



Print ISSN: 2251-7480  
Online ISSN: 2251-7400

Journal of  
Water and Soil  
Resources Conservation  
(WSRCJ)

**Web site:**

<https://wsrcj.srbiau.ac.ir>

**Email:**

[iauwsrcj@srbiau.ac.ir](mailto:iauwsrcj@srbiau.ac.ir)  
[iauwsrcj@gmail.com](mailto:iauwsrcj@gmail.com)

**Vol. 13  
No. 4 (52)**

**Received:**  
2023-07-19

**Accepted:**  
2023-12-05

**Pages: 127-140**

## Check the Factors Affecting the Extent of Flood Zoning Using the Geographic Information System of the Karun River in the Area of Zaras Castle to Jafarabad

Amirhossein Asadian<sup>1</sup> and Seyed Shahab Emamzadeh<sup>2</sup>

1) Master's degree in hydraulic structures, Faculty of Engineering, Civil Engineering Department, Kharazmi University, Tehran, Iran.

2) Assistant professor, Faculty of Engineering, Civil Engineering Department, Kharazmi University, Tehran, Iran.

\*Corresponding author email: [amirhoseinasadian9@gmail.com](mailto:amirhoseinasadian9@gmail.com)

**Abstract:**

**Background and Aim:** In this study, the flood zoning in the Karun River in the area between Zaras Castle and Jafarabad has been determined. For this purpose, using the topographic map and satellite images, the exact course of the river was determined and the initial processing was done on its information. Then flood zoning was obtained with return periods of 500 years, 200 years, 100 years, 50 years, 25 years, 10 years, 2 years.

**Methods:** In this research, flood zoning of Karun river, which is one of the main and permanent rivers of Khuzestan province. was investigated in the area from Zaras Castle to Jafar Abad. The aim of the current research is to zonate the risk of flooding occurrence and identify the villages at risk of flooding, through the preparation of the river boundary map for the return period of 500 years, 200 years, 100 years, 50 years, 25 years, 10 years, 2 years in the Karun river using the Hec-RAS model in the ARC-GIS environment. In this research, the discharges of this river are based on the probability of its occurrence using Johnson sb statistical distribution was calculated.

**Findings:** In this research, in addition to calculating flood depth and flow velocity parameters, factors such as shear stress and flow strength for different return periods were calculated and investigate. Shear stress and flow strength are effective parameters in the flood risk, so it is important to investigate them.

**Results:** In this research, flood inundation risk zoning was done and the villages at risk of flooding were identified by preparing a map of the River boundary for the return period of 500 years, 200 years, 100 years, 50 years, 25 years, 10 years, 2 years, and Discharges of this river were calculated based on the probability of its occurrence using the statistical distribution of Johnson sb. Among the 10 villages located along the Karun river, Jafarabad villages, Hasht Lak Kanaar, Zaras Qala, Lali New Road bridge are the most vulnerable areas, which regardless of the rules of construction and non-observance of the river boundary are built in its main bed. Factors such as the change of land use and the transformation of floodplains into agricultural and garden lands, disregarding the river boundary and encroaching on the floodplain of the river have increased the potential of flood risk and as a result the villages are more vulnerable, especially in the flood zone with a return period of 500 years.

**Keywords:** flood zoning, Karun River, HEC-RAS model, HEC\_GEO\_RAS extension





شاپا چاپی: ۷۴۸۰-۲۲۵۱  
شاپا الکترونیکی: ۷۴۰۰-۲۲۵۰

نشریه حفاظت منابع آب و خاک

آدرس تارنما:

<https://wsrcj.srbiau.ac.ir>

پست الکترونیک:

[iauwsrcj@srbiau.ac.ir](mailto:iauwsrcj@srbiau.ac.ir)  
[iauwsrcj@gmail.com](mailto:iauwsrcj@gmail.com)

سال سیزدهم

شماره ۴ (۵۲)

تاریخ دریافت:

۱۴۰۲/۰۴/۲۷

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۲/۰۹/۱۴

صفحات: ۱۴۰-۱۲۷

## بررسی عوامل موثر بر گستردگی پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی رودخانه کارون در بازه قلعه زراس تا جعفرآباد

امیرحسین اسدیان<sup>۱\*</sup> و سید شهاب امامزاده<sup>۲</sup>

۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد سازه های هیدرولیکی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

۲) استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

\* ایمیل نویسنده مسئول: [amirhoseinasadian9@gmail.com](mailto:amirhoseinasadian9@gmail.com)

### چکیده:

زمینه و هدف: در این مطالعه پهنه بندی سیلاب در رودخانه کارون در بازه قلعه زراس تا جعفرآباد مشخص شده است. به این منظور با استفاده از نقشه توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای، مسیر دقیق رودخانه تعیین و پردازش اولیه بر روی اطلاعات آن صورت گرفت. سپس پهنه-بندی سیل با دوره‌های بازگشت ۵۰۰ سال، ۲۰۰ سال، ۱۰۰ سال، ۵۰ سال، ۲۵ سال، ۱۰ سال، ۲ سال به دست آمد.

مواد ها و روش ها: در این تحقیق پهنه بندی سیلاب رودخانه کارون که یکی از رودخانه های اصلی و دائمی استان خوزستان است در بازه قلعه زراس تا جعفر آباد مورد بررسی قرار گرفت. هدف پژوهش حاضر، پهنه بندی خطر وقوع سیلاب و شناسایی روستاهای در معرض خطر سیل، از طریق تهیه نقشه حریم رودخانه برای دوره بازگشت ۵۰۰ سال، ۲۰۰ سال، ۱۰۰ سال، ۵۰ سال، ۲۵ سال، ۱۰ سال، ۲ سال در رودخانه کارون با استفاده از مدل Hec-RAS در محیط ARC-GIS است. در این پژوهش دبی های این رودخانه بر اساس احتمال وقوع آن با استفاده توزیع آماری Johnson sb محاسبه شد.

یافته‌ها: در این پژوهش علاوه بر محاسبه پارامترهای عمق سیلاب و سرعت جریان، عواملی مانند تنش برشی و قدرت جریان برای دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت. تنش برشی و قدرت جریان جزء پارامترهای موثر در خطر سیلاب می باشد بنابراین بررسی آن‌ها اهمیت دارد.

نتایج: در این تحقیق پهنه بندی خطر وقوع سیلاب انجام شد و روستاهای در معرض خطر سیل از طریق تهیه نقشه حریم رودخانه برای دوره بازگشت ۵۰۰ سال، ۲۰۰ سال، ۱۰۰ سال، ۵۰ سال، ۲۵ سال، ۱۰ سال، ۲ سال شناسایی شد و دبی های این رودخانه بر اساس احتمال وقوع آن با استفاده توزیع آماری Johnson sb محاسبه شد. از میان ۱۰ روستای واقع در امتداد رودخانه کارون، روستاهای جعفرآباد، کنار هشت‌لک، قلعه‌زراس، پل جاده جدید لالی، آسیب پذیرترین مناطق هستند که بدون توجه به قوانین ساخت‌وساز و عدم رعایت حریم رودخانه در بستر اصلی آن ساخته شده‌اند. عواملی مانند تغییر کاربری اراضی و تبدیل سیلاب‌دشت‌ها به اراضی کشاورزی و باغی، عدم توجه به حریم رودخانه و تجاوز به بسترطیفیانی رودخانه سبب افزایش پتانسیل وقوع خطر سیلاب و در نتیجه آسیب‌پذیری بیشتر روستاها به‌ویژه در پهنه سیلابی با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله شده است.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی سیلاب، رودخانه کارون، مدل HEC-RAS، الحاقیه HEC\_GEO\_RAS



## مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین منابع تأمین‌کننده آب برای انسان و سایر موجودات به شمار می‌روند و بعضاً این منشأ زندگی باعث نابودی و وارد شدن خسارات جبران‌ناپذیری می‌شود. سیلاب یکی از فراوان‌ترین و مهم‌ترین پدیده‌های طبیعی محسوب می‌شود. عدم توجه به وضعیت سیل‌خیزی رودخانه‌ها و ایجاد کاربری و انجام ساخت‌وساز در حاشیه آن‌ها اغلب خسارات جانی و مالی زیادی را به همراه دارد. به همین دلیل تحلیل رفتار سیلاب و شناخت پهنه سیلاب رودخانه‌ها اقدامی مهم در جهت مدیریت این پدیده طبیعی و کاهش خسارت‌های ناشی از آن است. سیلاب دشت‌ها و مناطق مجاور رودخانه‌ها که به دلیل شرایط خاص خویش فضاهایی مناسب برای انجام فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی محسوب می‌شوند، همواره در معرض خطرات ناشی از وقوع سیلاب‌ها قرار دارند. از این رو در این مناطق تعیین میزان پیشروی سیلاب و ارتفاع آن نسبت به رقوم سطح زمین و نیز تعیین خصوصیات سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف که تحت عنوان پهنه‌بندی سیلاب صورت می‌گیرد، حائز اهمیت فراوان خواهد بود.

توسعه مناطق روستایی در حاشیه رودخانه‌ها بدون شناخت و توجه به شرایط هیدرولوژیکی و دینامیکی رودخانه‌ها، موجب افزایش خطر سیلاب و خسارات جانی، مالی و زیر بنائی می‌شود و بدین ترتیب، اهمیت تهیه و کاربرد نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب را در مدیریت دشت‌های سیلابی، آشکار می‌سازد. در این زمینه تحقیقات مختلفی انجام شده است.

خلیلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۴) پهنه‌بندی خطر سیل در بخشی از محدوده رودخانه زیارت را بررسی نمودند. در تحقیق انجام‌شده سیلاب‌دشت رودخانه زیارت که بیشتر شامل مناطق مسکونی شهر گرگان است مورد بررسی قرار گرفت با تلفیق نقشه‌ها سطح و عمق میانگین سیل برای مناطق در معرض خطر تعیین گردید. در نهایت با استفاده از نتایج این تحقیق راه‌کارهای مدیریتی مناسب پیشنهاد شد. رکن‌الدین افتخاری و همکاران (۱۳۸۸) به‌منظور پهنه‌بندی خطر سیلاب در نقاط روستایی حریم رودخانه گرگان‌رود از افزونه مدل HEC-RAS در محیط GIS و تصاویر ماهواره‌ای ETM+ لندست، رقوم ارتفاعی، مقاطع عرضی رودخانه، مقاطع طولی به همراه شیب متوسط هر

مقطع استفاده نمودند. نتایج مطالعات نحوه گسترش پهنه سیلابی در بازه مورد مطالعه را به‌خوبی نشان می‌داد و ضمن تأیید کارایی مدل، کاربرد آن در برنامه‌ریزی و مدیریت توسعه روستایی توصیه گردید. شیخ‌علی‌شاهی (۱۳۹۵) با تلفیق مدل هیدرولیکی HEC-RAS و نرم‌افزار ArcGIS از طریق الحاقیه HEC-GeoRAS به برآورد پهنه سیل در حوضه آبریز منشاد یزد پرداخت. در این پژوهش از نقشه‌های رقومی مختلفی استفاده شد و گستره سیلاب در اراضی حاشیه رودخانه با دوره بازگشت-های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال محاسبه گردید. مشاهده شد که تلفیق سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با مدل HEC-RAS در تحلیل مناطق سیل‌خیز باعث تسهیل محاسبات و کاهش عملیات میدانی شده و کاربرد آن در آبریزها توصیه شد. نتایج نشان داد، مساحت پهنه سیلاب ۲۰۰ ساله ۸/۹ کیلومتر مربع است. بیشترین مساحت پهنه سیلاب به اراضی کشاورزی (۷۱/۴۵ هکتار) و باغی (۱۲/۷۷ هکتار) اختصاص داشت. در مطالعه دیگری، آذری و همکاران (۱۳۸۹) به‌منظور بررسی رفتار سیلاب و نحوه گسترش آن در بازه‌ای از رودخانه جاغرق در استان خراسان رضوی از تلفیق مدل‌های هیدرولوژیکی HEC-RAS و HMS هیدرولیکی HEC-RAS استفاده نمودند. نتایج این مطالعه، نحوه گسترش پهنه‌های سیلابی در بازه مورد مطالعه را به‌خوبی نشان داد و ضمن تأیید کارایی تلفیق مدل‌های مذکور کاربرد آن را در برنامه‌ریزی شهری و مدیریت توسعه مناطق مسکونی توصیه نمود. صاحب‌دل و یعقوب‌زاده (۱۳۸۹) حریم و بستر رودخانه رامیان را به کمک مدل HEC-RAS مورد بررسی قرار دادند.

افتخاری و همکاران (۱۳۹۰) به ارزیابی پهنه‌بندی سیل با تغییرات ضریب زبری بر روی رودخانه اترک پرداختند و میزان تأثیر افزایش و یا کاهش ضریب زبری مانینگ را بر پهنه سیل و تراز سطح آب مورد بررسی قرار دادند. 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 پیش‌بینی پهنه سیل و ویژگی‌های جریان دارد و مدل هم‌بیشترین حساسیت را به ضریب زبری دارد.

ناپرادین و چیرا<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) در راستای شناسایی پهنه-های سیل‌خیز در حوضه‌های آبریز نزدیک دریای بایا در دره آستوروی ترکیب دو برنامه WetSpa و HEC-RAS را

وقوع سیلاب با دوره‌های بازگشت مذکور قرار داشتند را شناسایی نمودند. میرکی و همکاران (۱۳۹۹)، به بررسی تغییرات مشخصات سیلاب ناشی از شکست سد وحدت در رودخانه قشالق در مناطقی که مقطع رودخانه به دلیل فعالیت‌های انسانی دچار تغییر شده است پرداختند. بر طبق مطالعه آن‌ها پیشروی انسان در رودخانه و ایجاد تغییرات غیرطبیعی در مقاطع آن، می‌تواند منجر به کاهش قابل ملاحظه ظرفیت عبور جریان شود. حسن‌زاده (۱۴۰۰) نقش مدل‌های هیدرولوژیکی در GIS و اطلاعات میدانی و مردمی در پهنه‌بندی سیل شهر بردسیر استان کرمان را بررسی نمود. نتایج این تحقیق نشان دهنده اهمیت کاربرد اطلاعات میدانی در ترکیب با مدل‌های هیدرولوژیکی به منظور کمک به برنامه‌ریزان مدیریت شهری و مدیریت سیل در مناطق تحت تأثیر است. طبق مطالعات صابری تنسوان (۲۰۲۰) یکی از منابع خطا در شبیه‌سازی سیل، تخمین زبری است. در این مطالعه به کمک نرم افزارهای HEC-RAS، GIS و HEC-GEORAS سیل بر روی رودخانه‌های اترک علیا، چایلق، گلیان و بخشی از رودخانه اترک با زبری‌های مختلف شبیه‌سازی شد و آنالیز حساسیت پارامترهای سیل از قبیل سطح سیل‌گیر، عمق و سرعت، نسبت به تغییر ضریب زبری برای سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد به عنوان نمونه برای دوره بازگشت ۱۰۰ ساله به ازای افزایش ۱۰ درصدی ضریب زبری، عمق و سطح سیل‌گیر هر کدام حدود ۱/۱ درصد افزایش یافته و سرعت حدود ۴ درصد کاهش یافته است. همچنین به ازای کاهش ۱۰ درصدی ضریب زبری، تغییرات عمق، بسیار ناچیز بوده اما سطح سیل‌گیر ۱/۱ درصد کاهش یافته و سرعت حدود ۸/۳ درصد افزایش یافته است. دامادی و همکاران (۱۴۰۰) پهنه‌بندی سیلاب حوزه آبخیز رودخانه سرباز استان سیستان و بلوچستان را با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS بدست آورد. نتایج شبیه‌سازی به ترتیب منجر به وقوع دبی‌های اوج سیلاب با میزان ۳۳۷۶، ۴۵۶۳، ۵۴۶۲ و ۶۳۵۹ متر مکعب بر ثانیه برای دوره بازگشت‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله در حوضه مورد مطالعه شد. پوریا انوری و علی رضا فرید حسینی (۱۳۹۷) با مدل HEC-RAS و نرم‌افزار Civil 3D به پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف در رودخانه کشف‌رود پرداخت. از آمار ایستگاه هیدرومتری اولنگ اسدی رودخانه کشف‌رود پایین

مورد استفاده قرار داده‌اند؛ بدین ترتیب که از خروجی داده‌های برنامه WetSpa به‌عنوان ورودی برای برنامه HEC-RAS بهره‌جسته و برای هر دو مدل از نرم‌افزار ArcView استفاده نمودند. نبل<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۵) در حوضه سن آنتونیو تگزاس مرکزی آمریکا مدل منطقه‌ای برای سیلاب ارائه نتایج مدل را با سیلاب تابستان سال ۲۰۰۲ مقایسه نمودند. هیل ۲۰۰۱ به بیان قابلیت مدل کامپیوتری-HEC-RAS در پهنه‌بندی خطر سیل و مزایای استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS پرداخت. یمانی و همکاران (۱۳۹۱) به مدل‌سازی سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف در رودخانه طالقان پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که از کل مساحت در قلمرو سیل ۲۰۰ ساله حدود ۸۸/۱۶٪ مستعد سیل‌خیزی توسط سیل‌های با دوره بازگشت ۲۵ ساله و کمتر از آن است. سید موسی حسینی و منصور جعفر بیگلو و فاطمه گراوند (۱۳۹۴)، پهنه‌های سیل‌خیز رودخانه کشکان را بررسی کردند. مطابق با نتایج ارائه‌شده، در این رودخانه وقوع سیلاب حتی با دوره بازگشت کوتاه‌مدت ۲ تا ۲۵ سال می‌تواند تلفات انسانی و خسارات اقتصادی زیادی را به همراه داشته باشد. عبدالله‌زاده و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تأثیر میزان ضریب رواناب آبخیز و پهنه‌های سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف بر کاربری مسکونی فعلی و کاربری مسکونی بر مبنای مدل سیستمی آمایش سرزمین در حوضه زیارت استان گلستان پرداختند. در نتیجه پیشنهاد کردند در توسعه کاربری سکونتگاهی موجود بهتر است، در کنار لحاظ نمودن توان اکولوژیکی منطقه، سیلاب را به‌عنوان یک خطر طبیعی مورد توجه قرار داد.

رضائی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۵)، خطر وقوع سیل در دشت سیلابی زرینه‌رود را بررسی نمودند. آنها علاوه بر پهنه‌بندی سیلاب، با محاسبه پارامتر توان رودخانه و در نظر گرفتن فرسایش‌پذیری کناره‌ها به بررسی پدیده فرسایش و رسوب‌گذاری در رودخانه مورد مطالعه پرداختند. کاظمی و همکاران (۱۳۹۶)، به شناخت مکان‌های طبیعی مستعد سیل و بررسی مخاطرات و پیامدهای ناشی از وقوع آن در رودخانه سیمینه‌رود پرداختند. حجازی و همکاران (۱۳۹۸) به تعیین پهنه‌بندی رودخانه ورکش‌چای با دوره‌های بازگشت ۲۵ و ۵۰ ساله پرداخته و به کمک آن روستاهایی که در مجاورت رودخانه در معرض

به دست آمد. تیانجی ژیرانگ (۲۰۰۵) به پهنه‌بندی خطر سیل رودخانه یانگ تسه شخص و به ارزیابی خطر سیل پرداخت. بر اساس نقشه‌های توپوگرافی و داده‌های ۱۰ سیل سنگین از سال ۱۸۷۰، پهنه‌بندی‌بندی اولیه با نرم-افزار Arcview GIS انجام شد. نتایج نشان داد که چهار منطقه خطر ابتلا به سیل شدید وجود دارد. آباء<sup>۳</sup> خطر سیل در شهر ماکوری<sup>۴</sup> نیجریه را با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی بررسی نمود. پهنه‌بندی نشان داد که شهر ماکوری به طور کلی مستعد وقوع به سیل است. در این پهنه‌بندی مناطق سیل خیز از بسیار مستعد تا بسیار کم مستعد مشخص شدند.

هدف پژوهش حاضر، پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب و شناسایی روستاهای در معرض خطر سیل، از طریق تهیه نقشه حریم رودخانه برای دوره بازگشت ۵۰۰ سال، ۲۰۰ سال، ۱۰۰ سال، ۵۰ سال، ۲۵ سال، ۱۰ سال، ۵ سال، ۲ سال در رودخانه کارون با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط ARC GIS است. (چون رودخانه کارون یکی از مهم ترین رودخانه کشور ایران محسوب می‌شود و این منطقه خطر سیل زیادی دارد بنابراین بررسی آن اهمیت دارد).

## مواد ها و روش‌ها

### روش‌های پهنه‌بندی سیلاب

روش‌های پهنه‌بندی سیلاب را می‌توان به چهار گروه تقسیم‌بندی نمود. روش‌های مشاهده‌ای و استفاده از داغاب، مقایسه عکس‌های هوایی منطقه، محاسبه دستی و استفاده از مدل‌های ریاضی. کلیه روش‌های فوق جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی سیل احتیاج به تعیین تراز جریان سیلاب و انتقال رقوم سطح آب بر روی نقشه‌های توپوگرافی دارند. همه این روش‌ها اصولاً از همان روند یکسان استفاده از رقوم تعیین شده سطح آب در هر مقطع عرضی با موقعیت‌های مختلف برای پهنه بندی کمک می‌گیرند. تفاوت عمده بین این روش‌ها در نحوه تعیین پروفیل سطح آب است. الحاقیه‌ی HEC-GEO-RAS مجموعه‌ای از ابزارهای با قابلیت کاربرد در محیط نرم افزار GIS است. این الحاقیه سبب ایجاد ارتباط بین نرم افزار ARCGIS و نرم افزار HEC-RAS گردیده و به ویژه در زمینه‌ی پردازش داده‌های مکانی برای استفاده در مدلسازی RAS و برای پردازش نتایج RAS در محیط GIS طراحی شده است. پردازش اطلاعات زمینی و سایر

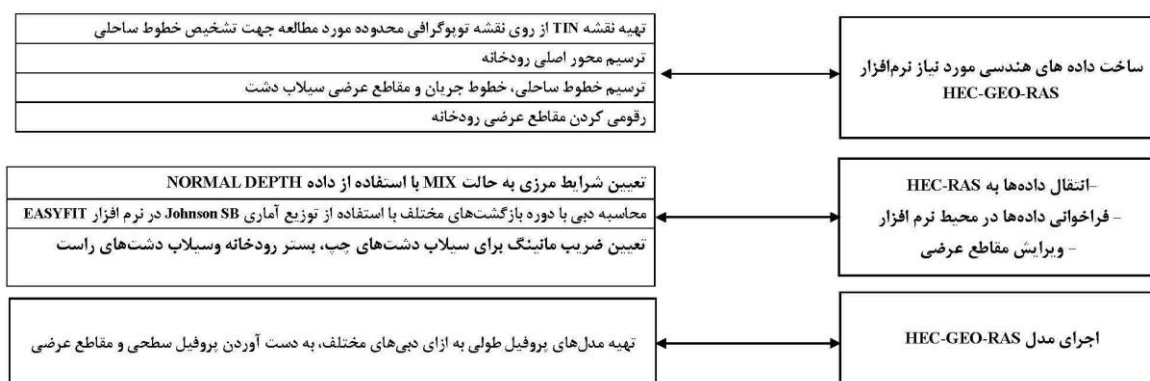
دست منطقه استفاده گردید. پس از بررسی نقشه‌های توپوگرافی و کاداستر منطقه و در نظر گرفتن مقاطع عرضی و تعیین ضریب مانینگ، پهنه‌بندی سیل در دوره بازگشت ۵۰ ساله تهیه شد.

اونگداس و همکاران (۲۰۲۰) پهنه‌بندی خطر رودخانه ایشیم قزاقستان را بر اساس سیل ۱۰، ۲۰ و ۱۰۰ ساله به دست آوردند. پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از HEC-RAS (2D) نشان داد که سکونت‌گاه‌های ژبیک ژولی و آرناسای در تمام رویدادهای شبیه‌سازی شده دچار سیل می‌شوند. پارا جولی (۲۰۱۷) با تلفیق HEC-RAS و HEC-HMS در مدل‌سازی رواناب بارشی و ارزیابی نقشه سیلاب‌دشت سیل، تغییرات اقلیمی و تغییر کاربری زمین را نیز در نظر گرفت. لگوئن کیم لوئی (۲۰۱۹) روشی خودکار برای پیش‌بینی سیل در حوضه رودخانه‌ای در ویتنام با ادغام مدل‌های SWAT و HEC-RAS پیشنهاد نمود. هدف این تحقیق شبیه‌سازی دقیق و قابل‌اعتماد فرآیندهای هیدرولوژیکی و هیدرولیکی برای پیش‌بینی کارآمد سیل بود. نتایج همبستگی آماری خوبی را بین جریان پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده برای یک دوره کالیبراسیون ۱۰ ساله نشان داد. کوییریگا (۲۰۱۶) به شبیه‌سازی عددی سیلاب رودخانه آمازون که در بولیوی و در فوریه ۲۰۱۴ اتفاق افتاد با مدل HEC-RAS پرداخت. طبق ادعای این محقق سیل شبیه‌سازی شده عملکرد خوبی را در مقایسه با تصویر ماهواره‌ای نشان می‌داد. رانگاری (۲۰۱۹) به ارزیابی خطر آب‌گرفتگی در سیلاب‌های شهری با استفاده از HEC RAS 2D پرداخت. نتایج نشان داد ۱۷ درصد از کل مساحت در معرض سیل است که از این میان ۹ درصد خطر بالا، ۵۲ درصد منطقه خطر متوسط و ۳۵ درصد باقیمانده در معرض خطر کم سیل قرار دارد. پاتل (۲۰۱۶) در تحقیقی پهنه‌بندی شهر حیدرآباد با نرم‌افزار HEC-RAS پرداخت. در این تحقیق چارچوبی برای مدل سازی سیل در مقیاس منطقه‌ای انتخاب شد. اوزول (۲۰۰۶) به پیش‌بینی و تحلیل وقوع سیلاب در حوضه اولوس ترکیه، با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی پرداخت. در این مطالعه، خصوصیات هیدرودینامیکی حوضه و بستر رودخانه‌های آن با کالیبراسیون مدل مایک ۱۱ و سیل ۱۹۹۱ تعیین شد. سپس، برای سیل‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله بالاترین سطح آب رودخانه پیش‌بینی شده و نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب

داده‌های GIS در نرم افزار ArcGIS با استفاده از-GEO RAS اجازه ایجاد و صادر کردن یک فایل هندسی برای تجزیه و تحلیل RAS را به کاربر می‌دهد. این فایل هندسی شامل محور اصلی رودخانه، مقاطع، اطلاعات ایستگاه، ضریب مانینگ و موارد دیگر است. نتایج حاصل از شبیه سازی RAS به عنوان مثال پروفیل سطح آب را می‌توان به محیط GIS صادر و تجزیه و تحلیل بیشتر را با استفاده از نوار ابزار Geo-RAS انجام داد. شکل ۱ نحوه اجرای مدل HEC-RAS را نشان می‌دهد.

### محدوده مورد مطالعه

رودخانه کارون از رودخانه‌های اصلی و دائمی استان خوزستان است. منطقه مورد مطالعه در بازه قلعه زراس و جعفرآباد (این منطقه خطر سیل بالایی دارد) رودخانه کارون و در بین طول‌های ۳۲۰۹۱۴ تا ۴۹۰۲۱۴ شرقی و عرض‌های ۴۹۱۷۵۲ تا ۳۲۱۶۱۳ شمالی، به مساحت ۷۵ کیلومتر مربع و به طول ۲۳/۶ کیلومتر قرار دارد. شکل ۲



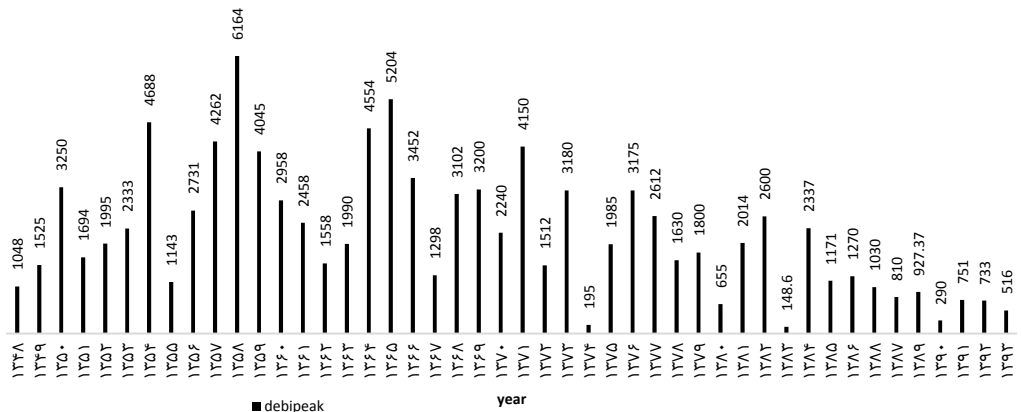
شکل ۱. مراحل پهنه‌بندی سیلاب



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

جدول ۱. آمار دبی ۴۶ ساله رودخانه کارون در ایستگاه گتوند ( $m^3/s$ )

سال	دبی حداکثر	سال	دبی حداکثر	سال	دبی حداکثر	سال	دبی حداکثر
۱۳۴۸	۱۰۴۸	۱۳۶۰	۲۹۵۸	۱۳۷۲	۱۳۷۲	۱۵۱۲	۲۳۳۷
۱۳۴۹	۱۵۲۵	۱۳۶۱	۲۴۵۸	۱۳۷۳	۱۳۷۳	۳۱۸۰	۱۱۷۱
۱۳۵۰	۳۲۵۰	۱۳۶۲	۱۵۵۸	۱۳۷۴	۱۳۷۴	۱۹۵	۱۲۷۰
۱۳۵۱	۱۶۹۴	۱۳۶۳	۱۹۹۰	۱۳۷۵	۱۳۷۵	۱۹۸۵	۱۰۳۰
۱۳۵۲	۱۹۹۵	۱۳۶۴	۴۵۵۴	۱۳۷۶	۱۳۷۶	۳۱۷۵	۸۱۰
۱۳۵۳	۲۲۳۳	۱۳۶۵	۵۲۰۴	۱۳۷۷	۱۳۷۷	۲۶۱۲	۹۲۷.۴
۱۳۵۴	۴۶۸۸	۱۳۶۶	۳۴۵۲	۱۳۷۸	۱۳۷۸	۱۶۳۰	۲۹۰
۱۳۵۵	۱۱۴۳	۱۳۶۷	۱۲۹۸	۱۳۷۹	۱۳۷۹	۱۸۰۰	۷۵۱
۱۳۵۶	۲۷۳۱	۱۳۶۸	۳۱۰۲	۱۳۸۰	۱۳۸۰	۶۵۵	۷۲۳
۱۳۵۷	۴۲۶۲	۱۳۶۹	۳۲۰۰	۱۳۸۱	۱۳۸۱	۲۰۱۴	۵۱۶
۱۳۵۸	۶۱۶۴	۱۳۷۰	۲۲۴۰	۱۳۸۲	۱۳۸۲	۲۶۰۰	
۱۳۵۹	۴۰۴۵	۱۳۷۱	۴۱۵۰	۱۳۸۳	۱۳۸۳	۱۴۸.۶	



شکل ۳. حداکثر دبی رودخانه کارون در ایستگاه ۲۳۰۶ گتوند در سالهای مختلف

در این تحقیق مقادیر ضریب مانینگ با توجه به اطلاعات حاصل از بازدیدهای میدانی و مقادیر پیشنهادی حسینی و ایریشمی، ۱۳۸۷؛ مساعدی و توکلی، ۱۳۸۲ استخراج شده و با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS مقادیری از این ضریب به هر کاربری اختصاص داده شده است. بر این اساس برای هر مقطع از رودخانه، تعداد متعددی ضریب مانینگ در نظر گرفته شده است. نمونه‌ای از ضرایب مانینگ اختصاص داده شده به هر کاربری برای مقطعی از رودخانه در جدول ۳ ارائه شده است. مقدار ضریب مانینگ برای سیلاب‌دشت راست و چپ برابر ۰/۰۵ و برای مجرای اصلی ۰/۰۴ در نظر گرفته شده است.

### نتایج و بحث

در این مطالعه مدل رقومی ارتفاعی با قدرت تفکیک ۱۰ متری (منظور مرحله کانتور است که در محدوده مدل ایجاد می‌شود که برای نقشه TIN در نرم افزار ARC-GIS

جدول ۲. دبی محاسبه‌شده در توزیع آماری Johnson SB

دبی	احتمال	دوره بازگشت (سال)
۱۹۸۹.۶	۰.۵	۲
۴۲۲۳.۶	۰.۹	۱۰
۵۱۰۹.۲	۰.۹۶	۲۵
۵۶۵۴.۶	۰.۹۸	۵۰
۶۱۱۳.۷	۰.۹۹	۱۰۰
۶۵۰۱.۲	۰.۹۹۵	۲۰۰
۶۹۲۴.۸	۰.۹۹۸	۵۰۰

جدول ۳. ضرایب مانینگ اختصاص داده شده برای هر کاربری

موقعیت کاربر	درصد مانینگ	درصد هر کاربر
بلوک ساختمانی	۰.۰۱۸	۵.۷
باغ	۰.۰۲۲	۹.۳
کشاورزی	۰.۰۲۳	۱۵.۹
مرتع	۰.۰۲۵	۲.۴
جنگل	۰.۱۱۰	۶۶.۳

(پهنه بندی سیلاب رودخانه چالوس با تلفیق مدل HEC-ras و سیستم اطلاعات جغرافیایی علی محمد رجایی، طاهر رجایی، علی فلاح تفتی، مجله انجمن زمین‌شناسی مهندسی ایران، تابستان، ۱۳۹۷، جلد یازدهم، شماره ۲، صفحه ۴۵ تا ۶۰)

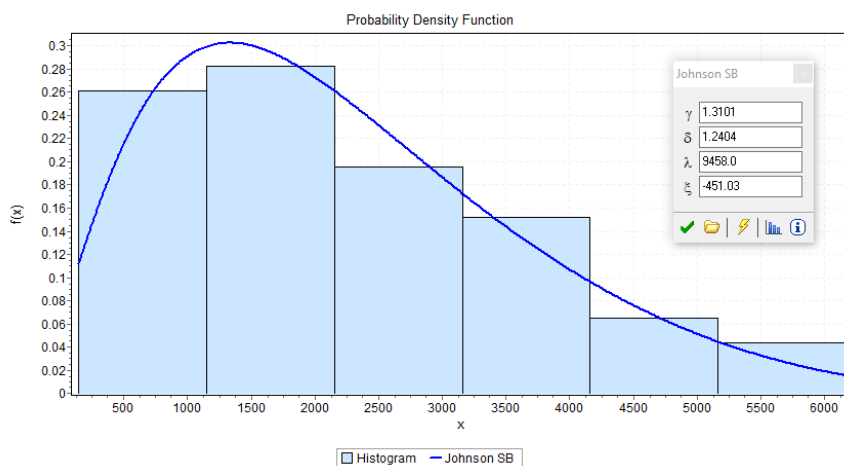


نمود. اشکال ۴ تا ۸ به ترتیب نشان‌دهنده موقعیت مقاطع عرضی و پروفیل‌های عرضی و منحنی دبی - اشل تهیه شده بر روی رودخانه است. تنش برشی وارد بر کف و جداره‌های رودخانه یکی از مهم‌ترین پارامترهای جریان بوده و در بسیاری از معادله‌های مهم هیدرولیک و انتقال رسوب مانند محاسبه‌های انتقال بار معلق و بستر، محاسبه‌های طراحی کانال‌ها و رودخانه‌های پایدار، انتخاب محل مناسب آبیگر کاربرد دارد.

دلیلی که چرا عمق جریان بسیار زیاد است اولاً چون با توجه به هیدروگراف سیل در حالت حداکثر جریان این مقادیر به صورت لحظه‌ای بدست می‌آید، ثانیاً چون در بالادست از قبل مقداری آب پشت سد ذخیره شده (سد گتوند ۱۰ کیلومتری گتوند) و با جریان سیل عمق افزایش می‌یابد. در شکل ۶ دبی-اشل و شکل ۷ ارتفاع سطح آب را در مقاطع عرضی نشان می‌دهد.

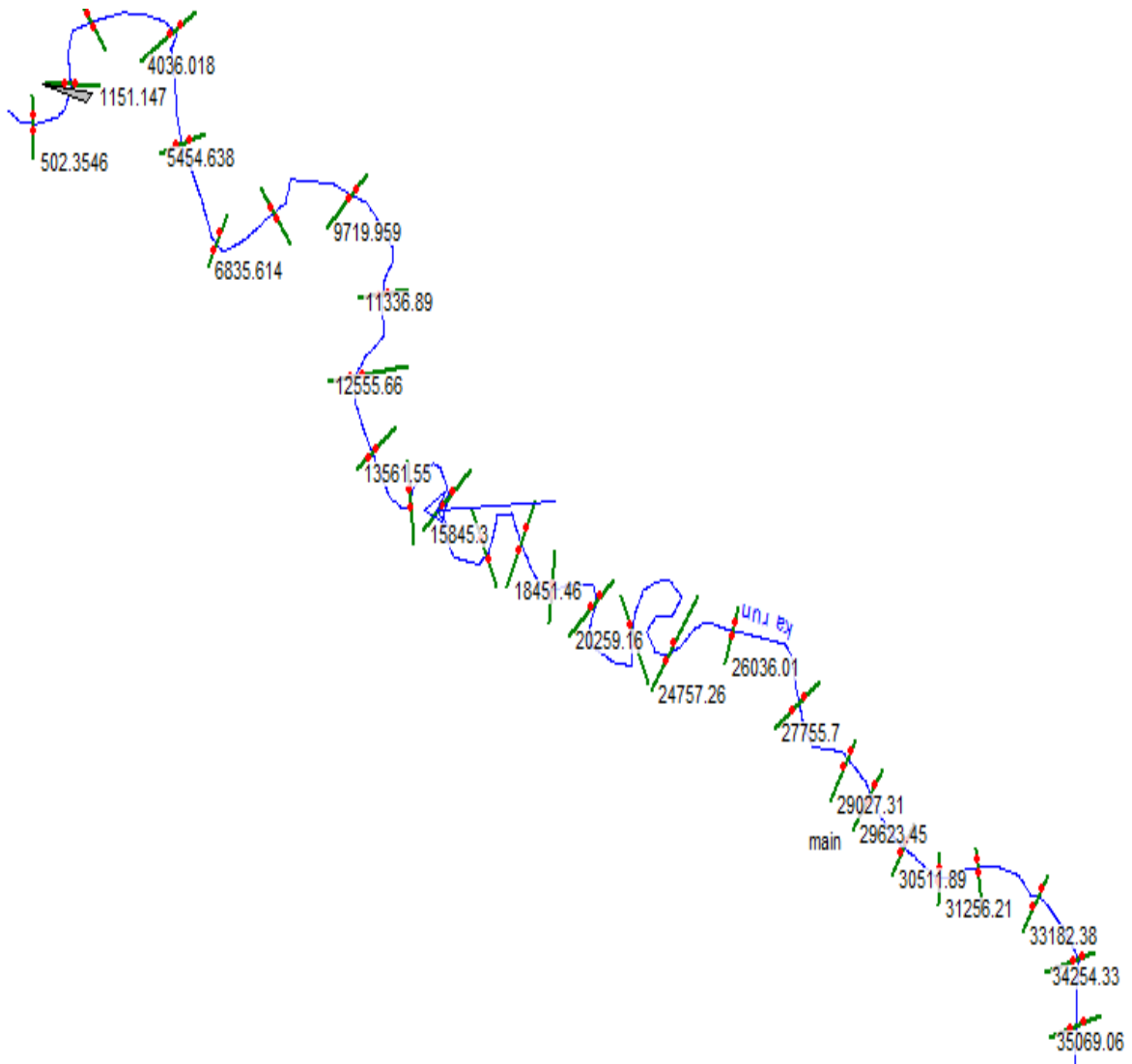
در پژوهش حاضر از مقادیر دبی‌های حداکثر ارائه شده توسط سازمان آب منطقه‌ای استان خوزستان استفاده گردیده و پهنه‌های سیل‌گیر به ازای دوره‌های بازگشت ۵۰۰ سال و ۲۰۰ سال و ۱۰۰ سال و ۵۰ سال و ۲۵ سال و ۱۰ سال و ۵ سال و ۲ سال مورد بررسی قرار گرفتند. شکل ۷ مقطع عرضی و شکل ۸ پهنه‌بندی سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف را نشان می‌دهد.

مورد نیاز است) برای تهیه مقاطع طولی، عرضی و شیب هر مقطع استفاده گردید. به‌منظور به دست آوردن مقاطع عرضی رودخانه از نرم‌افزار جنبی HEC-GEO-RAS استفاده شد که به‌صورت یک برنامه جانبی در نرم‌افزار ArcView و GIS قابل استفاده است و امکان ایجاد مقاطع عرضی به طول و تعداد دلخواه را به کاربر می‌دهد. بدین‌صورت که با برش‌های عرضی عمود بر مقطع رودخانه بر روی مدل ارتفاعی رقومی DEM منطقه، مقاطع عرضی در محیط ARCGISVIEW ایجاد و به محیط HEC-RAS انتقال داده می‌شود. پس از وارد کردن مقاطع عرضی مقادیر ضریب مانینگ رودخانه اصلی و سیلاب‌دشت‌ها و محدوده آن‌ها تعریف می‌شود. چون اطلاعات کافی از شرایط جریان و شرایط مرزی جریان در دسترس نیست، جریان در حالت دائمی مدل گردید. بدین‌صورت که، با در نظر گرفتن جریان به‌صورت یکنواخت، شیب کف رودخانه، شیب سطح آب و شیب خط انرژی یکسان فرض شده و جریان به‌صورت زیربحرانی مدل شد (شعبانلو ۱۹:۱۳۸۷). اطلاعات توپوگرافیکی یکی از اجزای اصلی مدل‌های ریاضی پهنه‌بندی سیلاب است. این اطلاعات شامل پروفیل‌های طولی و عرضی رودخانه و اراضی حاشیه آن است. مقاطع عرضی به‌گونه‌ای انتخاب و برداشت می‌شوند که معرف شکل عمومی رودخانه بوده و به‌وسیله آن بتوان مسیر اصلی جریان در آبراهه‌های اصلی را به مدل معرفی



شکل ۴. نمودار چگالی احتمال وقوع دبی بر مبنای توزیع JohnsonSB

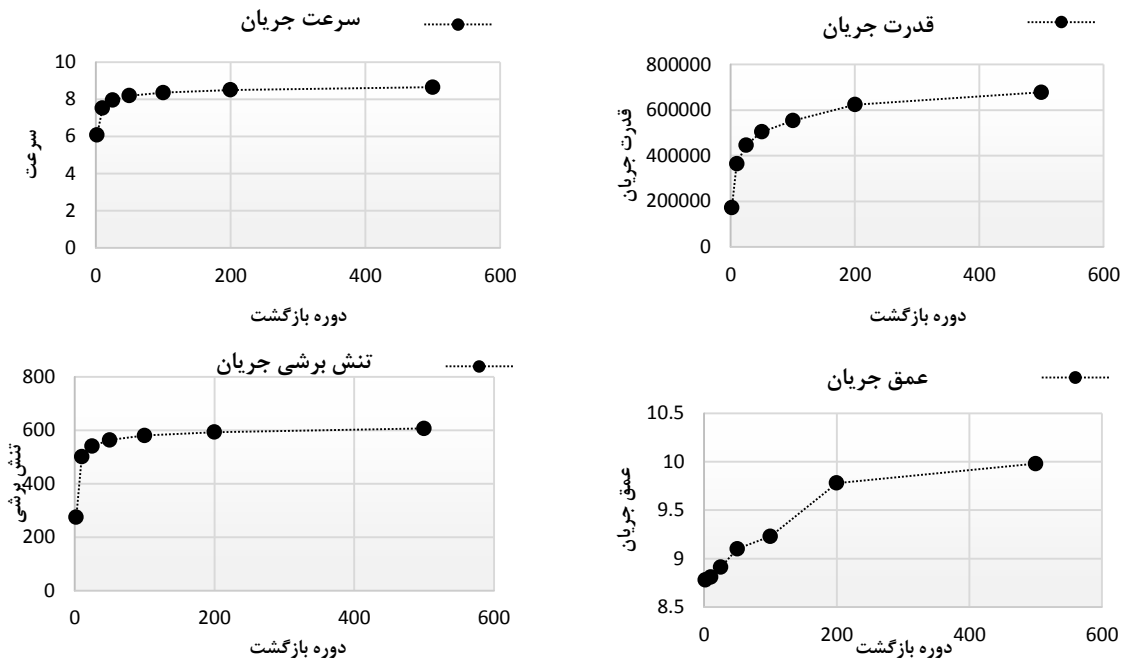




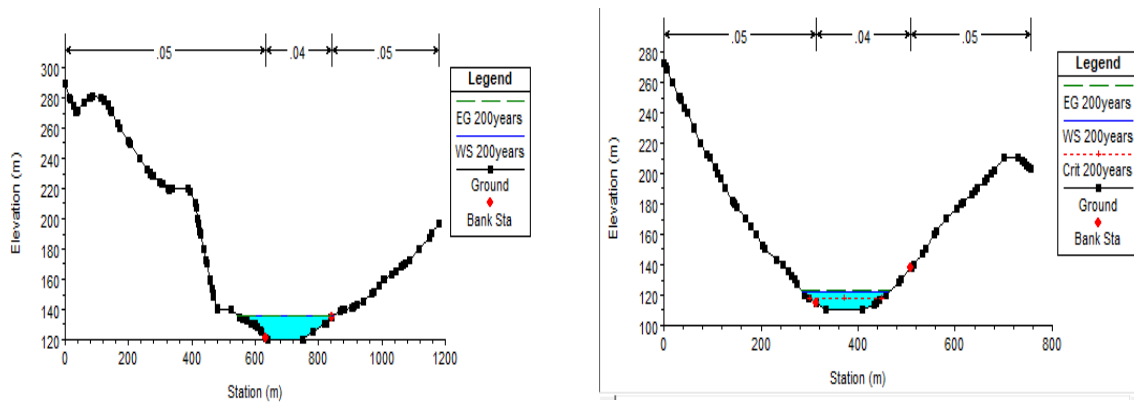
شکل ۵. موقعیت مقاطع عرضی برای رودخانه کارون

جدول ۴. مشخصات سیلاب به ازای دوره بازگشت‌های مختلف

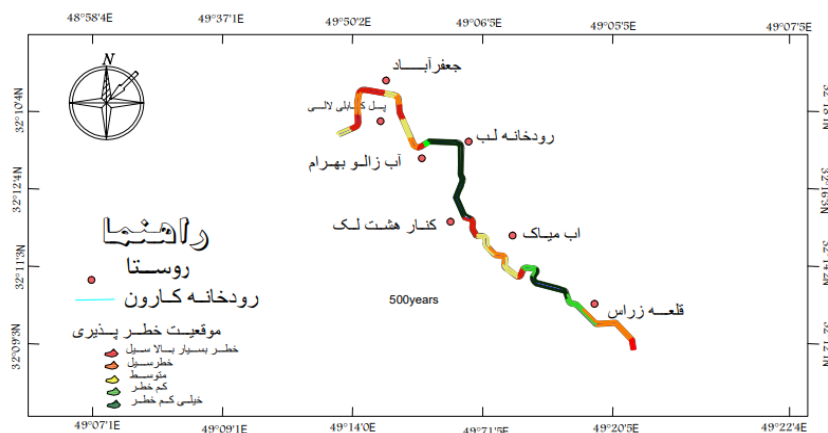
دوره بازگشت (سال)	حداکثر سرعت (m/s)	حداکثر تنش برشی (N/m <sup>2</sup> )	عمق سیل (m)	قدرت جریان $P = \gamma \times Q \times h \left(\frac{Nm}{s}\right)$
۲	۶.۰۸	۲۷۴.۵۷	۸.۷۸	۱۷۱۳۶۷.۸
۱۰	۷.۵۲	۵۰۰.۸۸	۸.۸۱	۳۶۵۰۲۹.۳
۲۵	۷.۹۵	۵۴۰.۶۳	۸.۹۱	۴۴۶۵۸۰.۴
۵۰	۸.۱۹	۵۶۳.۲۹	۹.۰۱	۵۰۴۷۹۱.۸
۱۰۰	۸.۳۶	۵۸۰.۱۱	۹.۲۳	۵۵۳۵۷۲.۹
۲۰۰	۸.۵۰	۵۹۲.۹۰	۹.۷۸	۶۲۳۷۳۶.۸
۵۰۰	۸.۶۵	۶۰۶.۶	۹.۹۸	۶۷۷۸۶۶.۳



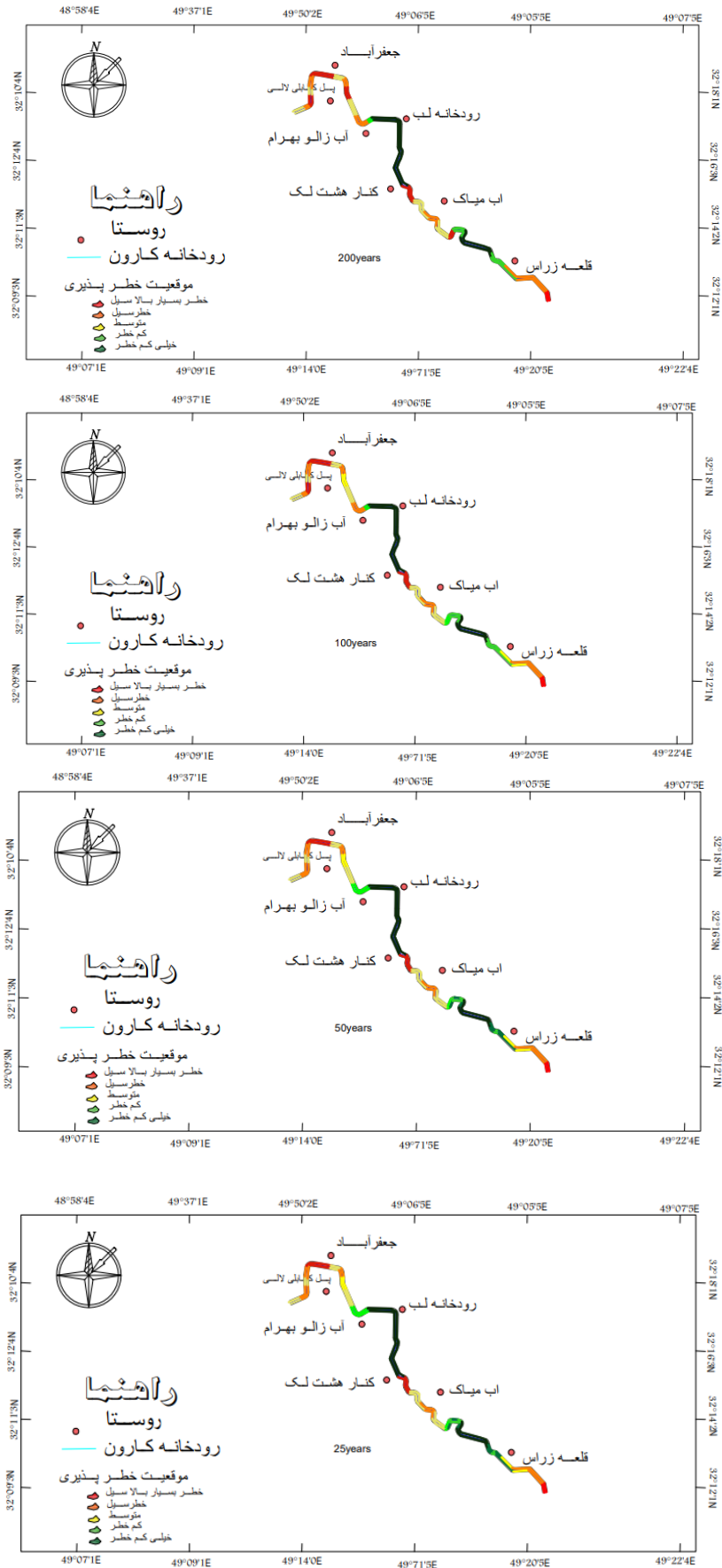
شکل ۶. مقادیر سرعت، تنش برشی، عمق سیلاب و قدرت جریان به ازای دوره های بازگشت مختلف



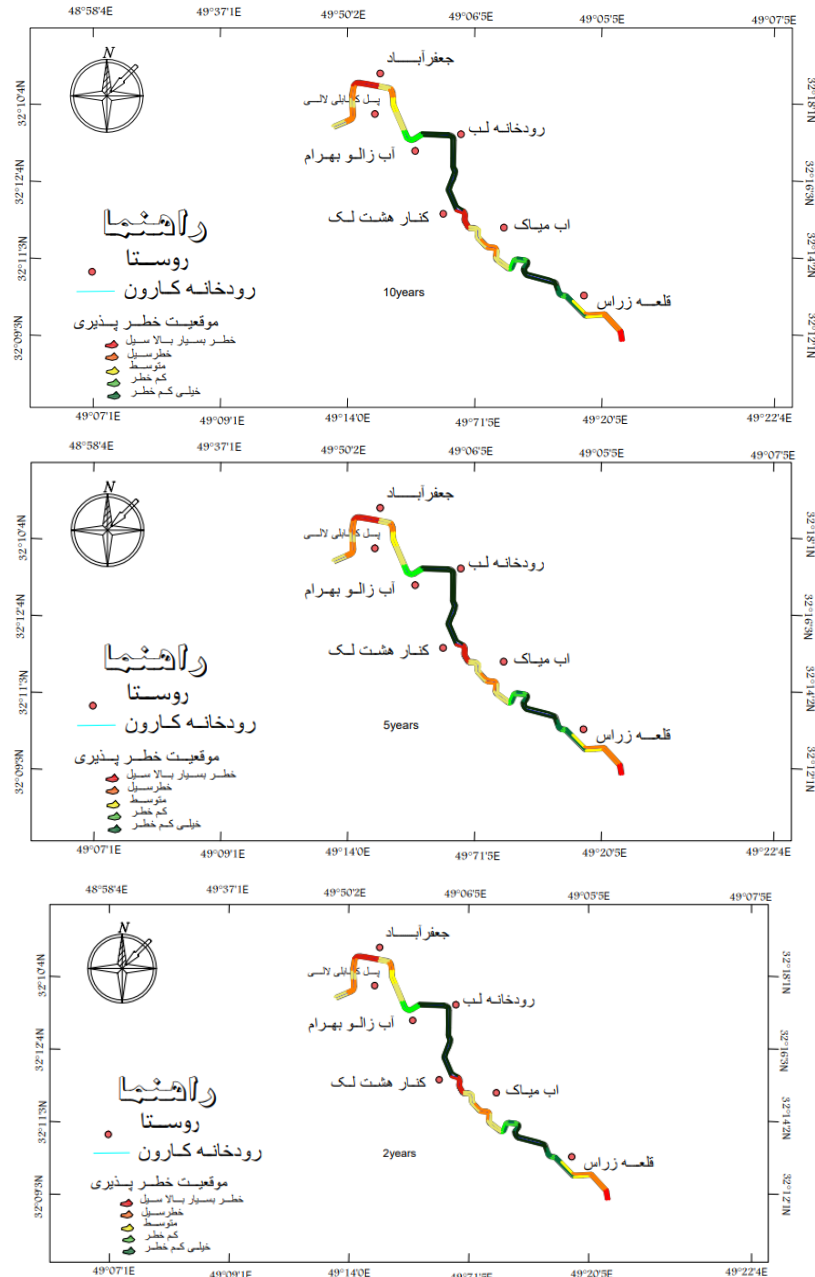
شکل ۷. پروفیل های عرضی برای ایستگاه ۵۰۲ و ۴۰۳۶ رودخانه کارون در سیلاب ۲۰۰ ساله



شکل ۸. نقشه پهنه بندی سیلاب با دوره های بازگشت مختلف



ادامه شکل ۸. نقشه پهنه بندی سیلاب با دوره های بازگشت مختلف



ادامه شکل ۸. نقشه پهنه بندی سیلاب با دوره های بازگشت مختلف

### نتیجه گیری

می‌آیند برای دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اشکال از میان ۱۰ روستای واقع در امتداد رودخانه کارون، جعفرآباد، کنار هشت لک، قلعه زراس، پل جاده جدید لالی، آسیب‌پذیرترین مناطق از خطر وقوع سیلاب هستند که بدون توجه به قوانین ساخت‌وساز و عدم رعایت حریم رودخانه در بستر اصلی آن ساخته شده است. عواملی همانند تغییر کاربری اراضی و تبدیل سیلاب‌دشت‌های کناری رودخانه به اراضی کشاورزی و باغی عدم توجه به حریم رودخانه و تجاوز به بستر طغیانی رودخانه سبب افزایش پتانسیل وقوع خطر

در این تحقیق پهنه بندی خطر وقوع سیلاب انجام شد و روستاهای در معرض خطر سیل از طریق تهیه نقشه حریم رودخانه برای دوره بازگشت ۵۰۰ سال، ۲۰۰ سال، ۱۰۰ سال، ۵۰ سال، ۲۵ سال، ۱۰ سال، ۲ سال شناسایی شد و دبی‌های این رودخانه بر اساس احتمال وقوع آن با استفاده توزیع آماری Johnson sb محاسبه شد. در این پژوهش علاوه بر محاسبه پارامترهای عمق سیلاب و سرعت جریان مقدار پارامتر تنش برشی جریان و قدرت جریان که از عوامل مؤثر گستردگی سیل به حساب

سیلاب و در نتیجه آسیب‌پذیری بیشتر روستاها به‌ویژه در پهنه سیلابی با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله شده است. از بین روستاهای واقع در پهنه‌های سیلابی ۵۰۰ ساله تا ۲ساله به‌جز موارد نادر، اکثراً فاقد بافت و ساختار مقاوم در برابر سیل هستند و در صورت وقوع سیلاب‌هایی نه‌چندان بزرگ نیز از پتانسیل آسیب‌پذیری بسیار زیادی برخوردار هستند. (توجه: تمامی موارد باتوجه به جدول ۴ و شکل ۸ گفته شده است).

#### Reference:

- Abah R., 2013. An application of Geographic Information System in mapping flood risk zones in a north central city in Nigeria, *African Journal of Environmental Science and Technology*, 7(6), 365-371.
- Abdullahzadeh, A.; Ong, M.; 2016. Limitation of practical residential development caused by flood and runoff coefficient in the context of land use, case study: Ziarat Gorgan watershed, *scientific-research journal of watershed engineering and management*, volume 8, number 2. [in persian]
- Ali Mohammad Rajabi, Taher Rajaei, Ali Fallah Tafti. (2017). Flood zoning of Chalus River by combining HEC-ras model and geographic information system *Journal of the Engineering Geological Society of Iran*,
- Azari M.; Sadeghi S.H.; Telluri A., 2018. Evaluation of the impact of watershed management measures on flood characteristics using the integration of HEC-HMS and HEC-RAS models in the GIS environment (case study: Jaghreh watershed) (technical report), *Iranian Journal of Watershed Science and Engineering*, Volume 5, Number 15, pp. 69-72. [in persian]
- Eftikhari, A.; Selajgeh, A.; Hosseini, S.A., 2018. Evaluation of flood zoning with changes in roughness coefficient, case study: Etrak River, *Journal of Natural Geography*, No. 12, pp. 91-106. [in persian]
- Hijazi, A.; Khodai Qashlaq F. and Khodai Qeshlaq L.; 2018. Flood risk zoning in the Werkash Chai watershed using HEC-RAS and HEC-GEO-RAS models, *Applied Research Journal of Geographical Sciences*, 19th year, No. 53, pp. 137-155. [in persian]
- Hill, M., 2001. *Flood Plain Delineation using Hec-Geo-RAS Extension for Arc View - (vol 514) Brigham Young*
- Hosseini and Abrishami hydraulics of open channels (Imam Reza University) 2009. [in persian]
- Kazemi A., Nikjo M., Hejazi M., Khazri M.; 2016. Flood hazard zoning and management in Simine River using HEC-RAS hydraulic model, *Natural Hazards Journal*, Volume 3, Number 4, pp. 379-393. [in persian]
- Khalilizadeh, M., Masaedi, A., Najafinejad, A.; 2014. Flood risk zoning in a part of Ziarat river area in Gorgan urban watershed, *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. Volume 12, Number 4, pp. 146-138 [in persian]
- Knebl, M. R. Yang, Z. L., Hutchison, K., Maidment, D.R., 2005. Regional Scale Flood Modeling using NEXRAD, Loi, N.K., Liem, N.D., Tu, L.H., Hong, N.T., Truong, C.D., Tram, V.N.Q., Nhat, T.T., Anh, T.N, Jeong, J, 2019. Automated procedure of real-time flood forecasting in Vu Gia–Thu Bon river basin, Vietnam by integrating SWAT and HEC-RAS models. *J. Water Clim. Chang.* 10, 535–545.
- Mirki, Azad; Bahrami J.; 2019. Investigating the characteristics of flood caused by dam failure in the narrowing of the river) *Journal of Environment and Water Engineering*, Year 6, Number 4, pp. 388-401. [in persian]
- Mosaedi and Tavakoli, the investigation of the most suitable method for determining the Manning coefficient and flood risk zoning in a part of the Middle Atrak (Marawah) (*Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*) Year: 2012, Volume: 10, Number: 4. [in persian]
- Napraden, I., Chira, R. 2006. The hydrological modeling of the Usturoi Valley – Using two modeling programs WetSpa and HecRas. *Carpathian Journal of earth and environmental science*, Vol. 1, No.1, 53-62.
- Ongdas N., Akiyanova F., Karakulov, Y., Muratbayeva A. and Zinabdin N., 2020, Application of HEC-RAS (2D) for Flood Hazard Maps Generation for Yesil (Ishim) River in Kazakhstan 24 September, *International Science Complex Astana*,
- Patel, C. G. and Gundaliya, P. J. 2016, Floodplain delineation using HEC-RAS model - a case study of Surat city. *J.Mod. Hydrol.*, 6(1), 34-42, DOI: 10.4236/ojmh.2016.61004
- Pouria Anuri and Ali Reza Farid Hosseini River flood zoning using HEC-RAS and Civil 3D model integration (case study: Kashfroud River) 11th International Seminar on River Engineering 2019.. [in persian]
- Rainfall, GIS, and HEC-HMS/RAS: A Case Study for the San Antonio River Basin Summer 2002 Storm Event, *Journal of Environmental Management*, 75(4), 325-336.
- Ranjan Parajuli Coupling HEC-RAS and HEC-HMS in Precipitation Runoff Modelling and Evaluating Flood Plain Inundation Map (civil & environmental engineering and construction faculty publications) 2017. [in persian]
- Reza Hassanzadeh, Mehdi Artman, Mahdieh Hossein Janizadeh, Sediqeh Mohammadi, flood zoning in urban areas using hydrological model and field data (case study of Bardsir flood, Kerman province) volume 8, number 2, summer 1401. [in persian]
- Rezaei-Moghadam, Mohammad Hossein; Rajabi, Masoumeh 2015. Zoning and investigation of the morphological effects of floods of Zarineh Rood River, *Geography and Environmental Hazards*, No. 17, pp. 1-20. [in persian]

- Rokuddin Eftekhari A., Sadegh-Lo T., Ahmadabadi, A., Khedari, H.; 2018. Evaluation of zoning of villages at risk of flooding using HEC GEO RAS model in GIS environment. Journal of local rural development. No. 1, pp. 182-157. [in persian]
- Saberi Tengsavan M., Ganji Nowrozi Z.; 2019, flood simulation using Hecras software, GIs of Shirvan region, the 7th national conference on water resources management in Iran. [in persian]
- Seyed Musa Hosseini, Mansour Jafar Biglo, and Fatemeh Gravand, determination of flood prone areas of Kashkan river using hydraulic model in order to reduce flood risks, research paper on Danesh Tehagat, Volume 2, Number 3, Autumn 2014. [in persian]
- Shabanlu, flood zoning in the river network of Golestan province using GIS, Iranian water research journal, second year/number three/fall and winter 2017 (11-22) [in persian]
- Sheikh Ali Shahi, N.; Jamali, A.A.; Hassan Zadeh Nafouti, M.; 2016. Flood zoning using the hydraulic model of river analysis, case study: Monshad watershed, Yazd province, Geographical Space Journal, pp. 77-96
- Shirin Sahibdel, Mostafa Yaqoubzadeh, Masoud Jafari Roudsari, Determining the boundaries of the riverbed with the help of the Hackers model (Case study: Ramyan River), Geomatic Conference 89, publication year 2009. [in persian]
- Sistan and Baluchistan Province, Scientific Research Journal of Watershed Engineering and Management, Volume 13, Number 2, 2021. [in persian]
- Summer, 2017, Volume 11, Number 2, Pages 45-60[in persian]
- Tianqi jiang GIS based risk zoning and assessment of flood disaster in the middle and lower reaches of the Yangtze River Basin (newyork institute of technology) January 2005
- University Press.
- Usul N. and Turan, B., 2006. Flood forecasting and analysis within the Ulus basin, Turkey, using geographic information systems. Nat. Hazard., 39, 213-229.
- V. Moya Quiroga Application of 2D numerical simulation for theanalysis of the February 2014 Bolivian Amazoniaflood: Application of the new HEC-RAS version 5 (Revista Iberoamericana del Agua Volume 3,2016-Issue 1.
- Yamani, M., Torani M., Chazgeh, S.; 2018. Determining flood zones using HEC-RAS model (case study: upstream of Taleghan Dam from Glink Bridge to Vashte Bridge). Geography and Environmental Hazards, 1(1), 1-16[in persian]

یادداشت ها

<sup>1</sup> *Napraden and I.Chira*

<sup>2</sup> *Noble*

<sup>3</sup> *Abah*

<sup>4</sup> *Makori*