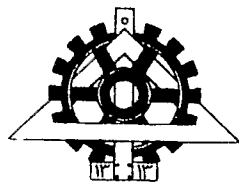


به نام

یکتای هستی بخش

۱۲ / ۷۱ / ۱۳۷۸

مرکز اطلاع‌رسانی شه‌مدارک علمی ایران
توسیه مدارک



دانشگاه تهران



عنوان:

بررسی آب شستگی در مجاورت پایه های مستطیل شکل پلها

توسط: مجید ملا محسنی الماسی

استاد راهنما: دکتر رضا غیائی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

در

رشته سازه های دریائی

دانشکده فنی

۴ ۰ ۶ ۰ ۵ / ۱

شهریور سال ۱۳۷۸

تقدیم به

پدر و مادر

و

خانواده عزیزم

با تقدیر و سپاس فراوان از زحمات استاد ارجمندم

جناب آقای دکتر رضا غیائی

و با تشکر از نظرات ارزشمند استادان گرامی

جناب آقای دکتر محرم دولتشاهی و جناب آقای دکتر رحمان دادمان

و همچنین با تشکر از آقایان صورت ، محمد احمدی ، علی الماسی

و خانم اجلالی

که با لطف و عنایت همگی این عزیزان موجبات تهیه این

پایان نامه فراهم آمده است.

چکیده

یکی از عمده ترین مشکلات سازه هایی نظیر پلها که پایه های آنها داخل آب رودخانه های قابل فرسایش قرار می گیرند آبشستگی ایجاد شده در اطراف پایه ها می باشد. در یک تقسیم بندی کلی، فرسایش اتفاق افتاده از دو نوع آب شستگی عمومی و موضعی تشکیل شده که آب شستگی موضعی در ارتباط مستقیم با شکل و نحوه قرارگیری پایه در بستر رودخانه است. تا به حال در رابطه با تعیین عمق فرسایش موضعی در مجاورت پایه پلها روشهای مختلفی ارائه شده است که در میان این روشها، روش *Melville & Sutherland* بعنوان یکی از روشهایی که پارامترها و فاکتورهای مختلف را در نظر گرفته، جایگاه خاصی دارد. این روش که در حقیقت بر اساس منحنی های پوش داده شده روی نتایج آزمایشگاهی مربوط به پایه های استوانه ای، حاصل شده، با در نظر گرفتن آستانه حرکت رسوبات و تعیین سرعت برشی ایجاد شده (از روی اندازه ذرات رسوب، دانه بندی رسوب، سرعت و عمق جریان) و همچنین در نظر گرفتن اثر شکل و نحوه قرارگیری پایه در آب در ارتباط با زاویه دار بودن یا نبودن جهت جریان نسبت به پایه، عمق آبشستگی موضعی را محاسبه و مشخص می نماید.

به منظور بررسی این موضوع، آزمایشات مختلفی بر روی پایه های مستطیلی صورت گرفته و نتایج حاصله با نتایج بدست آمده از فرمول، مقایسه شده است که مجموعاً نتایج آزمایشگاهی رضایت بخش بوده و انطباق نسبتاً خوبی با نتایج بدست آمده از فرمول دارند. همچنین با تلفیق مبانی نظری، مکانیسم آب شستگی پایه های دایره ای و مشاهدات انجام یافته، مکانیسم آب شستگی پایه های مستطیل شکل ارائه شده است و در هر مرحله نتایج کار با مبانی نظری و تحقیقات سایرین مقایسه گردیده است. به این جهت نتایج آزمایشها با توجه به دقتی که در آن صورت گرفته، قابل اطمینان می باشند. در ادامه نیز نمودارهایی جهت محاسبه k_s و k_α (ضرایبی که در فرمول *Melville & Sutherland* به کار رفته اند) ارائه گردیده است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
IV	علائم اختصاری
VI	فهرست اشکال و جداول

فصل اول - مقدمه

۲	۱-۱- کلیات
۳	۲-۱- انواع آبشستگی
۴	۱-۲-۱- انواع آبشستگی از نظر علت به وجود آمدن
۴	۲-۲-۱- انواع آبشستگی از نظر وضعیت حمل مواد بستر
۵	۳-۱- روشهای بررسی آبشستگی
۷	۴-۱- معرفی پایان نامه

فصل دوم - انواع فرسایش و عوامل آن

۹	۱-۲- مقدمه
۹	۲-۲- انواع آبشستگی
۹	۱-۲-۲- آبشستگی عمومی
۱۰	۲-۲-۲- آبشستگی موضعی
۱۲	۳-۲-۲- آبشستگی ناشی از تنگ شدن عرض جریان
۱۴	۳-۲- آبشستگی از نظر وضعیت حمل مواد بستر
۱۵	۴-۲- آبشستگی ماکزیمم یا نهائی
۱۶	۵-۲- نتیجه گیری

فصل سوم - آبشستگی و روابط مربوط به آن

۱۹	..... ۱-۳- مقدمه
۱۹	..... ۲-۳- عوامل مؤثر بر آبشستگی پایه پلها
۲۱	..... ۳-۳- روشهای پیشنهادی جهت جلوگیری از آبشستگی
۲۴	..... ۴-۳- طراحی بر اساس تخمین خط آبشستگی
۲۴	..... ۵-۳- ترمیم پایه پلهائی که در معرض آبشستگی قرار دارند
۲۴	..... ۱-۵-۳- بهسازی
۲۵	..... ۲-۵-۳- جایگزینی مصالح
۲۷	..... ۳-۵-۳- ایجاد تغییر در سازه پلها
۲۸	..... ۴-۵-۳- جایگزینی سازه
۲۸	..... ۶-۳- معادلات تعیین عمق آبشستگی موضعی پایه پلها
	..... ۱-۶-۳- معادلات مربوطه با در نظر گرفتن اثر نحوه قرار گیری پایه نسبت به جهت
۳۲	..... جریان آب
۳۴	..... ۲-۶-۳- تعیین عمق آبشستگی موضعی در شرایط آب زلال
۳۵	..... ۳-۶-۳- تعیین عمق آبشستگی موضعی در شرایط بستر متحرک
۳۶	..... ۴-۶-۳- تعیین عمق فرسایش موضعی به روش Melville and Sutherland
۳۷	..... ۱-۴-۶-۳- شرایط آستانه حرکت رسوبات
۴۰	..... ۲-۴-۶-۳- آنالیز آبشستگی موضعی
۴۶	..... ۷-۳- نتیجه گیری

فصل چهارم - مشخصات مدل آزمایشگاهی

۵۱	..... ۱-۴- مقدمه
۵۲	..... ۲-۴- مشخصات فلوم هیدرولیکی مورد آزمایش
۵۴	..... ۳-۴- رسوب مورد آزمایش
۵۶	..... ۴-۴- مشخصات مدل‌های مورد آزمایش

- ۵۶ ۴-۵- روشهای اندازه گیری
۵۷ ۴-۶- نتیجه گیری

فصل پنجم - نتایج آزمایشات

- ۵۹ ۵-۱- مقدمه
۵۹ ۵-۲- مقایسه نتایج بدست آمده از آزمایشات با نتایج حاصله از فرمول
۶۰ ۵-۳- حل يك مسأله نمونه
۶۵ ۵-۴- محاسبه k_s و k_a برای پایه های مستطیل شکل
۷۴ ۵-۵- نحوه شکل گیری گودال آبکند اطراف پایه ها
۷۸ ۵-۶- نتیجه گیری

فصل ششم - نتیجه گیری و پیشنهادات

- ۸۰ ۶-۱- جمع بندی
۸۲ ۶-۲- نتیجه گیری
۸۴ ۶-۳- پیشنهادات

- ۸۵ پیوست ۱ - کانتورهای آب شستگی همراه با اشکال سه بعدی مربوطه
۱۱۹ پیوست ۲ - نتایج کامپیوتری مربوط به مدل‌های آزمایش شده
۱۳۵ مراجع

علائم اختصاری :

- Al : اثر نحوه قرار گیری پایه در مقدار عمق آب شستگی
- b, D : عرض پایه (قطر پایه برای پایه های استوانه ای شکل) در جهت عمود بر جریان
- b'_e, b' : عرض مؤثر و تصویر شده پایه در جهت عمود بر جریان آب
- d_s : عمق آب شستگی موضعی تعیین شده در مجاورت پایه پل
- d_{max} : ماکزیمم اندازه (قطر) ذره یک رسوب غیر یکنواخت
- d_{smax} : ماکزیمم عمق آبشستگی موضعی که ممکن است در مجاورت پایه پل اتفاق بیافتد.
- d'_s : عمق آبشستگی تحت بالا ترین ارتفاع تراز آب ناشی از طغیان رودخانه
- d_{50}, d : قطر متوسط ذرات بستر
- d_{84} : قطر معادل ذره ای که ۸۴ درصد ذرات از آن کوچکتر باشند.
- d_{50a} : قطر متوسط ذرات برای ضخیمترین لایه پوششی بستر
- F_r : عدد فرود
- F_s : تابع shields
- g : شتاب ثقل
- K_d : ضریب اندازه رسوب
- K_I : ضریب شدت جریان
- K_s : ضریب شکل پایه
- K_y : ضریب عمق جریان
- K_α : ضریب نحوه قرار گیری پایه در آب
- K_η : ضریب مربوط به شرایط و وضعیت بستر
- K_σ : ضریب دانه بندی رسوب
- L : طول پایه
- Q : ماکزیمم دبی سیلابی

q : دبی برای واحد عرض جریان

Re : عدد رینولدز

r : شعاع جریان گردابی

\bar{d} : پارامتر معرف عمق آب شستگی موضعی

sh : اثر شکل پایه در مقدار آب شستگی

S_s : نسبت دانسیته ذرات رسوب به دانسیته آب

u : سرعت متوسط جریان در بالا دست پایه

U_* : سرعت جریان گردابی ایجاد شده

U_a : سرعت متوسط جریان در بالا دست پایه و در هنگام وجود ضخیمترین لایه

رسوب پوششی در بستر

U_c : سرعت بحرانی برای آغاز حرکت ذرات بستر

U'_c : سرعت اولیه آب شستگی موضعی در مجاورت پایه

U_{ca} : سرعت بحرانی برای آغاز حرکت ضخیمترین لایه رسوب پوششی در بستر

U_* : سرعت برشی

U_{*c} : سرعت برشی بحرانی

U_{*ca} : سرعت برشی بحرانی برای ضخیمترین لایه رسوب پوششی در بستر

y, y_r : عمق متوسط جریان در بالا دست پل

α : زاویه برخورد آب با پایه

γ : وزن مخصوص آب

η : پارامتر وابسته به بار بستر

μ : ویسکاسیتی دینامیکی

ν : ویسکاسیتی سینماتیکی

ρ : دانسیته سیال (آب)

ρ_s : دانسیته ذرات رسوب

σ_g, σ : انحراف معیار هندسی مربوط به توزیع ذرات

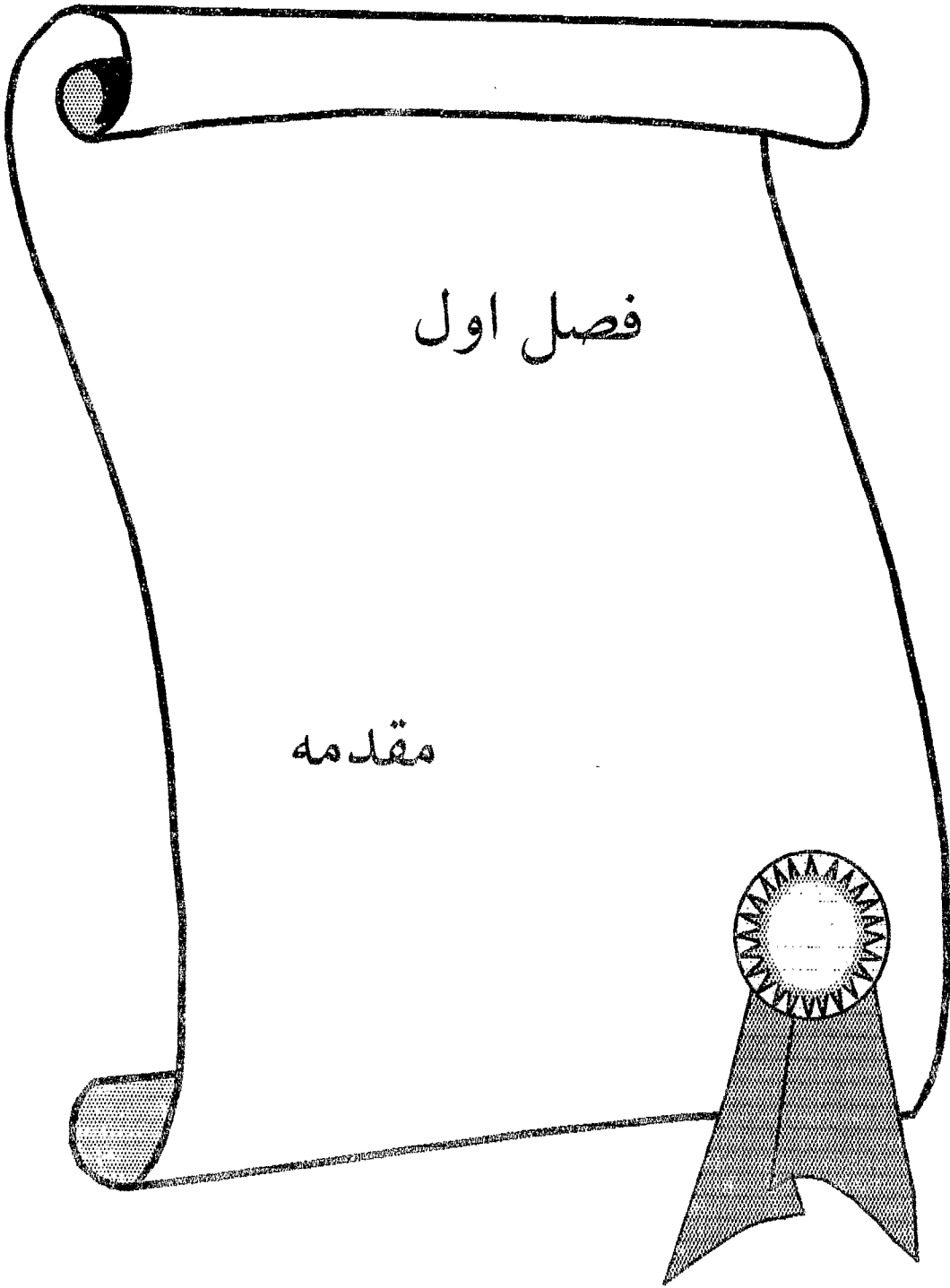
τ : تنش برشی وارده بر کف رودخانه

فهرست اشکال و جداول

صفحه	عنوان
۱۱	شکل ۱-۲- مکانیسم بوجود آمدن جریانهای چرخشی در مجاورت پایه
۱۳	شکل ۲-۲- آب شستگی به دلیل تنگ شدگی مقطع جریان
۱۴	شکل ۳-۲- میزان آبشستگی در ازای زمان
۱۴	شکل ۴-۲- میزان آبشستگی در ازای سرعت برشی
	شکل ۵-۲- آبشستگی ماکزیمم در اثر آبشستگی های موضعی و کلی در مجاورت
۱۶	پایه پل
۲۲	جدول ۱-۳- ضریب برای طراحی سنگ چین
۳۳	شکل ۱-۳- اثر زاویه دار بودن امتداد جریان با پایه
۳۸	شکل ۲-۳- منحنی Shields
۳۸	شکل ۳-۳- نمودار Shields برای شرایط آستانه حرکت رسوبات یکنواخت در آب ...
۴۲	شکل ۴-۳- اثر شدت جریان بر عمق آبشستگی
۴۳	شکل ۵-۳- اثر عمق جریان در میزان آبشستگی
۴۴	شکل ۶-۳- اثر اندازه رسوب در میزان عمق آبشستگی
۴۵	جدول ۲-۳- ضرایب شکل پایه ها
۴۵	شکل ۷-۳- ضریب اثر زاویه دار بودن برخورد آب با پایه بر عمق آبشستگی موضعی ...

- جدول ۳-۳- ارزیابی معادلات مربوط به تعیین عمق فرسایش موضعی در مجاورت پایه پلها با توجه به پارامترهای مؤثر در میزان عمق آبشستگی ۴۷
- شکل ۳-۸- نمودار مقایسه نتایج اندازه گیری شده و محاسبه شده توسط Melville and Sutherland در رسوبات یکنواخت ۴۸
- شکل ۳-۹- نمودار مقایسه نتایج اندازه گیری شده و محاسبه شده توسط Melville and Sutherland در رسوبات غیر یکنواخت ۴۸
- شکل ۴-۱- نمایش شماتیک از فلوم هیدرولیکی مورد آزمایش ۵۳
- شکل ۴-۲- منحنی دانه بندی رسوب ۵۵
- جدول ۵-۱- نتایج حاصله از آزمایشات و فرمولها ۶۰
- شکل ۵-۱- نتایج خروجی بدست آمده از برنامه کامپیوتری برای مثال در نظر گرفته شده در قسمت (۵-۳) ۶۳
- شکل ۵-۱۸- نمودار K_s ۷۰
- شکل ۵-۱۹- نمودار K_α برای زاویه ۱۵ درجه ۷۱
- شکل ۵-۲۰- نمودار K_α برای زاویه ۳۰ درجه ۷۲
- شکل ۵-۲۱- نمودار K_α برای زاویه ۴۵ درجه ۷۳
- شکل ۵-۲- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۱ از جدول (۵-۱) ۱۱۹
- شکل ۵-۳- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۲ از جدول (۵-۱) ۱۲۰
- شکل ۵-۴- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۳ از جدول (۵-۱) ۱۲۱
- شکل ۵-۵- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۴ از جدول (۵-۱) ۱۲۲
- شکل ۵-۶- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۵ از جدول (۵-۱) ۱۲۳

- شکل ۷-۵- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۶ از جدول (۱-۵) ۱۲۴
- شکل ۸-۵- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۷ از جدول (۱-۵) ۱۲۵
- شکل ۹-۵- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۸ از جدول (۱-۵) ۱۲۶
- شکل ۱۰-۵- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۹ از جدول (۱-۵) ۱۲۷
- شکل ۱۱-۵- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۱۰ از جدول (۱-۵) ۱۲۸
- شکل ۱۲-۵- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۱۱ از جدول (۱-۵) ۱۲۹
- شکل ۱۳-۵- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۱۲ از جدول (۱-۵) ۱۳۰
- شکل ۱۴-۵- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۱۳ از جدول (۱-۵) ۱۳۱
- شکل ۱۵-۵- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۱۴ از جدول (۱-۵) ۱۳۲
- شکل ۱۶-۵- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۱۵ از جدول (۱-۵) ۱۳۳
- شکل ۱۷-۵- نتایج خروجی مربوط به داده شماره ۱۶ از جدول (۱-۵) ۱۳۴



فصل اول

مقدمه

۱-۱- کلیات

یکی از عمده ترین مشکلات سازه هایی نظیر پلها که پایه های آنها داخل آب رودخانه های قابل فرسایش قرار می گیرند آبشستگی ایجاد شده در اطراف پایه ها می باشد. شکست برخی از پل ها به علت فرسایش اطراف پایه هایشان اتفاق می افتد. فرسایش ممکن است در پایه ها یا سواحل رودخانه اتفاق بیافتد. این فرسایش در مرحله بعد می تواند منجر به تغییر کلی مسیر جریان شود.

امروزه اساس تئوری طراحی سازه ای پل ها فوق العاده پیشرفت کرده است اما جهت برآورد عمق فرسایش اطراف پایه ها هنوز جای تحقیق باز است که این اصولاً به سبب طبیعت پیچیده مسأله فرسایش است، با این حال اکثر روش های برآورد عمق فرسایش اطراف پایه ها مبتنی بر داده های آزمایشگاهی است.

اهمیت بررسی موضوع آب شستگی پایه های پل با ذکر این مطلب روشن می شود که بدانیم میلیونها پل در سطح جهان وجود دارد که بیش از هزاران عدد از این پلها در کشور ما وجود دارند و بیش از ۴۸۰۰۰۰ پل فقط در ایالات متحده قرار دارد. به دلیل سیلابهای سالانه آب شستگی در اطراف پایه های این پلها اجتناب ناپذیر است و احتمال تخریب آنها در صورتیکه برای محافظت از آنها طرحی اندیشیده نشده باشد حتمی است. این مطلب وقتی بحرانی ترمی شود که بدانیم پلها درست زمانی تخریب می شوند (به عنوان مثال در مواقع سیلابی) که ما بیشترین احتیاج را به راههای دسترسی جهت کمک به آسیب دیدگان از بلاای طبیعی داریم بنابر این دیده می شود که به غیر از مسأله اقتصادی، مسأله پلها در برابر آبشستگی یک موضوع انسانی است. شاید به همین دلیل، این مسأله بعد از جنگ جهانی دوم بیش از پیش مورد توجه محققین قرار گرفته است به غیر از چند تحقیق مختصر که قبل از این دوره روی آبشستگی و روشهای محافظت در برابر آن انجام شد، با پیشرفت علوم اوج تحقیقات در این زمینه طی ۲۵ سال اخیر بوده است.