



HN10101310143

شبیه‌سازی پهنه سیل‌گیر رودخانه سیاه‌رود در محدوده شهر رشت با استفاده از GIS و مدل هیدرولیکی HEC-RAS

خسرو تاجداری^۱، رسول خان میرزایی^۲، ناصر کوچک حق بین^۳

Email:Khosro1taj@gmail.com

چکیده:

از بین رفتن و تخریب کانال‌ها و مجاری انتقال آب در شهر رشت سبب انحراف رواناب‌ها و عدم کنترل آنها می‌شود. زهکشی رواناب‌های سطحی یکی از مشکلات مدیریت کلان شهر رشت می‌باشد. بالا آمدن آب رودخانه بر اثر سیلاب و مسدود شدن کانال‌های زهکشی در این شهر یکی از عوامل اصلی آب‌گرفتگی خیابان‌ها است. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، شبیه‌سازی ژئومتری زمین را با دقت و سرعت بالایی مقصور می‌سازد. بدین منظور با استفاده از الحاقیه HEC-GeoRAS-431 و نقشه‌های پلان رودخانه، ژئومتری بستر و اراضی حاشیه رودخانه سیاه‌رود شبیه‌سازی شد. با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های آماری، دبی‌ها با دروه بازگشت‌های مختلف برآورد گشت. سپس با بکارگیری اطلاعات ژئومتری بستر و اراضی حاشیه رودخانه در مدل هیدرولیکی HEC-RAS رفتار هیدرولیکی رودخانه شبیه‌سازی شد و پس از انتقال مجدد به محیط GIS، پهنه سیل‌گیر رودخانه ترسیم گردید. جهت تعیین دقیق‌تر نقاط پرخطر، فایل‌های تهیه شده همراه با لایه شبکه کانال‌های زهکشی با فرمت kmz به محیط Google Earth انتقال و در نهایت مکان‌های سیل‌گیر که امکان مسدود شدن مجاری تخلیه آب‌های سطحی شهری به رودخانه وجود داشته و باعث آب‌گرفتگی مناطق مجاور خود می‌گردند، شناسایی گردید.

کلیدواژگان: پهنه سیل‌گیر، مدل هیدرولیکی HEC-RAS، الحاقیه HEC-GeoRAS-431، محیط Google Earth

^۱ - رشت شرکت آب منطقه ای گیلان دفتر مطالعات پایه منابع آب Email:Khosro1taj@gmail.com
^۲ - رشت شرکت آب منطقه ای گیلان دفتر مطالعات پایه منابع آب Email:khanmot@gmail.com
^۳ - رشت شرکت آب منطقه ای گیلان دفتر مطالعات پایه منابع آب Email:naser_hagbhin@yahoo.com



HN10101310143

۱- مقدمه

نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب در مطالعات مدیریت سیلابدشت کاربرد وسیعی دارد. امروزه این نقشه‌ها یکی از اطلاعات پایه و مهم در مطالعات طرح‌های عمرانی در دنیا محسوب شده و قبل از هرگونه سرمایه‌گذاری و یا اجرای طرح‌های توسعه، بررسی آن در دستور کار سازمان‌های ذیربط قرار دارد.

(غلامی و همکاران، ۱۳۸۵) [۱]، با بکارگیری مدل هیدرولیکی HEC-RAS و قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به شبیه‌سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه هراز نمودند و نتایج مطالعه حاکی از آن بود که استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی موجب افزایش سرعت عمل و دقت مطالعات می‌گردد. (درخشان و همکاران، ۱۳۸۵) [۲]، در مطالعه خود با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان‌های مناسب برای تخلیه و زهکش رواناب‌های سطحی شهر رشت را مشخص کردند. (حسینی و ابریشمی، ۱۳۸۰) [۳]، مطالعاتی در این زمینه انجام داده و بر اساس نتایج آنها دقت شبیه‌سازی ژئومتری بستر و اراضی حاشیه رودخانه‌ها در نتایج شبیه‌سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه‌ها بسیار تأثیرگذار است.

(Correia و همکاران، ۱۹۹۹) [4]، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی در دشت‌های سیلابی که با توسعه شهری همراه است و در معرض خطر سیل قرار دارند، تأثیر کنترل کاربری اراضی در کاهش خطر سیل را ارزیابی و در ادامه اقدام به پهنه‌بندی و آنالیز سیل کردند. (Stephaen, ۲۰۰۲) [5]، در تحقیقات خود بر روی سیل‌های بوقوع پیوسته در سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ در حوزه آبخیز رودخانه سنگ زرد واقع در ایالت مونتانا، آمریکا پرداخت. وی همچنین برای تعیین پهنه‌های سیل رخ داده در این دو سال مشخصات ۲۵ مقطع را در طول یک مسیر ۱۸ کیلومتری برداشت و پهنه‌های سیل با دوره‌های بازگشت مختلف را تعیین کرد.

(Liang و Mohanty, ۱۹۹۷) [6]، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در منطقه ماهانادی واقع در اوراسیای هندوستان، اقدام به پهنه‌بندی سیل کرده و مدیریت سیلاب‌ها بر اساس پهنه‌بندی را به منزله یک روش غیرسازه‌ای کنترل سیلاب معرفی و آن را بهینه کردند. (Plate, ۲۰۰۲) [7]، در تحقیقات خود با نام خطر سیل و مدیریت آن، پهنه‌بندی خطر را به عنوان شیوه کاملاً مشخص برای سامان‌دهی و مدیریت خطرهای ناشی از عوامل طبیعی، زیست محیطی یا انسانی که از بین آنها سیل نیز بسیار بارزتر است، تعریف کرد. (Carson, ۲۰۰۶) [8]، اقدام به شبیه‌سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه و بررسی خطر سیلاب و فرسایش کنار رودخانه‌ای در ایالات متحده نمود.

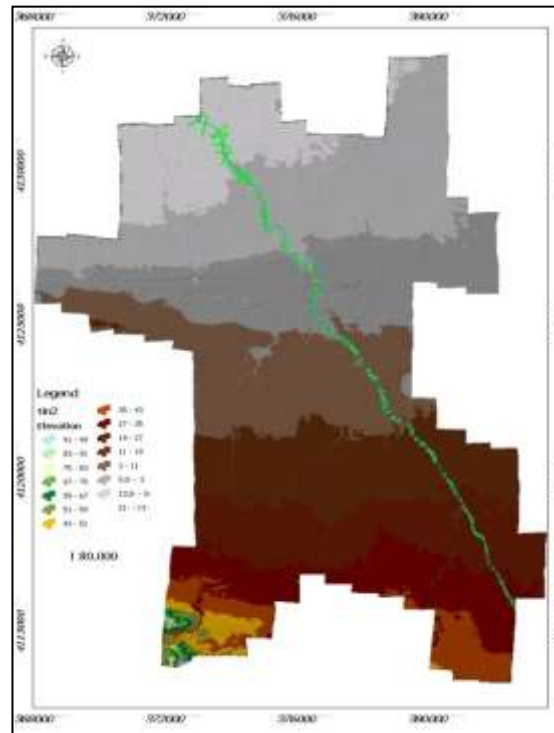
(Tate و همکاران، ۱۹۹۹) [9]، روشی را برای افزایش دقت آنالیز خروجی نرم افزار HEC-RAS در سیستم اطلاعات جغرافیایی بوسیله مطابقت دادن داده‌های نقشه برداری زمینی، هندسه رودخانه و کنترل زمینی ارائه دادند. (Pistocchi و Mazzoli, ۲۰۰۲) [10]، با استفاده از مدل‌های HEC-RAS و HEC-HMS به بررسی و مطالعه رودخانه‌ها به منظور مدیریت خطرات هیدرولیکی پرداختند.

(تلوری، ۱۳۷۶) [۱۱]، پهنه‌بندی خطر سیل در واقع ابزاری اساسی برای مدیریت کاهش خطرهای سیل و وسیله‌ای قانونی در دست دولت و مسئولان برای کنترل و مدیریت کاربری اراضی و برنامه‌های توسعه همزمان با کاهش خطرهای سیل و حفاظت محیط زیست است.

(بزرگ زاده، ۱۳۷۲) [۱۲]، اکثر شهرهای ایران در خروجی حوضه‌ها بنا شده‌اند، افزایش سطوح نفوذ ناپذیر که ناشی از شهرسازی و احداث ساختمان بر خاک‌های نفوذپذیر است، طبعاً از سطوح نفوذپذیر حوضه که قادر به جذب بخشی از بارندگی است، کاسته و در نتیجه بر حجم کل رواناب شهر افزوده است. (زارع، ۱۳۷۱) [۱۳]، در مطالعه‌ای که با استفاده از عکس‌های هوایی شهر تهران و تحلیل توپوگرافی منطقه انجام داده، از جمله علل بروز سیلاب در محدوده شهر را از بین رفتن مسیل‌های طبیعی توسط توسعه شهری و همچنین گسترش شهر در بستر رودخانه‌ای می‌داند.

۲- مواد و روش ها

رودخانه سیاهرود یکی از ۲ رودخانه دائمی و پرآبی می‌باشد که از ارتفاعات حدود ۷۰۰ تا ۸۰۰ متری جنوب رشت سرچشمه گرفته و طی یک مسیر ۴۰ کیلومتری با گذر از شهر رشت در جهت جنوب به شمال، در محلی به نام کماکل به رودخانه گوهررود ملحق شده و سپس با گذر از بخش پیربازار وارد تالاب انزلی می‌گردد. این رودخانه به دلیل عبور از شهر رشت و اضافه شدن فاضلاب صنعتی و شهری به آن از آلوده‌ترین رودخانه‌های کشور محسوب می‌شود. مساحت حوضه‌آبریز آن تا ایستگاه آب‌سنجی بهدان (ورود به دشت)، بالغ بر ۸۲/۴ کیلومتر مربع و آورد سالانه آن بطور متوسط حدود ۵۷ میلیون متر- مکعب است.^۱ محدوده مورد مطالعه در این رودخانه که در شکل شماره ۱ آمده است، بازه‌ای از رودخانه به طول تقریبی ۲۳ کیلومتر است که در محدوده شهری رشت واقع است.



شکل ۱ - موقعیت رودخانه و مقاطع در نقشه TIN محدوده شهری رشت

نسخه HEC-GeoRAS-431 مورد استفاده یکی از ضمائم (extensions) نرم افزار ArcGIS است که در فوریه ۲۰۱۱ تولید شده‌است و برای پردازش داده‌های زمینی در سیستم تحلیل رودخانه HEC-RAS طراحی شده و به کاربران امکان تهیه لایه‌های ورودی به مدل HEC-RAS را در محیط ArcGIS می‌دهد. این لایه‌ها شامل اطلاعات استخراج شده از لایه TIN (triangulated irregular network)، مانند مشخصات رودخانه، بازه‌ها، خطوط مقاطع عرضی و طول بازه پایین دست برای ساحل چپ، کانال اصلی و ساحل راست و نیز اطلاعات دیگری مانند ضریب مانینگ، گوره‌ها، سطوح جریان غیر موثر، سطوح مسدود شده، پل‌ها و کالورت و ... است.

^۱ - اطلس منابع آب شرکت آب منطقه‌ای گیلان



HN10101310143

در این مرحله با استفاده از ضمیمه HEC-GeoRAS در محیط نرم‌افزار ArcGIS از روی نقشه‌های پلان رودخانه به مقیاس ۱:۲۰۰۰ شرایط بستر نظیر خط اصلی جریان، کناره‌ها و مقاطع عرضی شبیه سازی گردید. با توجه به شرایط بستر رودخانه و کناره‌ها، ۱۲۷ مقطع برای رودخانه سیاه‌رود، به نحوی که معرف وضعیت عمومی رودخانه باشد در نظر گرفته شد. سپس برای تکمیل شرایط شبیه‌سازی، فایل‌های تهیه‌شده در محیط GIS به محیط مدل HEC-RAS انتقال داده شد. در این محیط فواصل بین مقاطع و داده‌های ضریب زبری مانینگ برای مقاطع که بطور جداگانه برای کانال اصلی، سواحل چپ و راست با عملیات میدانی و پیمایش مسیر رودخانه مورد مطالعه و استفاده از دستگاه GPS (Global Position System) تعیین شده بودند، وارد گردیدند. پس از تکمیل و وارد کردن داده‌های هندسی، داده‌های جریان شامل تعداد پروفیل‌هایی که باید محاسبه شوند، داده‌های جریان و شرایط مرزی در سیستم منظور می‌گردند. جهت انجام محاسبات هیدرولیکی، رژیم جریانی فوق‌بحرانی و از عمق نرمال استفاده گردید. سپس رفتار هیدرولیکی رودخانه سیاه‌رود در بازه محدوده شهری رشت در دبی‌های با دوره بازگشت مختلف، که از بین توزیع‌های آماری مختلف در نرم افزار Smada، توزیع گامبل به عنوان مناسب‌ترین توزیع انتخاب گردید، شبیه‌سازی شد و فایل نهایی مجدداً به محیط GIS منتقل گردید.

در این محیط توسط دستورات HEC-GeoRAS بر روی این فایل‌ها فرآیندهای لازم صورت گرفته و برای هر یک از پروفیل‌های سطح آب، نقشه‌های عمق آب و یا سرعت آب ساخته می‌شود. در انتها جهت نمایش بهتر و تعیین دقیق تر مکان‌های خطر پذیر سیل لایه‌ها پس از تبدیل به فایل‌های kmz، وارد Google Earth می‌گردند.

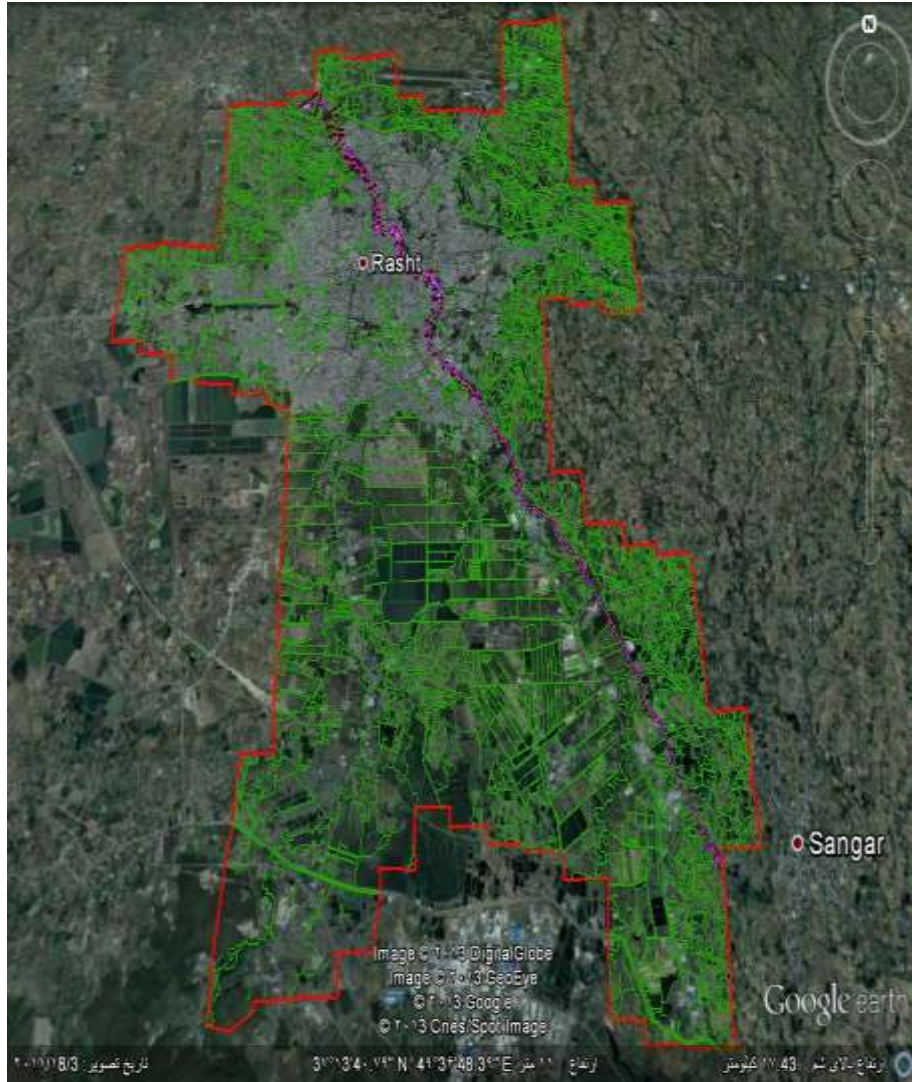
۳- نتایج و بحث

لایه TIN در واقع مبنای استخراج خطوط تراز و لایه‌های مورد نیاز RAS است و هرچه رقوم ارتفاعی به دست آمده دقیق تر باشد، مدل سه بعدی حاصل بیشتر به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود. در این تحقیق بدلیل استفاده از نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ رقومی جهت ساخت لایه TIN مرجع مناسبی جهت شبیه‌سازی بستر و دشت سیلابی حاصل گردید. با تصحیح و آماده سازی دبی‌های حداکثر لحظه‌ای سالانه مربوط به ایستگاه آب‌سنجی بهدان، برای تعیین دبی با دوره بازگشت مختلف از نرم افزار Smada و از بین توزیع‌های آماری مختلف، توزیع گامبل به دلیل هم‌پوشانی مناسب داده‌های مشاهداتی و محاسباتی و خطای کمتر، مناسب تشخیص داده شد و دبی با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله به صورت جدول شماره ۱ تعیین شد.

جدول شماره ۱ دبی با دوره بازگشت مختلف در ایستگاه آب سنجی بهدان

دوره بازگشت (سال) / دبی (مترمکعب بر ثانیه)							ایستگاه	رودخانه
۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	بهدان	سیاه‌رود
۲۰۴	۱۸۵	۱۶۶	۱۴۷	۱۲۱	۱۰۰	۶۹		

نتایج حاصل از الحاقیه HEC-GeoRAS در محیط GIS و نقشه‌های شبیه‌سازی شده از پلان، پهنه سیل ۵۰ ساله و مقاطع رودخانه سیاه‌رود در اشکال شماره ۲ تا ۱۰ مشاهده می‌گردد.



شکل شماره ۲- محدوده شهری و شبکه کانال های سنتی جمع آوری آبهای سطحی رشت



شکل شماره ۳ - پهنه سیل ۵۰ ساله رودخانه سیاهرود در ناحیه شمالی شهر رشت



شکل شماره ۴ - پهنه سیل ۵۰ ساله رودخانه سیاهرود در ناحیه مرکزی-شمالی شهر رشت



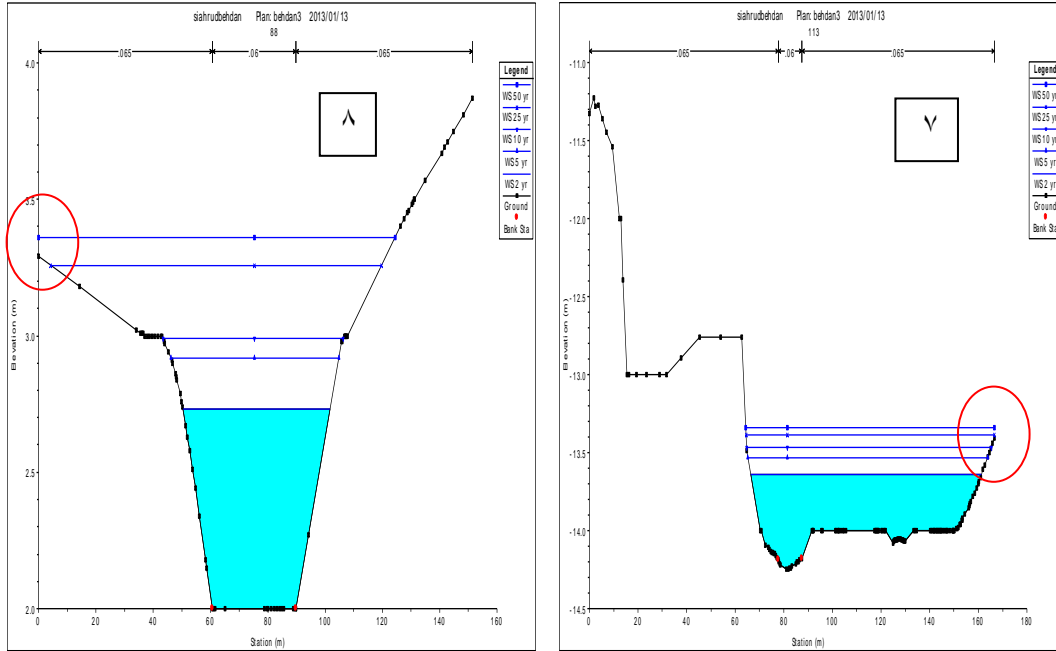
شکل شماره ۵ - پهنه سیل ۵۰ ساله رودخانه سیاهرود در ناحیه مرکزی - جنوبی شهر رشت



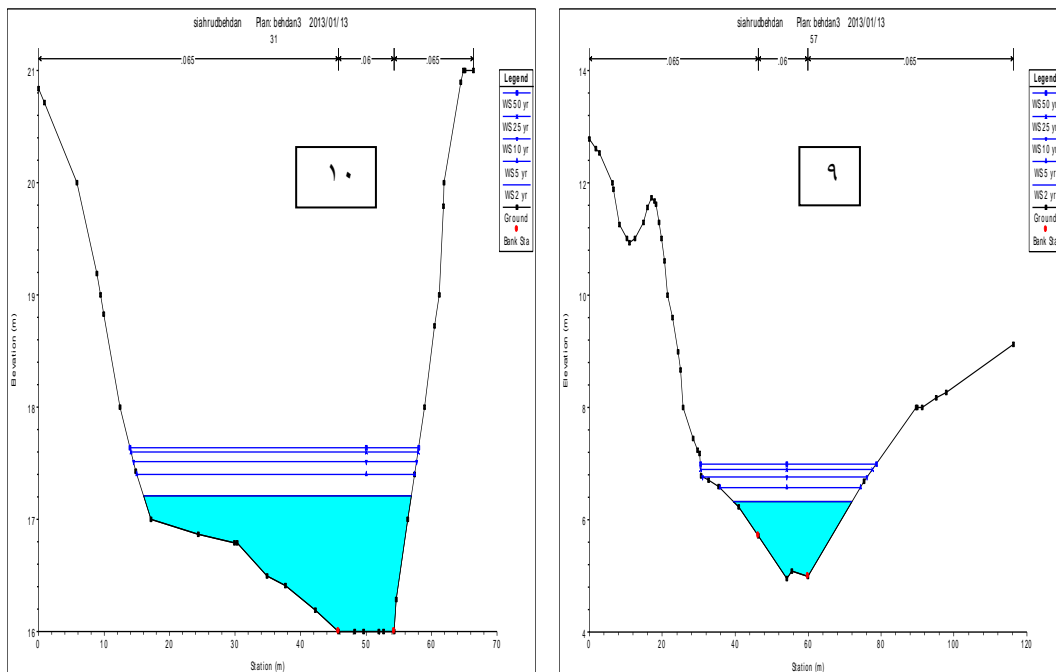
شکل شماره ۶ - پهنه سیل ۵۰ ساله رودخانه سیاهرود در ناحیه جنوبی شهر رشت



HN10101310143



اشکال شماره ۷ و ۸ - مقاطع عرضی شماره های ۸۸ و ۱۱۳ نیمه شمالی محدوده شهری با دوره های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ ساله



اشکال شماره ۹ و ۱۰ - مقاطع عرضی شماره ۳۱ و ۵۷ نیمه جنوبی شهر با دوره های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ ساله



HN10101310143

۴- نتیجه گیری

شبیه‌سازی پهنه سیل گیر رودخانه سیاه‌رود به منظور تعیین نقاط خطرپذیر سیل با استفاده از نسخه ۲۰۱۱ الحاقیه HEC-GeoRAS-431 و مدل هیدرولیکی HEC-RAS یکی از اقدامات و روش‌های غیرسازه‌ای است که می‌تواند در فراهم نمودن اقدامات اولیه برای برنامه ریزی در جهت مقابله با سیلاب از آن استفاده نمود. تهیه نقشه‌های پهنه بندی سیل برای شناسایی مناطق پرخطر و حادثه ساز جزء اولین کارهای سازمان‌های مسئول در این زمینه می‌باشد. در این تحقیق نقشه‌های تولید شده جهت نمایش بهتر وارد محیط Google Earth گردیده است. همانطور که در اشکال شماره ۳ تا ۶ دیده می‌شود محدوده شهری رشت به چهار ناحیه شمالی، مرکزی-شمالی، مرکزی-جنوبی و جنوبی تقسیم گردید. خطر سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله اراضی حاشیه‌ای اکثر نواحی را به جز ناحیه جنوبی، آن هم بدلیل آنکه کمتر در معرض تعرض و تصرفات غیر قانونی به بستر و حریم آن قرار گرفته است، در بر می‌گیرد.

بیشترین خطر در نواحی مرکزی شهر می‌باشد، با چنین حجم جریان و به دنبال آن افزایش سطح تراز آب در رودخانه که در پاره‌ای از مکان‌ها تا کناره‌ها رسیده که این را در پروفیل‌های عرضی رودخانه دیده می‌شود (اشکال شماره ۷ و ۸) و باعث طغیان رودخانه می‌گردند، امکان مسدود شدن مجاری و کانال‌های تخلیه آب‌های سطحی شهر وجود داشته که باعث برگشت آب به سمت اماکن و معابر شهری شده و آب گرفتگی را بوجود می‌آورد. این وضعیت خصوصاً در مناطقی که تراکم شبکه زهکشی و تخلیه آب‌های سطحی شهر کمتر بوده بخوبی خود را نشان می‌دهد (شکل شماره ۲).

لذا مدیریت بازه‌هایی از رودخانه که خطر سیل‌گیری بیشتری داشته و بر روی نقشه‌ها نیز بخوبی دیده می‌شود بسیار ضروری بوده و با انجام اقدامات سازه‌ای از قبیل ساماندهی، لایروبی، پاکسازی رودخانه، رفع موانع محدودکننده جریان عبوری در رودخانه و دیواره سازی، می‌توان تا حدود زیادی از طغیان رودخانه و یا مسدود شدن مجاری تخلیه آب‌های سطحی به رودخانه، جلوگیری نمود.

یکی دیگر از مهمترین اقداماتی در این زمینه که می‌تواند روند تخلیه و هدایت آب‌های سطحی موجود در سطح شهر را به سمت رودخانه سرعت بخشیده و از آب‌گرفتگی معابر شهری تا حدود زیادی جلوگیری نماید، ترمیم، اصلاح و راه‌اندازی شبکه کانال‌های سنتی و مدرن تخلیه آب‌های سطحی و فاضلاب در شهر می‌باشد که متأسفانه علیرغم پیشرفت خوبی که در زمینه ایجاد شبکه مدرن جمع‌آوری فاضلاب شده‌است، این پروژه هنوز به بهره‌برداری نرسیده است. شبکه کانال‌های سنتی نیز که اکثراً در گذشته به منظور آبیاری مزارع شالیزار و جمع‌آوری آب‌های سطحی شهر استفاده می‌شد، با رشد ساخت و سازها و توسعه شهری و عدم مدیریت صحیح، تخریب و تا حد زیادی کارایی خود را از دست داده‌اند.



HN10101310143

مراجع

- [۱] غلامی، و. سلیمانی، ک. ضیا تبار احمدی، م و موسوی، ر (۱۳۸۵) پیش‌بینی تأثیر اصلاح و برداشت موانع بستر رودخانه در کاهش خطر سیلاب و فرسایش کناری رودخانه‌ای (مطالعه موردی: رودخانه هراز)، مجله علمی-پژوهشی علوم کشاورزی دانشگاه ارومیه، جلد ششم، ص ۷۶-۸۶.
- [۲] درخشان، ش. غلامی، و. تقوی سلیمی، ا. (۱۳۸۹) شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه گوهررود و سیاه‌رود با سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل هیدرولیکی HEC-RAS. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد ۱۶، شماره ۱۹، ص ۷۷.
- [۳] حسینی، م و ابریشمی، ج (۱۳۸۰) هیدرولیک کانال‌های باز. انتشارات آستان قدس رضوی، ص ۶۱۳.
- [4] Correia, E.N., M.G. Saraiva, F.N. Silva and I. Romos. (1999). Floodplain Management in Urdan Development Area. Part II. Gis-Based Flood Analysis and Urdan Growth Modeling.
- [5] Stephen, R. 2002. Hydrologic Investigation by the u.s. Geological Survey Following the (1996) and (1997) Flood in the upper Yellowstone River, Montana American water Resources Association 19th Annual Montana Section One, PP. 1-18
- [6] Liang, S., and C.R.C. Mohanaty, (1997). Optimization of Gis-Based Flood Hazard Zoning A case study at the Mahanady Comand Area in Catak District, Orrisa, India. Journal of Chines Soil and Water Conservation 28(1), PP.11-20.
- [7] PLATE, E.J. (2002). Flood Risk and Flood Manegment, Journal of Hydrology 267, P.P.2-11.
- [8] Carson, E., (2006) Hydrologic modeling of flood conveyance and impacts of historic overbank sedimentation on West Fork Black s Fork. Vinta mountains, northeastern Utah, USA, Geomorphology, 368-383PP.
- [9] Tate, E.C., F. Olivera, and D. Maidment, (1999) Floodplain Mapping Using HEC-RAS and ARCVIEW GIS. Center for Research in Water Resources (CRWR). Report, NO.1-99pp.
- [10] Pistocchi, A., and P. Mazzoli, (2002) Use of HEC-RAS and HECHMS models with ArcView for hydrologic risk management, Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli. P.zza G.B. Morgagni, 2 -47100 Forl, Italy. 7P.
- [۱۱] تلوری، ع. (۱۳۷۶)، مدیریت مهار سیلاب و کاهش خسارت سیل. کارگاه آموزشی تخصصی مهار سیلاب رودخانه‌ها، همدان. ۱۶-۱۵، اردیبهشت ۵۹-۵۰.
- [۱۲] لیند، گ. (۱۳۷۲). سیل‌گیری شهرها. مصطفی بزرگ زاده. چاپ اول. انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران. ص ۳۸.
- [۱۳] زارع، ج. (۱۳۷۱). علل و عوامل سیلاب و آب‌گرفتگی در مناطق شهری ایران و راه‌های پیشگیری از آن. اولین کنفرانس بین‌المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری، تهران، ۲۳-۱۶۱ تیر. ۲۲-۱۴۹.