سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران
۲۳ الی ۲۵ مهرماه ۱۳۸۷ - دانشگاه تبریز - دانشکده مهندسی عمران

تحلیل خطر سیل گرفتگی با استفاده از مدل‌های هیدرولیکی HEC-RAS و HEC-GEO RAS در منطقه جیرفت

علی سرحدی [1×]
سعید سلطانی [2]
رضا مدرس [3]
۱، ۲، ۳ : دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* پست الکترونیکی: alisarhadi2005@yahoo.com

چکیده:
سیل دومین بلای طبیعی است که سالانه خسارات زیادی را به جوامع انسانی وارد می‌آورد. در این میان شهرها و مراکز جمعیتی، بیشترین ریسک و احتمال خسارت فیزیکی قابل لمس ناشی از وقوع سیل را دارا می‌باشند. در این مطالعه شهر جیرفت بعنوان حساس ترین مرکز جمعیتی در حوزه هلیل رود به سیل های آنی شناسائی گردید. بطوریکه در سال ۱۳۷۱ در اثر سیل گرفتگی خسارات بسیار هنگفتی به این شهر وارد گردید. بدین منظور جهت پیش بینی و کاهش خسارات ناشی از وقوع سیلاب های آنی در این منطقه اقدام به تهیه نقشه سیل گرفتگی در دوره بازگشت های مختلف با استفاده از تکنیک GIS گردید و با استفاده از نرم افزار HEC-GEO RAS در ابتدا موفولوژی کانال رودخانه استخراج و نتایج حاصل از آن جهت شبیه سازی هیدرولیک جریان وارد HEC-RAS گردید. در ادامه با استفاده از تحلیل منطقه ای سیلاب دبی های آستانه برای هر یک از بازه های مطالعاتی پائین دست شهر جیرفت استخراج، و نقشه سیل با دوره بازگشت های مختلف تهیه گردید نتایج حاصله بیانگر رعایت نکردن حریم رودخانه و احتمال خسارت به اراضی کشاورزی و باغات در دوره بازگشت های پائین، و ریسک بالای اراضی شهری در سیلاب هایی با دوره بازگشت های بالا است.

کلمات کلیدی: ***سیل، HEC-GEO RAS، تحلیل منطقه ای، HEC-RAS، جیرفت***

مقدمه

سیل دومین بلای طبیعی است که سالانه خسارات زیادی را به جوامع انسانی وارد می‌آورد. در این میان شهرها و مراکز جمعیتی، بیشترین ریسک و احتمال خسارت فیزیکی قابل لمس ناشی از وقوع سیل را دارا می‌باشند. از دیگر خسارت هائی که به سختی می توان ارزش پولی آنها را حساب کرد می توان به تغیرات محیطی که توسط سیل ها صورت می گیرد؛ مانند آلودگی آب، فرسایش و... اشاره کرد [۱]. خسارات سیل بعنوان یک معضل طبیعی، زمانی می‌تواند به حداقل ممکن برسد که قبل از وقوع آن اقدامات اساسی و برنامه‌ریزی شده برای پیشگیری از تشدید وقوع و کنترل آن به عمل آید. بنابراین اولین قدم جهت مدیریت بهینه و تدوین استراتژی‌های مقابله با این خطر طبیعی و کاهش خسارات ناشی از آن تشخیص مناطق حساس و تهیه نقشه خطر سیل می‌باشد. امروزه مطالعات سیل گرفتگی از لحاظ مقیاس مطالعاتی معمولا در دو مقیاس ناحیه ای و مقیاس منطقه ای مورد بررسی قرار می گیرد. مطالعات ناحیه‌ای عموماً هدف آنها تنها مدیریت سیل در سطح ناحیه می‌باشد. و بیشتر به چگونگی وقوع فرایند سیل و مدیریت آن در سطح کلان توجه دارند. اما در مطالعات سیل با مقیاس بالا به منظور تعیین میزان آب‌گرفتگی نیاز به تحلیل مقادیر هیدرولیک و داده‌های مکانی است که با استفاده از مدل‌های عددی انجام می‌گیرد [۲]. بنابراین برخلاف روش‌های ناحیه‌ای که تنها بر روی مقدار و میزان سیل تاکید دارند، روش‌های منطقه‌ای با استفاده از تکنیک‌های قوی علاوه بر سرعت بخشیدن به فرایند ترسیم میزان سیل‌گرفتگی، استخراج پارامترهای عمق و سرعت را با دقت قابل قبولی بهبود می‌بخشند [۳]. استفاده از تکنیک GIS جهت تولید نقشه‌های سیل-گرفتگی دارای مزایای بسیار زیادی نسبت به روش‌های سنتی و دستی ترسیم محدوده سیل‌گرفتگی دشت‌های سیلابی است. چرا که برنامه‌های اتوماتیک ترسیم، می‌توانند به مقدار بسیار زیادی صحت نقشه و سرعت تولیدآنرا بهبود بخشند [۳]. از مطالعات صورت گرفته در این زمینه می توان به مطالعات آزانگرا و همکاران(۱۹۹۹)[۴]، یانگ و همکاران (۲۰۰۶)[۵] و نومن و همکاران (۲۰۰۱) [۳] اشاره نمود که با استفاده از GIS و با بکارگیری HEC-GEO RAS بمنظور شبیه سازی موروفولوژی رودخانه و استخراج اطلاعات هندسی کانال استفاده و با تلفیق آن با مدل جریان هیدرولیکی پایدار در HEC-RAS نقشه میزان سیل گرفتگی را تهیه نمودند.

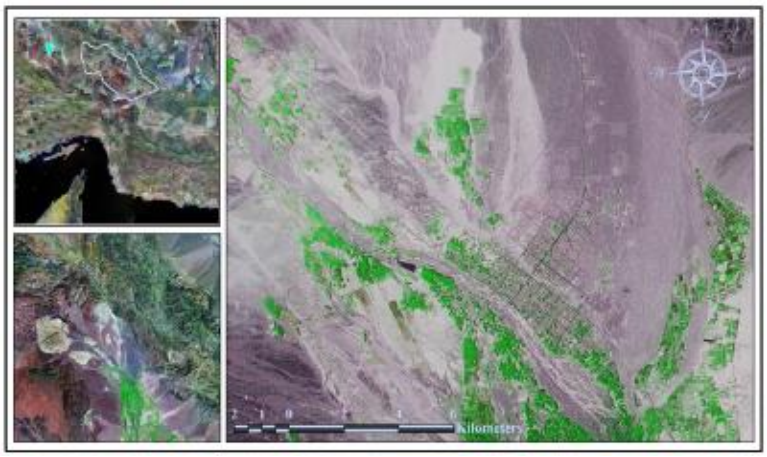
هدف اصلی این مطالعه مشخص نمودن مناطق دارای خطر سیل گرفتگی در محدوده شهر جیرفت و بررسی میزان اراضی دارای ارزش اقتصادی که در دوره بازگشت‌های مختلف تحت تاثیر سیل واقع می‌شوند، و همچنین ایجاد و توسعه مبنائی، جهت بررسی آسیب‌پذیری و آنالیز ریسک در آینده می‌باشد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

در این مطالعه بمنظور بررسی مناطق تحت خطر سیل‌گرفتگی، شهر جیرفت و اراضی اطراف آن بعلت موقعیت ژئومورفیک و قرار گرفتن در محل تلاقی دو رود مهم حوزه هلیل رود، بعنوان آسیب‌پذیرترین محدوده از لحاظ احتمال خسارت ناشی از سیل‌های آنی شناسائی گردید. بعلت موقعیت خاص جغرافیائی شهر جیرفت و قرار گرفتن در محل شکست شیب حوزه از یک سو و وجود بارش‌های سنگین رگباری در منطقه جنوب شرق ایران از سوی دیگر باعث گردیده مناطق مسکونی این شهر و اراضی اطراف آن، بطور فراوان بوسیله سیل‌های آنی رودهای هلیل و شور و آبراهه‌های منشعب از آنها در معرض خسارت قرار گیرد. همچنین گسترش شهری، و توسعه اراضی کشاورزی و باغات در کناره‌های این دو رود باعث گردیده در چند دهه اخیر خسارات زیادی به این مناطق وارد آید. بنابراین به منظور شناسائی و پیش بینی مناطق تحت خطر

سیل گرفتگی در دوره بازگشت های مختلف جهت کاهش خسارات ناشی از سیل مقطعی از رودهای هلیل، شور و ملنتی منتهی به شهر بعنوان محدوده مطالعاتی در نظر گرفته شد(شکل-۱).



شکل-۱ *موقعیت جغرافیائی شهر جیرفت و بازه های مطالعاتی*

HEC-RAS

HEC-RAS مدل هیدرولیکی توسعه یافته توسط مهندسین ارتش امریکا در مرکز مهندسی هیدرولوژی (HEC) [۱]، است. در سال ۱۹۶۴، این مرکز مدل کامپیوتری HEC-2 را جهت کمک به مهندسین هیدرولوژیک برای تحلیل کانال آبراهه و تعیین میزان سیل گرفتگی عرضه کرد[۶]. بدلیل افزایش نرم افزارهای کامپوتری تحت ویندوز، در سال ۱۹۹۰، HEC یک نرم افزار سازگار با ویندوز در نقطه مقابل HEC-2 بنام سیستم تحلیل رودخانه (RAS) [۲] را عرضه کرد. HEC-RAS یک مدل جریان پایدار تک بعدی است، که جهت محاسبات پروفیل سطحی آب معرفی گردید. نتایج مدل هیدرولیکی HEC-RAS بطور معمول جهت مدیریت دشت های سیلابی و مطالعات بیمه سیل جهت ارزیابی تخطی سیل ها بکار برده می شود[۷]. علاوه بر HEC-RAS ، MIKE11 (DHI2000) از موسسه هیدروگراف دانمارک و FLDWAV (LEWIS) از خدمات بین المللی هواشناسی، نیز از مدل تک بعدی استفاده می کنند.

مدل هیدرودینامیک تک بعدی

مدل های تک بعدی، ساده ترین انتخاب جهت نشان دادن شرایط جریان درون یک کانال رودخانه می باشند. این مدل ها برای شرایط جریان درون یک کانال رودخانه که بوسیله یک سری از مقاطع عرضی شرح داده می شوند، بسیار مناسب اند. ساده ترین فرمت مدل های تک بعدی، معادلات انرژی تک بعدی را جهت محاسبه ارتفاع سطح آب در هر مقطع عرضی، که شرایط جریان بصورت پایدار و بتدریج در آنها تغییر می کند، را می توانند حل کنند. آنها همچنین می توانند معادلات مومنتوم را برای شرایطی که جریان بصورت سریع تغییر می کند؛ مانند پرش های هیدرولیک را نیز وفق دهند[۸].

مدل های تک بعدی کمی پیچیده، شرایط غیر پایدار جریان را نیز در کانال های رودخانه شبیه سازی می کنند و معادلات saint venant را جهت روند یابی هیدروگراف جریان و محاسبه ارتفاع سطح آب در هر مقطع عرضی را حل می کنند. بعنوان مثال HEC-RAS، معمولاً مدل هیدرودینامیک تک بعدی را بکار می بندد که دارای توانائی اجرای شبیه سازی

[۱] - Hydrological Engineering Center
[۲] - River Analysis System

پایدار و غیر پایدار می باشد[۸]. بطور معمول مدل تک بعدی HEC-RAS نیازمند داده های هندسی و داده های جریان می باشد. داده های هندسی پایه شامل طراحی سیستم رودخانه و داده های مقاطع عرضی است.

استخراج پارامترهای مقاطع عرضی با استفاده از HEC-GEO RAS

داده های مقاطع عرضی جهت مشخص کردن ظرفیت حمل جریان رودخانه و دشت های سیلابی اطراف بکار برده می شوند. از بین نرم افزارهای مختلف، نرم افزار HEC-GEO RAS دارای توانمندی استخراج پارامترهای مقاطع عرضی از مدل رقومی زمینی (DTM) و وارد کردن این اطلاعات به مدل هیدرولیکی، جهت نمایش و تحلیل در GIS است . در واقع HEC-GEO RAS به کاربر اجازه می‌دهد که فایل‌های هندسی HEC-RAS مانند خط مرکزی و مقاطع عرضی را با استفاده از مدل عوارض رقومی ایجاد و انتقال دهد.

بمنظور استخراج پارامترهای مقاطع عرضی بازه مورد مطالعه از نقشه های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری بمنظور ساخت TIN بعنوان اساس داده های DTM استفاده گردید. پروسه استخراج داده های مقاطع عرضی شامل تعریف TIN بعنوان یک سطح و ایجاد و رقومی کردن برش های خطوط مقاطع عرضی است. خطوط بریده شده، انطباق و هم ترازی مقاطع عرضی را در مختصات X,Y نشان می دهد. پس از این مرحله ارتفاع زمین زیر هر راس از سطح مدل رقومی درون یابی می شود. بنابراین ارتفاعات و خطوط بریده شده مقاطع عرضی بصورت خطوط سه بعدی ذخیره و یا بصورت یک جدول استخراج و منتقل می شوند. شکل زیر چگونگی استخراج مقاطع عرضی را از TIN نشان می دهد.

شکل-۲ *استخراج مقطع عرضی از شبکه بی قاعده مثلثی*

ترسیم دشت سیلابی و تعیین محدوده سیل گرفتگی

ترسیم دشت سیلابی، پروسه تعیین مقدار و عمق سیل گرفتگی از طریق مقایسه سطح آب رودخانه با ارتفاع سطح زمین است. این پروسه نیاز به درک دینامیک جریان در دشت سیلابی، ارتباط توپوگرافی و قضاوت مهندسی دارد.

پس از انجام محاسبات هیدرولیکی و ایجاد سطوح پروفیل های مختلف آب در محیط HEC-RAS، این امکان وجود دارد که این نتایج جهت ترسیم مرز و میزان سیل گرفتگی و همچنین مشخص نمودن عمق سیل گرفتگی مجدداً به HEC GEO-RAS در محیط Arc GIS واردگردند و در این محیط ابتدا بایستی شبکه مثلثی سطوح آب با توجه به ارتفاع

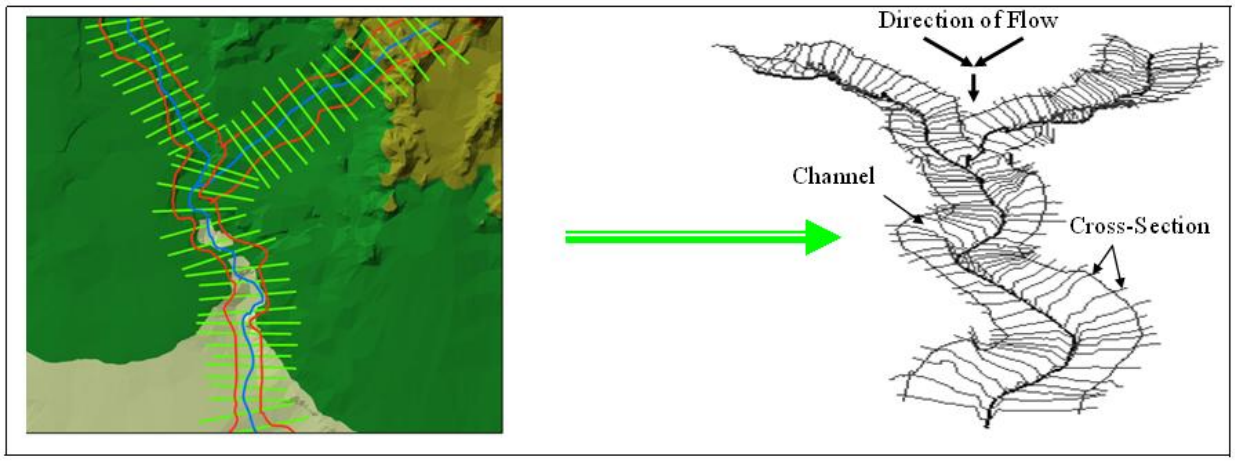
سطوح آب محاسبه شده در هر مقطع عرضی ایجاد گردد. و در ادامه شبکه مثلثی سطوح آب از مدل رقومی عوارض اولیه جهت مشخص کردن مرز و عمق سیل گرفتگی دوره بازگشت های مختلف کم می گردد.

نتایج

استخراج پارامترهای مقاطع عرضی با استفاده از HEC GEO-RAS

اطلاعات مقاطع عرضی شامل داده های ارتفاع _ایستگاه، ایستگاه های کناره کانال اصلی، طول بازه پایاب و ضرایب همگرائی و واگرائی می باشد. بمنظوراستخراج این اطلاعات پارامترهای مقاطع عرضی و داده های هندسی جهت توسعه مدل هیدرولیکی منطقه از TIN با دقت ۱۰ متر بعنوان اساس داده های DTM استفاده گردید.

جهت استخراج پارامترهای مقاطع عرضی و شبیه سازی مورفولوژی بازه های مطالعاتی، در محیط Arc GIS با استفاده از HEC GEO-RAS یک سری از نقاط، خطوط و لایه های پلی گون در ارتباط با توسعه داده های هندسی جهت تعریف خط مرکزی آبراهه، خط مرکزی مسیر جریان، کناره های کانال اصلی برای ورود به HEC-RAS ایجاد گردید. شکل۳ چگونگی استخراج مقاطع عرضی و پارامترهای مرتبط با آن را با استفاده از HEC GEO-RAS را نشان می دهد.



شکل-۳ *چگونگی استخراج مورفولوژی کانال رودخانه با استفاده ازTIN*

پس از انجام پیش پردازش هائی که در HEC-GEO RAS صورت پذیرفت اطلاعات سه بعدی مقاطع که نشان دهنده شکل، ارتفاع، موقعیت و بطور کلی ویژگی های مقاطع عرضی کانال می باشند، استخراج و وارد HEC-RAS گردید.

از جمله پارامترهای مهم جهت شبیه سازی هیدرولیکی، ضریب زبری است که تاثیر بسزائی بر روی هیدرولیک جریان می گذارد. بنابراین درطراحی کانال رودخانه و ترسیم میزان سیل گرفتگی بعنوان یک پارامتر مهم محسوب می گردد و اندازه گیری دقیق آن، دقت مدل را بالا خواهد برد. HEC GEO-RAS، این توانائی را داراست که با توجه به کاربری های مختلف اراضی، ضرایب مانینگ مربوط به آنها را برآورد نماید. اما در این مطالعه جهت دقت بیشتر در مدل هیدرولیکی، این پارامتر با استفاده از انتخاب یک مقدار پایه و تصحیح آن با استفاده از ضرایب مورفولوژیکی و تاثیرپوشش گیاهی با توجه به شرایط منطقه در فصولی که بیشترین سیل رخ می دهد، صورت گرفت.

محاسبات هیدرولیک در HEC-RAS

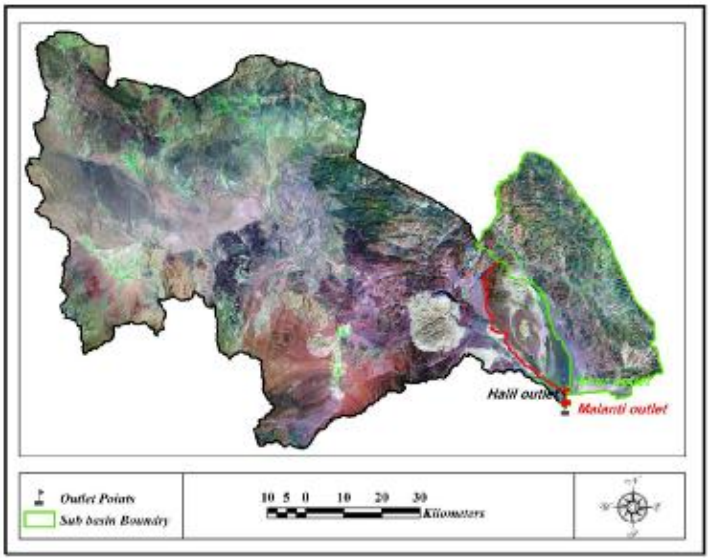
محاسبه نسبت های جریان جهت بررسی پروفیل های سطحی آب در شبکه کانال

یکی دیگر از پارامترهای مورد نیاز، محاسبه داده های جریان پیک بعنوان آستانه جریان بحرانی برای ترسیم مرز سیل گرفتگی در هر یک از سر شاخه های مطالعاتی است. در این قسمت حداقل یک مقدار دبی جریان برای هر بازه موجود در سیستم رودخانه بایستی وارد شود. پس از آنکه یک مقدار دبی جریان در انتهای بالادست یک بازه وارد گردید، فرض می شود که جریان تا زمانی که مقدار دبی جریان دیگری در داخل بازه تعریف نشده است، ثابت باقی می ماند.

با توجه به هدف اصلی تحقیق مورد نظر، جهت شبیه سازی مناطق سیل گرفته و تهیه نقشه خطر سیل گرفتگی محدوده شهر جیرفت در دوره بازگشت های مختلف، و با توجه به اینکه در این محدوده اندازه‌گیری هیدرومتری صورت نمی گیرد، لازم است در ابتدا جهت برآورد مقادیر سیل دوره بازگشت های مختلف در این مناطق فاقد آمار، بعنوان پارامتر مورد نیاز جهت شبیه سازی هیدرولیکی در HEC-RAS از تحلیل منطقه ای سیل استفاده گردد. بدین ترتیب با استفاده از آمار هیدرومتری ایستگاه های موجود در حوزه روابط و منحنی هائی برای کل منطقه بدست می آید، که می توان با داشتن ویژگی های حوضه مانند خصوصیات اقلیمی، فیزیوگرافی و هیدرولوژیکی، میزان دبی سیلابی در مناطق فاقد آمار مورد نظر را بدست آورد.بدین منظور داده های هیدرومتری ایستگاه های بالادست شاخه های هلیل، شور و ملنتی مورد تحلیل فراوانی قرار گرفت و بهترین تابع توزیع برازش داده شد و مقادیر دبی حداکثر لحظه ای سالانه این ایستگاه ها برای دوره بازگشت های ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ ساله با استفاده از برنامه FREQ در محیط MATLAB برآورد گردید. و در ادامه مدل منطقه ای برای این دوره بازگشت ها با توجه به خصوصیات اقلیمی، فیزیوگرافی و هیدرولوژیکی حوزه بدست آمد. بمنظور برآورد دبی آستانه مورد نیاز در شبیه سازی هیدرولیکی بازه‌های مورد مطالعه سه خروجی در پائین دست شهر در مسیر رودخانه های شور، هلیل رود و ملنتی انتخاب گردید و میزان دبی با دوره بازگشت‌های این خروجی ها بمنظور شبیه سازی هیدرولیکی برآورد گردید(شکل۴). جدول (۱) میزان دبی های سیلابی برآورد شده در هر یک از خروجی های مطالعاتی را نشان می‌دهد.

جدول- ۱ *دبی‌های سیلابی برآورد شده (بر حسب متر مکعب بر ثانیه) نقاط خروجی در دوره بازگشت‌های مختلف*

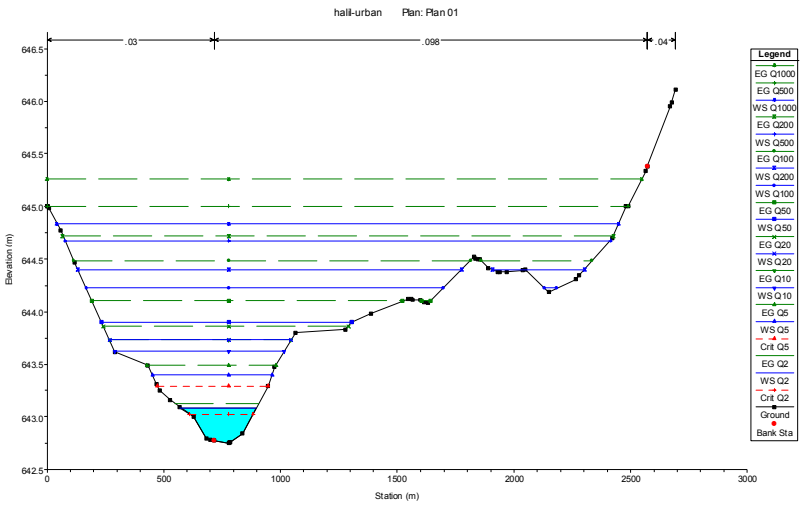
زیرحوزه	دوره بازگشت				
	Q10	***Q20***	***Q50***	***Q100***	***Q200***
هلیل	۳۴۹/۶۵	۵۲۹/۱۵	۱۲۵۶/۷	۱۴۷۵/۰۳	۲۰۰۸/۰۳
شور	۵۱/۷۴	۶۶/۷۷	۱۳۴/۵۷	۱۵۳/۱۷	۲۰۲/۰۷
ملنتی	۴۰/۳	۴۹/۹	۶۵/۲	۷۴/۱	۸۸/۴



شکل-۴ *زیر حوزه های بالادست خروجی بازه‌های انتخابی پائین دست شهر جیرفت*

شبیه سازی جریان پایدار در HEC-RAS

با کامل شدن پارامترها و داده های هندسی مورد نیاز HEC-RAS، جهت نشان دادن شبکه رودخانه و داده های ساختارهای هیدرولیک، شبیه سازی پروفیل های سطح آب و هیدرولیک رودخانه در تمامی مقاطع عرضی، صورت گرفت و اطلاعاتی مانند پروفیل طولی سطح آب، نحوه توزیع سرعت آب و عمق بحرانی در انواع رژیم های جریان بدست آمد(شکل۵).



شکل-۵ *پروفیل سطح آب و عمق بحرانی در دوره بازگشت های مختلف*

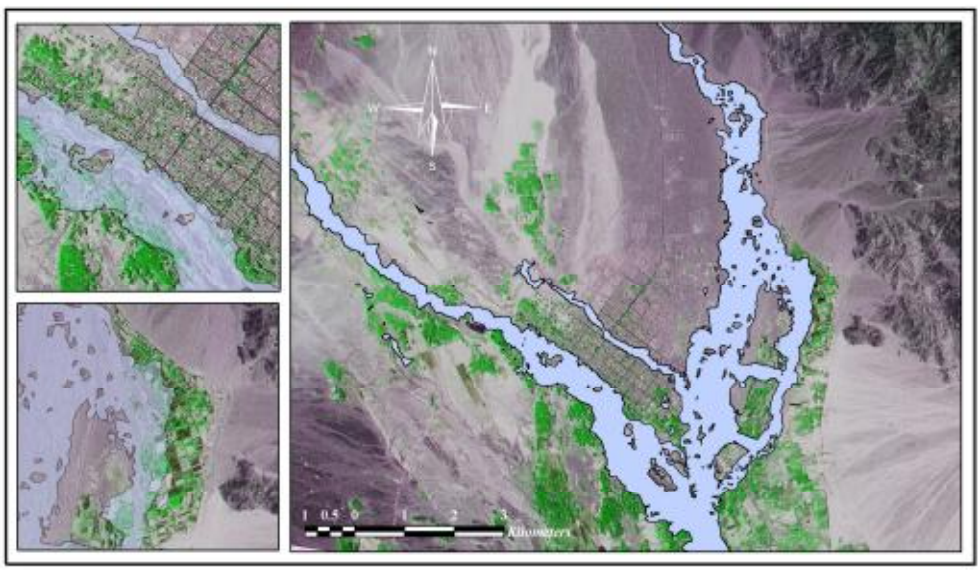
ترسیم مناطق سیل گرفته با استفاده از نتایج مدل هیدرولیکی

جهت ترسیم مرز و میزان سیل گرفتگی در دوره بازگشت های مختلف نتایج حاصل از HEC-RAS مجدداً وارد HEC GEO-RAS در محیط Arc GIS گردید. اولین مرحله در پروسه ترسیم نقشه سیل گرفتگی، ایجاد شبکه مثلثی سطوح آب با توجه به ارتفاع سطوح آب محاسبه شده دوره بازگشت های مختلف در HEC-RAS در هر مقطع عرضی بود. و در ادامه شبکه مثلثی سطوح آب از مدل زمینی اولیه جهت مشخص کردن مرز و عمق سیل گرفتگی دوره بازگشت های

مختلف کم گردید. نتایج بدست آمده بیانگر ریسک پائین سیل گرفتگی برای محدوده‌های مطالعاتی در دوره بازگشت‌های ۱۰، ۲۰ و ۵۰ سال بود. همچنین این نتایج نمایانگر رعایت نکردن حریم رودخانه، بیشتر در حاشیه هلیل رود و لزوم توجه بیشتر به محدوده‌های سیل‌گیر در برنامه‌ها و طرح‌های عمرانی آتی در بخش شهری بود. در دوره بازگشت‌های بالاتر می‌توان به شرایط حاد و ریسک بالای سیل‌گرفتگی و مکان یابی بد شهر در موقعیت فعلی و همچنین احتمال وقوع خسارت به بخش‌های مختلف شهری و بخصوص اراضی کشاورزی در دوره بازگشت‌های بالا پی برد. بطوریکه در دوره بازگشت‌های احتمالاتی پائین، باغات بیشترین سهم را در بین سایر کاربری‌ها از لحاظ سیل‌گرفتگی به خود اختصاص می‌دهد اما در سیل ۱۰۰ ساله و دوره‌های بالاتر، بیشترین تهدید متوجه اراضی کشاورزی است. بنابراین با توجه به حوزه هیدرولوژیکی وسیع هلیل رود و تمرکز زیاد اراضی مسکونی و روستائی و اراضی کشاورزی و باغات در هلیل رود، حاشیه این رود از خطر و ریسک بالای سیل‌گرفتگی برخوردار می‌باشد و لزوم توجه هر چه بیشتر و ضرورت تبدیل مدیریت بحران به مدیریت ریسک، بیش از پیش احساس می‌شود. شکل _۶ نتایج شبیه سازی سیل با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله را در محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد.

بحث و نتیجه گیری

مهمترین مزیت استفاده ازبرنامه ها و مدل های توسعه داده شده در این مطالعه انجام و معرفی روشی ساده در ترسیم اتوماتیک نقشه خطر سیل گرفتگی برای یک شبکه آبراهه با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS می باشد. مدل شبکه آبراهه توسعه داده شده HEC-RAS در این مطالعه شبیه سازی های هیدرولیکی کانال رودخانه را با انجام محاسبات روتین و همچنین وارد کردن و استخراج داده های GIS ، و امکان درون یابی سریع و و ساده مقاطع عرضی را بهبود می بخشد. و امکان مشاهده سه بعدی بازه رودخانه و مقاطع عرضی را برای کاربر فراهم می آورد.



شکل-۶ *محدوده سیل با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله*

روش بکار گرفته شده بمنظور ترسیم مناطق سیل گرفته نتایجی چون ۱- بهبود و روش معتبر و اقتصادی بمنظور نشان دادن مناطق سیل گرفته ۲-امکان به روز کردن سریع نقشه های سیل گرفتگی با اعمال تغییرات در شرایط هیدرولیکی ۳- امکان مشاهده سه بعدی مناطق سیل گرفته۴ - و قادر ساختن کاربر در جستجو سریع و استنطاق کردن داده ها را فراهم می سازد.

در این روش براحتی می توان تاثیر رگبارهای مختلف بر روی هم رودخانه وهم ساختمان های اطراف را اندازه گیری نمود. نتایج حاصل از این تحقیق می تواند جهت معرفی مکان های مناسب برای پروژه های سیلاب بند و ساختارهای کنترلی بمنظور جلوگیری از خسارات سیل، هم در مناطق شهری و هم دشت های سیلابی بمنظور حفظ حریم رودخانه و همچنین برنامه ریزی های عمرانی مورد استفاده قرار گیرد. و ابزار مدیریتی مناسبی جهت هشدار های ضروری از وقوع سیل های آنی بشمار آید.

منابع

[۱] Kieth Smith *"environmental hazards assessing risk and reducing disaster "*.Third edition ,published by routledge 11 new fetter lane, London(2001).

[۲] Yang J., R D Townsend and B. Daneshfar, 2006, "*Applying the HEC-RAS model and GIS techniques in river network floodplain delineation*", Can. J. Civ. Eng. No: 33, pp: 19-28.

[۳] Noman, S., E.J. Nelson, A. Zundel. 2001. *Review of Austomated Floodplain Delineation from Digital Terrain Models*. Journal of Water Resources Planning and Management. Nov/Dec, Vol. 127, No. 6, pp. 394-402.

[۴] Azagra, E., F. Olivera, and D. Maidment, 1999, "*Floodplain Visualization using TINs*", Center for Research in Water Resources online report 99-5.

[۵] Yang J., R D Townsend and B. Daneshfar, 2006, "*Applying the HEC-RAS model and GIS techniques in river network floodplain delineation*", Can. J. Civ. Eng. No: 33, pp: 19-28.

[۶] Carter, J.R. "*Digital Representations of Topographic Surfaces.*" Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54(11), 1577-1580, (1988).

[۷] Maidment, D, R.,"*Handbook of Hydrology*",McGraw-Hill,1993.

[۸] Tate E.C., *Floodplain Mapping Using HEC-RAS and Arcview GIS,* CRWR Online Report 99-1, Center for Research in Water Resources, Department of Civil Engineering, University of Texas at Austin, 1999.