بسم الله

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

فصل اول/مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ تعریف آبشستگی ۳

۱-۳ انواع آبشستگی ٤

۱-۳-۱ آبشستگی عمومی ٤

۱-۳-۲ آبشستگی موضعی ٥

۱-۳-۳ آبشستگی ناشی از تنگ شدگی مقطع ۷

۱-۳-٤ آبشستگی کل ۷

۱-٤ مراحل توسعه آبشستگی ۸

۱-٥ تعریف آبشکن ۹

۱-٦ انواع آبشکن ۱۰

۱-٦-۱ انواع آبشکن از نظر شکل هندسی ۱۰

۱-٦-۱-۱ آبشکن تیغه‌ای ۱۰

۱-٦-۱-۲ آبشکن سرکج ۱۱

۱-٦-۱-۳ آبشکن سرخم ۱۱

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

۱-٦-۱-٤ آبشکن‌های T شکل ۱۱

۱-٦-۲ انواع آبشکن از نظر نفوذپذیری ۱۲

۱-٦-۳ انواع آبشکن از نظر استغراق ۱۲

۱-٦-٤ انواع آبشکن ازنظر قرارگیری نسبت به امتداد جریان ۱۳

۱-۷ اهداف احداث آبشکن ۱۳

۱-۸ الگوی جریان اطراف آبشکن ۱٤

۱-۹ مصالح مورد استفاده در بدنه آبشکن ۱۷

۱-۱۰ طوق ۱۷

۱-۱۱ الگوی جریان اطراف آبشکن دارای طوق ۱۸

۱-۱۲ ضرورت انجام تحقیق ۱۸

۱-۱۳ اهداف ۱۹

۱-۱٤ فرضیه ها ۱۹

۱-۱۵ ساختار کلی پایان نامه ۲۰

فصل دوم/ بررسی منابع ۲۱

۲-۱ پیشینه تحقیق ۲۲

۲-۱-۱ تحقیقات محققان خارجی ۲۲

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

۲-۱-۲ تحقیقات محققان داخلی ۳۹

فصل سوم/مواد و روشها ٤۸

۳-۱ مقدمه..... ٤۹

۳-۲ مدل آزمایشگاهی..... ۵۰

۳-۳ نحوه انجام آزمایشات ۵۵

۳-٤ رسوبات مورد نیاز آزمایش..... ۵۸

۳-۵ تعیین زمان تعادل آزمایشات ۵۹

۳-٦ مشخصات آبشکن بکار رفته در آزمایشها ٦۰

۳-۷ تعیین سرعت آستانه حرکت ذرات بستر..... ٦۰

۳-۸ آنالیز ابعادی ٦۱

۳-۹ مشخصات آزمایشهای انجام شده ٦۲

فصل چهارم/ نتایج ٦٤

٤-۱ مقدمه..... ٦۵

٤-۲ الگوی جریان اطراف آبشکن..... ٦۵

٤-۳ زمان تعادل آزمایشها t_e..... ٦۷

٤-٤ بررسی تغییرات زمانی آبشستگی بر حداکثر عمق آبشستگی نسبی ٦۸

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

٤-٥ آبشکن متقارن ٦٩

٤-٥-١ مقایسه آبشکنهای T شکل متقارن برای سه اندازه ٧، ٩ و ١٢ سانتیمتردر شرایط ٧٠

$n=(L_u+L_d)/L=$١ و آبشکن T شکل متقارن با طول جان ١٢ سانتیمتر و n=٠/٥..... ٧٠

٤-٥-٢ مقایسه پروفیل طولی بستر برای آبشکن های متقارن با n=١ و طول جان ٧، ٩ و ١٢ سانتیمتر و آبشکن متقارن با n=٠/٥ و طول جان ١٢ سانتیمتر ٧٠

٤-٥-٣ تغییرات توپوگرافی بستر در آبشکنهای متقارن با طول جان مختلف..... ٧١

٤-٦ آبشکن نامتقارن..... ٧٤

٤-٦-١ بررسی آبشکن T شکل نامتقارن در شرایط n=١ برای سه طول جان ٧، ٩ و ١٢ سانتیمتر ومقایسه آنها با آبشکن T شکل متقارن..... ٧٤

٤-٦-١-١ مقایسه پروفیل طولی بستر در دو حالت $\frac{L_u}{L_d}=5$ و $\frac{L_u}{L_d}=0.2$ در سه طول جان ٧، ٩ و ١٢ سانتیمتر..... ٧٩

٤-٦-١-٢ تغییرات توپوگرافی بستر اطراف آبشکن در دو حالت $\frac{L_u}{L_d}=5$ و $\frac{L_u}{L_d}=0.2$ در سه طول جان ٧، ٩ و ١٢ سانتیمتر ٨١

٤-٦-٢ مقایسه آبشکن T شکل نامتقارن با آبشکن T شکل متقارن در آبشکنی با نسبت $n=(L_u+L_d)/L=$ ٠/٥ ..... ٨٥

٤-٦-٢-١ مقایسه پروفیل طولی بستر در دو حالت $\frac{L_u}{L_d}=5$ و $\frac{L_u}{L_d}=0.2$ در آبشکن T شکل ٨٩

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

نامتقارن با طول جان ۱۲ سانتیمتر و نسبت n=۰/۵ ..... ۸۹

٤-٦-۲-۲ تغییرات توپوگرافی بستر برای آبشکن T شکل نامتقارن با طول جان ۱۲ سانتیمتر و نسبت n=۰/۵ ..... ۹۰

٤-۷ آبشکن به همراه طوق نیمه کامل (partial collar) ۹۱

٤-۷-۱ آزمایشها مربوط به تغییر طول طوق ۹۳

٤-۷-۱-۱ تغییرات توپوگرافی بستر برای ٤ اندازه مختلف طوق ۹٦

٤-۷-۱-۲ پروفیل طولی برای ٤ اندازه مختلف طوق ۹۹

٤-۷-۲ آزمایشها مربوط به تغییر ارتفاع قرارگیری طوق نسبت به بستر در یک شرایط ثابت ۱۰۰

٤-۷-۲-۱ توپوگرافی بستر برای ٤ ارتفاع متفاوت قرارگیری طوق نسبت به بستر ۱۰۱

٤-۷-۲-۲ پروفیل طولی بستر برای ٤ ارتفاع مختلف قرارگیری طوق از سطح بستر ۱۰۳

فصل پنجم/ نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۰۵

۵-۱ مقدمه ۱۰٦

۵-۲ نتیجه گیری ۱۰٦

۵-۳ پیشنهادها ۱۰۹

مراجع ۱۱۰

عنوان	فهرست اشکال	صفحه

شکل (۱-۱)- نمایش سیستم‌های گردابی در محل آبشکن ۷

شکل (۱-۲)- مراحل توسعه حفره آبشستگی ۹

شکل (۱-۳)- شکلهای هندسی مختلف آبشکن ۱۲

شکل (۱-٤)- الگوی آبشستگی اطراف یک آبشکن ۱٦

شکل (۱-۵)- خط الرأس و جدایی جریان در اطراف یک آبشکن منفرد در مسیر مستقیم (پلان)..... ۱٦

شکل (۲-۱)- الگوی جریان اطراف آبشکن T شکل ٤٦

شکل (۲-۲)- تغییرات زمانی آبشستگی در فرودهای مختلف در زاویه نصب a) °٦۰ و b) °٤۵ ..... ٤۷

شکل (۳-۱)- ایستگاه پمپاژ و تجهیزات مورد استفاده ۵۱

شکل (۳-۲)- نمایی از تابلو برق ایستگاه پمپاژ ۵۱

شکل (۳-۳)- مخزن آرام کننده جریان ۵۲

شکل (۳-٤)- شیر فلکه ورودی به فلوم ۵۳

شکل (۳-۵)- دریچه تنظیم سطح آب ۵٤

شکل (۳-٦)- مخزن ته‌نشینی و فیلتر جمع‌آوری رسوبات مخزن ته‌نشینی و فیلتر جمع‌آوری رسوبات ... ۵۵

شکل (۳-۷)- نمایی کلی از فلوم آزمایشگاهی مورد استفاده در این تحقیق ۵٦

شکل (۳-۸)- مقطع طولی فلوم آزمایشگاهی ۵٦

شکل (۳-۹)- ترازسنج دیجیتالی جهت برداشت نقطه‌ای عمق آبشستگی ۵۸

شکل(۳-۱۰)- دستگاه برداشت بستر به صورت سه‌بعدی Bed Profiler ۵۸

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

شکل (۳-۱۱)- منحنی دانه‌بندی رسوبات مورد استفاده ۵۹

شکل(۳-۱۲)-نمایی از آبشکن به‌همراه طوق در کانال آزمایشگاهی..... ٦۲

شکل (٤-۱)- نمونه ای از الگوی جریان اطراف آبشکن (جهت جریان از راست به چپ) ٦٦

شکل (٤-۲)- نمای ۳ بعدی از تغییرات بستر در حالت آبشکن T شکل نامتقارن..... ٦۷

شکل(٤-۳)- تغییرات زمانی آبشستگی در آبشکن T شکل (Q=۳۰lit/s, h=۹cm) ٦۸

شکل(٤-٤)- تغییرات زمانی آبشستگی در۷ آبشکن نامتقارن با طول جان ۱۲ سانتیمتر و مجموع بال بالادست و پایین‌دست برابر ۱۲ سانتیمتر ٦۹

شکل (٤-۵)- مقایسه پروفیل طولی بستر برای آبشکن‌های متقارن ۷۱

شکل (٤-٦)- توپوگرافی بستر برای آبشکن متقارن با طول جان ۱۲ سانتیمتر ۷۲

شکل (٤-۷)- توپوگرافی بستر برای آبشکن متقارن با طول ۹ سانتیمتر (Q=۱٦ lit/s,h=۹cm) ۷۲

شکل (٤-۸)- توپوگرافی بستر برای آبشکن متقارن با طول ۷ سانتیمتر (Q=۱٦ lit/s,h=۹cm) ۷۳

شکل (٤-۹)- توپوگرافی بستر برای آبشکن متقارن با طول ۱۲ سانتیمتر و طول بال ٦ سانتیمتر..... ۷۳

(Q=۱٦ lit/s,h=۹cm) ۷۳

شکل (٤-۱۰)- تغییرات $\frac{h_s}{h}$ بر حسب نسبت $\frac{L_u}{L_d}$ برای آبشکن هایی به طول ۱۲ سانتیمتر ۷٦

شکل (٤-۱۱)- تغییرات $\frac{h_s}{h}$ بر حسب نسبت $\frac{L_u}{L_d}$ برای آبشکن هایی به طول ۹ سانتیمتر ۷۷

عنوان	فهرست اشکال	صفحه

شکل (٤-١٢)- تغییرات $\frac{h_s}{h}$ بر حسب نسبت $\frac{L_u}{L_d}$ برای آبشکن هایی به طول ۷ سانتیمتر ۷۷

شکل(٤-١٣)- نمودار بی بعد عمق حداکثر آبشستگی نسبی بر حسب نسبت اندازه بال بالادست به بال پایین دست برای آبشکنهای با طول جان مختلف ۷۹

شکل (٤- ١٤)- پروفیل طولی برای آبشکن به طول جان ۱۲ سانتیمتر(Q=١٦ lit/s,h=٩cm)..... ۸۰

شکل (٤-١٥)- پروفیل طولی برای آبشکن به طول جان ۹ سانتیمتر(Q=١٦ lit/s,h=٩cm) ۸۰

شکل (٤- ١٦) - پروفیل طولی برای آبشکن به جان طول ۷ سانتیمتر(Q=١٦ lit/s,h=٩cm) ۸۱

شکل (٤-١٧)- توپوگرافی بستر در حالت $\frac{L_u}{L_d}=5$ برای آبشکن با طول جان ۱۲ سانتیمتر (Q=١٦ lit/s,h=٩cm) ۸۲

شکل (٤-١٨)- توپوگرافی بستر در حالت $\frac{L_u}{L_d}=0.2$ برای آبشکن یه طول ۱۲ سانتیمتر (Q=١٦ lit/s,h=٩cm) ۸۳

شکل (٤-١٩)- توپوگرافی بستر در حالت $\frac{L_u}{L_d}=5$ برای آبشکن با طول جان ۹ سانتیمتر (Q=١٦ lit/s,h=٩cm) ۸۳

شکل (٤-٢٠)- توپوگرافی بستر در حالت $\frac{L_u}{L_d}=0.2$ برای آبشکن با طول جان ۹ سانتیمتر (Q=١٦ lit/s,h=٩cm) ۸٤

شکل (٤-٢١)- توپوگرافی بستر در حالت $\frac{L_u}{L_d}=5$ برای آبشکن با طول جان ۷ سانتیمتر ۸٤

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

(Q=۱٦ lit/s,h=۹cm) ۸٤

شکل (٤-۲۲)- توپوگرافی بستر در حالت $\frac{L_u}{L_d} = 0.2$ برای آبشکن با طول جان ۷ سانتیمتر (Q=۱٦ lit/s,h=۹cm) ۸۵

شکل (٤-۲۳)- تغییرات $\frac{h_s}{h}$ بر حسب نسبت $\frac{L_u}{L_d}$ را برای آبشکنهایی به طول جان ۱۲ سانتیمتر و طول بال ٦ سانتیمتر (Q=۱٦ lit/s,h=۹cm) ۸۷

شکل (٤-۲٤)- نمودار بی بعد عمق حداکثر آبشستگی نسبی بر حسب نسبت اندازه بال بالادست به بال پایین دست ۸۸

شکل (٤-۲۵)- پروفیل طولی برای آبشکن به طول ۱۲سانتیمتر و طول بال ٦سانتیمتر (Q=۱٦ lit/s,h=۹cm) ۸۹

شکل (٤-۲٦)- توپوگرافی بستر در حالت $\frac{L_u}{L_d} = 5$ برای آبشکن با طول جان ۱۲ سانتیمتر و طول بال ٦ سانتیمتر ۹۰

(Q=۱٦ lit/s,h=۹cm) ۹۰

شکل (٤-۲۷)- توپوگرافی بستر در حالت $\frac{L_u}{L_d} = 0.2$ برای آبشکن با طول جان ۱۲ سانتیمتر و طول بال ٦ سانتیمتر ۹۱

شکل(٤-۲۸)- الگوی جریان در آبشکن دارای طوق ۹۲

شکل (٤-۲۹)- توپوگرافی بستر پس از تمام شدن آزمایش ۹۳

عنوان	فهرست اشکال	صفحه

شکل(٤-٣٠)- طوق به طول ٣ سانتیمتر و عرض ١٢ سانتیمتر ٩٤

شکل(٤-٣١)- طوق به طول ٦ سانتیمتر و عرض ١٢ سانتیمتر ٩٤

شکل(٤-٣٢)- طوق به طول ٩ سانتیمتر و عرض ١٢ سانتیمتر ٩٥

شکل(٤-٣٣)- آبشستگی به همراه طوق در بالادست به طول ١٢ سانتیمتر و عرض ١٢ سانتیمتر ٩٥

شکل (٤-٣٤)- نمودار بی بعد حداکثر عمق آبشستگی نسبی بر حسب نسبت طول به عرض طوق..... ٩٦

شکل (٤-٣٥)- توپوگرافی بستر برای طوق به طول ٣ سانتیمتر ٩٧

شکل (٤-٣٦)- توپوگرافی بستر برای طوق به طول ٦ سانتیمتر ٩٧

شکل (٤-٣٧)- توپوگرافی بستر برای طوق به طول ٩ سانتیمتر ٩٨

شکل (٤-٣٨)- توپوگرافی بستر برای طوق به طول ١٢سانتیمتر ٩٨

شکل (٤-٣٩)- پروفیل طولی برای ٤ اندازه مختلف طوق ٩٩

شکل (٤-٤٠)- نمودار بی بعد نسبت ارتفاع آب به عمق حداکثر آبشستگی به نسبت ارتقاع قرارگیری طوق از سطح بستر به عرض طوق ١٠٠

شکل(٤-٤١)- توپوگرافی بستر برای طوق به طول وعرض٦و ١٢سانتیمتر که بر روی سطح بستر قرار گرفته است..... ١٠١

شکل(٤-٤٢)- توپوگرافی بستر برای طوق به طول وعرض٦و ١٢سانتیمتر و ٣ سانتیمتر بالاتر از سطح بستر قرار گرفته است ١٠٢

شکل(٤-٤٣)- توپوگرافی بستر برای طوق به طول وعرض٦و ١٢سانتیمتر و ٦سانتیمتر بالاتر از سطح بستر قرار گرفته است.....١٠٢

شکل(٤-٤٤)- توپوگرافی بستر برای طوق به طول وعرض٦و ١٢سانتیمتر و ٩ سانتیمتر بالاتر از سطح بستر قرار گرفته است ١٠٢

شکل (٤-٤٥)- پروفیل طولی برای ٤ ارتفاع مختلف قرارگیری طوق از سطح بستر ١٠٣

عنوان	فهرست جداول	صفحه

جدول(۲-۱)- ضریب k در رابطه لیسی (نقل از رحمان،۲۰۰۳) ۲۳

جدول (۲-۲)- فاکتورهای تصحیح رابطه احمد (به نقل از فتحی، ۱۳۷۱) ۲۵

جدول(۲-۳)- فاکتورهای تصحیح رابطه احمد (به نقل از فتحی، ۱۳۷۱) ۲٦

جدول (٤-۱)- داده‌های برداشت شده در آزمایشات مربوط به آبشکن‌های T شکل متقارن..... ۷۰

جدول (٤-۲)- مشخصات آزمایشات مربوط به آبشکن T شکل متقارن و نامتقارن به طول ۱۲ سانتیمتر. ۷٤

جدول (٤-۳)- مشخصات آزمایشات مربوط به آبشکن T شکل متقارن و نامتقارن به طول ۹ سانتیمتر.. ۷۵

جدول (٤-٤)- مشخصات آزمایشات مربوط به آبشکن T شکل متقارن و نامتقارن به طول ۷ سانتیمتر.. ۷۵

جدول (٤-۵)- مشخصات آزمایشات مربوط به آبشکن T شکل متقارن و نامتقارن به طول جان ۱۲ سانتیمتر و مجموع طول بال بالادست و پایین‌دست ٦ سانتیمتر ۸٦

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

رودخانه یکی از زیباترین پدیده‌های طبیعی بوده و نقش بسیار مهمی در روند تکاملی زندگی بشر داشته است. رودخانه یک سیستم زنده و پویا بوده و دائماً بستر و کناره‌های خود را دستخوش تغییر قرار می‌دهد و علاوه بر این تحت تأثیر فعالیت‌ها و اقدامات مهندسی نیز واکنش نشان می‌دهد. واکنش رودخانه ممکن است بلافاصله و یا بعد از مدت زمان طولانی از شروع اقدامات مهندسی باشد. روند تغییرات بستر و کناره‌های رودخانه به طور پیوسته ادامه می‌یابد تا اینکه در دراز مدت رودخانه به حالت تعادل برسد.

لزوم شناخت روش‌های مختلف حفاظت رودخانه در مقابل فرسایش آبی در ایجاد و عمران اراضی حاشیه رودخانه‌ها و کناره‌های بستر از این جهت اهمیت دارد که بتوان در هر منطقه بسته به موقعیت محل و مشخصات فیزیکی رودخانه‌ها، عوامل تخریب و فرسایش، ارزش اراضی و تاسیسات حاشیه رودخانه‌ها با انتخاب مناسب‌ترین روش به بهترین نتیجه ممکن دست یافت و احتمال شکست را در مبارزه با این نوع فرسایش آبی به حداقل ممکن رسانید.

حمله‌ی جریان به سواحل کناری و کف‌کنی و عمیق‌تر شدن بستر رودخانه‌ها در مواقع طغیان، یکی از عوامل اساسی تخریب و فرسایش اراضی و کناره‌های بستر است. تماس مستقیم جریان آب با کناره‌های بستر منجر به افزایش شیب طولی در اثر فرسایش کف بستر و عمیق‌تر شدن آن می‌گردد. نهایتاً تعادل در این‌گونه مناطق برهم خورده و در اثر این عمل توده‌های فوقانی به‌علت لغزش و یا ریزش در داخل جریان آب فرو می‌ریزند.

یکی دیگر از عوامل فرسایش، تغییرات در عرض بستر رودخانه‌ها در طول مسیر جریان می‌باشد که بر عوامل تشدید کننده تخریب و فرسایش رودخانه‌ای تاثیر فراوان دارد. اصولا در زمان وقوع طغیان و جریان‌های شدید سیلابی، در قسمتی از مسیر رودخانه‌ها که عرض جریان کاهش می‌یابد، سرعت جریان بصورت موضعی افزایش یافته و فرسایش بستر اتفاق می‌افتد.

از جمله روش‌های حفاظت سواحل، ساخت سازه‌هایی است که بر خطوط جریان تاثیر گذاشته و موجب انحراف آنها از دیواره‌های فرسایش‌پذیر به قسمت‌های میانی رودخانه گردد و یا با کاهش سرعت از شدت برخورد جریان با دیواره‌ها کاسته و توانایی رسوب‌گذاری را افزایش دهند. از جمله‌ی این سازه‌ها

می‌توان به انواع آبشکن‌ها اشاره نمود. آبشکن‌ها، سازه‌هایی هستند که بصورت عرضی از ساحل رودخانه به طرف محور آن و با زوایای مختلف نسبت به کناره رودخانه تا فاصله‌ای امتداد می‌یابند.

اصولا مکانیزم عملکرد آبشکن به گونه‌ای است که باعث هدایت جریان آب به محور رودخانه شده و مانع از امکان وقوع جریان قوی در طول دیواره ساحلی فراهم می‌گردد، همچنین با توجه به اینکه اصولاً آبشکن‌ها به‌صورت گروهی ساخته می‌شوند و جریان‌های گردابی به‌وجود آمده در محدوده بین دو آبشکن باعث توسعه جریان‌های ثانویه و ته‌نشست رسوبات درشت دانه در کناره‌های ساحل می‌گردد که به تدریج باعث توسعه و تثبیت طبیعی و بیولوژیکی ساحل در محدوده بین دو آبشکن می‌گردد.

برای محافظت از سازه‌ها در برابر خسارات وارده از آبشستگی، سه روش مورد استفاده قرار می‌گیرد. اولین روش، قرارگیری سازه در عمقی است که حداکثر عمق آبشستگی اثری بر پایداری سازه نداشته باشد. روش دوم جلوگیری از فرسایش عمومی در حال توسعه است. سومین روش، استفاده از ابزاری جهت کاهش قدرت جریان پایین‌رونده و در نتیجه کاهش آبشستگی است که به‌عنوان نمومه می‌توان به طوق اشاره کرد.

۱-۲ تعریف آبشستگی

آبشستگی در حقیقت جابه‌جایی ذرات رسوب از محل استقرار اولیه آنها به مکان دیگرتوسط جریان است. آبشستگی ممکن است در نتیجه تغییرات طبیعی جریان در آبراهه یا در نتیجه فعالیت‌های انسان مانند ساخت سازه‌ها در مسیر جریان یا برداشت مصالح بستر اتفاق افتد. به‌طور کلی آبشستگی در اثر اندرکنش نیروهای زیر حاصل می‌شود:

۱. **نیروی محرک ناشی از جریان که در راستای جدا کردن ذره از بستر عمل می‌کند.**
۲. نیروی مقاوم ناشی از اصطکاک ذرات و وزن ذره که در برابر حرکت ذره مقاومت کرده و مانع جدایی ذره از بستر می‌شود.