

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده مهندسی آب و خاک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
سازه‌های آبی

مطالعه آزمایشگاهی آبستگي موضعي اطراف آبشكن‌هاي T شکل نامتقارن مستغرق

پژوهش و نگارش:

ناهید مختاری

استاد راهنما:

دکتر امیر احمد دهقانی

اساتید مشاور:

دکتر موسی حسام

دکتر حسین فرهادیان اصفهانی

تابستان ۱۳۹۱

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان‌نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب ناهید مختاری دانشجوی رشته سازه‌های آبی مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

تقدیم بہ

پدر فداکارم و مادر دلسوزم

و ہمسر عزیزم

شکر و قدردانی

از خانواده ام که در هر قدم با بهدلی و جوشش لبخندشان همراهی ام می نمایند.

مراتب قدردانی و پاس بی حد و مرز خود را نسبت به استاد اهنمای کراتقدر، جناب آقای دکتر امیر احمد دهقانی که در تمام مراحل این پایان نامه

از لطف ایشان بهره مند بودم، بجای آورم.

و همچنین از اساتید مشاور گرامی ام جناب آقای دکتر موسی حسام و جناب آقای دکتر حسین فرهادیان اصفهانی به پاس نظرات و راهنمایی

شایسته ایشان شکر می کنم.

چکیده

یکی از متداول‌ترین روش‌های کنترل فرسایش در ساحل رودخانه‌ها استفاده از آبشکن می‌باشد. این سازه موجب کاهش سرعت در نزدیکی ساحل و افزایش رسوبگذاری در این محدوده می‌شود. با توجه به اینکه شکل آبشکن‌ها نیز در الگوی جریان شکل گرفته پیرامون آنها و حفاظت ساحل رودخانه موثر می‌باشد، انتخاب شکل مناسب آبشکن‌ها همواره مورد توجه مهندسين رودخانه بوده است. با توجه به اثر موضعی آبشکن‌ها بر الگوی جریان، معمولاً در اطراف دماغه آبشکنها حفره آبشستگی بوجود می‌آید. تخمین حداکثر عمق آبشستگی اطراف آبشکنها و انتخاب شکلی از آبشکن که منجر به آبشستگی کمتری در اطراف دماغه خود شود، یکی از موضوعات مورد علاقه مهندسين هیدرولیک است. آبشکن T شکل از جمله آبشکن‌هایی است که در شرایط یکسان هیدرولیکی از عمق آبشستگی نسبی کمتری نسبت به بقیه آبشکن‌ها برخوردار است. با توجه به اینکه در شرایط سیلابی معمولاً آبشکن‌ها به صورت مستغرق عمل می‌کنند، در تحقیق حاضر به بررسی آزمایشگاهی مشخصات حفره آبشستگی پیرامون آبشکن نامتقارن مستغرق پرداخته می‌شود. آزمایش‌ها در دو بخش جداگانه بر روی آبشکن‌های متقارن و نامتقارن انجام گرفته است. نتایج این بررسی‌ها نشان داد که در آبشکن متقارن با افزایش استغراق و کاهش فرود، حداکثر عمق آبشستگی نسبی و ابعاد چاله آبشستگی کاهش می‌یابد و طول پیشروی پشته رسوبی کمتر خواهد شد. به حدی که اگر نسبت استغراق ۶ برابر شود، حداکثر عمق آبشستگی نسبی، ۳۰ درصد کاهش می‌یابد. همچنین در آبشکن‌های نامتقارن با افزایش طول بال بالادست و پایین‌دست میزان آبشستگی افزایش می‌یابد و رسوبگذاری پایین دست در فاصله دورتری از آبشکن شکل می‌گیرد. چنانچه مجموع طول بال بالادست و پایین دست در آبشکن نامتقارن ثابت باشد، با افزایش نسبت طول بال بالادست به طول بال پایین دست، حداکثر عمق آبشستگی در حدود ۱۷٪ افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: حداکثر عمق آبشستگی، آبشکن مستغرق، آبشکن T شکل نامتقارن، نسبت استغراق.

فصل اول: کلیات

| | |
|----|--------------------------------------|
| ۲ | ۱-۱- مقدمه:..... |
| ۳ | ۲-۱- تعاریف..... |
| ۳ | ۱-۲-۱- آبخستگی و انواع آن..... |
| ۳ | ۲-۲-۱- مراحل توسعه آبخستگی..... |
| ۴ | ۳-۲-۱- انواع آبخستگی..... |
| ۴ | ۱-۳-۲-۱- آبخستگی عمومی..... |
| ۵ | ۲-۳-۲-۱- آبخستگی ناشی از انقباض..... |
| ۵ | ۳-۳-۲-۱- آبخستگی موضعی..... |
| ۵ | ۴-۳-۲-۱- آبخستگی کل..... |
| ۶ | ۵-۳-۲-۱- آبخستگی آب زلال..... |
| ۶ | ۶-۳-۲-۱- آبخستگی بستر زنده..... |
| ۷ | ۴-۲-۱- آبشکن..... |
| ۱۰ | ۵-۲-۱- آبشکن T شکل..... |
| ۱۰ | ۶-۲-۱- مکانیزم کارکرد آبشکن ها..... |
| ۱۱ | ۷-۲-۱- استغراق آبشکن ها..... |
| ۱۲ | ۳-۱- اهداف تحقیق..... |
| ۱۲ | ۴-۱- ضرورت انجام تحقیق..... |
| ۱۳ | ۵-۱- فرضیه ها..... |
| ۱۳ | ۶-۱- ساختار پایان نامه..... |

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل دوم: پیشینه تحقیق

| | |
|-----------------------------------|----|
| ۱-۲- مقدمه..... | ۱۶ |
| ۲-۲- تحقیقات محققان خارجی..... | ۱۶ |
| ۳-۲- تحقیقات محققان داخلی..... | ۲۲ |
| ۴-۲- خلاصه مطالعات انجام شده..... | ۲۷ |
| ۵-۲- جمع بندی..... | ۳۰ |

فصل سوم: مواد و روش ها

| | |
|---|----|
| ۱-۳- مقدمه..... | ۳۲ |
| ۲-۳- آنالیز ابعادی پارامترهای موثر..... | ۳۲ |
| ۳-۳- تشریح تجهیزات آزمایشگاهی و برنامه انجام آزمایش ها..... | ۳۵ |
| ۱-۳-۳- معرفی فلوم آزمایشگاهی..... | ۳۵ |
| ۲-۳-۳- رسوبات بستر..... | ۳۶ |
| ۳-۳-۳- موقعیت نصب سازه آبشکن..... | ۳۶ |
| ۴-۳-۳- اندازه گیری دبی..... | ۳۷ |
| ۵-۳-۳- اندازه گیری عمق..... | ۳۷ |
| ۶-۳-۳- تنظیم عمق در محل موردنظر..... | ۳۷ |
| ۴-۳- نحوه انجام آزمایش ها..... | ۳۸ |
| ۱-۴-۳- آزمایش های اولیه تعیین زمان تعادل..... | ۳۸ |
| ۲-۴-۳- آزمایش های اصلی..... | ۳۹ |
| ۵-۳- آزمایش های آبستنگی..... | ۴۰ |
| ۶-۳- نحوه تجزیه و تحلیل نتایج آزمایشگاهی و ارزیابی نتایج..... | ۴۳ |

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل چهارم: بحث و نتایج

| | |
|----|---|
| ۴۶ | ۱-۴- مقدمه |
| ۴۷ | ۲-۴- مشاهدات آزمایشگاهی |
| ۴۹ | ۲-۴- الگوی جریان |
| ۵۱ | ۳-۴- آبشکن متقارن |
| ۵۱ | ۱-۳-۴- تأثیر عدد فرود |
| ۵۵ | ۲-۳-۴- تأثیر عمق استغراق |
| ۶۱ | ۳-۳-۴- مقایسه آبشکن متقارن مستغرق و غیر مستغرق |
| ۶۳ | ۴-۴- آبشکن نامتقارن |
| ۶۳ | ۱-۴-۴- مجموع طول بال بالادست و پایبندست ثابت |
| ۶۷ | ۲-۴-۴- اثر تغییر طول بال پایبندست بر آبشستگی با ثابت نگه داشتن طول بال بالادست |
| ۷۳ | ۳-۴-۴- اثر تغییر طول بال بالادست بر آبشستگی با ثابت نگه داشتن طول بال پایین دست |
| ۸۰ | ۴-۴-۴- مقایسه آبشکن نامتقارن مستغرق و غیر مستغرق |
| ۸۲ | ۵-۴- نتایج مقایسه آبشکن متقارن با نامتقارن |

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

| | |
|----|-----------------------|
| ۸۸ | ۱-۵- مقدمه |
| ۸۸ | ۲-۵- نتیجه گیری |
| ۸۹ | ۳-۵- پیشنهادات |
| ۹۲ | منابع و مأخذ |

فهرست جداول

| عنوان | صفحه |
|--|------|
| جدول (۱-۲): خلاصه مطالعات انجام شده توسط محققان خارجی | ۲۷ |
| جدول (۲-۲): خلاصه مطالعات انجام شده توسط محققان داخلی | ۲۹ |
| جدول (۱-۳): مقادیر پارامترهای موثر در آزمایشهای مربوط به آبشکن متقارن | ۴۱ |
| جدول (۲-۳): مقادیر پارامترهای موثر در آزمایشهای مربوط به آبشکن نامتقارن | ۴۲ |
| جدول (۱-۴): نتایج حاصل از آزمایشات مربوط به آبشکن T شکل متقارن در مقادیر مختلف عدد فرود | ۵۱ |
| جدول (۲-۴): نتایج حاصل از آزمایشات مربوط به تأثیر عمق استغراق در آبشکن T شکل متقارن | ۵۵ |
| جدول (۳-۴): نتایج آزمایشات انجام شده جهت مقایسه آبشکنهای مستغرق و غیر مستغرق | ۶۱ |
| جدول (۴-۴): نتایج حاصل از آزمایشهای آبشکن T شکل نامتقارن با مجموع طول بال بالادست و پایین دست ثابت | ۶۳ |
| جدول (۵-۴): نتایج آزمایشات انجام گرفته با طول ثابت بال بالادست و تغییر طول بال پایین دست | ۶۸ |
| جدول (۶-۴): نتایج آزمایشات انجام گرفته با طول ثابت بال پایین دست و تغییر طول بال بالادست | ۷۳ |
| جدول (۷-۴): نتایج آزمایشات انجام گرفته بر روی آبشکنهای L شکل | ۷۸ |
| جدول (۸-۴): نتایج آزمایشهای انجام گرفته بر روی آبشکن T شکل نامتقارن در شرایط مستغرق و غیر مستغرق | ۸۰ |
| جدول (۹-۴): مقایسه نتایج آبستگی اطراف آبشکنهای متقارن و نامتقارن | ۸۳ |

فهرست اشکال

| عنوان | صفحه |
|--|------|
| شکل (۱-۱): مراحل توسعه حفره آبستنگی | ۴ |
| شکل (۲-۱): توسعه آبستنگی نسبت به زمان در شرایط آب زلال و بستر زنده (بروسرز و رادکیوی، ۱۹۹۱) | ۶ |
| شکل (۳-۱): نمون‌های از کاربرد آبشکن‌ها | ۷ |
| شکل (۴-۱): انواع آبشکنها از نظر شکل دماغه هندسی | ۹ |
| شکل (۵-۱): خط الرأس و جدایی جریان در اطراف یک آبشکن منفرد در مسیر مستقیم | ۱۱ |
| شکل (۶-۱): آبشکن سر سپری با بالهای نامتقارن؛ الف: طول بال پایین دست بیشتر، ب: طول بال بالادست بیشتر | ۱۲ |
| شکل (۱-۲): الگوی جریان پیرامون آبشکن مستغرق (الوادی و همکاران ۲۰۰۰) | ۱۹ |
| شکل (۲-۲): الگوی جریان اطراف آبشکن T شکل (واقفی و همکاران، ۱۳۸۸) | ۲۴ |
| شکل (۳-۲): تغییرات زمانی آبستنگی در فرودهای مختلف در زاویه نصب الف) 60° و ب) 45° (مسجدی، ۱۳۸۹) | ۲۶ |
| شکل (۱-۳) پارامترهای هندسی در سازه | ۳۳ |
| شکل (۲-۳) فلوم آزمایشگاهی مورد استفاده در این تحقیق | ۳۵ |
| شکل (۳-۳) نمودار دانه بندی رسوبات مورد استفاده در آزمایش | ۳۶ |
| شکل (۴-۳) ترازسنج دیجیتالی و ترازسنج سه بعدی مورد استفاده در آزمایشها | ۳۷ |
| شکل (۵-۳) دریچه کشویی موجود در پایین دست کانال | ۳۸ |
| شکل (۶-۳) تغییرات زمانی حداکثر عمق آبستنگی در آزمایش تعیین زمان تعادل | ۳۹ |
| شکل (۷-۳) نحوه نصب سازه در فلوم | ۴۰ |
| شکل (۱-۴): تغییرات زمانی حداکثر عمق آبستنگی | ۴۷ |
| شکل (۲-۴): روند تغییرات حفره آبستنگی در طول زمان | ۴۸ |
| شکل (۳-۴): تغییرات پروفیل طولی حفره آبستنگی در اطراف آبشکن مستغرق در طول زمان؛ الف: $t=0$ ، ب: $t=1/5$ hr، ج: $t=4$ hr، د: $t=6/5$ hr، ذ: $t=9/5$ hr | ۴۸ |

فهرست اشکال

| عنوان | صفحه |
|--|------|
| شکل (۴-۴): الگوی جریان در اطراف آبشکن T شکل و در شرایط مستغرق؛ الف: دید از بالادست | |
| ب: دید از پایین دست..... | ۴۹ |
| شکل (۵-۴): نمون‌های از خطوط هم تراز بستر در اطراف آبشکن T شکل مستغرق در زمان تعادل | |
| | ۵۰ |
| شکل (۶-۴): نمونه‌های از پروفیل سه بعدی بستر در اطراف آبشکن T شکل مستغرق در زمان تعادل | ۵۰ |
| شکل (۷-۴): تغییرات حداکثر عمق آبشستگی نسبی نسبت به تغییرات نسبی استغراق در اعداد فرود | |
| مختلف..... | ۵۲ |
| شکل (۸-۴): تغییرات نسبی عرض حفره آبشستگی نسبت به تغییرات نسبی استغراق در اعداد فرود | |
| مختلف..... | ۵۲ |
| شکل (۹-۴): تغییرات نسبی طول آبشستگی در بالادست نسبت به تغییرات نسبی استغراق در اعداد | |
| فرود مختلف..... | ۵۳ |
| شکل (۱۰-۴): پروفیل طولی بستر در فاصله ۶۰ میلیمتری از دیواره ساحل مجاور آبشکن در دو فرود | |
| $Fr=0.24, 0.31$ | ۵۴ |
| شکل (۱۱-۴): خطوط هم‌تراز بستر اطراف آبشکن T شکل متقارن مستغرق؛ الف: $Fr=0.24$ ، ب: $Fr=0.31$ | ۵۴ |
| شکل (۱۲-۴): تغییرات عمق نسبی حداکثر آبشستگی به تغییرات نسبی استغراق در آبشکن متقارن.... | ۵۶ |
| شکل (۱۳-۴): تغییرات نسبی عرض حفره آبشستگی به تغییرات نسبی استغراق در آبشکن متقارن.... | ۵۷ |
| شکل (۱۴-۴): تغییرات نسبی طول حفره آبشستگی در بالادست به تغییرات نسبی استغراق در آبشکن | |
| مقارن..... | ۵۷ |
| شکل (۱۵-۴): پروفیل طولی در فاصله ۶۰ میلیمتری از دیواره ساحل مجاور آبشکن برای سه نسبت | |
| استغراق مختلف و $Fr=0.31$ | ۵۸ |
| شکل (۱۶-۴): پروفیل طولی در فاصله ۶۰ میلیمتری از دیواره ساحل مجاور آبشکن برای سه نسبت | |
| استغراق مختلف و $Fr=0.32$ | ۵۹ |

فهرست اشکال

| عنوان | صفحه |
|--|------|
| شکل (۴-۱۷): پروفیل طولی در فاصله ۶۰ میلیمتری از دیواره ساحل مجاور آبشکن متقارن در اعداد فرود مختلف و در $h/h = 0/11$ | ۶۰ |
| شکل (۴-۱۸): خطوط هم تراز بستر در اطراف آبشکن T شکل متقارن مستغرق؛ الف: $Fr=0/31$ ، ب: $Fr=0/32$ | ۶۰ |
| شکل (۴-۱۹): پروفیل طولی در فاصله ۶۰ میلیمتری از دیواره ساحل مجاور آبشکن T شکل متقارن در شرایط مستغرق و غیر مستغرق..... | ۶۲ |
| شکل (۴-۲۰): خطوط همتراز بستر در آبشکنهای T شکل متقارن؛ الف: مستغرق با، ب: غیرمستغرق .. | ۶۲ |
| شکل (۴-۲۱): نمودار بی بعد حداکثر عمق نسبی آبشستگی در مقادیر مختلف $LuLd$ و $L=12cm$... | ۶۴ |
| شکل (۴-۲۲): نمودار بی بعد تغییرات نسبی عرض حفره آبشستگی در مقادیر مختلف $LuLd$ و $L=12cm$ | ۶۴ |
| شکل (۴-۲۳): نمودار بی بعد تغییرات نسبی طول حفره آبشستگی در مقادیر مختلف $LuLd$ و $L=12cm$ | ۶۵ |
| شکل (۴-۲۴): پروفیل طولی در فاصله ۶۰ میلیمتری از دیواره ساحل مجاور آبشکن نامتقارن با دو نسبت ۵ و $LuLd = 0/2$ | ۶۶ |
| شکل (۴-۲۵): خطوط همتراز بستر در آبشکنهای T شکل نامتقارن و $h/h = 0/04$ ؛ الف: $LuLd = 0/2$ ، ب: $LuLd = 5$ | ۶۷ |
| شکل (۴-۲۶): نمودار بی بعد تغییرات حداکثر عمق آبشستگی نسبی در مقادیر مختلف $LuLd$ و طول ثابت بال بالادست | ۶۹ |
| شکل (۴-۲۷): نمودار بی بعد تغییرات عرض حفره آبشستگی در مقادیر مختلف $LuLd$ و طول ثابت بال بالادست..... | ۶۹ |
| شکل (۴-۲۸): نمودار بی بعد تغییرات نسبی طول حفره آبشستگی در مقادیر مختلف $LuLd$ و طول ثابت بال بالادست | ۷۰ |

فهرست اشکال

| عنوان | صفحه |
|---|------|
| شکل (۴-۲۹): پروفیل طولی در فاصله ۶۰ میلیمتری از دیواره ساحل مجاور آبشکن با نسبت ۰/۳۳ و $L_u=2\text{cm}$ و $LuLd = 0/2$ ، ، $0/22, 0/27$ ۷۱ | |
| شکل (۴-۳۰): خطوط همتراز بستر در اطراف آبشکن نامتقارن با ثابت نگه داشتن طول بال بالادست برابر با ۲ سانتیمتر؛ الف: $LuLd = 0/2$ ، ب: $LuLd = 0/22$ ، ج: $LuLd = 0/27$ ، د: در $LuLd = 0/33$ ۷۲ | |
| شکل (۴-۳۱): نمودار بی بعد حداکثر عمق نسبی آبشستگی در مقادیر مختلف $LuLd$ و طول ثابت بال پایین دست ۷۴ | |
| شکل (۴-۳۲): نمودار بی بعد تغییرات نسبی عرض حفره آبشستگی در مقادیر مختلف $LuLd$ و طول ثابت بال پایین دست ۷۴ | |
| شکل (۴-۳۳): نمودار بی بعد تغییرات نسبی طول حفره آبشستگی در مقادیر مختلف $LuLd$ و طول ثابت پایین دست ۷۵ | |
| شکل (۴-۳۴): پروفیل طولی در فاصله ۶۰ میلیمتری از دیواره ساحل مجاور آبشکن با نسبت 0/33, $L_d=9\text{ cm}$ و $LuLd = 0/22$ ، ، $0/53, 0/66$ ۷۶ | |
| شکل (۴-۳۵): خطوط همتراز بستر در اطراف آبشکن نامتقارن با ثابت نگه داشتن طول بال پایین دست برابر با ۹ سانتیمتر؛ الف: $LuLd = 0/66$ ، ب: $LuLd = 0/53$ ، ج: $LuLd = 0/33$ ، د: در $LuLd = 0/22$ ۷۷ | |
| شکل (۴-۳۶): نمودار بی بعد حداکثر عمق آبشستگی نسبی در مقادیر مختلف LdL' و $h1h = 0/04$ ۷۹ | |
| شکل (۴-۳۷): نمودار بی بعد تغییرات نسبی عرض حفره آبشستگی در مقادیر مختلف LdL' و $h1h = 0/04$ ۷۹ | |
| شکل (۴-۳۸): نمودار بی بعد تغییرات نسبی طول حفره آبشستگی در مقادیر مختلف LdL' و $h1h = 0/04$ ۸۰ | |
| شکل (۴-۳۹): پروفیل طولی در فاصله ۶۰ میلیمتری از دیواره ساحل مجاور آبشکن T شکل نامتقارن در شرایط جریان مستغرق و غیر مستغرق ۸۱ | |
| شکل (۴-۴۰): خطوط همتراز بستر در دو آبشکن نامتقارن با نسبت؛ الف: مستغرق ب: غیرمستغرق ۸۲ | |
| شکل (۴-۴۱): نمودار بی بعد تغییرات حداکثر عمق آبشستگی نسبی در دو آبشکن متقارن و نامتقارن ۸۴ | |
| شکل (۴-۴۲): نمودار بی بعد تغییرات نسبی عرض حفره در دو آبشکن متقارن و نامتقارن ۸۴ | |

فهرست اشکال

| صفحه | عنوان |
|------|--|
| ۸۵ | شکل (۴-۴۳): نمودار بی بعد تغییرات نسبی طول حفره آبستگي در دو آبشکن متقارن و نامتقارن |
| ۸۵ | شکل (۴-۴۴): پروفیل طولی در فاصله ۶۰ میلیمتری از دیواره ساحل مجاور آبشکن در شرایط متقارن و نامتقارن با $LuLd = 0/2$ |
| ۸۶ | شکل (۴-۴۵): خطوط همتراز بستر پیرامون دو آبشکن با نسبت؛ الف: متقارن ب: نامتقارن $LuLd = 0/2$ |

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

رودخانه‌ها به عنوان مجاری طبیعی جمع‌آوری و انتقال بارش‌های جوی، از دیرباز به عنوان یکی از اساسی‌ترین منابع تأمین آب مورد توجه انسان بوده و تمدن‌های بزرگ بشری برای بهره‌گیری از نعمت آب در حاشیه رودخانه‌ها شکل گرفتند. سکونت در کنار رودها در کنار فوائد و محاسن بسیار خود معایب و مخاطراتی در بردارد. رودخانه تحت تاثیر عوامل مختلفی مانند زمین شناسی منطقه، توپوگرافی دره رودخانه، خصوصیات مواد آبرفتی سیلابدشت رودخانه، مشخصات هیدرولوژیکی حوضه آبریز، شرایط هیدرولوژیکی جریان و نیز نحوه بهره برداری بشر از آن، تمایل طبیعی به دستیابی به تعادل پویا دارد. طبیعت تغییرپذیر برخی از عوامل فوق سبب می‌گردد تا رودخانه حتی در کوتاه مدت و در بازه‌های مختلف آن همواره در معرض تغییر و تحول باشد. تغییرات رودخانه‌ای به صورت فرسایش و رسوبگذاری متناوب در بستر، تخریب و تعریض دیواره‌ها و سواحل، جابجایی الگوی ماریچی و راستای جریان، تغییر فرم رودخانه، میانبری و یا انحراف مسیر رخ می‌دهد. فرسایش و تخریب کناره‌های رودخانه و تغییر در کیفیت و کمیت جریان رودخانه‌ای، از مسایل مهم منابع آب و خاک بوده و از دیدگاه زیست محیطی نیز حایز اهمیت است. در اثر وقوع متناوب سیلاب‌ها هر ساله سطح قابل توجهی از اراضی حاصلخیز دشت آبرفتی به اشغال رودخانه درآمده و دچار آب گرفتگی و بروز خسارت می‌گردد. انسان‌ها به تجربه دریافته‌اند که طغیان رود در مواقع سیلابی می‌تواند عامل ایجاد خرابی‌های جبران ناپذیر شود، لذا به فکر ایجاد تمهیداتی برای مهار سیلاب شدند.

راه حل‌های شناخته شده جهانی برای کنترل و اصلاح مسیر و حفاظت ساحل رودخانه‌ها از فرسایش و تخریب عبارتند از: ۱- تثبیت سواحل ۲- کانالیزه کردن.

تثبیت سواحل به دو روش مستقیم و غیرمستقیم انجام می‌گیرد.

۱-۱- روش مستقیم: در این روش از سازه تثبیت کننده بطور مستقیم و به شکل پوشش بدنه بر روی ساحل استفاده می‌کنند.

۱-۲- روش غیرمستقیم: تثبیت رودخانه در این روش توسط احداث سازه‌هایی صورت می‌گیرد. از جمله این سازه‌ها آبشکن‌ها یا اپی‌ها می‌باشند.

در این پایان‌نامه به بررسی آزمایشگاهی حداکثر عمق آبشستگی و سایر پارامترهای آبشستگی در پایین دست آبشکن T شکل نامتقارن پرداخته شده است.

۲-۱- تعاریف

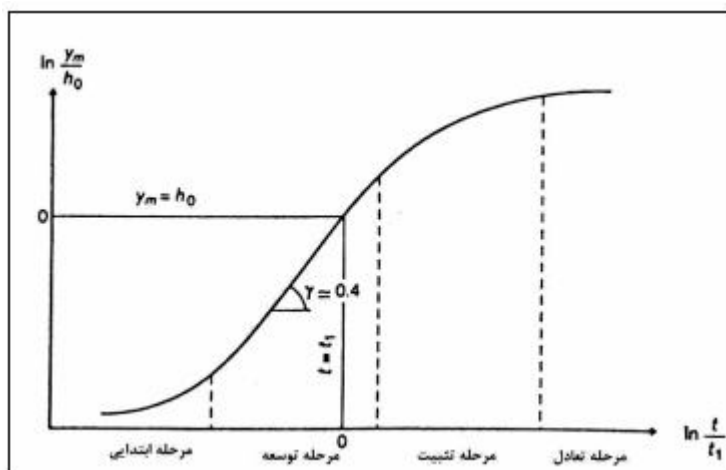
۱-۲-۱- آبشستگی و انواع آن

آبشستگی در حقیقت جابجایی ذرات توسط جریان از محل استقرار اولیه آن‌ها به مکان دیگری است. آب جاری، باعث فرسایش، حمل و نشست در بستر رودخانه‌های آبرفتی می‌شود و تراز بستر رودخانه را تغییر می‌دهد. فرسایش بستر و کناره آبراهه در اثر عبور جریان آب، فرسایش بستر در پایین دست سازه‌های هیدرولیکی به علت شدت جریان زیاد و یا فرسایش بستر در اثر به وجود آمدن جریان‌های متلاطم، آبشستگی نامیده می‌شود. عمق به وجود آمده از فرسایش بستر نسبت به بستر اولیه را عمق آبشستگی می‌گویند (شفاعی بجستان، ۱۳۷۸).

۲-۲-۱- مراحل توسعه آبشستگی

پدیده آبشستگی به طور کلی دارای چهار مرحله زیر است (بروسرز و رادکیوی، ۱۹۹۱):

- مرحله ابتدایی
- این مرحله ظرفیت آبشستگی بالایی دارد و حفره آبشستگی در این مرحله آغاز می‌شود.
- مرحله توسعه
- در این مرحله عمق و ابعاد حفره آبشستگی گسترش می‌یابد.
- مرحله تثبیت
- در این مرحله روند تغییرات بستر کاهش می‌یابد.
- مرحله تعادل
- در این مرحله تنها در درون حفره آبشستگی حرکت ذرات صورت می‌گیرد و ذرات از درون حفره خارج نمی‌شوند. هر کدام از مراحل آبشستگی در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.



شکل (۱-۱): مراحل توسعه حفره آبستگي

۱-۲-۳- انواع آبستگي

آبستگي از جنبه‌های مختلف به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شود:
 آبستگي از نظر علت بوجود آمدن آن، که شامل آبستگي عمومي، آبستگي ناشي از تنگ شدگی مقطع و آبستگي موضعی است. از مجموع این سه آبستگي، عمق آبستگي کل بدست می‌آید.

آبستگي از نظر وضعیت حمل رسوب، که شامل آبستگي در حالت آب زلال و آبستگي در حالت آب حاوی رسوب است.

۱-۲-۳-۱- آبستگي عمومي

این نوع آبستگي زمانی رخ می‌دهد که جریان در بازه‌ای از رودخانه قادر باشد ذرات بستر را در طول مسیر جابجا و با خود حمل کند و باعث کاهش تراز بستر رودخانه در همان بازه گردد.

۱-۲-۳-۲- آبشستگی ناشی از انقباض

این نوع آبشستگی به علت تنگ شدن مقطع کانال یا مسیر آبراهه ایجاد می‌گردد و باعث پایین رفتن سطح بستر می‌شود. به علت انقباض مقطع جریان، سرعت متوسط جریان و تنش برشی بر روی بستر افزایش یافته و در نتیجه قدرت فرسایش و انتقال رسوب جریان بر روی بستر آبراهه افزایش می‌یابد. با توجه به وضعیت جریان و میزان تنگ شدگی مسیر، میزان این آبشستگی متفاوت می‌باشد (بروسرز و رادکیوی، ۱۹۹۱). در آبراهه‌های طبیعی معمولاً این نوع آبشستگی تا زمانی ادامه می‌یابد که سطح مقطع جریان افزایش یافته و در نتیجه ظرفیت حمل رسوب کاهش یافته و برابر با ظرفیت حمل رسوب در مقاطع بالادست گردد (شفاعی بجستان، ۱۳۷۸).

۱-۲-۳-۳- آبشستگی موضعی

این نوع آبشستگی ناشی از اثر سازه بر الگوی جریان می‌باشد و ممکن است همزمان با آبشستگی عمومی و آبشستگی ناشی از انقباض رخ دهد. انحراف جریان به اطراف سازه و اغتشاش در محل آن، جریان را از حالت یک بعدی خارج کرده و به حالت سه بعدی تبدیل می‌کند. معمولاً عمق آبشستگی موضعی بزرگتر از عمق آبشستگی ناشی از انقباض و آبشستگی عمومی می‌باشد.

۱-۲-۳-۴- آبشستگی کل

عمق آبشستگی کل مرتبط با یک سازه مشخص، از مجموع سه آبشستگی عمومی، آبشستگی ناشی از تنگ‌شدگی و آبشستگی موضعی بدست می‌آید.

۱-۲-۳-۵- آبشستگی آب زلال

در این حالت مواد رسوبی در بالادست محدوده آبشستگی ساکن بوده و حمل رسوب توسط رودخانه صورت نمی‌گیرد. در این آبشستگی تنش برشی بستر کمتر از تنش برشی بحرانی یا آستانه برای آغاز حرکت ذرات رسوبی می‌باشد. با افزایش سرعت برشی بستر عمق حفره آبشستگی نیز افزایش می‌یابد و در سرعت برشی بحرانی به حداکثر مقدار خود می‌رسد (بروسرز و رادکیوی، ۱۹۹۱). در آبشستگی آب زلال، سرعت آبشستگی در ابتدا نسبتاً زیاد است و سپس رفته رفته کاسته شده تا در نهایت پس از گذشت زمان نسبتاً طولانی در عمقی که عمق تعادل نامیده می‌شود، تقریباً ثابت