)،

$$\frac{d_s}{y_{f0}} = f\left(\frac{U_{ab}}{U_c} - 1, \frac{y_{ab}}{y_{f0}}\right) \quad (5)$$

که در آن U_{ab} ماکزیمم سرعت در گوشه بالادست دماغه تکیه‌گاه، y_{ab} عمق جریان در سیلابدشت در محل وقوع سرعت U_{ab} در مقطع تنگ شده و U_c سرعت بحرانی است. در رابطه دوم، عمق آبستگی وابسته به مقادیر موضعی متغیرهای هیدرولیکی در نزدیکی دماغه تکیه‌گاه است. هر دو رابطه با گردآوری داده‌های آزمایشگاهی آبراهه‌های مرکب با سه هندسه متفاوت و سه اندازه مختلف رسوب مورد بررسی و آزمایش قرار گرفته‌اند.

با بررسی مطالعات فوق مشخص می‌شود که اگرچه تاکنون روابط متعددی برای تخمین عمق آبستگی در تکیه‌گاه پل در دشت‌های سیلابی ارائه شده است، اما در این روابط اثر وجود پوشش گیاهی لحاظ نشده است. همچنین، اکثر تکیه‌گاه پل‌ها در دشت سیلابی قرار گرفته‌اند و قرار گرفتن تکیه‌گاه در مجرای اصلی کمتر رایج است (۸). با توجه به اینکه معمولاً دشت‌های سیلابی محل رشد گیاهان مختلف می‌باشد، در این تحقیق تأثیر پوشش گیاهی دشت سیلابی بر آبستگی پیرامون تکیه‌گاه پل با دیواره عمودی در مقطع مرکب مورد بررسی قرار گرفته است.

در آزمایش‌ها به منظور شبیه‌سازی پوشش گیاهی در دشت سیلابی از موانع استوانه‌ای استفاده گردید. محققین بسیاری به منظور شبیه‌سازی پوشش گیاهی از موانع استوانه‌ای استفاده کرده‌اند. استون و شن (۱۴) به بررسی آزمایشگاهی هیدرولیک جریان در یک کانال روباز با موانع استوانه‌ای پرداختند. مطالعه آزمایشگاهی شامل تعداد زیادی آزمایش با موانع استوانه‌ای مستغرق و غیرمستغرق در ابعاد و تراکم‌های مختلف بود. نتایج نشان داد مقاومت جریان با عمق جریان، تراکم، ارتفاع و قطر پایه‌ها تغییر می‌یابد. یانگ و همکاران (۱۸) به بررسی الگوی جریان در مقطع مرکب با دشت‌های سیلابی که دارای پوشش گیاهی می‌باشند پرداختند. آن‌ها سه پوشش گیاهی علف، بوته و درخت را مورد آزمایش قرار دادند. در مورد پوشش گیاهی درخت در دشت سیلابی، از موانع استوانه‌ای استفاده گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های این تحقیق در فلومی به طول ۹ متر، عرض ۱ متر انجام شد. دیواره‌های فلوم از جنس پلکسی گلاس است. عرض دشت سیلابی ۷۰ سانتی‌متر و عرض آبراهه اصلی ۳۰ سانتی‌متر و اختلاف ارتفاع کف آبراهه اصلی و کف دشت سیلابی ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (شکل‌های ۲ و ۳). تکیه‌گاه در یک طاقچه رسوبی^۳ به طول ۲ متر و عمق ۳۰ سانتی‌متر در دشت سیلابی قرار گرفت. کف

وانگ (۱۷)، تی (۱۶)، کوان (۱۱ و ۱۲) و کانداسمی (۱۰) را مورد بررسی قرار داد. او d_s/y را در برابر L/y و d_s/L را در برابر y/L ترسیم نمود. معادلات ذیل به ترتیب برای تکیه‌گاه‌های کوتاه، متوسط و بلند اطلاق می‌شود. معیار طبقه‌بندی ملویل بر اساس نسبت طول تکیه‌گاه به عمق جریان (L/y) می‌باشد:

$$d_s = 2K_s L \quad L/y < 1 \quad (1)$$

$$d_s = 2K_s^* K_\theta^* \sqrt{Ly} \quad 1 \leq L/y \leq 25 \quad (2)$$

$$d_s = 10K_\theta y \quad L/y > 25 \quad (3)$$

طبق معادلات بالا، عمق آبستگی در یک تکیه‌گاه کوتاه وابسته به طول تکیه‌گاه و مستقل از عمق جریان است، در حالی که عمق آبستگی در یک تکیه‌گاه بلند وابسته به عمق جریان و مستقل از طول تکیه‌گاه است. عمق آبستگی در یک تکیه‌گاه متوسط نیز وابسته به طول تکیه‌گاه و عمق جریان است. بیشتر شرایط واقعی آبستگی تکیه‌گاه پل‌ها در محدوده طول متوسط تکیه‌گاه قرار می‌گیرند. K_s فاکتور شکل تکیه‌گاه، K_θ فاکتور جهت تکیه‌گاه، K_s^* فاکتور شکل تعدیل شده و K_θ^* فاکتور جهت تعدیل شده می‌باشند. برای تکیه‌گاه‌های بلند اثر شکل تکیه‌گاه ناچیز بوده، در حالی که برای تکیه‌گاه‌های کوتاه اثر جهت تکیه‌گاه ناچیز می‌باشد. برای تکیه‌گاه‌های متوسط فاکتور شکل تعدیل شده K_s^* و فاکتور جهت تعدیل شده K_θ^* استفاده می‌شود.

استارم (۱۵) دو رابطه مختلف برای پیش بینی آبستگی پیرامون تکیه‌گاه پل‌ها در دشت سیلاب آبراهه مرکب تحت شرایط آب زلال ارائه کرد. اولین رابطه او به شکل زیر است:

$$\frac{d_s}{y_{f0}} = C_r \left(\frac{q_{f1}}{Mq_{f0c}} - C_0 \right) \quad (4)$$

که در آن d_s عمق آبستگی در تکیه‌گاه، y_{f0} عمق جریان بدون سازه تکیه‌گاه در سیلاب دشت، q_{f1} دبی در واحد عرض در شروع آبستگی در دشت سیلابی، q_{f0c} دبی در واحد عرض بحرانی در دشت سیلابی برای شرایط نامتداخل جریان در دشت سیلابی، M نسبت دبی انقباض که به صورت نسبت دبی در مقطع جریان نزدیک شونده با عرضی معادل عرض بازشدگی به دبی کل جریان نزدیک شونده تعریف می‌شود، C_0 و C_r ثابت‌هایی هستند که با انجام آزمایش تعیین می‌شوند. در این رابطه، عمق آبستگی وابسته به متغیرهای هیدرولیکی در مقطع جریان نزدیک شونده به تکیه‌گاه می‌باشد. دومین رابطه او به فرم زیر است:

1- Abutment shape factor

2- Abutment orientation factor

3- Sediment recess

ثانیه بدست آمد.

بیشتر شرایط واقعی آبشستگی تکیه‌گاه پل‌ها در محدوده طول متوسط تکیه‌گاه قرار می‌گیرند. در این تحقیق از تکیه‌گاه‌هایی با دیواره عمودی و در محدوده طول متوسط طبقه‌بندی ملویل (۱۳) استفاده شد. با توجه به حداکثر عمق جریان روی دشت سیلابی و عرض آبراهه و عرض دشت سیلابی، تکیه‌گاه‌هایی با سه طول ۱۲، ۱۹ و ۲۶ سانتی‌متر در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفت. عرض تکیه‌گاه (در جهت جریان) نیز ۱۲ سانتی‌متر انتخاب گردید.

رسوب یکنواخت با قطر متوسط 0.4 میلی‌متر در آزمایش‌ها استفاده شد. معیار یکنواختی رسوب بر اساس مقدار انحراف معیار هندسی، σ_g ، می‌باشد. برای توزیع لوگ نرمال رسوبات، σ_g به صورت زیر به دست آمد:

$$\sigma_g = \sqrt{\frac{d_{84.1}}{d_{15.9}}} = \frac{d_{84.1}}{d_{50}} \quad (6)$$

رسوبات در صورتی یکنواخت در نظر گرفته خواهند شد که $\sigma_g < 1/4$ باشد (۵). در این تحقیق $\sigma_g = 1/27$ بدست آمد که نشان‌دهنده یکنواختی رسوبات می‌باشد. منحنی دانه‌بندی رسوب مورد استفاده در آزمایش‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است.

از موانع استوانه‌ای به صورت آرایش زیگزاگی و قطر ثابت در ۴ تراکم و در حالت غیرمستغرق استفاده شد. قطر موانع استوانه‌ای، با توجه به عمق کم جریان در دشت سیلابی، ۱ سانتی‌متر انتخاب شد. با توجه به شکل ۴، چهار تراکم با $S=16$ (۴۲ مانع استوانه‌ای در هر متر مربع)، $S=12$ (۸۰ مانع استوانه‌ای در هر متر مربع)، $S=8$ (۱۵۶ مانع استوانه‌ای در هر متر مربع) و بدون پوشش گیاهی در نظر گرفته شد. واحد S بر حسب سانتی‌متر می‌باشد.

انتخاب فواصل بین موانع استوانه‌ای به گونه‌ای بود که در هر گام افزایش پوشش گیاهی، تراکم موانع استوانه‌ای تقریباً ۲ برابر شود. در ابتدای آزمایش‌ها، به منظور جلوگیری از آبشستگی ناخواسته ناشی از عمق کم جریان، فلوم بوسیله یک لوله با نرخ کم پر شد و سپس دبی و عمق مورد نظر تنظیم گردید.

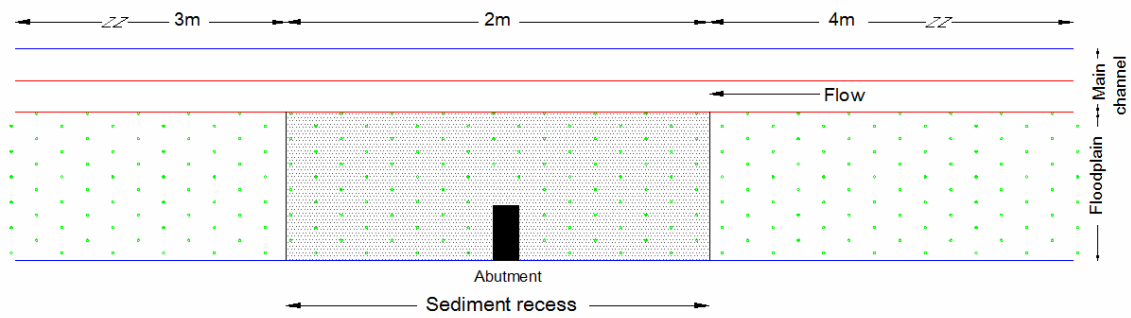
مدت آزمایش‌ها تا زمانی بود که حفره آبشستگی ایجاد شده تقریباً به حالت تعادل رسیده باشد. با توجه به مشاهدات و امکانات آزمایشگاهی موجود، این زمان ۱۲ ساعت در نظر گرفته شد. بعد از اتمام هر آزمایش، جریان آب فلوم به آرامی تخلیه شده و نقطه حداکثر آبشستگی و همچنین توپوگرافی ایجاد شده در طاقچه رسوبی توسط متر لیزری با دقت ± 1 میلی‌متر برداشت شد. سرعت جریان نیز بوسیله سرعت سنج ۳ بعدی الکترومغناطیس اندازه‌گیری گردید.

مقطع اصلی و دشت سیلابی و همچنین طاقچه رسوبی از جنس ورق گالوانیزه ساخته شد. دبی ورودی با استفاده از شیر ورودی تنظیم و بوسیله یک سرریز مثلثی شکل کالیبره شده اندازه‌گیری شد. عمق جریان نیز با استفاده از دریچه انتهایی تنظیم گردید. چند آرام‌کننده جریان در ابتدای فلوم به منظور کاهش تلاطم‌های ناخواسته آب نصب شد.

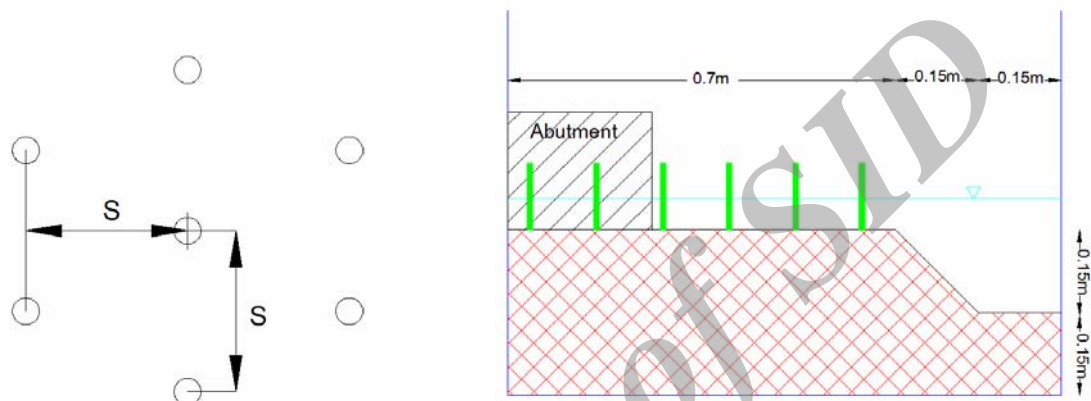
فاصله ابتدای طاقچه رسوبی تا ابتدای فلوم ۴ متر در نظر گرفته شد. همچنین، فاصله انتهایی طاقچه رسوبی تا انتهای فلوم نیز ۳ متر در نظر گرفته شد. این فاصله باعث می‌شود تا نیمرخ سطح آب روی طاقچه رسوبی یکنواخت بوده و تحت تأثیر دریچه نباشد. آزمایش‌ها در شرایط آب زلال^۱ و با تنظیم دبی و عمق جریان در حد آستانه حرکت رسوبات ($U/U_c = 0.95$) انجام شد. آبشستگی آب زلال زمانی صورت می‌پذیرد که انتقال رسوب از طرف جریان نزدیک‌شونده به حفره آبشستگی وجود نداشته باشد ($U < U_c$). از طرف دیگر، آبشستگی بستر زنده^۲ زمانی صورت می‌پذیرد که حفره آبشستگی دائماً بوسیله رسوب توسط جریان نزدیک‌شونده تغذیه شود ($U > U_c$). لازم به ذکر است در آبشستگی آب زلال بدلیل عدم انتقال رسوب از بالادست، حداکثر میزان عمق آبشستگی اتفاق می‌افتد.

با توجه به مرکب بودن مقطع فلوم، غیریکنواختی سرعت جریان نزدیک‌شونده، سرعت آستانه حرکت و عمق مورد نظر با انجام آزمایش‌های آستانه حرکت در آزمایشگاه بدست آمده است. هدف بدست آوردن عمق و سرعت آستانه حرکت در یک دبی معین بود. بدین منظور ابتدا رسوبات طاقچه رسوبی (بدون حضور تکیه‌گاه) کاملاً مسطح شده و دریچه انتهایی کاملاً بالا کشیده شد. سپس، فلوم به آرامی بوسیله جریان آب پر شده و دبی مورد نظر تنظیم گردید. پس از تنظیم دبی، دریچه انتهایی به آرامی پایین کشیده شد. روند پایین کشیدن دریچه انتهایی تا جایی ادامه پیدا کرد که حرکت عمومی رسوبات در طاقچه رسوبی مشاهده شود. برای مثال، در دبی ۲۰ لیتر بر ثانیه، عمق آستانه حرکت رسوبات در عمق آب ۴/۵ سانتی‌متر در دشت سیلابی مشاهده شد. هدف این تحقیق انجام آزمایش‌ها در شرایط آب زلال و تنظیم دبی و عمق جریان در حد آستانه حرکت رسوبات ($U/U_c = 0.95$) بود. بنابراین، نزدیکترین عمق ممکن به عمق آستانه حرکت (بطوری که هیچ‌گونه حرکت رسوب در طاقچه رسوبی وجود نداشته باشد) به عنوان عمق مورد نظر انتخاب گردید. در دبی ۲۰ لیتر بر ثانیه، عمق حد آستانه حرکت رسوبات در عمق ۴/۸ سانتی‌متر در دشت سیلابی مشاهده شد. برای سایر دبی‌ها نیز روند مشابهی انجام گرفت. بدین ترتیب پنج عمق ۴/۸، ۶/۴، ۸/۳، ۱۰ و ۱۱/۸ سانتی‌متر در دشت سیلابی برای دبی‌های ۲۰ الی ۴۰ لیتر بر

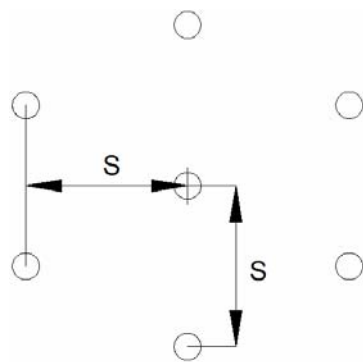
- 1- Clear water
- 2- Live bed



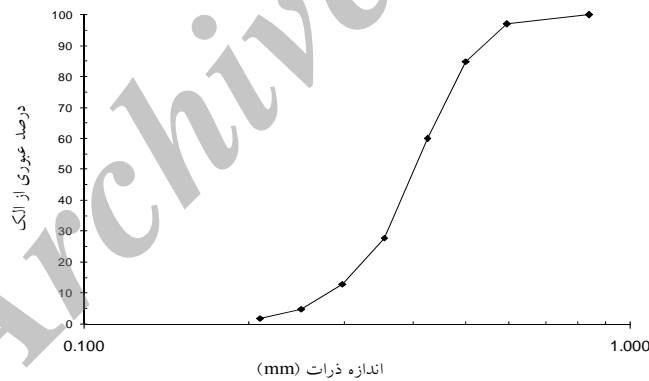
شکل ۲- طرح فلوم آزمایشگاهی مورد مطالعه



شکل ۳- مقطع عرضی فلوم آزمایشگاهی مورد مطالعه



شکل ۴- آرایش و فواصل موانع استوانه‌ای



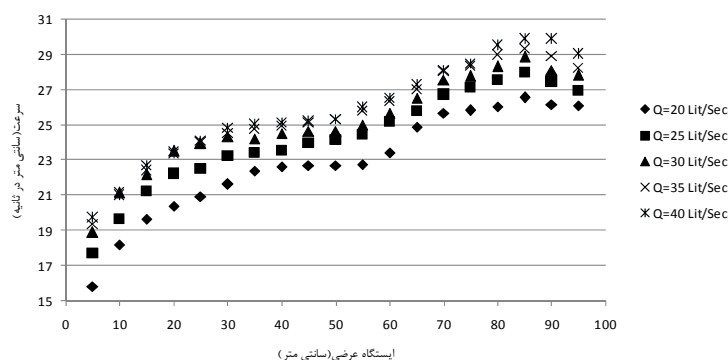
شکل ۵- منحنی دانه‌بندی رسوب مورد استفاده در آزمایش‌ها

است.

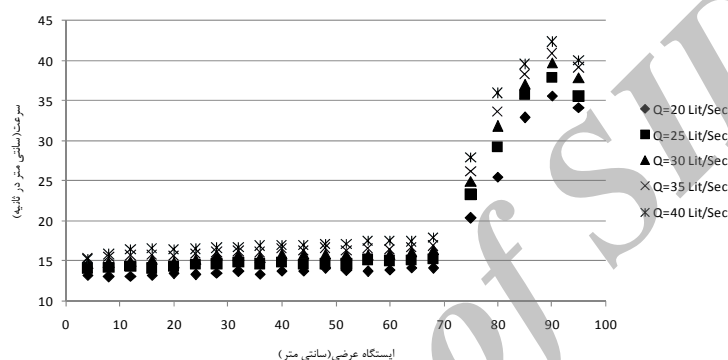
نتایج و بحث

اثر پوشش گیاهی بر سرعت جریان نزدیک شونده در اشکال ۶ و ۷ سرعت مقطع عرضی جریان در حالت بدون پوشش گیاهی و حالت $S=8$ در دبی‌های مختلف و در شکل ۸ نیز سرعت مقطع عرضی جریان در پوشش‌های مختلف در دبی ۳۵ لیتر در ثانیه نشان داده شده است.

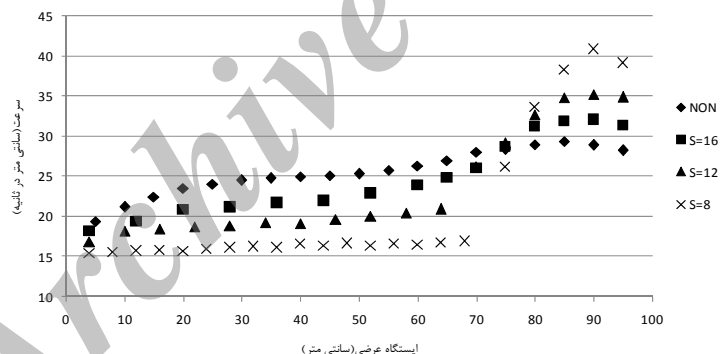
تجزیه و تحلیل نتایج در دو بخش اثر پوشش گیاهی بر آبشستگی در تراکم‌های مختلف و اثر پوشش گیاهی روی توپوگرافی تشکیل شده پیرامون تکیه‌گاه پل در طاقچه رسوبی بیان می‌شود. در این بخش L_a طول تکیه‌گاه، B_f عرض دشت سیلابی، d_s ماکزیمم عمق آبشستگی y_f عمق آب در دشت سیلابی تعریف شده



شکل ۶- سرعت مقطع عرضی جریان در حالت بدون پوشش گیاهی در دبی های مختلف



شکل ۷- سرعت مقطع عرضی جریان در حالت S=8 در دبی های مختلف



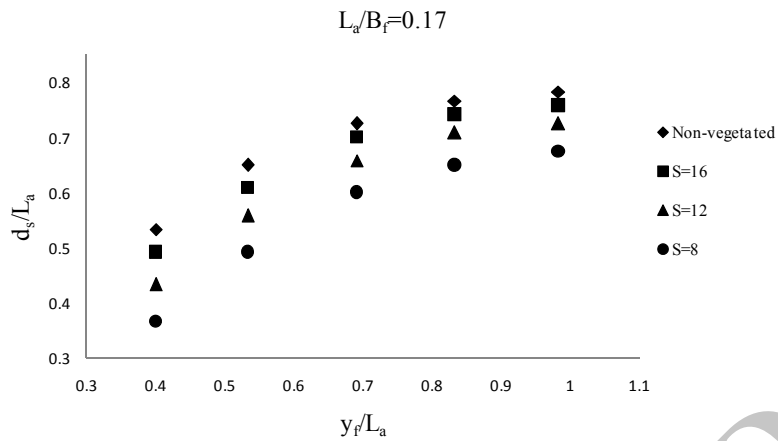
شکل ۸- سرعت مقطع عرضی جریان در پوشش های مختلف در دبی ۳۵ لیتر در ثانیه

گرفته است، مقادیر سرعت در دشت سیلابی از یکنواختی بیشتری برخوردار می باشند.

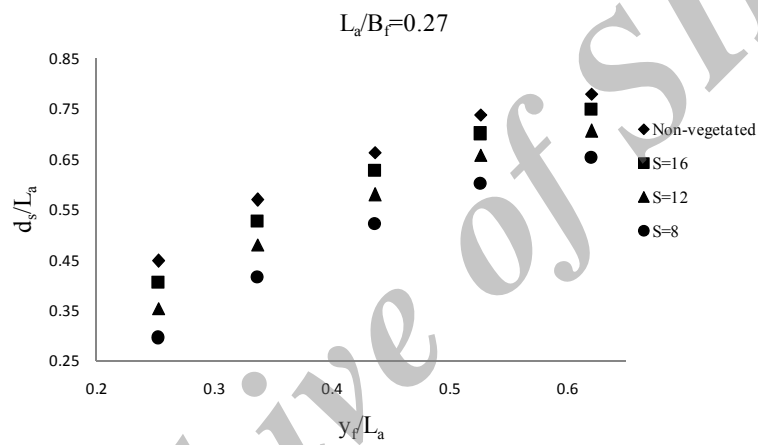
اثر پوشش گیاهی بر حداکثر عمق آبشستگی

برای بیان اثر پوشش گیاهی بر آبشستگی در تراکم‌های مختلف، از نسبت بدون بعد y_f/L_a در برابر d_b/L_a استفاده شده است. اشکال ۹ تا ۱۱، حاصل ترسیم این نسبت‌های بدون بعد در برابر یکدیگر و در تراکم‌های مختلف پوشش گیاهی می‌باشد که در ۳ طول تکیه‌گاه پل ۱۹،۱۲ و ۲۶ سانتی متر بطور جداگانه نشان داده شده‌اند.

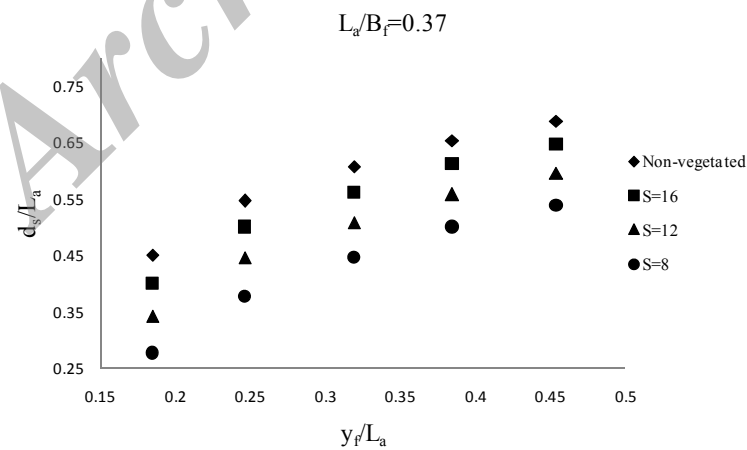
با توجه به اشکال ۶ تا ۸، پوشش گیاهی موجب کاهش سرعت در دشت سیلابی و افزایش سرعت در آبراهه اصلی گردیده است. با افزایش تراکم پوشش گیاهی، مقادیر سرعت دشت سیلابی کاهش یافته که این کاهش سرعت، دارای یک نرخ افزایشی است. همچنین، با افزایش تراکم پوشش گیاهی، مقادیر سرعت آبراهه اصلی افزایش یافته که این افزایش سرعت، دارای یک نرخ افزایشی است. با افزایش میزان دبی در یک تراکم پوشش گیاهی ثابت، مقادیر سرعت در کل آبراهه افزایش یافته که این افزایش سرعت، دارای یک نرخ کاهشی است. در حالت هایی که پوشش گیاهی مورد استفاده قرار



شکل ۹- اثر پوشش گیاهی بر آبشستگی در $L_a=12$ cm و تراکم‌های مختلف



شکل ۱۰- اثر پوشش گیاهی بر آبشستگی در $L_a=19$ cm و تراکم‌های مختلف



شکل ۱۱- اثر پوشش گیاهی بر آبشستگی در $L_a=26$ cm و تراکم‌های مختلف

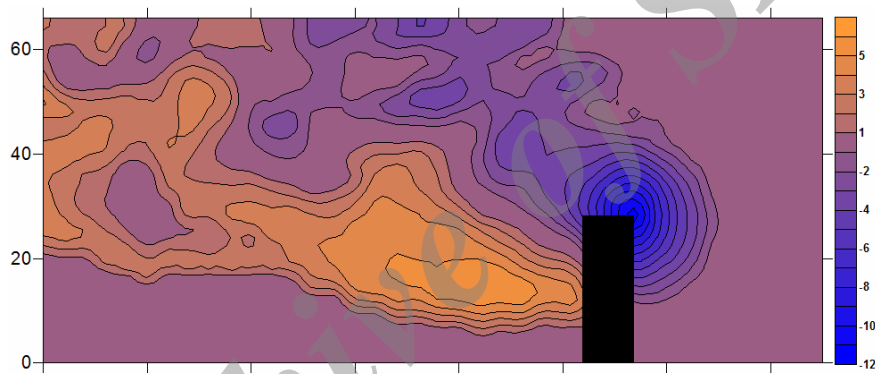
آبستگي کاسته می‌شود. به عبارت دیگر، در کمترین عمق آب در دشت سیلابی، پوشش گیاهی دارای بیشترین اثر در کاهش عمق آبستگي می‌باشد. برای مثال در $L_a=12$ cm (شکل ۹)، در $y_f=4/8$ cm، میزان کاهش d_s/L_a از $0/53$ در حالت بدون پوشش به $0/49$ در حالت $S=16$ ، $0/43$ در حالت $S=12$ و $0/36$ در حالت $S=8$ کاهش پیدا کرده است. این در حالی است که در $y_f=11/8$ cm میزان کاهش d_s/L_a از $0/78$ در حالت بدون پوشش به $0/76$ در حالت $S=16$ ، $0/73$ در حالت $S=12$ و $0/68$ در حالت $S=8$ کاهش می‌یابد.

اثر پوشش گیاهی بر توپوگرافی

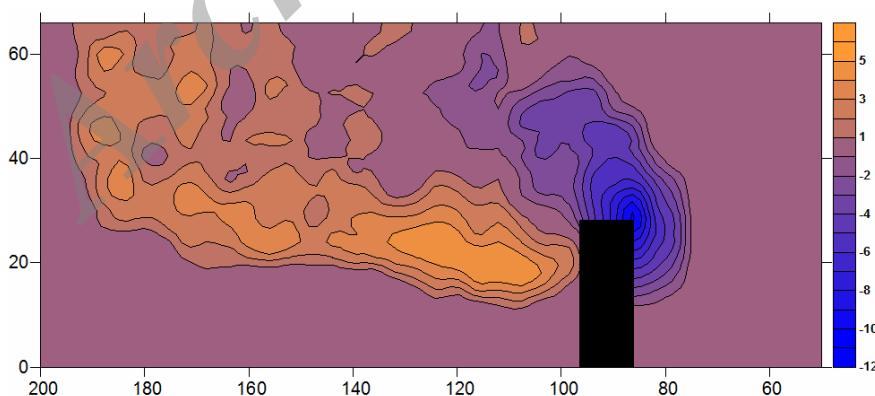
در اینجا توپوگرافی پیرامون تکیه‌گاه پل با طول ۲۶ سانتی متر و با عمق آب روی دشت سیلابی $4/8$ سانتی متر، در ۴ تراکم مختلف پوشش گیاهی مورد مقایسه قرار گرفته است.

در حالی که پوشش گیاهی مورد استفاده قرار نگرفت، در یک طول تکیه‌گاه ثابت با افزایش عمق آب در دشت سیلابی، عمق آبستگي افزایش یافت که این افزایش عمق، دارای یک نرخ کاهش می‌باشد. برای مثال در $L_a=12$ cm (شکل ۹)، با افزایش عمق آب میزان افزایش d_s/L_a به ترتیب $0/65$ ، $0/72$ ، $0/76$ و $0/78$ می‌باشد.

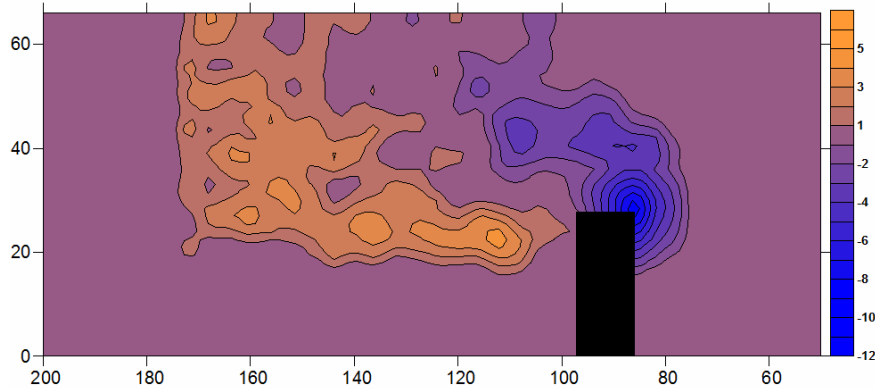
در یک طول تکیه‌گاه و عمق آب ثابت، با افزایش تراکم پوشش گیاهی، عمق آبستگي کاهش یافته است که این کاهش عمق، دارای یک نرخ افزایشی است. برای مثال در $L_a=19$ cm و $y_f=6/4$ cm (شکل ۱۰)، میزان کاهش d_s/L_a از $0/57$ در حالت بدون پوشش به $0/53$ در حالت $S=16$ ، $0/48$ در حالت $S=12$ و $0/41$ در حالت $S=8$ کاهش پیدا کرده است. در تراکم و طول تکیه‌گاه ثابت، با افزایش عمق آب در دشت سیلابی، به تدریج از میزان اثر پوشش گیاهی در کاهش عمق



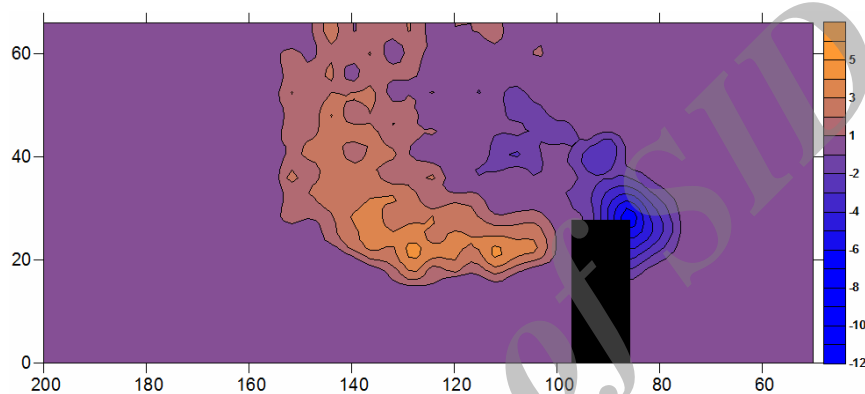
شکل ۱۲- توپوگرافی تشکیل شده در حالت بدون پوشش (جهت جریان از راست به چپ)



شکل ۱۳- اثر پوشش گیاهی بر توپوگرافی در حالت $S=16$



شکل ۱۴- اثر پوشش گیاهی بر توپوگرافی در حالت $S=12$



شکل ۱۵- اثر پوشش گیاهی بر توپوگرافی بستر در حالت $S=8$

در حالت بدون پوشش گیاهی، تغییرات طولی توپوگرافی حتی از محدوده طاقچه رسوبی نیز بیشتر می‌باشد. با افزایش تراکم، تغییرات توپوگرافی در جهت طولی کمتر می‌شود که دلیل آن کاهش حجم حفره آبستگي پیرامون تکیه‌گاه پل می‌باشد. تغییرات طولی توپوگرافی در حالت $S=16$ تا فاصله ۱۹۲ سانتی متر، در حالت $S=12$ تا فاصله ۱۷۲ سانتی متر و در حالت $S=8$ تا فاصله ۱۵۲ سانتی متر از ابتدای طاقچه رسوبی پیشروی نموده است.

نتیجه گیری

در این تحقیق، تأثیر پوشش گیاهی دشت سیلابی بر آبستگي تکیه‌گاه پل با دیواره عمودی در مقطع مرکب در ۴ تراکم، ۳ طول تکیه‌گاه و شرایط هیدرولیکی آب زلال مورد بررسی قرار گرفت. به طور کلی نتایج نشان داد در یک طول تکیه‌گاه و عمق آب ثابت، با افزایش تراکم پوشش گیاهی، عمق آبستگي کاهش یافته که این کاهش عمق، دارای یک نرخ افزایشی است. در تراکم و طول تکیه‌گاه ثابت، با افزایش عمق آب در دشت سیلابی، به تدریج از میزان اثر پوشش گیاهی در کاهش عمق آبستگي کاسته شد. در طول تکیه‌گاه ۲۶ سانتی متر و تراکم $S=8$ ، در کمترین عمق ۴۰ درصد کاهش در

همانطور که در شکل ۱۲ ملاحظه می‌شود در حالتی که پوشش گیاهی مورد استفاده قرار نگیرد، بیشترین عمق آبستگي در دماغه بالادست تکیه‌گاه و تشکیل حفره آبستگي پیرامون دماغه مشاهده گردید. همچنین، توسعه آبستگي تحت یک زاویه مایل حدوداً ۴۵ نسبت به دماغه بالادست تکیه‌گاه مشاهده گردید. رسوبات پس از جاروب شدن از نواحی ذکر شده، در پشت تکیه‌گاه تجمع پیدا نمودند. با افزایش تراکم پوشش گیاهی، میزان توسعه حفره آبستگي پیرامون تکیه‌گاه کاهش پیدا کرده است. ماکزیمم عمق آبستگي نیز از ۱۱/۷ سانتی متر در حالت بدون پوشش به ۱۰/۴ سانتی متر در حالت $S=16$ ، ۸/۹ سانتی متر در حالت $S=12$ و ۷/۲ سانتی متر در حالت $S=8$ کاهش پیدا کرده است. همچنین با افزایش تراکم پوشش گیاهی، از میزان رسوبگذاری در پشت تکیه‌گاه کاسته شده است. دلیل این امر آن است که با افزایش تراکم، قدرت گرداب نعل اسبی کم شده و میزان رسوبات کمتری از اطراف تکیه‌گاه شسته شده و در نتیجه از میزان رسوبگذاری در این ناحیه کم می‌شود. در تمامی حالات ماکزیمم عمق آبستگي در دماغه بالادست تکیه‌گاه مشاهده گردید و پوشش گیاهی تأثیری در جابجایی نقطه ماکزیمم عمق آبستگي از دماغه بالادست تکیه‌گاه نداشته است.

تکیه‌گاه و تغییرات توپوگرافی پایین دست نیز به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا کرده است.

عمق آبشستگی مشاهده شد که با افزایش عمق آب این میزان به ۲۲ درصد کاهش یافت. با افزایش تراکم پوشش گیاهی، علاوه بر کاهش عمق ماکزیمم آبشستگی، میزان توسعه حفره آبشستگی پیرامون

منابع

- 1- Ahmed F. and Rajaratnam N. 2000. Observations on flow around an abutment. *Journal of Engineering Mechanics*, 125(1): 51-59.
- 2- Barbhuiya A.K. and Dey S. 2003. Vortex flow field in a scour hole around abutments. *International Journal of Sediment Research*, 18(4): 310-325.
- 3- Dey S. and Barbhuiya A.K. 2005a. Flow field at a vertical-wall abutment. *Journal of Hydraulic Engineering*, 131(12): 1126-1135.
- 4- Dey S. and Barbhuiya A.K. 2005b. Turbulent flow field in a scour hole at a semicircular abutment. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 32(1): 213-232.
- 5- Dey S. and Barbhuiya A.K. 2005c. Time variation of scour at abutments. *Journal of Hydraulic Engineering*, 131(1): 11-23.
- 6- Dey S. and Barbhuiya A.K. 2006a. 3D flow field in a scour hole at a wing-wall abutment. *Journal of Hydraulic Research*, 44(1): 33-50.
- 7- Dey S. and Barbhuiya A.K. 2006b. Velocity and turbulence in a scour hole at a vertical-wall abutment. *Journal of Flow Measurement and Instrumentation*, 17(1): 13-21.
- 8- FHWA Report. 2004. Enhanced abutment scour studies for compound channels. Publication No. FHWA-RD-99-156.
- 9- Gill M.A. 1972. Erosion of sand beds around spur dikes. *Journal of the Hydraulics Division*, 98: 1587-1602.
- 10- Kandasamy J.K. 1989. Abutment scour. Report No. 458. School of Engineering, University of Auckland, New Zealand.
- 11- Kwan F. 1984. Study of abutment scour. Report No. 328, School of Engineering, University of Auckland, New Zealand.
- 12- Kwan F. 1988. Study of abutment scour. Report No. 451, School of Engineering, University of Auckland, New Zealand.
- 13- Melville B.W. 1992. Local scour at bridge abutments. *Journal of Hydraulic Engineering*, 118(4): 615-631.
- 14- Stone B.M. and Shen H.T. 2002. Hydraulic resistance of flow in channels with cylindrical roughness. *Journal of Hydraulic Engineering*, 128(5): 500-506.
- 15- Sturm T.W. 1999. Abutment scour in compound channels. *Stream Stability and Scour at Highway Bridges*, ASCE, Reston, VA, 398. 443-456.
- 16- Tey C.B. 1984. Local scour at bridge abutments. Report No. 329. School of Engineering, University of Auckland, New Zealand.
- 17- Wong W.H. 1982. Scour at bridge abutments. Report No. 275. School of Engineering, University of Auckland, New Zealand.
- 18- Yang K.J., Cao S.Y. and Knight D.W. 2007. Flow patterns in compound channels with vegetated floodplains. *Journal of Hydraulic Engineering*, 133(2): 148-159.

Effect of Vegetated Floodplain on Abutment Scour in Compound Channels

Y. Ramezani^{1*} - M. Ghomeshi² - H. Musavi Jahromi³ - H. Khozeye Nejad⁴

Received: 25-09-2013

Accepted: 19-02-2014

Abstract

Bridge failures due to scour at bridge abutments clarify importance of scour prediction and scour countermeasures. Most of bridge abutments are located in floodplains. One of common cases in floodplains is the existence of vegetation cover. Scope of this study is investigation on effect of vegetated floodplain on vertical wall abutment scour in compound channels. Results show, for constant abutment length and flow depth, with increasing the vegetation concentration, scour depth decreased with an increasing rate. For constant vegetation concentration and abutment length, with increasing the flow depth, effect of vegetation in reduction of scour depth decreased. In abutment with the length of 26 cm and concentration with $s=8$, with increasing the flow depth from 4.8 to 11.8 cm, percentage reduction in scour depth decreased from 40 to 22 percent. Also, vegetation reduces scour hole dimensions and has effect on downstream topography.

Keywords: Bridge Abutment, Scour Hole, Clear Water, Vegetation, Electromagnetic velocimeter

Archive of SID

1,4- Assistant Professors, Department of Water Engineering, University of Birjand, Birjand, Iran

(*-Corresponding Author Email: y.ramezani@birjand.ac.ir)

2,3- Professor and Associate Professor, Department of Hydraulic Structures, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran