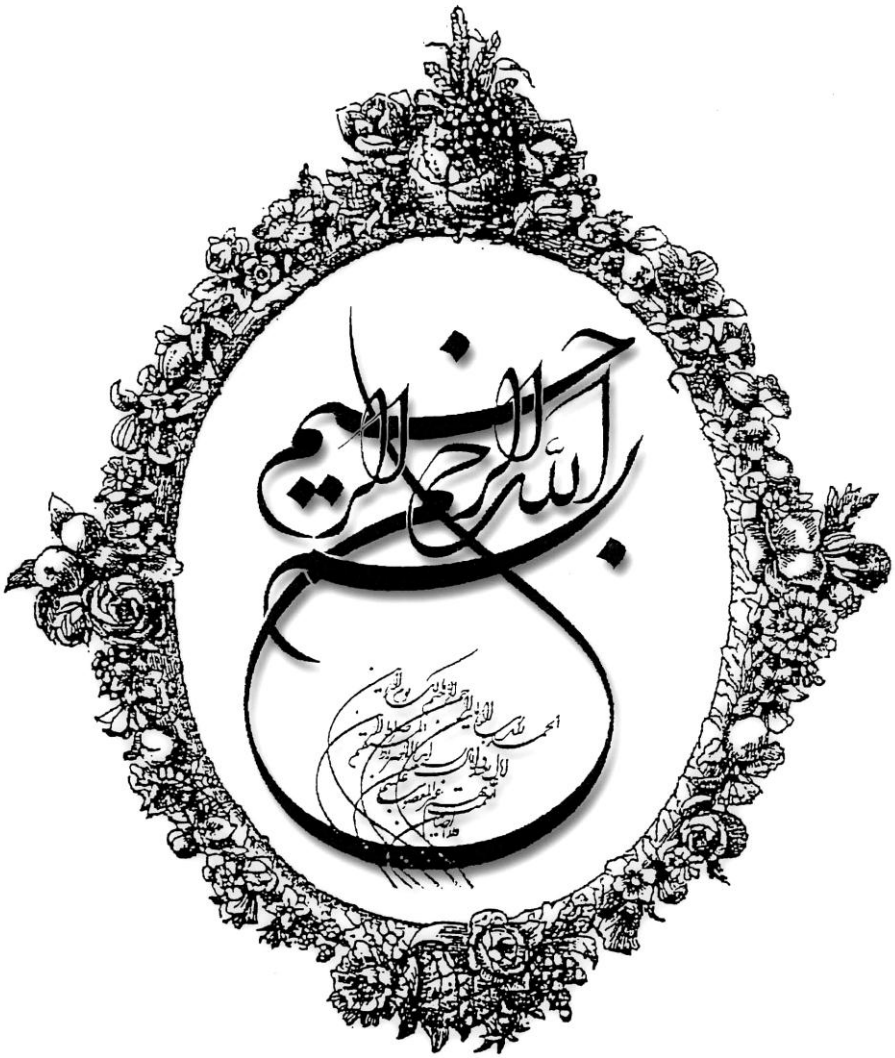

بسم الله الرحمن الرحیم

مدیریت تحصیلات تکمیلی

دانشکده آب و خاک

گروه مهندسی آب

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی منابع آب

بررسی اثر ارتفاع سیل‌بند بر ماکزیمم جریان عبوری از رودخانه سیستان با استفاده از مدل HEC-RAS

اساتید راهنما

دکتر فرزاد حسن‌پور

دکتر سید محمود طباطبایی

استاد مشاور

مهندس امین قربانی

تهیه و تدوین

مسعود بحرینی مطلق

دی ماه ۱۳۹۱

بأسمه تعالی

دانشگاه زابل

مدیریت تحصیلات تکمیلی

صفحه الف

این پایان نامه با عنوان: « **بررسی اثر ارتفاع سیل‌بند بر ماکزیمم جریان عبوری از رودخانه سیستان با استفاده از مدل HEC-RAS**» قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد **مهندسی منابع آب** توسط دانشجو **مسعود بحرینی مطلق** تحت راهنمایی اساتید پایان نامه **آقای دکتر فرزاد حسن پور و دکتر سید محمود طباطبایی** تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه زابل مجاز می باشد.

امضا دانشجو

این پایان نامه ٦ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ **۱۳۹۱/۱۰/۶** توسط هیئت داوران بررسی و نمره ..۱۹/۷۵.. و درجه ..عالی.. به آن تعلق گرفت.

نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
۱- استاد راهنمای اول : دکتر فرزاد حسن پور		.....
۲- استاد راهنمای دوم: دکتر سید محمود طباطبایی		.....
۳- استاد مشاور : مهندس امین قربانی		.....
۴- استاد داور: دکتر پیمان افراسیاب		.....
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر پرویز حقیقت جو		.....
۶- مدیر گروه: (مهر و امضاء): دکتر فرزاد حسن پور		.....

دانشگاه زابل
دانشکده آب و خاک
گروه مهندسی آب

تقدیم به

پیشگاه قطب عالم امکان، دادگستر جهان، منجی مستضعفان، مهدی موعود،

صاحب الزمان (عج)

تقدیم به کوه صبر و استقامت

پدر زحمتکش و مهربانم که در تمامی لحظات زندگی و تحصیل راهنما و مشوق من بوده و تمامی موفقیت هایی که تا به اکنون کسب کرده ام مدیون زحمات بی شائبه ایشان است

تقدیم به **مادر** مهربانم

آن عاشق بی ریا که با مهر و لطف، پرستار وجودم گشت

بر نگاهم لبخند زد صحنه خالی روحم را با مهر و عشق آشنا نمود.

مادر صبورم که شبی آسوده خاطر از فردای فرزندانش نخفت.

تقدیم به برادر بزرگوارم به خاطر فداکاری ها، صبر و شکیبایی بی دریغ شان.

سپاس بی‌نهایت خدای را که دریای بی‌منتهای بخشش است و بال فضل، بر کائنات گشوده و سایه لطف بر بندگان گسترده و بامنت خود، مرا به زینت ایمان آراسته و در خیمه لطف منزل داده است. چگونه شکر او را گویم که منت را بر من تمام کرده و از سر رحمت خود، مرا در زمره جویندگان علم و دانش قرار داده است. من چگونه نوای لک الحمد سر دهم که این نوای ارادت، خود از بیشمار نعمت‌های اوست و محتاج لک الحمدی دیگر. تمام مباهات من در طول تحصیل، نه دست یازیدن به درجه‌ای از دانش، بلکه فراسوی آن تلمذ در نزد استادانی بوده است که خود دریایی از معرفت بودند و سهم من پرتوی از تشعشع معرفت ایشان بر اندیشه بوده است. در این رهگذر، به رسم ادب خود را ملزم می‌دانم که با تواضع تام و از صمیم قلب تشکر و سپاس خالصانه خود را از اساتید راهنمای گرانقدرم آقایان **دکتر فرزاد حسن پور** و **دکتر سید محمود طباطبایی** و آقای **مهندس میثم امیری** عرضه دارم، که بدون همراهی این عزیزان هیچگاه این تحقیق به سرانجام نمی‌رسید. از جناب آقای دکتر **پیمان افراسیاب** داور محترم پایان نامه به خاطر نظرات ارزنده و اصلاحیات بجا و دلسوزانه شان ممنون و سپاسگزارم.

مسعود بحرینی مطلق

دی ماه یکهزار و سیصد و نود و یک

چکیده

سیلاب یکی از بلایای طبیعی است که سالانه خسارات جانی و مالی فراوانی بر جای می‌گذارد. یکی از معمول-ترین روش‌های کنترل سیلاب و یا افزایش ماکزیمم دبی عبوری رودخانه‌ها استفاده از سیل بند می‌باشد. استان سیستان و بلوچستان پنجمین استان سیل‌خیز کشور می‌باشد. رودخانه‌ی سیستان اصلی‌ترین منبع حیاتی شمال استان می‌باشد و به دلیل واقع شدن در دشت مسطح همواره در معرض سیلاب می‌باشد. در این تحقیق از مدل ریاضی HEC-RAS جهت ساماندهی رودخانه سیستان استفاده شد. جهت این کار با استفاده از داده‌های نقشه-برداری شده از مقاطع عرضی و به کمک داده‌های توپوگرافی منطقه، در ARCGIS پلان هندسی رودخانه تهیه گردید. با انتقال داده‌ها به مدل HEC-RAS، در ابتدا کالیبراسیون مدل انجام شد و سپس شبیه‌سازی سیلاب با دوره بازگشت‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله صورت گرفت. نتایج نشان داد که رودخانه در شرایط موجود توان عبور دبی ۸۱۰ مترمکعب در ثانیه را دارا می‌باشد در حالی که دبی سیلاب با دوره بازگشت ۱۰ سال معادل ۸۴۶ مترمکعب برثانیه می‌باشد. از این روی با تعریف دو سناریوی استفاده از سیل بند با ارتفاع‌های مختلف، افزایش ماکزیمم دبی عبوری مورد مطالعه قرار گرفت. در سناریو اول، سیل بند به ارتفاع متوسط ۱ متر تعیین و توسط مدل HEC-RAS شبیه سازی گردید. نتایج نشان داد در این حالت توان عبوری رودخانه تا دبی ۱۳۱۸/۶۵ که معادل با دوره بازگشت ۳۷ سال است افزایش می‌یابد. در سناریوی دوم ارتفاع متوسط سیل بند به ۲ متر افزایش یافت و با توجه به نتایج به دست آمده از شبیه سازی مشاهده شد که رودخانه توان دبی عبور سیلا ب با دوره بازگشت ۱۰۷ ساله را دارا می‌باشد. با توجه به شیب کم رودخانه استفاده از سیل بند جهت کنترل سیلاب ضروری به نظر می‌رسد.

کلمات کلیدی: رودخانه سیستان، کنترل سیلاب، ARCGIS، مدل HEC-RAS، سیل بند

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- ضرورت انجام تحقیق ۳

۱-۳- اهداف تحقیق ۵

۱-۴- نحوه تدوین تحقیق ۶

فصل دوم ۷

مروری بر تحقیقات گذشته ۸

۲-۱- مقدمه ۹

۲-۲- کاربرد شبیه‌سازی سیلاب ۱۰

۲-۲-۱- تعیین حریم و بستر رودخانه‌ها ۱۰

۲-۲-۲- مطالعه و توجیه اقتصادی طرح‌های عمرانی ۱۰

۲-۲-۳- پیش بینی و هشدار و عملیات امداد و نجات ۱۱

۲-۲-۴- بیمه سیل ۱۱

۲-۳- روش‌های متداول در تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل ۱۲

۲-۳-۱- روش مشاهده ای و استفاده از داغاب سیلاب ۱۲

۲-۳-۲- مقایسه عکس‌های هوایی منطقه ۱۳

۲-۳-۳- محاسبه دستی ۱۴

۲-۳-۴- استفاده از مدل‌های ریاضی ۱۴

۲-۴- کنترل سیلاب ۱۶

۲-۵- کاربرد مدل HEC-RAS در مهندسی رودخانه ۱۹

۲-۶- کاربرد نرم افزار ARCGIS در مهندسی رودخانه ۲۰

۲-۶-۱- سهولت اعمال تغییرات و اصلاحات مورد نیاز با تغییر طول دوره آماری ۲۱

۲-۶-۲- در نظر گرفتن تغییرات عوارض جغرافیایی و توپوگرافی سیلابدشت ۲۲

۲-۶-۳- امکان نمایش و مقایسه سطوح غرقاب توسط سیلاب دوره بازگشت‌های مختلف ۲۲

۲-۶-۴- نمایش اطلاعات عمق آب‌گرفتگی در هر نقطه سیلاب‌دشت ۲۲

۲-۶-۵- تعیین دقیق مناطق سیلگیر ۲۳

۲-۶-۶- امکان به روز رسانی و تهیه خروجی‌های متنوع ۲۳

۲-۷- سوابق بروز سیلاب در دشت سیستان ۲۴

۲-۸- تحقیقات انجام شده در زمینه سیلاب و کنترل آن در خارج کشور ۲۷

۲-۹- تحقیقات انجام شده در زمینه سیلاب و کنترل آن در داخل کشور ۲۸

فصل سوم ۳۳

۳-۱- مقدمه ۳۴
۳-۲- معرفی منطقه مورد مطالعه ۳۵
۳-۲-۱- موقعیت جغرافیایی دشت سیستان ۳۵
۳-۲-۲- منابع آب سطحی دشت سیستان ۳۷
۳-۲-۳- شبکه هیدروگرافی رودخانه سیستان ۳۸
۳-۲-۴- آبگیرها و سازه‌های هیدرولیکی رودخانه سیستان ۴۰
۳-۲-۴-۱- سد انحرافی کهک ۴۰
۳-۲-۴-۲- کانال ورودی چاه‌نیمه (فیدرکانال) ۴۱
۳-۲-۴-۳- کانال خروجی مخازن چاه‌نیمه (هدریس) ۴۲
۳-۲-۴-۴- سد انحرافی زهک ۴۳
۳-۲-۴-۵- کانال شهر ۴۴
۳-۲-۴-۶- کانال طاهری ۴۵
۳-۲-۴-۷- سد انحرافی سیستان ۴۵
۳-۲-۴-۸- کانال اصلی پشتآب ۴۶
۳-۲-۴-۹- کانال اصلی شیبآب ۴۷
۳-۳- معرفی مدل HEC-RAS ۴۷
۳-۳-۱- معادلات حاکم بر جریان در مدل HEC-RAS ۴۹
۳-۳-۲- نحوه محاسبات روش گام به گام استاندارد در تعیین عمق آب رودخانه ۵۳
۳-۴- معرفی نرم افزار ARCGIS ۵۳
۳-۴-۱- زیربرنامه ArcMap ۵۵
۳-۴-۲- زیربرنامه ArcCatalog ۵۵
۳-۴-۳- زیربرنامه ArcScene و ArcGlobe ۵۵
۳-۴-۴- نحوهی ساخت TIN ۵۵
۳-۵- معرفی نرم افزار HEC-GEORAS ۵۸
۳-۵-۱- تهیه خط مرکزی جریان ۵۸
۳-۵-۲- خطوط سواحل ۶۰
۳-۵-۳- مسیر جریان ۶۱
۳-۵-۴- مقاطع عرضی ۶۱
۳-۵-۵- وارد کردن سازه‌های موجود در رودخانه ۶۵
۳-۶- انتقال لایه‌ها از GIS به مدل HEC-RAS ۶۶
۳-۷- تهیه فایل پروژه در HEC-RAS ۶۶
۳-۷-۱- وارد کردن داده‌های مقاطع عرضی ۶۸
۳-۷-۲- وارد کردن داده‌های انشعاب ۶۹
۳-۷-۳- وارد کردن سازه‌های هیدرولیکی و آبگیرهای جانبی ۷۰
۳-۷-۳-۱- سدهای انحرافی ۷۰
۳-۷-۳-۲- پل‌ها ۷۳

۳-۳-۷-۳- *روریز جانبی و سرریز دریچه دار* ۷۵
۳-۸- وارد کردن داده‌های جریان و شرایط مرزی در مدل HEC-RAS ۷۷
۳-۹- روش اجرای مدل و انواع خروجی‌های مدل ۷۹
۳-۱۰- تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی در رودخانه ۸۰
۳-۱۰-۱- *تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح بر اساس تحلیل اقتصادی* ۸۱
۳-۱۰-۲- *تعیین دوره برگشت سیلاب طرح بر اساس تحلیل خطرپذیری* ۸۳
۳-۱۰-۳- *تعیین دوره برگشت سیلاب طرح بر اساس ملاحظات اجتماعی* ۸۴
۳-۱۰-۴- *تعیین دوره برگشت سیلاب بر اساس آیین نامه ها* ۸۹
۳-۱۱- برآورد دبی سیلاب ۹۰
۳-۱۲- واسنجی مدل ۹۲
۳-۱۳- نحوه‌ی محاسبات ارتفاع سیل بندها ۹۳
۳-۱۳-۱- *تعیین ارتفاع سیل بند به ارتفاع متوسط ۱ متر* ۹۳
۳-۱۳-۲- *تعیین ارتفاع سیل بند به ارتفاع متوسط ۲ متر* ۹۴

فصل چهارم ۹۶

۴-۱- مقدمه ۹۷
۴-۲- برآورد دوره برگشت سیلاب طراحی برای رودخانه سیستان ۹۷
۴-۲-۱- *برآورد دوره برگشت سیلاب طراحی رودخانه سیستان بر اساس ملاحظات اجتماعی* ۹۸
۴-۲-۲- *برآورد دوره برگشت سیلاب طراحی رودخانه سیستان بر اساس آیین نامه های سایر کشورها* ۹۹
۴-۲-۳- *برآورد دبی سیلاب با دوره بازگشت ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ ساله در رودخانه سیستان* ۱۰۰
۴-۳- نتایج کالیبراسیون مدل ۱۰۲
۴-۴- سناریوی اول: تعیین ماکزیمم دبی عبوری در شرایط موجود ۱۰۵
۴-۴-۱- *نقشه پهنه‌بندی سیلاب در شرایط موجود با استفاده از GIS* ۱۰۶
۴-۵- سناریوی دوم: شبیه سازی پروفیل سطح آب با وجود سیل بند با ارتفاع متوسط ۱ متر ۱۰۷
۴-۵-۱- *نتایج شبیه سازی نرم افزار HEC-RAS* ۱۰۹
۴-۶- سناریوی سوم: شبیه سازی پروفیل سطح آب با وجود سیل بند با ارتفاع متوسط ۲متر ۱۱۳
۴-۷- تراز سطح آب سازه‌های موجود در مسیر رودخانه سیستان و تراز آب با دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله ۱۱۹

نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۲۱

منابع ۱۲۴

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۲) پلان و مقطع عرضی سیل‌بند و رودخانه ۱۷

شکل (۱-۳) موقعیت منطقه مورد مطالعه ۳۶

شکل (۲-۳) بازه‌های رودخانه سیستان ۳۹

شکل (۳-۳) نمای سد کهک ۴۳

شکل (۴-۳) نمای سد زهک ۴۴

شکل (۵-۳) نمای سد سیستان ۴۶

شکل (۷-۳) نقاط توپوگرافی منطقه مورد مطاله ۵۶

شکل (۸-۳) ساخت TIN منطقه مورد مطالعه ۵۷

شکل (۹-۳) TIN منطقه مورد مطاله ۵۷

شکل (۱۰-۳) تهیه‌ی لایه‌های مورد نیاز در HEC-GEORAS ۵۹

شکل (۱۱-۳) تعریف لایه‌ها در ARCCATALOG ۶۰

شکل (۱۲-۳) مقاطع عرضی در HEC-RAS ۶۲

شکل (۱۴-۳) تعریف HYDRO ID برای لایه‌ها ۶۳

شکل (۱۵-۳) فاصله‌ی مقاطع عرضی ۶۵

شکل (۱۶-۳) وارد کردن سازه‌های موجود ۶۶

شکل (۱۷-۳) وارد کردن داده‌های هندسی ۶۷

شکل (۱۸-۳) پنجره‌ی ویرایشگر هندسی ۶۷

شکل (۱۹-۳)- طرح شماتیک رودخانه سیستان ۶۸

شکل (۲۰-۳) ویرایشگر داده‌های مقطع عرضی ۶۹

شکل (۲۱-۳) پنجرهی ویرایشگر تقاطع هندسی ۶۹

شکل (۲۲-۳) پنجره ویرایشگر مربوط به سد کهک ۷۱

شکل (۲۳-۳)- ویرایشگر مربوط به خاکریز سد کهک ۷۱

شکل (۲۴-۳) ویرایشگر مربوط به دریچه های سد کهک ۷۲

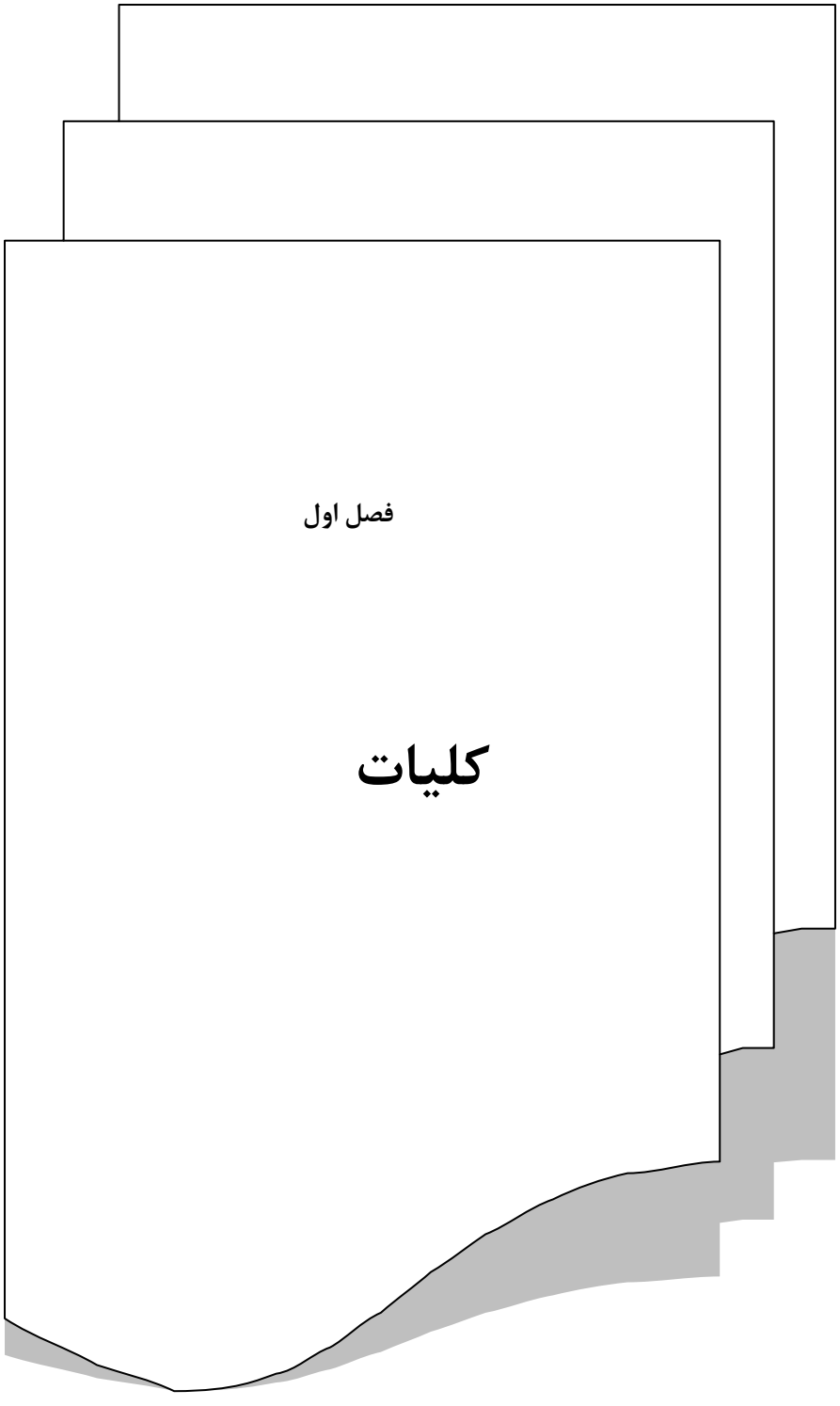
شکل (۲۵-۳) پنجره ویرایشگر مربوط به سد زهک ۷۲

شکل (۲۶-۳) پنجره ویرایشگر مربوط به اطلاعات مقطع عرضی سد سیستان ۷۳

شکل (۳-۲۷) ویرایشگر مربوط به پل نهرآب ۷۴
شکل (۳-۲۸) ویرایشگر مربوط به پایه های پل نهرآب ۷۴
شکل(۳-۲۹) ویرایشگر مربوط به خاکریز پل نهرآب ۷۵
شکل (۳-۳۰) پنجره داده های روریز جانبی کانال طاهری ۷۶
شکل (۳-۳۱)- ویرایشگر داده های خاکریز جانبی کانال طاهری ۷۷
شکل (۳-۳۲) ویرایشگر داده های دریچه کانال طاهری ۷۷
شکل (۳-۳۳) ویرایشگر داده های جریان ماندگار ۷۹
شکل (۳-۳۵) نمای پل تلفریک پایاب سد کهک ۹۲
شکل (۳-۳۶) محاسبه‌ی ارتفاع سیل بندهای سواحل بازه‌ی اصلی۱ ۹۳
شکل (۳-۳۷) محاسبه‌ی ارتفاع سیل بندهای سواحل بازه‌ی اصلی۲ ۹۳
شکل (۳-۳۸) محاسبه‌ی ارتفاع سیلبندهای سواحل بازه‌ی اصلی۱ ۹۴
شکل (۳-۳۹) محاسبه‌ی ارتفاع سیل بندهای سواحل بازه‌ی اصلی۲ ۹۴
شکل (۴-۱) رگرسیون دبی و دوره بازگشت ۱۰۲
شکل (۴-۲) رگرسیون دبی- اشل ۱۰۳
شکل (۴-۳) پروفیل طولی رودخانه سیستان با دبی ۸۱۰ مترمکعب در ثانیه در شرایط موجود ۱۰۶
شکل (۴-۴) نقشه پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت ۱۰ ساله ۱۰۷
شکل (۴-۵) نقشه پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله ۱۰۷
شکل (۴-۶) پروفیل طولی با وجود سیل بند با دوره بازگشت ۱۰ سال ۱۱۰
شکل (۴-۷) پروفیل طولی با وجود سیل بند با دوره بازگشت ۲۵ سال ۱۱۲
شکل (۴-۸) پروفیل جریان با دوره بازگشت ۳۷ساله ۱۱۳
شکل (۴-۹) پروفیل جریان با دوره بازگشت ۵۰ ساله ۱۱۶
شکل (۴-۱۰) پروفیل جریان با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله ۱۱۷
شکل (۴-۱۱) پروفیل جریان با دوره بازگشت ۱۰۷ ساله ۱۱۸
شکل (۴-۱۲) سطح آب در سد کهک ۱۱۹
شکل (۴-۱۳) سطح آب در سد زهک ۱۱۹
شکل (۴-۱۴) سطح آب در سد سیستان ۱۲۰

جداول

جدول (۱-۳) مشخصات عمده سد کهک ۴۲
جدول (۲-۳)- مشخصات سد زهک ۴۴
جدول (۳-۳) مشخصات عمده سد سیستان ۴۵
جدول (۴-۳) ضریب تبدیل وضعیت کانال ۵۲
جدول ۵-۳ امتیازات شاخص های مختلف برای مناطق غیر کشاورزی ۸۶
جدول (۱-۴) امتیاز شاخص های تعیین سیلاب طراحی در محدوده شهرها و روستاهای حاشیه رودخانه سیستان ۹۸
جدول (۲-۴) امتیاز شاخص های تعیین سیلاب طراحی برای اراضی کشاورزی حاشیه رودخانه سیستان. ۹۹
جدول (۳-۴) دبی حداکثر لحظهای در سالهای آماری ۱۳۳۷-۱۳۹۰ ..... ۱۰۱
جدول (۴-۴) حداکثر دبی سیلاب در دوره بازگشتهای مختلف ۱۰۲
جدول (۵-۴) اشل سطح آب در دبی های مختلف رودخانه ۱۰۳
جدول (۶-۴) صحت سنجی مدل ۱۰۴
جدول (۷-۴) مشخصات جریان در بازه های مختلف ۱۰۵
جدول (۸-۴) دبی عبوری در کانالهای جانبی ۱۰۵
جدول (۹-۴) مساحت تجاوز سیلاب در دوره بازگشتهای مختلف ۱۰۶
جدول (۱۰-۴) تعیین ارتفاع سیل بند بازهی اصلی۱ ..... ۱۰۸
جدول (۱۱-۴) تعیین ارتفاع سیل بند بازهی اصلی۲ ..... ۱۰۸
جدول (۱۲-۴) مشخصات جریان در بازه های مختلف برای دبی ۱۰ ساله ۱۰۹
جدول (۱۳-۴) دبی عبوری در کانالهای جانبی ۱۱۰
جدول (۱۴-۴) مشخصات جریان در بازه های مختلف برای دبی ۲۵ ساله ۱۱۱
جدول (۱۵-۴) دبی عبوری در کانالهای جانبی ۱۱۱
جدول(۱۶-۴) ارتفاع سیل بندهای بازه اصلی۱ ..... ۱۱۳
جدول (۱۷-۴) ارتفاع سیل بندهای بازه اصلی۲ ..... ۱۱۴
جدول (۱۸-۴) مشخصات جریان در بازه های مختلف برای دبی ۵۰ ساله ۱۱۵
جدول (۱۹-۴) دبی عبوری در کانال‌های جانبی ۱۱۵
جدول (۲۰-۴) مشخصات جریان در بازه های مختلف ۱۱۶
جدول (۲۱-۴) دبی عبوری در کانال‌های جانبی ۱۱۶


فصل اول
کلیات

۱-۱- مقدمه

کشور ایران، با اینکه ۱/۱ درصد از مساحت خشکی‌های جهان را به خود اختصاص داده، فقط ۰/۳۴ درصد از آب‌های موجود در خشکی‌های جهان را در اختیار دارد. از سوی دیگر در اغلب مناطق ایران، ریزش‌های جوی اکثراً در فصل بهاری صورت می‌گیرد که نیاز چندانی به آب برای فعالیت‌های کشاورزی نیست همچنین، ریزش‌های جوی به طور یکسان در کشور فرو نمی‌بارند و برخی مکان‌ها بارندگی بیشتر و برخی بارندگی کمتر دریافت می‌کنند. محدودیت منابع آب و توزیع فصلی نامناسب بارندگی نشان می‌دهد که ابتدا باید ظرفیت منابع آب‌های موجود سطحی و زیرزمینی کشور را به خوبی شناسایی و مطالعه کرد تا برنامه ریزی جامع ای برای بهره برداری صحیح از آن‌ها صورت گیرد (علیزاده، ۱۳۷۴).

در سال‌های اخیر، رشد شهرهایی که در حاشیه رودخانه‌ها واقع شده یا بستر عبور رودخانه‌ها تلقی می‌گردند باعث شده تا ساکنین و دارایی‌های موجود در این مناطق در معرض خطر سیلاب قرار گیرند. از دیدگاه هیدرولوژی، سیلاب جزیی از سیکل هیدرولوژی است و به زبان ریاضی تابع خروجی ناشی از تحریک سامانه عامل به وسیله یک تابع ورودی، در یک فاصله زمانی معمولاً پیوسته می‌باشد. سیلاب در حوزه های آبخیز شهری[1] در سطوح صاف و غیر قابل نفوذ که با سامانه زهکشی مصنوعی توسط بشر ساخته شده است، با سرعت بالا اتفاق می‌افتد. با توجه به این عامل، حالت شهری یافتن مناطق طبیعی باعث ازدیاد حجم و شدت رواناب و وقوع سیلاب در مناطق پایین دست می‌شود. دشت‌های سیلابی دلیل وجود منابع مختلف در آن‌ها از اهمیت فوق‌العاده ای برخوردارند. بنابراین اعمال مدیریت در چنین مناطقی کار پیچیده‌ای است و اجرای یک برنامه جامع در چنین مناطق بحرانی به آسانی قابل انجام نیست چرا که برنامه ریزان دشت‌های سیلابی عموماً از تمام توابع موجود در آن آگاهی کامل نداشته یا اینکه برای رسیدن به اهداف مورد نظر

[1]. Urban Watershed

جهت بهبود رویه حاکم بر دشت سیلابی، بخش‌ها و ارگان‌های مختلف اعمال نظر می‌کنند که هماهنگی بین این بخش‌ها همیشه آسان نیست.

با تصویب قانون آب و چگونگی ملی شدن آن در تاریخ ۱۳۴۷/۴/۲۷ وظیفه تعیین حد بستر رودخانه‌ها و نهرهای طبیعی و حفاظت آن‌ها از دخل و تصرف غیرمجاز، به عهده وزارت نیرو قرار گرفت (بی نام، ۱۳۸۴).

رودخانه‌ها شریان‌های اصلی حیات کلیه سازه‌های آبی محسوب می‌شوند و حفاظت و بهره-برداری بهینه از آن‌ها و همچنین حراست از بستر و حریم از مهم‌ترین مسئولیت‌های وزارت نیرو می‌باشد (بی نام، ۱۳۸۴).

افزایش جمعیت و پیشرفت تکنولوژی از یک طرف و خطرات رو به افزایش سیلاب در مناطق شهری از طرف دیگر باعث شده که محققان مهندسی رودخانه و هیدرولوژیست‌ها به طور جدی رفتارهای هیدرولیکی رودخانه‌های طغیانی در این مناطق را مورد بررسی قرار دهند. پهنه‌بندی سیلاب[1] و مطالعه و اجرای روش‌های کنترلی سیلاب به عنوان یکی از روش‌های مدیریتی مواجهه با سیلاب در حال حاضر از کاربرد فراوانی برخوردار می‌باشد .

۲-۱- ضرورت انجام تحقیق

یکی از بلایای طبیعی عمده و مهم که پیوسته دامن‌گیر جامعه‌ی انسانی بوده، سیل و تبعات منفی آن است که ناشی از کم توجهی بشر به اقدامات مهار سیلاب و یا کاهش خسارات آن می‌باشد و در این راستا عدم آگاهی به نقش مهندسی رودخانه نیز سهم بسزایی دارد. در کشور ما ایران، ردیف‌های اعتبارات مربوط به حوادث غیرمترقبه طبیعی یعنی: سیل، زلزله، خشکسالی، پیشروی آب دریا، طوفان و ... نگاه کنیم، همیشه بیشترین سهم از اعتبارات به موضوع سیل و جبران خسارات ناشی از آن اختصاص یافته است. به عبارت دیگر از لحاظ مالی بیشترین خسارات

[1] Flood Zoning

بلایای طبیعی در ایران از سیل ناشی می‌گردد. طغیان رودخانه‌ها هر چند سال یک بار در سطح بسیار وسیعی اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی، جاده‌ها، پل‌ها، تأسیسات عمومی و زیربنایی و دیگر منابع و ثروت‌های ملی ما را تهدید می‌کند و این موضوع باعث می‌شود که رودخانه‌ها به موازات ایفای نقش حیاتی‌شان به عنوان یکی از منابع عمده‌ی تأمین آب، به عنوان یکی از عوامل طبیعی مخرب و خسارت آفرین برای بشر نیز محسوب شوند.

با نگاهی به تاریخچه سیلاب‌های و میزان دبی عبوری دشت سیستان در سال‌های اخیر اهمیت موضوع ساماندهی و کنترل سیلاب این رودخانه را بیشتر مشخص خواهد نمود.

اولین سیلاب دهه ۷۰ در سال آبی ۷۰-۱۳۶۹ و با آورد سالانه ۷/۲ میلیارد متر مکعب رخ داد. سیلاب این سال متشکل از پنج سیلاب متوالی بود بطوریکه دوره بازگشت حداکثر جریان در اولین سیلاب آن تقریباً ۱۰۰ سال می‌باشد. اولین سیل در تاریخ ۱۳۶۹/۱۱/۶ آغاز گشت و بعد از گذشت ۷ روز به بالاترین دبی خود یعنی ۲۲۵۴ متر مکعب بر ثانیه رسید و متعاقب آن چهار سیلاب دیگر به وقوع پیوست و سرانجام در تاریخ ۱۳۷۰/۴/۲۳ پایان پذیرفت. شدت سیلاب و به درازا کشیدن آن تا ماه‌ها باعث شکسته شدن دیواره رودخانه هیرمند در چند نقطه گردید و خسارات بزرگی به اراضی زراعی و مناطق مسکونی وارد نمود که از جمله به زیر آب رفتن بیش از ۷۸ هزار هکتار زمین زراعی و تخریب کانال تعدادی روستا در سیل اول و به زیر آب رفتن بیش از ۱۷ هزار هکتار زمین زراعی و تخریب کامل ۵۵ روستا در سیل دوم گردید و با قیمت‌های ۱۳۶۹ حدود ۸۰ میلیارد ریال خسارت ببار آورد (حسن پور، ۱۳۷۹).

دومین سیلاب دهه ۷۰ در سال آبی۷۱-۱۳۷۰ رخ داد. دبی ماکزیمم رودخانه هیرمند در اردیبهشت ماه معادل ۳۸۰۰ مترمکعب بر ثانیه بود که خوشبختانه دلیل اقدامات فوریتی صورت گرفته و عملیات شبانه روزی ساخت کافردم سد کهک از ورود سیلاب به دشت از طریق رودخانه سیستان جلوگیری به عمل آمد و این سیل با موفقیت و بدون کوچک‌ترین خسارت مهار گردید. در

حالی که در سیستان افغانستان در مورد هر دو سیل خسارات عمده‌ای ببار آمد (حسن پور، ۱۳۷۹).

رژیم هیدرولوژیکی رودخانه هیرمند تقریباً ۱۰ ساله بوده و در هر دهه یک یا دو سیلاب بزرگ خواهد داشت که علاوه بر خسارات جانی و مالی بر مردم در کلیه شئون مدنیت منطقه تأثیر منفی می‌گذارد.

۳-۱- اهداف تحقیق

شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک حاکم بر بخش وسیعی از کشور ما سبب شده علی‌رغم تحمیل خسارات سنگین ناشی از بروز خشکسالی به اراضی کشاورزی و منابع طبیعی، همه ساله شاهد بروز سیلاب‌های مخرب با دامنه خسارات وسیع باشیم. تخریب شدید منابع طبیعی چه به صورت بهره برداری بی رویه از جنگل‌ها و مراتع و چه به شکل تغییر کاربری اراضی (تبدیل به اراضی کشاورزی که ۴ اثر مهم آن عبارتند از: تغییر در خصوصیات دبی پیک، تغییر در حجم کل رواناب، تغییر در کیفیت آب و تغییر در تعادل هیدرولوژیک)، ساخت و ساز غیر اصولی و بی رویه مناطق مسکونی موجب شده سیلاب‌ها سال به سال چه از نظر تعداد وقوع و چه از نظر شدت خسارت افزایش یابند (وهابی، ۱۳۸۵).

اهداف این تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

۱- تعیین ماکزیمم توان عبوری سیلاب رودخانه سیستان در شرایط موجود

۲- تعیین ماکزیمم توان عبوری سیلاب رودخانه سیستان با وجود سیل بند

۱-۴- نحوه تدوین تحقیق

این تحقیق مشتمل بر چهار فصل می‌باشد که فصل اول آن شامل کلیات تحقیق، بیان ضرورت انجام تحقیق و اهداف تحقیق می‌باشد. در ادامه تحقیق پس از فصل کلیات، مفاهیم پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از نرم‌افزارهای ArcGIS وHEC-RAS ارائه شده و در ادامه سوابق بروز سیلاب در دشت سیستان و تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی در رودخانه ذکر می‌گردد و در انتها تحقیقاتی که در زمینه پهنه‌بندی سیلاب و کنترل آن توسط سیل بندها در خارج و داخل کشور انجام شده بیان می‌شود و سپس یک نتیجه‌گیری کلی از تحقیقات صورت گرفته، ارائه می‌گردد. در فصل سوم ابتدا منطقه مورد مطالعه معرفی می‌شود، پس از آن منابع آب موجود در منطقه و رودخانه سیستان معرفی گردیده و سپس ضرورت کنترل سیلاب ذکر می‌گردد. در ادامه خصوصیات برنامه‌های مورد استفاده در این تحقیق ارائه می‌شود و شبیه‌سازی مدلHEC-RAS در بازه مورد مطالعه انجام می‌گردد. در نهایت واسنجی مدلHEC-RAS برای دوره زمانی۹۰-۱۳۷۰ انجام شده و نحوه تعیین دوره برگشت سیلاب طراحی در رودخانه سیستان بیان می‌شود. در فصل چهارم تحقیق، نتایج شبیه‌سازی مدلHEC-RAS در بازه مورد مطالعه بر اساس سناریوهای وجود و عدم وجود سیل بند برای شبیه‌سازی جریان رودخانه سیستان تعریف می‌گردد.

فصل دوم

مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۲- مقدمه

در بین بلایای طبیعی، سیل، زلزله و خشکسالی به لحاظ خسارات مالی و جانی ناشی از وقوع آن‌ها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به استناد آمار و اطلاعات خسارات ناشی از سیل در پاره‌ای از نقاط دنیا به در آسیا و اقیانوسیه، بیشترین میزان در بین خسارت‌های حاصل از بلایای طبیعی را به خود اختصاص می‌دهد. در ایران خسارت جانی ناشی از زلزله در ابعاد سالانه بیشتر از آن دو و خسارت ناشی از سیل بیشتر از خشکسالی می‌باشد. این در حالی است که رخداد خسارت بار دو حادثه زلزله و خشکسالی هر چند سال یک بار است، اما سالانه حداقل در یک نقطه از ایران سیلاب قابل توجهی رخ می‌دهد (راهنمای ارزیابی خسارت سیلاب، ۱۳۸۵).

شدت سیل‌خیزی در نقاط مختلف کشور یا به عبارت دیگر در حوضه‌های آبریز مختلف، با توجه به شرایط اقلیمی، توپوگرافیک و دیگر عوامل مانند پوشش گیاهی از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر متفاوت است. بررسی‌های موجود بر اساس رخدادهای سیل نشان می‌دهد که مناطق جنوب شرق و جنوب غرب از سیل‌خیزترین نقاط کشور می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام گرفته، سالانه نزدیک به ۴۰ رخداد کوچک و بزرگ سیل در اقصی نقاط ایران زمین به وقوع می‌پیوندد (راهنمای ارزیابی خسارت سیلاب، ۱۳۸۵).

ردیف‌های مربوط به اعتبارات مربوط به حوادث غیر مترقبه در ایران (که شامل سیل، زلزله، خشکسالی، پیشروی آب دریا، طوفان و ...) نشان می‌دهد که به جز در زلزله خرداد سال ۱۳۶۹ در شمال، همیشه بیشترین سهم از اعتبارات به موضوع سیل و جبران خسارات ناشی از آن اختصاص یافته است. به عبارت دیگر از لحاظ مالی بیشترین خسارات بلایای طبیعی در ایران از سیل ناشی می‌گردد. از این رو کار اصولی در زمینه اقدامات مهندسی رودخانه برای مهار و کاهش خسارات سیلاب و استفاده‌ی بهینه از رودخانه اجتناب ناپذیر است (راهنمای طراحی، ساخت و نگهداری سیل بندها، ۱۳۸۰).