



Journal of Urban Environmental Planning and Development

Vol 5, No 17, Spring 2025

p ISSN: 2981-0647 - e ISSN: 2981-1201

Journal Homepage: <https://sanad.iau.ir/journal/juep/>

Research Paper

Identification and Analysis of Areas Exposed to Flood Risk in the Informal Settlement of Naysar - Sanandaj City

Ayub Mohammadi: Assistant Professor, Department of Geomorphology, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Davood Jamini*: Assistant Professor, Department of Geomorphology, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran (Part-time Researcher at Kurdistan Studies Institute, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran)

Ramin Atashbahar: Department of Geomorphology, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Received: 2024/08/04 PP 53-64 Accepted: 2024/09/16

Abstract

Today, the situation of informal settlements is tied to challenges such as increasing population growth, poverty, unemployment, social anomaly, unstable housing, severe weakness of essential infrastructures, etc. These challenges are greatly aggravated if we do not pay attention to natural hazards, such as floods, which cause many human and financial losses. As the largest informal settlement in Kurdistan province, Naysar is currently facing the aforementioned challenges. If a flood occurs in this dense urban space, the resulting damages can cause irreparable damage to the residents and its urban environment. Therefore, the main goal of the present applied research, which was carried out with descriptive-analytical method, is to identify areas exposed to flood risk in Naysar as an informal settlement using 17 key criteria. Google Earth Engine website, Arc Map software and other available databases have been used to prepare the examined layers. Also, using Sentinel-1 radar images, 100 flood zones in Naysar have been extracted. The opinions of 15 experts and researchers were used to weight the main criteria of the research, and the Fuzzy Overlay method and the Sum function were used to prepare the final zoning map. The results of the research showed that the three layers of slope, distance from the river and density of the river have the most weight with the values of 0.1345, 0.1032 and 0.0928 respectively. The results of Naysar zoning showed that 98.01 hectares (30.47 percent) are located in very low and low risk zones, 81.56 hectares (25.36 percent) are in medium risk zones and 142.04 hectares (44.16 percent) in high and very high-risk zoning.

Keywords: Environmental Hazards, Floods, Flood Zones, Informal Settlements.



Citation: Mohammadi, A., Jamini, D., & Atashbahar, R. (2025). Identification and analysis of areas exposed to flood risk in the informal settlement of Naysar - Sanandaj city. *Journal of Urban Environmental Planning and Development*, 5(17), 53-64.



© The Author(s) **Publisher:** Islamic Azad University of Shiraz

DOI: 10.30495/JUEP.1404.1128137

* **Corresponding author:** Davood Jamini, **Email:** D.Jamini@uok.ac.ir, **Tel:** +989183561613

Extended Abstract

Introduction

In order to manage flood risk and reduce its damages, the time of flood occurrence can be monitored correctly by using modern technologies and information systems. Meanwhile, for an effective response during floods, quick monitoring of flood-prone areas through zoning different geographic areas is very vital to reduce damages. Various methods and indicators have been used for zoning and accurate modeling of flood risk. Meanwhile, relying on approaches based on remote sensing and geographic information system is a low-cost tool that can be profitably used for flood zoning. By identifying flood-prone areas, the damage caused by floods can be greatly reduced in different parts. For this reason, the preparation of flood risk zoning maps for the bodies and organizations responsible for its management is one of the basic requirements. Because thanks to it, they can deploy their equipment and facilities for quick response in high-risk places and reduce the damages caused by floods. Considering the harmful financial, human, and environmental effects of flood risk, it is very important to identify flood-prone areas in order to manage this risk. Because through it, while identifying the residential and non-residential spaces that are at risk of flooding, it is also possible to identify high-risk spaces and through it, it is possible to prevent construction in these high-risk spaces. According to the mentioned contents, the basic problem of the current research is: What is the distribution of flood zones in Naysar? and how much of the area of Naysar is located in areas with high risk of flooding?

Methodology

Based on the divisions made regarding the research method, the present research is in the applied research group in terms of the purpose and the method used, which was carried out using the descriptive-analytical method. In order to achieve the main goal of the research, various steps have been taken, which have been described in a systematic process. In this way, first by reviewing the sources related to the subject under study, effective factors related to flood zoning (17 layers) have been identified. In the following, layers have been prepared using related sites and software. After extracting the 17 layers using the tools available in the Arc Map software, necessary processing has been

done on the layers. At this stage, using the opinions of researchers, experts and previous studies, weighting has been done to the classes of each layer. According to the nature of the fuzzy theory, the weight of the layers is between 0 and 1, in which the number 1 has the highest value and 0 the lowest value. In the following, to prepare the final zone of flooded areas in the studied area, the opinions of researchers and experts have been used to weigh the criteria used. It should be noted that the opinions of 15 people were used to weight the criteria, and the fuzzy overlay method and the Sum function were used to prepare the final zoning map.

Results and discussion

The results of the research showed that the three layers of slope, distance from the river and density of the river have the most weight with the values of 0.1345, 0.1032 and 0.0928 respectively. The results of Naysar zoning showed that 98.01 hectares (30.47 percent) are located in very low and low risk zones, 81.56 hectares (25.36 percent) are in medium risk zones and 142.04 hectares (44.16 percent) in high and very high-risk zoning.

Conclusion

Informal settlements face many challenges and issues by nature and are often at an inappropriate level in terms of having other objective and subjective criteria of development. Citizens living in these unstable spaces can be considered among the most vulnerable sections of the society. Despite the numerous restrictions and exclusions of citizens living in informal settlements, in the event of natural disasters, the damage caused by these disasters can be the basis of serious crises in these residential spaces. Among natural disasters, flood is one of the most destructive and frequent hazards that can cause numerous financial and human damages. In fact, the occurrence of floods in informal settlements, which inherently face many challenges, can seriously threaten the livelihood of its residents. Naysar, as one of the largest informal settlements in western Iran, is not exempt from the above rule. Therefore, identifying areas at risk of flooding in Naysar can be an important step in the direction of crisis management in this urban space. The results of the research showed that about 70% of the investigated area in the informal settlement of Naysar is located in medium, high and very high-risk areas. This

situation indicates the unfavorable condition of Naiser in terms of facing the risk of flooding. According to the results obtained in the direction of managing the flood crisis in Naysar, the following suggestions are presented: informing the citizens living in Naysar about areas at risk of flooding through mass media, social networks, etc.; Preventing construction and any activity in flood zones located in medium, high and very high risk classes;

Equipping residential blocks, roads, etc. with surface water disposal system; Educating citizens on how to deal with floods; Construction of emergency medical and rescue centers in compliance with safety principles in the vicinity of dangerous areas; Stabilization of houses and facilities and equipment built in areas at risk.



فصلنامه برنامه ریزی و توسعه محیط شهری

دوره ۵، شماره ۱۷، بهار ۱۴۰۴

شاپا چاپی: ۰۶۴۷-۲۹۸۱ شاپا الکترونیکی: ۱۲۰۱-۲۹۸۱

Journal Homepage: <https://sanad.iau.ir/journal/juep/>

مقاله پژوهشی

شناسایی و تحلیل پهنه‌های در معرض مخاطره سیل در سکونتگاه غیررسمی نایسر - شهر سنندج

ایوب محمدی: استادیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

داود جمینی: استادیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران (پژوهشگر پاره وقت پژوهشکده کردستان شناسی، دانشگاه کردستان).

رامین آتش‌بهار: دانشجوی گروه ژئومورفولوژی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۴ صص ۶۴-۵۳ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۶

چکیده

امروزه وضعیت سکونتگاه‌های غیررسمی با چالش‌هایی نظیر رشد فزاینده جمعیت، فقر، بیکاری، ناهنجاری اجتماعی، مسکن ناپایدار، ضعف شدید زیرساخت‌های ضروری و ... گره خورده است. این چالش‌ها در صورت عدم توجه به مخاطرات طبیعی از جمله سیل که خسارات جانی و مالی متعددی را به همراه دارد، به شدت تشدید می‌گردد. نایسر به عنوان بزرگترین سکونتگاه غیررسمی استان کردستان، در حال حاضر با شدت بیشتری با چالش‌های مذکور مواجه است. در صورت وقوع سیل در این فضای پرتراکم شهری، خسارات ناشی از آن می‌تواند آسیب‌های جبران ناپذیری را بر ساکنان و محیط شهری آن تحمیل نماید. از این‌رو هدف اصلی پژوهش کاربردی حاضر که با روش توصیفی - تحلیلی انجام گرفته است، شناسایی پهنه‌های در معرض مخاطره سیل در نایسر به‌عنوان یک سکونتگاه غیررسمی با استفاده از ۱۷ معیار کلیدی است. برای تهیه لایه‌های مورد استفاده از سایت گوگل ارث انجین، نرم افزار Arc Map و سایر دیتابیس‌های موجود استفاده شده است. همچنین با استفاده از تصاویر راداری سنتینل -۱، ۱۰۰ پهنه سیلابی در نایسر استخراج شده است. برای وزن دهی به معیارهای اصلی پژوهش از نظرات ۱۵ نفر از کارشناسان و محققان استفاده شده و برای تهیه نقشه پهنه‌بندی نهایی از روش Fuzzy Overlay و تابع Sum استفاده گردیده است. نتایج پژوهش نشان داد سه لایه شیب، فاصله از رودخانه و تراکم رودخانه به‌ترتیب با مقادیر ۹۸/۱۳۴۵، ۰/۱۰۳۲ و ۰/۰۹۲۸، بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند. یافته‌های حاصل از پهنه‌بندی نایسر به لحاظ سیل‌گیر بودن نشان داد ۹۸/۰۱ هکتار (۳۰/۴۷ درصد) در پهنه‌های با خطر بسیار کم و کم، ۸۱/۵۶ هکتار (۲۵/۳۶ درصد) در پهنه خطر متوسط و ۱۴۲/۰۴ هکتار (۴۴/۱۶ درصد) در پهنه‌های خطر زیاد و بسیار زیاد قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: مخاطرات محیطی، سیل، پهنه‌های سیل‌گیر، سکونتگاه‌های غیررسمی.

استناد: محمدی، ایوب؛ جمینی، داود و آتش‌بهار، رامین (۱۴۰۴). شناسایی و تحلیل پهنه‌های در معرض مخاطره سیل در سکونتگاه

غیررسمی نایسر - شهر سنندج. فصلنامه برنامه‌ریزی و توسعه محیط شهری، ۵(۱۷)، ۵۳-۶۴.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز

© نویسندگان



DOI: 10.30495/JUEP.1404.1128137



مقدمه

بالای طبیعی، همراه با تغییرات آب و هوایی، سالانه بیش از ۵۰۰ میلیارد دلار خسارت به بار می‌آورند (Anusha & Bharathi, 2020). در میان انواع مخاطرات طبیعی، سیل مخرب‌ترین پدیده در سراسر جهان است که از سه دهه اخیر به صورت پیوسته در حال افزایش است (Prasad et al, 2021) به گونه‌ای که در شرایط کنونی جهان که توأم با تغییر اقلیم به واسطه فعالیت‌های روزافزون جامعه انسانی است، شدت و فراوانی مخاطره سیل در سال‌های گذشته افزایش یافته و به شدت در حال تشدید است (Popa et al, 2019). افزایش سریع شهرنشینی، جمعیت رو به رشد ساکن در سواحل، تغییرات آب و هوایی و جنگل زدایی، محرک‌های اصلی افزایش سیل در سراسر جهان هستند و انتظار می‌رود در چند دهه آینده به افزایش ده برابری خسارت سالانه ناشی از سیل کمک کنند و میزان خسارت را از ۶ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۵ به ۶۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۵۰ افزایش دهند (Alizadeh et al, 2022).

وقوع سیل باعث به مخاطره افتادن سطح سلامتی و تلفات انسانی، خسارات اقتصادی (Prasad et al, 2021)، تخریب شدید محیط زیست و زیرساخت‌ها (Anusha & Bharathi, 2020)، آسیب به حیوانات، آلودگی منابع (Rincón et al, 2018)، شیوع بیماری‌های مختلف مانند وبا، تب حصبه، لپتوسپیروز، هپاتیت A، مالاریا و دانگ، از بین رفتن محصولات کشاورزی و زمین‌های کشاورزی (Swain et al, 2020) و ... در سراسر جهان می‌شود. در مجموع عوامل مختلفی دست به دست هم داده‌اند که از سیل به عنوان یکی از مخرب‌ترین بلایای طبیعی جهان یاد شود. با نمایان شدن پدیده شهرنشینی سریع، مناطق مستعد سیل بیشتر توسعه یافته‌اند و ساختمان‌های بیشتری را در معرض خطر سیل قرار گرفته‌اند (Feng et al, 2022). این امر تا جایی پیش رفته است که در حال حاضر اکثر شهرهای جهان در برابر مخاطره سیل قرار دارند (Sanders et al, 2020) و هر سال به دلیل وقوع سیل تلفات جانی، تخریب اموال، خسارات زیست محیطی و مالی و ... را تجربه می‌کنند (Tehrany et al, 2019).

با این اوصاف در راستای مدیریت فضاهای مختلف جغرافیایی با اهداف مختلف از جمله مدیریت مخاطره سیل و کاهش خسارات آن، زمان وقوع سیل را تا حد زیادی می‌توان با استفاده از فناوری‌های مدرن و سیستم‌های اطلاعاتی به درستی رصد نمود (Swain et al, 2020; Sadeghi, 2024; Shamsoddini et al, 2024). در این میان برای واکنش موثر در زمان وقوع سیل، نظارت سریع بر مکان‌های سیل‌خیز از طریق پهنه‌بندی فضاهای مختلف جغرافیایی جهت کاهش میزان خسارات، بسیار حیاتی است (Uddin et al, 2019). برای پهنه‌بندی و مدل‌سازی دقیق وقوع مخاطره سیل، از روش‌ها و شاخص‌های مختلفی استفاده شده است. در این میان اتکا به رویکردهای مبتنی بر سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی یک ابزار کم‌هزینه است که می‌تواند به طور سودآور برای پهنه‌بندی سیل مورد بهره‌برداری قرار گیرد (Notti et al, 2018) به گونه‌ای که با شناسایی مناطق مستعد وقوع سیل، می‌توان خسارت ناشی از وقوع سیل را در بخش‌های مختلف تا حد زیادی کاهش داد (Tehrany et al, 2019). به همین دلیل تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر وقوع سیل برای ارگان‌ها و سازمان‌های مسئول برای مدیریت آن، از الزامات اساسی است. زیرا به واسطه آن، آن‌ها می‌توانند تجهیزات و امکانات خود را جهت واکنش سریع در مکان‌های پرخطر مستقر نماید و خسارات ناشی از سیل را کاهش دهند (Li et al, 2018).

نایسر به عنوان بزرگترین سکونتگاه غیررسمی استان کردستان (ISNA, 2023)، به دلایل متعددی از جمله سهل‌گیری در قوانین و مقررات شهرسازی، قیمت پایین مسکن و زمین، اجاره‌بهای پایین و ...، طی سال‌های اخیر روند جمعیت‌پذیری فزاینده‌ای را تجربه کرده است، به گونه‌ای که جمعیت آن از ۹۳۸ نفر در سال ۱۳۷۵ به ۱۲۴۸۰ نفر در سال ۱۳۸۵ و ۸۵ هزار نفر در سال ۱۳۹۹ افزایش پیدا کرده است (Jamini & Dehghani, 2023). روند افزایش جمعیت این فضای شهری توأم با توسعه فیزیکی و کالبدی آن بوده است به گونه‌ای که ساخت و سازهای غیرمجاز در نایسر به یکی از مهم‌ترین معضلات آن تبدیل شده است. تراکم بیش از حد جمعیت در این سکونتگاه غیررسمی در کنار ناپایداری شرایط کلی حاکم بر آن، نایسر را به یکی از آسیب‌پذیرترین فضاهای سکونتی در استان کردستان مبدل نموده است. در این میان با توجه به اثرات زیان‌بار مالی، جانی و زیست‌محیطی مخاطره سیل، جهت مدیریت این مخاطره شناسایی فضاهای سیل‌گیر از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا به واسطه آن ضمن شناسایی فضاهای مسکونی و غیرمسکونی موجود در معرض خطر سیل، فضاهای پرخطر را نیز شناسایی نمود و به واسطه آن می‌توان ضمن از ساخت و ساز در این فضاهای پرخطر ممانعت به عمل آورد. با توجه به مطالب عنوان شده مسأله اساسی پژوهش حاضر عبارت است از: توزیع پهنه‌های سیل‌گیر در نایسر به چه صورتی است؟ و چه مساحتی از نایسر به لحاظ سیل‌گیر بودن در پهنه‌های با خطر بسیار زیاد قرار دارد؟

پیشینه و مبانی نظری تحقیق

فارغ از اینکه سکونتگاه‌های چه زمانی به وجود آمده‌اند، امروزه اسکان غیررسمی به یکی از چالش‌های قرن ۲۱ تبدیل شده است. این سکونتگاه‌ها به واسطه جمعیت‌پذیری زیاد و تراکم بالای جمعیت در مسکن غیراستاندارد، علاوه بر چالش‌هایی مانند فقر، بیکاری، ناهنجاری-های اجتماعی و اخلاقی، کمبود شدید خدمات و امکانات رفاهی و ...، به دلیل ساخت و سازهای غیرمجاز و غیر اصولی ممکن است در معرض انواع مخاطرات قرار گیرند (Jamini et al, 2022). در میان انواع مختلف مخاطرات طبیعی جهان، سیل از فراوان‌ترین و ویران‌گرتین مخاطرات است که با تأثیرات مختلف بر زندگی انسان، آسیب‌های متعددی را به همراه دارد (Mahmoudzadeh & Bakoi, 2018). سیل در نتیجه تعامل بین چندین متغیر انسانی و طبیعی مختلف شکل می‌گیرد و متناسب با فضاهای مختلف جغرافیایی، تأثیرات متفاوتی را ایجاد می‌نماید (Popa et al, 2019). دستورالعمل سیل اتحادیه اروپا سیل را به عنوان سیل اینچنین تعریف کرده است: سیل پوشش موقت زمین توسط آب است که در حالت عادی، آبی در آن وجود نداشته است (Anusha & Bharathi, 2020). به عبارتی دیگر سیل به وضعیت اطلاق می‌گردد که طی آن جریان رودخانه‌ای و سطح آب به صورت غیرمنتظره افزایش پیدا می‌کند و خسارت مالی و جانی را به همراه دارد (Mosavi et al, 2016).

بر اساس گزارش‌ها، وقوع سیل و حوادث مرتبط با آن، عامل اصلی مهاجرت‌های داخلی کشورها در سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۵ بوده است و پیش‌بینی می‌شود خسارات اقتصادی جهانی ناشی از سیل در مناطق قدرتمند اقتصادی و پرجمعیت به ۵۹۷ میلیارد دلار در سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۳۵ برسد (Li et al, 2019). به دلیل خسارات و تلفات اقتصادی سالانه سیل، پیش‌بینی، پهنه‌بندی و مدل‌سازی دقیق سیل برای ارزیابی خطر سیل، برآورد خسارت و برنامه‌ریزی شهری پایدار برای مدیریت صحیح خطر سیل، ضروری است (Notti et al, 2018). در این راستا محققان چنین عنوان کرده‌اند که اولین گام در جهت کاهش آثار زیان بار سیل، شناخت مناطق سیل گیر و پهنه بندی این مناطق از لحاظ میزان خطر سیل‌گیری است تا بتوان براساس نتایج بدست آمده، درباره نحوه استفاده از اراضی و کاربری‌های مختلف کشاورزی، صنعتی، خدماتی و مکانیابی سکونت گاه‌های شهری و روستایی تصمیم‌گیری اصولی و بهینه نمود و آثار زیان بار سیل را تا حد ممکن به حداقل رسانید (Azarian, 2022). به همین دلیل پیش‌بینی سیل، به عنوان ابزار مدیریت سیلاب، بیش از ۴۰ سال است که در کشورهای درحال توسعه اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده است و این مهم به شیوه‌های مختلفی از جمله تهیه نقشه‌های حساسیت به وقوع سیل ممکن می‌گردد (Mohammadi et al, 2009).

بررسی‌ها نشان می‌دهد استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) از مهم‌ترین ابزارهای کاربردی جهت کاهش خسارت ناشی از سیل است (Mosavi et al, 2016). با توجه به اهمیت موضوع مورد بررسی، تاکنون مطالعات مختلفی در خصوص پهنه‌بندی فضاهای شهری در برابر مخاطره سیل انجام گرفته است که در ادامه به نتایج چند مطالعه مهم اشاره می‌شود. نتایج مطالعه Mosavi et al (2016) با هدف و پهنه‌بندی خطر سیل‌خیزی در حوضه‌ی آبخیز شهر باغملک نشان داد محققان در این مطالعه از معیارهای بارش، ارتفاع، شیب، جهت شیب، سازند، فاصله از آبراهه و کاربری اراضی جهت دستیابی به هدف اصلی پژوهش استفاده کرده‌اند و ۱۷/۸۶ درصد از محدوده در پهنه با خطر بسیار زیاد و ۲۴/۱۵ درصد در پهنه با خطر زیاد قرار دارد. Hezareh & Bakharzi Qaz-Alhesar (2018) در مطالعه‌ای با استفاده از شش عامل فاصله از مسیل، ارتفاع، تراکم جمعیتی، شیب، جهت شیب و کاربری اراضی، خطر سیلاب را در منطقه ۹ شهرداری مشهد پهنه‌بندی کرده‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد ۷۴ درصد از مساحت منطقه در محدوده با خطر کم و خیلی کم قرار دارد و ۲۶ درصد نیز در پهنه خطر متوسط تا خیلی زیاد واقع شده است. Rostami & Kazemi (2019) در مطالعه‌ای با استفاده از پارامترهای شماره منحنی، ارتفاع، فاصله از آبراهه، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، جمعیت، شیب، خاکشناسی، تراکم ساختمان، بافت فرسوده و تجمع جریان، خطر سیلاب در محدوده شهر ایلام را پهنه بندی کرده‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد مناطق با خیلی خطر کم ۰/۸ درصد، مناطق با خطر کم ۸/۵ درصد، مناطق با خطر متوسط ۴۹/۶ درصد، مناطق با خطر زیاد ۳۲/۵۴ درصد و مناطق با خطر خیلی زیاد ۸/۵۶ درصد از مساحت حوزه آبخیز شهر ایلام را تشکیل می‌دهند و ناحیه مرکزی شهر بیشترین خطر و احتمال وقوع سیلاب را دارد. Azarian (2022) در مطالعه‌ای اقدام به برآورد رواناب شهری و پهنه بندی آن با استفاده از تحلیل‌های فضایی در شهر بندرعباس نموده است. در این پژوهش به‌منظور پهنه‌بندی سیلاب از نقشه‌های ضریب رواناب، سطح نفوذناپذیری، شیب و جهت شیب، فاصله تا کانال‌های جمع‌آوری آب سطحی و فاصله از خیابان‌ها، استفاده شده است. نتایج نشان داد به دلیل افزایش سطوح نفوذناپذیر، ضریب رواناب از مقدار میانگین ۰/۵۶ به ۰/۷۰، افزایش داشته است و ۱/۸۱ درصد از محدوده مورد مطالعه دارای ریسک بسیار بالای آبگرفتگی، ۷/۱۶ درصد دارای ریسک زیاد، ۱۴/۱۷ درصد دارای ریسک نسبتاً زیاد، ۱۰/۲۳ درصد دارای ریسک متوسط و ۶۶/۷۷ درصد دارای ریسک کم می‌باشد. Hanafi et al (2021) در مطالعه‌ای با هدفی ارزیابی و پهنه بندی خطر سیلاب در سکونتگاه‌های شهری استان مرزی خوزستان از معیارهای شیب، جهت شیب، ارتفاع، میانگین بارش و فاصله از آبراهه استفاده کرده‌اند.

نتایج این مطالعه نشان داد مناطق با آسیب پذیری خیلی زیاد با وسعت ۱۴۱۷۷ کیلومتر مربع در حدود ۲۳ درصد، مناطق با آسیب پذیری زیاد با وسعت ۲۰۰۷۷ کیلومتر مربع در حدود ۳۲/۷ درصد، مناطق با آسیب پذیری متوسط از لحاظ سیل خیزی در حدود ۹۵۰۹ کیلومتر مربع و ۱۵/۵ درصد و مناطق با آسیب پذیری کم و خیلی کم به ترتیب با ۱۱۳۵۵ و ۶۳۰۳ کیلومتر مربع در حدود ۱۸/۵ و ۱۰/۳ درصد از وسعت استان خوزستان را شامل می‌گردند و از میان حدود ۳۷ شهر مهم که در این استان واقع شده است؛ ۱۸ شهر در مناطق با آسیب پذیری خیلی زیاد و ۱۲ شهر در مناطق با آسیب پذیری زیاد واقع شده‌اند.

نتایج مطالعه Rincón et al (2018) در خصوص پهنه‌بندی خطر سیل در تورتو نشان داد با استفاده از مدل رقومی ارتفاع، داده‌های سرشماری، رودخانه‌ها و مسیل‌ها، کاربری اراضی و لایه‌های نوع خاک، می‌توان اقدام به پهنه‌بندی مخاطره سیل نمود. نتایج مطالعه Tehrany et al (2019) در خصوص پهنه‌بندی سیل در منطقه بریزن استرالیا نشان داد محققان در این پژوهش از معیارهای ارتفاع، شیب، جهت شیب، انحنای شاخص قدرت جریان، شاخص رطوبت توپوگرافی، شاخص ناهمواری توپوگرافی، شاخص انتقال رسوب، زمین شناسی، خاک، کاربری اراضی، فاصله از جاده‌ها و فاصله از رودخانه‌ها استفاده کرده‌اند. همچنین نتایج نشان داد مناطق شرق و شمال شرقی محدوده مورد مطالعه و همچنین نواحی مجاور رودخانه بریزن بیشتر از دیگر فضاها، در معرض مخاطره سیل هستند.

Popa et al (2019) در مطالعه‌ای اقدام به پهنه‌بندی خطر سیلاب در حوضه رودخانه بوزائو در کشور رومانی نموده‌اند. آن‌ها در این مطالعه از لایه‌هایی مانند شیب، جهت شیب، ارتفاع، کاربری اراضی و شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال‌شده جهت پهنه‌بندی خطر سیلاب استفاده کرده‌اند. نتایج پژوهش نشان داد اگر محدوده مورد مطالعه در دو بخش غربی و شرقی تقسیم نماییم، در بخش غربی حوضه مورد بررسی، احتمال وقوع سیل بیشتر از نیمه شرقی آن است. نتایج مطالعه Swain et al (2020) با هدف پهنه‌بندی خطر سیل در منطقه بیهار در کشور هند نشان داد در این مطالعه از پنج معیار هیدرولوژیک، مورفومتریک، نفوذپذیری، دینامیک پوشش زمین و انسانی استفاده شده است. همچنین نتایج نشان داد مساحتی به وسعت ۳۰۰۰ کیلومتر مربع (۴۰/۳۶ درصد) در مناطق با خطر زیاد تا بسیار زیاد قرار گرفته‌اند و حدود ۱۰۰۰ کیلومتر مربع (۱۲ درصد) دارای حساسیت بسیار کم نسبت به سیلاب هستند. در مجموع نتایج نشان داد مناطقی که در مجاورت رودخانه‌ها قرار داشته‌اند، بیشتر در معرض خطر سیلاب قرار گرفته‌اند. Prasad et al (2021) با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و شاخص‌های ارتفاع، شاخص نرمال‌شده تفاوت پوشش گیاهی، ژئومورفولوژی، خاک، شاخص رطوبت توپوگرافی، فاصله از رودخانه، رطوبت خاک، شیب، لیتولوژی، بارندگی، جهت شیب و شاخص بارش استاندارد شده، اقدام به پهنه‌بندی سیل در سواحل غربی هند نموده‌اند. نتایج پژوهش نشان داد الگوریتم‌های مورد استفاده دارای قابلیت بالایی برای پیش‌بینی سیل بوده‌اند و اغلب فضاها را سیل‌خیز در قسمت جنوبی و نوار غربی محدوده مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

بررسی پیشینه و مبانی نظری تحقیق نشان می‌دهد برای پهنه‌بندی مخاطره سیل از معیارهای مختلفی استفاده شده است و اکثر مطالعات بر روی فضاها و شهرهای تمرکز داشته‌اند و مطالعات در خصوص مخاطره سیل در مورد سکونتگاه‌های غیررسمی کمتر مورد توجه محققان قرار گرفته است. از این رو پژوهش حاضر علاوه بر داشتن جنبه کاربردی برای مدیریت بحران، از این نظر تمرکز آن بر روی سکونتگاه‌های غیررسمی است، دارای نوآوری است.

مواد و روش تحقیق

با استناد به تقسیم‌بندی‌های صورت گرفته در خصوص روش تحقیق، پژوهش حاضر به لحاظ هدف و روش مورد استفاده در گروه پژوهش‌های کاربردی قرار دارد که با استفاده از روش توصیفی - تحلیلی انجام گرفته است. در راستای دستیابی به هدف اصلی پژوهش، مراحل مختلفی طی شده است که طی یک فرایند نظام‌وار تشریح شده است. به این صورت که ابتدا با مرور منابع مرتبط با موضوع مورد مطالعه، عوامل موثر و مرتبط با پهنه‌بندی سیلاب (۱۷ لایه) شناسایی شده‌اند (جدول ۱).

در ادامه با استفاده از سایت‌ها و نرم‌افزارهای مرتبط، اقدام به تهیه لایه‌ها شده است (جدول ۱). به این صورت که لایه‌های ۱۷ گانه از طریق سایت گوگل ارث انجین، نرم افزار Arc Map و سایر دیتابیس‌های موجود استخراج شده‌اند. همچنین با استفاده از تصاویر راداری سنتینل ۱- در سامانه گوگل ارث انجین پهنه سیلابی نایسر استخراج شده و نقاط سیلابی موجود از این طریق استخراج گردید. تاریخ مد نظر برای استخراج پهنه سیلابی ۱۱ فروردین ماه سال ۱۳۹۸ بوده است که سیل در نایسر به وقوع پیوسته است.

جدول ۱- لایه‌های مورد استفاده و شیوه تهیه آن‌ها

لایه‌ها استفاده شده	نحوه تهیه لایه‌ها
۱: ارتفاع	تهیه شده از سایت آلاسکا ماهواره الوس پالسار بادقت ۱۲٫۵ متر
۲: شیب	تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc Map
۳: جهت شیب	تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc Map
۴: شاخص انحنای	تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc Map
۵: میانگین بارش	تهیه شده از داده‌های بارشی موجود و درونیابی در نرم‌افزار Arc Map
۶: فاصله از جاده	تهیه شده از لایه جاده Open Street Map
۷: فاصله از رودخانه	تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc Map
۸: تراکم جاده	تهیه شده از لایه جاده Open Street Map
۹: تراکم رودخانه	تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc Map
۱۰: کاربری اراضی	تهیه شده از تصاویر ماهواره سنتینل با دقت ۱۰ متر سایت گوگل ارث انجین
۱۱: زمین شناسی	تهیه شده از ژئو دیتابیس‌های موجود
۱۲: شاخص انحنای سطح	تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc Map
۱۳: شاخص انحنای مقطع	تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc Map
۱۴: شاخص جریان تجمع	تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc Map
۱۵: شاخص قدرت جریان	تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc Map
۱۶: شاخص ناهمواری توپوگرافی	تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc Map
۱۷: شاخص رطوبت توپوگرافی	تهیه شده از مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc Map

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

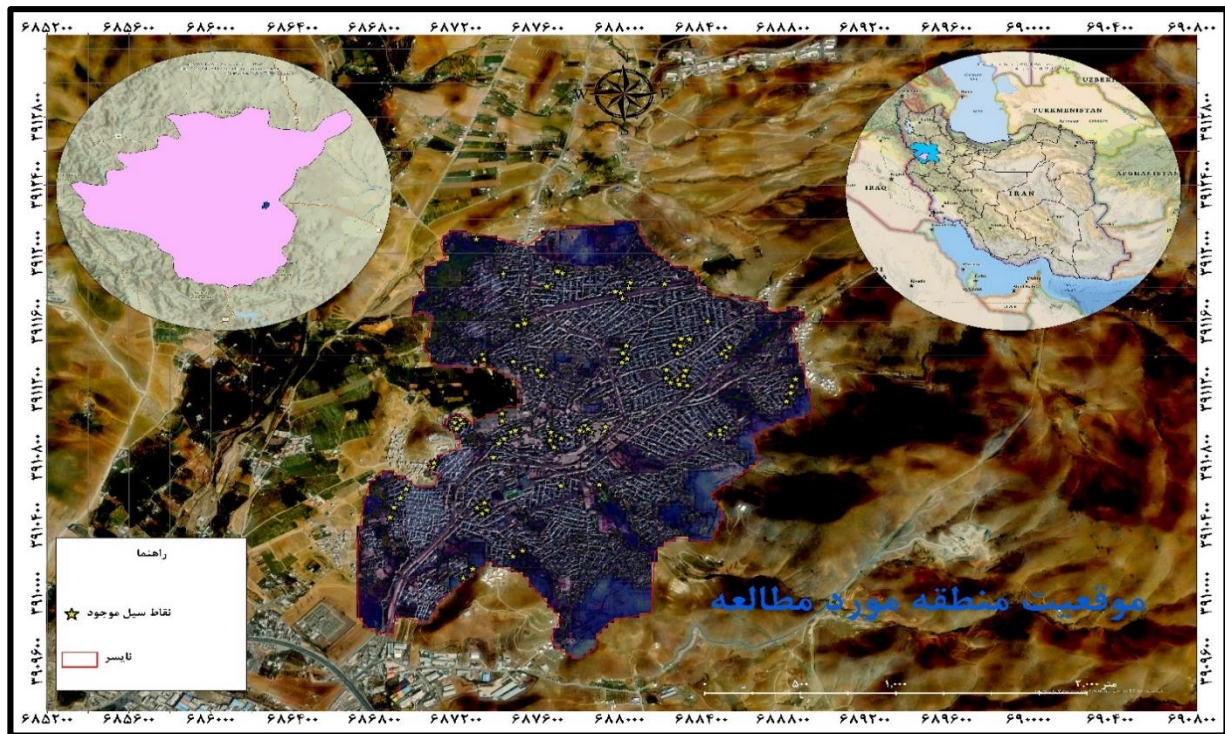
بعد از استخراج لایه‌های ۱۷ گانه با استفاده از ابزارهای موجود در نرم‌افزار Arc Map، بر روی لایه‌ها پردازش لازم انجام گرفته است. در این مرحله با استفاده از نظرات محققان، کارشناسان و مطالعات پیشین، وزن‌دهی به طبقات هر یک از لایه‌ها صورت گرفته است. وزن طبقات لایه‌ها با توجه به ماهیت نظریه فازی بین ۰ تا ۱ قرار می‌گیرد که در این میان عدد ۱ دارای بیشترین ارزش و ۰ کمترین ارزش را به خود اختصاص می‌دهد. در ادامه برای تهیه پهنه نهایی فضاهای سیل‌گیر در محدوده مورد مطالعه، برای وزن‌دهی به معیارهای مورد استفاده نیز از نظرات محققان، کارشناسان استفاده شده است. لازم به ذکر است برای وزن‌دهی به معیارها از نظرات ۱۵ نفر استفاده شده است و برای تهیه نقشه پهنه‌بندی نهایی از روش همپوشانی فازی^۱ و تابع مجموع^۲ استفاده شده است و در نهایت محدوده مورد مطالعه در پنج کلاس خطر بسیار زیاد، خطر زیاد، خطر متوسط، خطر کم و خطر بسیار کم، پهنه‌بندی شده است.

محدوده مورد مطالعه

بررسی‌ها نشان می‌دهد نایسر تا سال ۱۳۷۵ دارای روند رشد جمعیت عادی بوده و جمعیت آن ۹۳۸ نفر بوده است. اما جمعیت این سکونتگاه غیررسمی در دهه‌های اخیر به واسطه مجاورت با شهر سنج و همچنین روند مهاجرت پذیری شدید، به صورت انفجارگونه‌ای افزایش یافته است. به گونه‌ای که جمعیت آن در سال ۱۳۸۵ به ۱۲۴۸۰ نفر، در سال ۱۳۹۰ به ۲۶۲۴۲ نفر و در سال ۱۳۹۶ به ۵۳۶۷۸ نفر افزایش یافته است. رشد جمعیت در این فضای شهری طی سال‌ها اخیر ادامه یافته است و در سال ۱۳۹۹ به حدود ۸۵ هزار نفر رسیده است (Jamini & Dehghani, 2023). تمرکز بیش از حد جمعیت در این فضای شهری در کنار توسعه کالبدی ناپایدار آن (ساخت و سازهای غیر مجاز، استفاده از مصالح و سازه‌های کم دوام و ...)، آسیب‌پذیری ساکنان در برابر انواع مخاطرات از جمله مخاطره سیل را دوچندان نموده است. با توجه به شرایط بحرانی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی حاکم بر جمعیت شهری ساکن در نایسر، شناسایی پهنه‌های واقع در معرض سیل می‌تواند گام مهمی در راستای کاهش خسارات ناشی از آن باشد.

1 Fuzzy Overlay

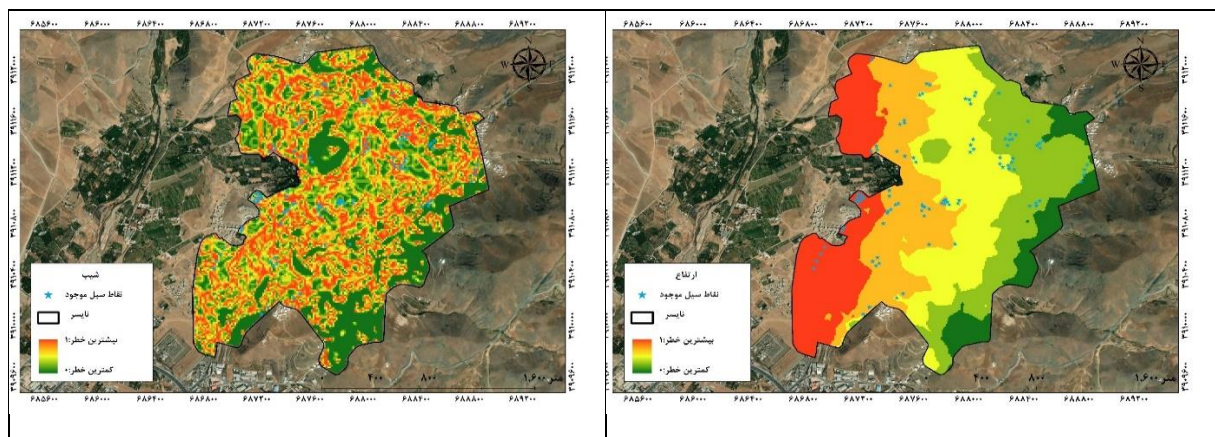
2 Sum

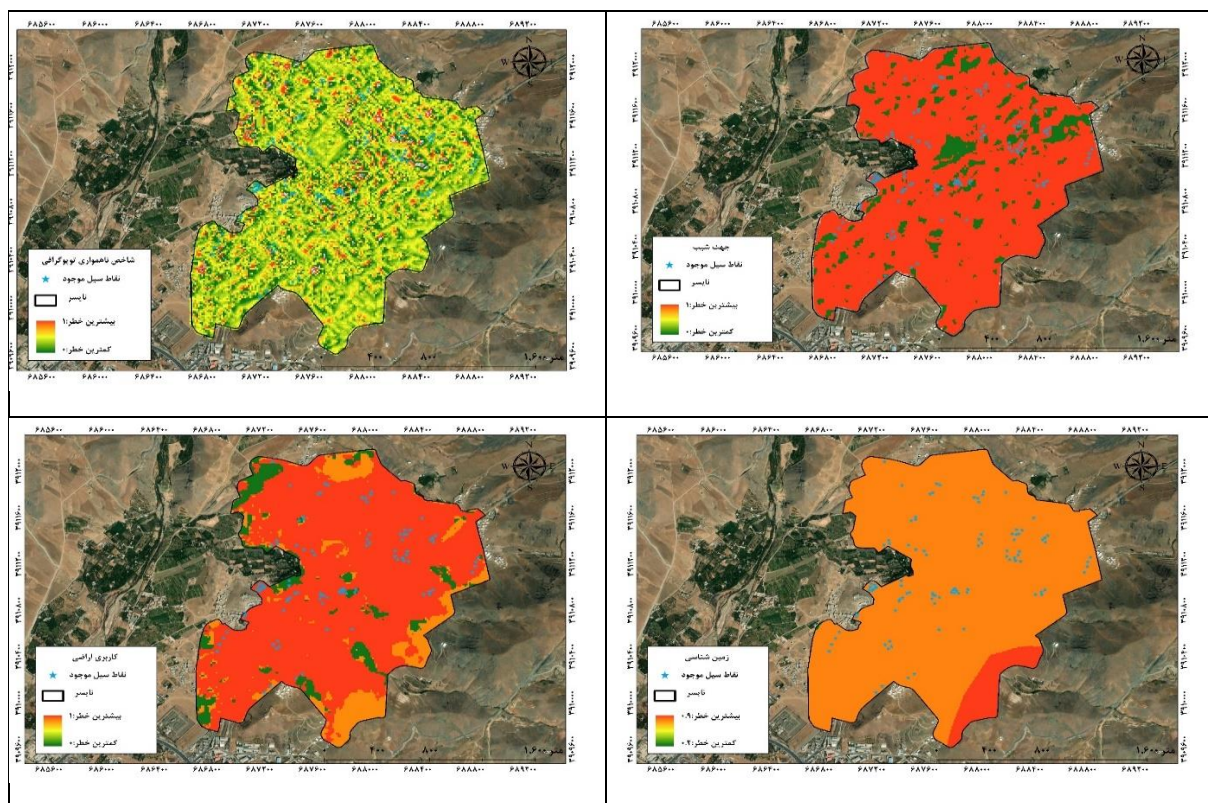


شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در استان کردستان و ایران

بحث و ارائه یافته‌ها

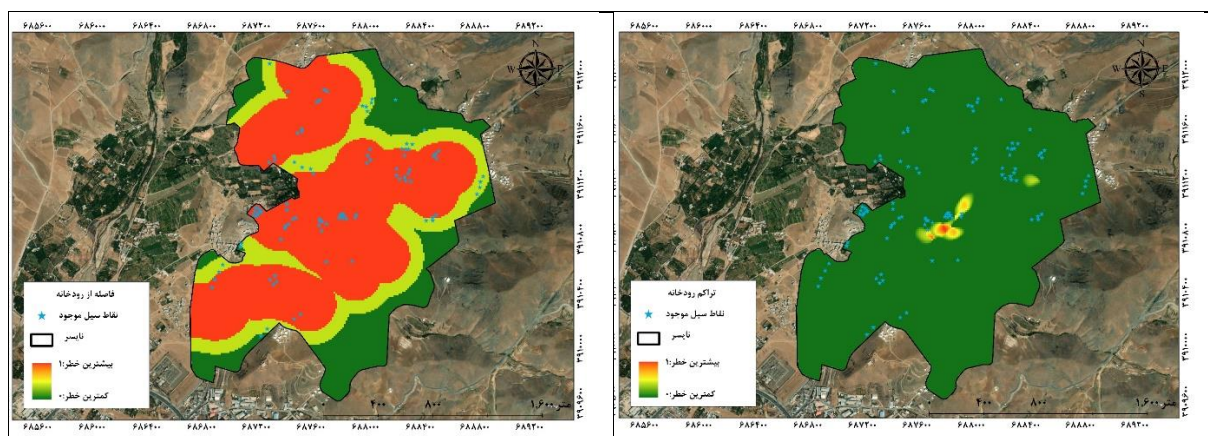
در راستای دستیابی به هدف اصلی پژوهش، همان‌طور که در بخش روش تحقیق اشاره گردید ابتدا لایه‌های ۱۷ گانه تهیه شده‌اند که در ادامه نقشه‌های نهایی هر یک از آن‌ها نمایش داده شده است. یافته‌های حاصل شده از تهیه لایه‌های ارتفاع، شیب، جهت شیب، شاخص ناهمواری توپوگرافی، زمین‌شناسی و کاربری اراضی نشان می‌دهد (شکل ۲) به لحاظ معیار ارتفاع بخش شرقی نایسر نسبت به قسمت شرقی آن در معرض سیل‌گیری بیشتری قرار دارد. در خصوص لایه‌های جهت شیب، زمین‌شناسی و کاربری اراضی یافته‌ها نشان می‌دهد فضاهای واقع در معرض خطر زیاد، فضای قابل توجهی از نایسر را پوشش داده‌اند. همچنین از نظر دیگر معیارها، نتایج نشان می‌دهد فضاهای دارای بیشترین و کمترین خطر نمایش داده شده‌اند که از توزیع فضایی ناهمگونی برخوردار هستند.

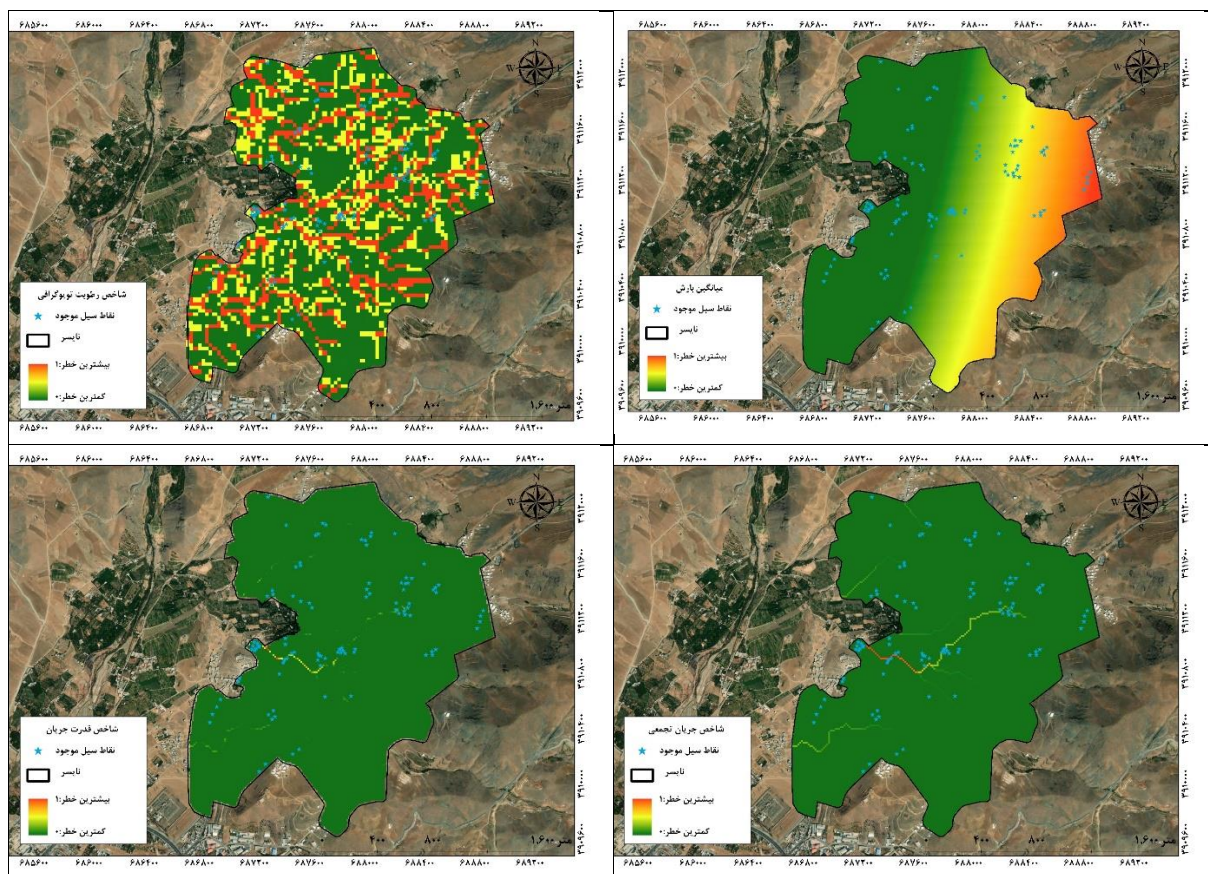




شکل ۲- نقشه نهایی لایه‌های ارتفاع، شیب، جهت شیب، شاخص ناهمواری توپوگرافی، زمین‌شناسی و کاربری اراضی منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

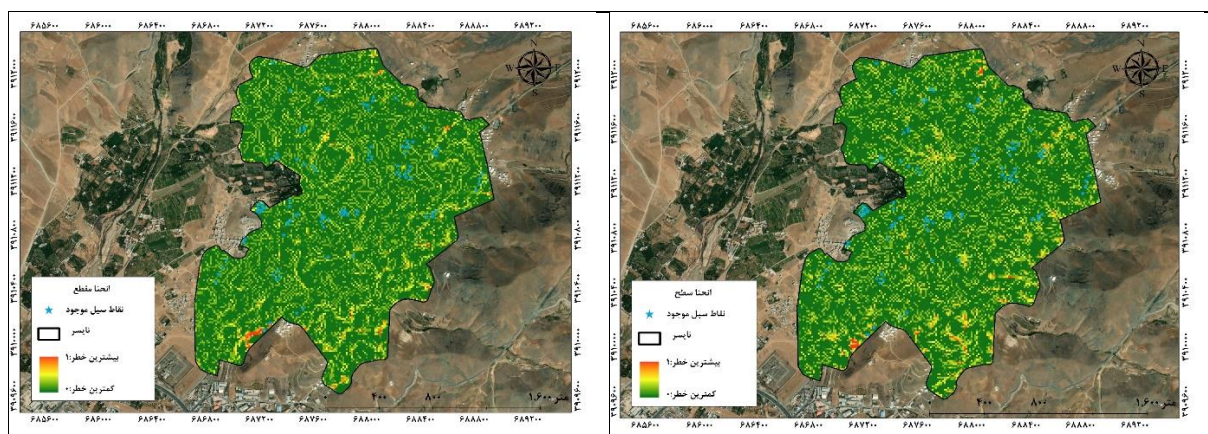
یافته‌های حاصل از تهیه لایه‌های تراکم رودخانه، فاصله از رودخانه، میانگین بارش، شاخص رطوبت توپوگرافی، شاخص جریان تجمعی و شاخص قدرت جریان نشان می‌دهد (شکل ۳) نایسر از نظر لایه‌های تراکم رودخانه، شاخص جریان تجمعی و شاخص قدرت جریان در شرایط نسبتاً مناسبی قرار دارد اما اکثر فضای این محدوده جغرافیایی از نظر معیار فاصله از رودخانه در فضای پرخطر قرار گرفته است. از نظر معیار میانگین بارش نیمه شرقی آن دارای بارش بیشتر بوده و از نظر شاخص رطوبت توپوگرافی، فضای کم‌خطر، فضای بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند.

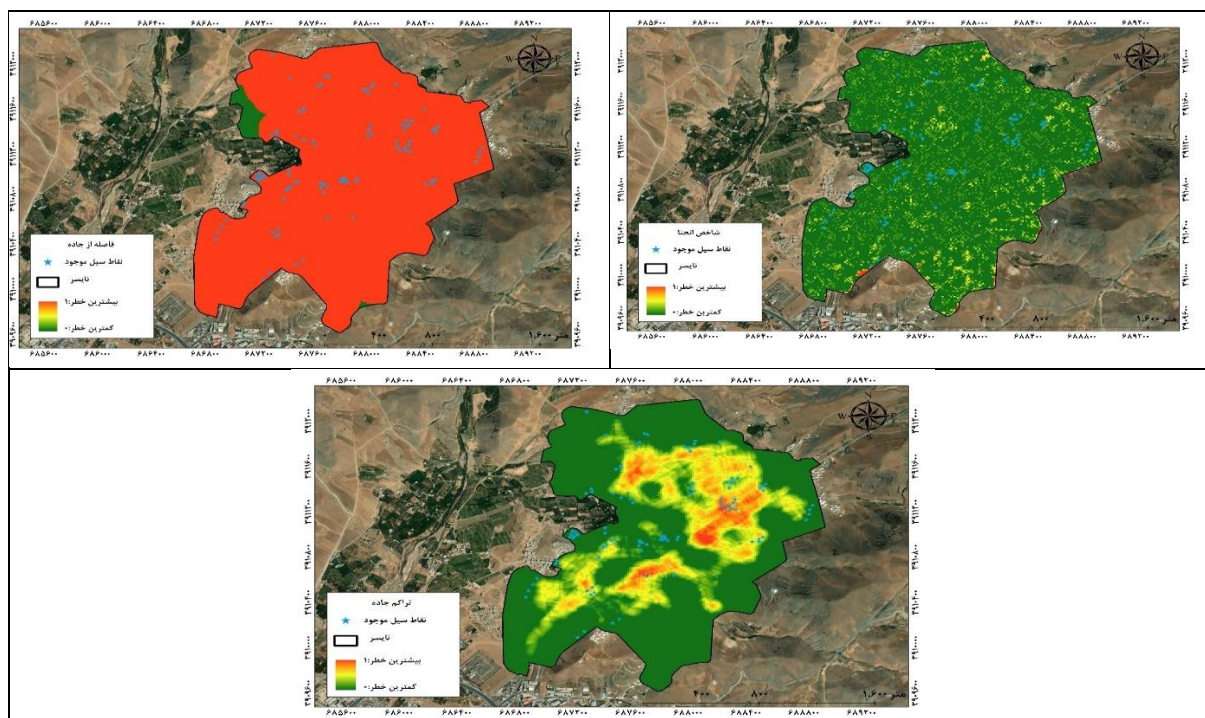




شکل ۳- نقشه نهایی لایه‌های تراکم رودخانه، فاصله از رودخانه، میانگین بارش، شاخص رطوبت توپوگرافی، شاخص جریان تجمعی و شاخص قدرت جریان منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

یافته‌های حاصل از تهیه لایه‌های شاخص انحنا، انحنا سطح، انحنا مقطع، فاصله از جاده و تراکم جاده نشان می‌دهد (شکل ۴) سکونتگاه غیررسمی نایسر از نظر معیارهای شاخص انحنا، انحنا سطح و انحنا مقطع به لحاظ سیل‌گیر بودن در شرایط نسبتاً مناسبی قرار دارد و از نظر معیار فاصله از جاده به دلیل فاصله کم محدوده مورد مطالعه از جاده‌های واقع در آن، در وضعیت مخاطره‌آمیزی قرار دارد. در خصوص معیار تراکم جاده یافته‌ها نشان می‌دهد بخش‌های حاشیه‌ای نایسر نسبت به بخش‌های مرکزی آن در معرض سیل‌گیری کمتری قرار دارند.

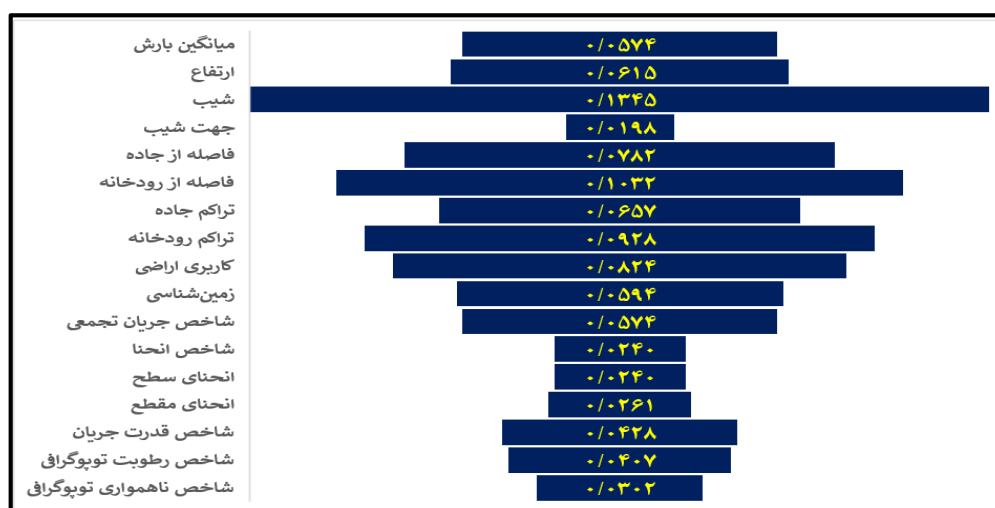




شکل ۴- نقشه نهایی لایه‌های شاخص انحنا، انحنا سطح، انحنا مقطع، فاصله از جاده و تراکم جاده منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

پهنه‌بندی نهایی خطر سیل در نایسر

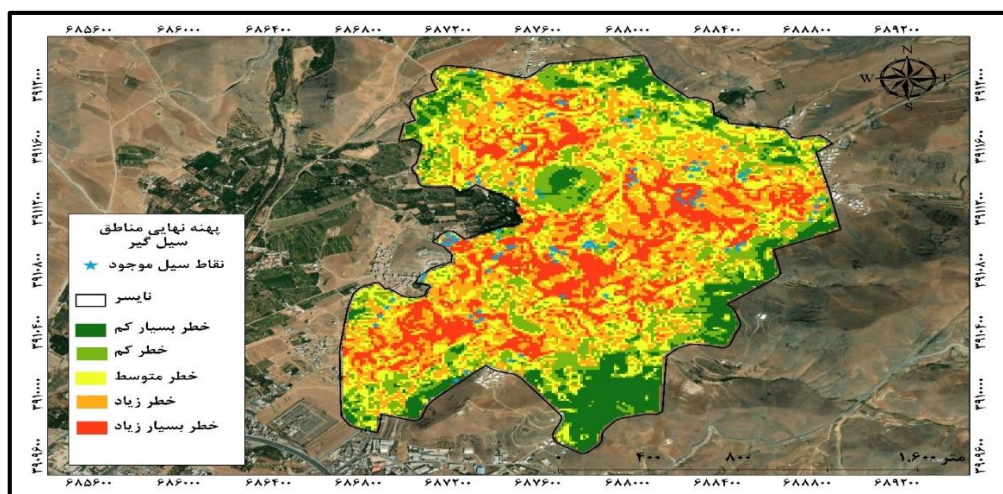
پس از تهیه لایه‌های موثر بر سیل‌گیری سکونتگاه غیررسمی نایسر، با استفاده از نظرات کارشناسان و محققان، وزن نهایی برای هر لایه محاسبه گردید. نتایج حاصل از وزن‌دهی به لایه‌ها نشان می‌دهد (شکل ۵) سه لایه شیب، فاصله از رودخانه و تراکم رودخانه به ترتیب با وزن ۰/۱۳۴۵، ۰/۱۰۳۲ و ۰/۰۹۲۸، بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند. در ادامه با استفاده از روش همپوشانی فازی و تابع Sum لایه‌های ۱۷گانه با یکدیگر ترکیب شده‌اند و سکونتگاه غیررسمی نایسر به لحاظ سیل‌گیر بودن، در پنج کلاس پهنه‌بندی شده است.



شکل ۵- وزن نهایی معیارهای اصلی پژوهش منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

یافته‌های حاصل از پهنه‌بندی سکونتگاه غیررسمی نایسر به لحاظ سیل‌گیر بودن نشان می‌دهد (شکل ۶ و جدول ۲) فضای غالب بر این سکونتگاه از نظر سیل‌گیر بودن کلاس‌های خطر متوسط، زیاد و بسیار زیاد است و حاشیه‌های نایسر نسبت به بخش‌های مرکزی آن در معرض سیل‌گیری کمتری قرار دارند. با توجه به یافته‌ها می‌توان چنین عنوان کرد که از مساحت ۳۲۱/۶ هکتاری مورد بررسی، ۹۸/۰۱ هکتار (۳۰/۴۷٪)

درصد) در پهنه‌های با خطر بسیار کم و کم، ۸۱/۵۶ هکتار (۲۵/۳۶ درصد) در پهنه خطر متوسط و ۱۴۲/۰۴ هکتار (۴۴/۱۶ درصد) در پهنه‌های خطر زیاد و بسیار زیاد قرار گرفته‌اند. با استناد به یافته‌های حاصل شده می‌توان چنین عنوان کرد که مساحت قابل توجهی از سکونتگاه غیررسمی نایسر به لحاظ سیل‌گیر بودن در وضعیت نامناسبی قرار دارد. یافته‌های حاصل از تطابق وضعیت قرارگیری نقاط سیل موجود (۱۰۰ نقطه) در پنج پهنه خطر شناسایی شده نشان می‌دهد فرایند صورت گرفته دارای دقت بالایی بوده است زیرا اکثر نقاط سیل‌گیر موجود، در پهنه‌های با خطر زیاد و بسیار زیاد قرار گرفته‌اند.



شکل ۶- پهنه‌بندی نهایی نایسر از نظر خطر سیل‌گیر بودن

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

جدول ۲- نتایج حاصل از پهنه‌بندی نهایی نایسر از نظر خطر سیل‌گیر بودن

پهنه خطر	مساحت (هکتار)	درصد	میزان قرارگیری نقاط سیل موجود در پهنه‌ها
بسیار کم خطر	۳۹/۳۸	۱۲/۲۴	۱
کم خطر	۵۸/۶۳	۱۸/۲۳	۱۷
خطر متوسط	۸۱/۵۶	۲۵/۳۶	۲۸
خطر زیاد	۸۸/۴۹	۲۷/۵۱	۳۳
خطر بسیار زیاد	۵۳/۵۵	۱۶/۶۵	۲۱
مجموع	۳۲۱/۶	۱۰۰	۱۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

سکونتگاه‌های غیررسمی ماهیتاً با چالش‌ها و مسائل متعددی مواجه هستند و اغلب به لحاظ برخورداری از سایر معیارهای عینی و ذهنی توسعه، در وضعیت نامناسبی قرار دارند. به‌طور کلی با توجه به شرایط حاکم بر سکونتگاه‌های غیررسمی، شهروندان ساکن در این فضاهای ناپایدار را می‌توان جزو آسیب‌پذیرترین اقشار جامعه قلمداد نمود. علی‌رغم محدودیت‌ها و محرومیت‌های متعدد شهروندان ساکن در سکونتگاه‌های غیررسمی، در صورت وقوع بلایای طبیعی، آسیب‌های ناشی از وقوع این بلایا می‌تواند زمینه‌ساز بحران‌های جدی در این فضاهای سکونت‌ای باشد. در میان بلایای مختلف طبیعی، سیل یکی از مخرب‌ترین و پرتکرارترین مخاطرات است که رخ دادن آن می‌تواند آسیب‌های مالی و جانی متعددی را به دنبال داشته باشد. در واقع وقوع سیل در سکونتگاه‌های غیررسمی که ذاتاً با چالش‌های متعددی مواجه هستند، می‌تواند با آسیب رساندن به تمامی جوانب زندگی شهروندان، بنیان حیات آن‌ها را با تهدیدهای جدی روبه‌رو نماید. نایسر به‌عنوان یکی از بزرگترین سکونتگاه‌های غیررسمی غرب ایران، از قاعده فوق مستثنی نیست. از این‌رو شناسایی پهنه‌های در معرض خطر سیل در نایسر می‌تواند گام مهمی در راستای مدیریت بحران در این فضای شهری باشد. نتایج پژوهش نشان داد حدود ۷۰ درصد از مساحت مورد بررسی در سکونتگاه غیررسمی نایسر به لحاظ سیل‌گیر بودن در پهنه‌های با خطر متوسط، زیاد و بسیار زیاد قرار دارد. این وضعیت نشان‌گر شرایط نامناسب نایسر به لحاظ مواجهه به خطر سیل است. با توجه به تراکم بالای جمعیت در این فضای سکونت‌ای و ناپایداری کالبدی، اجتماعی

و زیست‌محیطی آن، وقوع سیل می‌تواند آسیب‌ها جدی مالی و جانی را بر ساکنان نایسر تحمیل نماید. نتایج حاصل شده با یافته‌های پژوهش Rostami & Kazemi (2019) در خصوص خطر سیلاب در محدوده شهر ایلام و Hanafi et al (2021) در ارتباط با خطر سیلاب در سکونتگاه‌های شهری استان خوزستان همسو است. چالش‌های فعلی اقتصادی و اجتماعی نایسر در کنار استقرار مساحت قابل توجهی از آن در معرض مخاطره سیل، نشانگر وضعیت اضطراری این سکونتگاه غیررسمی در برابر سیل است. همچنین نتایج پژوهش نشان داد حاشیه‌های نایسر نسبت به بخش‌های مرکزی آن در معرض سیل‌گیری کمتری قرار دارند. یافته‌های حاصل از تطبیق وضعیت قرارگیری نقاط سیل موجود در نایسر (۱۰۰ نقطه) با پهنه خطر شناسایی شده با استفاده از روش همپوشانی فازی و تابع Sum نشان داد اکثر نقاط سیل موجود در پهنه‌های با خطر زیاد و بسیار زیاد قرار گرفته‌اند. از این‌رو می‌توان چنین عنوان کرد که استفاده از روش مذکور برای پهنه‌بندی خطر سیل در نایسر از دقت بالایی برخوردار است. نتایج این بخش از پژوهش با یافته‌های مطالعه Prasad et al (2021) در خصوص پهنه‌بندی سیل در سواحل غربی هند همسو می‌باشد. دسترسی دشوار و محدود به لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز و عدم همکاری سازمان و ادارات مربوطه در خصوص ارائه لایه‌های اطلاعاتی، از مهم‌ترین محدودیت‌های پژوهش حاضر بوده‌اند.

با توجه به نتایج حاصل شده در راستای مدیریت بحران ناشی از سیل در نایسر پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد: اطلاع‌رسانی به شهروندان ساکن در نایسر در خصوص پهنه‌های در خطر سیل از طریق رسانه‌های جمعی، شبکه‌های اجتماعی و ...؛ جلوگیری از ساخت و ساز و هرگونه فعالیت در پهنه‌های سیل‌گیر واقع در کلاس‌های خطر متوسط، زیاد و بسیار زیاد؛ تجهیز بلوک‌های مسکونی، معابر و ... به سیستم دفع آب‌های سطحی؛ آموزش شهروندان در خصوص نحوه مقابله با سیل؛ احداث مراکز فوریت پزشکی و امداد و نجات با رعایت اصول ایمنی در مجاورت پهنه‌های در معرض خطر؛ پایداری‌سازی مساکن و تأسیسات و تجهیزات ساخته شده در پهنه‌های واقع در معرض خطر. در راستای تکمیل موضوع مورد بررسی، عناوین مطالعاتی زیر برای آینده پیشنهاد می‌گردد: شناسایی مهم‌ترین علل اسکان جامعه محلی در پهنه‌های سیل‌گیر در معرض خطر زیاد و بسیار زیاد؛ شناسایی راهکارهای عملیاتی و اجرایی تخلیه مناطق سیل‌گیری واقع در معرض خطر زیاد و بسیار زیاد.

References

1. Alizadeh, B., Li, D., Hillin, J., Meyer, M. A., Thompson, C. M., Zhang, Z., & Behzadan, A. H. (2022). Human-centered flood mapping and intelligent routing through augmenting flood gauge data with crowdsourced street photos. *Advanced Engineering Informatics*, 54, 101730. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101730>
2. Anusha, N., & Bharathi, B. (2020). Flood detection and flood mapping using multi-temporal synthetic aperture radar and optical data. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 23(2), 207-219. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2019.01.001>
3. Azarian, K. (2022). Estimation of urban runoff and its zoning using spatial analysis in Bandar Abbas city. *Journal of Cheshmandaz-E-Zagros*, 13(50), 54-27. <https://sanad.iau.ir/en/Journal/zagros/Article/690564?jid=690564> [In Persian].
4. Feng, Y., Xiao, Q., Brenner, C., Peche, A., Yang, J., Feuerhake, U., & Sester, M. (2022). Determination of building flood risk maps from LiDAR mobile mapping data. *Computers, Environment and Urban Systems*, 93, 101759. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101759>
5. Hanafi, A., Barani, V., & Ali Ebadinezhad, S. (2021). Flood Risk Assessment and Zoning in Urban Settlements of Khuzestan Border Province Using the Fuzzy-AHP Method. *Border Science and Techniques*, 10(2), 1-35. <https://doi.org/10.1001.1.25384090.1400.10.2.1.8> [In Persian].
6. Hezareh, V., & Bakharzi Qaz-Alhesar, S. (2018). Urban flood risk zoning in zone 9 of Mashhad. *Geography and Human Relationships*, 1(2), 1140-1158. <https://dori.net/dor/20.1001.1.26453851.1397.1.2.69.2> [In Persian].
7. ISNA "Iran Students News Agency" (2023). The naked face of problems in "Naysar" Sanandaj. News code: 1402082114971, available on the site: isna.ir/xdPXfP [In Persian].
8. Jamini, D., & Dehghani, A. (2023). Identifying the most important factors affecting on Population Attraction in peri-urban spaces in Sanandaj city (Case study: Naysar). *Preipheral Urban Spaces Development*, 5(2), 143-160. <https://doi.org/10.22034/jpusd.2023.386277.1264> [In Persian].
9. Jamini, D., Jamshidi, A., & Abdolmaleki, M. (2022). Identify the challenges of informal settlements and Provide operational-executive solutions to improve it in Kurdistan province (Case study: Urban

- Separated Area of Naysar,). , 12(47), 111-130. <https://doi.org/10.30495/jupm.2021.27932.3875> [In Persian].
10. Li, Y., Martinis, S., Wieland, M., Schlaffer, S., & Natsuaki, R. (2019). Urban flood mapping using SAR intensity and interferometric coherence via Bayesian network fusion. *Remote Sensing*, 11(19), 2231. <https://doi.org/10.3390/rs11192231>
 11. Li, Z., Wang, C., Emrich, C. T., & Guo, D. (2018). A novel approach to leveraging social media for rapid flood mapping: a case study of the 2015 South Carolina floods. *Cartography and Geographic Information Science*, 45(2), 97-110. <https://doi.org/10.1080/15230406.2016.1271356>
 12. Mahmoudzadeh, H., & Bakoi, M. (2018). Flood zoning using fuzzy analysis (case study: Sari city). *Journal of Natural Environmental Hazards*, 7(18), 51-68. doi: 10.22111/jneh.2018.19885.1238 [In Persian].
 13. Mohammadi, E., Montaseri, M., & Sokooti Oskoei, R. (2009). Zonation of flood dangers in urban regions, using WMS and HEC-RAS, case study: Oshnavieh, Western Azerbaijan province. *Watershed Engineering and Management*, 1(1), 61-69. <https://dori.net/dor/20.1001.1.22519300.1388.1.1.7.7> [In Persian].
 14. Mosavi, S., Negahban, S., Rakhshaninasab, H., & Hossainzadeh, S. (2016). Assessment and zoning Flood risk by using Fuzzy logic TOPSIS in GIS (Case study: Baghmalek urban catchment). *Journal of Natural Environmental Hazards*, 5(10), 79-98. <https://doi.org/10.22111/jneh.2017.2960> [In Persian].
 15. Notti, D., Giordan, D., Caló, F., Pepe, A., Zucca, F., & Galve, J. P. (2018). Potential and limitations of open satellite data for flood mapping. *Remote sensing*, 10(11), 1673. <https://doi.org/10.3390/rs10111673>
 16. Popa, M.C.; Peptenatu, D.; Drăghici, C.C.; Diaconu, D.C. (2019). Flood Hazard Mapping Using the Flood and Flash-Flood Potential Index in the Buzău River Catchment, Romania. *Water*, 11, 2116. <https://doi.org/10.3390/w11102116>
 17. Prasad, P., Loveson, V. J., Das, B., & Kotha, M. (2021). Novel ensemble machine learning models in flood susceptibility mapping. *Geocarto International*, 37(16), 4571-4593. <https://doi.org/10.1080/10106049.2021.1892209>
 18. Rincón, D., Khan, U. T., & Armenakis, C. (2018). Flood risk mapping using GIS and multi-criteria analysis: A greater Toronto area case study. *Geosciences*, 8(8), 275. <http://dx.doi.org/10.3390/geosciences8080275>
 19. Rostami, N., & Kazemi, Y. (2019). Flood hazard zoning in the Ilam city using AHP and GIS. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 6 (1) :179-192. <http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2673-fa.html> [In Persian].
 20. Sadeghi, H. (2024). Comparative Evaluation of Fuzzy Overlay Models for Identifying Potential Sites for Tourist Accommodation in Dezpart Region Using Gamma and Sum Models. *Spatial Planning*, 13(4), 1-22. doi: 10.22108/sppl.2023.138669.1759 [In Persian].
 21. Sanders, B. F., Schubert, J. E., Goodrich, K. A., Houston, D., Feldman, D. L., Basolo, V., ... & Matthew, R. A. (2020). Collaborative modeling with fine-resolution data enhances flood awareness, minimizes differences in flood perception, and produces actionable flood maps, *Earth's Future*, 8, e2019EF001391. <https://doi.org/10.1029/2019EF001391>
 22. Shamsoddini, A., Jamini, D., & Atashbahar, R. (2024). An analysis on the Locating criteria of nomadic tourism eco-camps. *Nomadic Territory Planning Studies*, 4(1), 17-32. doi: 10.22034/jsnap.2024.430969.1082 [In Persian].
 23. Swain, K. C., Singha, C., & Nayak, L. (2020). Flood susceptibility mapping through the GIS-AHP technique using the cloud. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(12), 720. <https://doi.org/10.3390/ijgi9120720>
 24. Tehrany, M. S., Jones, S., & Shabani, F. (2019). Identifying the essential flood conditioning factors for flood prone area mapping using machine learning techniques. *Catena*, 175, 174-192. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.12.011>
 25. Uddin, K., Matin, M. A., & Meyer, F. J. (2019). Operational flood mapping using multi-temporal Sentinel-1 SAR images: A case study from Bangladesh. *Remote Sensing*, 11(13), 1581. <https://doi.org/10.3390/rs11131581>