

پهنه‌بندی سیلابدشت با تلفیق مدل هیدرولیکی و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

حجت کرمی^۱، عبدالله اردشیر^۲، سید هادی حسینی^۳، محمدعلی میکائیلی^۴

۱- دانشجوی دکتری مهندسی عمران-آب دانشگاه صنعتی امیر کبیر

۲- استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی امیر کبیر

۳- کارشناس ارشد مهندسی عمران-آب، دانشگاه صنعتی امیر کبیر

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیر کبیر

تلفن: ۰۹۱۲۴۸۰۳۳۵۰ ، پست الکترونیکی: Hkarami1359@yahoo.com

چکیده

از مهم‌ترین پارامترها در مدیریت سیلابدشت، کنترل سیلاب، تخمین خسارات سیل و تعیین حق بیمه سیل، تعیین دقیق مرزهای سیلابدشت یا همان پهنه بندی سیلاب می باشد. بطور معمول پهنه بندی سیلاب براساس مدل‌سازی هیدرولیک جریان در شرایط دائمی بدست می آید. در این تحقیق به منظور دستیابی به پیش‌بینی‌های دقیق‌تر، تحلیل هیدرولیک جریان براساس هیدروگراف سیلاب در شرایط جریان غیردائمی (Unsteady) بررسی گردیده است. به منظور استخراج اطلاعات مقاطع عرضی از روی نقشه‌های توپوگرافی برای مدل هیدرولیکی HEC-RAS، الحاقیه ای بنام HEC-GeoRAS در محیط Arcview تهیه شده است که بواسطه آن اطلاعات مذکور از مدل رقومی زمین استخراج می‌گردند. پس از استخراج اطلاعات مقاطع عرضی، مدل‌سازی هیدرولیکی انجام و نتایج آن در زمانهای مختلف به محیط Arcview ارسال و پهنه سیلاب در زمان‌های مختلف تهیه می‌گردد. در این تحقیق مراحل فوق در مورد رودخانه دوغ در استان گلستان انجام گرفته و نهایتاً پهنه سیلاب در زمان‌های مختلف تعیین شده است که می‌تواند در مدیریت سیلاب مورد استفاده قرار گیرد. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند در سیستم هشدار سیل در محدوده‌های شهری و یا روستایی مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه ها: GIS، پهنه بندی سیلاب، مدل HEC-RAS، الحاقیه HEC-GeoRAS، خطرپذیری

مقدمه

از اساسی ترین گامها در مدیریت سیلابدشت، کنترل سیلاب، تخمین خسارات سیل، تعیین حق بیمه سیل و تعیین دقیق مرزهای سیلابدشت یا همان پهنه بندی سیلاب می‌باشد که دستیابی به این نتایج جز با تحلیل هیدرولیکی امکان پذیر نمی‌باشد. مدل‌های ریاضی نقش محوری را در این تحلیل‌ها دارا هستند. با استفاده از این مدل‌ها می‌توان پروفیلها و پهنه های سیلاب را در طول مسیر رودخانه که هر یک مربوط به شدت جریان خاصی می باشد را به سادگی تعیین نمود. بطور معمول پهنه بندی سیلاب براساس مدل‌سازی هیدرولیک جریان در شرایط دائمی بدست می آید. بعبارت دیگر هیدرولیک جریان در طول مسیر رودخانه با معرفی حداکثر بده هیدروگراف سیل با دوره برگشت مشخص و برای شرایط جریان دائمی مورد بررسی قرار می‌گیرد. مشخصاً در بازه‌هایی از رودخانه که از محدوده شهرها و روستاها عبور می‌نماید تحلیل صحیحی از زمان عبور سیلاب بدست نمی‌آید. به منظور دستیابی به این هدف لازم است تا هیدرولیک جریان براساس هیدروگراف سیلاب در شرایط جریان غیردائمی بررسی گردد. بعبارت دیگر وسعت آبگرفتگی حاشیه رودخانه در زمانهای مختلف مشخص و بر اساس آن می‌توان میزان خطرپذیری را تعیین نمود. اما نقص اکثر مدل‌های هیدرولیکی، ناتوانی آنها در مرتبط کردن اطلاعات مربوط به خصوصیات پهنه های سیلاب با موقعیت فیزیکی آنها روی زمین است. معمولاً به منظور مشخص کردن پهنه

سیلاب، رقومهای سطح آب را به صورت دستی روی کاغذهای مربوطه ترسیم می نمایند. با کامپیوتری کردن عملیات ترسیم پهنه سیلاب می توان در وقت و نیروی انسانی به میزان قابل توجهی صرفه جویی کرد. با افزایش قابلیت دسترسی به اطلاعات دیجیتال و کارایی تحلیل های کامپیوتری، GIS نقش بسزایی را در مدلسازی هیدرولوژیکی و هیدرولیکی ایفا نموده است. با رشد و توسعه فناوری های نوین، روش های موجود تهیه نقشه های پهنه بندی سیل و محیط نمایش آنها نیازمند استفاده از ابزاری موثر می باشد. نقش GIS به عنوان ابزاری قدرتمند در مدلسازی هیدرولوژیکی و هیدرولیکی همچنان رو به افزایش است. چنین سیستمی توانایی قابل ملاحظه جهت مدیریت سیلاب دشت قبل از وقوع سیل و حتی مدیریت بحران، امداد و نجات را در اختیار مدیران و کارشناسان مربوطه قرار می دهد. GIS در اوایل دهه ۱۹۶۰ برای اولین بار در کانادار مطرح و از آن تاریخ به بعد، روز به روز بر طرفداران آن افزوده شد تا در دهه ۸۰ جنبه جهانی پیدا نمود. مزیت استفاده از GIS در مدلسازی هیدرولیکی، پتانسیل بالای آن در استخراج اطلاعات رقومی مقاطع عرضی با دقت بسیار زیاد از روی مدل رقومی زمین (Digital Elevation Model-DEM) می باشد DEM را می توان در قالب دو ساختار اصلی داده ها در GIS یعنی رستری و برداری تولید کرد. ارزش هر سلول در DEM با ساختار رستری معادل ارتفاع متوسط قطعه کوچکی از زمین خواهد بود. مدل رقومی در حالت برداری دارای ساختار ویژه ای است که شبکه های نامنظم مثلثی (Triangular Irregular Networks-TIN) نیز نامیده می شود [1]. Beavers در سال ۱۹۹۴ اولین فعالیتها را در زمینه برقراری پیوند بین مدل های هیدرولیکی و GIS انجام داد. به این ترتیب ابزاری به نام ARC/HEC2 بمنظور کمک به هیدرولوژیستها در تحلیلهای مربوط به پهنه بندی سیلاب تهیه گردید. این برنامه قادر است اطلاعات مربوط به عوارض زمین را از پوششهای روی نقشه استخراج نموده و سپس داده هایی را که توسط کاربر به عنوان ورودی سیستم معرفی می شود، بر روی آن درج نماید. این ورودی ها می توانند مقادیر ضریب زبری مانینگ، ثابتهای انقباض و انبساط کانال و... باشد. در نهایت این اطلاعات را به نحوی تغییر می دهد که بتوان آنها را بعنوان ورودی برنامه HEC-2 بکار برد [2]. در سالهای اخیر، اکثر کارشناسان هیدرولیک برنامه مورد استفاده خود را از HEC-2 به مدل HEC-RAS که یک برنامه تحت ویندوز است، تغییر داده اند. Ackerman و همکاران در سال ۱۹۹۹ از HEC-GeoRAS بعنوان برنامه مرتبط کننده ArcInfo و HEC-RAS استفاده کردند. این نگارش خاص GeoRAS از ArcInfo برای بدست آوردن اطلاعات جغرافیایی که در HEC-RAS مورد نیاز است استفاده می کند [3]. در نهایت، در سال ۱۹۹۹ برنامه HEC-GeoRAS برنامه مرتبط کننده Arcview و HEC-RAS توسط HEC ارائه شد که از آن به منظور استخراج اطلاعات جغرافیایی مورد نیاز HEC-RAS استفاده می شود [4].

منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق طول بازه ای از رودخانه دوغ معادل ۶ کیلومتر برای پهنه بندی دشت سیلابی انتخاب گردید. رودخانه دوغ طولانی ترین سرشاخه رودخانه گرگانرود بوده، بیشترین مساحت حوزه را نیز دارا می باشد. این رودخانه از مناطق جنوب شرقی و شرق حوزه سرچشمه گرفته و دارای سه سرشاخه عمده به نامهای شاخه رباط قره بیل، شاخه قیزقلعه و شاخه نردین می باشد. این سرشاخه ها در حوالی روستای دشت بهم رسیده و پس از بهم پیوستن به نام رودخانه دوغ هویت می یابند مدل هیدرولیکی و Arcview، پهنه بندی لحظه ای سیلاب با دوره برگشت ۱۰۰ ساله به منظور بررسی خطرپذیری منطقه مسکونی برای این بازه از رودخانه تهیه شده است.

مدلسازی و شبیه سازی

در این مقاله برای تحلیل هیدرولیک جریان از مدل HEC-RAS استفاده شده است که قادر به شبیه سازی جریان های یک بعدی دائمی و غیر دائمی بوده و به خوبی می تواند سازه های عرضی همچون پل، سد های انحرافی و مخزنی و سرریز را مدل نماید [5]. نظر به اینکه هدف از تهیه این مقاله، تحلیل لحظه ای پهنه سیلاب در مسیر رودخانه بویژه در محدوده منطقه مسکونی می باشد لذا نیازمند مدلسازی غیردائمی جریان سیلاب می باشد. بعبارت دیگر با انجام این شبیه سازی، پهنه سیلاب

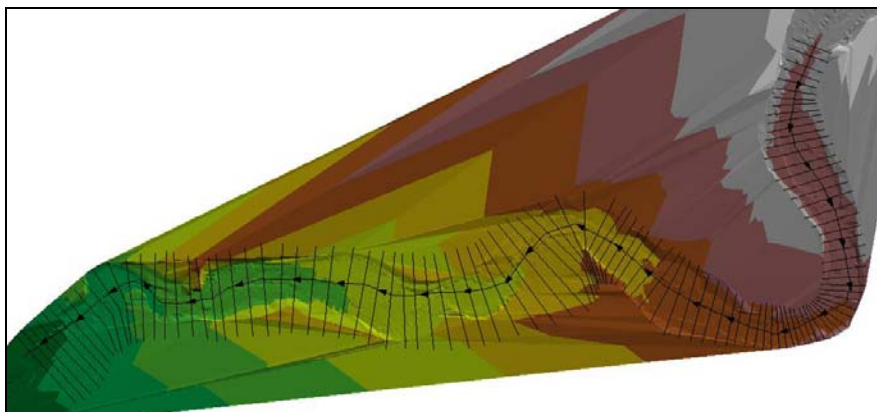
در زمانهای مختلف در طول مسیر رودخانه مشخص شده که در نهایت منجر به تشخیص زمان ورود سیلاب به منطقه مسکونی و در نتیجه بروز خسارات به ابنیه و تاسیسات می گردد. همچنین می توان به منظور نمایش محدوده مورد مطالعه و تحلیل و استخراج اطلاعات مورد نیاز همچون پهنه سیلاب در زمانهای مختلف حاصل از تحلیل هیدرولیکی، از نرم افزار Arcview استفاده نمود. مزیت استفاده از Arcview درمدلسازی هیدرولیکی، پتانسیل بالای آن برای بدست آوردن اطلاعات توپوگرافی مربوط به مقاطع با دقت بسیار بالا از مدل رقومی زمین ، تصویر سازی سه بعدی از رودخانه و ابنیه و تاسیسات موجود در حاشیه آن است. به همین منظور در سال ۱۹۹۹ موسسه HEC الحاقیه ای را تحت عنوان HEC-GeoRAS در محیط Arcview برای استخراج فایل ورودی مورد نیاز مدل هیدرولیکی HEC-RAS تهیه نمود. تلفیق Arcview و HEC-RAS ابزار بسیار قدرتمندی را در اختیار مدیران بخش مطالعات رودخانه قرار می دهد که بتوانند در تعیین دقیق پهنه سیلاب و مدیریت دشت سیلابی تصمیم مناسب اتخاذ نمایند.

تهیه مدل رقومی زمین

تهیه اطلاعات مقاطع عرضی رودخانه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی یکی از جمله مشخصات مورد نیاز به منظور ارزیابی خصوصیات هیدرولیک جریان رودخانه می باشد. در محیط Arcview و با استفاده از HEC-GeoRAS ، اطلاعات جغرافیایی مقاطع عرضی از مدل رقومی زمین که در قالب شبکه نامنظم مثلثی (TIN) می باشد استخراج گردید. همچنین می توان تاسیسات موجود در داخل و خارج از رودخانه را در مدل رقومی زمین نمایش داد. به منظور تهیه TIN، از نقشه‌های توپوگرافی دارای رقم استفاده می گردد. به این ترتیب که پس از تعریف یک پروژه جدید در ArcView ، وارد کردن نقشه‌های مذکور در آن و فراخوانی ابزار های لازم، مدل رقومی زمین در قالب TIN تهیه می گردد. به منظور تهیه TIN منطقه مورد مطالعه از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱/۲۰۰۰ برداشته شده توسط مهندسین مشاور پیمایش ایران استفاده شده است.

ایجاد فایل ورودی HEC-RAS

پس از تهیه مدل رقومی زمین در قالب TIN، اولین گام در تهیه فایل ورودی HEC-RAS مشخص نمودن رودخانه توسط لایه مسیر رود می باشد. این لایه بصورت ناحیه به ناحیه از بالادست به پایین دست تهیه می شود که هر ناحیه در بردارنده نام رود خانه و بازه مربوطه است. از این لایه بمنظور تعیین محدوده قرارگیری مقاطع، نمایش موقعیت رودخانه در مدل HEC-RAS و تعریف جهت جریان در رودخانه استفاده می شود. شکل ۱، لایه مسیر رودخانه و مقاطع عرضی ترسیم شده بر روی مدل رقومی رودخانه دوغ را نشان می دهد. جداسازی مجرای جریان اصلی در رودخانه از سواحل آن توسط لایه سواحل انجام می شود. موقعیت سواحل هر مقطع محل برخورد این لایه با لایه سطح مقطع ها خواهد بود. موقعیت، وضعیت و پهنای مقاطع در لایه مقاطع عرضی معرفی می شود. HEC-GeoRAS با توجه به خطوط ترسیم شده در این لایه، اطلاعات رقومی هر یک از مقاطع عرضی را از مدل رقومی زمین استخراج و در فایل ورودی HEC-RAS درج می نماید.

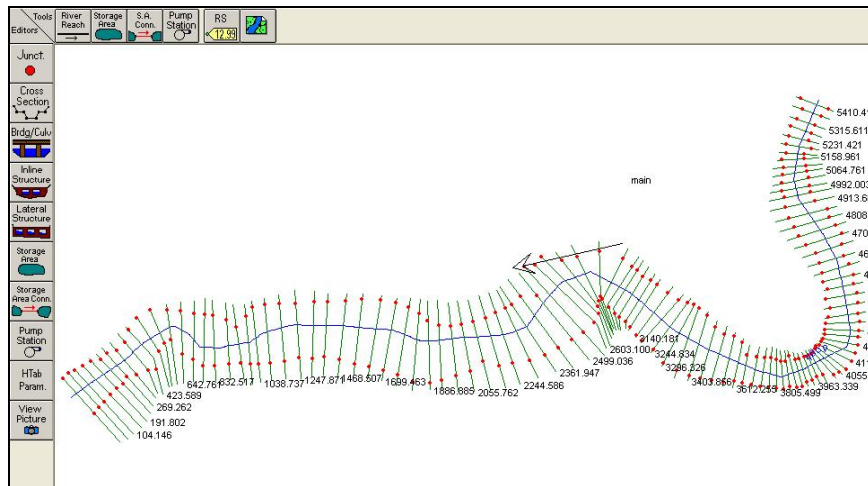


شکل ۱: لایه مسیر جریان و لایه مقاطع عرضی رودخانه دوغ

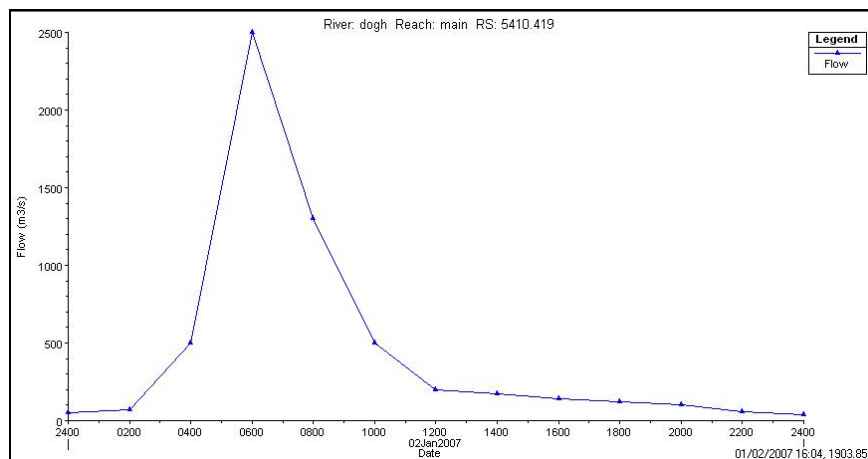
پس از تهیه لایه‌های مذکور، می‌توان فایل ورودی را که در نتیجه یک تجزیه و تحلیل در محیط Arcview حاصل شده است به مدل HEC-RAS معرفی نمود.

پهنه‌بندی سیلاب و نتایج

با استخراج مشخصات هندسی رودخانه در محیط Arcview و وارد کردن آن به مدل هیدرولیکی (شکل ۲)، دیگر مشخصات لازم همچون ضریب مانینگ و هیدروگراف سیلاب با دوره برگشت ۱۰۰ ساله (شکل ۳) برای شبیه‌سازی غیردائمی هیدرولیک جریان به مدل HEC-RAS معرفی شده است.



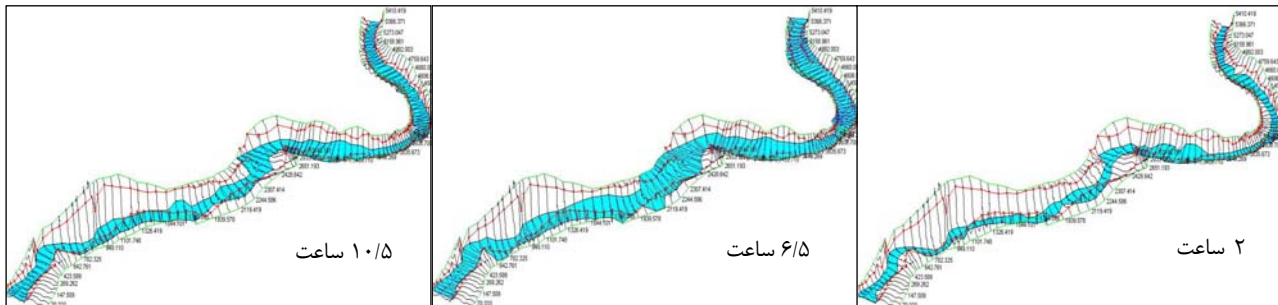
شکل ۲: شمای کلی رودخانه دوغ در مدل هیدرولیکی HEC-RAS



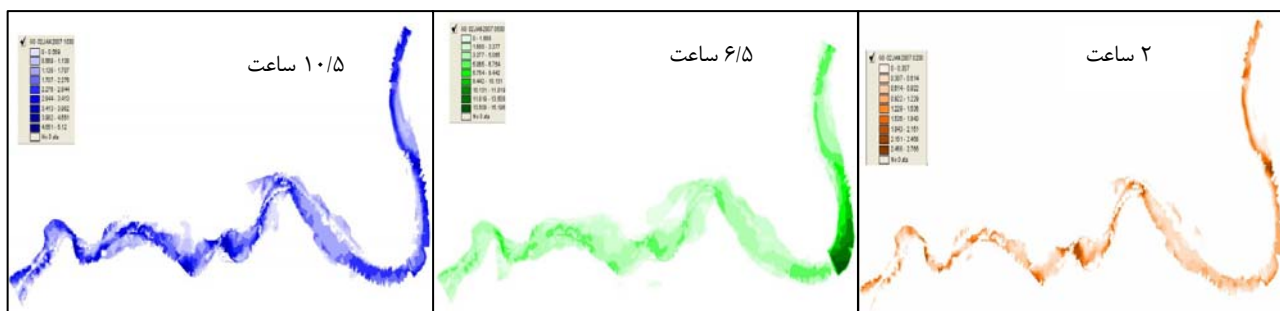
شکل ۳: هیدروگراف سیل با دوره برگشت ۱۰۰ ساله رودخانه دوغ

در مدل HEC-RAS پهنه سیلاب در زمانهای مختلف بصورت رقوم سطح آب محاسبه شده و در پروفیل طولی و نمای سه بعدی نشان داده می‌شود. شکل ۴ پروفیل سطح آب در زمانهای ۲، ۵/۶ و ۱۰/۵ ساعت پس از وقوع سیل و شکل ۵، TIN پهنه سیلاب در زمانهای مذکور در رودخانه دوغ را نشان می‌دهند. از آنجا که مدل HEC-RAS قادر به نمایش واقعی منطقه مسکونی موجود

در حاشیه رودخانه نمی‌باشد لذا استفاده از تصویر سه بعدی مدل HEC-RAS، بتنهایی قادر به تشخیص زمان شروع آبگرفتگی و خطرپذیری منطقه مسکونی نخواهد بود. به همین منظور می‌توان با استفاده از نتایج رقوم سطح آب در زمانهای مختلف و ماکروهای پس‌پردازنده الحاقیه HEC-Geo-RAS، پهنه سیلاب در زمانهای مذکور در محیط Arcview را تهیه نمود.



شکل ۴: پروفیل طولی سطح آب سیلاب با دوره برگشت ۱۰۰ ساله در زمانهای ۲، ۶/۵ و ۱۰/۵ ساعت پس از وقوع سیل



شکل ۵: TIN سطح آب در زمانهای ۲، ۶/۵ و ۱۰/۵ ساعت پس از وقوع سیل

برای ارزیابی خسارات ناشی از سیل با استفاده از ماکزیمم عمق آب و سرعت در نواحی مختلف، که از مدل هیدرولیکی HEC-RAS قابل استخراج می‌باشد و فراخوانی این داده‌ها در Arcview و تهیه تصاویر سه بعدی منطقه آب گرفته این عمل انجام می‌گیرد و مناطق به سه دسته: الف- مناطق پر خطر، ب- مناطق با خطر پذیری متوسط و ج- مناطق با خطر پذیری کم دسته‌بندی می‌شوند. با داشتن اطلاعات در مورد مناطق مسکونی، زراعی و ... در این بازه مورد مطالعه رودخانه می‌توان آسیب‌پذیری مناطق را بررسی و خسارات ناشی از این سیلاب را برآورد کرد.

نتیجه‌گیری

روشهای سنتی متداول همچون مشاهده داغابها ویا 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 می‌گردند، از دقت کمتری در تحلیل نتایج برخوردار می‌باشند. استفاده از سامانه‌های جمع‌آوری داده‌های مکانی می‌توانند موجب کاهش زمان اکتساب، پردازش و تحلیل داده‌ها گردند. سیلاب یک پدیده سه بعدی است و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) نیز در شرایط سه بعدی یک ابزار مناسب با هزینه اندک برای یکپارچه‌سازی، افزایش دقت پهنه بندی و انعکاس واقعی تصاویر می‌باشد. با استفاده از تصویرسازی سه بعدی در GIS می‌توان یک مدل سه بعدی واقعی از نقشه‌های رقومی زمین و نتایج محاسبات هیدرولیکی تهیه نمود که ضمن کنترل نتایج، اطلاعات دقیقی برای انجام مدیریت صحیح بر روی مناطق

سیلگیراستخراج نمود. در این تحقیق ابتدا اطلاعات لازم از قبیل نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰۰۰ رودخانه دوغ جمع آوری و سپس به منظور استخراج اطلاعات مقاطع عرضی از الحاقیه ای بنام HEC-GeoRAS در محیط Arc-View استفاده گردید. تحلیل هیدروگراف سیلاب با دوره برگشت ۱۰۰ ساله با استفاده از مدل غیردائمی HEC-RAS صورت پذیرفت و مجدداً از الحاقیه مذکور به منظور پس پردازش پهنه های سیلاب بر روی نقشه ها استفاده گردید. نتایج حاصل می توانند به عنوان ابزار قدرتمند و مفیدی برای مدیریت و کنترل بحران ناشی از سیلاب بکار برده شود.

منابع

- [1] Carter, J.R. (1988) Digital Representations of Topographic Surfaces Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54(11), 1577-1580. <http://www.esri.com/software/arcview/extensions/index.html>.
- [2] Beavers, M.A. (1994) Floodplain Determination Using HEC-2 and GIS. Masters Thesis, Department of Civil Engineering, The University of Texas at Austin.
- [3] Ackerman, Cameron T., Thomas A. Evans, Gary W. Brunner (1999) HEC-GeoRAS: Linking GIS to Hydraulic Analysis Using ARC/INFO and HEC-RAS, International ESRI User Conference, ESRI, Redlands, CA.
- [4] ESRI (Environmental Systems Research Institute). (1999) ArcView GIS Extensions. Internet site, HEC-Geo RAS (User's Manual). 2000. US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center.
- [5] USACE, Hydrologic Engineering Center, River Analysis System HEC-RAS, Hydraulic Reference Manual version 3.0, January 2001. www.usace.army.mil