بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

بخش مهندسی آب

پایان‌نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی آب گرایش سازه‌های آبی

بررسی عددی تاثیر احداث آبشکن در طرح تثبیت ساحل رودخانه (مطالعه موردی: رودخانه تالار)

مؤلف :

سودابه اعزی پاشاکلایی

استاد راهنما :

دکتر محمد جواد خانجانی

استاد مشاور :

دکتر محمد ذونعمت کرمانی

دی ماه۱۳۹۲

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

بخش مهندسی آب

دانشکده کشاورزی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

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

دانشجو :

استاد راهنما :

استاد مشاور :

داور ۱ :

داور۲ :

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده در جلسه دفاع:

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده :

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

تقدیم به

خانواده عزیزم

و

همه‌ی کسانی که دوستشان دارم

سپاسگزاری

حمد و سپاس مخصوص خدایی است که ما را به راهی که می‌خواست هدایت نمود و در راه محبت و عشق خود برانگیخت در حالی که از حدودی که برای ما معین نموده قدمی پیش و پس نتوانیم نهاد. حال که کار تدوین این پایان‌نامه به اتمام رسیده است بر خود لازم می‌دانم از استاد راهنمای خود جناب آقای **دکتر محمد جواد خانجانی** که در تمام مراحل انجام این پروژه همچون پدری دلسوز مرا مورد لطف، عنایت و راهنمایی خویش قرار دادند، خاضعانه تشکر کنم. از استاد مشاور این پایان‌نامه جناب آقای **دکتر محمد ذو نعمت کرمانی** به پاس زحماتی که متحمل شده‌اند بسیار سپاسگزارم. از جناب آقای دکتر **غلامعباس بارانی** و جناب آقای دکتر **محمد مهدی احمدی** که زحمت داوری این پایان‌نامه را به عهده گرفته‌اند صمیمانه قدردانی می کنم.

از همه دوستان عزیزم و همه همکلاسی‌های خوبم به پاس همه محبت‌هایی که در نگاه، گفتار و رفتارشان موج می‌زد، تشکر می کنم.

در پایان بوسه می‌زنم بر دستان خداوندگاران مهر و مهربانی، **پدر و مادر عزیزم** و بعد از خدا ستایش می کنم وجود مقدسشان را.

با احترام

سودابه اعزی پاشاکلایی

دی ماه ۱۳۹۲

چکیده

آبشکن‌ها یکی از سازه‌های مهم ساماندهی رودخانه به شمار می‌آیند که برای حفاظت و شکل دادن به سواحل و آبراهه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. اقدامات ساماندهی از جمله احداث آبشکن، در رفتار رودخانه تغییراتی را به دنبال دارد که مطالعه و شناخت این تغییرات حائز اهمیت می‌باشد. در این مطالعه به شبیه‌سازی هیدرولیکی بازه‌ای از رودخانه تالار استان مازندران که نیاز مبرم به عملیات ساماندهی دارد، پرداخته شد. بدین منظور ابتدا به شبیه‌سازی عددی الگوی جریان و تغییرات بستر آبراهه در اطراف سازه‌های آبشکن پرداخته شد و توانایی مدل عددی دو بعدی در مدل‌سازی جریان و رسوب در اطراف آبشکن منفرد و سری آبشکن‌ها ارزیابی گردید. مقایسه‌ی نتایج با داده‌های آزمایشگاهی قابلیت بالای این مدل را در شبیه‌سازی الگوی جریان و بستر در اطراف آبشکن‌ها نشان داد. در ادامه با تعریف سه سناریوی فرضی برای جانمایی آبشکن‌ها، با استفاده از دو مدل عددی یک بعدی و دو بعدی به شبیه‌سازی هیدرولیکی بازه‌ای از رودخانه تالار پرداخته شد. نتایج نشان داد که احداث آبشکن‌ها به طور کلی سبب افزایش مشخصه‌های جریان، مخصوصا در محل احداث سازه‌ها می‌گردد. از میان سناریوهای در نظر گرفته شده، مطلوب‌ترین سناریو از نظر موفقیت در حفاظت و ساماندهی سواحل رودخانه تالار معرفی گردید.

کلمات کلیدی: آبشکن، رودخانه تالار، مدل عددی، ساماندهی رودخانه

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و کلیات ۱

۱ – ۱مقدمه ۲

۱ – ۲ بیان مسئله و ضروت انجام تحقیق ۳

۱ – ۳ تعاریف و تقسیم بندی رودخانه ٤

۱ – ۳– ۱ پایداری رودخانه ٥

۱ – ۳– ۲ الگوی رودخانه ٥

۱ – ۴ فرسایش ساحل رودخانه ٦

۱ – ۵ ساماندهی رودخانه ۷

۱–۶ ضرورت حفاظت از کناره‌های رودخانه ۷

۱–۷ روش‌های تثبیت ساحل و مهار فرسایش رودخانه ۸

۱–۷–۱ روش‌های حفاظت مستقیم ۹

۱–۷–۲ روش‌های حفاظت غیرمستقیم ۹

۱–۷–۲–۱آبشکن ۹

۱–۷–۲–۱–۳ طبقه بندی آبشکن‌ها بر اساس نوع ساخت ۱۳

۱–۷–۲–۱–۸ طول آبشکن‌ها ۱٦

۱–۷–۲–۱–۹ فاصله بین آبشکن‌ها ۱۷

فصل دوم: مروری بر تحقیقات گذشته ۲۱

۲–۱مقدمه ۲۲

۲–۲ نتیجه ۲۹

فصل سوم: معرفی رودخانه تالار ۳۰

۳–۱مقدمه ۳۱

۳–۲ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۳۱

۳–۲–۱ شکل حوضه ۳٤

۳-۲-۲ ضریب شکل ۳٤
۳-۲-۳ ضریب فشردگی یا گراویلیوس ۳٤
۳-۲-۴ مستطیل معادل ۳٤
۳-۳ مطالعات هیدرولوژی ۳۸
۳-۳-۱ بررسی آبدهی ۳۸
۳-۳-۲ بررسی سیلاب ۳۹
۳-۴ مورفولوژی رودخانه تالار ٤۰
۳-۴-۱ ضریب خمیدگی قوس رودخانه تالار ٤۰
۳-٤-۲ تغییرات عرضی رودخانه تالار ٤۱
۳-۴-۳ تغییرات شیب طولی رودخانه تالار ٤۲
۳-۴-۴ سازه‌های طولی و عرضی موجود در مسیر رودخانه تالار ٤۳
۳-۵ بررسی مشکلات موجود در مسیر رودخانه تالار ٤٤
۳-۵-۱ کشاورزی و باغداری در حریم ٤٤
۳-۵-۲ ورود پساب شهری و کشاورزی ٤٤
۳-۵-۳ ساخت و ساز در حریم ٤٤
۳-۵-۴ وجود معادن شن و ماسه کوهی در سر شاخه‌های رودخانه ٤۵
۳-۵-۵ برداشت مصالح از بستر و یا حریم رودخانه ٤۵
۳-۵-۶ مسائل مربوط به فرسایش و رسوب در رودخانه‌تالار ٤۵
۳-۵-۶-۱ وجود دیواره‌های فرسایشی در مسیر رودخانه ٤٦
۳-۵-۶-۲ فرسایش و زبر شدن بستر ٤۷
۳-۵-۶-۳ تخریب دیواره‌های حفاظتی در مسیر رودخانه ٤۷
۳-۵-۶-۴ شریانی شدن رودخانه ٤۷
۳-۵-۶-۵ رسوبگذاری ٤۸

فصل چهارم: معرفی نرم افزار و معادلات حاکم ٤٩

۴-۱مقدمه ۵۰

۴-۲ معرفی نرم افزار CCHE2D ۵۱

۴-۲-۱ معادلات حاکم بر مدل ۵۲

۴-۳ مدل‌های آشفتگی ٥٤

۴-۳-۱ مدل‌های لزجت گردابهای ٥٤

۴-۳-۲ مدل آشفتگی $k-\varepsilon$ ٥٥

۴-۳-۳ شرایط اولیه و مرزی ٥٦

۴-۳-۴ نرم افزارCCHE-Mesh ٥٧

۴-۳-۵ تشکیل شبکه ٥٧

۴-۳-۶ ارزیابی شبکه ٥٧

۴-۳-۷ روش حل معادلات جریان (روش مبتنی بر المان محدود) ٥٨

۴-۴ معرفی مدل HEC-RAS ٦٠

٤-٤-١ تحلیل جریان دائمی ٦٠

٤-٤-٢ روش حل عددی معادله انرژی برای یک رودخانه ٦١

فصل پنجم: مواد و روش‌ها ٦٣

۵-۱مقدمه ٦٣

۵-۲ شبیه‌سازی هیدرولیکی در مدل عددی CCHE2D ٦٤

۵-۲-۱ تولید شبکه‌ی محاسباتی ٦٤

۵-۲-۲ شبیه سازی الگوی جریان در مدل عددی CCHE2D ٦٤

۵-۲-۳ مدل‌سازی الگوی جریان حول آبشکن منفرد در فلوم مستقیم ٦٦

۵-۲-۴ مدل‌سازی الگوی جریان حول سری آبشکن در فلوم پیچانرودی ٦٨

۵-۲-۵ مدل‌سازی تغییرات بستر حول سازه آبشکن در کانال پیچانرودی ٧١

۵-۲-۶ بررسی اعتبار مدل CCHE2D ٧١

۵-۳ مدل‌سازی هیدرولیکی رودخانه تالاربا استفاده از مدلCCHE2D ۷۲
۵-۳-۱ داده‌های هیدرولیکی ۷٤
۵-۴ مدل‌سازی هیدرولیکی در نرم افزار HEC-RAS ۷۵
۵-۴-۱ داده‌های هندسی ۷۵
۵-۴-۲ ایجاد خطوط مقاطع عرضی ۷٦
۵-۴-۲-۱ داده‌های جریان ورودی به نرم افزار HEC-RAS ۷۷
۵-۴-۲-۲ شرایط مرزی مدل HEC-RAS ۷۸
۵-۴-۲-۳ شبیه سازی آبشکن‌ها ۷۸
۵-۵ ضریب زبری مانینگ ۸۰
۵-۶ منحنی دانه بندی مواد بستر رودخانه ۸۲
۵-۷ واسنجی هیدولیکی دو مدل برای ضریب زبری ۸۳
۵-۷-۱ واسنجی ضریب زبری در مدل HEC-RAS ۸۳
۵-۷-۲ واسنجی ضریب زبری در مدل CCHE2D ۸۵
فصل ششم: بحث و نتایج ۸۷
۶-۱مقدمه ۸۸
٦-۲ ارزیابی مدل CCHE2D در پیش‌بینی وضعیت جریان در حالت آبشکن منفرد و فلوم مستقیم. ۸۸
۶-۳ارزیابی مدل CCHE2D در پیش‌بینی وضعیت جریان در حالت سری آبشکن‌ها و فلوم پیچانرودی ۹۰
٦-٤ ارزیابی مدل CCHE2D در پیش‌بینی تغییر بستر در حالت سری آبشکن‌ها و فلوم پیچانرودی. ۹۲
۶-۵ نتایج حاصل از شبیه سازی هیدرولیکی رودخانه تالار توسط مدل‌های عددی CCHE2D و HEC-RAS ۹۵
۶-۵-۱ مقاطع هندسی ورودی به مدل CCHE2D ۹۵
۶-۵-۲ مقاطع هندسی ورودی به مدل HEC-RAS ۹٦
۶-۵-۳ بررسی تأثیر احداث آبشکن بر پارامترهای هیدرولیکی و الگوی جریان رودخانه تالار .. ۹۸

۶-۵-۳-۱ سرعت جریان ۹۸
۶-۵-۴ تنش برشی رودخانه ۱۰۲
۶-۵-۵ عدد فرود ۱۰۵
۶-۵-۶ بررسی الگوی جریان رودخانه با استفاده از مدل CCHE2D ۱۰۷
۷- فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۱۲
۷-۱ بحث و نتایج ۱۱۳
۷-۱-۱ نتیجه‌گیری ۱۱٤
۷-۲ پیشنهادات ۱۱٤
منابع و مراجع ۱۱۵

فهرست جداول

جدول ۳-۱- مقدار پارامترهای فیزیوگرافی در حوضه آبریز تالار تا پل قائمشهر- بابل (ابعاد به کیلومتر وکیلومتر مربع)(وزارت راه و ترابری، طرح ساماندهی و تثبیت بستر پل بزرگ تالار، ۱۳۸۹) ۳۵
جدول ۳-۲-پارامترهای فیزیوگرافی و حوضه آبریز رودخانه تالار(وزارت راه و ترابری، طرح ساماندهی و تثبیت بستر پل بزرگ تالار، ۱۳۸۹) ۳۵
جدول ۳-۳- وضعیت هیپسومتری حوضه آبریز رودخانه تالار(وزارت راه و ترابری، طرح ساماندهی و تثبیت بستر پل بزرگ تالار، ۱۳۸۹) ۳٦
جدول ۳-۴- نتایج مشخصات شیب و طول رودخانه‌ی تالار (وزارت راه و ترابری، طرح ساماندهی و تثبیت بستر پل بزرگ تالار، ۱۳۸۹) ۳۷
جدول ۳-۵- مشخصات ایستگاه هیدرومتری کیاکلا بر روی رودخانه تالار(شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران، ۱۳۸۸) ۳۸
جدول ۳-۶- میانگین، حداکثر و حداقل دبی سالانه رودخانه تالار در ایستگاه‌های هیدرومتری (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران، ۱۳۸۸) ۳۹
جدول ۳-۷- دبی با دوره برگشت‌های مختلف (متر مکعب بر ثانیه) (وزارت راه و ترابری، طرح

ساماندهی و تثبیت بستر پل بزرگ تالار، ۱۳۸۹) ٤٠
جدول ۳-۸- مشخصات ضریب خمیدگی قوس در رودخانه تالار(یمانی، ۱۳۸۳) ٤٠
جدول ۳-۹- میانگین زاویه مرکزی قوس های پیچانرودی رودخانه تالار(یمانی، ۱۳۸۳) ٤١
جدول ۵-۱ - شرایط هیدرولیکی آزمایش راجاراتنام وناچوکو (۱۹۸۳) ٦٦
جدول ۵-۲ - خصوصیات شبکه تشکیل شده برای فلوم مستقیم ٦٨
جدول ۵-۳- شرایط هیدرولیکی جریان آزمایش گیری وهمکاران (۲۰۰۴) ٦٩
جدول ۵-۴ خصوصیات شبکه تشکیل شده برای فلوم پیچانرودی در نرم افزارCCHE-mesh . ۷۰
جدول ۵-۵- شرایط هیدرولیکی جریان رسوب آزمایش "گیری و شیمیزو"(۲۰۰۴) ۷۱
جدول ۵-۶- خصوصیات شبکه تشکیل شده در بازه‌ی مورد مطالعه رودخانه تالار، در نرم افزار CCHE-mesh ۷٤
جدول ۵-۷- مقادیر ضریب زبری انتخاب شده برای واسنجی مدل HEC-RAS ۸٤
جدول ۶-۱ - نتایج ارزیابی مدل CCHE2D در شبیه‌سازی جریان حول آبشکن در فلوم مستقیم ۹۰
جدول ۶-۲- نتایج ارزیابی مدل CCHE2D در شبیه سازی جریان حول آبشکن متوالی در فلوم پیچانرودی آزمایش گیری و همکاران (۲۰۰۴) ۹۲
جدول ۶-۳- مقایسه حداقل و حداکثر سرعت جریان در حالتهای مختلف جانمایی آبشکن با وضعیت موجود، در سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ سال ۱۰۱
جدول ۶-۴- مقایسه حداقل و حداکثر سرعت جریان در حالتهای مختلف جانمایی آبشکن با وضعیت موجود، در سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ سال ۱۰۲
جدول ۶-۵- مقایسه حداقل و حداکثر سرعت جریان در حالتهای مختلف جانمایی آبشکن با وضعیت موجود، در سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال ۱۰۲
جدول ۶-۶- مقایسه حداقل و حداکثر سرعت جریان در حالتهای مختلف جانمایی آبشکن با وضعیت موجود، در سیلاب ۲۵ ساله ۱۰۵
جدول ۶-۷-مقایسه حداقل و حداکثر سرعت جریان در حالتهای مختلف جانمایی آبشکن با وضعیت موجود، در سیلاب ۵۰ ساله ۱۰۵
جدول ۶-۸-مقایسه حداقل و حداکثر سرعت جریان در حالتهای مختلف جانمایی آبشکن با وضعیت موجود، در سیلاب ۱۰۰ساله ۱۰۵

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱-فرسایش ساحل در رودخانه تالار، شهریور ۱۳۹۲، موقعیت جغرافیایی(۶۶۲۱۹۵/۹۲۲، ۴۰۴۲۱۲۱/۹۳۴)، (عکاس: محقق).....٤
شکل ۱-۲- میدان آبشکن، الف- رودخانه اودرا در هلند ، ب- رودخانه ی میسوری در آمریکا ۱۱
شکل ۱-۳- نمایش اجزای مختلف آبشکن (وزارت نیرو، نشریه شماره ۵۱۶، ۱۳۸۸) ۱۲
شکل ۱-۴- نمایش ابعاد طولی و زوایا در انواع آبشکن ها (وزارت نیرو، نشریه شماره ۵۱۶، ۱۳۸۸) ۱۷
شکل ۱-۵- نمایش ساده جریان چرخشی پیرامون یک آبشکن در بستر صاف و تخت(وزارت نیرو، نشریه شماره ۵۱۶، ۱۳۸۸) ۱۹
شکل ۱-۶- ساختار جریان چرخشی پیرامون یک آبشکن(سازمان مدیریت و برنامه ریزی، نشریه شماره ۵۱۶، ۱۳۸۸) ۱۹
شکل ۳-۱- حوضه آبریز رودخانه تالار و مراکز جمعیتی واقع در اطراف آن (شرکت سهامی آب منطقهای استان مازندران ، ۱۳۸۸).....۳۲
شکل ۳-۲- عکس هوایی از بازه ی مورد مطالعه رودخانه تالار(Google earth, 2013) ۳۳
شکل ۳-۳- پروفیل طولی رودخانه تالار(وزارت راه و ترابری، طرح ساماندهی و تثبیت بستر پل بزرگ تالار، ۱۳۸۹) ۳۷
شکل ۳-۴- تغییرات ماهانه آبدهی ایستگاه کیاکلا (وزارت راه و ترابری، طرح ساماندهی و تثبیت بستر پل بزرگ تالار، ۱۳۸۹) ۳۹
شکل ۳-۵- تغییرات عرض رودخانه تالار(شرکت سهامی آب منطقه ای استان مازندران، ۱۳۸۸)٤۲
شکل ۳-۶- تغییرات شیب رودخانه تالار(شرکت سهامی آب منطقه ای استان مازندران، ۱۳۸۸) ٤۳
شکل ۳-۷- دیواره های فرسایشی رودخانه در بازه ی مورد مطالعه، مختصات جغرافیایی(۶۶۲۱۳۶/۰۴ ، ۴۰۴۲۵۹۰/۷۵) (عکاس: محقق) ٤۷
شکل ۴-۱- روند شبیه سازی مدل CCHE2D (ژانگ، Zhang,2006).....۵۲
شکل ۴-۲- المان نه و چهار گره ای در یک شبکه ی جابه جا شده ۵۹
شکل ۵-۱- نقاط اندازه گیری شده در آزمایش راجاراتنام وناچوکو (۱۹۸۳) ٦٦
شکل ۵-۲- نمای شماتیک فلوم مستقیم و محل قرارگیری آبشکن در آزمایش راجاراتنام وناچوکو (۱۹۸۳) ٦۷
شکل ۵-۳- قسمتی از شبکه بندی میدان جریان آزمایش راجاراتنام وناچوکو در نرم افزار ٦۷

شکل ۵-۴- نمای شماتیک فلوم پیچانرودی و محل قرارگیری آبشکن ها آزمایش گیری وهمکاران (۲۰۰۴) ٦٩
شکل ۵-۵- شبکه تشکیل شده روی فلوم پیچانرودی در آزمایش گیری و همکاران (۲۰۰۴) ۷۰
شکل ۵-۶- نقاط ارتفاعی برداشت شده آبراهه اصلی و سیلابدشت رودخانه تالار در بازه ی مورد مطالعه (شرکت آب منطقه ای استان مازندران، ۱۳۹۰) ۷۲
شکل ۵-۷- شبکه تشکیل شده بازه ی مورد مطالعه رودخانه تالار ۷۳
شکل ۵-۸- بزرگنمایی شبکه تشکیل شده ۷۳
شکل ۵-۹- مقاطع عرضی رودخانه تالار در محیط نرم افزار GIS ۷۷
شکل ۵-۱۰- اعمال سازه ی آبشکن در نرم افزار HEC-RAS ۷۹
شکل ۵-۱۱- نمونه برداشت شده از بستر رودخانه تالار مختصات جغرافیایی (۴۰۴۲۱۸۸/۸۳ ، ۶۶۲۲۰۲/۲۸) (عکاس: محقق)..... ۸۲
شکل ۵-۱۲- نمودار دانه بندی مواد بستر رودخانه تالار..... ۸۳
شکل ۵-۱۳- مقایسه منحنی دبی- اشل حاصل از مدل HEC-RAS با مقادیر مشاهداتی ۸٤
شکل ۵-۱۴- نحوه‌ی اندازه گیری عمق آب ، مقطع با طول و عرض جغرافیایی (۴۰۴۴۰۲۲، ۶۶۱۷۳۲) ۸۵
شکل ۵-۱۵- مقایسه سطح آب مشاهداتی و سطح آب برآورد شده توسط مدل CCHE2D در مقطع با طول و عرض جغرافیایی (۴۰۴۴۰۲۲، ۶۶۱۷۳۲) ۸٦
شکل ۶-۱- مقایسه نتایج سرعت افقی مدلسازی عددی با داده های آزمایشگاهی راجاراتنام و ناچوکو(۱۹۸۳)..... ۸۹
شکل ۶-۲- الگوی سرعت افقی حول آبشکن منفرد حاصل از شبیه سازی آزمایش راجاراتنام و ناچوکو(۱۹۸۳)..... ۹۰
شکل ۶-۳ - مقایسه سرعت افقی بدست آمده از نتایج شبیه سازی عددی و آزمایشگاهی گیری و همکاران (۲۰۰۴) ۹۱
شکل ۶-۴- الگوی سرعت جریان حول میدان آبشکن در فلوم پیچانرودی آزمایش گیری و همکاران (۲۰۰۴) ۹۲
شکل ۶-۵- تغییر بستر در فلوم پیچانرودی، آزمایش شماره ۶ گیری و همکاران (۲۰۰۴) ۹۳
شکل ۶-۶- مقایسه عمق آبشستگی در مدل سازی عددی و مشاهدات آزمایشگاهی گیری و همکاران (۲۰۰۴) (فلوم پیچانرودی، در زاویه یک درجه)..... ۹٤

شکل ۶-۷- نمای سه بعدی شبکه و توپوگرافی تشکیل شده در نرم افزار CCHE-Mesh ۹۵
شکل ۶-۸- طرح شماتیک آبشکن های پیشنهادی در نرم افزار CCHE-GUI.....۹۶
شکل ۶-۹- طرح شماتیک رودخانه تالار و مقاطع موجود ،در مدل HEC-RAS.....۹۷
شکل ۶-۱۰- نمای سه بعدی رودخانه همراه با سازه ی آبشکن با فواصل ۵۰ متر، در مدل HEC-RAS در سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ سال.....۹۸
شکل ۶-۱۱-مقایسه ی سرعت خروجی از مدل CCHE2D در وضعیت فعلی رودخانه با وضعیت حضور آبشکن های پیشنهادی در دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال، الف) آبشکن های پیشنهادی s/b=3، ب) آبشکن های پیشنهادی s/b=5 ، ج) آبشکن های پیشنهادی s/b=7 .....۱۰۰
شکل ۶-۱۲- مقایسه ی سرعت متوسط خروجی از مدل HEC-RAS در وضعیت فعلی رودخانه با وضعیت حضور آبشکن های پیشنهادی در دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال الف) آبشکن های پیشنهادی s/b=3، ب) آبشکن های پیشنهادی s/b=5 ، ج) آبشکن های پیشنهادی s/b=7 .....۱۰۱
شکل ۶-۱۳- مقایسه ی تنش برشی حاصل از مدل CCHE2D در وضعیت فعلی رودخانه با وضعیت حضور آبشکن های پیشنهادی در دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال، الف) آبشکن های پیشنهادی s/b=3، ب) آبشکن های پیشنهادی s/b=5 ، ج) آبشکن های پیشنهادی s/b=7.....۱۰۳
شکل ۶-۱۴- مقایسه ی تنش برشی خروجی از مدل HEC-RAS در وضعیت فعلی رودخانه با وضعیت حضور آبشکن های پیشنهادی با نسبت s/b=3 در دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال، الف) آبشکن های پیشنهادی s/b=3، ب) آبشکن های پیشنهادی s/b=5 ، ج) آبشکن های پیشنهادی s/b=7 .....۱۰٤
شکل ۶-۱۵-مقایسه ی عدد فرود حاصل از مدل CCHE2D در وضعیت فعلی رودخانه با وضعیت حضور آبشکن های پیشنهادی s/b=3 در دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال، الف) آبشکن های پیشنهادی s/b=3، ب) آبشکن های پیشنهادی s/b=5 ، ج) آبشکن های پیشنهادی s/b=7.....۱۰٦
شکل ۶-۱۶- مقایسه ی عدد فرود خروجی از مدل HEC-RAS در وضعیت فعلی رودخانه با وضعیت حضور آبشکن های پیشنهادی با نسبت s/b=3 در دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال، الف) آبشکن های پیشنهادی s/b=3، ب) آبشکن های پیشنهادی s/b=5 ، ج) آبشکن های پیشنهادی s/b=7 .....۱۰۷
شکل ۶-۱۷- میدان جریان در وضعیت فعلی رودخانه در سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال ...۱۰۸
شکل ۶-۱۸- میدان جریان حول آبشکن های پیشنهادی با طول ۱۰ متر و فاصله ی ۳۰ متر از یکدیگر، در سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال ۱۰۹

شکل ۶-۱۹- میدان جریان حول آبشکن های پیشنهادی با طول ۱۰ متر و فاصله ی ۵۰ متر از یکدیگر، در سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال ۱۱۰
شکل ۶-۲۰- میدان جریان حول آبشکن های پیشنهادی با طول ۱۰ متر و فاصله ی ۷۰متر از یکدیگر، در سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال ۱۱۱

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

قرن‌هاست که رودخانه‌ها توجه انسان را به خود جلب کرده‌اند. مطالعه‌ی تاریخ تمدن بشری نشان می‌دهد که بیشتر شهرهای آباد جهان در کنار رودها احداث شده‌اند. امروزه با توجه به محدودیت منابع آبی و رشد جمعیت، بهره‌برداری بهینه از منابع آب‌های سطحی مورد توجه می‌باشد. در این راستا و برای استفاده بیشتر از رودخانه‌ها باید اقداماتی در زمینه مطالعات (شناخت، برنامه‌ریزی و طراحی) و ساخت سازه‌ها (به منظور بهره برداری بیشتر) صورت گیرد. این مطالعات به منظور مهار و کاهش خطرات سیل و همچنین به حداقل رساندن تبعات منفی ساخت سازه‌ها و بهسازی وضعیت رودخانه در جهت تامین نیازهای بشری و حفظ محیط‌زیست صورت می‌گیرد. به مجموعه این اقدامات اصطلاحا مهندسی رودخانه گفته می‌شود. در این راستا آن دسته از اقدامات مهندسی رودخانه که کاربرد وسیع‌تری دارد و در جهت تسلط بشر بر رودخانه و رفتار آن صورت می‌گیرد به عنوان عملیات ساماندهی رودخانه شناخته می‌شود(سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۷۸). اقدامات مربوط به ساماندهی رودخانه‌ها اهداف مختلفی نظیر مهار سیل، ایجاد شرایط مناسب و مطمئن برای کشتیرانی، مهار رسوب، مهار فرسایش بستر و کناره‌ها و نیز هدایت جریان در یک مسیر مشخص و مطلوب را تامین می‌کند (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۷۸). از طرفی، با توجه به اینکه مورفولوژی و هیدرولیک رودخانه‌ها بسیار پیچیده و نامعلوم می‌باشد و این پیچیدگی در مواردی که با دخالت‌های بشر در رودخانه همراه است دوچندان می‌شود، از این رو برخورد با رودخانه‌ها باید کاملا حساب شده و با توجه به ضوابط خاص انجام شود و عکس العمل رودخانه‌ها نسبت به آن تغییر پیش‌بینی گردد. احداث سازه‌ی آبشکن[1] یکی از روش‌های ساماندهی رودخانه می‌باشد که سبب تنگ شدگی عرض رودخانه می‌گردد که این تنگ شدگی با ایجاد تغییراتی در متغییرهای هیدرولیکی و مورفولوژیکی رودخانه همراه خواهد بود. احداث این سازه منجر به کاهش فرسایش ساحل، افزایش عمق، افزایش سرعت و تنش برشی می‌گردد که بایستی مورد توجه قرار گیرد. هدف اصلی تحقیق حاضر، بررسی مشخصه‌های جریان در اطراف آبشکن‌های سری با جانمائی‌های مختلف، در قسمتی از رودخانه تالار استان مازندران (که طبق گزارش‌های موجود، نیاز مبرم به عملیات ساماندهی دارد) می‌باشد که بدنبال آن پس از بررسی سناریوهای مختلف، نهایتا بهترین سناریو برای تعداد و جانمایی آبشکن‌ها برای کاربرد و علاج بخشی مناطق پرخطر در منطقه طرح معرفی می گردد.

[1] Spur dike

ساختار این پایان نامه بدین صورت است که در فصل اول در ادامه پس از شرح مسئله و ضرورت انجام تحقیق به بیان کلیات و تعاریف مرتبط با مهندسی رودخانه با تأکید ویژه بر نقش سازه آبشکن در عملیات ساماندهی سواحل پرداخته می‌شود. در فصل دوم مطالعات عددی، آزمایشگاهی و میدانی محققان مختلف در زمینه موضوع تحقیق حاضر مرور می گردد و خلاهای موجود در تحقیقات انجام شده بررسی می گردد تا حتی الامکان در این تحقیق مورد مطالعه قرار گیرد. معرفی کامل منطقه مورد مطالعه (موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی، وضعیت اقلیمی و ...) و رودخانه مورد بررسی (رودخانه تالار) در فصل سوم صورت می گیرد. شرح کاملی از مدل عددی مورد استفاده در این تحقیق به همراه معادلات حاکم بر آن، محدودیت‌ها، معایب و مزایا، و قابلیت‌ها و توانائی های آن در فصل چهارم صورت خواهد گرفت. در فصل پنجم روش انجام کار و روند مدلسازی رودخانه و سازه های آبشکن در محیط نرم افزار بطور دقیق تشریح می گردد. نتایج حاصل از شبیه سازی‌ها که عموما بصورت تصاویر گرافیکی، جداول و نمودارها می‌باشند در فصل ششم ارائه و مورد بحث قرار می گیرد. در فصل مذبور نتایج سناریوهای مختلف با یکدیگر مقایسه گردیده و نهایتا بهترین سناریو برای منطقه مورد مطالعه معرفی می گردد. فصل هفتم آخرین فصل این پایان نامه را به خود اختصاص می‌دهد که در آن به نتیجه‌گیری کلی و ارائه پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی پرداخته می‌شود.

۱-۲ بیان مسئله و ضروت انجام تحقیق

استان مازندران به علت وضعیت خاص اقلیمی دارای رودخانه‌های متعدد و پرآب می‌باشد. رودخانه‌های این استان علی‌رغم پوشش گیاهی مناسب به دلیل شیب تند دارای فرسایش نسبتا زیادی می‌باشند. در نتیجه ساماندهی و تثبیت رودخانه‌های این استان باید بسیار مورد توجه قرار گیرد. یکی از مهمترین رودخانه‌های استان مازندران که نیازمند توجه ویژه می‌باشد، رودخانه تالار می‌باشد که در اکثر بازه‌های آن فرسایش کف و دیواره‌ها مشاهده می‌شود (شرکت مشاورین آب کاووش، ۱۳۸۸). درشکل (۱-۱) نمونه ای از دیواره‌ی فرسایش یافته در این رودخانه قابل مشاهده می‌باشد.

فرسایش دیواره رودخانه تالار باعث بروز خسارت زیادی در اراضی اطراف رودخانه شده و حریم کاذبی را برای این رودخانه به وجود آورده است. احداث آبشکن به عنوان یکی از روش-های مورد استفاده برای علاج بخشی و کنترل فرسایش سواحل این رودخانه مطرح می‌باشد. در

این حالت، بررسی و شناخت الگوی جریان و فرایند فرسایش و رسوبگذاری در محدوده این سازه‌ها برای طراحی، حفاظت و نگهداری از این سازه‌ها اهمیت فراوانی دارد. در این راستا استفاده از مدل‌های عددی کمک شایانی را در جهت تعیین امکان پذیری احداث آبشکن در این رودخانه و همچنین پیش بینی موفقیت یا شکست احتمالی پروژه‌های احداث آبشکن به همراه خواهد داشت.

شکل ۱-۱- فرسایش ساحل در رودخانه تالار، شهریور ۱۳۹۲، موقعیت جغرافیایی(۶۶۲۱۹۵/۹۲۲، ۴۰۴۲۱۲۱/۹۳۴)، (عکاس: محقق)

در این تحقیق مدل عددی دو بعدی CCHE2D[1] به عنوان یکی از نرم افزارهای قوی و مورد تایید در زمینه مهندسی رودخانه، برای شبیه سازی مشخصه‌های جریان در اطراف آبشکن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد تا بهترین جانمائی آبشکن‌ها برای بازه‌های فرسایشی رودخانه تالار مشخص گردد. همچنین مدل یک بعدی HEC-RAS که از دیگر نرم افزارهای متداول در مطالعات مربوط به شبیه‌سازی رودخانه می‌باشد، برای بررسی و مدل‌سازی وضعیت جریان در اطراف سازه‌های آبشکن و در طول مسیر رودخانه مد نظر قرار می‌گیرد.

۱-۳ تعاریف و تقسیم بندی رودخانه

رودخانه‌ها از مهمترین منابع آب شیرین در سطح کره زمین می‌باشند که در مقایسه با سایر منابع آب شیرین عملیات بهره‌برداری از آن‌ها ساده‌تر و مقرون به صرف‌تر می‌باشد. از این رو علم رودخانه شناسی دارای گستره‌ی وسیعی بوده و مباحث متنوعی در آن مطرح می‌باشد. تاکنون

[1] National Center for Computational Hydrosience and Engineering