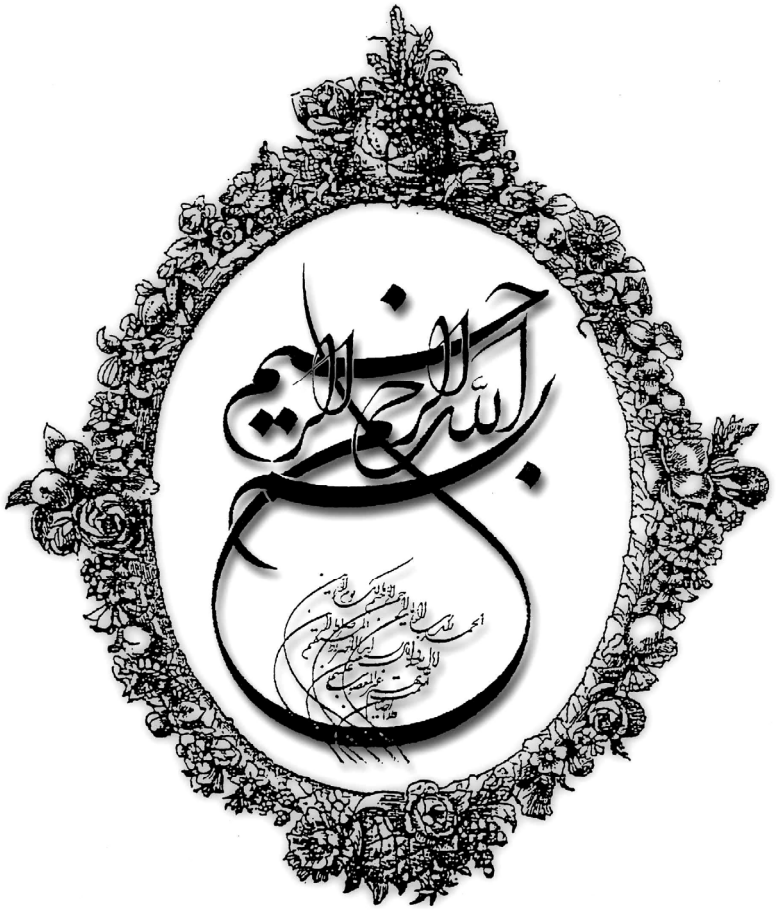

بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده منابع طبیعی

تلفیق تکنیک RS & GIS و مدل‌های تحلیل فراوانی، در مطالعه خطر سیل‌گرفتگی منطقه جیرفت

پایان نامه کارشناسی ارشد بیابان زدائی

علی سرحدی

اساتید راهنما

دکتر سعید سلطانی کوپائی
دکتر سید جمال الدین خواجه الدین

بهمن ۱۳۸۶

تشکر و قدردانی

سپاس می‌گویم خداوند منان را که به من نعمت خواندن و نوشتن عطا نمود. در پایان این مرحله از تحصیل بر خود لازم می‌دانم از بزرگوارانی که مرا در طی مراحل زندگی و تحصیل یاری نمودند، قدردانی نمایم.

نخست از پدر و مادر گرامی‌ام تشکر و قدردانی می‌نمایم. آنان که دعای خیرشان حامی و پشتیبان اینجانب نه تنها در دوران تحصیل، بلکه در تمام مراحل زندگی‌ام بوده است.

همچنین مراتب سپاس و قدرشناسی خود را نسبت به اساتید محترم و بزرگوار جناب آقای دکتر سعید سلطانی کوپائی و جناب آقای دکتر جمال الدین خواجه الدین بعنوان اساتید راهنمای این تحقیق، که در تمام مراحل این تحقیق و تدوین آن از راهنمائی‌هایشان بهره‌مند بوده‌ام، ابراز نموده و برای ایشان آرزوی موفقیت وسلامتی می‌نمایم.

از اساتید داور این پایان‌نامه، جناب آقای دکتر افشین هنربخش و جناب آقای دکتر علیرضا سفیانیان که زحمت بازخوانی و داوری این پایان‌نامه را به عهده داشته‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از سایر اساتید گران‌قدر دوران تحصیلم که افتخار شاگردی در محضرشان را داشتم تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از دو دوست و استاد عزیز و مهربانم جناب آقای مهندس رضا مدرس و جناب آقای مهندس سعید پورمنافی که در طی انجام این پایان‌نامه بی هیچ منتی مرا یاری نمودند و بی شک بدون مساعدت و یاری آنان انجام این تحقیق محال بود، صمیمانه سپاسگذارم و شادی و موفقیت در مراحل مختلف زندگی را برای این دو بزرگوار از خداوند متعال خواستارم.

از دوستان بسیار عزیزم جناب آقای مهندس حسام عرب نژاد، مهندس امین شایسته، مهندس فرشاد سلیمانی، مهندس رضا محمدی و جناب آقای دکتر بهرام حیدری و دکتر قاسم محمدی‌نژاد که افتخار دوستی و مصاحبت با آنان را داشته‌ام تشکر می‌نمایم و یاد و خاطره همکاری و همراهی‌های این عزیزان همیشه در ذهن و همراه من خواهد ماند.

علی سرحدی
بهمن۱۳۸۶

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعـــات، ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پـایـــان نامه (رساله) متعلق به دانشگـــــاه صنعتـــــی اصفهان است.

تقدیم به

زیباترین واژه‌های زندگی‌ام

پدر و مادر مهربانم

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت
فهرست جداول ..... سیزده
فهرست اشکال ..... چهارده
چکیده ۱

فصل اول : مقدمه ۲
۱-۱ مقدمه ۲

فصل دوم : بررسی منابع وتعاریف ۸
۲-۱ تعاریف و مفاهیم ۹
۲-۱-۱ سیل ۹
۲-۱-۲ انواع سیلاب ۹
۲-۱-۳ عوامل موثر بر پدیده سیل ۱۰
۲-۱-۴ ریسک سیل ۱۱
۲-۲ مراحل سیکل وقوع ریسک سیل ۱۴
۲-۳ تحلیل فراوانی هیدرولوژیک ۱۵
۲-۴ توزیع‌های آماری ۱۵
۲-۵ تحلیل فراوانی منطقه‌ای سیل ۱۷
۲-۵-۱ بررسی داده‌ها ۱۸
۲-۵-۲ شناسائی مناطق همگن ۱۸
۲-۵-۳ انتخاب بهترین توزیع فراوانی ۱۹
۲-۶ روش‌های تحلیل منطقه‌ای ۱۹
۲-۶-۱ روش شاخص سیل(IFM) ۲۰
۲-۶-۲ روش ناحیه اثر(ROI) ۲۱
۲-۶-۳ روش تحلیل خوشه‌ای ۲۱
۲-۶-۴ روش گشتاورهای خطی ۲۲
۲-۶-۵ رگرسیون چند متغیره ۲۲
۲-۷ کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیائی در هیدرولوژی ۲۴
۲-۸ کاربرد GIS در استخراج پارامترهای هیدرولوژیکی ۲۴
۲-۹ مدل رقومی زمینی(DTM) ۲۵
۲-۹-۱ وکتور ۲۶
۲-۹-۲ رستر ۲۶
۲-۹-۳ شبکه‌های نامنظم مثلثی (TIN) ۲۷
۲-۱۰ کاربرد GIS در استخراج پارامترهای حوزه ۲۹

۲-۱۱ بررسی سیل گرفتگی در مقیاس ناحیه‌ای ۳۰
۲-۱۱-۱ پارامترهای خطر سیل در بررسی ناحیه‌ای سیل ۳۰
۲-۱۱-۲ بررسی میزان سیل گرفتگی در مقیاس منطقه ای ۳۲
۲-۱۲کاربرد GIS در تهیه نقشه‌های سیل گرفتگی ۳۳
۲-۱۳ تهیه نقشه خطر سیل ۳۴
۲-۱۳-۱ پارامترهای خطر سیل ۳۵
۲-۱۴ آسیب پذیری سیل ۳۶
۲-۱۵ اندازه‌گیری ریسک و برآورد احتمال خسارت ناشی از سیل ۳۷

فصل سوم : توصیف منطقه مورد مطالعه ۴۰
۳-۱ فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه ۴۰
۳-۱-۱ رودخانه هلیل رود ۴۱
۳-۱-۲ رودخانه شور ۴۱
۳-۲ زمین شناسی و مورفولوژی رودهای هلیل و شور ۴۲
۳-۲-۱ زمین شناسی ۴۲
۳-۲-۲ مورفولوژی رودخانه ۴۲
۳-۳ وضعیت آب و هوا و اقلیم منطقه ۴۳
۳-۳-۱ گرادیان بارندگی ۴۳
۳-۳-۲ درجه حرارت ۴۴
۳-۳-۳ تبخیر و تعرق پتانسیل ۴۴
۳-۳-۴ وضعیت اقلیمی منطقه ۴۵
۳-۴ وضعیت هیدرولوژیکی حوزه ۴۵
۳-۴-۱ ایستگاه های هیدرومتری ۴۵
۳-۵ بررسی توزیع فصلی سیلابها ۴۶
۳-۶ وضعیت اقتصادی اجتماعی ۴۸
۳-۶-۱ بهره برداری از آب رودخانه ۴۸
۳-۷ انتخاب محدوده مطالعاتی جهت بررسی خطر سیل گرفتگی ۴۹
۳-۷-۱ معرفی رودخانه شور و بازه مطالعاتی ۵۰
۳-۷-۲ محدوده مطالعاتی هلیل رود ۵۱

فصل چهارم: مواد و روشها ۵۲
۴-۱ تحلیل فراوانی منطقه‌ای ۵۲
۴-۱-۱ آزمون نا همگونی (ناجوری) و همگنی ۵۲
۴-۱-۲ انتخاب توزیع مناسب منطقه ای ۵۴
۴-۱-۳ گشتاورهای خطی ۵۴
۴-۱-۴ برآورد پارامترهای توزیع ۵۶

۴-۲ ترسیم و استخراج زیرحوزه و شبکه آبراهه ها ۵۷
۴-۲-۱ استخراج مدل های هیدرولوژیکی با استفاده از داده‌های ارتفاع رقومی ۵۷
۴-۲-۲ Arc Hydro ۵۷
۴-۲-۳ استخراج شبکه آبراهه حوزه با استفاده از Arc Hydro ۵۸
۴-۲-۴ استخراج و ترسیم مرز زیر حوزه های هیدرولوژیکی ۵۹
۴-۲-۵ HEC-GEO HMS ۶۱
۴-۳ داده های ماهواره ای استفاده شده ۶۲
۴-۳-۱ پردازش اطلاعات ماهواره ای ۶۳
۴-۳-۲ بارزسازی و پردازش تصاویر ۶۵
۴-۳-۳ طبقه‌بندی داده های ماهواره ای و ایجاد لایه های اطلاعاتی ۶۹
۴-۴ رگرسیون خطی چندمتغیره ۶۹
۴-۴-۲ نحوه ورود متغیرها به مدل رگرسیون ۷۱
۴-۴-۳ تحلیل باقیمانده های مدل رگرسیون ۷۲
۴-۴-۴ همراستائی چندگانه ۷۲
۴-۵ کاربرد GIS در تهیه نقشه های سیل گرفتگی ۷۳
۴-۵-۱ HEC-RAS ۷۴
۴-۵-۲ مدل هیدرودینامیک تک بعدی ۷۵
۴-۵-۳ پارامترهای مدل هیدرولیکی HEC-RAS ۷۶
۴-۵-۴ HEC-GEO RAS ۷۷
۴-۶ استخراج پارامترهای مقاطع عرضی ۷۹
۴-۶-۱ نمایش اطلاعات کانال با استفاده از HEC-GEO RAS ۷۹
۴-۷ محاسبه ضرایب زبری کانال ۸۱
۴-۷-۱ انتخاب ضریب اولیه (n 1) ۸۲
۴-۷-۲ تصحیحات جهت نظم کانال (n 2) ۸۲
۴-۷-۳ تصحیح تغییرات مقاطع عرضی (n 3) ۸۲
۴-۷-۴ تصحیح جهت انسداد و موانع (n 4) ۸۳
۴-۷-۵ تصحیح پوشش گیاهی (n 5) ۸۳
۴-۷-۶ تصحیح پیچ و خم‌دار بودن کانال (n 6) ۸۳
۴-۸ مدل دبی های آستانه POT ۸۴
۴-۸-۱ انتخاب سطح آستانه برای وقایع سیلابی ۸۵
۴-۹ تعیین و ایجاد پروفیل سطحی آب ۸۶
۴-۱۰ ترسیم دشت سیلابی و تعیین محدوده سیل گرفتگی ۸۷
فصل پنجم : نتایج و بحث ۹۰
۵-۱ تحلیل فراوانی منطقه ای ۹۰
۵-۱-۱ انتخاب ایستگاه های هیدرومتری مناسب ۹۰

۵-۱-۲ بررسی همگنی منطقه مورد مطالعه ۹۱
۵-۱-۳ انتخاب توزیع فراوانی جهت تحلیل فراوانی منطقه ای ۹۳
۵-۲ برآورد دبی در مناطق فاقد آمار ۹۷
۵-۲-۱ بررسی رابطه دبی با دوره بازگشت های مختلف و ویژگی های حوزه ۹۷
۵-۳ استخراج نقشه ارتفاع رقومی منطقه ۹۸
۵-۴ استخراج شبکه آبراهه ای حوزه ۱۰۰
۵-۵ استخراج زیر حوزه‌های هیدرولوژیکی ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه ۱۰۱
۵-۶ محاسبه پارامترها و خصوصیات حوزه های بالادست ایستگاه های هیدرومتری ۱۰۳
۵-۶-۱ خصوصیات هیدروژئومورفیک حوزه های هیدرولوژیکی ایستگاه های حوزه ۱۰۳
۵-۶-۲ پارامترهای مربوط به کاربری‌های اراضی ۱۰۹
۵-۶-۳ پارامترهای اقلیمی زیر حوزه‌های مطالعاتی ۱۱۷
۵-۷ بررسی و تحلیل منطقه ای جریان های سیلابی منطقه مورد مطالعه ۱۲۰
۵-۷-۱ ایجاد روابط بین جریان های سیلابی با دوره بازگشت های مختلف و پارامترهای حوزه ۱۲۰
۵-۷-۲ آزمون خطا ۱۳۳
۵-۸ برآورد دبی در مناطق فاقد آمار حوزه هلیل رود ۱۳۵
۵-۸-۱ انتخاب مناطق خروجی رودخانه های منتهی به شهر جیرفت در مناطق فاقد آمار ۱۳۵
۵-۸-۲ برآورد دبی در مناطق خروجی فاقد آمار با استفاده از مدل های منطقه ای ۱۳۷
۵-۹ بررسی و تهیه نقشه سیل گرفتگی در بازه های مطالعاتی ۱۳۷
۵-۹-۱ توسعه شبکه بی قاعده مثلثی محدوده مطالعاتی ۱۳۷
۵-۹-۲ استخراج اطلاعات هندسی آبراهه با استفاده از مدل رقومی عوارض و HEC-GEO RAS ۱۳۸
۵-۹-۳ برآورد ضریب زبری (مانینگ) ۱۳۹
۵-۹-۴ ایجاد و تعریف شرایط مرزی ۱۴۲
۵-۹-۵ محاسبه نسبت های جریان جهت بررسی پروفیل های سطحی آب در شبکه کانال ۱۴۲
۵-۹-۶ شبیه‌سازی جریان پایدار در HEC-RAS ۱۴۲
۵-۹-۷ واسنجی ۱۴۳
۵-۹-۸ پس پردازش‌های HEC-GEO RAS ۱۴۴
۵-۱۰ استخراج کاربری های مختلف تحت خطر سیل گرفتگی در دوره بازگشت های مختلف ۱۴۸
۵-۱۰-۱ طبقه‌بندی داده های ماهواره ای ۱۴۹
۵-۱۰-۲ تعیین صحت لایه های طبقه‌بندی شده ۱۵۲
۵-۱۱ استخراج مناطق و کاربری های تحت اثر سیل گرفتگی در دوره بازگشت های مختلف ۱۵۳
۵-۱۱-۱ سیل با دوره بازگشت‌های ۲ و ۵ سال ۱۵۴
۵-۱۱-۲ سیل با دوره بازگشت ۱۰ سال ۱۵۴
۵-۱۱-۳ سیل با دوره بازگشت ۲۰ سال ۱۵۵
۵-۱۱-۴ سیل با دروه بازگشت ۵۰ سال ۱۵۶
۵-۱۱-۵ سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ سال ۱۵۷

۵-۱۱-۶ سیل با دوره بازگشت ۲۰۰ و ۵۰۰ سال ۱۵۸
۵-۱۱-۷ سیل با دوره بازگشت ۱۰۰۰ سال ۱۶۰
۵-۱۲ بررسی دقت مدل هیدرولیکی و مقایسه آن با سیل های تاریخی ۱۶۰
۵-۱۳ فعالیتهای مدیریتی جهت کاهش خسارات سیل ۱۶۱

فصل ششم : نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۶۴
۶-۱ نتیجه گیری ۱۶۴
۶-۲ پیشنهادات ۱۶۹

پیوست‌ها ۱۷۲
منابع ۱۷۸

چکیده انگلیسی ۱۹۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۲-۱- تابع چگالی احتمال برخی از مهمترین توابع توزیع ۱۷

جدول۳-۱- مشخصات ایستگاه های هیدرومتری مورد استفاده در حوزه مطالعاتی ۴۶

جدول-۳-۲- میزان و نحوه تامین آب در بخش های مختلف در حوزه ۴۹

جدول ۴-۱- شاخص های گیاهی مورد استفاده جهت مشخص نمودن پوشش گیاهی در سنجنده ETM^{+} ۶۷

جدول ۵-۱- مقادیر آماره های توصیفی و گشتاورهای خطی ایستگاه های منطقه ۹۳

جدول ۵-۲- برآورد مقادیر جریان های سیلابی با دوره بازگشت های مختلف در تعدادی از ایستگاه های حوزه ۹۴

جدول۵-۳ آزمون نکوئی برازش آماره (Z^{dist}) برای منطقه مطالعاتی ۹۷

جدول۵-۴- مقادیر پارامترهای هیدرولوژیکی و فیزیکی حوزه های بالادست ایستگاه های هیدرومتری ۱۰۸

جدول ۵-۵- طبقات تفکیک شده از تصویر ETM^{+} ۱۱۵

جدول ۵-۶- جدول ماتریس خطا مربوط به طبقه بندی نقشه ETM^{+} ۱۱۶

جدول۵-۷ درصد کاربری اراضی در هر یک از زیر حوزه های هیدورلوژیکی حوزه ۱۱۷

جدول۵-۸-مقادیر شدت رگباربه ازای زمان تداوم در دوره بازگشت های مختلف در ایستگاه سیرجان ۱۱۹

جدول ۵-۹- تعیین بهترین عوامل موثر بر جریان های سیلابی در دوره بازگشت های انتخابی ۱۲۱

جدول۵-۱۰- درصد خطای حاصل از مدل های ارائه شده در دوره بازگشت های مختلف ۱۳۴

جدول۵-۱۱- دبی های سیلابی برآورد شده نقاط خروجی در دوره بازگشت های مختلف ۱۳۷

جدول۵-۱۲- ماتریس همبستگی سه باند و اجزاء PCA تصویر مورد مطالعه ۱۵۰

جدول ۵-۱۳- ماتریس خطای نتایج لایه‌های طبقه‌بندی شده ۱۵۳

جدول۵-۱۴- میزان سطح کاربری های تحت خطر سیل گرفتگی در دوره بازگشت های ۲۰۰، ۵۰۰ سال ۱۵۹

جدول پ-۱ مقادیر طراحی ضرایب مانینگ ۱۷۳

ادامه جدول پ-۱ مقادیر طراحی ضرایب مانینگ ۱۷۴

ادامه جدول پ-۱ مقادیر طراحی ضرایب مانینگ ۱۷۵

جدول پ-۲ تعدیل کننده ضرایب زبری (n1) ۱۷۵

جدول پ-۳ تعدیل کننده ضرایب زبری (n2) ۱۷۵

جدول پ-۴ تعدیل کننده ضرایب زبری (n3) ۱۷۶

جدول پ-۵ تعدیل کننده ضرایب زبری (n4) ۱۷۶

جدول پ-۶ تعدیل کننده ضرایب زبری (n5) ۱۷۶

جدول پ- ۷ تعدیل کننده ضرایب زبری (n6) ۱۷۷

جدول پ-۸ محاسبه ضریب مانینگ نهائی با استفاده از تصحیحات ۱۷۷

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۱) خلاصه مراحل انجام تحقیق..... ۶
شکل۲-۱- علل یا عوامل فیزیکی در بروز سیلاب‌های رودخانه ای ۱۱
شکل۲-۲- تابع چگالی احتمال صحیح دبی حداکثر، تابع احتمال f(Q)، تابع توزیع تجمعی F(Q) و تابع منتج C(Q) ۱۳
شکل۲-۳- سیکل حادثه (بلا) سازگار شده برای سیل ۱۴
شکل ۲-۴- نمایش سطح عوارض با استفاده از TIN ۲۸
شکل۳-۱- محدوده حوزه هلیل رود و ایستگاه های هیدرومتری..... ۴۱
شکل۳-۲- هیدروگراف جریان روزانه ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه..... ۴۷
شکل۳-۳- پراکنش فصلی وقوع سیلاب ها در فصل های سال ۴۷
شکل۳-۴- بازه های مطالعاتی رود شور و هلیل رود و موقعیت شهر جیرفت ۴۹
شکل ۴-۱- چگونگی تحلیل پیکسل های رستری جهت تعیین پرشیب ترین مسیر..... ۵۸
شکل۴-۲- رستر جهت جریان ایجاد شده از مدل هشت جهتی ۵۹
شکل ۴-۳- تعداد پیکسل زهکشی شده به یک پیکسل منفرد و انتخاب سطح آستانه زهکشی بیش از ۵ پیکسل جهت تعریف آبراهه ۵۹
شکل۴-۴- مراحل پروسه استخراج شبکه آبراهه، حوزه و زیرحوزه ها با استفاده از مدل ارتفاع رقومی ۶۰
شکل۴-۵- شمائی از مقطع عرضی آبراهه ۷۶
شکل۴-۶- پارامترهای مقاطع عرضی استخراج شده از GEO-RAS ۷۷
شکل۴-۷- استخراج مقطع عرضی از شبکه بی‌قاعده مثلثی..... ۷۹
شکل۴-۸- نمای سه بعدی مقطع عرضی استخراج شده از مدل رقومی زمینی..... ۸۰
شکل۴-۹- نمای سه بعدی از کانال رودخانه ۸۱
شکل۴-۱۰- مراحل پیش پردازش و پس پردازش پروسه تولید پلی گون های سیل گرفتگی با استفاده از HEC-RAS..... ۸۶
شکل۴-۱۱ مراحل مختلف فرایند ترسیم پلی گون‌های سیل گرفتگی در HEC-GEO RAS..... ۸۸
شکل ۵-۱- نمودار گشتاورهای خطی L-CV، L-CS ایستگاه های مورد بررسی..... ۹۲
شکل ۵-۲- نمودار گشتاورهای خطی L-CK، L-CS ایستگاه های مورد بررسی..... ۹۲
شکل ۵-۳- تابع توزیع چگالی تجمعی دبی با دوره بازگشت های مختلف در محل ایستگاه های حوزه..... ۹۶
شکل۵-۴ مدل ارتفاع رقومی حوزه هلیل‌رود..... ۹۹
شکل ۵-۵- نقشه جهت جریان حاصل از مدل هشت جهتی با استفاده از Arc Hydro..... ۱۰۰
شکل۵-۶- استخراج شبکه آبراهه حوزه با استفاده از مدل ارتفاع رقومی..... ۱۰۱
شکل۵-۷- موقعیت ایستگاه های هیدرومتری و حوزه های بالادست مربوط به آنها..... ۱۰۲
شکل ۵-۸- رگرسیون باند ۱ و ۷برای تصحیح باند ۱..... ۱۱۰
شکل ۵-۹- رگرسیون باند ۲ و ۷برای تصحیح باند ۲..... ۱۱۰

شکل ۵-۱۰- رگرسیون باند ۳ و ۷ برای تصحیح باند ۳..... ۱۱۱
شکل ۵-۱۱- تصویر رنگی کاذب FCC432 منطقه مـورد مطـالـعه..... ۱۱۲
شکل ۵-۱۲- نقشه طبقه بندی شده از تصاویر +ETM..... ۱۱۵
شکل ۵-۱۱- نقشه حداکثر بارندگی سالانه منطقه مطالعاتی..... ۱۱۸
شکل ۵-۱۲- نمودار شدت، مدت، فراوانی ایستگاه سیرجان..... ۱۲۰
شکل ۵-۱۳- نمودار احتمال نرمال مانده ها برای رابطه منطقه ای سیل با دوره بازگشت ۲ سال..... ۱۲۲
شکل ۵-۱۴- مقایسه مقادیر مشاهداتی و پیش بینی شده از مدل منطقه ای سیل ۲ سال..... ۱۲۲
شکل ۵-۱۵- نمودار احتمال نرمال مانده ها برای رابطه منطقه ای سیل با دوره بازگشت ۵ سال..... ۱۲۳
شکل ۵-۱۶- مقایسه مقادیر مشاهداتی و پیش بینی شده از مدل منطقه ای سیل ۵ سال..... ۱۲۴
شکل ۵-۱۷- نمودار احتمال نرمال مانده ها برای رابطه منطقه ای سیل با دوره بازگشت ۱۰ سال..... ۱۲۵
شکل ۵-۱۸- مقایسه مقادیر مشاهداتی و پیش بینی شده از مدل منطقه ای سیل ۱۰ سال..... ۱۲۵
شکل ۵-۱۹- نمودار احتمال نرمال مانده ها برای رابطه منطقه ای سیل با دوره بازگشت ۲۰ سال..... ۱۲۶
شکل ۵-۲۰- مقایسه مقادیر مشاهداتی و پیش بینی شده از مدل منطقه ای سیل ۲۰ سال..... ۱۲۶
شکل ۵-۲۱- نمودار احتمال نرمال مانده ها برای رابطه منطقه ای سیل با دوره بازگشت ۵۰ سال..... ۱۲۷
شکل ۵-۲۲- مقایسه مقادیر مشاهداتی و پیش بینی شده از مدل منطقه ای سیل ۵۰ سال..... ۱۲۷
شکل ۵-۲۳ نمودار پراکنش مانده های استاندارد شده برای رابطه منطقه ای سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ سال..... ۱۲۸
شکل ۵-۲۴- نمودار احتمال نرمال مانده ها برای رابطه منطقه ای سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ سال..... ۱۲۹
شکل ۵-۲۵- مقایسه مقادیر مشاهداتی و پیش بینی شده از مدل منطقه ای سیل ۱۰۰ سال..... ۱۲۹
شکل ۵-۲۶- نمودار احتمال نرمال مانده ها برای رابطه منطقه ای سیل با دوره بازگشت ۲۰۰ سال..... ۱۳۰
شکل ۵-۲۷- مقایسه مقادیر مشاهداتی و پیش بینی شده از مدل منطقه ای سیل ۲۰۰ سال..... ۱۳۰
شکل ۵-۲۸- نمودار احتمال نرمال مانده ها برای رابطه منطقه ای سیل با دوره بازگشت ۵۰۰ سال..... ۱۳۱
شکل ۵-۲۹- مقایسه مقادیر مشاهداتی و پیش بینی شده از مدل منطقه ای سیل ۵۰۰ سال..... ۱۳۲
شکل ۵-۳۰- نمودار احتمال نرمال مانده ها برای رابطه منطقه ای سیل با دوره بازگشت ۱۰۰۰ سال..... ۱۳۳
شکل ۵-۳۱- مقایسه مقادیر مشاهداتی و پیش بینی شده از مدل منطقه ای سیل ۱۰۰۰ سال..... ۱۳۳
شکل ۵-۳۲- نقاط خروجی انتخابی در سه رودخانه منطقه و حوزه بالادست آنها..... ۱۳۶
شکل ۵-۳۳- استخراج پارامترهای مقاطع عرضی با استفاده از TIN..... ۱۳۹
شکل ۵-۳۴- تغیرات فصلی سیل منطقه با استفاده از روش گرافیکی..... ۱۴۱
شکل ۵-۳۵ پروفیل‌های سطحی شبیه‌سازی شده در یک مقطع عرضی..... ۱۴۳
شکل ۵-۳۶- محدوده سیل گرفتگی دوره بازگشت ۱۰ سال در منطقه..... ۱۴۵
شکل ۵-۳۷ محدوده سیل گرفتگی دوره بازگشت ۲۰ سال در منطقه..... ۱۴۵
شکل ۵-۳۸ محدوده سیل گرفتگی دوره بازگشت ۵۰ سال در منطقه..... ۱۴۶
شکل ۵-۳۹ محدوده سیل گرفتگی دوره بازگشت ۱۰۰ سال در منطقه..... ۱۴۶

شکل۵-۴۰ محدوده سیل گرفتگی دوره بازگشت ۲۰۰ سال در منطقه ۱۴۷
شکل۵-۴۱ محدوده سیل گرفتگی دوره بازگشت ۵۰۰ سال در منطقه ۱۴۷
شکل۵-۴۲ محدوده سیل گرفتگی دوره بازگشت ۱۰۰۰ سال در منطقه ۱۴۸
شکل۵-۴۳- تصویر کاذب رنگی مربوط به سنجنده LISSIII پس از انجام تصحیحات ۱۵۰
شکل ۵-۴۴- نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی ماهواره IRS-1D ۱۵۲
شکل۵-۴۵- توزیع درصد اراضی تحت تاثیر خسارت ناشی از دبی ۱۰ سال ۱۵۵
شکل۵-۴۶- توزیع درصد اراضی تحت تاثیر خسارت ناشی از دبی ۲۰ سال ۱۵۶
شکل۵-۴۷- توزیع درصد اراضی تحت تاثیر خسارت ناشی از دبی ۵۰ سال ۱۵۷
شکل۵-۴۸- توزیع درصد اراضی تحت تاثیر خسارت ناشی از دبی ۱۰۰ سال ۱۵۸
شکل۵-۴۹- توزیع درصد اراضی تحت تاثیر خسارت ناشی از دبی ۲۰۰ سال ۱۵۹
شکل۵-۵۰- توزیع درصد اراضی تحت تاثیر خسارت ناشی از دبی ۵۰۰ سال ۱۵۹
شکل۵-۵۱- توزیع درصد اراضی تحت تاثیر خسارت ناشی از دبی ۱۰۰۰ سال ۱۶۰
شکل۵-۵۲- تغییرات سطح کاربری های مختلف تحت خسارت سیل در دوره بازگشت‌های مختلف ۱۶۱

چکیده

سیل دومین بلای طبیعی است که سالانه خسارات زیادی را به جوامع انسانی وارد می‌آورد. در این میان شهرها و مراکز جمعیتی، بیشترین ریسک و احتمال خسارت فیزیکی قابل لمس ناشی از وقوع سیل را دارا می‌باشند. بنابراین اولین قدم جهت مدیریت بهینه و تدوین استراتژی‌های مقابله با این خطر طبیعی و کاهش خسارات ناشی از آن تشخیص مناطق حساس و تهیه نقشه خطر سیل می‌باشد. در این مطالعه بمنظور بررسی مناطق تحت خطر سیل‌گرفتگی، شهر جیرفت و اراضی اطراف آن بعلت موقعیت ژئومورفیک و قرار گرفتن در محل تلاقی دو رود مهم حوزه هلیل رود، بعنوان آسیب‌پذیرترین محدوده از لحاظ احتمال خسارت ناشی از سیل‌های آنی شناسائی گردید. با توجه به اینکه در این محدوده هیچگونه هیدرومتری صورت نگرفته بود، بمنظور برآورد دبی‌های سیلابی در خروجی بازه‌های مطالعاتی از تحلیل فراوانی منطقه‌ای استفاده گردید. بدین منظور ۱۳ ایستگاه هیدرومتری حوزه پس از بررسی همگنی با آماره‌های H و D با استفاده از روش L-Moment مورد تحلیل فراوانی واقع گردید. سپس حوزه های همگن هیدرولوژیکی بالادست هر یک از ایستگاه‌های هیدرومتری با استفاده از HEC-GEO HMS ترسیم و پارامترهای مختلف هیدروژئومورفیکی، اقلیمی و فیزیکی این حوزه‌های همگن با استفاده از برنامه‌های GISای Arc Hydro، HEC-GEO HMS و روش‌های آماری استخراج گردید. همچنین برای استخراج درصد کاربری‌های اراضی مختلف بعنوان یک پارامتر هیدرولوژیکی از تصاویر سنجنده ETM^{+} سال ۲۰۰۲ استفاده شد و پس از تصحیحات هندسی و رادیومتریک، با استفاده از الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده، درصد کاربری‌های بالادست هر یک از ایستگاه‌های هیدرومتری محاسبه گردید. در ادامه از رگرسیون چندمتغیره برای تحلیل فراوانی منطقه‌ای و ارتباط بین پارامترهای مختلف و دبی‌های سیلابی بدست آمده ازتحلیل فراوانی استفاده، و مهمترین پارامترهای بروز سیل با دوره بازگشت‌های مختلف شناسائی گردید. سپس جهت برآورد دبی در خروجی هر یک از بازه‌های مطالعاتی در پائین دست شهر جیرفت با استفاده از HEC-GEO HMS، حوزه‌های هیدرولوژیکی هر یک از این نقاط ترسیم و پارامترهای بدست آمده در مدل‌های منطقه‌ای برای این نواحی همگن استخراج، و دبی‌های سیلابی محاسبه گردید. در ادامه بمنظور شبیه‌سازی مورفولوژی و پارامترهای سه‌بعدی رودخانه از پیش پردازش‌های HEC-GEO RAS استفاده گردید و جهت برآورد ضرایب مانینگ از مدل دبی‌های آستانه (POT) بهره گرفته شد. در ادامه دبی‌های بدست آمده از تحلیل فراوانی منطقه‌ای در خروجی بازه‌های مطالعاتی بعنوان نسبت-های جریان جهت شبیه‌سازی هیدرولیک جریان در HEC-RAS در نظر گرفته شد و محدوده‌های سیل گرفتگی دوره بازگشت‌های مختلف با استفاده از پس پردازش‌های HEC-GEO RAS ترسیم گردید. جهت شناسائی مناطق دارای ارزش اقتصادی بالا که تحت خسارات ناشی از سیل قرار می‌گرفتند از تصاویر ماهواره IRS-1D استفاده گردید و پس از پردازش و بارزسازی تصاویر کاربری‌های مناطق مسکونی، اراضی کشاورزی و باغات، فضای سبز و جاده‌های مواصلاتی در محدوده‌های سیل‌گرفتگی استخراج گردید. نتایج حاصله بیانگر تجاوز کاربری‌های مختلف در حریم رودخانه و احتمال سیل‌گرفتگی درصد بالائی از باغات در دوره بازگشت‌های پائین، و اراضی کشاورزی در دوره بازگشت‌های بالا بود. بنابراین با توجه به استراتژیک بودن این منطقه از لحاظ تولیدات کشاورزی کشور در برنامه‌های مدیریتی آتی بایستی به این محدوده‌های سیل گرفتگی بخصوص در حاشیه هلیل رود و محدوده شهری توجه لازم مبذول گردد.

فصل اول
مقدمه

۱-۱ مقدمه

در میان انواع خطرهای طبیعی، سیل شاید بعنوان ویرانگرترین عامل شناخته شود که خسارت زیادی را به جوامع انسانی تحمیل می‌کند. سالانه سیل در دنیا زندگی ۲۶۰۰۰ انسان را می‌گیرد و بر زندگی ۷۵ میلیون نفر دیگر تاثیر بسیار بدی می‌گذارد. خسارات ناشی از سیل در چند دهه اخیر بطور فزاینده‌ای افزایش یافته است که این نشان دهنده افزایش فراوانی و شدت سیل می‌باشد [۱۱۱]. بعنوان مثال در سال ۱۹۹۸ سیل در چین ۳۰۰۰ نفر را کشت و بالغ بر ۱۵ میلیون نفر را بی‌خانمان کرد. بطوریکه خسارت به دارائی‌ها در این سیل حدود ۲۰ میلیون دلار تخمین زده شد [۹۱].

در میان انواع سیلاب‌ها، سیلاب‌های آنی[1]،که در اثر بارندگی با شدت زیاد در تداوم کم ایجاد می‌گردند، امروزه از علل اصلی مرگ‌های مرتبط با مسائل آب و هوائی می‌باشند [۱۱۱]. سیلاب‌های آنی اساساً در مناطق خشک و نیمه خشک یافت می‌شوند، جائیکه ترکیبی از شرایط توپوگرافی شدید، پوشش گیاهی تنک و دوره‌های کوتاه و با تراکم بالای رگبارهای[2] جابجائی باعث گردیده زمان اخطار در هنگام وقوع آنها بطور ثابتی محدود باشد.

در این بین کشور ما نیز از این بلای طبیعی در امان نبوده است. بطوریکه طبق گزارشات منتشر شده از

1- Flash Flood
2- Convective Rain Storm

۴۰ نوع بلایای طبیعی در جهان ۳۱ نوع آن در ایران رخ می‌دهد، که در میان آنها سیلاب از اهمیت بالایی برخوردار است. بطوریکه حدود ٪۷۰ اعتبارات سالانه طرح‌های کاهش اثرات بلایای طبیعی و ستاد حوادث غیر مترقبه در سال‌های اخیر صرف جبران خسارات ناشی از سیل شده است [۶].

خسارات سیل بعنوان یک معضل طبیعی، زمانی می‌تواند به حداقل ممکن برسد که قبل از وقوع آن اقدامات اساسی و برنامه‌ریزی شده برای پیش‌گیری از تشدید وقوع و کنترل آن به عمل آید.

با توجه به تغیرات مکانی و زمانی بارش و همچنین پتانسیل سیل‌خیزی در کشور ما، اطلاع از احتمال وقوع و یا دوره بازگشت سیلاب‌ها و همچنین اطلاع از محدوده گسترش سیل می‌تواند برنامه‌ریزان کشور را در زمینه راهکارهای کنترل این پدیده مخرب یاری نماید. اگر احداث سازه‌های مختلف و همچنین توسعه شهرها و روستاها بر اساس پیش‌بینی سیل و اطلاع از بزرگی و محدوده گسترش آن صورت پذیرد، تا حدود زیادی می‌تواند ریسک خسارت ناشی از سیل را کاهش دهد که این امر بدون استفاده ازتحلیل فراوانی سیل میسر نخواهد بود.

برآورد دقیق خسارت ناشی از سیل، عنصر کلیدی یک برنامه موثر و گسترده برای جلوگیری از خسارات سیل می‌باشد. بنابراین تشخیص مناطق حساس به سیل و دارای پتانسیل سیل‌خیزی و تهیه نقشه سیل‌گرفتگی اولین قدم در اجرای این برنامه محسوب می‌گردد. در گذشته برای رسیدن به این هدف از روش‌های دستی استفاده می‌گردید. اما وقت گیر بودن و محدودیت این روش‌ها دراستخراج پارامترهای هیدرولیکی دخیل در سیل باعث گردیده این روش‌ها دقت کافی در تهیه نقشه‌های سیل گرفتگی را نداشته باشند. اما امروزه، از GIS بعنوان یک ابزار قوی، که دارای توانائی ایجاد و تحلیل داده‌ها از منابع مختلف جهت مدیریت دشت‌های سیلابی را داراست می‌توان استفاده نمود.

حوزه هلیل‌رود در جنوب استان کرمان یکی از آسیب‌پذیرترین حوزه‌های جنوب شرق ایران از نظر خسارات ناشی از سیل می‌باشد. در این حوزه، شهر جیرفت بعلت موقعیت خاص جغرافیائی و قرار گرفتن در محل شکست شیب حوزه از یک سو و وجود بارش‌های سنگین رگباری در منطقه جنوب شرق ایران از سوی دیگر باعث گردیده مناطق مسکونی این شهر و اراضی اطراف آن، بطور فراوان بوسیله سیل‌های آنی رودهای هلیل و شور و آبراهه‌های منشعب از آنها در معرض خسارت قرار گیرد. همچنین گسترش شهری، و توسعه اراضی کشاورزی و باغات در کناره‌های این دو رود باعث گردیده در چند دهه اخیر خسارات زیادی به این مناطق وارد آید.

بنابراین با توجه به توضیحات فوق مشخص می‌گردد شهر جیرفت، اراضی کشاورزی و باغات اطراف آن دارای حساسیت و آسیب‌پذیری بالائی بوده و احتمال خسارت به زیر ساخت‌ها و نواحی اطراف این مناطق زیاد می‌باشد.

هدف اصلی این مطالعه مشخص نمودن مناطق دارای خطر سیل گرفتگی در محدوده شهر جیرفت و بررسی میزان اراضی دارای ارزش اقتصادی که در دوره بازگشت‌های مختلف تحت تاثیر سیل واقع می‌شوند، و همچنین ایجاد و توسعه مبنائی، جهت بررسی آسیب‌پذیری و آنالیز ریسک در آینده می‌باشد.

بعلاوه اهداف فرعی دیگری که در این مطالعه دنبال می‌شوند، عبارتند از:

۱- تحلیل فراوانی منطقه‌ای دبی‌های سیلابی در مناطق فاقد آمار حوزه هلیل‌رود

۲- استخراج پارامترهای مهم هیدروژئومورفیکی با استفاده از تکنیک‌های نوین RS & GIS در سطح وسیع حوزه

۳- بررسی و شناسائی مهمترین عوامل بروز سیل در دوره بازگشت‌های مختلف

۴- بکارگیری تکنیک‌های نوین در شبیه‌سازی مورفولوژی کانال رودخانه و هیدرولیک جریان.

از داده‌های بکار برده شده در توسعه این مطالعه می‌توان به فهرست اطلاعات ذیل اشاره نمود:

- منحنی‌های میزان رقومی تمامی حوزه هلیل‌رود، که می‌توان از آنها سایر اطلاعات مانند مدل ارتفاع رقومی (DEM) و شبکه نامنظم مثلثی(TIN) و نقشه شیب را استخراج نمود.

- تصاویر سنجنده ETM^{+} ماهواره لندست (باند ۶-۱ و باند پانکروماتیک) مربوط به سال ۲۰۰۲ و تصویر برجسته آن که با استفاده از DEM حوزه تهیه گردید.

- نقشه‌های توپوگرافی 1/25000 رقومی سازمان نقشه‌برداری کشور

- داده‌های جریان روزانه ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه هلیل‌رود

- داده‌های مربوط به پارامترهای هواشناسی سازمان هواشناسی کشور مربوط به ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژیک حوزه هلیل‌رود و مناطق اطراف آن

- اطلاعات مربوط به مقاطع عرضی در محل ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه

- تصویر ماهواره IRS-1D (باند ۴-۱ سنجنده LISSIII و باند پانکروماتیک) مربوط به سال ۲۰۰۵ میلادی، تهیه شده از سازمان فضائی کشور از منطقه جیرفت

- اطلاعات مربوط به سیل‌های رخ داده در منطقه

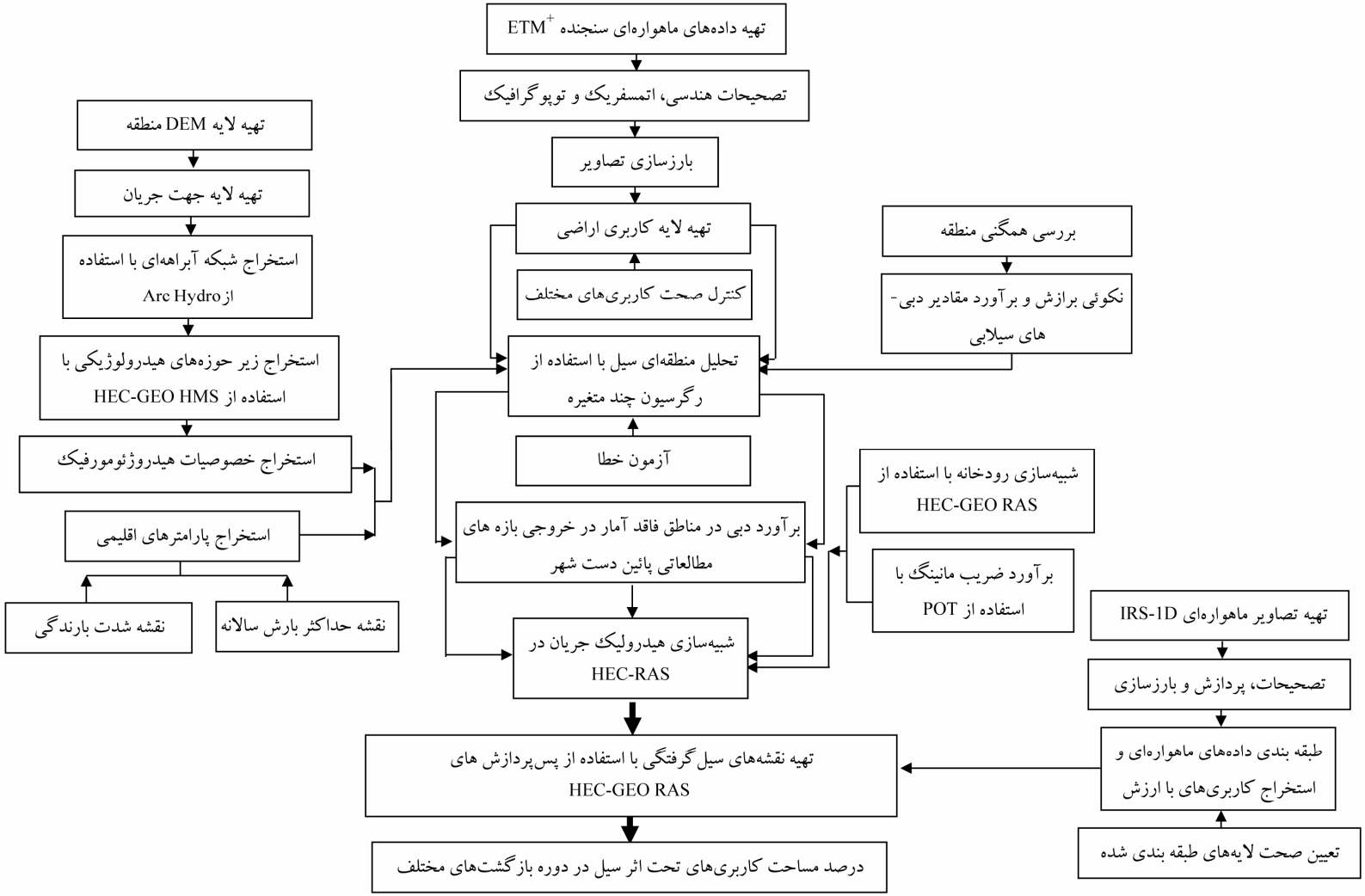
در این مطالعه بمنظور بررسی و تحلیل داده‌های فوق از نرم افزارهای RS & GIS شامل؛ Arc GIS9.2، Arc view3.2، Ilwiss3.3، Erdas8.5، Idrisi klimanjaro، ER Maper، و برنامه‌های HEC-GEO HMS، Arc Hydro، HEC-GEO RAS، HEC-RAS جهت تجزیه و تحلیل داده‌های رقومی و پردازش داده‌های ماهواره‌ای استفاده گردید. همچنین از نرم افزارهای آماری مانند SPSS، S-PLUS و برنامه FREQ01082003 در محیط MATLAB نیز بمنظور تحلیل داده‌های هیدرومتری و آزمون‌های آماری استفاده گردید.

پس از اشاره به اهمیت موضوع و بیان طرح موضوع در فصل اول، در فصل دوم این مطالعه به بررسی منابع علمی موجود در زمینه تحلیل فراوانی منطقه‌ای، توزیع فراوانی و تعاریف مربوط به سیل و خطرات آن که محققین مختلف به آن اشاره داشته‌اند، و همچنین جایگاه RS & GIS در علم هیدرولوژی و مطالعات مربوط به سیل اشاره گردیده است.

در فصل سوم، مواد و روش‌ها به فراخور نیاز این مطالعه و با توجه به مطالب ذکر شده در فصل دوم آمده است. بطوریکه در این فصل مبنای آماری روش‌های استفاده شده و همچنین معرفی، کاربرد و چگونگی استفاده از برنامه‌های GIS در هیدرولوژی و روش‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای و روش‌هائی که در شبیه‌سازی هیدرولیک جریان نقش دارند، تشریح گردیده است.

فصل چهارم به مرور ویژگی‌ها و شرایط اقلیمی، وضعیت هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی حوزه اشاره دارد. سپس در فصل پنجم به نتایج بدست آمده و مراحل مختلف انجام محاسبات پارامترهای مورد نیاز مدل‌های منطقه‌ای سیل با دوره بازگشت‌های مختلف و معرفی مناطق تحت خطر سیل گرفتگی پرداخته می‌شود. و در فصل ششم در خصوص نتایج بدست آمده و اهمیت کاربرد آنها در بخش‌های مختلف مدیریتی بحث شده است. در انتهای این فصل نیز پیشنهاداتی جهت ادامه و تکمیل هر چه بهتر این مطالعه در بخش‌های مدیریتی منابع آب آمده است.

از محدودیت‌های این تحقیق می‌توان به کم بودن منابع علمی، مجلات علمی معتبر، کم بودن منابع علمی داخلی و عدم وجود مطالعات مشابه در منطقه مطالعاتی، نبود آمار و اطلاعات کافی در رابطه با سیل‌های رخ داده در منطقه جیرفت و عدم همکاری سازمان‌های مربوطه اشاره نمود.



شکل (۱-۱) خلاصه مراحل انجام تحقیق