کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) دربرنامه ریزی برای مقابله با خطر سیلاب

هوشنگ خیری[۱]، وحید غلامی[۲]، اسماعیل نیکزاد طهرانی[۳]، سحاب خادمی[۴]

[۱] استادیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان khairy1700@gmail.com
[۲] استادیار دانشکده منابع طبیعی گیلان gholami.vahid@gmail.com
[۳] دانش‌آموخته رشته مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی ساری، دانشگاه مازندران
Nikzadtehrani@gmail.com
[۴] دانشجوی رشته مهندسی منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
Khademisahab@gmail.com

چکیده

در طی دهه اخیر در سطح استان‌های شمالی کشور بخصوص شرق استان مازندران و استان گلستان ما شاهد بروز سیلاب‌های متعدد و وقوع خسارات جانی و مالی بوده‌ایم. به‌منظور جلوگیری از چنین وقایع و تأمین امنیت جانی و مالی مردم روش‌های برای فرار از سیلاب و یا کاهش خطر سیلاب وجود دارد. یکی از روش‌های مدیریتی در فرار از سیلاب بحث پهنه‌بندی سیلاب و تعیین حریم رودخانه‌ها هست. از روش‌های که برای کاهش خطر سیلاب می‌توان استفاده نمود تأسیس سدهای در بالادست حوزه‌های آبریز است. در این تحقیق از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی برای پهنه‌بندی سیلاب در مقطعی از رودخانه هراز واقع در شهرستان آمل و همچنین طراحی و مطالعه تأثیر یک سازه در کاهش دبی اوج و حجم سیلاب دریکی از زیر حوزه‌های حوزه سد گلستان استفاده شد. برای روند یابی هیدرولیکی در رودخانه هراز از الحاقیه HEC-GeoRAS (شبیه‌سازی ژئو متری بستر و دشت سیلابی رودخانه) و برای ارائه مدل بارش رواناب از الحاقیه HEC-GeoHMS(شبیه‌سازی خصوصیات فیزیکی حوزه آبریز) و مدل هیدرولوژیک HEC-HMS استفاده شد. تحقیق حاضر حاکی از دست‌یابی به نتایج مطلوب با دقت بالا در زمانی کوتاه، با به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی است، اما این امر مشروط به استفاده از داده‌های ورودی صحیح است.

کلمات کلیدی: GIS، سیلاب، ژئومتری بستر، خصوصیات فیزیکی حوزه آبریز، شمال ایران.

۱- مقدمه

سیلاب یکی از بلایای طبیعی است که هر ساله موجب وارد آوردن خسارات جانی و مالی فراوانی در نقاط مختلف کشور می شود. اطلاع از دبی اوج سیلاب و برآورد دقیق آن و محدوده های که در سیلاب به زیر آب خواهند رفت در مدیریت بحران و آمادگی برای مقابله با خطر سیلاب تاثیر چشمگیری دارد. با برآورد دبی اوج سیلاب و بررسی خطر سیلاب می توان تدابیری برای کاهش خسارات ناشی از آن اتخاذ نمود. سامانه اطلاعات جغرافیایی[1] قابلیت بالایی در شبیه سازی ژئومتری آبراهه ها و رودخانه ها دارد (غلامی و همکاران، ۱۳۸۴). کریستوفر و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه ای به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی و نرم افزار HEC-HMS با ایجاد شبکه آنالیز هیدرولوژیکی در حوزه های آبریز، مدلهای توزیعی، نیمه توزیعی و یکپارچه را مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که مدلسازی نتایج قابل قبولی را در مقایسه با سیلاب مشاهده ای و حجم کل رواناب نشان می دهد. استون (۲۰۰۱)، با استفاده از پیش پردازشگر CRWR-PREPRO اقدام به تولید ورودی های مدل حوزه نمود و در سیستم مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS عملیات کالیبراسیون مدل را اجرا و یک مدل هیدرولوژیک برای تجزیه و تحلیل سیل طراحی کرد. خلیقی (۱۳۸۳)، از روش شماره منحنی برای تبدیل بارش به رواناب و از روش ماسکینگام در محیط نرم افزار HEC-HMS برای روندیابی استفاده نمود. اسمیت و همکاران (۲۰۰۰)، از یک مدل هیدرولوژیکی توزیعی برای شبیه سازی رواناب استفاده نمودند. سووان وراکامترون (۱۹۹۴)، از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای شبیه سازی خصوصیات فیزیکی مدل هیدرولوژیکی بهره جستند.

آزاگرا و همکاران(۱۹۹۹)، به منظور پهنه بندی سیلاب در حوزه آبریز رودخانه وادو در شهر آستین ایالت تگزاس آمریکا، جهت تهیه و پردازش نقشه های پهنه بندی سیل از مدل هیدرولیکی HEC-RAS به همراه عکسهای هوایی استفاده نمودند. هیل(۲۰۰۱)، مزایایی متعددی برای استفاده از الحاقیه HEC-GeoRAS (Arcview-GIS) و نرم افزار HEC-RAS به منظور پهنه بندی سیلاب ذکر نمود. هیالمارسون(۱۹۹۸)، به بررسی فرسایش در بستر، کناره های رودخانه و رسوبگذاری در سیلابها پرداخت. بیر(۲۰۰۲)، یکی از مهمترین مزایای استفاده از الحاقیهHEC–GeoRAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی را دقت و صرفه جویی در هزینه و اعمال بهترین روش مدیریتی در منطقه بر شمرد. کارسون (۲۰۰۶)، اقدام به شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه و بررسی خطر سیلاب و فرسایش کناری رودخانه ای در ایالات متحده(یوتا) نمود. بین کا و همکاران(۲۰۰۶)، در مطاله ای به بررسی اثرات برداشت شن از سواحل در هلند اقدام نمودند. هدف از تحقیق حاضر بررسی برخی قابلیت های سیستم اطلاعت جغرافیایی در علم هیدرولوژی و مدیریت خطر سیلاب در البرز مرکزی می باشد.

۲- مواد و روشها

تحقیق حاضر در مقطعی از رودخانه هراز بطول ۳۲۵۰ متر در بالادست شهر آمل و همچنین در زیر حوزه ای از حوزه گرگان رود واقع در استان گلستان با بکاریگری سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل های هیدرولوژیک و هیدرولیکی انجام پذیرفته است. این تحقیق در دوبخش الف- پهنه بندی سیلاب رودخانه هراز به منظور تعیین حریم رودخانه و ب) طراحی سازه و بررسی میزان تاثیر آن در کاهش خطر سیلاب در حوزه گرگان رود انجام گرفت.

۲-۱- کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیـایی در ارائه مدل هیدرولوژیک و مطالعات سازه ها

مدل بارش – رواناب از بخشهای مختلف شامل خصوصیات فیزیکی حوزه آبریز ، اطلاعات بارش، شاخص های کنترل و سایر مباحث تشکیل شده است. مر حله ابتدایی شبیه سازی خصوصیات فیزیکی یا ژئومتری حوزه های آبریز می باشد. دراین تحقیق برای بررسی اثر یک سدخاکی در دبی خروجی یک زیر حوزه از زیر حوزه های حوزه گرگان رود (شکل۱) از الحاقیه HEC-GeoHMS در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی برای شبیه سازی خصوصیات فیزیکی حوزه آبریز و از مدل HEC-HMS برای ارائه یک هیدرولوژیک استفاده شد. خصوصیات فیزیکی حوزه آبریز به مدل HMS وارد شد. برای ارائه مدل هیدرولوژیک از روش شماره منحنی و برای روندیابی هیدرولوژیک از روش Lag استفاده شد. یک واقعه سیلاب برای ارائه مدل و چند واقعه برای اعتبار یابی مدل بکارگرفته شد. پس از اعتبار یابی، بارش مولد سیلاب تاریخی سال ۱۳۸۱ برای مدل و برای ارزیابی تاثیر سد خاکی طراحی شده در نظر گرفته شد . مدل حوزه در شکل شماره ۲ مشاهده می شود. برای شبیه سازی سازه از روش Elevation- Aera استفاده شد که در این روش برای محاسبات حجم مخزن سد ، TIN (مدل سه بعدی) ساخته شده از نقشه های رقومی (پلان) مخزن سد در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی بکارگرفته شد و حجم مخزن برای ارتفاعات مختلف محاسبه و در شکل شماره۳ در قالب یک نمودار ارائه شده است.

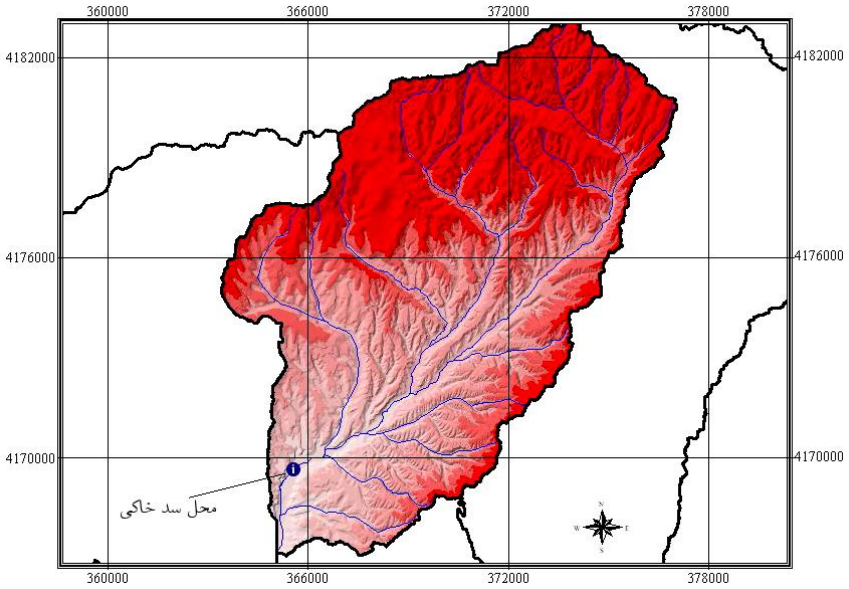
[1]- Geographic Information System

۲-۲- کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیـایی در شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه

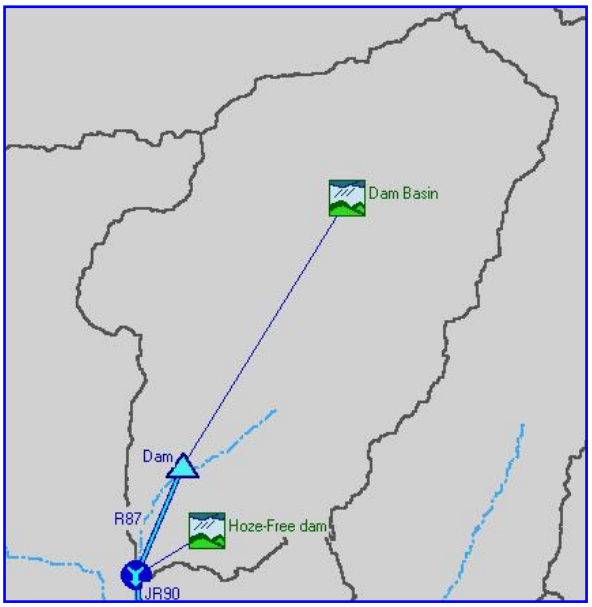
برای شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه ها از قابلیتهای سیستم اطلاعات جغرافیایی در شبیه سازی ژئو متری کف بستر و حاشیه رودخانه ها یا کانالهای باز می توان استفاده نمود. در ابتدا با بکارگیری نقشه های رقومی پلان رودخانه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی یک TIN ساخته و بعد با بکارگیری این TIN و الحاقیه HEC-GeoRAS، به شبیه سازی ژئومتری کف بستر رودخانه و حاشیه آن اقدام می شود (کناره ها، مقاطع عرضی و ...). این اطلاعات به محیط نرم افزار HEC-RAS برای روند یابی هیدرولیکی وارد شد و اطلاعات مربوط به ضرایب زبری، مقاطع عرضی، دبی ها مورد نظر و نوع رژیم جریان اعمال شده و مدل اجرا شد. ضرایب زبری مانینگ و مقاطع عرضی با مطالعات صحرایی و دبی ها با دوره بازکشتهای مختلف با آزمودن توزیع های آماری مختلف در محیط نرم افرار Smada تعیین شدند که در نهایت توزیع لوگ پیرسون نوع سوم بعنوان بهترین توزیع مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت نتایج اجرای مدل هیدرولیکی به محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تهیه نقشه های پهنه بندی سیلاب وارد شد.

۳- نتایج

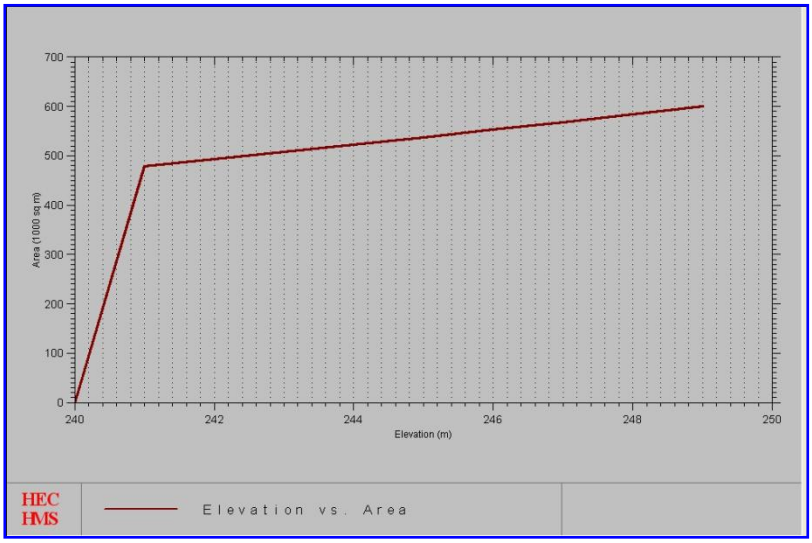
همان طوری اشاره شد ابتدا یک مدل بارش – رواناب برای زیر حوزه ه ای در حوزه سد گلستان ارائه و اعتبار یابی شد . سپس محاسبه حجم مخزن سد توسط روش Elevation-Aera در محیط GIS با بکارگیری TIN ساخته شده از نقشه های توپوگرافی مخزن بالادست سد انجام پدیرفت (شکل ۳). شبیه سازی سازه با در نظر گرفتن ابعاد آن، ابعاد سریز و ضریب سرریز صورت گرفت و مدل اجرا گشت. نتایج درغالب هیدروگراف سیلاب حوزه آبریز بالادست سد و هیدروگراف سیلاب ورودی و خروجی سد به ترتیب در اشکال شماره ۴ و ۵ ارائه گردیده است. در بخش دیگر تحقیق با بکاریگیری الحاقیه HEC-GeoRAS(Arcview-GIS) برای شبیه سازی بستر و دشت سیلابی رودخانه هراز و مدل هیدرولیکی HEC-RAS برای روند یابی هیدرولیکی اقدام به شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه هراز در سیلابها با دروه بازگشتهای مختلف شد. ژئو متری شبیه سازی شده با بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی برای روند یابی هیدرو لیکی رودخانه هراز در اشکال شماره ۶ و ۷ مشاهده می شود. همچنین در شکل شماره ۸ پهنه های سیلاب با دوره بازگشتهای مختلف که در واقع نتایج روند یابی هیدرولیکی است که در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی بصورت نقشه ای به نمایش درآمده است مشاهد می شود.



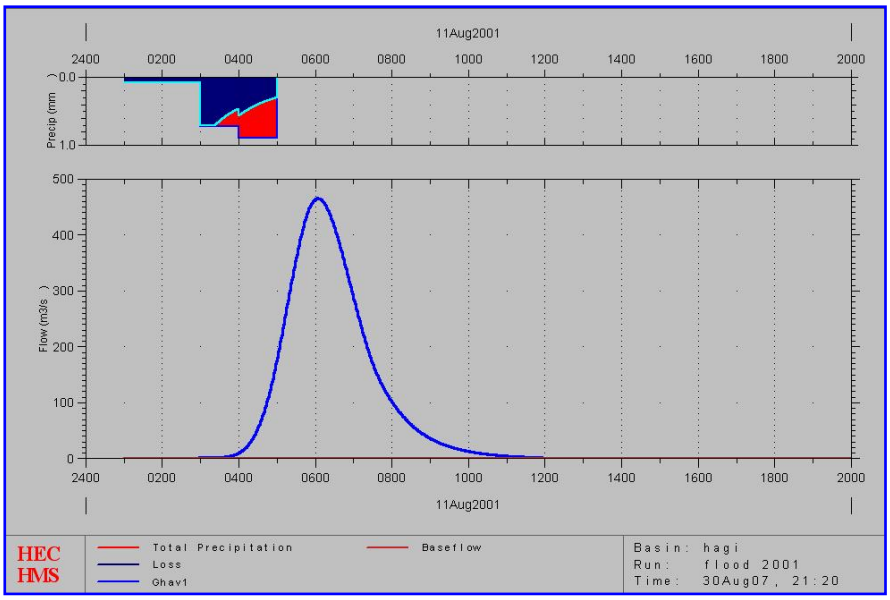
شکل (۱) موقعیت سد خاکی و زیر حوزه مورد مطالعه.



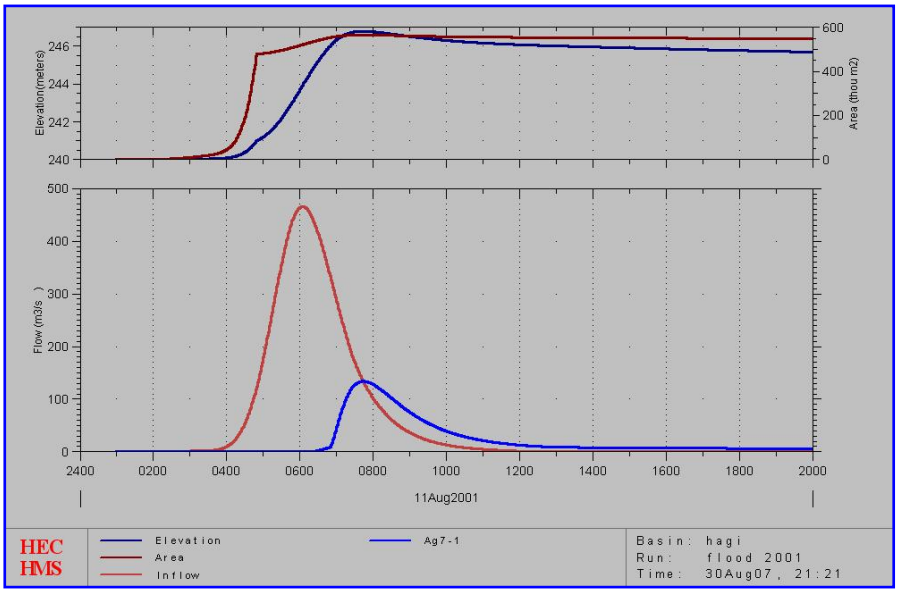
شکل (۲) مدل هیدرولوژیک زیر حوزه در محیط HEC-HMS- خصوصیات فیزیکی حوزه آبریز با بکارگیری مدل ارتفاعی رقومی(DEM) ۱۰ متر در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی با بکارگیری الحاقیه HEC-GeoHMS ساخته و به محیط HEC-HMS برای ارائه مدل هیدرولوژیک حوزه وارد شد.



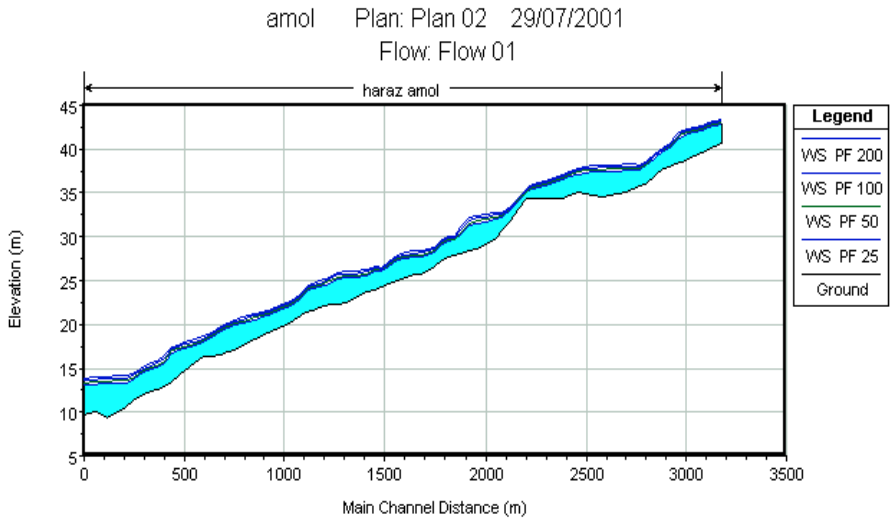
شکل (۳) نمودار سطح – ارتفاع مخزن سد خاکی که با بکارگیری TIN ساخته شده از نقشه های توپوگرافی مخزن بالادست سد در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی استخراج شده است.



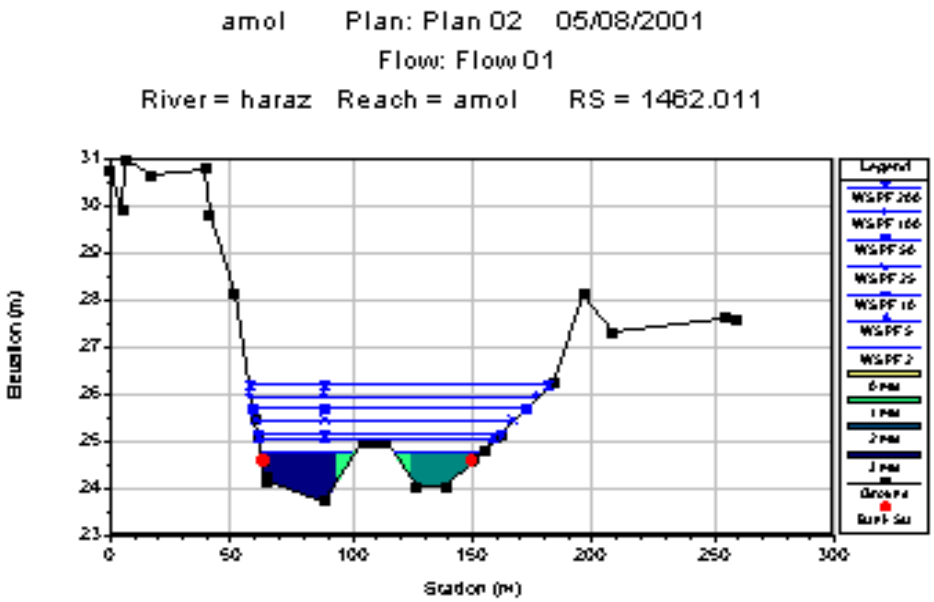
شکل (۴) هیدروگراف سیلاب حوزه آبریز بالادست سد خاکی.



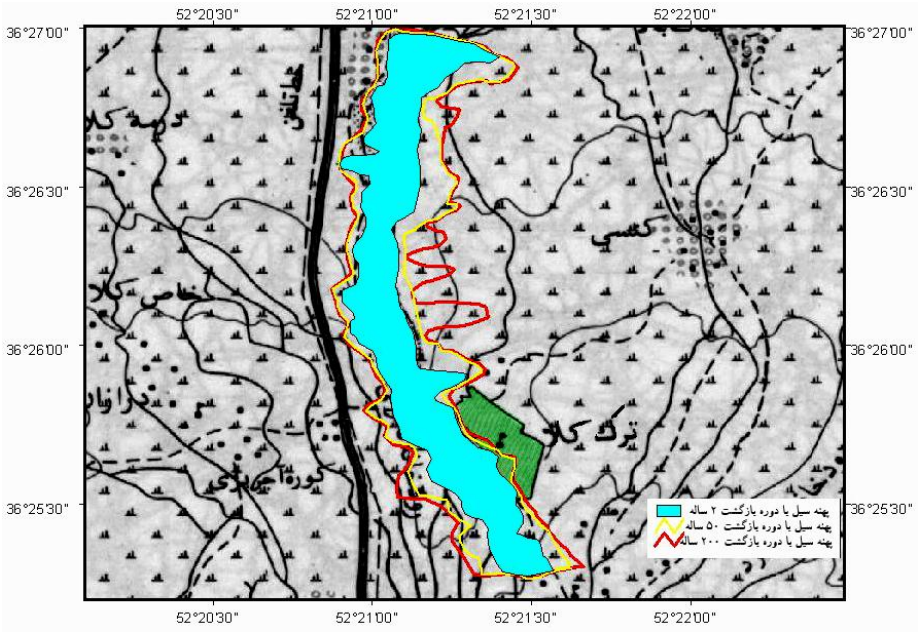
شکل (۵) هیدروگراف سیلاب ورودی و خروجی مخزن سد خاکی .



شکل(۶) پروفیل طولی بستر و سطح جریان در دوره بازگشتهای مختلف.



شکل (۷) توزیع سرعت و پروفیل سطح آب در دوره باز گشتهای مختلف،



شکل (۸) پهنه های سیلاب با دوره بازگشتهای مختلف(رودخانه هراز، روستای ترک کلا)

٤- بحث و نتیجه گیری

شکل هندسی و مرفولوژی رودخانه ها و آبراهه ها از عوامل بسیار مهم در سرعت جریان آب و دبی عبوری از مقاطع می باشد. با توجه به فرمول های تجربی موجود، زمان تمرکز حوزه های آبریز به طول آبراهه اصلی، شیب آبراهه و مرفولوژی آنها بستگی دارد. از طرف دیگر زمان تمرکز حوزه های آبریز از عوامل اصلی تغییرات دبی اوج سیلاب می باشد. بنابراین با بکارگیری داده های دقیق تر مربوط به عوامل مرفولوژیک آبراهه ها و حوزه، طبیعتا نتایج دقیق تری به دست خواهد آمد که در اینجا دقت مدل ارتفاعی رقومی مطرح می باشد. بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی برای شبیه سازی خصوصیات فیزیکی حوزه آبریزو محاسبات حجم مخزن سد نتایج مطلوبی در زمانی کوتاه در بر داشته که در فواید آن در مقایسه با انجام دستی این مراحل چشمگیر می باشد.

از طرفی طبق شواهد و مدارک موجود سیلاب ۵۰ ساله موجب خسارات قابل ملاحظه در شهرستان آمل نشده است. این بدلیل وجود شیب هیدرولیکی بالا در بستر رود خانه هراز می باشد. همان طوری که در پروفیل طولی بستر رودخانه مشاهده می شود کف بستر دارای شیب قابل ملاحظه بوده و وجود این شیب هیدرولیکی موجب تخلیه جریانهای آبی به پائین دست می شود. از طرفی حتی با وسعت کم نقشه های پلان رودخانه مشاهده می شود که سیلاب با دوره بازگشت ۲ ساله در حقیقت فقط بستر اصلی رودخانه را در برمی گیرد و حتی سیلاب با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله نیز تمامی دشت سیلابی را در بر نمنخواهد گرفت(اختلاف ارتفاع در دشت سیلابی و کناره های آن قابل ملاحظه می باشد) . در بحث خسارات ناشی از این سیلابها می توانیم به سیلابهای ۱۰۰ و۲۰۰ ساله اشاره نمائیم و آن هم در مورد زمینهای شالیزاری مجاور رودخانه می باشد. در واقع این زمینها در حریم رودخانه واقع شده اند. نکته ای که باید بدان اشاره نمود این است که باتوجه به شیب هیدرولیکی موجود و تخلیه سریع آب به پائین دست در رودخانه هراز، به منظور مهار هر گونه سیلاب احتمالی، کنترل و مواظبت مکانهای با ظرفیت دبی عبوری محدود مانند زیر پلها الزامی می باشد. مسدود شدن بستر رودخانه به طرق مختلف مانند تنه های شکسته درختان می تواند موجب طغیان رودخانه شود. در طغیان رودخانه هراز در تاریخ ۱۳۸۳/۱۲/۲۴ علت اصلی طغیان رودخانه ریزش کوه وسقوط بهمن در بالادست بوده که به استخر های پرورش ماهی در بالادست حوزه آبریز هراز آسیب رساند. بنابراین در مورد رودخانه هراز با توجه به شیب هیدرولیکی موجود می توان علت وقوع سیلاب ها را به عواملی که موجب مسدود شدن رودخانه ها می شوند مانند ریزش کوه، وقوع بهمن، دخالت انسان در بستر رودخانه نسبت داد. در مورد روستای ترک کلا سیلاب با دوره باز گشتهای ۱۰۰ و به خصوص ۲۰۰ ساله می تواند خطر ساز باشد و جای آن دارد که تدابیر لازمه در مورد این روستا به منظور جلوگیری از هرگونه خسارات جانی و مالی ناشی از سیلابها اتخاذ گردد. در واقع با بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعات هیدرولوژی و سیلاب و یا طراحی سازه ها در زمانی کوتاه می توان به نتایج دقیقی دست یافت اما این امر مستلزم بکارگیری داده های ورودی صحیح و استفاده از این سامانه بر مبنای روشهای علمی می باشد. در صورتی که این سامانه بدون تسلط بر علم هیدرولوژی و یا هیدورلیک مورد استفاده قرار گیرد طبیعتا نتایج حاصله صحیح نخواهند بود.

۵- منابع و ماخذ

۱- خلیقی، ش. و مهدوی، م. « بررسی میزان تاثیر تغییر کاربری اراضی و مشخصات هیدرولوژیک آبهای سطحی مطالعه موردی حوزه باران دوزچای استان آذربایجان غربی» رساله دکتری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.

۲- غلامی، و. هادیان، م. مشکی، ع و س، امینی.« بررسی تاثیر استقرار پوشش گیاهی در کناره های بستر در فرسایش کناری رودخانه ای» مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، ۱۳۸۴، ص ۹۲-۸۹.

3-Azarga, E.1999. Flood plain visualization using Tins.Master Thesis.University of Texas at Austin.136P.

4-Barr,T.2002.Application of Tools for Hydraulic Power Point Presentation.105-Upper Gotvand Hydroelectric Power Project Feasibility Study.1996.Reservior Operation Flood.14p.

5- Bianca, G.T.Peters, Suzanne J.M.T. Hulscher. 2006. Large–scale offshore sand extraction: What could be the results of interaction between model and decision process, Ocean Costal Management,164-186PP.

6-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.

7-Hill, M. 2001. Flood Plain Delineation Using the HEC-GeoRAS Extention for Arcview , Brigham Young University, 514p.

8-Hyalmarson, H.W. 1988. Flood Hazard Zonation in Aridland,Wesley Publishers,114p.

9-Christopher A. Johnson and Andrew C. Yung. The Use of HEC-GeoHMS and HEC-HMS To Perform Grid-based Hydrologic Analysis of a Watershed, 2001.

10-Suwanwerakamtom, R., GIS and Hydrologic modeling for management of small watershed, ITC journal NO4. P343, 1994.

11-Stone, B.S. Geospatial Database And Preliminary Flood Hydrology Model For The Lower Colorado Basin.173P. 2001.