





دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده کشاورزی

بخش مهندسی آب

پایان نامه تحصیلی جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد سازه های آبی

مطالعه آزمایشگاهی و شبیه سازی آبستگي موضعی پایه پل دربستر خاکهای
چسبنده

استاد راهنما :

دکتر غلامعباس بارانی

استاد مشاور:

دکتر شهرام کریمی گوغری

مؤلف :

محمد نجف زاده

شهریور ۸۸



این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

گروه مهندسی آب

دانشکده کشاورزی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی‌شود.

امضاء

دانشجو: محمد نجف زاده

استاد راهنما: دکتر غلامعباس بارانی

استاد مشاور: دکتر شهرام کریمی گوغری

داور: دکتر محمد جواد خانجانی

معاونت پژوهشی و نماینده تحصیلات تکمیلی یا نماینده دانشکده: دکتر محمد حسن فولادی

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تشکر و قدر دانی :

با تشکر از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر غلامعباس بارانی استاد راهنمای خوبم،
با تشکر از دکتر شهرام کریمی گوغری خوبم، با تشکر فراوان از سایر اساتید بخش
مهندس آب که در تمام لحظات یاریم دادند و کلیه عزیزانی که در انجام کلیه
مراحل پایان نامه فرمودند.

چکیده

تخمین بیشترین عمق آبشستگی یکی از پارامترهای مهم در طراحی پایه های پل نصب شده در رودخانه و یا دریا می باشد. در این مطالعه با استفاده از یک مدل آزمایشگاهی چگونگی آبشستگی اطراف پایه پل در خاکهای چسبنده مورد بررسی قرار گرفته است. مدل شامل فلوم آزمایشگاهی با طول ۲۲، عرض ۰/۷۷ و عمق ۰/۶ متر با یک پایه پل به قطر ۱۰۰ میلیمتر می باشد. در این تحقیق از سه نمونه خاک چسبنده با درصدهای رس ۵۲، ۴۱ و ۳۴ استفاده شده است. در این آزمایش ها با تغییر پارامترهایی نظیر سرعت جریان، عمق آب، درصد رطوبت اولیه خاک بستر و مقامت برشی زهکشی نشده، اعماق آبشستگی اندازه گیری شد. در نهایت با استفاده از نتایج اندازه گیری و آنالیز ابعادی پارامترهای موثر در آبشستگی مشخص شده و با استفاده از رگرسیون رابطه مربوطه بدست آمد. در این تحقیق عمق های آبشستگی بدست آمده از قائده هایپربولیک با عمق های آبشستگی محاسبه شده از رابطه رگرسیونی مقایسه گردیدند و مقادیر خطا در محدوده ۱۵٪ ± قرار گرفتند. با استفاده از روابط شن و همکاران، جانسون و ملویل عمق های آبشستگی محاسبه شدند و محدوده مقادیر خطا برای هر سه رابطه مذکور ۲۵٪ ± بدست آمد. در نهایت رابطه رگرسیونی محدوده های خطا را برای این سه رابطه تجربی ۱۵٪ ± کاهش داد. همچنین با استفاده از نرم افزار Flow-3D مدل عددی آبشستگی موضعی پایه پل شبیه سازی شده و نتایج حاصل از اجرای برنامه با نتایج حاصل از مدل آزمایشگاهی مقایسه گردید و نشان داد که از تطابق خوبی برخوردار میباشند.

کلمات کلیدی: آبشستگی موضعی، خاکهای چسبنده، Flow-3D

۱- مقدمه و اهداف کلی

۲	۱-۱- مقدمه.....
۲	۲-۱- تعریف آبشستگی.....
۲	۳-۱- مکانیزم آبشستگی.....
۴	۴-۱- اهمیت موضوع.....
۵	۵-۱- پارامترهای موثر بر آبشستگی پایه پل.....
۶	۶-۱- اهداف تحقیق.....
۶	۷-۱- معرفی فصول پایان نامه.....

۲- مروری بر تحقیقات گذشته

۹	۱-۲- مقدمه.....
۹	۲-۲- مروری بر تحقیقات گذشته.....

۳- شرح آزمایشها

۱۶	۱-۳- مقدمه.....
۱۶	۲-۳- تهیه سه نمونه خاک با بافت متفاوت.....
۱۶	۳-۳- اندازه گیری خصوصیات فیزیکی خاک.....
۱۷	۱-۳-۳- اندازه گیری وزن مخصوص خاک.....
۱۸	۲-۳-۳- اندازه گیری چگالی ذرات جامد خاک.....
۲۱	۳-۳-۳- تعیین دانه بندی خاک به روش هیدرومتر.....
۲۸	۴-۳-۳- تعیین حد روانی و خمیری خاک.....
۳۰	۵-۳-۳- تعیین مقاومت برشی.....
۳۲	۴-۳- آماده سازی بستر.....
۳۴	۵-۳- مشخصات مدل آزمایشگاهی و شرح آزمایش ها.....

۳۴	۱-۵-۳- مشخصات کانال آزمایشگاهی.....
۳۵	۲-۵-۳- اندازه گیری سرعت.....
۳۷	۳-۵-۳- کالیبره کردن سرریز.....
۳۹	۴-۵-۳- اندازه گیری عمق جریان و عمق آبستگي.....

۴- تحلیل داده های آزمایشگاهی

۴۲	۱-۴- مقدمه.....
۴۲	۲-۴- آنالیز ابعادی.....
۴۴	۳-۴- روش مشاهده ای به منظور پیش بینی عمق آبستگي نهایی.....
۴۵	۴-۴- تاثیر مدت زمان برقراری جریان.....
۵۲	۵-۴- تاثیر مقاومت برشی زهکشی نشده بر عمق آبستگي نهایی.....
۵۳	۶-۴- تاثیر عدد فرود جریان بر عمق آبستگي.....
۵۴	۷-۴- تاثیر مقدار رطوبت اولیه بر عمق آبستگي.....
۵۵	۸-۴- ارتباط بین پارامترهای بی بعد حاصل از آنالیز ابعادی.....
۵۷	۹-۴- مقایسه نتایج بدست آمده با روابط تجربی.....

۵- شبیه سازی عددی آبستگي

۶۴	۱-۵- مقدمه.....
۶۴	۲-۵- دینامیک سیالات محاسباتی.....
۶۵	۳-۵- معرفی نرم افزار Flow-3D.....
۶۶	۴-۵- مراحل شبیه سازی آبستگي در نرم افزار Flow-3D.....
۶۷	۱-۴-۵- ایجاد مدل فیزیکی (Model set up).....
۷۳	۲-۴-۵- قسمت شبیه سازی (Simulate).....
۷۳	۳-۴-۵- قسمت تجزیه و تحلیل (Analyze).....
۷۳	۴-۴-۵- قسمت نمایش (Display).....
۷۳	۵-۵- شبیه سازی گودال آبستگي در اطراف پایه پل.....
۸۳	۶-۵- ارتباط بین عمق آبستگي و وزن مخصوص خاک بستر.....

۷-۵- مقایسه نتایج مدل عددی و مدل آزمایشگاهی..... ۸۵

۶- نتایج و پیشنهادات

۶-۱- مقدمه..... ۸۹

۶-۲- نتایج..... ۸۹

۶-۳- پیشنهادات..... ۹۰

پیوست..... ۹۳

منابع..... ۱۰۷

فهرست اشکال

صفحه	فهرست شکل
۳.....	شکل (۱-۱): نمایش سیستم های گردابی در محل پایه پل (استیون و همکاران. ۱۹۹۱).....
۴.....	شکل (۲-۱): نمایش سیستم های گردابی ضعیف شده در پایه پل (استیون و همکاران. ۱۹۹۱).....
۵.....	شکل (۳-۱): پل ویران شده در تایوان (ریچاردسون. ۲۰۰۱).....
۱۰.....	شکل (۱-۲): مقایسه نتایج آزمایشگاهی فراکوبی و ناگو (۲۰۰۳) با دو رابطه چیوو (۱۹۹۵) و چیو و ملویل (۱۹۹۹).....
۱۲.....	شکل (۲-۲): مقایسه نتایج اندازه گیری شده در آزمایشگاه با رابطه HEC-18.....
۱۳.....	شکل (۳-۲): مدل ریاضی آبشستگی پایه پل در بستر خاک چسبنده (انصاری و همکاران. ۲۰۰۲).....
۱۷.....	شکل (۱-۳): اندازه گیری وزن مخصوص نمونه خاک.....
۲۵.....	شکل (۲-۳): قرائت هیدرومتر جهت تعیین دانه بندی خاک های رسی.....
۲۷.....	شکل (۳-۳): نمودار دانه بندی نمونه های خاک بستر آزمایش.....
۲۹.....	شکل (۴-۳): دستگاه کازاگرانده جهت تعیین حدروانی.....
۳۳.....	شکل (۵-۳): نمونه خاک های تهیه شده.....

- شکل (۳-۶): (a) تعیین محل قرار گیری بستر (b): پایه پل مورد استفاده (c): قرار گیری پایه پل در وسط خاک بستر آزمایش..... ۳۴
- شکل (۳-۷): نمای ۳ بعدی مدل آزمایشگاه، ۱- حوضچه آرامش، ۲- حوضچه ورودی بالادست، ۳- کانال، ۴- مخزن، ۵- لوله های انتقال آب از مخزن به حوضچه آرامش بالا دست..... ۳۵
- شکل (۳-۸): دستگاه سرعت سنج دیجیتالی..... ۳۶
- شکل (۳-۱۰): کالیبره کردن سرعت های اندازه گیری شده با سرعت سنج..... ۳۷
- شکل (۳-۱۱): نمایی از سرریز مستطیلی..... ۳۹
- شکل (۳-۱۲): اندازه گیری عمق آبستگي در مقطع عرضی کانال..... ۴۰
- شکل (۳-۱۳): قاب فلزی جهت اندازه گیری عمق آبستگي در اطراف پایه پل..... ۴۱
- شکل (۴-۱): (a): تغییرات عمق آبستگي نسبت به زمان . (b): کاربرد قانون هایپربولیک (بروسرس ۱۹۹۹)..... ۴۵
- شکل (۴-۲): نمودار پیشرفت عمق آبستگي نسبت به زمان در نمونه خاک ۱..... ۴۶
- شکل (۴-۳): نمودار پیشرفت عمق آبستگي نسبت به زمان در نمونه خاک ۲..... ۴۷
- شکل (۴-۴): نمودار پیشرفت عمق آبستگي نسبت به زمان در نمونه خاک ۳..... ۴۷
- شکل (۴-۵): استفاده از قانون هایپربولیک جهت محاسبه عمق آبستگي نهایی در نمونه خاک ۱..... ۴۷
- شکل (۴-۶): استفاده از قانون هایپربولیک جهت محاسبه عمق آبستگي نهایی در نمونه خاک ۲..... ۴۸
- شکل (۴-۷): استفاده از قانون هایپربولیک جهت محاسبه عمق آبستگي نهایی در نمونه خاک ۳..... ۴۸
- شکل (۴-۸): تغییرات $\frac{d_s(t)}{d_{su}}$ نسبت به $\frac{U.t}{D}$ در خاک ۱..... ۴۹
- شکل (۴-۹): تغییرات $\frac{d_s(t)}{d_{su}}$ نسبت به $\frac{U.t}{D}$ در خاک ۲..... ۴۹
- شکل (۴-۱۰): تغییرات $\frac{d_s(t)}{d_{su}}$ نسبت به $\frac{U.t}{D}$ در خاک ۳..... ۵۰
- شکل (۴-۱۱): تغییرات عمق آبستگي بی بعد (dsu/y_0) نسبت به مقاومت برشی (S_U) در سه نمونه خاک رسی..... ۵۳
- شکل (۴-۱۲): تغییرات عمق آبستگي نهایی بی بعد (dsu/y_0) نسبت به مقاومت برشی بی بعد ($S_U/\gamma y_0$)..... ۵۳

- شکل (۴-۱۳): تغییرات عمق آبشستگی بی بعد ($\frac{d_{su}}{y_0}$) نسبت به Fr برای هر سه نمونه خاک
 ۵۴.....
- شکل (۴-۱۴): تغییرات عمق آبشستگی بی بعد (d_{su}/y_0) نسبت به مقدار رطوبت اولیه خاک
 بستر (IWC).....
 ۵۵.....
- شکل (۴-۱۵): مقایسه مقادیر عمق آبشستگی آزمایشگاهی محاسبه شده از قانده هایپربولیک نسبت
 به مقادیر محاسبه شده از رابطه رگرسیونی.....
 ۵۷.....
- شکل (۴-۱۶): مقایسه نمودار های آبشستگی در طول ۳۶ بار آزمایش با معادلات دیگران.....
 ۶۰.....
- شکل (۴-۱۷): مقایسه مقادیر عمق آبشستگی هایپربولیک نسبت به مقادیر محاسبه شده از طریق
 رگرسیونی و رابطه شن و همکاران (۱۹۶۲).....
 ۶۱.....
- شکل (۴-۱۸): مقایسه مقادیر عمق آبشستگی هایپربولیک نسبت به مقادیر محاسبه شده از طریق
 رگرسیونی و رابطه جانسون (۱۹۹۲).....
 ۶۱.....
- شکل (۴-۱۹): مقایسه مقادیر عمق آبشستگی هایپربولیک نسبت به مقادیر محاسبه شده از طریق
 رگرسیونی و رابطه ملویل (۱۹۹۷).....
 ۶۲.....
- شکل (۴-۲۰): مقایسه نتایج آزمایشگاهی تینگ و همکاران با معادله HEC-18.....
 ۶۲.....
- شکل (۵-۱): نمایش قسمت Model setup.....
 ۶۷.....
- شکل (۵-۲): تعیین فیزیک مسئله توسط نرم افزار.....
 ۶۸.....
- شکل (۵-۳): خصوصیات مربوط به رسوب.....
 ۶۹.....
- شکل (۵-۴): انتخاب نوع سیال.....
 ۷۰.....
- شکل (۵-۵): نمای سه بعدی از مدل فیزیکی ۱- پایه پل، ۲- محل قرارگیری رسوب، ۳- شیب
 بالادست و ۴- شیب پایین دست.....
 ۷۱.....
- شکل (۵-۶): نمایی از مش بندی.....
 ۷۲.....
- شکل (۵-۷): تعیین شرایط مرزی.....
 ۷۲.....
- شکل (۵-۸): تعریف محدوده برای رسوبات چسبنده.....
 ۷۴.....
- شکل (۵-۹): شبیه سازی سه بعدی آبشستگی در اطراف پایه پل در زمان صفر.....
 ۷۴.....
- شکل (۵-۱۰): شبیه سازی سه بعدی آبشستگی در اطراف پایه پل در زمان ۳۰ ثانیه.....
 ۷۵.....
- شکل (۵-۱۱): شبیه سازی سه بعدی آبشستگی در اطراف پایه پل در زمان ۶۰ ثانیه.....
 ۷۵.....
- شکل (۵-۱۲): شبیه سازی سه بعدی آبشستگی در اطراف پایه پل در زمان ۹۰ ثانیه.....
 ۷۶.....
- شکل (۵-۱۳): شبیه سازی سه بعدی آبشستگی در اطراف پایه پل در زمان ۱۲۰ ثانیه.....
 ۷۶.....

- شکل (۵-۱۴): شبیه سازی سه بعدی آبشستگی در اطراف پایه پل در زمان ۱۵۰ ثانیه..... ۷۷
- شکل (۵-۱۵): پنجره مربوط به نتایج خروجی برنامه..... ۷۸
- شکل (۵-۱۶): نتایج به دست آمده بعد از اجرای برنامه در ۴ ستون..... ۷۸
- شکل (۵-۱۷): مقایسه پروفیل آبشستگی بعد از گذشت ۲۴۰ دقیقه در حالت اول ($Cm/s \cdot 0/3m$)
 $u=22/6y_0=$ ۸۷
- شکل (۵-۱۸): مقایسه پروفیل آبشستگی بعد از گذشت ۲۴۰ دقیقه در حالت اول ($Cm/s \cdot y_0=4m$)
 $u=15/4$ ۸۷

فهرست جداول

صفحه	فهرست جداول
۱۸.....	جدول (۳-۱): محاسبات مربوط به وزن مخصوص خاک.....
۲۰.....	جدول (۳-۲): نسبت $\frac{\gamma_w}{\gamma_0}$ برای درجه حرارت های مختلف. (ابن جلال. ۱۳۸۳).....
۲۰.....	جدول (۳-۳): محاسبات مربوط به اندازه گیری چگالی ذرات جامد خاک.....
۲۲.....	جدول (۳-۴): تصحیح درجه حرارت (ابن جلال. ۱۳۸۳).....
۲۴.....	جدول (۳-۵): محاسبه مقادیر K_c . (ابن جلال. ۱۳۸۳).....
۲۵.....	جدول (۳-۶): مقادیر عمق موثر بر حسب قرائت هیدرومتر (ابن جلال. ۱۳۸۳).....
۲۶.....	جدول (۳-۷): محاسبات مربوط به تعیین دانه بندی نمونه خاک ۱ به روش هیدرومتر.....
۲۷.....	جدول (۳-۸): محاسبات مربوط به تعیین دانه بندی نمونه خاک ۲ به روش هیدرومتر.....
۲۵.....	جدول (۳-۹): محاسبات مربوط به تعیین دانه بندی نمونه خاک ۳ به روش هیدرومتر.....
۳۰.....	جدول (۳-۱۰): اندازه گیری های آزمایشگاهی تعیین حد روانی (LL) و حد خمیری (W_p).....
۳۸.....	جدول (۳-۱۱): محاسبات مربوط به ضریب سرریز.....
۵۱.....	جدول (۴-۱): پارامتر های اندازه گیری شده در آزمایشگاه هیدرولیک.....
۵۵.....	جدول (۴-۲): پارامتر های بی بعد حاصل از نتایج اندازه گیریهای آزمایشگاهی.....
۵۷.....	جدول (۴-۳): تجزیه و تحلیل آماری داده های آزمایشگاهی.....
۵۹.....	جدول (۴-۴): برآورد عمق آبشستگی با روابط تجربی.....
۷۱.....	جدول (۵-۱): مشخصات مربوط به مش بندی مدل فیزیکی.....
	جدول (۵-۲): مقایسه نتایج آزمایشگاهی با نتایج مدل عددی در حالت اول ($Cm/s \cdot 0/3m$) $u=22/6y_0=$ ۸۶

جدول (۳-۵): مقایسه نتایج آزمایشگاهی با نتایج مدل عددی در حالت دوم ($y_0 = 0.4m$) Cm/s ($u = 15/4$)
۸۶

فصل اول

مقدمه و اهداف کلی

۱-۱- مقدمه

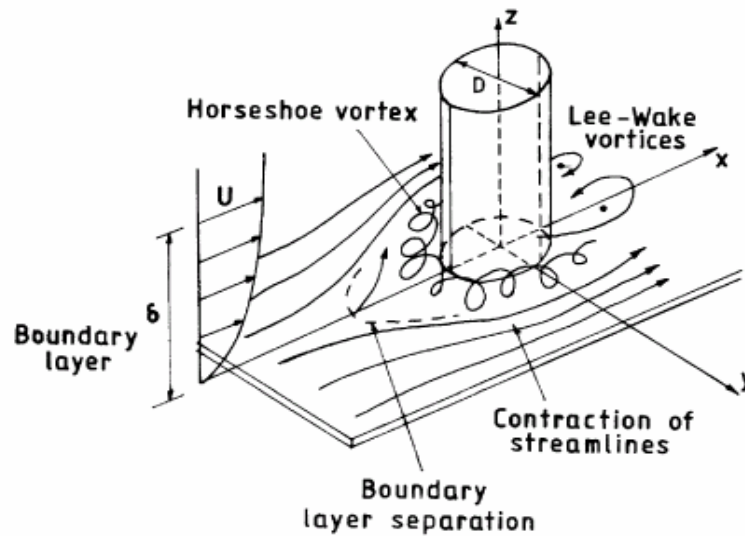
در این فصل به تعریف جامع و کلی از آبشستگی موضعی پایه پل، مکانیزم آبشستگی، پارامترهای موثر بر این پدیده و لزوم تحقیق در این زمینه پرداخته شده است.

۱-۲- تعریف آبشستگی

به فرسایش بستر و کناره رودخانه ها و آبراهه ها در اثر عبور جریان آب، آبشستگی گویند. عمق ناشی از فرسایش بستر نسبت به بستر اولیه را عمق آبشستگی می نامند. از آنجا که مکانیزم این پدیده در مکانهای مختلف متفاوت می باشد، آبشستگی را به دو نوع تقسیم بندی می کنند. نوع اول آبشستگی تنگ شدگی می باشد. این نوع از آبشستگی در محلهایی رخ می دهد که سرعت جریان به دلایلی افزایش می یابد. نوع دیگر آبشستگی، آبشستگی موضعی است. این نوع آبشستگی در محل پایه پل ها، در پایین دست سازه های هیدرولیکی و بطور کلی هر مکانی که شدت جریانهای درهم موضعی افزایش یابد، بوجود می آیند (شفاهی، ۱۳۸۳).

۱-۳- مکانیزم آبشستگی

برخی از مکانیزم های پیچیده در اطراف پایه پل را می توان به صورت دو بعدی نشان داد همان طور که در شکل (۱-۱) مشاهده می شود مکانیزم اصلی این پدیده جریان عمودی رو به پایینی است که باعث گود شدن اطراف پایه پل می شود. طبق نظر بعضی از محققان، این سیستم در ابتدا کوچک و قدرت آن ضعیف است ولی پس از تشکیل حفره آبشستگی سیستم جریان نعل اسبی از لحاظ اندازه و قدرت نیز رشد می یابد این نوع جریان خود به جریان های گردابی شیاری، دنباله دار و موج کمانی تبدیل می شود.



شکل (۱-۱): نمایش سیستم های گردابی در محل پایه پل (استیون وهمکاران. ۱۹۹۱)

توزیع فشار در بالا دست پایه پل قرارداده شده در کف بستر خاک متغیر و دارای گرادیان فشار

را نشان داده که در هنگام عبور از کناره های سازه جریان سیال دچار جداشدگی می شود که

اندازه و قدرت سیستم های گردابی بستگی به شکل پایه و سرعت آب دارد. پایه هایی که به

صورت آئرو دینامیکی ساخته می شوند، جداشدگی جریان و در نتیجه سطح گردابی شیاری

کاهش یافته باعث می شود که سیستم گردابی ضعیف شود و در نتیجه میزان آبشستگی

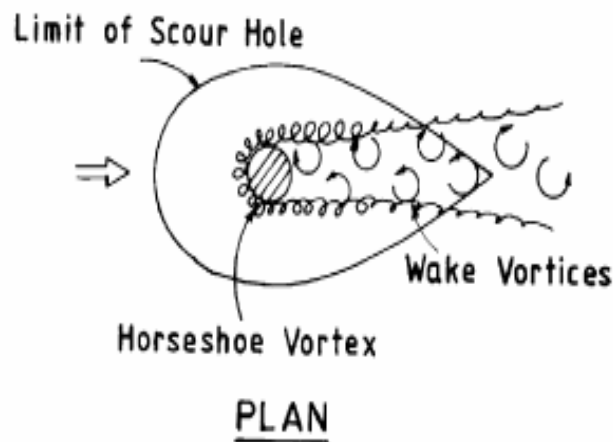
موضعی به شدت کاهش می یابد. این درحالی است که در پایه های مستطیل شکل میزان

آبشستگی موضعی از همه بیشتر است زیرا میزان سطح گردابی شیاری به علت افزایش

جداشدگی خطوط جریان زیاد می شود. در واقع آبشستگی موضعی اتفاق می افتد که نیروهای

کششی و نیروهای بالا برنده بر نیروهای مقاوم از قبیل وزن ذرات رسوبی و نیروهای حاصل

از مقاومت برشی خاک های چسبنده غلبه کند.



شکل (۱-۲): نمایش سیستم های گردابی ضعیف شده در پایه پل (استیون وهمکاران. ۱۹۹۱).

۱-۴- اهمیت موضوع

در طراحی فنداسیون پایه پل پیش بینی حداکثر عمق آبشستگی یکی از مسائل مهم برای مهندسین عمران می باشد. بر طبق تحقیقات ریچاردسون (۲۰۰۱) آبشستگی موضعی پایه پل یکی از عمده ترین عوامل شکست پل می باشد. در طول سی سال گذشته، بیش از هزار پل در آمریکا شکسته شده است که ۶۰ درصد آنها در اثر آبشستگی بوده است. در حال حاضر حدود ۸۵۰۰ پل در آمریکا در معرض ریزش قرار دارند، در شکل (۱-۳) ریزش پل را بر اثر سیلابهای فصلی در تایوان نشان داده شده است. مرکز ملی مطالعات هیدرولیک ایالات، ۲۵ درصد خرابی ها شامل پایه پل و ۷۵ درصد مابقی ناشی از خرابی های متحده آمریکا اعلام کرد که از ۳۸۳ پل ویران شده در طی سیلابهای غیر مترقبه در سال ۱۹۸۷ کناره های پایه پل می باشند.



شکل (۱-۳): پل ویران شده در تایوان (ریچاردسون، ۲۰۰۱)

همچنین در سال ۱۹۹۹، دو پل در کشور زامبیا فرویخت و سیل عظیمی چهارده روستا را در پایین دست پل فرا گرفت و خسارت ناشی از آن حدود ۶۳ میلیون دلار برآورد شد (ریچاردسون، ۲۰۰۱).

۱-۵- پارامترهای موثر بر آبشستگی موضعی پایه پل

پارامترهای موثر بر پدیده آبشستگی پایه پل را می توان به چهار گروه تقسیم کرد:

- ۱- پارامترهای هیدرولیکی: نظیر عمق جریان در بالادست، سرعت متوسط جریان، شیب کانال، دبی جریان در واحد عرض، سطح مقطع جریان و ضریب زبری مانینگ.
- ۲- پارامترهای مربوط به سیال: جرم واحد حجم سیال، شتاب ثقل، لزجت سینماتیکی.
- ۳- پارامترهای هندسی: قطر پایه پل، طول پایه، شکل پایه، زاویه محور پل با جهت جریان، فاصله پایه ها، سطح مقطع عرضی پایه ها.

۴- پارامترهای رسوبی: اندازه مواد رسوبی، جرم واحد حجم مواد کف بستر، توزیع دانه بندی مواد کف بستر، شکل ذرات، زاویه ایستایی، چسبندگی خاکهای چسبنده، طبقه بندی ترکیب مواد کف بستر.

۱-۶- اهداف تحقیق

مطالعات آزمایشگاهی بسیاری در زمینه آبشستگی موضعی پایه پل انجام شده است. از آنجا که تاثیر تمام پارامترهای موثر بر این پدیده در طول آزمایش امکان پذیر نیست. عده ای از محققین اثر تغییر پارامترهای هندسی و عده ای دیگر اثر شرایط جریان بالادست پایه پل و دانه بندی رسوبات اطراف پایه پل را بر روی این پدیده بررسی کرده اند. بیشتر مطالعات انجام گرفته در این زمینه بر روی بستر خاک شنی می باشد که یکی از دلایل آن آسان بودن شرایط انجام آزمایشها می باشد. انجام این تحقیق دو هدف عمده را دنبال می کند یکی اثر همزمان تغییر مقاومت برشی رسوبات بستر و شرایط هیدرولیکی جریان بالادست و دیگری تحلیل عددی این پدیده با استفاده از نرم افزار FLOW_۳D می باشد.

۱-۷- معرفی فصول پایان نامه

این پایان نامه شامل ۶ فصل می باشد. در این فصل به تعریف آبشستگی و ضرورت تحقیق در این زمینه پرداخته شد. فصل ۲ به مروری جامع بر تحقیقات گذشته در زمینه آبشستگی موضعی اطراف پایه پل اختصاص داده شده است. در فصل های ۳ و ۴ به ترتیب جزئیات کار آزمایشگاهی و تحلیل نتایج آزمایشگاهی گنجانده شده است. در فصل ۵ به معرفی نرم افزار، شبیه سازی عددی و مقایسه نتایج حاصل از کار عددی و آزمایشگاهی پرداخته می شود و در

پایان در فصل ۶ پیشنهادهایی برای انجام آزمایشهای آبشستگی و استفاده از نرم افزارهای موجود در این زمینه بیان شده است.

فصل دوم

مروری بر تحقیقات گذشته