





University of Tehran Press

Journal of Environmental Studies
Vol. 50, No. 3, Autumn 2024

Journal Homepage: www.Jes.ut.ac.ir
Print ISSN: 1025-8620 Online ISSN 2345-6922

Determining the Floodway and Flood Fringe of the Dinevar River Using One-Dimensional HEC-RAS Model

Roya Panahi ¹, Mohammad Mahdi Hosseinzadeh ²

1. Corresponding Author, Department of Geography, Faculty of Earth Sciences, University of Shahid Beheshti., Tehran, Iran, Email: r_panahi@sbu.ac.ir
2. Department of Geography, Faculty of Earth Sciences, University of Shahid Beheshti., Tehran, Iran, Email: m_hosseinzadeh@sbu.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
<p>Research Article: Research Paper</p> <p>Article history: Received: 2 December 2023 Received: 26 October 2024 Accepted: 2 November 2024 Publish online: 21 November 2024</p> <p>Keywords: Dinevar River, Floodway, Flood fringe, Flood risk, Flood zoning</p>	<p>Flooding is one of the most destructive natural disasters that causes loss of life and financial problems in urban and rural areas. In addition, this risk is a concern worldwide, and Iran, like many countries, faces flooding problems in urban and rural areas. Protecting people's lives and property from floods is a duty assigned to governments, and countries have enacted specific laws to manage floods and protect riverbeds and riverbanks. This research aims to determine the flood limit and flood margin of the Dinevar River using the one-dimensional HEC-RAS model. First, geometric data was prepared with the help of HEC-GEORAS extension in GIS software. To estimate the instantaneous peak discharge, the instantaneous peak discharge was calculated using the Hyfran software and the flood zone was simulated with different return periods. Then, based on 130 cross-sections, the area adjacent to the river was divided into two parts: the floodway and flood fringe zones, based on the 100-year flood level increase of 1 foot. Method 4 (the user specifies target water level increase) was used to determine the floodplain limit. The results of this study showed that in the first reach, the floodplain limit coincided with the old terraces of the Dinevar River. In the second and third reaches of the Dinevar River, due to the reduction of topographic restrictions, the riverbed has expanded and reached to an average of 300 and 500 meters in the second and third reaches respectively.</p>

Cite this article: Panahi, R., Hosseinzadeh, M. M. (2024). Determining the Floodway and Flood Fringe of the Dinevar River Using One-Dimensional HEC-RAS Model. *Journal of Environmental Studies*, 50 (3), 263- 280. <http://doi.org/10.22059/jes.2024.368707.1008458>

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.



DOI: 10.22059/jes.2024.368707.1008458

Extended Abstract

Introduction

Iran is one of the several countries in the world experiencing severe flooding in urban and rural areas. Therefore, all countries have specific rules for flood management and river protection. This hazard accounts for 44% of the world's natural disasters. One of the common methods in various countries to deal with flooding is to define the open space of the river and determine its boundaries for flood passage. In fact, the legal approach of other countries to the riverbed and river boundaries is different from Iranian law. In most countries of the world, for floodplain management, the floodplain is divided into two parts: the floodway and flood fringe zones, based on a 100-year return period. In the United States, the national floodway elevation has been set at 32 cm inland due to stream accumulation. And the floodway is that part of the stream where creating an obstacle would raise the 100-year flood water level above a certain value (32 cm). In this research, the floodway and flood fringe of the Dinvar River was calculated by using the encroachment module in HEC_RAS software based on 100-year return period for 130 cross-sections.

Materials and methods

The first stage was preparation of input data in ArcGIS using the HECGeo-RAS extension. HEC-Geo-RAS helps in creation of the data needed for the HEC-RAS model and the transfer of data between ArcGIS and HEC-RAS. The next stage was done within HEC-RAS using the river geometry prepared in the previous stage. The final stage consists of analyzing the results from the HEC-RAS model within ArcMap. Three input parameters had to be specified: stream geometry, flow data and the model plan to create the flood and inundation maps of the Dinevar River in HEC-RAS. Also, the peak discharge was calculated in difference return periods using Hyfran Plus software and Gamma distribution. The model was run and the results of HEC-RAS were transferred to the GIS environment

Currently, the HEC RAS steady flow program has 5 methods to determine flood plain encroachment. These methods are:

Method 1: user enter right and left encroachment stations

Method 2: user enter fixed top width.

Method 3: user specifies the percent reduction in conveyance

Method 4: user specifies a target water surface increase

Method 5: user specifies a target water surface increase and maximum change in energy. Method 4 has been used in this research

Discussion

According to the morphology, Dinevar River was divided into three reaches.

In the first reach, the results showed that the flood zone had expanded by 100 to 200 meters from the coast in the return period of 100 years. It was shown by the implementation of Encroachment, at the beginning of this section, the limit of the floodway was calculated to be about 50 meters from the banks of the river.

In the Second reach, due to the decrease in height and slope, the area of the floodplain was expanded compared to the previous section. In the parts where the flood had spread, the limit of the floodway is on average 300 meters from the coast

In the third reach, the limit of the flood was calculated by running the software from 50 to 300 meters on the right bank and 500 meters was obtained on the left bank.

Conclusions

Based on the results, the channel width and cross-sectional area were high in the reach 1, so, the floodway area was less than other reaches due to the topography and high slope. In this reach, the human activities were not located in the floodway. The old terraces of the river indicated the boundary of the floodway and the rangeland was the dominate land use in this reach. The boundary of the floodway did not show any conflict with the rules of the Federal Emergency Management Administration (FEMA) .

The floodway area expanded in the reaches 2, 3 (more than 200 m on average) due to the topography. Most of the rural and urban settlements in Bisetoon area were located inside the floodway. Therefore, the future development of rural and urban areas should not be allowed especially in the reaches 3 as a vulnerable area.

The results showed that determining the floodway and flood fringe based on the 100-year flood and a maximum 1.0 foot for raising the water level was not appropriate in all reaches of the Dinvar River, because many rural areas and settlements in the reach 3 were located in the floodway



تعیین حد سیل راه و حاشیه سیل رودخانه دینور با استفاده از

مدل یک بعدی HEC-RAS

رویا پناهی^۱، محمدمهدی حسینزاده^۲۱. نویسنده مسئول، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، رایانامه: r_panahi@sbu.ac.ir۲. گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، رایانامه: m_hoseinzadeh@sbu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله: مقاله پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۱</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۰۵</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۲</p> <p>تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۹/۰۱</p> <p>کلیدواژه‌ها: پهنه‌بندی سیلاب، حاشیه سیل رودخانه دینور، سیل راه</p>	<p>سیل یکی از متداول‌ترین و پرهزینه‌ترین بلایای طبیعی است که باعث ایجاد مشکلات شدید در بین مردم و خسارات اقتصادی شدید می‌شود. این مخاطره به عنوان یک نگرانی جهانی مطرح بوده است و ایران هم جزء چندین کشور در جهان است که با مشکلات شدید سیل در نواحی شهری و روستایی مواجه است. حفاظت از جان و مال افراد در مقابل مخاطره سیل وظیفه‌ای عمومی است که بر عهده دولت‌ها می‌باشد و همه کشورها برای مدیریت سیل و حفاظت از بستر رودخانه قوانین خاصی وضع کرده‌اند. هدف این پژوهش تعیین حد سیل راه و حاشیه سیل رودخانه دینور با استفاده از مدل یک بعدی HEC-RAS است. در مطالعه حاضر از مدل هیدرودینامیکی یک بعدی HEC-RAS ورژن (۶/۱) استفاده شده است و از طریق الحاق HEC-GEORAS در محیط GIS پردازش داده‌های ژئومتری انجام شد. جهت برآورد دبی پیک لحظه‌ای با استفاده از نرم‌افزار Hyfran دبی پیک لحظه‌ای محاسبه و پهنه سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف شبیه‌سازی شده است و سپس بر اساس ۱۳۰ مقطع عرضی، پهنه مجاور رودخانه با توجه به افزایش تراز سیلاب ۱۰۰ ساله به اندازه یک فوت دشت سیلابی به دو قسمت سیل راه و حاشیه سیلاب تقسیم‌بندی شده است در تعیین حد سیل راه از روش چهار (کاربر افزایش سطح آب هدف را مشخص می‌کند) استفاده شده است. نتایج حاصل این پژوهش نشان می‌دهد که در بازه اول حد سیل راه منطبق بر تراس‌های قدیمی رودخانه دینور بوده است. در بازه‌های دوم و سوم رودخانه دینور به دلیل کاهش محدودیت توپوگرافی، حد سیل راه گسترش پیدا کرده و در بازه دوم به حدود متوسط ۳۰۰ متر و در بازه سوم تا ۵۰۰ متر رسیده است.</p>

استناد: پناهی، رویا؛ حسینزاده، محمدمهدی. (۱۴۰۳). تعیین حد سیل راه و حاشیه سیل رودخانه دینور با استفاده از مدل یک بعدی HEC-RAS. نشریه

محیط‌شناسی، ۵۰ (۳)، ۲۶۳-۲۸۰. <http://doi.org/10.22059/jes.2024.368707.1008458>

DOR: 20.1001.1.102 58620.1403.50.3.1.2

© نویسنده‌گان.

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.



DOI: 10.22059/jes.2024.368707.1008458

۱. مقدمه

سیل یکی از فاجعه‌بارترین بلایای طبیعی است که خسارات اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی فراوانی را در سراسر جهان به همراه دارد (Chaulagain et al., 2023). این مخاطره ۴۴ درصد از بلایای طبیعی جهان را به خود اختصاص داده است که ۴۱ درصد از سیل‌های جهان در آسیا به وقوع پیوسته و از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ حدود ۱/۵ میلیارد نفر را تحت تأثیر قرار داده است (Gupta & Dixit., 2022). عوامل طبیعی از قبیل فاکتورهای هیدرولوژیکی، محیطی و توپوگرافیک از جمله بارندگی شدید و مداوم، ذوب سریع برف، تغییر اقلیم و کاربری اراضی از مهم‌ترین عوامل وقوع سیل هستند اثرات عوامل انسانی مانند نقص سدسازی، تجاوز به سواحل رودخانه و شهرنشینی در شدت سیلاب نقش حیاتی دارند. (Shahiri Tabarestani and Afzalimehr., 2022; Mishra et al., 2022). با این حال، روند رو به رشد سیلاب‌ها با خسارات اقتصادی و محیط‌زیستی در ایران وجود دارد در ایران با توجه به ویژگی‌های هیدرولوژی و زمین‌شناسی، دارای ظرفیت بالای احتمال وقوع سیلاب و همچنین انتقال گل و لای و رسوب را دارد، به همین دلیل سیل‌ها غالباً خسارات گسترده‌ای را به همراه دارند (Yari et al., 2019). طی دهه‌های گذشته، خسارات اقتصادی ناشی از سیلاب در ایران به ۱۷۰۵ هزار دلار رسید که این خسارات حدود ۲۵۰ درصد افزایش یافته است (Khosravi et al., 2016). شناسایی منطقه مستعد سیل برای جلوگیری از وقوع سیل در آینده بسیار مهم است و به عنوان یک رویکرد حیاتی برای ارزیابی آسیب‌پذیری در نظر گرفته می‌شود اما نقشه احتمال خطر سیلاب در بسیاری از کشورها به دلیل مشکل اصلی عدم دسترسی به داده‌های کافی وجود ندارد. روش‌های متعددی در مورد ارزیابی خطر سیلاب وجود دارد که توسط محققان به کار گرفته شده است که عبارتست از الف: روش‌های سیستم تصمیم‌گیری چندمعیاره اولین بار توسط ووگ^۱ در سال ۱۹۸۳ ارائه گردید و سپس در دهه ۱۹۶۰ روش‌های متعدد دیگری برای بررسی روش تصمیم‌گیری چند معیاره پیشنهاد شد. روش‌های جدید سیستم تصمیم‌گیری چند معیاره اغلب با کمک روش فازی^۲ و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای ارتقا دادن به این رویکرد ترکیب شده است (Lyu 2019; Chaulagain et al., 2023). ب) به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور: نخستین بار مجیا ناوارو^۳ و همکاران (۱۹۹۴) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در ارزیابی خطر سیل به مطالعه پرداختند. همچنین جوهانسون^۴ و همکاران (۲۰۱۰) به نقشه‌کشی خصوصیات حاشیه بستر رودخانه‌ها با کمک لیدار (LIDAR) و تصاویر ماهواره‌ای SPOT-5 به مطالعه پرداخته‌اند که در این پژوهش با کمک اندازه‌گیری دبی لبالی مناطق حاشیه رودخانه را تعیین کرده‌اند. و علاوه بر آن کابنگی^۵ و همکاران (۲۰۱۷) به توصیف مخاطره سیلاب در مناطق فاقد اطلاعات با استفاده از تکنیک سنجش از دور و شاخص احتمال خطر سیلاب مبتنی بر GIS به مطالعه پرداخته‌اند فاکتورهای ایجادکننده سیل مورد استفاده قرار گرفت که همه این فاکتورها از داده‌های سنجش از دور LANDSAT-SRTM، استخراج گردید و با کمک آنالیز سلسه مراتبی تأثیر فاکتورها مشخص شده و در نهایت نقشه سیلاب تهیه و کاربری متناسب با مناطق سیل پیشنهاد شده است. (Kabenge M. et al., 2017; Apoorva et al., 2023). ج) استفاده از مدل‌های کمی در مطالعه احتمال خطر سیلاب: این روش داده‌های مختلف را با هم ترکیب می‌کند و فراوانی در مورد احتمال خطر سیل را نشان می‌دهد اگرچه این روش برای پیش‌بینی احتمال خطر سیلاب برای مناطق کوچک استفاده می‌شود ولی مخاطره سیلاب در مقیاس منطقه‌ای اتفاق می‌افتد، بنابراین می‌بایست این متد برای مقیاس منطقه‌ای ارتقا یابد (La et lyu, 2019). HEC-RAS مشهورترین مدل سیل یک‌بعدی است که توسط انجمن مهندسين ارتش آمریکا در سال ۱۹۹۵ اولین نسخه آن عرضه شد نسخه‌های بعدی این نرم‌افزار به وسیله Bunner (2001) گسترش پیدا کرد. همچنین هریت^۶ و همکاران (۲۰۰۲) به ارزیابی شماری از مدل‌های هیدرولیک سیلاب پرداخته‌اند و نتایج نشان می‌دهد که دو مدل (HEC-RAS و TELEMAC-2D) در برابر دبی‌های مختلف و نواحی سیلابی کالیبره شده و نتایج قابل قبولی را ارائه می‌دهند. نرم‌افزار (HEC-RAS) کانال و دشت سیلابی را به‌صورت مجموعه‌ای از مقاطع عرضی عمود بر

1. Voogd
2. Fuzzy Analytic Hierarchy Process
3. Mejia-Navarro
4. Johansen, K
5. Kabenge, M.
6. Horritt

جهت جریان سیلاب را شبیه‌سازی می‌کند که اغلب در سیلاب‌های شهری مورد استفاده قرار می‌گیرند (Fang et al., 2022; Hosseinzadeh et al., 2022; Namgyal et al., 2023; Jibhakate et al., 2023). به منظور کاهش خطر سیل، تعریف فضای مناسب برای فعالیت‌های رودخانه‌ای به عنوان یک رویکرد مدیریت پایدار ضروری به نظر می‌رسد، مفهوم شناسایی فضاهای لازم برای رودخانه‌ها برای اطمینان از امنیت عمومی و خدمات محیط‌زیستی ضرورت دارد (Biron et al., 2014). در بسیاری از کشورها، حفاظت از مردم و دارایی‌هایشان در مواجهه با مخاطرات، به‌خصوص مخاطره سیل به دولت‌ها واگذار شده است سازمان‌های دولتی و خصوصی جهت حفاظت از مردم و دارایی‌هایشان در مقابل سیل، ترکیبی از روش‌های ساختاری و غیرساختاری از قبیل برنامه‌ریزی کاربری زمین را به کار گرفته‌اند. (Andjelkovic, 2001; Clark, 2008). یکی از روش‌های معمول در کشورهای مختلف به منظور مقابله با سیلاب تعریف فضای آزاد رودخانه^۱ و تعیین حریم آن جهت عبور سیل است که البته معیار و مقادیر آن متفاوت است. در واقع نگرش قانونی سایر کشورها به بستر و حریم رودخانه با قانون ایران متفاوت است در اکثر کشورهای جهان جهت مدیریت دشت سیلابی براساس دوره بازگشت ۱۰۰ سال، دشت سیلابی را به دو قسمت سیل‌راه^۲ و حاشیه سیلاب^۳ تقسیم‌بندی کرده‌اند (Arizona department of water resources (mitigation section(1996), Gunasekara, 2015). ایالات متحده آمریکا، افزایش تراز سیل مینا به اندازه ۳۲ سانتی‌متر در داخل بستر در اثر تجمع جریان را، به عنوان تصمیم ملی انتخاب کرده است و حد بستر آن قسمت از جریان است که ایجاد مانع در آن باعث افزایش تراز سطح آب سیل ۱۰۰ ساله از یک مقدار مشخص (۳۲ سانتی‌متر) می‌شود. در کشور کانادا، گونزاکرا (۲۰۱۵) در برنامه‌ریزی سیل شهر آنتاریو، دشت سیلابی را تقسیم‌بندی کرده است: دشت سیلابی شامل زمین‌هایی است که در طول سیلاب دوره بازگشت ۱۰۰ سال به زیر آب می‌رود و به دو قسمت سیل‌راه (که هرگونه تغییر و توسعه در آن انجام نمی‌گیرد) و حاشیه سیلاب (یک منطقه‌ایی که کاهش احتمال خطر سیلاب از نظر سرعت و عمق وجود دارد) تقسیم‌بندی شده است. در حالی که در ایران تجمع جریان سیل ۲۵ ساله از هر دو کناره به سمت داخل، معیار تعیین حد بستر رودخانه‌ها می‌باشد (Panahi et al., 2019; Mirghasemi et al., 2023). حریم آن قسمت از اراضی اطراف رودخانه است که بلافاصله پس از بستر قرار دارد و به منظور بهره‌برداری و حفاظت کمی و کیفی آنها لازم است و به عرض ۱ تا ۲۰ متر می‌باشد. گسترش سکونتگاه‌ها و فعالیت‌های انسانی در امتداد دشت سیلابی رودخانه دینور باعث تجاوز به حد بستر و حریم این رودخانه شده است در این پژوهش حد سیل‌راه و حاشیه سیلاب برای رودخانه دینور با کمک ماژول Encoranchment در محیط HEC_RAS براساس پروفیل دوره بازگشت ۱۰۰ سال برای ۱۳۰ مقطع محاسبه گردیده است. هدف این پژوهش تعریف فضای مناسب سیل‌راه و حاشیه سیلاب برای رودخانه دینور، و زمین‌هایی که خطر سیل آنها را تهدید می‌کند تعیین می‌گردد تا بر اساس آن مدیریت علمی سیلاب انجام شود.



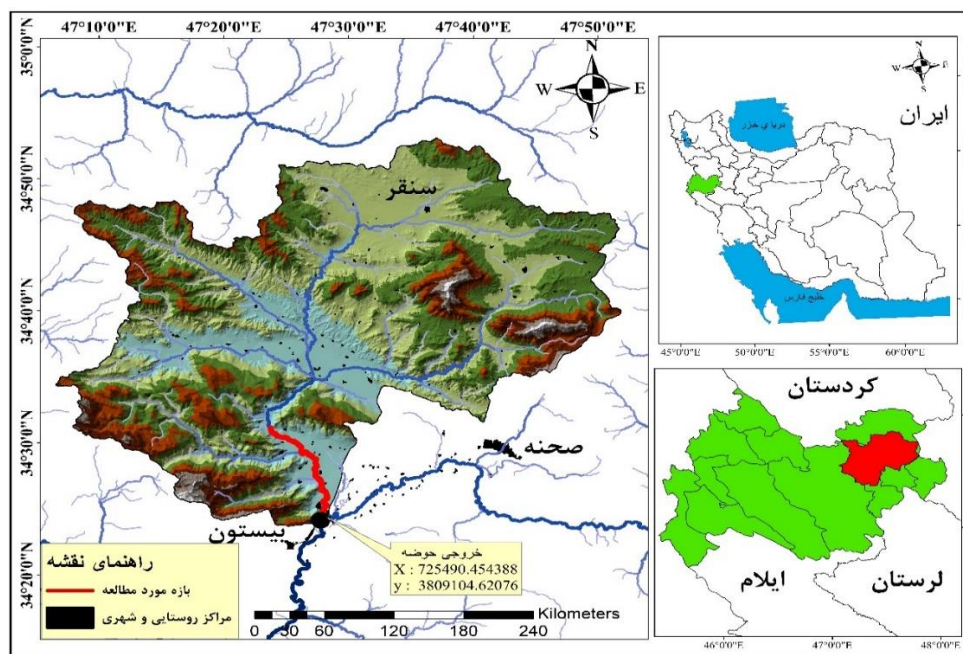
شکل ۱: عکس‌هایی از سیلاب فروردین ۹۸ در محل خروجی حوضه دینور (منبع: یافته‌های تحقیق)

1. Freedom space for rivers
2. Foodway
3. Flood fringe

۲. مواد و روش

۲-۱. منطقه پژوهش

حوضه رودخانه دینور دارای وسعت ۲۱۴۵ کیلومتر مربع است این حوضه بخشی از حوضه رودخانه گاماسیاب است که آب‌های سطحی شمال شرقی استان کرمانشاه را تخلیه می‌کند. حوضه مورد مطالعه بین $47^{\circ}5'$ تا $47^{\circ}51'$ طول شرقی و $34^{\circ}23'$ تا $34^{\circ}53'$ عرض شمالی واقع شده است. حداقل ارتفاع حوضه ۱۲۹۶ متر و حداکثر ارتفاع آن ۳۴۳۱ متر می‌باشد. اکثر منطقه دارای شیبی در حدود ۱۵ درصد بوده است. بنابراین، ارتفاع حوضه دینور نسبتاً زیاد است این حوضه در زون ساختاری سنندج- سیرجان واقع شده که از سنگ آهک کرتاسه با ویژگی‌های کارست توده‌ای در امتداد شاخه‌های گسل زاگرس، مانند گسل دینور و صحنه تشکیل شده است (Nayyer et al., 2022). متوسط بارش این حوضه حدود ۴۵۰ میلی‌متر، که غالب بارندگی (حدود ۶۵ درصد) در ماه‌های آذر تا اسفند بوده‌است و در ماه‌های تیر تا شهریور تقریباً بدون بارش است. (Bazrafshan et al., 2021). متوسط درجه حرارت نیز به ۱۴ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. حوضه، دارای آب و هوای مدیترانه‌ای با زمستان‌های خنک و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک است (Masih et al., 2011). در خروجی حوضه بر اساس ایستگاه هیدرومتری حیدرآباد حداکثر متوسط آبدهی ماهانه مربوط به ماه فروردین با $36/35$ مترمکعب بر ثانیه است (شکل ۲).

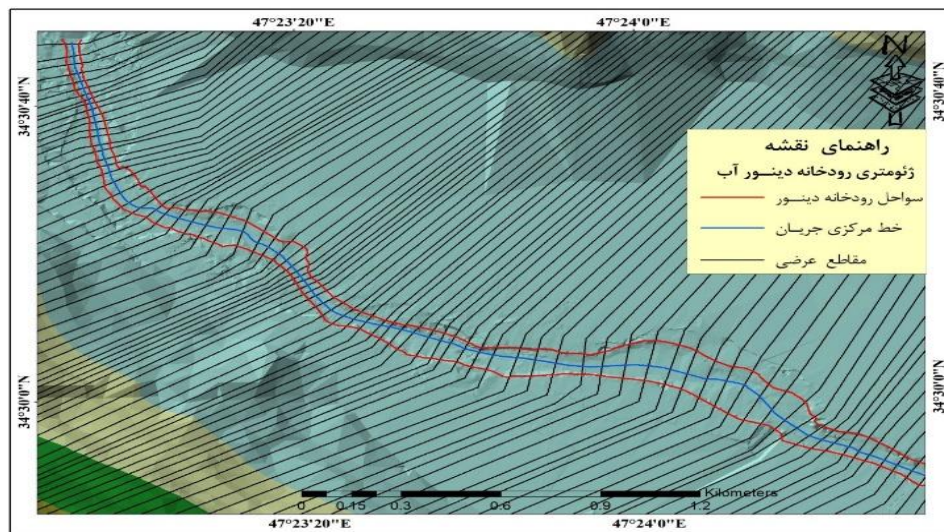


شکل ۲. نقشه موقعیت محدوده حوضه آبریز دینور و بازه مورد مطالعه در کشور و استان (منبع: یافته‌های تحقیق)

۲-۲. روش پژوهش

در این مرحله از مدل رقومی ارتفاعی منطقه با قدرت تفکیک ۱۰ متر که توسط سازمان نقشه‌برداری ایران تهیه گردید استفاده شده است. علاوه بر آن یک مدل رقومی ارتفاعی از رودخانه در مقیاس ۱ متر (منابع آب استان کرمانشاه) که محدوده رودخانه و بخشی از دشت سیلابی را پوشش می‌داد در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت و با نقشه ۱۰ متر سازمان نقشه‌برداری ایران تلفیق شده و مدل رقومی ارتفاع منطقه تهیه شده است (شکل ۳). ترسیم نقشه‌ها و تحلیل داده‌ها در محیط نرم‌افزار GIS و تهیه مدل هیدرولیکی در نرم افزار HEC-RAS (ورژن ۶/۱) ایجاد شده است. نرم‌افزار HEC-RAS در مدیریت دشت سیلابی و برآورد خسارت سیلاب به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ در محیط GIS با استفاده از ابزار HEC-Geo RAS برای تهیه داده‌های هندسی و محاسبات مسیر رودخانه، رسم مقاطع و انتقال آنها به HEC-RAS استفاده گردید. در اولین مرحله در HEC-Geo RAS لایه خط مرکزی جریان تهیه گردید. از این لایه

به منظور تعیین محدوده قرارگیری مقاطع، نمایش موقعیت رودخانه در مدل HEC-RAS و تعریف جهت جریان در رودخانه استفاده شد. جهت جداسازی مجرای اصلی رودخانه از سواحل آن، لایه سواحل رودخانه^۱ ترسیم و در ادامه لایه ابعاد مسیر جریان تهیه گردید. از این لایه به منظور تعیین ابعاد مسیر هیدرولیکی جریان در مجرای اصلی جریان و ساحل چپ و راست آن در ناحیه سیلاب‌گیر استفاده شده است. کلید اصلی شبیه‌سازی سیلاب، مقاطع عرضی می‌باشد، مقاطع در جهت جریان، عمود بر مسیر جریان از ساحل سمت چپ به ساحل سمت راست کشیده شد. HEC-Geo RAS تمام اطلاعات ژئومتری رودخانه با کمک لایه RAS (با فعال شدن editor) تهیه می‌شود. لایه‌های RAS ویژگی‌های ژئومتری زمینی را با رقومی کردن لایه‌های مختلف و سپس بازیابی دوباره اطلاعات جمع‌بندی می‌کند (Yerramilli., 2012). در ادامه اطلاعات به محیط HEC-RAS منتقل شدند. یکی از پارامترها در مدل‌سازی، ضریب مانینگ است که بر روی سرعت جریان و پهنه گسترش سیلاب تاثیرگذار است. مقدار ضریب زبری مانینگ به عواملی از قبیل: زبری بستر کانال، نامنظمی سطح مقطع، پوشش گیاهی، شکل مسیر، وجود موانع در مسیر جریان، دبی جریان بستگی دارد. جهت محاسبه ضریب زبری مانینگ از روش کوان (۱۹۵۶) استفاده شده است (جدول ۱). جهت تعیین دبی دوره بازگشت با استفاده از حداکثر دبی ایستگاه حیدرآباد با کمک نرم‌افزار Hyfran Plus با توزیع‌های مختلف آماری برآزش شده است با توجه به نتایج، انتخاب توزیع برتر (توزیع گاما) بهترین برآزش را با داده‌های مشاهداتی داشته است. بر پایه توزیع فوق مقادیر دبی با دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه و نتایج در جدول (۲) نشان داده شده است. برای محاسبه پروفیل‌های سطح آب از حالت جریان دائمی و رژیم مختلط استفاده گردید نتایج حاصل HEC-RAS به محیط GIS منتقل شده است و پهنه سیلاب در طول رودخانه دینور محاسبه و مدل‌سازی گردید (Panahi et al., 2019; Panahi et al., 2022) (شکل ۵).



شکل ۳. بخشی از مقاطع عرضی رودخانه دینور در ابتدای بازه (منبع: یافته‌های تحقیق)

جدول ۱. مقدار ضریب زبری مانینگ در مقاطع رودخانه دینور آب (منبع: یافته‌های تحقیق)

شماره بازه	مقاطع	ساحل چپ	کانال	ساحل راست
۱	۱۳۹۰۰ تا ۱۷۹۶۲	۰/۰۶۹	۰/۰۶۷	۰/۰۶۹
۲	۸۸۲۷ تا ۱۳۸۵۴	۰/۰۶۵	۰/۰۶۴	۰/۰۶۸
۳	۵۶۸۴ تا ۸۸۰۷	۰/۰۶۹	۰/۰۶۷	۰/۰۶۹
۴	۵۰ تا ۵۶۱۸	۰/۰۶۷	۰/۰۶۶	۰/۰۶۸

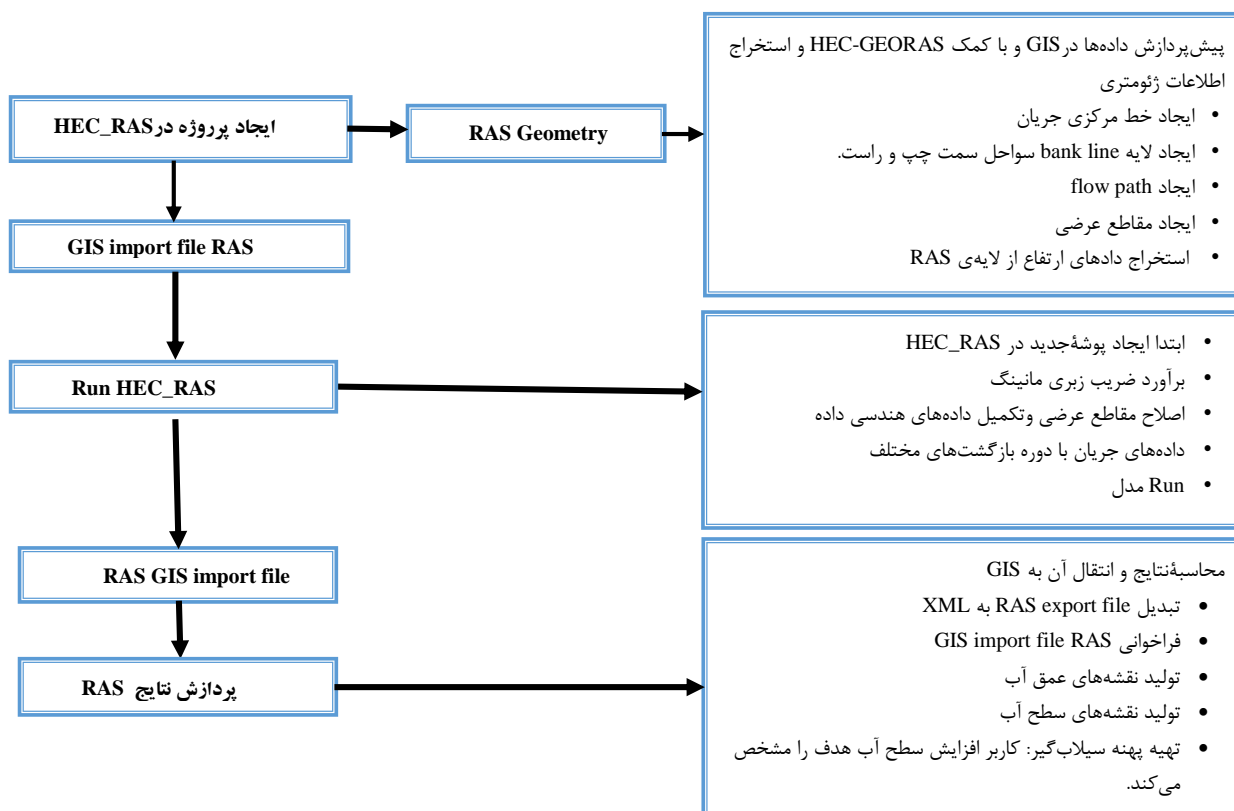
جدول ۲. دبی با دوره بازگشت‌های مختلف ایستگاه هیدرومتری حیدرآباد- بیستون و انتخاب توزیع برتر (توزیع گاما) (نگارندگان)

ایستگاه	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
ایستگاه حیدرآباد	۱۱۲	۱۹۵	۲۵۱	۳۲۱	۳۷۱	۴۲۱	۴۶۹

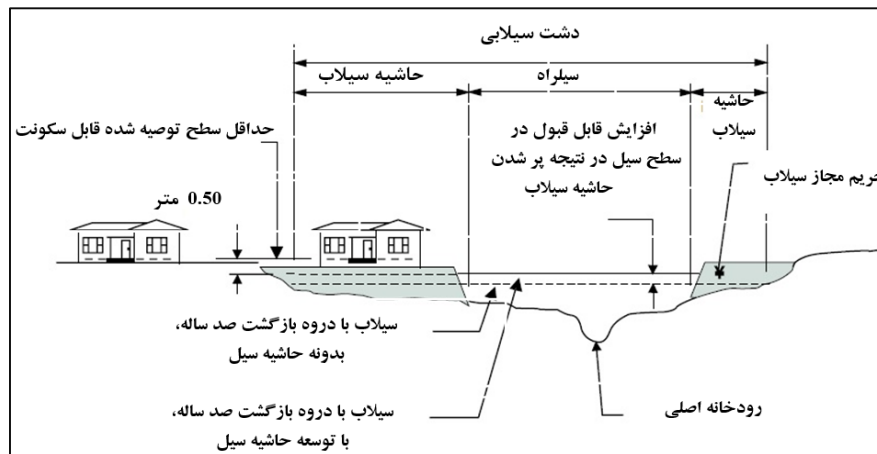
در ادامه در محیط HEC-RAS داده‌های انجام تحلیل پخش سیلاب در پهنه سیلاب‌گیر از طریق پنجره تحلیل جریان ماندگار وارد شد. در حال حاضر با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS، پنج روش برای تعیین پخش سیلاب در پهنه سیلاب‌گیر به شرح زیر وجود دارد:

- کاربر ایستگاه‌های سمت چپ و راست پخش سیلاب را مشخص می‌کند.
- کاربر عرض فوقانی ثابتی را وارد می‌کند.
- کاربر درصد کاهش انتقال را مشخص می‌کند.
- کاربر افزایش سطح آب هدف را مشخص می‌کند.
- کاربر افزایش سطح آب و حداکثر انرژی را مشخص می‌کند.

در این مطالعه از روش ۴ برای شناسایی پهنه سیلاب‌راه استفاده می‌شود. هدف از عملکرد تجزیه و تحلیل دشت سیلابی، تعیین حدود مسیرهای سیلابی است که باعث تغییر مشخصی در ارتفاع سطح آب می‌شود. برای تعیین تغییر ارتفاع سطح آب، برنامه ابتدا یک مقطع پایه در دوره بازگشت ۱۰۰ سال را تعیین می‌کند. مقطع عرضی انتخابی محاسبه شده دشت سیلابی را تعریف می‌کند. سپس با استفاده از یکی از روش تحلیل سیلاب‌راه، دشت سیلابی به دو پهنه سیلاب‌راه و حاشیه سیل تقسیم می‌شود. در این مطالعه از روش ۴ و افزایش تراز سطح آب برابر یک فوت (۳۲ سانتی‌متر)، برای اجرای پهنه سیلاب‌گیر استفاده شده است (شکل ۴). در این منطقه، مدل برای ۱۳۰ مقطع، اجرا و در مدیریت سیلاب دشت با توجه به پهنه سیلاب ۱۰۰ سال به دو قسمت سیلاب‌راه و حاشیه سیلاب تقسیم‌بندی شده است (Hosseinzadeh et al., 2022).



شکل ۵. نمودار مراحل انجام کار جهت مدیریت دشت سیلابی با استفاده از نرم افزار HEC-RAS



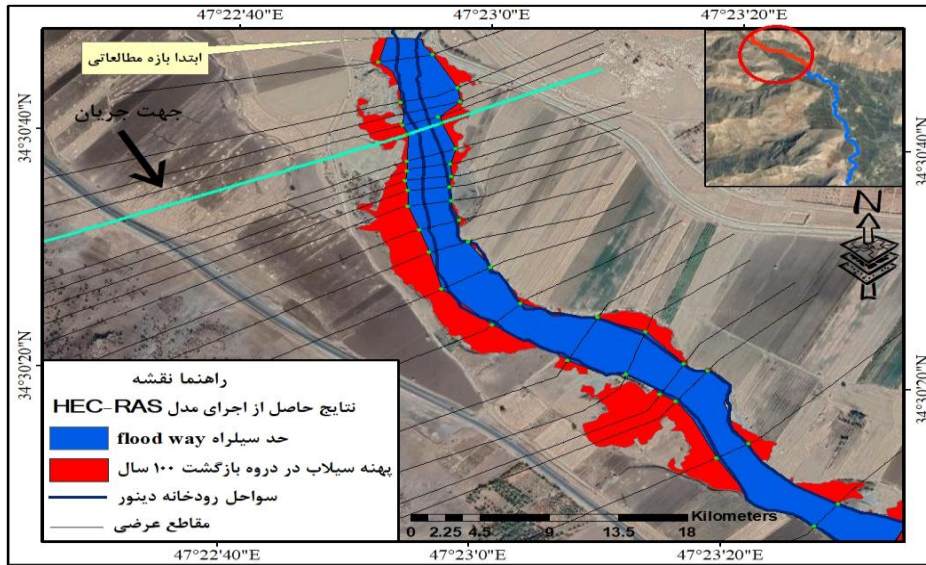
شکل ۴. مفهوم مدیریت دشت سیلابی که به دو قسمت: سیل‌راه حاشیه سیلاب تقسیم‌بندی شده است. (Arizona department of water resources mitigation section(1996))

۳. نتایج و بحث

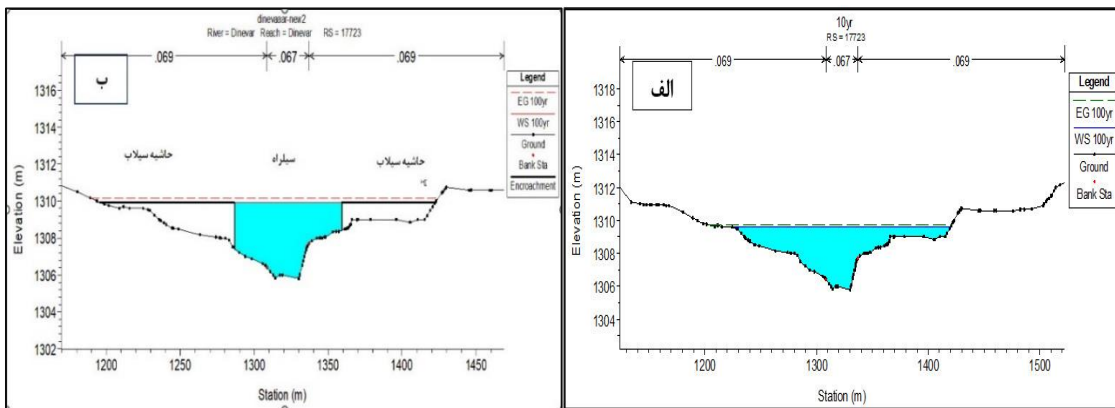
گسترش سکونتگاه‌ها و فعالیت‌های انسانی در امتداد دشت سیلابی رودخانه دینور باعث تجاوز و تخریب به بستر و حریم این رودخانه شده است که در نتیجه فضای هیدرولیکی رودخانه کاهش یافته است. در این پژوهش، با استفاده از روش غیرسازه‌ایی و تعریف حد سیل‌راه، میزان خسارت وارد شده ناشی از وقوع سیل به منطقه و نیز سطحی از منطقه که تحت تاثیر سیل قرار می‌گیرد تعیین شده است جهت تعیین پخش سیلاب و پهنه سیلاب‌گیر از منوی Encroachment در HEC-RAS استفاده شده است. بازه مورد مطالعه براساس مورفولوژی رودخانه، به سه بخش تقسیم‌بندی شده است. نتایج حاصل از اجرای Encroachment رودخانه دینور مورد بررسی قرار گرفت.

۳-۱. بازه اول

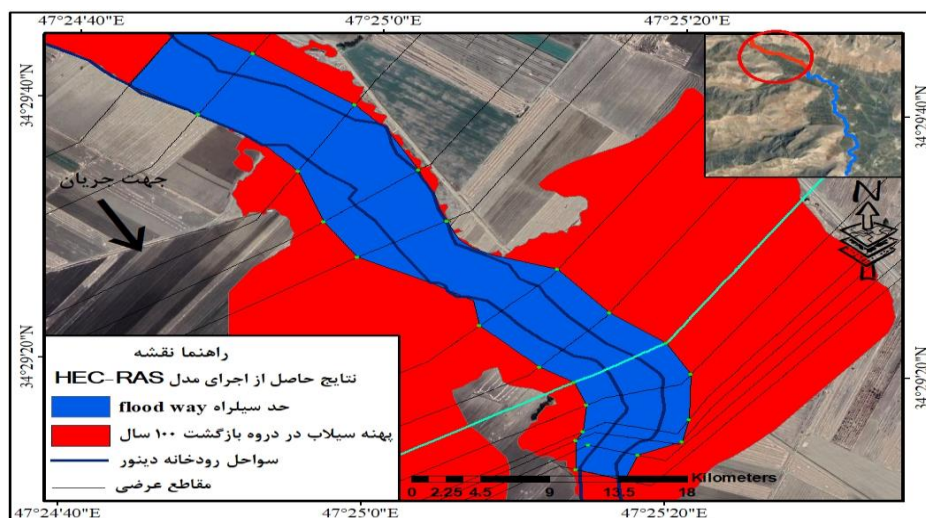
بازه اول به طول ۵/۲ کیلومتر، دارای ضریب پیچانرودی ۱ بوده است که بر طبق تقسیم‌بندی بریلی و فریس (۲۰۰۵) در رده رودخانه‌های مستقیم قرار می‌گیرد (Hosseinzadeh & Esmaeli., 2015). شیب بستر در بازه اول ۰/۲۱ درصد محاسبه شده است. به منظور تحلیل پخش سیلاب در این پژوهش، فرض می‌شود که حاشیه‌های پهنه سیلاب‌گیر که توسط سیلاب در بر گرفته می‌شود به صورت کامل مسدود گردیده است و به این ترتیب با تعیین حد بستر، نحوه عبور سیل مبنا در منطقه مشخص می‌شود با اجرای HEC_RAS در بازه اول نتایج نشان می‌دهد که پهنه سیلاب در دوره بازگشت ۱۰۰ سال به طور متوسط ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر از حد سواحل گسترش پیدا کرده است که در ابتدای این بخش حد سیل‌راه حدود ۵۰ متر از سواحل رودخانه محاسبه شده است. (شکل‌های ۶ تا ۹). در این بخش از رودخانه دینور به دلیل شرایط توپوگرافی، اختلاف ارتفاع و شیب بین بستر و اطراف رودخانه، میزان گسترش حد سیل‌راه در بسیاری از قسمت‌ها منطبق بر تراس‌های قدیمی‌تر رودخانه دینور بود (شکل ۶). در این قسمت کاربری زمین اغلب کشاورزی و سکونتگاه‌های روستایی در این قسمت خارج از محدوده سیل‌راه قرار گرفته است با توجه به نتایج در بازه اول در بسیاری از قسمت‌ها، پهنه سیلاب در دوره بازگشت ۲۵ ساله و حد سیل‌راه تا حدودی منطبق بر هم هستند. شکل‌های (۶ تا ۹) نمونه‌هایی از شماتیک سیل‌راه و حاشیه سیل در دوره بازگشت ۱۰۰ سال (افزایش تراز محدود ۳۲ سانتی‌متر) در بازه اول را نشان می‌دهد.



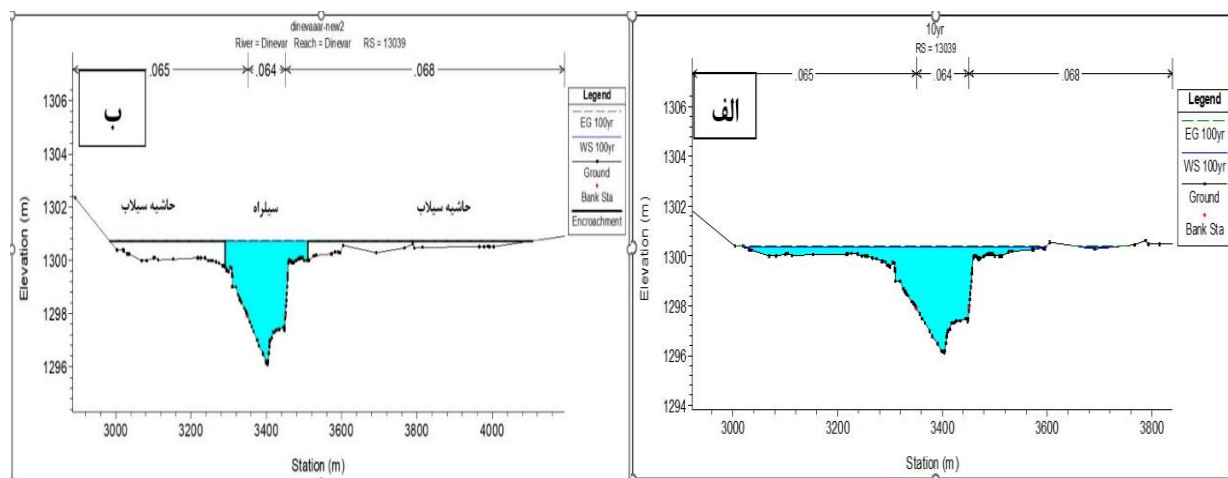
شکل ۶. نقشه پهنه گسترش سیلاب ۱۰۰ سال و حد سیل‌راه تعیین شده در بازه اول (منبع: یافته‌های تحقیق)



شکل ۷. الف: مناطق سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال ب: استراتژی مدیریت دشت سیلابی توصیه شده در بازه اول رودخانه دینور و تعیین حد سیل‌راه و حاشیه سیلاب (افزایش تراز محدود ۳۲ سانتی متر) (منبع: یافته‌های تحقیق)



شکل ۸. نقشه پهنه گسترش سیلاب ۱۰۰ سال و حد سیل‌راه تعیین شده در بازه اول (منبع: یافته‌های تحقیق)



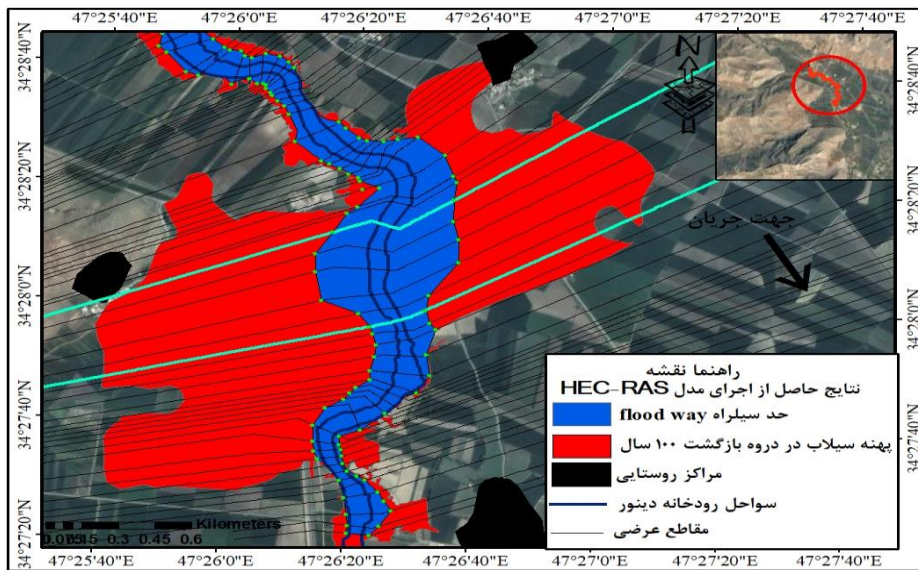
شکل ۹. الف. مناطق سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال ب. استراتژی مدیریت دشت سیلابی توصیه شده در بازه اول رودخانه دینور و تعیین حد سیل‌راه و حاشیه سیلاب (افزایش تراز محدود ۳۲ سانتی متر) (منبع: یافته‌های تحقیق)

۲-۳. بازه دوم

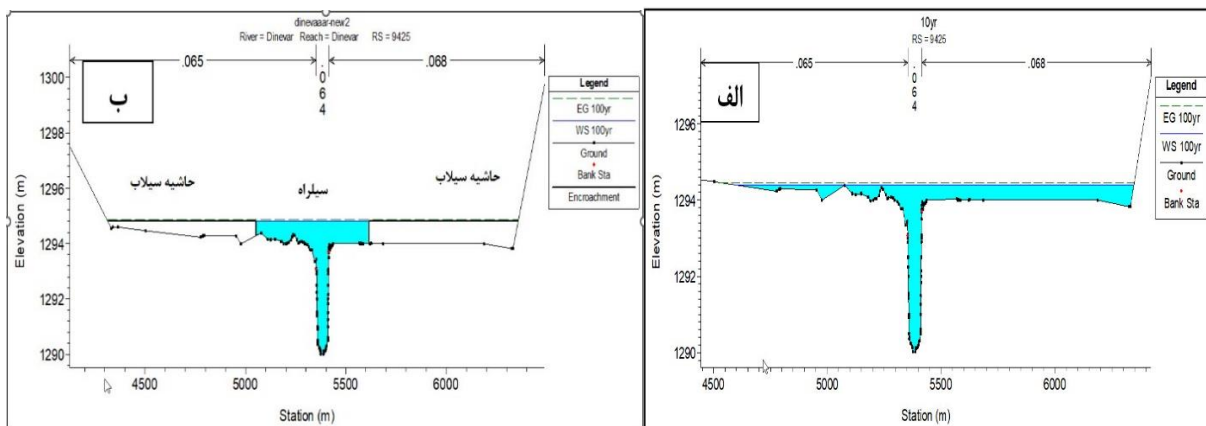
بازه دوم به طول ۵ کیلومتر و ضریب خمیدگی $1/44$ محاسبه شده است این بخش در رده رودخانه‌های پیچان رودی قرار دارد. شیب متوسط بستر در این بازه $0/17$ درصد بوده است. در این بخش از رودخانه دینور پهنه سیلاب ۱۰۰ ساله نسبت به قسمت قبل با توجه به کاهش شیب گسترش بیشتری را نشان می‌دهد. پهنه سیلاب ۱۰۰ ساله، اغلب سکونتگاه‌های روستایی در سواحل سمت چپ و راست در معرض مناطق مستعد آسیب‌پذیر سیلاب قرار گرفته‌اند در این بازه از رودخانه دینور آب جهت مدیریت دشت سیلابی، منطقه به دو قسمت سیل‌راه و حاشیه سیل تقسیم‌بندی شده است با توجه به کاهش میزان ارتفاع و کاهش شیب پهنه مجاور، مساحت حد سیل‌راه نسبت به بخش قبل گسترش پیدا کرده است. در بخش‌هایی که پخش سیلاب صورت گرفته است حد سیل‌راه به طور متوسط ۳۰۰ متر از سواحل قرار گرفته است. زمین‌های سمت چپ رودخانه دینور با کاربری کشاورزی در معرض منطقه مستعد آسیب‌پذیر سیل‌راه قرار گرفته‌اند. عامل فاصله از رودخانه (در این بخش هر روستا به طور متوسط بیش از ۵۰۰ متر از رودخانه فاصله داشته است) با توجه به پهنه گسترش سیلاب، شاخص مناسبی در کاهش میزان آسیب‌پذیری بوده است. منطقه سیل‌راه که پهنه وسیعی را در بر گرفته به عنوان منطقه خطر شناخته شده است که نیاز به برنامه‌ریزی و کنترل بیشتر دارد (شکل‌های ۱۰ تا ۱۲). در مواردی که کانال فقط در یک سمت، دشت سیلابی دارد لازم است تا موانع فرضی در همان یک سمت جانمایی شود که نمونه این مورد در انتهای شکل (۱۰) دیده شده است. علاوه بر آن در این خصوص با توجه به پخش شدگی حد سیل‌راه، محدودیت‌های قانونی برای مالکیت اراضی کشاورزان به وجود می‌آورد، این مسئله در بخش بازه دوم در ساحل سمت چپ و راست وجود دارد اجرای حد سیل‌راه منوط به رعایت نوع کاربری خاص در سیل‌راه می‌باشد.

۳-۳. بازه سوم

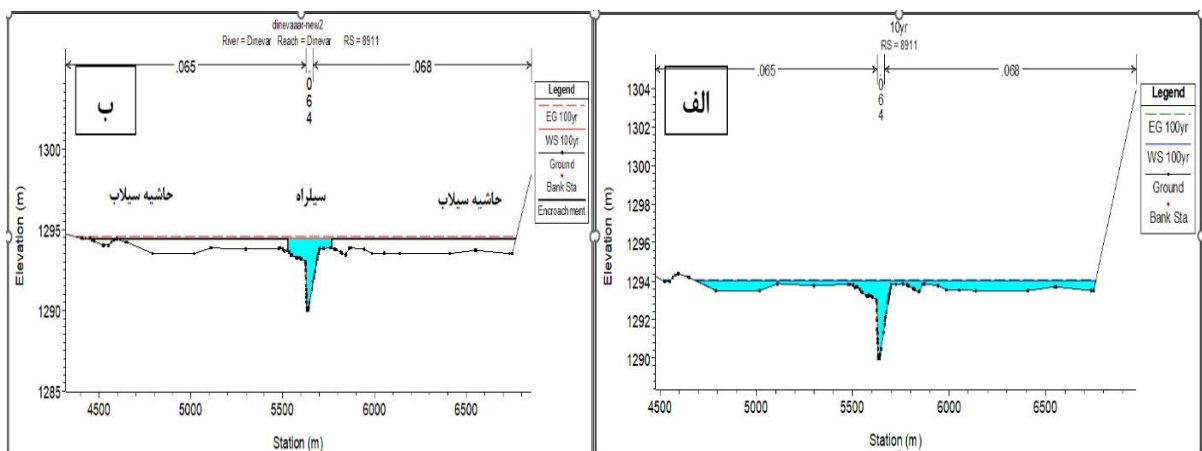
بازه سوم به طول $5/8$ کیلومتر، دارا ضریب خمیدگی $0/75$ درصد محاسبه شده است که در رده رودخانه‌های مستقیم قرار دارد شیب متوسط بستر در بازه سوم $0/07$ درصد بوده است. در این بخش با توجه به کاهش شیب منطقه، پهنه گسترش سیلاب ۱۰۰ ساله در ساحل سمت راست از ۱۰۰ تا ۶۰۰ متر و در ساحل سمت چپ به ۱۵۰۰ متر گسترش پیدا کرده است. رودخانه دینور در این منطقه پس از گذر از دشت چمچمال در منطقه بیستون به رودخانه گاماسیاب می‌پیوندد. حد سیل‌راه با اجرای نرم‌افزار به طور متوسط در ساحل راست از ۵۰ تا ۳۰۰ متر محاسبه شده است و در ساحل سمت چپ نیز ۵۰۰ متر به دست آمده است. (شکل‌های ۱۳ تا ۱۵). در این بازه غالب زمین‌های کشاورزی برخی مناطق روستایی در محدوده سیل‌راه قرار گرفته‌اند. اگر محدوده سیل‌راه را جز منطقه آسیب‌پذیر بدانیم در باز سوم توسعه



شکل ۱۰. نقشه پهنه گسترش سیلاب ۱۰۰ سال و حد سیل‌راه تعیین شده پهنه در بازه دوم (منبع: یافته‌های تحقیق)

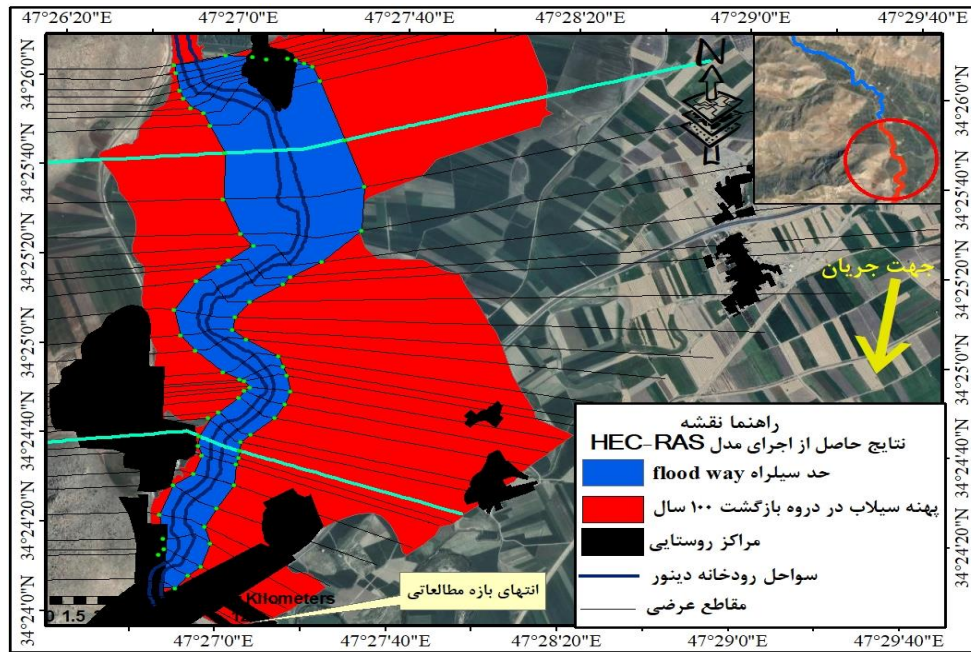


شکل ۱۱. الف: مناطق سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال ب: استراتژی مدیریت دشت سیلابی توصیه شده در بازه دوم رودخانه دینور و تعیین حد سیل‌راه و حاشیه سیلاب (افزایش تراز محدود ۳۲ سانتی متر) (منبع: یافته‌های تحقیق)

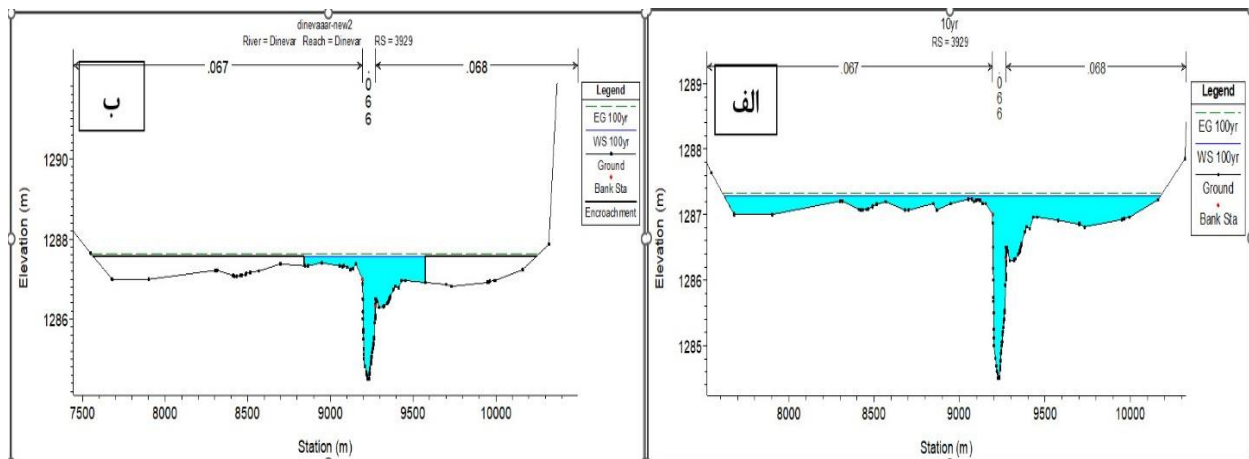


شکل ۱۲. الف: مناطق سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال ب: استراتژی مدیریت دشت سیلابی توصیه شده در بازه دوم رودخانه دینور و تعیین حد سیل‌راه و حاشیه سیلاب (افزایش تراز محدود ۳۲ سانتی متر) (منبع: یافته‌های تحقیق)

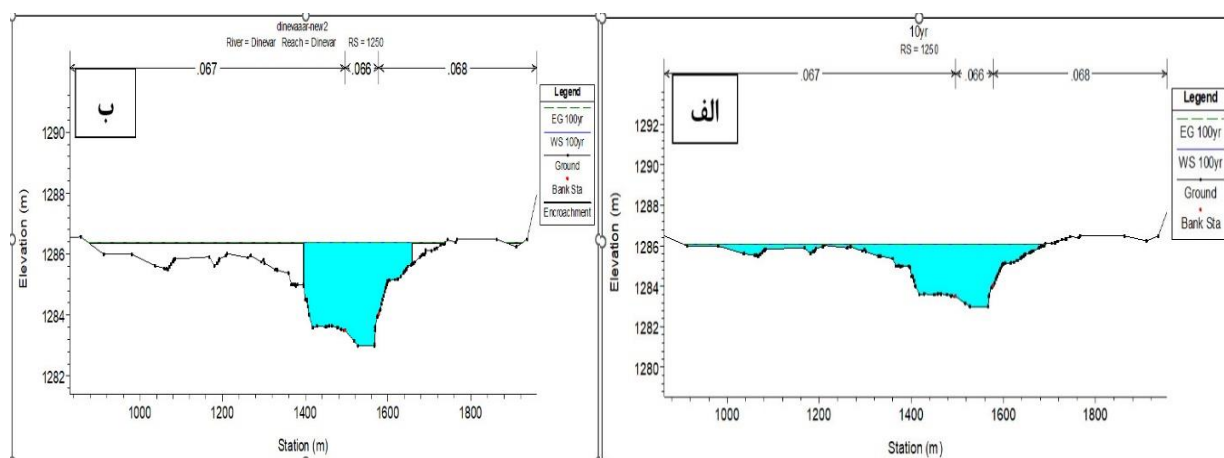
آبی مناطق روستایی و شهری، در محدوده سیل‌راه (بستر) واقع شده است و در مقابل جریان‌های بزرگ مانع محسوب می‌شوند و به دلیل افزایش تراز سیل در بالادست، توسعه آبی شهرک‌ها و مناطق روستایی در این قسمت مجاز نیست. در ایران نیز با توجه به این که دوره بازگشت ۲۵ ساله شاخص توسعه و برنامه‌ریزی سیلاب‌دشت پذیرفته شده است نمونه‌هایی از این پخش‌شدگی سیلاب دوره بازگشت ۲۵ ساله دیده می‌شود از جمله پروژه سیلاب ۲۵ ساله رزین‌رود و همچنین رودخانه سفیدرود، ارس و زاینده‌رود به دلیل پخش‌شدگی سیلاب ۲۵ ساله و مشکلات قانونی مالکیت اراضی آن همچنان بدون نتیجه‌گیری مانده است (Kia Abdul., 2014).



شکل ۱۳. نقشه پهنه گسترش سیلاب ۱۰۰ سال و حد سیل‌راه تعیین شده پهنه در بازه سوم (منبع: یافته‌های تحقیق)



شکل ۱۴. الف: مناطق سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال ب: استراتژی مدیریت دشت سیلابی توصیه شده در بازه سوم رودخانه دینور و تعیین حد سیل‌راه و حاشیه سیلاب (افزایش تراز محدود ۳۲ سانتی متر) (منبع: یافته‌های تحقیق)



شکل ۱۵. الف: مناطق سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال ب. استراتژی مدیریتی دشت سیلابی توصیه شده در بازه سوم رودخانه دینور و تعیین حد سیل‌راه و حاشیه سیلاب (افزایش تراز محدود ۳۲ سانتی متر) (منبع: یافته‌های تحقیق)

۳-۴. کاربری اراضی حاشیه رودخانه دینور و راهبردهای مدیریتی

بستر طبیعی یک سکونتگاه و تغییرات ایجاد شده در آن مانند ساختمان‌ها، خیابان‌ها، تسهیلات و تاسیسات عمده به عنوان عناصر کالبدی اشتغال‌کننده فضا محسوب می‌شود. مهیا نمودن عناصر کالبدی مناسب و تامین تسهیلات لازم زندگی متناسب با شرایط زمان از عوامل اصلی ماندگاری مجتمع‌های زیستی به ویژه در مناطق روستایی می‌باشد، در بازه مطالعاتی با توجه به تهیه نقشه کاربری (شکل ۱۶)، حدود ۲۴/۷ هکتار از مساحت مناطق مسکونی در معرض خطر سیل در دوره بازگشت ۱۰۰ سال قرار دارد که در جدول (۳) به تشریح بیان شده است. با اجرای برنامه تعیین حد سیل‌راه و حاشیه سیلاب، مساحت کاربری‌های در معرض خطر سیل، کاهش یافته است (جدول ۴).

جدول ۳. مساحت کاربری‌های در معرض خطر سیل در دوره بازگشت سیل ۱۰۰ سال (منبع: یافته‌های تحقیق)

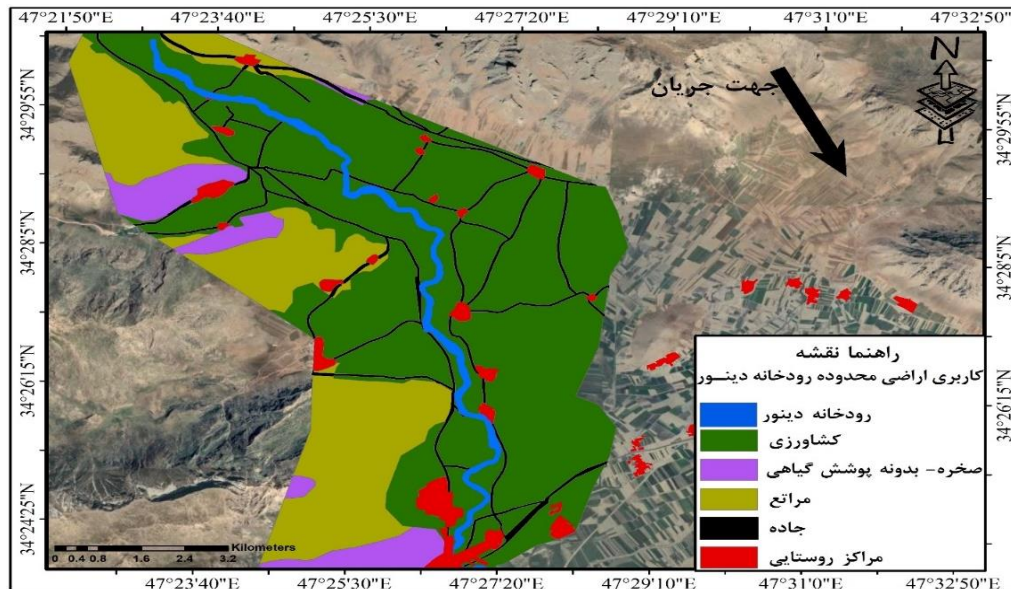
نوع کاربری	هکتار	مساحت به کیلومتر مربع
مرتع	۵	۰/۰۵
جاده	۷۴/۸	۰/۷
مناطق مسکونی	۲۴/۷	۰/۲
زراعت	۱۰۷۸/۸	۱۰/۷

جدول ۴. مساحت کاربری‌ها در محدوده حد سیل‌راه (افزایش تراز محدود ۳۲ سانتی متر) (منبع: یافته‌های تحقیق)

نوع کاربری	هکتار	مساحت به کیلومتر مربع
جاده	۹/۶	۰/۰۹
مناطق مسکونی	۸/۱	۰/۰۸
زراعت	۲۲۰/۱۸	۲/۲

در زمینه مالکیت اراضی حد بستر اتفاق نظر در سطح جهانی وجود ندارد بعضی از کشورها با استفاده از سیاست‌های اقتصاد لیبرالیستی مالکیت اراضی بستر رودخانه را در اختیار مردم و بخش‌های خصوصی قرار داده‌اند. گزارش‌ها نشان می‌دهد که در امریکا احداث سازه‌ای در داخل بستر مجاز است به شرطی که شرایط هیدرولیکی را تغییر ندهد و حد سیل‌راه و حاشیه سیل در اختیار مالکیت خصوصی باشد و در هر بخش با رعایت آیین‌نامه‌های شهرسازی کاربری متناسب را بیان داشته باشد. علاوه بر آن در ایران مالکیت حد بستر در اختیار حکومت اسلامی است و طبق مقررات این آیین‌نامه‌ها، تعیین این حدود توسط وزارت نیرو و یا شرکت‌های آب منطقه‌ای تعیین می‌گردد با توجه به همین قانون ایجاد هر اعیانی و حفاری و دخل و تصرف در بستر رودخانه‌ها و انهار طبیعی بدون کسب اجازه از وزارت نیرو ممنوع

اعلام شده است. کاربری اراضی مجاز در سیل‌راه و کاربری‌های منع شده در سیل‌راه در ایران در گزارش‌های وزارت نیرو به تفصیل بیان شده است.



شکل ۱۶. نقشه کاربری اراضی حاشیه رودخانه دینور (منبع: یافته‌های تحقیق)

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

انتخاب (دوره بازگشت) سیل برای محاسبه بیشینه و هیدروگراف آن که در تعیین حد بستر یا سیل‌راه به کار می‌رود اولین آموزه جهانی در این زمینه است. همان‌طور که گفته شد اکثر کشورهای جهان دوره بازگشت ۱۰۰ سال برای سیل را مبنا انتخاب کرده‌اند یا در حال تغییر دوره بازگشت‌های کمتر از آن به دوره بازگشت ۱۰۰ سال می‌باشند. زیرا هر چه دوره بازگشت به زیر ۱۰۰ سال سقوط کند خسارت ناشی از سیل‌های مکرر و آسیب محیط‌زیست و تضعیف چشم‌اندازهای محیط طبیعی تشدید پیدا خواهد کرد.

با پیشرفت تکنولوژی و تمرکز جمعیت‌ها و فعالیت‌های اقتصادی همراه با گسترش شهرک‌ها و مراکز سکونتگاهی و وجود وقایع شدید بارندگی در ایران به دلیل تغییر آب و هوایی، احتمال این که تعداد بیشتری از مردم و املاک در معرض مخاطره سیلاب قرار بگیرند، در آینده خواهد بود. در چارچوب فوق، مفهوم دو منطقه سیل‌راه و حاشیه سیلاب روشی برای برنامه‌ریزی کاربری اراضی است که امکان توسعه در بخشی از دشت سیلابی را که به نظر می‌رسد در مقایسه با سایر مناطق موجود در احتمال تشدید خطر سیل وجود دارد، توسعه کاهش پیدا کند و با تعیین سیل‌راه به عنوان منطقه خطر، می‌توان از آسیب‌های ناشی از سیل کاست. بر اساس یافته‌های این پژوهش، در بازه اول، محدودیت توپوگرافی و افزایش شیب، پهنه سیلاب کمتر از سایر بازه‌ها بوده است و کمترین فعالیت‌های انسانی در بازه اول در محدوده سیل‌راه مشاهده می‌شود در حد سیل‌راه این بخش، میزان فعالیت‌های انسانی اعم کشاورزی و سکونتگاه‌های انسانی محدود بوده است حد سیل‌راه منطبق بر تراس‌های قدیمی رودخانه دینور بوده است؛ کاربری اراضی در این قسمت اغلب از نوع مرتع و کشاورزی بوده و حد سیل‌راه مغایرتی با قوانین وزارت نیرو و سازمان بیمه فدرال امریکا (FEMA) نداشته است.

در بازه‌های دوم، سوم رودخانه دینور، به دلیل کاهش محدودیت توپوگرافی، حد سیل‌راه گسترش پیدا کرده است در بازه دوم به حدود متوسط ۳۰۰ متر و در بازه سوم تا ۵۰۰ متر رسیده است. اغلب مراکز سکونتگاهی روستایی و شهری در محدوده بیستون در محدوده سیل‌راه (بستر) قرار گرفته‌اند. اگر محدوده سیل‌راه را جز منطقه آسیب‌پذیر بدانیم به خصوص در بازه‌های دوم و سوم توسعه آبی مناطق

روستایی و شهری، مجاز نیست و در مقابل جریان‌های بزرگ مانع محسوب می‌شوند و می‌بایست متناسب با آن قوانین و آیین‌نامه‌های شهرسازی حد بستر رعایت گردد. بررسی موقعیت سکونتگاه‌ها و مراکز شهری در بازه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که در صورت اعمال سیل با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله و افزایش ۳۲ سانتی‌متر افزایش تراز آب به منظور تعیین محدوده سیل‌راه و حاشیه سیل در تمام رودخانه‌ها یا حتی در بازه‌های مختلف یک رودخانه کارایی ندارد. زیرا ممکن است بسیاری از مراکز روستایی و سکونتگاه‌ها بر اساس معیارهای فوق در محدوده سیل‌راه واقع شوند در محدوده مورد مطالعه در بازه سوم قرارگیری این سکونتگاه‌ها در محدوده سیل‌راه مشاهده می‌شود. بنابراین در صورت وجود چنین شرایطی ضرورت دارد تمهیدات زیر را انجام داد. در صورت ممکن حد سیل‌راه را در کرانه مقابل در فاصله بیشتری از رودخانه قرار داد تا حد سیل‌راه در کرانه‌ای که سکونتگاه‌ها مستقر شده‌اند به رودخانه نزدیک شده و از این طریق مراکز سکونتی در محدوده حاشیه سیل یعنی منطقه سیلاب‌گیر قرار گیرد و از این طریق از خطر سیل مصون بمانند. در صورت غیر ممکن بودن راه‌حل فوق به واسطه توپوگرافی پهنه حاشیه رودخانه و یا استقرار مراکز سکونتی در هر دو طرف ضرورت دارد حد افزایش تراز آب (۳۲ سانتی‌متر) را افزایش داد تا از این طریق عرض سیل‌راه کاهش پیدا کند و محدوده سیلاب‌گیر افزایش یابد همان‌طوری که این افزایش تراز در کشورهای مختلف متفاوت است. بنابراین یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد نمی‌توان از یک مقدار تراز ثابت برای رودخانه‌های مختلف حتی در بازه‌های مختلف یک رودخانه استفاده کرد بلکه بر اساس شرایط منطقه براساس وضعیت مراکز سکونتی موجود و توپوگرافی دشت سیلابی و اراضی حاشیه رودخانه تصمیم‌گیری کرد تا از این طریق مخاطره سیل را به حداقل رساند. روش تعیین حد سیل‌راه، پس از اجرای مدل متکی به تعیین کاربری اراضی است و اجرای مطالعه قانونی کاربری اراضی بستر به جای مالکیت اراضی بستر توسط دولت مورد مطالعه قرار بگیرد. علاوه بر آن، روش تعیین حد سیل‌راه و حاشیه سیل، به صورت اجرایی و پژوهشی در ایران انجام نشده است. همچنین پروژه‌های تعیین حد بستر رودخانه‌ها، سازمان آب منطقه‌ای، مهندسین مشاور، پیمانکاران و دفتر مهندسی سواحل رودخانه‌ها در وزارت نیرو با تنگنمایی روبه‌رو شده‌اند که بازنگری این روش‌ها ضروری به نظر می‌رسد تا هزینه‌های مطالعات و بررسی‌های حقوقی دادخواست معارضین اراضی قرار گرفته در داخل بستر، کاهش قابل توجهی پیدا کند یکی از روش‌هایی که جایگزین روش تعیین حد بستر وزارت نیرو می‌تواند باشد روش تعیین حد سیل‌راه است.

۵. تعارض منافع

در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

۶. منابع

- Andjelkovic, I. (2001). Guidelines on Non-Structural Measures in Urban Flood Management. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, International Hydrological Programme, Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization., pp.89.
- Apoorva, Sh., Carter, E., Coltin, B., Sleeter, R., McMichael, S. & Eggleston, J. (2023). Mapping floods from remote sensing data and quantifying the effects of surface obstruction by clouds and vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 291, 1-12.
- Arizona department of water resource flood mitigation section, Delineation of Riverine Floodplains and Floodways in Arizona. 500 North Third Street Phoenix, 1996. 602, pp. 67 pages. Ghttps://new.azwater. gov/sites/ default/files/ SS2-96Riverine.PDF
- Biron, P.M., Buffin-Bélanger, T., Larocque, M., Chone, G., Cloutier, C.-A., Ouellet, M.-A., Demers, S., Olsen, T., Desjarlais, C. & Eyquem, J. (2014). Freedom space for rivers: a sustainable management approach to enhance river resilience. *Environmental Management*, 54(5), 1056–1073.
- Brierley, G, L. & Fryirs, K. (2005). Geomorphology and river management application of the river style framework, Blackwell Publishing, Malden, MA, pp. 398.

- Bazrafshan, O., Shekari, M., Zamani, H., Dehghanpir, Sh. & Singh, V. P. (2021). Assessing hydrologic drought risk using multidimensional copulas: case study in Karkheh River basin. *Environmental Earth Sciences*, 80(538), 1-22.
- Brunner, G.W. (2001). HEC-RAS River Analysis System: User's Manual. US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources. *Hydrologic Engineering Center*.
- Clarke, S.E., Burnett, K.M. & Miller D.J. (2008). Modeling Streams and Hydrogeomorphologic Attributes in Oregon from Digital and Field Data. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, 44(2), 459-477.
- Chaulagain, D., Ram Rimal, P., Noel Ngando, S., Kigha Nsafon, B. E., Suh, D. & Huh, J-S. (2023). Flood susceptibility mapping of Kathmandu metropolitan city using GIS-based multi-criteria decision analysis. *Ecological Indicators*, 154, 1-14.
- COON, WILLIAM, F. 1996. Estimates of Roughness Coefficients for Selected Natural Stream Channels with Vegetated Banks in New York. U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR BRUCE BABBITT, Secretary.
- Fang, L., Huang, J., Cai, J. & Nitivattananon, V. (2022). Hybrid approach for flood susceptibility assessment in a flood-prone mountainous catchment in China. *Journal of Hydrology*, 612(2), 128091.
- Gupta, L. & Dixit, J. (2022). A GIS-based flood risk mapping of Assam, India, using the MCDA-AHP approach at the regional and administrative level. *Geocarto International*, 37 (26),1-46.
- Gunasekara, D. (2015). Planning for the Flood Fringe: A Comparative Analysis of Two Zone Concept Planning Policies Used by Conservation Authorities in Southern Ontario, School of Urban and Regional Planning Queen's University Kingston, Ontario, Canada. pp.144.
- Horritt, MS. & Bates P.D. (2002). Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flood inundation. *Journal of Hydrology*, 268(1-4), 87-99.
- Hosseinzadeh, M. M. & Esmaeli. R. (2015). Fluvial geomorphology concepts, forms and processes. Puplicher Shahid Beheshti University Publication.336 pages. (Persian)
- Hosseinzadeh. M.M., Khaleghi. S. & Panahi. R., (2022). Determining the floodway and flood fringe of the Gamasiab River, Kermanshah, Iran. *International Journal of Water (IJW)*, 15, 117-130.
- Jibhakate. Sh. M., Timbadiya. P. V. & Patel. P. L. (2023). Multiparameter flood hazard, socioeconomic vulnerability and flood risk assessment for densely populated coastal city. *Journal of Environmental Management*, 344. 1-21.
- Johansen. K., Phinn. Stuart. & Witte. Ch., (2010). Mapping of Riparian Zone Attributes Using Discrete Return LiDAR, QuickBird, and SPOT-5 Imagery: Assessing Accuracy and Costs. *Remote Sensing of the Environment*, 114(11), 2679-2691.
- Kabenge, M., Elaru, J., Wang, H. & Li, F. (2017). Characterizing flood hazard risk in data scarce areas, using a remote sensing and GIS-based flood hazard index. *Natural Hazards*, 89 (3), 1369–1387.
- Khosravi, K., Pourghasemi, H.R., Chapi, K. & Bahri, M. (2016). Flash flood susceptibility analysis and its mapping using different bivariate models in Iran: a comparison between Shannon's entropy, statistical index, and weighting factor models. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188, 1-21.
- Kia Abduli, K. (2014). Final report on the determination of boundaries and boundaries of rivers. Publications Applied Research of Iran Water Resources and Water Resources Management Company. (Persian)
- Lyu, H.M., Shen, S. L., Zhou, A., & Yang, J. (2019). Perspectives for flood risk assessment and management for megacity metro system. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 84.31-44.
- Mishra, A., Mukherjee, S., Merz, B., Singh, V.P., Wright, D.B., Villarini, G., Paul, S., Kumar, D.N., Khedun, C.P., Niyogi, D., Schumann, G. & Stedinger, J.R. (2022). An overview of flood concepts, challenges, and future directions. *Journal of Hydrologic Engineering*, 27 (6), 03122001.
- Masih I., Uhlenbrook, S., Maskey, S. & Smakhtin, V. (2011). Streamflow trends and climate linkages in the Zagros Mountains, Iran. *Climatic Change*, 104, 317–338.
- Mejia-Navarro, M., Wohl, E.E. & Oaks, S.D. (1994). Geological hazards, vulnerability, and risk assessment using GIS: model for Glenwood Springs Colorado. *Geomorphology*, 10 (1), 331–354.
- Mirghasemi, S. H., Banejad, H. & Farid Hossein, A. (2023). Application of remote sensing in hydraulic modeling and determination of riverbed boundaries (Case study: Ardak River). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 14(1) 50, 24-48. (in Persian)

- Namgyal, T., Thakur, D.A. & Mohanty, M.P. (2023). Are open-source hydrodynamic models efficient in quantifying flood risks over mountainous terrains? An exhaustive analysis of the Hindu-Kush-Himalayan region. *Science of the Total Environment*, 897(1), 1-22.
- Nayyeri, H., kahrizi, Sh., Sanikhani, H. (2022). Analysis of the relationship between fractals and the dynamics governing watersheds, (case study Dinvar river basin in Kermanshah province, Iran). *Environmental Earth Sciences*, 81(515), 1-18.
- Panahi, R., hoseinzadeh, M.M. & Khaleghi, S. (2019). Flood risk zonation in order to determine river flood fringe (Case study: Gamasiyab river). *Journal of Echo Hydrology*, 6(2), 553-567. (in Persian)
- Panahi, R., Moshashaie, M. & Moshashaie, M. (2022). The Simulation of Mereg river floods using HEC_RAS hydraulic model (Case study: the distance between Dar Amroud Olya and Chalabeh Sofla villages, Mahidasht catchment, Kermanshah Province). *Journal of Earth Science Researches*, 12(4), 68-85. (in Persian)
- Shahiri Tabarestani, E. & Afzalimehr, H. (2022). A comparative assessment of multi-criteria decision analysis for flood susceptibility modelling. *Geocarto International*, 37 (20), 5851-5874.
- Voogd, J H. (1983). Multi criteria Evaluation for Urban and Regional Planning, Pion, London, 388p.
- Yari, A., Ardalan, A., Ostadtaghizadeh. A., Zarezadeh. Y., Soufi Boubak ran, M., Bidarpoor, F., & Rahimiforoushani, A. (2019). Underlying factors affecting death due to flood in Iran: A qualitative content analysis. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 40, 1-20.