



دانشکده مهندسی کشاورزی

رشته مهندسی کشاورزی گرایش سازه‌های آبی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

برآورد تابع خسارت سیل گندم با استفاده از نتایج آزمایشگاهی و ترکیب آن با هیدرولیک سیل در محیط GIS

(مطالعه موردی: حوضه جازموریان)

نگارنده: احسان قاضی‌زاده إحسائی

اساتید راهنما:

دکتر زهرا گنجی نوروزی

دکتر خلیل اژدری

استاد مشاور:

دکتر بهرام بختیاری

شهریور ۱۳۹۵

دانشگاه شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه: آب و خاک

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای / خانم احسان قاضی زاده احمالی به شماره دانشجویی: ۹۳۱۳۳۸۴

تحت عنوان: برآورد تابع خسارت سیل گندم با استفاده از نتایج آزمایشگاهی و ترکیب آن با هیدرولیک سیل در محیط GIS (مطالعه موردی: حوضه جازموریان)

مورد ارزیابی و با

در تاریخ ۱۳۹۵/۰۶/۱۴ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد درجه عالی مورد پذیرش قرار گرفت.

اعضا	اساتید مشاور	اعضا	اساتید راهنما
	بهرام بختیاری		زهره گنجی نوری
			خلیل زهدی

اعضا	نماینده تحصیلات تکمیلی	اعضا	اساتید داور
	وجیهه درستکار		سمد امانقلی زاده
			مهدی دلقندی

تشکر و قدر دانی

تشکر و سپاس بی‌پایان مخصوص خدایی است که بشر را آفرید و به او قدرت اندیشیدن داد و تواناییهای بالقوه را در وجود انسان به امانت گذارد و او را امر به تلاش و کوشش نموده و راهنمایی را برای هدایت بشر فرستاد. پس از درود بر پیامبر رحمت حضرت محمد(ص) و خاندان مطهرشان و سلام و درود به روان پاک رادمردان عرصه‌های علم و جهاد و پدران و مادران صبور و فداکارشان. اکنون که دیگر بار پروردگار منان مرا قرین لطف و مرحمت خود قرار داده تا در سایه بندگی‌اش گامی دیگر در عرصه علم و دانش پشت سر نهم، بر او که مسیر دانش را بر راه زندگی‌م گشود خضوع و سجود می‌کنم.

به مصداق «من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق» بسی شایسته است از اساتید فرهیخته و فرزانه سرکار خانم دکتر زهرا گنجی و جناب آقای دکتر خلیل اژدری که در کمال صعه صدر با حسن خلق و فروتنی از هیچ کمکی دریغ نمودند و با راهنمایی‌های سازنده و راه‌گشایشان در طی مراحل انجام و تدوین پایان‌نامه مرا یاری رساندند، تشکر و قدردانی نمایم.

تشکر و قدردانی از مساعدتهای بی‌شائبه‌ی اساتید شایسته و گرانقدر جناب آقای دکتر بهرام بختیاری و همچنین دیگر اساتید گروه آب و خاک دانشگاه صنعتی شاهرود که همواره رهنمودهایشان روشن‌گر راه و گره‌گشای سختی‌ها بوده است دارم.

همچنین از بخش آمار و اطلاعات آب منطقه‌ای کرمان مهندس روح‌الله سلطانی، مهندس حسن قاضی‌زاده و مهندس محسن قاضی‌زاده کمال سپاس و قدردانی را دارم و موفقیت همگان را از درگاه احدیت خواهانم.

احسان قاضی‌زاده

شهریور ۱۳۹۵

تعهد نامه

اینجانب احسان قاضی زاده إحسانی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی گرایش سازه‌های آبی دانشکده مهندسی کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه برآورد تابع خسارت سیل گندم با استفاده از نتایج آزمایشگاهی و ترکیب آن با هیدرولیک سیل در محیط GIS (مطالعه موردی: حوضه جازموریان) تحت راهنمایی دکتر زهرا گنجی نوروزی و دکتر خلیل اژدری 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 صنعتی 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 بوده اند 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 ۱۴۰۵/۰۶/۱۴

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی 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

از زمان‌های گذشته همواره زمین‌های حاصل‌خیز و مستعد کشاورزی فراوانی در اطراف رودخانه‌ها وجود داشته است. از این رو در پی طغیان رودخانه‌ها، خسارات بیشتر متوجه محصولات کشاورزی می‌باشد تا سایر انواع خسارت. بنابراین بررسی و تحلیل خسارت‌های وارد شده به محصولات کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. از آنجا که گندم یک محصول استراتژیک می‌باشد، در این پژوهش خسارت ناشی از سیل برای محصول گندم در رودخانه هلیل حوضه جازموریان شهرستان جیرفت مورد بررسی قرار گرفت. برای نیل به این هدف از نتایج آزمایشگاهی جهت استخراج تابع خسارت کشاورزی، و از دو نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و HEC-RAS جهت شبیه‌سازی و پهنه‌بندی سیل استفاده شده است. برای تعیین میزان خسارت، آزمایش‌هایی در مراحل مختلف رشد گندم شامل (پنجه، ساقه‌دهی و خوشه‌دهی) صورت گرفت. جهت استخراج تابع خسارت برقراری ارتباط بین پارامترهای هیدرولیکی سیل و میزان خسارت ضروری است. برای این منظور در دبی‌ها و سرعت‌های مختلف میزان خسارت در هر مرحله برداشت شد. سپس بین پارامترهای هیدرولیکی مختلف از جمله (عمق، سرعت، حاصل‌ضرب عمق در سرعت، حاصل‌ضرب عمق در توان دوم سرعت، حاصل‌ضرب سرعت در تنش، عدد فرود و عدد رینولدز) و میزان خسارت ارتباط برقرار شد. سپس توسط نرم‌افزار HEC-RAS سیل برای دو دوره برگشت ۵۰ ساله و ۵۰۰ ساله شبیه‌سازی شد. و در نهایت با تلفیق تابع خسارت کشاورزی و نتایج شبیه‌سازی سیل در محیط GIS میزان درصد خسارت، در نقاط مختلف سیلاب دشت محاسبه شد. بر اساس نتایج بدست آمده، تابع پلی‌نومیال^۱ برای تمامی مراحل رشد، از بیش‌ترین ضریب همبستگی برخوردار است. همچنین نتایج نشان داد که پارامتر حاصل‌ضرب توان دوم عمق در سرعت برای مرحله پنجه‌زنی و ساقه‌زنی و عدد رینولدز برای مرحله خوشه‌دهی به عنوان بهترین پارامتر در برآورد تابع خسارت عملکرد بهتری دارند. مقایسه خسارت‌ها در تمامی مراحل رشد، نشان داد که بیش‌ترین خسارت به ترتیب مربوط به مراحل پنجه‌زنی، ساقه‌زنی و خوشه‌دهی می‌باشد. همچنین در محدوده مطالعاتی نیز میانگین درصد خسارت سیل گندم برای سیل ۵۰ ساله ۱۴/۳۳ و برای سیل ۵۰۰ ساله ۱۶/۷۰ برآورد شده است.

کلمات کلیدی: خسارت، پهنه‌بندی سیل، گندم، حوضه جازموریان، HEC-RAS، GIS

^۱ polynomia

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

۱- قاضی زاده، ا. گنجی، ز. اژدری، خ. "پهنه بندی خطر سیل با استفاده از مدل HEC-RAS و GIS در مقیاس ۱:۲۰۰۰ (مطالعه موردی: روخانه هلیل رود شهرستان جیرفت)" دومین کنفرانس علوم مهندسی و فناوری- های محیط زیست ۵ و ۶ خرداد ماه ۱۳۹۵ دانشگاه تهران.

۲- قاضی زاده، ا. گنجی، ز. اژدری، خ. "تعیین خطر پذیری مناطق سیلابی با استفاده از مدل HEC-RAS و GIS (مطالعه موردی: اراضی کشاورزی رودخانه هلیل رود، شهرستان جیرفت)" دومین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران ۲ و ۴ شهریور ۱۳۹۵ دانشگاه صنعتی اصفهان.

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: کلیات.....
۲	۱-۱- مقدمه.....
۶	۱-۲- ضرورت انجام تحقیق.....
۶	۱-۳- اهداف تحقیق.....
۶	۱-۴- جمع بندی.....
۹	فصل دوم: مروری بر مطالعات گذشته.....
۱۰	۱-۲- مقدمه.....
۱۱	۲-۲- عوامل موثر بر ایجاد سیل.....
۱۳	۲-۳- پهنه بندی سیلاب.....
۱۳	۲-۳-۱- روش مشاهده‌ای و استفاده از داغاب سیلاب.....
۱۴	۲-۳-۲- مقایسه عکس‌های هوایی منطقه.....
۱۴	۲-۳-۳- محاسبه دستی.....
۱۵	۲-۳-۴- استفاده از مدل‌های ریاضی.....
۲۱	۲-۴- روش کلی تعیین خسارت سیل.....
۲۶	۲-۵- روش برخورد با خسارت کشاورزی.....
۲۹	۲-۶- مطالعات انجام شده روی رودخانه هلیل.....
۳۱	فصل سوم: مواد و روش‌ها.....
۳۲	۳-۱- مقدمه.....
۳۲	۳-۲- منطقه مطالعاتی.....

۳۵	.....ایستگاه‌های هیدرومتری.....
۳۸	.....توپوگرافی منطقه مطالعاتی.....
۳۸	.....پوشش گیاهی و کاربری اراضی.....
۳۹	.....بررسی اجمالی سیلاب‌های گذشته و خسارات ناشی از آن در محدوده مطالعاتی.....
۴۲	.....هیدرولیک جریان.....
۴۲	.....عوامل تأثیرگذار بر ایجاد سیل در محدوده مطالعاتی.....
۴۳	.....تعیین ضریب مانینگ رودخانه.....
۴۸	.....تعیین شرایط مرزی.....
۴۹	.....انتخاب مدل هیدرولیکی.....
۴۹	.....نرم‌افزارهای مورد استفاده.....
۵۰	.....Autocad نرم‌افزار.....
۵۱	.....GIS نرم‌افزار.....
۵۴	.....HecGeoRAS افزونه.....
۵۶	.....HEC-RAs نرم‌افزار.....
۶۲	.....Easyfit نرم‌افزار.....
۶۲	.....انجام آزمایش‌ها.....
۶۳	.....محاسبه و اندازه‌گیری دبی.....
۶۴	.....محاسبه پارامترهای هیدرولیکی.....
۶۹	.....مشخصات فلوم.....
۷۰	.....انتخاب گیاه مورد مطالعه برای بررسی خسارت.....

۷۱	.....۳-۵-۵- نمونه برداری گندم.....
۷۲	.....۳-۵-۶- نحوه تثبیت گیاهان درون کانال.....
۷۴	.....۳-۵-۷- نحوه انجام آزمایش‌ها.....
۷۷	.....فصل چهارم: بحث و نتیجه‌گیری.....
۷۸	.....۴-۱- مقدمه.....
۷۸	.....۴-۲- انتخاب توزیع آماری مناسب و پیش‌بینی دبی.....
۸۱	.....۴-۳- هیدرولیک جریان.....
۸۱	.....۴-۳-۱- مدل‌سازی جریان در HEC-RAS.....
۸۵	.....۴-۳-۲- تعیین مشخصات جریان.....
۸۸	.....۴-۳-۳- نتایج محاسبه پهنه سیل گیر در GIS.....
۸۹	.....۴-۴- نتایج آزمایشگاه.....
۱۰۲	.....۴-۵- ترکیب نتایج آزمایشگاهی با نتایج نرم‌افزاری.....
۱۰۵	.....فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....
۱۰۶	.....۵-۱- شبیه‌سازی هیدرولیکی جریان.....
۱۰۶	.....۵-۲- نتایج آزمایش‌ها.....
۱۰۸	.....۵-۳- پیشنهادات.....
۱۰۹	.....منابع مورد استفاده.....

شکل ۱-۱ طرح کلی اجرای برنامه در GIS و HEC-RAS	۸
شکل ۱-۳ محل محدوده مطالعاتی در نقشه ایران	۳۴
شکل ۲-۳ محدوده مطالعاتی در نقشه Google Earth	۳۴
شکل ۳-۳ محل ایستگاه‌های هیدرومتری در نقشه Google Earth	۳۵
شکل ۳-۴ الف. دپوی نخاله‌ها، ب. قرضه مصالح، در بالادست رودخانه هلیل	۴۳
شکل ۳-۵ قسمتی از نقشه اولیه رودخانه هلیل در نرم‌افزار اتوکد	۵۰
شکل ۳-۶ خطوط توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ تفکیک‌شده در اتوکد	۵۱
شکل ۳-۷ نحوه ترکیب کردن نقشه ۱:۲۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰	۵۴
شکل ۳-۸ ایجاد مقاطع عرضی در محیط GIS	۵۶
شکل ۳-۹ شرایط جریان ماندگار در HEC-RAS	۵۷
شکل ۳-۱۰ شرایط جریان غیر ماندگار در HEC-RAS	۵۸
شکل ۳-۱۱ شرایط جریان ماندگار، ورودی به HEC-RAS	۶۰
شکل ۳-۱۲ دبی و دوره بازگشت‌های ورودی به HEC-RAS	۶۰
شکل ۳-۱۳ مقاطع ترسیم‌شده در محیط HEC-RAS	۶۱
شکل ۳-۱۴ دستگاه دبی سنج (التراسونیک)	۶۳
شکل ۳-۱۵ کم کردن عرض فلوم با شیشه	۷۰
شکل ۳-۱۶ کرت‌های کشت گندم	۷۱
شکل ۳-۱۷ نحوه تثبیت گیاهان درون کانال	۷۳
شکل ۳-۱۸ الف - د. نحوه انجام آزمایش‌ها	۷۶
شکل ۴-۱. نمودار حجمی داده‌های دبی برای برازش 3 Log-Pearson	۸۰

- شکل ۲-۴ پهنه بندی سیل برای دوره بازگشت ۵۰ و ۵۰۰ ساله..... ۸۲
- شکل ۳-۴ پروفیل سطح آب در نرم افزار HEC-RAS..... ۸۲
- شکل ۴-۴ پروفیل سرعت در HEC-RAS..... ۸۳
- شکل ۵-۴ الف-ج نمونه ای از مقاطع ایجاد شده در HEC-RAS..... ۸۴
- شکل ۶-۴ الف) رستر عمق و ب) رستر سرعت. برای دبی با دوره بازگشت ۵۰ ساله مرحله خوشه دهی..... ۸۸
- شکل ۷-۴ الف : رستر عمق و ب): رستر سرعت برای دبی با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله مرحله خوشه دهی..... ۸۹
- شکل ۸-۴. الف-ه. نمودار خسارت - حاصل ضرب سرعت در توان دوم عمق..... ۹۱
- شکل ۹-۴ خسارت-تنش از مرحله پنجه زنی..... ۹۳
- شکل ۱۰-۴ خسارت - فرود مرحله ساقه زنی..... ۹۴
- شکل ۱۱-۴ خسارت - فرود مرحله خوشه دهی..... ۹۴
- شکل ۱۲-۴. الف نمودار خسارت - سرعت و ب شکل خسارت - عمق از مرحله خوشه دهی..... ۹۶
- شکل ۱۳-۴. الف نمودار خسارت- عمق و ب نمودار خسارت -سرعت برای مرحله پنجه زنی..... ۹۷
- شکل ۱۴-۴ نمودار خسارت - حاصل ضرب عمق در سرعت الف. مرحله پنجه زنی و ب. مرحله خوشه دهی..... ۹۸
- شکل ۱۵-۴ خسارت - حاصل ضرب سرعت در توان دوم عمق مرحله پنجه زنی..... ۹۹
- شکل ۱۶-۴ خسارت - سرعت در توان دوم عمق مرحله ساقه زنی..... ۹۹
- شکل ۱۷-۴ خسارت - عدد رینولدز مرحله خوشه دهی..... ۱۰۰
- شکل ۱۸-۴. الف): رستر عدد رینولدز برای دبی ۵۰۰ ساله و ب): رستر رینولدز برای دبی ۵۰ ساله..... ۱۰۲
- شکل ۱۹-۴. الف. رستر خسارت برای دبی ۵۰۰ ساله ب. رستر خسارت برای دبی ۵۰ ساله..... ۱۰۳

جدول ۱-۳	مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری محدوده مطالعاتی.....	۳۶
جدول ۲-۳	آمار حد اکثر دبی سالانه در ایستگاه کهنک شیبانی.....	۳۷
جدول ۳-۳	انواع کاربری‌های اراضی حاشیه رودخانه‌های هلیل و شور.....	۳۹
جدول ۴-۳	خسارات سیل در فاصله زمانی ۱۳۴۵ تا ۱۳۶۹ رودخانه‌های شور و هلیل.....	۴۰
جدول ۵-۳	ضرایب زبری مانینگ برای اجزاء مختلف رودخانه.....	۴۵
جدول ۶-۳	ضرایب مانینگ برای زیر بازه‌های رودخانه هلیل.....	۴۶
جدول ۷-۳	دبی‌های مربوط به هر دور موتور.....	۶۴
جدول ۸-۳	نتایج اولین آزمایش.....	۶۸
جدول ۹-۳	نمونه‌ای از محاسبه پارامترهای هیدرولیکی در آزمایش اول.....	۶۹
جدول ۱-۴	توزیع‌های آماری برازش داده‌شده برای دبی‌ها.....	۷۹
جدول ۲-۴	دبی با دوره بازگشت‌های مختلف.....	۸۰
جدول ۳-۴	مساحت دشت سیلابی برای دبی با دوره بازگشت ۵۰ ساله.....	۸۶
جدول ۳-۴	مساحت دشت سیلابی برای دبی با دوره بازگشت ۵۰ ساله (ادامه).....	۸۷
جدول ۴-۴	توابع همراه با ضریب همبستگی.....	۹۲
جدول ۵-۴	معادلات خسارت.....	۱۰۱

فصل اول

کلیات

در طول تاریخ، دره‌ها و رودخانه‌ها مملو از جمعیت بوده‌اند، این پهنه‌ها به دلایلی، بسیار گسترش یافته‌اند. انسان‌ها از زمین‌های حاصلخیز، جلگه‌های سیلابی و رودخانه‌ها که محل‌هایی مناسب برای کشاورزی هستند استفاده می‌کنند. رودخانه‌ها آب آشامیدنی کافی برای مصرف انسان، جانوران آبیاری زمین‌ها و دیگر استفاده‌های انسان در صنعت را فراهم می‌کنند. با وجود فواید بسیاری که رودخانه‌ها و دشت‌های اطراف آن‌ها برای انسان‌ها دارند. خطراتی از جمله سیل و فرسایش رودخانه‌ای و... ساکنان سیلاب دشت و دارایی‌هایی اطراف آن را تهدید می‌کند. مطالعات و بررسی‌های فراوانی پیرامون کاهش این نوع خطرات صورت گرفته است، تا این نوع از بلیه طبیعی را به حداقل برسانند. بلایای طبیعی در واقع حاصل اندرکنش فعالیت‌های انسانی و پدیده‌های فعال طبیعی تصادفی هستند. به عبارت دیگر در صورت نبود فعالیت‌های انسان در حوزه عمل پدیده‌های طبیعی، نه تنها پدیده‌های طبیعی کوچک، حتی می‌توان گفت وقوع پدیده‌های طبیعی بزرگ نیز، منجر به ظهور بلایای طبیعی نخواهد شد. این نکته در مورد سیل، به دلیل تمرکز نسبی فعالیت‌های اقتصادی بشر در سیلاب دشت‌ها حائز اهمیت است. در بین بلایای طبیعی سیل زلزله و خشکسالی، سیل به لحاظ خسارت مالی و جانی ناشی از وقوع آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هست. همچنین خسارات سیل عمدتاً متوجه باغات و مزارع کشاورزی است و از این بابت هر ساله مشکلات زیادی برای کشاورزان و مردم محلی به وجود می‌آورد اما خسارات مناطق مسکونی و تلفات جانی کمتر به چشم می‌خورد. به استناد آمار و اطلاعات موجود خسارت ناشی از سیل در پاره‌ای از نقاط دنیا به ویژه در آسیا و اقیانوسیه، بیش‌ترین میزان را در بین خسارات حاصل از بلایای طبیعی به خود اختصاص می‌دهد. آمار وقایع و خسارات سیل در سده اخیر نشان می‌دهد که سیل به عنوان یک بلیه طبیعی گذشته از تهدید پیوسته بیشتر مناطق جهان، در چند مورد به گونه‌ای شدید و ابعاد آن وسیع بوده که به صورت یک فاجعه ملی بروز کرده است. آمار نشان می‌دهد که فقط معدودی از کشورها به طور جدی از خسارات این بلیه مصون می‌باشند.

با وجود اینکه تاکنون آمار و اطلاعات مقایسه‌ای در خصوص خسارات ناشی از سیل و زلزله در کشور ما منتشر نشده است لیکن چنین به نظر می‌رسد که گذشته از اهمیت خسارت جانی ناشی از زلزله، خسارات مالی سیل به لحاظ تناوب زیاد وقوع از یک سو و گسترش وسیع آن از سوی دیگر در مرتبه بالاتری قرار می‌گیرد. همچنین اندرکنش بین وقوع سیل و استفاده انسان از سیلاب دشت دارای ماهیت پویایی است در حالی که واقعه سیل می‌تواند به عنوان یک عامل معلوم در نظر گرفته شود، عامل معلوم سیلاب دشت به صورت پویا در حال تغییر است. لذا، می‌توان گفت که خسارت سیل دائماً با زمان تغییر می‌کند. در پاره‌ای از موارد، انجام اقدامات مهار سیلاب و حفاظت از خطرات آن، موجبات تسریع در تغییرات سیلاب دشت را فراهم می‌آورد به این ترتیب که به علت اطمینان کاذبی که در اذهان ساکنان سیلاب دشت به وجود می‌آید و به تبع آن به علت توسعه بیشتر سیلاب دشت، خسارات سیلاب نسبت به وضعیت قبلی فزونی پیدا می‌کند. در دهه‌های اخیر تحقیق و پژوهش‌های زیادی پیرامون خسارات ناشی از سیل انجام شده است. اما به دلایلی در هیچ یک از مطالعات گذشته سیلاب‌ها از دیدگاه هیدرولیک و ارتباط آن با خسارات مورد توجه قرار نگرفته و تنها به تدوین و جمع‌بندی خسارات سیلاب پرداخته شده است. اهم این دلایل را می‌تواند به نبود آمار و اطلاعات ثبت‌شده از خصوصیات هیدرولوژیکی سیلاب‌ها در رودخانه‌ها و سیلاب دشت به ویژه در سده‌های ارتباط داد. همچنین اهداف و دامنه مطالعات و شیوه نگاه به موضوع، گستردگی دامنه مطالعات و پیچیدگی آن از دلایل دیگر هست. بدیهی است که مطالعات یادشده گام‌های نخستین از نیازهای مطالعاتی و پژوهشی در زمینه شناخت و اهمیت رفتار و آثار سیلاب‌های جاری‌شده در مناطق مختلف است. این امر نه تنها به هیچ‌وجه از ارزش مطالعات گذشته نمی‌کاهد بلکه به عنوان آغاز کار و پایه مطالعات و پژوهش‌های بعدی ارزشمند و قابل تقدیر است. با همه این‌ها می‌توان گفت مطالعات و بررسی‌هایی که از چند سال گذشته آغاز شده نشان از اشراف به کمبودها و نواقص موجود در این زمینه دارد. به عنوان مثال، یکی از این نواقص در تعیین میزان خسارت کشاورزی سیل است، که تعیین خسارت کشاورزی سیل بدون ترکیب تابع خسارت

و نتایج حاصل از وقوع یک سیل امکان‌پذیر نیست. همچنین تابع خسارت کشاورزی سیل خود وابسته به انواع پوشش‌های گیاهی همراه با خصوصیات هر یک به طور جداگانه است. و نتایج حاصل از وقوع یک سیل وابسته به پارامترهای هیدرولیکی و خصوصیات توپوگرافی منطقه هست. بنابراین برای تعیین خسارت کشاورزی در یک منطقه نیازمند برآورد تابع خسارت تمامی گیاهان هستیم تا بتوان یک رابطه عمومی برای خسارت تخمین زد. مطالعه حاضر با تحقیق روی گیاه گندم که یک محصول راهبردی هست برای حوضه جازموریان که از مناطق سیل‌خیز جنوب غربی کشور محسوب می‌شود انجام شده است. که در فصل حاضر به اهداف و ضروریات آن پرداخته شده است.

۱-۲- ضرورت انجام تحقیق

بررسی سیلاب در رودخانه‌ها به لحاظ وجود اراضی باارزش کشاورزی، مناطق مسکونی و فعالیت‌های مختلف عمرانی در حاشیه رودخانه و محدوده سیلاب دشت حائز اهمیت است. معمولاً با سیلاب‌های مختلف اراضی حاشیه رودخانه غرقاب شده و موجب بروز مشکلات و خساراتی برای مردم منطقه می‌گردد. از سوی دیگر سیلاب‌ها مهم‌ترین عامل در شکل‌گیری رودخانه‌ها می‌باشند. معمولاً تغییر مشخصه‌های هندسی و جابجایی مسیرهای جریان در زمان سیلاب حادث می‌شود. سازمان ملل متحد با توجه به آمار درازمدت از نقاط مختلف جهان، سیل را در زمره جدی‌ترین بلایای طبیعی قلمداد کرده است. به دلایلی در هیچ یک از مطالعات گذشته سیلاب‌ها از دیدگاه هیدرولوژیکی، هیدرولیکی و ارتباط آن با خسارات سیل خصوصاً خسارت کشاورزی مورد توجه قرار نگرفته و تنها به تدوین و جمع‌بندی خسارات سیلاب پرداخته شده. از جمله مطالعات انجام‌شده برای این بخش، با در نظر گرفتن تجارب خسارت محصولات کشاورزی در اثر جاری شدن سیلاب با میزان استغراق همبستگی ایجاد شده. از سوی دیگر از آنجا که ارتفاع محصولات زراعی چندان زیاد نیست لذا به طور معمول میزان خسارت وارده با عمق استغراق مورد مطالعه قرار می‌گیرد. از این رو برای برآورد خسارت یک محصول لازم است میزان یا در صد خسارت یک سیلاب مشخص (یک عمق

مشخص از سیلاب) در هر یک از مراحل رشد یا در هر یک از ماه‌های دوره رشد تعیین شود. به عبارت دیگر معیارهای خسارت یا تابع عمق خسارت با استفاده از خسارت موزن (وزنی شده) طول دوره رشد گیاه برای اعماق مختلف آب به دست می‌آید (راهنمای ارزیابی خسارت سیل، ۱۳۸۵).

همان طور که مشخص است در روش فوق به ازای عمق و ارتفاع برابر برای گیاهان، میزان خسارت در دوره‌های مختلف رشد گیاه محاسبه می‌شود. اما این امکان و جود دارد که با گذشت زمان و نفوذ آب به داخل زمین یا شرایط دیگری مثل زهکشی و تخلیه سیلاب، رشد گیاه ادامه پیدا کند بنابراین خسارتی متوجه گیاه نشده است. این موضوع خود از دقت محاسبه خسارت می‌کاهد. اهمیت این موضوع آنجا مشخص می‌شود که شرکت‌های بیمه برای پرداخت غرامت به کشاورزان نیازمند محاسبه دقیق‌تر خسارت محصولات کشاورزی می‌باشند. یا در سطح کلان، برنامه‌ریزان مبنای صادرات و واردات خود را در یک سال میزان خسارت سیل در همان سال پی‌ریزی می‌کنند. که این خود اهمیت موضوع را دوچندان می‌کند.

همچنین حوضه هلیل‌رود، به دلیل شرایط توپوگرافی و اقلیمی خاص یکی از مناطق سیل‌خیز کشور محسوب می‌شود، به طوری که تمدن کهن هلیل با سیلی بسیار بزرگ به تاریخ پیوست. مطابق اطلاعات و مدارک موجود در ستاد حوادث غیرمترقبه شهرستان جیرفت، می‌توان به مجموع خسارت‌های سیل طی سال‌های ۷۶ تا ۸۱ اشاره نمود که حدود ۱۹۲ میلیارد ریال خسارت به ارزش پول همان زمان برآورد شده است. که عمدتاً خسارات مربوط به باغات و محصولات کشاورزی است. بر اساس همین گزارش به طور سالانه مبلغ ۳۲ میلیارد ریال در اثر سیل به منطقه مورد مطالعه خسارت وارد آمده است. که این میزان خسارت، مبلغ قابل توجهی است. رودخانه هلیل‌رود و اراضی کشاورزی اطراف آن در حال حاضر به واسطه‌های مختلفی از نظر کمی و کیفی تهدید می‌شود. که ضروری است مطالعه مفصلی در این رابطه صورت گیرد. در کشور ما تا کنون مطالعات محدودی در زمینه برآورد خسارت سیل و ارتباط آن با هیدرولیک سیل صورت گرفته است. بنابراین تعیین میزان خسارت سیل تاکنون صرف‌نظر از میزان خطرپذیری هر کدام از اراضی صرفاً

با توجه به وسعت اراضی یا ارزش سرمایه‌گذاری‌های موجود، برآورد و اندازه‌گیری شده است. همچنین مدیریت صحیح سیل و برآورد خسارت آن بدون برآورد انواع خسارات ناشی از سیل، محاسبه مساحت دشت‌های سیلابی، تعیین محدوده سیل گیر و همچنین میزان محافظت از هر منطقه امکان‌پذیر نیست. بنابراین برای نیل به تعیین دقیق‌تر خسارت سیل ملزم به استفاده از پهنه‌بندی و تعیین توابع خسارت سیل برای دارایی‌های مختلف هستیم.

۳-۱- اهداف تحقیق

- ۱- تعیین محدوده سیل‌گیر در محدوده مورد مطالعه
- ۲- برقراری یک رابطه منطقی بین پارامترهای هیدرولیکی سیل و خسارت سیل
- ۳- برآورد در صد خسارت سیل برای محصول گندم در سیلاب دشت رودخانه هلیل رود

۴-۱- روش انجام تحقیق

در این مطالعه تلفیق نتایج آزمایشگاهی با نتایج نرم‌افزاری، به منظور بررسی پارامترهای هیدرولیکی موثر در خسارت سیل مورد بررسی قرار گرفته است. برای نیل به اهداف آزمایشگاهی از گیاه گندم به عنوان یک محصول راهبردی برای استخراج میزان خسارت در آزمایشگاه استفاده شده است. میزان خسارت گندم با توجه به درصد شکست در برابر دبی‌های مختلف در آزمایشگاه برداشت شد. و همچنین در طول اندازه‌گیری خسارت، پارامترهای سیل از جمله عمق و دبی نیز اندازه‌گیری شد، تا ارتباط معناداری بین میزان خسارت و پارامترهای دبی برقرار شود. سپس با تهیه داده‌های مورد نیاز از سازمان‌های مربوطه این داده‌ها مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفتند. همچنین برای وصول به اهداف نرم‌افزاری، از داده‌های ایستگاه‌های هیدرومتری و مشخصات توپوگرافی منطقه به عنوان داده‌های مرجع برای شبیه‌سازی و پهنه‌بندی سیلاب استفاده شد در این مرحله از نرم‌افزارهای کاربردی در زمینه پهنه‌بندی سیلاب از جمله، HEC-RAS،

HecGeo-Ras, ArcGIS و همچنین از نرم‌افزارهای Easyfit, Autocad و Google Earth به عنوان نرم‌افزارهای کمکی استفاده شده است. در نهایت با پهنه بندی منطقه مورد مطالعه و بررسی مناطق مستعد سیل، پارامترهای مهم در خسارت سیل تعیین شدند. به منظور درک بهتر انجام کارهای نرم‌افزاری فلوچارت مدل‌سازی در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.



شکل (۱-۱) طرح کلی اجرای برنامه در GIS و HEC-RAS

فصل دوم

کلیات و پیشینه تحقیق

در این فصل به علل وقوع سیل، پهنه‌بندی سیل، خسارت سیل و مروری بر مطالعات انجام‌شده در این بخش‌ها، پرداخته می‌شود. مطالعات انجام‌شده در نقاط مختلف دنیا نشان می‌دهد که خسارات ناشی از سیل‌های اخیر به سرعت رو به فزونی است (هانگ و همکاران، ۲۰۰۸)^۱ یکی از راهکارها جهت کاهش این خسارات، مدیریت کاربری اراضی می‌باشد. مدیریت کاربری اراضی شیوه‌ای است که در آن استفاده بهینه از اراضی با توجه به محدودیت کاربری آن‌ها به منظور اجتناب از زیان‌های سیلاب و انتظارات مالکین برای توسعه اراضی خود، در مناطق مستعد به سیلاب، مورد توجه می‌باشد. مدیریت کاربری اراضی، براساس دو عامل کنترل پهنه‌های کاربردی و کنترل توسعه و ساخت و سازها پی‌ریزی شده است. هر کدام از این عوامل می‌تواند به طور موثر برای اراضی توسعه‌یافته یا اراضی جدید که در خطر سیل می‌باشند، عملی شوند. به طور کلی مدیریت کاربری اراضی نمی‌تواند فقط آن بخش از سیلاب دشت را در بر گیرد که در مجاورت اراضی حفاظت‌شده شهری، واقع شده است. مسلماً توسعه شهر در اراضی بالادست حوضه‌های آبریز کوچک می‌تواند منجر به از بین رفتن اثرات آن دسته از کارهای مهار سیلاب شود که به منظور حفاظت اراضی پایین‌دست انجام گرفته است. به عبارت دیگر در صورتی که کنترل‌های مناسب برای کاربری اراضی یا برخی اقدامات ضروری در بالادست حوضه آبریز انجام نشود، امکان افزایش آب دهی اوج سیلاب‌ها وجود خواهد داشت. بدیهی است که این امر موجب کاهش درجه حفاظت، اقدامات انجام‌شده در پایین‌دست خواهد شد و در صورت فزونی سیلاب از سیلاب طرح، نتایج نامطلوب و فاجعه‌آمیز به بار خواهد آمد. بنابراین در بیشتر حوضه‌های سیل‌خیز مسئولین معمولاً مدیریت سیلاب را نیز مدنظر قرار می‌دهند. مدیریت سیلاب به فرایندهای فراگیری در مهار سیل اطلاق می‌شود، که گسترش سیلاب و خسارات ناشی از آن را تعدیل کند.

^۱ Huang

روش‌های مختلفی برای مدیریت سیلاب به کار گرفته می‌شود. این روش‌ها را می‌توان به چهار دسته زیر طبقه‌بندی نمود.

۱. تلاش در جهت کاهش سیلاب

۲. تلاش در جهت کاهش درجات آسیب‌پذیری در مقابل سیلاب

۳. تلاش در جهت کاهش خسارات

۴. ایجاد آمادگی برای تحمل خسارت

اولین دسته بر مبنای حفاظت فیزیکی به وسیله سازه‌ها می‌باشد و روش سازه‌ای نامیده می‌شود سه دسته دیگر در گروه روش‌های غیر سازه‌ای طبقه‌بندی می‌شوند (جهانشاهی و همکاران، ۱۳۹۱) همان طور که ملاحظه می‌شود جهت هرگونه مدیریت کاربری اراضی یا هرگونه مدیریت سیلاب، برآورد خسارت‌های ناشی از سیل ضروری می‌باشد. اما مطالعاتی که به موارد فوق جهت مدیریت سیل به صورت یکجا و جامع‌نگر توجه کرده باشند بسیار محدودند. در این فصل سعی می‌شود به تعدادی از روش‌ها و تحقیقات که پیرامون موارد فوق انجام شده است اشاره می‌شود. این تحقیقات را می‌توان در دو بخش هیدرولیک سیل و خسارات سیل مورد بررسی قرارداد.

۲-۲- عوامل موثر بر ایجاد سیل

سیل عبارت است از بالا آمدن نسبتاً زیاد آب در یک رودخانه یا یک مسیل، این بالا آمدن حالتی نسبی داشته و معمولاً نسبت به رژیم عادی یا نرمال سنجیده می‌شود. و در فرهنگ معین آمده است: «سیلاب آب فراوانی است که با سرعت جاری می‌شود و طغیان کرده، عمده عوامل موثر در این شرایط عبارت‌اند از:

۱. ریزش سریع نزولات آسمانی و عدم گنجایش محل نزول

۲. عدم نفوذپذیری زمین محل و ذوب سریع برف

۳. عدم گنجایش و عدم طراحی صحیح مسیر رودخانه و سیل‌ها
۴. عدم استفاده از سیل بند و دیوارهای محافظ در مناطق سیل خیز
۵. عدم گنجایش صخره‌ها و جوی‌ها جهت عبور آب در مناطق شهری و مسدود شدن رودخانه به علت ریزش کوه
۶. تخریب سدها، وجود طوفان، نفوذ آب به ساحل و دخالت انسان در طبیعت، از قبیل نابودی جنگل‌ها و مراتع و... .
۷. عدم لای رومی رودخانه و تجمع رسوبات سنگین و غیرطبیعی پشت سدها
۸. خرابی سیل بندها، سدها و مخازن آب

نتیجه این فرایند ایجاد دشت‌های سیلابی وسیع و خسارات مختلف از جمله خسارت کشاورزی، ساختمانی، جانی و... می‌باشد.

(سلیمان پور و همکاران، ۱۳۹۲). علت اصلی افزایش روند سیلاب در حوضه آبخیز مهارلو در استان فارس را تغییرات کاربری اراضی می‌دانند. آن‌ها طی مطالعه‌ای که در حوضه آبخیز مهارلو داشتند، نشان دادند که قطرات باران قبل از برخورد به زمین به گیاه برخورد کرده انرژی جنبشی خود را از دست داده و قابلیت نفوذ آن در خاک بیشتر می‌گردد. بنابراین هر چه پوشش گیاهی بیشتر باشد قدرت نفوذ زیاد و سیلاب‌های کمتری رخ خواهد داد. تغییرات کاربری اراضی در طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۲ شامل تبدیل اراضی مرتعی (واقع در دامنه کوه) به کشت انگور و افزایش کشت دیم در دامنه کوه و شخم زمین در جهت شیب بوده که، عامل افزایش و به دنبال آن وقوع سیلاب در حوضه می‌باشد. افزایش جمعیت و در نتیجه آن افزایش مناطق مسکونی و گسترش شهرها در حوضه و تغییر در نفوذپذیری خاک سبب افزایش روان آب و وقوع سیلاب در حوضه مهارلو گشته است.

۲-۳- پهنه بندی سیلاب

به طور کلی پهنه سیل گیر بر اساس اراضی غرقاب شده به وسیله سیلاب‌هایی که در گذشته رخ داده، تعیین می‌شود. از جمله مهم‌ترین روش‌هایی که برای پهنه‌بندی سیلاب استفاده می‌شود عبارت‌اند از:

۱- مشاهده‌ای و استفاده از داغاب سیل

۲- مقایسه عکس‌های هوایی منطقه

۳- محاسبه دستی

۴- 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 تعیین‌شده سطح آب در هر مقطع عرضی (یا موقعیت‌های مختلف) برای پهنه بندی 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 خواهد شد.

۲-۳-۱- 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 علامت‌گذاری شده و با توجه به موقعیت تقریبی این داغابها بر روی نقشه‌های توپوگرافی و اتصال آن‌ها به یکدیگر پهنه سیل مربوطه مشخص می‌گردد. متأسفانه این روش با وجود دقت پایین به دلیل عدم نیاز به وسایل و ابزار جدید و دانش فنی خاص کماکان در بعضی از مناطق مورد استفاده قرار می‌گیرد. معایب و محدودیت‌های این روش را می‌توان در موارد ذیل خلاصه کرد:

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 ثبت‌شده و علامت انتقال داده‌شده، می‌شود. در این روش تنها پهنه سیل گیر برای حداکثر دبی عبوری قابل ثبت است و به معنای واقعی تهیه نقشه پهنه بندی برای دوره بازگشت‌های مختلف بسیار مشکل است. با توجه به کار صحرایی زیاد و دقت کم، این روش جز در مواقع اضطراری توصیه نمی‌شود.

۲-۳-۲- 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 سیل گیر از این عکس‌ها به روی نقشه‌های توپوگرافی منقل می‌شوند. اگرچه در این روش از حجم عملیات صحرایی نسبت به روش قبل کاسته می‌شود ولی به دلیل مسائل اجرایی امکان پرواز و تهیه عکس هوایی به هنگام از منطقه معمولاً با دشواری‌های زیادی همراه بوده و نیاز به هماهنگی‌های لازمه دارد. مضافاً اینکه در رودخانه‌های مرزی و محدوده آن‌ها املا کاربرد این روش غیرممکن است.

۲-۳-۳- محاسبه دستی

از این روش بیشتر جهت تعیین حریم و بستر رودخانه‌ها و پس از تعیین سیلاب با دوره بازگشت 25 ساله استفاده می‌شود و به عبارتی نمی‌توان آن را جزء روش‌های مهندسی و دارای دقت جهت تهیه نقشه‌های پهنه بندی 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.

۲-۳-۴- استفاده از مدل‌های ریاضی

همان طور که در بالا اشاره شد. 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 به وسیله آن بتوان مسیر اصلی جریان در آبراهه اصلی را به مدل معرفی نمود. اطلاعات توپوگرافی اراضی حاشیه رودخانه معمولاً با مقیاس ۱:۲۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰ 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 به شرح زیر می‌باشند. ضرایب زبری که معمولاً در هر مقطع تخمین زده می‌شوند و نهایتاً پس از کالیبره کردن مدل کنترل می‌شود. وضعیت مسیر رودخانه از نظر وجود آبخار، پل و سایر سازه‌های تقاطعی بررسی می‌شود.

معادلات حاکم بر جریان سیل، معادلات دو بعدی ناویر استوکس یا معادلات یک بعدی سنت و نانت می باشد. که از معادلات پیوستگی یا ممنتوم به دست می آید. حل تحلیلی این معادلات وجود نداشته و برای حل این معادلات ناچار به استفاده از روش های عددی هستیم. در مطالعات متعددی که در این زمینه صورت پذیرفته از مدل های جریان ماندگار، روند یابی هیدرولوژیکی و یا روند یابی هیدرولیکی سیلاب با مدل های جریان غیر ماندگار استفاده شده است. اطلاعات اولیه فوق با فرمت های خاص هر مدل به آن معرفی شده و خروجی مدل شامل اطلاعات مختلفی از قبیل تراز سطح آب، سرعت جریان، دبی در آبراهه اصلی و دشت سیلاب گیر، زمان ماندابی جریان و عمق آب در دشت سیلاب گیر برای هر یک از مقاطع عرضی بازه مورد نظرمی باشد. نکته حائز اهمیت کالیبره نمودن و واسنجی مدل است و ضرورت دارد نتایج محاسبات شبیه سازی شده با ارقام ثبت شده در ایستگاه های آب سنجی کنترل و موارد اختلاف مشخص و تا حد امکان تصحیح شوند. در این صورت کارکرد مدل قابل اعتماد بوده و می توان از آن در بخش های بعدی مطالعات استفاده نمود. در مرحله آخر جهت انتقال نتایج و تهیه نقشه های پهنه بندی سیل، با متصل کردن شیت نقشه های توپوگرافی در بازه های کوتاه و مشخص کردن محل مقاطع عرضی بر روی آن ها، سطح آب بر روی هر مقطع عرضی نوشته می شود. سپس با توجه به شیب طولی رودخانه در هر بازه و با درون یابی رقوم بین دو مقطع در هر صد تا دویست متر نیز رقوم آب تعیین و به روی نقشه ها منتقل می گردد. نهایتاً با توجه به رقوم آب در آبراهه اصلی، دشت سیلاب گیر، تراز اراضی حاشیه رودخانه و نیز قضاوت مهندسی (که همواره در این قسمت کارساز است)، پهنه سیل گیر برای دبی با دوره برگشت مورد نظر تعیین و نقاط و خطوط به یکدیگر متصل می گردند. این روش در مقایسه با سایر روش های عنوان شده از دقت بالایی برخوردار و نتایج محاسبات خصوصاً پس از کالیبره شدن مدل قابل اعتماد می باشد. اما انتقال نتایج پس از شبیه سازی به روی نقشه های توپوگرافی زمان بر بوده و به دلیل حجم زیاد کار انتقال نقاط محاسبه شده به روی نقشه ها غالباً با خطا همراه می باشد. ضمن

اینکه با توجه به نقش قضاوت مهندسی در ترسیم خط پهنه سیل گیر، بعضاً نقشه نهایی به صورت سلیقه‌ای تکمیل خواهد گردید.

در ادامه به برخی از مهم‌ترین مطالعاتی که به پهنه بندی سیلاب پرداخته‌اند اشاره می‌شود. لیو^۱ و همکاران (۲۰۱۰) مدلی جهت پیش‌بینی سیل بر پایه حل معادلات سنت و نانت گسترش یافته ارائه دادند. معادلات پیوستگی و مومنتم گسسته شده برای رودخانه دانشیو^۲ در تایوان حل گردید، این مدل تراز سطح آب را نسبت به زمان به دست می‌دهد و با داشتن دبی و تراز آب در زمان قبلی، تراز سطح آب را در زمان بعد به دست می‌آورد در همین راستا لای و منیر برای حل معادلات Shallow Water از نرم‌افزار دو بعدی Dass Flow استفاده کردند. این نرم‌افزار با گسسته سازی معادلات Shallow Water توسط روش حجم محدود^۳ و با استفاده از شبکه‌بندی نامنظم تراز سطح آب را برای سیل شبیه‌سازی می‌کنند (لای و منیر، ۲۰۰۹)^۴.

ذوالقدر سال (۱۳۸۸) در قسمتی از پایان‌نامه خود، از نرم‌افزار Mike21 برای پهنه بندی سیلاب ناشی از شکست دایک استفاده کرد. بنا بر بررسی‌های عددی وضعیت جریان سیلاب و پهنه بندی آن در رودخانه حله در استان بوشهر نواحی در معرض خطر سیل گرفتگی تعیین شد. طبق بررسی‌های انجام شده در این تحقیق مشخص شده است که به محض وقوع سیلاب با دوره بازگشت ۲ سال یا بیش از آن، جریان در سیلاب دشت‌های اطراف رودخانه طغیان می‌نماید.

^۱ Liu

^۲ Danshuei

^۳ Finite Volume

^۴ Lai and Monnier

در تحقیق دیگری بردبار و همکاران (۱۳۸۶) به مقایسه دو نرم‌افزار HEC-RAC و MIKE11 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 شبیه‌سازی هیدرودینامیک رودخانه، مدل‌ها تک‌تک کالیبره شده و تحلیل هیدرولیکی سیلاب توسط مدل‌های به ترتیب با ضرایب زبری ۰/۰۵۲ و ۰/۰۳۹ انجام دادند. بعد نقشه‌های پهنه سیل‌گیر با استفاده از نتایج آنالیز هیدرودینامیکی مدل‌ها توسط نرم‌افزار ArcView GIS ترسیم گردید. و عمل تلاقی این نقشه‌ها با پلات‌های ۱:۲۵۰۰۰ در برنامه ArcView انجام شد. در نهایت میزان پیشروی سیلاب در دوره برگشت‌های مختلف توسط این برنامه مشخص شد. در نهایت میزان پیشروی آب محاسبه‌شده توسط مدل HEC-RAC نسبت به مدل MIKE11 در دوره بازگشت‌های ۲، ۲۵ و ۵۰۰ ساله به ترتیب دارای افزایشی برابر با ۸۸/۵، ۱۲/۷ و ۲۷/۴ درصد بود. لذا چون نسبت اختلاف بین نتایج مدل‌ها بسیار کم به دست آمد از این رو نتیجه گرفتند که در منطقه مورد مطالعه، می‌توان از هر دو مدل هیدرولیکی HEC-RAC و MIKE11 جهت پهنه بندی سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف استفاده کرد. همچنین اداره راه و ترابری آمریکا (۲۰۰۳) دشت سیلابی رودخانه ماراچی را در محیط MIKE11 شبیه‌سازی نمود و با تلفیق نتایج در محیط GIS میزان پخش سیلاب در رودخانه مورد نظر، در قالب نقشه‌های پهنه بندی نشان داده شد. جمیز و همکاران (۱۹۸۰)^۱ ضمن بر شمردن نیازهای مدیریتی پروژه به ویژه در اقلیم‌های خشک، اقدام به پهنه بندی سیل در ایالات یوتای آمریکا کردند و بیان داشتند. که به علت تغییرات مناطق سیل گیر از سیلی به سیل دیگر، باید توجه داشت که در مناطق نقشه بندی شده، خطرهای خیلی زیاد یا خیلی کم نشان داده نشوند. پیران وند و حسین زاده (۱۳۹۳) اشاره نمودند که، پهنه بندی سیلاب رودخانه کشکان را با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS انجام دادند. در این تحقیق توانایی مدل HEC-RAS در شبیه‌سازی رفتار

^۱ James

هیدرولوژیک رودخانه تأیید شد و همچنین توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی در ارائه نتایج خروجی از HEC-RAS به صورت بصری، افزایش دقت، سرعت و کاهش هزینه‌های مطالعاتی طرح‌های ساماندهی رودخانه نتیجه‌گیری شد. میدویی و همکاران (۲۰۱۵)^۱ با ادغام دو نرم‌افزار GIS و HEC-RAS مدل‌سازی سیلاب‌های رودخانه اورقا^۲ در شمال مراکش را انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل هیدرولیکی و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند کمک قابل‌توجهی در مدیریت سیلاب و تصمیم‌گیری بهتر در کاربری‌های مختلف انجام دهد. همچنین ختاک و همکاران (۲۰۱۵)^۳ برای برآورد میزان سیل گرفتگی در حاشیه‌های مختلف رودخانه کابل از نرم‌افزارهای GIS و HEC-RAS استفاده کردند و همچنین برای بررسی دقت شبیه‌سازی با نرم‌افزارهای GIS و HEC-RAS دبی سیل ۲۰۱۰ افغانستان را به عنوان ورودی به مدل انتخاب و با مقایسه نتایج مدل با تصاویر ماهواره‌ای از سیل ۲۰۱۰ دقت مدل تأیید شد. جی‌چاموا و همکاران (۲۰۱۲) برای استخراج مقاطع عرضی در بخشی از رودخانه تیزا واقع در مجارستان از تلفیق دو مدل HEC-RAS و HEC-GeoRAS استفاده کردند. که از ابزارهای مناسب برای شبیه‌سازی سیل است و به این نتیجه رسیدند که استفاده از مدل رقومی ارتفاعی می‌تواند ابزاری مناسب برای تولید مقاطع عرضی رودخانه به خصوص در مناطقی که کمبود داده توپوگرافی دارند باشد. کارسون (۲۰۰۶) اقدام به شبیه‌سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه و بررسی خطر سیلاب و فرسایش کناری رودخانه‌ای با استفاده از GIS و HEC-RA در ایالات متحده نمود. همچنین ماچادو (۲۰۰۷) با تلفیق روش‌های آماری، مدل‌سازی هیدرولیکی و GIS نقشه‌های خطر سیلاب را برای قسمتی از رودخانه‌ای واقع در شمال غرب کلمبیا تهیه کرده و نتایج را برای برنامه‌ریزی تخلیه منطقه در هنگام سیلاب، تخمین خسارت حاصله از سیل و تلاش برای بهبود شرایط پس از واقعه مفید ارزیابی کردند.

^۱ Midaoui

^۲ Ouergha

^۳ Khattak

کایا و همکاران (۲۰۰۴)^۱ تحقیق را بر روی رودخانه لاکایا در ترکیه با استفاده از مدل هیدرولیکی-HEC-IRAS انجام دادند آن‌ها در این تحقیق ابتدا پروفیل سطح آب را محاسبه و سپس پیشنهادهای لازم از جمله کاهش ضریب مانینگ با حذف موانع گیاهی در بستر، تعریض بستر و افزایش ارتفاع دیوارهای جانبی رودخانه برای سازمان‌دهی رودخانه ارائه کردند. فرناندز و لوتز (۲۰۱۰)^۲ پهنه بندی سیلاب شهری را با استفاده از GIS انجام دادند به این منظور از اطلاعات شیب، ارتفاع، کاربری اراضی زمین، ارتفاع سطح ایستایی و فاصله از آبراهه‌ها به منظور لایه‌های اطلاعاتی ورودی به نرم‌افزار استفاده کردند. و خروجی مدل نقشه پهنه بندی خطر سیلاب شهری بود. حکمتی فر و همکاران (۱۳۸۸) برای ایجاد راهکارهایی جهت کم کردن خسارت کشاورزی به ارزیابی مناطق در معرض خسارت، در سیلاب دشت رودخانه قره‌سو در شهر کرمانشاه پرداختند. سپس به منظور ارزیابی خسارت یادشده، طرح‌های اصلاح مسیر، لای روبی مسیر و ترکیب اصلاح و لای روبی مسیر رودخانه با استفاده از برنامه رایانه‌ای HEC-RAS و محیط ArcView مدل‌سازی، و اراضی سیل گرفته تعیین شد. همچنین جهانشاهی و همکاران (۱۳۹۱) بازه‌ای از رودخانه هلیل رود را در شهرستان رابر با استفاده از مدل هیدرولوژیکی و هیدرولیکی پهنه بندی کردند و در این بازه میزان خسارت‌های وارده در بخش‌های مختلف با دوره بازگشت‌های مختلف را بررسی کردند. همان طور که مشخص است برای تهیه پهنه بندی سیلاب ((و استفاده از نتایج آن برای تعیین خسارت یا اقدامات پیشگیرانه از وقوع سیل)) با هر روشی که انجام گیرد، مستلزم وجود داده‌های دقیق و کافی از یک سری پارامترهای مربوط به خصوصیات هیدرولوژیکی و توپوگرافی حوضه آبریزی باشد. روشن است که نوع و تعداد و اهمیت نسبی پارامترهای مورد نیاز می‌تواند از روشی به روش دیگر متفاوت باشد.

^۱ Kaya

^۲ Fernandz

۲-۴- روش کلی تعیین خسارت سیل

از چند دهه پیش، مطالعات و بررسی‌های زیادی در محافل علمی و فنی جهان به ویژه کشورهای پیشرفته و مستعد به جاری شدن سیلاب رودخانه‌ای و سیلاب‌های ناشی از طوفان 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، پذیرفته شده است. (راهنمای ارزیابی خسارت سیل، ۱۳۸۵). اما با توجه به تعداد محدود مطالعاتی که در زمینه تعیین میزان خسارت کشاورزی سیل صورت گرفته است در این بخش سعی شده است که به خسارت سیل در دیگر زمینه‌ها پرداخته شود. یکی از روش‌های ابتدایی برآورد خسارات ناشی از سیل تعیین خسارت کل منطقه به ازای واحد مساحت می‌باشد. کاتز و همکاران (۱۹۶۵)، پارکر و روسل (۱۹۷۲)، اسلام و همکاران (۱۹۷۲) در این روش پس از وقوع سیلاب با برآورد پهنه سیل گیر و ارزیابی ارزش اموال موجود در پهنه سیل گیر میزان خسارت در واحد سطح برآورد می‌شود و فرض بر آن بود که در صورت سیل گیری، مستحدثات موجود دچار خسارت صد در صد می‌شوند. تخمین خسارت از روش خسارت بر واحد مساحت، خصوصیات توزیع مکانی و زمانی سیل را نادیده می‌گیرد (کانگ و همکاران، ۲۰۰۵).^۱

با ناکارآمدی روش برآورد خسارت بر واحد مساحت، روش‌هایی که با جزئیات زیاد و به تفصیل، خسارات محسوس (خسارت ناشی از برخورد فیزیکی با سیل) را به دست می‌آورند، جایگزین این روش‌ها شدند. که این روش‌های جایگزین صرفاً به مناطق شهری محدود می‌شوند. پارکر و همکاران (۱۹۸۷)، دوتا و همکاران (۲۰۰۳)، روسل و همکاران (۱۹۹۲)، چاترسون و همکاران (۱۹۷۹) با توجه به افزایش میزان وقوع سیلاب‌ها

^۱ Kang

و خسارات ناشی از آن و هزینه‌ای که بر جامعه و شرکت‌های بیمه وارد می‌شود لازم بوده تا نحوه برآورد خسارت تغییر نماید. بر این اساس تفکر وارد آمدن خسارت صد در صد در صورت وقوع سیلاب جای خود را به برآورد واقعی تر خسارت به صورت درصدی از کل دارایی بر مبنای بزرگی سیل داد.

توسعه یک مدل تخمین خسارت سیل بدون استفاده از عناصر زیر امکان‌پذیر نیست:

الف- پارامترهای سیل از قبیل سرعت جریان، عمق جریان و شدت جریان

ب- تعیین طبقات خسارت بر اساس ارزش سازه‌ها

ج- برقراری رابطه‌ای بین پارامترهای سیل و خسارت برای طبقات مختلف خسارت

تابع عمق- خسارت از نسبت بین پارامترهای سیل و خسارت محتمل با استفاده از داده‌های تاریخی و پرسشنامه‌ها به دست می‌آید. (Krzysztofowicz and Davis,1983). این روش معروف، در بسیاری از کشورهای دنیا پذیرفته شده است.

تنها چند مدل وجود دارند که توانایی ارزیابی خسارت به درصد را دارا هستند که مهم‌ترین آن‌ها FLOODSIM, ESTDAM, ANUFLOOD, HUZUS, FDA هستند. FDA توسط مرکز مهندسی هیدرولوژی (HEC) وابسته به مهندسين ارتش آمریکا توسعه داده شده است. FDA از سری برنامه‌های (HEC) می‌باشد. و از روش فراوانی برای محاسبه خسارت سالانه مورد انتظار استفاده می‌کند. این مدل پتانسیل خسارت برای مقادیر خاص سیل را محاسبه کرده و سپس تابع احتمال تجاوز -خسارت را به دست می‌آورد. (HEC-FDA,2008). HAZUS نرم‌افزاری است که توسط آژانس مدیریت بحران دولت فدرال (FEMA)^۱ برای محاسبه خسارات مستقیم ناشی از سیل در آمریکا گسترش داده شده است. این نرم‌افزار از

^۱ Federal Emergency Management Agency

آمار سیل‌های گذشته به همراه آمار جمعیت و خانه‌ها و .. استفاده کرده، تابع عمق-خسارت را برای مناطق مختلف آمریکا، برای برآورد خسارات ساختمانی با جزئیات زیاد و به تفصیل به دست می‌آورد. (FEMA, 2008). توسط مرکز مطالعات منابع و محیط‌زیست دانشگاه بین‌المللی استرالیا^۱ برای ارزیابی خسارت سیل بر پایه منحنی‌های عمق- خسارت مصنوعی جهت دارایی‌های مسکونی و صنعتی تهیه شده است (تیلور و همکاران، ۱۹۸۳)^۲.

همه این مدل‌ها برای مدیریت طرح‌های سیل مفید هستند. زیرا می‌توانند پتانسیل خسارت سیل را بر اساس داده‌های سیل‌های گذشته و پارامترهای سیل برای سناریوهای مختلف، تخمین بزنند. ولی از آنجا که در هیچ یک از این مدل‌ها اولاً سازوکار توانایی برای شبیه‌سازی پارامترهای سیل که بتواند خصوصیات فیزیکی سیل و مساحت سیل گرفته را شبیه‌سازی کند وجود ندارد و ثانیاً در اکثر این مدل‌ها کاربر باید میزان خسارت را به ازای مقادیر مختلف پارامترهای فیزیکی سیل به عنوان داده ورودی به مدل وارد کند و خود مدل قادر به برآورد خسارت نیست، بنابراین عملکرد هر یک از این مدل‌ها به دقت تابع خسارتی برمی‌گردد که کاربر برای یک منطقه ویژه تولید نموده است. در مدل HAZUS تابع خسارت از پیش تعیین شده است اما در این مورد نیز هم خسارت منحصر به خسارت ساختمانی بوده و هم تابع خسارت تعریف‌شده تنها برای مناطق محدودی از آمریکا دارای دقت قابل قبولی هست.

تعداد محدودی از تحقیقات بر روی تخمین خسارت بر اساس Real time کار شده است از جمله این مدل‌سازی‌ها، تحقیقات بر پایه GIS و Remote Sensing است. در این روش از GIS و Remote Sensing جهت محاسبه مساحت سیل گرفته جهت تخمین خسارت سیل استفاده می‌شود. یاماگاتا و همکاران (۱۹۶۶)، اکی‌یاما و همکاران (۱۹۸۸)، تنکیکی و همکاران (۱۹۸۸)^۳ با وجود محدودیت GIS و Remote Sensing

^۱ CRES

^۲ Taylor

^۳ Tinkeke

در کاربردی عملی در سال ۱۹۹۶ مؤسسه هیدرولیک Delft یک مدل تخمین خسارت سیل بر اساس GIS تهیه کرد. و تلاش برای مدل کردن خسارت Real time را شروع کرد. این مدل صرفاً روی خسارت ساختمانی متمرکز شده است. نحوه کارکرد این مدل در واقع به این صورت است که برای یک سری از دبی‌ها، عمق سیل را محاسبه کرده و خسارت را بر اساس آن تخمین می‌زنند. برای دبی‌های مختلف، عمق سیل در نقاط مختلف رودخانه برای هر گام زمانی معین، محاسبه شده و خسارت برای هر نقطه تخمین زده می‌شود (جونج و همکاران، ۱۹۹۶)!

تمام تحقیقات انجام شده تا سال ۲۰۰۰ به دلیل عدم توجه به پارامترهای سیل و عوامل مؤثر در خسارت ناکارآمد بود. ضرورت استفاده از میزان کاهش خسارت به عنوان سود در بهینه‌سازی طرح‌های مدیریتی و عدم امکان گزینش طرح برتر در مدیریت سیل بدون برآورد واقعی خسارت برای طرح‌های مختلف و توجه به این نکته که روش پیشینه کردن سود به هزینه در طرح‌ها بدون در نظر گرفتن خسارت امری غیرعلمی و بی‌نتیجه است (دراپر و همکاران، ۲۰۰۳)!

این اهمیت هرچه بیشتر توجه به پارامترهای سیل و عوامل مؤثر در خسارت را نشان می‌دهد. براین اساس از سال ۲۰۰۰ به بعد تحقیقات به سمت شناسایی عوامل و پارامترهای مؤثر در خسارت جهت‌گیری شده و محققین مختلف کوشیدند تا روش‌هایی برای ارزیابی خسارت بر اساس پارامترهای فیزیکی سیل توسعه دهند. که در زیر به برخی از این تحقیقات اشاره می‌کنیم.

ساده‌ترین روش برای ارتباط خسارت و پارامترهای سیل ارتباط آن با مساحت سیل گرفته است. که این روش با روش خسارت بر واحد مساحت متفاوت است زیرا در روش خسارت بر واحد مساحت، با محاسبه پهنه سیل گیر خسارت در این پهنه صددرصد فرض می‌گردد. اما در این روش بین میزان خسارت و سطح

^۱ Jonge

^۲ Draper

سیل گرفتگی ارتباط برقرار می‌گردد. در این رابطه می‌توان به تحقیقی که برای ارزیابی خسارت مستقیم اقتصادی سیل با استفاده از دبی سیل‌های گذشته در استان هنان^۱ چین انجام شده است، اشاره کرد که در آن رابطه‌ای برای برآورد خسارت مستقیم اقتصادی بر اساس مساحت سیل گرفته ارائه گردید. و برای پیدا کردن طبقات مساحت سیل گرفتگی (مینیمم و ماکزیمم هر طبقه) و نیز برآزش بهترین تابع و پیدا کردن ضرایب تابع از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است (یالینگ و همکاران، ۲۰۰۶).

هرچند تأثیر مساحت سیل گرفته در میزان خسارت انکارناپذیر است، در بسیاری موارد روند افزایش خسارت از روند افزایش سطح پیروی نمی‌کند. بنابراین توجه به ویژگی‌های مکانی، توزیع دارایی‌ها در هر منطقه، نوع سیل و .. می‌تواند برآورد واقعی تری از خسارت ارائه دهد در این زمینه بیشتر تحقیقات تابع خسارت را با پارامتر عمق سیل مرتبط دانسته‌اند و تأثیر سایر پارامترهایی مانند نوع سیل، توزیع جمعیتی و .. را در کلاس‌بندی تابع عمق-خسارت لحاظ کرده‌اند. چنانچه کنگ و همکاران در مطالعه خود روی استفاده از داده‌های مکانی برای به دست آوردن ویژگی‌های مکانی خسارت سیل تمرکز کرده و از داده‌های اقتصادی-اجتماعی نظیر تعداد افراد در خانوار، ویژگی‌های ساختمان، اثاث خانه و داده‌های جغرافیایی، جهت آنالیز داده‌های مکانی خسارت سیل استفاده کردند. آنها ثابت کردند که استفاده از روش خسارت بر واحد مساحت اشتباه است و با ترکیب نقشه سیل، جمعیت، توزیع ساختمان‌ها و توزیع متفاوت کاربری اراضی و طبقه‌بندی ساختمان‌ها و توزیع متفاوت کاربری اراضی و طبقه‌بندی ساختمان‌ها بر اساس تعداد طبقات، مساحت ساختمان، محل ساختمان اثاث موجود در هر خانه تابع عمق-خسارت در هر کلاس را تعیین کردند (کانگ و همکاران، ۲۰۰۵).

^۱ Henan

^۲ Yuliang

^۳ Kang

در همین ارتباط طی مطالعه دیگری عوامل مؤثر در میزان خسارت نوع سیل، شدت سیل، میزان دارایی‌های هر خانواده، میزان در آمد و میزان بهداشت دانسته شده و تابع عمق-خسارت بر اساس این عوامل به دست آمده است (هانگ و همکاران، ۲۰۰۸)^۱. جانکمن (۲۰۰۷)^۲ نیز در رساله دکتری خود، تابع عمق-خسارت را برای خسارت جانبی سیل، با توجه به نوع سیل و خصوصیات مکانی آن‌ها به دست آورد. وی همچنین در مطالعه دیگری تلاش کرد که بین پارامترهای سیل و خسارت جانبی در نیوارلثان، بعد از وقوع توفان کاترینا ارتباط برقرار کند و در نتایج خود اعلام کرد در منطقه‌ای که $m^2/s \cdot 0.5 h^*v$ (عمق*سرعت) باشد تابع مرگ‌ومیر با منطقه $m^2/s \cdot 0.5 h^*v <$ متفاوت است (جانکمن و همکاران، ۲۰۰۸).

در مطالعه‌ای که هانس و همکارانش انجام دادند. جهت مدیریت ریسک سیل از تخمین خسارت اقتصادی-اجتماعی سیل استفاده کردند. در این مطالعه نیز خسارات اقتصادی با عمق سیل ارتباط داده شده و خسارات اجتماعی را نیز، با توجه به درصد افرادی که خانه یا اتومبیل یا دارایی دیگری را از دست داده‌اند به صورت درصدی از خسارت اقتصادی بیان کردند. (هاینس و همکاران، ۲۰۰۷)^۳.

۲-۵ روش برخورد با خسارت کشاورزی

ارزیابی میزان خسارت محصولات کشاورزی بستگی به میزان وقوع سیل و نوع محصول مورد کشت در محدوده مطالعاتی دارد. سیلاب‌های بهاره با توجه به دوره کشت محصولات می‌توانند خسارت بالاتری در منطقه ایجاد کنند. با توجه به تجارب خسارت محصولات کشاورزی ناشی از سیل، به میزان استغراق همبستگی بیشتری دارد. از طرف دیگر از آنجا که ارتفاع محصولات کشاورزی چندان زیاد نیست، لذا به طور معمول میزان خسارت وارد بر محصولات کشاورزی با یک یا دو عمق استغراق مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

^۱ Huang

^۲ Jonkman

^۳ Haynes

همچنین با توجه به ماهیت متغیر گیاه در طول سال یا دوره رشد، میزان خسارت وابسته به میزان رشد گیاه است. از این رو برای برآورد خسارت یک محصول، لازم است مقدار یا درصد خسارت یک سیلاب مشخص (یک عمق مشخص از سیلاب) در هر یک از مراحل رشد تعیین شد. فقدان توابع خسارت کشاورزی و هزینه و زمان زیادی که برای استخراج آن‌ها لازم است، اغلب باعث می‌شوند تحقیقاتی که به مدیریت سیل می‌پردازند یا اثر خسارت را در نظر نگیرند یا جهت سادگی کار آن را به صورت خسارت در واحد مساحت بیان کنند. که این نوع تعیین خسارت باعث خطای زیادی در مدیریت خسارت سیل خواهد شد. از جمله این تحقیقات می‌توان به تحقیقی که ملک محمدی و همکاران برای بهینه کردن کنترل سیل در مخزن سدها انجام دادند، اشاره کرد. آن‌ها با تعیین مشخصات پهنه سیلاب از جمله مساحت، کاربری اراضی و عمق سیلاب و با توجه به الگوی کشت منطقه و قیمت متوسط سه ساله محصولات، مقدار ارزش هر هکتار از محصولات کشاورزی را طبق آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۸۴-۱۳۸۳ استخراج کردند. در این روش آب گرفتگی اراضی به مفهوم وارد شدن خسارت صد درصد به محصولات کشاورزی در نظر گرفته شد (یانگ و تسای، ۲۰۰۰)، مدلی به نام FGIS را برای شبیه‌سازی دشت سیلابی، محاسبات خصوصیات سیل و نشان دادن خصوصیات سیل در کشور تایوان طراحی کردند. ایشان در این مدل علاوه بر شبیه‌سازی دشت سیلابی، از منحنی عمق-خسارت نیز برای تعیین مقدار خسارت استفاده کردند که در این سیستم میانگین خسارات سالانه سیل را به وسیله احتمال بارندگی با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله با تداوم ۲۴ ساعته مشخص کردند (خلیلی زاده، ۱۳۸۲)، در تحقیقی با نام ارزیابی خطر و مدیریت سیل در شهر گرگان با استفاده از نرم‌افزارهای HEC-RAS و ARCVIEW- GIS اقدام به پهنه بندی خطر سیل در طول ۱۰/۵ کیلومتر از مسیر رودخانه زیارت، کرد و علاوه بر ترسیم نقشه پهنه‌های خطر سیل به ازای دوره‌های بازگشت مختلف، مقدار خسارت ناشی از سیل را نیز برآورد کرد. وی نیز در تحقیقات خود نتیجه گرفت که دوره بازگشت ۵۰ سال، دوره بازگشت بحرانی حوضه آبخیز شهری گرگان است. در نهایت با رسم منحنی‌های

تراز- خسارت نتیجه گرفت که با افزایش دوره بازگشت عمق متوسط سیل گیری، وسعت اراضی سیل گیر و خسارت ناشی از سیل به شدت افزایش می یابد. ملک محمدی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه دیگری که بررسی تأثیر خسارت ناشی از سیل در مدیریت سیل را مورد بررسی قرار داده است نیز روش مشابه هست. این مطالعه از چند قسمت تشکیل شده است. الف- تهیه نقشه های پهنه بندی سیل روی نقشه های رقومی ارتفاعی (DEM) ب- تعیین احتمال آب گرفتگی هر سلول ج- تعیین کاربری هر سلول د- آنالیز اقتصادی که به منظور ساده سازی در این قسمت، خسارت به صورت کلی و بر حسب ریال بر واحد مساحت برای انواع مختلف خسارت در نظر گرفته شد. به این ترتیب در این مطالعه نیز تابع خسارت معرفی نشده، خسارت بر اساس مساحت تعریف و آب گرفتگی هر سلول معادل خسارت صد درصد فرض گردید. (مصباحی و همکاران، ۱۳۸۶). یک دیدگاه متفاوت برای برآورد مقدار خسارت سیلاب بر فعالیت های کشاورزی، استفاده از اطلاعات شرایط منطقه بعد از وقوع سیلاب و عملکرد محصولات بر اساس آمار تاریخی موجود از سطح منطقه و زمان کشت محصولات می باشد. می توان خسارت کشاورزی را تابعی از تاثیر عمق سیلاب به اولین روز کشت محصول و تغییر در عملکرد در نظر گرفت و خسارت را بر اساس قیمت متوسط سه ساله محصول محاسبه کرد (KGS Group, 2000). به علت تفاوت عمده خسارت کشاورزی با سایر انواع خسارت مثل ساختمانی یا جانی، نمی توان خسارت کشاورزی را تنها با عمق مرتبط دانست، بلکه پارامتر مؤثر سیل در مورد انواع محصولات کشاورزی با توجه به نوع محصول می تواند متفاوت باشد. برخی محصولات مانند سیفی جات و سبزیجات به مدت زمان ماندابی حساس هستند. لذا پارامتر مؤثر در خسارت این نوع از گیاهان می تواند مدت زمان سیل باشد. همان طور که دوطا، طی تحقیق خود با ترکیب یک مدل هیدرولوژیکی، دبی رودخانه و سطح سیل گرفتگی را در هر نقطه از حوضه مدل می کند و جهت برآورد خسارت از داده های Ministry of Japanese Construction که از سال ۱۹۵۶ جمع آوری شده اند به عنوان داده ورودی مدل خود استفاده می کند این داده ها به صورت تابع عمق- خسارت برای خسارت در ساختمان ها و تابع خسارت کشاورزی

نسبت به زمان ماندگاری برای سه عمق ۰/۵-۰-۰/۵ متر، ۱-۰/۵ متر، و بالای ۱ متر برای برخی محصولات نظیر کلم، لوبیا، هندوانه، برنج، سیبزمینی و سبزیجات با توجه به خسارت ایجاد شده در سیل‌های گذشته تهیه شده بودند. دوتا (۲۰۰۳) یکی از پارامترهای مهم در تخمین میزان انواع خسارات ناشی از سیل و مدیریت آن، برآورد عمق و سرعت جریان سیلابی در هر منطقه از حوضه، برای دوره بازگشت‌های مختلف می‌باشد (هانگ و همکاران ۲۰۰۸، جانکمن ۲۰۰۷، دوتا ۲۰۰۳).

از جمله تحقیقات دقیق‌تر در حوضه محصولات کشاورزی می‌توان به مطالعه گنجی (۱۳۹۱) اشاره کرد که در رساله دکتری خود به تحلیل زمانی و مکانی ریسک خسارت کشاورزی در سیلاب دشت‌ها پرداخته است. در این پژوهش که شبیه‌سازی سیل با نرم‌افزار CCHE-2D و ترکیب آن با تابع خسارت کشاورزی برنج و همچنین در نظر گرفتن عدم قطعیت مهم‌ترین پارامترها در ایجاد سیل صورت پذیرفت، خسارت سالانه مورد انتظار کشاورزی برای سیل با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله برابر با ۱/۸ درصد برآورد شد. این عدد با در نظر گرفتن عدم قطعیت تابع احتمال-دبی به ۱/۹ درصد رسید، با در نظر گرفتن عدم قطعیت تابع احتمال دبی و تابع خسارت به ۲/۱۵ درصد، و بار نظر گرفتن عدم قطعیت تابع احتمال-دبی و ضریب مانینگ (عدم قطعیت کلی) به ۲/۵۱ درصد افزایش یافت.

در مورد خسارت کشاورزی مشخص است که پارامترهای اصلی جریان، از جمله عمق و سرعت جریان به عنوان مهم‌ترین خصوصیات هیدرولیکی جریان در میزان خسارت وارده تأثیر دارد. بنابراین اولین مرحله برای مطالعه مدیریت سیل، شبیه‌سازی عمق و سرعت می‌باشد.

۲-۶ مطالعات انجام‌شده روی رودخانه هلیل

تحقیقات گسترده‌ای جهت بررسی فرایندهای مختلف روی رودخانه هلیل رود صورت گرفته اما کمتر به بررسی تعیین خسارت سیل در این منطقه توجه شده است. در اینجا به پاره‌ای از این تحقیقات اشاره می‌شود

رهنما و شباک (۱۳۸۲) روند یابی سیل در سر شاخه‌های هلیل رود سد جیرفت با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به منظور پیش‌بینی حجم سیلاب و حداکثر دبی لحظه‌ای رودخانه هلیل رود انجام دادند و با بررسی‌های انجام‌شده به این نتیجه رسیدند که یک شبکه عصبی با یک لایه میانی و ۱۴ گره کمترین خطای ممکن را ایجاد می‌کند و می‌توان به عنوان به عنوان بهترین شبکه در تخمین دبی لحظه‌ای در نتیجه حجم سیلاب هلیل رودی کار گرفته شود. جهانشاهی و همکاران (۱۳۹۱) بازه از رودخانه هلیل رود را در شهرستان رابر با استفاده از مدل هیدرولوژیکی و هیدرولیکی پهنه بندی کردند و در این بازه میزان خسارت‌های وارده در بخش‌های مختلف با دوره بازگشت‌های مختلف را بررسی کردند. اشرفی و همکاران (۱۳۸۹) پتانسیل خورندگی و رسوب‌گذاری رودخانه هلیل رود را مورد بررسی قرار دادند که در این تحقیق آب رودخانه هلیل رود رسوب‌گذار و خورنده تشخیص داده شد و توصیه شد که در آبیاری قطره‌ای، اقدامات کنترلی از جمله پایش مستمر، استفاده از مواد کنترل‌کننده خورندگی و پوشش مناسب در لوله‌ها استفاده شود. و به عنوان راهکار برای جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها، اسید شویی دوره‌ای می‌تواند مفید باشد. و همچنین می‌توان از قطره‌چکان خود شوینده در سیستم استفاده کرد. همچنین مشخص کردند که ایستگاه حسین‌آباد بیش‌ترین تمایل به خورندگی و ایستگاه کهنک شیبانی بیش‌ترین تمایل به رسوب‌گذاری را دارند. فلاح و بیاتانی (۱۳۹۲) روند تغییرات فصلی و سالانه دبی و بارش در حوضه هلیل‌رود انجام دادند و نتایج این تحقیق نشان داد که دبی سالانه در همه ایستگاه‌ها، دارای روند نزولی در دو سه دهه اخیر است و دلیل این کاهش را می‌توان به کاهش نزولات جوی خصوصاً بر ارتفاعات زاگرس در دو سه دهه اخیر دانست.

فصل سوم

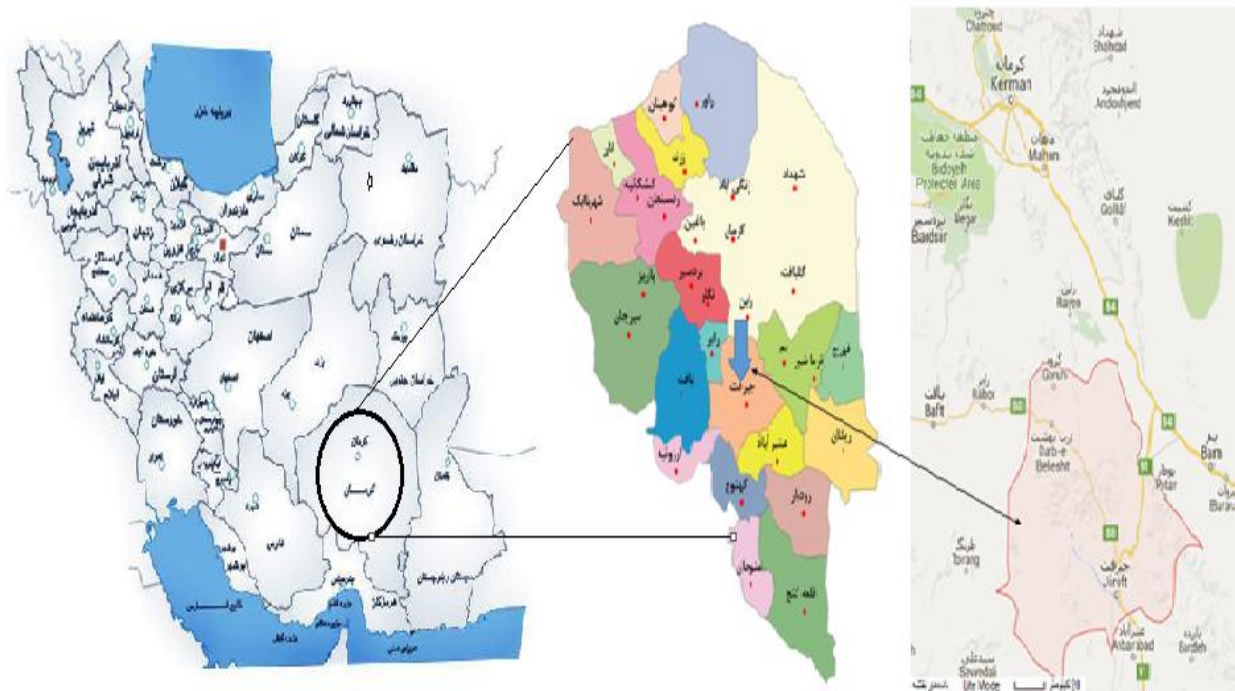
مواد و روش‌ها

در بین بلایای طبیعی سیل زلزله و خشک‌سالی، به لحاظ خسارت مالی و جانی ناشی از وقوع آن‌ها، سیل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. به استناد آمار و اطلاعات موجود، خسارات ناشی از سیل در پاره‌ای از نقاط دنیا به ویژه در آسیا و اقیانوسیه، بیش‌ترین میزان را در بین خسارت حاصل از بلایای طبیعی به خود اختصاص داده است. (موحدی‌نیا و همکاران، ۱۳۸۶). هدف اصلی این تحقیق بررسی ارتباط خسارت کشاورزی سیل با پارامترهای هیدرولیکی سیل در سیلاب دشت رودخانه هلیل می‌باشد. از آنجا که گندم یک محصول راهبردی محسوب می‌شود منحصراً بررسی‌ها روی این محصول انجام شده است. برای این کار نیازمند برآورد توابع خسارت سیل و همچنین مدل کردن سیل هستیم، به طور کلی کارهای صورت گرفته در این تحقیق را می‌توان به سه بخش اصلی تقسیم کرد ۱- محاسبه پهنه سیل گیر در محیط نرم‌افزارهای GIS و HEC-RAS با استفاده از جغرافیای منطقه و اطلاعات هیدرولوژیکی و هیدرولیکی حوضه آبریز ۲- استخراج تابع خسارت کشاورزی با برقراری ارتباط بین خسارت و پارامترهای هیدرولیکی سیل توسط نتایج آزمایشگاهی ۳- تلفیق نتایج آزمایشگاهی و شبیه‌سازی هیدرولیکی در محیط GIS

۲-۳- منطقه مطالعاتی

در این مطالعه رودخانه هلیل و دشت سیلابی اطراف آن به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شده است. رودخانه هلیل مهم‌ترین رود استان کرمان به طول ۳۰۹ کیلومتر می‌باشد، که از بلندای ۳۳۰۰ متری کوهستان هزار و رشته‌کوه‌های بافت سرچشمه گرفته و به سمت دشت جیرفت در جریان است. و تنها رودخانه دائمی استان کرمان می‌باشد. مساحت حوضه آبریز این رودخانه ۸۴۵۰ کیلومترمربع و دبی متوسط این رودخانه ۵/۱۳ مترمکعب در ثانیه است، که اغلب در تابستان کم آب می‌شود، و پس از عبور از شهرستان جیرفت، وارد باتلاق جازموریان می‌شود و در تنگه نرآب، سد جیرفت بر روی آن احداث گردیده است. قسمتی از این

رودخانه که در شهر جیرفت می‌باشد، شامل دو بازه یعنی بازه رودخانه شور از محل تلاقی آن با رودخانه هلیل به طول ۲۰ کیلومتر به سمت بالادست و بازه رودخانه هلیل از محل سد جیرفت تا پایین دست بازه مطالعاتی (پل بهادر آباد) به طول ۱۰۷ کیلومتر می‌باشد. این دو بازه در حوضه آبریز هلیل رود که در واقع، خود بخش‌های شمال و غرب حوضه آبریز هامون جازموریان را تشکیل می‌دهند. این حوضه آبریز در حوضه آبریز هامون - جازموریان (بر اساس تقسیمات طرح جامع آب کشور) واقع شده است و از نظر تقسیم‌بندی کلی حوضه‌های آبریز کشور، جزء حوضه‌های فلات مرکزی ایران می‌باشد. و از نظر تقسیمات استانی مربوط به استان کرمان است و شهرهای بافت و جیرفت در این حوضه واقع شده‌اند. رودخانه هلیل رود در محدوده جغرافیایی 57° - 56° تا 52° - 57° طول شرقی و 28° - 5° تا 16° - 29° عرض شمالی و رودخانه شور در محدوده جغرافیایی 57° - 43° تا 57° - 47° طول شرقی و 28° - 39° تا 29° - 39° عرض شمالی قرار دارند. محل خروجی حوضه آبریز هلیل رود هامون جازموریان است. در شکل ۳-۱ موقعیت منطقه مطالعاتی بر روی نقشه ایران و در شکل ۳-۲ محدوده مطالعاتی در نقشه Google Earth نشان داده شده است.



شکل ۱-۳ محل محدوده مطالعاتی در نقشه ایران



شکل ۲-۳ محدوده مطالعاتی در نقشه Google Earth

۳-۲-۱ ایستگاه‌های هیدرومتری

در حوضه آبریز محدوده مطالعاتی تعداد ۱۶ ایستگاه هیدرومتری شناسایی شده است. این ایستگاه‌ها از لحاظ مساحت حوضه آبریز تحت پوشش، تجهیزات اندازه‌گیری، سال تأسیس و طول دوره آماری متفاوت می‌باشند، کیفیت آمار ثبت‌شده در این ایستگاه‌ها صرف‌نظر از خلأهای آماری مناسب می‌باشد. به لحاظ شناسایی اجمالی محل این ایستگاه‌ها شکل ۳-۳ محل ایستگاه‌های هیدرومتری را در نقشه Google Earth نسبت به یکدیگر نشان می‌دهد.



شکل ۳-۳ محل ایستگاه‌های هیدرومتری در نقشه Google Earth

بر اساس استانداردهای سازمان جهانی هواشناسی (WMO)، با توجه به اقلیم منطقه و شرایط توپوگرافی، برای هر ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ کیلومتر مربع یک ایستگاه هیدرومتری در نظر گرفته می‌شود. در این صورت

حدود ۱۵ ایستگاه هیدرومتری مورد نیازی باشد از لحاظ تجهیزات نصب شده در این ایستگاه‌ها نیز اکثراً از نوع ایستگاه‌های درجه ۳ (ایستگاه‌هایی که دارای اشل هستند) می‌باشند. مشخصات ایستگاه‌های موجود در محدوده مطالعاتی همراه با مختصات جغرافیایی در جدول (۱-۳) آورده شده است.

جدول ۱-۳- مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری محدوده مطالعاتی

Station	UTMx	UTMy
کناروئیه	۵۲۳۳۷۶/۱	۳۱۹۴۵۹۱
زارین	۵۷۷۲۳۱/۳	۳۱۹۸۱۴۹
حسین‌آباد	۵۵۷۸۰۱/۲	۳۱۸۴۴۶۴
کلدان	۵۶۶۱۹۴/۷	۳۲۰۰۶۶۶
دهرود	۵۷۳۱۱۹/۷	۳۱۹۳۱۰۶
دل‌لدوان	۵۱۰۰۸۵/۱	۳۱۲۱۱۷۸
قلعه‌ریگی	۵۴۰۲۵۷/۷	۳۲۰۰۶۳۹
میدان	۴۹۷۰۸۳/۸	۳۲۳۰۹۱۴
پل‌بافت	۴۶۴۸۰۵/۴	۳۲۳۵۹۸۵
صفرزاده	۵۵۴۱۶۷/۲	۳۱۸۴۶۶۱
کهنگ شیبانی	۵۷۵۷۶۷/۳	۳۱۳۱۲۹۳
چشمه عروس (رابر)	۴۸۴۳۰۵/۱	۳۲۴۵۳۹۰
هنجان (رودر)	۴۹۷۲۲۰/۶	۳۲۳۷۹۹۳
عروس و داماد	۵۴۱۱۹۶/۳	۳۱۹۵۵۶۴
روداب	۵۲۹۷۹۸/۲	۳۱۹۳۶۸۳
بافت سلطانی	۴۵۵۱۷۹/۷	۳۲۱۷۸۲۹

با توجه به نقشه محل ایستگاه‌های هیدرومتری که در بالا آمده است، تنها ایستگاه موجود در محدوده مطالعاتی ایستگاه کهنگ شیبانی می‌باشد. این ایستگاه از نظر حجم جریان دارای ۴۰۰ میلیون مترمکعب آورد سالیانه بوده. آمار حد اکثر دبی سالانه موجود از این ایستگاه از سال ۱۳۶۱ تا سال ۱۳۸۷ به مدت ۲۷ سال از اداره آب منطقه‌ای استان کرمان جمع‌آوری شده است. که در جدول (۲-۳) آمده است.

جدول ۲-۳ آمار حد اکثر دبی سالانه در ایستگاه کهنک شیبانی

ردیف	سال	دبی m^3/s
۱	۱۳۶۱	۳۵۰
۲	۱۳۶۲	۹۸/۴
۳	۱۳۶۳	۵۳۰
۴	۱۳۶۴	۴۷۱
۵	۱۳۶۵	۸۲۱
۶	۱۳۶۶	۱۸۶
۷	۱۳۶۷	۴۰۹/۵
۸	۱۳۶۸	۱۳۰
۹	۱۳۶۹	۵۷۸
۱۰	۱۳۷۰	۶۱۰
۱۱	۱۳۷۱	۲۸۲/۵
۱۲	۱۳۷۲	۶۲۴
۱۳	۱۳۷۳	۲۸۰
۱۴	۱۳۷۴	۳۳۵
۱۵	۱۳۷۵	۵۲۸
۱۶	۱۳۷۶	۱۶۸
۱۷	۱۳۷۷	۱۷۵
۱۸	۱۳۷۸	۷۴/۲
۱۹	۱۳۷۹	۱۲۳/۰۶
۲۰	۱۳۸۰	۱۵۱/۰۷
۲۱	۱۳۸۱	۳۵۳/۴۱
۲۲	۱۳۸۲	۵۲/۱
۲۳	۱۳۸۳	۳۹۹/۲۵
۲۴	۱۳۸۴	۲۱۸/۵
۲۵	۱۳۸۵	۵۷۶/۰۵
۲۶	۱۳۸۶	۱۲۳/۱۲
۲۷	۱۳۸۷	۲۳۲/۸۸
		میانگین
		۴۱۳/۲۸۵۷

۳-۲-۲ توپوگرافی منطقه مطالعاتی

منطقه مورد مطالعه ناحیه‌ای به نسبت کوهستانی است و بیشتر ارتفاعات آن در نواحی شمال شرقی و غرب متمرکز می‌باشد. اراضی کوهستانی ۵۵/۲ درصد و اراضی دشتی ۴۴/۸ درصد از سطح زیر حوضه هلیل رود را تشکیل می‌دهند. مرتفع‌ترین قله در مرز شمالی با ارتفاع ۳۶۵۵ متر از سطح دریا و پست‌ترین نقطه، بستر رودخانه در بهادر آباد در محل خروجی زیر حوضه مذکور با ارتفاع ۵۰۰ متر است. دشت جیرفت با وسعت ۲۱۲۱۲۵ هکتار عرصه دشتی منطقه جیرفت را تشکیل می‌دهد. قسمتی از پلان توپوگرافی منطقه مطالعاتی همراه با جزئیات که از اداره آب منطقه‌ای کرمان گرفته شده است در بخش نرم افزارها آمده است.

۳-۲-۳ پوشش گیاهی و کاربری اراضی

کاربری‌های اصلی اراضی در منطقه مورد مطالعه، عمدتاً اراضی مرتعی، زراعی و باغی می‌باشد. بدیهی است که هر یک از این کاربری‌ها تأثیر متفاوتی در ایجاد، میزان و نوع خسارت داشته و عامل مهم در ثبات و یا ناپایداری خاک هستند. به این دلیل، نحوه استفاده از اراضی یکی از فاکتورهای مهم در ارزیابی میزان خسارت کشاورزی می‌باشد. به ویژه اراضی حاشیه رودخانه، نوع پوشش گیاهی، فرم رویشی گیاهان، طول عمر (یک ساله یا چندساله)، تاج پوشش و میزان سنگ و سنگریزه و خاک لخت عواملی هستند که در تغییر توپوگرافی و میزان خسارت کشاورزی بسیار مؤثر هستند. در حدود ۴۰ درصد اراضی حاشیه رودخانه معادل ۹۵۳۵ هکتار به صورت زراعت مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. جدول (۳-۳) نوع کاربری‌های اراضی، وسعت و همچنین در صد پوشش هر کدام را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۳ انواع کاربری‌های اراضی حاشیه رودخانه‌های هلیل و شور

ردیف	کاربری	وسعت (هکتار)	درصد
۱	اراضی زراعی	۹۵۳۵	۴۰/۲
۲	باغ	۳۱۲۴	۱۳/۳
۳	مرتع	۷۴۳۱	۳۱/۴
۴	خاک لخت (بلااستفاده)	۵۱۸	۲/۲
۵	اراضی سنگی	۳۰۷۶	۱۳

۴-۲-۳ بررسی اجمالی سیلاب‌های گذشته و خسارات ناشی از آن در محدوده مطالعاتی

متأسفانه اطلاع چندان مدونی در مورد خسارات سیل رودخانه‌های هلیل و شور وجود ندارد، تنها اطلاعات کمی در مورد خسارت‌های سیل در سال‌های اخیر به دنبال تشکیل ستادهای حوادث غیرمترقبه در استانداری جمع‌آوری شده است، که در اختیار پژوهشگران قرار دارد. در مورد اطلاعات خسارت‌های سیلاب‌های ثبت‌شده در سال‌های قبل از تشکیل ستاد حوادث غیرمترقبه یک منبع موجود است، که سازمان جهاد کشاورزی شهرستان جیرفت به صورت کلی خسارت سیل را طی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۷۷ گزارش کرده است. نمونه‌هایی از خسارت‌های سیل از سال‌های گذشته در زیر آمده است. میزان خسارت مالی ذکرشده در موارد زیر مطابق ارزش ریالی پول در همان سال‌ها بوده است.

- ۱- ۳۶۴۵ هکتار اراضی کشاورزی، ۸۹۵ باب منزل مسکونی، ۵ دهنه پل، ۹۷ راه روستایی، ۲ راه شوسه، ۲۰ راه آسفالته، ۱۶ رشته قنات و ۵۵۸۱ رأس دام. مطابق همین گزارش، خسارت سیل در سال (۱۳۸۱) بالغ بر ۴۰۰ میلیارد ریال محاسبه شده است.

۲- مطابق گزارش مصور از خسارات بارندگی در استان کرمان که از انتشارات سازمان برنامه و بودجه استان کرمان تهیه شده، سیلاب‌های ثبت‌شده طی ۲۵ سال در دشت جیرفت و نوع خسارت احتمالی به جدول (۳-۴) می‌باشد.

جدول ۳-۴ خسارات سیل در رودخانه‌های شور و هلیل در فاصله زمانی ۱۳۴۵ تا ۱۳۶۹

ردیف	تاریخ سیل		نام رودخانه	تلفات انسانی	خسارت مالی بر مبنای ارزش پول سال ۱۳۷۵ (میلیارد ریال)	نوع سیل از نظر اهمیت (مالی)			
	ماه	سال				خیلی مهم	مهم	متوسط	عادی
۱	۲	۱۳۴۵	هلیل و شور	۲	۰/۳			x	
۲	۱	۱۳۵۵	هلیل	-	۰/۳				x
۳	۱	۱۳۵۹	هلیل	-	۱			x	
۴	۱۱	۱۳۶۹	هلیل و شور	-	۱۲/۲		x		

تعدادی از مهم‌ترین سیل‌ها و خسارت‌ها بعد از سال ۱۳۶۹ به صورت زیر است. میزان خسارت مالی ذکرشده در موارد زیر مطابق ارزش ریالی پول در همان سال‌ها است.

۱- سیل بند بخش‌های بلوک - جهاد آباد و هلیل در سیل اسفند ۱۳۷۵ در طولی حدود ۱۰ کیلومتر تخریب شد که میزان خسارت بالغ بر ۳۸۷ میلیون ریال تخمین زده شده است.

۲- در سیل ۷۶/۷/۱۵ محصولات باغی و زراعی شهرستان جیرفت به میزان ۱۵ میلیارد و ۱۵۶ میلیون ریال خسارت دیدند. همچنین در همین سیل به ۲۲۱ کیلومتر کانال آب رسانی و ۲۰ رشته قنات به میزان ۲ میلیارد و ۲۰۸ میلیون ریال خسارت وارد شده است.

۳- در سیل مورخ ۷۶/۱۰/۲۴ محصولات زراعی شهرستان جیرفت به میزان دو میلیارد و دویست و چهارده میلیون ریال خسارت دیدند.

۴- همچنین مطابق گزارش فوق در دهستان‌های هلیل، خاتون‌آباد، اسلام‌آباد، حسن‌آباد، گنج‌آباد، اسماعیلیه، اسفندقه و دولت‌آباد تعداد ۲۲۰ واحد روستائی بالغ بر ۸۰٪، ۵۶۵ واحد بین ۵۰ تا ۸۰ درصد و ۱۴۶۰ واحد زیر ۵۰ درصد خسارت دیدند که میزان کل خسارت بالغ بر، سی و پنج میلیارد و چهارصد و هشتاد میلیون ریال برآورد شده است.

۵- در سیل مورخ ۷۷/۲/۴ محصولات باغی و زراعی به میزان نه میلیارد و سیصد و سی و سه میلیون ریال خسارت دیدند.

۶- در سیل‌های مورخ ۷۸/۴/۲۱ و ۷۸/۴/۲۲ کانال آب رسانی، قنات و چشمه‌ها، آبخیزداری شبکه آب آشامیدنی و طرح‌های مشارکت مردمی در بخش مرکزی جیرفت به میزان یک میلیارد و ۴۵۰ میلیون ریال خسارت دیده‌اند.

۷- در شش ماهه دوم سال ۱۳۸۱، در بخش مرکزی شهرستان جیرفت خسارت سیل به میزان سیصد و پانزده میلیون ریال برآورد شده است.

هم چنانچه که آمار فوق نشان می‌دهد. منطقه مورد مطالعه استعداد سیل‌خیزی در سال‌های اخیر را داشته و بخش مرکزی تقریباً بیش از سایر مناطق در معرض خطر سیل بوده است. که این موضوع بیشتر به دلیل

تمرکز زمین‌های حاصلخیز در این نواحی می‌باشد. بنابراین خطر سیل‌خیزی در این منطقه و ایجاد خسارت-های فراوان یکی از دلایل انتخاب این منطقه برای مطالعه بوده است.

۳-۳ هیدرولیک جریان

یکی از نیازهای اساسی در بررسی سیلاب‌ها، مطالعات هیدرولیکی و تحلیل هیدرولیک جریان در یک منطقه می‌باشد. بدین منظور ضروری است تا قبل از اقدام به شبیه‌سازی سیلاب در ابتدا اطلاعاتی در مورد هیدرولیک جریان داشته باشیم. اطلاعات هیدرولیکی جریان هم از طریق گزارشات و بازدیدهای میدانی و هم از طریق مدل‌های ریاضی قابل‌دسترسی می‌باشد. در این صورت علاوه بر صرفه‌جویی در زمان و هزینه، اطلاعات خروجی نیز از دقت قابل قبولی برخوردار می‌باشند. از جمله این اطلاعات می‌توان به کیفیت وقوع سیلاب‌های گذشته، و بررسی سرعت، عمق و دبی آن‌ها و انتخاب مدل هیدرولیکی که با شرایط منطقه سازگاری بیشتری داشته باشد. از آنجائیکه مطالعات مرحله اولیه منطقه مبتنی بر اطلاعات موجود می‌باشد، لذا بر اساس بازدیدهای صحرایی و بررسی نقشه‌های موجود و عکس‌های هوایی و اطلاعات ثبت‌شده توسط سازمان‌های دولتی مطالعات هیدرولیکی بر اساس آن‌ها انجام گرفته است.

۳-۳-۱ عوامل تأثیرگذار بر ایجاد سیل در محدوده مطالعاتی

در محدوده طرح مورد مطالعه، بارش عمدتاً دارای شدت متوسط و تداوم زیاد می‌باشد. همچنین در اکثر بازه‌ها جنس خاک ریزدانه است که دارای نفوذپذیری کمی می‌باشد. این عوامل سبب ایجاد رواناب زیاد شده و در نتیجه پتانسیل سیل‌خیزی را بالا می‌برند. و لذا از مهم‌ترین دلایل وقوع سیلاب در منطقه ذوب برف و بارش باران همراه با برف در محدوده مورد مطالعه مطرح می‌باشد.

همچنین موارد زیادی از تجاوز به بستر و حریم رودخانه‌ها خصوصاً در بالادست بازه مطالعاتی به چشم می‌خورد که در تشدید خسارات سیل عامل بسیار مهمی به شمار می‌رود. در اغلب گزارش‌های سیل، غالباً

خسارات به باغات و زمین‌های زراعی گزارش شده است که خود شاهدهی بر این مدعاست، همچنین برداشت‌هایی از مصالح رودخانه‌ای به صورت سطحی در رودخانه شور و پایین‌دست رودخانه هلیل انجام می‌پذیرد شکل ۳-۴. ب که در تشدید خسارات سیل می‌توانند موثر واقع شوند که نمونه حاد این برداشت‌ها در محل پل پایین‌دست رودخانه شور می‌باشد. همچنین نخاله‌های باقیمانده از عملیات مصالح برداری باعث انحراف آب رودخانه به اراضی اطراف می‌شود. که در شکل ۳-۴. الف نشان داده شده است.



ب



الف

شکل ۳-۴. الف. دپوی نخاله‌ها، ب. قرضه مصالح، در بالادست رودخانه هلیل

۳-۳-۲ تعیین ضریب مانینگ رودخانه

یکی از روابط مهم که برای تعیین عمق جریان در رودخانه استفاده می‌شود، معادله مانینگ می‌باشد. حساسیت این معادله در تعیین ضریبی بنام ضریب زبری مانینگ می‌باشد، که بستگی به شرایط هیدرولیکی، دانه‌بندی مواد بستر، درجه ناهمواری رودخانه، تأثیر نسبی موانع، گسترش و تراکم پوشش گیاهی و شکل مسیر ریخت‌شناسی رودخانه دارد و از رابطه (۳-۱) که مورد تأیید اداره کشاورزی ایالات متحده می‌باشد به دست می‌آید.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) n_5$$

$$(۳-۱)$$

که در رابطه فوق عوامل معادله به ترتیب عبارت‌اند از :

n : ضریب مانینگ ترکیبی

n₀: ضریب مانینگ مربوط به دانه‌بندی مواد بستر

n₁: ضریب مانینگ مربوط به درجه ناهمواری در سطح بستر رودخانه

n₂: ضریب مانینگ مربوط به تغییرات مقطع رودخانه

n₃: ضریب مانینگ مربوط به موانع موجود در مسیر رودخانه

n₄: ضریب مانینگ مربوط به پوشش گیاهی

n₅: ضریب مربوط به درجه انحنای مسیر رودخانه




بر اساس رابطه (۳-۱)، جدول (۳-۵) و (۳-۶)، وضعیت حاکم بر رودخانه هلیل و ضریب مانینگ برای بازه‌های مختلف ارزیابی شده است.

جدول ۳-۵ ضرایب زبری مانینگ برای اجزاء مختلف رودخانه

شرایط رودخانه		شاخص ضریب مانینگ	مقدار ضریب مانینگ	
نوع مصالح بستر	بستر خاکی	No	۰/۰۲	
	بستر سنگی		۰/۰۲۵	
	شن ریز		۰/۰۲۴	
	شن درشت		۰/۰۲۸	
درجه ناهمواری در سطح بستر رودخانه	صاف	n1	۰/۰۰	
	کمی صاف		۰/۰۰۵	
	نسبتاً صاف		۰/۰۱	
	زبر		۰/۰۲	
تغییرات سطح مقطع جریان	تغییرات تدریجی	n2	۰/۰۰	
	تغییرات متناوب ولی کم		۰/۰۰۵	
	تغییرات متناوب ولی زیاد		۰/۰۱-۰/۰۱۵	
وجود عوارض و موانع در مسیر رودخانه	قابل اغماض	n3	۰/۰۰	
	موانع کم		۰/۰۱-۰/۰۱۵	
	موانع زیاد		۰/۰۲-۰/۰۳	
	موانع خیلی زیاد		۰/۰۴-۰/۰۶	
پوشش گیاهی	گیاهان کوتاه قد	n4	۰/۰۰۵-۰/۰۱	
	گیاهان متوسط		۰/۰۱-۰/۰۲۵	
	گیاهان بلند		۰/۰۲۵-۰/۰۵	
	گیاهان خیلی بلند		۰/۰۵-۰/۱	
درجه انحناء مسیر رودخانه	وضعیت انحناء مسیر	n5		
	۱-۱/۲		کم	۱/۰
	۱/۲-۱/۵		نسبتاً زیاد	۱/۱۵
	۱/۵>		خیلی زیاد	۱/۳

جدول ۳-۶ ضرایب مانینگ برای زیر بازه‌های رودخانه هلیل

شماره زیر بازه	از کیلومتر	تا کیلومتر	نمونه عکس مربوط به بازه	توصیف بازه	ضریب زبری مانینگ
۱	۰+۰۰۰	۷+۰۰۰		۱- بستر سنگی ۲- سطح بستر صاف ۳- تغییرات تدریجی ۴- بدون موانع ۵- بدون پوشش گیاهی ۶- درجه انحنا کم	۰/۰۳۰
۲	۷+۰۰۰	۱۵+۴۰۰		۱- بستر شن درشت‌دانه ۲- سطح کمی صاف ۳- تغییرات تدریجی ۴- بدون موانع ۵- گیاهان کوتاه قد ۶- درجه انحنا کم	۰/۰۴۰
۳	۱۵+۴۰۰	۲۱+۹۰۰		۱- بستر شن درشت‌دانه ۲- سطح نسبتاً صاف ۳- تغییرات تدریجی ۴- بدون موانع ۵- گیاهان کوتاه قد ۶- درجه انحنا کم	۰/۰۴۵
۴	۲۱+۹۰۰	۴۴+۷۵۰		۱- بستر شن ریز ۲- سطح بستر زبر ۳- تغییرات تدریجی ۴- بدون موانع ۵- گیاهان کوتاه قد	۰/۰۵۰

	۶- درجه انحنا کم				
۰/۰۶۵	۱- بستر شن ریز ۲- سطح نسبتاً صاف ۳- تغییرات تدریجی ۴- بدون موانع ۵- گیاهان بلند ۶- درجه انحنا کم		۵۴+۴۰۰	۴۴+۷۵۰	۵
۰/۰۶۰	۱- بستر شن ریز ۲- سطح بستر زبر ۳- تغییرات تدریجی ۴- بدون موانع ۵- گیاهان متوسط ۶- درجه انحنا کم		۸۹+۷۰۰	۵۴+۴۰۰	۶
۰/۰۴۵	۱- بستر شن ریز ۲- سطح نسبتاً صاف ۳- تغییرات تدریجی ۴- بدون موانع ۵- گیاهان کوتاه قد ۶- درجه انحنا کم		۱۰۶+۰۰۰	۸۹+۷۰۰	۷

از آنجا که محدوده مطالعاتی از محل طلاقی رودخانه شور و هلیل تا ایستگاه کهنگ شیبانی می‌باشد. این منطقه بین کیلومتر ۲۱+۹۰۰ تا کیلومتر ۴۴+۷۵۰ واقع شده است. که به طور متوسط از ضریب زبری ۰/۰۵ برای شبیه‌سازی استفاده شد.

۳-۳-۳ تعیین شرایط مرزی

معرفی شرایط مرزی حاکم بر بازه مطالعاتی از جمله ورودی‌های اصلی مدل HEC-RAS تلقی می‌شود. نحوه اعمال شرایط مرزی بستگی به نوع جریان، هم از نظر زیر بحرانی و فوق بحرانی و هم از نظر دائمی و غیردائمی بودن آن دارد. بررسی‌های اولیه شرایط جریان در رودخانه برای تعیین بازه‌های بحرانی می‌باشد، و همچنین به دلیل عریض بودن قسمت عمده رودخانه‌های هلیل، امکان سرریز جریان و تأثیر بر آب نمود سیلاب کاهش می‌یابد لذا در نظر گرفتن جریان دائمی دور از انتظار نمی‌باشد. از نظر جریان فوق بحرانی و زیر بحرانی نیز می‌توان به دلیل تغییرات ناگهانی شیب رودخانه از بازه کوهستانی در بالادست به بازه دشتی در پایین‌دست و امکان تشکیل جهش هیدرولیکی، به مدل شرایط ترکیبی یا به عبارتی شرط مرزی در بالادست و پایین‌دست را معرفی نمود.

شرط مرزی بالادست :

- بده های طراحی

با توجه به عدم وجود اطلاعات منحنی بده - اشل در ایستگاه‌های آب سنجی صفر زاد (رودخانه هلیل) و دهرود (رودخانه شور)، مناسب‌ترین شرط مرزی معرفی شیب نرمال سطح آب می‌باشد.

- شرط مرزی در پایین‌دست :

در این قسمت نیز به دلیل عدم وجود اطلاعات منحنی بده - اشل در انتهای بازه (کهنگ شیبانی) شیب نرمال سطح آب به عنوان شرط مرزی معرفی شده است.

۳-۳-۴ انتخاب مدل هیدرولیکی

توسعه سیستم‌عامل رایانه‌ای از یک سو و پیشرفت در تکنیک‌های حل معادلات حاکم بر هیدرولیک جریان از سوی دیگر، موجب شده است تا امروزه مدل‌های ریاضی متعددی جهت شبیه‌سازی پدیده‌های مختلف رودخانه‌ای ارائه گردد. این مدل‌ها دامنه وسیعی از جنبه‌های کاربردی را در بر می‌گیرند. با توجه به اینکه هدف از انجام عملیات نرم‌افزاری مشخص کردن پهنه سیل گیر رودخانه هلیل در بازه مطالعاتی می‌باشد، لذا استفاده از یک مدل ریاضی مناسب جهت بررسی هیدرولیک جریان در شرایط طبیعی ضروری می‌باشد، از جمله مدل‌های موجود و جدید که از قابلیت‌های خوبی نیز برخوردار می‌باشد، می‌توان به مدل **HEC-RAS** اشاره نمود که قادر به شبیه‌سازی جریان به صورت یک بعدی دائمی و غیردائمی است. به خوبی می‌تواند عوارض عرضی همچون پل، سدهای انحرافی و مخزنی و سرریز را مدل نماید. از این رو برای پهنه بندی سیل در این تحقیق از نرم‌افزار **HEC-RAS** استفاده شده است از مزایای نرم‌افزار **HEC-RAS** می‌توان به شبیه‌سازی هیدرولیکی سیل و تلفیق نتایج آزمایشگاهی و نتایج حاصل از نرم‌افزار **GIS** اشاره کرد.

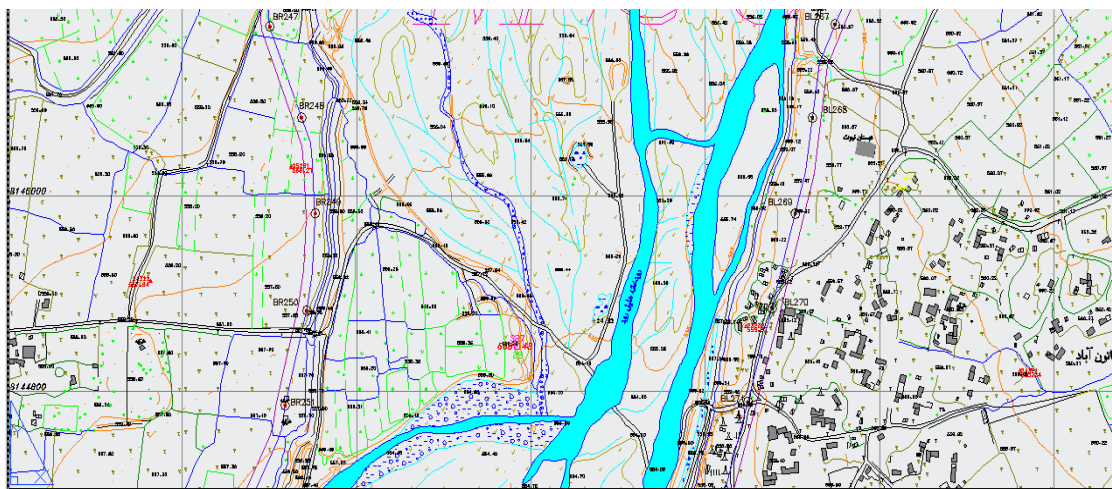
۳-۴ نرم‌افزارهای مورد استفاده

از جمله مشخصات مورد نیاز به منظور ارزیابی خصوصیات هیدرولیک جریان رودخانه و پهنه بندی سیلاب تعیین مقاطع عرضی، تعیین مورفولوژی رودخانه، مشخصات هیدرولیکی جریان و سازه‌های عرضی رودخانه از جمله پل، کالورت و... در طول مسیر رودخانه می‌باشد. امروزه با کمک گرفتن از امکانات رایانه‌ای به صورت دقیق‌تر و جامع‌تر و در مدت زمان کمتری محاسبات مربوط به پهنه بندی، مدیریت و... انجام می‌شود. نقش استفاده از نرم‌افزار به عنوان ابزاری کارآمد در تعیین شرایط جریان رودخانه نقشی انکارناپذیر است. در این بخش به معرفی نرم‌افزارهای مورد استفاده در این تحقیق و طریقه به‌کارگیری و استفاده از آن‌ها پرداخته می‌شود.

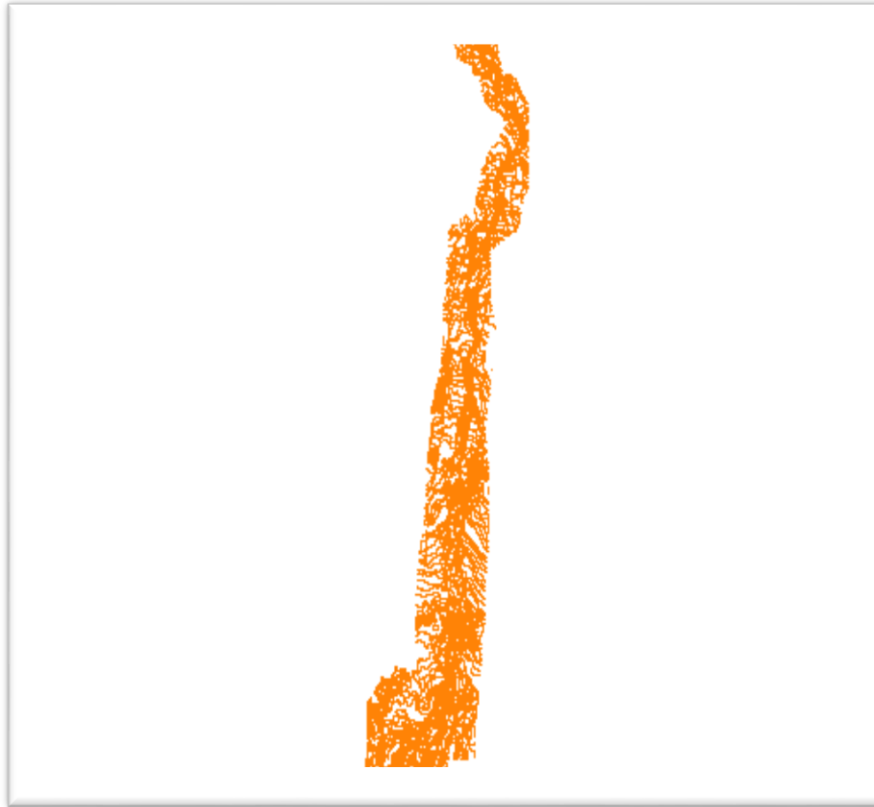
۳-۴-۱ نرم افزار Autocad

اتوکد نام نرم‌افزاری است که برای ترسیم نقشه‌های مهندسی و صنعتی به کار می‌رود. این نرم‌افزار از محصولات شرکت آمریکایی اتودسک است. که از سال ۱۹۸۲ تا به امروز در نسخه‌های گوناگون تولید شده است. ویژگی‌های بارز اتوکد در طراحی و ترسیم نقشه‌هایی دقیق و حرفه‌ای، و بیشتر در زمینه‌های ساختمانی و صنعتی کاربرد دارد. اما از آنجایی که بیشتر نقشه‌های خام تولیدشده توسط شرکت‌های پیمانکاری در امر مهندسی رودخانه ابتدا در نرم‌افزار اتوکد بار گذاری و طراحی می‌شود. لازم است تا برای تفکیک این نقشه‌ها از هم، و استخراج اطلاعات مورد نیاز از این نقشه‌ها ابتدا در این نرم‌افزار اقدامات اولیه بر روی نقشه‌های خام صورت گیرد.

با توجه به توضیحات فوق، بعد از جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از ادارات مربوطه ابتدا از نقشه ۱:۲۰۰۰، خطوط توپوگرافی، Land use، Bank line، Center Line در محیط نرم‌افزار Autocad از یکدیگر تفکیک شدند. تادر مراحل بعدی بتوان از آن‌ها استفاده کرد. این کار ابتدا با انتخاب لایه و سپس با استفاده از دستور Isolate انجام شد. سپس عوارض تفکیک‌شده در نرم‌افزار GIS مختصات دهی و تبدیل به قالب Shp شدند. نمونه‌ای از نقشه اولیه و نقشه تفکیک‌شده به ترتیب در شکل (۳-۵) و (۳-۶) مشاهده می‌شود.



شکل ۳-۵ قسمتی از نقشه اولیه رودخانه هلیل در نرم افزار اتوکد



شکل ۳-۶ خطوط توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ تفکیک شده در اتوکد

۳-۴-۲ نرم افزار GIS

(Geographic Information System) یا GIS، نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی است که مجموعه‌ای قوی از امکانات و قابلیت‌ها را دارد. این نرم افزار به اخذ و ذخیره سازی و سپس تحلیل و پردازش داده‌ها می پردازد... مهم ترین مرحله در این نرم افزار، ورود اطلاعات است. در GIS دو بخش اطلاعات مکانی (نشان دهنده موقعیت و شکل عوارض) و توصیفی (بیانگر ویژگی‌ها و خصوصیات عوارض) موجود در یک نقشه به طور مستقل ولی مرتبط وارد می گردد. هدف نهایی در GIS ایجاد یک مدل سه بعدی از دنیای واقعی است چرا که این نرم افزار به دلیل مختصات دار بودنش، هر عارضه‌ای را که ترسیم می کند با همان مختصات در طبیعت قابل تطابق، دسترسی و مشاهده است. ArcGIS مجموعه‌ای است از امکانات و قابلیت‌های ویرایشی و به هنگام سازی سریع داده‌ها که روش‌های سنتی فاقد آن هستند. این نرم افزار از چهار

بخش اصلی تشکیل شده است. ArcCatalog: هسته اصلی Arcgis از طریق ArcCatalog به DataBase وصل می‌شود و یکسری از پردازش‌ها را انجام می‌دهد. Arcmap: اطلاعات مکانی را نمایش می‌دهد. ArcScene: برای نمایش سه بعدی به کار می‌رود. ArcToolbox: برای اطلاع از کاربردهای بیشتر است. از بهترین مزایای استفاده از نرم‌افزار GIS برای تولید نقشه‌های پهنه بندی سیلاب می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱- سهولت اعمال تغییرات و اصلاحات با تغییر طول دوره آماری

۲- در نظر گرفتن تغییرات عوارض جغرافیایی و توپو گرافی سیلاب دشت

۳- امکان نمایش و مقایسه سطوح غرقاب توسط سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف

۴- نمایش اطلاعات عمق آب‌گرفتگی در هر نقطه از سیلاب دشت

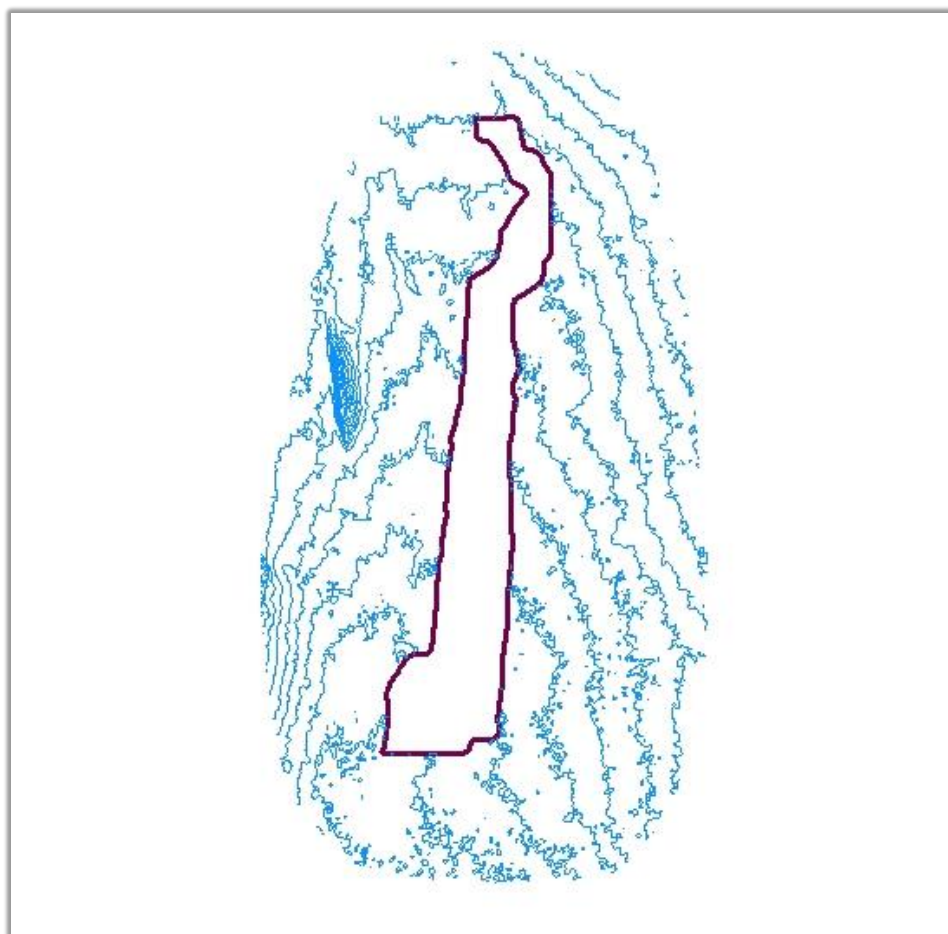
۵- تعیین دقیق مناطق سیل گیر

۶- انجام اصلاحات و آرشیو و انتشار ساده‌تر

همچنین نگهداری و انتشار نقشه‌های کاغذی بسیار دشوار و پرهزینه بوده و این نقشه‌ها نمی‌توانند جزئیات زیادی از پهنه سیل گیر را نمایش دهند. درحالی‌که نقشه‌های تولیدشده در محیط GIS این امکان را به کاربر می‌دهد تا با روی هم گذاری لایه‌های مختلف و فعال یا غیر فعال سازی این لایه‌ها، جزئیات گسترده‌ای از منطقه سیل گیر را نمایش دهد. ضمن اینکه نگهداری، بازیابی و انتشار نقشه‌ها در این حالت ضمن اینکه بسیار ساده، مطمئن و کم هزینه خواهد بود. همچنین می‌توان به کمک توابع تحلیلی خود، اطلاعات زیادی را از داده‌های موجود استخراج کند و به مدل‌سازی و پیش‌بینی بپردازد. نرم‌افزار ArcGIS از انعطاف‌پذیری بالایی برخوردار است. امکان تبدیل سریع نقشه‌ها، تبدیل و انتقال داده‌ها به قالب‌های مختلف، تهیه گزارش

به اشکال متعدد، در ردیف آن دسته از قابلیت‌های ArcGIS قرار می‌گیرند که در گذشته به عنوان مسائلی لاینحل مطرح بودند. در ادامه کارهای انجام‌شده توسط نرم‌افزار GIS در این تحقیق توضیح داده می‌شود.

به منظور بازخوانی اطلاعات از خطوط ارتفاعی برای برداشت ارتفاع مقاطع عرضی رودخانه، ملزم به ساخت نقشه TIN از داده‌های توپوگرافی در محیط GIS هستیم، همچنین اگر برای ساخت نقشه TIN فقط از داده‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ استفاده شود، به دلیل اینکه تنها اندکی از سیلاب دشت را در برمی‌گیرد، در دوره بازگشت‌های بزرگ‌تر و مقاطع طولانی‌تر که عرض آن‌ها بزرگ‌تر از عرض نقشه می‌باشد، امکان این وجود دارد که، سطح سیل‌گرفتنی از مقدار نقشه موجود تجاوز کند. به همین دلیل از ترکیب توپوگرافی ۱:۲۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ برای ساخت نقشه TIN استفاده شده است. از آنجا که دقت نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ بیشتر از ۱:۲۵۰۰۰ است در محل‌هایی که نقشه ۱:۲۰۰۰ وجود دارد از نقشه ۱:۲۵۰۰۰ استفاده نمی‌شود. در نرم‌افزار GIS با رسم یک پلی‌گون اطراف داده‌های ۱:۲۰۰۰ و استفاده از دستور Erase می‌توان تمامی خطوط نقشه ۱:۲۵۰۰۰ را از داخل نقشه ۱:۲۰۰۰ حذف کرد. که نمونه آن در شکل (۳-۷) آمده است. برای بالا رفتن دقت از ترکیب سه نقشه، TIN منطقه ساخته شد. (نقشه ۱:۲۰۰۰، نقشه ۱:۲۵۰۰۰ و نقاط نقشه‌برداری شده ۱:۲۰۰۰).



شکل ۳-۷ نحوه ترکیب کردن نقشه ۱:۲۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰

۳-۴-۳ افزونه HecGeo-Ras

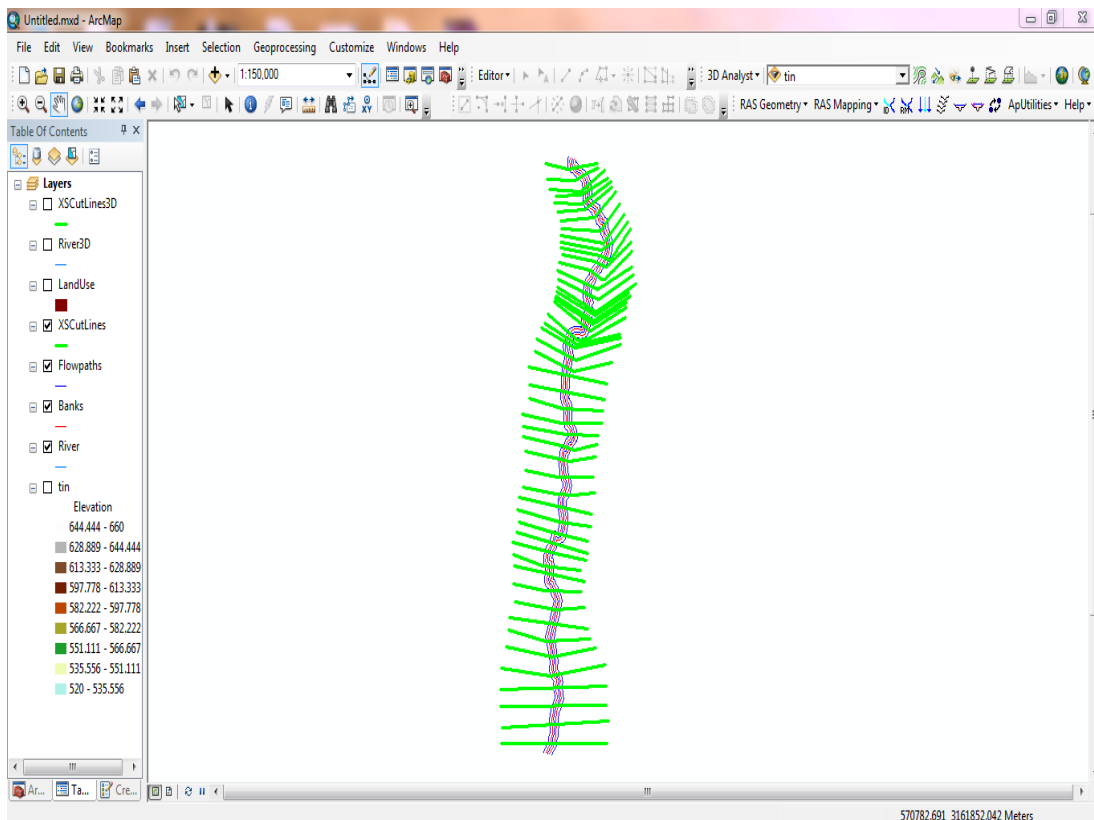
افزونه HecGeo-Ras یکی از برنامه‌های مجموعه نرم‌افزارهای HEC می‌باشد، که با همکاری مشترک Esri و مرکز مهندسی هیدرولوژی (HEC) به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی مورد استفاده در نرم‌افزار HEC-RAS تولید گردیده و به عنوان یک الحاقی (Extension) به ArcMap اضافه می‌شود. به این ترتیب دو نرم‌افزار GIS و HEC-RAS را به هم مرتبط می‌کند. این نرم‌افزار شامل دو منوی RAS Geometry و RAS Mapping است. منوی RAS Geometry به منظور آماده سازی و پیش‌پردازش داده‌ها جغرافیایی

برای ورود داده‌ها به HEC-RAS و منوی RAS Mapping برای پس پردازش نتایج خروجی از HEC-RAS بکار برده می‌شود. همچنین از این الحاقی برای پهنه بندی خطر سیلاب جغرافیایی به منظور استفاده در HEC-RAS تولید می‌کند همچنین می‌توان نتایج خروجی از HEC-RAS را به صورت گرافیکی در آن مشاهده کرد این برنامه، با استفاده از داده‌های به دست آمده از شیپ‌فایل‌های ArcGIS و مدل رقومی منطقه مورد نظر (رستر) فایل ورودی را می‌سازد.

بنابراین برای استفاده از افزونه HecGeo-Ras، در اختیار بودن یک (TIN) که در قالب یک شبکه نامنظم مثلثی توصیف شده باشد، ضروری است لایه‌هایی که با استفاده از این داده‌ها ساخته می‌شوند، لایه‌های RAS نامیده می‌شوند. اطلاعات جغرافیایی در نتیجه محاسباتی که بر روی لایه‌ها انجام می‌شود، به دست می‌آیند. قبل از وارد کردن این اطلاعات در HEC-RAS و انجام محاسبات هیدرولیکی، باید اطلاعات جغرافیایی و داده‌های مربوط به مشخصات جریان تکمیل شوند. پروفیل سطح آب و سرعت‌های به دست آمده از شبیه‌سازی در HEC-RAS را می‌توان به منظور تحلیل‌های مکانی با استفاده از HecGeoRAS در محیط GIS وارد کرد. بنابراین استفاده از این الحاقی در GIS می‌تواند. جهت نیل به اهداف از پیش تعیین شده مورد استفاده قرار گیرد.

بدین منظور با استفاده از نرم‌افزار الحاقی HEC-GeoRAS عملیات آماده سازی Geometry انجام شد. از جمله انجام عملیات آماده سازی داده‌ها، می‌توان به ایجاد Feausher ها و معرفی عوارضی مثل، Land use, Bank line, Center Line در GeoRAS اشاره کرد. تعداد ۵۱ مقطع به طول تقریبی سه تا چهار کیلومتر بر روی بازه مطالعاتی رودخانه هلیل به طول ۳۰ کیلومتر ایجاد شد. همچنین کاربری‌های اراضی اطراف رودخانه و دشت‌ها سیلابی با ضرایب زبری مختلف به صورت پلی‌گون به نرم‌افزار معرفی شد. و نیز در مکان‌هایی که پوشش گیاهی وجود نداشت به صورت یک پلی‌گون کلی منطقه بیابانی با پوشش غالب که از نوع شن ریز و درشت با ضریب زبری ۰/۰۲۶، با توجه به جدول (۳-۵) در نظر گرفته شد. شکل (۳-۸)

تمامی مراحل انجام شده که مربوط به آماده سازی داده‌ها در GIS با استفاده از HEC-GeoRAS می‌باشد را نشان می‌دهد.



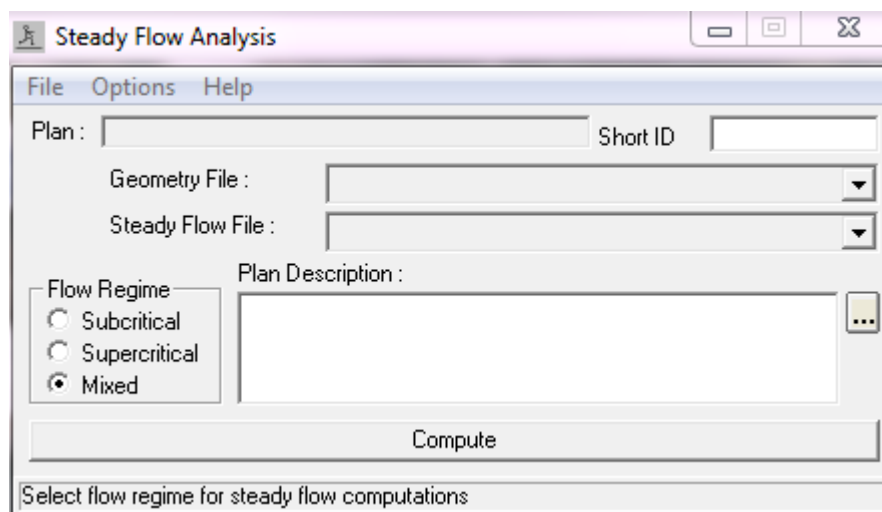
شکل ۳-۸ ایجاد مقاطع عرضی در محیط GIS

۳-۴-۴ نرم‌افزار HEC-RAS

مرکز هیدرولوژی مهندسی ارتش آمریکا (HEC) در سال ۱۹۶۴ تأسیس شد و یکی از شش مرکز مدیریت منابع آب (IWR) و وابسته به مهندس ارتش آمریکا (USACE) می‌باشد. این مرکز در ابتدا نسخه HEC2 را ارائه نمود. اما به دلیل محدودیت‌های این نسخه، نسخه تکمیل شده تکمیل شده‌ای به نام HEC-RAS را به بازار عرضه کرد. در این برنامه قابلیت‌های مختلفی از جمله نمایش پلان سیستم رودخانه، مقاطع عرضی، شکل سه بعدی رودخانه و همچنین اجرای توأم فوق بحرانی و زیر بحرانی افزوده شده است. که در نسخه قبلی این قابلیت‌ها وجود نداشتند. سیستم HEC-RAS شامل چهار جزء آنالیز رودخانه در حالت یک بعدی

است. این چهار جزء عبارت‌اند از: ۱ محاسبه سطح آب جریان ماندگار ۲ شبیه‌سازی جریان غیر ماندگار ۳ محاسبه انتقال رسوب مرزمتحرک و ۴ آنالیز کیفیت آب. علاوه بر چهار جزء تجزیه و تحلیل رودخانه سیستم، شامل چندین عارضه طراحی هیدرولیکی است که عبارت‌اند از:

۱ رسم پروفیل سطح جریان ثابت آب. این جزء از سیستم مدل سازی برای محاسبه پروفیل سطح آب جریان ثابت متغیر تدریجی در نظر گرفته شده. این سیستم می‌تواند یک شبکه کامل از کانال و یا یک بازه واحد رودخانه را تحت پوشش قرار دهد. همچنین بخش جریان ثابت قادر به مدل‌سازی حالات زیر بحرانی، فوق بحرانی، و ترکیب رژیم جریان پروفیل سطح آب است.

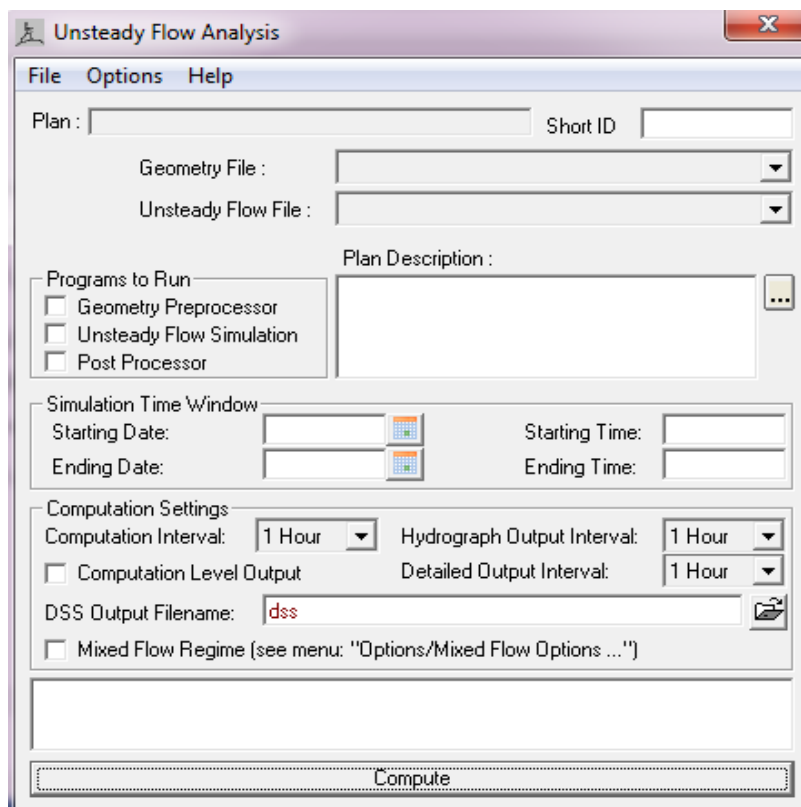


شکل ۳-۹ شرایط جریان ماندگار در HEC-RAS

روش محاسباتی بر اساس حل معادلات انرژی یک بعدی است. این معادله در شرایطی که در آن پروفیل سطح آب به سرعت در حال تغییر است استفاده شود، که این شرایط عبارت‌اند از ترکیب محاسبات رژیم جریان (مثل پرش هیدرولیکی) هیدرولیک پل و ارزیابی پروفیل در تلاقی رودخانه‌ها.

۲ شبیه‌سازی جریان ناپایدار. این جزء از نرم‌افزار قادر به شبیه‌سازی جریان ناپایدار یک بعدی از طریق یک شبکه کامل از کانال باز است. بخش جریان ناپایدار در درجه اول برای محاسبه رژیم جریان زیر بحرانی

توسعه داده شد. اما با توسعه نسخه پیشرفته آن (نسخه ۳.۱) می توان رژیم ناپایدار رژیم ترکیبی زیربحرانی، فوق بحرانی، پرش هیدرولیکی و فراز و فرود را تحلیل نماید.



شکل ۳-۱۰ شرایط جریان غیر ماندگار در HEC-RAS

۳ انتقال رسوب محاسبات مرز متحرک. این بخش از سیستم مدل سازی به طور کلی برای شبیه سازی یک بعدی انتقال رسوب محاسبات مرز متحرک آب شستگی و رسوب در دوره های زمانی متوسط در نظر گرفته شده است. پتانسیل انتقال رسوب توسط بخش محاسبات اندازه دانه صورت می پذیرد. در نتیجه این امکان را به شبیه سازی دسته بندی هیدرولیکی می دهد. ویژگی های اصلی آن عبارتند از توانایی مدل سازی یک شبکه کامل از جریان، لای رویی کانال، گزینه های مختلف آب بند و نفوذ و استفاده از چندین معادله مختلف برای انتقال رسوب.

۴ تجزیه و تحلیل کیفیت آب. در این بخش این امکان به کاربر داده شده است تا بتواند تجزیه و تحلیل آب رودخانه را انجام دهد. این کار توسط معادله همرفت پراکندگی با استفاده از روش حجم کنترل انجام می‌شود. سیستم همچنین به دلیل استفاده از سیستم عامل ویندوز در این برنامه، کلیه منوهای ورودی اطلاعات در اختیار بوده و پیچیدگی تشکیل فایل ورودی را ندارد. اما مراحل ایجاد یک مدل هیدرولوژیکی با HEC-RAS به شرح زیر است:

۱. شروع و ایجاد یک پروژه جدید

۲. وارد کردن داده‌های هندسی

۳. وارد کردن داده‌های جریان و شرایط مرزی

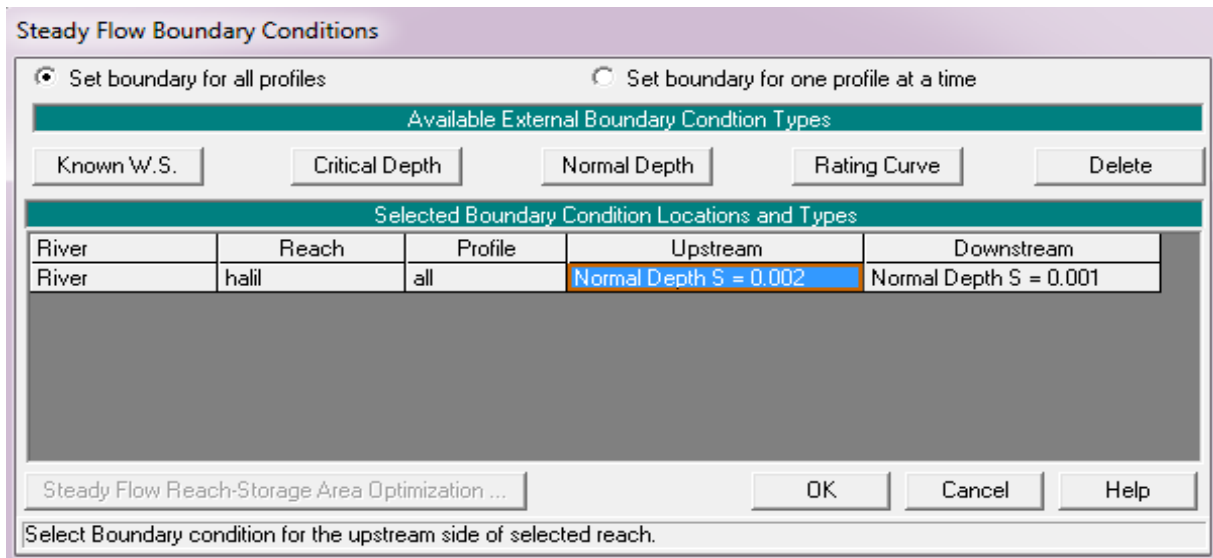
۴. انجام محاسبات هیدرولیکی

۵. مشاهده و چاپ

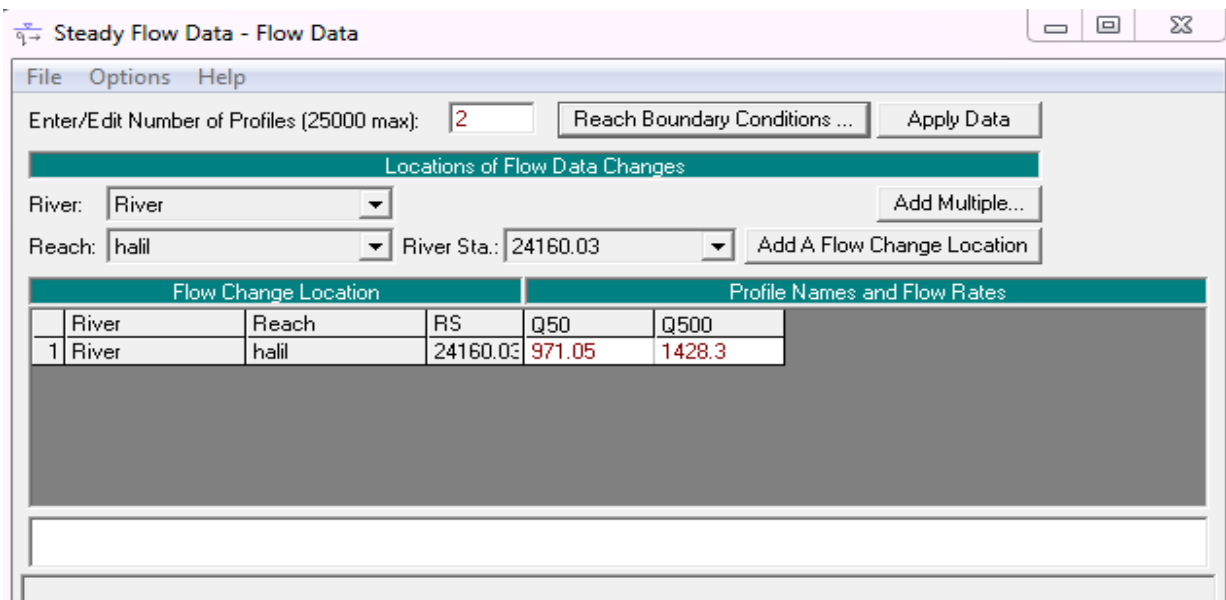
مطالب فوق تعریفی کلی از این نرم‌افزار و کاربردهای مهم آن می‌باشد در ادامه به طریقه استفاده از این نرم‌افزار در تحقیق پیش رو پرداخته می‌شود.

بعد از آماده سازی داده‌ها در HEC-GeoRAS از خروجی GeoRAS به صورت فایل **sdf** در نرم‌افزار HEC-RAS استفاده شد. از قسمت **Steady flow Data**، **Reach Boundary Condition** شرایط جریان در بالادست و پایین‌دست به نرم‌افزار معرفی شد. شرایط جریان در بالادست، **Normal Depth** با شیب تقریبی ۰/۰۰۲ و در پایین‌دست نیز **Normal Depth** با شیب تقریبی ۰/۰۰۱ به مدل معرفی شد. همچنین به منظور مشاهده پهنه بندی سیلاب و محاسبه سطح سیل گرفتگی دوره بازگشت‌های ۵۰ و ۵۰۰ ساله به ترتیب با دبی‌های ۹۷۱/۰۵ و ۱۴۲۸/۳ (مترمکعب بر ثانیه) به نرم‌افزار معرفی شد. شکل‌های (۳-۱۱) و (۳-۱۲) شرایط مرزی معرفی شده به نرم‌افزار HEC-RAS را نشان می‌دهد. شکل (۳-۱۳) نیز اطلاعات ورودی به

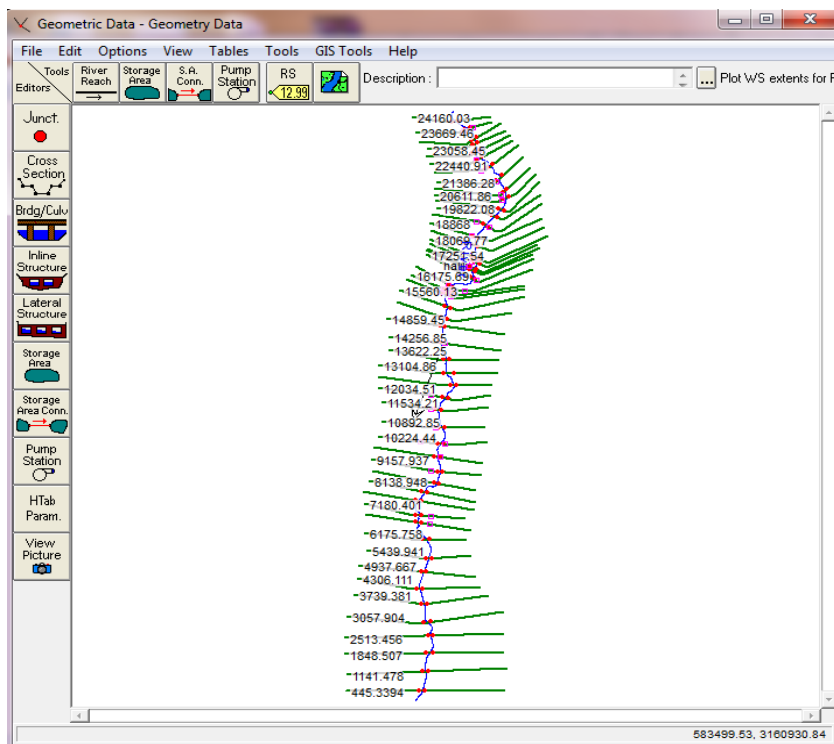
HEC-RAS را نشان می‌دهد. همچنین در مورد سازه‌های عرضی رودخانه، پل بهادر آباد بعد از ایستگاه کهنک شیبانی و پل مرکزی جیرفت قبل از بازه مطالعاتی می‌باشد. راه‌های مواصلاتی دیگری نیز وجود دارد که سواحل رودخانه را به هم وصل می‌کند که عمدتاً از نوع جاده‌های خاکی در بستر رودخانه می‌باشند.



شکل ۱۱-۳ شرایط جریان ماندگار، ورودی به HEC-RAS



شکل ۱۲-۳ دبی و دوره بازگشت‌های ورودی به HEC-RAS



شکل ۳-۱۳ مقاطع ترسیم شده در محیط HEC-RAS

در نهایت بعد از معرفی Geometry File و Steady Flow File، خروجی نرم افزار برای جریان ماندگار با استفاده از گزینه Compute و برای حالت Mixed انجام شد. Error های به وجود آمده توسط نرم افزار HEC-RAS عموماً از نوع رعایت نشدن حد مجاز نقاط در ایجاد مقاطع می باشد. که برای رفع این مشکل می توان از قسمت Geometry Data، Filter اصلاح نمود. همچنین نتایج انجام عملیات نرم افزار را می توان در قسمت های View Computed، View General Profile Plot، View Profiles، View Cross Section در قسمت های Rating Curves، View 3D Multiple Cross Section Plot، مشاهده کرد که در فصل چهارم قسمت هایی از آن آورده شده است.

۳-۴-۵ نرم افزار Easyfit

نرم افزار Easyfit برای تجزیه و تحلیل داده‌های آماری و همچنین متناسب نمودن توزیع تصادفی داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به کمک نرم افزار EasyFit می‌توان تعداد قابل توجهی از توزیع‌ها را برای داده‌های خود برگزید و بهترین مدل توزیع تصادفی را در مدت زمان اندکی به دست آورد. روند محاسبه در نرم افزار EasyFit به صورت خودکار است بطوریکه در مقایسه با محاسبه دستی به میزان ۷۰ تا ۹۵ درصد در زمان محاسبه صرفه جویی می‌شود. استفاده از نرم افزار EasyFit موجب صرفه جویی در هزینه‌ها و وقت نیز می‌شود. همچنین خطاهای پیش‌بینی نشده در روند محاسبه به حداقل میزان خود می‌رسد. نرم افزار EasyFit به کاربر این امکان را می‌دهد تا خیلی راحت و سریع، بهترین توزیع احتمال متناسب با داده‌ها را انتخاب کند. از ویژگی‌های کلیدی این نرم افزار می‌توان به قابلیت تطبیق خودکار بیش از ۵۵ توزیع برای داده‌های ساده و امکان انتخاب بهترین مدل، اشاره کرد. همچنین این نرم افزار در زمینه‌های بررسی بازار مهندسی اقتصاد، آمار و احتمال، مهندسی شیمی، داده کاوی، مهندسی هوافضا، مهندسی ریسک و کاوش و پردازش و پزشکی کاربرد دارد.

۳-۵ انجام آزمایش‌ها

هدف از انجام آزمایش‌ها استخراج تابع خسارت کشاورزی برای گیاه گندم می‌باشد. بدین منظور لازم است ارتباط بین پارامترهای هیدرولیکی سیل و خسارت استخراج گردد. جهت نیل به این هدف آزمایش‌هایی ترتیب داده شد. که در ادامه به توضیح مراحل آن پرداخته می‌شود. بنا بر ضرورت، تعیین پارامترهای تاثیر گذار بر خسارت سیل مهم می‌باشد. از آنجا که در تحقیقات گذشته به طور مفصل تأثیر مهم‌ترین پارامترهای هیدرولیکی سیل بر خسارت اندازه‌گیری شده است در این پژوهش به نتایج این تحقیقات استناد می‌شود. بنابراین نحوه آزمایش‌ها برای استخراج تابع خسارت کشاورزی به طریق زیر می‌باشد.

۳-۵-۱ محاسبه و اندازه‌گیری دبی

به دلیل خرابی دبی سنج نصب‌شده روی فلوم و نبود دبی سنج دقیق‌تر، از دور موتور برای محاسبه دبی فلوم استفاده شد. طریقه محاسبه دبی از این طریق این گونه بود که قبل از انجام آزمایش‌ها دستگاه دبی سنج التراسونیک روی لوله انتقال آب به فلوم نصب شد. شکل (۳-۱۴) دستگاه اندازه‌گیری دبی را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۴ دستگاه دبی سنج (التراسونیک)

سپس میزان دبی برای هر دور موتور به وسیله التراسونیک اندازه‌گیری شد. همچنین به دلیل تفاوت در نشان دادن یک دبی به عنوان دبی در هر دور موتور، از اعداد نشان داده‌شده به وسیله دبی سنج التراسونیک، میانگین گرفته شد. سپس عدد به دست آمده در انجام محاسبات بعدی به عنوان دبی مرجع مورد استفاده قرار گرفت. همچنین حد اکثر دبی که قبلاً توسط دستگاه دبی سنج اندازه گرفته شده است حدود ۳۲ lit/s می‌باشد که این خود دلیل صحت اندازه‌گیری‌های دبی توسط دستگاه التراسونیک می‌باشد. در جدول (۳-۷) دبی به ازای هر دور موتور آورده شده است.

جدول (۷-۳) دبی‌های مربوط به هر دور موتور

دور موتور	دبی Lit/s	ردیف	دور موتور	دبی Litr/s	ردیف
۳۹/۹۹	۲۱/۷	۲۲	۱۹	۱	۱
۴۰/۹۹	۲۲/۴۵	۲۳	۲۰/۰۵	۲/۴	۲
۴۲/۰۱	۲۳/۱	۲۴	۲۱	۴/۸	۳
۴۳/۰۱	۲۳/۹	۲۵	۲۲	۶/۹	۴
۴۴/۰۱	۲۴/۳	۲۶	۲۳/۰۱	۸/۳۵	۵
۴۵/۰۱	۲۴/۷	۲۷	۲۴	۹/۶۵	۶
۴۵/۹۹	۲۵/۳	۲۸	۲۵/۰۱	۱۰/۸۵	۷
۴۶/۹۹	۲۵/۷	۲۹	۲۶/۰۱	۱۲/۲	۸
۴۸/۰۱	۲۶/۴۵	۳۰	۲۷/۰۱	۱۳/۱	۹
۴۹/۰۱	۲۷/۲	۳۱	۲۸	۱۳/۶	۱۰
۴۹/۹۹	۲۷/۴۵	۳۲	۲۹/۰۱	۱۴/۵۵	۱۱
۵۰/۹۹	۲۷/۷۵	۳۳	۳۰/۰۱	۱۵/۱۵	۱۲
۵۲	۲۹/۳۵	۳۴	۳۱	۱۵/۹	۱۳
۵۳/۰۱	۲۹/۹۵	۳۵	۳۲	۱۶/۷	۱۴
۵۴	۲۹/۹۹	۳۶	۳۳	۱۷/۶۵	۱۵
۵۵	۳۰/۲	۳۷	۳۴	۱۸/۱	۱۶
۵۶	۳۰/۴۵	۳۸	۳۵	۱۸/۹۵	۱۷
۵۷	۳۰/۵۹	۳۹	۳۶	۱۹/۳۵	۱۸
۵۸	۳۱	۴۰	۳۷	۱۹/۷۵۷	۱۹
۵۹	۳۱/۴	۴۱	۳۸/۰۲	۲۰/۸۵	۲۰
۶۰	۳۱/۸	۴۲	۳۹/۰۱	۲۱/۳۵	۲۱

۳-۵-۲ محاسبه پارامترهای هیدرولیکی

جهت به دست آوردن تابع خسارت- پارامترهای هیدرولیکی سیل ابتدا باید پارامترهایی از جریان که در خسارت یک گیاه تأثیر می‌گذارند مشخص کنیم. به نحوی که در ابتدای کار باید پارامترهای احتمالی موثر جریان بر میزان خسارت وارد بر گیاه و نحوه پایه‌ریزی آزمایشات را از آنالیز ابعادی به دست آورد. در این

تحقیق از نتایج دیگر پژوهش‌ها در زمینه تعیین پارامترهای هیدرولیکی سیل، در تعیین خسارت استفاده شده است. از جمله این تحقیقات که آنالیز ابعادی را برای تعیین خسارت کشاورزی انجام داده است (گنجی، ۱۳۹۱). در رساله دکتری خود می‌باشد. بر اساس نتایج این تحقیق رفتار یک گیاه خاص (میزان خم شدگی و شکست گیاه) در مقابل جریان را می‌توان توسط عوامل زیر توصیف کرد.

۱- طبیعت سیال (لزجت دینامیکی و طبیعت سیال)

۲- اندازه مطلق جریان (شعاع هیدرولیکی)

۳- مشخصه سینماتیکی حرکت جریان (سرعت متوسط جریان)

۴- شیب کف کانال

۵- شتاب ثقل

۶- میزان خم شدگی گیاه

بنابراین این‌طور نتیجه‌گیری شد که مشخصه‌های تأثیرگذار در این پدیده خسارت را می‌توان به صورت رابطه (۲-۳) نوشت.

$$\emptyset = (\rho, \mu, R, U, S, g, K, \tau) \quad (2 - 3)$$

که در آن ρ چگالی سیال، μ لزجت دینامیکی سیال، R شعاع هیدرولیکی، U متوسط سرعت جریان، S شیب کف کانال، g شتاب ثقل، K میزان خم شدن گیاه و τ تنش برشی در مرز می‌باشد. به این ترتیب با انتخاب R, U و μ به عنوان کمیت‌های اصلی پنج متغیر بدون بعد قابل استخراج شد.

اغلب محققین گذشته تابع خسارت را در مورد هر نوع خسارتی با پارامترهای عمق سیل ارتباط دادند مطالعات اندکی نیز پارامتر سرعت را مشخصه مؤثر در خسارت می‌دانند در همین ارتباط مطالعه‌ای که جانکمن در مورد خسارت انجام داده حاصل ضرب عمق و سرعت به عنوان مشخصه مؤثر در خسارت

بیان شد (جانکمن، ۲۰۰۳). همچنین طبق نتایج آنالیز ابعادی که در تحقیق گنجی آمده است تنها عمق و سرعت برای بررسی تأثیر متقابل گیاه و جریان کافی نیست و پارامترهای هیدرولیکی دیگر و یا ترکیب آن‌ها برای برآورد خسارت (خم شدگی و شکست گیاه) مورد نیاز است. بنابراین نتیجه حاصله این گونه بود که در تحلیل‌های خود علاوه بر بررسی سه پارامتر عمق، سرعت و حاصل ضرب عمق در سرعت تأثیر عدد فرود، عدد رینولدز و نسبت حاصل ضرب چگالی در توان دوم سرعت به تنش برشی نیز در نظر گرفته شد. در تحقیق حاضر برای بررسی دقیق‌تر این موضوع پارامترهای (عمق، سرعت، حاصل ضرب عمق در سرعت، حاصل ضرب عمق در توان دوم سرعت، حاصل ضرب سرعت در توان دوم عمق، عدد فرود عدد رینولدز و تنش برشی) نیز اندازه محاسبه و بررسی شد. بنابراین در انجام آزمایشات دو پارامتر عمق و دبی به عنوان پارامترهای مرجع برداشت شد. تا دیگر پارامترها از تلفیق این دو پارامتر محاسبه شوند. روابط (۳-۳) تا (۳-۳-۵) طریقه محاسبه عدد فرود، تنش برشی و عدد رینولدز را نشان می‌دهد.

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (3-3)$$

$$R_e = \frac{v \cdot R}{\nu} \quad (4-3)$$

$$\sigma = \gamma \cdot R \cdot S \quad (5-3)$$

در فرمول‌های فوق:

v: سرعت

σ : تنش برشی

h: عمق آب در کانال

g: شتاب ثقل ۹.۸۱ (m/s²)

v : لزجت سینماتیکی سیال 10^{-6}

R: شعاع هیدرولیکی، $\frac{A}{p}$ مساحت سطح مقطع تقسیم بر محیط خیس شده

S: شیب سطح آب، شیب سطح آب با استفاده از واسنجی فرمول مانینگ به دست آمده. در محاسبه شیب سطح آب، ابتدا به ازای هر شعاع هیدرولیکی، دبی و شیب کف کانال که برابر $0/001$ می باشد، یک ضریب n برای فرمول مانینگ محاسبه شده. سپس از تمام ضریبها، میانگین گرفته شد. و به ازای هر دبی، شعاع هیدرولیکی متفاوت و ضریب مانینگ ثابت برای یک شیب محاسبه شد. بدین ترتیب در هر عمق شیب سطح آب محاسبه شد. به عنوان نمونه نتایج آزمایش اول و تنش برشی، عدد فرود و عدد رینولدز در جدول (۸-۳) آورده شده است.

جدول ۳-۸ نتایج اولین آزمایش

دو موتور	عمق آب (cm)	تعداد گیاهان شکسته	مساحت (m ²)	دبی (lit/s)	سرعت (m/s)	درصد شکست
۲۲	۴/۵	۴	۰/۰۱۵۷۵	۶/۹	۰/۴۲۸	۶/۶۷
۲۳	۴/۵	۷	۰/۰۱۸۹	۸/۳۵	۰/۴۴۲	۱۱/۶۷
۲۴	۶	۱۲	۰/۰۲۱	۹/۶۵	۰/۴۶۰	۲۰/۰۰
۵۱/۲۴	۶/۳	۳۳	۰/۰۲۲۰۵	۱۰/۲۵	۰/۴۶۵	۵۵/۰۰
۲۵	۶/۴	۳۴	۰/۰۲۴۴	۱۰/۸۵	۰/۴۸۴	۵۶/۶۷
۵/۲۵	۶/۷	۳۵	۰/۰۲۳۴۵	۱۱/۵۲۵	۰/۴۹۱	۵۸/۳۳
۲۶	۶/۹	۳۷	۰/۰۲۴۱۵	۱۲/۲	۰/۵۰۵	۶۱/۶۷
۲۷/۰۱	۷/۲	۴۲	۰/۰۲۵۲	۱۳/۱	۰/۵۲۰	۷۰/۰۰
۲۸	۷/۵	۵۵	۰/۰۲۶۲۵	۱۳/۶	۰/۵۱۸	۹۱/۶۷
۲۸/۵	۷/۶	۵۷	۰/۰۲۶۶	۱۳/۰۷۵	۰/۵۲۰	۹۵/۰۰
۲۹	۷/۷	۵۷	۰/۰۲۶۹۵	۱۴/۵۵	۰/۵۴۰	۹۵/۰۰
۳۰	۸	۵۸	۰/۰۲۸	۱۵/۱۵	۰/۵۴۱	۹۶/۶۷
۳۱	۸/۲	۶۰	۰/۰۲۸۷	۹/۱۵	۰/۵۵۴	۱۰۰

جدول ۳-۹ نمونه‌ای از محاسبه پارامترهای هیدرولیکی در آزمایش اول

تثش برشی	عدد رینولدز	عدد فرود
0/185746	19714/29	0/739299
0/12329	23857/14	0/694372
0/10508	27571/43	0/694085
0/096492	29285/71	0/689573
0/101198	31000	0/714393
0/094269	32928/57	0/712877
0/093467	34857/14	0/725036
0/090362	37428/57	0/734851
0/082339	38857/14	0/721931
0/042802	39520	0/72124
0/084623	41571/43	0/745428
0/078526	43285/71	0/737269
0/07826	45428/57	0/748551

۳-۵-۳ مشخصات فلوم

آزمایش‌های مربوط به این تحقیق در محل آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود انجام شده است. فلوم مورد استفاده در این آزمایش از نوع کف فلزی با دیواره‌های شیشه‌ای به طول ۱۲ متر و عرض یک متر می‌باشد. ارتفاع این فلوم از سطح زمین ۱ متر که طریقه دسترسی به بالای آن برای انجام کارهای عملی به وسیله پله‌هایی به طول ۲ متر امکان پذیر است. به منظور تصریح در انجام آزمایش‌ها، افزایش عمق آب و به دلیل عریض بودن، عرض این فلوم به وسیله شیشه‌های دومتری و عرض ۰/۵ متری، عرض فلوم به ۳۵ سانتیمتر کاهش داده شد. شکل (۳-۱۵) نمایی از داخل فلوم را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱۵ کم کردن عرض فلوم با شیشه

۳-۵-۴ انتخاب گیاه مورد مطالعه برای بررسی خسارت

جهت برآورد خسارت کشاورزی سیل در یک منطقه نیازمند تعیین توابع خسارت کشاورزی برای تمامی محصولات کشاورزی هستیم، همان طور که در فصل اول ذکر شد یکی از کاربردهای مهم سیلاب دشت‌های اطراف رودخانه‌ها کشاورزی است. از آنجا که گندم یکی از محصولات راهبردی هر کشور محسوب می‌شود، و جزء نیازهای اساسی هر کشوری در زمینه غذا به حساب می‌آید و برای برنامه‌ریزی‌های درازمدت در خصوص تامین گندم و همچنین خسارات احتمالی که متوجه این محصول می‌شود نیازمند آماراطلاعات کافی در این زمینه هستیم. در منطقه مورد مطالعه به دلیل شرایط آب و هوایی مناسب در اطراف رودخانه، کشت غالب محسوب می‌شود، و تقریباً بیشتر مساحت زیر کشت را به خود اختصاص داده است. لذا برآورد خسارت وارد بر زمین‌های کشت گندم در این منطقه از اهمیت خاصی برخوردار است. بر این اساس در این تحقیق گندم به عنوان گیاه مورد مطالعه انتخاب شده است، تا تأثیر پارامترهای هیدرولیکی سیل روی گیاه

گندم در دوره‌های زمانی متفاوت رشد بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. بنابراین جهت تحلیل و بررسی بهتر، مراحل رشد گندم به سه مرحله (پنجه زنی، ساقه زنی و خوشه دهی) تقسیم‌بندی شد. و با داشتن عمق، دبی و مساحت آب در کانال دیگر پارامترهای هیدرولیکی از جمله (عمق، سرعت، حاصل ضرب عمق در سرعت، نسبت تنش، توان دوم سرعت در عمق، توان دوم عمق در سرعت، عدد فرود و عدد رینولدز)، محاسبه شد. و ارتباط هر کدام از این پارامترها با گیاه گندم بررسی شد.

۳-۵-۵ نمونه برداری گندم:

نمونه‌هایی که برای انجام آزمایش‌ها انتخاب شدند از نوع کشت بهاره می‌باشد. که همگی در اوایل بهار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود کشت شدند. کشت گندم به صورت کرتی و آبیاری کرت‌ها نیز به صورت غرق‌آبی انجام شد. مساحت هر کدام از کرت‌های گندم چهار مترمربع، و به منظور تکمیل و ادامه آزمایش‌ها تعداد سه کرت گندم کشت شد. نحوه برداشت نمونه‌ها به صورت تصادفی از یک طرف کرت و به ترتیب بوده، همچنین آبیاری کرت‌های گندم با توجه به شرایط آب و هوایی، هر سه روز یک بار انجام شد. در شکل (۳-۱۶) کرت‌های کشت گندم نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۶ کرت‌های کشت گندم

۳-۵-۶ نحوه تثبیت گیاهان درون کانال

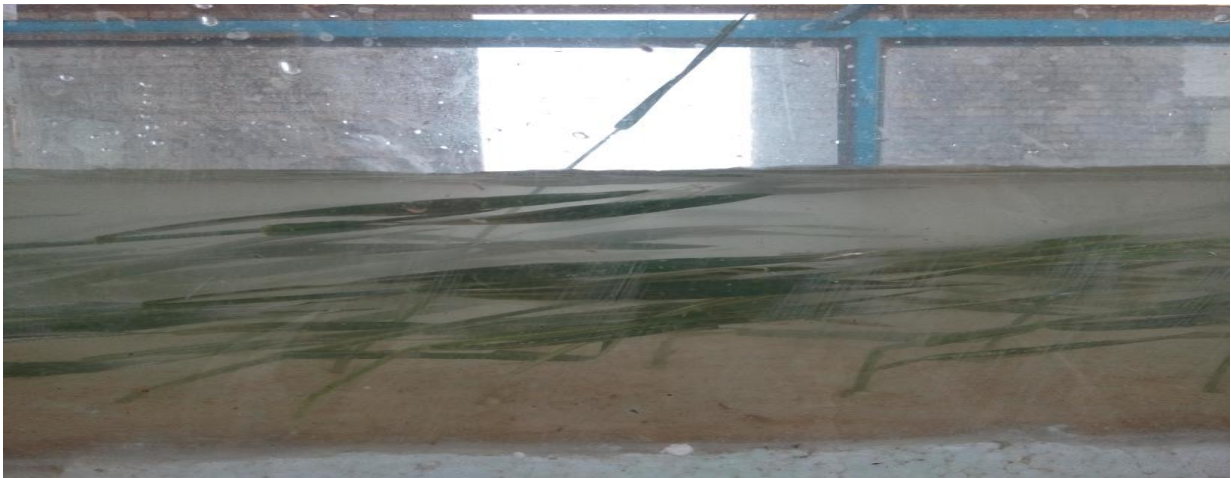
برای ثابت کردن گیاهان درون کانال از یونولیت‌هایی به ضخامت ۱۰ سانتی متر استفاده شد و گیاهان توسط چسب آکواریوم داخل یونولیت ثابت شدند. برای یکنواختی جریان و همچنین تسهیل در چسباندن گیاهان، از ابتدا تا انتهای کانال با طول ۱۲ متر یونولیت گذاری شد. نحوه جایگذاری گیاهان در کانال به صورتی انجام شد تا شرایط مزرعه تقریباً حفظ شود بنابراین در هر آزمایش تعداد ۶۰ بوته گندم. بافاصله تقریبی ۵ سانتیمتر در طول ۰/۵ متری وسط کانال جایگذاری شد. نمونه کشت گیاهان درون کانال در شکل (۳-۱۷) آورده شده است.

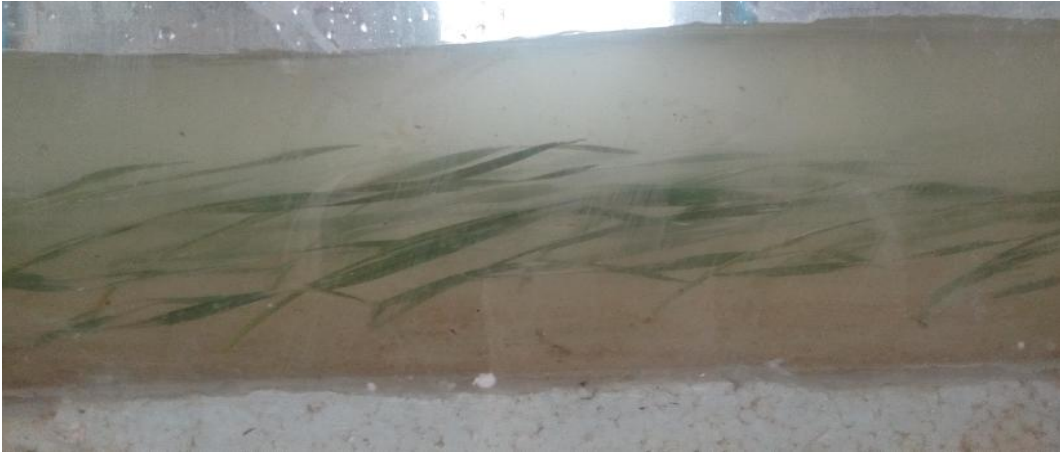


شکل ۳-۱۷ نحوه تثبیت گیاهان درون کانال

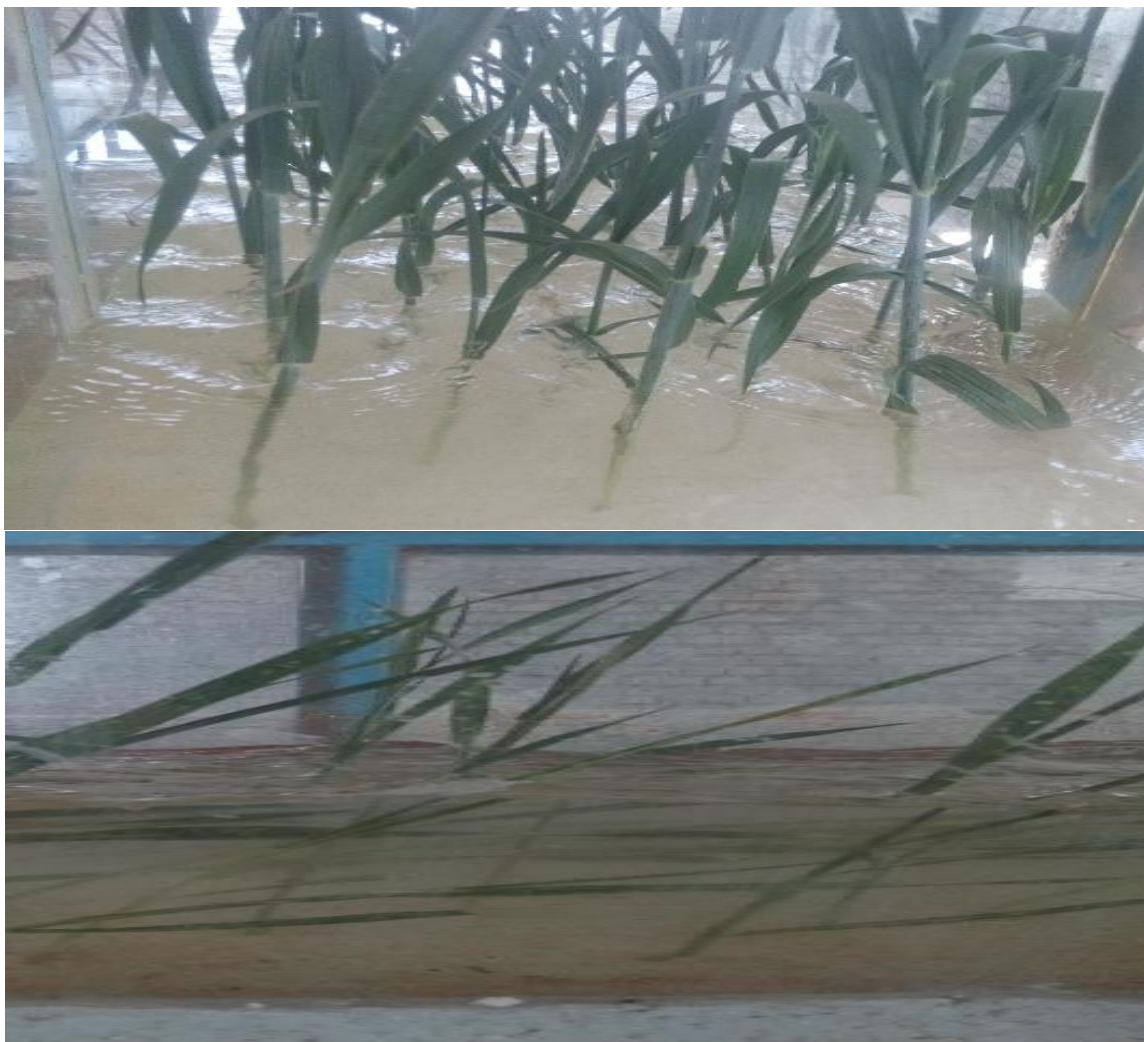
۳-۵-۷ نحوه انجام آزمایش‌ها

بعد از تثبیت گیاهان در فلوم به منظور اندازه‌گیری میزان خسارت در دبی‌های مختلف دبی از مقدار کم تا دبی نهایی دستگاه افزایش داده شد. تا بتوان در هر دبی سه پارامتر مهم در تعیین خسارت یعنی، عمق آب در ابتدا و انتهای بازه کشت گیاهان، دبی که در آن گیاهان شکسته می‌شوند و تعداد گیاهان شکسته شده در هر دبی اندازه‌گیری شد. همچنین شمارش تعداد گیاهان شکسته شده در هر دبی بعد از گذشت مدت زمان مناسب برای هر مرحله از رشد (به طور متوسط ۵ دقیقه) انجام شد. به این ترتیب با تغییر دبی و عمق در هر مرحله و مشاهده ساقه‌های شکسته شده و میزان خم شدگی ساقه، میزان خسارت تعیین می‌گردد. در این تحقیق، شکست ساقه یا خم شدگی بالای ۴۵ درجه به معنای خسارت صد در صدی برای آن ساقه محسوب می‌شود. و در صد خسارت از شمارش تعداد ساقه‌های شکسته شده نسبت به کل ساقه‌های مورد آزمایش (۶۰ عدد) به دست می‌آید. در آخر بعد از شکست تمامی گیاهان آزمایش به اتمام رسید. و دبی نهایی به عنوان خسارت صد درصدی در هر مرحله از رشد گیاهان مشخص می‌شد. شکل (۳-۱۸ الف - ج) مراحل مختلف آزمایش را نشان می‌دهد. در این اشکال تعداد گیاهان شکسته شده و گیاهان سالم و نحوه کشت آن‌ها درون کانال به خوبی مشخص می‌باشد.





۲.



ج

شکل ۳- ۱۸. الف - ج. نحوه انجام آزمایشات

سپس با داشتن خسارت و مقادیر متفاوت عمق و دبی در هر مرحله از رشد گیاه می‌توان پارامترهای موثر (عمق، سرعت، حاصل‌ضرب عمق در سرعت، نسبت تنش، توان دوم سرعت در عمق، توان دوم عمق در سرعت، عدد فرود و عدد رینولدز)، را محاسبه کرد. همچنین می‌توان تابع خسارت _ پارامتر هیدرولیکی را برای هر یک از پارامترهای فوق در هر یک از مراحل مختلف رشد به دست آورد. نتایج این تحلیل‌ها در فصل چهارم آورده شده است.

فصل چہارم

بحث و نتیجہ گیری

روش‌های سنتی متداول همچون مشاهده داغاب‌ها و یا استفاده از مدل‌های ریاضی در تحلیل پهنه سیلاب و انتقال آن به صورت دستی بر روی نقشه‌ها وجود دارد که استفاده از این روش‌ها ضمن اینکه موجب صرف زمان زیادی در انتقال نتایج بر روی نقشه‌ها می‌گردد، از دقت کمتری در تحلیل نتایج برخوردار است. استفاده از سامانه‌های جمع‌آوری داده‌های مکانی می‌توانند موجب کاهش زمان اکتساب، پردازش و تحلیل داده‌ها گردند. در این تحقیق از تلفیق نقشه توپوگرافی برای محدوده مورد مطالعه استفاده شد تا دقت کار در مرحله شبیه‌سازی قابل قبول باشد. و با استفاده از الحاقی HecGeoRAS در نرم‌افزار ARCGIS مقاطع عرضی در طول بازه رودخانه استخراج شده‌اند. سپس عمق آب‌گرفتگی ناشی از سیلاب‌های مورد بررسی، کلاس‌بندی و یک ارزیابی خسارت کلی بر اساس نتایج آزمایشگاهی صورت گرفت. در فصل حاضر ابتدا به نتایج حاصل از شیوه انتخاب دوره بازگشت طراحی برای پهنه بندی سیل و سپس به بررسی نتایج محاسبات نرم‌افزاری و انجام آزمایشات در سه بخش هیدرولیک جریان، نتایج آزمایشگاهی و تلفیق این دو باهم پرداخته می‌شود.

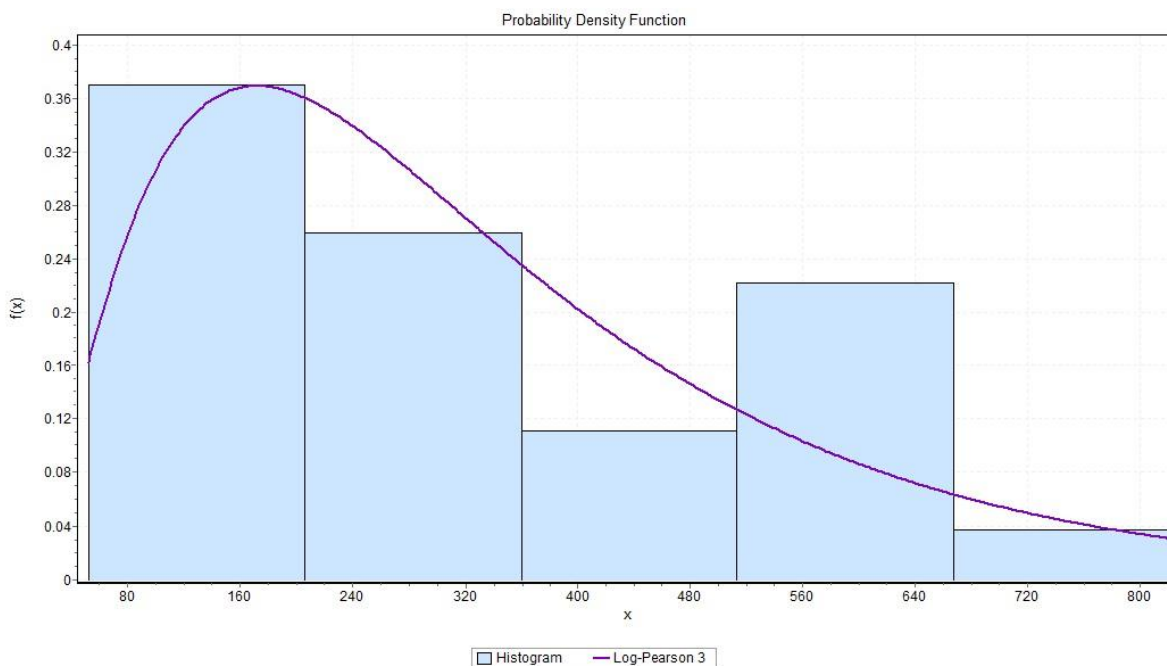
۲-۴ انتخاب توزیع آماری مناسب و پیش‌بینی دبی

جهت تعیین دبی حداکثر لحظه‌ای در دوره بازگشت‌های مختلف، ابتدا لازم است بهترین توزیع آماری برای ایستگاه کهنک شیبانی که در محدوده مطالعاتی واقع شده است، تعیین گردد. برای نیل به این هدف از نرم‌افزار EasyFit استفاده شده است. بدین منظور بعد از وارد نمودن داده‌های حداکثر سالانه به نرم‌افزار به روش مشاهده‌ای و حداقل خطا مناسب‌ترین توزیع آماری تعیین گردید. نرم‌افزار EasyFit، ۶۴ توزیع آماری را برای این داده‌ها در سه شاخص Chi-Squared, Anderson Darling, Kolmogorov Smirnov، همراه با Rank و Distribution نشان می‌دهد. در جدول زیر برای نمونه، تعدادی از توزیع‌های آماری معروف همراه با Rank های آن‌ها برای شاخص Kolmogorov Smirnov، آورده شده است.

جدول ۴-۱ توزیع‌های آماری برازش داده شده برای دبی‌ها

Distribution	Statistic, Kolmogorov Smirnov	Rank
Log-Pearson 3	0/ 09177	1
Weibull (3P)	0/ 09818	2
Gamma (3P)	0/ 09847	3
Lognormal (3P)	0/ 10256	4
Pearson 6	0/ 10342	5
Pearson 5 (3P)	0/ 10628	6
Pearson 6 (4P)	0/ 10658	7
Gamma	0/ 10675	8
Weibull	0/ 10816	9
Lognormal	0/ 11138	10
Gumbel Max	0/ 11722	11
Exponential (2P)	0/ 12163	12
Log-Gamma	0/ 12584	13
Normal	0/ 12768	14
Pearson 5	0/ 14421	15
Gumbel Min	0/ 17954	16
Laplace	0/ 18678	17
Exponential	0/ 20103	18
Student's t	0/ 99982	19

همان طور که در جدول شماره (۴-۱) مشاهده می‌شود. شاخص Log-Pearson 3 در بین دیگر توزیع‌ها دارای Rank بیشتری می‌باشد. (Rank1) و توزیع‌های دیگر بعد از Log-Pearson 3 تا شماره ۶۴ واقع شدند. بنابراین توزیع Log-Pearson 3 به عنوان توزیع برتر از بین توزیع‌های دیگر انتخاب شده است. تا داده‌های دبی بر اساس این توزیع برازش داده شوند. نمودار حجمی داده‌های دبی برای برازش Log-Pearson 3 در شکل (۴-۱) آورده شده است.



شکل ۴-۱ نمودار حجمی داده‌های دبی برای برازش Log-Pearson 3

نتایج تحلیل‌های آماری برای تعیین دوره بازگشت ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ ساله در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۴-۲ دبی با دوره بازگشت‌های مختلف

دوره بازگشت	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰
دبی M^3/S	۴۲.۴۸۹	۳.۶۳۸	۳۳.۸۲۹	۰.۵۹۷۱	۱۱۱۰	۷.۱۲۴۸	۳.۱۴۲۸

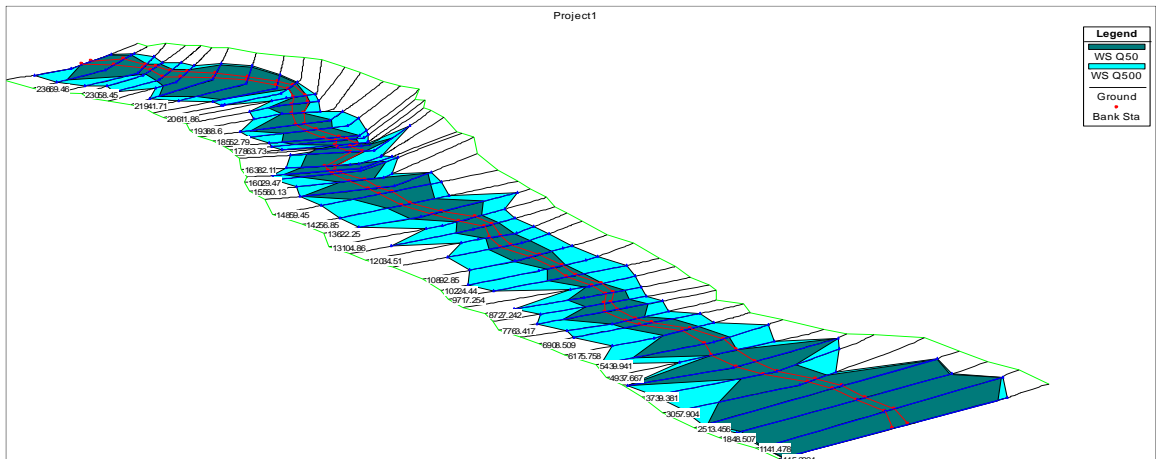
برای انجام و محاسبه میزان خسارت از بین دوره بازگشت‌های محاسبه‌شده با نرم‌افزار Easyfit برای نمونه دو دوره بازگشت ۵۰ و ۵۰۰ ساله انتخاب شد.

۴-۳ هیدرولیک جریان

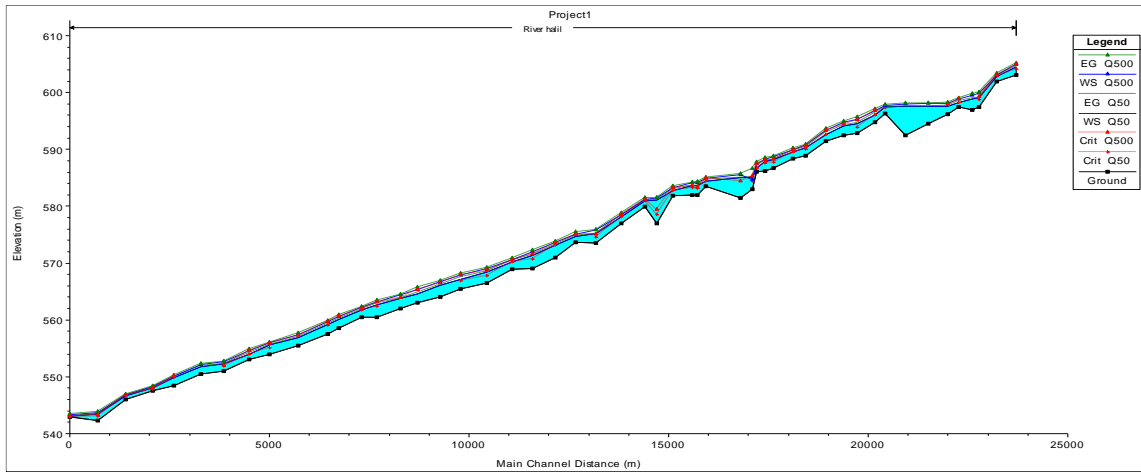
بعد از محاسبه و تعیین دبی با دوره بازگشت‌های مختلف از این اطلاعات برای شبیه‌سازی و پهنه بندی سیل در نرم‌افزار HEC-RAS استفاده می‌شود. نتایج پهنه بندی در این نرم‌افزار به صورت نمودار، جدول و اشکال سه بعدی می‌باشد. همچنین از نتایج خروجی نرم‌افزار HEC-RAS در نرم‌افزار GIS به منظور تکمیل پهنه بندی سیلاب استفاده شد. در این بخش برخی از نتایج همراه با توضیحات آورده شده است.

۴-۳-۱ مدل‌سازی جریان در HEC-RAS

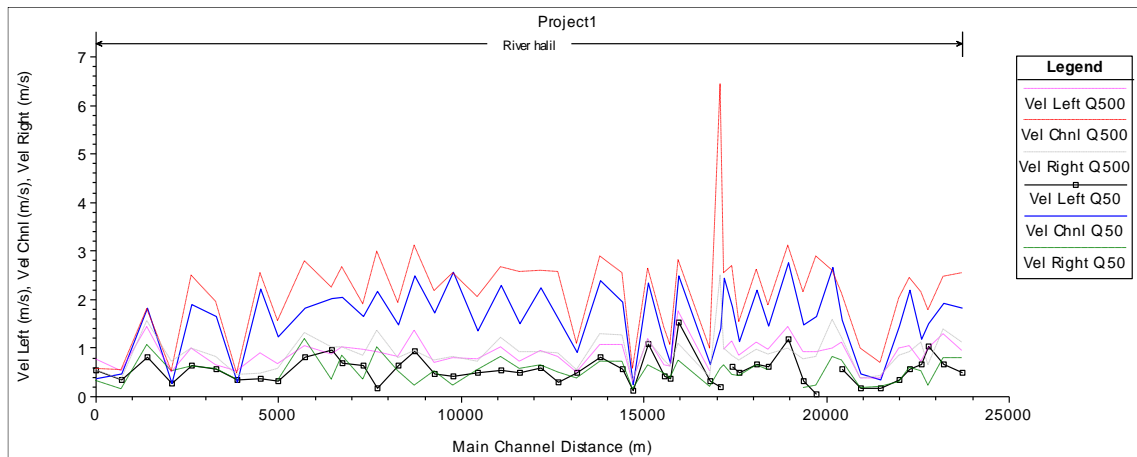
مدل‌سازی جریان رودخانه در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بررسی خصوصیات جریان در یک بازه از رودخانه نظیر، برآورد عمق، سرعت، دبی، حجم آب و مساحت آب گرفتگی در کناره‌های رودخانه از نیازهای اساسی در طرح‌های مهندسی رودخانه است. برای این منظور مدل‌های مختلفی برای شبیه‌سازی خصوصیات جریان در یک، دو و یا سه‌بعدی، و نیز برای شرایط جریان پایدار و ناپایدار ارائه شده است. به طور کلی مهم‌ترین مسئله در استفاده از مدل‌ها و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی کننده، شناخت دقیق و کامل داده‌های مورد نیاز و برآورد دقیق این داده‌ها با کیفیت مطلوب می‌باشد. در این مطالعه از ۵۱ مقطع عرضی به منظور معرفی شکل هندسی رودخانه استفاده شده. سپس رژیم جریان و دبی‌های حداکثر لحظه‌ای پیش‌بینی شده از دوره بازگشت‌های مختلف در ایستگاه کهنگ شیبانی مورد استفاده قرار گرفت. با وارد کردن اطلاعات فوق به محیط HEC-RAS مدل‌سازی جریان صورت گرفت. نتایج مورد نظر در مورد پروفیل طولی سیل و پهنه سیل در دوره بازگشت‌های مختلف حاصل آمد که پروفیل طولی به ازای دوره بازگشت‌های مختلف در طول رودخانه افزایش و پهنه سیل نیز به ازای دوره بازگشت‌های بالاتر افزایش پهنه داشت که این نتایج در شکل‌های (۴-۲)، (۴-۳)، (۴-۴) آمده است.



شکل ۲-۴ پهنه بندی سیل برای دوره بازگشت ۵۰ و ۵۰۰ ساله

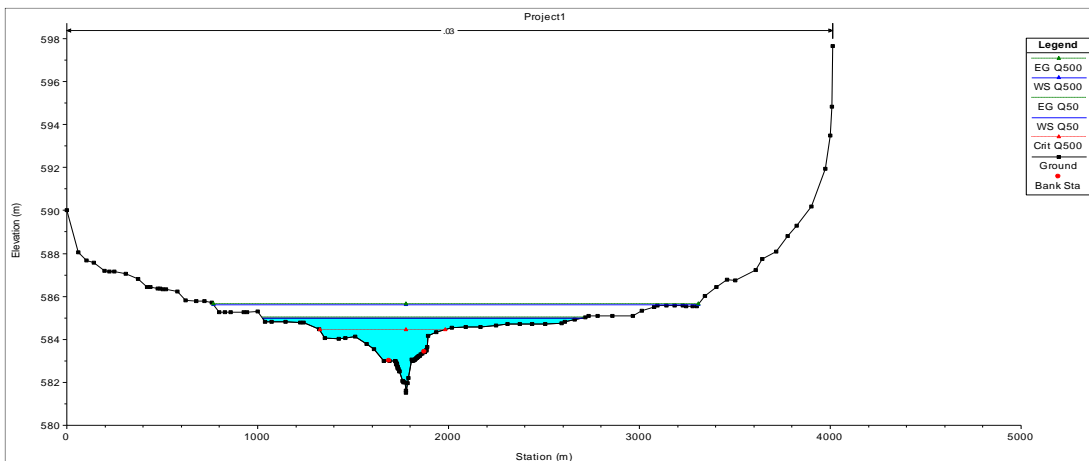


شکل ۳-۴. پروفیل سطح آب در نرم افزار HEC-RAS

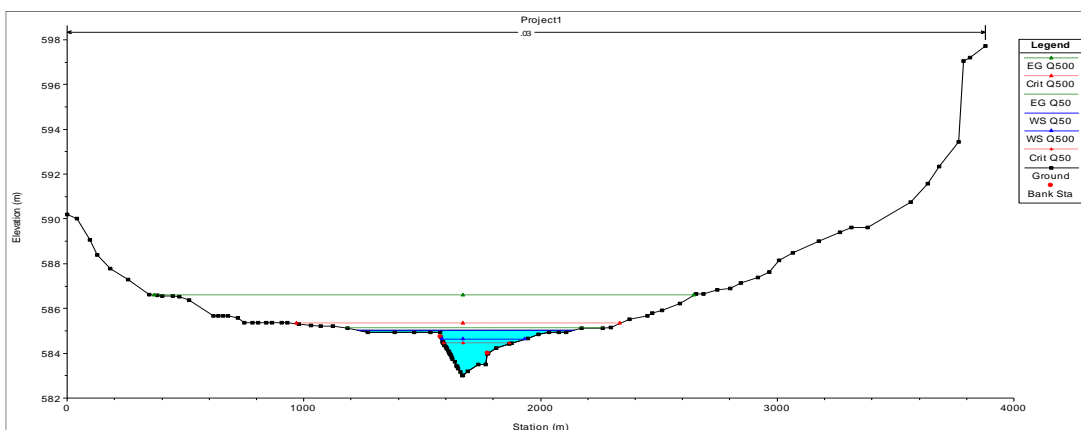


شکل ۴-۴. پروفیل سرعت در HEC-RAS

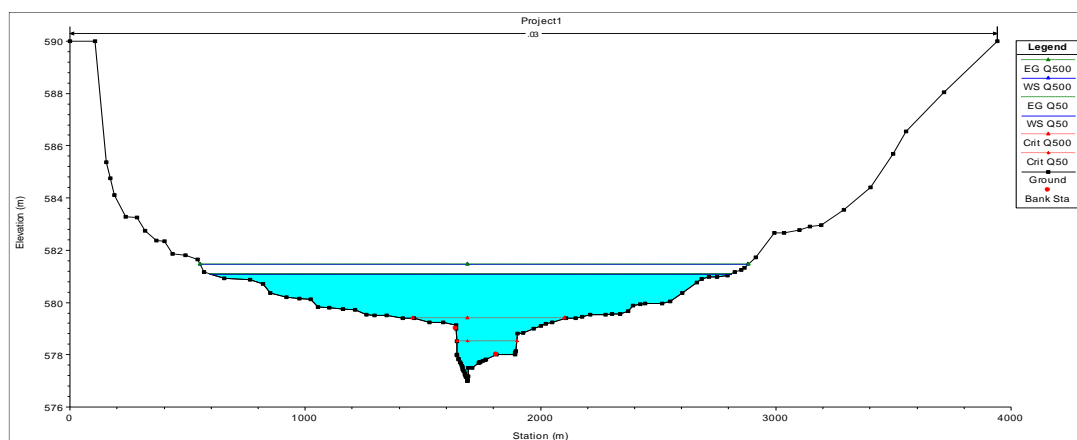
با توجه به تحلیل‌های هیدرولیکی نرم‌افزار HEC-RAS برای پهنه بندی رودخانه هلیل و با توجه به برآورد حداکثر رقوم و بررسی پروفیل سطح آب و سرعت، در حالت جریان ماندگار در رودخانه هلیل می‌توان بر اساس این خروجی‌ها طرح‌های مناسب ساماندهی رودخانه، محل مناسب ایجاد اراضی کشاورزی و شناسایی محل‌های پرخطر برای کنترل سیل را ارائه نمود. شکل‌های (۴-۲). الف-ج نمونه ای از مقاطع ایجاد شده در HEC-RAS را نشان می‌دهد.



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۴-۵. الف-ج نمونه ای از مقاطع ایجاد شده در HEC-RAS

همان طور که از مقاطع فوق مشخص است، ساحل سمت راست رودخانه از نظر سیل گرفتگی در معرض خطر بیشتری قرار دارد. و با توجه به جدول (۳-۴) مساحت سیل گرفتگی نیز در ساحل راست بیشتر از ساحل چپ مشاهده می‌شود. این مطلب به این دلیل است که در ساحل سمت راست رودخانه مناطق پست بیشتری وجود دارند. همچنین با توجه به عکس‌های هوایی تعداد زمین‌های کشاورزی، نخلستان، باغات و منازل مسکونی نیز در ساحل سمت راست بیشتر است. بنابراین به اقدامات حفاظتی در این مناطق باید توجه بیشتری شود، که تا حد امکان از خسارات آن جلوگیری کرد.

۲-۳-۴ تعیین مشخصات جریان

بعد از معرفی اطلاعات مربوط به هندسه مقطع عرضی، ضرایب مانینگ، شرایط مرزی، بده‌های طراحی و کاربری‌های اراضی در بازه‌های مورد مطالعه به برنامه **HEC-RAS** تحلیل جریان صورت گرفت، و نتایج حاصله به صورت نمودار و جدول در **HEC-RAS** ارائه می‌شوند. اطلاعات مندرج در جداول مذکور شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- شماره مقطع به عنوان موقعیت مکانی

۲- بده جریان در کانال اصلی و سواحل رودخانه

۳- سرعت جریان در مقطع رودخانه و سواحل

۴- مساحت سطح آب گرفتگی در کانال اصلی و سواحل

از این اطلاعات می‌توان برای ساماندهی حد حریم و بستر رودخانه، تعیین میزان و وسعت آب‌گرفتگی و... استفاده کرد. به دلیل حجم زیاد جداول در این تحقیق به عنوان نمونه تنها جدول (۳-۴) که معرف مساحت دشت سیلابی برای دبی با دوره بازگشت ۵۰ ساله است، آورده شده.

جدول ۳-۴ مساحت دشت سیلابی برای دبی با دوره بازگشت ۵۰ ساله

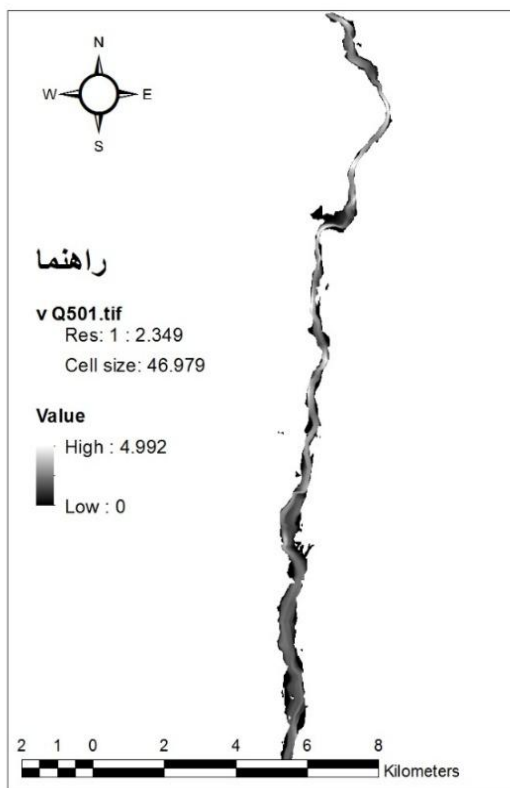
section	RS	Ch Dist	Q50-Area Channel	Q50-Area Left	Q50-Area Right
۱	۰۳.۲۴۱۶۰	۷۱.۲۳۷۱۴	۱۵.۲۴۹	۳۵.۷	۳۸.۴۰
۲	۴۶.۲۳۶۶۹	۱۳.۲۳۲۲۴	۹۳.۲۰۱	۴۲.۱۰۶	۴۲.۴۰
۳	۹۶.۲۳۲۲۵	۶۴.۲۲۷۸۰	۹.۱۱۵	۸۸.۳۰۱	۴۲.۲
۴	۴۵.۲۳۰۵۸	۱۲.۲۲۶۱۳	۰۹.۳۰۶	۱۱.۱۴۲	۱.۶۵
۵	۹۸.۲۲۷۲۰	۶۵.۲۲۲۷۵	۱.۲۱۷	۵۴.۲۱	۴۵.۶
۶	۹۱.۲۲۴۴۰	۵۸.۲۱۹۹۵	۶۷.۳۱۸	۷۳.۶۶	۹.۱۱
۷	۷۱.۲۱۹۴۱	۳۸.۲۱۴۹۶	۶.۵۲۴	۹۲.۱۲۲۲	۶۹.۴۹۴
۸	۲۸.۲۱۳۸۶	۹۵.۲۰۹۴۰	۸۹.۵۱۸	۵۸.۱۱۱۰	۵۹.۴۰۴
۹	۰۳.۲۰۸۷۲	۷.۲۰۴۲۶	۳۷.۱۸۸	۲۷.۲۳۵	۱.۷۵
۱۰	۸۶.۲۰۶۱۱	۵۳.۲۰۱۶۶	۹۲.۱۷۸		۲۳.۱۶
۱۱	۴۷.۲۰۱۶۰	۱۴.۱۹۷۱۵	۲۵.۲۹۴	۰.۱۰	۵۴.۰
۱۲	۰۸.۱۹۸۲۲	۷۵.۱۹۳۷۶	۴۷.۳۱۸	۴.۴۸	۳۴.۱
۱۳	۶.۱۹۳۸۸	۲۷.۱۸۹۴۳	۵۶.۱۶۱	۴۳.۳۷	
۱۴	۱۸۸۶۸	۶۷.۱۸۴۲۲	۸۶.۱۹۲	۱۸.۲۲۴	۶۶.۱۳۰
۱۵	۷۹.۱۸۵۵۲	۴۷.۱۸۱۰۷	۹۷.۱۹۱	۵.۶۳	۴۴.۴۲
۱۶	۷۷.۱۸۰۶۹	۴۵.۱۷۶۲۴	۳۱.۳۰۱	۸.۲۳۵	۹۲.۸۷
۱۷	۷۳.۱۷۸۶۳	۴۱.۱۷۴۱۸	۷۲.۲۱۸	۱۳.۱۲۲	۶۸.۱۷
۱۸	۳۶.۱۷۶۴۹	۰۴.۱۷۲۰۴	۲۲.۲۰۰		۰.۹.۱
۱۹	۲۷.۱۷۵۴۶	۹۴.۱۷۱۰۰	۳۲.۲۸۹	۶۲.۲۸	۹۹.۱۳۲
۲۰	۵۴.۱۷۲۵۱	۲۱.۱۶۸۰۶	۴۵.۴۰۶	۹۷.۵۰۳	۷۴.۳۱۱
۲۱	۱۱.۱۶۳۸۲	۷۸.۱۵۹۳۶	۱۷.۱۱۱	۶۲.۱۳۹	۸۷.۰
۲۲	۶۹.۱۶۱۷۵	۳۶.۱۵۷۳۰	۶۳.۱۷۷	۲۵.۴۳۹	۷۶.۵۴۴
۲۳	۴۷.۱۶۰۲۹	۱۴.۱۵۵۸۴	۲۴.۲۰۰	۹۱.۲۰۲	۵.۴۰۷
۲۴	۱۳.۱۵۵۶۰	۸.۱۵۱۱۴	۵۷.۱۸۴	۵۷.۴۱	۰.۳.۱۶
۲۵	۴۶.۱۵۱۴۲	۱۴.۱۴۶۹۷	۸۴.۵۸۶	۴۶.۱۱۸۶	۳۱.۱۳۹۹

جدول ۳-۴ مساحت دشت سیلابی برای دبی با دوره بازگشت ۵۰ ساله (ادامه)

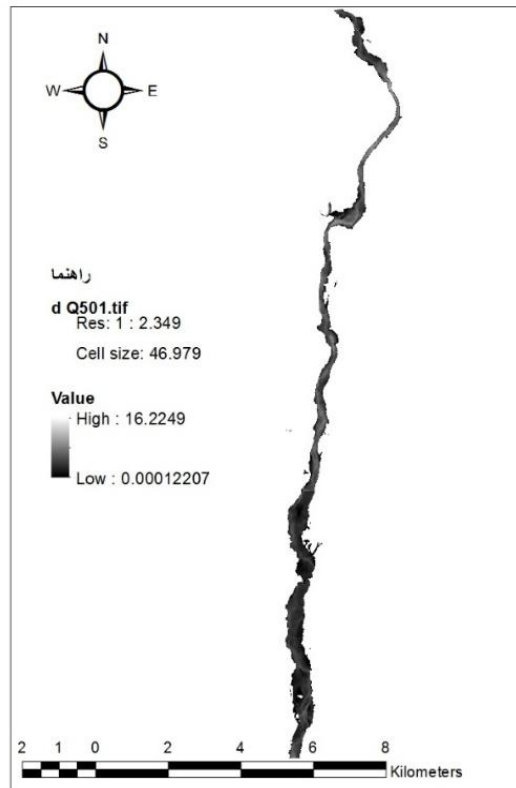
section	RS	Ch Dist	Q50-Area Channel	Q50-Area Left	Q50-Area Right
۲۶	۴۵.۱۴۸۵۹	۱۳.۱۴۴۱۴	۱۲.۱۹۳	۲۷.۶۰	۱.۱۱۰
۲۷	۸۵.۱۴۲۵۶	۵۳.۱۳۸۱۱	۸۴.۱۶۳	۰۷.۵۶	۲۵.۷۰
۲۸	۲۵.۱۳۶۲۲	۹۲.۱۳۱۷۶	۴۹.۲۸۱	۸۴.۲۴۶	۶۴.۳۰۹
۲۹	۸۶.۱۳۱۰۴	۵۳.۱۲۶۵۹	۹۱.۲۹۷	۹۹.۲	۱۱.۱۸
۳۰	۳۳.۱۲۶۱۱	۱۲۱۶۶	۴۳.۱۸۸	۳۹.۹۲	۹۲.۲۱
۳۱	۵۱.۱۲۰۳۴	۱۸.۱۱۵۸۹	۸۶.۲۹۰	۴۶.۱۸	۴۸.۸۱
۳۲	۲۱.۱۱۵۳۴	۸۸.۱۱۰۸۸	۷۷.۱۷۹	۵۳.۲۵	۹۲.۷۹
۳۳	۸۵.۱۰۸۹۲	۵۲.۱۰۴۴۷	۰۴.۲۷۷	۲۹.۱۲۴	۳۶.۹۵
۳۴	۴۴.۱۰۲۲۴	۱۱.۹۷۷۹	۵۷.۱۸۹	۶۲.۱۱	۸۲.۱
۳۵	۲۵۴.۹۷۱۷	۹۲.۹۲۷۱	۱۳.۲۵۱	۲۹.۷۵	۹۴.۳۴
۳۶	۹۳۷.۹۱۵۷	۶.۸۷۱۲	۴.۱۸۳	۱۳.۳۳	۴۶.۰
۳۷	۲۴۲.۸۷۲۷	۹۱.۸۲۸۱	۷۴.۱۹۷	۴۸.۲۶۱	۷۹.۵۴
۳۸	۹۴۸.۸۱۳۸	۶۲.۷۶۹۳	۷.۱۶۴	۷۵.۱۰	۶.۱۲۹
۳۹	۴۱۷.۷۷۶۳	۰۹.۷۳۱۸	۶۶.۲۱۳	۴۸.۱۸۱	۷۸.۵۱
۴۰	۴۰۱.۷۱۸۰	۰۷.۶۷۳۵	۹۱.۲۰۲	۸۴.۵۳	۰۹.۴۴
۴۱	۵۰۹.۶۹۰۸	۱۸.۶۴۶۳	۳۵.۱۹۵	۹۵.۹۱	۷۴.۲۴
۴۲	۷۵۸.۶۱۷۵	۴۳.۵۷۳۰	۱۴.۱۶۲	۶۸.۱۱۷	۲۷.۸۳
۴۳	۹۴۱.۵۴۳۹	۶۱.۴۹۹۴	۸۹.۳۶۴	۹۱.۱۱۲	۵.۱۴
۴۴	۶۶۷.۴۹۳۷	۳۴.۴۴۹۲	۶۹.۲۲۰	۸۴.۰	
۴۵	۱۱۱.۴۳۰۶	۷۸.۳۸۶۰	۵۴.۱۱۳	۴۹.۸۲۷	۰۶.۵۰۲
۴۶	۳۸۱.۳۷۳۹	۰۵.۳۲۹۴	۱۳.۲۴۲	۸۸.۸۳	۳۶.۷۸
۴۷	۹۰۴.۳۰۵۷	۵۷.۲۶۱۲	۴۶.۱۷۲	۱۷.۲۰۸	۴۸
۴۸	۴۵۶.۲۵۱۳	۱۲.۲۰۶۸	۲۵.۲۶	۸۹.۳۳۹	۹۲.۷۴۳
۴۹	۵۰۷.۱۸۴۸	۱۷.۱۴۰۳	۹۲.۳۲	۷۶.۲۳۶	۳۵.۲۲۶
۵۰	۴۷۸.۱۱۴۱	۱۴.۶۹۶	۸۹.۱۱۴	۸۴.۱۱۷۶	۳۷.۲۴۵
۵۱	۳۳۹۴.۴۴۵	.	۰۲.۴۸	۳.۷۳۹	۱۴.۲۵۵

۳-۳-۴ نتایج محاسبه پهنه سیل گیر در GIS

لازمه استخراج رسترهای خسارت. محاسبه پهنه سیل گیر در محدوده مطالعاتی می‌باشد. برای این منظور از خروجی نرم‌افزار HEC-RAS در نرم‌افزار GIS به صورت قالب sdf استفاده شد. تا رسترهای عمق و سرعت برای دبی‌های با دوره بازگشت‌های ۵۰ و ۵۰۰ ساله محاسبه شود. که این رسترها خود نشان‌دهنده مقدار پیش‌روی آب در دشت سیلابی می‌باشند. نتایج این اقدامات در شکل‌های (۴-۶) و (۴-۷) نشان داده شده است.

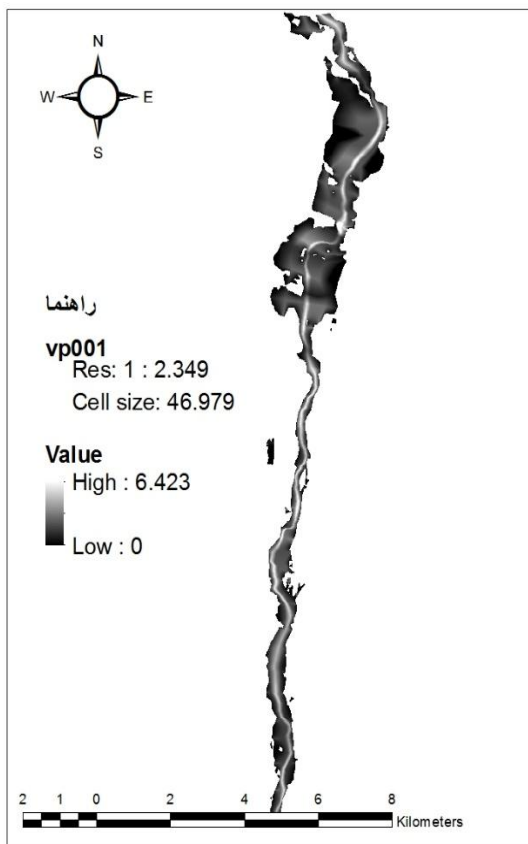


(ب)

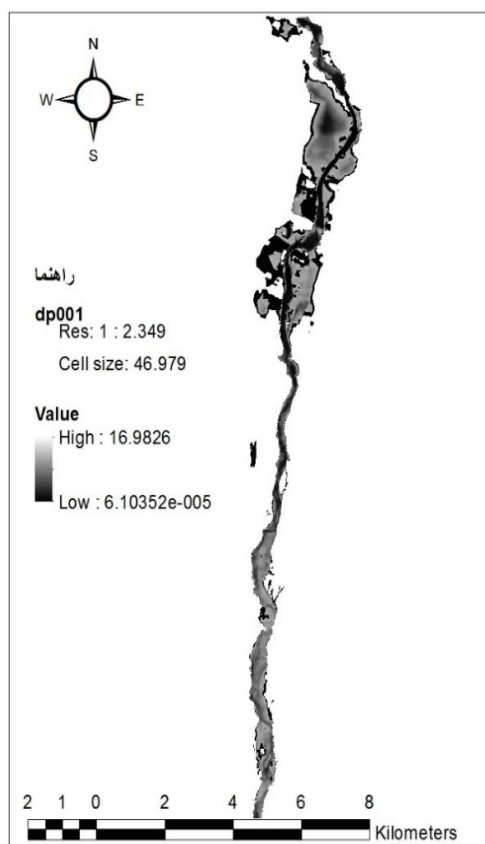


(الف)

شکل ۴-۶. الف. رستر عمق و ب. رستر سرعت. برای دبی با دوره بازگشت ۵۰ ساله مرحله خوشه دهی



(ب)



(الف)

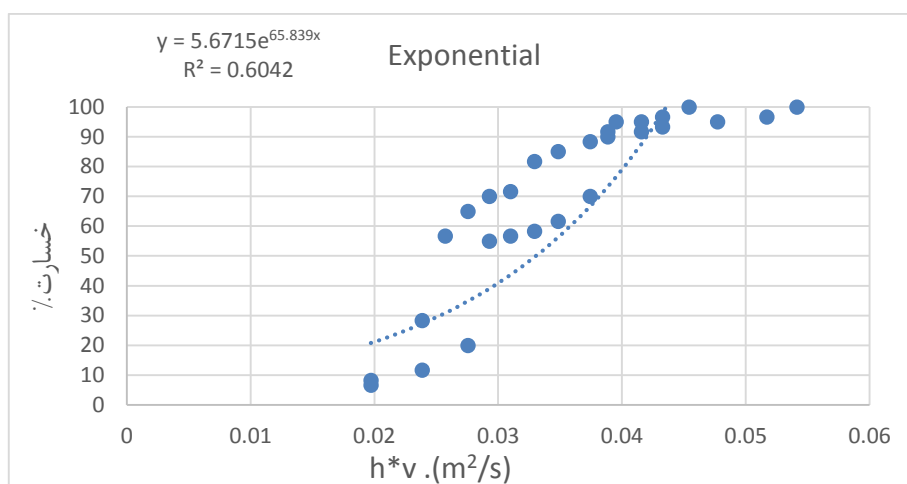
شکل ۴-۷ الف. رستر عمق و ب. رستر سرعت برای دبی با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله مرحله خوشه دهی

۴-۴ نتایج آزمایشگاه

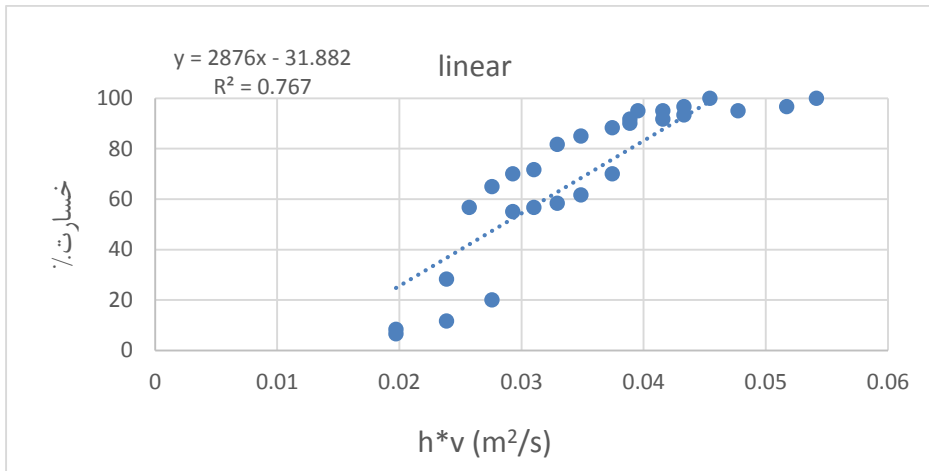
در مطالعات مربوط به خسارت سیلاب، برقراری ضوابط و معیارهای مربوط به خسارت وارده به یک سازه یا یک جزء یا زیرگروه از گروه‌های کار بری اراضی (مثلاً برای محصول گندم از گروه کشاورزی) تهیه توابعی، از جمله تابع عمق خسارت، سرعت خسارت، و... یکی از ضروریات کار است. در بسیاری از موارد ارزیابی خسارت به دلیل پیچیدگی‌های خاصی که در تهیه این توابع وجود دارد، از تهیه آن صرف‌نظر می‌شود. که این امر خود کیفیت نتایج را مورد تهدید قرار می‌دهد. در این تحقیق سعی شده است تا یک رابطه منطقی بین

خسارت سیل و پارامترهای هیدرولیکی برقرار شود. برای این منظور دوره رشد گیاه گندم به سه مرحله تقسیم‌بندی شد. (مرحله پنجه زنی، ساقه زنی، خوشه دهی) سپس درصد خسارت گیاه گندم به ازای عمق‌ها و سرعت‌های مختلف در آزمایشگاه استخراج‌شد، که در فصل سوم به تفصیل توضیح داده شد.

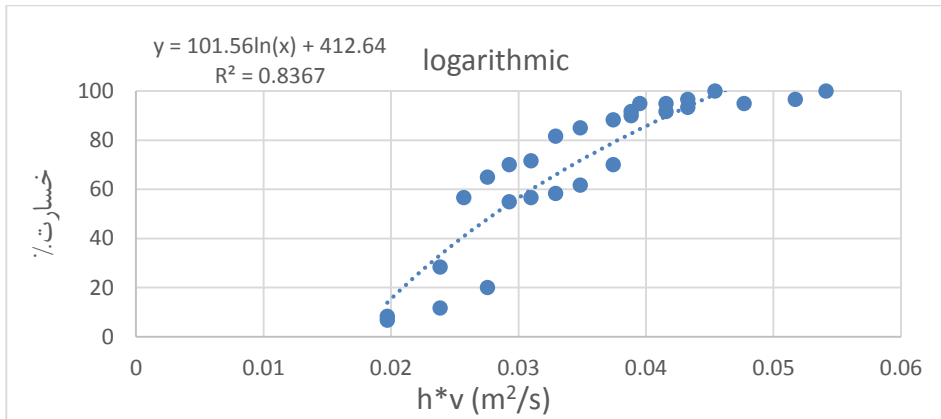
برای مشخص کردن بهترین تابع قابل برازش در Excle، برای هر کدام از نمودارهای، پارامتر هیدرولیکی با خسارت، در هر کدام از مراحل رشد. لازم است تا ابتدا این کار توسط تجزیه و تحلیل نمودارها برای توابع مختلف صورت گیرد. که برای نمونه مرحله پنجه زنی از بین مراحل رشد و پارامتر سرعت در عمق، از بین پارامترهای هیدرولیکی یاد شده انتخاب شد. سپس نمودار خسارت به ازای عمق در سرعت، برای هر کدام از توابع Exponential, Polynomial, Logarithmic, Linear, Power در محیط Excle رسم شد. عملیات ذکر شده همراه با ضریب همبستگی در شکل‌های (۴-۸). الف-ه، آورده شده است.



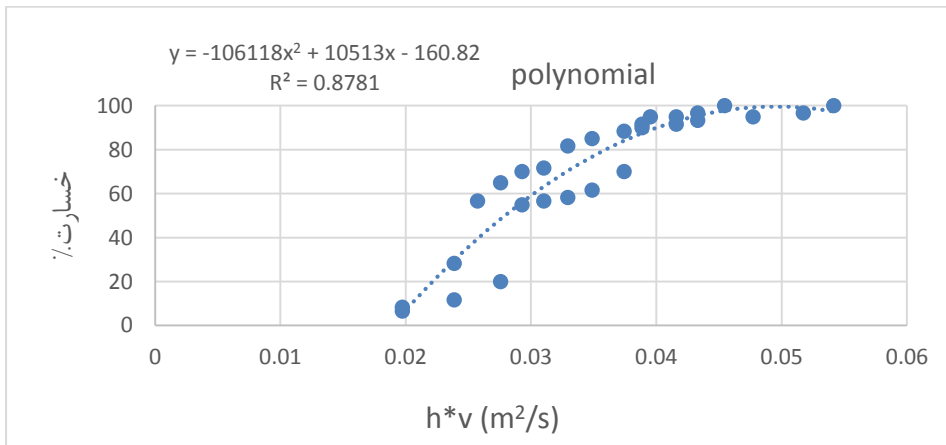
(الف)



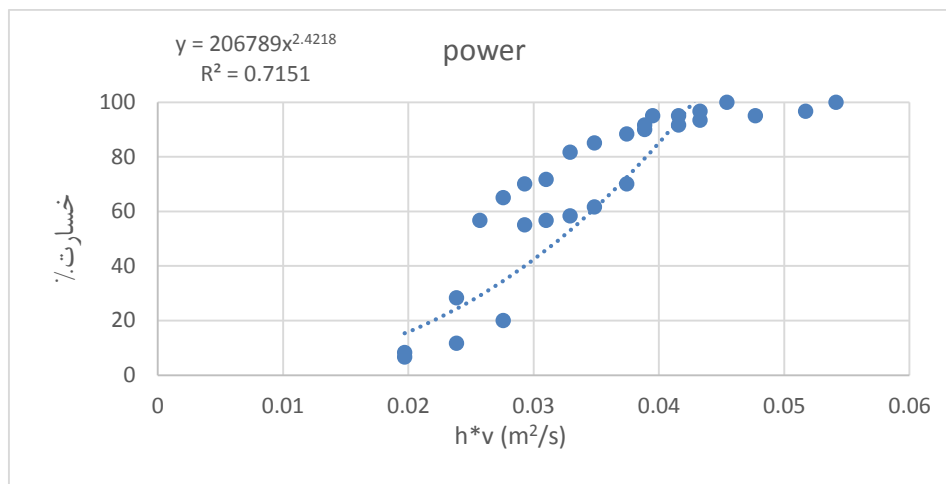
(ب)



(ج)



(د)



(ه)

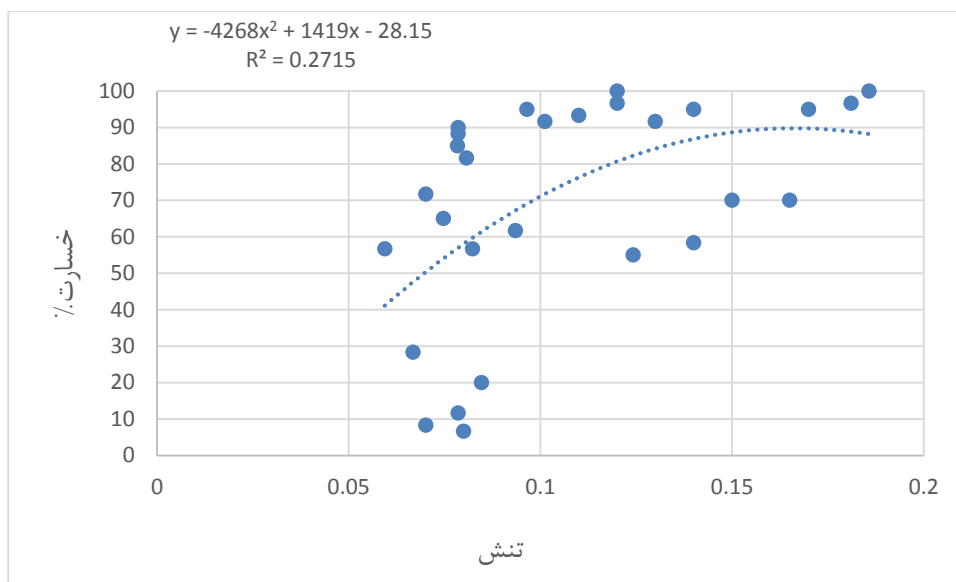
شکل ۴-۸ الف-ه. نمودار خسارت - حاصل ضرب سرعت در توان دوم عمق

جدول ۴-۴ توابع برازش داده شده همراه با ضریب همبستگی

ضریب همبستگی	تابع
۰/۸۷۸۱	polynomial
0/8367	logarithmich
0/767	linear
0/7151	power
0/6042	Exponential

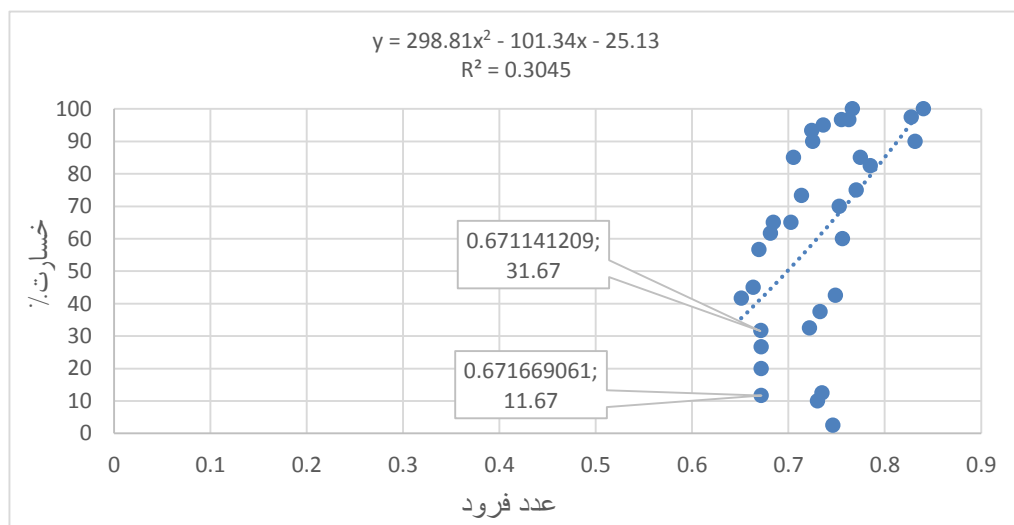
همانطور که از شکل های (۴-۸). الف-ه. و جدول (۴-۴) که ضریب همبستگی را به ترتیب نزولی نشان می دهد، مشخص است. تابع polynomial با بیشترین ضریب همبستگی از بین توابع دیگر می باشد. این روند تقریباً در بین تمامی مراحل رشد، صادق می باشد. همچنین به دلیل حجم زیاد نمودارها در تحلیل فوق تنها مرحله پنجه زنی آورده شده است. بنابراین تابع polynomial به عنوان مبنی رسم و تحلیل نمودارها قرار می گیرد.

اما برای انتخاب پارامتر مناسب جهت تعیین خسارت وارد بر ساقه گندم باید عواملی نظیر انطباق با مفاهیم فیزیکی، وجود یک روند نسبتاً ثابت در منحنی حاصله و مستقل بودن پارامتر موثر در برآورد خسارت از سایر پارامترها و نهایتاً سادگی پارامتر موثر را نیز مد نظر قرارداد. برای این منظور ارتباط تک تک پارامترهای هیدرولیکی مورد بحث را با میزان خسارت، مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهیم. برای این کار ابتدا تأثیر پارامتر هیدرولیکی تنش با خسارت در شکل (۴-۹) سپس عدد فرود با خسارت در دو مرحله رشد در شکل‌های (۴-۱۰) و (۴-۱۱) به صورت جداگانه پرداخته می‌شود.

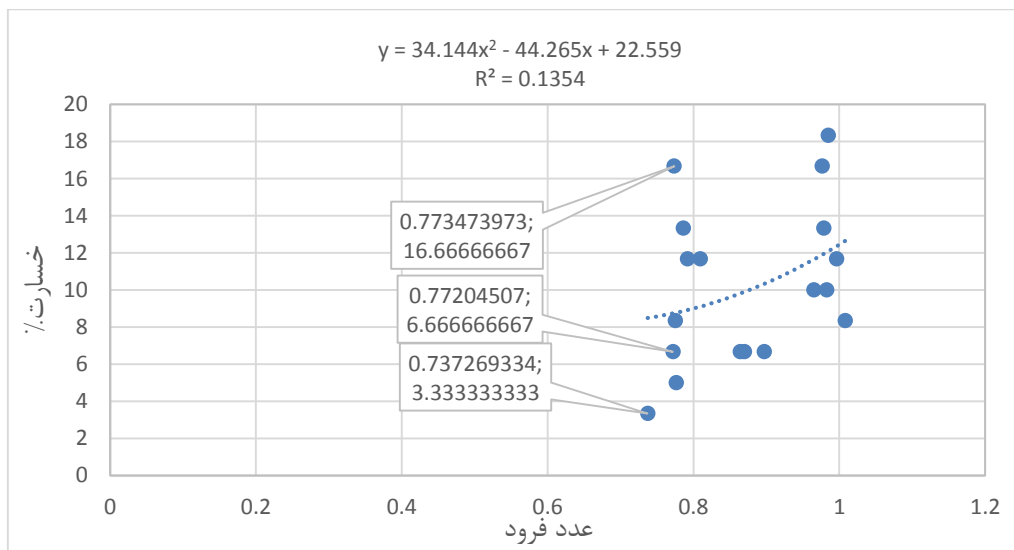


شکل ۴-۹ خسارت-تنش از مرحله پنجه زنی

در مورد نمودار تنش برشی در بعضی از مراحل رشد روند افزایش تنش با خسارت روند مستقل و در سایر نقاط یک روند برعکس می‌باشد. همچنین در بعضی از مراحل رشد با افزایش تنش میزان خسارت کاهش پیدا می‌کند. از آنجا که تنش برشی وابسته به عمق آب نیز هست، بنابراین با افزایش تنش و در نتیجه افزایش عمق، میزان خسارت نمی‌تواند کم شود. بنابراین تنش برشی پارامترهای مناسبی برای تعیین خسارت نمی‌باشد. در ادامه عدد فرود بررسی می‌شود.



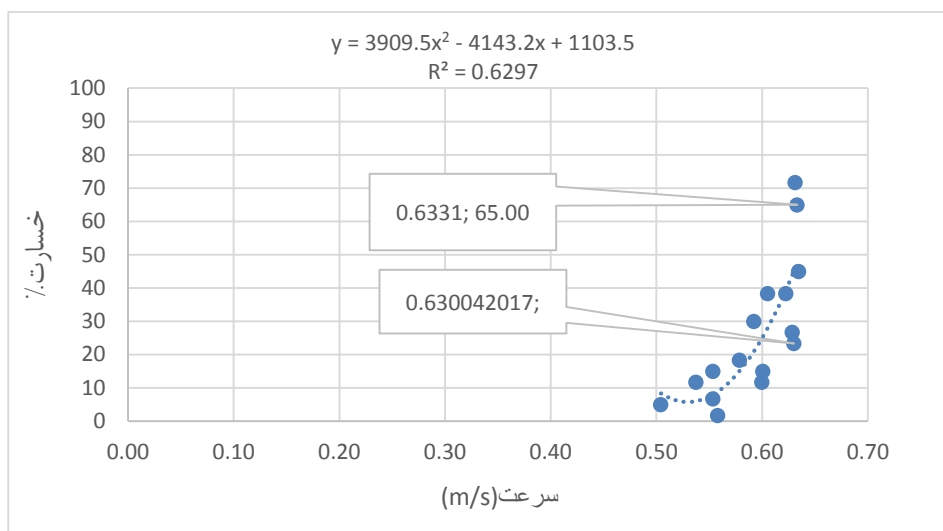
شکل ۴-۱۰ خسارت - فرود مرحله ساقه زنی



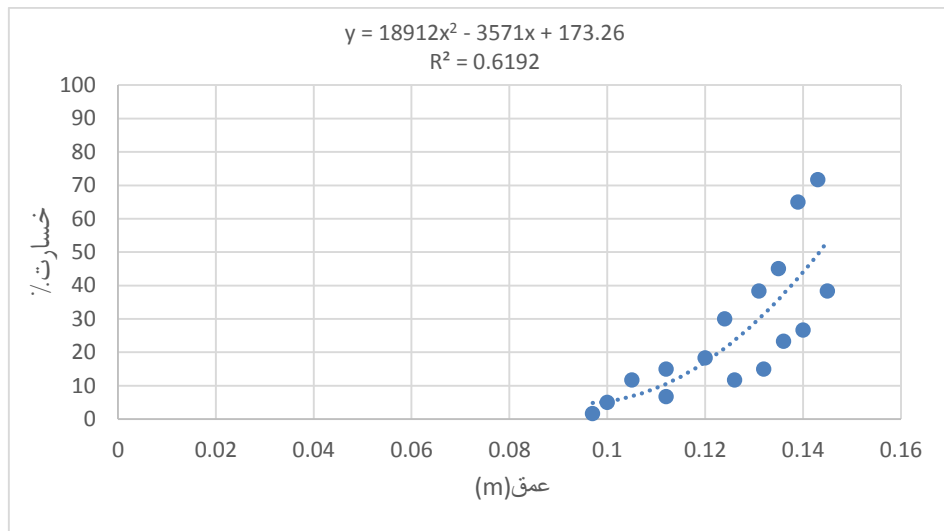
شکل ۴-۱۱ خسارت - فرود مرحله خوشه دهی

در مورد استفاده از عدد فرود برای تخمین خسارت وارد بر گیاه، همان طور که در شکل (۴-۱۰) مشاهده می‌شود با تغییر بسیار ناچیز عدد فرود، خسارت به مقدار قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند. همچنین در برخی از مراحل رشد، روند تغییرات تابع خسارت در مقابل عدد فرود، صعودی نیست. و همان مشکلی که برای تنش وجود داشت در مورد عدد فرود نیز در بعضی از مراحل مشاهده می‌شود. این روند روی شکل برای نقطه‌های مختلف مشخص شده است.

در ادامه پارامترهای سرعت و عمق، بررسی می‌شوند. شکل (۴-۱۲). الف خسارت-سرعت و شکل (۴-۱۲). ب خسارت-عمق را برای مرحله خوشه‌دهی و شکل (۴-۱۳). الف خسارت-عمق و شکل (۴-۱۳). ب خسارت-سرعت را برای مرحله پنجه زنی نشان می‌دهد. و شکل‌های (۴-۱۴). الف و ب خسارت-حاصل ضرب عمق در سرعت را به ترتیب برای مرحله پنجه زنی و خوشه دهی آورده شده است.

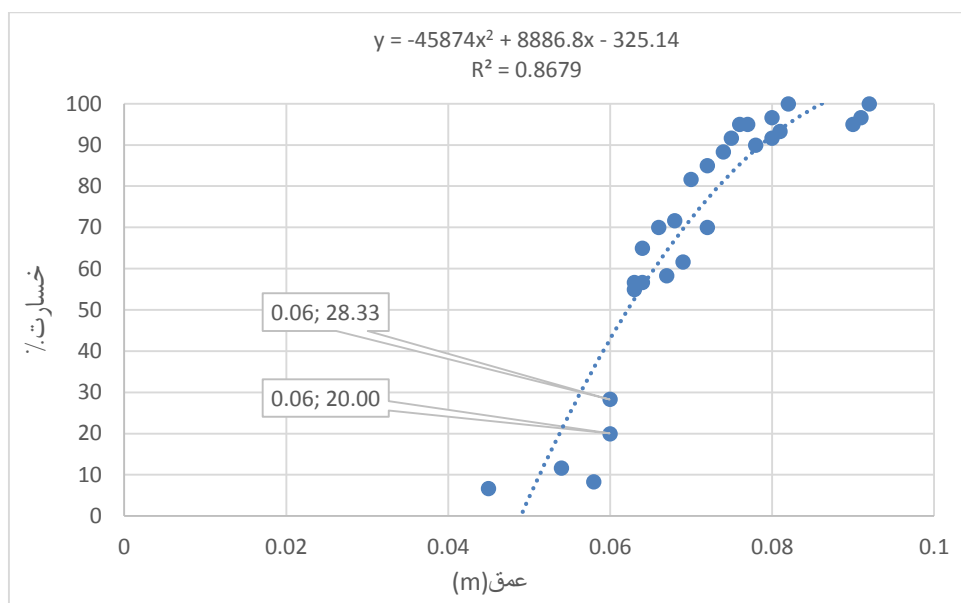


(الف)

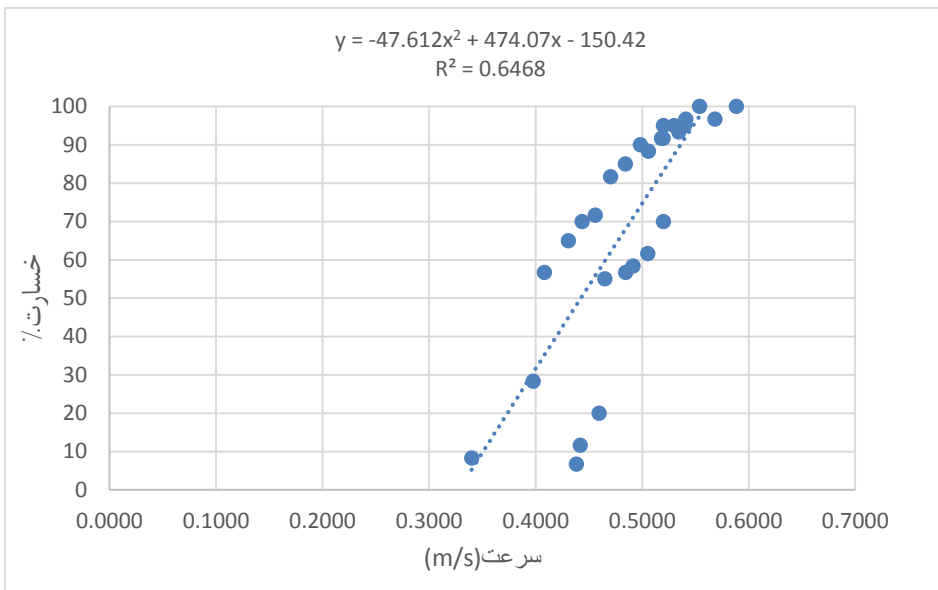


(ب)

شکل ۴-۱۲ الف نمودار خسارت - سرعت و ب شکل خسارت - عمق از مرحله خوشه دهی

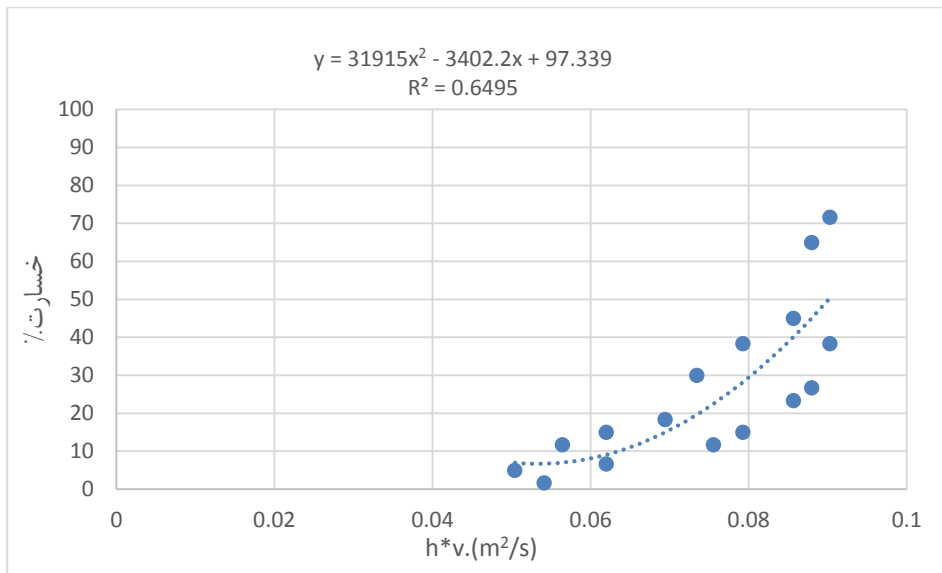


(الف)

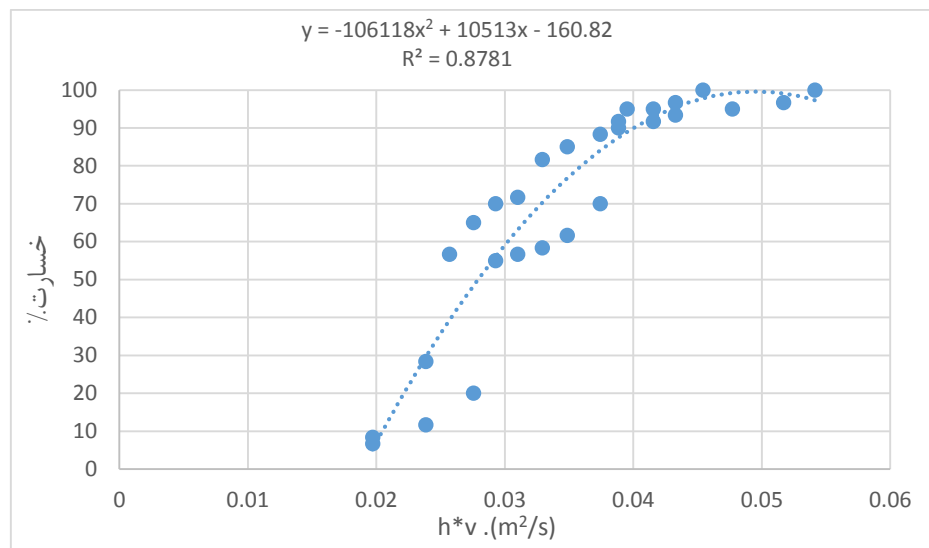


(ب)

شکل ۴-۱۳ الف نمودار خسارت- عمق و ب نمودار خسارت-سرعت برای مرحله پنجه زنی



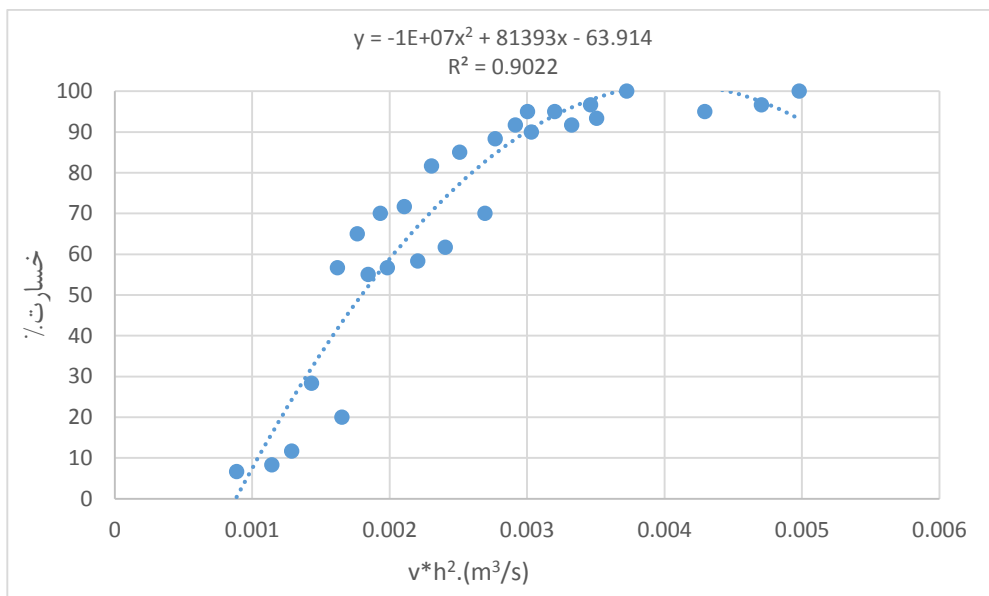
الف



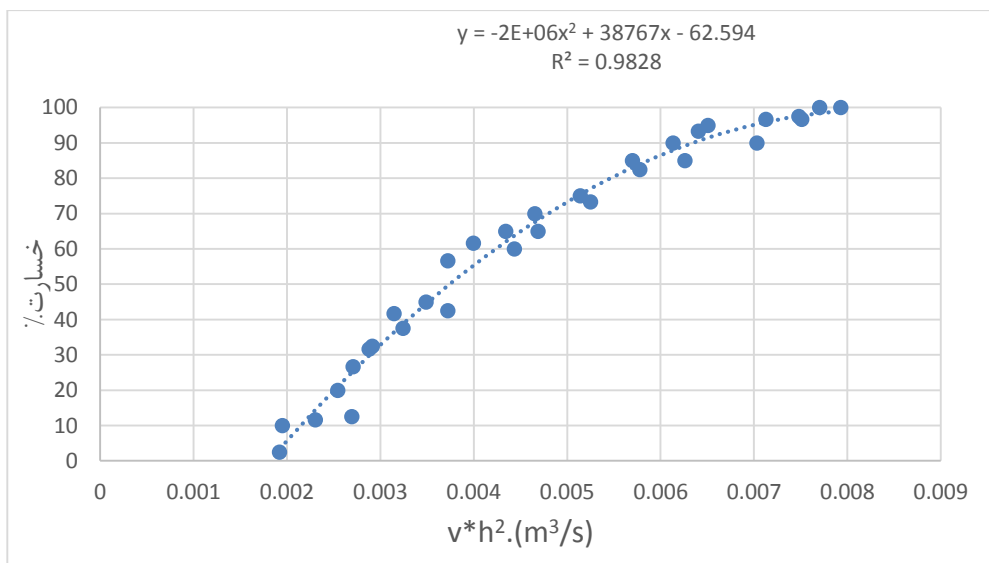
(ب)

شکل ۴-۱۴ نمودار خسارت - حاصل ضرب عمق در سرعت الف. مرحله پنجه زنی و ب. مرحله خوشه دهی

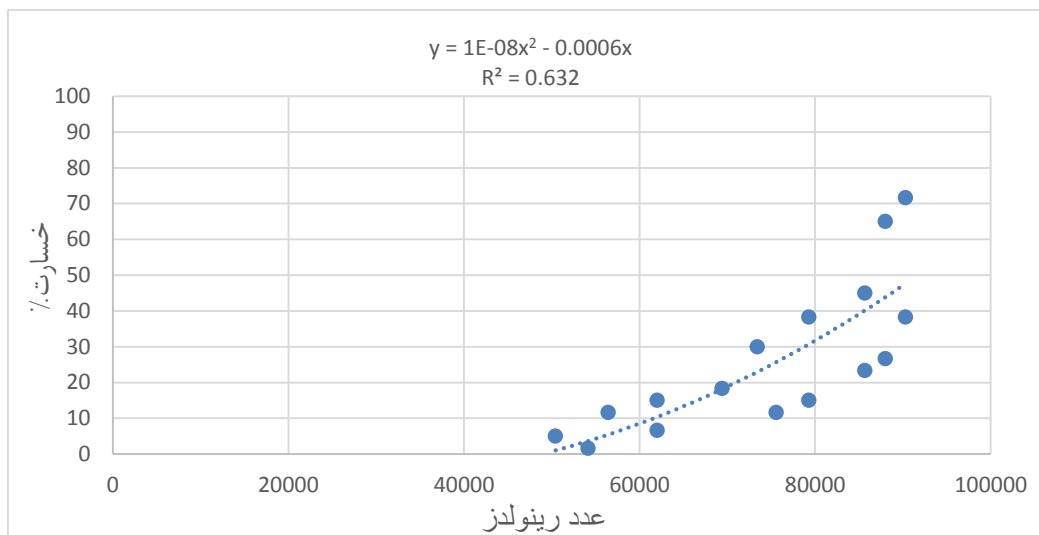
عمق، سرعت و حاصل ضرب عمق در سرعت جریان از جمله پارامترهایی بودند که مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که این سه پارامتر جهت برآورد خسارت چندان مناسب نیستند. همان طور که در نمودارهای خسارت-عمق، خسارت-سرعت و خسارت-حاصل ضرب عمق در سرعت، دیده می‌شود. علاوه بر نامناسب بودن ضریب همبستگی که بازه‌ای بین (۰/۶-۰/۸) دارد. نسبت به دیگر پارامترها، در بعضی از مراحل نتایج خسارت در مقابل تغییرات عمق و سرعت از روند نامشخص و غیرقابل پیش‌بینی برخوردار بوده و یکنواخت نیست. همچنین در بعضی از مراحل دیگر به ازای تغییرات بسیار اندک این پارامترها خسارت مقدار به زیادی تغییر می‌کند. در ادامه به بررسی سه پارامتر عدد رینولدز، حاصل ضرب عمق در توان دوم سرعت و حاصل ضرب سرعت در توان دوم عمق. پرداخته می‌شود.



شکل ۴-۱۵ خسارت - حاصل ضرب سرعت در توان دوم عمق مرحله پنجه زنی



شکل ۴-۱۶ خسارت - سرعت در توان دوم عمق مرحله ساقه زنی



شکل ۴-۱۷ خسارت - عدد رینولدز مرحله خوشه دهی

نمودارهایی که در فوق آمده است در بین تمامی نمودارهای رسم شده از بیشترین ضریب همبستگی برخوردار بوده‌اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در مرحله اول و دوم یعنی مراحل (پنجه زنی و ساقه زنی) تابع خسارت با پارامتر سرعت در توان دوم عمق سازگاری بیشتری دارد. برای این دو مرحله از رشد می‌توان نتیجه گرفت که بهترین پارامتر هیدرولیکی برای تعیین خسارت حاصل ضرب سرعت در توان دوم عمق می‌باشد. اما برای مرحله خوشه دهی روند خسارت دارای تغییراتی می‌شود. که بیشترین سازگاری خسارت با عدد رینولدز می‌باشد. این نتیجه‌گیری با فیزیک مسئله نیز قابل انطباق می‌باشد چرا که در مراحل اول و دوم رشد، به دلیل کوتاه بودن ساقه گندم عمق آب و غرقاب شدن زمین‌های کشت گندم تأثیر بیشتری در میزان خسارت وارده دارد. اما برای مرحله سوم رشد به دلیل رشد بیشتر و در نتیجه مقاومت بیشتر گیاه در برابر جریان سیلاب، تأثیرپذیری خسارت از عمق کمتر دیده می‌شود. با توجه به گیاه مورد آزمایش در جریان (غیر مستغرق) برتری عدد رینولدز در انجام تحلیل دور از ذهن نمی‌باشد. در تعریف عدد رینولدز در سیستم رودخانه عملاً از حاصل ضرب سرعت در عمق و در کانال‌ها از حاصل ضرب شعاع هیدرولیکی (R) در سرعت (V) استفاده می‌شود. ولی نهایتاً نتیجه حاصله به صورت یک عدد بی بعد، ارایه می‌گردد. همچنین یکی از مزیت‌های دو پارامتر انتخاب شده این است که دو مشخصه اصلی جریان یعنی عمق و سرعت را نیز

شامل می‌شود. که این خود گویای تاثیر پذیری خسارت سیل از پارامترهای هیدرولیکی می‌باشد. براساس واقعیت‌های موجود، درصد افزایش شکست گیاهان هم مرحله معادل درصد افزایش بزرگی سیلاب، نیست. آزمایشات انجام شده در این تحقیق نیز این مطلب را تایید میکند. به نحوی که تا رسیدن یک دبی به آستانه معین، خسارتی بر ساقه وارد نمی‌شود. و پس از آن نیز میزان افزایش تعداد ساقه‌های خم شده و شکسته شده با افزایش پارامتر هیدرولیکی هماهنگ نیست. نتایج کلی به صورت خلاصه در جدول (۴-۵) آورده شده است.

جدول ۴-۵. معادلات خسارت

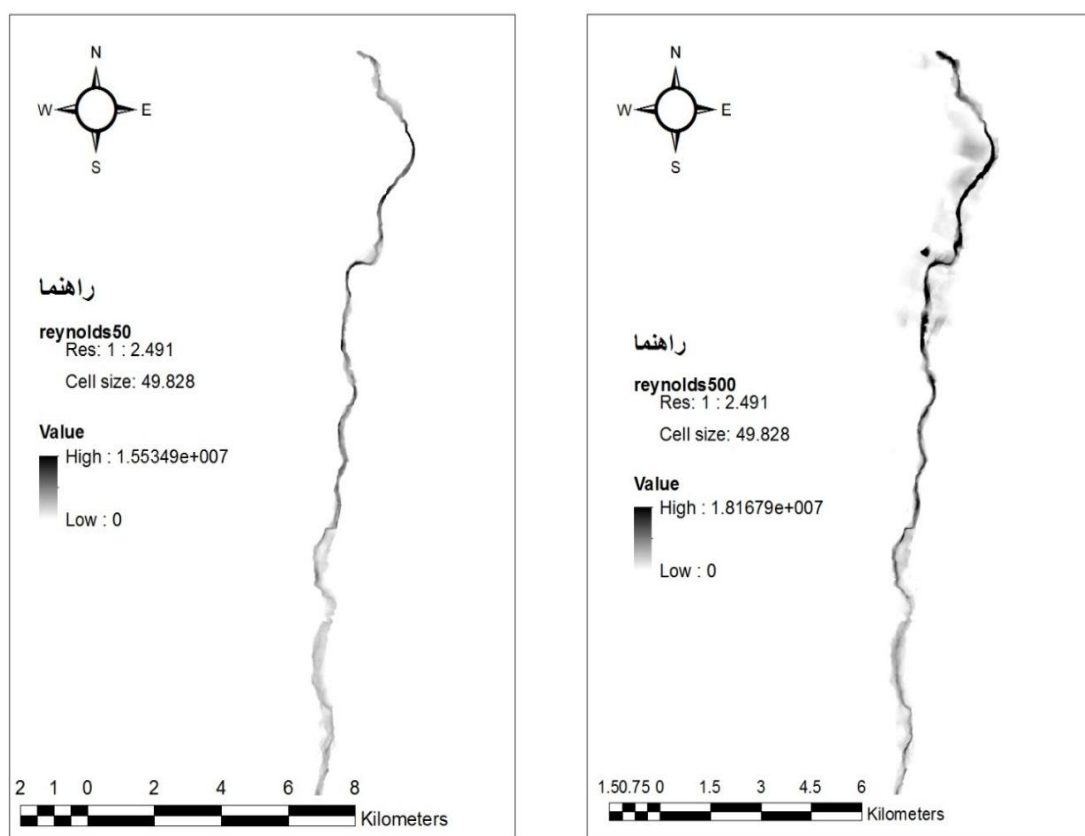
مرحله رشد	تابع خسارت	ضریب همبستگی
پنجه زنی	$y = -1E+07x^2 + 81393x - 63/914$	$R^2=0/9022$
ساقه زنی	$y = -2E+06x^2 + 38767x - 62/594$	$R^2 =0/9828$
خوشه دهی	$y = 3E-08x^2 - 0.0034x + 97/339$	$R^2 =0/6495$

با توجه به نتایجی که در بالا گرفته شد مقدار X ، در مراحل پنجه زنی و ساقه زنی برابر با حاصل ضرب سرعت در توان دوم عمق می‌باشد. و در مرحله خوشه دهی برابر با عدد رینولدز می‌باشد.

۴-۵ ترکیب نتایج آزمایشگاهی با نتایج نرم‌افزاری

همانطور که قبلاً نیز اشاره شد هدف از انجام این تحقیق محاسبه خسارت سیل با استفاده از پارامترهای هیدرولیکی سیل می‌باشد. برای محاسبه میزان خسارت در هر نقطه از منطقه سیل گیر، بعد از محاسبه رسترهای عمق، سرعت و رینولدز رستر خسارت نیز در محیط GIS قابل محاسبه می‌باشد. سپس با استفاده از این اطلاعات میزان خسارت سیل برای گیاه گندم محاسبه شد. شکل‌های (۴-۱۸) رسترهای رینولدز برای

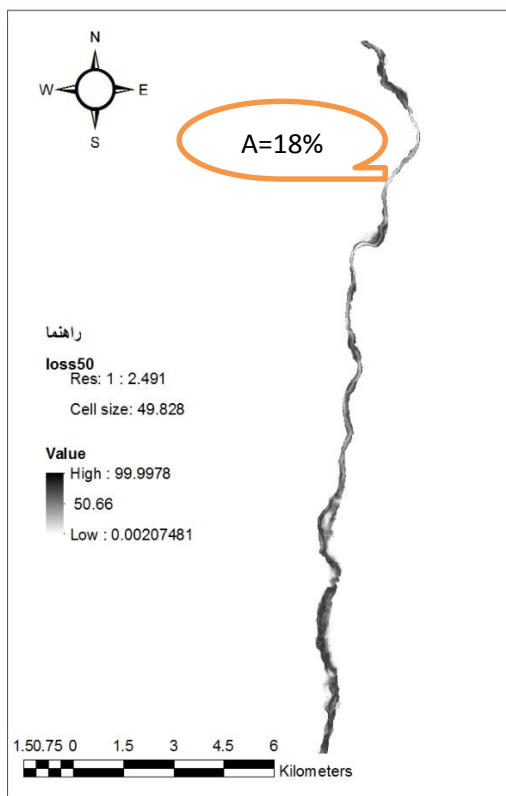
دبی ۵۰ و ۵۰۰ ساله و شکل (۴-۱۹) رسترهای خسارت را برای مرحله خوشه دهی در دو دوره بازگشت نشان می‌دهند. همان‌گونه که از تحلیل نتایج آزمایشگاهی مشخص شد مرحله سوم رشد (خوشه‌دهی) وابسته به عدد رینولدز می‌باشد. بنابراین برای محاسبه خسارت مرحله خوشه‌دهی ابتدا عدد رینولدز برای دبی ۵۰ و ۵۰۰ ساله به کمک عمق و سرعت محاسبه شد. سپس میزان خسارت به کمک رسترهای خسارت تعیین شد.



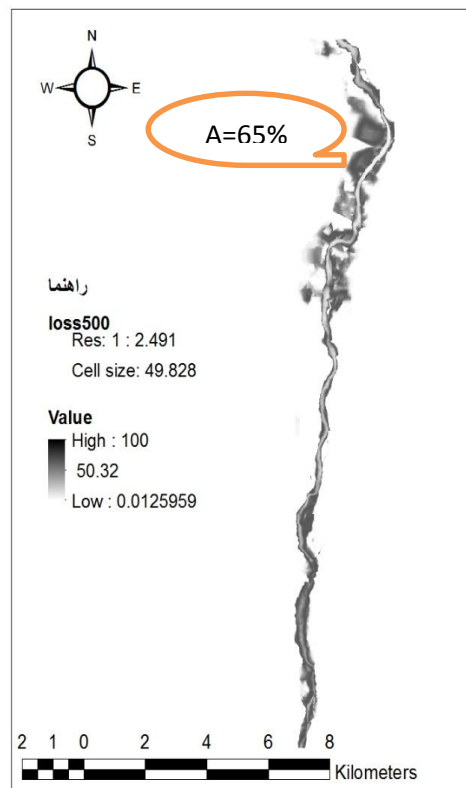
(ب)

(الف)

شکل ۴-۱۸ الف. رستر عدد رینولدز برای دبی ۵۰۰ ساله و ب. رستر رینولدز برای دبی ۵۰ ساله مرحله خوشه دهی



(ب)



(الف)

شکل ۴-۱۹ الف. رستر خسارت برای دبی ۵۰۰ ساله ب. رستر خسارت برای دبی ۵۰ ساله، برای مرحله خوشه دهی

همانطور که در رسترهای خسارت برای دوره بازگشت‌های ۵۰ و ۵۰۰ ساله مشخص است. میزان خسارت در سیل ۵۰۰ ساله نسبت به سیل ۵۰ ساله دارای پهنه وسیع‌تری می‌باشد. همچنین در نقطه A نشان داده شده در شکل در یک نقطه مشابه از رسترهای خسارت، میزان خسارت به ازای دبی ۵۰۰ ساله برابر با ۶۵ درصد و برای سیل ۵۰ ساله در همان نقطه ۱۸ درصد برای گیاه گندم در مرحله خوشه دهی برآورد شده است. همچنین میانگین سیل برای دبی با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله برابر با ۱۶/۷۰ و برای دبی با دوره بازگشت ۵۰ ساله برابر با ۱۴/۳۳ می‌باشد.

فصل پنجم

پیشنهادات و نتیجه گیری

۵-۱- شبیه‌سازی هیدرولیکی جریان

جهت هر گونه برآورد خسارت، شبیه‌سازی هیدرولیکی سیل یکی از ضروریات کار است. زیرا این نقشه‌ها اطلاعات ارزشمندی در مورد عمق، سرعت و مساحت سیل گیر در هر پهنه سیل گیر در اختیار تصمیم گیران قرار می‌دهند. که می‌توان براساس نیاز به صورت یک بعدی یا دو بعدی صورت گیرد. در رودخانه هلیل، اراضی کشاورزی متعددی وجود دارد. لذا احتمال وقوع رویدادهای خطرناک مثل سیل و خسارات ناشی از آن زیاد می‌باشد. در این مطالعه از مدل یک بعدی HEC-RAS استفاده شده است. به منظور شبیه‌سازی سیل از دوره بازگشت‌های ۵۰ و ۵۰۰ ساله و نتایج حاصل از آن برای برآورد خسارت کشاورزی و نیز تعیین تابع خسارت مورد استفاده قرار گرفته است. بعد از مشخص کردن پهنه سیل گیر رسترهای خسارت با توجه به فرمولهای محاسبه شده از نتایج آزمایشگاهی بدست آمد.

۵-۲- نتایج

یکی از مهمترین مسائل در مدیریت سیلاب، برآورد خسارت‌های ناشی از سیل می‌باشد. در تحقیق حاضر خسارت کشاورزی ناشی از سیل برای محصول گندم که کشت غالب محدوده مطالعاتی می‌باشد. مورد بررسی قرار گرفته است. جهت تعیین تابع خسارت - پارامترهای هیدرولیکی سیل، تمام پارامترهای هیدرولیکی شامل عمق، سرعت، حاصل‌ضرب عمق در سرعت، عمق در توان دوم سرعت، سرعت در توان دوم عمق، عدد فرود، عدد رینولدز و تنش برشی برای مراحل رشد پنجه زنی، ساقه زنی، و خوشه دهی بررسی شد بدین منظور آزمایشاتی انجام گرفت و در هر مرحله با تغییر دبی و افزایش عمق میزان خسارت به ازای شرایط مختلف جریان اندازه‌گیری شد. در تمامی مراحل آزمایش خم شدگی بیش از ۴۵ درجه یا شکست هر ساقه به معنای خسارت صد درصدی تلقی شد. و در هر مرحله درصد خسارت با شمارش تعداد ساقه های آسیب

دیده نسبت به کل ساقه های مورد آزمایش محاسبه گردید. که پس از تحلیل های آزمایشگاهی نتایج زیر حاصل شد.

تابع خسارت روند مشخصی با پارامترهای عمق، سرعت، و تنش برشی ندارد. به طوری که در بعضی از مراحل با کاهش عمق، سرعت و تنش برشی خسارت افزایش پیدا می کند. که با مفهوم فیزیکی قضیه انطباق ندارد. زیرا عملاً باید با افزایش سرعت و عمق سیل، خسارت افزایش پیدا کند این امر نشانگر این واقعیت است که این پارامترها نمی توانند. به تنهایی معرف خوبی از پارامترهای هیدرولیکی سیل جهت برآورد خسارت فیزیکی سیل باشند. در مورد عدد فرود هم می توان این نتیجه گیری را کرد که با تغییرات اندک عدد فرود خسارت به نحو قابل توجهی افزایش پیدا می کند. این امر هم از لحاظ فیزیکی قابل تعبیر نبوده و نشان می دهد که عدد فرود پارامتر مناسبی برای تعیین خسارت نمی باشد.

در مورد پارامترهای عمق در سرعت، عمق در توان دوم سرعت، سرعت در توان دوم عمق و عدد رینولدز خسارت به ازای تمام مراحل رشد، صعودی است و هیچیک از مشکلات فوق در مورد آنها وجود ندارد. اما با توجه به نتایج حاصل از آزمایشات ضریب همبستگی برای تابع خسارت- سرعت در توان دوم عمق برای مراحل اول و دوم از دیگر پارامترهای هیدرولیکی بیشتر است همچنین برای مرحله سوم یعنی مرحله خوشه دهی ضریب همبستگی عدد رینولدز از دیگر پارامترها بیشتر می باشد. بنابراین برای مرحله پنجه زنی و ساقه زنی تابع سرعت در توان دوم عمق و برای مرحله خوشه دهی تابع عدد رینولدز انتخاب شد. از آنجا که عدد رینولدز علاوه بر اینکه از حاصلضرب دو مشخصه اصلی جریان به وجود می آید یک پارامتر بی بعد بوده و دارای مفهوم فیزیکی می باشد. همچنین پارامتر شیب نیز در آن تاثیر دارد، که به عنوان پارامتر موثر سیل در مرحله خوشه دهی انتخاب شده است.

۳-۵- پیشنهادات

- ۱- پیشنهاد می‌شود برای محاسبه خسارت سیل برای گندم تاثیر حالت ماندابی نیز برای محصول گندم در مراحل مختلف رشد در نظر گرفته شود.
- ۲- انجام آزمایشات مشابه برای سایر محصولات کشاورزی.
- ۳- مقایسه نرم‌افزارهای مختلف شبیه‌سازی سیل و تاثیر آنها در برآورد تابع خسارت سیل
- ۴- پیشنهاد می‌شود برای برآورد خسارت سیل از نقشه‌های توپوگرافی با دقت‌های متفاوت استفاده شود تا تاثیر فیزیک زمین نیز در برآورد تابع خسارت سیل محصول، دیده شود.
- ۵- پیشنهاد می‌شود برای شبیه‌سازی سیل، از نوع دیگر سیل‌ها که از دشت سیلابی به داخل رودخانه جریان پیدا می‌کنند استفاده شود.

منابع

۱. متش بیرانوند، س. حسین زاده، م. (۱۳۹۳). "پهنه بندی رودخانه کشکان با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی"، اولین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم جغرافیا و برنامه ریزی، معماری و شهرسازی تهران.
۲. جوان، پ.، پورطبری، م.، میرزایی، م. (۱۳۹۲). "پهنه بندی خطر سیل گرفتگی توسط معادله انرژی جریان و سیستم اطلاعات جغرافیایی"، مجله آب و فاضلاب، دانشگاه شهر کرد. شماره ۱۳، ص ۱۱۱-۱۰۱
۳. بشارتی، ف.، رهنما، م.، ذونعمت کرمانی، م. (۱۳۹۱). "پهنه بندی رودخانه زرچوب" سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
۴. رهنما، م.، شباک، ش. (۱۳۸۲). "روند یابی سیلاب در سرشاخه های هلیل رود سد جیرفت با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی." ششمین کنفرانس بین المللی مهندسی عمران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۵. جهانشاهی، ا.، آقاملایی، م.، سلاجقه، ع.، معتمدوزیری، ب. (۱۳۹۱). "پهنه بندی خطر و ارزیابی خسارت سیل با استفاده از مدل های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی مطالعه موردی: بازه ای از رودخانه هلیل رود در شهرستان رابر." دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران.
۶. اشرفی، ف.، موسوی مرتضوی، ف.، بیات، ا.، معاضد، ه. (۱۳۸۹). "پتانسیل و خورندگی و رسوب گذاری آب رودخانه هلیل رود واقع در استان کرمان." سومین همایش مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۷. فلاح قاله‌ری، غ.، بیاتانی، ف. (۱۳۹۲). "بررسی روند تغییرات فصلی و سالانه بارش و دبی در حوضه هلیل رود." چهارمین همایش منطقه ای چالش ها و راهکارهای توسعه در مناطق محروم دانشگاه آزاد اسلامی واحد کهنوج
۸. موحدی‌نیا، م.، نامقی، ه.، موحدی‌نیا، ف. (۱۳۸۶). "تعیین محدوده‌های بحرانی سیلاب دشت با رویکرد بیمه سیل." اولین کنفرانس سیستم اطلاعات جغرافیایی شهری، دانشگاه شمال.
۹. مصباحی، م.، عطاری، ج.، سبزیوند، ر. (۱۳۸۶). "تحلیل خطر پذیری و مدیریت سیلاب با استفاده از تلفیق نرم افزارهای HEC-RAS و GIS و تحلیل اقتصادی خسارت." ششمین کنفرانس هیدرولیک ایران. دانشگاه شهر کرد.
۱۰. حکمتی‌فر، ح.، نظریه‌ها، م.، گیوه‌چی، س. (۱۳۸۸). "ارزیابی خسارت کشاورزی ناشی از سیلاب با استفاده از مدل سازی HEC-RAS و ArcView." علوم و فناوری محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران.
۱۱. سلیمان پور.، زارع م. و ذولفقاری م. (۱۳۹۲). "بررسی روند تغییرات روان آب در یک بازه زمانی پنج ساله با استفاده از روش SCS در حوضه آبخیز مهارلو استان فارس"، دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم.

۱۲. خلیلی زاده، مجتبی، ۱۳۸۲. ارزیابی خطرو مدیریت سیل در شهر گرگان، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۱ص.
۱۳. پرتانی ص و داننده مهر ع و جلال م، (۱۳۸۴)"مطالعه سازه های کنترل سیل شهری و بررسی معیارهای طراحی زهکشهای برون شهری"
۱۴. پریشانی فروشانی س. برهان ع. و فاتحی ا. ۱۳۸۱"استخراج اتوماتیک هیدروگراف سیل حوضه ای در GIS. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس بین المللی مهندسی رودخانه اهواز.
۱۵. ملک محمدی، ب و زهرایی، ب و کراچیان، ر و ضیایی، ا. (۱۳۸۶). "تلفیق مدل بهینه سازی کنترل سیلاب در مخازن سدها با مدل پهنه بندی تعیین خسارت در رودخانه پایین دست"، ششمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه شهر کرد.
۱۶. بردبار، ا و موسوی، ح. (۱۳۸۶). "مقایسه تطبیقی پهنه بندی سیلاب توسط مدل های HEC-RAC و MIKE11 در رودخانه بشار"، ششمین کنفرانس هیدرولیک ایران دانشگاه شهر کرد. ۱۵ و ۱۳ شهریور ۱۳۸۶
۱۷. نشریه شماره (۲۹۶). الف، راهنمایی ارزیابی خسارت (۱۳۵). شرکت مدیریت آب ایران، معاونت پژوهش و مطالعات پایه دفتر استانداردها و معیارهای فنی.
۱۸. ذوالقدر، م. ۱۳۸۸. پایان نامه کارشناسی ارشد. رشته مهندسی آب -سازه های آبی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز" بررسی هیدرولیکی جریان در محل شکست دایک های کنترل سیل و پهنه بندی سیلاب خروجی از آن"
۱۹. گنجی، ز. ۱۳۹۱. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس "تحلیل زمانی و مکانی ریسک خسارت کشاورزی در سیلاب دشتهها"، ۵۲
20. Midaoui, A. B. , Lahrah, A. R. , Chaouni, A. A. , Bourak, A. , Benaabidate, L. (2015). "Integration of GIS and HEC-RAS in floods modeling of the OUEGHA River northern MOROCCO. " European Scientific Journal January.
21. Khattak, M. SH. , Anwar, F. , Tariq, O. S. , Sheraz, KH. , Ahmed, A. (2015). "Floodplain Mapping Using HEC-RAS and ArcGIS :A Case Study of Kabul River. " Arab J Sci Eng, King Fahd University of Petroleum & Minerals
22. Gichamo, T. Z. , Popescua, I. , Jonoski, A Solomatinea D. (2012). "River cross section extract from the ASTER global DEM for flood modeling". Environmental Modelling & Software, 31, 37-46
23. Wheatear, H. , and Evans, E. (2009). "Land Use, Water Management and future food risk. " Land Use Policy, 26,251-264.

24. Carson, E. , (2006). "Hydrologic modeling of flood Conveyans and impacts of historic overbank Sedimentation On West Forc Blacks Fork" Vinta Muntains Norcheastern Utah, USA, *Geomorphology*, 368-383
25. Kaya, B. , Daneshfaraz, R and Alkan, A. (2004). "Chanal Capacity Unaluis Of Laka Stream for Ftoods, European Water Resources Associaation, Symposium of Wate Resources Management:Risk and Challenges for 21 st Centurg, Izmr Turkey. 687-692
26. Machado, M. S. ,Ahmad, S. (2007). "Flood Hazard Assessment of Atrado River in Colombia. " *Water Resource Management*. 21, 591-609
27. Fernandz, D. S., Lutz, M. , (2010). " Urban Flood Hazard Zoning in Tucuman Province, Argentina, Using GIS and Multicriteria Decision Analysis. " *Engineering Geology*, 90-98s
28. Huang. X. and Tan. H. and Zhou. J and Yang. T. and Benjamin. A. and Wen. S. W. and Li. S. and Liu. A. and Li. X. and Fen. S and Li. X. (2008). Flood hazard in Hunan province of China: an economic loss analysis. *Nat Hazards* 47: 65–73
29. Jonkman,. S. N. (2007). Loss of life estimation in fl ood risk assessment, PhD thesis Delft University, 360 Pages.
30. Dutta. D (2003). A mathematical model for flood loss estimation, *Journal of Hydrology* 277:24–49.
31. HEC-FDA ,(2008). Flood Damage Reduction Analysis, User Manual Version 1. 2. 4, Us Army Corps of for Water Resources Hydrologic Engineering Center.
32. Kang, J. L. and Su, M. and Chang, L. (2005) Loss function and framework for regional flood damage estimation in residential area. *Journal of Marine Science and Technology*, 13, 3: 193-199
33. FEMA (2008). HAZUS:Multi-Hazard Loss Estimation Model Methodology-Flood Model Technical Manual. National Institute of Building Sciences Washington, D. C.
34. Jonkman. S. N and Maaskant. B and Boyd. E and Levitan. M (2008). Loss of life caused by the flooding of New Orleans after hurricane Katrina: A preliminary analysis of the relationship between flood characteristics and mortality, 4th International Symposiumon Flood Defence:Managing Flood Risk, Reliability and Vulnerability Toronto, Ontario, Canada
35. Haynes, H (2007) Integrating socio-economic analysis into decision-support methodology for flood risk management at the development scale (Scotland), *Water and Environment Journal*.

36. KGS Group (2000). Red River Basin-stage-damage curves update and preparation of flood damage maps, Report prepared for International Joint Commission, Winnipeg, Manitoba, Canada
37. Liu, W. C. , and Chan, W. B. , and Hsu, M. H. ,and Fu, J. C. , (2010). "Dynamic routing modeling for flash flood forecast in river System. " *Net Hazards*, 52:519-537
38. Lia, X and Monnier, J. (2009). Assimilation of spatially distributed water levels into a shallow-water flood model. Part 1:Mathematical method and test case, *Journal of Hydrology* 377:1-11
39. Islam, K. M. N,. (2000). Impact of floods in Bangladesh. *Routledge Hazards and Disasters series*, 1:156-171
40. Kates, R. W (1965). Industrial flood Losses: Damage Estimation in the Lehigh Valley, Research Paper No, 98, Department of Geography, University of Chicago USA.
41. Parker , D. G and penning-Rowell, E. C. (1972). Problems and Methods of flood Damage Assessment, Report 3, Middlesex Polytechnic flood Hazard Research Center, Enfield, UK.
42. Parker , D. J and Green, C. G and Thompson, P. M. (1987). Urban Flood Protection Benefits-A Project Appraisal Guide, Gower Technical Press, UK.
43. penning-Rowell, E. C. (1992). The Economics of coastal Management A Manual of Benefits Assessment Techniques, Bethaven Press, U. K.
44. penning-Rowell E. C and Chatterton, J. B. (1979). the Benefits of Flood Alleviation: A Manual of Assessment, Techniques, Gower Technical Press, U. K.
45. Draper, A. J. and Jenkins, M. W. and Kirby, K. W. Lund, J. R. and Howitt, R. E. (2003). Economic-Engineering Optimization for California Water Management *ASCE* 129:3-155
46. Jonge, T. D. and Matthijs, K. and Hogeweg, M. (1996) Modeling Floods and Damage Assessment Using GIS, *Hydro GIS 96*, IAHS Publication 235:299-306
47. Wilson, C. A. M. E and Yagci, O. and Rauch, H. P. and Olsen, N. R. B. (200a) 3D Numerical modelling of a willow Vegetated River/Floodplain System, *Journal of Hydrology*, 327:13-21
48. Wilson, C. A. M. E and Stoesser, T. and Bates, P. D. and Pinzen, A. B. (2006b) Open Channel Flow Through Different forms of Submerged Flexibel Vegetation, *Journal of Hydraulic Engineering*, 132,7:750-750

49. Welson, C. A. M. E. and Hoyt, J. and Chnauder, I. (2008) Impact of Foliage on the drage force of Vegetation in aquatic Flows, *Journal of Hydraulic Engineering* 134: 885-891.
50. Krzysztofowicz, R. and Davis, D. R. (1983). Categori-Unit loss Functions for flood forecast-response System Evaluation. *Water Resurces Research* 19,3:1476-1480.
51. Tinkeke, D. J. and Matthijs, K. (1996). Modeling floods and Damage Assessment Using GIS. *Proceeding of the Vienna Conference, IAHS Publication*,PP. 299-306
52. Taylor, J. A. and Greenaway, M. A. and Smith, D. I. (1983). ANUFLOOD Programmers Guide and User Manual, Australian National University, Canberra, Australia,
53. Yamagata, Y. and Akiyama, T. (1988). Flood damage Analysis Using Multi-Temporal Landsat thematic Mapper data. *International Journal of Remote Sensing* 9;503-514.
54. James, M. D. Larsen, M. D. and Glover, T. F. , 1980. Floodplain Management Needs Precuiler to Arid Climates. *Water Resources Bulletin* 16 (6): PP. 1020-1029.
55. Yang , C. R. and C. T. Tsai. 2000. Development of a GIS-Based Flood Information System for Floodplain Management and Damage Calculation. *Journal of the Aerican Water Resources Association*, 36(3),PP. 567-57
56. Miller S. N Kepner W. G. andMehaffey M. H. 2002. Integration Landscape Assessment and Hydrologic Moeling for Land Cover Change Analysis. *Journal of Land Cover Chang Analysis. Journal of the American Water Resources Association*. 38(4):919-929.
57. DHI. (2003). "Maroochy River Flood Plain Model and GIS Capacity. " Denmarkk

Abstract

Traditionally there have been many fertile and suitable agricultural lands in rivers surrounding. Therefore The losses after flooding endamage agricultural products more than other types. So analyzing the agricultural loss is of special importance. Since wheat is a strategic product, in this research was examined the flood loss for Wheat in the Halil River of Jiroft city of Jazmurian basin. In this regard the lab results have been used to extract the agricultural loss function and (GIS) and HEC -RAS softwares are used for simulation and flood zoning. Tests were done at different stages of wheat growth including (tillering, Stem and heading) to determine agricultural loss function. Contacting between flood hydraulic parameters and damage is necessary for extracting the loss function. For this purpose the extent of damage for different discharges and velocities has been measured at every stage. Then different hydraulic parameters such as (depth, velocity, depth multiple velocity, depth square multiple velocity, velocity square multiple depth, stress, Froude number and Reynolds number) and the amount of damage has been contacted. Then the flood was simulated for 50-year and 500-year return periods by HEC-RAS software. Finally, the percentage of damage was calculated, in different points of the floodplain by combining the agricultural loss and flood simulation in GIS. Results showed that the polynomial function has the highest correlation coefficient in all stages of growth. Based on the results, depth square multiple velocity for tillering and stem stages and Reynolds number for heading stage were selected as the best parameters. Comparing the losses in all stages of growth showed that the most damage is related to the tillering, stem and heading stages respectively. Also the average percentage of wheat loss has been estimated 14/ 33 for 50-year flood and 16/ 70 for 500-year flood in the study area.

Key word: agricultural loss function, flood zoning, wheat, Jazmurian basin, Hec-ras, GIS



Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture Engineering

MSC Thesis in Agriculture Engineering Hydraulic Structure

**Estimation of loss function flood for wheat using laboratory results and
its combination with flood hydraulic in GIS**

(Case Study:Jaz morian watershed)

BY: Ehsan Ghazizadeh Ehsaei

Supervisors:

Dr. Zahra Ganji Noroozi

Dr. Khalil Azhdary

Advisors:

Dr. Bahram Bakhtiari

September 2016