





دانشگاه سوادکوه
گروه مهندسی آب

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی آب گرایش سازه‌های آبی

عنوان

بررسی آزمایشگاهی تاثیر صفحات مایل مدفون در کنترل آبستگي پايين دست پرش هيدروليكي در شيب افقي و معكوس

استادان راهنما

دکتر علی حسین‌زاده دلیر

دکتر اکرم عباسپور

استاد مشاور

دکتر هادی ارونقی

پژوهشگر

سحر پروینی

حمد و سپاس بی پایان پروردگار بخشنده مهربان را که جز در سایه لطف و کرم بی پایش قادر به پیمودن این مسیر و غلبه بر مشکلات آن نبوده‌ام. اکنون که با یاری خداوند تهیه و تدوین این رساله به اتمام رسیده است. پیش از هر چیزی می‌بایست مراتب سپاس و قدردانی خود را از تمام عزیزانی که در این راه همراه و پشتیبانم بودند، اعلام نمایم.

از استاد گرانقدر سرکار خانم دکتر عباسپور که با حمایت‌های همیشگی خود، در تمام مراحل آزمایشگاهی، تئوری و تدوین این پروژه مرا یاری نمودند و با تلاش و راهنمایی‌های بی‌شائبه خود در پیشرفت و پر بار شدن آن کوشیدند کمال تشکر را دارم. از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر حسن‌زاده دلیر که در تمامی مراحل انجام پایان نامه، رهنمودهای بی‌دریغ و همه‌جانبه خود را در فرصت‌های گران‌بها صبورانه در اختیارم قرار دادند و مرا در به‌ثمر رساندن این پروژ یاری نمودند نهایت قدردانی را دارم. از استاد مشاور محترم آقای دکتر اروتقی که با دقت و حوصله بسیار در رفع مشکلات پایان نامه کوشیدند و از استاد محترم جناب آقای دکتر فرسادی‌زاده که زحمت داوری این پایان نامه را تقبل نمودند و از مدیریت محترم گروه جناب آقای دکتر دین‌پژوه نهایت تشکر و سپاس را دارم.

از پدر و مادر دلسوز و مهربانم که سجده‌ی ایثارشان گل‌محبت را در وجودم پروراند و با صبر و پشتیبانی همیشگی خود در تمامی دوران‌های زندگی‌ام امید موفقیت را در من زنده نگه داشته‌اند خاضعانه و با تمام وجود قدردانی می‌کنم و از حمایت‌های صمیمانه و بی‌دریغ‌دائی عزیزم احد طالبی که همیشه پشتیبانم بود کمال تشکر و سپاس را دارم و همچنین از برادر عزیزم که مرا در تمام مراحل یاری نمود قدردانی می‌کنم و این مجموعه را به خانواده عزیزم تقدیم می‌کنم.

از دوستان و همکلاسی‌های عزیزم مخصوصاً آقای آهن‌یار، ساجده حاجی عزیز، آزاده جمشیدی که در مراحل مختلف تهیه پایان‌نامه مرا یاری نمودند صمیمانه تشکر می‌کنم.

نام خانوادگی دانشجو: پروینی

نام: سحر سادات

عنوان پایان نامه: بررسی آزمایشگاهی تاثیر صفحات مایل مدفون در کنترل آبخستگی پایین دست پرش هیدرولیکی در شیب افقی و معکوس

استادان راهنما: دکتر اکرم عباسپور – دکتر علی حسین زاده دلیر

استاد مشاور: دکتر هادی ارونقی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی آب گرایش: سازه‌های آبی دانشگاه: تبریز

دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ‌التحصیلی: مرداد ماه ۹۳ تعداد صفحه: ۱۰۰

کلید واژه: آبخستگی موضعی، پرش هیدرولیکی، صفحات مدفون، شیب افقی و معکوس.

چکیده: آبخستگی ناشی از پرش هیدرولیکی در پایین دست دریچه کشویی، از جمله مسائلی می‌باشد که توجه مهندسان هیدرولیک را به خود معطوف داشته است. این پدیده می‌تواند باعث وارد آمدن خسارات جدی به سازه‌های پایین دست دریچه گردد. به منظور پیش‌بینی میزان آبخستگی و نیز روش‌های کنترل آن مطالعاتی صورت پذیرفته است. از جمله روش‌هایی که اخیراً مطرح شده است تعبیه صفحات مدفون در دال بستر فرسایش-پذیر می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از مدل فیزیکی تاثیر صفحات مدفون مایل به عنوان تقویت‌کننده بستر فرسایش‌پذیر بر عمق آبخستگی پایین دست پرش هیدرولیکی مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا آزمایشات متعددی صورت گرفت که در آنها از صفحات مدفون با دو زاویه ۵۰ و ۹۰ و در فواصل متفاوت از سکوی فرسایش‌ناپذیر در دو شیب افقی و معکوس ۰/۱۵ استفاده شد. نتایج حاصل از آزمایشات که به صورت پروفیل-های آبخستگی با بعد و بی‌بعد ترسیم شدند، نشان دادند که زاویه و محل قرارگیری صفحات در کنترل و کاهش عمق آبخستگی از اهمیت زیادی برخوردار است. در واقع با کاهش زاویه صفحات مدفون، عمق ماکزیمم آبخستگی نیز کاهش می‌یابد. هم‌چنین با مقایسه نتایج مربوط به آزمایشات تک صفحه‌ای و دو صفحه‌ای می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از صفحات تکی در فاصله مناسب با توجه به نصب آسان‌تر و هزینه کمتر می‌تواند نتایج بهتری داشته باشد. بهترین فاصله قرارگیری صفحات قائم به صورت تکی در فاصله $L_p = 45cm$ از سکوی فرسایش‌ناپذیر بوده و بهترین فاصله صفحات با زاویه ۵۰ درجه به صورت تکی در فاصله $L_p = 30cm$ از سکوی فرسایش‌ناپذیر می‌باشد.

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

۱-۱-مقدمه	۱
۲-۱-آبشستگی و مفاهیم آن	۲
۱-۲-۱-آبشستگی عمومی	۳
۲-۲-۱-آبشستگی ناشی از تنگ‌شدگی مقطع	۳
۳-۲-۱-فرسایش موضعی	۴
۴-۲-۱-عمق تعادل آبشستگی و مقیاس زمان آبشستگی	۶
۳-۱-حرکت اولیه ذرات بستر	۷
۱-۳-۱-روش تنش برشی	۸
۲-۳-۱-روش سرعت بحرانی	۱۰
۳-۳-۱-روش تصادفی انتقال رسوب	۱۳
۴-۱-مراحل گسترش حفره آبشستگی با زمان	۱۴
۵-۱-عوامل موثر در میزان آبشستگی	۱۵
۶-۱-مکانیزم آبشستگی موضعی در پایین دست کف بند افقی	۱۶
۱-۶-۱-آبشستگی در اثر جت آب	۱۷
۲-۶-۱-آبشستگی پایین دست پرش هیدرولیکی	۱۷
۷-۱-پرش هیدرولیکی آزاد در مجاری مستقیم با بستر صاف و افقی	۱۸
۸-۱-پرش هیدرولیکی در فلوم‌های شیب‌دار با شیب منفی	۱۹

عنوان	صفحه
۹-۱-الگوی آبشستگی در اثر پرش هیدرولیکی.....	۲۰
۱۰-۱-ابعاد حفره آبشستگی.....	۲۲
۱۱-۱-کنترل آبشستگی.....	۲۸
۱-۱۱-۱-کنترل آبشستگی با استفاده از سنگچین.....	۳۰
۲-۱۱-۱-کنترل آبشستگی با استفاده از صفحات قائم مدفون.....	۳۲
۱۲-۱-پیشینه تحقیق.....	۳۵
فصل دوم:مواد و روش‌ها	
۱-۲- مقدمه.....	۳۹
۲-۲-تجهیزات آزمایشگاهی.....	۳۹
۱-۲-۲-سیستم تامین آب.....	۳۹
۲-۲-۲- مخزن تامین فشار.....	۴۱
۳-۲-۲-فلوم آزمایشگاهی.....	۴۲
۴-۲-۲-دریچه بالادست.....	۴۳
۵-۲-۲-مدل آزمایش.....	۴۳
۶-۲-۲-کف کاذب و بستر رسوبی.....	۴۴
۳-۲- مشخصات مواد رسوبی بستر.....	۴۵

عنوان	صفحه
۴-۲- روشهای اندازه گیری.....	۴۷
۱-۴-۲- اندازه گیری عمق جریان.....	۴۸
۲-۴-۲- اندازه گیری دبی جریان.....	۴۸
۳-۴-۲- اندازه گیری عمق آبستگي.....	۴۹
۵-۲- کنترل پرش هیدرولیکی.....	۵۰
۶-۲- نحوه انجام آزمایش.....	۵۱
۷-۲- شرح آزمایشات.....	۵۲
۱-۷-۲- آزمایشات زمان تعادل آبستگي.....	۵۳
۲-۷-۲- آزمایشات اصلی.....	۵۳
۸-۲- تحلیل ابعادی.....	۵۳
۱-۸-۲- پارامترهای بدون بعد موثر.....	۵۴
۲-۸-۲- تعیین متغیرهای بدون بعد.....	۵۶
فصل سوم: نتایج و بحث	
۱-۳- مقدمه.....	۵۹
۲-۳- روند آبستگي.....	۵۹
۳-۳- ابعاد آبستگي.....	۵۹
۴-۳- مشاهدات مربوط به آزمایش ها.....	۶۰

صفحه	عنوان
۶۰	۳-۴-۱- بررسی زمان تعادل آبستگي.....
۶۲	۳-۴-۲- نتايج آزمایشات گروه اول.....
۶۳	۳-۴-۳- نتايج آزمایشات گروه دوم با شیب افقی.....
۷۱	۳-۴-۴- نتايج آزمایشات گروه سوم با شیب افقی.....
۷۷	۳-۴-۵- نتايج آزمایشات در شیب معکوس.....
۸۲	۳-۴-۶- حداکثر عمق و طول حفره آبستگي ناشی از پرش روی شیب افقی.....
۸۴	۳-۴-۷- حداکثر عمق و طول حفره آبستگي ناشی از پرش روی شیب معکوس.....
۸۶	۳-۵- معادلات رگرسیون.....
۹۰	۳-۶- مقایسه نتايج با مطالعات پیشین.....
۹۲	۳-۷- نتیجه گیری.....
۹۴	۳-۸- پیشنهادات.....

- شکل ۱-۱- انواع آبشستگی (بروسر و همکاران، ۱۹۹۱)..... ۳
- شکل ۱-۲- انواع آبشستگیها (راهنمای روشهای محاسبه آبشستگی موضعی، ۱۳۸۶)..... ۴
- شکل ۱-۳- توسعه زمانی آبشستگی در حالت آب زلال و بستر متحرک (میلر، ۲۰۰۳)..... ۶
- شکل ۱-۴- نمودار توسعه آبشستگی نسبت به زمان (سامر و فریدو، ۱۹۹۱)..... ۷
- شکل ۱-۵- دیاگرام شیلدز برای شرایط آستانه رسوبات یکنواخت (برقی، ۲۰۰۶)..... ۹
- شکل ۱-۶- نمایش خطوط جریان در حین عبور از روی ذره و نیروهای عمل کننده به ذره واقع در بستر فلوم (شفاعی بجستانی، ۱۳۷۳)..... ۱۱
- شکل ۱-۷- مراحل گسترش آبشستگی (انیشتین، ۱۹۵۰)..... ۱۵
- شکل ۱-۸- تاثیر عمق پایاب بر تشکیل پرش هیدرولیکی در پایین دست سرریز و دریچه کشویی (راهنمای روشهای محاسبه آبشستگی موضعی، ۱۳۸۶)..... ۱۸
- شکل ۱-۹- پرش هیدرولیکی بر روی بستر صاف و افقی..... ۱۸
- شکل ۱-۱۰- نمایی از پرش هیدرولیکی روی شیب معکوس (ابریشمی و حسینی، ۱۳۸۸)..... ۱۹
- شکل ۱-۱۱- الگوی حرکت رسوبات در فرایند آبشستگی پایین دست پرش هیدرولیکی (باطنی و همکاران، ۲۰۰۶)..... ۲۱
- شکل ۱-۱۲- تاثیر حرکت برگشتی بار بستر در جابجایی پرش هیدرولیکی (باطنی و همکاران، ۲۰۰۶)..... ۲۱
- شکل ۱-۱۳- نمای شماتیک حفره آبشستگی هنگام گسترش بی نظمیها (باطنی و همکاران، ۲۰۰۶)..... ۲۲
- شکل ۱-۱۴- تغییرات λ بر حسب d_{50} (هافمن و ورهیج، ۱۹۹۷)..... ۲۵

- شکل ۱-۱۵- شکل شماتیک آزمایشات دی و سارکار (۲۰۰۵)..... ۲۷
- شکل ۱-۱۶- منحنی تعیین حداقل قطر مورد نیاز سنگچین پایدار (پترکا، ۱۹۶۸)..... ۳۱
- شکل ۱-۲- ۱- پلان سیستم تامین آب..... ۴۰
- شکل ۲-۲- ۲- نمای مخزن آب و شیر فلکه تنظیم دبی..... ۴۰
- شکل ۲-۳- ۳- مخزن تامین فشار در بالادست دریچه کشویی..... ۴۱
- شکل ۲-۴- ۴- صفحه آرام کننده جریان..... ۴۲
- شکل ۲-۵- ۵- فلوم آزمایشگاهی..... ۴۲
- شکل ۲-۶- ۶- دریچه کشویی نصب شده در بالادست..... ۴۳
- شکل ۲-۷- ۷- صفحه های فلزی با زاویه ۵۰ و ۹۰ درجه..... ۴۳
- شکل ۲-۸- ۸- کف کاذب مورد استفاده در آزمایش..... ۴۴
- شکل ۲-۹- ۹- بستر رسوبی..... ۴۴
- شکل ۲-۱۰- ۱۰- مانع چوبی رسوبگیر نصب شده بر روی کف کاذب پایین دست..... ۴۵
- شکل ۲-۱۱- ۱۱- شن استفاده شده به عنوان مواد بستر رسوبی..... ۴۶
- شکل ۲-۱۲- ۱۲- الکهای استاندارد ASTM..... ۴۶
- شکل ۲-۱۳- ۱۳- منحنی دانه بندی ذرات رسوبی..... ۴۷
- شکل ۲-۱۴- ۱۴- دستگاه دیجیتالی عمق سنج..... ۴۸
- شکل ۲-۱۵- ۱۵- نرم افزار عمق سنج اولتراسونیک..... ۴۸

- شکل ۲-۱۶- سرریز مثلثی لبه تیز و سطح سنج ۴۹
- شکل ۲-۱۷- عمق سنج متحرک روی فلوم ۵۰
- شکل ۲-۱۸- دریچه به کار رفته برای کنترل پرش هیدرولیکی ۵۰
- شکل ۲-۱۹- شکل شماتیک آزمایشات بدون وجود صفحات (برهانی، ۱۳۹۱) ۵۶
- شکل ۲-۲۰- شکل شماتیک آزمایشات با وجود صفحات (برهانی، ۱۳۹۱) ۵۶
- شکل ۳-۱- نمودار توسعه زمانی آبشستگی در دو شیب افقی و معکوس ۶۱
- شکل ۳-۲- پروفیل طولی حفره آبشستگی بدون وجود صفحه در شیب افقی ۶۲
- شکل ۳-۳- پروفیل طولی حفره آبشستگی بدون وجود صفحه در شیب معکوس ۶۲
- شکل ۳-۴- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک صفحه قائم مدفون به ازای فرود ۹ ۶۴
- شکل ۳-۵- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک صفحه مدفون با زاویه ۵۰ درجه به ازای فرود ۹ ۶۴
- شکل ۳-۶- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک صفحه قائم مدفون به ازای فرود ۸ ۶۵
- شکل ۳-۷- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک صفحه مدفون با زاویه ۵۰ درجه به ازای فرود ۸ ۶۵
- شکل ۳-۸- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک صفحه قائم مدفون به ازای فرود ۷ ۶۶
- شکل ۳-۹- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک صفحه مدفون با زاویه ۵۰ درجه به ازای فرود ۷ ۶۶
- شکل ۳-۱۰- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک صفحه قائم مدفون به ازای فرود ۶ ۶۷
- شکل ۳-۱۱- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک صفحه مدفون با زاویه ۵۰ درجه به ازای فرود ۶ ۶۷
- شکل ۳-۱۲- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک صفحه قائم مدفون به ازای فرود ۵ ۶۸

- شکل ۳-۱۳- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک صفحه مدفون با زاویه ۵۰ درجه به ازای فرود ۶۸.۵
- شکل ۳-۱۴- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک صفحه قائم مدفون به ازای فرود ۴ ۶۹
- شکل ۳-۱۵- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک صفحه مدفون با زاویه ۵۰ درجه به ازای فرود ۶۹.۴
- شکل ۳-۱۶- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود دو صفحه قائم مدفون به ازای فرود ۹ ۷۱
- شکل ۳-۱۷- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود دو صفحه مدفون با زاویه ۵۰ به درجه به ازای فرود ۹ ۷۱
- شکل ۳-۱۸- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود دو صفحه قائم مدفون به ازای فرود ۸ ۷۲
- شکل ۳-۱۹- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود دو صفحه مدفون با زاویه ۵۰ درجه به ازای فرود ۷۲.۸
- شکل ۳-۲۰- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود دو صفحه قائم مدفون به ازای فرود ۷ ۷۳
- شکل ۳-۲۱- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود دو صفحه مدفون با زاویه ۵۰ درجه به ازای فرود ۷۳.۷
- شکل ۳-۲۲- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود دو صفحه قائم مدفون به ازای فرود ۶ ۷۴
- شکل ۳-۲۳- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود دو صفحه مدفون با زاویه ۵۰ درجه به ازای فرود ۷۴.۶
- شکل ۳-۲۴- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود دو صفحه قائم مدفون به ازای فرود ۵ ۷۵
- شکل ۳-۲۵- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود دو صفحه مدفون با زاویه ۵۰ درجه به ازای فرود ۷۵.۵
- شکل ۳-۲۶- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود دو صفحه قائم مدفون به ازای فرود ۴ ۷۶
- شکل ۳-۲۷- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود دو صفحه مدفون با زاویه ۵۰ درجه به ازای فرود ۷۶.۴
- شکل ۳-۲۸- پروفیل طولی حفره آبشستگی با وجود یک و دو صفحه مدفون قائم به ازای فرود ۶ ۷۸

شکل ۳-۲۹ - پروفیل طولی حفره آبستگي با وجود يك و دو صفحه مدفون با زاويه ۵۰ درجه به ازای فرود ۶

شکل ۳-۳۰ - پروفیل طولی حفره آبستگي با وجود يك و دو صفحه مدفون قائم به ازای فرود ۵ ۷۹

شکل ۳-۳۱ - پروفیل طولی حفره آبستگي با وجود يك و دو صفحه مدفون با زاويه ۵۰ درجه به ازای فرود ۵

شکل ۳-۳۲ - پروفیل طولی حفره آبستگي با وجود يك و دو صفحه مدفون قائم به ازای فرود ۴ ۸۰

شکل ۳-۳۳ - پروفیل طولی حفره آبستگي با وجود يك و دو صفحه مدفون با زاويه ۵۰ درجه به ازای فرود ۴

شکل ۳-۳۴ - تغییرات $\sum D_{s,max}$ به ازای زوایای مختلف ۸۵

شکل ۳-۳۵ - تغییرات $\sum L_e$ به ازای زوایای مختلف ۸۶

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- مقادیر حداقل عدد فرود اولیه لازم برای ایجاد پرش پایدار در شیب معکوس.....	۲۰
جدول ۱-۲- ضرایب تجربی معادله (۱-۲۵) (آدوس و همکاران، ۲۰۰۵).....	۲۶
جدول ۱-۳- ضرایب مربوط به معادله دی و سارکار (۲۰۰۵).....	۲۸
جدول ۱-۴- ضرایب معادلات ارائه شده توسط باطنی (۱۳۸۳).....	۳۳
جدول ۲-۱- خلاصه آزمایشات انجام شده.....	۵۲
جدول ۲-۲- متغیرهای هندسی و هیدرولیکی مورد بررسی.....	۵۵
جدول ۳-۱- حداکثر عمق و طول حفره ابشستگی در حالت تک صفحه‌ای.....	۸۲
جدول ۳-۲- حداکثر عمق و طول حفره ابشستگی در حالت دو صفحه‌ای.....	۸۳
جدول ۳-۳- حداکثر عمق و طول حفره ابشستگی.....	۸۴
جدول ۳-۴- ضرایب رابطه (۱-۳).....	۸۷
جدول ۳-۵- ضرایب رابطه (۲-۳).....	۸۸
جدول ۳-۶- ضرایب رابطه (۳-۳).....	۸۸
جدول ۳-۷- ضرایب رابطه (۴-۳).....	۸۹
جدول ۳-۸- ضرایب رابطه (۵-۳).....	۹۰
جدول ۳-۹- ضرایب رابطه (۶-۳).....	۹۰
جدول ۳-۱۰- مقایسه نتایج با رابطه دی و سارکار (۲۰۰۵).....	۹۱

B : عرض کانال

b : عرض دریچه

C : چسبندگی

$D_{s \max}$: حداکثر عمق آبشستگی

d_{50} : قطری که 50% مصالح از آن بزرگتر هستند.

h_0 : میزان باز شدگی دریچه

L : طول بستر فرسایش ناپذیر

L_e : طول گودال آبشستگی

L_p : فاصله قرار گیری صفحات مدفون از سکوی فرسایش ناپذیر

y_1 : عمق اولیه پرش هیدرولیکی

y_2 : عمق ثانویه پرش هیدرولیکی

y_t : عمق پایاب

Fr_d : عدد فرود ذرات رسوبی

Fr_1 : عدد فرود جریان

Q : دبی جریان

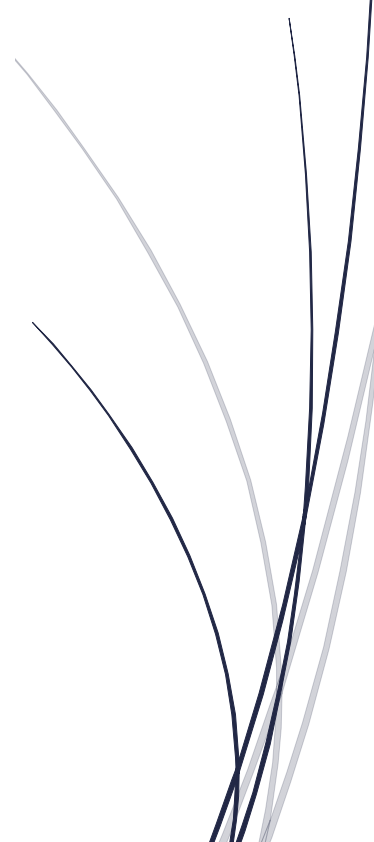
S_l : شیب طولی کانال

t : زمان انجام آزمایش

t_e : زمان تعادل

مقدمه و

بررسی منابع



۱-۱- مقدمه

از جمله مباحث بسیار پیچیده و مهم در مهندسی رودخانه مسئله فرسایش است. این موضوع از گذشته تا بحال نظر بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است. فرسایش در رودخانه‌ها باعث حمل مواد جامد و ذرات معلق و انتقال آن به پایین دست می شود که نتیجه آن رسوبگذاری در پایین دست و تغییر مورفولوژی رودخانه می باشد. چنانچه مقدار رسوب وارد شده به یک منطقه کمتر از رسوب خارج شده باشد، عمل فرسایش کف یا دیواره‌ها وجود دارد که باعث گود شدن کف بستر و حتی تغییر مسیر جریان می شود. از این رو با دخل و تصرف انسانها حفاظت رودخانه‌ها به صورت امری اجتناب ناپذیر جهت پایداری دراز مدت مطرح می گردد (رادکیوی، ۱۹۹۸).

هنگامی که یک سازه در مسیر جریانات ساحلی و رودخانه‌ای قرار می گیرد، حضور این سازه باعث بروز تغییراتی در الگوی جریان می شود که این تغییرات معمولا باعث افزایش ظرفیت انتقال موضعی رسوب در رودخانه شده و نهایتا منجر به بروز پدیده آبستگي می شود. در اثر بروز پدیده آبستگي حفره‌ای در اطراف سازه ایجاد می شود، که اگر این حفره تا پی سازه توسعه پیدا کند ممکن است منجر به تخریب سازه گردد. به همین دلیل آبستگي به عنوان تهدیدی بالقوه برای پایداری سازه شناخته می شود.

اگرچه در برخی موارد آبستگي به علت انباشت اجسام شناور سطحی در مسیر جریان و تنگ شدن موضعی جریان یا حضور یخ در رودخانه به وجود می آید، اما در بیشتر موارد عدم پیش بینی مناسب برای عمق حفره آبستگي در هنگام سیل علت اصلی خرابی سازه‌های هیدرولیکی می باشد (رادکیوی، ۱۹۹۸).

مقدار آبستگي در اطراف سازه‌های واقع در مسیر جریان و سرعت توسعه آبستگي به موقعیت و هندسه سازه، شرایط هیدرولیکی جریان در محدوده سازه و مشخصات مصالح بستر در نزدیکی سازه و بازه بالادست آن بستگی دارد (زراتی، ۱۳۸۱).

به طور کلی دو نوع آبستگي در مجاری فرسایش پذیر مطرح می گردد، آبستگي عمومی و موضعی. برای مقابله با آبستگي موضعی بایستی ابتدا پدیده آبستگي موضعی و مکانیزم حاکم بر آن شناخته شود تا بتوان

نحوه بوجود آمدن حداکثر عمق آبستگي را در نظر گرفته و در جهت حذف و يا کاهش آن در طراحی‌ها پيش‌بینی‌های لازم را انجام داد. لذا لازم است تا هیدرولیک رسوب و تاثیر نیروهای هیدرودینامیک بر روی ذره رسوبي مورد بحث قرار گیرد.

۱-۲- آبستگي و مفاهيم آن

آبستگي حرکت مواد بستر توسط جريان آب می‌باشد که طی آن ذرات از بستر، کناره‌های رودخانه و اطراف سازه‌های موجود در مسیر جريان ساییده شده و توسط جريان آب حمل می‌شوند. در جريان‌های با شدت کم ذرات بستر حرکتی نداشته و در محل خود ثابت باقی می‌مانند. با افزایش سرعت، ذرات به تدریج به سمت پایین شروع به حرکت خواهند نمود. پدیده آبستگي به دليل مکانیزمی که بر آن حاکم است یکی از پیچیده‌ترین پدیده‌هایی است که در مهندسی رودخانه مطرح می‌باشد.

آبستگي ایجاد شده در یک مقطع از رودخانه از سه جزء تشکیل می‌شود. این سه جزء شامل آبستگي عمومی^۱، آبستگي ناشی از انقباض^۲، آبستگي موضعی^۳ می‌باشد (سامر و فریدو، ۲۰۰۲).

چرمیسوف و همکاران (۱۹۸۷) آبستگي را به دو دسته اصلی آبستگي عمومی و محلی^۴ تقسیم نموده‌اند (برهانی، ۱۳۹۱).

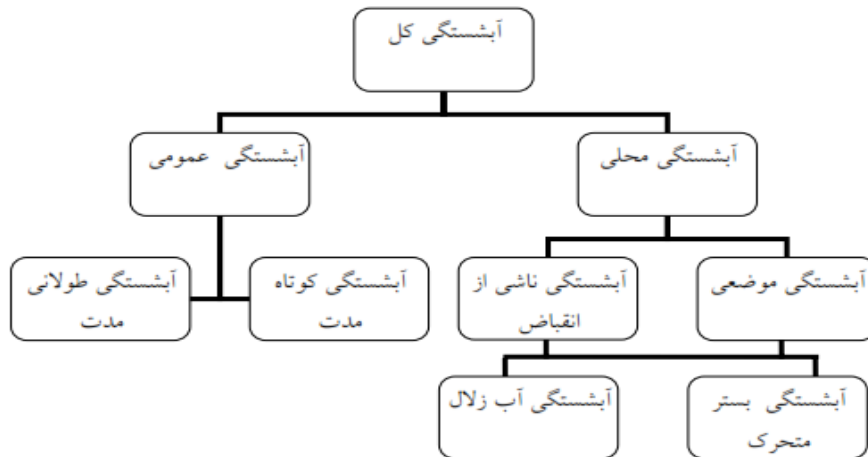
برخی دیگر از تقسیمات آبستگي در شکل (۱-۱) نشان داده شده است (دییر، ۲۰۰۶).

¹ General Scour

² Contraction Scour

³ Local Scour

⁴ Localized Scour



شکل ۱-۱- انواع آبشستگی (بروسر و همکاران، ۱۹۹۱)

۱-۲-۱- آبشستگی عمومی

فرسایش یا آبشستگی عمومی در حالتی رخ می‌دهد که دبی، سرعت و یا عمق جریان افزایش یافته و باعث می‌شود که بستر و یا عرض رودخانه تغییر کند. به عبارت دیگر این نوع آبشستگی یک کاهش درتراز بستر بوده که در اثر عدم تعادل میان رسوب حمل شده و ظرفیت انتقال رسوب در یک مقطع طولی ایجاد می‌گردد. دیواره رودخانه‌ها نیز از آسیب فرسایش در امان نیستند. زمانی که سرعت جریان از سرعت آستانه حرکت رسوبات بستر تجاوز نماید فرسایش شروع می‌شود. غالباً پایین افتادگی بستر ناشی از این فرسایش، توسط سیلاب‌ها و جریان‌های غیر دائمی روی می‌دهد.

عوامل زیادی اعم از دبی جریان، مشخصات بستر، مصالح و شیب رودخانه در میزان فرسایش عمومی موثرند. فرسایش عمومی بعضاً باعث تغییر در مورفولوژی رودخانه شده و طی گذشت زمان زیاد بازه رودخانه را به تعادل می‌رساند.

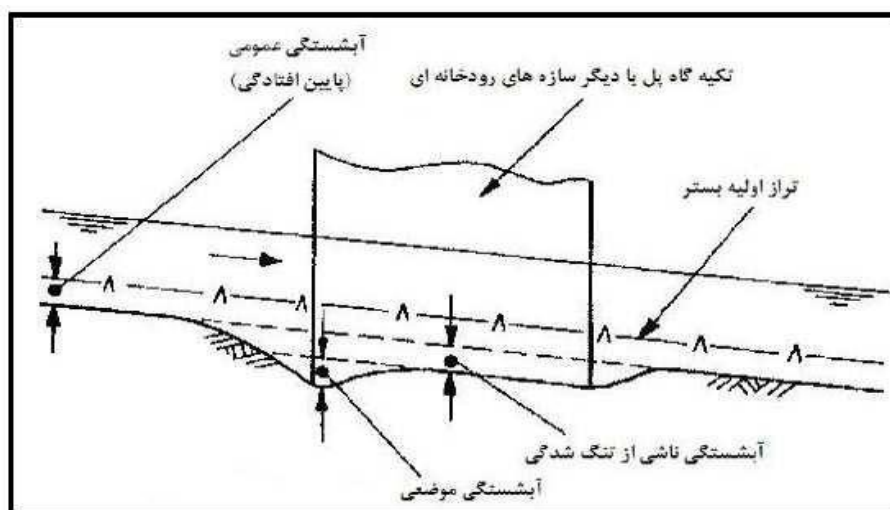
۱-۲-۲- آبشستگی ناشی از تنگ‌شدگی مقطع

این نوع آبشستگی در نتیجه تنگ‌شدگی فلوم یا رودخانه رخ می‌دهد. تاثیر چنین انقباضی کاهش سطح مقطع جریان و افزایش سرعت متوسط جریان می‌باشد که باعث افزایش نیروهای فرساینده اعمال شده بر بستر

فلوم و بروز پدیده آبستگي می‌شود. تاثیر کلی چنین پدیده‌ای پایین افتادگی بستر فلوم یا رودخانه است (دییر، ۲۰۰۶).

۱-۲-۳- فرسایش موضعی

این نوع آبستگي در اثر برداشت رسوب از مجاورت موانعی مانند پایه پل‌ها، تکیه‌گاه‌های کناری، آبسکن‌ها و یا سایر موانعی که در مسیر جریان قرار گرفته‌اند رخ می‌دهد. آبستگي موضعی نتیجه تداخل جریان با مانع می‌باشد که منجر به شتاب گرفتن جریان و ایجاد گردابه‌هایی می‌شود که رسوبات را از اطراف این موانع دور می‌کنند. شکل (۱-۲) نمونه‌ای از انواع، آبستگي را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲- انواع آبستگي‌ها (راهنمای روش‌های محاسبه آبستگي موضعی، ۱۳۸۶)

فرسایش موضعی با توجه به ظرفیت جریان در انتقال رسوب بستر رودخانه به دو حالت فرسایش آب زلال^۱ و فرسایش بستر متحرک^۲ تقسیم می‌شود. البته فرسایش عمومی نیز به دو حالت تفکیک می‌شود ولی اهمیت

^۱ Clear-Water Scour

^۲ Live Bed Scour