

**کاربرد روشهای مدیریت یکپارچه مدلهای هیدرولوژیکی در  
سیستم هشدار سیل رودخانه کر**

محمد حمزه دوست<sup>(۱)</sup>

**خلاصه:**

در این مقاله روشهای مناسب DBMS (DATA BASE MANAGEMENT SYSTEM) در مدلسازی هیدرولوژیکی حوضه آبریز رودخانه کر با هدف هشدار سیل ارائه می شود. ابتدا ابزاری به صورت یک الگوی کاربردی معرفی می شود و پس از آن روشهای مناسب ورود اطلاعات مورد بررسی قرار می گیرد. متعاقب آن مسائل اجرای مدل هیدرولوژیکی ارائه می شود. در آخر راهکارهای پیاده نمودن این مدل و سیستم در منطقه پیشنهاد می شود و مشکلات، ضمن اجرای مدل ذکر می گردد.

نتایج حاصله از اجرای مدل به صورت خلاصه تا این مرحله از کار شامل: لزوم همگامی GIS و مدل هیدرولوژی، اختلاف مشخصه های فیزیکی محاسبه شده و دستی، در دسترس نبودن مدل های رقومی زمین و لایه بندی های درخور مدل های موجود هیدرولوژی، مقایسه روندیابی خطی و هیدرولیکی و همچنین ارائه پیشنهاد روش و استاندارد تعیین موقعیت ایستگاههای اندازه گیری در منطقه و نتایج واسط دیگری که در مراحل بعدی ارائه می شود.

**مقدمه :**

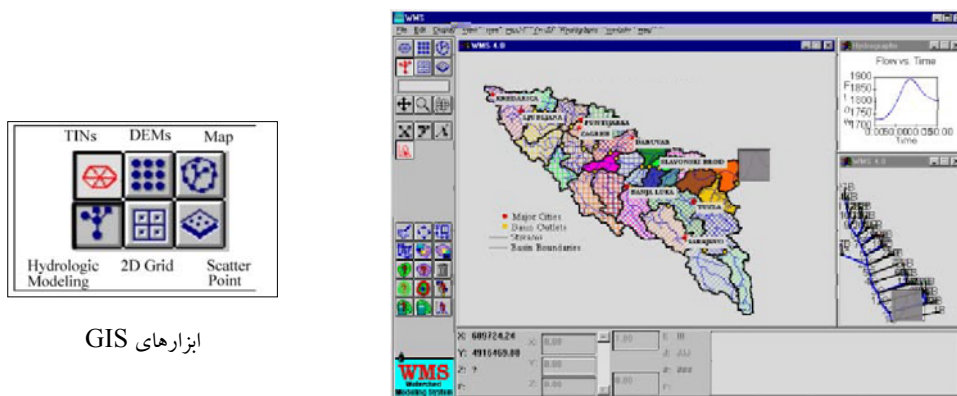
تفکر کاربرد مدل های یکپارچه به قدری مناسب به نظر می رسد که مراکز زیادی در دنیا در حال فعالیت در این زمینه بوده و می باشند. توانایی تغییر حالت این سیستم در حالات متفاوت مکانی و زمانی، الگو شدن آنها در کشورهای گوناگون را منطقی می نمایاند و تعبیر نسخه های غیرملی در ایران را منتفی می کند. بنابراین چگونگی استفاده از این روشها بسیار مهم است.

**معرفی طرح و اصول کاربردی:**

حوضه آبریز رودخانه کر، سیوند و کافت، واقع در شمال شیراز جمعا در حدود ۱۷۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارند که شامل ۲۱ زیرحوضه، دریاچه کافت در انتهای حوضه کافت، مخزن سد درودزن

در انتهای حوضه کر می باشد. با توجه به سوابق سیلاب در منطقه عامل تعیین کننده در وقوع سیلاب ، باران می باشد.

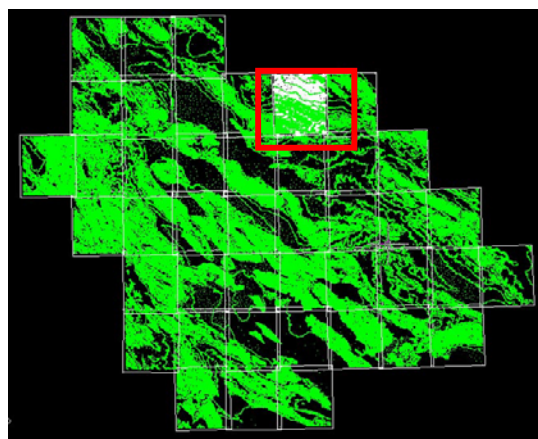
جهت ساخت مدل هیدرولوژی از نرم افزاری با خصوصیات DBMS با نام WMS (Watershed Modeling System) که نمای کلی آن در زیر مشخص است استفاده شده است. همانگونه که در شکل زیر مشخص است در سیستم هشدار سیل کر از قابلیت مدیریتی نمایش همزمان کلی منطقه ، درختواره هیدرولوژی ، هیدروگراف واحد هر خروجی و زیرحوضه استفاده شده است . یکی از تواناییهای این سیستم ابزارهای GIS آن می باشد که در تصویر سمت نمایش داده شده است .



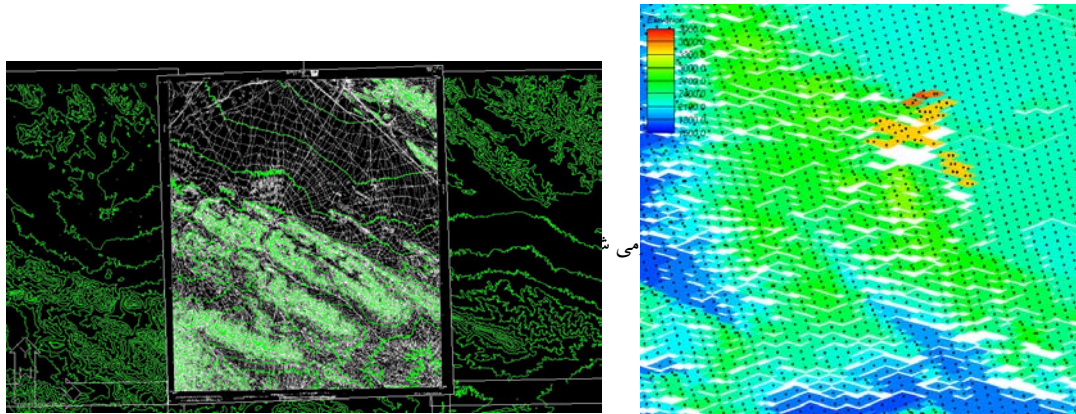
ابزارهای GIS

نمای اصلی WMS

پایه اطلاعات ۴۳ شیت نقشه ۱:۵۰,۰۰۰ سازمان جغرافیایی ارتش می باشد که باتوجه به جانمایی حوضه در سیستم UTM بوسیله یک روش نیمه خودکار که در مرکز تحقیقات آب وزارت نیرو تدوین گردید ، رقومی شد. در شکل زیر ۴۳ نقشه رقومی شده دیده می شود که در محل علامت زده شده یکی از نقشه ها ، در زیر خطوط سبز رقومی شده ، دیده می شود.



تبدیل مدل اسپاکتی یا مدل رقومی ارتفاعی خطی به مدل رقومی ارتفاعی سطحی (اشکال زیر) انجام پذیرفت. در این روش از نرم افزارهای Overlay و Photoshop و Surfer و Autocad و Idrisi استفاده شد که تمامی قابل دسترس می باشند.



یک نوع مدل رقومی ارتفاعی خطی  
خطوط دارای ارتفاع می باشد

یک نوع مدل رقومی ارتفاعی سطحی  
تمامی سطح دارای ارتفاع می باشد

این مدل (DEM) پس از پردازش هایی جهت ساخت درختواره هیدرولوژی، مرزبندی حوضه و زیرحوضه ها، تعیین مسیرهای جریان و جمع کننده های آب به شبکه نامنظم مثلثی (TIN) (شکل زیر) تبدیل گردید. پس از آن مشخصه های فیزیکی کلیه زیرحوضه ها به صورت خودکار محاسبه شد و ضرایب کاهش بارش و کلیه پارامترهای درخواستی HEC-1 وارد شد. اجراهای مختلف در بارندگی های متفاوت مقایسه گردید تا روشهای واسنجی و بهینه سازی اطلاعات زمان واقعی در حین وقوع سیل پیشنهاد شود.

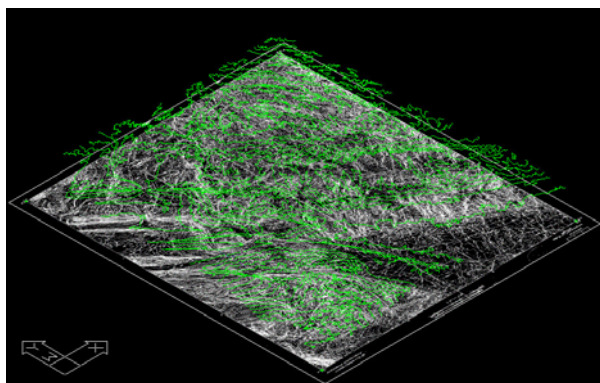


قسمتی از شبکه نامنظم مثلثی حوضه کر آبریز کر

به صورت خلاصه اصول به کار گیری شده در ورود اطلاعات همان اصول GIS و اصول به کار گیری شده در مدل هیدرولوژی همان اصول HEC-۱ می باشد. هدف اصلی این مقاله در واقع تفهیم ارتباط بهتر مابین این دو و در نهایت تهیه مدل یکپارچه چه از لحاظ مدیریت سیلابدشت در حین وقوع سیلاب و چه در مدل سازی هیدرولوژیکی می باشد.

## روش و مراحل انجام کار:

- ساخت Raster و تبدیل Mode جهت رقومی سازی نقشه  
ابتدا کلیه نقشه ها با دقت ۳۰۰ dpi اسکن شدند سپس خطوط توپوگرافی بوسیله روشهایی که در مرکز تحقیقات آب تدوین شده بود از فایل Raster جدا شد تا پس از تغییر به نحوی که قابل رقومی شدن باشد (تبدیل Mode) (تصویر سمت چپ)، رقومی گردند. در زیر یکی از نقشه های اسکن شده نمایش داده می شود.



نقشه تبدیل Mode شده و منحنی های تراز  
رقومی شده در روی آن

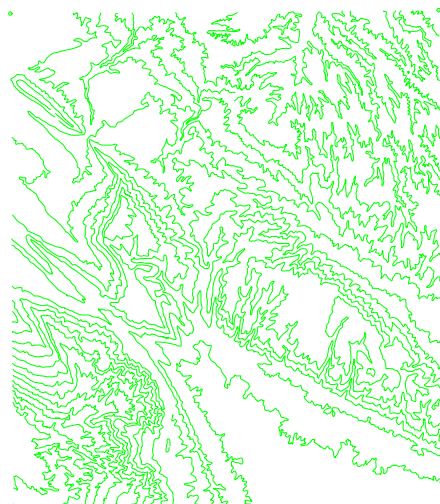


نقشه اسکن شده با شماره ۶۳۴۹۱ سازمان  
جغرافیایی ارتش

باید متذکر شد که با توجه به اینکه نقشه ها قدیمی بودند بهتر بود از عکسهای ماهواره ای رقومی شده استفاده می شد ولی نقشه های قدیمی نیز در این سطح از کار مناسب می باشند و می توان در مراحل بعدی با اطلاعات به روز عکسهای ماهواره ای تعویض شوند.

- تبدیل به Vector  
این قسمت یکی از زمانبرترین قسمتهای کار میباشد که در آن می باید تمامی خطوط تراز با اختلاف ۱۰۰ متر و نقاط مهم ارتفاعی در قله ها، دشتهای و ... برداشت می شد. مهمترین مشکلات این قسمت از کار، جدا نشدن کامل رنگهای خطوط توپوگرافی از دیگر رنگها به دلیل تشابه

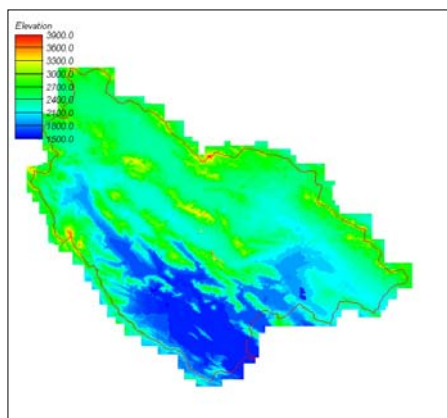
ترکیب رنگها، قطع برخی از خطوط توپوگرافی در میان نقشه و مشخص نبودن رقوم بعضی از خطوط تراز می باشد. در شکل زیر یکی از نقشه های رقومی شده نمایش داده می شود.



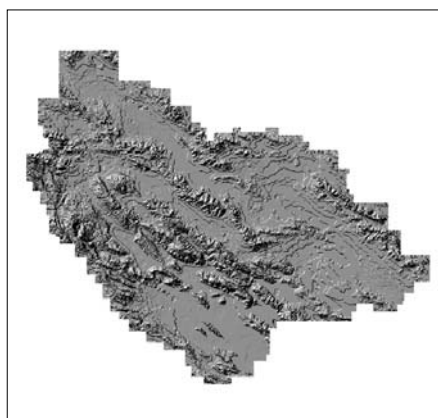
نقشه رقومی شده شماره ۶۳۴۹۱ سازمان

جغرافیایی ارتش

- تشکیل مدل عوارض زمین (DTM) و اجرای TOPAZ (نرم افزار در تشخیص عوارض زمین) ابتدا فایل های رقومی شده در سیستم UTM به همدیگر وصل شد سپس اطلاعات خطوط به صورت (Points, ۱۰۰۰,۰۰۰) XYZ در آورده شد و در نهایت با اعمال روش های متعدد درونیابی و به وسیله مقایسه نقشه های دستی ۱:۲۵۰۰۰۰ و روش های خطیابی مختلف، به مدل DTM با شبکه های ۲۰۰ متر مناسبی رسیده شد. تصاویر زیر درک مناسبتری از شبکه رقومی ارتفاعی (DEM یا DTM) حوضه آبریز کر را در اختیار می گذارد که از ویژگی های این سیستم می باشد.



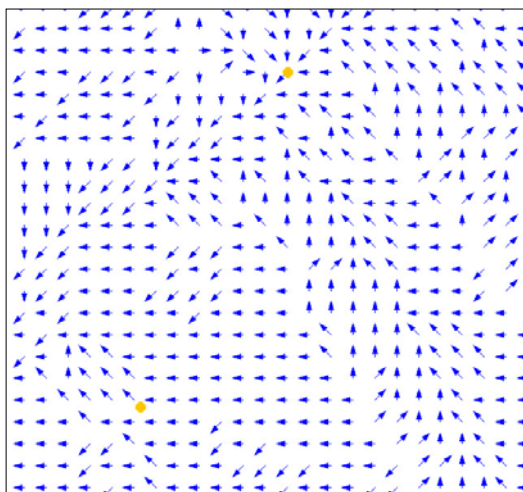
DEM حوضه آبریز کر - تغییرات ارتفاعی



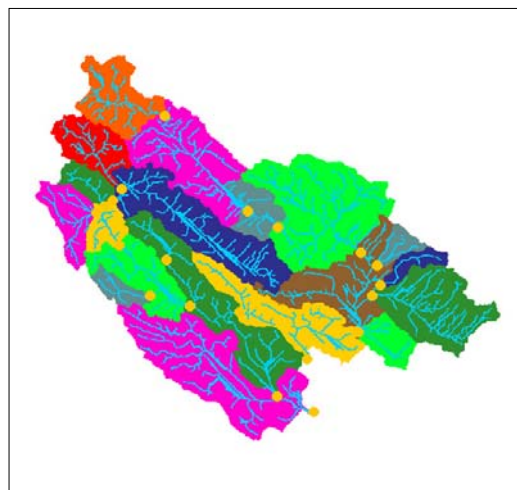
DEM حوضه آبریز کر - دید سه بعدی



نرم افزار TOPAZ که به صورت یک درون برنامه به کار گرفته شد بوسیله روشهای تفاضل محدود و با محاسبه شیب و شیب سوی شبکه ها ، مسیرهای جریان و جمع کننده های آب و پلی گونهای هر زیر حوضه را به صورت خودکار محاسبه می نماید و واحدهای هیدرولوژیکی معادل (مانند زیر حوضه ، رودخانه ، خروجی حوضه ، مخزن سد و...) آن را با مدل های هیدرولوژیکی انتخابی مانند HEC-۱ یا TR-۲۰ و ... شکل می دهد. شکل سمت چپ چگونگی محاسبات TOPAZ و تصویر سمت راست تعریف کردن پلی گون زیر حوضه ها ، خروجی زیر حوضه ها و رودخانه ها را توسط همین درون برنامه نشان می دهد. قابل به ذکر است که از مقایسه واحدهای هیدرولوژیکی محاسباتی و کار شده با دست نتایج خوبی در احتمال وقوع اشتباه در هر دو حالت بدست آمد که یکی دیگر از مزایای این روش در مدیریت اطلاعات و عامل بازدارنده از اشتباه در اجرای مدل می باشد.



نقشه شیب و شیب سوی قسمتی از حوضه



واحدهای هیدرولوژیکی محاسبه شده

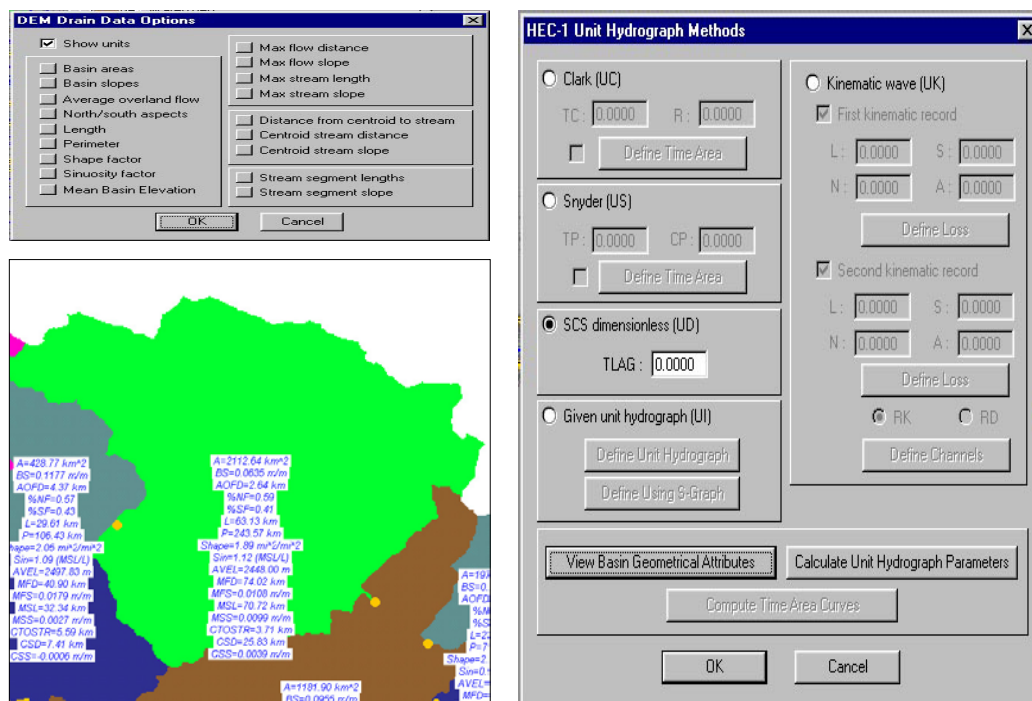
#### • انتخاب مدل هیدرولوژیکی

مدل HEC-۱ در حوضه آبریز کر به جهت عمومیت و کارایی بالای روشهای این نرم افزار انتخاب شد. در زیر صفحات محاروه نرم افزارهای HEC-۱ و TR-۲۰ جهت ورود اطلاعات هیدرولوژیکی نمایش داده می شوند.

صفحه محاروه نرم افزار HEC-۱

صفحه محاروه نرم افزار TR-۲۰

- استفاده از روش اجزای محدود برای محاسبه  $T_C$  و  $T_L$  و CN با استفاده از ترکیب لایه ای نوع خاک و کاربری اراضی به صورت خودکار و تشکیل مدل تبدیل مدل رقومی ارتفاعی DEM به شبکه نامنظم مثلثی TIN قابلیت بیشتری به سیستم مدیریتی حوضه آبریز کر می دهد. پس از تعیین تمامی واحدهای هیدرولوژیکی، محاسبه درست مشخصه های فیزیکی اساسا مهم به نظر می رسد. بنابراین امکان محاسبه خودکار این مشخصه ها با فرض پویا بودن سیستم از حیث اطلاعات پایه خود کمک بزرگی در مدیریت سیلابدشت در هیدرولوژی می باشد. متعاقبا اساس روشهای تولید هیدروگراف واحد بر  $T_C$  و  $T_L$  می باشد که خود منوط به صحت مشخصه های فیزیکی است. صحت و سقم روندیابی های مختلف نیز برپایه صحت و سقم اطلاعات مربوط به این محاسبات خودکار می باشد. در این طرح و طرحهای مشابه دیگر اجرا شده در این سیستم معلوم گردید که اطلاعات محاسباتی فرقهایی با اطلاعات دستی یا قدیمی دارند. البته به علت خطا در وارد نمودن اطلاعات خود این سیستم در محاسبات به ظاهر گاهی دچار اشتباه می گردید که در حوضه آبریز کر عمدتا خطایابی بوسیله قدرت عمل بالا در نمایش اشتباهات رفع گردید. در زیر، تصویر سمت راست، صفحه محاوره روشهای محاسبه پارامترهای هیدروگراف واحد، تصویر سمت چپ بالا، صفحه محاوره نمایش پارامترهای فیزیکی محاسبه شده و تصویر سمت چپ پائین، اختصاص پارامترهای فیزیکی به یک زیر حوضه را نشان می دهد.



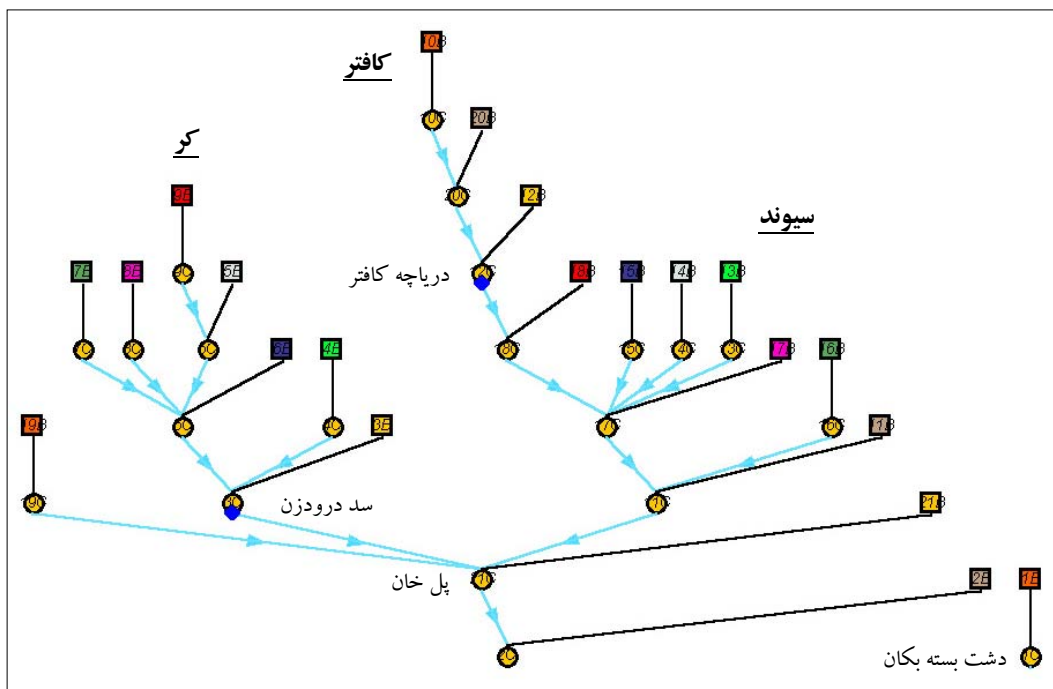
نمایش مشخصه های فیزیکی حوضه بر روی آن

صفحه محاوره روشهای محاسبه پارامترهای هیدروگراف واحد

- ورود پارامترهای روندیابی، باران، مخازن و دریاچه ها، برف، هیدروگرافهای مشاهده ای و ..

پارامترهای واحدهای درختواره هیدرولوژی ساخته شده به صورت ساده ای قابل وارد کردن بوسیله صفحات محاوره گوناگون می باشد. این پارامترها به سه حالت وارد می گردند: حالت اول پارامترهای تجربی است که یا محاسبه شده و وارد می گردند و یا بوسیله خود نرم افزار به صورت خودکار محاسبه شده و در فیلد مربوطه وارد می شوند، حالت دوم پارامترهایی هستند که مستقیماً از مدل GIS به مدل هیدرولوژی وارد می گردند و حالت سوم روشهایی است که مدل از آن استفاده می کند. جهت تعریف پارامترهای درخواستی حالت سوم از دو حالت قبلی توأم استفاده می شود.

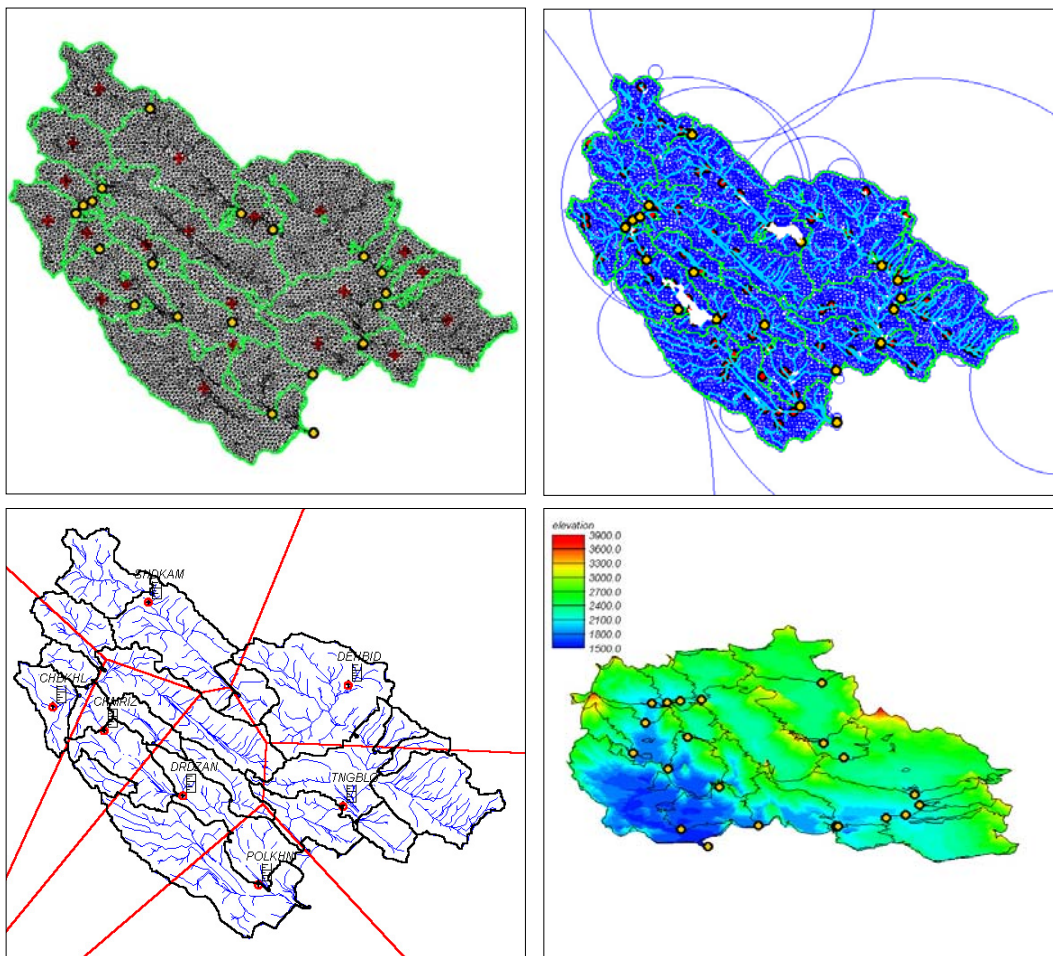
بنابراین ملاحظه می شود که بسیاری از پارامترهای مدل که عمدتاً از اهمیت زیادی در نتایج هم برخوردار هستند توسط این سیستم در صورت به روز شدن اطلاعات جایگزین اطلاعات قدیمی می شوند. درختواره هیدرولوژی ایجاد شده در حوضه آبریز کر در زیر قابل مشاهده است. مربع نشانه زیر حوضه، دایره نشانه خروجی زیر حوضه، پیکان نشانه مسیرهای جمع آوری آب یا رودخانه ها و لوزی نشانه دریاچه یا مخزن می باشد. در صورتی که بر روی هر یک از این واحدها دو بار کلیک کرد، صفحات محاوره مربوط به آن باز می گردد و میتوان پارامترهای درخواستی را به سه حالت فوق الذکر وارد نمود.



درختواره هیدرولوژی حوضه های آبریز رودخانه های کر، سیوند، و کافت



در اشکال زیر به ترتیب ، (چپ بالا) خروجی ها ، زیرحوضه ها ، مرکز سطح در شبکه نامنظم مثلثی TIN - (راست بالا) دوائر محیطی توزیع شبکه های نامنظم مثلثی ، دریاچه و مخزن - (چپ پایین) محل ایستگاههای باران سنجی و نمایی از روش توزیع بارندگی تیسن - (راست پایین) نمایش سه بعدی رنگی ارتفاع مدل TIN نمایش داده شده است . بالطبع محاسبه خودکار مشخصه های فیزیکی و نسبت دادن ضرایب تیسن محاسبه شده به صورت حوضه ها در سیستم هشدار سیل کر انجام پذیرفته است .

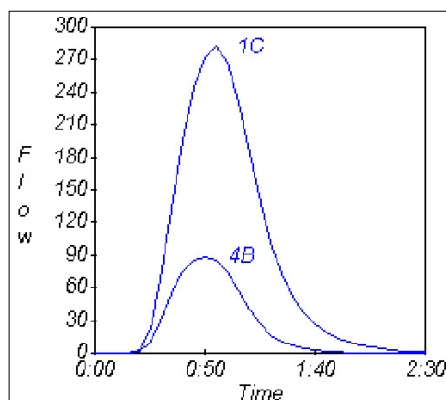
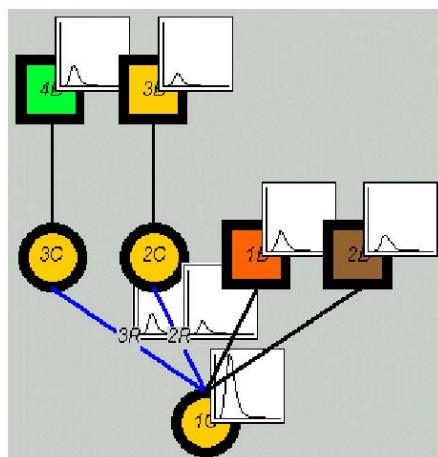


شبکه نامنظم مثلثی (TIN)

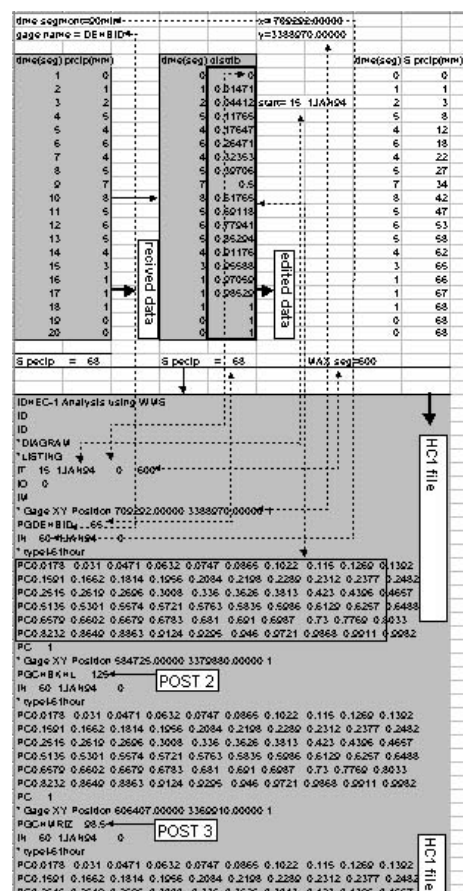
- ارائه روشهای نرم افزاری سیستم هشدار سیل پس از شکل گیری کامل مدل ، اجرا ، و تهیه هیدروگرافهای محاسباتی ، در روش زمان واقعی احتیاج به نرم افزاری است که مدل موجود را به روز نماید و یا به عبارتی اطلاعات Realtime منطقه را به درون فیلدهای مربوطه بریزد. اجرای جدید از مدل باعث تولید هیدروگرافهای جدید خواهد شد که با روشهای سخت افزاری مختلفی قابل مانیتورینگ می باشد . در نمودار صفحه بعد

نحوه ورود، ویرایش و جاگذاری اطلاعات Realtime که میتواند شامل بارندگی، درجه حرارت، هیدروگرافهای مشاهداتی، خروجی سدها و... باشد، نشان داده شده است. تهیه این نرم افزار در مرکز تحقیقات آب در حال انجام می باشد. دوشکل سمت چپ پویایی سیستم از نظر نمایش خروجی ها را نشان می رسد.

در حوضه آبریز کر تعداد ۲۱ هیدروگراف حوضه و ۲۰ هیدروگراف ترکیبی تولید شد.



درختواره و هیدروگرافهای معادل هر واحد



نمودار تبادل اطلاعات - باران

- پهنه بندی سیلاب و تعیین مناطق دارای خطر بالا با استفاده از اجرای اولیه مدل و عکسهای هوایی

به طور کلی نتایج حاصله از مدل های هیدرولوژیکی توانایی بالائی در هشدار سیلاب در بعد کلان دارند اما تحلیل سیلاب شرایط کاملاً متفاوتی را به اینچنین سیستمی القا می نماید و مسائل زیر بوجود می آید:

۱- دقت اطلاعات درخور هشدار سیل باید بالاتر از پیشینی آن باشد.

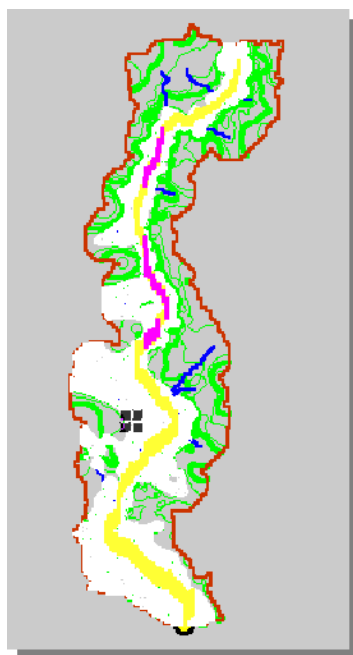
۲- نوع روندیابی متفاوت است.

۳- مناطق بحرانی به تحلیل دقیق تری نیاز دارند.

۴- نوع مدلسازی تعیین کننده است .

بنابراین ، به ترتیب ، تعیین مناطق بحرانی ، تدوین استاندارد دقت اطلاعات ، نوع روندیابی و پهنه بندی سیل بسیار اهمیت دارد.

نتایج تحقیقات انجام شده در حالت‌های مختلف روندیابی و پهنه بندی ، و مقایسه آن با کارهای انجام شده در منطقه ، تاکنون نشانگر این مطلب می باشد که به دلیل فقدان اطلاعات در این مرحله پهنه بندی ساده خطی مناسب ترین روش است . در صورتی که اطلاعات مدل های عوارض زمین دقیق باشند این روش جوابگو می باشد و در حالتی که پدیده هایی مانند پس زدگی آب و شرایط هیدرولیکی پیچیده تر پیشی می شود ، هیدروگرافهای موجود شرایط مناسبی را جهت مدلسازی های یک و دو بعدی فراهم می سازد. شکل زیر پهنه بندی خطی سیلاب رودخانه قره سو در محدوده شهری کرمانشاه را که با همین سیستم در مرکز تحقیقات آب وزارت نیرو اجرا شده است ، نمایش می دهد.



پهنه بندی سیلاب با درونیابی ارتفاع آب معادل هیدروگراف هر مقطع

#### • ایجاد ایستگاههای اندازه گیری واسط

به نظر می رسد که جهت ارتباط با منطقه ایستگاههای اندازه گیری موجود کم باشند که با اضافه کردن آنها ، به صورت خودکار این مدل پویا تغییر توپولوژیکی می دهد. در سیستم هشدار سیل رودخانه کر توپولوژی زیرحوضه ها در هر دو حالت ، با خروجی های جغرافیایی و با خروجی های معادل ایستگاههای هیدرومتری ، تشکیل گردیده است .

## مزایای سیستم

به طور کلی مزایای این روش نسبت به روشهای قبلی را به شرح زیر می توان بیان نمود:

- افزایش سرعت و دقت ورود اطلاعات
- ایجاد قابلیت در تصحیح و کنترل اطلاعات به دلیل قابلیت های کنترلی و تصویری بالا
- سهولت به روز نمودن اطلاعات
- توانایی انجام محاسبات مختلف ریاضی و آماری به جهت استاندارد بودن این سیستم
- قدرت عمل در ارتباط با حجم های بالای اطلاعات به دلیل گستردگی معمولی مدلهای

### هیدرولوژیکی

- قابلیت دریافت و ارسال اطلاعات با روشهای RS به صورت Realtime
- خروجیهای بسیار قوی و توانایی تغییر مناسب جهت درک وقایع

## جمع بندی و نتیجه گیری

- هیدرولوژی و دیدگاه آن به GIS و RS و دیدگاه GIS و RS به هیدرولوژی بسیار مهمتر از اجرای یک مدل ریاضی و عددی پیشرفته می باشد و این نیز به دو دلیل زیر است:

۱- کاهش هزینه های جمع آوری اطلاعات و بالا رفتن راندمان در حد بسیار قابل قبول و متفاوت با قبل

۲- صحت اطلاعات و اطمینان به آن در مدل هیدرولوژی

- در روندیابی سیلاب به نظر می رسد با توجه به کمبود اطلاعات و مشکلات عدیده در تهیه اطلاعات بهتر است با اطلاعات کافی در مناطق سیل خیز هیدروگراف را مستقیماً به ارتفاع معادل تبدیل کرده و پخش آب در منطقه را به صورت درونیابی های خطی انجام دهیم. تجربه ثابت نموده است که به دلیل ناکافی بودن اطلاعات، روشهای پیچیده هیدرولیکی در مناطق گسترده دارای نتایج خوبی نمی باشند.

- به علت خطاهای متعدد اطلاعات محاسبه شده در چند منطقه با اطلاعات دستی مقایسه شد که اختلاف زیادی نشان داده می شود و در اجرای مدل با لطبع اثر منفی می گذارد.

- به نظر می رسد که روشهای کارآمد و بهینه سازی اطلاعات روندیابی و کاهش بارندگی نتایج بسیار مناسبی در مقایسه با روندیابی هیدرولیکی پیچیده ایجاد می نماید.

- روشهای روندیابی Muskingum، Kinematic Wave و Muskingum Cunge در مقیاسهای بزرگ زمانی هیدروگراف را در حد بسیارناچیزی از لحظ زمان ودبی حداکثر جابجا می نمایند که به نظر روشهای مناسبی نمی رسند. از طرفی در این مقیاس، مطالعات هیدرولیکی نیز به دلایل واضح نتایج خوبی ارائه نمی کند. سه روش برای رفع این مشکل پیشنهاد میگردد:

۱- در ابتدا خواباندن مدل در یک یا چند زیرحوضه جهت واسنجی کلی و همچنین خواباندن مدل در زیر حوضه های منطقه عمومی کر جهت واسنجی منطقه ای

۲- تعیین مناطق دارای خطر بالا و برداشت دقیقتر اطلاعات از آن منطقه و اجرای مدل یک و یا حتی دو بعدی هیدرولیکی واسط

۳- بهینه سازی هیدروگرافهای محاسباتی بوسیله هیدروگرافهای مشاهداتی که در منطقه بی خطر قرار دارند و اعتماد به هیدروگرافهای محاسباتی در مناطق دارای خطر بالا و پخش دوبعدی به صورت خطی و یا حتی با استفاده از مدل های هیدرولیکی دوبعدی

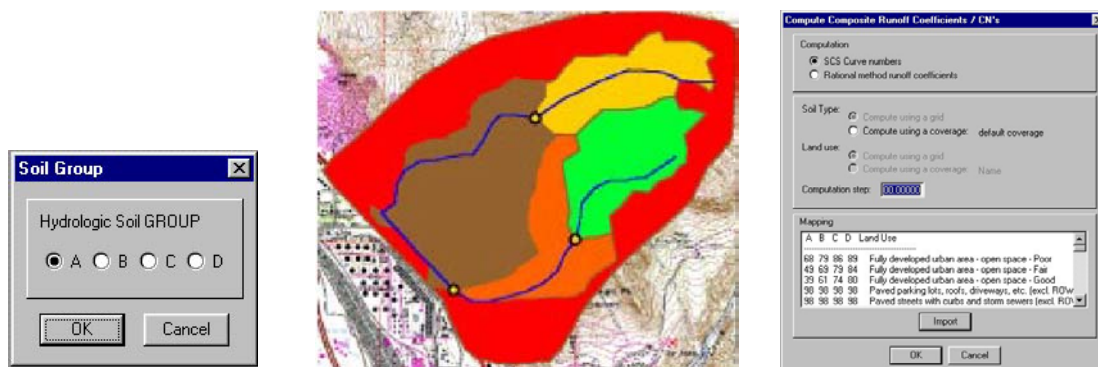
- اکثر واسنجی های هیدروگرافهای محاسباتی در حالت های معمول قبلی ( جهت محاسبه دبی طرح و به غیر از حالت Realtime ) از تغییر CN و یا حتی تغییر بارندگی استفاده می نمودند که این به معنی تطبیق هیدروگراف محاسباتی با هیدروگراف تجربی فقط در یک حالت از بارندگی می باشد، در صورتی که در حالت Realtime در اوضاع مختلف و در زمان واقعی باید بهینه سازی انجام پذیرد که این موضوع دو برخورد کاملاً متفاوت را با مسئله ظاهراً مشابه به وجود می آورد. روش ارائه شده در سیستم هشدار سیل رودخانه این مشکل را لحاظ و حل نموده است . امید است که با پیاده نمودن روشهای سخت افزاری درخور هر منطقه این روشها پاسخ گوی پروژه های پیش بینی و هشدار سیل گردند.

### پیشنهاد:

تنها باید یک ستاد در سطح کشور هماهنگی جمع آوری اطلاعات مناسب و استاندارد را که درخور یک یا چند مدل استاندارد هیدرولوژیکی و هیدرولیکی است را انجام دهد.

سیاست گذاری های کلی نیز به باید توسط همان ستاد به بخشهای اجرایی دیکته گردد.

برای مثال در کشور لایه های نوع خاک و کاربری اراضی مناسب و درخور هیچکدام از مدل های ریاضی ، موجود نمی باشد (با جهت و هدف هشدار سیل و هیدرولوژی) و در صورت موجود بودن هم در تمامی مناطق وجود ندارد. به هر حال به روز کردن اینگونه اطلاعات نیز باید با هماهنگی یک ستاد صورت پذیرد. در شکل زیر قابلیت محاسبه خودکار CN با روش SCS در یک مدل نمونه با استفاده لایه های نوع خاک و کاربری اراضی نشان داده میشود.



صفحه محاوره نوع خاک

کاربری اراضی و نوع خاک در TIN

صفحه محاوره کاربری اراضی



با توجه به قابلیت بالای کشور در تهیه اطلاعات ، سیاست گذاری بانکهای اطلاعاتی از جمع آوری بدون هدف اطلاعات زیاد و پرهزینه جلوگیری می کند.

در نهایت باید اذعان نمود که :

قدم اول جهت تشکیل سیستم پیش بینی و هشدار سیل تشکیل DEM ، لایه های کاربری اراضی و نوع خاک بر حسب یک استاندارد واحد میباشد . این اطلاعات مبنای مطالعات هیدرولیکی ، هیدرولوژیکی ، هیدروژئولوژیکی ، زیست محیطی و ... می باشد .

در خاتمه از آقایان مهندس ابوالقاسمی ، مهندس فولادفر و مهندس خطیبی از کارشناسان مرکز تحقیقات آب ، که از راهنمایی های ایشان در انجام این طرح استفاده کردم ، سپاسگزارم .