بسمه تعالی
پنجمین کنفرانس هیدرولیک ایران
دانشکده مهندسی دانشگاه شهید باهنر کرمان
۱۷ لغایت ۱۹ آبانماه ۱۳۸۴
انجمن هیدرولیک ایران
Iranian Hydraulic Association
دانشگاه شهید باهنر کرمان

تلفیق GIS و مدلهای هیدرولیکی در پهنه‌بندی سیلاب
مطالعه موردی: رودخانه درونگر در شمال خراسان

سید مجتبی قدمی، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد، s_m_ghadami@yahoo.com
سید محمود حسینی، استادیار دانشگاه فردوسی مشهد، shossein@ferdowsi.um.ac.ir

چکیده

پیش‌بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه در مقابل سیلابهای احتمالی جهت کاهش خسارت وارده به مزارع وشهرها یا تأسیسات در حال ساخت در اطراف رودخانه از اهمیت ویژه ای برخوردار می‌باشد.تعیین دقیق پهنهٔ سیلاب با عنوان یکی از مراحل حساس در مدیریت رود و مطالعات مربوط به حق بیمه سیل مطرح می‌باشد. با این وجود اکثر روشهای موجود برای تعیین پهنهٔ سیل بسیار مشکل و وقتگیر هستند. هدف اصلی این مقاله معرفی روشی برای پهنه‌بندی سیل با استفاده از تلفیق GIS و مدلهای هیدرولیکی می باشد. به منظور نمایش محدودهٔ مورد مطالعه و استخراج اطلاعات مورد نیاز در تحلیل هیدرولیکی ، از نرم افزار ARCVIEW و یکی از ابزارهای فرعی آن با عنوان HEC-GEORAS استفاده شده است. سپس نتایج تحلیل هیدولیکی که از مدل HEC-RAS به دست می‌آیند مجدداً وارد محیط GIS شده ، بر روی نقشه های اولیه پیاده می شوند. در این مقاله شیوه مذکور بر روی حوضهٔ آبریز رودخانه درونگر در شمال خراسان اعمال شده است. *به طور خلاصه می توان نتیجه گرفت تلفیق GIS و مدلهای هیدرولیکی نه تنها عملی است ؛ بلکه موجب تسهیل محاسبات کاربران GIS و مدلسازان هیدرولیکی نیز خواهد شد.*

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی سیلاب، سیستمهای اطلاعات جغرافیایی، مدلهای هیدرولیکی، پیش‌پردازش، پس‌پردازش

مقدمه

سیل یکی از بزرگترین مخاطرات طبیعی است که همه‌ساله خسارات سنگینی را به جوامع مختلف تحمیل کرده، مشکلات عمده ای را در توسعه و عمران بسیاری از کشورها به وجود می‌آورد. اما می‌توان مشابه بسیاری از پدیده‌های طبیعی دیگر با مدیریتی کارا خسارت جانی ومالی واثرات نامطلوب ناشی از آن را کاهش داد.

هر جریان سطحی آب صرفنظر از عامل ایجاد کننده آن در صورتی سیل تلقی می‌شود که جریان آب در مقطع رود بیش از جریان عادی باشد؛ تداوم زمانی آن محدود بوده، جریان آب از بستر طبیعی تجاوز کند واراضی پست و حاشیه رود را فراگیرد و خسارت مالی و جانی به همراه داشته باشد.

مهمترین عواملی که در شدت و دوره بازگشت سیل در هر منطقه تأثیر می‌گذارد عبارت از حجم وزمان رواناب سطحی حوضه بالادست و شرایط رود یا سیل ، ویژگیهای فیزیکی حوزه (سطح، مورفولوژی و...)، خصوصیات هیدرولوژیکی حوضه(بارش، ذخیره، تبخیر و تعریق)و اقدامات ناشی از فعالیتهای بستر در بروز و تشدید سیلاب است.

بررسی ها نشان می دهند که علت افزایش خسارتهای سیل، دوره بازگشت کوتاه یا شدت جریان زیاد نیست؛ بلکه افزایش استفاده از اراضی سیلاب‌دشت یا اراضی سیل‌گیر مجاور رودخانه‌ها عامل اصلی ایجاد سیل می‌باشد. به این ترتیب تدوین برنامه ای جامع با هدف کنترل و بهره برداری بهینه از اراضی اطراف رودخانه‌ها، با اعمال اقدامات مدیریتی مناسب به همراه کلیه عوامل دخیل در ایجاد طغیان سیلابهای منطقه‌ای ضرورت می‌یابد(مطیعی و باربد،۱۳۸۱).

Beavers درسال ۱۹۹۴ اولین فعالیتها را در زمینهٔ برقراری پیوند بین مدلهای هیدرولیکی و GIS انجام داد. بدین ترتیب ابزاری بنام ARC/HEC2 بمنظور کمک به هیدرولوژیستها در تحلیلهای پهنه‌بندی سیلاب بوجود آمد. در داخل کشور نیز در بخش مطالعات مهندسی رودخانه در حوضهٔ علاء مرودشت استان فارس و حوضهٔ آبریز دماوند با استفاده از مدل HEC2 نسبت به تعیین حداکثر رقوم تراز سطح آب اقدام وبا انتقال دستی رقوم نقاط در مقاطع معینی از مسیر رودخانه در نقشه توپوگرافی، پهنهٔ سیل تعیین گردید. همچنین با استفاده از مدل , MIKE11و مشخصات هندسی و هیدرولوژیکی رودخانه بعد از تعیین حداکثر تراز آب، پهنهٔسیلاب برای رودخانه هلیل‌رود وکرخه بصورت دستی تعیین شده است. در نهایت پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از تلفیق GIS و مدلهای هیدرولیکی در حوضهٔ آبریز رودخانه سفیدرود انجام شده است.

مواد و روشها

مبانی GIS

با رشد و توسعه فناوریهای نوین، روشهای موجود تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل و محیط ارائه و نمایش این نقشه‌ها نیازمند استفاده از ابزار کاراتری می باشند. از یک سو مدلهای ریاضی جدید و پیشرفته امکانات زیادی جهت تحلیل دقیق‌تر جریان سیلاب در اختیار می‌گذارند. و از سوی دیگر سیستمهای اطلاعات جغرافیایی GIS توانایی زیادی جهت تولید نقشه های پهنه‌بندی سیل و نمایش بصری آنها در اختیار کاربران قرار می‌دهد. در صورت برقراری ارتباط مناسب بین مدل ریاضی مورد استفاده و سیستم اطلاعات جغرافیایی امکان اعمال تغییرات مورد نظر ، اصلاح و بروزآوری این نقشه ها بسادگی و باصرف هزینه و زمان اندک میسر خواهد شد.چنین سیستمی توانایی قابل ملاحظه‌ای جهت مدیریت سیلاب دشت پیش از وقوع سیل و حتی مدیریت بحران و امداد و نجات در حین وقوع

سیل و بازسازی پس از سیلاب در اختیار مـدیران و کارشناسـان مربوطـه قـرار مـی‌دهـد(برخـوردار، چاوشیان، ۱۳۸۰).

بطور خلاصه مزایای استفاده از سیستمهای اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه‌های پهنه‌بنـدی سیل را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

- در صورت نیاز به اعمال تغییرات و بروزآوری نقشه‌ها بر اساس آمار و اطلاعات جدید این امر بسادگی صورت می‌گیرد.
- قابلیت نمایش عمق آبگرفتگی در هر نقطه از سیلاب دشت را دارد.
- تغییرات عوارض جغرافیـایی موجـود و تـاثیر احتمـالی آن را بـر گسـتره و عمـق سـیلاب‌دشـت در نظرمی‌گیرند.
- امکان اتصال با مدلهای ریاضی و ایجاد سیستمهای پیش‌بینی و هشدار سیل را فراهم می‌آورد.
- آرشیو و نگهداری نقشه ها مطمئن‌تر و ساده‌تر بود ه و بازیابی و انتشار آنها به سهولت میسر میباشد.

مبانی هیدرولوژیکی

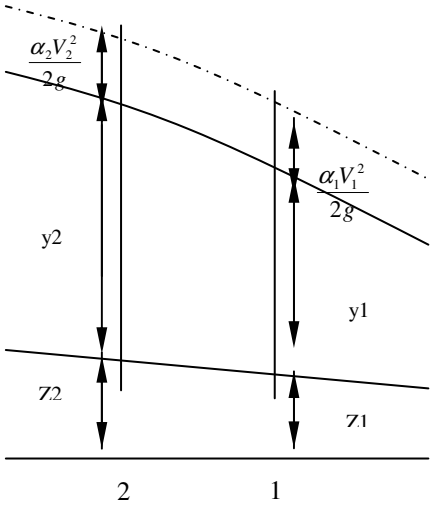
بدون تردید برنامه‌ریزی در بهره‌برداری بهینه از اراضی اطـراف رودخانـه‌هـا بـرای فعالیتهـای کشاورزی، عمرانی و صنعتی، بدون شناخت شرایط هیدرولوژیکی حوضه آبریـز و تعیـین حـد بسـتر و حریم رودخانه ها امکان پذیر نمی‌باشد. بدین منظور کشورهای مختلف با توجه بـه شـرایط اقلیمـی و توپوگرافی، گستره رودخانه و سیلاب‌دشتها اقدام به تدوین ضوابط قانونی می‌نماینـد کـه بـا توجـه بـه بزرگی زمان تداوم و دوره بازگشت سـیل بـه تعیـین حـد بسـتر و حـریم در مسـیر جریـان رودخانـه می‌پردازد. در کشور ما قانون توزیع عادلانه آب و آئین نامه اجرایی آن، میزان حد بستر براساس دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله و حریم آن ۱ تا ۲۰ متر از هر طرف منتهی الیه بستر رودخانه را تعیین کـرده است(مطیعی و باربد،۱۳۸۱).در این مقاله نیز دبی با دوره بازگشت ۲۵ سال در نظر گرفته شده است.

مبانی هیدرولیکی

در اکثر روشهای محاسبهٔ پروفیل سطح آب برای کانالهای منشـوری، محاسـبه فاصـله طـولی براساس انتخاب دو عمق دلخواه نزدیک به هم صورت می‌گیرد و از آنجا که مشخصات هندسی مقطـع در سرتاسر مسیر ثابت است، استفاده از این روش مشکلی در حل مساله ایجـاد نخواهـد کـرد. امـا در رودخانه‌ها که مشخصات هندسی مقطع در مسیر جریان تغییر می‌نماید و معمولا اطلاعـات لازم فقـط در مواضع خاصی از مسیر موجود است، باید از روشهایی استفاده کرد که اساس محاسبهٔ عمق جریـان در آنها فاصله باشد. از مجموعهٔ روشهای عددی، روش گام به گام استاندارد که مانند روش گام به گـام مستقیم براساس معادلهٔ انرژی استوار است، در رودخانه‌ها با مقطع مرکب مناسب می‌باشد(ابریشـمی و حسینی، ۱۳۷۹).

اساس روش گام به گام استاندارد در کانالهای طبیعی معادلهٔ انرژی بـین دو مقطـع از جریـان می‌باشد؛ لذا می‌توان کلیهٔ افتهای موضعی ناشی از جدایی جریان(eddy loses) را به نحـو مناسـبی در محاسبات منظور نمود. شکل۱ جریان متغیر تدریجی در یک کانال طبیعی را نشان مـی‌دهـد. در ایـن

حالت مطابق شیوهٔ معمول در محاسبات نیم‌رخ‌های زیربحرانی، محاسبات از پایین‌دست به بالادست صورت می‌گیرد. لذا مقطع ۱ پایین‌دست ومقطع ۲ مقطع بالادست می‌باشد.



شکل ۱-جریان متغیر تدریجی در کانال طبیعی

چنانچه معادله انرژی بین دو مقطع از جریان نوشته شود داریم:

$$z_2 + y_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = z_1 + y_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_f + h_e \qquad (۱)$$

در رابطهٔ مذکور h_f افت طولی و h_e افت موضعی می‌باشد. در صورتیکه مجموع دو مقدار Z و y با h (تراز سطح آب نسبت به سطح مبنا) نمایش داده شود، رابطه انرژی به رابطه زیر تبدیل می‌گردد:

$$h = z + y$$

$$H = h + \frac{\alpha V^2}{2g} \qquad (۲)$$

$$H_2 = H_1 + h_f + h_e$$

$$h_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = h_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_f + h_e \qquad (۳)$$

با توجه به مشخص بودن پارامترهای جریان در مقطع ۱، مقدار h_2 در رابطهٔ اخیر مجهول می‌باشد که بمنظور تعیین دقیق آن باید از روشهای آزمون و خطا استفاده کرد. به این منظور و در اولین آزمون مقداری برای h_2 (بعبارتی y_2) انتخاب شده، مقادیر h_2 ، h_e و h_f محاسبه می‌گردند.سپس صحت رابطهٔ انرژی کنترل می‌گردد. در صورت عدم ارضاء رابطهٔ مذکور، باید مقدار h_2 بنحو مناسبی در جهت کاهش میزان اختلاف تغییر داده شود. مراحل ذکر شده تا زمانی که طرفین رابطهٔ یاد شده تفاوت ناچیزی با یکدیگر داشته باشند تکرار می‌شود.

رودی که بمنظور اعمال روش ارائه شده انتخاب شده است، رودخانه درونگر در شمال استان خراسان می‌باشد. حوضهٔ آبریز رودخانه درونگر در شمال شهر درگز واقع است. بخش جنوبی حوضه،

کوهستانی و بقیهٔ قسمتهای آن تپه‌ماهور و کم‌شیب است. مساحت حوضهٔ آبریز ۹۳۰ کیلومترمربع و شیب متوسط حوزه ۲۳،۳٪ است.حداقل و حداکثر ارتفاع حوضه به ترتیب ۴۱۰ و ۲۴۲۰ و ارتفاع متوسط حوضه ۱۱۵۰ متر از سطح دریاست

بمنظور تعیین پهنهٔ سیل، می توان روند محاسبات را به سه گروه عمده تقسیم کرد که عبارتند از: پیش‌پردازش داده‌ها، اجرای مدل هیدرولیکی و در نهایت پس‌پردازش اطلاعات و پهنه‌بندی سیل (User's Manual HEC-Geo RAS، ۲۰۰۰).

در مرحلهٔ پیش‌پردازش ، داده‌های موردنیاز مدلسازی مانند مشخصات پلان رود، مقاطع و سایر اطلاعات موردنیاز از DTM کانال رود و حاشیهٔ آن که در قالب TIN می باشد، بدست می‌آیند. به منظور تهیه TIN منطقه مورد مطالعه، از برداشتهای رود توسط مهندسین مشاور طوس‌آب، استفاده شده است.

گام دوم در مرحلهٔ پیش‌پردازش، تعریف خط مرکزی جریان از بالادست به پایین‌دست می باشد. از اطلاعات این قسمت که در قالب یک لایه در ARCVIEW نمایش می‌یابد، بمنظور تعیین محدودهٔ قرارگیری مقاطع، نمایش موقعیت رود در مدل HEC-RAS و تعریف جهت جریان در کانال رود استفاده می‌شود.

پس از ترسیم شبکهٔ رود موردنظر با استفاده از ابزار های ترسیمی ARCVIEW و تکمیل اطلاعات آن، می‌توان به تعریف محدودهٔ سواحل راست و چپ شبکهٔ ترسیم شده پرداخت. به این منظور با رسم خطوطی در دو طرف کانال اصلی و انشعابات آن، نواحی ساحلی آنها مشخص می‌شود.

گام بعدی این مرحله تعریف لایهٔ ابعاد مسیر جریان در مدل است. ازاین لایه بمنظور تعیین ابعاد مسیر هیدرولیکی جریان در کانال اصلی و سواحل راست و چپ آن در ناحیهٔ سیلابگیر استفاده می‌شود. طول سواحل چپ و راست با محاسبه فاصلهٔ بین دو مقطع متوالی در امتداد خطوط مسیر جریان برای کانال اصلی و سواحل راست و چپ در فایل ورودی HEC-RAS درج می‌شود.

پس از تعریف پارامترهای مذکور می‌توان محل سطح مقطع ها در پلان شبکهٔ رود را با رسم خطی از ساحل چپ به راست تعریف کرد. موقعیت، وضعیت و پهنای مقاطع دراین لایه معرفی می‌شوند.

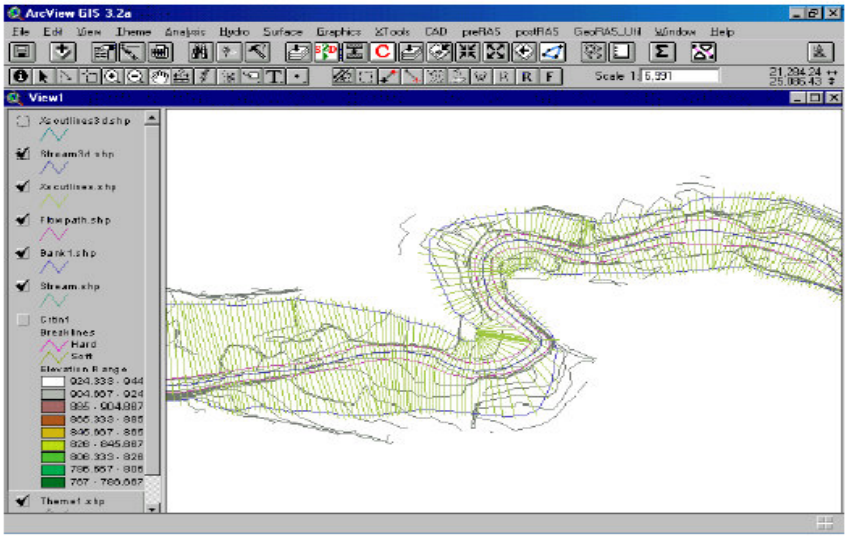
پس از تعیین مشخصات مدل و تکمیل اطلاعات درمرحلهٔ پیش‌پردازش ، فایل ورودی مدل هیدرولیکی با استفاده از منوهای HEC-Geo RAS بدست می‌آید. به این ترتیب با تعریف این فایل در HEC-RAS و تکمیل داده‌های ورودی مانند داده‌های مربوط به مشخصات جریان، سازه های هیدرولیکی موجود در مسیر و . . . می‌توان محاسبات شبیه سازی هیدرولیکی مدل را انجام داد. نتایج اجرای مدل در فایلی با قالب GIS ذخیره می شود. به این ترتیب مرحلهٔ دوم انجام محاسبات نیز به پایان رسیده، پس پردازش اطلاعات آغاز می شود.

دراین مرحله با استفاده از نتایج خروجی مدل هیدرولیکی و اعماق بدست آمده، TIN سطح آب محاسبه شده و با مقایسه TIN عوارض زمین و سطح آب، حدود دشت سیلابی مشخص می‌شود.

به این ترتیب که پس از مقایسهٔ TIN های زمین و آب توسط مدل، محدودهٔ سیل در محلی که رقـوم دو پارامتر مذکور دارای یک مقدار باشد مشخص می‌شود.

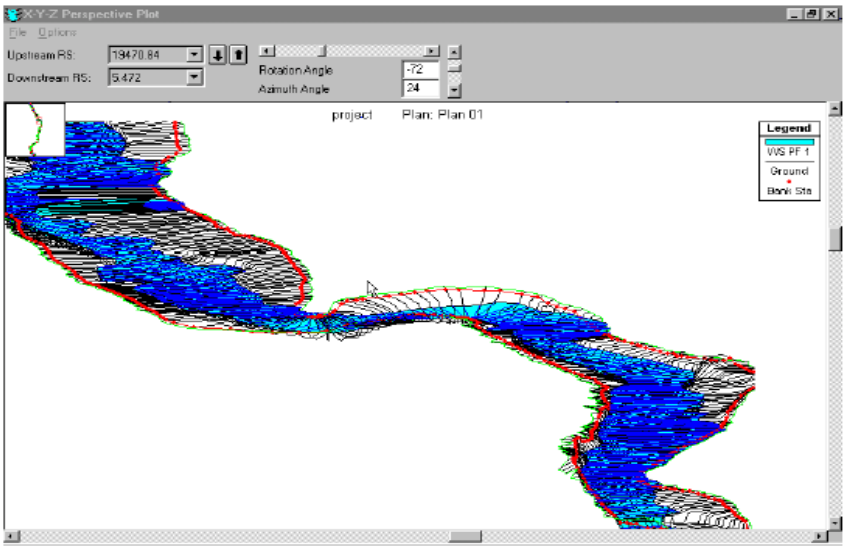
نتایج و بحث

هریک از گامهای مرحلهٔ پیش‌پردازش در قالب لایه‌ای جداگانه در ARCVIEW نمـایش داده می‌شوند. نتایج این مرحلهٔ در شکل۲ نمایش داده شده است.



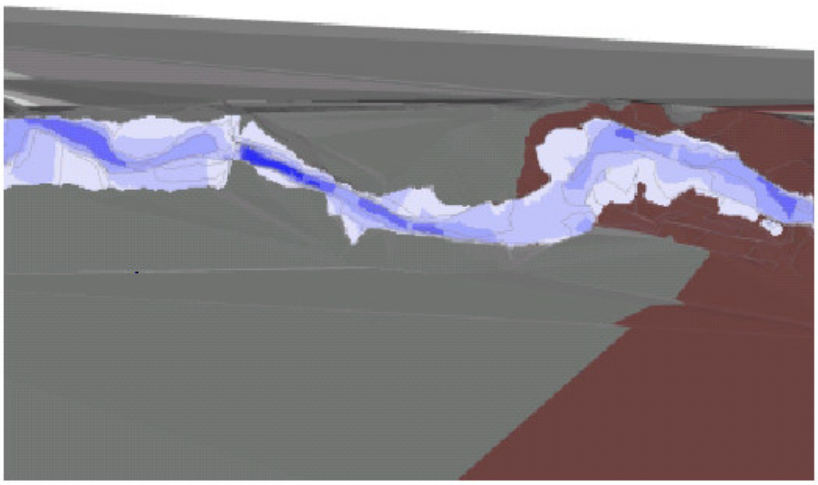
شکل ۲- نتایج مرحلهٔ پیش‌پردازش

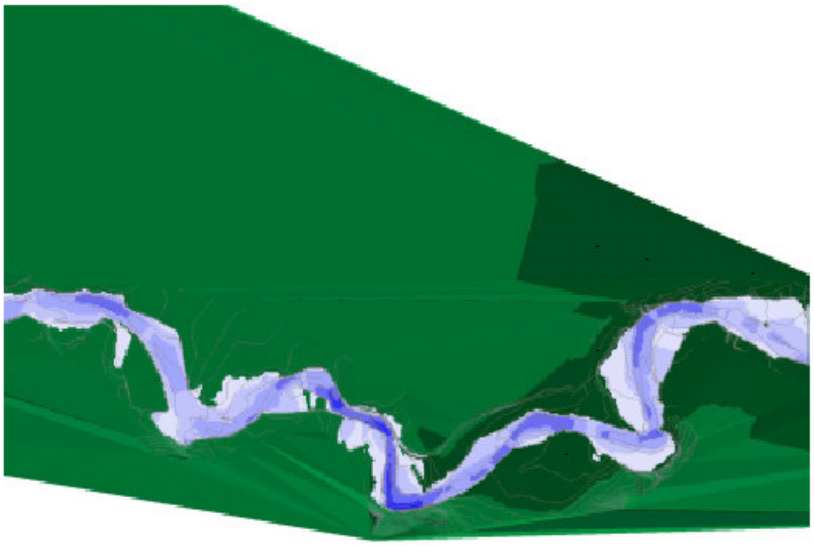
در مرحلهٔ بعـد نتـایج محاسـبات شـبیه سـازی هیـدرولیکی در HEC-RAS بصـورت نمـای سه‌بعدی رود در شکل۳ نمایش داده شده است .



شکل ۳- نمای سه بعدی رود پس از تحلیل هیدرولیکی

در نهایت نتایج پهنه‌بندی سیلاب در مرحلهٔ پس‌پردازش در شکل۴ و ۵ به ترتیب بالادست و پایین دست رودخانه نمایش داده شده است.





نتیجه‌گیری

با توجه به مراحل ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت، از یک سو پروسهٔ پهنه بندی سیل در HEC-Geo RAS یک فرایند محاسباتی براساس روش تکرار است که بمنظور تکمیل نتایج مدلسازی هیدرولیکی و نمایش آنها انجام می‌شود. و از سوی دیگر با استفاده از HEC-RAS می‌توان کمبودهای موجود در نرم‌افزارهای GIS در زمینه مدلسازی هیدرولیکی را برطرف کرد. همچنین برخی از کاربردهای بالقوه این شیوه که می توان پیشنهاد کرد عبارت از طراحی سازه‌های هیدرولیکی ، سیستم های هشدار سیل و مدلسازی عوارض زمین می‌باشد.

فهرست منابع

ابریشمی-جلیل، حسینی-سید محمود،۱۳۷۹،هیدرولیک کانالهای باز، دانشگاه امام رضا،مشهد.

برخوردار- مهرداد، چاوشیان-سید علی،۱۳۸۰ ،پهنه‌بندی سیلاب، دفتر حفاظت و مهندسی رودخانه وسواحل و مهار سیلاب،تهران.
جبلی فرد-سعید، امیدوار- آرش، نجفی جیلانی- عطاالله، ۱۳۸۱ ، سیستم تحلیل رودخانه HEC-RAS، جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر،تهران.
گرجی نژاد- سعید ، برنا-کامبیز، ۱۳۸۱ ، خود آموز نرم افزار ARCVIEW GIS، ارس رایانه ،تهران.
مطیعی-همایون، باربد-محمد،۱۳۸۱،پهنه‌بندی سیلاب با GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پلی‌تکنیک،تهران.
Andrew Hynes, ARCVIEW Geographic Information System, Basic Training Manual, Environment and Development Department, Planning Division, Technical planning Support Group 1999.
HEC-Geo RAS, An extension for support of HEC-RAS using Arcview User's Manual, Us Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 2000.
http://www.esri.com
http://www.hec.usace.army.mil