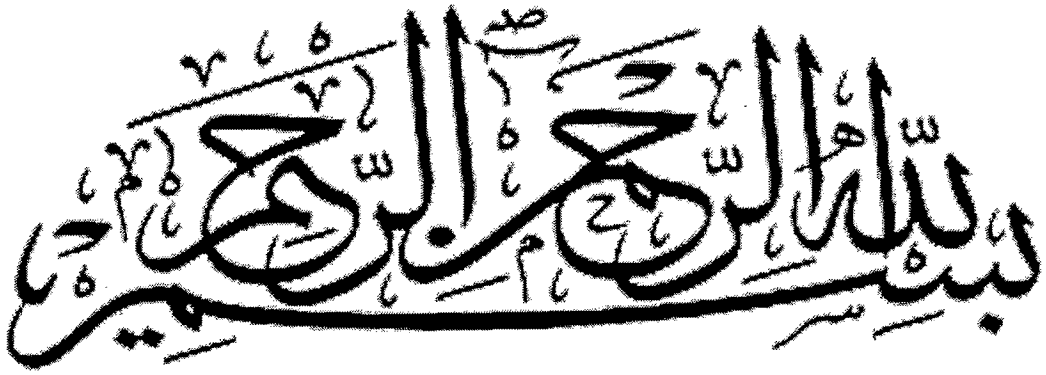


١٠٩٤٢

۸۷/۱/۱۰/۸۷۵
۸۸/۱/۲۹

دانشگاه تبریز

دانشکده فنی و مهندسی عمران

گروه عمران ـ آب

پایان‌نامه

برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ عمران ـ آب

عنوان

پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از سامانهٔ اطلاعاتِ جغرافیائی « GIS »
مطالعهٔ موردی: گرگانرود

۱۳۸۸ /۱۱/ ۲۸

استاد راهنما

دکتر وحید نورانی

استاد مشاور

دکتر محمّد تقی اعلمی

پژوهشگر

وحید سپهری

شهریور ۱۳۸۷

۱۰۹۳۰۶

تقدیم به :

پدر و مادر مهربـانم

و

همسر عزیـــــزم

سپاسگزاری

با اتمام پایان‌نامهٔ دورهٔ کارشناسی ارشد لازم است در ابتدا از پدر، مادر و خانوادهٔ مهربانم که مشوق اینجانب برای تحصیل در دورهٔ کارشناسی ارشد بودند، همسر عزیزم که در مدت تحصیل یاریگر بنده بوده و نیز دوستان ارجمندم از صمیم قلب تشکر نمایم.

همچنین شایسته است از اساتید گرانقدر گروه آب دانشکده عمران دانشگاه تبریز بخصوص جناب آقای دکتر وحید نورانی‌که جدیت و تسلط ایشان در زمینهٔ تدریس و پژوهش سرمشقی برای بنده بوده و در امر پایان نامه نیز زحمات زیادی را متحمل شدند و آقایان دکتر محمد تقی اعلمی و دکتر یوسف حسن‌زاده که اخلاق، رفتار و حسن برخورد ایشان همواره سرلوحهٔ زندگی بنده خواهد بود، تقدیر و تشکر نمایم. انشا الله در ادامهٔ مسیر زندگی دانش‌آموختهٔ شایسته‌ای برای این عزیزان باشم.

و در پایان، امید که همواره در پناه حق زمینهٔ پیشرفت وتعالی همگان در ایران اسلامی برای ساختن جامعه‌ای بهتر میسر باشد. آمین.

نام خانوادگی دانشجو: سپهری نودیجه **نام:** وحید

عنوان پایان نامه: پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از سامانهٔ اطلاعاتِ جغرافیائی « GIS »

مطالعهٔ موردی: گرگانرود

استاد راهنما : دکتر وحید نورانی

استاد مشاور: دکتر محمد تقی اعلمی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** عمران **گرایش:** آب **دانشگاه:** تبریز

دانشکده: فنی و مهندسی **تاریخ فارغ التحصیلی:** ۱۳۸۷/۰۶/۱۶ **تعداد صفحه :** ۱۰۹

واژه‌های کلیدی:

گرگانرود- دشت سیلابی- پهنه‌بندی سیلاب- مدل‌سازی هیدرولیکی- جریان غیر دائمی- GIS

چکیـــــده :

وقوع سیلاب تهدید جدی برای جوامع بشری می‌باشد، به‌گونه‌ای که در بسیاری از کشورها خسارات مالی و جانی گستردهٔ ناشی از آن سبب انجام اقدامات موثر در جهت شناسایی مناطق سیل‌گیر، پهنه‌بندی پتانسیل خطر سیل، ایجاد سیستمهای مدیریت سیلاب و در نهایت ایمن سازی مناطقِ در معرض خطر شده‌است. به‌عنوان مثال می‌توان به وقوع سیل در سالهای ۱۳۸۰، ۱۳۸۱و ۱۳۸۴ در استان گلستان اشاره نمود که تنها بر اثر وقوع سیل در سال ۱۳۸۰ حدود ۲۵۰ نفر کشته و هزاران نفر زخمی و بی‌خانمان بجای مانده و نیز میلیاردها ریال خسارت به تاسیسات زیربنائی اعم از جاده، پل و ... وارد شده‌است.

در این خصوص اولین و مهمترین اقدام تعیین پهنهٔ سیلاب براساس حداکثر سیلاب محتمل (**PMF**)، هندسه رودخانه و توپوگرافی منطقه با روشهای مختلف می‌باشد. با توجه به قابلیت بالای رایانه‌ها در حل مسائل پیچیده و حجیم، پیشرفت علم **GIS** و افزایش دسترسی به اطلاعات رقومی می‌توان پهنهٔ سیلاب را به کمک مدل‌سازی هیدرولیکی و **GIS** تعیین نمود.

در این تحقیق ضمن بررسی عوامل مختلف موثر در این زمینه، پهنه بندی سیلابِ رودخانه گرگانرود، حد فاصل سدهای گلستان ۱و۲ به کمک مدل‌سازی هیدرولیکی در شرایط جریان غیر دائمی در محیط **GIS** ارائه شده است.

در این تحقیق از نرم افزارهای **HEC-RAS**، **Arc View GIS 3.2** و الحاقیهٔ **HEC-Geo RAS** در محیط نرم‌افزار **Arc View GIS 3.2** استفاده شده‌است.

نتایج حاصل از مدلِ ارائه شده در این تحقیق بیانگر این است که می‌توان با استفاده از ابزار **GIS**، بخوبی پهنهٔ پتانسیل خطر سیل را در رودخانه گرگانرود، حد فاصل سدهای گلستان ۱و۲ مدل نمود.

« فهرست مطالب »

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ ضرورت تحقیق ۳

۱-۳ هدف تحقیق ۴

فصل دوم: پیشینهٔ تحقیق

۲-۱ پیشینهٔ تحقیق ۶

فصل سوم: مبانی و روش‌ها

۳-۱ سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS ۱۳

۳-۱-۲ ساختار داده‌ها درسیستم اطلاعات جغرافیایی ۱۵

۳-۱-۲-۱ عناصر جغرافیایی ۱۵

۳-۱-۲-۱-۱ داده‌های مکانی ۱۶

۳-۱-۲-۱-۲ داده های توصیفی ۱۶

۳-۱-۳ مدیریت داده‌های توصیفی ۱۷

۳-۱-۴ مختصات مکانی بانک داده ۱۷

۳-۱-۵ روشهای مختلف رقومی کردن داده های آنالوگ (قیاسی) ۱۸

۳-۱-۶ مدل‌های نمایش داده‌های مکانی (هندسی) ۱۹

۳-۱-۶-۱ مدل برداری ۱۹

۳-۱-۶-۲ مدل رستری سلولی ۱۹

۳-۱-۷ مدل رقومی ارتفاع ۲۰

۳-۱-۸ سطوح پیوسته ۲۱

۳-۱-۹ گزارش نتیجهٔ نهایی ۲۳

۳-۲ پهنه‌بندی سیلاب ۲۴
۳-۲-۱ تعاریف ۲۴
۳-۲-۲ جایگاه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل در مدیریت سیلاب ۲۶
۳-۲-۳ مقایسهٔ مبانی تهیهٔ نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب با تعیین حد بستر و حریم رودخانه ۲۶
۳-۲-۴ کاربرد نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب ۲۷
۳-۲-۴-۱ کاربرد نقشه‌های پهنه‌بندی در مدیریت سیلابدشت‌ها ۲۷
۳-۲-۴-۲ کاربرد نقشه‌های پهنه‌بندی در اقدامات مقابله با سیلاب ۲۹
۳-۲-۴-۳ کاربرد نقشه‌های پهنه‌بندی در بیمهٔ سیلاب ۲۹
۳-۲-۵ انواع نقشه‌های مورد استفاده در پهنه‌بندی سیلاب ۳۰
۳-۲-۵-۱ خطوط تراز عمق سیلاب ۳۰
۳-۲-۵-۲ نقشه‌های پوشش گسترهٔ سیلاب ۳۰
۳-۲-۵-۳ نقشه‌های پوشش عمق سیلاب کلاسه‌بندی شده ۳۱
۳-۲-۵-۴ نقشه‌های پوششِ اثر سیلاب ۳۲
۳-۲-۶ روش‌های مختلف پهنه‌بندی سیلاب و نمایاندن دشت سیلابی ۳۳
۳-۳ مطالعات پایه ۳۴
۳-۳-۱ مطالعات پایه‌در پهنه‌بندی سیلاب ۳۴
۳-۳-۲ مطالعات فیزیوگرافی ۳۴
۳-۳-۳ مطالعات ریخت شناسی و فرسایش رودخانه ۳۵
۳-۳-۴ مطالعات هواشناسی ۳۶
۳-۳-۵ مطالعات هیدرولوژی ۳۷
۳-۳-۶ مطالعات هیدرولیک رودخانه ۳۸
۳-۳-۶-۱ مفاهیم بنیادی ۳۸
۳-۳-۶-۲ ضریب زبری ۴۱
۳-۳-۶-۳ ضرایب انبساط و انقباض مقاطع رودخانه ۴۲
۳-۳-۶-۴ شرایط مرزی و اولیه ۴۳
۳-۴ مبانی هیدرولیکی جریان‌های غیردائمی ۴۴
۳-۴-۱ معادلات حاکم بر جریانهای غیردائمی متغیر تدریجی ۴۴
۳-۴-۱-۱ معادلهٔ پیوستگی جریان ۴۵
۳-۴-۱-۲ معادله حرکت (دینامیکی) ۴۶
۳-۴-۲ روشهای تحلیل معادلات حاکم بر جریانهای غیردائمی متغیر تدریجی ۵۰

فصل چهارم: مطالعهٔ موردی

۴-۱ مقدمه ۵۳
۴-۲ معرفی منطقهٔ مورد مطالعه ۵۴
۴-۲-۱ فیزیوگرافی رودخانهٔ گرگانرود ۵۴
۴-۲-۲ ویژگی‌های زمین‌شناسی حوضه آبریز رودخانهٔ گرگانرود ۶۱
۴-۳ روند پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیائی ۶۲
۴-۳-۱ انتخاب مدل ۶۷
۴-۳-۲ انتخاب نرم افزار ۶۷
۴-۳-۳ پارامترهای مورد نیاز جهت مدل‌سازی در نرم‌افزار **HEC-RAS** ۶۸
۴-۳-۳-۱ دبی سیلاب ۶۸
۴-۳-۳-۲ سازه‌های متقاطع با رودخانه ۷۱
۴-۳-۳-۳ دبی جانبی ۷۱
۴-۳-۳-۴ ضریب زبری ۷۱
۴-۳-۳-۵ ضرایب انبساط و انقباض مقاطع رودخانه ۷۳
۴-۳-۳-۶ شرایط مرزی و اولیه ۷۳

فصل پنجم: یافته‌های تحقیق

۵-۱ مقدمه ۷۵
۵-۲ نتایج پهنه‌بندی سیلاب ۷۵
۵-۲-۱ نتایج حاصل از مدل‌سازی در محیط نرم‌افزار **HEC-RAS** ۷۶
۵-۲-۲ نتایج حاصل از پهنه‌بندی در محیط **GIS** ۹۵

فصل ششم: نتایج و بحث

۶-۱ مقدمه ۱۰۱
۶-۲ بحث و بررسی ۱۰۲
۶-۳ نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۰۴

فهرست منابع

منابع فارسی ۱۰۷
منابع انگلیسی ۱۰۸

« فهرست جداول »

جدول(۳-۱) طبقه‌بندی انواع جریان بر اساس اعدادرینولدز و فرود ۳۹

جدول(۳-۲) ضرائب انبساط و انقباض رودخانه (Ce) برای حالت‌های مختلف ۴۲

جدول(٤-۱) خلاصهٔ اطلاعات فیزیوگرافی برخی از شاخه‌های اصلی گرگانرود ۵۸

جدول(٤-۲) اطلاعات فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز مربوط‌به‌خواستگاه سدهای گلستان(۱) و گلستان(۲) ۵۹

جدول(٤-۳) نتایج حاصل از روندیابی مخزن برای سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف ۶۸

جدول(٤-٤) نتایج حاصل از روندیابی مخزن برای سیلاب PMF ۶۹

جدول(٤-۵) مقدار ضریب زبری مانینگ در رودخانهٔ گرگانرود ۷۲

جدول(۵-۱) نتایج حاصل از مدل‌سازی هیدرولیکی در محیط نرم‌افزار HEC-RAS ۷۶

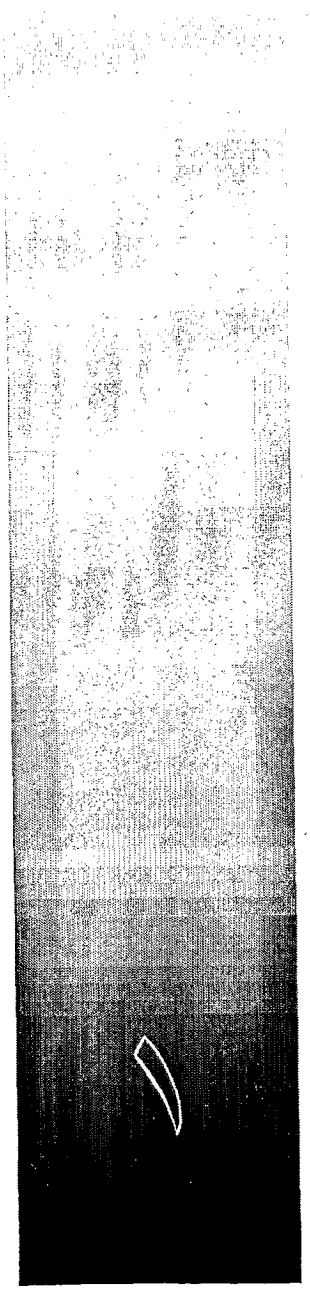
« فهرست اشکال »

شکل(۱-۱) گوشه‌هایی از خسارات سیل مردادماه ۱۳۸۰ ـ استان گلستان ۲
شکل(۲-۱) نمایش شبکه‌های نامنظم مثلثی ۷
شکل(۲-۲) مراحل پیش‌پردازش و پس‌پردازش ایوانز برای HEC-RAS ۸
شکل(۳-۱) کاربرد GIS در مقوله‌های مختلف ۱۳
شکل(۳-۲) تفاوت GIS با سیستم‌های CAD و CAM ۱۴
شکل(۳-۳) شمائی از داده‌های مکانی که در GIS بصورت لایه‌های مجزا ذخیره می‌شوند ۱۷
شکل(۳-۴) مدل نمایش داده‌های مکانی ۱۹
شکل(۳-۵) نمایش مدل رستری و نحوهٔ ذخیرهٔ اطلاعات در مدل رستری ۱۹
شکل(۳-۶) نمایش سه بعدی از یک سطح پیوسته و مدل رستری آن ۲۱
شکل(۳-۷) نمایش سطح حاصل از روش‌های مختلف درونیابی ۲۲
شکل(۳-۸) نمایش مفهوم خطوط تراز عمق سیلاب ۳۰
شکل(۳-۹) نمونه‌ای از نقشهٔ پوشش گسترهٔ سیلاب ۳۱
شکل(۳-۱۰) نمونه‌ای از نقشهٔ پوشش عمق سیلاب کلاسه‌بندی شده ۳۱
شکل(۳-۱۱) نمونه‌ای از نقشهٔ پوشش اثر سیلاب ۳۲
شکل(۳-۱۲) مقایسهٔ روش‌های مختلف تعیین پهنهٔ سیلاب ۳۳
شکل(۳-۱۳) طبقه‌بندی انواع جریان ۳۸
شکل (۳-۱۴) توصیف جریان غیردائمی ۴۵
شکل(۳-۱۵) نمایش تغییرات دبی-عمق و عمق-زمان در یک جریان غیردائمی و غیریکنواخت ۴۸
شکل (۳-۱۶) روشهای مختلف برای حل معادلات سَن ـ وِنان ۵۱
شکل(۴-۱) موقعیت مکانی منطقهٔ مورد مطالعه ۵۴
شکل(۴-۲) سرشاخه‌های اصلی گرگانرود و محل سدهای گلستان(۱) و گلستان(۲) ۵۵
شکل(۴-۳) نمودار درختی رودخانه‌های منطقه ۵۶
شکل(۴-۴) پلان جانمائی رودخانه‌های منطقه در محدودهٔ سدهای گلستان(۱) و گلستان(۲) ۵۸
شکل (۴-۵) پروفیل طولی رودخانه گرگانرود از محل ایستگاه تمر تا بالادست سد وشمگیر ۶۰
شکل (۴-۶) مدل رودخانهٔ گرگانرود در محیط نرم‌افزار Arc View GIS 3.2 ۶۵
شکل (۴-۷) مدل رودخانهٔ گرگانرود در محیط نرم‌افزار HEC-RAS ۶۵
شکل (۴-۸) روند کلی انجام کار ۶۶

شکل (۴-۹) هیدروگراف سیلاب PMF و هیدروگراف حاصل از روندیابی مخزن ۷۰
شکل(۵-۱) هیدروگراف خروجی سد حاصل از روندیابی مخزن برای سیلاب PMF ورودی به سدگلستان(۲) ۷۵
شکل(۵-۲) پروفیل طولی رودخانه گرگانرود در محدودهٔ سدهای گلستان(۱) و گلستان(۲) ۸۲
شکل (۵-۳) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ کمی پایین‌تر از خروجی سد گلستان(۲) ۸۳
شکل (۵-۴) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۲۸۲/۴ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۳
شکل(۵-۵) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۲۲۸۰/۷ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۴
شکل (۵-۶) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۴۵۸۸/۵ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۴
شکل (۵-۷) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۵۰۸۱/۵ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۵
شکل(۵-۸) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۵۵۷۶/۵ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۵
شکل (۵-۹) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۵۸۸۶ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۶
شکل(۵-۱۰) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۹۲۷۲ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۶
شکل (۵-۱۱) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۹۳۸۸/۳ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۷
شکل (۵-۱۲) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۱۰۹۷۵/۹ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۷
شکل (۵-۱۳) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۱۱۸۷۴/۶ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۸
شکل (۵-۱۴) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۱۱۹۸۴ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۸
شکل (۵-۱۵) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۱۳۰۸۲/۲ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۹
شکل (۵-۱۶) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۱۵۵۸۲/۸ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۸۹
شکل (۵-۱۷) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۱۵۸۸۹/۵ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۹۰
شکل (۵-۱۸) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۲۱۴۷۵/۳ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۹۰
شکل (۵-۱۹) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۲۱۹۷۹/۷ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۹۱
شکل (۵-۲۰) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۲۲۰۸۵/۵ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۹۱
شکل (۵-۲۱) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۲۲۸۸۱/۹ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۹۲
شکل (۵-۲۲) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۲۳۳۸۱/۴ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۹۲
شکل (۵-۲۳) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۲۳۵۸۳/۳ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۹۳
شکل (۵-۲۴) مقطع عرضی رودخانه گرگانرود ـ فاصلهٔ ۲۷۴۸۳/۴ متری پایین‌دست گلستان(۲) ۹۳
شکل (۵-۲۵) نمایش گسترهٔ زیر آب رفتهٔ دشت گرگان در محدودهٔ سدهای گلستان(۱) و گلستان(۲) ۹۶
شکل (۵-۲۶) نمایش گسترهٔ زیرآب‌رفته در ابتدای مسیر، پس از خروجی سد گلستان(۲) ۹۷
شکل (۵-۲۷) نمایش گسترهٔ زیرآب‌رفته در انتهای مسیر، قبل از دریاچهٔ مخزن سد گلستان(۱) ۹۷
شکل (۵-۲۸) عکس ماهواره‌ای گسترهٔ زیر آب رفتهٔ دشت گرگان در محدودهٔ سدهای گلستان(۱) و گلستان(۲) ۹۸
شکل (۵-۲۹) عکس ماهواره‌ای گسترهٔ زیرآب‌رفته در ابتدای مسیر، پس از خروجی سد گلستان(۲) ۹۹
شکل (۵-۳۰) عکس ماهواره‌ای گسترهٔ زیرآب‌رفته در انتهای مسیر، قبل از دریاچهٔ مخزن سد گلستان(۱) ۹۹

فصل اول

مقدمه و کلیات

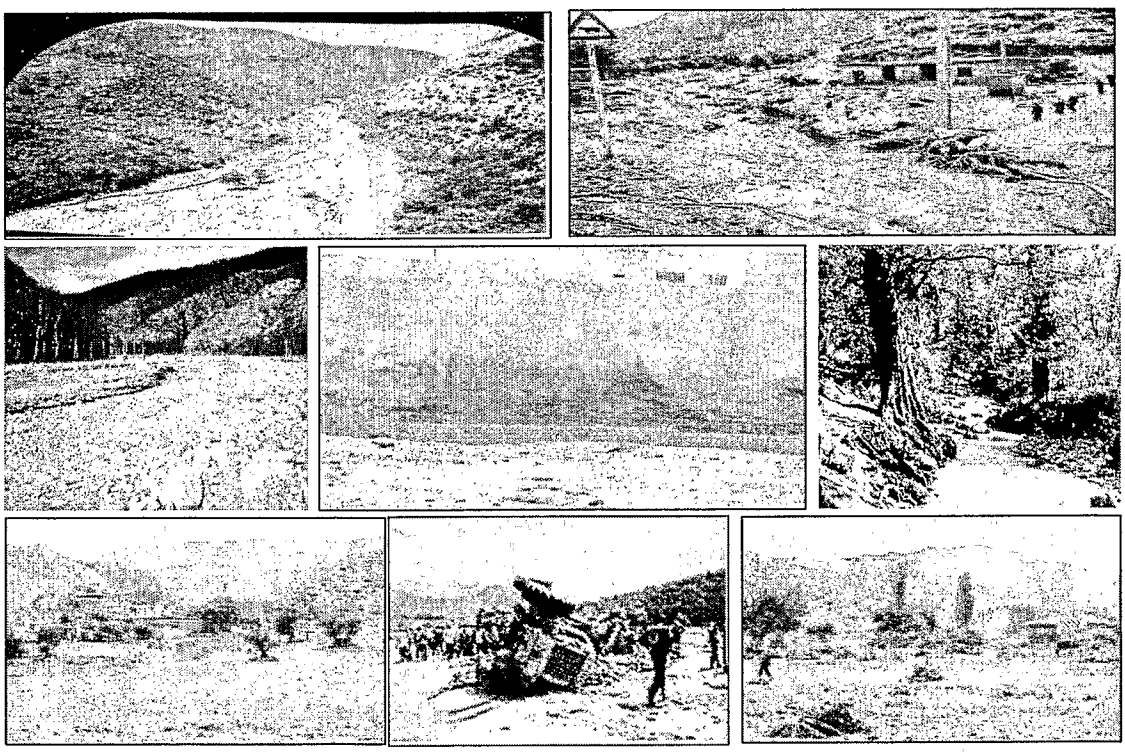


۱-۱ مقدمه

جریانهای سطحی صرف نظر از عامل ایجاد کنندهٔ آن در صورتیکه بیش از حدِ عادی بوده و از بستر طبیعی رودخانه به نواحی پستِ حاشیهٔ رودخانه تجاوز کند سیل قلمداد میشود.

در نواحی پست و دشتی سیلاب میتواند گسترهٔ وسیعی را زیر پوشش ببرد که عمدهٔ فعالیتها و حضور انسان در این محدوده متمرکز می‌باشد. به همین دلیل بروز سیلاب میتواند سبب وارد آمدن خسارات مالی و جانی فراوانی در جوامع بشری شود. بعنوان مثال میتوان به وقوع سیلهای عمده و بزرگ در چندین سال اخیر در کشورهای چین، هند و آمریکا اشاره کرد.

در کشور ایران هم وقوع سیل همواره خسارات جانی و مالی فراوانی به همراه داشته است. از این نمونه می‌توان به وقوع سیل در سالهای ۱۳۸۰، ۱۳۸۱، ۱۳۸۴ در استان گلستان اشاره نمود که تنها بر اثر وقوع سیل در مردادماه سال ۱۳۸۰ حدود ۲۱۷ نفر کشته، صدها نفر بی خانمان شده و حدود ۵۰۰ میلیارد ریال خسارت به تاسیسات زیر و بنائی اعم از جاده و پل وارد شده است. شکل(۱) گوشه‌ای از این خسارات را در استان گلستان نشان می‌دهد.



شکل(۱-۱) گوشه‌هایی از خسارات سیل مردادماه ۱۳۸۰ ـ استان گلستان

۱-۲ ضرورت تحقیق

وقوع مکرر چنین سیلاب‌هائی به لحاظ بجای گذاشتن خسارات مالی و جانی گسترده تهدیدی جدی برای جوامع بشری تلقی می‌شود. این موضوع سبب نگرانی شدید مردم ومسئولین امرشده تا جائیکه بررسی این پدیده و ارائه راهکارهای مفید و موثر به کمک مهندسان و متخصصان برای پیشگیری و مقابله با آن ضروری به‌نظر می‌رسد. بدیهی است جلوگیری از وقوع سیلاب و یا کنترل کامل سیلاب امری غیر ممکن است ولی با اتخاذ تمهیداتی میتوان خسارات ناشی از آن را به حداقل رسانید. از جملهٔ این اقدامات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- اقدامات سازه ای همانند احداث گوره ها در امتداد مسیر رودها و ذخیره سازی سیلاب در حوضچه‌های تاخیری که هدف مهار، ذخیره سازی ویا انحراف سیلاب می‌باشد.
- اقدامات غیر سازه ای همانند پیش بینی سیلاب، هشدار به موقع و آزاد گذاشتن گسترهٔ سیلابدشت جهت پخش سیلاب.

همواره تعیین پهنهٔ سیلاب اولین و اساسی ترین اقدام در امر مدیریت سیلابدشتها، کنترل سیلاب، تخمین خسارات وارده و تعیین حق بیمهٔ سیل می‌باشد که حصول آن جز با کمک تحلیل هیدرولیکی میسر نیست.

بدین منظور همواره به ابزاری مناسب برای شبیه سازی هیدرولیکی احتیاج می‌باشد و در صورت عدم دسترسی و استفاده از این ابزار و فقط با اتکا به روشهای دستی قدیمی و قضاوت مهندسی، مدل‌سازی هیدرولیکی و تعیین پهنه سیلاب علاوه بر زمانْبَر بودن، باعث اجرای طرح با محافظه کاری بیشتر در نتیجه هزینهٔ بیشتر و همچنین سبب بروز خطای بیشتر می‌شود.

امروزه بواسطه دسترسی به رایانه‌های پر سرعت و پیشرفت دانش اطلاعات جغرافیائی **(GIS)**، امکان تعیین پهنهٔ سیلاب بصورت اصولی و صحیح، بطوریکه هم در وقت و هزینه‌ها صرفه‌جوئی شده و هم دقّت کار افزایش پیدا کند وجود دارد. زیرا اولاً **GIS** توانائی ترکیب با سیستمهای پردازش پیشرفته را دارد و ثانیاً ترکیب علوم سنجش از دور، پردازش عکس‌ها، **GPS**، **CAD**، برنامه‌های آماری، مدل کردن ریاضی پدیده‌ها، شبیه‌سازی آنها و سیستمهای با قابلیت تصمیم‌گیری تا حد زیادی می‌تواند کارائی و کاربرد **GIS** را افزایش دهد. ازطرفی هم متقابلاً **GIS** می‌تواند قابلیت هریک از علوم فوق را بطور چشمگیری افزایش دهد.

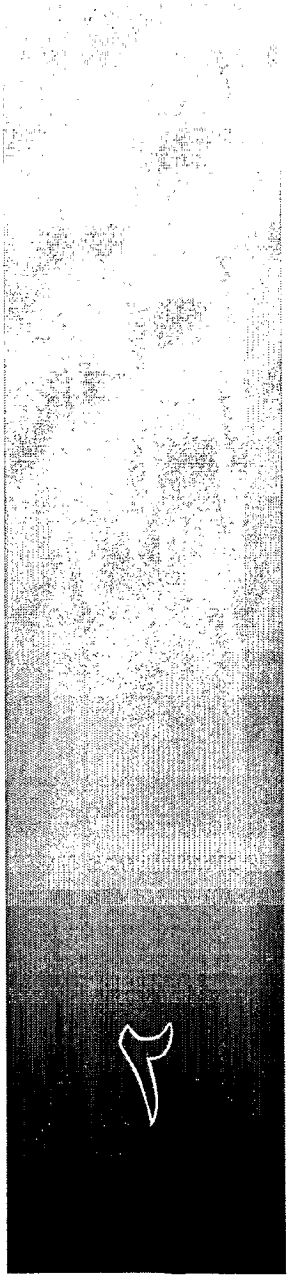
۱-۳ هدف تحقیق

بی‌شک **GIS** ابزار قدرتمندی است که می‌توان آن را در عرصه‌های مختلف علمی به کار گرفت و هیدرولیک یکی از این از این عرصه‌هاست.

هدف از انجام این پژوهش تعیین پهنهٔ سیل‌گیر رودخانهٔ گرگانرود ــ استان گلستان ــ به وسیلهٔ مدل‌سازی هیدرولیکیِ مبتنی بر **GIS** برای سیلاب **PMF** این رودخانه، ورودی به سد بالادست بوده که مدل‌سازی هیدرولیکی آن در محیط نرم‌افزار **HEC-RAS** انجام شده و نرم‌افزار **ArcViewGIS** به ویژه الحـــــاقیهٔ **HEC-Geo RAS** نیز برای پیش‌پردازش و پس‌پردازش داده‌های حوضه آبریز مربوطه به‌کار گرفته‌شده‌است. وقوع سیلاب‌های بزرگ در چند سال اخیر و احتمال وقوع سیلاب‌های شدیدتر در سال‌های بعد، لزوم انجام پهنه‌بندی و به کارگیری نقشه‌های مربوطه را روشن می‌سازد.

فصل دوم

پیشینهٔ تحقیق



۲-۱ پیشینهٔ تحقیق

آژانس مدیریت بحران آمریکا[1] برای اولین بار در سال ۱۹۶۸ بدلیل خسارات بالای وارده ناشی از وقوع سیل به مردم مناطق سیل‌زده، با تصویب کنگرهٔ آمریکا مسئول اجرای برنامهٔ ملی بیمهٔ سیل[2] گردید. برای اجرای هرچه بهتر این برنامه که دولت هم از آن حمایت می‌نمود و کاهش هزینه‌های مربوطه، آژانس مدیریت بحران آمریکا اقدام به تهیهٔ آیین نامهٔ مدیریت سیلابدشتها و تهیهٔ نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب نمود. نحوهٔ تهیهٔاین نقشه‌ها شامل مراحل زیر می‌شده‌است:

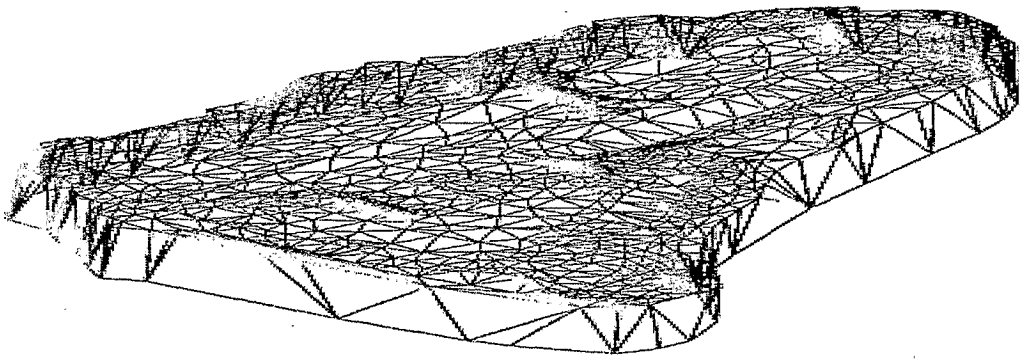
- تعیین دبی مربوط به سیلاب با دورهٔ بازگشت صد ساله براساس اطلاعات مربوط به حداکثر جریان و یا براساس مدل‌سازی هیدرولوژیکی
- پروفیل تراز آب در سیلاب با دورهٔ بازگشت صد ساله محاسبه شده از مدل‌سازی هیدرولیکی
- مشخص ساختن مناطق زیر آب رفته در اثر وقوع سیلاب مربوطه

قابل‌توجه است تا دههٔ هشتاد میلادی که نقشه‌های پهنه‌بندی بصورت دستی تهیه می‌شده، **GIS** و مدل‌سازی عوارض زمین در پهنه‌بندی سیلاب کاربرد محدودی داشته‌اند. با توجه به پیشرفت سریع علم **GIS** در سالهای بعد و قابلیت بالای رایانه‌ها در حل مسائل پیچیده و حجیم، از **GIS** برای نمایش دادن سطح تراز آب بر روی زمین استفاده می‌شده‌است. در کارهای اولیهٔ انجام شده در این زمینه از مدل رقومی ارتفاعی با شبکه‌های منظم مربعی استفاده می‌شده‌است.

- اُکالاگان و مارک(**O`Callaghan & Mark, 1984**) و جنسون و دومینگو (**Jenson & Domingue, 1988**) از مدل رقومی ارتفاعی[3] با شبکه‌های منظم مربعی برای حصول جهت جریان و شبکه‌ای از نقاط جریان استفاده‌کردند. با این پیشرفت می‌شد شبکهٔ زهکشی و حوضهٔ آبریز را بصورت خودکار تعیین نموده و نمایش داد. متأسفانه شبکه‌های منظم مربعی بدلیل ثابت بودن خانه‌های شبکه برای نشان دادن عوارض زمین در مناطق با عوارض فشرده و فراوان مناسب نیستند[نقل از منبع ۱۸].

1 FEMA (Federal Emergency Management Agency)
2 NFIP (National Flood Insurance Program)
3 DEM (Digital Elevation Model)

- طبق تحقیقات به عمل آمده توسط کارتر (**Carter, 1988**) شبکه‌های نامنظم مثلثی[1] برای مدل‌سازی هیدرولیکی مناسب‌تر هستند [نقل از منبع ۱۸] .



شکل(۲-۱) نمایش شبکه‌های نامنظم مثلثی

برای اولین بار مرکز مهندسی هیدرولوژی[2] از گروه مهندسان ارتش آمریکا[3] در اوائل دهۀ ۱۹۹۰ نرم‌افزار **HEC-2** را برای تحلیل جریان رودخانه جهت مدل‌سازی یک بعدی جریان‌های دائمی ارائه کرد. این نرم‌افزار قابلیت مدل‌سازی سازه‌های متقاطع منجمله پل و کالورت و غیره را دارا بود.

- بیورز و جوکیچ (**Mark Beavers & Dean Djokic, 1994**) در سال ۱۹۹۴، اولین اقدامات را برای مرتبط کردن مدل‌سازی هیدرولیکی جریان در رودخانه‌ها و **GIS** انجام دادند. بدین منظور ابزاری مبتنی بر **GIS** به‌نام **ARC/HEC2** برای تحلیل‌های مربوط به پهنه‌بندی سیلاب ایجاد گردید که کاربرد آن پیش‌پردازش و پس‌پردازش اطلاعات جهت مدل‌سازی هیدرولیکی در نرم افزار **HEC-2** بوده‌است [نقل از منبع ۱۸] .

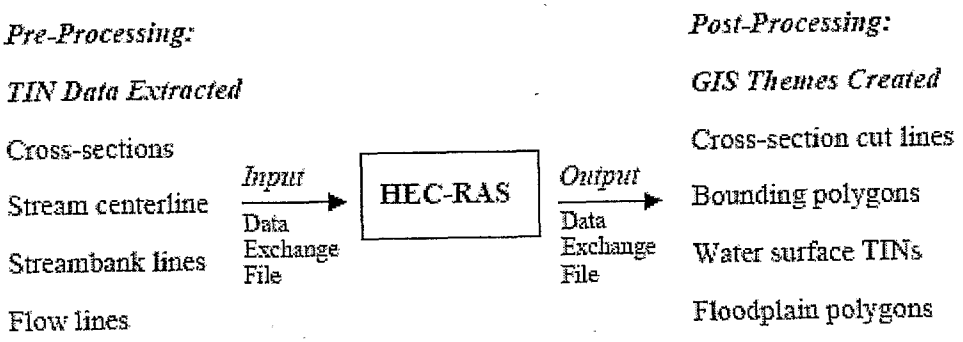
- در ادامۀ فرایند تکمیل و گسترش نرم‌افزار **HEC-2** ، در سال ۱۹۹۵ نرم‌افزار **HEC-RAS** ارائه شد. بدین ترتیب در سالهای بعد اکثر کارشناسان، برنامۀ مورد استفادۀ خود را از **HEC-2** به **HEC-RAS** که تحت ویندوز است تغییر دادند. تفاوت عمدۀ برنامه **HEC-RAS** و برنامه **HEC-2** در این است که نرم‌افزار **HEC-RAS** به کاربر امکان مدل‌سازی و انجام محاسبات هیدرولیک جریان رودخانه را در حالت غیر دائمی، علاوه بر حالت دائمی می‌دهد [۲۲] .

---

1 TIN (Triangular Irregular Network)
2 HEC (Hydrological Engineering Center)
3 USACE (U.S. Army Corps of Engineering)

این نرم‌افزار همچنین توانایی انجام محاسبات جریان مختلط، توزیع شبه دوبعدی سرعت در مقاطع مختلف و بسیاری قابلیت‌های دیگر را دارا می‌باشد و نیز قابلیت دریافت و ارسال اطلاعات به محیط **GIS** در خود برنامهٔ **HEC-RAS** گنجانده شده‌است. تاکنون چندین نسخهٔ از این نرم‌افزار به بازار عرضه شده است. در حال حاضر نسخهٔ **HEC-RAS 3.1.3** این نرم‌افزار در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است.

- ایوانز **(Tom Ivans, 1997)** با ادامه دادن کار بیورز و بهبود آن، ابزاری را برای پیش‌پردازش و پس‌پردازش اطلاعات برای **HEC-RAS** ارائه نمود که این ابزار می‌توانست هندسهٔ آبراهه را از مدل شبکه‌های نامنظم مثلثیِ زمین استخراج کند و پس از پردازش هم اطلاعات خروجی از **HEC-RAS** را در قالب یک فایل‌خروجی خوانده و با کمک آن، مدل شبکه‌های نامنظم مثلثی از سطحِ تراز آبِ محاسبه شده را ارائه نماید [نقل از منبع ۱۸] .



نمودار(۱) مراحل پیش‌پردازش و پس‌پردازش ایوانز برای **HEC-RAS**

- از طرفی هم نرم‌افزارهای متعددی برای کار با داده‌های جغرافیایی در محیط **GIS** تهیه شده‌اند که از میان آنها می‌توان به نرم‌افزارهای تهیه شده توسط مؤسسهٔ تحقیقاتِ سیستمهای زیست محیطی آمریکا[1] مانند **ArcViewGIS**، **ArcInfo** و **Arc GIS** اشاره کرد. در این میان نرم‌افزار **ArcViewGIS** از پرکاربردترین نرم‌افزارهای محیط **GIS** می‌باشد. با استفاده از این نرم‌افزار می‌توان اطلاعات توصیفی را با اطلاعات مکانی مربوطه مرتبط نمود که بدین وسیله امکان مشاهده، ویرایش، تحلیل و بازبینی مناسب داده‌ها وجود دارد. بزرگترین مزیت استفاده از این نرم‌افزار در

1 ESRI (Environmental Systems Research Institute)