ارزیابی پهنه بندی سیل با تغییرات ضریب زبری*
مطالعه موردی: رودخانه اترک

امیرحسین افتخاری**
کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
علی سلاجقه
دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
س ّید احمد حسینی
کارشناس ارشد مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری بخش مهندسی رودخانه

چکیده

در این تحقیق میزان تأثیر افزایش و یا کاهش ضریب زبری مانینگ بر پهنه سیل و تراز سطح آب مورد بررسی قرار گرفته است. به این منظور ابتدا لایه TIN **ساخته شد و سپس با کمک اکستنشن** HEC-GEORAS **اطلاعات مورد نیاز تعیین و استخراج شد. آن‌گاه از طریق مشاهدات صحرایی، اقدام به برآورد ضریب زبری مانینگ گردید و در ادامه ضریب زبری بدست آمده از طریق مدل** HEC-RAS **کالیبره شد. سپس به منظور میزان تأثیر ضریب زبری مانینگ در گستره پهنه سیلابی، به میزان ۵، ۱۰ و ۲۵ درصد، ضریب زبری کالیبره شده افزایش و کاهش داده شد و سپس با هریک از این حالات مدل اجرا گردید. آن‌گاه برای آن که بتوان سطح آبگرفتگی را در بازه مورد نظر به صورت پهن شده نشان داد، نتایج به محیط** سیستم اطلاعات جغرافیایی **برده شد و سطح آبگرفتگی بازه مورد مطالعه تهیه شد. نتایج تحقیق بیانگر این واقعیت است که با افزایش ضریب زبری، گستره پهنه سیل افزایش می‌یابد و بالعکس. در ضمن کالیبره کردن ضریب زبری مهمترین تأثیر را بر روی پیش بینی پهنه سیل و ویژگیها جریان دارد و مدل هم بیشترین حساسیت را به ضریب زبری دارد.**

واژگان کلیدی: ضریب زبری مانینگ، TIN، مدل HEC-RAS، پهنه سیل، HEC-GEORAS.

مقدمه

در مدیریت رودخانه و طراحی سازه‌های مهندسی و یا سایر بهره‌برداری‌ها، همواره شناخت پارامترهای مختلف جریان بالاخص سرعت و دبی جریان جز ضرورت‌های اوّلیه و اصلی ترین نیازها می‌باشد. روابط

* این مقاله برگرفته‌شده از پایان‌نامه امیر جسین افتخاری، کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات به راهنمایی دکتر علی سلاجقه رسیده است.

** نویسنده مسئول : ۰۹۱۲۵٤٦٥٦٤ Email:Amiir_Watershed@yahoo.com

متعددی جهت تعیین سرعت متوسط و دبی جریان موجود است که رابطه مانینگ، شناخته‌ترین این روابط می‌باشد.

نظر به این که یکی از پارامترهای موثر در رابطه مذکور، ضریب مقاومت جریان می‌باشد، پیش‌بینی و برآورد مقدار این ضریب در فواصل مورد نظر از رودخانه به طور قطع در تصمیم‌گیری و تعیین ابعاد نهایی طرح‌های مهندسی رودخانه تأثیر بسزایی خواهدداشت.

یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در روی شدت عبور سیلاب‌ها و در نهایت شدت تخریب آن‌ها پارامتر ضریب زبری می‌باشد. نظر به این که ضریب زبری پارامتر عمده افت انرژی در کانال‌ها و رودخانه‌ها می‌باشد، نقش موثری در میزان تراز آب و سطح جریان در هر مقطع دارد. لذا تعیین ضریب زبری مناسب که معرف شرایط واقعی رودخانه باشد،از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، ضریب زبری مانینگ کلیه عوامل موثر در مقاومت بستر کانال در مقابل جریان را در خود مستتر دارد.

هدف از این تحقیق ارزیابی و بررسی پهنه‌بندی سیل با تغییرات ضریب زبری در بازه‌های مختلف رودخانه اترک می‌باشد.

سابقه تحقیق

– صفری (۱۳۸۰) مطالعه موردی رودخانه نکا واقع در استان مازندران، با استفاده از مدل HEC-RAS اقدام به پهنه‌بندی خطر سیل نمود و نتیجه گرفت که این مدل کارایی بسیار بالایی در محاسبه پروفیل آب و پهنه‌های سیلاب دارد.

– حسین زاده و تبار احمدی (۱۳۸٤) در مقاله خود اقدام به پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط GIS کردند. در این تحقیق که با تلفیق HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) به برآورد پهنه سیل و خسارت اقتصادی ناشی از آن پرداخته شد، نتایج حاصله نشان‌دهنده آن است که تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) با مدل HEC-RAS در تحلیل مناطق سیل‌گیر بسیار توانمند و کارا می‌باشند. بررسی نتایج نشان‌دهنده آن است که پهنه یک سیلاب مشخص در فصل تابستان وسیع‌تر از فصول دیگر بوده و روش SCS در برآورد ضریب مانینگ مقادیر بیشتری را نتیجه می‌دهد. همچنین در تمام فصول وقتی که مطالعات به روش SCS انجام شود، مساحت آبگرفتگی وسیع‌تر خواهد بود.

– رهبر بصیر و همکاران (۱۳۸۵) و پهنه‌بندی عمق سیلاب در دوره بازگشت ۲۰۰ ساله را تهیه کردند. در ضمن در این پژوهش عوامل هیدرولیکی مؤثر در میزان خطر سیل با استفاده از مدل‌های هیدرولیکی را بیان کردن.

– شکوری (۱۳۸۵ به مقایسه تأثیر روش‌های مختلف تخمین ضریب زبری که شامل سه روش کلی استفاده از جدول، روش‌های تجربی و روش مستقیم است، پرداخت و به این نتیجه رسید که روش مستقیم، دقیق‌ترین روش می‌باشد.

– آرمان (۱۳۸۵) به این نتیجه رسید که به علت شیب زیاد این بازه، افزایش ارتفاع سیل در آن تأثیر زیادی در گسترش پهنه سیل ندارد. ضمنا توانایی نرم افزار HEC-RAS جهت تعیین حدود خوب ارزیابی می‌شود.

– فیلیپس[1] (۱۹۸۸) در مقاله خود میزان دبی و تصمیمات مدیریتی منابع و کاربری اراضی در مراحل شمالی کاروان را مورد بحث قرار داده‌اند. تغییرات ضریب زبری مانینگ در کانال مصنوعی بررسی شده است. نتایج حاکی از آن است که با افزایش ضریب زبری، پهنه سیل گسترش می‌یابد.

هاریت[2] و بتس[3] (۲۰۰۲) در بازه‌ای به طول ٦٠ کیلومتر از رودخانه سورن[4] در کشور انگلستان مدل‌های HEC-RAS، LISFLOOD-FP و TELEMAC-2D را آزمایش کردند و به این نتیجه رسیدند که در این بازه مدل‌های HEC-RAS و TELEMAC-2D می‌تواند برای دبی یا داده‌های منطقه سیل گرفته کالیبره شوند و به خوبی می‌توانند منطقه مورد هجوم سیل را پیش‌بینی کنند.

– آدام[5] (۲۰۰۳) با استفاده از مدل HEC-RAS، تغییرات سرعت و عدد فرود را در دو نوع رودخانه جنگلی وغیر جنگلی مورد بررسی قرار داده و تأثیر پوشش گیاهی بر رژیم و رفتار فیزیکی جریان را مورد مقایسه قرار داد و نتیجه گرفت که استفاده از مدل HEC-RAS می‌تواند مقادیر عددی مناسبی را جهت مطالعه رژیم و سایر ویژگیها هیدرولیکی جریان رودخانه در اختیار محققین قراردهد.

– پاپنبرگر[6] و همکاران(۲۰۰۵) تأثیر پارامتر زبری در HEC-RAS با استفاده از مشاهدات سطح پائین دست و طغیان آب در رودخانه موراوا[7]، شباهت ضرایب زبری موجود در کانال و سیلاب دشت‌ها را با یکدیگر مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند جهت پیش‌بینی جریان خروجی اختلاف اصلی در مطالعات مربوط به رودخانه موراوا، نه تنها ناشی از ضرایب زبری سیلاب دشت‌ها می‌باشد بلکه از ضریب زبری کانال نیز ناشی می‌شود.

ویژگی‌های منطقه و بازه مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه اترک در فاصله ۲۵ کیلومتری شمال‌شرقی مشهد مقدس، در استان خراسان شمالی و در منتهی الیه شمال شرقی ایران از قوچان تا دریای خزر گسترش داشته و همچنین شهرهای قوچان و شیروان در این حوضه واقع شده و بخش عمده جاده گرگان به مشهد در این حوضه قرار گرفته است. محدودهٔ حوضه مورد مطالعه بین مختصات جغرافیایی ′۱۰،°٥٤ تا ′٠٤ ،°٥٩ طول شرقی و′٧٥ ،°٣٦ تا ′١٦ ،°٣٨ عرض شمالی می‌باشد. بازه مورد مطالعه قرار گرفته در این تحقیق در مختصات ′٣٩ ،°٥٧ تا ′١٨ ،°٥٧ طول شرقی و ′٢٦، °٣٧ تا ′٣٧ ،°٣٧ عرض شمالی واقع شده است(شکل ۱).

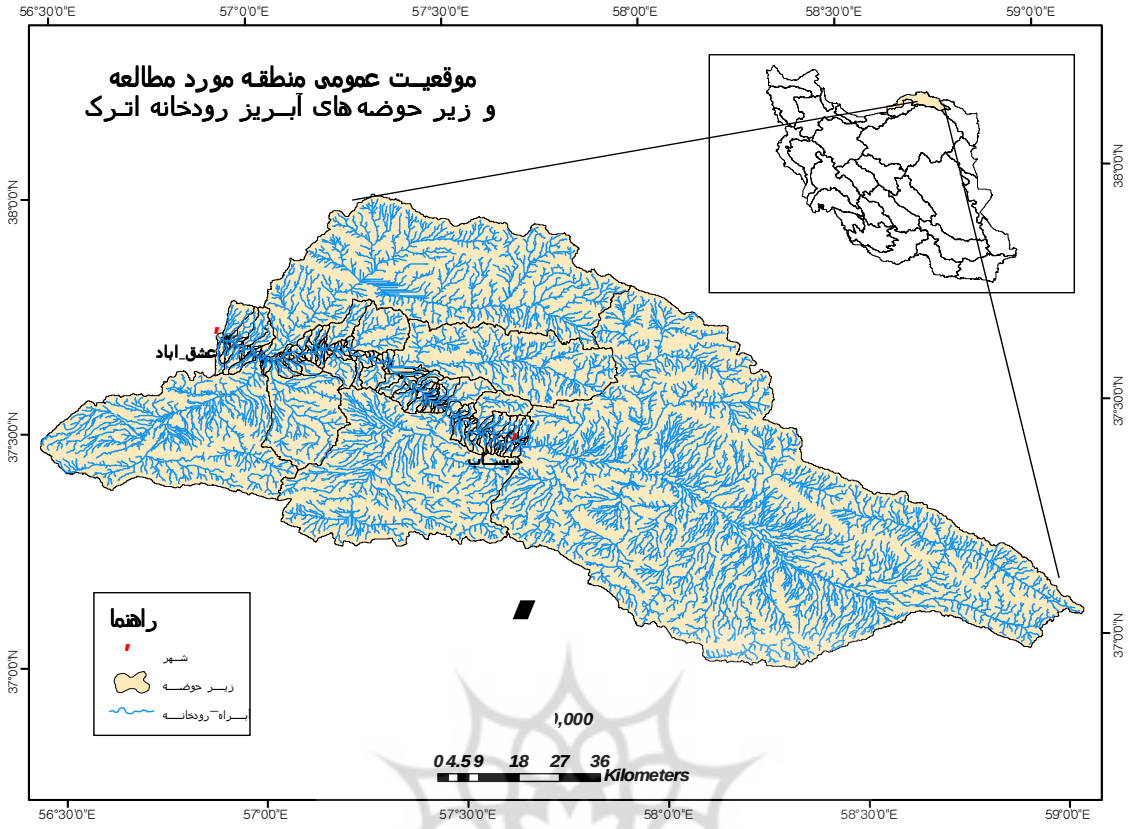
---

1. phillips
2. Horritt
3. Bates
4. Severn
5. Adam
6. Pappenberger
7. Morava

مساحت حوضه آبریز رودخانه اترک در داخل کشور ۲٦۵۸۷ کیلومترمربع است که حدود ۲۰۳۵۱ کیلومترمربع آن را مناطق کوهستانی و ٦۲۳٦ کیلومترمربع آنرا کوهپایه‌ها و دشت‌ها تشکیل می‌دهد. این حوضه کوهستانی و دشتی بوده و حدود ۳۵ درصد آن را عرصه‌های دشتی تشکیل می‌دهد. اترک رودخانه اصلی حوضه است که از ارتفاعات هزار مسجد در شرق حوضه سرچشمه گرفته و از میان ارتفاعات کپه داغ به سمت شمال غربی جریان یافته و در محلی بنام چات در امتداد مرز مشترک ایران و جمهوری ترکمنستان بسوی دریای مازندران در غرب جریان می‌یابد.

بیشترین ارتفاع در بخش شرقی آن کپه داغ ۲۹۰۳ متر از سطح دریا بوده و مصب آن در دریای خزر ۲۷ متر زیر سطح آب‌ای آزاد قرار دارد. بستر رودخانه اترک در قسمت علیای حوضه آبریز عموما پرشیب بوده و از رسوبات آبرفتی درشت دانه پوشیده می‌شود. در مناطق میانی بستر رودخانه در اثر جریان یافتن سیل‌ها دچار فرسایش شدید شده و عموما از بریدگی‌ها و پیچ و خم‌های ناشی از فرسایش تشکیل گردیده است. در بخش پایین حوضه، رودخانه از دره عمیقی که عمق آن به ۵۰ متر می‌رسد جریان می‌یابد. بارندگی حوضه از حدود ۲۰۰ میلی‌متر در بخش شمال غربی در مجاورت ترکمنستان تا بالغ بر ۷۵۰ میلی‌متر در مناطق ستیغی و کوهستانی کم وسعت جنوب متغیر است ولی قسمت وسیعی از حوضه دارای بارش بین ۲۵۰ تا ٤۰۰ میلی متر می‌باشد. رژیم بارش در منطقه مورد مطالعه، مدیترانه‌ای است، به این مفهوم که فصل خشک مطلقا منطبق بر تابستان و فصل بارندگی متمرکز بر زمستان است. قریب به ۸٤ درصد بارش‌ها در فاصله ماه‌های آبان لغایت اردیبهشت واقع می‌گردد و حداکثر بارش اکثرا در یکی از ماه‌های اسفند و یا فروردین رخ می‌دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱ : موقعیت حوضه آبریز اترک

روش تحقیق

بٔ وّجه به نوع و ماهیت پژوهش مورد نظر که از نوع کاربردی، عملی و مبتنی بر عملیات میدانی است، این تحقیق به شرح زیر اجرا شد:

ابتدا اطلاعات فیزیوگرافی، هواشناسی، هیدرولوژی حوضه بازه رودخانه مورد مطالعه جمع آوری و سپس اطلاعات، گزارشات مورد بررسی قرار گرفت. آنگاه مدل رقومی ارتفاعی(Tin) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و نقاط ارتفاعی در محیط ArcMap ساخته شد و فایل ورودی مدل HEC-RAS از طریق رسم خطوط رودخانه، کناره های چپ و راست، محدوده سیل گیر و مقاطع عرضی با کمک اکستنشن HEC-GEORAS بر روی لایه Tin تهیه و تکمیل گردید. سپس اطلاعات مورد نیاز برای اجرای مدل HEC-RAS که شامل:

- اطلاعات هندسی رودخانه

- ضریب زبری آبراهه اصلی منطقه مورد مطالعه(با استفاده از جدول کاون از طریق بررسی دانه بندی مصالح بستر در طول مسیر آبراهه‌های مورد مطالعه بر پایه اطلاعات موجود و بازدیدهای صحرایی تخمین زده شد)

– مقادیر دبی با دوره بازگشت‌های مختلف(که به وسیله مدل ریاضی HEC-HMS تهیه شده بود) تهیه شد، سپس مدل HEC-RAS از طریق کالیبره کردن ضریب زبری مانینگ کالیبره گردید. سپس مدل اجرا شد که اجرای مدل منجر به تعیین پروفیل سطح آب در مقاطع مختلف رودخانه با دوره بازگشت های متفاوت و با ضرایب زبری متفاوت گردید. آن‌گاه توسط مدل HEC-RAS فایل قابل قرائت برای Arc Map ساخته شد و در این نرم افزار گستره و پهنه‌های سیل گیر با ضرایب زبری متفاوت در مقاطع مختلف آبراهه مورد مطالعه، با استفاده از نتایج اکستنشن(نرم افزار مکمل) HEC-GEORAS تعیین گردید و در نهایت نقشه‌های پهنه بندی سیل در آبراهه مورد مطالعه با استفاده از نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) حاصل شد.

کالیبراسیون مدل

هدف از کالیبراسیون مدل،تعیین ضریب زبری مانینگ بستر و سیلاب دشت است که در آن به ازای یک دبی مشخص در هر بازه،تراز محاسبه ای منطبق بر تراز مشاهده ای در ایستگاه هیدرومتری مربوطه گردد.

لازم به توضیح است که برای کالیبره کردن مدل به این صورت عمل شد که دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله (از آن‌جا که برای تعیین حریم بستر رودخانه ها دبی ۲۵ ساله به عنوان دبی مبنا از طرف وزارت نیرو تعیین شده است، در این تحقیق برای محاسبات هیدرولیکی از این دبی استفاده گردید) ایستگاه رضا آباد واقع در بالادست بازه مورد مطالعه به همراه ضرایب زبری مشاهداتی که از جدول کاون در طی عملیات صحرایی بدست آمده بود به مدل داده شد. دبی محاسباتی توسط مدل باید با دبی مشاهده‌ای ایستگاه آغمزار واقع در پایین دست بازه مورد مطالعه تطابق داشته باشد ولی چون دبی محاسباتی با دبی مشاهداتی ایستگاه آغمزار متفاوت بود بنابراین برای رسیدن به دبی خروجی ایستگاه آغمزار با تمرکز بر روی ضریب زبری و استفاده از روش سعی و خطا،دبی خروجی با اختلاف بسیار کم استخراج شد.در این مرحله مدل کالیبره شده است و آماده برای انجام محاسبات بعدی است.

با توجه به این که عنوان تحقیق که در مورد تغییرات ضریب زبری می‌باشد، پس از بازدیدهای صحرایی و بدست آوردن ضریب زبری مشاهداتی و کالیبره کردن آن که از طریق کالیبره کردن مدل انجام شد، به میزان ۲۵ درصداز ضریب زبری واقعی کم و همچنین به ضریب زبری واقعی اضافه شد تا میزان دخالت ضریب زبری در گستره پهنه سیل گیر مشخص شود.

نحوه بدست آمدن اطلاعات

مشخصات توپوگرافی و پلان آبراهه

اطلاعات خام توپوگرافی و پلان آبراهه بطور مستقیم از مرکز حفاظت خاک و آبخیزداری تهیه شد و پس از پردازش بر روی آن ها از طریق نرم افزار Arc MAP، آماده استفاده در این تحقیق شدند.

مشخصات هندسی و مقاطع عرضی رودخانه

پس از تهیه آمار لازم و پردازش آن ها، در محیط GIS اقدام به تهیه لایه TIN و استخراج خط بستر، خطوط سواحل، محدوده سیل گیر و رسم مقاطع عرضی از این لایه شد.

اطلاعات مقادیر دبی رودخانه

از آن‌جا که برای تعیین حریم بستر رودخانه‌ها دبی ۲۵ ساله به عنوان دبی مبنا از طرف وزارت نیرو تعیین شده است، در این تحقیق برای محاسبات هیدرولیکی از دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله استفاده گردید. در جدول ٤-۲ مقادیر دبی با دوره بازگشت‌های مختلف آورده شده است.

جدول ٤-۲: میزان دبی سیل رودخانه اترک در دوره بازگشت‌های مختلف(ایستگاه رضا آباد)

دوره برگشت(سال)	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
دبی(متر مکعب بر ثانیه)	۹۰	۱۵۷	۲۱٦	۳۱۵	٤۰۲	۵۱۰

محاسبه ضریب زبری مانینگ

برای محاسبه ضریب زبری مانینگ می‌توان هم از روابط تجربی و هم از جداول مختلف ارائه شده استفاده کرد. در این تحقیق میزان ضریب زبری مانینگ در بستر رودخانه اترک و سیلاب دشت چپ و راست، با توجه به بازدید میدانی و مطابقت آن با جداول چاو[8] و کاون[9] برآورد شده و پس از کالیبره کردن آن به مدل وارد گردید.

شرایط مرزی مدل

به منظور محاسبه دقیق پروفیل سطح آب، لازم است مقادیر منحنی هیدروگراف ورودی و مقادیر دبی – اشل در بالادست و پایین دست محدوده مورد مطالعه برای مدل تعریف گردد.

به منظور حل معادله انرژی در شرایط یکنواخت[10] سه حالت زیر قابل تصور می‌باشد:

۱- جریان زیر بحرانی باشد؛[11]

که در این گونه موارد جریان از پایین دست کنترل می‌شود و بر این اساس شرط مرزی داشتن عمق پایاب[12] است.

۲- جریان فوق بحرانی باشد؛[13]

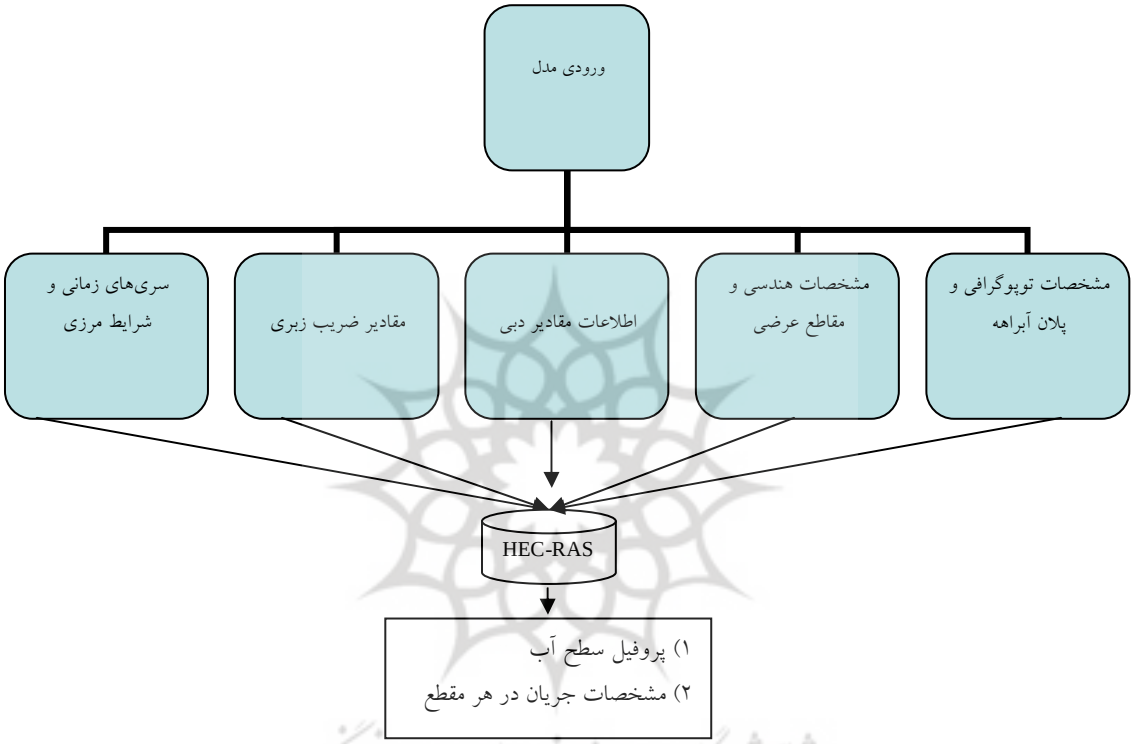
که در این گونه موارد جریان از بالادست کنترل می‌شود و بر این اساس شرط مرزی داشتن عمق سراب[14] است.

8. Chow
9. Cowen
10. Uniform
11. Sub Critical Flow
12. Tail Water Depth
13. Super Critical Flow

۳- جریان مرکب باشد[۱۵]

که در این گونه موارد هر دو عمق پایاب و سراب[۱۶] به عنوان شرایط مرزی نیاز می‌باشد. در این تحقیق عمق پایاب و سراب بازه مورد مطالعه به عنوان شرایط مرزی به مدل داده شد تا جریان را به صورت مرکب به حساب آورد.

با ورود اطلاعات فوق به مدل HEC-RAS ارتفاع آب در بازه مورد مطالعه از رودخانه اترک برای ضرایب زبری مختلف محاسبه گردید. شکل چارت مدل HEC-RAS را نشان می‌دهد.



شکل۲: چارت مدل HEC-RAS

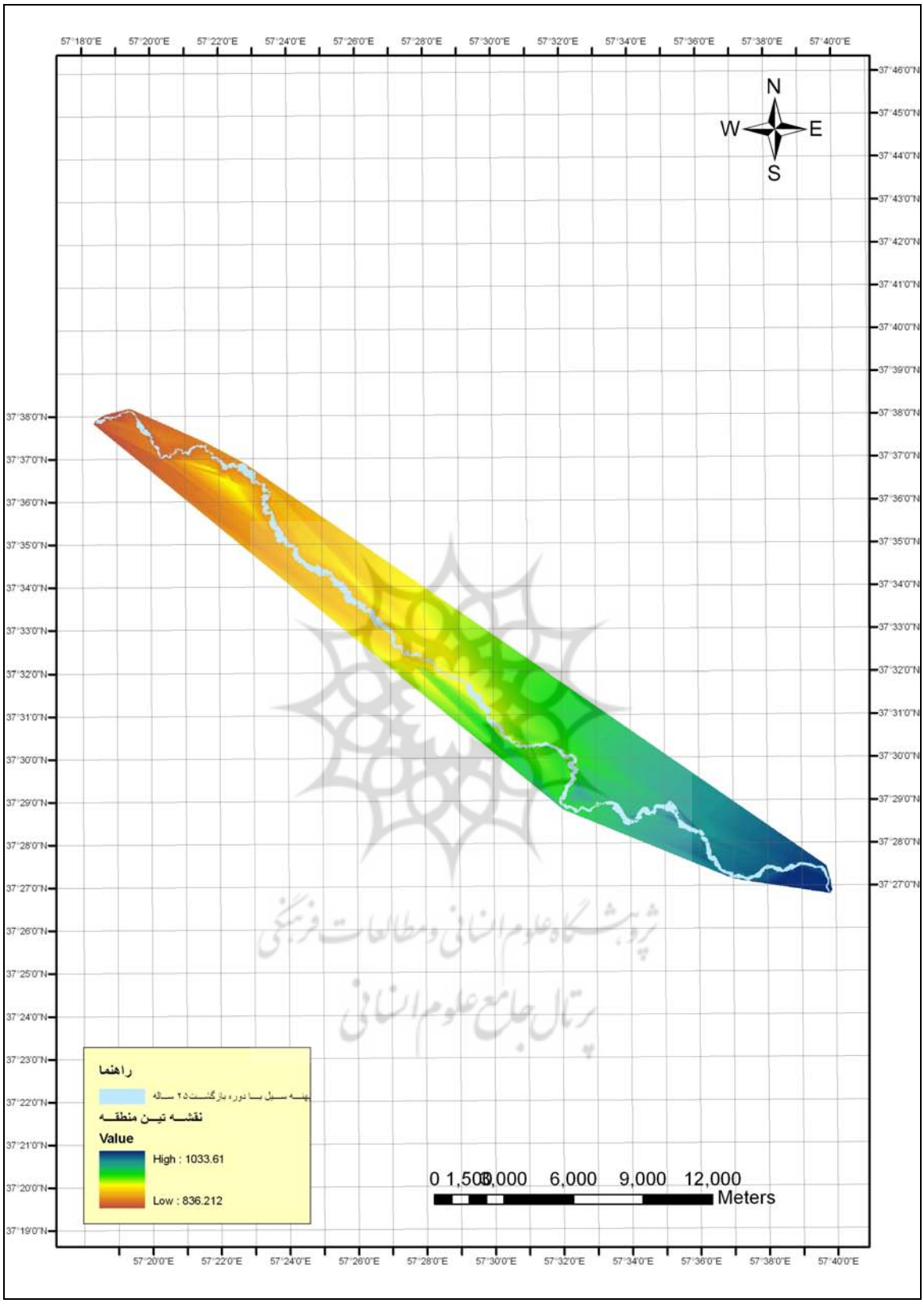
در این تحقیق معادله انرژی جریان به روش گام به گام استاندارد توسط مدل HEC-RAS، محاسبه و تجزیه و تحلیل شد.

نتایج

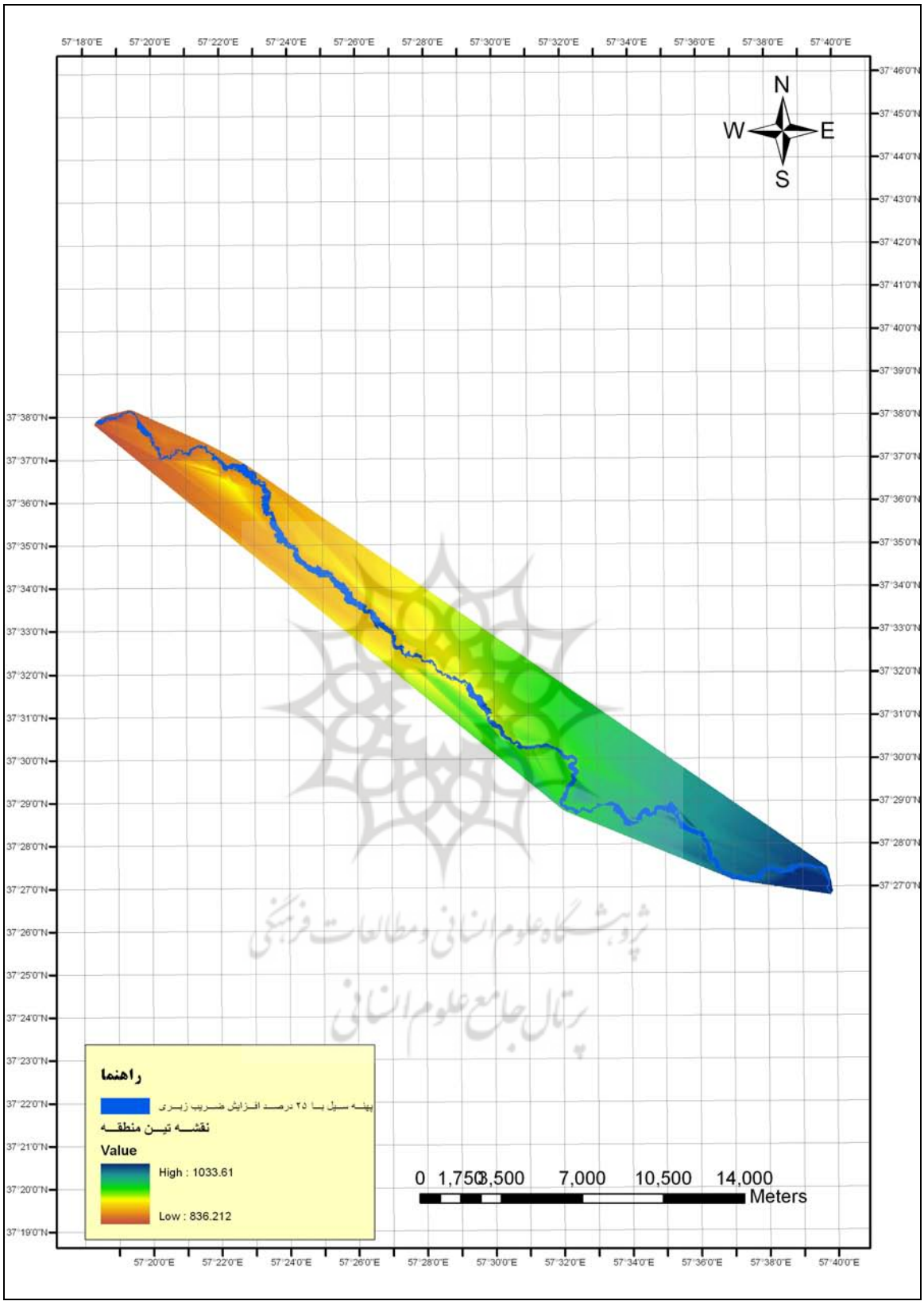
- نقشه‌های پهنه سیل

نقشه‌های پهنه سیل با دوره بازگشت ۲۵ ساله همراه با افزایش و کاهش ضریب زبری به میزان ۲۵ درصد و همچنین ضریب زبری واقعی در شکل‌های ۳ و ۵ آورده شده است.

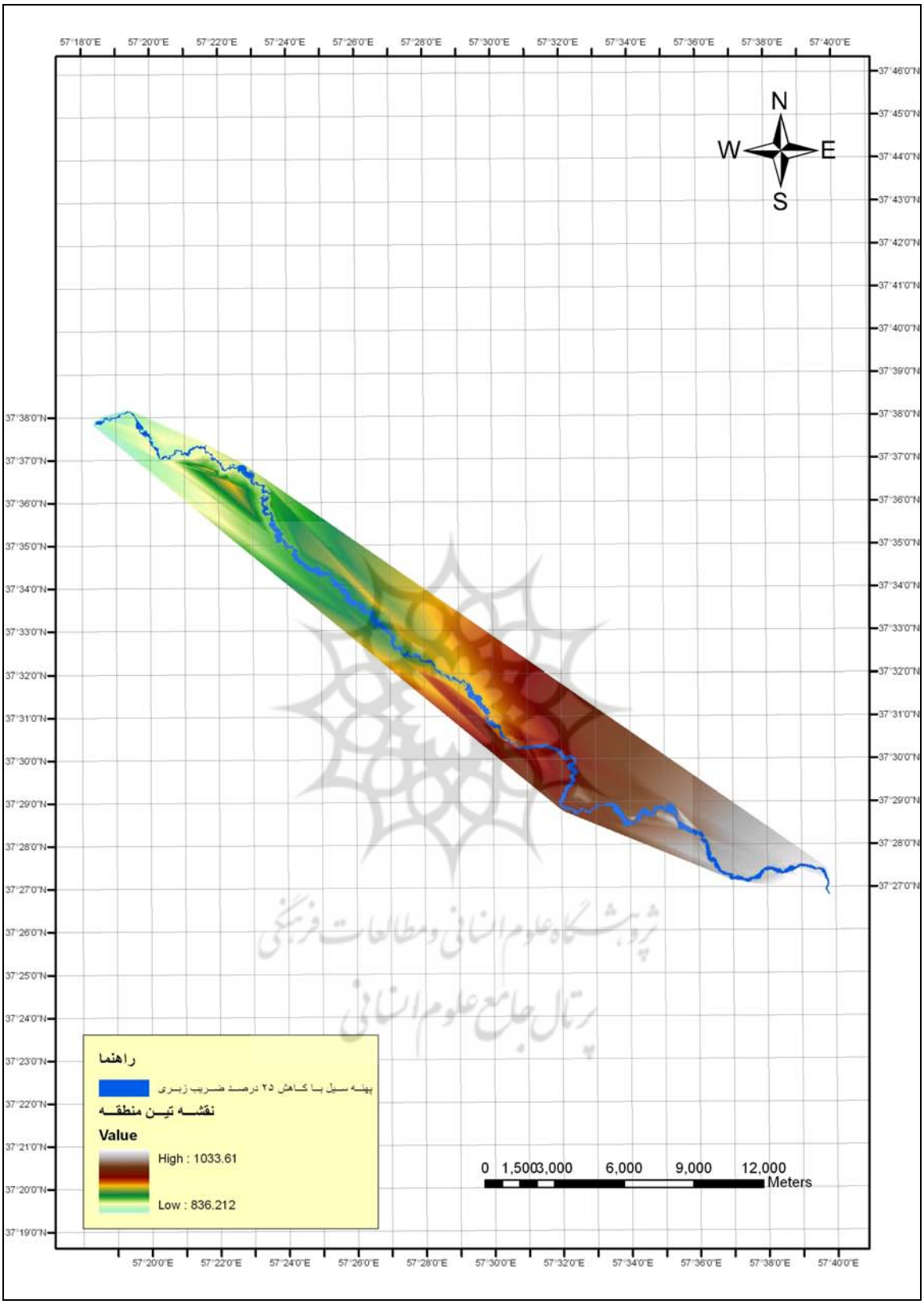
[14] .Upstream Depth
[15]. Mixed Flow
[16]. Up & Down Stream



شکل ۳ : پهنه سیل با دوره بازگشت ۲۵ ساله بازه مورد مطالعه در رودخانه اترک



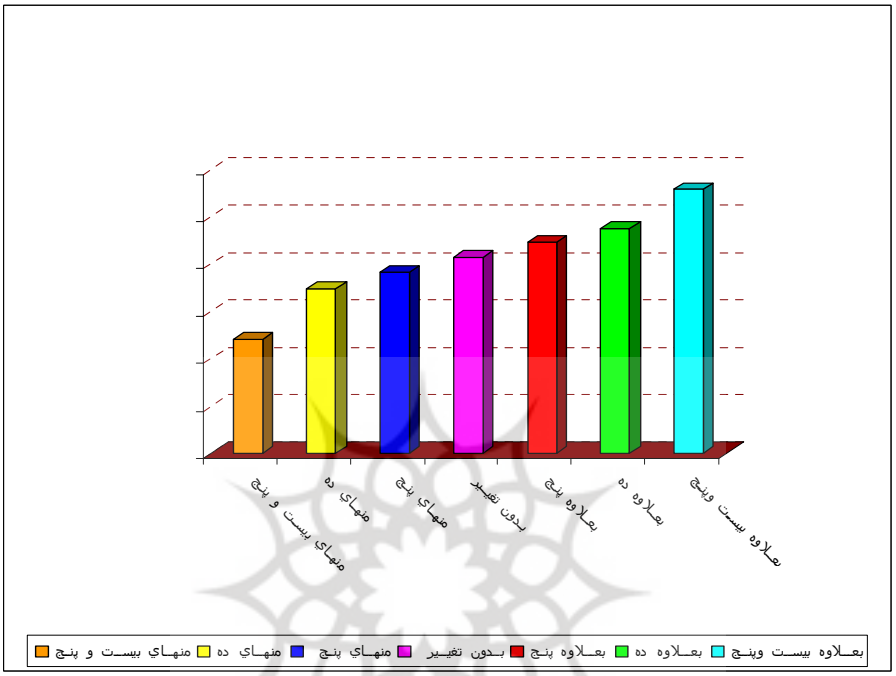
شکل ٤ : پهنه سیل با دوره بازگشت ۲۵ ساله و ۲۵ درصد افزایش ضریب زبری



شکل ۵ : پهنه سیل با دوره بازگشت ۲۵ ساله و ۲۵ درصد کاهش ضریب زبری

- نتیجه حاصل از درصد تغییرات ضریب زبری با مساحت سیل

با تغییرات ضریب زبری در درصدهای گوناگون، میزان مساحت پهنه سیل گیر نیز تغییر داشت، بگونه‌ای که با افزایش ضریب زبری میزان مساحت پهنه سیل گیر نیز افزایش داشت و با کاهش ضریب زبری میزان مساحت پهنه سیل گیر نیز کاهش می یافت. در شکل‌های ٦ و ٧ به وضوح این امر آشکار است.



شکل ٦ : نمودار ستونی میزان مساحت پهنه سیل‌گیر با دوره بازگشت ۲۵ ساله و ۵ ، ۱۰ و ۲۵ درصد افزایش و کاهش ضریب زبری

شکل ٧ : نمودار خطی روند افزایشی مساحت پهنه سیل گیر با دوره بازگشت ۲۵ ساله و ۵ ،۱۰ و ۲۵ درصد افزایش و کاهش ضریب زبری

- افزایش یا کاهش درصد مساحت سیل گیر در اثر تغییرات ضریب زبری نسبت به ضریب زبری واقعی

تغییرات درصد مساحت سیل گیر در اثر کاهش یا افزایش ضریب زبری نسبت به ضریب زبری واقعی در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱: تغییرات درصد مساحت سیل گیر نسبت به تغییرات ضریب زبری

درصد تغییرات ضریب زبری	+۲۵	+۱۰	+۵	بدون تغییر	-۵	-۱۰	-۲۵
درصد مساحت سیل گیر	۸/۹٤	۳/۸۱	۱/۹۹	_	-۱/۹۹	-٤/۰۸	-۱۰/٦٥

فیلیپس[17] (۱۹۹۸)، به این نتیجه رسید که با افزایش ضریب زبری، پهنه سیل گسترش می‌یابد که نتایج حاصل از تحقیق ایشان با نتایج حاصل از این مقاله مطابقت دارد. حسین زاده و تبار احمدی (۱۳۸٤) خود اقدام به پهنه بندی سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط GIS کردند. نتایج حاصله از تحقیقات ایشان نشان داد که تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) با مدل HEC-RAS در تحلیل مناطق سیل گیر بسیار توانمند و کارا می‌باشند. همچنین در تمام فصول وقتی که مطالعات به روش SCS انجام شود، مساحت آبگرفتگی وسیع‌تر بود که باز نشان دهنده اینست که نتایج حاصل از تحقیق ایشان با نتایج حاصل از این مقاله مطابقت دارد.

- تأثیر افزایش یا کاهش ضریب زبری مانینگ بر رژیم جریان در دوره بازگشت ۲۵ ساله

تأثیر افزایش یا کاهش ضریب زبری مانینگ بر رژیم جریان در دوره بازگشت ۲۵ ساله در جدول ۲ آمده است.

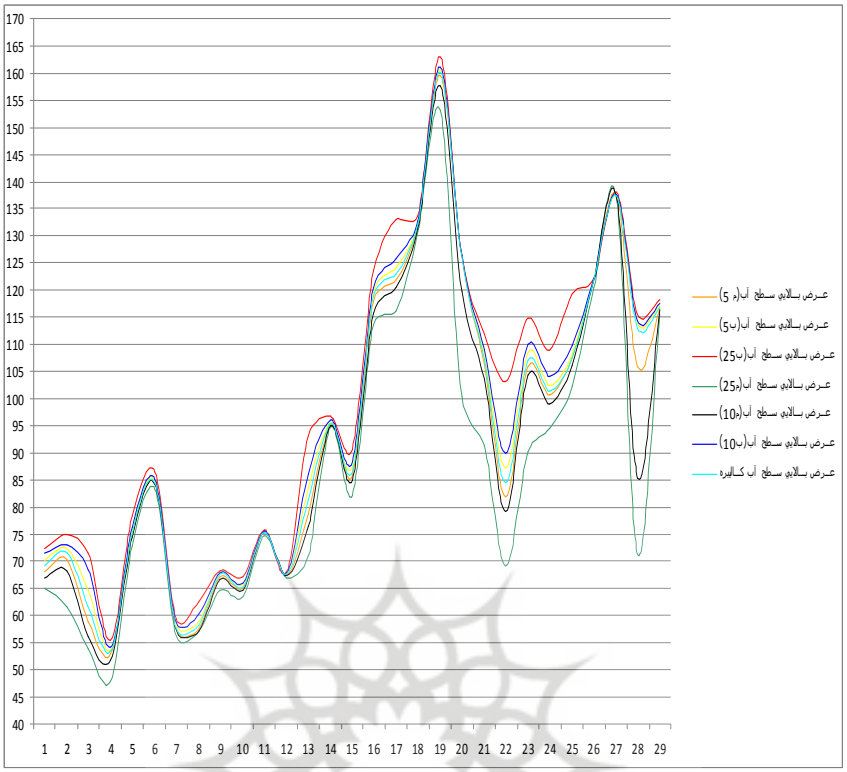
جدول ۲ : مقاطع با جریان فوق بحرانی

مقطع / ضریب زبری واقعی	+٪۵n	-٪۵ n	+٪۱۰ n	-٪۱۰ n	+٪۲۵ n	-٪۲۵ n
۹۱٦	–	–	–	–	–	۱/۱۹
۹۰۹	–	–	–	–	–	۱/۰٤
۷۸۳	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱
۷٤۲	–	–	–	–	–	۱/٤٤
۷۰۵	۱	۱	۱	۱	–	۱
٦۹۷	–	–	–	–	–	۲/۲۷
٦۸۷	–	۱/۰۹	–	۱/۱۷	–	۱/۳۷
۵۵۰	–	–	–	–	–	۱
٤۸٤	–	–	–	–	–	۱/۰۷
٤۳۵	–	–	–	–	–	۱/۱۸
٤۱۱	۱/٤۱	۱/۵۳	۱/۳۵	۱/۵۸	–	۱/۷۲

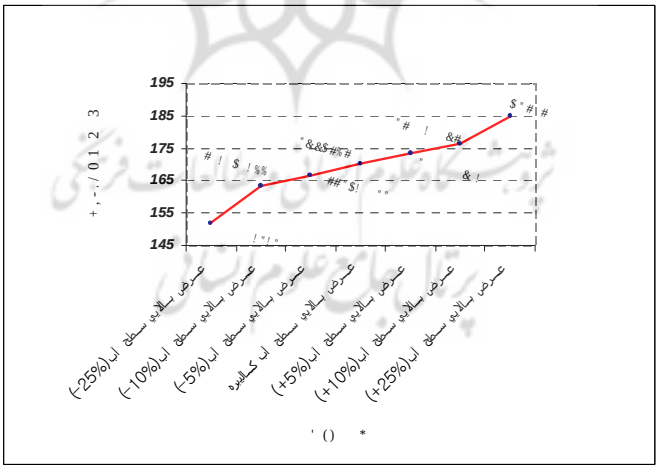
[17] .Phillips

- تأثیر افزایش یا کاهش ضریب زبری مانینگ بر عرض بالایی سطح آب

تأثیر افزایش یا کاهش ضریب زبری مانینگ بر عرض بالایی سطح آب در شکل‌های ۸ و ۹ آمده است.



شکل ۸: نمودار عرض بالایی سطح آب در درصدهای متفاوت ضریب زبری در بخشی از بازه مورد مطالعه



شکل ۹ : نمودار خطی *میانگین* عرض بالایی سطح آب در درصدهای متفاوت ضریب زبری

بحث، نتیجه گیری

نظر به این که ضریب زبری پارامتر عمده افت انرژی در کانال‌ها و رودخانه‌ها می‌باشد، نقش مؤثری در میزان تراز آب و سطح جریان در هر مقطع دارد. لذا تعیین ضریب زبری مناسب که معرف شرایط واقعی رودخانه باشد، از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

مقدار n تقریبی است و هیچگاه نمی‌تواند یک عدد مطلق باشد و یک رودخانه ممکن است محدوده وسیعی از تغییرات ضریب زبری مانینگ را در طول مسیر خود شامل شود. رودخانه اترک در بازه مورد نظر نیز از این امر مستثنی نبوده و تغییرات ضریب زبری مانینگ را در طول مسیر خود دارا می‌باشد.

با توّجه به تحقیق انجام شده مشخص شد که:

- با افزایش ۵ ،۱۰ و ۲۵ درصدی ضریب زبری مانینگ، پهنه سیل در تمام دوره بازگشت‌ها گسترش می‌یابد و با کاهش ۵ ،۱۰ و ۲۵ درصدی ضریب زبری مانینگ، پهنه سیل در تمام دوره بازگشت‌ها کاهش می‌یابد. شکل ۸ این امر را به خوبی نشان می‌دهد.

- با توّجه به پروفیل طولی تراز سطح آب و ویژگیها رژیم جریان به جز در مقاطعی که در جدول ۲ آمده است در تمامی مقاطع، در دوره بازگشت ۲۵ ساله و همچنین با ۵ ،۱۰ و ۲۵ درصد کاهش و افزایش ضریب زبری مانینگ، در کل مسیر رودخانه در بازه مورد نظر، جریان زیر بحرانی است، زیرا عدد فرود جریان کمتر از یک می‌باشد، یعنی به علت کاهش سرعت، عدد فرود نیز کاهش می یابد و به زیر یک می‌رسد.

- با افزایش ۵ ،۱۰ و ۲۵ درصدی ضریب زبری مانینگ،عرض بالایی سطح آب [18] نیز افزایش یافته و با کاهش ۵ ،۱۰ و ۲۵ درصدی ضریب زبری مانینگ، عرض بالایی سطح آب کاهش می‌یابد. در شکل‌های ۸ و ۹ این امر بخوبی هویداست.

کالیبره کردن پارامتر ضریب زبری مانینگ مهمترین تأثیر را بر روی پیش بینی پهنه سیل و ویژگی‌ها جریان دارد. مشکلات عمده موجود در مدل HEC-RAS و عدم قطعیت در محاسبات، ناشی از انتخاب ناصحیح ضریب زبری مانینگ می‌باشد که قضاوت مهندسی در تخمین این ضریب نقش مهمی داشته و در نتیجه مهندسین مجرب در پیدا کردن این ضریب مشکل چندانی ندارند ولی مهندسینی که از تجربه کافی برخوردار نمی‌باشند نیاز به دقت بیشتری داشته تا انتخاب آن‌ها به جای حدس و گمان تا حد ممکن صحیح و مستدل باشد. پاپنبرگر[19] و همکاران(۲۰۰۵) به این نتیجه رسیدند که کالیبره کردن پارامتر زبری به همراه هندسه مقطع مهمترین تأثیر را بر روی پیش بینی پهنه سیل و ویژگی‌ها جریان دارد، و عدم قطعیت در انتخاب روابط ضرایب زبری و بررسی مشکلات عمده موجود در مدل ناشی از انتخاب ناصحیح ضریب زبری مانینگ می‌باشد.

بنابراین پیشنهاد می‌شود تا افراد تازه کار و بی تجربه، حتما در کنار افراد با تجربه و ورزیده در این کار اقدام به برآورد ضریب زبری مانینگ و کالیبره کردن آن کنند. در ضمن پیشنهاد می‌شود که در حوضه مورد مطالعه اقدام به افزایش پوشش گیاهی از طرق مختلف(نهال کاری، بوته کاری، کپه کاری، بذر کاری، بذر پاشی و...) شود تا از این طریق با افزایش ضریب زبری منطقه، به توان هم خسارات سیل و هم مساحت پهنه‌های سیل‌گیر را کاهش داد.

[18] .Top Width
[19] . Pappenberger

منابع

۱- آرمان، نسیم.(۱۳۸۵): کالیبره کردن ضریب زبری مانینگ در بازه‌ای از رودخانه کرج و تجزیه و تحلیل آن با نرم افزار HEC-RAS .پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۲- افتخاری، امیرحسین.(۱۳۸۷): ارزیابی پهنه بندی سیل با تغییرات ضریب زبری با استفاده از نرم افزار HEC-RAS. مطالعه موردی: رودخانه اترک، استان خراسان شمالی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

۳- حسین زاده، ع.، ض. تبار احمدی.، و م. ب. میرخالق شریفی. (۱۳۸٤): پهنه بندی سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط GIS. پنجمین کنفرانس هیدرولیک ایران. دانشگاه شهید باهنر کرمان. کرمان، ۱۷ لغایت ۱۹ آبان ماه .۱۳۸٤

٤- حسینی، س. ا.، و م. حبیبی. (۱۳۸۵): کارگاه آموزشی کاربرد مدل ریاضی HEC-RAS در عملیات مهندسی رودخانه.

۵- رهبر بصیر، الف.، ا. ح. سادات دربندی.، و ا. جباری. (۱۳۸۵): پهنه بندی پتانسیل خطر سیل با تعیین عمق سیلاب در رودخانه نرماب استان گلستان. هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز. اهواز، ۲٤ لغایت ۲٦ بهمن .۱۳۸۵

٦- شرکت مهندسین مشاور جاماب وابسته به وزارت نیرو. (۱۳۸۷): طرح جامع آب کشور حوضه آبریز اترک. مرکز حفاظت خاک و آبخیزداری.

۷- شکوری، علی. (۱۳۸۵): بررسی تأثیر روش‌های مختلف ضریب زبری در میزان دقت پهنه بندی سیل توسط نرم افزارهای HEC-RAS و ARCVIEW با تاکید بر صحت سنجی داده‌های هیدرومتری. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات.

۸- صفری، ع. ر. (۱۳۸۰): تعیین الگوی مدیریت بهینه در دشت‌های سیلابی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

9- Adam, K.S. (2003): "Comparing Physical Habit Condition in Forested and Non Forested Stream". Thesis of Partial Fulfillment of The Requirements for The Degree of Master of Science Specializing in Civil and Environment University of Vermont.136p

10- Horritt, M. S., P. D. Bates. (2002): Journal of Hydrology," Evaluation of 1D and 2D Numerical Models for Predicting River Flood Inundation", Vol. 268, Pp. 87-99.

11- Pappenberger, F., K. Beven, M. Horritt & S. Blazkova. (2005): Journal of Hydrology, "Uncertainty in The Calibration of Effective Roughness Parameters in HEC-RAS Using Inundation and Downstream Level Observations", Vol. 302, Pp. 46-69.

12- Phillips, J. D. (1998): Applied Geography," Incorporating Fluvial Change in Hydrologic Simulations, A Case Study in Coastal North Carolina", Vol. 8, Pp. 25-36.