

بررسی آزمایشگاهی تاثیر تجمع اجسام شناور بر آبستگي موضعی پایه پل

ابراهیم رحیمی^{1*}، کورش قادری²، مجید رحیم پور³، محمدمهدی احمدی⁴

تاریخ دریافت: 1394/10/6 تاریخ پذیرش: 1395/7/28

چکیده

در این تحقیق تاثیر دبی، عمق آب، محل قرارگیری جسم شناور، ضخامت، قطر و شکل جسم شناور بر آبستگي موضعی پایه پل به صورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. تعداد 45 آزمایش در آزمایشگاه تحقیقات هیدرولیک و سازه‌های آبی بخش مهندسی آب دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. نتایج نشان دادند که عمق حداکثری آبستگي با افزایش دبی بیش تر و با افزایش عمق آب کم تر می شود. ضخامت و قطر اجسام شناور بر آبستگي پایه پل موثر بوده و عمق حداکثری آبستگي را زیاد می کنند. محل قرارگیری اجسام شناور بر آبستگي تاثیر زیادی دارد، اگر فاصله سطح آب تا سطح جسم شناور $H_{\text{water}}/H < 0/3$ باشد در بازه $0 < H_{\text{water}}/H < 0/3$ با افزایش استغراق اجسام شناور میزان عمق آبستگي زیاد می شود، برای $H_{\text{water}}/H > 0/3$ با افزایش استغراق میزان آبستگي کاهش می یابد. شکل اجسام شناور بر آبستگي تاثیر زیادی دارد، به ترتیب اجسام شناور مستطیلی، استوانه‌ای و مثلثی آبستگي بیش تری ایجاد می کنند. تجمع اجسام شناور در اطراف پایه پل حدود 90 درصد آبستگي را افزایش می دهد.

واژه های کلیدی: اجسام شناور، رسوبات غیر چسبنده، عمق حداکثری آبستگي

مقدمه

به طور کلی به فرسایش بستر و کناره رودخانه‌ها و آبراهه‌ها در اثر عبور جریان آب، آبستگي گویند. تفاوت رقوم بستر فرسایش یافته نسبت به بستر اولیه عمق آبستگي نامیده می شود. بر اساس نوع مکانیسم آبستگي، این پدیده خود به دو صورت رخ می دهد. نوع اول، آبستگي در مقطع تنگ شده در مسیر یک آبراهه می باشد. این نوع آبستگي در محل هایی رخ می دهد که سرعت جریان در مقطع تنگ شده، افزایش می یابد. آبستگي موضعی نوع دیگر این پدیده می باشد که در اطراف سازه‌های هیدرونظیر دیواره‌های جانبی و پایه‌های پل، خطوط لوله انتقال سیال واقع در مقطع عرضی رودخانه‌ها و یا در پایین دست پرتاب کننده‌های جامی شکل رخ می دهد.

آبستگي پایه‌های پل یکی از مهم ترین عوامل تهدیدکننده پایداری پل‌های احداث شده بر روی رودخانه‌ها می باشد. در اثر آبستگي، حفره‌ای در اطراف پایه بوجود آمده و موجب می شود که

پل در اثر یک سیل بزرگ، یعنی درست زمانی که بیش ترین نیاز به آن‌ها وجود دارد ویران گردند. بررسی برخی مدارک نشان می دهد که بیش ترین تخریب پل‌ها در اثر آبستگي و یا عوامل هیدرولیکی دیگر صورت می گیرد. آبستگي پایه پل چالش بزرگی است که میلیون‌ها دلار هزینه می برد و یکی از عوامل اساسی در طراحی پل، پیش‌بینی دقیق عمق آبستگي است (Talebbeydokhti and Aghbolaghi., 2006).

برآورد عمق آبستگي موضعی یکی از مسائل مهمی است که همواره در طراحی سازه‌های هیدرولیکی که در مسیر رودخانه و آبراهه‌ها بنا شده‌اند، مورد توجه مهندسين و محققين بوده است. تحقیقات در زمینه آبستگي پایه پل از 60 سال پیش تاکنون ادامه دارد که می توان به تحقیقات محققانی مانند (Larsen and Toch., 1956)، (Shen et al., 1969)، (Chiew., 1999 Melville and)، (Debnath 2009)، (Lee and Sturm., 2009)، (Amini et al., 2012)، (Yasser and Chaudhuri., 2012) و (Shariati and Hemkaran (1390) و (et al., 2015) اشاره کرد.

یکی از عوامل مهم که باعث تشدید میزان آبستگي پایه پل شده و کم تر مورد توجه قرار گرفته است، تجمع اجسام شناور و شاخ و برگ درختان در اطراف پایه‌های پل می باشد. جریان همراه با اجسام شناور در اغلب نقاط دنیا اتفاق می افتد. در این جریان‌ها آب مقدار زیادی اجسام شناور، چوب، سنگ، گل‌ولای به همراه دارد. چون

1- دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، بخش مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان

2-3- دانشیار بخش مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان

4- استادیار بخش مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان

*- نویسنده مسئول: (Email: Rahimi.uk@gmail.com)

اجسام شناور بر آبشستگی پایه پل مورد بررسی قرار گرفت. متغیرهای مورد بررسی شامل دبی، عمق آب، محل قرارگیری جسم شناور، اندازه، شکل، قطر، ضخامت و زبری اجسام شناور که تاثیر آن‌ها بر آبشستگی موضعی پایه پل به صورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها در فلوم آزمایشگاه تحقیقاتی هیدرولیک و سازه‌های آبی بخش مهندسی آب دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد که طول فلوم آزمایشگاهی با دیواره شیشه‌ای 8 متر، عرض 0/8 متر و عمق فلوم 0/7 متر انتخاب شد. نمایی از این فلوم در شکل 1 قابل مشاهده است. عمق جریان با استفاده از سرریزهای مستطیلی نصب شده در انتها فلوم تنظیم شد.

دبی جریان با استفاده از یک دبی‌سنج حجمی که در خط لوله خروجی آب قرار داشت اندازه‌گیری شد.

به منظور توسعه یافتگی کامل جریان بازه آزمایشی به طول 3 متر و فاصله 4 متر از ابتدای فلوم در نظر گرفته شد و با رسوبات غیرچسبیده به ضخامت 16 سانتی‌متر پر شد. برای جلوگیری از شسته شدن رسوبات، سکوها بتنی در بالادست و پایین دست این قسمت نصب شد به طوری که سطح سکوها بتنی هم سطح رسوبات گردد. ضمناً جهت از بین بردن تفاوت زبری میان بستر رسوبات و سکوها لایه نازکی از رسوبات روی این سکوها نصب شد. نمایی از فلوم و محل قرارگیری پایه پل و اجسام شناور در شکل 2 ارائه شده است.

برای پیشگیری از تشکیل فرم بستر متوسط ذرات باید از 0/7 میلی‌متر بیشتر باشد. همچنین برای حذف اثر رسوبات روی عمق آبشستگی نسبت $20 - 25 > D/d_{20}$ باشد (D قطر پایه و d_{20} قطر متوسط ذرات) (Raudkivi and Ettema., 1983). بنابراین از رسوب با $d_{20} = 0.88 \text{ mm}$ استفاده گردید که منحنی دانه‌بندی رسوب مورد نظر در شکل 3 قابل مشاهده است. برای مدل پایه از یک لوله استوانه‌ای شکل فولادی به قطر 3 سانتی‌متر استفاده شد. کلیه آزمایش‌ها در شرایط آب زلال انجام گرفت. برای به دست آوردن زمان تعادل شرایط بستر و پایان هر آزمایش، تغییرات آبشستگی در محدوده پایه ساده (الگوی شاهد) نسبت به زمان در مدت 15 ساعت ثبت شد. معیار زمان تعادل در این آزمایش‌ها معیاری است که Kumar et al. 1999 در تحقیقات خود در نظر گرفتند و آن مدت زمانی است که تغییرات عمق آبشستگی در سه ساعت متوالی بیش از یک میلی‌متر نباشد، در تحقیق حاضر نیز این مدت با انجام آزمایشی در دبی 32 لیتر بر ثانیه برابر 7 ساعت در نظر گرفته شد (شکل 4).

برای مدل کردن اجسام شناور اطراف پایه‌ها از قطعات نیم استوانه‌ای، مستطیلی و مثلثی با جنس‌های پلاستیکی و چوبی استفاده

جریان آب مقدار زیادی اجسام جامد به همراه دارد بنابراین قدرت تخریبی زیادی دارد. این نوع جریان بر زیست‌بوم رودخانه می‌تواند اثرات نامطلوبی داشته و با جمع شدن اطراف سازه‌های موجود در آب از قبیل پایه و تکیه‌گاه پل‌ها باعث ازدیاد سرعت و افزایش عمق آبشستگی گردد.

انباشتگی اجسام شناور بزرگ چوبی باعث کاهش سطح جریان، انحراف جریان و افزایش سرعت در پای پایه‌های پل، افزایش سرعت انتقال رسوب و حداکثری عمق آبشستگی می‌شود. همچنین چوب و اجزای درختان جمع‌آوری شده بر روی پایه پل از اندازه‌های مختلفی تشکیل شده‌اند و بر اساس ویژگی‌های این اجسام شناور و مورفولوژی رودخانه انباشتگی این اجسام شناور ممکن است تا پایین دست پایه ادامه یابد و یا کاملاً در بالادست پایه انباشته شوند (Pagliara and Carnacina., 2010- 2011)

Larsen and Toch تاثیر تجمع اجسام شناور بر روی پایه‌های پل را به صورت کیفی بررسی نموده و مشاهده نمودند که حضور اجسام شناور باعث می‌شود که گودال آبشستگی ایجاد شده بر اثر تجمع آن‌ها عمیق‌تر و گسترده‌تر از حالتی باشد که اجسام شناور وجود ندارد (Larsen and Toch., 1956).

Melville and Dongol نشان دادند که برای اندازه‌گیری کمی عمق آبشستگی پایه پل همراه با تجمع اجسام شناور می‌توان پایه پل را بزرگ‌تر از پایه واقعی فرض کرد و میزان آبشستگی با حضور اجسام شناور را با پایه جدید فرضی معادل کرده و تخمین زد. در این تحقیق اجسام شناور بکار رفته به عنوان مدل در آزمایشگاه، دارای شکل‌های منظم با سطحی صاف و نفوذناپذیر بودند و سطح بالایی آن‌ها مماس بر سطح آب بود. نتایج نشان داد که بیشینه عمق آبشستگی موضعی ایجاد شده توسط پایه پل به همراه اجسام شناور جمع شده در اطراف پایه پل را می‌توان به صورت محافظه کارانه با محاسبه یک قطر موثر پایه و قرار دادن آن درون معادله آبشستگی موضعی Melville and Dongol بدست آورد (Melville and Dongol., 1992).

Lagasse et al با بررسی رابطه Melville and Dongol مقایسه آن با نتایج آزمایشگاهی بیان کردند که این رابطه قطر موثر پایه را زیاد برآورد می‌کند (Lagasse et al., 2010).

مشعشی و همکاران (1393) تاثیر اجسام شناور چوبی مستطیلی بر آبشستگی پایه‌های مربعی و مربعی دماغه تیز را به صورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد وجود اجسام شناور در جلو پایه‌های پل مربعی و مربعی با دماغه تیز تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی عمق، عرض و طول گودال آبشستگی دارد.

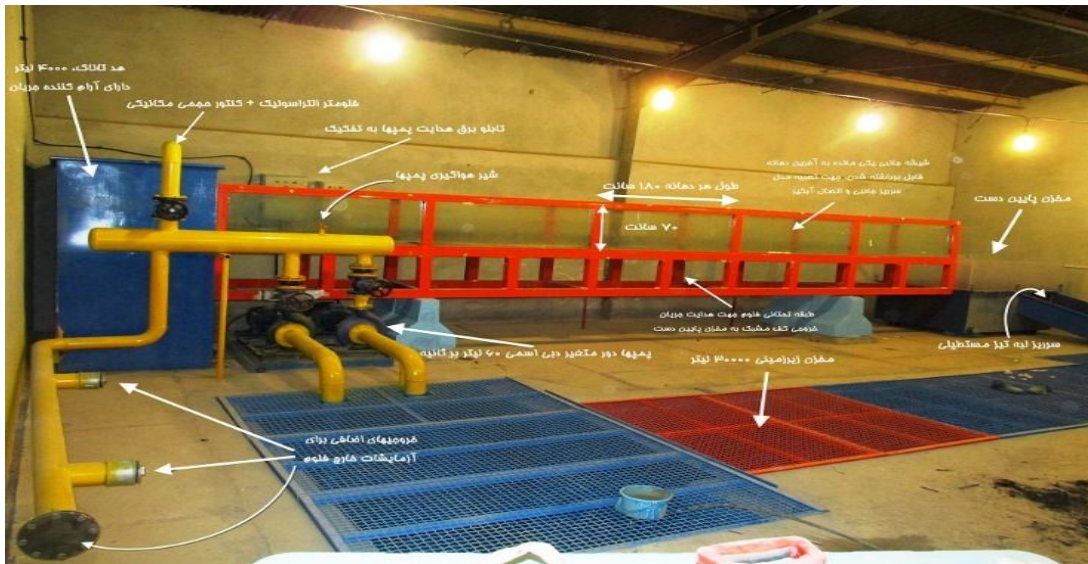
با توجه به اینکه در اغلب رودخانه‌های ایران سیلاب‌های زیادی دیده می‌شود و با علم به اینکه در اغلب سیل‌ها از جمله سیل‌های گلستان و شیراز جریان همراه با اجسام شناور ملاحظه می‌گردد، مطالعه در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق تاثیر

تراز و ماله بنایی کاملا مسطح گردید. بعد از راه اندازی پمپ، در حالی که سرریز در انتهای فلوم نصب گردیده بود، با تنظیم دور موتور پمپ، آب با دبی کمی وارد سیستم شد. پس از بالا آمدن آب و اطمینان از مرطوب شدن رسوبات به آرامی دبی افزایش یافت تا به دبی مورد نظر برسد.

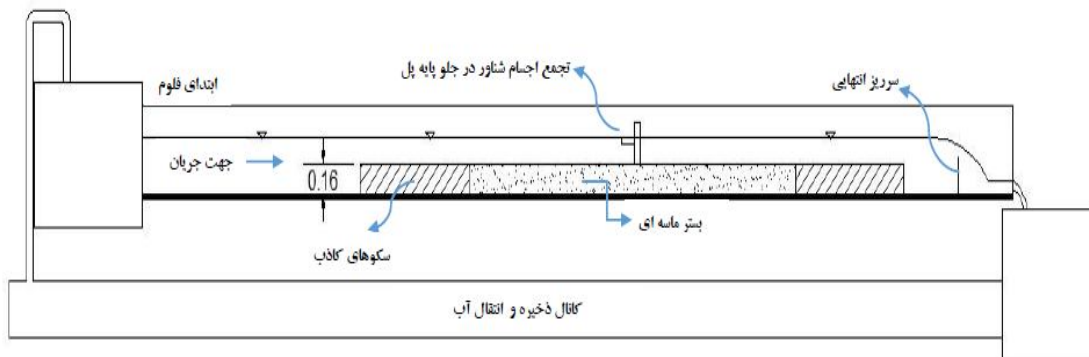
گردید که نمایی از آن همراه با مدل پایه پل در شکل 5 نشان داده شده است.

انجام آزمایش

در هر آزمایش ابتدا مدل پایه در بستر قرار گرفته و مدل اجسام شناور بر روی پایه با کمک پیچ سفت شد. سپس مصالح بستر بوسیله



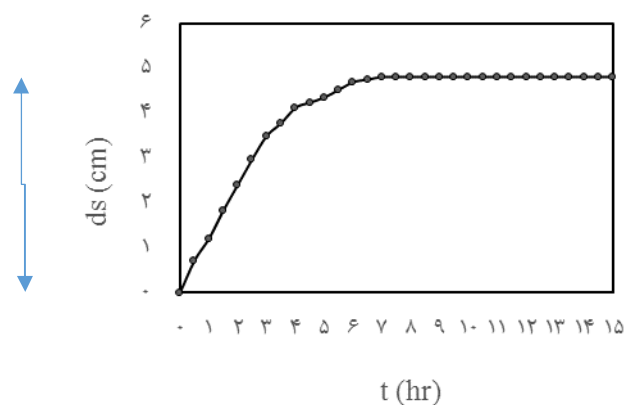
شکل 1- فلوم آزمایشگاهی



شکل 2- نمایی از فلوم آزمایشگاهی و نحوه قرارگیری جسم شناور و پایه پل



شکل 3- منحنی دانه بندی رسوب



شکل 4- منحنی زمان تعادل



شکل 5- چند نمونه از مدل اجسام شناور پلاستیکی و چوبی با هندسه‌های مختلف به کار رفته در آزمایشگاه

برداشت می‌گردید. عمق سنج همان‌طور که در شکل شماره 6 نشان داده شده است بر روی ریلی که امکان حرکت در جهت طولی و عرضی را دارد، نصب شده بود. قرائت بستر در اطراف پایه‌ها در شبکه‌های 2x2 سانتی‌متری انجام شد.

پس از هر آزمایش، پمپ خاموش و با وجود سرریز انتهایی آب موجود در کانال به آرامی زهکشی شده تا تغییری روی توپوگرافی بستر ایجاد نگردد. پس از گذشت چند ساعت و تخلیه کامل آب درون کانال، بوسیله یک عمق‌سنج لیزری با دقت 1mm توپوگرافی بستر

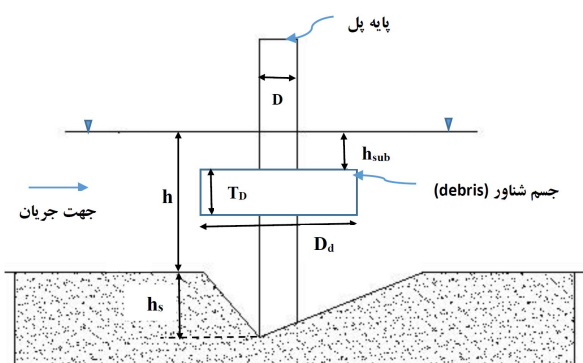


شکل 6- نمایی از مراحل انجام آزمایش‌ها

نتایج و بحث

شناور در 7 نمونه (S9 تا S15) و تاثیر ضخامت اجسام شناور در 9 آزمایش (S16 تا S24) مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی تاثیر محل قرارگیری جسم شناور یک مدل جسم شناور در 9 عمق متفاوت با ثابت بودن سایر پارامترها قرار گرفت. در نهایت تاثیر شکل برای سه شکل اجسام شناور مستطیلی، مثلثی و دایره ای در 9 آزمایش بررسی گردید، شکل 7 محل قرارگیری اجسام شناور و پارامترهای مورد استفاده را نشان می‌دهد. تاثیر پارامترهای مذکور به صورت مجزا در ادامه تشریح گردیده است.

در این تحقیق تاثیر دبی، عمق آب، محل قرارگیری جسم شناور، ضخامت، قطر و شکل جسم شناور بر آبستگي موضعی پایه پل به صورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است. در مجموع 45 آزمایش انجام گردید، در ابتدا در چهار آزمایش (S1، S2، S3 و S4) تاثیر عمق جریان بر آبستگي پایه پل همراه با تجمع اجسام شناور با ثابت بودن سایر پارامترها بررسی گردید، سپس تاثیر دبی جریان برای چهار دبی مختلف (S5، S6، S7 و S8) آزمایش شد. تاثیر قطر اجسام



شکل 7- نمایی از پایه پل و جسم شناور و پارامترهای مورد بررسی

نسبت عمق بیشینه آبستگي به قطر پایه d_p/D را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل با افزایش عمق آب، عمق بیشینه آبستگي کاهش می‌یابد.

تاثیر دبی جریان بر آبستگي پایه پل همراه با تجمع اجسام شناور.

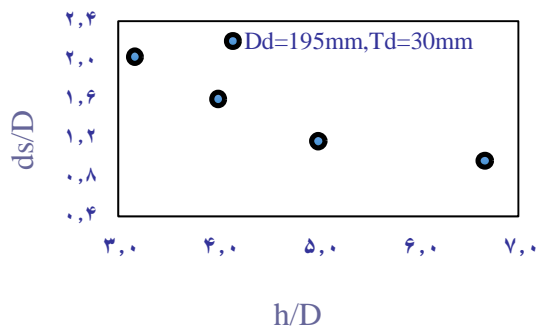
این آزمایش‌ها با عمق ثابت 12 سانتی‌متر برای اجسام شناور استوانه‌ای و برای دبی‌های مختلف انجام گرفت. در جدول 2 مشخصات آزمایش‌ها نشان داده شده است، در شکل 9 نمودار دبی در مقابل عمق بیشینه آبستگي رسم شده است. این شکل نشان می‌دهد که با افزایش دبی عمق بیشینه آبستگي افزایش می‌یابد.

تاثیر عمق آب بر آبستگي پایه پل همراه با تجمع اجسام شناور.

به منظور بررسی تاثیر عمق آب بر عمق بیشینه آبستگي پایه پل با تجمع اجسام شناور با ثابت بودن دبی، ارتفاع سرریز انتهایی تغییر داده شد و عمق‌های متفاوت با دبی ثابت 32 لیتر بر ثانیه مورد آزمایش قرار گرفت. خصوصیات آزمایش‌های انجام شده به شرح جدول 1 می‌باشد که در آن D_p قطر اجسام شناور، T_d ضخامت اجسام شناور، h عمق آب، d_p/D عمق بیشینه آبستگي، D قطر پایه پل، U سرعت متوسط و U_c سرعت آستانه حرکت رسوب می‌باشد. در شکل 8 محور افقی نسبت عمق آب به قطر پایه h/D و محور عمودی

جدول 1- خصوصیات مدل‌های آزمایشگاهی تاثیر عمق آب بر آبستگي

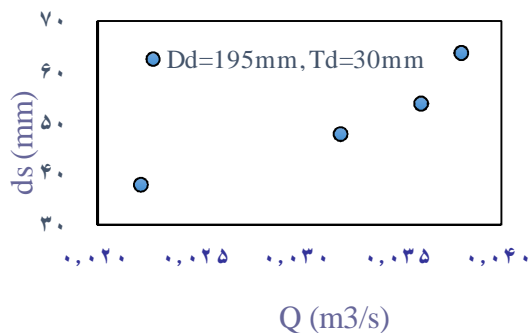
نمونه	D_d (mm)	T_d (mm)	h (mm)	d_s (mm)	$\frac{h_s}{D}$	$\frac{d_p}{D}$	$\frac{U}{U_c}$
S1	195	30	95	61	2/67	2/03	0/96
S2	195	30	120	48	4	1/6	0/71
S3	195	30	150	35	5	1/17	0/55
S4	195	30	200	29	6/67	0/97	0/4



شکل 8- تاثیر عمق آب بر بیشینه عمق آبستگي

جدول 2- خصوصیات مدل‌های آزمایشگاهی تاثیر دبی جریان بر آبستگي

$\frac{U}{U_c}$	$\frac{d_s}{D}$	ds (mm)	Q (lit/s)	h (mm)	Td (mm)	Dd (mm)	نمونه
0/49	1/27	38	22	120	30	195	S5
0/71	1/6	48	32	120	30	195	S6
0/8	1/8	54	36	120	30	195	S7
0/85	2/13	64	38	120	30	195	S8



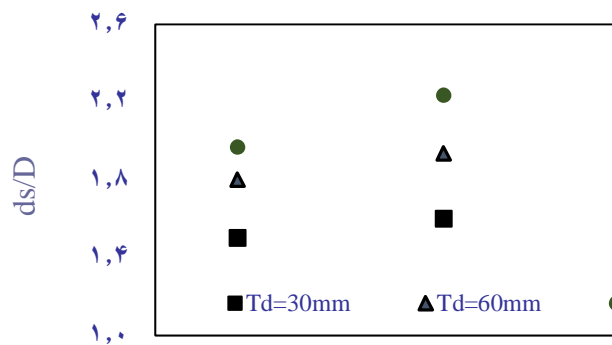
شکل 9- تاثیر دبی جریان بر بیشینه عمق آبستگي

استوانه‌ای انجام گردید. در جدول 3 مشخصات آزمایش‌ها قابل مشاهده است. شکل 10 نشان می‌دهد که با افزایش قطر اجسام شناور عمق بیشینه آبستگي زیاد می‌شود.

تاثیر قطر اجسام شناور بر آبستگي پایه پل همراه با تجمع اجسام شناور. این آزمایش‌ها برای دبی ثابت 32 لیتر بر ثانیه و عمق آب 12 سانتی‌متر با ثابت بودن ضخامت، برای قطرهای مختلف اجسام شناور

جدول 3- خصوصیات مدل‌های آزمایشگاهی تاثیر قطر اجسام شناور بر آبستگي

$\frac{U}{U_c}$	$\frac{d_s}{D}$	$\frac{D_s}{D}$	ds (mm)	h (mm)	Td (mm)	Dd (mm)	نمونه
0/73	1/5	4	45	120	30	120	S9
0/73	1/6	6/5	48	120	30	195	S10
0/73	1/93	10	58	120	30	300	S11
0/73	1/8	4	54	120	60	120	S12
0/73	1/93	6/5	58	120	60	195	S13
0/73	2/07	10	62	120	60	300	S14
0/73	1/9	4	59	120	90	120	S15
0/73	2/23	6/5	67	120	90	195	S16
0/73	2/4	10	72	120	90	300	S17



شکل 10- تاثیر قطر اجسام شناور بر عمق بیشینه آبستگي

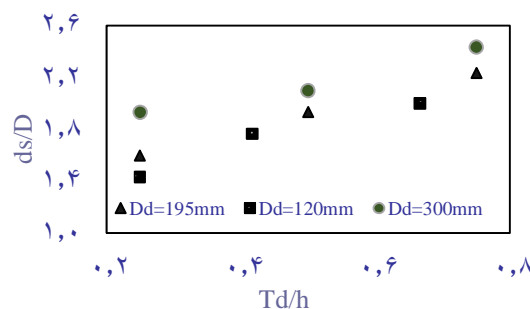
ها قابل مشاهده است. در شکل 11 محور افقی نسبت ضخامت اجسام شناور به عمق آب و محور عمودی نسبت عمق بیشینه آبستگي به قطر پایه رسم شده است، با افزایش ضخامت اجسام شناور عمق بیشینه آبستگي زياد می شود.

تاثیر ضخامت اجسام شناور بر آبستگي پایه پل همراه با تجمع اجسام شناور.

این آزمایش ها برای دبی ثابت 32 لیتر بر ثانیه و عمق آب 12 سانتی متر با ثابت بودن قطر اجسام شناور، برای ضخامت های مختلف اجسام شناور استوانه ای انجام گردید. در جدول 4 مشخصات آزمایش -

جدول 4- خصوصیات مدل های آزمایشگاهی تاثیر ضخامت اجسام شناور بر آبستگي

$\frac{U}{U_c}$	$\frac{d_s}{D}$	$\frac{T_d}{h}$	ds (mm)	h (mm)	Td (mm)	Dd (mm)	نمونه
0/73	1/6	0/25	48	120	30	195	S18
0/73	1/93	0/5	58	120	60	195	S19
0/73	2/23	0/75	67	120	90	195	S20
0/73	1/43	0/25	43	120	30	120	S21
0/73	1/77	0/42	53	120	50	120	S22
0/73	2	0/67	60	120	80	120	S23
0/73	1/93	0/25	58	120	30	300	S24
0/73	2/1	0/5	63	120	60	300	S25
0/73	2/43	0/75	73	120	90	300	S26



شکل 11- تاثیر ضخامت اجسام شناور بر بیشینه عمق آبستگي

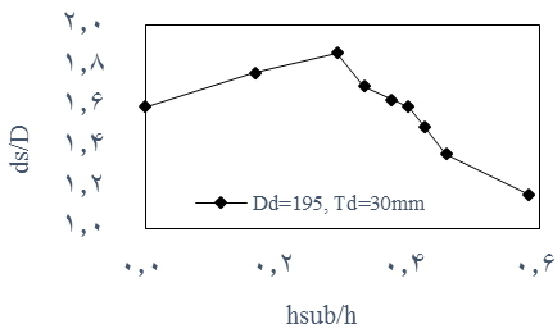
تغییر می کرد به صورتی که در ابتدا سطح بالای اجسام شناور مماس بر سطح آب و سپس اجسام شناور در عمق های مختلف مستغرق گردید، فاصله سطح بالای اجسام شناور تا سطح آب h_{sub} نشان دهنده میزان استغراق اجسام شناور می باشد (شکل 7). در شکل 12 محور افقی نسبت استغراق اجسام شناور h_{sub}/h به

تاثیر محل قرار گیری اجسام شناور بر آبستگي پایه پل همراه با تجمع اجسام شناور.

این آزمایش ها در حالت دبی ثابت 32 لیتر بر ثانیه و عمق آب 12 سانتی متر برای اجسام شناور با قطر 195 میلی متر و ضخامت 30 میلی متر انجام گرفت. محل قرار گیری اجسام شناور بر روی پایه پل

میزان آبستگي کاهش می‌یابد تا حدی که برای $F_{2,sub}/h > 0/4$ آبستگي پایه با وجود اجسام شناور کمتر از پایه بدون اجسام شناور می‌شود.

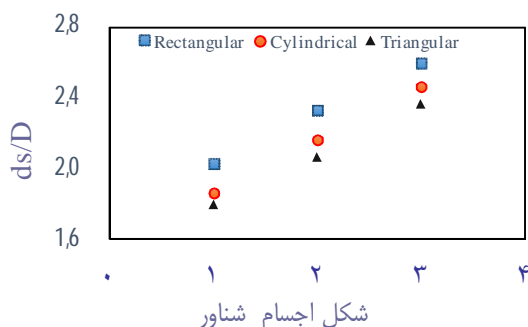
عمق آب و محور عمودی نسبت عمق آبستگي بیشینه به عمق آب $F_{2,sub}/h$ را نشان می‌دهد. زمانی که اجسام شناور مستغرق می‌شوند در بازه $0 < F_{2,sub}/h < 0/3$ با افزایش استغراق اجسام شناور میزان عمق آبستگي زیاد می‌شود، برای $F_{2,sub}/h > 0/3$ با افزایش استغراق



شکل 12- تاثیر محل قرارگيري اجسام شناور بر بیشینه عمق آبستگي

متفاوت که در جدول 5 مشخصات آن‌ها ارائه شده است، استفاده گردید. T1، T2 و T3 سه مدل اجسام شناور مثلثی، R1، R2 و R3 سه مدل اجسام شناور مستطیلی و C1، C2 و C3 سه مدل اجسام شناور دایره‌ای می‌باشند.

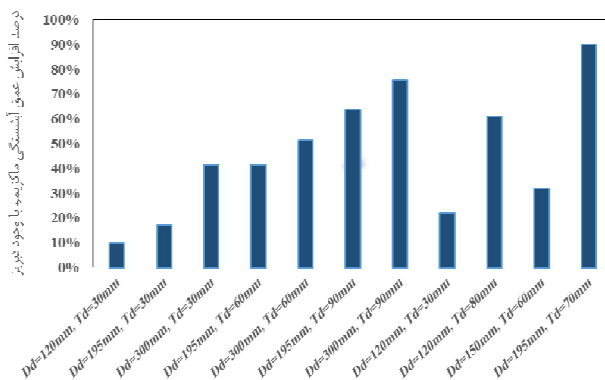
تاثیر شکل اجسام شناور بر آبستگي پایه پل همراه با تجمع اجسام شناور. سه شکل اجسام شناور مستطیلی، مثلثی و استوانه‌ای مورد آزمایش قرار گرفت. برای هر شکل سه نمونه جسم شناور با ابعاد



شکل 13- تاثیر شکل اجسام شناور بر بیشینه عمق آبستگي

جدول 5- خصوصیات مدل‌های آزمایشگاهی شکل‌های مختلف اجسام شناور

$\frac{U}{U_c}$	$\frac{d_s}{D}$	$\frac{T_d}{h}$	ds (mm)	h (mm)	Td (mm)	Dd (mm)	نمونه
0/73	1/8	0/27	54	120	33	195	T1
0/73	2/07	0/42	62	120	50	195	T2
0/73	2/37	0/58	71	120	70	195	T3
0/73	2/03	0/27	61	120	33	195	R1
0/73	2/33	0/42	70	120	50	195	R2
0/73	2/6	0/58	78	120	70	195	R3
0/73	1/87	0/27	56	120	33	195	C1
0/73	2/17	0/42	65	120	50	195	C2
0/73	2/47	0/58	74	120	70	195	C3



شکل 14- تاثیر اجسام شناور بر بیشینه عمق آبهستگی.

پل حدود 90 درصد آبهستگی را افزایش می دهد.

منابع

شریعتی، ح.، خدائشناس س. ر. و اسماعیلی، ک. 1390. بررسی آزمایشگاهی کارکرد با هم طوق و شکاف بر میزان آبهستگی موضعی در پایه پل. نشریه علمی پژوهشی مهندسی عمران (دانشکده مهندسی). 23,1: 86-96.

مشعشعی، م.، اسدی آقبلاغی، م. و قربانی، ب. 1393. بررسی آزمایشگاهی تاثیر اجسام شناور چوبی مستطیلی بر آبهستگی پایه های مربعی و مربعی دماغه تیز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهر کرد

Amini, A., Melville, B.W., Ali, T.M., Ghazali, A.H. 2012. Clear-Water Local Scour around Pile Groups in Shallow-Water Flow. Journal of Hydraulic Engineering. 138. 2: 177-185.

Debnath, K and Chaudhuri, S. 2012. Local scour around non-circular piers in clay-sand mixed cohesive sediment beds. Engineering Geology. 151: 1-14.

Kumar, V., Rango Raju, K.G., and Vittal, N. 1999. Reduction of local scour around bridge piers using slots and collars. J.Hyd.Eng. ASCE, 125, 12 : 1302-1305.

Lagasse, P.F., Clopper, P.E., Zevenbergen, L.W. 2010. Effects of Debris on Bridge Pier Scour, NCHRP Report 653, Transportation Research Board, National Academies of Science, Washington, D.C.

Larsen, E.M and Toch, A. 1956. Scour around bridge piers and abutments. Bulletin No. 4, Iowa Highway Res. Board, Ames, Iowa.

Lee, S.O., Sturm, T.W. 2009. Effect of Sediment Size Scaling on Physical Modeling of Bridge Pier Scour. Journal of Hydraulic Engineering. 135.10: 793-802.

Melville, B.W and Chiew, Y.M. 1999. Time scale for local scour at bridge piers. Journal of Hydraulic

در شکل 13 محور طولی نمونه های مذکور و محور عرضی نسبت بیشینه عمق آبهستگی به قطر پایه پل (h_{suB}/D) را نشان می دهد. شکل اجسام شناور بر آبهستگی موثر بوده و اجسام شناور مستطیلی، استوانه ای و مثلثی به ترتیب آبهستگی را به میزان 90، 80 و 73 درصد افزایش می دهند.

تاثیر کلی اجسام شناور مورد بررسی در تحقیق بر آبهستگی پایه پل همراه با تجمع اجسام شناور.

نمودار درصد افزایش عمق بیشینه آبهستگی در اثر تجمع اجسام شناور اطراف پایه پل برای چند نمونه آزمایش در شکل 14 ارائه گردیده است. همان طور که مشاهده می شود اجسام شناور موجود تا 90 درصد آبهستگی را افزایش می دهند و این موضوع نشان دهنده اهمیت اجسام شناور در افزایش عمق آبهستگی و تخریب پل را دارد.

نتیجه گیری

در این تحقیق تاثیر دبی، عمق آب، محل قرارگیری جسم شناور، ضخامت، قطر و شکل جسم شناور بر آبهستگی موضعی، پایه پل به صورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عمق بیشینه آبهستگی با افزایش دبی بیش تر و با افزایش عمق آب کم تر می شود. ضخامت و قطر اجسام شناور بر آبهستگی پایه پل موثر بوده و عمق بیشینه آبهستگی را زیاد می کنند. محل قرارگیری اجسام شناور بر آبهستگی تاثیر زیادی دارد، زمانی که اجسام شناور مستغرق می شوند در بازه $0 < h_{suB}/h < 0/3$ با افزایش استغراق اجسام شناور میزان عمق آبهستگی زیاد می شود، برای $h_{suB}/h > 0/3$ با افزایش استغراق میزان آبهستگی کاهش می یابد تا حدی که برای $h_{suB}/h > 0/4$ آبهستگی پایه با وجود اجسام شناور کم تر از پایه بدون اجسام شناور می شود.

شکل اجسام شناور بر آبهستگی تاثیر زیادی دارد، به ترتیب اجسام شناور مستطیلی، استوانه ای و مثلثی آبهستگی بیش تری ایجاد می کنند. تجمع اجسام شناور مانند شاخه و تنه درختان در اطراف پایه

- Shen, H.W., Schneider, V.R and Karaki, S.S. 1969. Local scour around bridge piers. *Journal of Hydraulic Division*. 95.6: 1919–1940.
- Talebbeydokhti, N and Aghbolaghi, M.A. 2006. Investigation of Scour Depth at Bridge Piers Using Bristars Model, *Iranian Journal of Science & Technology, Transaction B, Engineering*. Volume 30.4: 541-554
- Yasser, A., Mohammed, Yasser, K.S and Abdel-Azim, M.A. 2015. Experimental investigation of local scour around multi-vents bridge piers, *Alexandria Engineering Journal*. 28, 49–68.
- Engineering. 125.1: 59–65
- Melville, B.M and Dongol, D.M. 1992. Bridge pier scour with debris accumulation, *Journal of Hydraulic Engineering*. 118. 9: 1306–1310.
- Pagliara, S and Carnacina, L. 2010. Temporal scour evolution at bridge piers: effect of wood debris roughness and porosity, *Journal of Hydraulic Research*. 48. 1: 3-13.
- Pagliara, S and Carnacina, L. 2011. Influence of Wood Debris Accumulation on Bridge Pier Scour *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE*. 26.2: 121-136.
- Raudkivi, A.J and Ettema, R. 1983. Clear water scour at cylindrical piers *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE*. 103.10: 1209-1213.

Experimental Study on Effect of Debris Accumulation on Bridge Pier Scour

E. Rahimi^{1*}, K. Qaderi², M. Rahimpour³, M. M. Ahmadi⁴

Received: Jan.26, 2016

Accepted: Oct.19, 2016

Abstract

An important factor in increasing the scour around bridge piers is the accumulation of debris and trees. The effect of discharge, water depth, location of the debris, thickness, diameter and shape of the debris on pier scour been studied experimentally. 45 samples in the laboratory hydraulic and hydraulic structures, water engineering shahid Bahonar University of Kerman. The results showed that the maximum scour depth increases with increasing water depth less discharge occurs. The thickness and diameter debris on pier scour effective and maximum scour depth increases. The location of debris on the scouring effect. If the water level up to the debris h_{sub} , Water depth is h . In the range $0 < h_{sub}/h < 0.3$ with debris submerged increase the scour depth increases. For $h_{sub}/h > 0.3$ scour reduced by increasing the submergence. The shape of the debris can affect scour, debris rectangular, cylindrical and triangular respectively scour more. Accumulation of debris such as branches and trunks of trees around the pier of the bridge scour increases about 90%.

Keywords: Debris, Maximum scour depth, Non-cohesive sediments

1- ph.D Candidate, Department of Water Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

2,3- Associate professor, Department of Water Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

4- Assistant professor, Department of Water Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

(* - Corresponding Author Email: Rahimi.uk@gmail.com)