

رسالة محمد



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی سازه‌های آبی

برآورد خسارت ناشی از سیلاب با استفاده از تابع

عمق خسارت

(منطقه مطالعاتی: شهرستان شیروان)

نگارنده: مهران صابری تنسوان

استاد راهنما:

دکتر زهرا گنجی نوروزی

اساتید مشاور:

دکتر مهدی دلقندی

سعید نیک قلب عاشوری

شهریور ۱۳۹۷

تقدیم

این پایان نامه را ضمن تشکر و سپاس بیکران و در کمال افتخار و امتنان تقدیم می نمایم به

والدینی که بودشان تاج افتخاری است بر سرم

و نامشان دلیلی است بر بودنم، چرا که این دو وجود، پس از پروردگار، مایه، مستی ام

بوده اند، دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی زندگی پر از فراز و نشیب به من

آموختند.

مشکر و قدردانی

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی‌شائبه‌ی او، بازبان قاصرو دست ناتوان، چیزی بخاریم. اما از آنجایی که تجلیل از معلم، پاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تأمین می‌کند و سلامت امانت‌هایی را که به دستش سپرده‌اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب "من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عز و جل": "از استاد با کمالات و شایسته؛ خانم دکتر زهرآکنجی نوروزی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ‌کلی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راه‌نمایی این رساله را بر عهده گرفتند؛ از جناب آقای دکتر مهدی دلشادی به دلیل یاری‌ها و راه‌نمایی‌های بی‌چشمداشت ایشان که بسیاری از سختی‌ها را بر ایمن آسان‌تر نمودند. کمال مشکر و قدردانی را دارم، باشد که این خردترین، بنحشی از زحمات آنان را پاس گوید.

مهران صابری تسوان

شهریور ۱۳۹۷

تعهد نامه

اینجانب **مهران صابری تنسوان** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **مهندسی کشاورزی گرایش سازه‌های آبی** دانشکده مهندسی کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **برآورد خسارت ناشی از سیلاب با استفاده از توابع عمق خسارت تحت راهنمایی دکتر زهرا گنجی نوری** متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آن‌ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

سیلاب یکی از بلاهای طبیعی می باشد که وقوع مکرر آن در ایران باعث بوجود آمدن خسارات مالی و تلفات جانی زیادی شده است. شناسایی مناطق دارای خطر سیل‌گرفتگی و اطلاع از احتمال وقوع یا دوره بازگشت وقایع سیلابی میتواند کمک شایانی به کاهش خسارات ناشی از این پدیده طبیعی نماید. به منظور پیش بینی پدیده‌های پیچیده هیدرولیک لازم است از تکنیک شبیه سازی و مدلسازی استفاده شود. در این مطالعه به کمک نرم‌افزارهای HEC-RAS، GIS و HEC-GEO RAS میزان مساحت دشت سیل‌گیر، عمق و سرعت متوسط بر روی رودخانه‌های اترک علیا (رودخانه شیخ امیرانلو، قلجق)، رودخانه چایلق، رودخانه گلیان و بخشی از رودخانه اترک با دوره‌های بازگشت مختلف شبیه‌سازی انجام شد. نتایج شبیه‌سازی درباره سطح سیل‌گیر مشخص کرد که میزان مساحت سطح سیل‌گیر با دوره بازگشت سیلاب رابطه مستقیم دارد. همچنین نشان دادند که تغییرات بسیار ناچیز در مقدار ضریب زبری مانینگ می‌تواند موجب ایجاد ده‌ها هزار متر مربع تفاوت، در سطح سیل‌گیری اراضی گردد. میزان عمق، سرعت، قدرت و تنش برشی جریان نیز با بیشتر شدن طول دوره بازگشت افزوده می‌شود. جهت برآورد خسارت از متوسط تابع عمق-خسارت آسیا که توسط مرکز تحقیقات اتحادیه اروپا منتشر شده است، استفاده گردید. سپس در محیط GIS توابع خسارت و نقشه‌های شبیه‌سازی سیل ترکیب شده و نقشه رستر خسارت برای مناطق مسکونی با دوره بازگشت‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ ساله محاسبه گردید. با استفاده از نقشه خسارت می‌توان میزان خسارت ناشی از سیلاب را در هر نقطه بدست آورد. نتایج نشان دادند که برای سیلاب با دوره بازگشت‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ سال به ترتیب ۴۱، ۱۷۴، ۲۷۵، ۴۹۸، ۶۴۳ و ۷۶۰ باب ساختمان خسارت می‌بینند. میزان خسارت برای این ساختمان‌ها و محتوای آنها به طور متوسط، به ترتیب ۵۱، ۵۳، ۵۴، ۵۲، ۵۵، ۵۶ درصد می‌باشد.

کلمات کلیدی: تابع عمق- خسارت، شبیه‌سازی سیلاب، پهنه سیل‌گیر، ضریب زبری، خسارت ساختمانی

فهرست مطالب

۱	فصل اول: مقدمه و تاریخچه.....
۲	۱-۱- مقدمه.....
۴	۲-۱- ضرورت انجام تحقیق.....
۵	۳-۱- اهداف تحقیق.....
۵	۴-۱- روش انجام تحقیق.....
۷	۵-۱- فصل بندی پایان نامه.....
۹	فصل دوم: کلیات و سابقه موضوع.....
۱۰	۱-۲- مقدم.....
۱۱	۲-۲- طبقه بندی سیل های کشور.....
۱۲	۱-۲-۲- علل پیدایش سیل.....
۱۳	۲-۲-۲- خطرها، پیامدها و خسارات ناشی از سیل.....
۱۴	۳-۲- مدیریت سیلاب.....
۱۵	۱-۳-۲- راه های پیشگیری و کاهش خسارت های ناشی از سیل.....
۱۷	۴-۲- مرور سیلاب ها و خسارات آن.....
۲۰	۵-۲- پهنه بندی سیلاب.....
۲۱	۱-۵-۲- روش مشاهده ای.....
۲۲	۲-۵-۲- مقایسه عکس های هوایی.....
۲۲	۳-۵-۲- محاسبه دستی.....
۲۲	۴-۵-۲- استفاده از مدل های ریاضی.....
۳۲	۶-۲- تعیین خسارت سیلاب.....
۳۷	فصل سوم: مواد و روش ها.....
۳۸	۱-۳- مقدمه.....
۳۸	۲-۳- منطقه مورد مطالعه.....

۳۸.....	۱-۲-۳- اترک
۴۲.....	۲-۲-۳- ایستگاه‌های هیدرومتری
۴۵.....	۳-۳- اطلاعات توپوگرافی
۴۵.....	۴-۳- کاربری اراضی
۵۱.....	۵-۳- سیلاب‌های گذشته
۵۲.....	۶-۳- نرم‌افزارهای مورد استفاده
۵۲.....	۱-۶-۳- Easy fit
۵۳.....	۲-۶-۳- Google Earth
۵۴.....	۳-۶-۳- Global Mapper
۵۵.....	۴-۶-۳- Arc Brue Tile
۵۵.....	۵-۶-۳- ArcGIS
۵۷.....	۶-۶-۳- HEC-GeoRAS
۵۸.....	۷-۶-۳- HEC-RAS
۶۰.....	۱-۷-۶-۳- شرط مرزی Known W.S
۶۰.....	۲-۷-۶-۳- شرط مرزی Critical Depth
۶۰.....	۳-۷-۶-۳- شرط مرزی Normal Depth
۶۱.....	۴-۷-۶-۳- شرط مرزی Rating Carve
۶۲.....	۷-۳- تابع عمق خسارت
۶۷.....	فصل چهارم : بحث و نتیجه‌گیری
۶۸.....	۱-۴- مقدمه
۶۸.....	۲-۴- انتخاب توزیع آماری مناسب و برآورد دبی
۷۱.....	۳-۴- نتایج بدست آمده از ARC GIS
۷۳.....	۴-۴- هیدرولیک جریان
۷۳.....	۱-۴-۴- مدل سازی جریان در HEC-RAS
۷۶.....	۳-۴-۴- شبیه‌سازی سیلاب برای دوره بازگشت‌های مختلف

۸۲۵-۴ محاسبه پارامترهای اصلی سیلاب
۸۷۶-۴ آنالیز حساسیت پارامترهای سیلاب به ضریب زبری
۹۴۷-۴ برآورد خسارت
۱۰۱ فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۰۲ ۱-۵ مقدمه
۱۰۲ ۲-۵ نتیجه گیری
۱۰۳ ۳-۵ پیشنهادات
۱۰۵ منابع مورد استفاده

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: مراحل کلی انجام مطالعه ۶
- شکل ۱-۳: موقعیت جغرافیایی شهرستان شیروان ۴۰
- شکل ۲-۳: مسیر رودخانه‌ها و محدوده مطالعاتی روی نقشه Google Earth ۴۱
- شکل ۳-۳: مسیر رودخانه‌ها و ایستگاه‌های هیدرومتری ۴۲
- شکل ۴-۳: ترسیم نقشه کاربری ارضی ۵۰
- شکل ۵-۳: ترسیم نقشه کاربری ارضی ۵۰
- شکل ۶-۳: محیط Global Mapper ۵۴
- شکل ۷-۳: محیط ArcGIS ۵۶
- شکل ۸-۳: محیط HEC-GeoRAS ۵۸
- شکل ۹-۳: انتخاب شرایط مرزی در HEC-RAS ۶۰
- شکل ۱۰-۳: پنجره ورود اطلاعات شریط ماندگار در HEC-RAS ۶۱
- شکل ۱۱-۳: تابع خسارت ساختمان‌های مسکونی قاره آسیا ۶۳
- شکل ۱۲-۳: تابع عمق - درصد خسارت ساختمانهای مسکونی ۶۴
- شکل ۱-۴: نمودار تجمعی و چگالی احتمال بهترین توزیع ایستگاه هیدرومتری کورکانلو ۷۰
- شکل ۲-۴: نمودار تجمعی و چگالی احتمال بهترین توزیع ایستگاه هیدرومتری قوردانلو ۷۰
- شکل ۳-۴: نمودار تجمعی و چگالی احتمال بهترین توزیع ایستگاه هیدرومتری قره‌خانبندی ۷۰
- شکل ۴-۴: نقشه TIN ارتفاع شهرستان شیروان ۷۲
- شکل ۵-۴: آبراهه‌های موجود در شهرستان ۷۲
- شکل ۶-۴: نقشه DEM و TIN شهرستان ۷۳
- شکل ۷-۴: چند نمونه از مقاطع استخراج شده ۷۴
- شکل ۸-۴: قسمتی از نقشه کاربری ارضی ۷۵

- شکل ۹-۴: پهنه‌بندی سیلاب ۷۸
- شکل ۱۰-۴: پهنه‌بندی رودخانه اترک ۷۹
- شکل ۱۱-۴: پروفیل سطح آب ۸۰
- شکل ۱۲-۴: نتایجی از HEC-RAS ۸۱
- شکل ۱۳-۴: پروفیل سرعت در برخی مقاطع عرضی ۸۲
- شکل ۱۴-۴: پهنه‌بندی سیلاب ۸۲
- شکل ۱۵-۴: رستر عمق سیلاب در دو دوره برگشت ۱۰ و ۵۰۰ ساله ۸۴
- شکل ۱۶-۴: رستر سرعت سیلاب در دو دوره برگشت ۱۰ و ۵۰۰ ساله ۸۵
- شکل ۱۷-۴: نمودار تغییرات سطح سیل‌گیر سیلاب ۲ ساله برای تغییر ضریب زبری ۸۸
- شکل ۱۸-۴: نمودار تغییرات سطح سیل‌گیر سیلاب ۵ ساله برای تغییر ضریب زبری ۸۸
- شکل ۱۹-۴: نمودار تغییرات سطح سیل‌گیر سیلاب ۱۰۰ ساله برای تغییر ضریب زبری ۸۸
- شکل ۲۰-۴: نمودار تغییرات سطح سیل‌گیر سیلاب ۵۰۰ ساله برای تغییر ضریب زبری ۸۹
- شکل ۲۱-۴: نمودار تغییرات سطح سیل‌گیر سیلاب برای افزایش ضریب زبری ۸۹
- شکل ۲۲-۴: نمودار تغییرات سطح سیل‌گیر سیلاب برای کاهش ضریب زبری ۹۰
- شکل ۲۳-۴: نمودار تغییرات سرعت سیلاب برای افزایش ضریب زبری ۹۱
- شکل ۲۴-۴: نمودار تغییرات سرعت سیلاب برای کاهش ضریب زبری ۹۱
- شکل ۲۵-۴: نمودار تغییرات عمق سیلاب برای تغییر ضریب زبری ۹۳
- شکل ۲۶-۴: تابع عمق - خسارت ۹۴
- شکل ۲۷-۴: پهنه سیگ‌گیر سیلاب ۵۰۰ ساله در مناطق مسکونی ۹۵
- شکل ۲۸-۴: انتخاب ۳ ساختمان به عنوان شاهد ۹۶
- شکل ۲۹-۴: خسارت وارده به ساختمان چهارم ۹۸
- شکل ۳۰-۴: خسارت وارده به ساختمان پنجم ۹۹

فهرست جداول

- جدول ۳-۱ : مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری ۴۳
- جدول ۳-۲ : حداکثر دبی سالانه ایستگاه‌های کورکانلو و قوردانلو ۴۴
- جدول ۳-۳ : دبی سالانه ایستگاه قره خانبندی ۴۵
- جدول ۳-۴ : ضرایب مانینگ بر اساس تجربیات چاو ۴۷
- جدول ۳-۵ : آماری از خسارات سیلاب در گذشته ۵۲
- جدول ۳-۶ : تابع عمق- درصد خسارت ساختمانهای مسکونی ۶۶
- جدول ۴-۱ : توابع توزیع برازش داده شده در ایستگاه کورکانلو ۶۹
- جدول ۴-۲ : توابع توزیع برازش داده شده در ایستگاه قوردانلو ۷۰
- جدول ۴-۳ : توابع توزیع برازش داده شده در ایستگاه قره خانبندی ۷۰
- جدول ۴-۴ : برآورد میزان دبی ۷۲
- جدول ۴-۵ : مساحت و زبری کاربری اراضی ۷۷
- جدول ۴-۶ : ضرایب زبری پس از کالیبراسیون ۷۸
- جدول ۴-۷ : مساحت پهنه سیل‌گیر ۸۳
- جدول ۴-۸ : مساحت پهنه سیل‌گیر در هر نوع از کاربری اراضی ۸۴
- جدول ۴-۹ : میزان تغییرات عمق ۸۵
- جدول ۴-۱۰ : میزان تغییرات سرعت ۸۶
- جدول ۴-۱۱ : سرعت متوسط برای هر نوع کاربری از اراضی ۸۷
- جدول ۴-۱۲ : میزان تغییرات مساحت دشت سیل‌گیر با تغییر ضریب زبری ۸۸
- جدول ۴-۱۳ : میزان تغییرات سرعت متوسط با تغییر ضریب زبری ۹۱
- جدول ۴-۱۴ : میزان تغییرات عمق متوسط با تغییر ضریب زبری ۹۳
- جدول ۴-۱۵ : برآورد متوسط خسارت سیلاب برای هر دوره بازگشت ۹۶

جدول ۴-۱۶: برآورد خسارت ناشی از سیلاب برای ساختمان شماره ۱ ۹۸

جدول ۴-۱۷: برآورد خسارت ناشی از سیلاب برای ساختمان شماره ۲ ۹۸

جدول ۴-۱۸: برآورد خسارت ناشی از سیلاب برای ساختمان شماره ۳ ۹۹

فصل اول: مقدمہ و تاریخچه

در فرهنگ بشری آب نمود لطافت و زیبایی است، قطره‌ای از دریای بیکران قدرت الهی و تصویری از سیلان لطیف روح آدمی است. رودخانه‌ها آب آشامیدنی کافی برای مصرف انسان، جانوران، آبیاری زمین‌ها و دیگر استفاده‌های انسان در صنعت را فراهم می‌کند. با وجود فواید بسیاری که رودخانه‌ها و دشت‌های اطراف آنها برای انسان دارند، خطراتی مانند سیل و فرسایش رودخانه‌ای و ... ساکنان سیلاب دشت‌ها و دارایی‌های اطراف آن را تهدید می‌کند. از میان بلایای طبیعی سیل بیشترین آسیب و خسارت را به انسان وارد کرده است به طوری که یک سوم خسارات اقتصادی بلایای طبیعی مربوط به سیل است و دو سوم جمعیت کره زمین به طور مستقیم و غیر مستقیم از عواقب آن متاثر هستند (اتحادیه اروپا، ۲۰۱۷). سیلاب خطری است که مردم بسیاری از کشورها با آن مواجه بوده و در سراسر جهان به عنوان یکی از شدیدترین بلاها در میان ۱۵ نوع بلایای طبیعی شناخته شده است. فشار جمعیت و فقدان زمین‌های کشاورزی باعث حرکت جمعیت انسانی به سوی دشت‌های سیلابی گردید که این عامل باعث تشدید سیلاب‌ها و اثرات مخرب آنها گردید. سالانه حدود ۱۹۶ میلیون نفر در بیش از ۹۰ کشور در معرض خطر سیل قرار دارند. یکصد و هفتاد نفر به وسیله سیل‌هایی که در کل دنیا در حدود سالهای ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ اتفاق افتاده است کشته شده‌اند. (اتحادیه اروپا، ۲۰۱۷). خسارات و ضایعات اقتصادی مرتبط با سیلاب‌ها به سرعت با توسعه اقتصادی، افزایش جمعیت، تجمع و انباشت سرمایه‌ها و کاربری نادرست اراضی در دشت‌های سیلابی رودخانه‌های بزرگ در حال افزایش است. (هیزینگا^۱، ۲۰۱۷). ایران نیز به عنوان یکی از چند کشور حادثه خیز جهان هر ساله شاهد چنین حوادثی می‌باشد به عنوان مثال در ایران در فاصله سالهای ۱۳۴۰ تا ۱۳۷۰ حدود ۴۲٫۵ میلیون نفر تحت تأثیر خسارات سیل قرار گرفته و حدود ۲ میلیون و ۹۰۰ هزار نفر بی‌خانمان شده‌اند. در هر حال خسارتهای جاری شدن سیلاب در ابعاد ملی و محلی و از منظر اقتصاد کلان و خرد به گونه‌ای است که برآورد هر چه دقیق‌تر آن را ضروری می‌سازد. (وزارت نیرو، ۱۳۹۵).

1. Huizinga et al, 2017

نگرش جدید مدیریت سیلاب در آمریکا، قانونمند نمودن کاربرد نقشه‌های پهنه‌بندی اراضی در طرح‌های جامع و تفصیلی شهرها و روستاها می‌باشد. به این ترتیب که برای مشخص کردن محدودیت‌های کاربری در طرح‌های جامع، هادی و تفصیلی شهرها از نقشه‌های پهنه‌بندی سیل استفاده می‌شود. از سوی دیگر از طریق ایجاد تفاوت در نرخ بیمه پهنه‌های با خطر مختلف، برنامه تشویقی در جهت تغییر کاربری‌های فعلی وجود دارد (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۴). اگر پهنه‌ای کاملاً پوشیده از گیاه باشد مشروب کردن زمین از آب باران و طغیان رودخانه را به آرامی افزایش می‌دهد. حداکثر طغیان مدتی پس از آغاز بارش اتفاق می‌افتد این زمان را زمان تسلسل گویند و به این دلیل است که نفوذ آب به خاک و اشباع شدن خاک از آب و ورود آب به رودخانه مدتی طول می‌کشد. به طور کلی سیل‌ها را می‌توان به چهار گروه ناگهانی (برق آسا)، رودخانه‌ای، شهری و ساحلی تقسیم بندی نمود اما امروزه شهرنشینی نیز زمان تسلسل را کوتاه می‌کند و حداکثر طغیان را افزایش می‌دهد بنابراین سیل شدت می‌یابد. با توسعه شهری پوشش گیاهی جابجا می‌شود و گاهی از بین می‌رود سطوح سنگ‌فرش و آسفالت و کانال‌های رودخانه‌ای تغییر می‌کند سنگ‌فرش کردن عمل نفوذ آب زمین را متوقف می‌کنند به همین دلیل زهکشی در سطح شهر در مسیر رودخانه صورت می‌گیرد و حداکثر طغیان رودخانه را سبب می‌شود به عبارت دیگر اگر زمان تغییر تسلسل بسیار کوتاه باشد به طور دوره‌ای سیل‌های ناگهانی و خطرناک ممکن است بوجود آید. با گسترش و توسعه روز افزون شهرها و افزایش دامنه فعالیت‌های شهری، حریم رودخانه‌ها، مسیل‌ها و آبراهه‌هایی که از داخل محدوده شهرها عبور می‌کنند همواره در معرض خطر تغییر و تحول‌های غیر مهندسی و غیر فنی قرار دارد و علیرغم تاکید قوانین موجود بر عدم هرگونه دخل و تصرف در حریم رودخانه‌ها و آبراهه‌ها، افراد یا سازمان‌های مختلف به انحاء گوناگون اقدام به ایجاد تغییراتی گاه عمده در حریم رودخانه‌ها و آبراهه‌های موجود در محدوده شهرها می‌نمایند. خطرات و خسارات ناشی از چنین تغییراتی در هنگام بارندگی‌های وسیع و وقوع سیل بسیار زیاد بوده و موجب ایجاد صدمات گاه جبران ناپذیری به تاسیسات شهری و مسکونی و جان و مال شهروندانی می‌شود که به نحوی با این آبراهه‌ها ارتباط دارند. لذا مطالعات جامع و به هم پیوسته هیدرولوژی، هیدرولیکی، مهندسی رودخانه، شهرسازی، مدیریت شهری، مدیریت بحران و بیمه، به منظور ایجاد الگوی بهینه برای

پیشگیری، مدیریت حین بحران و جبران خسارات وارده، امری ضروری و اجتناب ناپذیر به نظر می رسد. همچنین توسعه مناطق مسکونی در حاشیه رودخانه‌ها، بستر و حواشی دشت سیلابی بدون شناخت و توجه به شرایط رودخانه‌ها، موجب افزایش خطر سیلاب و خسارات جانی و مالی و زیربنایی ناشی از آن می‌شود. از این رو اهمیت نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب که کاربرد بسیاری در مدیریت دشت سیلابی دارد، مشخص می‌گردد. در این راستا در این تحقیق سعی می‌شود خسارت ساختمانی ناشی از سیل مورد بررسی قرار گیرد.

۱-۲- ضرورت انجام تحقیق

در هر کشور بایستی با انجام مطالعات جامع و برنامه‌ریزی شده اقدام به پهنه‌بندی سیلاب و تهیه‌ی نقشه خطر برای شناسایی و دسته‌بندی مناطق پرخطر بر حسب شدت خطرات ناشی از سیل اقدام نمود. معمولاً در حاشیه رودخانه‌ها و حوضه‌های آبرفته به ویژه در محیط‌های روستایی، مسکن، مغازه‌ها و اماکن عمومی به علت استفاده از مصالح غیر مقاوم در پی بروز سیلاب ویران میشوند و یا به علت آبرفتگی دچار خسارت می‌گردند. بر اساس آمار منتشر شده از سوی جهاد سازندگی طی سالهای ۱۳۳۰ تا ۱۳۷۰ در ایران تعداد ۱۴۹۴۲۷ باب خانه به علت بروز سیل ویران شده است (غیور، ۱۳۷۵). در سیل ۱۸۵۱ قزوین ۳۰۰۰ خانه خراب شده و در ۱۹۳۴ سیلاب ۳۰۰۰ خانه را در شهر تبریز به کلی ویران میکند (طاهری، ۱۳۷۵). با تمام تلاشی که برای مهار این پدیده صورت گرفته، میزان خسارت ناشی از آن همچنان در حال افزایش است. بنابراین به نظر می رسد روش‌های مدیریت سیلاب بایستی بازنگری گردد. اولین قدم برای هرگونه مدیریت، برآورد خسارت ناشی از هر سیل می‌باشد. پهنه‌سیلاب به سطحی از اراضی رودخانه یا حاشیه رودخانه گفته می‌شود که در سیلابی با دوره برگشت معین غرقاب می‌گردد بسیاری از تعدی‌ها به حریم رودخانه‌ها به طور مستقیم باعث کاهش ظرفیت سیل‌گیری و یا افزایش تراز آب می‌گردند که در هر صورت زمینه بروز سیلاب‌های مخرب را آماده‌تر می‌کند، لذا تعیین حریم قانونی رودخانه‌ها و به نحوی تعیین حریم خطر و محدوده احتمال بروز خسارات که از جهت امنیت فعالیت معیشتی و زیستی اهالی حائز اهمیت خواهد بود. میزان حریم در رودخانه‌ها و مسیر آنها طبیعی با توجه به میزان دبی سیلاب با دوره برگشت ۲۵ ساله تعیین می‌شود. حداقل یک متر و حداکثر ۲۰ متر تعیین می‌گردد (سازمان مدیریت و برنامه ریزی

کشور، ۱۳۸۴). بنابراین یکی از جنبه‌های مهم برآورد خسارت می‌تواند بازنگری در تعیین حریم بستر سیل باشد. بیمه سیل نیز به طور مستقیم به برآورد خسارت مرتبط است و بدون برآورد خسارت هرگونه برآورد ریسک و یا پرداخت و جبران خسارتها از طریق بیمه امکان پذیر نمی‌باشد. وقوع سیل خسارت جبران ناپذیری را بر اهالی و ساکنین و طرح‌های عمرانی مجاور این رودخانه‌ها وارد می‌آورد. با توجه به مطالب ذکر شده تهیه نقشه سیل‌گیری اراضی در مناطق مسکونی و مناطق کشاورزی ضروری می‌باشد.

۳-۱- اهداف تحقیق

اهداف تحقیق را می‌توان در عنوان‌های زیر خلاصه کرد

۱- تعیین محدوده سیل‌گیر در محدوده مورد مطالعه

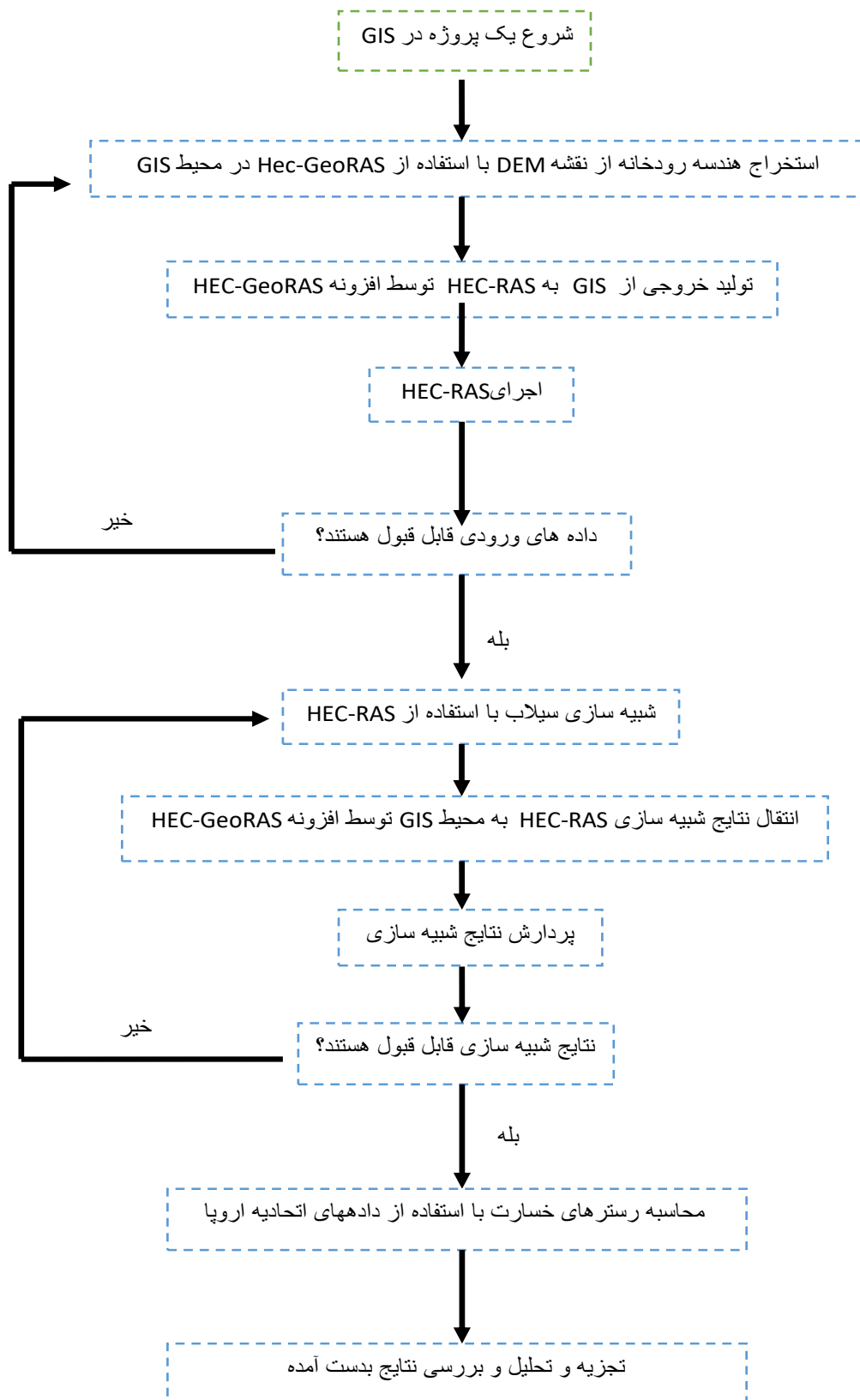
۲- استفاده از یک رابطه منطقی بین پارامترهای هیدرولیکی سیل و خسارت ناشی از سیل

۳- برآورد خسارت ساختمانی ناشی از سیل برای دوره بازگشت‌های مختلف در سیلاب دشت رودخانه‌ها

۴- تهیه نقشه خسارت سیل برای منطقه مورد مطالعه

۴-۱- روش انجام تحقیق

ابتدا داده‌های مورد نیاز جمع‌آوری می‌گردد. سپس توسط نرم‌افزار HEC-RAS به شبیه‌سازی سیلاب برای دوره بازگشت‌های مختلف اقدام می‌گردد و در نهایت با ترکیب توابع خسارت ساختمانی و نقشه‌های سیلاب بدست آمده از HEC-RAS در محیط GIS به تولید نقشه‌های خسارت پرداخته می‌گردد. مراحل انجام مطالعه در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.



شکل (1-1): مراحل کلی مطالعه

۱-۵- فصل بندی پایان نامه

این پایان نامه شامل ۵ فصل می باشد که در پی آن منابع و مأخذ تحقیق ارائه شده است. در فصل اول به مقدمه و تاریخچه، ضرورت انجام تحقیق، و اهداف پایان نامه پرداخته شده است. در فصل دوم کلیاتی درباره سیلاب، خطرها و خسارت های ناشی از سیل، مروری بر سیلاب های گذشته ایران و جهان، روش های پهنه بندی سیلاب آورده شده و مروری بر مطالعات گذشته نیز انجام می گیرد. فصل سوم با عنوان مواد و روش ها به معرفی منطقه مورد مطالعه می پردازد و خلاصه ای از آمار ایستگاه های هیدرومتری موجود در منطقه مورد مطالعه آورده خواهد شد. همچنین به معرفی نرم افزارهای مورد استفاده می پردازیم و نهایتاً توابع عمق - خسارت مورد استفاده در این تحقیق معرفی خواهند شد. در فصل چهارم به بحث و نتیجه گیری درباره انتخاب بهترین تابع توزیع و برآورد دبی، نتایج بدست آمده از Arc GIS، مدلسازی جریان، محاسبه پارامترهای سیلاب، آنالیز حساسیت پارامترهای سیلاب به تغییرات ضریب زبری و برآورد خسارت های ساختمان های مسکونی پرداخته خواهد شد. نهایتاً در فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهاداتی برای موضوع مطالعه ارائه خواهد شد.

فصل دوم: کلیات و سابقه موضوع

سیل یک پدیده طبیعی است که در هنگام بروز مانند هر بلای طبیعی دیگری دارای آثار تخریبی غیر قابل اجتناب است. بر اساس جغرافیای طبیعی کشورمان و میزان حادثه‌خیزی، برخی مناطق آن، در بعضی موارد اثرات سوء ناشی از وقوع سیل کمتر از زلزله نبوده و عدم پیشگیری از وقوع آن می‌تواند خسارات جانی و مالی جبران‌ناپذیری را بر جای گذارد. به طور کلی سیل در هنگام باران شدید یا برف در یک منطقه جغرافیایی خاص که باعث تغییر بستر رودخانه‌ها و تخریب سدها و آب بندها می‌شود به وجود می‌آید. ایران به لحاظ برخورداری از موقعیت کوهپایه‌ای و آب و هوای خشک و نیمه‌خشک، اگرچه در مقایسه با دیگر کشورها مقدار بارش در آن کم بوده و طی سال‌های نرمال، میزان بارشی حدود ۲۵۰ میلی‌متر دارد اما بارش‌ها در برخی نقاط کشور با شدت و دبی سریع صورت گرفته و با در نظر گرفتن خشکی طبیعت، پس از یک بارش بلافاصله رواناب‌ها ایجاد شده و در صورت شدت بارش باعث می‌شود سیلاب پدید آمده و خسارات هنگفتی به منابع کشاورزی و مالی مردم برسد. مطابق آمار تهیه شده توسط سازمان ملل متحد در میان بلایای طبیعی، سیل و طوفان بیشترین تلفات و خسارات را به جوامع بشری وارد آورده‌اند، بگونه‌ای که تنها در یک دهه میزان خسارات ناشی از سیل و طوفان بالغ بر ۲۱ میلیارد دلار در مقابل ۱۸ میلیارد دلار خسارات ناشی از زلزله بوده است. این امر در کشور ما نیز صادق است و در اغلب سال‌های گذشته حدود ۷۰٪ اعتبارات سالانه طرح کاهش اثرات بلایای طبیعی و ستاد حوادث غیر مترقبه صرف جبران خسارات ناشی از سیل شده است. ضمن این که باید توجه داشت بدلیل بهبود روش‌های ساخت و ساز و رعایت ضوابط و مقررات، ایمنی سازه‌ها و تأسیسات در مقابل خطراتی چون زلزله افزایش می‌یابد ولی متأسفانه روند طبیعی توسعه در کشورهای نظیر ایران باعث تخریب محیط زیست و منابع طبیعی شده و خسارات سیل مرتباً افزایش می‌یابد. رشد ۲۵۰ درصدی خسارات ناشی از سیل کشور در پنج دهه گذشته مؤید این مدعاست (جهان دوست ۱۳۸۹). بنابراین برآورد خسارت سیل جهت مطالعات مدیریت سیلاب در ایران از مطالعات بسیار ضروری محسوب می‌گردد.

۲-۲- طبقه بندی سیل های کشور

جریان سیل به طور عمده ناشی از رواناب سطحی می باشد که حاصل خصوصیات بارش و حوزه ی آبخیز است و در این میان، تأثیر پوشش گیاهی و خاک در کاهش جریان سیل حوزه های کوچک کمتر از حوزه های با مساحت زیاد است. در یک طبقه بندی کلی می توان سیلاب های رخ داده در کشور را در دسته های زیر تقسیم بندی نمود:

الف) سیل ناگهانی: ناشی از بارش شدید در حوزه های معمولاً کوچک مانند سیل گلابدره تهران (۱۳۶۶)، ماسوله (۱۳۷۷)، خیابو چای مشکین شهر (۱۳۸۰)، گلستان (۱۳۸۱ و ۱۳۸۰). وقوع این نوع سیلاب ها معمولاً در فصل بهار و تابستان ناشی از عکس العمل سریع هیدرولیکی حوزه نسبت به بارش شدید می باشد و بدلیل ماهیت غافلگیرکننده این نوع سیلاب، منجر به خسارات و ضایعات قابل توجهی می شود.

ب) سیل رودخانه ای: ناشی از بارش نسبتاً شدید و طولانی مدت در حوزه های با مساحت زیاد و یا بارش های متوالی بیش از ظرفیت نفوذپذیری حوزه مانند آنچه که در سال ۱۳۷۱ در جنوب کشور اتفاق افتاد و سیل استان های سیستان و بلوچستان، کرمان، هرمزگان، بوشهر، فارس، خوزستان و برخی سیل های اتفاق افتاده در خراسان شمالی.

ج) سیل دریایی: به خاطر بالا آمدن سطح آب دریا و یا دریاچه ها مانند بالا آمدن سطح دریاچه ی خزر در سال های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۵.

د) سیل ناشی از ذوب برف: ناشی از ذوب برف های بالادست به دلیل افزایش ناگهانی دما که می تواند توام با بارندگی نیز باشد نظیر سیل رودخانه کارون در فروردین سال ۱۳۷۷.

سیلاب ها را می توان با توجه به شکل هیدروگراف به سه دسته زیر تقسیم نمود. ۱- سیلاب های باده بالا، حجم و تداوم کم ۲- سیلاب های باده، حجم و تداوم زیاد ۳- سیلاب های باده کم، حجم و تداوم زیاد.

۲-۲-۱- علل پیدایش سیل

عوامل مؤثر بر وقوع سیل رامی توان به عوامل طبیعی و عوامل انسانی تقسیم بندی کرد .

الف) عوامل طبیعی

بارش باران های شدید و طولانی به طور عمده در مناطق پرباران و گاهی کم باران باعث جاری شدن سیل می شود . حتی در مواردی کاملاً استثنایی مانند آن چه که در جریان سیل گلستان و شهرستان جاجرم اتفاق افتاد ، شکستن آب بند، سد و ... ساخته ی دست انسان باعث ایجاد سیل می شود . در بارندگی های شدید، قطره های باران درشت تر و وسعت بارش نیز زیاد است. در اثر برخورد قطره های باران با زمین بدون پوشش گیاهی مناسب، آب به راحتی روی زمین جاری می شود و سیلاب های فصلی به وجود می آید. دلایل دیگری نیز به عنوان عوامل طبیعی پیدایش سیلاب وجود دارند که در زیر به اختصار به تعدادی از آنها اشاره خواهد شد. ۱- ذوب شدن سریع برف و یخ در کوهستان ها ۲- بارش شدید و کوتاه ۳- کم شدن پوشش گیاهی ۴- نوع و جنس خاک ۵- شیب زمین

ب) عوامل انسانی مؤثر بر وقوع و افزایش خسارت های سیل

عوامل انسانی به عواملی اطلاق می شود که به بررسی اقدامات، تصمیم گیری ها و فعالیت های آدمی در پهنه سیل خیز مورد نظر می پردازد. دانشمندان معتقدند که برخی از بلایای طبیعی نظیر سیل ، وقتی ظاهر می شوند که بین فعالیت های بشری و طبیعت تقابل و برخورد پیش می آید و در محلی که سیل ناشی از پدیده های طبیعی بوجود آمده است به دلیل عدم حضور بشر در منطقه مشکلی ایجاد نشده است. در زیر به برخی عوامل انسانی مؤثر بر وقوع سیل اشاره می شود :

- ۱ - عدم اعمال مدیریت صحیح در حوضه ۲ - بی توجهی به مسائل هیدرولیکی در رودخانه ۳ -
- افزایش ضریب زبری و مقاومت آبراهه ۴ - برداشت غیراصولی مصالح رودخانه ای ۵ - عدم رعایت حریم رودخانه و سیل راه ۶ - کاربری اراضی حاشیه رودخانه ۷ - تخریب سواحل رودخانه و خاکریزها ۸ - توسعه

مناطق شهری و روستایی ۹ - عدم تناسب سیل در طراحی با شرایط اقتصادی و اجتماعی محدوده مورد مطالعه ۱۰ - عدم رعایت اصول صحیح مطالعه ، طراحی و اجرای تاسیسات رودخانه ای ۱۱ - عدم رعایت اصول صحیح مطالعه ، طراحی و اجرای تاسیسات مهار سیلاب ۱۲ - کم اطلاعی یا بی اطلاعی مردم و مسئولین از نحوه واکنش به وقوع سیل .

۲-۲-۲- خطر ها ، پیامدها و خسارت های ناشی از سیل

خسارت ناشی از سیل شامل خسارت محسوس و خسارت نامحسوس می باشد که خسارت محسوس خود به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم طبقه بندی می شود :

خسارت محسوس مستقیم شامل موارد زیر می تواند باشد:- تلفات و ضایعات انسانی - آبرگرفتنی منازل و اماکن مسکونی و صنعتی - آبرگرفتنی مزارع و از بین رفتن محصولات کشاورزی و تلفات دامی - تخریب تاسیسات زیربنایی نظیر جاده ها و پل ها و خطوط انتقال برق و شبکه های آب و گاز.

خسارت محسوس را می توان براحتی کمی کرده و در محاسبات توجیه اقتصادی مدنظر قرار داد. جهت تخمین خسارت سیل پس از تفکیک خسارت در هر بخش باید مقدار کمی ضایعات مشخص شود. در زیر خسارت در بخش های مختلف ذکر شده است :

الف) مناطق مسکونی : هزینه های ایجاد مسکن موقت - احساس عدم امنیت - پاکسازی منطقه مسکونی و احداث مجدد - ایجاد آشفتنگی های اجتماعی - احیاء سیستم خدماتی مانند آب و برق .

ب) کشاورزی : از بین رفتن کامل اراضی کشاورزی - هزینه احیاء اراضی و راه ها - فرسایش خاک - از بین رفتن محصولات زراعی و باغی - هزینه عدم تولید و یا تاخیر در تولید - ایجاد عدم امنیت در سرمایه گذاری - خسارت صنایع و خدمات وابسته - تخریب مراتع .

ج) تاسیسات زیر بنائی: تخریب انهار و شبکه های آبیاری و زهکشی - هزینه لایروبی - پرشدن مخازن از رسوب کشاورزی - تخریب قنوات - تاخیر در آبیاری اراضی و کاهش تولید - آسیب دیدگی ایستگاه

های پمپاژ - آسیب دیدگی سرریز سد و بند انحرافی .

(د) **دامداری** : تلفات دامی - شیوع بیماری - ایجاد عدم امنیت - کاهش بازدهی محصولات دامی -

اختلال در چرخه زیست محیطی

(ن) **صنعت** : تخریب کارخانه ها - کاهش تولید - ضایعات زیست محیطی - ایستگاه های پست آب و

برق - ضایعات مربوط به مواد اولیه.

(ه) **خدماتی** : خسارت به شبکه راهها، پلها و راه آهن - ایجاد رعب و وحشت - تخریب ساختمانهای

خدمات عمومی - اختلال در حمل و نقل - تخریب خطوط انتقال نیرو و تلفن - احداث راههای موقت -

خسارت وارده به شبکه آب آشامیدنی - پاکسازی راهها .

(ه) **بهداشتی**: بازسازی واحدهای بهداشتی - شیوع بیماری ها - زیان های درازمدت بهداشتی - هزینه

درمان و واکسیناسیون - تلفات جانی - ضایعات روانی - هزینه حمل مجروحین - سالم سازی - احداث

درمانگاه های اضطراری .

(ی) **زیست محیطی** : تغییرات شرایط فیزیکی حوضه - فرسایش خاک - افزایش دبی اوج سیل های

بعدی - ایجاد باتلاق های جدید - تغییر ویژگی های بیولوژیکی آب - مهاجرت روستائیان - شیوع بیماری ها

- تغییر در زیستگاه های آبی - از بین رفتن تالابها، بایرشدن زمینها.

۲-۳- مدیریت سیلاب

متأسفانه موضوع سیل و مدیریت و کاهش خسارات آن در کشور مورد توجه جدی قرار نگرفته و فقط

زمانی که سیلاب مخربی جاری می شود و فاجعه ای بوجود می آید، از این رو شناخت عوامل مؤثر بر پیش

آمدن بلاهای طبیعی و حوادث غیرمترقبه برای کلیه افراد جامعه و شوراها و دهیاران به عنوان مدیران

روستایی وهمچنین نحوه برخورد با این بلاها در هنگام وقوع و پس از وقوع می تواند موجب کاهش خسارتها

و بهبود روند کمک و ترمیم خرابیها باشد. امید می رود مردم کشور عزیزمان ایران با افزایش آگاهی های خود

و برخورداری از توانمندی‌های لازم ، اقدام‌هایی عملی و پیشگیرانه‌ی مناسبی را برای کاهش اثرهای حوادث و بلاهای طبیعی به کارگیرند .

۲-۳-۱- راه‌های پیشگیری و کاهش خسارت‌های ناشی از سیل

با توجه به دلایل وقوع و تشدید خسارات سیل و نیز توجه به عملکرد و تجربه ده ساله گذشته در زمینه مطالعه و اجرای طرح های ساماندهی رودخانه و مهار سیل، درزیر به پنج مورد از طرح‌های پیشگیری و کاهش خسارات سیل اشاره می شود. بدیهی است اجرای هماهنگ و توأم این موارد می تواند به نتایج مؤثری جهت کاهش خسارات ناشی از سیل بیانجامد.

الف) مطالعه و اجرای طرح های سازه ای مهار سیل

این مورد شامل سه بخش زیر می باشد و مطالعات و اجرای بخش های مختلف آن می تواند توسط دستگاه های اجرایی ذیربط انجام شود:

۱) ساماندهی و مهندسی رودخانه به منظور اصلاح و حفاظت مسیر رودخانه، تثبیت بستر و کنترل فرسایش و رسوب و طراحی سازه های کنترل سیل نظیر سیل بندها و ...، به دلیل رفتار طبیعی رودخانه و عدم تثبیت سواحل، سالانه شاهد جابجایی مسیل و فرسایش در نقاط دیگر رودخانه‌ها می‌باشیم و لذا تاخیر در اجرای پروژه‌های ساماندهی رودخانه‌ها، منجر به افزایش حجم کارهای باقیمانده می‌گردد.

۲) لایروبی و بازگشایی مسیر رودخانه به منظور افزایش ظرفیت عبوری جریان.

۳) بهسازی و افزایش ظرفیت آبگذری سازه‌های تقاطعی رودخانه و نیز حفاظت پایه پل‌ها در مقابل

آب‌شستگی.

ب) مطالعه و اجرای طرح‌های غیرسازه‌ای

این مورد یکی از موارد مهم و راهکارهای بسیار کارآمد و مؤثر در کاهش خسارات سیل می باشد که در دنیا مورد توجه قرار گرفته است. هدف اصلی آن، دور کردن مردم از جریان سیل می باشد و شامل سه بخش اصلی است:

۱) تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل و پیاده‌سازی حد بستر و حریم رودخانه‌ها به منظور مدیریت توسعه سیلابدشت.

یکی از مهمترین عوامل تشدید خسارت سیل‌های اخیر در کشور، توسعه ساخت و ساز در سیلابدشت‌ها و دخل و تصرفات غیرمجاز در بستر و حریم رودخانه‌ها و مسیل‌ها می‌باشد. تعیین بستر و حریم رودخانه‌ها و مسیل‌ها و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل یکی از ملزومات و پیش‌نیازهای کلیه طرح‌های پیشگیری و کنترل سیلاب از جمله سیستم‌های هشدار سیل، بیمه سیل، نحوه تعیین کاربری اراضی حاشیه رودخانه و آزادسازی محل عبور ایمن جریان رودخانه می‌باشد. وجود این نقشه‌ها در تعیین و ارزیابی خسارات وارده مورد نیاز بوده و ضرورت اجرای آن مورد تأیید وزارت کشور به عنوان مسئول ستاد حوادث غیر مترقبه کشور نیز است.

۲) ایجاد سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار سیل، هواشناسی و هیدرولوژیکی

۳) برنامه‌ریزی و مدیریت چند مخزنه‌ی سدهای ساخته شده با هدف کنترل سیل و پیش‌بینی اثرات بهره‌برداری از سدهای در دست احداث.

مهمترین قدم برای ایجاد یک برنامه مؤثر به منظور جلوگیری از خسارات سیل، تشخیص مناطق حساس به سیل و دارای پتانسیل سیل‌خیزی و تهیه نقشه سیل‌گرفتنی می‌باشد. با پیشرفت کامپیوتر و تکنیک‌های پردازش داده‌های مکانی و ماهواره‌ای و نرم افزارهای تحلیل داده‌ها، نرم افزارها به عنوان ابزارهایی قوی جهت ایجاد و آنالیز داده‌ها به منظور مدیریت دشتهای سیلابی به کار گرفته می‌شوند. جهت بدست آوردن رابطه بین عمق سیلاب و خسارتناشی از سیلاب از نقش‌های توپوگرافی و پهنه‌بندی سیل همچنین

پروفیل طولی سیلاب محدوده سیل‌گیر که معمولاً به کمک نرم افزارهایی نظیر HEC-RAS بدست می‌آیند، استفاده می‌شود. سپس با استفاده از نظرات کارشناسان اقتصادی اجتماعی و قضاوت مهندسی و بازدیدهای محلی از روی محدوده زیر آب رفته در هر تراز میزان خسارت تخمین زده می‌شود. کاربرد آن در محاسبه خسارت سیل، رسم و برآورد پروفیل طولی جریان در مسیر رودخانه به ازای سیلابها با دوره بازگشت‌های مختلف می‌باشد. پس از معرفی هندسه رودخانه، سیلابدشت و مقادیر دبی‌های سیلابی مورد نظر، با استفاده از آنالیز غیر ماندگار، ارتفاع جریان (داغاب) در روی کانال اصلی (منحنی دبی-اشل) برای ما مشخص خواهد بود که با پخش تراز آب محاسبه شده بر روی سیلابدشت و زمین‌های مجاور میزان خسارت تخمین زده می‌شود. (داننده مهر ۱۳۸۲).

۲-۴- مرور سیلابها و خسارات آن

موارد زیر نمونه‌هایی از سیل‌های بزرگ دنیا در دوره میانی قرن بیستم است :

- سیلاب ۱۹۳۲ کشور هلند که تلفات آن بیش از ۱۰۰۰۰ نفر ذکر شده، یکی از فاجعه‌آمیزترین سیلابهای قاره اروپا است. در همان موقع در اثر طغیان رودخانه آنور در فیرنگوی ایتالیا خسارات غیرقابل جبرانی به آثار تاریخی آن کشور وارد شد.
- شدیدترین سیلاب ناشی از بارندگی‌های چرخه‌ای در سده حاضر در سال ۱۹۵۴ در کانادا اتفاق افتاد. در اکتبر این سال در اثر وقوع طوفان هریکین که ایالت انتاریو کانادا و ایالت نیویورک آمریکا را فراگرفت، سیلاب حاصل به یک فاجعه تبدیل شد.
- در سال ۱۹۵۴ در هندوستان، در اثر بارندگی ۲۵۰ تا ۵۰۰ میلیمتر باران در سطح ۶۷۰۰۰ کیلومترمربع در شمال شرق آن کشور سیلاب بزرگی اتفاق افتاد. در این واقعه حدود ۹ میلیون نفر به نوعی آسیب دیدند و ۲۴۷ نفر نیز جان باختند. مساحت اراضی زراعی آسیب دیده در سیل یاد شده نزدیک به ۵/۵ میلیون هکتار برآورد گردیده است.
- نمونه بارز سیلابهای ناشی از ترکیب بارندگیهای چرخه‌ای و ذوب برف، سیل ۱۹۶۵ رودخانه دانوب و سیل ۱۹۷۰ رودخانه تیزا در اروپا می‌باشد.

- سیل تابستان ۱۹۶۶ نمونه بارزی از سیل‌های ناشی از رگبارهای شدید در برزیل می باشد. این سیل در شرق برزیل به ویژه در مناطق ریودوژانیرو و آراسس گسترش یافت و در اثر زمین لغزه های ناشی از بارندگی و سیل، تعداد زیادی کشته شدند و شبکه زهکشی شهر از کار افتاد.

گفته شد که رخداد سیلاب یکی از سه بلایای طبیعی و اصلی کشور است. اما رخداد خسارت بار دو حادثه طبیعی دیگر یعنی خشکسالی و زلزله هر چند سال یکبار است. به جرأت می توان گفت که حداقل در سال در یک نقطه از این سرزمین سیلاب قابل توجهی رخ می دهد. در واقع گذشته از سال های سیلابی که هر از چند سال تکرار می شود و بخش هایی وسیع از کشور را در بر می گیرد، هر ساله چند سیل کوچک و متوسط و در مواردی بزرگ در گوشه و کنار مملکت اتفاق می افتد. شدت سیل خیزی در نقاط مختلف کشور یا به عبارت دیگر در حوضه های آبریز مختلف، با توجه به شرایط اقلیمی، توپوگرافیک و دیگر عوامل مانند پوشش گیاهی از نقطه ای به نقطه دیگر متفاوت می باشد. بررسی های موجود براساس آمارهای هیدرولوژیک و رخدادهای سیل، نشان می دهد که مناطق جنوب غرب و جنوب شرق از سیل خیزترین نقاط کشور می باشد. براساس مطالعات انجام گرفته، سالانه نزدیک به ۴۰ رخداد کوچک و بزرگ سیل در اقصی نقاط ایران زمین به وقوع می پیوندد.

اگرچه اطلاعات ما از وقوع سیلاب در گذشته دور با توجه به منابع تاریخی می باشد و بسیار اندک است، در صد سال اخیر روزنامه ها و یادداشتهای نویسندگان تنها اطلاعات در دسترس می باشد. در نیم قرن گذشته آمارها و برآوردهای هیدرولوژیکی ثبت شده است. با وجود این به استثنای دو سه دهه اخیر، اطلاعات هیدرولوژیکی از سیلابهای رخ داده چندان گویا و قابل استفاده نیست. متأسفانه وضعیت آمار خسارات سیلاب به مراتب ضعیف تر از آمار هیدرولوژیکی است. به نحوی که تنها از دهه گذشته است که از سوی ستاد حوادث غیرمترقبه وزارت کشور، آمار نسبتاً سازمان یافته تری جمع آوری می گردد. در حالی که این آمار هم نیاز به پالایش و اصلاح دارد. در گذشته و به ویژه در یک دهه اخیر خسارت سیلاب توسط سه مرجع از منابع مختلف گردآوری و تا حدودی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

آمار سیلاب‌های ایران تا سال ۱۹۵۰ توسط چارلز ملویل با استفاده از اخبار روزنامه‌ای و اخبار ارسالی توسط نمایندگی‌های کنسولگری انگلستان در ایران جمع‌آوری و منتشر شده است. هر چند نتایج این تحقیق را باید مقدماتی تلقی نمود، با این وجود می‌توان گفت که حاوی اطلاعات با ارزشی است که بنحوی حساسیت به سیل خیزی مناطق مختلف را نشان می‌دهد. در زیر به چند نمونه از آمار یاد شده اشاره گردیده است.

- تاریخی ترین مورد گزارش شده. سیلاب شهر ساری می باشد که در سال ۳۲۵ هجری قمری اتفاق افتاده است. در شرح وقایع چنین آمده است: تمام ساختمانها به علت سیلاب تخریب و مردم به کوهپایه‌ها هجوم برده و به مأمورین دستور داده می شود که از شدت عمل علیه خسارت دیدگان برحذر باشند.

- در ۷ می سال ۱۸۶۷ مطابق با اردیبهشت ۱۲۴۶ شمسی سیلاب مهمی بخشی از تهران را فرا می‌گیرد و بیش از ۱۲۰ خانه ویران و تعدادی تلف می شود، ۱۲۰ سال بعد یعنی در سال ۱۳۶۶ نیز سیلاب قابل توجهی در منطقه تجریش جاری شده است.

- برخی از سیلاب‌های استان خوزستان عبارتند از : زمستان سال ۱۲۴۸ تخریب شوش، بهار ۱۲۶۴ طغیان بزرگ کارون و شکست پل بند شوشتر و سیلاب دی ماه ۱۳۰۲ موجب تخریب پل شوشتر می‌شود و بخشی از شهر غرقاب می‌شود و در اهواز ۲۰۰ خانه و مغازه تخریب می‌شود. با استناد به آمار یاد شده می‌توان گفت که این منطقه از پتانسیل بالای سیل‌خیزی برخوردار است، به نحوی که از نیمه دوم سده ۱۳ تا اوایل سده ۱۴ حدود ۹ مرتبه سیلاب‌های مخرب در آن جاری شده است.

- در زمستان ۱۰۵۷ شمسی شهر شیراز مورد هجوم سیلاب مخرب و سنگینی قرار گرفته است. در این زمان که سیلاب یک سوم شهر را فرا گرفت، به علت تلفات سنگین، اپیدمی و بیماریهای مترتب بر آن شهر حاکم شده و دامنه تلفات را گسترش می‌دهد. همچنین شیراز در یک سده گذشته ۵ بار شاهد باران‌های سنگین و سیل‌آسا بوده است. شاید بتوان در همین ردیف، سیلاب‌های آذرماه ۱۳۶۵ را اضافه نمود.

- از آنجا که سیلاب استان گلستان یکی از سیلاب‌های مهم از جنبه‌های مختلف منجمله خسارت است، لذا در ادامه به اجمال به آن پرداخته شده است. این سیلاب به دنبال بارندگی بی‌سابقه در تاریخ‌های نوزدهم و

بیستم مردادماه ۱۳۸۰ در حوضه آبریز رودخانه گرگانرود در سطح حدود ۵۰۰۰ کیلومترمربع جاری شد. طبق اطلاعات ثبت شده بارندگی عصر جمعه ۱۹ مرداد شروع و با تداوم حدود ۱۲ ساعت در صبح روز شنبه ۲۰ مرداد به پایان رسید. شدت بارندگی در مناطق و زیرحوضه های مختلف حوضه آبریز متفاوت بوده و از کمینه ۲۱ میلیمتر گالیکش (دوره برگشت ۲ ساله) تا بیشینه ۴۵ میلیمتر در ایستگاه جنگل گلستان متغیر بوده است. براساس تحلیل های بعمل آمده بارندگی در ایستگاه جنگل گلستان در ابعاد بیشینه بارش متحمل شدت سیلاب (PMP) بوده است. به عبارت دیگر بده ویژه سیلاب نیز به تبع تغییرات بارندگی از ایستگاهی به ایستگاه دیگر متغیر بوده است. به گونه ای که بیشینه آبدهی در تنگراه ۱۶۵۰ مترمکعب برثانیه و در محل سد گلستان ۱۸۲ و ۴۹۹ مترمکعب درثانیه ثبت شده بوده است. برای محل سد در مطالعات برابر با (PMF) است. نکته حائز اهمیت این است که در حالی که مقدار بیشینه سیلاب متحمل ۲۳۸۹ مترمکعب بر ثانیه برآورد شده، مقدار سیلاب ورودی به سد ۳۰۱۷ مترمکعب درثانیه بوده است. طبق گزارش های موجود تعداد تلفات سیلاب یاد شده، ۲۰۰ نفر و میزان خسارت مستقیم و ملموس آن حدود ۵۰۰ میلیارد ریال ثبت و برآورد شده است. ضمن آنکه از تعداد آسیب دیدگان آماری در دسترس نیست.

سیلاب مرداد ماه ۱۳۸۰ گلستان به لحاظ شدت سیلاب، بزرگ ترین سیلاب مشاهده شده در کشور و احتمالاً در زمره معدود سیلاب های جاری شده در دنیا از این دیدگاه است. این سیلاب از نظر خسارت وارده نیز در بین سیلاب های رخداده و خسارات ثبت شده، تنها با خسارات سیلاب مرداده ماه ۱۳۶۶ تجریش قابل مقایسه است. خسارت سیلاب اخیر در گزارش مدیریت سیلاب، دفتر مطالعات و هماهنگی امور ایمنی و بازسازی، وزارت کشور بر پایه نرخهای سال ۱۳۷۵ برابر با ۷۵۸ میلیارد ریال ذکر شده است. ضمن آنکه تلفات انسانی آن نیز ۳۰۰ نفر گزارش شده است (وزارت نیرو، ۱۳۸۵)

۲-۵- پهنه بندی سیلاب

نقشه های پهنه بندی سیلاب در مطالعات مدیریت سیلاب دشت کاربرد وسیعی دارد. امروزه این نقشه ها یکی از اطلاعات پایه و مهم در مطالعات طرح های عمرانی در دنیا محسوب شده و قبل از هرگونه سرمایه گذاری و یا اجرای طرح های توسعه، بررسی آن در دستور کار سازمان های ذیربط قرار دارد. روش های

موجود برای تهیه نقشه‌های په‌نه‌بندی را می‌توان به چهار گروه عمده به شرح زیر تقسیم بندی نمود:

- مشاهده ای و استفاده از داغاب سیل‌گیر

- مقایسه عکس‌های هوایی منطقه

- محاسبه دستی

- استفاده از مدل‌های ریاضی

کلیه روش‌های فوق جهت تهیه نقشه په‌نه‌بندی سیل احتیاج به تعیین تراز جریان سیلاب و انتقال رقوم سطح آب روی نقشه‌های توپوگرافی دارند. همه این روش‌ها اصولاً از همان روند یکسان استفاده از رقوم تعیین شده سطح آب در هر مقطع عرضی (یا موقعیت‌های مختلف) برای په‌نه‌بندی کمک می‌گیرند که البته بین مقاطع عرضی، با درون‌یابی نقاط گستره پخش سیل مشخص می‌گردد. تفاوت عمده بین این روش‌ها در نحوه تعیین پروفیل سطح آب می‌باشد. در قسمت‌های بعدی این روش‌ها به اختصار معرفی خواهند شد

۲-۵-۱- روش مشاهده‌ای و استفاده از داغاب سیلاب

این روش را به عبارتی می‌توان روشی سنتی اطلاق نمود. در این روش پس از فروکش کردن سیلاب اثر داغاب سیل بر روی پل‌ها، ساختمان‌ها، درخت‌ها و زمین علامت گذاری شده و با توجه به موقعیت تقریبی این داغاب‌ها بر روی نقشه‌های توپوگرافی و اتصال آنها به یکدیگر په‌نه‌بندی سیل مربوطه مشخص می‌گردد. این روش با وجود دقت پایین بدلیل عدم نیاز به وسایل و ابزار جدید و دانش فنی خاص کماکان در بعضی از مناطق مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش مستلزم کار صحرایی زیاد است زیرا باید در نقاط مختلف این داغاب‌ها ثبت و با رنگ علامت زده شود که با صرف هزینه و زمان زیادی توأم است. دقت انتقال داغاب‌ها به روی نقشه‌های توپوگرافی پایین می‌باشد و کوچکترین اشتباه باعث بروز اختلاف بین علامت ثبت شده و علامت انتقال داده شده، می‌شود. در این روش تنها په‌نه‌بندی سیل‌گیر برای حداکثر دبی عبوری قابل ثبت است

و به معنای واقعی تهیه نقشه پهنه‌بندی برای دروه بازگشت‌های مختلف بسیار مشکل است. با توجه به کار صحرایی زیاد و دقت کم، این روش جز در مواقع اضطراری توصیه نمی‌شود.

۲-۵-۲- مقایسه عکس‌های هوایی منطقه

موفقیت این روش بستگی زیادی به وجود عکس‌های هوایی رودخانه و اراضی حاشیه آن در زمان سیلاب دارد در این روش چنانچه عکس‌های هوایی منطقه در زمان وقوع پیک سیل یا مدت کوتاهی بعد از آن وجود داشته باشد (مثل عکس‌های هوایی سیل خوزستان در سال ۴۶-۴۷-۵۷) محدوده سیل‌گیر از این عکس‌ها به روی نقشه‌های توپوگرافی منتقل می‌شوند. اگرچه در این روش از حجم عملیات صحرایی نسبت به روش قبل کاسته می‌شود ولی بدلیل مسائل اجرایی امکان پرواز و تهیه عکس هوایی بهنگام از منطقه معمولاً با دشواری‌های زیادی همراه بوده و نیاز به هماهنگی‌های لازم دارد. به علاوه در رودخانه‌های مرزی و محدوده آنها عملاً کاربرد این روش غیرممکن است.

۲-۵-۳- محاسبه دستی

از این روش بیشتر جهت تعیین حریم و بستر رودخانه‌ها و پس از تعیین سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله استفاده می‌شود و به عبارتی نمی‌توان آنرا جزو روش‌های مهندسی و دارای دقت جهت تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل محسوب نمود و قطعاً نتیجه حاصل جز یک محاسبه دستی ساده نیست و فقط در موارد محدود و برای مقاصد خاص قابل قبول است

۲-۵-۴- استفاده از مدل‌های ریاضی

در این روش به کمک مدل‌های ریاضی جریان سیلاب شبیه‌سازی شده و پس از محاسبه پروفیل جریان توسط مدل، پهنه سیل با دوره‌های بازگشت مختلف بر روی نقشه‌های توپوگرافی منتقل می‌گردد. جهت آشنایی مختصر با این روش ذیلاً توضیح مختصری ارائه خواهد شد. اطلاعات مورد نیاز برای انجام محاسبات شامل سه دسته زیر می‌باشد

الف - اطلاعات توپوگرافی

شامل پروفیل‌های طولی و عرضی رودخانه و اراضی حاشیه آن می‌باشد. مقاطع عرضی به گونه‌ای انتخاب و برداشت می‌شوند که معرف شکل عمومی رودخانه بوده و بوسیله آن بتوان مسیر اصلی جریان در آبراهه اصلی را به مدل معرفی نمود. اطلاعات توپوگرافی اراضی حاشیه رودخانه معمولاً با مقیاس ۱:۲۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ تهیه می‌شود.

ب - اطلاعات جریان سیل

شامل هیدروگراف ورودی سیل، هیدروگراف شاخه‌های فرعی ورودی به رودخانه و یا خروجی از آن، منحنی دبی - اشل در پایین دست و هیدروگراف‌های حقیقی مشاهده شده در طول رودخانه و نقاط مختلف به منظور کالیبره نمودن مدل.

ج - اطلاعات هیدرولیکی

اطلاعات هیدرولیکی مورد نیاز مدل بدین شرح می‌باشند. ۱- ضرایب زبری که معمولاً در هر مقطع تخمین زده می‌شوند و نهایتاً پس از کالیبره کردن مدل کنترل می‌شود. ۲- وضعیت مسیر رودخانه از نظر وجود آبشار، پل و سایر سازه‌های تقاطعی (برخوردار، ۱۳۹۴).

از مهمترین اطلاعات مورد نیاز که برای شبیه‌سازی سیلاب استفاده می‌شود ضریب زبری است. ضریب زبری هیدرولیکی رودخانه به درجه‌ی مقاومت در مقابل جریان گفته می‌شود. برای تعیین عوامل هیدرولیکی نظیر عمق و سرعت جریان، نیاز به تعیین ضریب زبری هیدرولیکی جریان می‌باشد. ضریب زبری هیدرولیکی در شرایط متنوع و پیچیده رودخانه‌ها متأثر از عوامل مختلفی می‌باشد، بنابراین تحقیقات گسترده‌ای بر روی شرایط متنوع جریان در رودخانه‌ها صورت پذیرفته و طیف گسترده‌ای از روابط ارائه شده است. شناخت رفتاری رودخانه و انجام فعالیت‌های سازگار با طبیعت آن و اقدامات مهندسی مناسب همواره دغدغه مهندسین درگیر در این رشته بوده و به ابزاری مناسب برای شبیه‌سازی پدیده مورد نظر در رودخانه نیازمند

بوده‌اند. مهندسی رودخانه از جمله علوم انتزاعی است و نمی‌توان پدیده‌های آن را مانند علوم ریاضی و فیزیک اثبات و فرموله کرد. به عبارت دیگر عوامل مشخص هر رودخانه به تنهایی باید در زمان‌های خاص، در بستر خاص و از زوایای خاصی مورد مطالعه قرار گیرد تا قواعد رفتاری و قانونمندی همان رودخانه استخراج شود. تهیه و تدوین قواعد رفتاری و قانونمندی‌های هر رودخانه تبدیل به علم همان رفتار خاص برای رودخانه مورد نظر می‌شود نه برای همه رودخانه‌ها. بنابراین باید با استفاده از اصول مهندسی رودخانه و بررسی سوابق سیلاب‌های آن در راستای جلوگیری از فرسایش و تخریب بستر و کناره رودخانه‌ها و زیان‌ها و آسیب‌های وارده به اراضی دشت‌های سیلابی و مناطق مسکونی اقدام مدیریتی صورت گیرد. زبری جریان در رودخانه‌ها را می‌توان در هشت نوع زیر تقسیم‌بندی نمود: زبری جداره رودخانه ناشی از زبری دانه‌های رسوب موجود در جداره آبراهه و سیلاب‌دشت، زبری ناشی از موانع، زبری ناشی از بی‌نظمی جداره آبراهه اصلی و سیلاب‌دشت، زبری ناشی از تغییرات ابعاد و شکل مقاطع، زبری ناشی از پیچان‌رودی رودخانه، زبری ناشی از شکل بستر ناشی از امواج ماسه‌ای، زبری پوشش گیاهی موجود در بستر آبراهه و سیلاب‌دشت، زبری ناشی از غلظت رسوبات جریان. وجود هر یک از زبری جریان‌های گفته شده به شرایط رودخانه و جریان بستگی دارد. برای مثال زبری جریان در یک رودخانه مستقیم و یکنواخت و فاقد پوشش گیاهی با بستر شنی و قلوه‌سنگی در شرایط غیرسیلابی ممکن است محدود به زبری جداره جریان شود. درحالی که زبری جریان این رودخانه در شرایط سیلابی ممکن است شامل زبری ناشی از شکل بستر و یا غلظت جریان گردد. به همین دلیل تعیین ضریب زبری نیازمند شناخت کافی از شرایط رودخانه و جریان بوده و ضریب زبری جریان تعیین شده محدود به شرایط تعیین آنها خواهد بود.

در مطالعات خسارت سیل سه بخش مطالعه ضریب زبری، پهنه بندی سیل و ترکیب تابع‌های خسارت با نقشه‌های سیل از اهمیت بسزایی برخوردار است از آنجا که ضریب زبری یکی از مهمترین پارامترها در شبیه‌سازی سیل بوده همواره جهت کالیبراسیون مدل‌های هیدرولیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در این بخش ابتدا مطالعات زبری سپس مطالعات پهنه‌بندی سیل مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در ادامه به برخی از مهمترین مطالعاتی که در این بخش‌ها صورت گرفته است اشاره می‌شود.

- در مطالعه ای در مورد برآورد ضریب زبری مانینگ در کانال‌های طبیعی بر روی رودخانه کارده صورت گرفت با انجام آنالیز حساسیت بر روی رودخانه کارده مشخص شد علاوه بر دانه‌بندی مصالح بستر، رفتار هیدرولیکی جریان نیز در محاسبه ضریب زبری موثر می‌باشد و نهایتاً رابطه‌ای ارائه نمودند که قادر است با دقت مناسبی ضریب زبری را تخمین بزند (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴).
- پژوهشی توسط پژوهشگران در مورد ارزیابی پهنه‌بندی سیل با تغییرات ضریب زبری بر روی رودخانه اترک انجام شده است. آنها به میزان ۵، ۱۰، ۲۵ در صد ضریب زبری را کاهش و افزایش دادند و برای حالت های فوق از طریق مدل hec-ras شبیه سازی انجام دادند که نتایج حاصله مشخص کرد که با افزایش ضریب زبری گستره پهنه سیل افزایش یافته است و بالعکس (افتخاری و همکاران، ۱۳۹۰).
- تحقیقی در مورد تاثیر پوشش گیاهی بر ضریب زبری هیدرولیکی کرانه و بستر رودخانه خشک شیراز انجام گرفته است که ضمن معرفی جنبه‌های مختلف مدیریتی منابع آب و خاک در رودخانه‌ها، آنالیز بر روی مقاطع رودخانه را با نرم افزار hec-ras انجام داده و نشان داد که اگرچه میزان فرسایش کناره‌های رودخانه در مقاطع فاقد پوشش گیاهی به مراتب بیشتر از مقاطع دارای پوشش گیاهی می‌باشد اما به دلیل افزایش ضریب زبری برای دبی عبوری ۱۰۰ تا ۲۵۰ متر مکعب بر ثانیه، فرسایش به مقدار ۱۰ تا ۲۸/۵ درصد کاهش می یابد (نیک منش، ۱۳۹۰).
- مطالعه‌ای در مورد تاثیر روش های مختلف تعیین ضریب زبری مانینگ در برآورد وسعت اراضی سیل گیر رودخانه بابلرود انجام گرفت. محققین ۱۰۳ مقطع عرضی در طول ۵/۵ کیلومتر از رودخانه بابلرود در نظر گرفتند و با استفاده از مدل HEC-RAS و نرم افزار ArcView اقدام به شبیه‌سازی با دوره بازگشت‌های مختلف نمودند و نشان دادند که تغییرات بسیار ناچیز در مقدار ضریب زبری مانینگ می تواند موجب ایجاد ده‌ها هزار متر مربع تفاوت، در سطح سیل‌گیری اراضی مورد نظر گردد. (غفاری و همکاران، ۱۳۸۸).
- در مطالعه‌ای که بر روی بررسی تاثیر تغییرات فصلی ضریب زبری مانینگ در پیش‌بینی رفتار هیدرولیکی سیلاب رودخانه هراز انجام شد. با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و الحاقیه (HEC-GeoRAS)، نرم افزار HEC-RAS و نقشه های پلان رودخانه با مقیاس ۱:۵۰۰، ضریب زبری مانینگ (روش کاون) در

دو فصل زمستان و تابستان به پیش‌بینی رفتار هیدرولیکی سیلاب‌های این مسیر پرداخته شد و نشان دادند که افزایش پوشش گیاهی و به تبع آن ازدیاد ضریب زبری مانینگ در فصل تابستان سبب می‌شود در سواحل و دشت سیلابی تمامی مقاطع مورد مطالعه سرعت، قدرت و دبی جریان به مقدار زیادی نسبت به شرایط مشابه در فصل زمستان کاهش یابد (هادیانی و همکاران، ۱۳۹۵).

- پژوهشی که در مورد مقایسه روش‌های مختلف روندیابی جریان در مدل mike 11 برای تعیین ضریب زبری در رودخانه قره‌آغاج انجام گرفت روندیابی سیل در بازه‌ای از رودخانه قره‌آغاج استان فارس انجام گرفت و ضریب زبری مانینگ برای بازه مورد مطالعه به میزان ۰/۰۲۵ بدست آمد (قاضی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵).

- طی تحقیقاتی که در رابطه با ارزیابی تغییرات ضریب زبری بر پارامترهای هیدرولیکی رودخانه شلمان‌رود استان گیلان انجام شد، میزان تاثیر افزایش یا کاهش ضریب زبری مانینگ بر پارامترهای هیدرولیکی رودخانه نظیر (سرعت، تنش برشی و...) مورد بررسی قرار دادند و در نهایت تاثیر تغییرات ضریب مانینگ بر سرعت، تنش برشی و همچنین تراز سطح آب بدست آمد (امیری و همکاران، ۱۳۹۴).

در ادامه به برخی از مهم‌ترین مطالعاتی که در آنها به پهنه بندی سیلاب پرداخته شده است اشاره می‌شود.

- طی پژوهشی در مورد پهنه‌بندی سیلاب در شهر تهران نشان دادند که آبراهه‌ها و حریم آنها و همچنین نواحی مرکزی تا جنوب شهر تهران بیشترین پتانسیل را برای سیل خیزی دارند (قشمی و همکاران، ۱۳۹۴).

- در مطالعه‌ای در رابطه با پیش‌بینی دامنه خسارت ناشی از سیلاب جهت کنترل و مهار آن در حوضه سبزوار، محدوده‌های بحرانی بافت شهری در برابر سیلاب و آبرگرفتنی مشخص و خسارت ناشی از سیل در قالب نقشه‌های ارزیابی خسارت ارائه شد. و مشخص گردید که ۸۰ درصد مساحت حوزه منطبق با پهنه سیل‌گیری می‌باشد که از آن ۴۵ درصد در پهنه خطر زیاد ۲۵ درصد در پهنه خطر متوسط و ۱۵ درصد در پهنه کم خطر قرار می‌گیرد. (امیراحمدی و همکاران، ۱۳۹۰)

- در مطالعه دیگری که در منطقه آلبرتای ایالات متحده آمریکا در سال ۱۹۹۳ صورت گرفته است بهره‌گیری از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به منظور کاربرد در شبیه سازی سیل مورد ارزیابی قرار گرفته و به صورت آزمایشی در منطقه‌ای به وسعت ۱۱۰۰۰ کیلومتر مربع با به کارگیری GIS و روش SCS استاندارد رواناب

- حاصل از بارش منطقه‌ای محاسبه گردیده است. کاربرد GIS موفقیت نتایج به دست آمده در مقایسه با روشهای سنتی را نشان می دهد (قاضی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵).
- محققین در منطقه ماهاندای هندوستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به پهنه‌بندی سیل کرده و مدیریت سیل بر اساس این نوع طرح‌بندی را روش غیر سازه‌ای مفید در کنترل سیل معرفی کرده‌اند. (لیانگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۵)
 - ذوالقدر در قسمتی از پایان‌نامه خود به بررسی وضعیت جریان سیلاب و پهنه‌بندی آن در رودخانه حله در استان بوشهر پرداخت و نواحی در معرض خطر سیل گرفتگی تعیین شد و مشخص شد به محض وقوع سیلاب با دوره بازگشت ۲ سال یا بیشتر، جریان در سیلاب دشتهای اطراف رودخانه طغیان می‌نماید (قاضی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵).
 - چند محقق رفتار هیدرولیکی رودخانه کنچانچم استان ایلام را در مقابل سیلاب‌های احتمالی برای کاهش خسارت وارده مورد مطالعه قرار دادند. آنها به منظور نمایش محدوده مورد مطالعه و استخراج اطلاعات مورد نیاز در تحلیل هیدرولیکی از نرم افزار HEC-RAS و یکی از نرم افزارهای الحاقی آن با عنوان HEC-GeoRAS استفاده کردند. نتایج نشان داد تلفیق مدل‌های هیدرولیکی نه تنها عملی است بلکه موجب تسهیل مدل‌سازی هیدرولیکی می شود. (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۷).
 - پژوهشگران ضمن معرفی کاربرد و توانایی های تلفیق مدل HEC-RAS، نرم افزار Arc View و الحاقیه آن با نام HEC-GeoRAS به پهنه بندی خطر سیل و ارزیابی خسارت وارد بر قسمت های مهمی از دشت سیلابی رودخانه بابلرود پرداختند همچنین با تهیه نقشه های مورد نیاز عمق سرعت سیل در ۷ دوره بازگشت محاسبه و خسارت وارده به شالیزارهای محل در هر دوره بازگشت محاسبه شود و منحنی های تراز خسارت آنها نیز ترسیم شد (غفاری و همکاران، ۱۳۹۰).

1.Liang et al, 2015

- تحقیقی در مورد شبیه‌سازی پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل HEC-RAS با مطالعه موردی رودخانه کارون حد فاصل بند قیر تا اهواز صورت گرفت که در آن هیدروگراف سیل خروجی در بالادست حوضه و زیرحوضه های موجود در مسیر مورد نظر با استفاده از روش‌های هیدروگراف واحد و شاخص سیلاب تعیین شدند و همچنین حداکثر رقوم تراز سطح آب در ۴۴ مقطع عرضی مشخص در طول حدود ۴۳ کیلومتر از مسیر رودخانه کارون به دست آمد سپس با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی (DEM) تولید شده از بستر و حریم رودخانه و حداکثر رقوم تراز سطح آب در مقاطع معین برای دوره بازگشت‌های ۵۰ و ۲۵ و ۲۰ و ۱۰ و ۵۰ و ۱۰۰ ساله با استفاده از قابلیت نرم افزار HEC-RAS پهنه خطر سیل برآورد شدند و محدوده و میزان اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی که در صورت وقوع سیلاب به مخاطره خواهند افتاد، برای سیلاب‌هایی با دوره بازگشت‌های مذکور مشخص شدند (قمی اوپلی و همکاران، ۱۳۹۲).
- اسماعیلی و شیخ الاسلامی با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS پهنه سیلاب و محدوده‌های خطر در حاشیه رودخانه چابک‌رود در استان گیلان برای سیلاب‌هایی با دور برگشت‌های مختلف تعیین کرده و مورد بررسی قرار دادند (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۴).
- پژوهشگران با استفاده از مدل HEC-RAS نرم افزار Arc GIS پهنه بندی سیلاب با دوره بازگشت های مختلف رودخانه کشف رود مشهد پرداختند نقشه‌های سطح و سرعت سیل در دوره بازگشت‌های مختلف را تهیه کردند (شکیب و حشمتیان، ۱۳۹۶).
- محققین با استفاده از مدل فیزیکی در نرم افزار HEC-RAS و با توجه به سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله به بررسی پهنه‌بندی سیلاب در حریم رودخانه تلنگ استان هرمزگان پرداختند و محل اراضی در خطر خسارت را تعیین کردند. (اژدری مقدم و حاج احمدی، ۱۳۹۵).
- تحقیقی در مورد بررسی پهنه‌بندی و خسارت ناشی از سیلاب توسط مدل هیدرولیکی HEC-RAS برای رودخانه شول- فهلیان در استان فارس با دوره برگشت‌های مختلف انجام گرفته است و با توجه به مقاطع به دست آمده مشخص شد که روستای گورک در این استان در خطر سیلاب برای دوره بازگشت های بیشتر از ۲۵ سال قرار دارد (عزیزان و اکبری، ۱۳۹۴).

- در پژوهشی پهنه‌بندی سیلاب رودخانه کوتر مهاباد، با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. دوره شاخص آبدهی از طریق برآورد ماهیانه و سالیانه آبدهی رودخانه کوتر در ایستگاه‌های هیدرومتری منطقه تعیین و سیلاب‌های حداکثر لحظه‌ای و روزانه با استفاده از توزیع‌های آماری بررسی گردیده است. با استفاده از مدل HEC-RAS، نرم افزار GIS و الحاقیه HEC-GeoRAS پهنه‌بندی سیل رودخانه کوتر در دوره بازگشت‌های ۲، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ساله انجام گرفته و نقشه‌های پهنه‌بندی سیل تهیه و ارایه گردیده است. نتایج این پژوهش را در مطالعات آسیب‌پذیری مناطق ساحلی رودخانه کوتر و ارزیابی ریسک آن میتوان مورد استفاده قرار داد. (قادری و قادری، ۱۳۹۶)

- تحقیقی بر روی منطقه حدود ۴۲ کیلومتر بخشی از رودخانه قره سو، ما بین گیلانده تا سد سبلان انجام شده است که هدف این تحقیق آشکارسازی وضعیت فرسایش کناری و تهیه نقشه خطر به صورت مناطق آسیب پذیر، بحرانی و بسیار بحرانی در محیط ARC GIS در سه بازه و در دوره های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای منطقه مورد مطالعه می‌باشد. بدین منظور مسیر رودخانه از روی تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ استخراج و سپس با همپوشانی لایه های مورد نظر از قبیل فرسایش، لیتولوژی، کاربری، جاده، بستر طغیانی و شیب، مناطق خطر شناسایی و نقشه آنها تهیه گردید. نتایج نشان می‌دهد مناطق خطر در ساحل چپ منطقه بسیار بحرانی تر از ساحل راست می‌باشد و ساحل راست در معرض آسیب پذیری بیشتری قرار دارد. (سامیان و همکاران، ۱۳۹۶)

- در تحقیق دیگری محققین به مقایسه دو نرم افزار HEC-RAS و MIKE 11 در رودخانه بشار شهرستان یاسوج پرداختند تا دقت این دو نرم‌افزار را در تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب ارزیابی کنند. در این راستا پس از تکمیل اطلاعات مورد نیاز جهت شبیه سازی هیدرودینامیک رودخانه نقشه‌های پهنه سیل گیر را با استفاده از نرم افزار GIS بدست آوردند. اختلاف بین نتایج بدست آمده از هر دو مدل شبیه سازی بسیار کم

بدست آمد و دریافتند که از هر دو مدل هیدرولیکی HEC-RAS و MIKE 11 جهت پهنه بندی سیلاب می توان استفاده کرد (قاضی زاده و همکاران، ۱۳۹۵).

- محققین با استفاده از ۲ نرم افزار HEC-RAS و MIKE11 بازه ای از رودخانه قره آغاج واقع در استان فارس را مورد مطالعه قراردادند با توجه به نتایج به دست آمده نرم افزار مشاهده شود نتایج نرم افزار-HEC RAS به عنوان یک نرم افزار رایگان نه تنها تفاوت قابل ملاحظه ای با نرم افزار MIKE11 ندارد، بلکه از لحاظ دقت، نتایج نزدیک به واقعیت تری ارائه می کند (درخشان و همکاران، ۱۳۹۵).

- در پژوهشی با عنوان بررسی مدیریت سیلاب های شهری تبریز و خسارات محتمل ناشی از دخل و تصرف در حریم رودخانه ها و آبراهه های شهر با گردآوری آمار و اطلاعات موجود بارندگی ها و سیلاب های شهر تبریز، به بررسی و مطالعه روند تغییرات در حریم رودخانه ها و آبراهه ها پرداخته و با ذکر مطالعات موردی، تغییر پارامترهای هیدرولیکی و ساختاری مسیر آنها مورد بررسی قرار گرفته است. با بررسی خطر سیل در مسیرهای مذکور و همچنین مدیریت بحران، الگویی بهینه به منظور بهسازی حریم رودخانه ها و تاسیسات حاشیه آن و پیشگیری از وارد آمدن خسارات تاسیساتی، جانی، مالی و اجتماعی به محیط شهری پیشنهاد شده و در نهایت مواجهه با سیلاب های مخرب، و مدیریت آن در هنگام وقوع، و همچنین توان جبران سریع خسارات وارده احتمالی، مورد بحث قرار گرفته است (زمانی و حصاری، ۱۳۸۹).

- در مطالعه ای با عنوان استفاده از سیل باستانی برای طراحی بهینه سازه ها و کاهش خسارتهای ناشی از سیل، خصوصیات سیل های گذشته در یک حوزه آبخیز، پس از انجام محاسبات آماری نسبتا پیچیده مخصوص سیل باستانی، روش هایی برای طراحی انواع سازه های آبی و آبخیزداری پیشنهاد نمودند. در حقیقت این روش ها باعث واقعی شدن منحنی سیل - دوره بازگشت و در نتیجه موجب ایمن سازی و صرفه جویی اقتصادی در طراحی و ساخت انواع ابنیه از جمله سد می گردد (معینی و همکاران، ۱۳۸۸).

- در پژوهشی در رابطه با کاهش خسارت سیل از طریق تعیین حریم بستر رودخانه مهران رود تبریز مشخص شد که ۴۸۳۲۴۲ متر مربع از انواع کاربری های شهر تبریز در حریم طغیانی مهران رود قرار گرفته که از این میزان بیش از ۲۳ درصد از مجموع را کاربری مسکونی به خود اختصاص داده است (آذر و همکاران، ۱۳۹۲).

- در مورد پهنه‌بندی سیلاب در شبکه رودخانه‌های استان گلستان با استفاده از نرم افزارهای HEC-RAS و GIS انجام شد مشخص شد افزایش مساحت مناطق شهری باعث افزایش میزان سیل‌خیزی می‌شود. همچنین میزان خسارت به ازاء مساحت مناطق سیل گیر با دوره برگشت‌های مختلف برآورد شده است به علاوه با استفاده از همپوشانی نقشه‌های کاربری اراضی نقشه‌های پهنه بندی سیل میزان تلفات جانی تعداد روستاهای آسیب دیده نیز برآورد شده است (حکم آبادی و همکاران، ۱۳۹۶)
 - در پژوهشی به پهنه بندی سیل رودخانه باراندوزچای با استفاده از مدل HEC-RAS و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداخته شده است. با استفاده از آمار آبدهی ماهیانه و سالیانه ایستگاه های هیدرومتری منطقه و مطالعه سیلابهای حداکثر لحظه ای و روزانه و بکارگیری توزیع های آماری خطر سیل باراندوزچای مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از مدل HEC-RAS ، HEC-GeoRAS و نرم افزار GIS پهنه بندی سیل رودخانه باراندوزچای در دوره های بازگشت ۲، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ساله تهیه گردیده است. نتایج این پژوهش را برای تعیین حدود گذرگاه سیل و اراضی سیل گیر حاشیه رودخانه باراندوزچای می توان بکار برد (قادری و حبیبی، ۱۳۹۶).
 - در پژوهشی به بررسی خطر وقوع سیل در دشت سیلابی رودخانه زرینه رود با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS پرداختند آنها از توان رودخانه به عنوان شاخصی جهت بررسی اثرات مورفولوژیکی بالقوه سیلاب‌ها استفاده کردند. به منظور پیش‌پردازش داده‌های فضایی و پس-پردازش نتایج حاصل از HEC-RAS از الحاقیه HEC-GeoRAS استفاده گردید. نشان دادند که سیلاب ها با دوره بازگشت های مختلف خطر چندانی برای سکونتگاه‌های شهری و روستایی ایجاد نمی‌کند ولی می‌توانند خسارت‌های زیادی به اراضی کشاورزی وارد کنند (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۵).
- برای تهیه نقشه پهنه‌بندی سیلاب و استفاده از نتایج آن برای تعیین خسارت و یا هرگونه اقدامات پیشگیرانه، مستلزم وجود داده‌های دقیق و کافی از پارامترهای مورد نیاز برای شبیه‌سازی جریان می‌باشد. روشن است که نوع، تعداد و اهمیت نسبی پارامترهای مورد نیاز از هر روشی به روش دیگر متفاوت است.

۲-۶- تعیین خسارت سیل

از چند دهه پیش، مطالعات و بررسی‌های زیادی در کشورهای پیشرفته و مستعد به جاری شدن سیلاب رودخانه‌ای و سیلاب‌های ناشی از طوفان‌های دریایی انجام گرفته است. به نحوی که توابع و معیارهایی برای گروه‌هایی از کاربری‌های اراضی به ویژه کاربری کشاورزی و مسکونی، به صورت استاندارد ملی، منطقه‌ای یا سازمانی و نهادی (مانند سازمان بیمه) به ویژه در کشور آمریکا که بیشترین تحقیقات را در این زمینه به خود اختصاص داده است، پذیرفته شده است. تابع عمق - خسارت از نسبت بین پارامترهای سیل و خسارت محتمل با استفاده از داده‌های تاریخی و پرسشنامه‌ها بدست می‌آید. این روش معروف در بسیاری از کشورهای دنیا پذیرفته شده است (قاضی زاده و همکاران، ۱۳۹۵).

- از تحقیقات انجام شده در مورد ارزیابی خسارت ناشی از سیل در حوزه‌های آبخیز قمصر و قهرود، برآورد شد که خسارتهای بخش کشاورزی ۳۵۴ میلیون ریال می‌باشد و ۲۴ باب ساختمان در حوزه قهرود تحت تاثیر سیل قرار می‌گیرد و در حوزه قمصر خسارت در بخش کشاورزی ۱۲۸۷۹ میلیون ریال است و ۳۶ باب ساختمان تحت تاثیر سیل قرار می‌گیرند (دلیران فیروز و همکاران، ۱۳۹۴).

- پژوهشی که در زمینه آسیب پذیری ناشی از سیلاب برای منطقه مورد مطالعه شهر تهران صورت گرفت مشخص شد که گسترش شهر تهران تا ارتفاع ۲۲۰۰ متری باعث تفاوت ساختاری در بافت فیزیکی این شهر و در نتیجه مستعد مخاطرات طبیعی از جمله سیلاب می‌باشد. همچنین نشان دادند که بیشترین آسیب پذیری در خارج شهر پیرامون مسیل‌ها می‌باشد، به دلیل اهمیت حجم رواناب در حوزه‌های بالادست مناطق شهری حجم رواناب با احتساب مساحت نواحی تعیین گردید. مشخص شد که آسیب پذیری در نواحی شمال غرب تهران حوزه‌های درکه تا کن در بالادست آن قرار دارند و مناطق شهری ۲ و ۵ بسیار زیاد خواهد بود (قهرودی تالی و همکاران، ۱۳۹۵).

- در مطالعه‌ای در مورد اثرات سد گلستان ۱ بر کاهش خسارت سیلاب انجام شد میزان خسارت وارده برای ۵ سناریو مختلف مورد مطالعه قرار گرفت که سناریوهای مورد مطالعه به صورت ۱- سناریوی اول: عدم احداث

سد ۲- سناریوی دوم: مخزن سد کاملاً پر است و خروجی تخلیه کننده سد باز است ۳- سناریوی سوم: مخزن سد پر است و خروجی تخلیه کننده سد بسته است ۴- سناریوی چهارم: مخزن سد نیمه پر است و خروجی تخلیه کننده سد باز است ۵- مخزن سد نیمه پر است و خروجی تخلیه کننده سد بسته است می باشد و میزان خسارت در اشل های مختلف و به کاربری های مختلف محاسبه شده است و نهایتاً میزان کاهش خسارت ناشی از احداث سد گلستان ۱ هنگام وقوع سیلاب مرداد ماه سال ۱۳۸۰ محاسبه شد. مشخص شد که سد گلستان توانسته است خسارت ناشی از سیلاب را تا حدود ۸۰ درصد نسبت به خسارت وارده در صورت عدم احداث سد کاهش دهد و از وقوع یک فاجعه بزرگ جلوگیری کند. سیل مرداد ماه ۱۳۸۰ بیش از ۴۱ میلیارد تومان خسارت وارد کرد. ۲۹۲ واحد مسکونی در اثر سیلاب خسارت دیدند، ۶۰۰ هکتار از اراضی شالیزار منطقه و ۱۰۰ هکتار از باغات در بخش کشاورزی آسیب دیدند و ۴۵۲ راس دام تلف شد (فخاری و همکاران، ۱۳۹۳).

- محققین با استفاده از توانایی های مدل HEC-RAS نرم افزار Arc View و الحاقیه آن-HEC GeoRAS به بررسی پهنه های سیل بر روی نقشه های مالکیت اراضی رودخانه ماشک نوشهر که با سیلاب متناوب روبرو می باشد پرداخته و سطح اراضی خسارت دیده را تعیین کردند نتایج نشان داد که در منطقه ی شهری به دلیل تنگ شدگی بستر رودخانه و تجاوز به حریم آن ظرفیت عبور سیلاب کاهش یافته و میزان خسارت بالا می باشد (نعمتی و فضل اولی، ۱۳۸۸).

- در مطالعه ای که در رابطه با میزان تلفات انسانی ناشی از سیلاب با استفاده از مدل منطقه ای برای شهرستان تهران انجام شده است، با در نظر گرفتن متغیرهای هیدرولیکی مانند عمق سرعت و همچنین جمعیت و مدت زمان مورد نیاز برای تخلیه مردم منطقه و با استفاده از مدل دو بعدی HEC-RAS میزان تلفات انسانی را در شهرستان تهران و همچنین روستاهای بالادست و پایین دست برآورد کردند. مشخص شد که از بین پارامترهای مورد مطالعه عمق سیلاب و زمان مورد نیاز برای تخلیه افراد بیشترین تاثیر را بر روی میزان تلفات انسانی ناشی از سیلاب خواهند داشت (کرباسی و همکاران، ۲۰۱۸).

- در مطالعه ای که بر روی خسارات ساختمانی و برخی محصولات کشاورزی انجام شد ابتدا توسط یک مدل

هیدرولیکی عمق آب را در نقاط مختلف حوزه برآورد کردند و سپس با ترکیب توابع عمق - خسارت و نقشه عمق سیل، خسارت را محاسبه نمودند که یکی از ارزشمندترین کارهای انجام شده در زمینه برآورد خسارت کشاورزی و خسارات ساختمانی است (دیوتا^۱ و همکاران، ۲۰۰۳).

- پژوهشی در رابطه با برآورد خسارت ساختمان‌های مسکونی، ناشی از سیلاب در کشور آلمان صورت گرفت است که در آن محققین از آمار خسارات ساختمانی ثبت شده طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ برای راستی‌آزمایی توابع خسارت استفاده نموده‌اند. به این نتیجه رسیدند که هیچ یک از پارامترهای سیلاب به تنهایی، صلاحیت مناسبی را برای برآورد میزان خسارت ساختمانی ندارند. نهایتاً مدل FLEMaps+r را برای برآورد خسارت ساختمانی ناشی از سیل معرفی نموده و ادعا نموده‌اند که این مدل به دلیل استفاده از چندین پارامتر سیلاب، برآورد دقیق‌تری از خسارات ساختمانی ارائه می‌کند (المیر^۲، ۲۰۱۰).

- در مطالعه‌ای در رابطه با برآورد خسارت ناشی از سیلاب رودخانه مولد در منطقه زاکس در کشور آلمان، محققین با استفاده از آمار ثبت شده در مورد سیلاب‌های گذشته و با استفاده از ۴ نرم‌افزار مدل‌سازی اقدام به شبیه‌سازی سیلاب نموده و میزان خسارات وارده را برآورد کردند. دریافتند که برآورد دقیق میزان خسارت ساختمانی نیاز به انجام مطالعات بسیار بیشتری دارد (وانش^۳، ۲۰۱۰).

1. Dutta et al , 2003

2. Elmer et al , 2010

3. Wunsch et al , 2010

- محققین اتریشی نیز به مطالعه‌ای در مورد بررسی دقت توابع خسارت پرداختند. آنها پس از شبیه‌سازی، از توابع خسارت منتشر شده توسط اتحادیه اروپا برای برآورد میزان خسارت سیلاب استفاده نمودند، نهایتاً با استفاده از میزان خسارات واقعی وارد شده در سیلاب سال ۲۰۰۵ که در منطقه لخولی در کشور اتریش رخ داده است، به بررسی و تجزیه و تحلیل میزان برآورد خسارت اقدام نمودند. مشخص شد برآورد خسارت ناشی از شبیه‌سازی و توابع خسارت اندکی بیشتر از میزان واقعی خسارت‌های وارد شده به بخش‌های مختلف می‌باشد. برای مثال، میزان برآورد خسارت ناشی از سیلاب شبیه‌سازی ۳۰۰ ساله ۱۸ درصد بیشتر از میزان واقعی خسارت وارد آمده در اثر سیلاب واقعی خواهد بود (گمرر^۱، ۲۰۱۳).
- پژوهشی در رابطه با بررسی برآورد خسارت سیلاب در چین صورت پذیرفته است. در این تحقیق به شبیه‌سازی سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف پرداخته شده است و با استفاده از توابع عمق - خسارت میزان خسارت وارده در هر دوره بازگشت تخمین زده شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میزان خسارت‌های وارده به تمامی بخش‌ها، به خاطر تراکم جمعیتی بسیار بالا و فرم ساختمان‌ها و قرارگیری ساختمان‌ها در حریم سیلابی رودخانه‌ها، در اکثر مناطق کشور چین زیاد خواهد بود. میزان خسارت وارد شده به مناطق شرقی این کشور به مراتب شدیدتر از مناطق غربی چین خواهد بود (لی^۱ و همکاران، ۲۰۱۲).
- همانگونه که مطالعات قبلی نشان می‌دهد، مطالعات زیادی در جهت برآورد خسارت ساختمانی در جهان صورت گرفته است، اما در ایران میزان تحقیقات در این زمینه بسیار اندک می‌باشد و ترکیب توابع خسارت و پهنه سیل‌گیر در اغلب تحقیقات مغفول مانده است. در این تحقیق سعی بر این است که نقشه خسارت برای مناطق مسکونی در منطقه مورد مطالعه (شهرستان شیروان)، با استفاده از نرم‌افزارهای HEC-RAS ، GIS، افزونه HEC-GeoRAS و توابع عمق - خسارت تعیین گردد.

1. Gammerer et al ,2013

2.Li et al , 2012

فصل سوّم: مواد و روش ها

۳-۱- مقدمه

سیل در مقایسه با زمین لرزه قابل پیش‌بینی‌تر و قابل پیشگیری است و می‌توان با مطالعه‌ی حوزه‌های آبخیز دوره‌های طغیان سیل و خسارت‌های ناشی از آن را تعیین کرد. در این بخش ابتدا به بررسی منطقه مطالعاتی، سپس به معرفی نرم‌افزارهای مورد استفاده برای شبیه‌سازی سیلاب پرداخته می‌شود. در نهایت تابع مورد استفاده در این تحقیق برای برآورد خسارت ساختمانی معرفی خواهد گردید.

۳-۲- منطقه مورد مطالعه

استان خراسان شمالی در شمال شرق کشور واقع شده است این منطقه محل تلاقی ۴ حوضه آبریز اترک، قره قوم، خزر و کویر مرکزی می باشد (امام‌قلی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹). این استان دارای رودخانه‌های بی‌شماری است که قلمرو آن‌ها به شکل‌های گوناگون مورد تجاوز قرار گرفته است و تغییرات فیزیکی قابل توجهی را در مسیر این رودخانه‌ها در بر داشته است این امر علاوه بر تخریب سیستم رودخانه موجب در معرض خطر قرار گرفتن تاسیسات و سازه‌های احداث شده در اثر وقوع سیل نیز خواهد شد.

۳-۲-۱- اترک

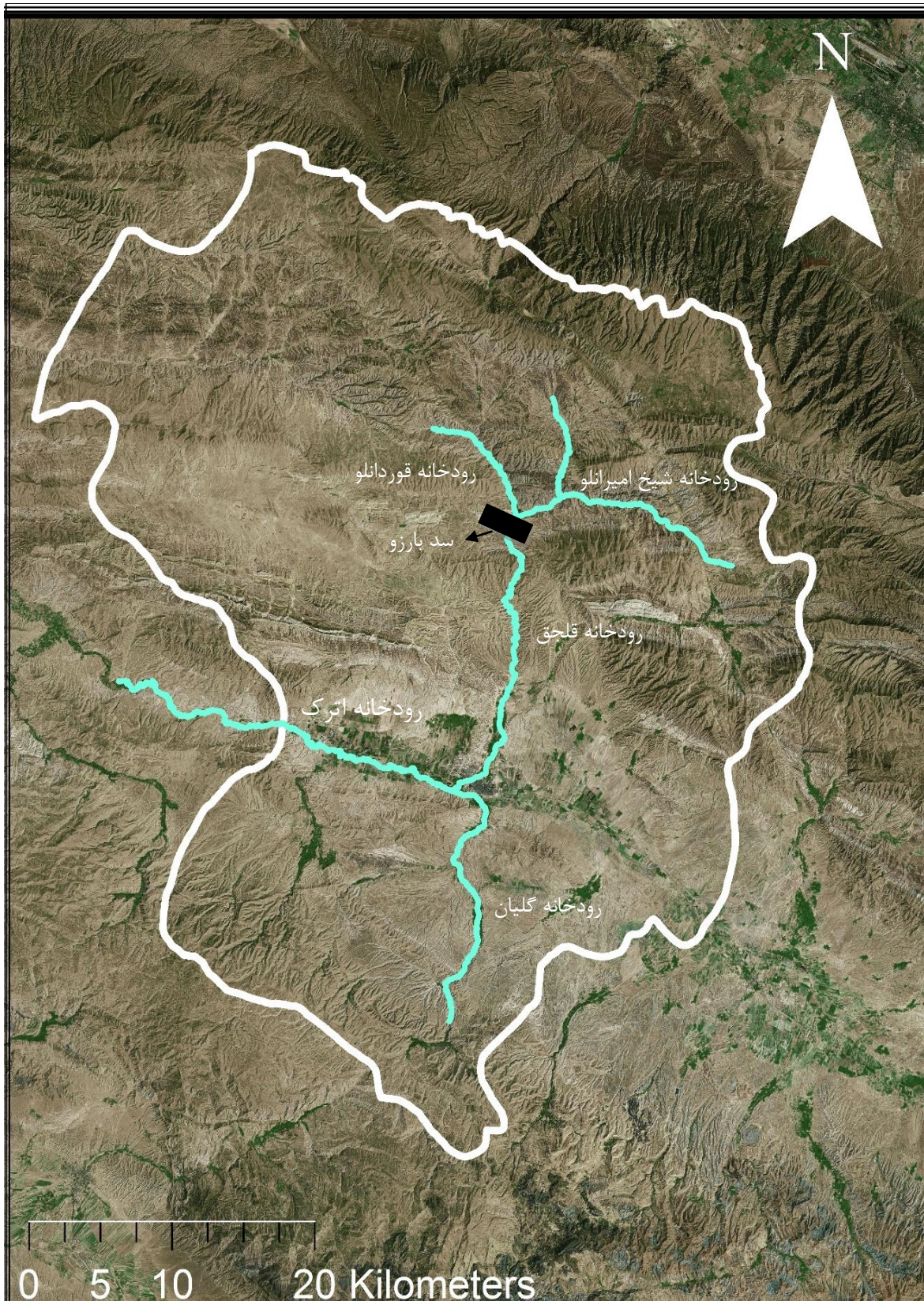
اترک رودی خروشان و سیل‌گیر است که از کوه‌های هزار مسجد روستای یدک در خراسان رضوی شهرستان قوچان سرچشمه گرفته و در طول مسیر پس از گذر از دشت‌های قوچان، شیروان و بجنورد در ناحیه چات (مرز ایران و ترکمنستان) جاری می‌شود، پس از آن وارد خاک جمهوری ترکمنستان شده و به دریای خزر می‌ریزد. این مطالعه روی برخی از رودخانه‌های شهرستان شیروان انجام می‌گیرد. شهرستان شیروان در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۹۳ دقیقه با ارتفاع ۱۰۹۷ متری از سطح دریا و مساحت ۳۷۸۹ کیلومتر مربع قرار گرفته است. شهرستان شیروان با ۱۵۷ هزار نفر جمعیت به عنوان دومین شهرستان پر جمعیت خراسان شمالی در ۶۰ کیلومتری شرق بجنورد قرار دارد. این شهرستان دارای شش رودخانه است: رود اترک، رودخانه قلجق، رودخانه زوارم، رودخانه گلیان، رودخانه هنامه، رودخانه چایلق (وزارت کشور، ۱۳۸۹). این مطالعه بر روی سرشاخه‌های رودخانه اترک که از شهرستان

شیروان سرچشمه می‌گیرند انجام گردیده است. سه ایستگاه هیدرومتری بر روی این رودخانه‌ها قرار دارد که در روستاهایی به نام‌های قوردانلو، کورکانلو و قره‌خان‌بندی احداث شده‌اند که هر کدام از ایستگاه‌ها دارای ۱۸ سال آمار متوسط دبی روزانه بر حسب متر مکعب بر ثانیه می‌باشند که این آمار از اداره آب منطقه ای استان خراسان شمالی دریافت گردیده است.

در حال حاضر در استان خراسان شمالی تعداد ۵ سد تحت بهره برداری وجود دارند سدهای شیرین دره، بارزوی شیروان و بیدواز اسفراین جزو سدهای بزرگ طبقه بندی می‌شوند و دو سد چری فاروج و گلیل شیروان هم جزو سدهای متوسط یا کوچک به حساب می‌آیند. آغاز مطالعات سد بارزوی شیروان مربوط به سال ۱۳۳۱ خورشیدی می‌باشد و اما عملیات اجرایی آن در سال ۱۳۷۲ شروع شد و پس از نیم قرن انتظار مردم این خطه، بالاخره در سال ۱۳۸۱ به بهره برداری رسید. سد بارزو در فاصله حدود ۴۰ کیلومتری شمال شهر شیروان (نزدیکی روستای برزو) و در یک تنگه واقع بر شاخه‌ای از رودخانه اترک علیا (رودخانه شیخ امیرانلو - قلجق) به صورت یک سد بتنی دوقوسی احداث شده و کل حجم مخزن این سد معادل ۹۲ میلیون متر مکعب می‌باشد. مهم ترین اهداف احداث این سد، رفع مشکل کم آبی در بخش کشاورزی تامین آب شرب، بهداشت و صنعت و کنترل و مهار سیلاب‌ها عنوان شده است. سد شیروان نیز از آغاز بهره برداری تا کنون فوایدی را برای این منطقه به دنبال داشته و من جمله توانسته است، سیلاب‌های مخرب رودخانه قلجق را که هر ساله زبان‌های فراوانی به بخش کشاورزی و ابنیه پایین دست وارد می‌کرد کنترل نماید، آب مورد نیاز بخش‌های صنعت، شرب و بهداشت شهر شیروان و تعدادی از روستاهای پایین دست و همچنین روستاهای منطقه تکمران (خارج از حوزه آبخیز سد) را تامین کند و تا حدی تأثیرات مثبتی بر آب و هوای منطقه و جذب برخی از پرندگان و حیات وحش داشته و در زمینه تفریحی و گردشگری مفید واقع شده است و در بخش کشاورزی نیز تا حدی آب مورد نیاز مزارع و باغات روستاهای زیارت و منصوران و برخی روستاهای دیگر را مدیریت و تأمین کرده است. شکل (۳-۱) و (۳-۲) موقعیت جغرافیایی شهرستان شیروان و رودخانه‌های مورد مطالعه را به نمایش می‌گذارد.



شکل (۳-۱): موقعیت جغرفیایی استان خراسان شمالی و شهرستان شیروان



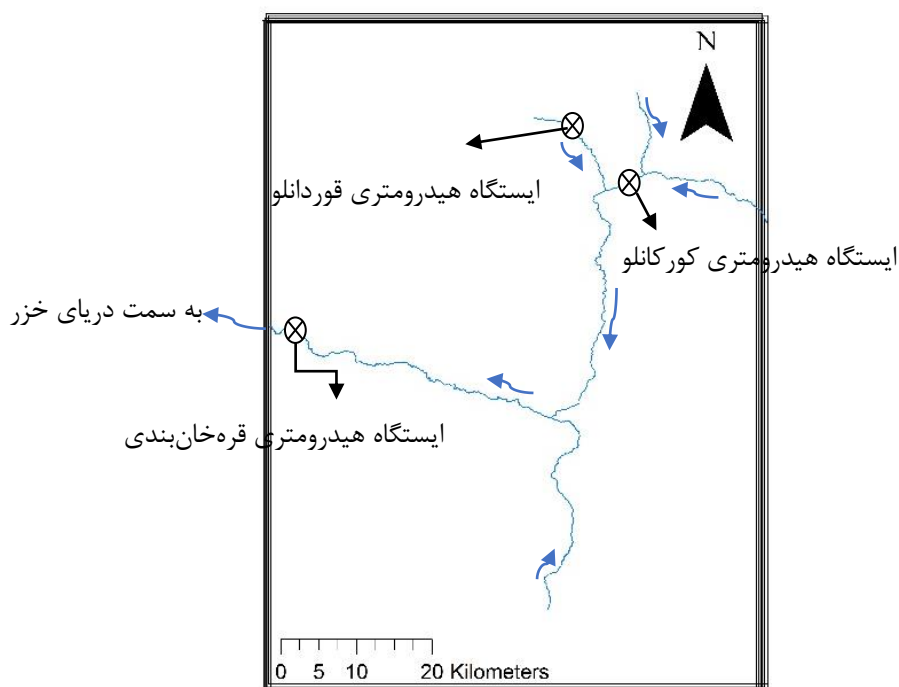
شکل (۳-۲): مسیر رودخانه‌ها و محدوده مطالعاتی روی نقشه Google Earth

۳-۲-۲- ایستگاه‌های هیدرومتری

در محدوده مورد مطالعه تعداد ۳ ایستگاه هیدرومتری وجود دارد. آمار این ایستگاه‌ها از اداره آب منطقه- ای استان خراسان شمالی دریافت گردیده است. مشخصات ایستگاه‌های موجود در شهرستان شیروان و خلاصه‌ای از آمار ایستگاه‌ها در چند جدول ارائه می‌گردد

. جدول (۳-۱): مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری

نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی UTM		میانگین آمار دبی (متر مکعب بر ثانیه)	حداکثر آمار دبی (متر مکعب بر ثانیه)
	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی		
قوردانلو	۴۱۶۵۶۲۹	۵۸۵۱۶۷	۰/۳۴۲۲۷	۱۱۵/۴۸
کورکانلو	۴۱۶۵۰۸۷	۵۸۹۹۱۴	۰/۴۸۵	۶۶/۱۵
قره‌خانبندی	۴۱۴۸۵۰۳	۵۴۸۷۱۷	۰/۳۵	۹۱/۳



شکل (۳-۳): مسیر رودخانه‌ها و ایستگاه‌های هیدرومتری

جدول (۳-۲): آمار حداکثر دبی سالانه در ایستگاه کورکانلو و قوردانلو

ردیف	سال	دبی قوردانلو (m ³ /s)	دبی کورکانلو (m ³ /s)
۱	۱۳۷۵	۱۰/۸	۶۶/۱۵
۲	۱۳۷۶	۱۱۵/۴۸	۲۴/۷
۳	۱۳۷۷	۲/۱۷	۲/۶
۴	۱۳۷۸	۴/۷۱	۴/۴۸
۵	۱۳۷۹	۳/۰۵	۱۵/۹۵
۶	۱۳۸۰	۵۴/۴۹	۱۳/۸
۷	۱۳۸۱	۲۰/۴	۸/۱۱
۸	۱۳۸۲	۲/۸	۱۷/۴
۹	۱۳۸۳	۸/۶۹	۲/۸۹
۱۰	۱۳۸۴	۳/۲	۱۲/۲
۱۱	۱۳۸۵	۲۶/۶	۲۹/۸
۱۲	۱۳۸۶	۱۸/۳	۳/۶۷
۱۳	۱۳۸۷	۱۳/۱	۱۳/۱
۱۴	۱۳۸۸	۱۱/۱	۱۷/۸
۱۵	۱۳۸۹	۱۱/۲	۹/۷
۱۶	۱۳۹۰	۲/۵۷	۲۲/۹
۱۷	۱۳۹۱	۷/۲۶	۱/۱۱
۱۸	۱۳۹۲	۷/۴۳	۱۳/۴

جدول (۳-۳): خلاصه‌ای از آمار دبی سالانه در ایستگاه قره‌خان‌بندی

ردیف	سال	حداکثر دبی (m ³ /s)
۱	۱۳۷۰	۴۳/۰۳
۲	۱۳۷۱	۶۴/۵۳
۳	۱۳۷۲	۳۲/۶۷
۴	۱۳۷۳	۱۵/۴۸
۵	۱۳۷۴	۵۹/۸
۶	۱۳۷۵	۳۲/۰۷
۷	۱۳۷۶	۸۰/۷۷
۸	۱۳۷۷	۱۷/۴۵
۹	۱۳۷۸	۱۹/۶۹
۱۰	۱۳۷۹	۱/۴۳
۱۱	۱۳۸۰	۴۴/۴۴
۱۲	۱۳۸۱	۳۶/۳
۱۳	۱۳۸۲	۶/۶۹
۱۴	۱۳۸۳	۱۷/۹
۱۵	۱۳۸۴	۴/۸۶
۱۶	۱۳۸۵	۴۹/۳
۱۷	۱۳۸۶	۹۱/۳
۱۸	۱۳۸۷	۴۵/۳
۱۹	۱۳۸۸	۱۷/۶
۲۰	۱۳۸۹	۱۷/۴
۲۱	۱۳۹۰	۱۹/۴
۲۲	۱۳۹۱	۱۱/۸
۲۳	۱۳۹۲	۴۶/۳

۳-۳- اطلاعات توپوگرافی

به منظور بازخوانی اطلاعات از خطوط ارتفاعی برای برداشت ارتفاع مقاطع عرضی رودخانه‌ها از نقشه DEM (نقشه مدل رقومی ارتفاعی) دریافت شده از سایت سازمان نقشه برداری ارتش آمریکا¹ (USGS) استفاده گردیده است.

۳-۴- کاربری اراضی

کاربری های اصلی اراضی در منطقه مورد مطالعه، عمدتاً اراضی مرتعی، زراعی، باغی (پشته میمی و درختی) می باشند. بدیهی است که هر یک از این کاربری‌ها تاثیر متفاوتی در ایجاد میزان و نوع خسارت داشته باشد و نحوه استفاده از اراضی یکی از فاکتورهای مهم در ارزیابی میزان خسارات ناشی از سیلاب به بخش‌های مختلف می‌باشد. ضریب زبری هیدرولیکی رودخانه‌ها، یکی از عوامل مورد نیاز برای مطالعات مهندسی رودخانه می باشد. تعیین دقیق این عامل برای تعیین عواملی نظیر عمق و سرعت جریان ضروری می باشد. با وجود این که در برخی کتب هیدرولیک و مهندسی رودخانه مباحثی در خصوص ضریب زبری رودخانه‌ها ارائه شده است، برآورد دقیق ضریب زبری هیدرولیکی علاوه بر ارزش فنی، اهمیت حقوقی نیز پیدا می‌نماید. با توجه به مطالب فوق، امور آب وزارت نیرو در قالب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور، تهیه ضابطه را با هماهنگی امور نظام فنی و اجرایی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، با عنوان راهنمای تعیین ضریب زبری هیدرولیکی رودخانه‌ها، در دستور کار قرار داد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی و اجرایی کشور به این سازمان ارسال نمود (وزارت نیرو ۱۳۹۴). همچنین اداره امور آب سورن - ترنت^۲ در انگلستان در مطالعه میدانی اندازه‌گیری دقیق ضریب زبری را بر روی رودخانه‌های ناحیه سورن - ترنت انجام داد و به همراه تصویر، پلان و مقاطع بازه مورد مطالعه را ارائه نمود. این تصاویر را می توان با مقاطع رودخانه های مورد نظر تطبیق داده و از مقادیر ضریب مانینگ ارائه شده در توضیح تصویر استفاده نمود.

1. The United States Geological Survey

2. Severn – Trent Water Authority

چاو نیز بر اساس تجربیات و تحقیقات میدانی خود و سایر پژوهشگران جدول ۳-۴ را برای تعیین ضریب زبری - کانالها و رودخانهها ارائه نمود. این جدول آبراههها را به گروهها و زیر گروه زیر طبقه بندی نموده و ضریب مانینگ را برای شرایط مختلف هر گروه و زیر گروه ارائه می‌دهد. جدول (۳-۴) ضرایب مانینگ بر اساس تجربیات و تحقیقات میدانی چاو را ارائه می‌کند.

جدول (۳-۴): ضرایب مانینگ بر اساس تجربیات و تحقیقات میدانی چاو

ضریب مانینگ			نوع مصالح به کار رفته در کانال
بیشینه	متوسط	حداقل	
			الف- کانالها با آبراهه‌های پوشش دار شده
			الف - ۱- فلزی
			الف - ۱-۱- فولادی با سطح صاف
۰/۰۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۱	بدون پوشش رنگ
۰/۰۱۷	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	با پوشش رنگ
۰/۰۳۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲۱	الف - ۲-۱- فولادی موج
			الف - ۲- غیر فلزی
			الف - ۲-۱- سیمانی
۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱۰	با سطح صاف و تمیز
۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	با ملات معمولی یا زبر
			الف - ۲-۲- چوبی
۰/۰۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰	سطح تراز و صاف بدون عمل آوری
۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۱	سطح تراز و اشباع با روغن یا قیر
۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	ناصاف
۰/۰۱۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	از الوار
۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۱۰	با پوشش الیاف مخصوص پوشش بام
			الف - ۳-۲- بتنی
۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	ماله کشی شده
۰/۰۱۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	ماله کشی شده ناصاف تر از حالت قبل
۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۵	ماله کشی شده با شن در کف بستر
۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	ماله کشی نشده، زبر
			الف - ۴-۲- گانیت (پاشیدن سیمان و ماسه)

ادامه جدول (۳-۴): ضرایب مانینگ بر اساس تجربیات و تحقیقات میدانی

ضریب مانینگ			نوع مصالح به کار رفته در کانال
بیشینه	متوسط	حداقل	
۰/۰۳۳	۰/۰۱۹	۰/۰۱۶	در مقطع مناسب
۰/۰۲۵	۰/۰۲۲	۰/۰۱۸	در مقطع موجی
			الف - ۲-۵- بتن سنگ بریده شده
---	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	بریده شده در وضعیت خوب
---	۰/۰۲۷	۰/۰۲۲	در یک بستر نامنظم با بریدگی نامنظم
			الف - ۲-۶- بتنی
۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۵	ماله‌کشی در کف و دیواره‌ها و سنگ‌های صاف در داخل بتن
۰/۰۲۴	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	ماله‌کشی در کف و دیواره‌ها و سنگ‌های نامنظم در بتن
۰/۰۲۴	۰/۰۲۰	۰/۰۱۶	ماله‌کشی در کف و دیواره با پوشش سیمانی با ملات سنگ‌ریزه‌ای
۰/۰۳۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲۰	ماله‌کشی در کف و دیواره‌ها همراه با پوشش سیمانی
۰/۰۳۵	۰/۰۳۰	۰/۰۲۰	ماله‌کشی در روی سنگ چین یا سنگ‌های خشک
			الف - ۲-۷- بستر شنی یا کناره‌های:
۰/۰۲۵	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	بتنی قالب‌بندی شده
۰/۰۲۶	۰/۰۲۳	۰/۰۲۰	سنگ‌های نامنظم از بتن
۰/۰۳۶	۰/۰۳۳	۰/۰۲۳	سنگ‌چین
۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	الف - ۲-۸- آجری پرداخت شده
۰/۰۱۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	با ملات سیمان
			الف - ۲-۹- مصالح ساختمانی
۰/۰۳۰	۰/۰۲۵	۰/۰۱۷	از قبیل قلوه سنگ با سیمان
۰/۰۳۵	۰/۰۳۲	۰/۰۲۳	سنگ چینی با قلوه سنگ
۰/۰۱۷	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	سنگ تراشیده شده
			الف - ۲-۱۰- آسفالت
---	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	صاف
---	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	ناصاف
۰/۵۰۰	---	۰/۰۳۰	الف - ۲-۱۱- پوشش گیاهی
			ب- خاکبرداری، سنگ‌برداری و لایروبی شده
			ب- ۱- خاکی
۰/۰۲۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶	مستقیم و یکنواخت، تمیز و نو
۰/۰۲۵	۰/۰۲۲	۰/۰۱۸	مستقیم و یکنواخت، تمیز و قدیمی
۰/۰۳۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲۲	مستقیم و یکنواخت، شنی، تمیز و یا سطح مقطع ثابت
۰/۰۳۳	۰/۰۲۷	۰/۰۲۲	مستقیم و یکنواخت، با گیاه کوتاه، علفی و کمی علف هرز
۰/۰۳۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲۳	پلکانی یا پیچ‌پیچ بدون گیاه
۰/۰۳۳	۰/۰۳۰	۰/۰۲۵	پلکانی یا پیچ‌پیچ، با پوشش علف و کمی علف هرز
۰/۰۴۰	۰/۰۳۵	۰/۰۳۰	پلکانی یا پیچ‌پیچ، با علف متراکم آبی در عمق
۰/۰۳۵	۰/۰۳۰	۰/۰۲۸	پلکانی یا پیچ‌پیچ، با کف خاکی و دیواره‌های قلوه سنگی
۰/۰۴۰	۰/۰۳۵	۰/۰۲۵	پلکانی یا پیچ‌پیچ، با کف سنگی و ساحل با علف و گیاه

ادامه جدول (۳-۴): ضرایب مانینگ بر اساس تجربیات و تحقیقات میدانی

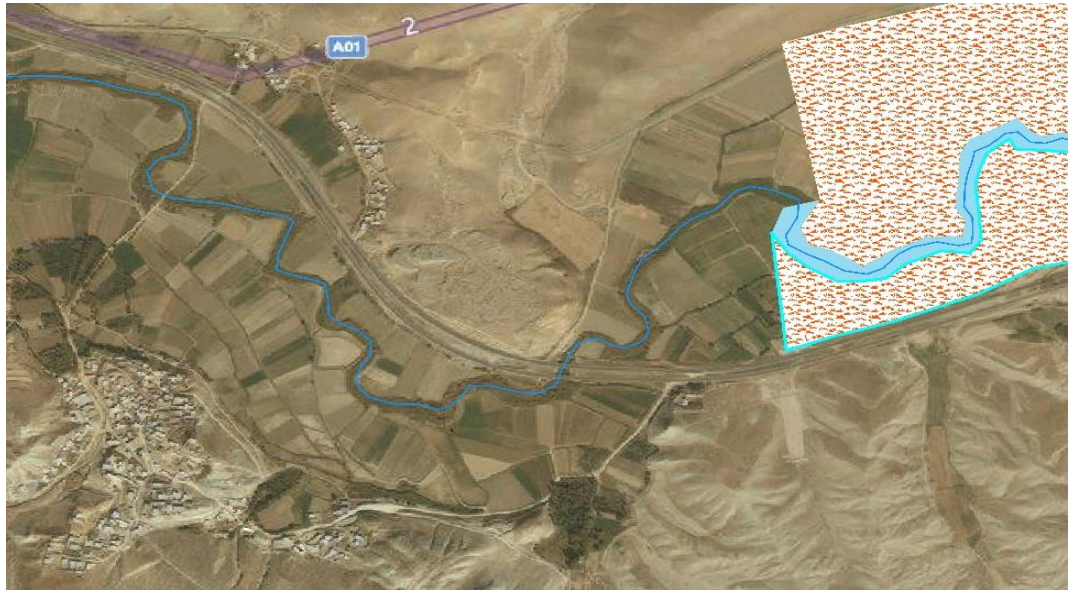
ضریب مانینگ			نوع مصالح به کار رفته در کانال
بیشینه	متوسط	حداقل	
۰/۰۵۰	۰/۰۴۰	۰/۰۳۰	پلکانی یا پیچاپیچ، با قلوه سنگ در کف و دیواره‌های تمیز
۰/۰۳۳	۰/۰۲۸	۰/۰۲۵	لایروبی شده بدون گیاه
۰/۰۶۰	۰/۰۵۰	۰/۰۳۵	لایروبی شده، ولی با درختچه تنگ در دیواره‌ها
			ب-۲- سنگبری
۰/۰۴۰	۰/۰۳۵	۰/۰۲۵	صاف و یکنواخت
۰/۰۵۰	۰/۰۴۰	۰/۰۳۵	ناصاف و نامنظم
			ب-۳- مجاری نگهداری نشده با رویش علف هرز و درختچه
۰/۱۲۰	۰/۰۸۰	۰/۰۵۰	با علف هرز متراکم با ارتفاع معادل عمق جریان
۰/۰۸۰	۰/۰۵۰	۰/۰۴۰	با کف تمیز و بوته در کناره‌ها
۰/۱۱۰	۰/۰۷۰	۰/۰۴۵	مثل قبلی و با عمق آب زیاد
۰/۱۴۰	۰/۱۰۰	۰/۰۸۰	با عمق آب زیاد و بوته متراکم
			ج- آبراهه‌های طبیعی
			ج-۱- آبراهه اصلی رودخانه‌های کوچک (عرض بالایی آبراهه در تراز حداکثر ۳۳ متر)
			ج-۱-۱- آبراهه‌ها در دشت
۰/۰۳۳	۰/۰۳۰	۰/۰۲۵	تمیز، صاف، مستقیم با جریان پر بدون تنداب و استخر
۰/۰۴۰	۰/۰۳۵	۰/۰۳۰	شبهه بالایی با سنگ و گیاه بیش‌تر
۰/۰۴۵	۰/۰۴۰	۰/۰۳۳	تمیز، لایروبی شده با چاله در مسیر
۰/۰۵۰	۰/۰۴۵	۰/۰۳۵	شبهه بالایی، اما با مقداری علف و سنگ در مسیر
۰/۰۵۵	۰/۰۴۸	۰/۰۴۰	شبهه بالایی اما با سطح آب کم و با شیب کم و سطح جریان مرده
۰/۰۶۰	۰/۰۵۰	۰/۰۴۵	صاف و تمیز با چاله و مقداری سنگ
۰/۰۸۰	۰/۰۷۰	۰/۰۵۰	مسیر پلکانی با علف هرز و چاله‌های عمیق
۰/۱۵۰	۰/۱۰۰	۰/۰۷۵	مسیر با علف هرز متراکم - چاله عمیق با درختان ایستاده متراکم
			ج-۱-۲- آبراهه‌های کوهستانی بدون گیاه، معمولا عمیق با دیوارهای تند، درخت و درختچه در ساحل و مستغرق در صورت رخداد سیلاب
۰/۰۵۰	۰/۰۴۰	۰/۰۳۰	بستر، قلوه سنگ، سنگ ریزه و تخته سنگ
۰/۰۷۰	۰/۰۵۰	۰/۰۴۰	بستر، قلوه سنگ یا تخته سنگ‌های درشت
			ج-۲- سیلاب‌دشت‌ها
			ج-۲-۱- مراتع
۰/۰۳۵	۰/۰۳۰	۰/۰۲۵	بدون درختچه با علف کوتاه
۰/۰۵۰	۰/۰۳۵	۰/۰۳۰	بدون درختچه با علف بلند
۰/۰۴۰	۰/۰۳۰	۰/۰۲۰	بدون گیاه
۰/۰۴۵	۰/۰۳۵	۰/۰۲۵	با گیاه نواری آماده برداشت
۰/۰۵۰	۰/۰۴۰	۰/۰۳۰	با گیاه آماده برداشت در مزرعه
			د-۲-۳- بوته زارها
۰/۰۷۰	۰/۰۵۰	۰/۰۳۵	پراکنده و تنک با علف هرز زیاد
۰/۰۶۰	۰/۰۵۰	۰/۰۳۵	پراکنده و تنک، با درختکاری در زمستان
۰/۰۸۰	۰/۰۶۰	۰/۰۴۰	پراکنده و تنک، با درختکاری در تابستان
۰/۱۱۰	۰/۰۷۰	۰/۰۴۵	نسبتا متراکم، در زمستان
۰/۱۶۰	۰/۱۰۰	۰/۰۷۰	نسبتا متراکم، در تابستان
			د-۲-۴- درختان

ادامه جدول (۳-۴): ضرایب مانینگ بر اساس تجربیات و تحقیقات میدانی

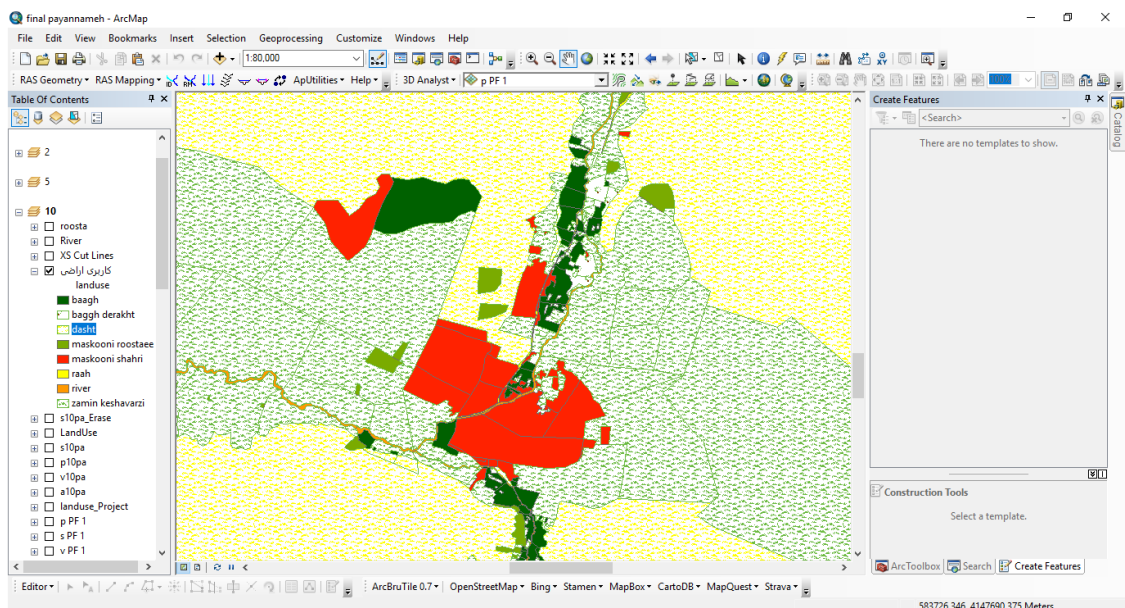
ضریب مانینگ			نوع مصالح به کار رفته در کانال
بیشینه	متوسط	حداقل	
۰/۲۰۰	۰/۱۵۰	۰/۱۱۰	منظم، متراکم
۰/۰۵۰	۰/۰۴۰	۰/۰۳۰	با سطح باز، تنک بدون شاخه‌های نورس
۰/۰۸۰	۰/۰۶۰	۰/۰۵۰	شبهه بالایی با شاخه‌های نورس زیاد
۰/۱۲۰	۰/۱۰۰	۰/۰۸۰	درختان ایستاده یا بعضی افتاده بدون پوشش زیر، سطح آب زیر درختان
۰/۱۶۰	۰/۱۲۰	۰/۱۰۰	شبهه بالایی با حالتی که سطح آب به شاخه‌ها برسد
			د-۳- رودخانه بزرگ و مهم - عرض بالایی در تراز حداکثر سطح آزاد از ۳۳ متر بیش‌تر، در این حالت مقدار n از مقدار آن در نهرهای فرعی با همان وضعیت کم‌تر است
۰/۰۶۰	_____	۰/۰۲۵	د-۳-۱- سطح مقطع منظم بدون تخته سنگ یا گیاه
۰/۱۰۰	_____	۰/۰۳۵	د-۳-۲- سطح مقطع نامنظم و کاملاً خشن و زبر

ضریب زبری بستر در دبی، سرعت تنش برشی مرزی و بسیاری از دیگر پارامترهای مرزی نقش موثری دارد. بنابراین شناخت دقیق این پارامتر ضروری است. روش‌های مختلفی برای تخمین این ضریب توسط محققین مختلف ارائه شده است که عمدتاً برای شرایط خاص هر رودخانه کاربرد دارد. شناخت رفتاری رودخانه و انجام فعالیت‌های سازگار با طبیعت آن و اقدامات مهندسی مناسب همواره دغدغه مهندسین درگیر در این رشته بوده و به ابزاری مناسب برای شبیه‌سازی پدیده مورد نظر در رودخانه نیازمند بوده‌اند. مهندسی رودخانه از جمله علوم انتزاعی است و نمی‌توان پدیده‌های آن را مانند علوم ریاضی و فیزیک اثبات و فرموله کرد. به عبارت دیگر عوامل مشخص هر رودخانه به تنهایی باید در زمان‌های خاص، در بستر خاص و از زوایای خاصی مورد مطالعه قرار گیرد تا قواعد رفتاری و قانونمندی همان رودخانه استخراج شود. تهیه و تدوین قواعد رفتاری و قانونمندی‌های هر رودخانه تبدیل به علم همان رفتار خاص برای رودخانه مورد نظر می‌شود نه برای همه رودخانه‌ها. بنابراین باید با استفاده از اصول مهندسی رودخانه و بررسی سوابق سیلابهای آن در راستای جلوگیری از فرسایش و تخریب بستر و کناره رودخانه‌ها و زیانها و آسیب‌های وارده به اراضی دشتهای سیلابی و مناطق مسکونی اقدام مدیریتی صورت گیرد. در بخشی از این مطالعه میزان حساسیت پارامترهای اصلی جریان نسبت به تغییرات ضریب زبری مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در این تحقیق توسط چندین نرم افزار ترسیم و ماهواره‌ای مانند Google Earth، Global Mapper و افزونه ArcBruTile تهیه شده است که در بخش نرم-افزارهای مورد استفاده به معرفی آنها خواهیم پرداخت. دو شکل (۳-۴) و (۳-۵) مراحل ترسیم نقشه کاربری اراضی را نشان می‌دهند.



شکل (۳-۴): ترسیم نقشه کاربری اراضی



شکل (۳-۵): ترسیم نقشه کاربری اراضی

۳-۵- سیلاب‌های گذشته

متأسفانه اطلاعات چندان مدونی در مورد خسارت های وارده بر بخشهای مختلف در منطقه مورد مطالعه وجود ندارد و تنها اطلاعات بسیار اندکی در مورد خسارت های ناشی از سیل‌های سال‌های گذشته وجود دارد. آمار خسارت‌های موجود از اداره جهاد کشاورزی خراسان شمالی دریافت گردیده و پس از هماهنگ‌سازی با آمار سیلاب (دریافت شده از شرکت آب منطقه‌ای خراسان شمالی) به صورت جدول (۳-۵) ارائه می‌گردد.

جدول (۳-۵): آمار خسارت سیل‌های گذشته

تاریخ وقوع	حداکثر دبی سیلاب (m ³ /s)	میزان خسارت زراعی (میلیون ریال)	میزان خسارت باغی (میلیون ریال)	میزان خسارت به منابع آبی (میلیون ریال)
۱۳۸۸/۰۳/۱۰	۴۱/۱	۴۲۵	۰	۲۵۲۰
۱۳۸۸/۰۳/۲۰	۱۴	۲۹۷	۰	۲۰۳۰
۱۳۹۰/۰۴/۲۵	۳۷/۸	۷۴۸۸	۱۵۰۷۵	۲۲۹۵۰

- در دهمین روز خرداد ماه سال ۱۳۸۸ بارش شدید باران و تگرگ و جاری شدن سیلاب باعث وارد آمدن خسارتی به میزان ۴۲۵ میلیون ریال به اراضی زراعی و ۲۵۲۰ میلیون ریال به منابع آبی این شهرستان گردید.

- در سیلاب ۲۰ خرداد ماه سال ۱۳۸۸ به میزان ۱۱۴۵ میلیون ریال به محصولات زراعی این شهرستان خسارت وارد گردید.

- بارش تگرگ و جاری شدن سیل در مرداد ماه همان سال ۱۱۱۰ میلیون ریال خسارت به جای گذاشت

- بارش باران و سیلاب و طوفان شدیدی که در ۲۸ شهریور سال ۱۳۸۸ اتفاق افتاد باعث تلف شدن ۷ راس دام سبک و وارد آمدن خسارت به بیش از ۱۷ هکتار از اراضی کشاورزی گردید. همچنین ۳۸۵ هکتار از باغات این شهرستان نیز متحمل خسارت گردیدند و در مجموع به میزان ۱۵۴۵۶ میلیون ریال به کشاورزان و

دامداران این شهرستان خسارت وارد گردید

- در اردیبهشت سال ۱۳۹۰ بارش تگرگ و جاری شدن سیل میزان ۹۲۸۷۷ میلیون ریال خسارت به محصولات کشاورزی این شهرستان خسارت وارد کرد.

میزان خسارت ذکر شده در موارد فوق مطابق ارزش ریالی پول در همان سال است.

۳-۶- نرم افزارهای مورد استفاده

پیش‌بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه در مقابل سیلاب‌های احتمالی جهت کاهش خسارات وارده به مناطق شهری، تاسیسات در حال ساخت، مزارع و سایر کاربری‌ها در اطراف رودخانه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. از طرفی برآورد جریان در نقطه‌ای از رودخانه به منظور کاربردهای مختلف هیدرولوژیکی همچون پیش‌بینی سیل حیاتی است. اثرات تخریبی انسان در محدوده حریم و بستر رودخانه‌های کشور به شکلهای گوناگون رخ داده که شدت و ضعف آن در رودخانه‌های مختلف متفاوت می‌باشد. لذا شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه‌ها ، برای پیش‌بینی خسارات ناشی از سیل در شرایط مختلف، اجرای طرحهای مهندسی رودخانه، مطالعات توجیهی اقتصادی- اجتماعی برنامه‌های کنترل و مهار سیل و دیگر مطالعات وابسته به سامانه‌ی رودخانه‌ها ضرورت دارد. امروزه با کمک گرفتن از امکانات رایانه‌ای به صورت دقیق‌تر و جامع‌تر و در مدت زمان کمتری محاسبات مربوط به پهنه بندی و مدیریت سیلاب انجام می‌شوند. در این بخش به معرفی نرم‌افزارهای مورد استفاده در این تحقیق و طبقه‌بندی به کارگیری و استفاده از آنها پرداخته می‌شود.

۳-۶-۱- EasyFit

در نظریه احتمال و آمار تابع توزیع احتمال بیانگر احتمال هر یک از مقادیر متغیر تصادفی (در مورد متغیر گسسته) و یا احتمال قرار گرفتن متغیر در یک بازه مشخص (در مورد متغیر تصادفی پیوسته) می‌باشد. EasyFit Professional نرم افزار مخصوصی است که برای ارائه تجزیه و تحلیل‌های قابل اطمینان از داده‌ها و انتخاب بهترین مدل، طراحی شده است. Easy Fit به شما اجازه می‌دهد تا خیلی راحت و

سریع، بهترین توزیع احتمال متناسب با داده‌هایتان را انتخاب کنید. ویژگی‌های متعددی برای این نرم‌افزار طراحی شده است که به شما در صرفه‌جویی در وقت، جلوگیری از اشتباهات تجزیه و تحلیل، و تصمیم‌گیری‌های بهتر، کمک به‌سزایی خواهد نمود. از ویژگی‌های کلیدی این نرم‌افزار می‌توان به قابلیت تطبیق خودکار بیش از ۵۵ توزیع برای داده‌ها و امکان انتخاب بهترین مدل، اشاره کرد. البته در نظر داشته باشید که کاربران حرفه‌ای می‌توانند ویژگی‌های تطبیق را به صورت دستی اعمال کنند. قابلیت تطبیق بر اساس آزمون کلموگروف اسمیرنوف از ویژگی‌های بارز این نرم‌افزار است. این آزمون یکی از روش‌هایی است که می‌توان از آن برای آزمایش نیکویی برازش استفاده کرد. این سنجش در نیمه اول قرن بیستم توسط دو ریاضیدان روس ارائه شد و همگونی بین فراوانی‌های تجمعی در را بررسی می‌کند. این آزمون از نوع ناپارامتری است و برای ارزیابی هم‌قواری متغیرهای رتبه‌ای و یا هم‌قواری توزیع یک نمونه با توزیعی که برای جامعه فرض شده است و نیز اگر متغیرها رتبه‌ای باشند و توزیع متغیر رتبه‌ای را در جامعه بتوان مشخص نمود، به کار می‌رود. این آزمون از طریق مقایسه توزیع فراوانی‌های نسبی مشاهده شده در نمونه $S_N(X)$ با توزیع فراوانی‌های نسبی جامعه $F(X)$ انجام می‌گیرد.

$$D = | \max F(x) - S_N(x) |$$

هر چه این ضریب کوچکتر باشد به مفهوم آن است که تابع توزیع برازش بهتری با داده‌های مورد نظر دارد.

۳-۶-۲ Google Earth

کمپانی گوگل اولین بار موتور جستجوی ساده‌ی خود را به جهان معرفی کرد. تصاویر نقشه‌های Google Earth از دو منبع ارسال و هدایت می‌شوند: ماهواره و هواپیما؛ گوگل اینگونه نقشه‌ها و دیگر اطلاعات نقشه-برداری دیجیتالی را از منابعی چون TeleAtlas و EaetSat که هر دو از پدید آورندگان تصاویر و نقشه‌های هوایی و ماهواره‌ای هستند بدست می‌آورد. این تصاویر در اشکال دیجیتالی برای استفاده تجاری گرفته می‌شود. به دلیل اینکه این اطلاعات و داده‌ها از منابع مختلفی بدست می‌آیند جهت تحلیل تفاوت‌ها می‌توانند به راحتی مورد استفاده قرار گیرند.

Global Mapper – ۳-۶-۳

این نرم افزار توسط شرکت Global Mapper طراحی شده است. برنامه Global Mapper یکی از برنامه های پرکاربرد در علوم نقشه برداری و GIS است. این برنامه کاربرد آسانتری نسبت به سایر برنامه های نقشه برداری و GIS دارد از ویژگیهای بارز این نرم افزار می توان به موارد زیر اشاره نمود

(۱) به عنوان یک نرم افزاری برای نمایش انواع پایگاه داده های رستری و وکتوری در فرمت های مختلف.

(۲) امکان دانلود داده ها از دستگاه GPS و در صورت استفاده از سیستم online نمایش موقعیت

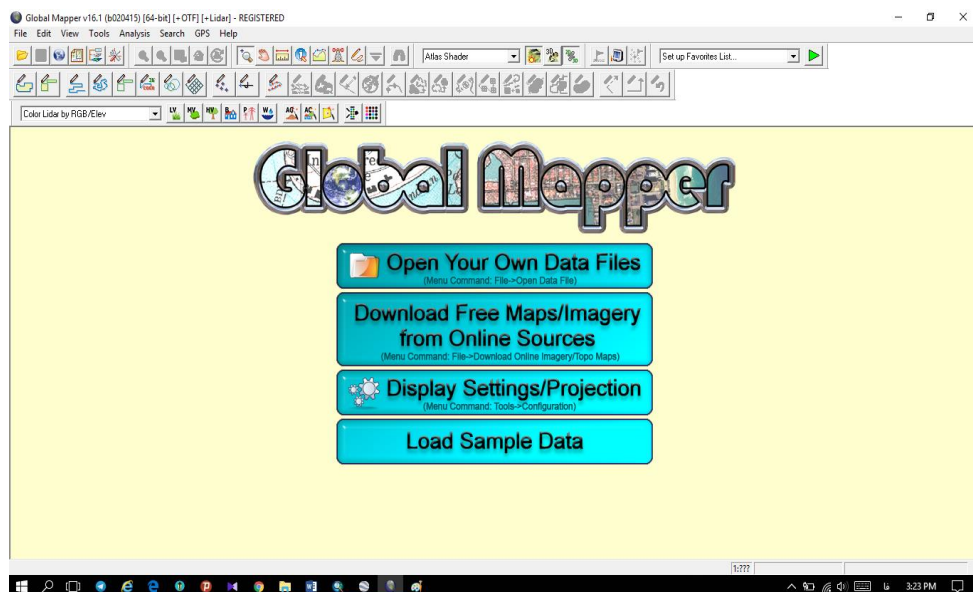
شخص حامل GPS بر روی نقشه ها.

(۳) این نرم افزار قادر به اتصال و دسترسی مستقیم به منابع رایگان داده های ماهواره ای از جمله داده ای

ماهواره لندست و داده های توپوگرافی STRM می باشد که علاوه بر دانلود نمودن آنها از سایتهای مربوطه امکان ویرایش و ذخیره سازی داده ها در فرمت های مختلف نرم افزاری را فراهم می آورد.

(۴) امکان تهیه داده های سه بعدی و نمایش آنها در زوایای مختلف از کل مناطق جهان.

شکل (۳-۶) محیط نرم افزار Global Mapper را نشان می دهد .



شکل (۳-۶): محیط Global Mapper

ArcBru Tile-۴-۶-۳

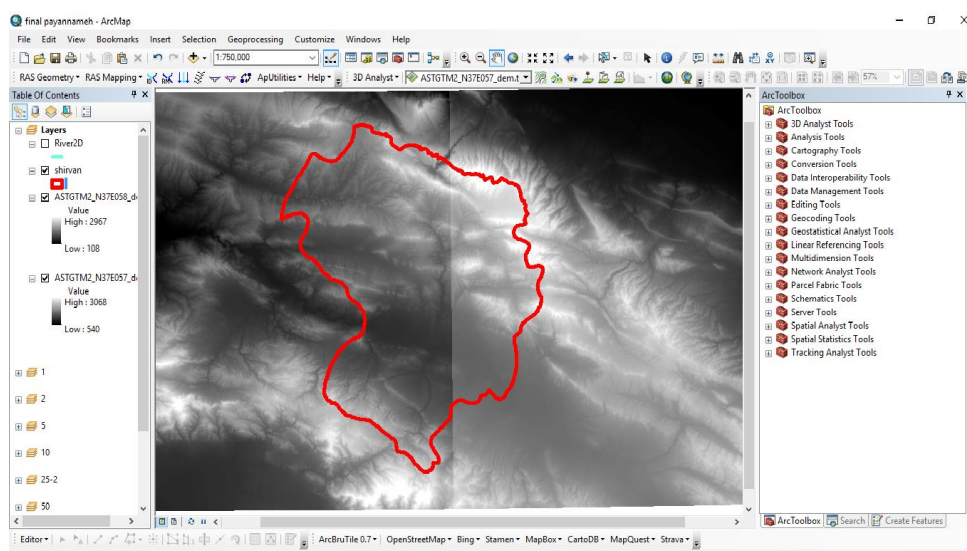
افزونه ArcBruTile امکان استفاده از سرویسهای ارائه دهنده داده های مکانی تحت وب را برای ما و در محیط ArcGIS ایجاد میکند. سرویسهای مختلفی در بستر اینترنت وجود دارند که داده های مختلفی از قبیل تصاویر ماهواره ای و نقشه ها را در اختیار کاربران قرار می دهند. برخی از این سرویس ها نیز بصورت رایگان ارائه می شوند، اما استفاده از آنها نیاز به توسعه نرم افزارهای کاربردی دارد. این افزونه می تواند با اتصال به این سرویس ها، داده های مورد نیاز شما را در محیط ArcGIS و با مختصات صحیح به نمایش درآورد.

ArcGIS -۵-۶-۳

GIS¹ یک سیستم الکترونیک برای کسب اطلاعات جغرافیایی است. سیستمی است که با بهره گیری از آن، کلیه اطلاعات جمع آوری شده به صورت لایه لایه تهیه شده و پس از تفکیک و کنترل داده ها کلیه اطلاعات توصیفی و مکانی مورد نیاز وارد سیستم می شود. بدین وسیله علاوه بر دسترسی صحیح و سریع به داده های مورد نیاز در یک حجم وسیع، امکان ارائه و به تصویر کشیدن اطلاعات مکانی و موضوعی در قالب نقشه، جدول و نمودار، ویرایش و بهنگام نمودن داده ها و نیز امکان استفاده از داده های موجود در جهت اهداف مختلف و براساس نیازهای گوناگون کاربران فراهم می گردد. GIS یک سیستم اطلاعاتی است که پردازش آن بر روی اطلاعات مکان مرجع یا اطلاعات جغرافیایی است و به کسب اطلاعات در رابطه با پدیده هایی می پردازد که به نحوی با موقعیت مکانی در ارتباطند. به کارگیری این ابزار با امکان استفاده در شبکه های اطلاع رسانی جهانی، یکی از زمینه های مناسب و مساعد در جهت معرفی توان ها و استعداد های کشور در سطح جهانی است. در حال حاضر از این سیستم ها، بسته به نیازهای هر منطقه یا کشور در بخش های مختلف (مانند مطالعات زیست محیطی، برنامه ریزی شهری و شهرداری، خدمات ایمنی شهری، مدیریت حمل و نقل و ترافیک شهری، تهیه نقشه های پایه، مدیریت کاربری اراضی، خدمات بانکی، خدمات پستی، مطالعات جمعیتی و مدیریت تأسیسات شهری مثل برق، آب، گاز، و...) استفاده می شود.

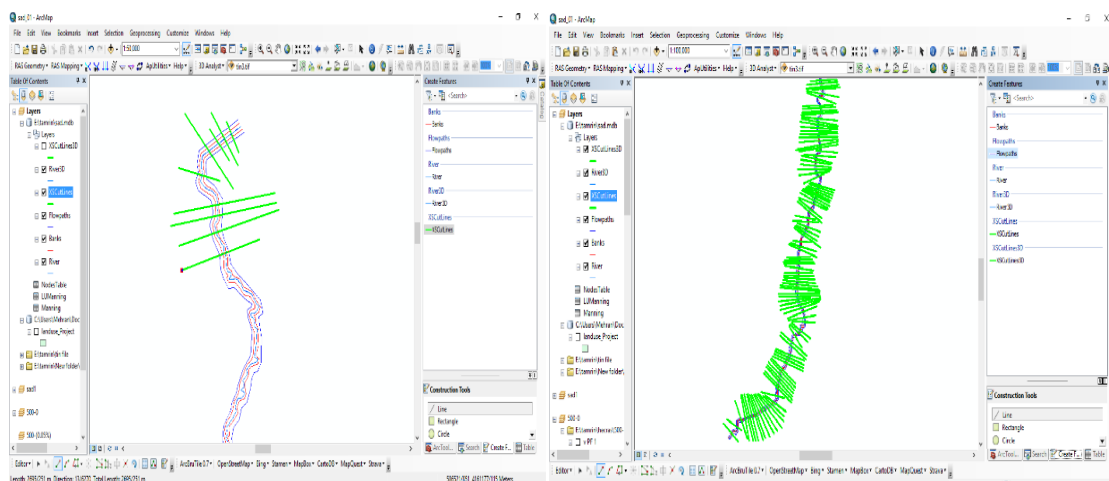
1. Geographic information system

با گذشت زمان و توسعه سیستم‌ها، کاربرد GIS به کلیه بخش‌های مرتبط با زمین گسترش یافته است. اولین نمونه از یک GIS ملی، GIS کانادا است که از اواخر ۱۹۶۰ به این طرف به صورت پیوسته مورد استفاده قرار گرفته است. در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ میلادی پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در فناوری GIS به وجود آمد، به طوری که عبارت «سیستم اطلاعات جغرافیایی» در مورد مجموعه ابزارهایی برای تحلیل و نمایش نقشه‌ها و ادغام فنون و شیوه‌های آماری و نقشه‌ای و کاربرد فراگیرتر آن، بویژه برای تحلیل تأثیرات و خط مشی‌های دولتی به کار گرفته شد. بطور اجمال قابلیت‌های GIS نسبت به سیستم‌های اطلاعاتی مشابه و روش‌های دستی را می‌توان به شرح زیر بیان داشت: قابلیت برقراری ارتباط بین اطلاعات جغرافیایی (نقشه) و اطلاعات غیرجغرافیایی (جداول اطلاعاتی) و ایجاد امکانات تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی با استفاده از اطلاعات غیرجغرافیایی و بالعکس - توانایی انجام طیف وسیعی از تحلیل‌ها مانند: روی هم قراردادن لایه‌ها، پیدا کردن اشیای مختلف با استفاده از خاصیت نزدیکی آن‌ها به یک شیء خاص، شبیه‌سازی، محاسبه تعداد دفعات وقوع یک حادثه در فاصله مشخص از نقطه و... - داشتن دقت، کارآیی، سرعت عمل زیاد و سهولت در بهنگام‌سازی داده‌ها - توانایی انجام محاسبات آماری مانند محاسبه مساحت و محیط پدیده‌های مشخص شده - قابلیت استفاده برای مکان‌یابی پروژه‌های مختلف. شکل (۳-۷) محیط نرم‌افزار ArcGIS را نشان می‌دهد.



شکل (۳-۷): نرم‌افزار ArcGIS

افزونه HecGeo-Ras یکی از برنامه های مجموعه نرم افزارهای HEC می باشد که با همکاری مشترک Esri و مرکز مهندسی هیدرولوژی به منظور تجزیه و تحلیل داده های مکانی مورد استفاده در نرم افزار HEC-RAS تولید گردیده و به عنوان یک الحاقی به ArcMap اضافه می شود به این ترتیب دو نرم افزار HEC-RAS و GIS را به هم مرتبط می کند این نرم افزار شامل دو منو RAS Mapping و RAS Geometry است منوی RAS Mapping به منظور آماده سازی و پیش پردازش داده های جغرافیایی برای ورود داده ها به HEC-RAS و منوی RAS Geometry برای پس پردازش نتایج خروجی از به کار برده می شود. این الحاقی برای پهنه بندی خطر سیلاب جغرافیایی داده هایی به منظور استفاده در HEC-RAS تولید می کند. همچنین می توان نتایج خروجی HEC-RAS را به صورت گرافیکی در آن مشاهده کرد این برنامه با استفاده از داده های بدست آمده از شیپ فایل های GIS و مدل رقومی منطقه مورد نظر فایل ورودی را می سازد. بدین منظور با استفاده از نرم افزار الحاقی HecGeo-Ras عملیات آماده سازی Geometry انجام شد. از جمله انجام عملیات آماده سازی داده ها می توان به ایجاد feature class ها و معرفی عوارضی مانند کاربری اراضی و Bank Line ها ، مسیر رودخانه ها در Geo-RAS اشاره کرد. تعداد ۳۱۸ مقطع به طور تقریبی ۱ کیلومتر بر روی رودخانه های کورکانلو، تعداد ۵۰ مقطع با طول تقریبی ۴ کیلومتر بر روی رودخانه گلیان، ۱۲۵ مقطع با طول تقریبی ۱ کیلومتر بر روی رودخانه قوردانلو، ۱۳۱ مقطع با طول حدوداً ۲ کیلومتر بر روی رودخانه قلجق و همچنین تعداد ۵۰ مقطع نیز بر روی رودخانه اترک با طول ۴ تا ۵ کیلومتر رسم گردید. همچنین کاربری های اراضی اطراف رودخانه توسط نرم افزارهای Autocad و Google Map و Global Mapper رسم گردید. از انواع کاربری اراضی معرفی شده به نرم افزار می توان به اراضی زراعی، باغات انگور، باغ درخت میوه، مرتع، مسکونی (شهری و روستایی) و... اشاره نمود که ضریب زبری برای هر یک از کاربری ها با استفاده از نشریه شماره ۶۸۸ با عنوان راهنمای تعیین ضریب زبری هیدرولیکی رودخانه ها توسط سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور در سال ۱۳۹۴ استفاده شده است. شکل (۳-۸) مراحل ترسیم مسیر رودخانه و خطوط برشی در GIS توسط زبانه HEC-GeoRAS را نشان



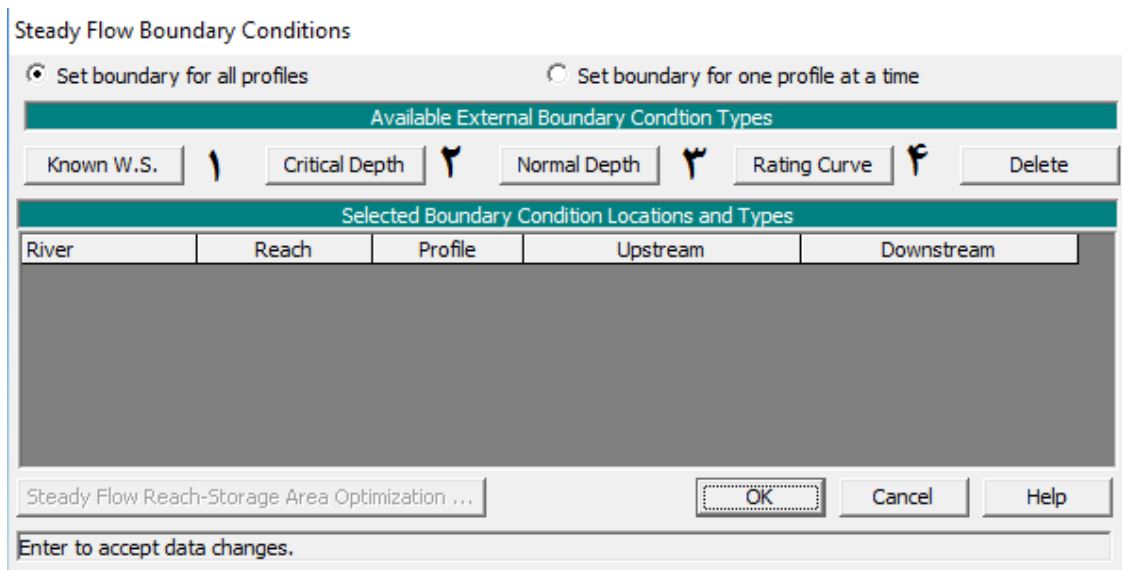
شکل (۳-۸): ترسیم مسیر رودخانه و خطوط برشی در GIS توسط زبانه HEC-GeoRAS

۳-۶-۷- HEC-RAS

نرم افزار HEC-RAS یکی از سری مدل های HEC¹ است که جهت روندیابی جریان در رودخانه قابل استفاده می باشد. این مدل، بسیار ساده و در عین حال کاربردی است. مدل فوق روندیابی در رودخانه را هم در حالت جریان ماندگار و هم غیر ماندگار انجام می دهد. چند شاخه‌ای شدن آبراهه ها را نیز در این مدل می توان تعریف کرد. علاوه بر این می توان هرگونه سازه‌های آبی شامل پل، بند، سد، آبگذر (کالورت) و را به مدل تعریف و اضافه نمود و تاثیر آن را در روندیابی مشاهده نمود. از خروجی‌های مدل فوق می توان به تغییرات پروفیل سطح آب در دبی‌های با دوره بازگشت‌های مختلف در بازه‌های مورد نظر در رودخانه، مقادیر سرعت جریان، عمق نرمال، عمق بحرانی، و خصوصیات و پارامترهای هیدرولیکی در رودخانه اشاره کرد. ورودی‌های مدل شامل مقاطع عرضی آبراهه، ضرایب زبری (در این بخش می توان ضرایب زبری مختلفی را در یک مقطع عرضی با توجه به تغییرات عمق و شکل مقطع تعریف کرد) و دبی های طرح در دوره بازگشت‌های مختلف و فاصله بین مقاطع است.

سیستم HEC-RAS شامل ۴ نوع آنالیز رودخانه در حالت یک بعدی است. این ۴ نوع عبارتند از:

- ۱- محاسبه سطح آب جریان ماندگار ۲- شبیه سازی جریان غیر ماندگار ۳- محاسبه انتقال رسوب مرز متحرک ۴- آنالیز کیفیت آب. علاوه بر ۴ نوع تجزیه و تحلیل رودخانه، سیستم شامل چندین عارضه طراحی هیدرولیکی است که عبارتند از: ۱- رسم پروفایل سطح جریان ثابت آب: در این قسمت از مدل سازی برای پروفیل سطح آب، جریان متغیر تدریجی در نظر گرفته شده است این سیستم می تواند یک شبکه کامل از کانال و یا یک بازه واحد رودخانه را تحت پوشش قرار دهد. همچنین بخش جریان ثابت قادر به مدل سازی حالات زیر بحرانی، فوق بحرانی و ترکیب رژیم جریان پروفیل سطح آب است. یکی از داده های مهم در مدل های هیدرولیکی، تعیین شرایط مرزی جریان می باشد در مدل HEC-RAS می توان از بخش Reach Boundary Conditions، انواع شرایط مرزی را در مدل تعریف نمود. شرایط مرزی نشان دهنده مقادیر آغازین محاسبات سطح آب در بالادست و پایین دست سیستم رودخانه است. مدل با لحاظ نمودن مقادیر مزبور، رقوم سطح آب را بین مقاطع بالادست تا پایین دست محاسبه می نماید. برای شروع محاسبات بایستی شرایط مرزی مناسب با بازه مورد مطالعه توسط کاربر وارد شود. در رژیم های زیر بحرانی، باید تنها شرایط مرزی پایین دست رودخانه وارد شود. این حقیقت ساده که در جریان های زیر بحرانی تغییر اعمال شده در یک مقطع از جریان، علاوه بر انتقال به پایین دست آن مقطع، به بالادست محل وقوع نیز منتقل می شود، از نظر علمی دارای اهمیت فراوانی است. به عبارت دیگر در جریان های زیر بحرانی شرایط مرزی پایین دست کنترل کننده جریان می باشد. برعکس در جریان فوق بحرانی، به علت سرعت بالای جریان اثر شرایط مرزی پایین دست به بالادست رودخانه منتقل نمی شود. لذا در جریان های فوق بحرانی، بایستی تنها شرایط مرزی بالادست رودخانه تعریف گردد. در نهایت چنانچه رژیم جریان مختلط انتخاب شود بایستی شرایط مرزی در هر دو انتهای سیستم رودخانه (بالادست و پایین دست) وارد شوند. در شکل (۳-۹) گزینه های موجود جهت انتخاب شرط مرزی دلخواه نشان داده شده است.



شکل (۳-۹): پنجره انتخاب شرایط مرزی در HEC-RAS

۳-۶-۷-۱- شرط مرزی Known W.S.

در این شرایط مرزی بایستی مقادیر رقوم سطح آب متناظر با هر دبی توسط کاربر وارد شود. چنانچه کاربر این شرایط را برای بالادست یا پایین دست رودخانه وارد نماید، مدل به هنگام محاسبه رقوم سطح آب در طول بازه، از داده‌های موجود در شرط مرزی به عنوان شروع محاسبات استفاده خواهد نمود.

۳-۶-۷-۲- شرط مرزی Critical Depth

با انتخاب این شرط مرزی احتیاجی به تعریف و وارد نمودن داده‌های اضافی نخواهد بود. در این حالت مدل به صورت خودکار عمق بحرانی متناسب با هر دبی و مقطع مورد نظر را محاسبه و از آن به عنوان شرایط مرزی پایین دست استفاده خواهد کرد.

۳-۶-۷-۳- شرط مرزی Normal Depth

انتخاب این گزینه توسط کاربر موجب خواد گردید تا مدل به هنگام شروع محاسبات، شرایط جریان در پایین دست را به صورت یکنواخت در نظر بگیرد. با انتخاب این گزینه نرم‌افزار از کاربر می‌خواهد شیب سطح آب در انتهای رودخانه را وارد نماید. چنانچه شیب سطح آب موجود نباشد می‌توان شیب طولی رودخانه در انتهای بازه را به عنوان مقداری مناسب در نظر گرفت. در بسیاری از حالات به علت عدم دسترسی به

اطلاعات مناسب، از این شرط مرزی استفاده می‌گردد.

۳-۷-۶-۴ - شرط مرزی Rating Curve

با انتخاب این گزینه از کاربر خواسته می‌شود مقادیر مربوط به دبی - اشل را وارد نماید. این نوع از شرط مرزی غالباً در شرایطی به کار می‌رود که در انتهای بازه ایستگاه هیدرومتری موجود باشد. مقدار ارتفاع سطح آب برای هر دبی به روش درونیابی محاسبه خواهد شد. معرفی شرایط مرزی حاکم بر بازه مطالعاتی از جمله ورودی‌های اصلی مدل HEC-RAS تلقی می‌شود. نحوه اعمال شرایط مرزی به نوع جریان، هم از نظر رژیم جریان (زیر بحرانی و فوق بحرانی) و هم از نظر ماندگاری (دائمی و غیر دائمی) بستگی دارد. در این مطالعه شرایط بالادست سیلاب بحرانی و شرایط پایین دست جریان‌ها به دلیل عدم وجود اطلاعات منحنی بده - اشل در انتهای بازه رودخانه‌های مورد مطالعه شیب نرمال سطح آب به مدل معرفی گردید. شکل (۳-۱۰) پنجره ورود اطلاعات جریان ماندگار در HEC-RAS را نشان می‌دهد.

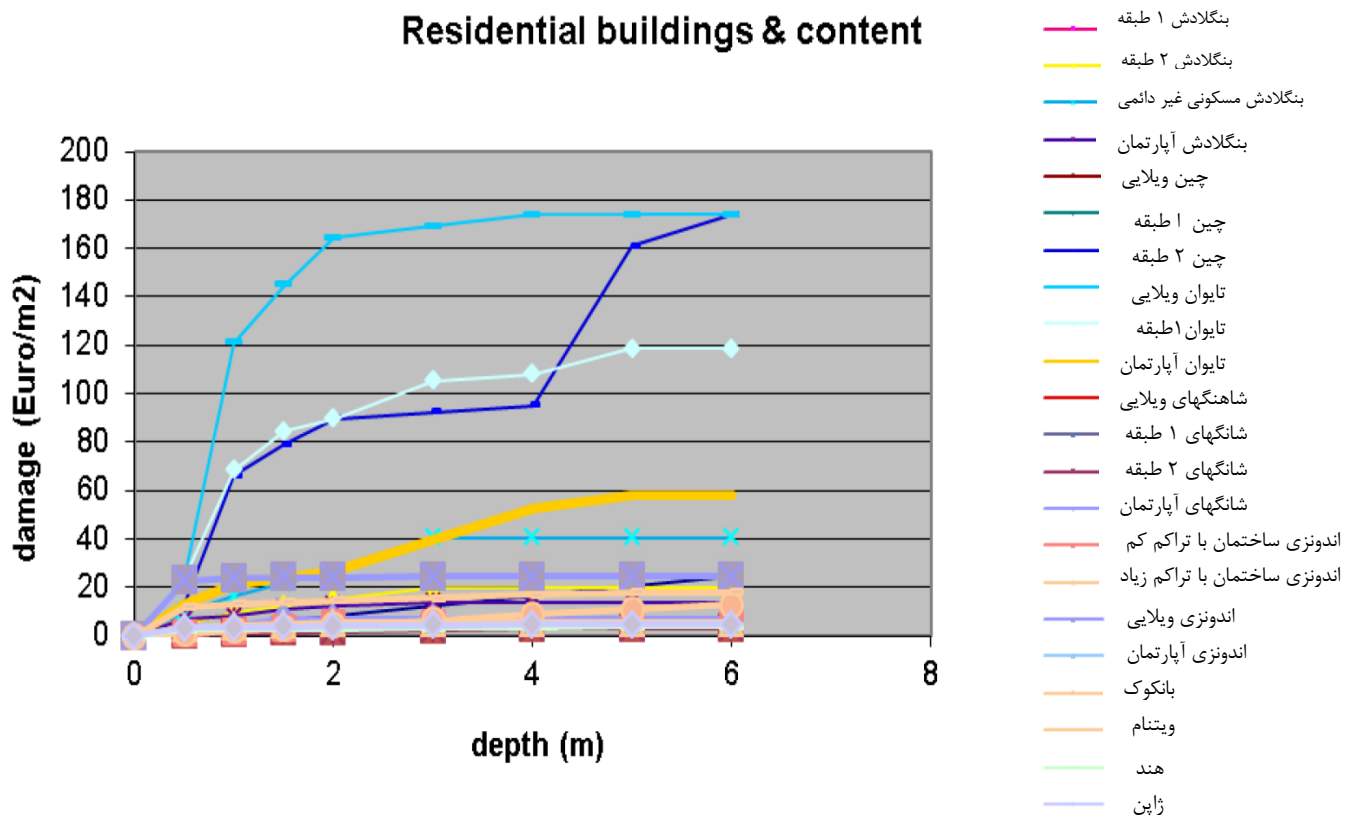
Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates	
River	Reach	RS	PF 1	
1	1	17865.24	41.725	
2	1	6465.922	83.45	
3	atrak	46876.48	105.48	
4	gelyan	77236.62	52.74	
5	river	21260.29	41.725	
6	river2	14781.75	397.38	
7	river3	34924.31	52.74	

شکل (۳-۱۰): پنجره ورود اطلاعات جریان ماندگار در HEC-RAS

۳-۷- تابع عمق - خسارت

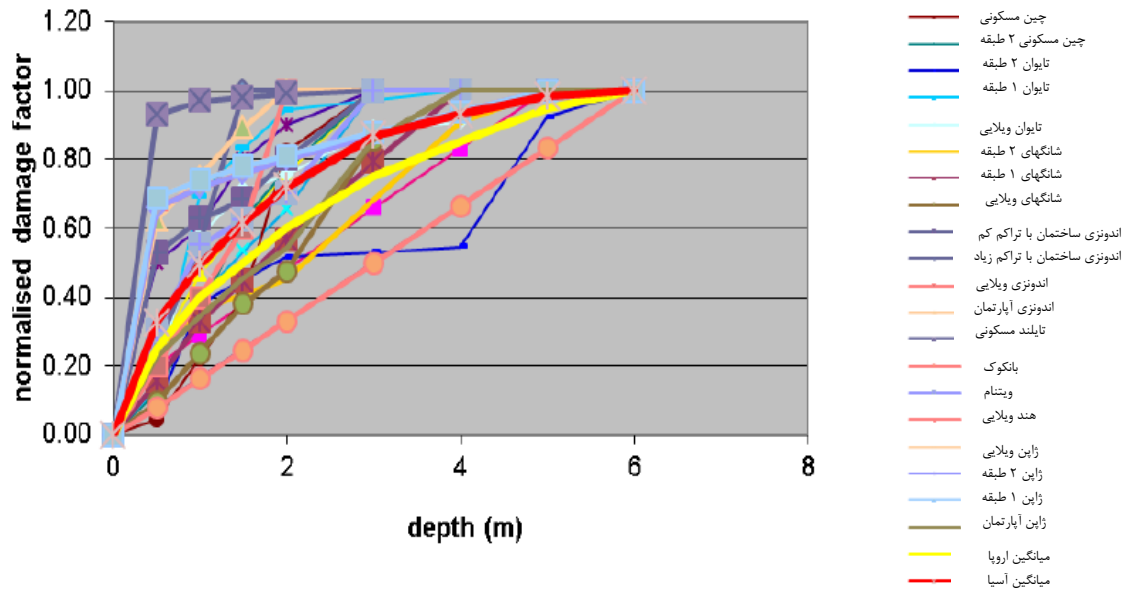
ارزیابی آسیب احتمالی حوادث سیل، جزء مهمی در مدیریت سیل است. تعیین خسارت مستقیم سیل معمولاً با استفاده از منحنی عمق - خسارت انجام می‌شود که نشان دهنده آسیب سیل است که در عمق خاص آب در هر نوع استفاده از زمین اتفاق می‌افتد. بسیاری از کشورها مدل‌های خسارت سیل را با استفاده از منحنی خسارت عمقی، بر اساس تحلیل وقایع سیل گذشته و قضاوت کارشناسان ایجاد کرده‌اند. با این حال، این واقعیت که منحنی‌های خسارت برای همه مناطق در دسترس نیست، مانع ارزیابی آسیب در برخی مناطق می‌شود. علاوه بر این، با توجه به روش‌های مختلفی که برای مدل‌های آسیب‌های مختلف در کشورهای مختلف استفاده می‌شود، ارزیابی آسیب‌ها نمی‌تواند به طور مستقیم در مقایسه با یکدیگر، مانع از ارزیابی آسیب‌های سیلاب‌های ملی شود. برای رسیدگی به این مشکلات، یک پایگاه داده در سطح جهانی از منحنی‌های عمق خسارت ایجاد شده است. این مجموعه داده شامل خسارات منحصر به فرد نشان‌دهنده خسارت کسری به عنوان عملکرد عمق آب و همچنین مقادیر حداکثر خسارت مربوط به انواع دارایی‌ها و کلاس‌های استفاده از زمین است. بر اساس یک نظرسنجی گسترده، منحنی خسارت‌های نرمال برای هر قاره توسعه یافته است، در حالیکه تمایز بین آسیب‌های سیل بین کشورها با تعیین حداکثر مقادیر آسیب در سطح کشور تعیین می‌شود. این مقادیر حداکثر خسارت بر اساس نظرسنجی هزینه‌های ساخت و ساز از شرکت‌های ساختمانی چند ملیتی است که مجموعه‌ای منسجم از هزینه‌های ساختمانی را در میان دهه‌ها کشور ارائه می‌دهند. این مجموعه داده‌ها می‌تواند برای ارزیابی صحیح مقادیر سیلاب در سطح بین‌المللی مورد استفاده قرار گیرد و راهنمای ارزیابی در کشورهایی است که در حال حاضر هیچ مدل برآورد آسیب موجود نیست. این گزارش میزان خسارت وارده بر بخش‌های مختلف مانند کشاورزی ساختمانی صنعت زیرساخت‌ها و ... را به دو صورت عمق به برآورد مالی خسارت وارده و عمق به درصد خسارت وارده بر بخش‌های مختلف ارائه می‌دهد. که در این تحقیق از تابع عمق - درصد خسارت به سازه‌ها و محتوای ساختمان‌های مسکونی که برای قاره آسیا تهیه شده است استفاده گردیده است. این گزارش بر اساس میزان خسارت‌های وارده به چند کشور آسیایی نظیر هند، چین، بنگلادش، تایوان، ژاپن و اندونزی تهیه شده و

میانگین آنها برای کلیه کشورهای آسیایی در نظر گرفته می‌شود. شکل (۳-۱۱) میزان خسارت حاصل از سیلاب را به ازای عمق سیلاب، و بر حسب یورو بر متر مربع نشان می‌دهد. شکل (۳-۱۲) نیز میزان خسارت وارده به ساختمان و محتوای آن را به ازای عمق سیلاب، و بر حسب درصد خسارت نشان می‌دهد.



شکل (۳-۱۱): تابع خسارت ساختمان‌های مسکونی و محتوای آنها حاصل از سیلاب

Residential buildings & content



شکل (۳-۱۲): نمودار عمق- درصد خسارت برای ساختمان‌های مسکونی در آسیا

برای سهولت کار برآورد خسارت در این گزارش جدولی نیز برای نسبت عمق- خسارت وجود دارد که

می‌توان از آن استفاده کرد. جدول (۳-۶) عمق - خسارت ساختمان‌های مسکونی را نشان می‌دهد.

جدول (۳-۶): عمق - خسارت (درصد) ساختمان‌های مسکونی

عمق سیلاب (متر)	درصد خسارت
۰	۰
۰/۵	۳۳/۳
۱	۴۹
۱/۵	۶۲
۲	۷۲
۳	۸۷
۴	۹۳
۵	۹۸
۶	۱۰۰

در این تحقیق از نقشه توپوگرافی ماهواره ASTRM از سایت سازمان نقشه برداری آمریکا USGS استفاده گردیده است و با استفاده از افزونه Hec-GeoRAS در برنامه ARCGIS مقاطع عرضی در طول بازه رودخانه‌ها استخراج شده‌اند و همچنین میزان ضریب زبری اراضی با کاربری‌های مختلف برای محدوده اطراف رودخانه‌ها مشخص شده و به مدل HEC-RAS معرفی گردیدند. سپس عمق آب گرفتگی ناشی از سیلاب‌ها مشخص گردید و با استفاده از تابع عمق خسارت برای نواحی مسکونی قاره آسیا تابع خسارت برحسب عمق بدست آورده شد، نهایتاً در محیط برنامه ARCGIS نقشه رستر خسارت تهیه گردید. با استفاده از نقشه رستر فوق می‌توان میزان خسارت را برای هر یک از مناطق مسکونی که با سیلاب‌ها غرق می‌شوند محاسبه کرد.

فصل چہارم: بحث و نتیجہ گیری

۴-۱- مقدمه

هدف از انجام این تحقیق محاسبه میزان خسارت وارده به ساختمان‌های مسکونی ناشی از سیلاب برای منطقه شهرستان شیروان می‌باشد. همچنین میزان حساسیت پارامترهای اصلی سیلاب به تغییرات ضریب زبری نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. بر این اساس نتایج در چهار بخش برآورد دبی سیلاب با دوره برگشت‌های مختلف، شبیه‌سازی سیلاب، بررسی میزان حساسیت پارامترهای سیلاب به ضریب زبری و محاسبه خسارت آورده شده است.

۴-۲- انتخاب توزیع آماری مناسب و برآورد دبی

برای بدست آوردن دبی سیلاب با دوره برگشت‌های مختلف لازم است ابتدا دبی ماکزیمم سالانه برای هر سال را انتخاب نموده و با استفاده از نرم افزار easy fit بهترین تابع آماری را بدست آورد. جدول‌های (۱-۴)، (۲-۴) و (۳-۴) بهترین تابع توزیع آماری را برای هر کدام از ایستگاه‌های هیدرومتری نشان می‌دهد. همچنین شکل‌های (۱-۴)، (۲-۴) و (۳-۴) نمودار تابع توزیع تجمعی و چگالی احتمال را برای هر کدام از ایستگاه‌های هیدرومتری نشان می‌دهد.

جدول (۱-۴): برازش تابع توزیع مناسب و پارامترهای تابع بدست آمده ایستگاه کورکانلو

ردیف	تابع توزیع مناسب	پارامترهای تابع برای ایستگاه کورکانلو	D
۱	wakeby	$k=1.0889 \quad \alpha=1.1394 \quad \beta=14.475$	0.09083
۲	Dagum	$k=0.4865 \quad \alpha=2.563 \quad \beta=17.317$	0.1027
۳	Exponential (2P)	$\lambda=0.07222 \quad \gamma=1.11$	0.11106
۴	Gamma (3P)	$\alpha=0.8168 \quad \beta=18.951 \quad \gamma=1.11$	0.10921
۵	Burr	$k=2.3798 \quad \alpha=1.4772 \quad \beta=22.406$	0.11215
۶	Gen. Gamma	$k=1.1099 \quad \alpha=1.0555 \quad \beta=15.266$	0.11288

D ضریب آزمون گلموگروف اسمیرینوف می‌باشد

جدول (۴-۲): برازش تابع توزیع مناسب و پارامترهای تابع بدست آمده ایستگاه قوردانلو

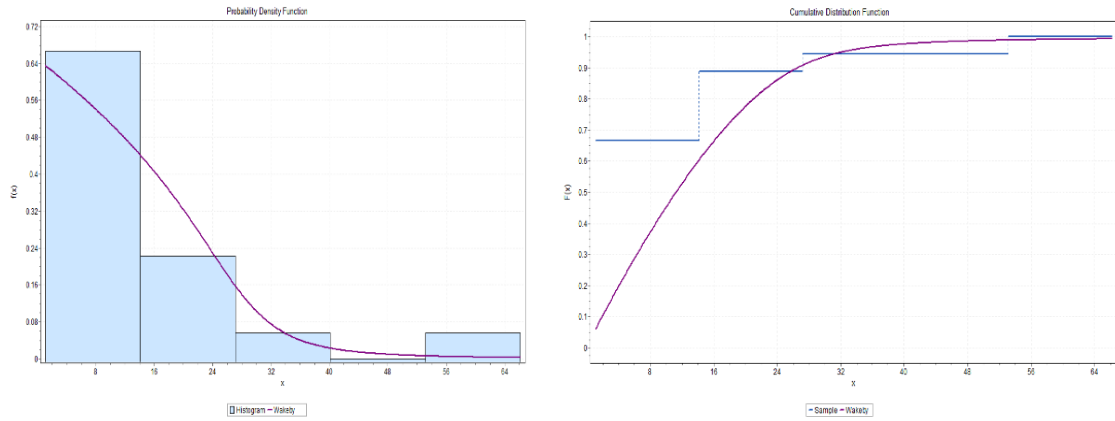
D	پارامترهای تابع برای ایستگاه قوردانلو	تابع توزیع مناسب	ردیف
0.11631	$k=1.0889 \quad \alpha=1.1394 \quad \beta=14.475$	Gen.Gamma	۱
0.1176	$k=0.38587 \quad \alpha=3.0042 \quad \beta=20.606$	Dagum	۲
0.13581	$k=3.2022 \quad \alpha=1.4267 \quad \beta=31.238$	Burr	۳
0.13846	$k=0.35488 \quad \sigma=5.869 \quad \mu=11.545$	Gen. Logistic	۴
0.1402	$\alpha_1=1.6141 \quad \alpha_2=8.1135 \quad \beta=68.474$	Pearson 6	۵
0.14286	$\alpha=14.175 \quad \beta=-0.26786 \quad \gamma=6.1308$	Log-Pearson 3	۶

D ضریب آزمون گلموگروف اسمیرینوف می باشد

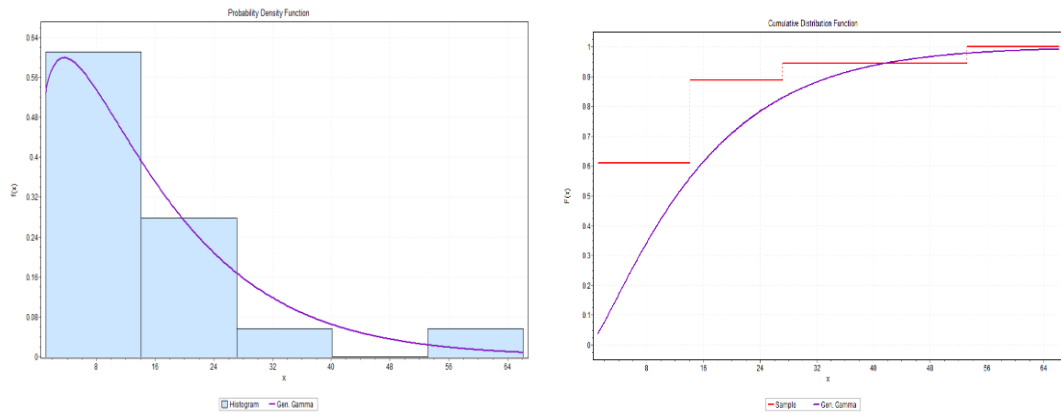
جدول (۴-۳): برازش تابع توزیع مناسب و پارامترهای تابع بدست آمده ایستگاه قره خان بندی

D	پارامترهای تابع برازش داده شده برای ایستگاه قره خان بندی	تابع توزیع مناسب	ردیف
0.11106	$k=-0.39274 \quad s=44.41 \quad m=2.2472$	Gen. Pareto	۱
0.1201	$m=13.06 \quad a=0.61779 \quad b=148.44$	Pert	۲
0.12375	$m=1.4229 \quad a=1.4229 \quad b=100.56$	Triangular	۳
0.12773	$\kappa=3.7972 \quad \alpha=0.2153 \quad \beta=69.93 \quad \gamma=1.43$	Gen. Gamma (4P)	۴
0.12852	$\alpha=2.4678 \quad \beta=-0.61019 \quad \gamma=4.7162$	Log-Pearson 3	۵
0.12855	$k=60.715 \quad \alpha=1.4188 \quad \beta=670.63$ $\gamma=0.17983$	Burr (4P)	۶

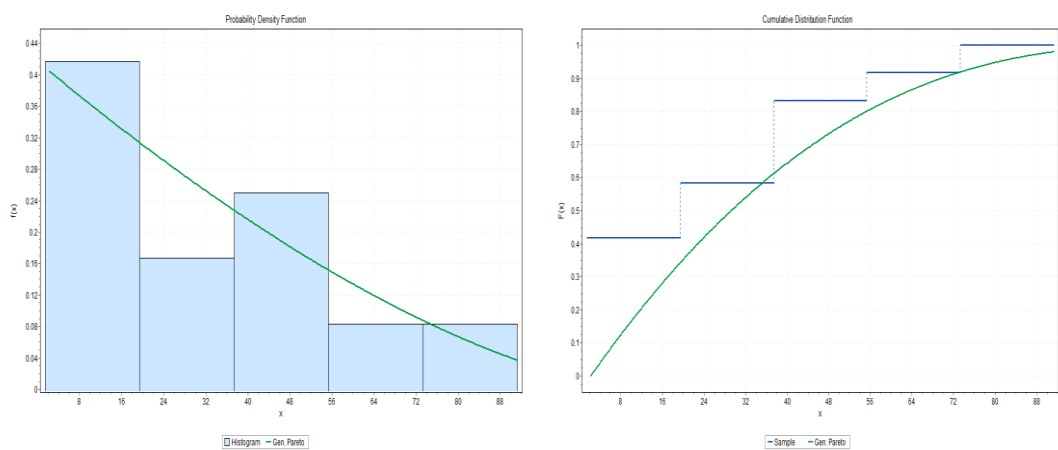
D ضریب آزمون گلموگروف اسمیرینوف می باشد



شکل (۴-۱) : نمودار تابع توزیع تجمعی و چگالی احتمال برای ایستگاه هیدرومتری کورکانلو



شکل (۴-۲) : نمودار تابع توزیع تجمعی و چگالی احتمال برای ایستگاه هیدرومتری قوردانلو



شکل (۴-۳) : نمودار تابع توزیع تجمعی و چگالی احتمال برای ایستگاه هیدرومتری قره‌خان‌بندی

همانطور که جداول نشان می‌دهد، بهترین تابع توزیع برازش داده شده برای ایستگاه هیدرومتری کورکانلو تابع توزیع wakeby، بهترین تابع توزیع برازش داده شده برای ایستگاه هیدرومتری قوردانلو تابع توزیع Gen.Gamma، بهترین تابع توزیع برازش داده شده برای ایستگاه هیدرومتری قره‌خان‌بندی تابع توزیع Gen. Pareto می‌باشد. سپس با استفاده از بهترین تابع توزیع برای هر کدام از ایستگاه‌های هیدرومتری، میزان دبی‌های مورد انتظار برای دوره برگشت‌های مختلف بدست آورده شده است. میزان برآورد دبی برای ایستگاه‌های هیدرومتری در جدول (۴-۴) آورده شده است

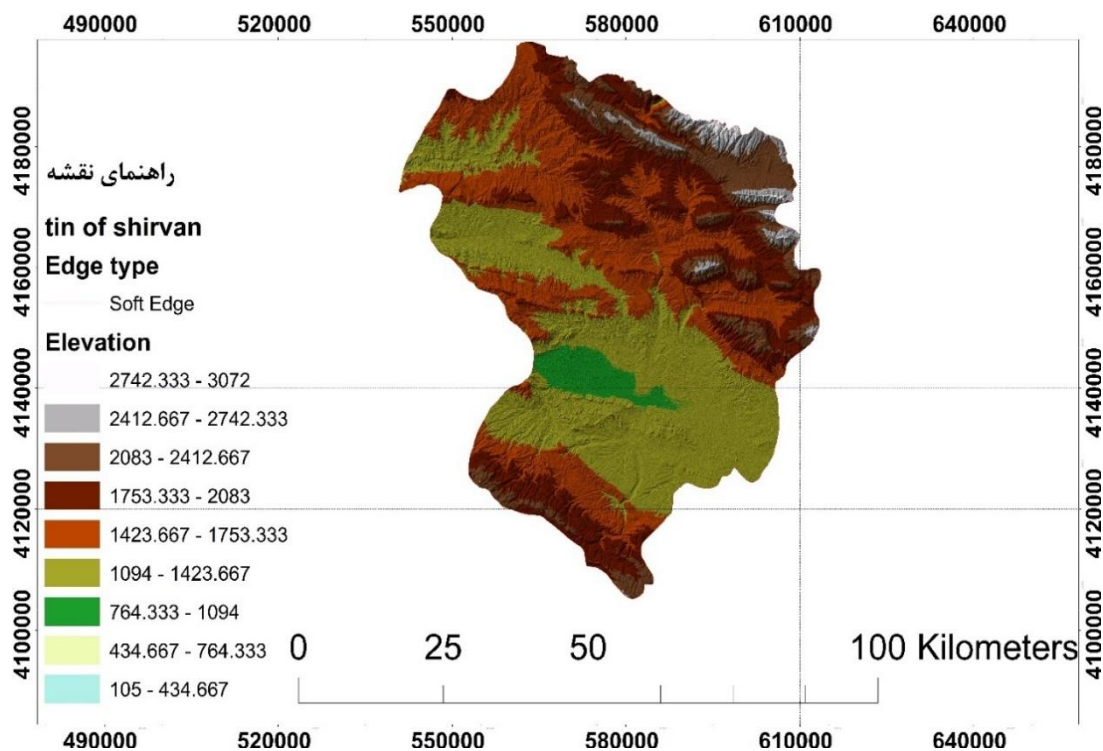
جدول (۴-۴): میزان دبی برآورد شده برحسب متر مکعب بر ثانیه

دوره بازگشت	۱سال	۲سال	۵سال	۱۰سال	۲۵سال	۵۰سال	۱۰۰سال	۲۰۰سال	۵۰۰سال
قوردانلو	۲/۱۴	۹/۴۸	۲۲/۸۴	۳۷/۷۳۵	۶۸/۲۴	۱۰۴/۰۷	۱۵۶/۸۶	۲۳۴/۷۴	۳۹۷/۳۸
کورکانلو	۴/۷۱	۱۲/۱۸	۲۵	۳۴/۰۸	۴۵/۶۳	۵۴/۱۴	۶۲/۵۰	۷۰/۷۳	۸۳/۴۵
قره‌خان‌بندی	۲/۲۴	۲۹/۱۹۵	۵۵/۲۷	۶۹/۵۵	۸۳/۳۸	۹۰/۹۹	۹۶/۷۹	۱۰۱/۲۱	۱۰۵/۴۸

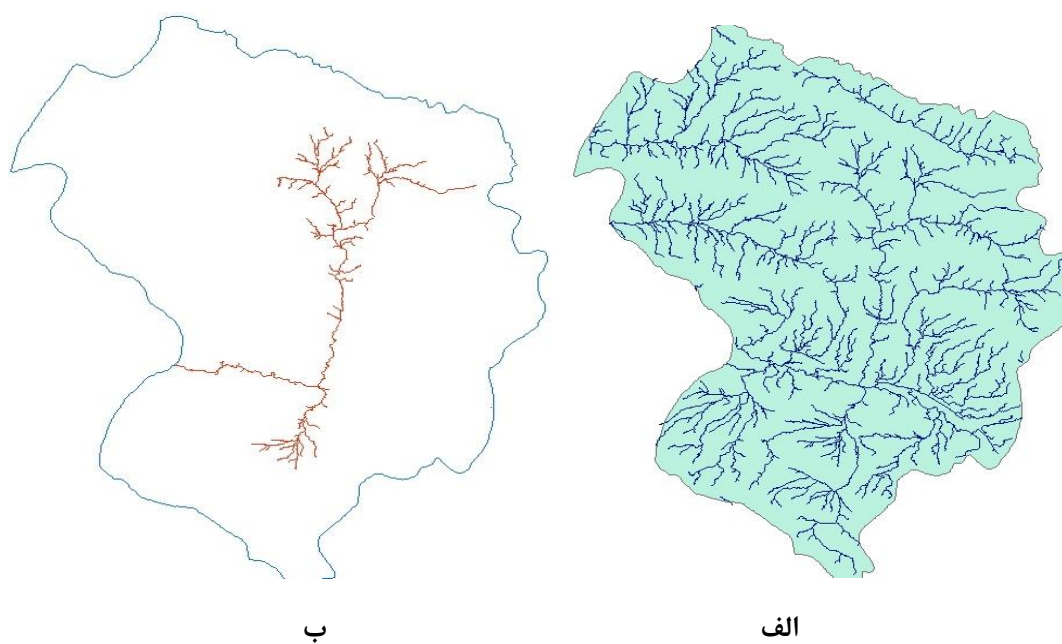
۴-۳- نتایج بدست آمده از نرم‌افزار ArcGIS

GIS یک سیستم الکترونیک برای کسب اطلاعات جغرافیایی است. سیستمی است که با بهره‌گیری از آن، کلیه اطلاعات جمع‌آوری شده به صورت لایه لایه تهیه شده و پس از تفکیک و کنترل داده‌ها کلیه اطلاعات توصیفی و مکانی مورد نیاز وارد سیستم می‌شود. از مزایای این نرم‌افزار برای مطالعات انجام شده بر روی منطقه مورد مطالعه می‌توان به تهیه نقشه شیب‌بندی منطقه با استفاده از فایل DEM دریافتی از USGS، نقشه آبراهه‌های موجود در سطح شهرستان، تهیه نقشه TIN منطقه مورد مطالعه، موقعیت روستاهای شهرستان، ترسیم نقشه TIN کل جمعیت شهرستان و... اشاره کرد. در ادامه تعدادی از این نقشه‌ها به نمایش گذاشته می‌شود. شکل (۴-۴) نقشه TIN ارتفاعی شهرستان شیروان را نشان می‌دهد.

همچنین شکل (۴-۵) نیز کلیه آبراهه‌های موجود و همچنین رودخانه‌های مورد مطالعه در این تحقیق را به نمایش می‌گذارد.



شکل (۴-۴): نقشه TIN ارتفاعی شهرستان شیروان



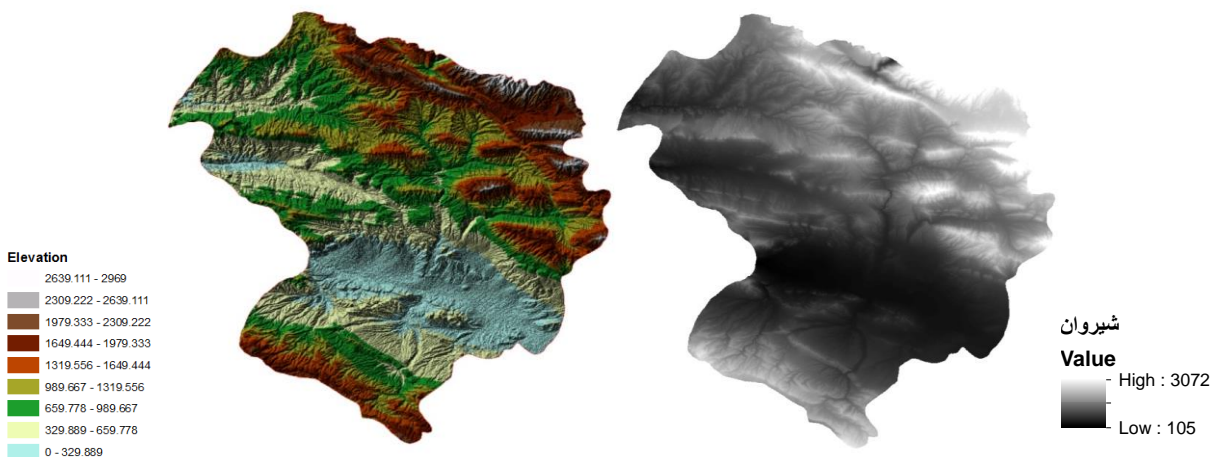
شکل (۴-۵): آبراهه‌ها (الف) کلیه آبراهه‌های موجود در شهرستان (ب) آبراهه‌های مورد مطالعه

۴-۴- هیدرولیک جریان

بعد از محاسبه و تعیین دبی با دوره بازگشت‌های مختلف از این اطلاعات برای شبیه سازی و پهنه بندی سیلاب در نرم‌افزار مدل سازی HEC-RAS استفاده می‌شود. نتایج پهنه بندی در این نرم افزار به صورت نمودار، جدول و اشکال ۳ بعدی می‌باشد. نهایتاً از نتایج خروجی مدل HEC-RAS، در نرم افزار GIS به منظور تکمیل پهنه بندی سیلاب استفاده شد. در این بخش برخی از نتایج همراه با توضیحات آن آورده شده است.

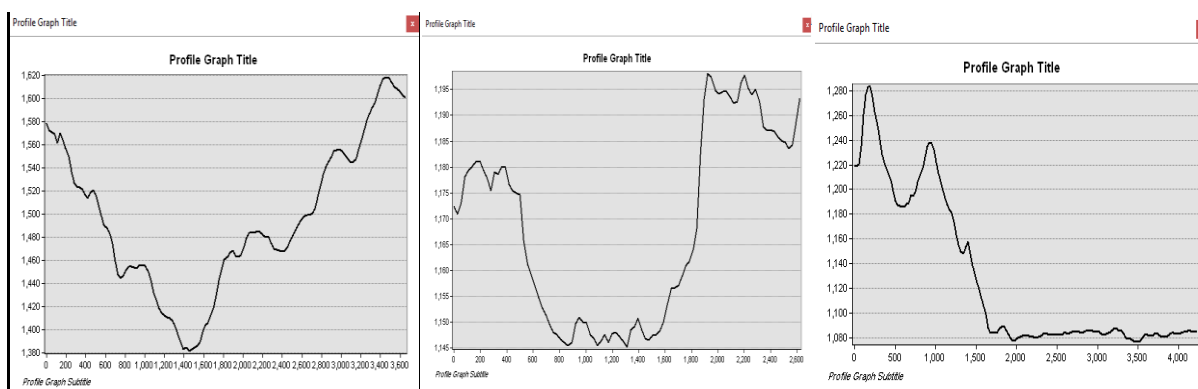
۴-۴-۱- مدل سازی جریان در HEC-RAS

در این مطالعه از نرم‌افزار HEC-RAS جهت شبیه سازی سیل استفاده گردید. از مهمترین ورودی‌های HEC-RAS مقاطع رودخانه‌ها می‌باشد. جهت استخراج مقاطع رودخانه از افزونه HEC-GeoRAS استفاده شده است. ورودی افزونه HEC-GeoRAS یک فایل TIN یا DEM از توپوگرافی منطقه می‌باشد. شکل (۴-۶) نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM) بدست آمده از سازمان نقشه برداری آمریکا، USGS و نقشه TIN بدست آمده از آن را نشان می‌دهد.



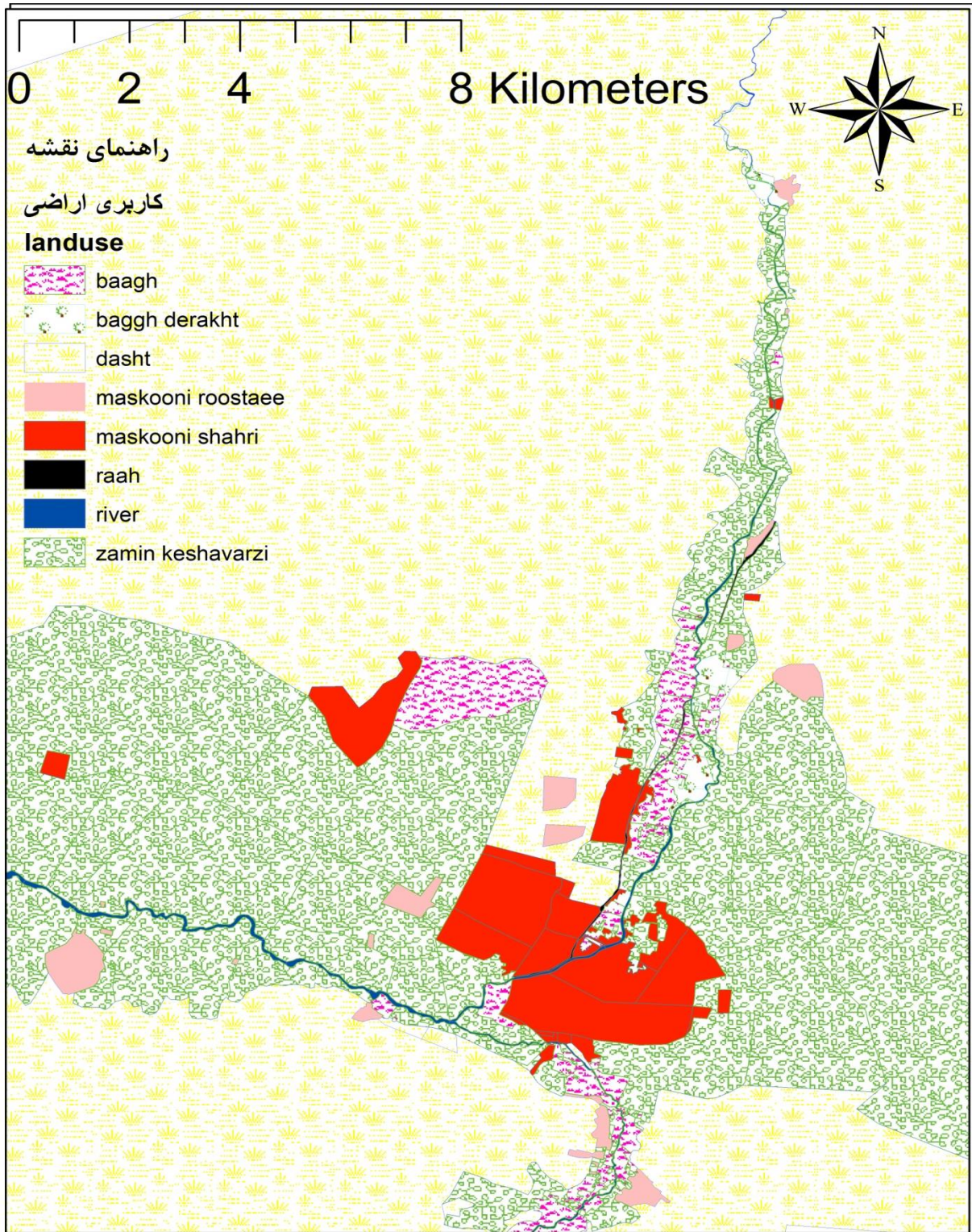
شکل (۴-۶) : نقشه DEM بدست آمده از USGS و نقشه TIN بدست آمده از آن

حال با داشتن نقشه DEM می‌توان مقاطع را استخراج نمود. تعداد ۳۱۸ مقطع به طور تقریبی ۱ کیلومتر بر روی رودخانه‌های کورکانلو، تعداد ۵۰ مقطع با طول تقریبی ۴ کیلومتر بر روی رودخانه گلیان، ۱۲۵ مقطع با طول تقریبی ۱ کیلومتر بر روی رودخانه قوردانلو، ۱۳۱ مقطع با طول حدوداً ۲ کیلومتر بر روی رودخانه قلجق و همچنین تعداد ۵۰ مقطع نیز بر روی رودخانه اترک با طول ۴ تا ۵ کیلومتر رسم گردید. شکل (۷-۴) برخی از مقاطع استخراج شده را نشان می‌دهد.



شکل (۷-۴): چند نمونه از مقاطع استخراج شده

همچنین کاربری‌های اراضی اطراف رودخانه توسط نرم افزارهای Autocad و Google Map و Global Mapper رسم گردید. شکل (۸-۴) نقشه کاربری اراضی ترسیم شده را نشان می‌دهد.



شکل (۸-۴): قسمتی از نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

ضرایب زبری مورد استفاده در این تحقیق با توجه به مطالب ارائه شده در بخش (۳-۴) و راهنمای تعیین ضریب زبری هیدرولیکی رودخانه‌ها، که توسط امور آب وزارت نیرو تهیه و ابلاغ گردیده، تعیین شده است. جدول (۳-۷) وسعت هریک از انواع کاربری اراضی‌ها و همچنین ضریب زبری هر بخش را نشان می‌دهد.

جدول (۴-۵): کاربری اراضی

ردیف	نوع کاربری	وسعت (هکتار)	ضریب زبری
۱	اراضی زراعی	۲۱۳۲۰/۲	۰/۰۷
۲	باغ (پشته‌میمی)	۱۳۶۵/۹	۰/۱
۳	باغ درختی	۴۱۷/۵	۰/۱
۴	مرتع	۱۲۵۹۷۴/۶	۰/۰۳۵
۵	مسکونی روستایی	۷۲۹/۹	۰/۰۳۵
۶	مسکونی شهری	۱۶۱۹/۵	۰/۰۱۸
۷	بستر رودخانه	۷۹۴/۷	۰/۰۳

۴-۴-۲- کالیبره کردن مدل HEC-RAS

برای کالیبره کردن مدل با استفاده از داده‌های دبی اشل که از اداره آب منطقه‌ای خراسان شمالی دریافت گردیده، برای یک دبی که میزان اشل آن مشخص باشد، سیلاب را شبیه سازی انجام شد و ضمناً مقطعی روی مختصات دقیق ایستگاه آبسنجی قره‌خان‌بندی در رودخانه اترک رسم گردید. برای کالیبره کردن مدل HEC-RAS با واقعیت موجود بایستی میزان عمق بدست آمده در مقطع ایستگاه با میزان عمقی که در واقعیت اتفاق افتاده است، برابر شود که پس از شبیه‌سازی اولیه میزان عمق جریان ۱/۲ متر بدست آمده اما میزان این عمق در سیلابی با همین دبی که در تاریخ نهم مهرماه سال ۱۳۸۷ به وقوع پیوسته توسط اداره آب منطقه‌ای میزان ۲/۴ متر گزارش شده است. پس میزان عمق بدست آمده توسط شبیه‌سازی کمتر از عمق واقعی می‌باشد. حال می‌توان با افزایش میزان ضریب زبری مانینگ میزان عمق جریان در رودخانه را

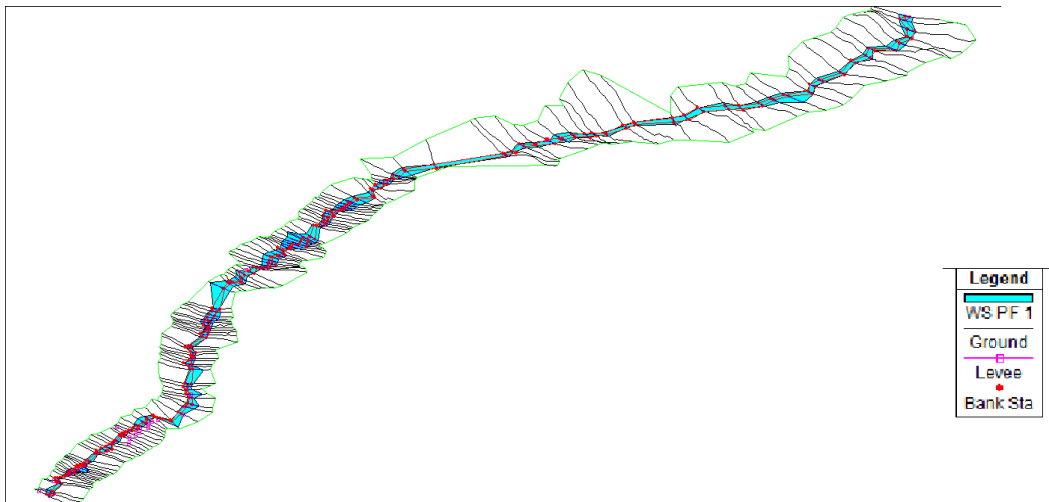
افزایش داد. (با افزایش ضریب مانینگ سرعت جریان کاهش می‌یابد و در نتیجه عمق جریان و سطح سیل‌گیر افزایش می‌یابد). این میزان افزایش با ضرایب مشخص برای هر قسمت از اراضی با کاربری گوناگون افزایش یافته تا میزان عمق بدست آمده در شبیه‌سازی با عمق جریان در واقعیت برابر شوند. جدول (۴-۶) میزان نهایی ضریب مانینگ را که بعد از کالیبراسیون بدست آمده برای رودخانه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول (۴-۶): میزان ضریب زبری مانینگ پس از کالیبراسیون

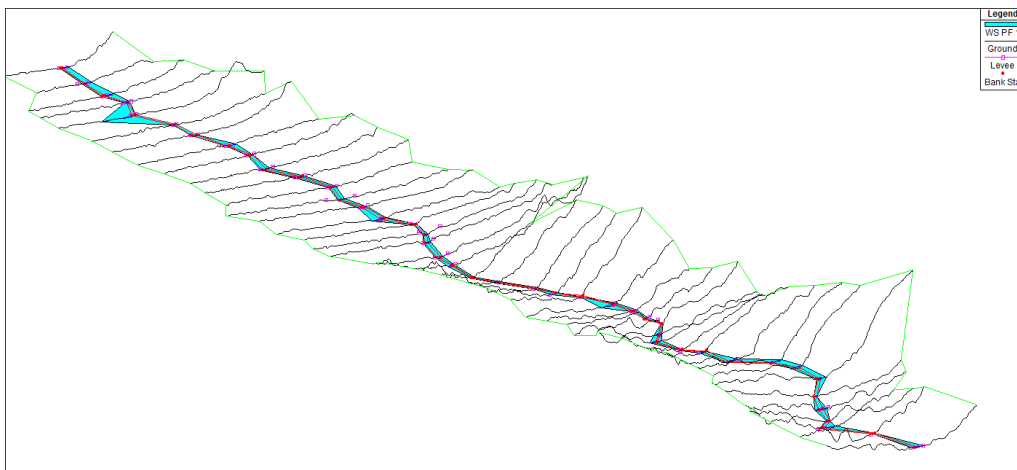
ضریب زبری مانینگ	کاربری اراضی
۰/۰۱۸	مسکونی شهری
۰/۰۳۵	مسکونی روستایی
۰/۱	باغ(انگور)
۰/۱	باغ(درخت میوه)
۰/۰۷۷	زمین کشاورزی
۰/۰۵۵	بستر رودخانه
۰/۰۱۸	راه
۰/۰۳۵	مراعات

۴-۳-۴- شبیه‌سازی سیلاب برای دوره برگشت‌های مختلف

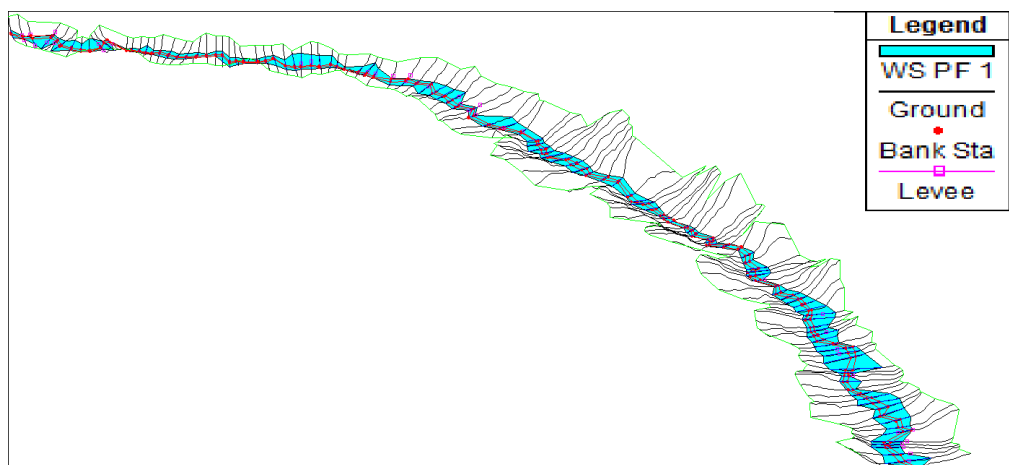
در این بخش مدل برای سیلاب با دوره برگشت‌های ۲ سال، ۵ سال، ۱۰ سال، ۲۵ سال، ۵۰ سال، ۱۰۰ سال، ۲۰۰ سال و ۵۰۰ سال اجرا شد. شکل‌های (۴-۹) و (۴-۱۰) پهنه بندی سیلاب را در رودخانه‌های مورد مطالعه، شکل (۴-۱۱) پروفیل سطح آب را در رودخانه‌های اترک و قلجق، شکل (۴-۱۲) چند نمونه از نتایج بدست آمده از HEC-RAS و شکل (۴-۱۳) پروفیل سرعت در برخی از مقاطع عرضی را نمایش می‌دهد.



الف

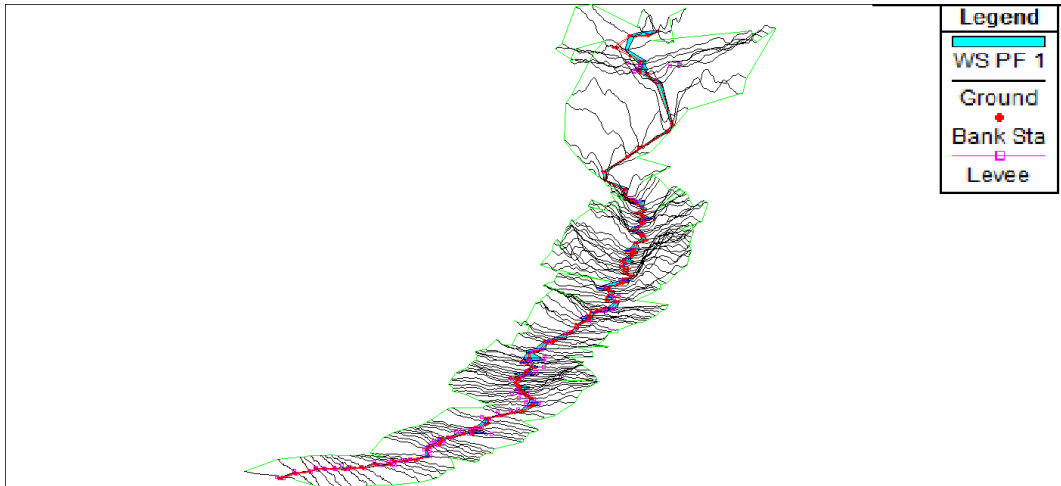


ب

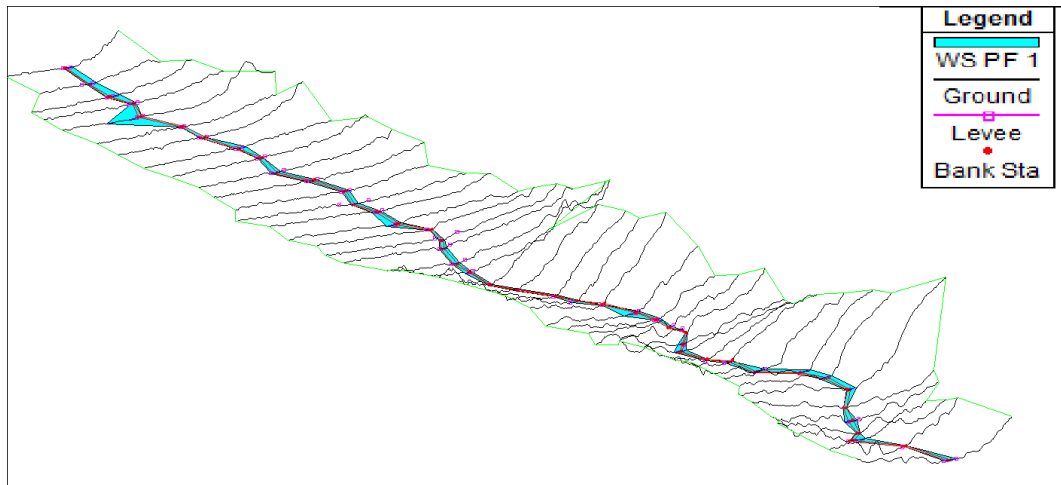


ج

شکل (۴-۹) : په‌نه‌بندی سیل برای بخشی از رودخانه‌های الف) کورکانلو ب) اترک ج) قوردانلو

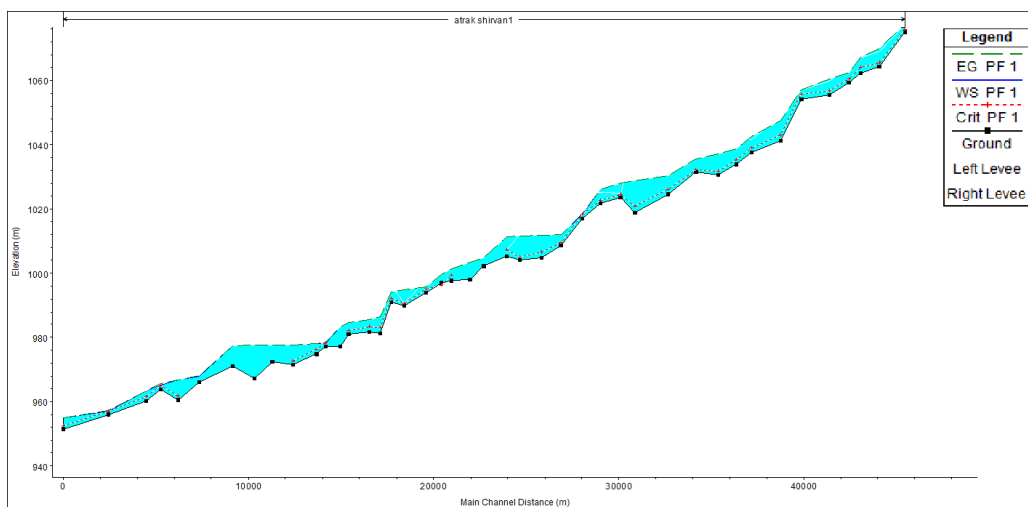


الف

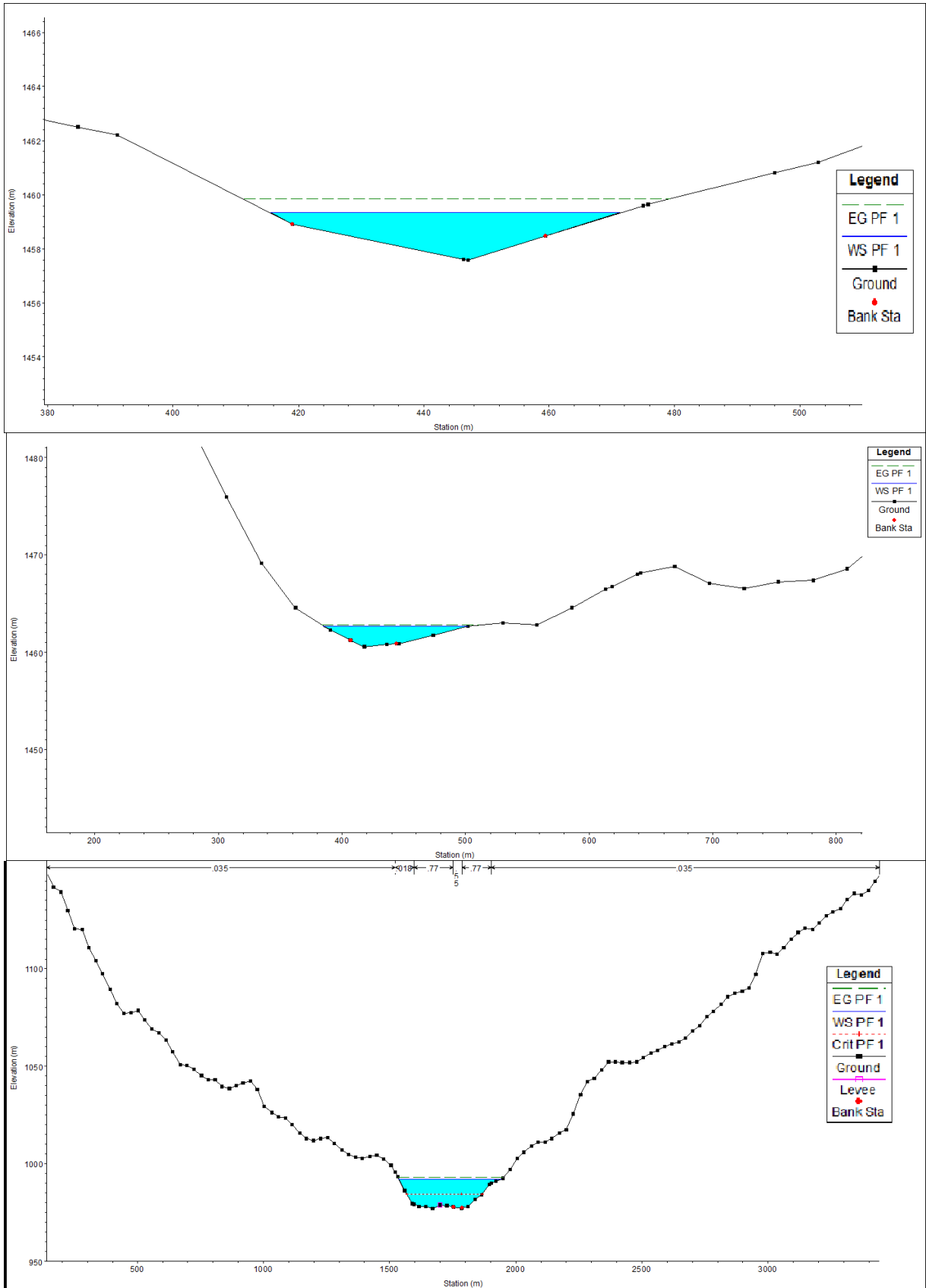


ب

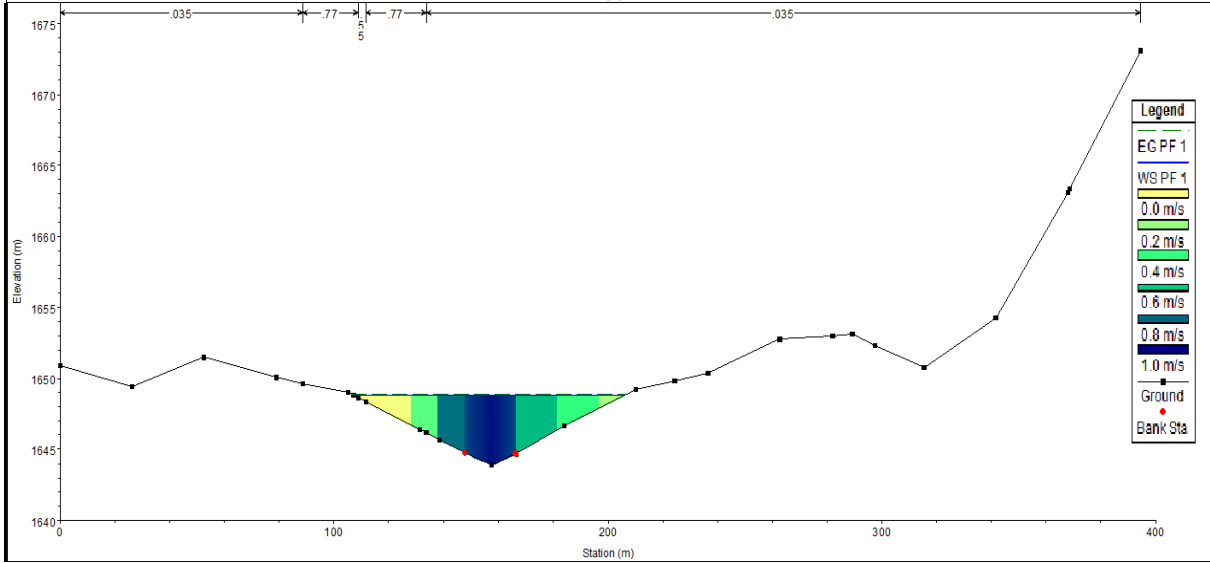
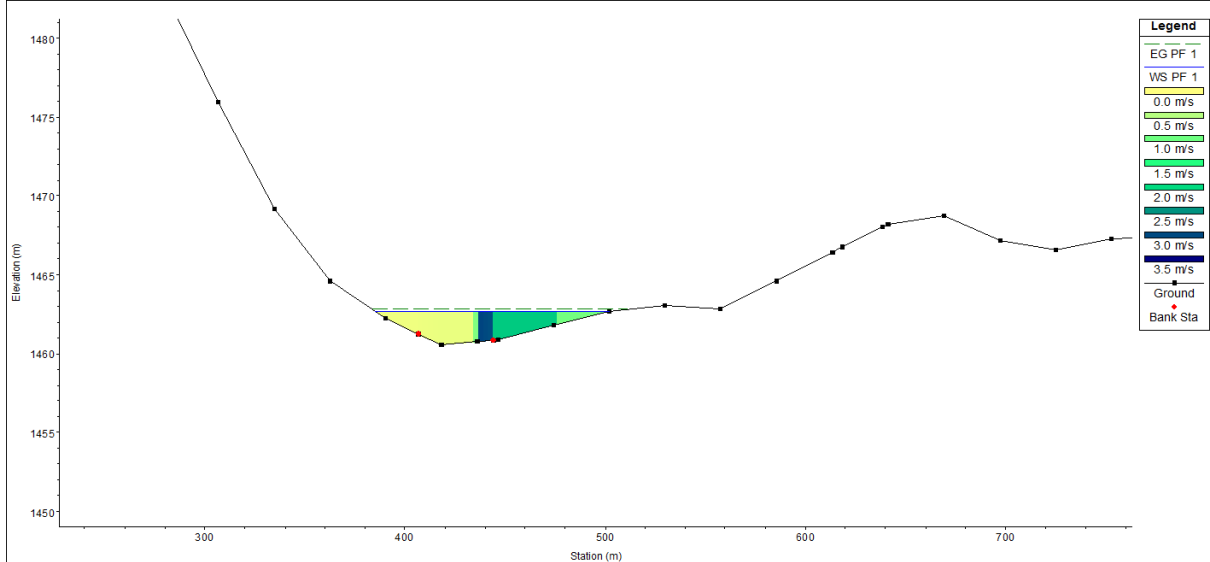
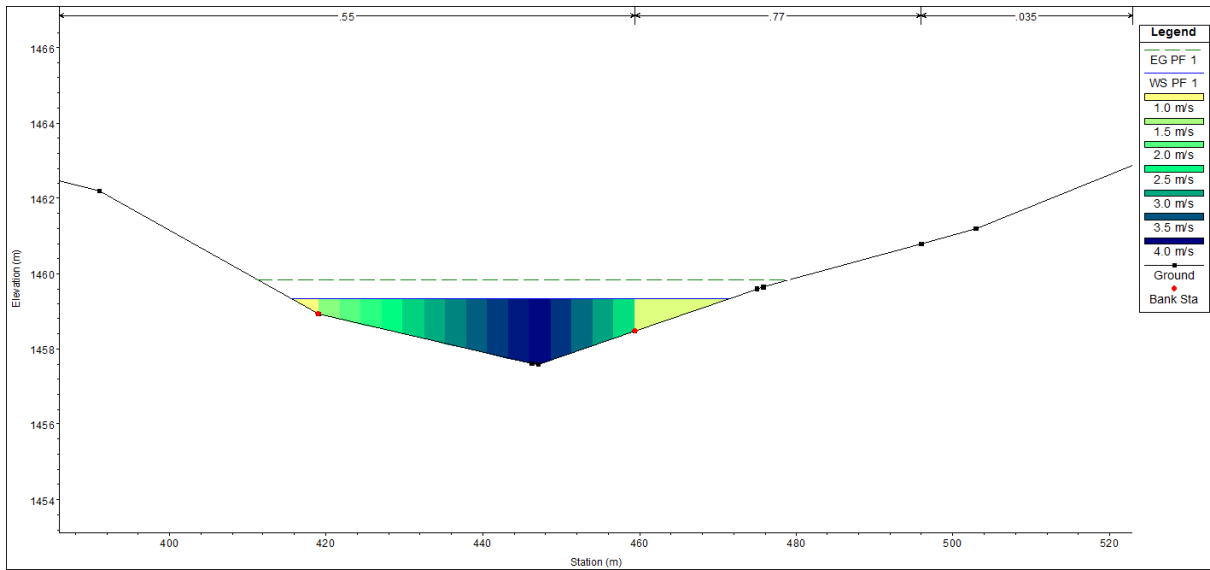
شکل (۴-۱۰): پهنه‌بندی سیل برای بخشی از رودخانه‌های الف (قلجق) (ب) اترک



شکل (۴-۱۱): پروفیل سطح آب رودخانه اترک



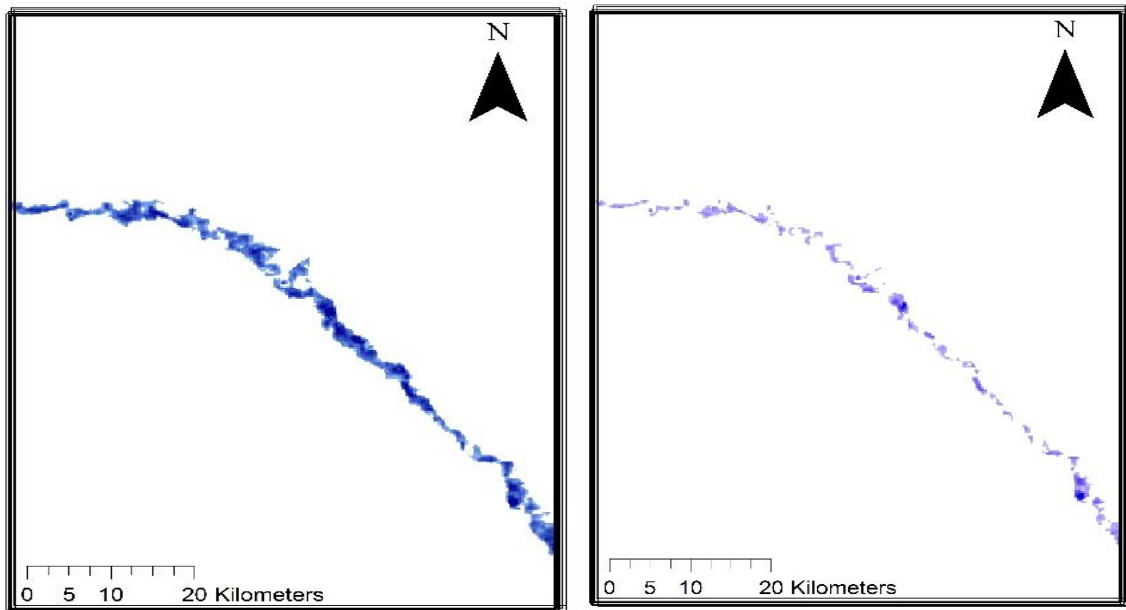
شکل (۴-۱۲): چند نمونه از نتایج بدست آمده از HEC-RAS



شکل (۴-۱۳): پروفیل سرعت در برخی از مقاطع عرضی

۴-۵- محاسبه پارامترهای اصلی سیلاب

پس از انجام شبیه سازی توسط HEC-RAS برای نمایش و محاسبه پهنه سیل گیر نتایج حاصل از شبیه سازی با استفاده از نرم افزار HecGeo-Ras به محیط GIS فراخوانده شده و نتایج نهایی محاسبه گردید. شکل (۴-۱۴) قسمتی از نقشه پهنه بندی سیلاب برای دوره بازگشت ۱۰ ساله و ۵۰۰ ساله را به نمایش می گذارد. همچنین جدول (۴-۷) میزان مساحت پهنه سیل گیر را برای سیلاب با دوره بازگشت های مختلف به نمایش می گذارد.



ب

الف

شکل (۴-۱۴): پهنه بندی سیلاب الف) ۱۰ ساله قوردانلو ب) ۵۰۰ ساله قوردانلو

جدول (۴-۷): میزان مساحت پهنه سیل گیر

دوره	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰
بازگشت (سال)								
مساحت (هکتار)	۳۱۰	۵۰۸/۸	۶۵۱/۸	۷۰۳/۷	۸۶۷/۶	۹۰۱/۶	۹۲۱/۷	۱۰۲۱/۷

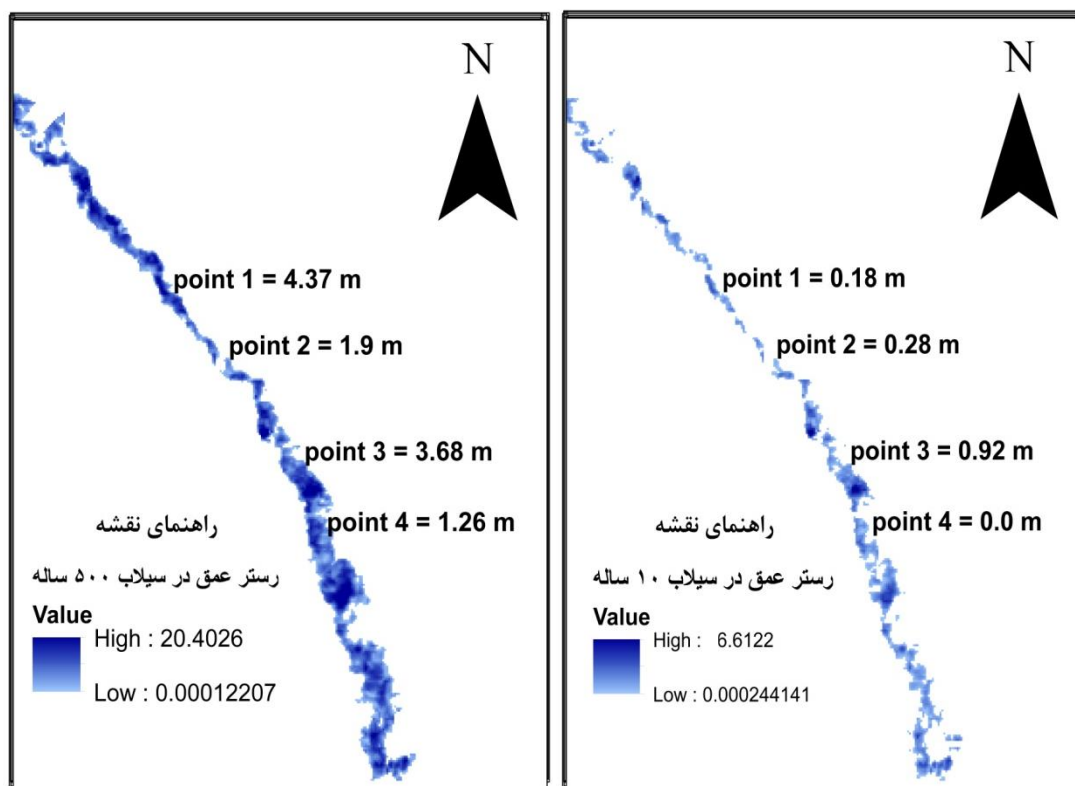
همانطور که در شکل (۴-۱۴) نیز قابل مشاهده است میزان مساحت دشت سیل‌گیر در سیلاب با دوره برگشت ۵۰۰ ساله بسیار بیشتر از مساحت سیلاب با دوره بازگشت ۱۰ ساله می‌باشد. همچنین مساحت پهنه سیل‌گیر برای سیلاب با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله ۹۲۲ هکتار است. سیلاب ۲۵ ساله حدود ۷۰۴ هکتار از اراضی با کاربری‌های مختلف را به زیر آب برده است. جدول (۴-۸) نسبت هر کدام از کاربری‌ها را به کل مساحت هر سیلاب نشان می‌دهد.

جدول (۴-۸): نسبت هر کدام از کاربری‌ها را به کل مساحت هر سیلاب نشان می‌دهد

کاربری اراضی	۵۰۰ ساله (درصد)	۱۰۰ ساله (درصد)	۵۰ ساله (درصد)	۲۰ ساله (درصد)
زمین زراعی	۸/۶۳	۸/۶۱	۸/۸۵	۸/۶۲
مسکونی	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۹
مسکونی شهری	۰/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۶	۰/۴۷
باغ میمی (انگور)	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۵	۰/۷۴
باغ درختی	۰/۳۱	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۳۱
مرتع	۸۹/۷۷	۸۹/۷۷	۸۹/۴۹	۸۹/۷۶

از مقایسه جدول (۴-۷) و جدول (۴-۸) می‌توان نتیجه گرفت که میزان مساحت دشت سیلاب با افزایش دوره بازگشت افزوده خواهد شد و مساحت سطح غرق شده در هر کدام از کاربری‌ها نیز افزایش می‌یابد، اما میزان نسبت مساحت سیل گرفته در هر کدام از کاربری‌ها تقریباً مقدار ثابتی است یعنی برای مثال نسبت مساحت مناطق مسکونی شهری در سیلاب ۵۰ ساله به میزان ۰/۴۶ درصد کل مساحت سیل‌گیر ۵۰ ساله است که این نسبت برای سیلاب ۵۰۰ ساله نیز ۰/۴۶ مساحت کل دشت سیلاب‌گیر ۵۰۰ ساله است. چهار نقطه به صورت اتفاقی و ثابت در رسترهای عمق، سرعت، قدرت و تنش‌برشی در نظر گرفت شده است، تا میزان پارامترهای سیلاب برای هر دوره بازگشت را در این نقاط محاسبه و مقایسه نماییم. شکل (۴-۱۵)

میزان عمق سیلاب را در دوره بازگشت ۱۰ ساله و ۵۰۰ ساله به نمایش می‌گذارد. همچنین جدول (۹-۴) میزان تغییرات عمق در نقاط ۴ گانه را برای تمامی دوره بازگشت‌ها را نشان می‌دهد.



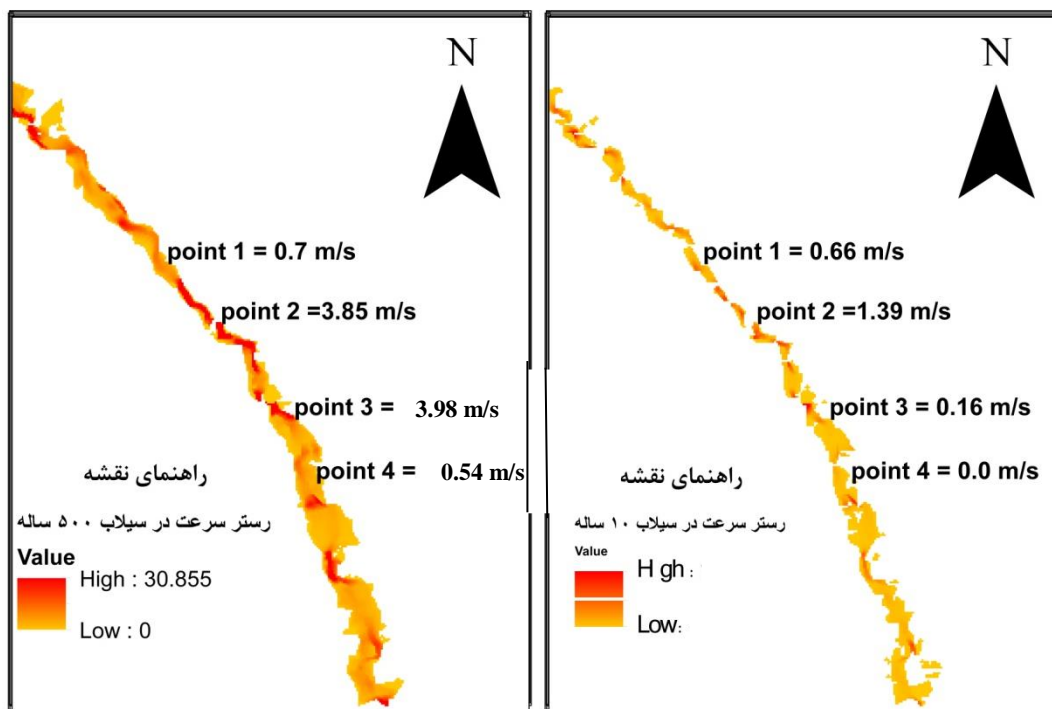
شکل (۴-۱۵): عمق در چند نقطه با دو دوره بازگشت ۱۰ ساله و ۵۰۰ ساله

جدول (۹-۴): میزان تغییرات عمق

دوره بازگشت (سال)	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰	
۱	۰	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۶۳	۱/۲۴	۲/۰۱	۲/۹۰	۴/۳۷	
۲	۰	۰/۰۶	۰/۲۸	۰/۶۰	۰/۸۸	۱/۱۶	۱/۴۸	۱/۹	شماره
۳	۰	۰/۴۸	۰/۹۲	۱/۴۳	۱/۷۹	۲/۳۹	۲/۹۳	۳/۶۸	نقاط
۴	۰	۰	۰	۰/۰۱	۰/۳	۰/۸۶	۱/۱۴	۱/۲۶	

همانطور که مشاهده می‌شود میزان عمق سیلاب در تمامی نقاط نمونه با افزایش طول دوره بازگشت در حال افزایش می‌باشد. نقطه شماره ۴ در سیلاب‌های کمتر از ۲۵ سال غرق نخواهد شد.

شکل (۴-۱۶) میزان سرعت سیلاب را در دوره بازگشت ۱۰ ساله و ۵۰۰ ساله به نمایش می‌گذارد. همچنین جدول (۴-۱۰) میزان تغییرات سرعت را برای تمامی دوره بازگشت‌ها را نشان می‌دهد.



شکل (۴-۱۶): سرعت در چند نقطه با دو دوره بازگشت ۱۰ ساله و ۵۰۰ ساله

جدول (۴-۱۰): میزان تغییرات سرعت

دوره بازگشت (سال)	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰
۱	۰	۰/۰۱	۰/۶۶	۰/۷۴	۰/۶۷	۰/۶۳۴	۰/۶۳۳	۰/۷
شماره ۲	۰	۱/۱۴	۱/۳۹	۱/۷۷	۲/۱۱	۲/۵۱	۲/۹۸	۳/۸۵
نقاط ۳	۰	۰/۰۲۵	۰/۰۱۶	۰/۰۷۸	۰/۱۱	۱/۶۱	۱/۹۰	۳/۹۸
۴	۰	۰	۰	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۱	۰/۱۷	۰/۵۴

سرعت سیلاب در اراضی با کاربری‌های مختلف متفاوت می‌باشد. میزان سرعت در کاربری‌های مختلف برای سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های مورد نظر نیز محاسبه شده‌اند. میزان سرعت متوسط برای سیلاب در اراضی گوناگون در جدول (۴-۱۱) آورده شده است

جدول (۴-۱۱): سرعت متوسط در هر کاربری اراضی

کاربری اراضی	۵۰۰ ساله (m/s)	۱۰۰ ساله (m/s)	۵۰ ساله (m/s)	۲ ساله (m/s)
متوسط سرعت	۱/۹۷۱	۱/۴۴۳	۱/۲۹۵	۰/۶۳۱
زمین زراعی	۰/۴۸۷	۰/۴۱۲	۰/۴۰۳	۰/۲۳۵
مسکونی روستایی	۰/۴۵۶	۰/۳۴۱	۰/۳۳۹	۰/۱۶۰
مسکونی شهری	۰/۴۵۰	۰/۳۷۸	۰/۳۷۷	۰/۲۹۵
باغ میمی (انگور)	۰/۵۲۶	۰/۳۹۳	۰/۳۸۵	۰/۲۸۱
باغ درختی	۰/۶۷۱	۰/۶۲۶	۰/۴۵۵	۰/۲۳۲
مرتع	۰/۹۹۲	۰/۷۳۱	۰/۷۰۹	۰/۴۶۶

با افزایش طول دوره بازگشت میزان سرعت سیلاب افزایش می‌یابد و سرعت سیلاب در هر کدام از کاربری‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند. برای مثال سرعت سیلاب در مراتع اطراف رودخانه با سیلاب با دوره بازگشت ۲ ساله ۰/۴۶۶ متر بر ثانیه است، این میزان برای سیلاب ۵۰ ساله به ۰/۷۰۹ متر بر ثانیه خواهد رسید و برای سیلاب با دوره بازگشت ۵۰۰ سال سرعت سیلاب در مراتعی که در پهنه سیل‌گیر قرار خواهند گرفت به ۰/۹۹۲ متر بر ثانیه خواهد رسید.

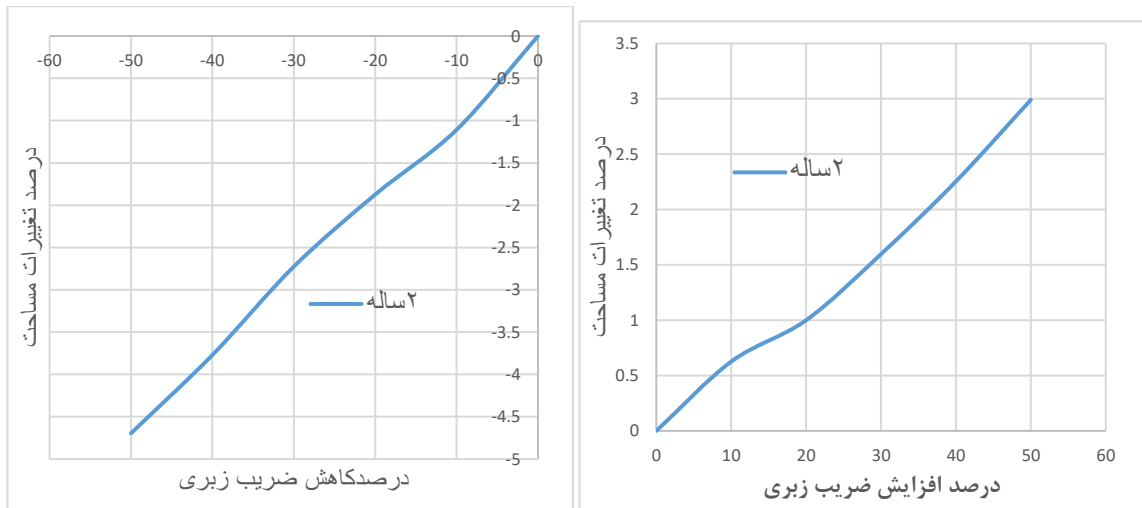
۴-۶- آنالیز حساسیت ضریب زبری

هدف از این بخش از تحقیق مشخص نمودن تاثیر ضریب زبری بر پهنه سیل گیر منطقه شیروان به تفکیک کاربری اراضی می باشد. همچنین میزان عدم قطعیت ضریب زبری بر مولفه های اصلی جریان مورد بررسی قرار می گیرد. در این مرحله ضریب زبری کاربری اراضی موجود به میزان ۱۰ درصد، ۲۰ درصد، ۳۰ درصد، ۴۰ درصد و ۵۰ درصد از میزان ضریب زبری بعد از کالیبره شدن مدل، افزایش و کاهش داده شده است و نتایج این تغییرات در ادامه ارائه خواهد شد. جدول (۴-۱۲) میزان درصد تغییرات مساحت دشت سیل گیر را نسبت به تغییرات ضریب زبری به نمایش می گذارد.

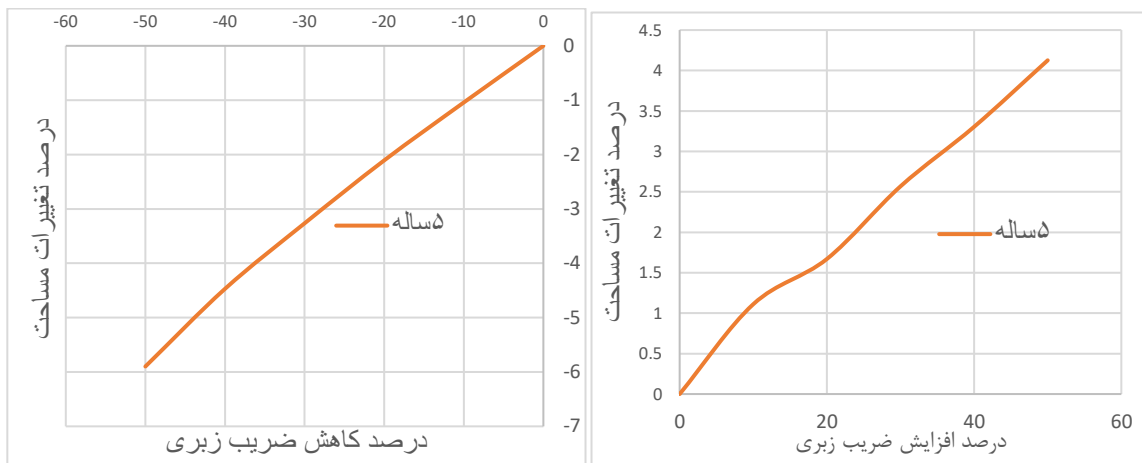
جدول (۴-۱۲): میزان تغییرات مساحت دشت سیلاب گیر

دوره بازگشت	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	۰	10%	20%	30%	40%	50%
۲سال	-4.69	-3.77	-2.72	-1.87	-1.10	0	0.62	1.00	1.59	2.25	2.99
۵سال	-5.88	-4.47	-3.26	-2.10	-1.04	0	1.11	1.67	2.56	3.30	4.12
۱۰سال	-6.75	-5.05	-3.81	-2.57	-1.28	0	0.88	1.46	2.51	3.22	4.96
۲۰سال	-7.03	-5.49	-4.11	-2.62	-1.18	0	1.89	2.64	3.61	4.53	5.58
۵۰سال	-8.71	-6.21	-4.52	-2.86	-1.71	0	1.07	1.81	3.05	4.07	5.04
۱۰۰سال	-8.38	-6.46	-4.74	-3.41	-1.84	0	1.16	2.30	3.48	4.58	8.15
۵۰۰سال	-7.61	-5.57	-3.88	-2.12	-0.51	0	1.43	4.04	5.25	7.28	8.08

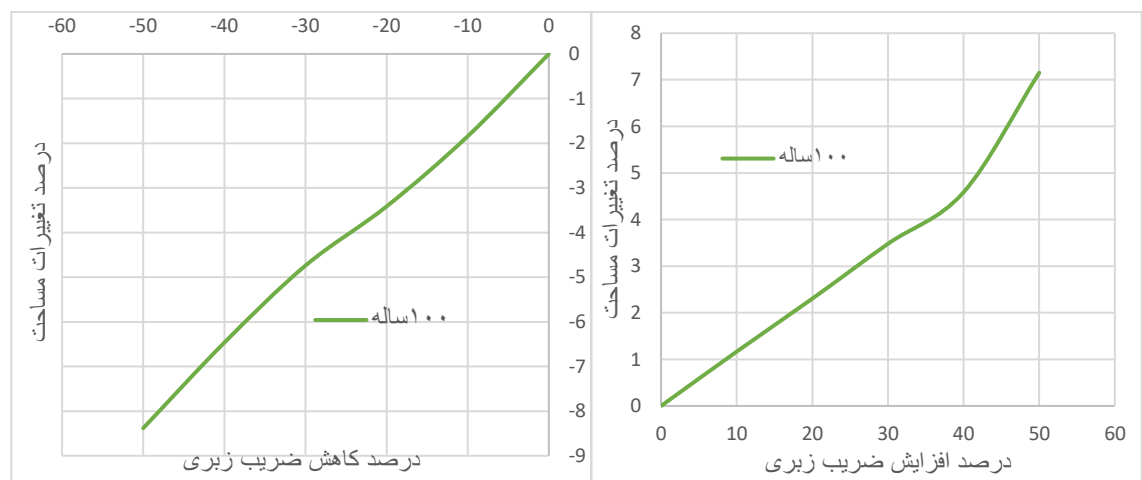
همانطور که در جدول (۴-۱۲) و شکل های (۴-۱۹) الی (۴-۲۲) دیده می شود با کاهش ضریب زبری، میزان مساحت سطح سیل گیر کاهش پیدا می کند. تقریباً این روند در تمامی دوره برگشت ها مشابه است. برای سیلاب ۲ ساله میزان تغییرات سطح سیل گیر به ازای ۱۰ درصد افزایش حدوداً ۰/۶ درصد افزایش می یابد و برای هر ۱۰ درصد کاهش ضریب زبری مساحت حدود ۰/۱ درصد افزایش می یابد. شکل های (۴-۱۷) الی (۴-۲۰) میزان تغییرات مساحت دشت سیلاب گیر را نشان می دهند.



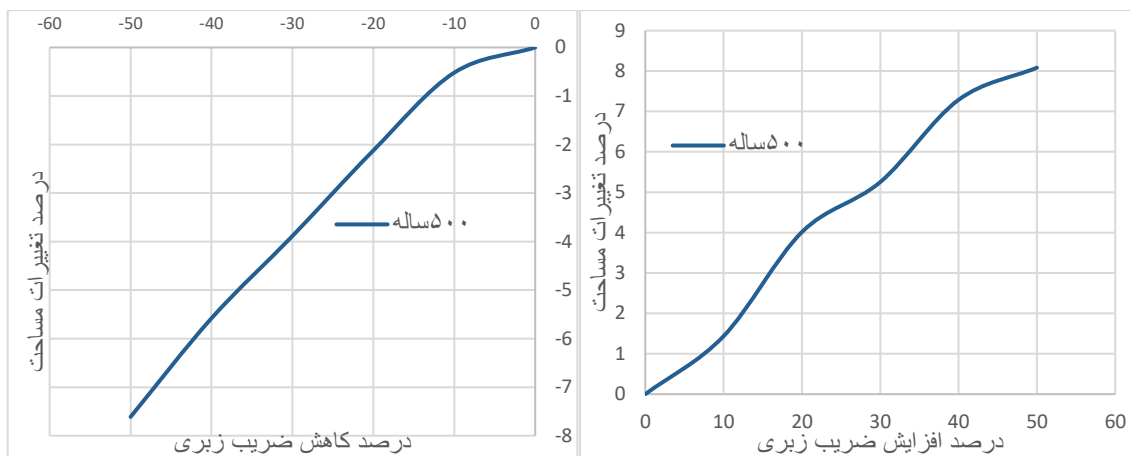
شکل (۴-۱۷) : میزان تغییرات مساحت دشت سیلاب گیر برای سیلاب ۲ ساله



شکل (۴-۱۸) : میزان تغییرات مساحت دشت سیلاب گیر برای سیلاب ۵ ساله

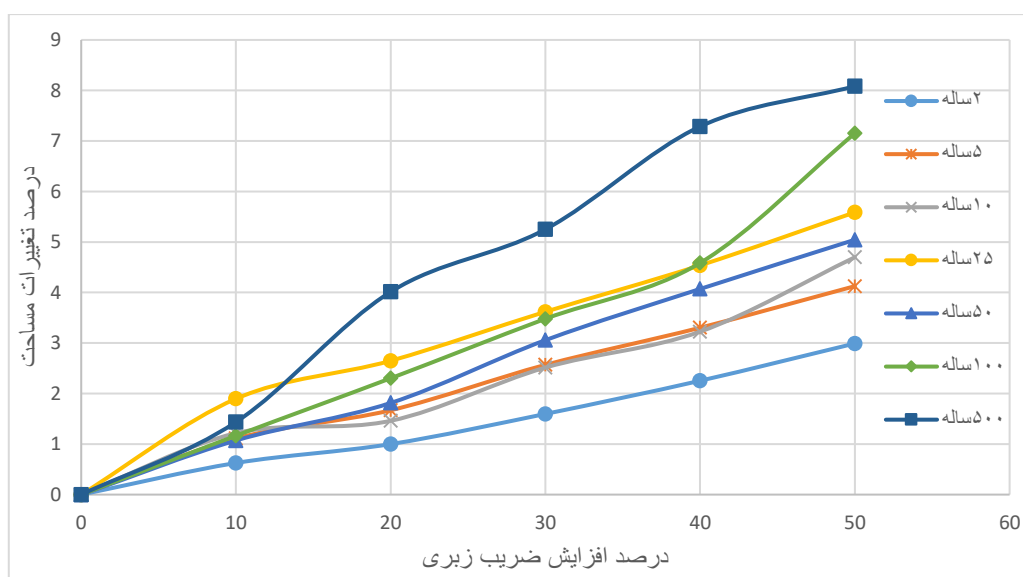


شکل (۴-۱۹) : میزان تغییرات مساحت دشت سیلاب گیر برای سیلاب ۱۰۰ ساله

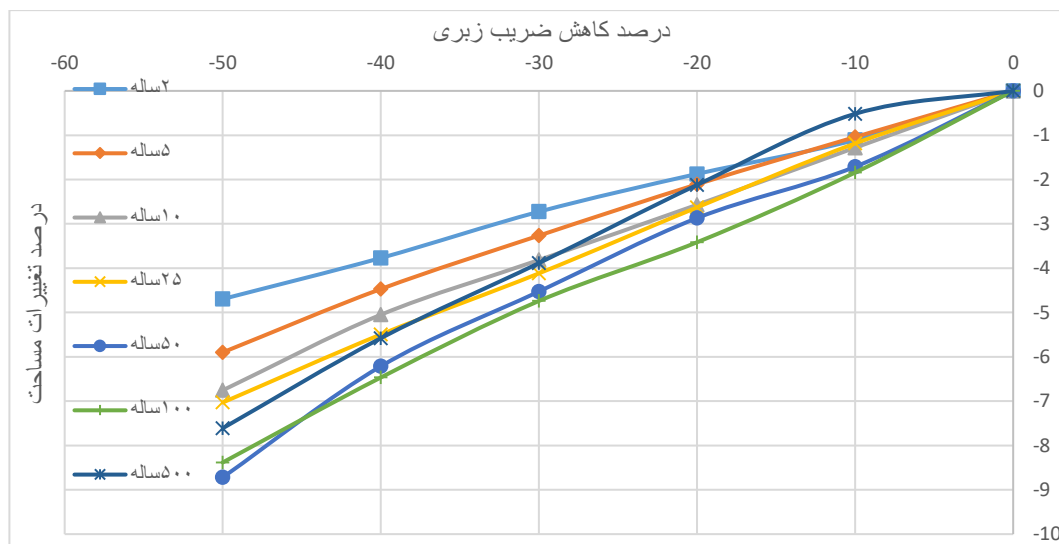


شکل (۴-۲۰): میزان تغییرات مساحت دشت سیلاب گیر برای سیلاب ۵۰۰ ساله

در میان دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه شده در این مطالعه سیلاب با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله بیشترین میزان حساسیت به ضریب زبری را دارد به طوری که برای تغییر ضریب زبری از ۵۰ درصد افزایش تا ۵۰ درصد کاهش سطح سیلاب گیر سیلاب با این دوره بازگشت ۱۵/۷ درصد تغییرات را شامل می‌شود. دو شکل (۴-۲۱) و (۴-۲۲) میزان تغییرات سیلاب با کلیه دوره بازگشت‌های مورد مطالعه را به نمایش می‌گذارند.



شکل (۴-۲۱): میزان تغییرات مساحت دشت سیلاب گیر نسبت به افزایش ضریب زبری



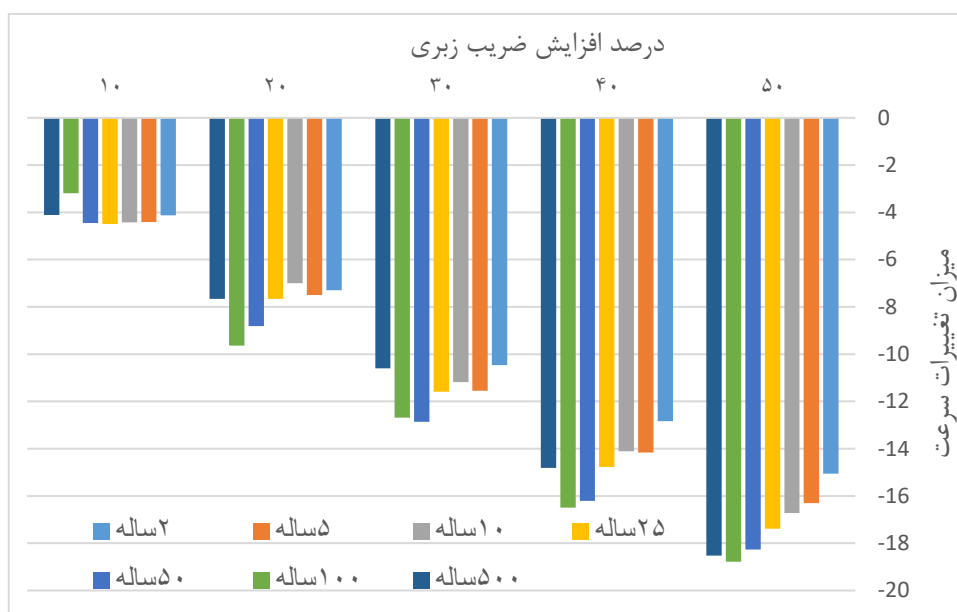
شکل (۴-۲۲): میزان تغییرات مساحت دشت سیلاب گیر نسبت به کاهش ضریب زبری

همانطور که از شکل‌های (۴-۲۱) و (۴-۲۲) قابل مشاهده است مساحت سطح سیل گیر برای دوره بازگشت ۵۰۰ ساله در افزایش ۵۰ درصدی ضریب زبری بیشترین تغییر را خواهد داشت. اما برای کاهش ضریب زبری ۵۰ درصدی این سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله است که با $8/72$ درصد کاهش بیشترین تغییر را خواهد داشت. برای محاسبه تاثیر تغییر ضریب زبری بر روی مولفه سرعت نیز ضریب زبری کاربری اراضی موجود به میزان ۱۰ درصد، ۲۰ درصد، ۳۰ درصد، ۴۰ درصد و ۵۰ درصد از میزان تخمین اولیه، افزایش و کاهش داده شده است، میزان تغییرات سرعت را محاسبه و نتایج در جدول (۴-۱۳) ارائه می‌شود.

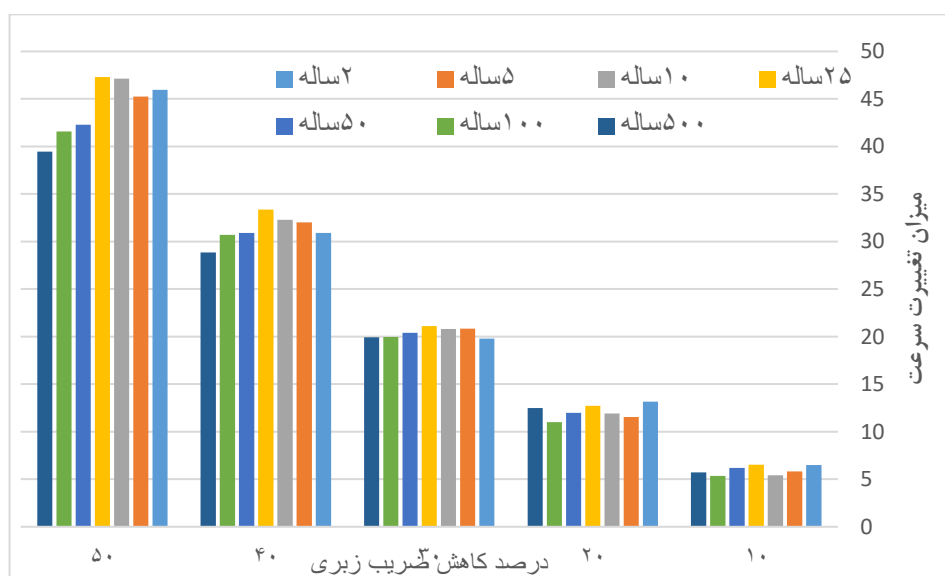
جدول (۴-۱۳): میزان تغییرات سرعت متوسط جریان

دوره بازگشت	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	بدون تغییر	10%	20%	30%	40%	50%
۲سال	45.95	30.90	19.80	13.15	6.49	0	-4.12	-7.29	-10.45	-12.83	-15.05
۵سال	45.23	32.02	20.83	11.54	5.83	0	-4.40	-7.5	-11.54	-14.16	-16.30
۱۰سال	47.12	32.28	20.79	11.91	5.43	0	-4.28	-7.00	-11.18	-14.10	-16.71
۲۵سال	47.28	33.36	21.12	12.71	6.54	0	-4.48	-7.66	-11.58	-14.76	-17.38
۵۰سال	45.27	30.89	20.41	11.99	6.19	0	-4.44	-8.81	-12.86	-16.20	-18.26
۱۰۰سال	41.58	30.69	19.95	11.01	5.33	0	-3.18	-9.63	-12.68	-16.49	-19.78
۵۰۰سال	39.47	28.86	19.93	12.48	5.73	0	-4.10	-7.66	-10.60	-14.81	-18.51

با کاهش ضریب زبری، میزان سرعت متوسط جریان افزایش می‌یابد و با افزایش ضریب زبری میزان سرعت متوسط جریان سیلاب کاهش می‌یابد. میزان کاهش سرعت جریان برای اولین ۱۰ درصد افزودن ضریب زبری و برای دوره بازگشت‌های مختلف حدود ۴ درصد است. میانگین افزایش سرعت در مرحله اول کاهش ۱۰ درصدی ضریب زبری ۵/۹ درصد است. دو شکل (۴-۲۳) و (۴-۲۴) میزان تغییرات سرعت نسبت به تغییرات ضریب زبری در دوره بازگشت‌های مختلف را نشان می‌دهد.



شکل (۴-۲۳): میزان تغییرات سرعت نسبت به افزایش ضریب زبری



شکل (۴-۲۴): میزان تغییرات سرعت نسبت به کاهش ضریب زبری

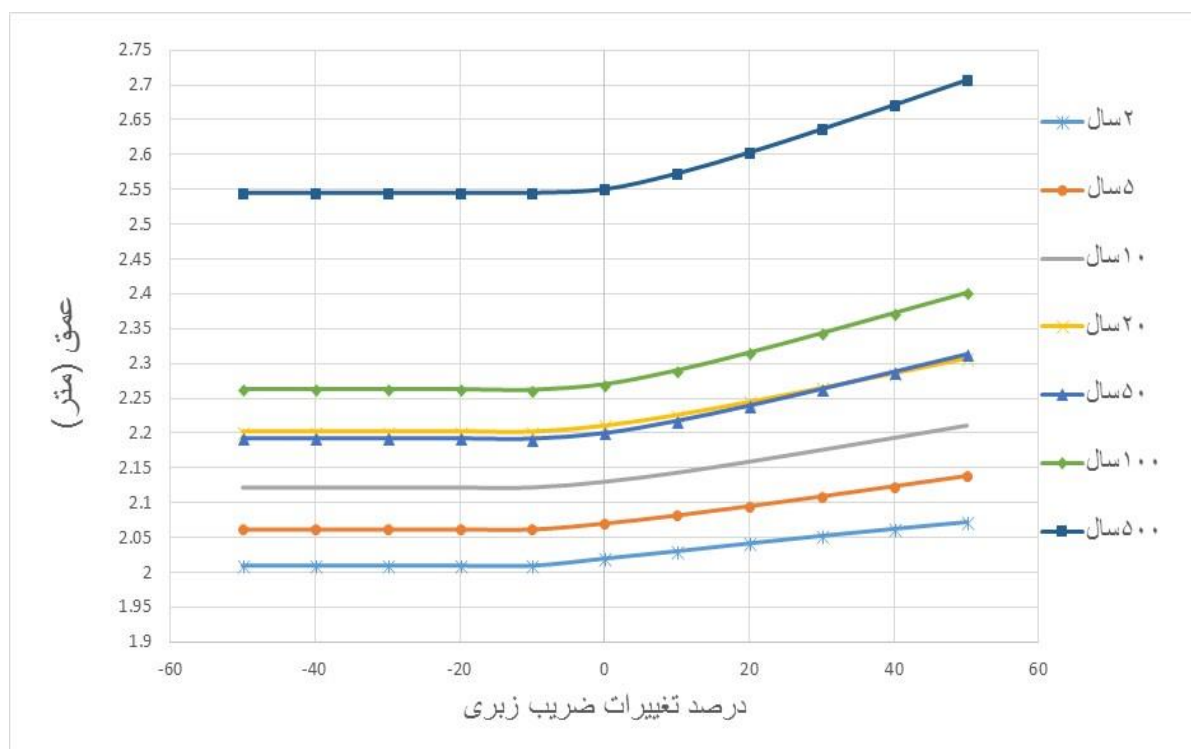
برای سیلاب ۲ ساله تغییرات سرعت به ازای ۵۰ درصد افزایش ضریب زبری ۱۵ درصد کاهش داشته است در صورتی که برای کاهش ۵۰ درصدی ضریب زبری حدود ۴۶ درصد به سرعت متوسط اولیه جریان سیلاب افزوده می‌شود. سیلاب ۵۰۰ ساله نیز تغییرات مشابهی دارد بطوری که تغییرات سرعت به ازای ۵۰ درصد افزایش ضریب زبری ۱۸/۵ درصد کاهش داشته است و برای کاهش ۵۰ درصدی ضریب زبری حدود ۴۰ درصد به سرعت متوسط اولیه جریان سیلاب افزوده می‌شود. از بین سیلاب با دوره بازگشت‌های فوق، سرعت سیلاب در سیلاب ۲۵ ساله بیشترین حساسیت را به تغییر ضریب زبری نشان داده است. سرعت سیلاب در این دوره بازگشت به ازای ۱۰۰ درصد تغییر (۵۰ درصد کاهش و ۵۰ درصد افزایش) ضریب زبری، میزان سرعت ۶۴/۶۶ درصد تغییر خواهد داشت. برای محاسبه تاثیر تغییر ضریب زبری بر روی پارامتر عمق جریان ضریب زبری کاربری اراضی موجود به میزان ۱۰ درصد، ۲۰ درصد، ۳۰ درصد، ۴۰ درصد و ۵۰ درصد از میزان تخمین اولیه، افزایش و کاهش داده شده است، میزان تغییرات عمق محاسبه و نتایج در جدول (۴-۱۴) ارائه می‌شود.

جدول (۴-۱۴) : درصد تغییرات عمق جریان

دوره بازگشت	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	۰	10%	20%	30%	40%	50%
۲ سال	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	-0.51	0	0.52	1.1	1.6	2.1	2.6
۵ سال	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	0	0.55	1.2	1.8	2.6	3.2
۱۰ سال	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	0	0.62	1.4	2.2	3	3.8
۲۰ سال	-0.36	-0.36	-0.36	-0.36	-0.39	0	0.69	1.5	2.5	3.4	4.4
۵۰ سال	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.36	0	0.80	1.8	2.9	4	5.1
۱۰۰ سال	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.35	0	0.87	2	3.2	4.5	5.8
۵۰۰ سال	-0.21	-0.20	-0.20	-0.12	-0.19	0	0.88	2.1	3.4	4.8	6.2

از مشاهده جدول فوق در می‌یابیم که کاهش ضریب زبری بیش از ۱۰ درصد تاثیر بسیار ناچیزی را بر روی عمق جریان دارد. تاثیر افزایش ضریب زبری بر مولفه عمق جریان تاثیرگذارتر است به طوری که برای سیلاب

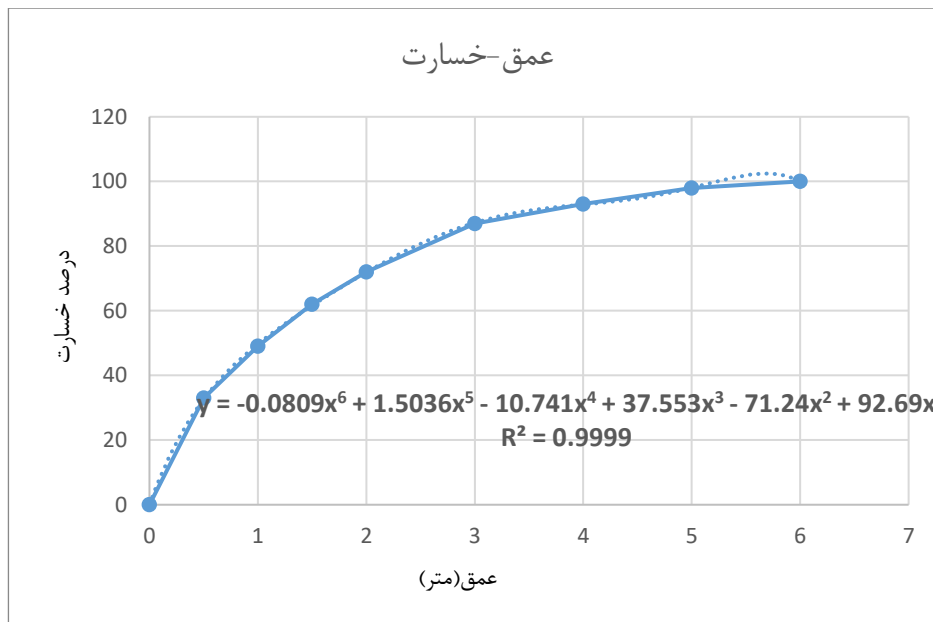
۲ ساله ۵۰ درصد افزایش زبری ۲/۶ درصد به میزان عمق اولیه می‌افزاید. برای سیلاب ۵ ساله نیز میزان تغییر به ازای ۱۰ درصد کاهش و افزایش ضریب زبری به ترتیب باعث ۰/۴۱ درصد کاهش و ۰/۵۵ درصد افزایش عمق در سیل با این دوره بازگشت می‌شود. در سیلاب ۱۰ ساله به ازای هر ۱۰ درصد افزایش ضریب زبری ۰/۸ درصد به میزان عمق قبل افزوده می‌شود. هرچه میزان دوره بازگشت سیلاب طولانی‌تر باشد تاثیر افزایش ضریب زبری بر افزایش عمق بیشتر شده و از حساسیت عمق نسبت به کاهش ضریب زبری کاسته می‌شود به طوری که میزان تاثیر افزایش ۵۰ درصد ضریب زبری برای سیلاب ۵۰۰ ساله ۲/۳۴ برابر تاثیر آن بر سیلاب ۲ ساله است اما میزان تاثیر کاهش ۵۰ درصدی ضریب زبری در عمق جریان سیلاب ۲ ساله بیشتر از سیلاب ۵۰۰ ساله می‌باشد. شکل (۴-۲۵) میزان عمق در دوره بازگشت‌های گوناگون را برای تغییرات ضریب زبری نشان می‌دهد.



شکل (۴-۲۵): میزان عمق در دوره بازگشت‌های گوناگون

۷-۴- برآورد خسارت

هدف بررسی محاسبه میزان خسارت در بخش مسکونی در سیلاب با دوره بازگشت‌های گوناگون می‌باشد. بدین منظور می‌توان با رسم نمودار توابع عمق - خسارت موجود در دستورالعمل اتحادیه اروپا، برای ساختمان‌های مسکونی قاره آسیا در نرم‌افزار اکسل و برازش نمودار و بدست آوردن فرمول حاکم بر آن می‌توان تابع میزان خسارت را بر حسب عمق جریان بدست آورد. شکل (۴-۲۶) تابع عمق خسارت برای مناطق مسکونی قاره آسیا را نشان می‌دهد.



شکل (۴-۲۶): تابع عمق خسارت برای مناطق مسکونی قاره آسیا

معادله بدست آمده برای تابع عمق - خسارت مناطق مسکونی قاره آسیا به صورت معادله (۴-۱)

می‌باشد.

$$y = -0.0809x^6 + 1.5036x^5 - 10.741x^4 + 37.553x^3 - 71.24x^2 + 92.69x \quad \text{معادله (۴-۱)}$$

برای محاسبه خسارت وارده به بخش مسکونی، ابتدا از نقشه رستر عمق، قسمت‌هایی که سیلاب به

ارضی مسکونی خسارت وارد میکند را جدا کرده، سپس به کمک دستور Raster Calculator و فرمول

بالا نقشه رستر خسارت برای هر نقطه از مناطق مسکونی محاسبه شده است. سیلاب با دوره برگشتهای کمتر از ۱۰ سال به مناطق مسکونی خسارتی وارد نمی‌کند. میزان خسارت برآورد شده به محتوای ساختمانها (اثاثیه منزل) و نیز به بنای خود ساختمانها (دیوارها، سیم‌کشی و...) می‌باشد. جدول (۴-۱۵) میزان خسارت وارد شده متوسط را برای مناطق مسکونی با دوره بازگشت‌های مختلف را به نمایش می‌گذارد.

جدول(۴-۱۵): میزان خسارت متوسط وارد شده به بخش مسکونی

تعداد ساختمان‌های تحت تاثیر	خسارت متوسط(درصد)	دوره بازگشت(سال)
۴۱ واحد	۵۱/۶۱	۱۰
۱۷۴ واحد	۵۳/۸۷	۲۵
۲۷۵ واحد	۵۳/۹۴	۵۰
۴۹۸ واحد	۵۲/۲۵	۱۰۰
۶۴۳ واحد	۵۵/۷۴	۲۰۰
۷۶۰ واحد	۵۶/۱۳	۵۰۰



شکل(۴-۲۷): موقعیت پهنه سیل ۵۰۰ ساله و مناطق مسکونی شهری

از شمارش منازل مسکونی تحت تاثیر سیلاب با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله مشخص شد که ۴۹۶ واحد مسکونی در شهرستان شیروان، ۱۳ واحد مسکونی در روستای قوردانلو، ۲۶ واحد مسکونی در روستای برزو، ۴۵ واحد مسکونی در روستای پالکانلو، ۸۰ واحد مسکونی در روستای پالکانلو بالا، ۴۵ واحد مسکونی در روستای ملوانلو، ۱۵ واحد مسکونی در روستای سیسپرانلو، ۳۰ واحد مسکونی در روستای قلعه بیگ و کلیه بناهای موجود در سایت تصفیه خانه آب شیروان از سیلاب به طور مستقیم خسارت خواهند دید. در مجموع به ۷۶۰ واحد مسکونی شهری و روستایی به طور میانگین میزان ۵۶ درصد ارزش محتوا و بنای ساختمان خسارت وارد خواهد شد. در ادامه ۳ واحد ساختمانی به عنوان نمونه انتخاب شده‌اند و میزان مشخصات جریان و میزان خسارت وارده برای سیلاب‌های مختلف برآورد گردیده است. شکل (۴-۲۸) موقعیت ساختمان‌ها را نشان می‌دهد و جدول‌های (۴-۱۶) الی (۴-۱۸) میزان خسارت وارد شده به هر کدام از ساختمان‌ها و همچنین مقدار پارامترهای سیلاب در آن نقاط ارائه می‌کند.



شکل (۴-۲۸): انتخاب ۳ ساختمان مسکونی برای برآورد خسارت

جدول (۴-۱۶) : میزان خسارت وارد شده به ساختمان شماره ۱

دوره بازگشت (سال)	خسارت به ساختمان (درصد)	میزان سرعت (متر بر ثانیه)	میزان عمق (متر)	تنش برشی (N/m ²)	قدرت جریان (KN/m.s)
۱۰	۷۴/۶۸	۲/۰۱	۲/۱۴	۷۳/۶۳	۱۴۸/۹۱
۲۵	۷۵/۵۰	۲/۱۵	۲/۱۹	۸۰/۱۳	۱۷۱/۹۴
۵۰	۷۵/۹۳	۲/۱۹	۲/۲۱	۸۱/۷۰	۱۷۹/۷۲
۱۰۰	۷۶/۱۹	۲/۲۵	۲/۲۳	۸۳/۸۸	۱۸۸/۶۵
۲۰۰	۷۶/۴۲	۲/۲۸	۲/۲۴	۸۵/۲۸	۱۹۴/۳۷
۵۰۰	۷۶/۶۲	۲/۳۰	۲/۲۵	۸۶/۳۰	۱۹۹/۳۸

جدول (۴-۱۷) : میزان خسارت وارد شده به ساختمان شماره ۲

دوره بازگشت (سال)	خسارت به ساختمان (درصد)	میزان سرعت (متر بر ثانیه)	میزان عمق (متر)	تنش برشی (KN/m ²)	قدرت جریان (KN/m.s)
۱۰	۴۵/۶۴	۲/۰۴	۰/۸۲	۷۷/۵۵	۱۵۹/۱۹
۲۵	۴۶/۱۱	۲/۱۵	۰/۸۷	۸۲/۹۰	۱۷۸/۴۰
۵۰	۴۶/۸۲	۲/۲۰	۰/۸۹	۸۳/۹۴	۱۸۴/۷۱
۱۰۰	۴۷/۲۵	۲/۲۵	۰/۹۱	۸۶/۰۵	۱۹۳/۵۴
۲۰۰	۴۷/۶۱	۲/۲۷	۰/۹۲	۸۷/۱۵	۱۹۸/۶۸
۵۰۰	۴۷/۹۱	۲/۳۱	۰/۹۳	۸۸/۸۶	۲۰۵/۷۰

جدول (۴-۱۸) : میزان خسارت وارد شده به ساختمان شماره ۳

دوره بازگشت (سال)	خسارت به ساختمان (درصد)	میزان سرعت (متر بر ثانیه)	میزان عمق (متر)	تنش برشی (KN/m ²)	قدرت جریان (KN/m.s)
۱۰	۴۷/۹۱	۲/۱۵	۰/۹۳	۷۹/۳۲	۱۷۰/۳۶
۲۵	۴۹/۴۵	۲/۲۵	۰/۹۹	۸۴/۶۳	۱۹۰/۳۷
۵۰	۵۰/۱۴	۲/۳۰	۱/۰۲	۸۶/۲۶	۱۹۹/۱۶
۱۰۰	۵۰/۵۷	۲/۳۵	۱/۰۳	۸۸/۵۰	۲۰۸/۷۸
۲۰۰	۵۰/۹۳	۲/۳۹	۱/۰۴	۸۹/۷۹	۲۱۴/۹۳
۵۰۰	۵۱/۲۱	۲/۴۳	۱/۰۶	۹۱/۸۷	۲۲۳/۳۳

همان طور که از جداول پیداست ساختمان شماره ۱ در بین این سه ساختمان بیشترین خسارت را متحمل خواهد شد و ساختمان شماره ۲ کمترین میزان را در بین سه ساختمان خواهد داشت. شکل (۴-۳۱) و (۴-۳۲) نیز میزان آسیب به دو ساختمان مسکونی دیگر را نشان می دهند.



شکل (۴-۲۹) : برآورد درصد خسارت وارد شده ساختمان مسکونی



شکل (۴-۳۰): برآورد درصد خسارت وارد شده ساختمان مسکونی

همانطور که شکل‌ها و جداول فوق نشان می‌دهند خسارت در چند نقطه در دوره بازگشت‌های یکسان متغیر است و در نقاط مختلف حوزه نیز خسارت به ازای دوره برگشت به شدت متفاوت است، بطوریکه در نقطه ۵ میزان درصد خسارت از صفر درصد تا حدود ۷۰ درصد افزایش می‌یابد. روش‌های محاسبه خسارت مبتنی بر سطح سیل‌گیر، روش‌های منطقی نیستند و برآورد درست تابع عمق - خسارت به شدت در روند محاسبه خسارت تاثیرگذار است، اما به نظر می‌رسد تابع عمق - خسارت نیز برآورد چندان دقیقی از خسارت ندارد. از آنجا که سایر پارامترهای جریان سیلاب در میزان خسارت نقش بسیار مهمی دارند، لازم است تا برای برآورد دقیق خسارت کلیه پارامترها مد نظر قرار گیرند.

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- مقدمه

جهت هرگونه برآورد خسارت، شبیه سازی هیدرولیکی سیل یکی از ضروریات می باشد، زیرا این نقشه ها اطلاعات ارزشمندی در مورد عمق، سرعت و مساحت سیل گیر در هر پهنه سیل گیر در اختیار تصمیم گیران قرار می دهد که می توان بر اساس نیاز به صورت یک بعدی یا دو بعدی صورت گیرد. در اطراف رودخانه های شهرستان شیروان اراضی کشاورزی، مسکونی، باغات و تاسیسات صنعتی فراوانی وجود دارد. در این مطالعه از مدل یک بعدی HEC-RAS استفاده شده است. به منظور شبیه سازی سیل از سیلاب هایی با دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ ساله استفاده گردید. همچنین میزان حساسیت پارامترهای سیلاب های شبیه سازی شده، در برابر تغییرات ضریب زبری زمین های اطراف رودخانه مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت رستر خسارت ساختمان های مسکونی منطقه مورد مطالعه مربوط به دوره بازگشت های متفاوت ترسیم شد. میزان متوسط خسارت وارد شده و تعداد ساختمان های خسارت دیده تعیین گردید.

۵-۲- نتیجه گیری

نتایج شبیه سازی درباره سطح سیلگیر مشخص کرد که میزان مساحت سطح سیل گیر با دوره بازگشت سیلاب رابطه مستقیم دارد. همچنین نشان دادند که تغییرات بسیار ناچیز در مقدار ضریب زبری مانینگ می تواند موجب ایجاد ده ها هزار متر مربع تفاوت، در سطح سیل گیری اراضی گردد. با بزرگتر و طولانی شدن طول دوره بازگشت میزان آهنگ افزایش مساحت سیل گیر کاسته می شود. میزان عمق، سرعت، قدرت و تنش برشی جریان نیز با بیشتر شدن طول دوره بازگشت افزوده می شود.

میزان تغییرات ضریب زبری بر روی پارامترهای اصلی سیلاب مانند عمق، سرعت و مساحت پهنه سیل گیر نیز برای دوره بازگشت های مختلف مورد مطالعه قرار گرفت. مشخص شد که پارامتر سرعت جریان به تغییر زبری واکنش بیشتری نسبت به عمق و سطح سیلگیر دارد و عمق کمترین وابستگی به میزان تغییر ضریب زبری را خواهد داشت به طوریکه برای کاهش ضریب زبری بیش از ۱۰ درصد تغییرات عمق به صورت بسیار

اندک خواهد بود.

از نتایج حاصل از شبیه‌سازی سیلاب و تابع مربوط به میزان خسارت مسکونی برای قاره آسیا استفاده گردیده و نقشه رستر خسارت را برای تمامی مناطق مسکونی که از سیلاب با دوره بازگشت‌های گوناگون خسارت خواهند دید محاسبه و ترسیم شد. نتایج نشان می‌دهند که برای سیلاب با دوره بازگشت‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ سال به ترتیب ۴۱، ۱۷۴، ۲۷۵، ۴۹۸، ۶۴۳ و ۷۶۰ باب ساختمان به طور متوسط، به ترتیب ۵۱، ۵۳، ۵۴، ۵۲، ۵۵، ۵۶ درصد ارزش ساختمان و محتوای آن از سیلاب خسارت خواهند دید. خسارت وارده توسط سیلاب به کلیه پارامترهای سیلاب بستگی دارد، لذا بررسی میزان خسارت ناشی از سیلاب صرفاً با عمق جریان چندان نزدیک به واقعیت نخواهد بود. بنابراین پارامترهای سیلاب به تنهایی نمی‌توانند معرف خوبی برای برآورد خسارت فیزیکی ناشی از سیلاب باشند و ترکیبی از این پارامترها در بر خواهد داشت

۵-۳- پیشنهادات

- ۱- با توجه به اینکه توابع عمق خسارت برای محاسبه خسارت وارده به بخش کشاورزی، تجاری، زیرساخت‌ها و صنعتی نیز توسط اتحادیه اروپا تدوین گشته است پیشنهاد می‌گردد میزان خسارات وارد شده برای تمامی کاربری‌های اراضی شهرستان شیروان، استان خراسان شمالی و کل کشور برآورد گردد.
- ۲- پیشنهاد می‌شود برای برآورد خسارت سیل از نقشه‌های توپوگرافی با دقت‌های مناسب استفاده شود تا تاثیر شرایط دقیق‌تر فیزیکی زمین نیز در برآورد تابع خسارت سیل محاسبه گردد.
- ۳- پیشنهاد می‌شود که با توجه به کمبود اطلاعات در مورد شرایط هیدرومتری رودخانه‌های شهرستان شیروان تعداد ایستگاه‌های هیدرومتری بیشتری بر روی رودخانه‌های موجود احداث گردد. همچنین نقشه‌های دقیقی از شرایط فیزیکی رودخانه‌ها و مسیل‌های استان برای انجام هرچه بیشتر و دقیقتر مطالعات برآورد خسارت سیلاب تهیه گردد و در دسترس محققین قرار گیرد.

۴- مقایسه نرم افزارهای مختلف برای شبیه سازی سیلاب و مقایسه مدل های مختلف با یکدیگر.

۵- ایجاد توابع خسارت ملی با توجه به آمار خسارات سیلاب های گذشته برای انواع خسارت های ناشی

از سیل

۶- علاوه بر عمق سایر پارامترهای سیلاب موثر بر خسارت نیز مورد بررسی قرار گیرند و توابع خسارت

جدیدی بر این اساس مستخرج گردد.

منابع

۱. آذر، ع و پناهی، ع و شریفی، ر. (۱۳۹۲). کاهش خسارت سیل از طریق تعیین حریم و بستر رودخانه، فصلنامه علمی پژوهشی امداد و نجات، شماره ۱
۲. افتخاری، ع. صادقلو، ط. احمد آبادی، ع. (۱۳۸۸). ارزیابی پهنه بندی روستاهای در معرض خطر سیلاب با استفاده از مدل HEC-Geo RAS مطالعه موردی حوزه گرگانرود، مجله توسعه روستایی
۳. افتخاری، الف. سلاجقه، ع. حسینی س، الف. (۱۳۹۰). ارزیابی پهنه بندی سیل با تغییرات ضریب زبری مطالعه موردی: رودخانه اترک. نشریه جغرافیای طبیعی، دوره ۴ شماره ۱۲ از صفحه ۹۱ تا صفحه ۱۰۶.
۴. اسماعیلی، ف. حسونی زاده، ه. (۱۳۸۷). پهنه بندی خطر سیلاب با استفاده از مدل ریاضی GIS (مطالعه موردی: رودخانه کنچانچم (گاوی) استان ایلام)، دومین کنفرانس ملی نیروگاههای آبی کشور، تهران، شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران
۵. اسمعیلی ورکی، م. شیخ الاسلامی، ژ. (۱۳۹۰). پهنه بندی سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیک HEC-RAS، مطالعه موردی: رودخانه چابک رود در استان گیلان، دهمین کنفرانس هیدرولیک/ایران، رشت، انجمن هیدرولیک ایران، دانشگاه گیلان.
۶. امام قلی زاده، ص. جباری، الف. حسینی، الف. حقی آبی، الف. بهنیا، ع. (۱۳۹۳). برآورد دبی انتقال رسوب رودخانه با استفاده از مدل ریاضی HEC-RAS. مهندسی آبیاری و آب ایران، دوره ۴، شماره ۱۶
۷. امیری، الف. مردوخ پور، ع. عاشوری امیرهنده م، ر. (۱۳۹۴). ارزیابی تغییرات ضریب زبری بر پارامترهای هیدرولیکی رودخانه (مطالعه موردی: بخشی از سلمان رود)، کنفرانس ملی مهندسی معماری، عمران و توسعه شهری، مازندران.
۸. امیراحمدی، الف. بهنیا، ف. الف. ابراهیمی، م. (۱۳۹۱). ریزپهنه بندی خطر سیلاب در محدوده شهر سبزوار در راستای توسعه پایدار شهری، آمایش محیط، دوره ۵ شماره ۱۶ از صفحه ۱۷ تا صفحه ۳۲.
۹. اژدری مقدم، م. و حاجی احمدی، الف. (۱۳۹۱). بررسی پهنه بندی سیلاب رودخانه تلنگ با مدل HEC-RAS. نهمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۱۰. برخورداری، ج. پورعقدائی، ف. ملکی نژاد، ح. اختصاصی، م. (۱۳۹۴). بررسی پوشش گیاهی در عرصه های پخش سیلاب مناطق خشک و نیمه خشک مطالعه موردی: استان یزد، کنفرانس بین المللی پژوهش در مهندسی، علوم و تکنولوژی، استانبول، موسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ویرا.
۱۱. بمانی، م. تورانی، م. چزغه، س. (۱۳۹۰). تعیین پهنه های سیلگیر با استفاده از مدل HEC-RAS، مجله جغرافیا و مخاطرات طبیعی، شماره ۱.
۱۲. بیرانوند، م. حسین زاده، م. (۱۳۹۳). پهنه بندی رودخانه کشکان با استفاده از مدل هکرس و سیستم اطلاعات جغرافیایی اولین کنفرانس ملی توسعه پایدار، تهران
۱۳. جهان دوست، رسول. (۱۳۸۹). سیل و پیامدهای ناشی از آن (آموزش و راه های پیشگیری و کاهش خسارت های سیل)، جغرافیا و مخاطرات محیطی.
۱۴. حکم آبادی، ع. یزدی، ج. حسن زاده، ش. (۱۳۹۶). پهنه بندی سیلاب با استفاده از مدل های یک بعدی و دو بعدی HEC-RAS (مطالعه موردی رودخانه دوغ استان گلستان)، شانزدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، اردبیل، انجمن هیدرولیک ایران.
۱۵. داننده مهر، ع. (۱۳۸۲). اندازه گیری و ارزیابی میزان خسارت ناشی از سیلابها، دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی عمران، تهران، دانشگاه امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، عمران.
۱۶. درخشان علمدارلو، پ. ملازاده صادقیون، الف. اژدری مقدم، م. عزیزیان، غ. (۱۳۹۵). مقایسه نتایج مدل های MIKE11 و HEC-RAS در شبیه سازی جریان غیردائمی مطالعه موردی رودخانه قره آغاچ، پانزدهمین کنفرانس ملی هیدرولیک/ایران، قزوین، انجمن هیدرولیک ایران، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره).

۱۷. رضایی مقدم، م. رجبی، م. دانش فراز، ر. خیری زاده، م. (۱۳۹۵). پهنه بندی و بررسی اثرات مورفولوژیکی سیلاب های رودخانه زرینه رود (از ساری قمیش تا سد نوروزلو)، جغرافیا و مخاطرات محیطی.
۱۸. زمانی، ب. حصار، ن. (۱۳۸۹). بررسی مدیریت سیلاب های شهری تبریز و خسارات محتمل ناشی از دخل و تصرف در حریم رودخانه ها و آبراهه های شهر، اولین کنفرانس ملی مدیریت سیلابهای شهری، تهران.
۱۹. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، (۱۳۸۴)، راهنمای پهنه بندی سیل و تعیین حد بستر و حریم رودخانه ها، نشریه شماره ۵۱۳
۲۰. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (۱۳۹۵). مطالعات برنامه آمایش سرزمین، نشریه ۱۰-۹۵.
۲۱. شاهرخ نیا، م. ع. جوان، م. کشاورزی، ع. (۱۳۸۷). کاربرد مدل های HEC-RAS و MIKE-11 در شبیه سازی جریان در کانال های آبیاری. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، دوره ۹، شماره ۰، ص ۱۹
۲۲. شایان نژاد، م. هنریخش، ا. اکبری، ن. (۱۳۹۳)، توسعه مدل ماسکینگام غیرخطی و مقایسه آن با مدل HEC-RAS جهت روندیابی سیل در رودخانه ها. اکوهیدرولوژی، دوره ۱۰، شماره ۱.
۲۳. شعبانلو، س. صدقی، ح. (۱۳۸۵)، پهنه بندی سیلاب در شبکه رودخانه های استان گلستان با استفاده از GIS، مجله توسعه روستایی.
۲۴. شکیب، س. ح. حشمتیان، ر. (۱۳۹۶)، ارزیابی کیفیت آب و پهنه بندی سیلاب توسط مدل هیدرولیکی HEC-RAS & ARCGIS مطالعه موردی رودخانه کشف رود استان خراسان رضوی، چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.
۲۵. طاهری، ب. بزرگ زاده، م. (۱۳۷۵). سیلابهای شهری، مرکز مطالعات و تحقیق معماری ایران.
۲۶. عباسی، ع. ملک نژاد یزدی، م (۱۳۹۱)، برآورد ضریب زبری مانینگ در کانالهای طبیعی مطالعه موردی رودخانه ی کرده، نهمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز
۲۷. عزیزیان، غ. اکبری، الف. (۱۳۹۴)، بررسی پهنه بندی و خسارت ناشی از سیلاب توسط مدل هیدرولیکی HEC-RAS مطالعه موردی رودخانه شول - فهلیان در استان فارس، چهاردهمین کنفرانس ملی هیدرولیک / ایران، زاهدان، گروه مهندسی عمران دانشگاه سیستان و بلوچستان.
۲۸. غفاری، گ. مساعدی، الف. (۱۳۸۸). تاثیر روش های مختلف تعیین ضریب زبری مانینگ در برآورد وسعت اراضی سیل گیر (مطالعه موردی رودخانه بابلرود) نشریه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۱۲، شماره ۶ از صفحه ۱۱ تا صفحه ۲۰.
۲۹. غفاری، گ. سلیمانی، ک. مساعدی الف. (۱۳۸۶). پهنه بندی خطر و ارزیابی خسارت سیل با استفاده از HEC-GeoRAS (مطالعه موردی رودخانه بابلرود). منابع طبیعی ایران، دوره ۶۰ شماره ۲ از صفحه ۴۳۹ تا صفحه ۴۵۱.
۳۰. فخاری، م. موسوی ندوشنی س، س. علی محمدی، س. (۱۳۹۳). اثرات سد گلستان ۱ بر کاهش خسارت سیلاب با استفاده از مجموعه نرم افزاری HEC، دومین کنفرانس ملی مدیریت و مهندسی سیلاب با رویکرد سیلابهای شهری، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس ملی مدیریت سیلاب
۳۱. قادری، ج. قادری، م. (۱۳۹۶) پهنه بندی سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS و سیستمهای اطلاعات جغرافیایی GIS رودخانه کوثر مهاباد. سومین کنفرانس ملی مهندسی مکانیک- عمران و فناوری های پیشرفته، اسفراین، مجتمع آموزش عالی فنی مهندسی اسفراین.
۳۲. قادری، ج. حبیبی، د. (۱۳۹۶)، پهنه بندی خطر سیل و تعیین حدود بستر رودخانه باراندوزچای ارومیه با استفاده از مدل HEC-RAS، سومین کنفرانس ملی مهندسی مکانیک- عمران و فناوری های پیشرفته، اسفراین، مجتمع آموزش عالی فنی مهندسی اسفراین
۳۳. قاضی زاده احسائی، الف. گنجی نوروزی، ز. اژدری، خ. (۱۳۹۵). برآورد تابع خسارت سیل گندم با استفاده از نتایج آزمایشگاهی و ترکیب آن با هیدرولیک سیل در محیط GIS (مطالعه موردی: حوضه جازموریان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۳۴. قیاری سامیان، ل. سروی، ز. پیروزی، الف. (۱۳۹۶)، شناسایی و پهنه بندی مناطق خطر در سواحل رودخانه قره سو(با تاکید بر فرسایش کناری رودخانه)، چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.
۳۵. قشمی، م، ر. آب پرور، الف. زینالی، ح. نعیمی، م. (۱۳۹۴). پهنه بندی حساسیت سیلاب شهری در تأسیسات تأمین و توزیع آب شرب شهر تهران با استفاده از مدل نسبت فراوانی، هفتمین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران.
۳۶. قمی اوپلی، ف. صادقیان، م، ص. جاوید الف. میرباقری، س، الف. (۱۳۸۹). شبیه سازی پهنه بندی سیل با استفاده از مدل HEC-RAS (مطالعه موردی: رودخانه کارون حدفاصل بند قیر تا اهواز). علوم و فنون منابع طبیعی، از صفحه ۱۰۵ تا صفحه ۱۱۵.
۳۷. قهرودی، م. مجیدی هروی، الف. عبدالی الف. (۱۳۹۵). آسیب پذیری ناشی از سیلاب شهری مطالعه موردی تهران مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی شماره هفدهم، از صفحه ۹۸ تا صفحه ۱۱۵.
۳۸. کرمی مقدم، م. سبزواری، ت. (۱۳۹۶) تأثیر پوشش گیاهی بر تنش برشی و سرعت جریان در کانال مرکب با استفاده از مدل Flow3D، مجله علمی - پژوهشی هیدرولیک دوره ۱۲، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶
۳۹. گنجی، ز. (۱۳۹۱). " تحلیل زمانی و مکانی ریسک خسارت کشاورزی در سیلابدشتها". رساله دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
۴۰. گنجی، ز. شکوهی، ع. سینگ، و. (۱۳۹۵). مقایسه اثر عدم قطعیت تابع دبی - احتمال در برآورد ریسک خسارت کشاورزی، تحقیقات منابع آب ایران. سال ۱۲. شماره ۲.
۴۱. محمدی استادکلایه، الف. مساعدی الف، علاقمند، س. بررسی اثرات سیل مرداد ۱۳۸۰ شرق گلستان بر مورفولوژی رودخانه مادر سو، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی - ۱۳۸۶ - دوره : ۱۴ صفحه: ۹-۱۷، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۴۲. معینی، الف. بذرافشان، الف. استفاده از سیل باستانی برای طراحی بهینه سازه هاو کاهش خسارتهای ناشی از سیل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۴۳. معینی، الف. بذرافشان، الف. (۱۳۸۸) استفاده از سیل باستانی برای طراحی بهینه سازه هاو کاهش خسارتهای ناشی از سیل، چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران مدیریت حوزه های آبخیز، کرج، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۴۴. نعمتی کوتنایی، م. فضل اولی، ر. شاهنظری، ع. (۱۳۸۸). پهنه بندی سیلاب با استفاده از مدل کامپیوتری HEC-RAS در محیط GIS (مطالعه موردی رودخانه ماشلک)، هشتمین کنفرانس هیدرولیک ایران، تهران، انجمن هیدرولیک ایران، دانشکده فنی دانشگاه تهران.
۴۵. نیک منش، م. ر. (۱۳۹۰). پیش بینی تاثیر پوشش گیاهی بر ضریب زبری هیدرولیکی کرانه و بستر رودخانه خشک شیراز. نشریه علوم و مهندسی آب، دوره ۱ شماره ۳ از صفحه ۴۱ تا صفحه ۵۴.
۴۶. هادیانی، م. الف. غلامی، و. نژادآذر، ز. (۱۳۹۵) بررسی تاثیر تغییرات فصلی ضریب زبری مانینگ در پیش بینی رفتار هیدرولیکی سیلاب (مطالعه موردی: رودخانه هراز). مجله محیط شناسی، دوره ۳۵، شماره ۵۱ از صفحه ۱۱ تا صفحه ۱۸.
۴۷. هوشمندی، ف. ظهیری، ع. دهقانی الف. مفتاح هلقی، م. (۱۳۹۳) مقایسه روش های برآورد توزیع تنش برشی در عرض مجاری روباز، نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک جلد بیست و یکم، شماره ۵.

48. Dutta, D. Herath, S, Musiake, K. (2003) A mathematical model for flood loss estimation. Journal of Hydrology 277:24-49

49. Elmer, F., A.Thieken, H. Pech, I., and Kreibich, H.:(2010) Influence of flood frequency on residential building losses, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 10, 2145-2159,
- 50.European Union, JRC Technical reports.(2017). Global flood depth-damage functions, Methodology and the database with guidelines.
51. Gammerer, H.A. H. Thieken, and J. Lammel,(2013) Adaptability and transferability of flood loss functions in residential areas, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 3063–3081.
- 52.Huizinga, J., Moel, H. de, Szewczyk, W. (2017). Global flood depth-damage functions. Methodology and the database with guidelines. EUR 28552 EN. doi: 10.2760/16510
53. Kean, J.W., Kuhnle, R.A., Smith, J.D., Alonso, C.V., and Langendoen, E.J. (2015). Test of a method to calculate near-bank velocity and boundary shear stress. *J. Hydr. Eng. ASCE*. 135: 7. 588-601.
- 54.Karbasi, M. A. Shokoohi ,B. Saghafian(2018), Loss of Life Estimation Due to Flash Floods in Residential Areas using a Regional Model. *Water Resources Management An InternationalJournal* – Published for the European Water Resources.
- 55.Liang, J., and Julien, P.Y. (2015). Shear stress in smooth rectangular open channel flow.*J. Hydraul. Eng. ASCE*. 131: 1. 30-37.
56. Li ,K., S. Wu,D.Zh. Xu,(2012). Flood loss analysis and quantitative risk assessment in China, *Natural Hazards*,September 2012, Volume 63, Issue 2, pp 737–760
57. Richard A. (1999). flood plain determination using ArcView and HEC RAS.
58. Shultz, S.(2015), The Extent and Nature of Potential Flood Damage to Commercial Property Structures in the Midwestern United States, *Universities Council on Water Resources Journal oF Contemporary Water Research & Education* , Issue 161, Pages 81-91.
59. United Nations, ESCAP, (1984) Proceedings of the seminar on flood Vulnerability Analysis and on the Principles of flood Plain Management for flood Loss Prevention,W.R.S., No.58.
60. US Army Corps of Engineers. (2006). Hydrologic Modeling System. User manual. Hydrologic Engineering Center. Washington.
61. US Army Corps of Engineers. (2002). HEC- GeoRAS. An Extension for Support of Hec-Ras using Arc view. user's Manual. Version 3,1. Hydrologic Engineering Center. Washington.
62. US Army Corps of Engineers. (2006). HEC-RAS River Analysis System. Applications Guide. Version 3,1 Hydrologic Engineering Center. Washington.
63. US Army Corps of Engineers.(2006). Hydrologic Modeling System. Technical reference. Hydrologic Engineering Center. Washington

64. Wunsch, A., U. Herrmann, H. Kreibich, A. H. Thielen (2010), The Role of Disaggregation of Asset Values in Flood Loss Estimation: A Comparison of Different Modeling Approaches at the Mulde River, Germany, *Environmental Management*, Volume 44, Issue 3, pp 524–541

Abstract

Flood is one of the natural disasters that its frequent occurrence in Iran has caused a lot of financial losses. Identifying areas with a risk of flooding and being aware of the probability of occurrence or return periods of flood events can be of great helpful in reducing the damage caused by this natural phenomenon. In order to predict the complex hydraulic phenomena, it is necessary to use simulation and modeling techniques. In this study, with the help of HEC-RAS, GIS and HEC-GEO RAS, the flood plain area, depth and average velocity on the rivers of Atrak Oliya (Sheikh Amirnlou River, Qoljogh River), Chaylag River, Gleyan River and part of the Atrak River with Different return periods was simulated. Simulation results on flood level showed that the flood surface area has a direct relationship with the flood return period. It also showed that very slight variations in the Manning roughness coefficient could lead to a difference of at least 1000 square meters of land at the level of flood landing. The depth, velocity, power and shear stress of the current are also increased by increasing the length of the return period. In order to estimate the damage, the average depth-damage function of Asia, as published by the European Research Center, was used. Then, in the GIS environment, the damming functions and flood simulation maps were combined and the damage raster map was calculated for residential areas with return periods of 10, 25, 50, 100, 200, and 500 years old. Using the damage map, you can get the amount of damage caused by the flood at any point. The results showed that for floods with 10, 25, 50, 100, 200 and 500 years returns, there are 41, 174, 275, 498, 643 and 760 return damages respectively. The average damages for these buildings and their content are 51, 53, 54, 52, 55, 56 percent.

Keywords: Depth-damage function, Flood simulation, Flood plain area, Roughness coefficient, Structural damage



Faculty of Agricultural
M.Sc. Thesis in Water Structures Engineering

**Estimating Flood Loss by using depth-damage Functions
(Case Study: Shirvan City)**

By:

Mehran Saberi Tanasvan

Supervisor

Dr. Zahra Ganji Norouzi

Advisor

Dr. Mahdi Delghandi

Saeed Nikghalb Ashouri

September 2018