بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده فنی و مهندسی، گروه عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

گرایش: مهندسی عمران- آب

موضوع:

مدل‌سازی عددی تاثیر اصلاح مسیر در رودخانه‌های پیچانرودی

(مطالعه موردی: رودخانه شلمان‌رود)

استاد راهنما:

دکتر مهدی اسمعیلی ورکی

استاد مشاور:

دکتر هومن حاجی کندی

پژوهشگر:

امینه زمانی

زمستان ۱۳۹۰

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران

بهترین پشتیبان است. به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به خانواده عزیزم تقدیم می کنم.

تشکر و قدردانی:

از تمام بزرگواران و عزیزانی که مرا در انجام این مهم یاری نمودند بویژه از زحمات جناب آقای دکتر اسمعیلی که راهنمایی این کار را بر عهده داشتند تشکر و قدردانی مینمایم.

سپاس از دوست و همراه عزیزم خانم مهندس کاظمی راد که گرمی حضورش امید بخش است.

سپاس برای مهربانی و لطف همسرم که همواره سرشار از عشق و الهام است.

قدرانی از پدر و مادر فداکارم که همواره حامی وپشتیبان من در تمامی مراحل زندگی بوده اند.

و از استاتید و صاحب نظرانی که در مسیر انجام تحقیق، آموخته هایشان را در اختیار اینجانب قرار دادند کمال تشکر را دارم.

امید تمامی این عزیزان در تمام شئون زندگی موفق و سرفراز باشند.

صفحه

۱- فصل اول..... ۱

۱-۱- مقدمه..... ۱

۱-۲- سابقه تحقیق..... ۲

۱-۳- هدف و ضرورت تحقیق..... ۳

۱-٤ -ساختارپایان نامه..... ٤

۲- فصل دوم کلیاتی بر هیدرولیک جریان و رسوب در رودخانه‌های پیچانرودی..... ٦

۲-۱- مقدمه..... ٦

۲-۲- ریخت‌شناسی رودخانه‌های پیچانرودی..... ٦

۲-۲-۱- چگونگی تشکیل مئاندر..... ۸

۲-۲-۲- انواع مئاندرها از نظر ریخت‌شناسی..... ۱۱

۲-۲-۳- چرخه تکامل میان‌بر طبیعی و دریاچه طوقی شکل..... ۱۲

۲-۲-٤- اثرات ناشی از تغییرشکل بستر رودخانه..... ۱۵

۲-۲-۵- کاربرد مطالعات زمین ریخت‌شناسی در سازماندهی حوضه رودخانه‌ای..... ۱٦

۲-۲-٦- بررسی تغییرات خم‌های رودخانه در پلان..... ۱٦

۲-۲-۷- فاکتورهای موثر بر تغییرمکان مئاندرها..... ۱۹

۲-۳- هیدرولیک جریان در رودخانه‌های پیچانرودی..... ۲۰

۲-۳-۱- مقدمه..... ۲۰

۲-۳-۲- جریان ثانویه..... ۲۰

۲-۳-۲- تاثیر جریان ثانویه در شکل‌گیری چاله در قوس خارجی..... ۲٤

۲-٤- هیدرولیک رسوب..... ۲٦

۲-٤-۱- مقدمه..... ۲٦

صفحه

۲-٤-۲- روش‌های تعیین بار بستر در رودخانه..... ۲٦

۲-٤-۲-۱-روش‌های مبتنی بر تنش برشی..... ۲٦

۲-٤-۲-۲-روش‌های مبتنی بر شیب خط انرژی..... ۲۸

۲-٤-۲-۳-روش‌های مبتنی بر دبی جریان..... ۲۹

۲-٤-۲-٤-روش‌های مبتنی بر احتمالات..... ۳۰

۲-٤-۲-۵-روش‌های مبتنی بر تحلیل رگرسیونی..... ۳۰

۲-٤-۲-٦-روش‌های مبتنی بر تخمین درصد بار معلق..... ۳۱

۲-٤-۳- روش‌های تعیین بارمعلق در رودخانه..... ۳۲

۲-٤-۳-۱-روش‌های هیدرولیکی تعیین بار معلق در رودخانه‌ها..... ۳۳

۲-٤-۳-۲-روش‌های هیدرولوژیکی تعیین بار معلق در رودخانه‌ها..... ۳۵

۲-٤-٤- ارزیابی روابط انتقال رسوب..... ۳۸

۲-٤-۵- جمع‌بندی روابط انتقال رسوب..... ٤۱

۲-۵- روش‌های تجربی جهت برآورد میزان جابجایی مئاندرها..... ٤٤

۲-۵-۱- روش کدی و پرایست..... ٤٤

۲-۵-۲- روش هوک..... ٤۵

۲-۵-۳- روش نانسون و هیکن..... ٤۵

۲-٦- روش‌های عددی شبیه‌سازی و جریان و رسوب در رودخانه‌ها..... ٤٦

۲-٦-۱- مقدمه..... ٤٦

۲-٦-۲- معرفی مدل‌های عددی موجود..... ٤٦

۲-۷- ضوابط طراحی و احداث میان‌برها در رودخانه‌های مئاندری..... ٦۰

صفحه

۳-فصل سوم مروری بر تحقیقات انجام شده

۳-۱-مقدمه.....۶۷

۳-۲-سوابق تحقیقات انجام شده با مدل CCHE2D ۶۷

۳-۳- سوابق تحقیقات انجام شده در بررسی رودخانه‌های مئاندری.....۷۲

٤-فصل چهارم مواد و روش‌ها

٤-۱-مقدمه.....۷۵

٤-۲- محدوده مورد مطالعه.....۷۵

٤-۳-معرفی مدل CCHE2D.....۷۸

٤-۳-۱-مقدمه.....۷۸

٤-۳-۲-مبانی تئوری بکار رفته در مدل CCHE2D ۷۸

٤-۳-۲-۱-کلیات.....۷۸

٤-۳-۲-۲-مدل‌سازی عددی در CCHE2D.....۸۲

٤-۳-۲-۳-معادلات جریان آب حاکم بر مدل CCHE2D.....۸۳

٤-۳-۲-٤-معادلات حرکت رسوب و نحوه شبیه‌سازی آن در مدل.....۸٦

٤-۳-۳-مراحل اجرای مدل CCHE2D ۹۰

٤-٤-پیاده‌سازی مدل CCHE2D برای بازه مورد مطالعه در رودخانه شلمانرود ۹۷

٤-٤-۱-پردازش اطلاعات در CCHE-MESH ۹۷

٤-٤-۲-شبیه‌سازی جریان و رسوب در CCHE2D-GUI.....۱۰۱

صفحه

٤-٥-مسیرهای پیشنهادی جهت احداث میانبر.....١٠٦

٤-٥-١-مقدمه.....١٠٦

٤-٥-٢-مشخصات میانبر شماره یک.....١٠٧

٤-٥-٣-مشخصات میانبر شماره دو.....١٠٩

٤-٥-٤-مشخصات میانبر شماره سه.....١١١

٤-٥-٥-مشخصات میانبر شماره چهار.....١١٣

٥-فصل پنجم تجزیه و تحلیل نتایج

٥-١-مقدمه.....١١٥

٥-٢- ارزیابی تغییرات مشخصات هیدرودینامیکی و هندسی رودخانه

در میانبر شماره یک.....١١٦

٥-٢-١-بررسی تغییرات رقوم بستر رودخانه در اثر اصلاح مسیر شماره یک.....١١٦

٥-٢-٢-بررسی تغییرات تنش برشی کل در اثر اصلاح مسیر شماره یک.....١٢٢

٥-٢-٣-بررسی تغییرات سرعت در اثر اصلاح مسیر شماره یک.....١٢٧

٥-٣- ارزیابی تغییرات مشخصات هیدرودینامیکی و هندسی رودخانه

در میانبر شماره دو.....١٣٣

٥-٣-١-بررسی تغییرات رقوم بستر رودخانه در اثر اصلاح مسیر شماره دو.....١٣٣

٥-٣-٢-بررسی تغییرات تنش برشی کل در اثر اصلاح مسیر شماره دو.....١٣٨

٥-٤- ارزیابی تغییرات مشخصات هیدرودینامیکی و هندسی رودخانه در میانبر شماره سه.....١٤٣

صفحه

۵-٤-۱-بررسی تغییرات رقوم بستر رودخانه در اثر اصلاح مسیر شماره سه.....۱٤۳

۵-٤-۲-بررسی تغییرات تنش برشی کل در اثر اصلاح مسیر شماره سه.....۱۵۰

۵-۵- ارزیابی تغییرات مشخصات هیدرودینامیکی و هندسی رودخانه

در میانبر شماره چهار.....۱۵۷

۵-۵-۱-بررسی تغییرات رقوم بستر رودخانه در اثر اصلاح مسیر شماره چهار.....۱۵۷

۵-۵-۲-بررسی تغییرات تنش برشی کل در اثر اصلاح مسیر شماره چهار.....۱٦۵

٦-فصل ششم خلاصه و جمع‌بندی

٦-۱- مقدمه.....۱۷۳

٦-۲-جمع‌بندی کلی.....۱۷۵

٦-۳- پیشنهادها.....۱۷۸

صفحه

شکل ۲-۱- نمایی از پیچانرودهای آزاد و محدود..... ۸
شکل ۲-۲- مراحل ایجاد مئاندر و تحولات آن در یک منطقه..... ۱۰
شکل ۲-۳- نمایی از یک پیچانرود آزاد..... ۱۱
شکل ۲-٤- نمایی از یک پیچانرود دره‌ای..... ۱۲
شکل ۲-۵- مراحل تشکیل میان‌بر..... ۱٤
شکل ۲-٦- نمودار ضریب بارکل مصالح کف برای ماسه‌های با قطرهای موثر مختلف..... ۲۸
شکل ۲-۷- نسبت بار معلق به بار کل در مقابل سرعت برشی به سرعت سقوط..... ۳۵
شکل٤-۱- نمای کلی از رودخانه شلمانرود در محدوده مورد مطالعه..... ۷٦
شکل٤-۲- نمای از رودخانه شلمان رودو قوس‌های شماره گذاری شده درمحدوده مورد مطالعه..... ۷۷
شکل ٤-۳- روند شبیه سازی مدل CCHE2D..... ۷۹
شکل ٤-۳- طبقه‌بندی بارهای رسوبی انتقالی توسط جریان آب (Wu،۲۰۰۱)..... ۸۷
شکل ٤-٤- چگونگی لایه‌بندی بستر در مدل CCHE2D (Wu،۲۰۰۱)..... ۸۸
شکل ٤-۵- وارد کردن اطلاعات دانه‌بندی مصالح بستر رودخانه در مدل CCHE2D..... ۹۰
شکل ٤-٦- تعیین نوع تابع انتقال رسوب و حالت انتقال در مدل CCHE2D..... ۹۲
شکل ٤-۷- تعیین زبری بستر رودخانه در مدل CCHE2D ۹۳
شکل ٤-۸- وارد نمودن داده‌های رسوبی بار معلق و بار بستر در مدل CCHE2D..... ۹٤
شکل ٤-۹- شرایط مرزی در ورودی و خروجی مدل CCHE2D..... ۹۵
شکل٤-۱۰- وارد نمودن اطلاعات جریان و رسوب برای شرایط مرزی ورودی در مدلCCHE2D ۹۵
شکل ٤-۱۱- وارد نمودن اطلاعات مربوط به نقاط کنترل در مدلCCHE2D..... ۹٦
شکل ٤-۱۲- نمائی از خروجی مربوط به تغییرات رسوبی رودخانه در مدل CCHE2D..... ۹۷

صفحه

شکل ٤-١٣- نمایی از پنجره CCHE-MESH بعد از ایجاد مرزهای رودخانه.....٩٨

شکل ٤-١٤- نمایی از محدوده شبکه‌بندی شده.....١٠٠

شکل ٤-١٥- شبکه‌بندی محدوده مورد مطالعه.....١٠٢

شکل ٤-١٦- پنجره ورود اطلاعات جریان.....١٠٣

شکل ٤-١٧- پنجره ورود اطلاعات رسوب.....١٠٣

شکل ٤-١٨- پنجره تعیین بار رسوبی.....١٠٣

شکل ٤-١٩- تعیین وزن مخصوص ذرات.....١٠٤

شکل٤-٢٠- تعیین کلاس رسوبی.....١٠٤

شکل ٤-٢١- نمایی از شبیه‌سازی جریان و رسوب.....١٠٥

شکل٤-٢٢- محدوده مورد مطالعه در رودخانه شلمانرود

ومسیرهای پیشنهادی برای اصلاح مسیر.....١٠٦

شکل ٤-٢٣- نمایی از بازه مورد مطالعه در اصلاح مسیر شماره یک.....١٠٧

شکل ٤-٢٤- پلان کل رودخانه وپلان ایجاد شده از اصلاح مسیر شماره یک.....١٠٨

شکل ٤-٢٥-نیمرخ عرضی در مقطع شروع ایجاد میانبرشماره١.....١٠٨

شکل ٤-٢٦- نیمرخ عرضی در مقطع اتصال جهت ایجاد میانبرشماره١.....١٠٨

شکل٤-٢٧- نمایی از بازه مورد مطالعه در اصلاح مسیر شماره دو.....١٠٩

شکل ٤-٢٨- پلان رودخانه و پلان ایجاد شده در اصلاح مسیر شماره دو.....١١٠

شکل ٤-٢٩- نیمرخ عرضی در مقطع شروع ایجاد میانبرشماره٢.....١١٠

شکل٤-٣٠- نیمرخ عرضی در مقطع اتصال ایجاد میانبرشماره٢.....١١٠

شکل ٤-٣١- نمایی از محدوده مورد مطالعه در اصلاح مسیر شماره سه.....١١١

صفحه

شکل ٤-٣٢- پلان رودخانه وپلان ایجاد شده در اصلاح مسیر شماره سه.....١١٢

شکل ٤-٣٣- نیمرخ عرضی در مقطع شروع ایجاد میانبرشماره٣.....١١٢

شکل٤-٣٤- نیمرخ عرضی در مقطع شروع ایجاد میانبرشماره٣.....١١٢

شکل ٤-٣٥- نمایی از محدوده مورد مطالعه در اصلاح مسیر شماره چهار.....١١٣

شکل ٤-٣٦- پلان رودخانه وپلان ایجاد شده در اصلاح مسیر شماره چهار.....١١٤

شکل ٤-٣٧- نیمرخ عرضی در مقطع شروع ایجاد میانبرشماره٤.....١١٤

شکل ٤-٣٨- نیمرخ عرضی در مقطع اتصال میانبرشماره٤.....١١٤

شکل٥-١- نمایی از محدوده مورد مطالعه و اصلاح مسیر شماره یک.....١١٦

شکل ٥-٢- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس‌های شماره یک و دو

در اثر ایجاد اصلاح مسیر شماره یک ١١٧

شکل ٥-٣- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس‌های شماره سه و چهار

در اثر ایجاد اصلاح مسیر شماره یک ١١٨

شکل ٥-٤- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس شماره چهار

در اثر ایجاد اصلاح مسیر شماره یک.....١١٩

شکل ٥-٥- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس‌های شماره پنج و شش

در اثر ایجاد اصلاح مسیر شماره یک ١٢٠

شکل ٥-٦- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس شماره هفت

در اثر ایجاد اصلاح مسیر شماره یک.....١٢١

شکل ٥-٧- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره یک و دو

از گزینه اصلاح مسیر شماره یک.....١٢٣

صفحه

شکل ۵-۸- تغییرات تنش برشی کل در قوس های شماره سه وچهار
در اصلاح مسیر شماره یک.....۱۲٤
شکل ۵-۹- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره چهار در اصلاح مسیر شماره یک.....۱۲۵
شکل ۵-۱۰- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره شش در اصلاح مسیر شماره یک.....۱۲٦
شکل ۵-۱۱- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره هفت در اصلاح مسیر شماره یک.....۱۲۷
شکل ۵-۱۲- تغییرات سرعت در قوس های شماره یک ودو در اصلاح مسیر شماره یک.....۱۲۸
شکل ۵-۱۳- تغییرات سرعت در قوس های شماره سه وچهار در اصلاح مسیر شماره یک.....۱۲۹
شکل ۵-۱٤- تغییرات سرعت در قوس شماره چهاردر اصلاح مسیر شماره یک.....۱۳۰
شکل ۵-۱۵- تغییرات سرعت در قوس های شماره پنج و شش در اصلاح مسیر شماره یک.....۱۳۱
شکل ۵-۱٦- تغییرات سرعت در قوس شماره هفت در اصلاح مسیر شماره یک.....۱۳۲
شکل ۵-۱۷- نمایی از رودخانه در اصلاح مسیر شماره دو.....۱۳۳
شکل ۵-۱۸- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس شماره یک
در اثر ایجاد اصلاح مسیر شماره دو.....۱۳٤
شکل ۵-۱۹- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس‌های شماره دو و سه
در اثر ایجاد اصلاح مسیر شماره دو.....۱۳۵
شکل ۵-۲۰- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس‌های شماره چهارو پنج
در اثر ایجاد اصلاح مسیر شماره دو.....۱۳٦
شکل ۵-۲۱- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس شماره هفت
در اثر ایجاد اصلاح مسیر شماره دو.....۱۳۷
شکل ۵-۲۲- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره یک در اصلاح مسیر شماره دو.....۱۳۹

صفحه

شکل ۵-۲۳- تغییرات تنش برشی کل در قوس‌های شماره دو و سه در اصلاح مسیر شماره دو.....۱٤۰

شکل ۵-۲٤- تغییرات تنش برشی کل در قوس‌های شماره چهار و پنج

در اصلاح مسیر شماره دو.....۱٤۱

شکل ۵-۲۵- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره هفت در اصلاح مسیر شماره دو.....۱٤۲

شکل ۵-۲٦- نمایی از رودخانه در اصلاح مسیر شماره سه.....۱٤۳

شکل۵-۲۷- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس‌های شماره یک ودو

در اثر ایجاد اصلاح مسیر سه.....۱٤٤

شکل۵-۲۸- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس شماره سه در اثر ایجاد اصلاح مسیر سه.....۱٤۵

شکل ۵-۲۹- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس شماره چهار در اثر ایجاد اصلاح مسیر سه.....۱٤٦

شکل ۵-۳۰- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس شماره پنج در اثر ایجاد اصلاح مسیر سه.....۱٤۷

شکل ۵-۳۱- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس‌های شماره شش وهفت

در اثر ایجاد اصلاح مسیر سه.....۱٤۸

شکل ۵-۳۲- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس شماره هشت در اثر ایجاد اصلاح مسیر سه.....۱٤۹

شکل ۵-۳۳- تغییرات تنش برشی کل در قوس‌های شماره یک و دو در اصلاح مسیر شماره سه.....۱۵۱

شکل ۵-۳٤- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره سه در اصلاح مسیر شماره سه.....۱۵۲

شکل ۵-۳۵- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره چهار در اصلاح مسیر شماره سه.....۱۵۳

شکل ۵-۳٦- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره پنج در اصلاح مسیر شماره سه.....۱۵٤

شکل ۵-۳۷- تغییرات تنش برشی کل در قوس‌های شماره شش و هفت

در اصلاح مسیر شماره سه.....۱۵۵

شکل ۵-۳۸- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره هشت در اصلاح مسیر شماره سه.....۱۵٦

صفحه

شکل ۵-۳۹- نمایی از رودخانه در اصلاح مسیر شماره چهار.....۱۵۷

شکل ۵-٤۰- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس‌های شماره یک ودو

در اثر ایجاد اصلاح مسیر چهار.....۱۵۸

شکل ۵-٤۱- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس شماره دو در اثر ایجاد اصلاح مسیرچهار.....۱۵۹

شکل ۵-٤۲- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس شماره سه در اثر ایجاد اصلاح مسیرچهار.....۱٦۰

شکل ۵-٤۳- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس شماره چهار در اثر ایجاد اصلاح مسیرچهار.....۱٦۱

شکل ۵-٤٤- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس‌های شماره پنج وشش

در اثر ایجاد اصلاح مسیر چهار.....۱٦۲

شکل ۵-٤۵- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس‌های شماره شش وهفت

در اثر ایجاد اصلاح مسیر چهار.....۱٦۳

شکل ۵-٤٦- تغییرات تراز بستر رودخانه در قوس شماره هشت در اثر ایجاد اصلاح مسیرچهار.....۱٦٤

شکل ۵-٤۷- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره یک در اصلاح مسیر شماره چهار.....۱٦٦

شکل ۵-٤۸- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره دو در اصلاح مسیر شماره چهار.....۱٦۷

شکل ۵-٤۹- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره سه در اصلاح مسیر شماره چهار.....۱٦۸

شکل ۵-۵۰- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره چهار در اصلاح مسیر شماره چهار.....۱٦۹

شکل ۵-۵۱- تغییرات تنش برشی کل در قوس‌های شماره پنج و شش

در اصلاح مسیر شماره چهار.....۱۷۰

شکل ۵-۵۲- تغییرات تنش برشی کل در قوس‌های شماره شش و هفت

در اصلاح مسیر شماره چهار.....۱۷۱

شکل ۵-۵۳- تغییرات تنش برشی کل در قوس شماره هشت در اصلاح مسیر شماره چهار.....۱۷۲

صفحه

شکل ٦-١- محدوده مورد مطالعه در رودخانه شلمانرود ومسیر پیشنهادی جهت ایجاد میان‌برها.....١٧٤

شکل ٦-٢- الف) پلان کل رودخانه ب) پلان ایجاد شده از اصلاح مسیر شماره یک.....١٧٦

شکل ٦-٣- الف) پلان کل رودخانه ب) پلان ایجاد شده از اصلاح مسیر شماره دو.....١٧٦

شکل٦-٤- الف) پلان رودخانه ب) پلان ایجاد شده در اصلاح مسیر شماره سه.....١٧٧

شکل ٦-٥- الف) پلان رودخانه ب) پلان ایجاد شده در اصلاح مسیر شماره چهار.....١٧٧

جدول ٢-١ طبقه‌بندی وضعیت تکامل رودخانه‌های پیچانرودی.....١٨

جدول٢-٢- تقسیم‌بندی رودخانه‌ها بر اساس ضریب پیچشی.....١٨

جدول ٢-٣- ارزیابی روابط مختلف برآورد بار کل و بار بستر.....٣٩

۱-۱- مقدمه

كليه اقدامات مهندسي رودخانه كه در بستر رودخانه‌ها به منظور بهره‌برداري بهينه و كاهش خطرات طبيعي صورت مي‌گيرد، به طور مستقيم باعث تغييرات شرايط طبيعي رودخانه و تحميل وضعيت جديد مي‌گردد. برهم‌زدن شرايط پايدار رودخانه‌ها، منجر به شكل‌گيري تغييرات متوالي در مشخصه‌هاي فيزيكي رودخانه‌ها خواهد شد. بنابراين مهمترين نقش مطالعات ريخت‌شناسي در چنين رودخانه‌هايي تعيين كمي و كيفي عكس‌العمل رودخانه و پيش‌بيني روند تغييرات آينده آنها مي‌باشد. از روش‌هاي بررسي اين تغييرات و تعيين بازه‌هاي پايدار و ناپايدار رودخانه، مقايسه نقشه‌هاي زماني موجود و يا بررسي پارامترهاي هندسي از قبيل نسبت شعاع به عرض، ضريب سينوسيته (خميدگي يا پيچشي) و فراواني آنها مي‌باشد. اقدامات ساماندهي مسير رودخانه، باعث تثبيت كناره‌ها و حفاظت اراضي مزروعي و مناطق مسكوني از خطر تخريب و تهاجم سيلاب‌ها مي‌گردد.

رودخانه با پیچ و خم‌های متعددی مسیر تکاملی خود را تا رسیدن نیمرخ تعادل به سطح اساس طی می‌کند. در این راستا عمل فرسایش در کنارهٔ مقعر (ساحل کاو) و نیز نهشتن رسوبات در کنارهٔ محدب(ساحل کوژ) تا آنجا ادامه می‌یابد که مهاجرت پیچان‌رود را به سمت پائین‌دست رودخانه سبب شود. در ادامهٔ این فرآیند دو انحناء مئاندر آنقدر به یکدیگر نزدیک می‌شوند تا در یک جریان ناگهانی دیواره‌های آن فرو ریخته و بدین ترتیب یک میان‌بر طبیعی پدید آید.در متون مختلف، اصطلاحات دریاچهٔ طوقی شکل، برکهٔ حلقوی و دریاچهٔ گردن گاوی ، نیز بکار برده شده است.در این صورت مکانیسم فرسایش دگرگون گشته و بخش‌هایی که قبلا محل جاگذاری بودند اینک در معرض فرسایش قرار می‌گیرد. خسارات حاصل از تغییر شکل‌های مذکور در بستر و پلان رودخانه بطور غیرمستقیم و با دخالت عوامل اقتصادی و اجتماعی با مسائل شهری

ارتباط پیدا می‌کند. لذا نقش این تغییرشکل‌های بستر بطور مستقیم در بناهای شهری محسوس نیست، مگر در مواردی که توسعه شهری به دماغه پر شده از آبرفت نفوذ نماید. در اکثر موارد مشکل بستر در یک زمان بسیار کوتاه، مثلا در عرض چند هفته، چند روز و یا حتی چند ساعت تغییر می‌یابد. اینگونه تغییرات ناگهانی بستر بطور دوره‌ای رخ می‌دهد بعبارت دیگر پس از آنکه بستر رودخانه در یک زمان معین دستخوش تغییر و تحولات شدیدی قرار گرفت، در فاصله چندین سال که زمان آن برحسب سیستم‌های رودخانه‌ای و رژیم آب و هوایی متفاوت است، دوره آرامش فرا می‌رسد. گاه ممکن است که قرن‌ها بگذرد و تغییراتی ناگهانی در بستر رودخانه پدید نیاید. چنین بسترهایی را بستر باثبات و پایدار معرفی می‌کنند.

بنابراین مطالعه رفتار ریخت‌شناسی رودخانه‌ها و پیش‌بینی تغییرات آن در آینده می‌تواند نقش مهمی در توسعه پایدار اراضی حاشیه آن و نیز کاهش خسارات احتمالی ایفا نماید.

۱-۲- سابقه تحقیق

یکی از مباحث مهم در مدیریت منابع آب‌های سطحی، ساماندهی رودخانه‌ها می‌باشد. در این مقوله موضوعاتی نظیر بهسازی محیط زیستابی رودخانه اصلی، حفاظت حیات سواحل و سیلابدشت‌ها، اصلاح مسیر رودخانه، جلوگیری از پیشروی جانبی رودخانه به نواحی ساحلی توسعه یافته، کنترل سیلاب و موضوعاتی از این‌دست مطرح می‌باشد.

جهت رسیدن به اهداف موردنظر در موارد مذکور از روش‌های مختلفی نظیر استفاده از مدلهای عددی، مدلهای فیزیکی - هیدرولیکی، اندازه‌گیری‌های صحرایی و قضاوت‌های مهندسی استفاده می‌شود.

از جمله مسائلی که در ساماندهی رودخانه‌ها مطرح می‌گردد، حفاظت از بستر و سواحل رودخانه‌ها و نیز اصلاح مسیر جهت بهبود انتقال سیل و رسوبات، می‌باشد. برای رسیدن به طرح نهایی، استفاده از مدلهای عددی و نیز مدل‌سازی فیزیکی و یا ترکیبی از هر دو، متداول است.

یکی از مدلهایی که در سالهای اخیر جهت شبیه‌سازی ساختار رفتار جریان و رسوب در رودخانه‌ها بکار گرفته شده است، مدل عددی CCHE2D بوده که توسط مرکز بین‌المللی

هیدرولیک محاسباتی و مهندسی دانشگاه می‌سی‌سی‌پی توسعه یافته است. تاکنون از این مدل برای شبیه‌سازی جریان در آبشکن، قوس، کانال و مطالعه تغییرات مورفولوژیکی در آنها بکار گرفته شده است.

بررسی جریان آشفته، توانایی انتقال رسوب جریان، ایجاد جزیره رسوبی در رودخانه‌های شریانی، تغییر مسیر در پیچانرودها، پیش‌بینی سیلاب و شرایط رسوبگذاری در مخازن سدها ازجمله موارد دیگری هستند که به کمک مدل CCHE2D شبیه‌سازی شده‌اند.

۱-۳- هدف و ضرورت تحقیق

امروزه موضوع دخالت انسان در طبیعت در مقیاس بسیار وسیعی مطرح است و پر واضح است که هرگونه دخالت انسان در طبیعت منشاء ایجاد اختلال در تعادل بوجود آمده در پدیده خواهد شد. بنابراین دخالت در طبیعت باید آگاهانه صورت گیرد.

در حوضه‌های رودخانه‌ای بعنوان یک مجموعه سازمان‌یافته طبیعی باید برای انجام هرگونه فعالیت عمرانی مناسب‌ترین مکان‌ها انتخاب شود و برای این منظور انجام مطالعات ریخت‌شناسی، هیدرولیک جریان و رسوب حائز اهمیت است.

يكي از مهمترين معضلاتي كه مهندسي رودخانه با آن مواجه است، مسأله فرسايش و رسوبگذاري در بستر و سواحل رودخانه‌ها مي‌باشد. اين پديده در رودخانه‌هاي آبرفتي، عميق و كم عرض دائمي به شكل پيچانرودي و در رودخانه‌هاي عريض و فصلي و كم عمق به صورت شرياني شدن بروز پيدا مي‌كند.

به منظور شبيه‌سازي اين فرآيند با استفاده از مدل‌هاي محاسباتي، روندیابي رسوب و فرسايش ساحل بايد به طور مناسبي مدلسازي شود تا بتوان تغييرات مورفولوژيكي و هم چنين پس‌روي ساحل و فرآيندهاي توسعه پيچان‌رود را پيش‌بيني كرد.

انجام مطالعات و تحقیقات مختلف مهندسی هیدرولیک و هیدرولیک رسوب به طور معمول داراي پيچيدگی‌ها و محاسبات فراوانی است که مستلزم دقت و توجه زیاد می‌باشد .بنابراین لازم است قبل از اقدام به طراحی و اجراي پروژه‌هاي مهندسی رودخانه از نحوه عملکرد آنها اطلاعاتی به دست آورد.

به منظور پیش‌بینی پدیده‌هاي پیچیده هیدرولیکی و رسوبی لازم است از تکنیک شبیه‌سازي یا مدلسازی استفاده شود که براي انجام این امر عمدتا دو روش مدل ریاضی و مدل فیزیکی وجود دارد. در مدل‌هاي ریاضی اطلاعات موردنظر از طریق محاسبات بدست می‌آیند در حالیکه این امر در مدل‌هاي فیزیکی با اندازه‌گیري امکان‌پذیر است. امروزه با پیشرفت سیستم‌های رایانه‌ای و توسعه هر چه بیشتر روش‌هاي عددي، مدل‌هاي ریاضی کاربرد فوق‌العاده وسیعی یافته‌اند. در این مدل‌ها سیستم رودخانه توسط یک سري معادلات ریاضی که بیانگر خصوصیات آن سیستم می‌باشند، بیان شده و سپس این معادلات به روش‌هاي تحلیلی یا عددي حل می‌گردند.

به منظور مدل‌های شبیه‌سازی متعددی وجود دارد که بسته به داده‌های در دسترس و نیز درجه اهمیت شبیه‌سازی جریان در رودخانه می‌توان از آنها استفاده نمود. در این تحقیق از مدل هیدرولیکی CCHE2D و توانایی آن در تحلیل جریان یکنواخت و غیر یکنواخت و نیز قابلیت شبیه‌سازی انتقال رسوب برای بررسی اثرات اصلاح مسیر در بازه پیچان‌رودی از رودخانه شلمانرود در استان گیلان استفاده شده است. با توجه به اینکه بازه مورد مطالعه از نظر شاخص‌های ریخت‌شناسی در دسته پیچان‌رودهای بیش از حد توسعه یافته طبقه‌بندی شده و از سوی دیگر وقوع پدیده میان‌بر در آینده محتمل می‌باشد، لذا گزینه‌های مختلف اصلاح مسیر در این بازه انتخاب و اثرات ایجاد آن بر پیکر رودخانه بصورت عددی شبیه‌سازی گردید. در نهایت از میان گزینه‌های مختلف اصلاح مسیر، مناسب‌ترین مسیر که دارای کمترین اثرات است، انتخاب شد.

۱-٤- ساختارپایان نامه

تحقیق حاضر در شش فصل تدوین شده که در فصل دوم به بررسی هیدرولیک جریان و رسوب در رودخانه‌های پیچانرودی ومشخصات پیچانرودها پرداخته و معادلات حاکم بر جریان آنها و روابط حاکم برای محاسبه بار رسوبی و بررسی انواع مدل‌های شبیه‌سازی جریان و رسوب پرداخته شده و در نهایت روش اجرایی جهت ایجاد میان‌برها بحث گردید.