پهنه بندی سیلاب با تلفیق مدل هیدرولیکی Hec-Ras و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه موردی رودخانه کشف رود)

ندا محرم زاده گلیانی

کارشناس ارشد سازه‌های هیدرولیکی بخش سد سازی شرکت مهندسی مشاور طوس آب

Neda.moharamzadeh1@gmail.com

خلاصه

مناطق مجاور رودخانه‌ها که به دلیل شرایط خاص خویش فضاهایی مناسب برای انجام فعالیتهای اقتصادی و اجتماعی محسوب می‌شوند، همواره در معرض خطرات ناشی از وقوع سیلاب‌ها قرار دارند .از اینرو در این مناطق تعیین میزان پیشروی سیلاب و ارتفاع آن نسبت به رقوم سطح زمین و نیز تعیین خصوصیات سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف که تحت عنوان پهنه‌بندی سیلاب صورت می‌گیرد، حائز اهمیت فراوان است. این تحقیق به تلفیق مدل هیدرولیکی Hec-Ras با سیستم اطلاعات جغرافیاییGIS از طریق الحاقیه Hec-GeoRas به منظور برآورد پهنه سیل در بازه‌ای از رودخانه کشف‌رود در محدوده روستای صدرآباد در استان خراسان رضوی می‌پردازد .در این پژوهش با استفاده از نقشه توپوگرافی، گستره سیلاب در اراضی حاشیه رودخانه برای سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله محاسبه شده است. مشاهده شد که تلفیق سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با مدل HEC-RAS در تحلیل مناطق سیلگیر باعث تسهیل محاسبات و کاهش عملیات میدانی است.

کلمات کلیدی: پهنه‌بندی سیلاب، مدل هیدرولیکی، Hec-Ras، GIS، Hec-GeoRas

۱. مقدمه

پدیده سیلاب یکی از مهمترین و گسترده‌ترین بلایای طبیعی کشور است. به منظور کاهش خطرات احتمالی سیلاب و جلوگیری از تجاوز به بستر و حریم آن و بهره‌برداری از رودخانه، پهنه‌بندی مورد نیاز است. دینامیک جریان به دلیل تغییرات زیاد مقطع عرضی و مشخصات فیزیکی در طول مسیر پیچیدگی خاصی داشته و حل آن نیاز به مدل‌های کامپیوتری دارد[۱۰]. یکی از این روش‌ها مدل‌سازی هیدرولیکی یک بعدی (1D) با نرم افزار HEC–RAS 4.1 (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System) است. این مدل کارآیی بسیار بالایی در محاسبه پروفیل آب و پهنه‌بندی سیلاب دارد.

رودخانه کشف‌رود بعد از رودخانه اترک بزرگ‌ترین رودخانه شمال‌شرق کشور است که قبل از خارج شدن از مرز شرقی کشور، در پایین دست سد دوستی، به رودخانه هریرود می‌ریزد. منطقه مورد مطالعه در شمال شرقی ایران در استان خراسان رضوی و در فاصله ۱۸۰ کیلومتری شرق شهر مشهد و در فاصله ۷۵ کیلومتری جنوب سرخس واقع شده است. محدوده مورد مطالعه در مختصات "۳۲ ´۶ °۶۱ تا "۴ ´۷ °۶۱ طول شرقی و °۳۵ "۱۷ ´۵۱ تا "۴۶ ´۵۱ °۳۵ عرض شمالی قرار دارد. متوسط حرارت سالانه منطقه ۱۵/۹ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارش سالیانه ۲۱۴ میلی‌متر برآورد شده است.

جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی سیل احتیاج به تعیین تراز جریان سیلاب و انتقال رقوم سطح آب روی نقشه‌های توپوگرافی است. ناتوانی مرتبط کردن اطلاعات مربوط به خصوصیات پهنه‌های سیلاب با موقعیت فیزیکی آنها روی زمین از مشکلات در این زمینه است[۴]. انتقال نواحی پهنه‌بندی سیلاب روی نقشه‌های توپوگرافی که تا حد زیادی بصورت دستی انجام می‌شود یک فرآیند وقت‌گیر و همراه با خطا می‌باشد[۵]. سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS (Geographic Information System) به عنوان ابزاری قوی، توانایی ایجاد و آنالیز داده‌ها از منابع مختلف را داراست با افزودن خروجی GIS به عنوان مشخصات هندسی رودخانه در محیط HEC–RAS 4.1 و وارد کردن اطلاعات هیدرولیکی رودخانه اطلاعات لازم جهت پهنه‌بندی را دارا می‌باشیم. استفاده از الحاقیه HEC-GeoRAS 4.3 (Hydrologic Engineering Center- Geospatial River Analysis System) در محیط ARC GIS 9.3 به تشکیل بانک اطلاعاتی مکانی موردنیاز شامل مسیر رودخانه ، مقاطع عرضی، کرانه ها و بانک‌ها کمک می‌کند[۷]. نرم‌افزار GIS بر خلاف روش‌های متداول پهنه‌بندی سیل همچون مشاهده داغاب، محاسبه دستی و یا استفاده از

مدل‌های ریاضی در تحلیل پهنه سیلاب و انتقال دستی آن بر روی نقشه‌ها، نه تنها موجب صرفه جویی در زمان می‌شود بلکه از دقت بالاتری نیز برخوردار است[۱۲].

تیت و میدمنت (۱۹۹۹) مطالعاتی روشی درخصوص افزایش دقت ادغام نرم افزار Hec-Ras و Gis جهت پهنه‌بندی سیلاب به منظور بررسی رودخانه والر کریگر اوستین آمریکا انجام دادند[۳]. صادقی و همکاران(۱۳۸۲) با استفاده از نرم افزار Hec-Ras و سامانه اطلاعات جغرافیایی، به پهنه‌بندی سیلاب با دوره‌های بازگشت ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله در حوضه آبخیز شهر دارآباد تهران پرداختند[۹]. اسماعیلی و همکاران(۱۳۸۷) رفتار هیدرولیکی رودخانه کنجانچم استان ایلام را در مقابل سیلاب های احتمالی برای کاهش خسارت وارده مورد مطالعه قرار دادند[۶]. اعلمی و مصطفی‌پور(۱۳۸۷) از مدل هیدرولیکی HEC-RAS برای مطالعه هیدرولیکی سیلاب و نرم افزارGIS برای استخراج مقاطع عرضی نقشه‌های رقومی ۸۰۰۰ متر از محدوده رودخانه قرنقو به مناطق سیلابدشت و از ابزار HEC-GeoRAS به منظور بررسی نتایج مدل و پهنه‌بندی سیلاب استفاده کردند و نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب و حد بستر و حریم سیل را تهیه کردند [۸]. شعبانلو و همکاران(۱۳۸۷) پهنه‌بندی سیلاب به ازای دوره بازگشت‌های مختلف را برای شبکه رودخانه‌های استان گلستان با استفاده از نرم‌افزار GIS انجام دادند و تعداد روستاها و شهرهای خسارت دیده و میزان مساحت آسیب دیده و خسارت وارده ناشی از سیل را پیش‌بینی نمودند[۱۱]. سعیدی و همکاران(۱۳۹۱) از نرم‌افزارهای Hec-Ras وArcGis برای تحلیل جریان رودخانه گاماسیاب در استان کرمانشاه و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب و تعیین حریم و بستر رودخانه استفاده کردند [۱۰] . اعتمادی و همکاران(۱۳۹۱) به منظور ارزیابی خسارت سیل، اقدام به تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب رودخانه کارده در استان خراسان با استفاده از از نرم‌افزارهای Hec-Ras وArcGis نمودند [۷]. شهیری‌پارسا و همکاران(۲۰۱۳) پهنه‌بندی سیلاب با دوره‌های بازگشت ۲، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله رودخانه جوهر در مالزی را انجام دادند[۲]. ریبا و همکاران(۲۰۱۵) از تلفیق نرم‌افزارهای Hec-Ras وArcGis برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب و نحوه توزیع آن در حوضه سونگای مالزی استفاده کردند و نشان دادند که نقشه‌های تهیه شده با روش از دقت بالایی برخودار هستند[۱].

۲. مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق از مدل هیدرولیکی Hec-Ras نسخه ۴.۱ به منظور تحلیل هیدرولیکی مدل استفاده شده است. برای ورود داده‌های هندسی به Hec-Ras و ویرایش و نمایش خروجی داده‌ها از آن از بسته نرم‌افزاری ArcGis نسخه ۹.۳ به همراه الحاقیه HEC-GeoRAS استفاده شده است. برای انجام این تحقیق از ۳ گام اصلی آماده‌سازی داده‌های هندسی، تحلیل هیدرولیکی و آنالیز مدل با Hec-Ras و ویرایش و نمایش خروجی مدل با استفاده از نرم افزارArcGis استفاده شده است.

۲-۱- آماده‌سازی داده‌های اولیه

۲-۱-۱- مدل هیدرولیکی Hec-Ras

نرم افزار Hec-Ras یک سیستم جامع نرم‌افزاری است که توسط انجمن مهندسین امریکا برای انجام محاسبات هیدرولیکی یک بعدی در یک شبکه کامل از کانال های طبیعی طراحی و تولید شده است. سیستم Hec-Ras شامل چهار جزء تجزیه و تحلیل رودخانه یک بعدی برای: (۱)محاسبات پروفیل سطح آب در جریان ثابت (۲)شبیه سازی جریان ناپایدار (۳)محاسبات انتقال رسوب مرز متحرک و (۴)تجزیه و تحلیل کیفیت آب است. مدل فوق روندیابی در رودخانه را هم در حالت جریان ماندگار و هم غیر ماندگار را انجام می دهد. چند شاخه‌ای شدن آبراهه ها را نیز در این مدل می توان تعریف کرد. علاوه بر این می توان در این مدل در صورت وجود هرگونه سازه های آبی شامل پل، بند، سد، آبگذر(کالورت) و .... را به مدل تعریف و اضافه نمود و تاثیر آن را در روندیابی مشاهده نمود. از خروجی‌های مدل فوق می توان به تغییرات پروفیل سطح آب در دبی های با دوره بازگشت‌های مختلف در بازه های مورد نظر در رودخانه، مقادیر سرعت جریان، عمق نرمال، عمق بحرانی، و خصوصیات و پارامترهای هیدرولیکی در رودخانه اشاره کرد. ورودی‌های مدل شامل مقاطع عرضی آبراهه، ضرایب زبری (در این بخش می توان ضرایب زبری مختلفی را در یک مقطع عرضی با توجه به تغییرات عمق و شکل مقطع تعریف کرد) و دبی های طرح در دوره بازگشتهای مختلف و فاصله بین مقاطع است.

اطلاعات اولیه مورد نیاز جهت پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل HEC-RAS عبارتند از اطلاعات هیدرولیکی(ضرایب زبری رودخانه مورد مطالعه، وضعیت مسیر رودخانه از جمله پلان رودخانه، مقاطع عرضی رودخانه)، اطلاعات توپوگرافی (پروفیل طولی و عرضی رودخانه و

اراضی حاشیه) و اطلاعات جریان سیل (هیدروگراف ورودی سیل و دبی با دوره بازگشت ۵۰ ساله). شبیه‌سازی رفتار هیدرولیک جریان با استفاده از مدل‌های رایانه‌ای مستلزم آن است که تأثیر زبری مجرا که عامل اتلاف انرژی تلقی می‌شود به گونه‌ای منطقی تعیین گردد. کاربردی‌ترین روش تعیین ضریب زبری مانینگ عبارت است از: بازدید میدانی(شکل۱) ، قضاوت کارشناسی و استفاده از جداول پیشنهادی ارائه شده توسط محققان، که عموماً بر مبنای نوع دانه‌بندی بستر و پوشش آن ارائه شده‌اند. ضریب مانینگ (n) برای در کل مقطع و در کل طول رودخانه با توجه به بررسی‌های انجام شده و قضاوت مهندسی به صورت یکسان ۰/۰۲۸ در نظر گرفته شده است.

شکل۱- نمایی از شرایط رودخانه جهت تخمین ضریب زبری مانینگ

در موقعیت تقریبی منطقه مورد بررسی، بر روی رودخانه کشف‌رود، سیلاب‌های رودخانه به ترتیب در ایستگاه هیدرومتری کشف‌رود-آق-دربند و کشف‌رود-پل‌خاتون اندازه‌گیری می‌شود. بنابراین از آمار این دو ایستگاه به طور مستقیم در تحلیل‌ها استفاده شده است. آبدهی حداکثر لحظه‌ای رودخانه کشف‌رود در بازه مورد بررسی در دوره بازگشت‌های مختلف در جدول ۱ آورده شده است.

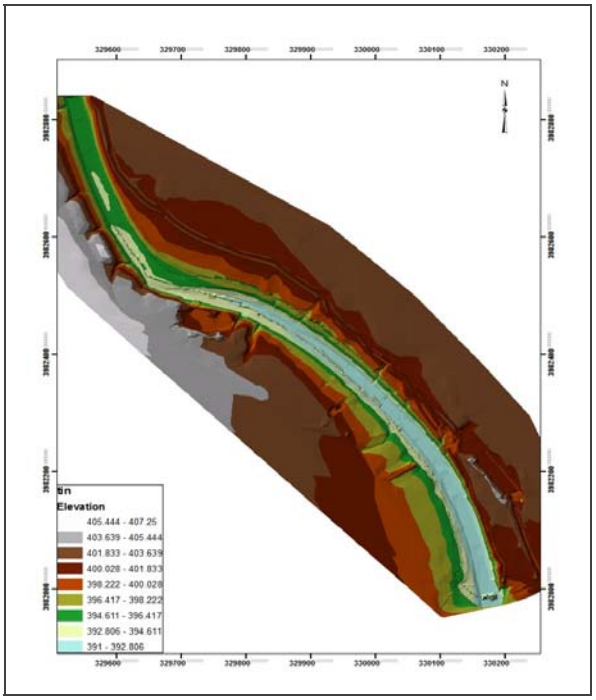
جدول ۱- آبدهی حداکثر لحظه‌ای رودخانه کشف‌رود در زیرحوضه میانی در دوره بازگشت‌های مختلف بر حسب مترمکعب بر ثانیه

دوره بازگشت (سال)	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰
Q_p (مترمکعب بر ثانیه)	٦٧	١٢٩	١٩٠	٢٦٦	٣٧٤	٤٦٥	٥٥٨	٦٨٦

۲-۱-۲- سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS

سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS تکنولوژی ذخیره‌سازی، مدیریت، ویرایش و آنالیز داده‌هایی است که ماهیتا بر زمین منطبق است. GIS قابلیت برقراری ارتباط بین اطلاعات جغرافیایی(نقشه) و اطلاعات غیرجغرافیایی(جداول اطلاعاتی) و ایجاد امکانات تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی با استفاده از اطلاعات غیرجغرافیایی و بالعکس را دارا است. یکی از مهمترین ابزارهای نرم‌افزار GIS، مدل سه بعدی زمین است که کاربرد زیادی در تعیین ارتفاع عوارض نقشه، تعیین مقدار شیب، جهت شیب و غیره دارد. مدل‌های سه بعدی زمین در GIS به دو دسته DEM(GRID) و TINتقسیم می‌شوند. از آنجا که نرم افزار GIS کاربرد زیادی در علوم مهندسی دارد، لذا نرم افزارهای واسطه‌ای به منظور ارتباط GIS با نرم افزارهای علوم مهندسی تولید شده‌اند. یکی از این‌ها الحاقیه HEC-GeoRAS است.

با استفاده نقشه‌های توپوگرافی منطقه با مقیاس 1:500 ، لایه شبکه نامنظم مثلثی TIN در محیط ArcGis تهیه گردید (شکل۲) تا استخراج لایه‌های داده‌های ورودی Hec-Ras با استفاده از آن صورت پذیرد.



شکل۲- لایه TIN تهیه شده از روی نقشه توپوگرافی

۲-۱-۳- الحاقیه HEC-GeoRAS

استفاده از الحاقیه HEC-GeoRAS جهت تهیه و استخراج FeatureClass های مختلف رودخانه، در قالب یک فرمت Geo Data Base و در محیط ArcGis از الزامات این تحقیق است، به طوری‌که پس از استخراج لایه‌های مورد نیاز و انجام پردازش‌های لازم، نتایج به مدل Hec-Ras انتقال داده شده و پس از تحلیل و مدلسازی، در نهایت جهت تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب نتایج از Hec-Ras به محیط ArcGis انتقال داده می‌شوند.

شبیه‌سازی هندسی رودخانه توسط الحاقیه HEC-GeoRAS در محیط ArcGis با استفاده از شبکه مثلثی تولید شده لایه‌های زیر توسط گزینه Ras Geometry الحاقیه HEC-GeoRAS تهیه می‌شود:

– لایه مرکز جریان (River):که پس از رسم مسیر جریان نامی نیز باید به آن اختصاص داد.

– لایه سواحل چپ و راست (Banks): که در حقیقت مرز قسمت اصلی رودخانه با سیلاب‌دشت‌های چپ و راست را مشخص می‌کند.

– لایه جهت جریان رودخانه (Flowpath): در این لایه باید جهت جریان مسیر رودخانه و سواحل چپ و راست است را ترسیم نمود که از بالادست به پائین‌دست می‌باشد.

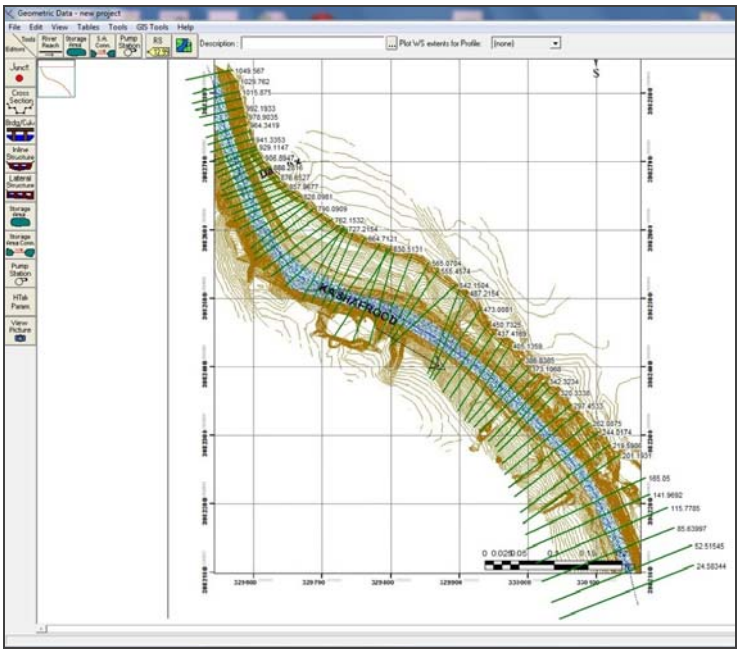
- لایه مقاطع عرضی ،(Xscutlines): که باید مقاطع عرضی رودخانه را از جهت چپ به راست بر روی مسیر جریان مشخص نمود.

- لایه تخصیص سطح کاربری (Land use): با رسم چندضلعی‌هایی که مشخص کننده تغییرات ضریب زبری مانینگ در این لایه می‌باشند، میتوان به هرکدام ضریب متفاوتی را اختصاص داد.

در نهایت اطلاعات تولید شده در GIS به نرم‌افزار Hec-Ras منتقل شده و سپس مشخصات هندسی رودخانه(مشخصات هیدرولیکی و هیدرولوژیکی جریان رودخانه از قبیل شرایط مرزی محدوده مورد مطالعه، نوع رژیم جریان، دبی رودخانه با دوره بازگشت ۵۰ ساله) در مدل Hec-Ras تکمیل می‌شود. پس از اجرای مدل Hec-Ras، نتایج خروجی به سیستم ArcGIS برگردانده و پهنه سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله نمایش داده می‌شود. در صورتی‌که این اطلاعات به محیط ArcGIS انتقال یابد، با استفاده از توابع تحلیلی GIS امکان نمایش نتایج نهایی مانند سطح آبگرفتگی به ازای دوره بازگشت ۵۰ساله در هر نقطه از دشت سیلابی را فراهم می‌گرداند.

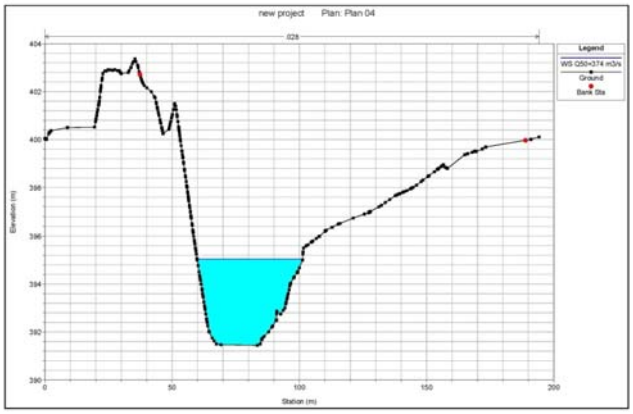
۲-۲- تحلیل هیدرولیکی مدل

پس از انتقال لایه‌ای اطلاعاتی مورد نیاز از محیط ArcGis به Hec-Ras (شکل ۳)، باید شرایط تحلیل مدل از نظر زیربحرانی و فوق‌بحرانی و یا جریان مختلط و همچنین شرایط مرزی جریان را برای نرم‌افزار مشخص نمود. با توجه به شیب کم رودخانه و تحلیل ابتدایی آن جریان از نوع زیربحرانی تشخیص داده شد. لذا چون جریان زیربحرانی است، باید یک شرط مرزی از پایین‌دست برای آن انتخاب نمود. با توجه به مشخص نبودن تراز آب در پایین‌دست، از شیب رودخانه به عنوان شرط مرزی که معیار تعیین عمق نرمال است استفاده گردید. سیلاب ۵۰ ساله با حداکثر دبی ۳۷۴ مترمکعب بر ثانیه نیز انتخاب گردید.



شکل۳- انتقال مقاطع عرضی به Hec-Ras

بعد از تکمیل مدل هندسی و تعیین نوع جریان و معرفی به نرم‌افزار، مدل جهت یک تحلیل جریان ماندگار آماده می‌باشد. پس از تحلیل، پهنه سیلاب به صورت رقوم سطح آب محاسبه و در محل مقاطع عرضی نشان داده می شود. در شکل۴ تراز سطح آب در مقطع پایین‌دست رودخانه نشان داده شده است.



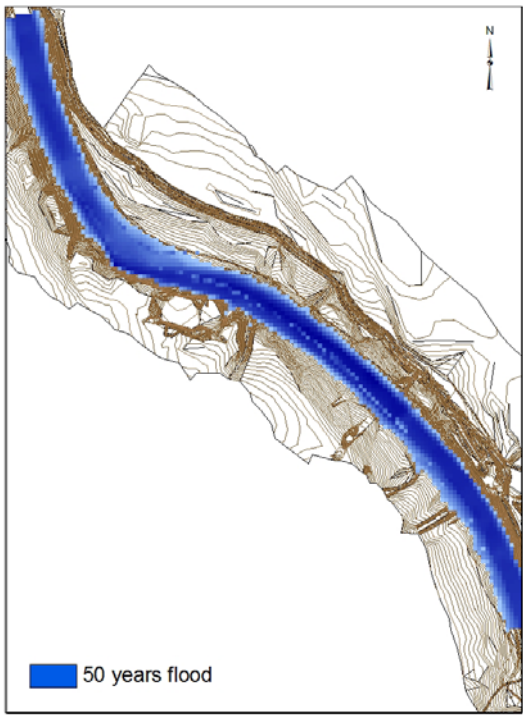
شکل ۴- نمونه‌ای از مقطع عرضی رودخانه و تراز سطح آب برای سیلاب ۵۰ ساله (مقطع ۱۶۵.۰۵)

۲-۳- تهیه نقشه پهنه‌بندی سیلاب

پس از انجام محاسبات مربوط به تعیین رقوم سطح آب، فایل آنالیز ذخیره و به منظور ترسیم نقشه پهنه سیل توسط الحاقیه HecGeo-Ras به محیط ArcGis انتقال می‌یابد. در نهایت نقشه پهنه‌بندی سیلاب برای سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله در طول مسیر رودخانه تولید می‌گردد

۳. نتایج و بحث

نتایج حاصل از شبیه سازی رودخانه به صورت مقاطع عرضی، پروفیل‌های طولی، نمای سه بعدی جریان، جدول پارامترهای هیدرولیکی در مقاطع عرضی و نمودارهای تغییرات پارامترهای هیدرولیکی در طول رودخانه، در خروجی‌های نرم‌افزار HEC-RAS قابل نمایش می باشد .در صورتی‌که این اطلاعات به محیط ArcGIS انتقال یابد، با استفاده از توابع تحلیلی GIS امکان نمایش نتایج نهایی مانند سطح آبگرفتگی به ازای دوره بازگشت‌های مختلف، ارتفاع و عمق آب در هر نقطه از دشت سیلابی را فراهم می‌گردد. با توجه به روشی که شرح آن داده شد نقشه پهنه‌بندی سیلاب بازه‌ای از رودخانه کشف رود و در مجاورت روستای صدرآباد تهیه گردید(شکل۵). با توجه به اینکه حداکثر تراز سیلاب برابر با ۳۹۶/۴۰ متر از سطح دریا و حداقل تراز روستای صدرآباد ۴۰۱ متر از سطح دریا است، بنابراین در صورت وقوع سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ ساله خطر سیل گرفتگی روستای مذکور را تهدید نمی‌کند. در شکل ۵ می‌توان تغییرات عمق جریان را نیز مشاهده نمود. قسمت‌های پر رنگ‌تر نشان دهنده عمق جریان بیشتر می‌باشند.



شکل۵- پلان پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ سال برای بازه‌ای از رودخانه کشف رود

۴. نتیجه‌گیری

تفاوت در گسترش پهنه سیلاب‌گیر در درجه اول ناشی از ویژگی‌های توپوگرافی مسیر می باشد، بنابراین هرچه دقت نقشه توپوگرافی بالاتر باشد به همان نسبت مقاطع دقیق‌تر و در نتیجه نتایج دارای دقت بالاتری خواهند بود. .هر جا عرض بستر آبراهه زیاد شده پهنای سطح سیلابی نیز افزایش یافته و آب در سطح وسیع‌تری گسترش داشته است . برعکس، هر جا مقطع تنگ‌تر شده به همان نسبت پهنای سطح سیلابی نیز کاهش یافته و به موازات آن عمق سطح سیلابی افزایش یافته است. نتایج مربوط به مدل HEC-RAS دلالت بر توانایی مدل در تعیین وضعیت هیدرولیک جریان در بازه مورد مطالعه داشته است. با توجه به تامین اطلاعات اولیه هندسی در GIS ، تلفیق HEC-RAS و GIS قابلیت بالایی در مدیریت دشت‌های سیلابی در محدوده مورد مطالعه را داشته و باعث افزایش دقت، سرعت و کاهش هزینه‌های مطالعاتی مهندسی رودخانه می‌شود.

۵. مراجع

۱. Reba, M.N.D., Halim, M.K.A., and Roslan, Nurul Hani., 2015. *INTEGRATION OF GIS AND HEC-RAS HYDRAULIC MODEL FOR FLOOD INUNDATION MAPPING IN SUNGAI su BASIN*.

۲. Shahiri Parsa, A., Heydari, M., Sadeghian. M, Moharrampour. S., 2013. *Flood Zoning Simulation by HEC-RAS Model (Case Study: Johor River-Kota Tinggi Region), Journal of River Engineering*,20.13, volume1, Issue1

۳. Tate, E. C. and D. R. Maidment (1999). *Floodplain mapping using HEC-RAS and ArcView GIS*, University of Texas at Austin.

۴. Venkatesh, M. Aaron, C., Julie, C., 2008. *GIS techniques for creating river terrain models for hydrodynamic modeling and flood inundation mapping. Elsevier Science / Environmental modelling & software*, 2008, Volume 23(1300 – 1311)

۵. Yang, Jie., Townsend, Ronald D., and Daneshfar, Bahram., 2006.*Applying the HEC-RAS model and GIS techniques in river network floodplain delineation. Canadian journal of civil engineering*. 2006. Vol. 33.

۶. اسماعیلی، ف. و حسونی‌زاده، ه. ۱۳۸۷، *پهنه بندی خطر سیلاب با استفاده ازمدل ریاضی وGIS (مطالعه موردی: رودخانه کنجانچم (گاوی) استان ایلام)*، دومین کنفرانس ملی نیروگاههای آبی کشور، تهران، شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران

۷. اعتمادی، م. عزیزیان، غ. و اکبری، م. ۱۳۹۱، *کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در پهنه‌بندی سیلاب (مطالعه موردی : رودخانه کارده در خراسان رضوی)*، سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب، ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

۸. اعلمی, م. و مصطفی پور، ه. ۱۳۸۷، *پهنه‌بندی حریم و بستر و تعیین کاربری اراضی (مطالعه موردی رودخانه قرنقو)*، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب، تبریز، انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران، دانشگاه تبریز

۹. باقری‌عباسعلی‌کشی، ع. موسوی جهرمی، ح. و صدقی، ح. ۱۳۸۵، *پهنه‌بندی سیلاب رودخانه گرمرود با استفاده از مدل هیدرولیکی-HEC RAS*، هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز، سازمان آب و برق خوزستان، دانشگاه شهید چمران اهواز

۱۰. سعیدی, م. رفیقی اسکویی، ن. دماوندی نژاد منفرد، ا. ۱۳۹۱، *کاربرد GIS درپهنه بندی سیلاب و تعیین حدحریم بستر رودخانه گاماسیاب*، نهمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز

۱۱. شعبانلو، س. صدقی،ح. ثقفیان، ب. و موسوی جهرمی، ح. *پهنه‌بندی سیلاب در شبکه رودخانه‌های استان گلستان با استفاده از GIS*، مجله پژوهش آب ایران، ۱۳۸۷، سال دوم، شماره سوم(۲۲-۱۱)

۱۲. میرناصری، م. و فضل اولی، ر. ۱۳۹۱، *پهنه بندی سیلاب با تلفیق نرم افزارهای HEC-RAS و GIS (مطالعه موردی بخشی از رودخانه چالوس)*، نهمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز