



eISSN: 2981-1791

Urban Strategic Thought

<https://ut.journals.ikiu.ac.ir/>

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Publisher: Imam Khomeini International University

Strategic Plan for Preparedness, Vulnerability Reduction, and Resilience against Flood Risk; A Case Study of Kermanshah Province

Vahid Khosravi^{(1)*}, Asghar Mohamad Moradi^{(2)*}, Seyyed Bagher Hoseini^{(3)*}

1. PhD Student of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

2. Full Professor of Architecture Department, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

3. Associate Professor of Architecture Department, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Received: 23/09/2024

Accepted: 05/05/2025

PP. 1-17

Keywords:

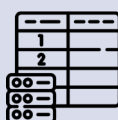
Risk and Vulnerability Reduction, Flood Risk Management in Kermanshah Province, Analytic Hierarchy Process (AHP), Geographic Information Systems (GIS), Resilience, Strategic Plan



Number of references: 35



Number of figures: 39



Number of tables: 8

Abstract

Introduction: Floods are among the most hazardous natural disasters, directly threatening the safety and livelihoods of residents in settlements. In addition to causing significant social, economic, and environmental damages, floods pose a serious obstacle to sustainable development. Climate change and increasing weather variability have heightened the frequency and intensity of floods worldwide. Over the past five decades, the number of reported flood events has steadily risen, resulting in substantial economic losses. On average, one-third of natural disaster damages are flood-related, and about 95 percent of flood-related fatalities occur in developing countries.

The Purpose of the Research: The primary objective of this research is to develop a strategic plan to reduce flood risk in Kermanshah Province. This plan focuses on reducing vulnerability and enhancing the resilience of settlements by proposing effective measures to mitigate flood impacts. Kermanshah Province, due to its unique geographical and climatic characteristics, is highly prone to recurrent floods. Recent floods have caused extensive damage to various sectors, including agriculture and infrastructure.

Methodology: This research employs a descriptive-analytical approach, utilizing the Analytic Hierarchy Process (AHP) within a Geographic Information System (GIS) framework and the SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analysis method. In the first step, flood risk and vulnerability zoning maps were created. Subsequently, by overlaying these maps, a crisis model was developed, and a flood risk reduction plan was formulated. Key factors influencing flood occurrence, such as vegetation cover, soil type, land use, slope, distance from rivers, rainfall, and topography, were identified and weighted.

Findings and Discussion: The findings of this study provide insights into the geographical, climatic, and vulnerability conditions of the region. On average, the slope of the land in the province is 21 percent, with steeper slopes primarily located in the northwest. Slope significantly affects the intensity and speed of floods; lower slopes increase the likelihood of water accumulation and flood risk. Central and elevated areas of the province experience higher rainfall, while the western regions receive minimal precipitation. Climate analyses indicate a rise in intense rainfall in recent years, directly increasing the probability of floods. The geological structure of Kermanshah Province is predominantly composed of sedimentary basins of the Zagros, and due to drought, plains and lowlands have become flood-prone areas. This situation has been exacerbated in recent years by reduced vegetation cover and increased human activities. Due to population and infrastructure concentration, the eastern half of the province is more vulnerable than the western half. Crisis maps highlight vulnerable areas, particularly around Kermanshah City, where high population density increases flood susceptibility.

To examine flood scenarios, four scenarios have been considered: first, river overflows that lead to damage to villages and infrastructure due to heavy rainfall; second, continuous rainfall that can lead to the inundation of plains and the encirclement of five villages; third, the effects of continuous rainfall in the folded areas and the Kermanshah plain; and fourth, combined scenarios that include a combined analysis of the first and



Use your device to scan
and read the article online

second scenarios. The SWOT analysis identified 8 strengths, 11 weaknesses, 5 opportunities, and 7 threats. Strengths include human resources and infrastructure, while weaknesses involve a lack of equipment and public awareness. Opportunities for improving flood risk management were noted, alongside threats like climate change and population growth.

Conclusion: This research developed a strategic plan for flood risk reduction in Kermanshah Province using AHP-based GIS analysis and SWOT. The results indicate that the central and western regions face the highest flood risks, while the northwestern to southern areas are less vulnerable. Key factors contributing to flood risk include topography, rainfall intensity, and road density. Land use and proximity to rivers were also identified as critical factors. Strategic planning to mitigate flood impacts is essential, with public participation playing a crucial role. The study emphasizes collaboration among government agencies, researchers, and local communities for effective flood crisis management.

To reduce flood risk and vulnerability, four main strategies were proposed: growth, revision, confrontation, and defense. The defensive strategy, selected as the primary approach, includes reinforcing infrastructure, establishing emergency and medical centers, and improving energy transmission lines. Policies for building repairs, continuous infrastructure monitoring, and public education on flood preparedness were also recommended. These strategies aim to reduce damages and enhance the province's resilience to natural hazards.

Funding: There is no funding support.

Authors' Contribution: Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments: We are grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

Highlight

- Urban development should not be carried out in flood-prone areas without environmental considerations; using green infrastructure, strengthening vegetation, reviewing construction regulations, and directing development to safe areas are among the necessities of reviewing urban development and risk management policies.
- This research emphasizes integrated crisis management and Interdepartmental coordination, and emphasizes the need for cooperation between urban institutions, crisis managers, researchers, and local communities to reduce the vulnerability of cities to flooding by integrating policies and increasing public awareness.



This paper is an open
access and licenced under
the [Creative Commons
CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) licence.

©2024, UST. All rights reserved.

Cite this article: Khosravi, V., Mohamad Moradi, A., & Hoseini, S. B. (2025). Strategic Plan for Preparedness, Vulnerability Reduction, and Resilience against Flood Risk; A Case Study of Kermanshah Province. *Urban Strategic Thought*, 3(1(5)), 1-17.



<https://doi.org/10.30479/ust.2025.20949.1167>

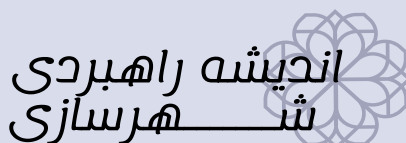


https://ut.journals.ikiu.ac.ir/article_3711.html



*. Corresponding Author (Email: khosravi_vahid@arch.iust.ac.ir) / (Phone: +989132884731)

This article is taken from the author's doctoral dissertation titled "Resilience strategies of settlements during the occurrence of flood risk with the approach of reducing vulnerability", which was defended by the first author with the guidance of the second author at Iran University of Science and Technology.



شاپای الکترونیکی: ۲۹۸۱-۱۷۹۱



ناشر: دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

مقاله علمی-پژوهشی

برنامه راهبردی آمادگی، کاهش آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در برابر خطر سیل؛ مطالعه موردی استان کرمانشاه

وحید خسروی^{(۱)*}، اصغر محمدمرادی^(۲)، سید باقر حسینی^(۳)

- ۱- دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
- ۲- استاد گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
- ۳- دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

چکیده	اطلاعات مقاله
مقدمه: سیل سانحه طبیعی است که خسارت‌های اجتماعی، اقتصادی، کالبدی و زیست‌محیطی گسترده‌ای به همراه دارد. در استان کرمانشاه، به دلیل شرایط خاص توپوگرافی، اقلیمی و کاربری اراضی، وقوع سیلاب‌های مکرر باعث آسیب‌های فراوان به زیرساخت‌ها و جوامع محلی شده است. هدف پژوهش: این پژوهش با هدف تدوین چارچوبی راهبردی برای کاهش خطر سیلاب و افزایش تاب‌آوری سکونتگاه‌های استان کرمانشاه انجام شده است. روش‌شناسی: روش تحقیق شامل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تحلیل SWOT برای شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای مرتبط با مدیریت سیلاب است. ابتدا، نقشه‌های پهنه‌بندی خطر و آسیب‌پذیری استان تهیه و سپس با همپوشانی این لایه‌ها، مدل بحران طراحی شد. یافته‌ها و بحث: چهار سناریو برای وقوع سیل بررسی شده است که شامل طغیان رودخانه‌ها، بارش‌های ممتد، تأثیر بارش بر مناطق چین‌خورده و دشت‌ها، و ترکیبی از این عوامل است. تحلیل SWOT نشان داد که کمبود تجهیزات و آگاهی عمومی از ضعف‌های اصلی، و تغییرات اقلیمی و افزایش جمعیت از تهدیدهای مهم هستند. براساس یافته‌ها مناطق مرکزی و غربی استان بیشترین خطر سیل‌خیزی را دارند، درحالی‌که نواحی شمال غربی تا جنوبی آسیب‌پذیری کمتری نشان می‌دهند. عوامل اصلی مؤثر در وقوع سیل شامل توپوگرافی، شیب زمین، میزان بارش، تراکم شبکه زهکشی، پوشش گیاهی، فرسایش خاک، تراکم جاده‌ها و کاربری اراضی شناسایی شدند. که در این بین؛ کاربری اراضی و فاصله از رودخانه به‌عنوان دو عامل بسیار مهم در آسیب‌پذیری در برابر سیل شناخته شده‌اند. نتیجه‌گیری: برای کاهش خطر سیلاب، چهار راهبرد رشد، بازنگری، رویارویی و دفاعی پیشنهاد شده که راهبرد دفاعی به‌عنوان گزینه اصلی انتخاب شده است. این راهبرد شامل مقاوم‌سازی زیرساخت‌ها، ساخت و توسعه مراکز امدادی و درمانی، بهبود خطوط انتقال انرژی، مرمت ابنیه، پایش مستمر زیرساخت‌ها و آموزش همگانی است. تأکید این پژوهش بر همکاری میان نهادهای دولتی، محققان و جامعه محلی برای مدیریت مؤثر بحران‌های سیلابی است. نکات برجسته: - توسعه شهری نباید در مناطق مستعد سیلاب بدون ملاحظات محیطی انجام شود؛ استفاده از زیرساخت‌های سبز، تقویت پوشش گیاهی، بازنگری در مقررات ساخت‌وساز و هدایت توسعه به مناطق امن از ضرورت‌های بازنگری در سیاست‌های شهرسازی و مدیریت ریسک است. - این پژوهش ضمن تأکید بر مدیریت یکپارچه بحران و هماهنگی بین‌بخشی، بر لزوم همکاری میان نهادهای شهری، مدیران بحران، محققان و جامعه محلی تأکید دارد تا با یکپارچه‌سازی سیاست‌ها و افزایش آگاهی عمومی، آسیب‌پذیری شهرها در برابر سیلاب کاهش یابد.	دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۲ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۵ صص: ۱۷-۱ واژگان کلیدی: کاهش خطر و آسیب‌پذیری، مدیریت ریسک سیل استان کرمانشاه، تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تاب‌آوری، برنامه‌ی راهبردی تعداد منابع: ۳۵ تعداد اشکال: ۳۹ تعداد جداول: ۸

ارجاع به این مقاله: خسروی، وحید؛ محمدمرادی، اصغر و حسینی، سید باقر. (۱۴۰۳). برنامه راهبردی آمادگی، کاهش آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در برابر خطر سیل؛ مطالعه موردی استان کرمانشاه. *اندیشه راهبردی شهرسازی*، ۳(۱۱)، ۱-۱۷.



این مقاله به صورت دسترسی باز و با مجوز Creative Commons CC BY-NC 4.0 قابل استفاده است.

©2024, UST. All rights reserved.

doi <https://doi.org/10.30479/ust.2025.20949.1167>



* نویسنده مسئول (رایانامه: khosravi_vahid@arch.iust.ac.ir) / (تلفن: ۰۹۱۳۲۸۸۴۷۳۱)

این مقاله برگرفته از رساله دکتری نگارنده با عنوان «راهبردهای تاب‌آوری سکونتگاه‌ها در هنگام بروز خطر سیل با رویکرد کاهش آسیب‌پذیری» است که در دانشگاه علم و صنعت ایران به وسیله نویسنده نخست با راهنمایی نویسنده دوم و سوم در حال انجام است.

۱- مقدمه و بیان مسئله

سیل یکی از چالش‌های کلیدی جهانی قرن بیست و یکم است که شهرنشینی و زیرساخت‌های آن را با مشکلات شدیدی مواجه می‌کند (O'Donnell & Thorne, 2020). حوادث سیل خطرات طبیعی مکرر و گسترده‌ای هستند که اغلب با خسارت شدید اجتماعی، اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی همراه هستند (Cea & Costabile, 2022). سیل یک رویداد طبیعی رایج است که توسط عوامل خارجی مختلف نظیر بارندگی شدید، طغیان رودخانه و ... ایجاد می‌شود (Shah et al., 2018) و نشان‌دهنده خطر قابل توجهی برای سکونتگاه‌های انسانی در سراسر جهان است (Kundzewicz et al., 2018). تغییرات اقلیمی، همراه با افزایش در تنوع آب‌وهوایی، احتمال وقوع سیل‌های مکرر و شدید در بسیاری از نقاط جهان افزایش می‌دهد (Morrison et al., 2018; Kundzewicz et al., 2019). در طول پنج دهه گذشته، تعداد رویدادهای سیل گزارش شد در سطح جهان به طور پیوسته افزایش یافته است. سیل‌ها بر زندگی جمعیت زیادی از مردم تأثیر گذاشته و باعث خسارات اقتصادی و محیطی شده است (Tanoue et al., 2016). سیل‌ها اغلب می‌توانند از سوانح دیگر مخرب‌تر باشند؛ به طوری که بیشترین تعداد تلفات جانی و بیشترین خسارت اقتصادی را به همراه دارند. به طور متوسط هزینه خسارت ناشی از سوانح طبیعی در سراسر جهان در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ تقریباً ۱۰۰ میلیارد دلار بوده است. بطوری که یک سوم سوانح طبیعی را سیل دانست. از هر ۱۰ مورد مرگ‌ومیر ناشی از سوانح طبیعی یک مورد مرتبط به سیل است و همچنین یک سوم کل خسارات ناشی از سوانح طبیعی مربوط به سیل است. ۹۵ تا ۹۷ درصد از تلفات ناشی از سوانح طبیعی ناشی از سیل در کشورهای درحال توسعه است. در عین ۹۰ درصد سوانح طبیعی شامل سیل است که شش میلیارد دلار خسارات به اقتصاد جهان وارد می‌کند (Tariq et al., 2020). همچنین ۱/۸ میلیارد نفر یا به عبارتی ۲۳ درصد از جمعیت جهان بطور مستقیم در معرض سیل قرار دارند که می‌تواند خطرات قابل توجهی برای زندگی، به ویژه گروه‌های جمعیتی آسیب‌پذیر ایجاد کند (Rosmadi et al., 2023). از سویی دیگر مدیریت خطر سیل یک کار پیچیده

و چالش‌برانگیز بخصوص در کشورهای مستعد سیل است. این چالش جهانی نیازمند برنامه‌ریزی دقیق، تخصص منابع و ارتباط موثر با مردم است. از جمله چالش‌های مدیریت سیل با آن روبرو است افزایش فراوانی و شدت سیل است (Rentschler et al., 2022). از آنجایی که سیل پدیده‌ای است که با امنیت انسان‌ها ارتباط دارد به همین دلیل لازم است با به کارگیری اصول علمی و عملی ابنیه و اماکن مسکونی و اراضی، حداقل امنیت جانی را در سیل تضمین و از زیان‌های آن مصون ماند و با مدیریت سیلاب خسارات را به کمترین حد خود برساند و جامعه بشری را از خطرات آن در امکان نگاه دارد. گرچه روش‌های مختلفی برای کاهش خطر سیلاب وجود دارد اما مدیریت سیلاب علاوه بر انجام مطالعات و اعمال تمهیدات لازم باید برنامه راهبردی منسجمی برای کاهش خطر سیل ارائه دهد.

زیست‌بوم ایران از یکسو به دلیل ویژگی‌های جغرافیایی، اقلیمی و ریخت‌شناسی منابع آب‌و خاک در تاریخ طولانی خود، به عنوان یک سرزمین نیمه‌خشک در بخش عمده‌ای از فلات ایران شناخته شده است اما از سوی دیگر به علت تنوع سرزمینی و اقلیمی و نیز شرایط حاکم بر شیوه توسعه جاری و حاکم، در همین دوران همواره با بروز حوادث متعدد طبیعی و به ویژه طغیان و جریان نابهنگام آب‌های سطحی در بسیاری از مناطق کشور صرف‌نظر از شرایط متنوع جغرافیایی خود نیز در چالش بوده است. بررسی اجمالی از سازه‌های مقابله با سیل در بسیاری از نقاط کشور و در طول تاریخ توسعه آن، بیانگر این است که الگوی بارش‌های غالب بر این سرزمین با ویژگی‌های مشخص شدت-مدت متناظر با اقلیم نیمه‌خشک کشور تا چه اندازه احتمال وقوع سیلاب‌ها را برای این سرزمین افزایش داده است. با بررسی پیامدهای سیلاب‌های اتفاق افتاده می‌توان گفت که تصمیم‌گیری‌های اشتباه و سیاست‌گذاری نادرست و توجه نکردن به ارزیابی‌های محیط‌زیستی در خصوص موارد مختلف از جمله تغییر کاربری اراضی، تغییر مسیر رودخانه، تخریب جنگل‌ها و مراتع و احداث جاده‌ها و راه‌های منجر به خسارت شده است. استان کرمانشاه نیز از این امر مستثنا نیست. بررسی مخاطرات آبی استان کرمانشاه در جهت فعالیت‌های عمرانی مانند کشاورزی و دیگر فعالیت‌های مربوطه در راستای عواملی که می‌تواند

ساعت و کمتر اتفاق می‌افتد. علت سیل ناگهانی می‌تواند بارندگی شدید یا شکستن ناگهانی سد باشد. سیل ناگهانی در مقایسه با سیل کرانه‌ای به شدت خطرناک‌تر و مخرب‌تر است (Archer & Fowler, 2018). سیلاب‌های ساحلی در مناطق کم‌ارتفاع معمولاً در اثر امواج باد و افزایش سطح آب ایجاد می‌شود. این نوع سیلاب‌ها معمولاً توسط امواج بزرگ، جزر و مد و ناهنجاری‌های سطح دریا ایجاد می‌شود. در برخی مناطق نظیر دلتاها و مصب‌ها، بارش و جریان رودخانه نیز ممکن است به سیلاب‌های ساحلی کمک کند (Wolf, 2009). در دسته‌بندی دیگر می‌توان سیلاب‌ها را به انواع فصلی، ناگهانی، سیلاب‌های ناشی از شکست سد، سیلاب‌های نواحی ساحلی و خورها، سیلاب‌های ناشی از گرم‌شدن یخ مناطق یخچالی و یخ‌زده، توفان‌های دریایی و اقیانوسی تهاجمی به سواحل، سیلاب ناشی از بارش‌های تند در مناطق کوهستانی و با شیب تند و ... تقسیم کرد (رجبی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۸). هر چند عوامل طبیعی نظیر شدت بارش، ارتفاع، خاک، پوشش زمین و جریان رواناب و ... از عامل ایجاد سیل است (Courty et al., 2018)؛ تغییر الگوهای ناشی از شهرنشینی، شیوه‌های کشاورزی و جنگل‌زدایی، وضعیت را در کل حوضه‌های رودخانه به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای تغییر داده و آسیب‌پذیری در مناطق مستعد سیل به‌طور مداوم در حال افزایش است (طاهری و مساعدی، ۱۴۰۲). بنابراین برای جلوگیری از خسارات ناشی از سیل لازم است اقداماتی صورت گیرد. این اقدامات به دو بخش رویکرد غیرسازه‌ای و سازه‌ای قابل تفکیک است. روش غیرسازه‌ای، دربرگیرنده آن بخش از فعالیت‌هایی است که در آن‌ها، برای مهار سیلاب، سازه‌های فیزیکی احداث نمی‌شود. روش‌های مدیریت خطرپذیری غیرسازه‌ای، در حقیقت تلاش‌هایی در جهت مدیریت بهینه از مناطق سیل‌گیر به منظور کاهش خسارت سیلاب محتمل است. روش‌های غیرسازه‌ای شامل پهنه‌بندی سیل، تعیین حد بستر و حریم، مدیریت کاربری اراضی، بهسازی ساختمان‌های در معرض خطر سیل، تعیین مناطق آزاد، تدوین و تهیه برنامه‌ها و ... است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۹۴). روش سازه‌ای عمدتاً ماهیت مکانیکی دارند و مهار سیلاب شامل

در حوضه مورد مطالعه و ایجاد سیل و تضعیف آن کمک کند، دارای اهمیت خاصی است. عوامل اقلیمی به‌ویژه تغییرات بارش و انحراف بارندگی از سالی به سال دیگر و وضعیت مورفولوژیکی استان تأثیر مهمی در ایجاد سیل در این استان دارد. علاوه بر آن پوشش گیاهی، زمین‌شناسی منطقه، توپوگرافی و نوع خاک در پیدایش سیل منطقه مؤثر است. از سویی دیگر استان کرمانشاه به دلیل قرارگرفتن در مسیر جریان باران‌زا و ویژگی‌های زمین‌شناختی و وجود بخش‌های کوهستانی و جریان داشتن رودهای بسیار در میان چین‌خوردگی‌ها همواره در معرض وقوع سیل است و سیل آسیب‌های فراوانی به بخش‌های مختلف منطقه وارد کرده است. بنابراین هدف اصلی این پژوهش ارائه برنامه‌ی راهبردی کاهش خطر ناشی از سیل استان کرمانشاه است.

۲- پیشینه پژوهش و مبانی نظری

طبق تعریف کمیسیون اروپا در سال ۲۰۰۲ سیل را می‌توان به‌عنوان پدیده‌ای طبیعی که منجر به غوطه‌ورشدن یا سرریز آب در یک زمین می‌شود؛ به‌طوری‌که در شرایط عادی این سرریز شدن اتفاق نمی‌افتد. همچنین سیل توسط اداره هواشناسی استرالیا به‌عنوان «سرریز شدن آب فراتر از حد طبیعی یک جریان آب» توصیف می‌شود. سیلاب‌ها در گروه مخاطرات هیدرولوژیکی قرار می‌گیرند و شامل سه دسته سیل‌های رودخانه‌ای، سیل‌های ناگهانی (بارندگی) و سیل‌های ساحلی هستند (Yang & Liu, 2020). سیلاب ناگهانی در نتیجه جریان حاصل از بارندگی و رواناب حاصل از بارندگی ایجاد می‌شود و رواناب حاصله نمی‌تواند وارد سیستم زهکشی شود (Falconer et al., 2009). سیلاب رودخانه‌ای نظیر سیلاب ناگهانی، زمانی رخ می‌دهد که میزان بارندگی بیش از حد از ظرفیت یک رودخانه بیشتر باشد (Lund, 2012). سیل رودخانه‌ای به دو صورت وجود دارد. نخست سیل کرانه ساحلی رودخانه است که رایج‌ترین نوع سیل رودخانه‌ای است و زمانی رخ می‌دهد که آب رودخانه از لبه رودخانه سرریز می‌کند. دومین نوع سیل رودخانه‌ای سیل ناگهانی است که به علت شدت و سرعت بالا در یک رودخانه در عرض شش

سیستماتیک توسط مردم در زمان و فضا است که فرایند شناسایی سوانح به عنوان پایه‌ای برای توسعه راهبردهای مقابله با ضرورت‌های ویژه، جهت تخصیص منابع و اولویت‌ها و استانداردها در تامین امنیت عمومی به کار رود (Melton, 2003). بر این اساس برنامه‌ریزی و انجام اقدامات جامع جهت پیشگیری و کاهش خسارات سیل در قالب طرح‌های مطالعاتی و راهبردی اهمیت بسزایی در راستای رسیدن به هدف کاهش خطر سیل دارد (صادقلو و سجاسی قیدار، ۱۳۹۳). در ادامه به بررسی پیشینه نظری در این باره پرداخته می‌شود.

اوه و همکاران در سال ۲۰۲۴ در پژوهشی به تحلیل سیستماتیک رویکرد سیستمی مدیریت خطر سیل پرداختند و نتایج نشان می‌دهد که شکاف قابل‌توجهی در کاربرد روش‌های تفکر سیستمی در تحقیقات مدیریت ریسک سیل بین کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه وجود دارد. همچنین این مطالعه از تغییر رویکردهای خطی به رویکردهای جامع در مدیریت ریسک سیل، همسو با چارچوب سند کاهش خطر سوانح و اهداف توسعه پایدار تاکید دارد (Awah et al., 2024). وفانیکجو و همکاران در سال ۲۰۲۳ در پژوهشی مدل تصمیم‌گیری طبقه‌بندی شده برای برنامه‌ریزی بلندمدت مدیریت ریسک سیل در اسکاتلند ارائه دادند. نتایج نشان می‌دهد که پیش‌بینی سیل و افزایش آگاهی دو راهبرد مهم در کاهش خسارات ناشی از سیل هستند و پس از آن طرح‌ها و پاسخ اضطراری، سیاست‌های برنامه‌ریزی، نگهداری و خودکمی قرار دارند (Vafadarnikjoo et al., 2023). پاتان و همکاران در سال ۲۰۲۲ در پژوهشی به ارزیابی خطر سیل مبتنی بر AHP و TOPSIS پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که رویکرد تاپسیس، خطر سیل را به صورت دقیق‌تر نسبت به روش AHP تخمین می‌زد. همچنین مناطقی شناسایی شده با شدت خطر بسیار بالا و بالا نیازمند اقدامات فوری سیل به منظور کاهش پیامدهای ناشی از خطر سیل هستند (Pathan et al., 2022). چن و همکاران در سال ۲۰۲۱ در پژوهشی به ارزیابی خطر سیل و بررسی مکانیسم بالقوه براساس مدل‌های یادگیری ماشین پرداختند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که توپوگرافی، حداکثر بارش روزانه و تراکم جاده سه عامل مهم افزایش پیامد خطر سیل

فرآیندهای خاصی است که با فراهم‌کردن و بهره‌برداری از سازه‌های طراحی شده، اثرات تخریبی سیل را رفع یا کاهش دهد و قبل از وقوع سیلاب به وسیله ذخیره‌سازی یا تعدیل جریان و یا انحراف سیلاب به کار گرفته می‌شوند (صلبی و همکاران، ۱۴۰۰). مناطق آسیب‌پذیر را می‌توان با کاهش پیامدهای سیل و با آماده‌شدن برای بهبود آن، پس از وقوع سیل در برابر آن محافظت کرد. پس بنابراین می‌توان مراحل نظیر پیش‌گیری از خطر سیل، دفاع از سیل، کاهش خطر سیل، آماده‌سازی و بازیابی سیل در نظر گرفت (Dieperink et al., 2016). بنابراین برای کاهش خسارات ناشی از سیل، مدیریت ریسک سیلاب نیازمند است. مدیریت ریسک به عنوان کاربرد اصولی سیاست‌ها، روش‌ها و شیوه‌های شناسایی، تجزیه و تحلیل، ارزیابی، عمل و نظارت بر ریسک‌ها تعریف شده است. مدیریت خطرپذیری مخاطرات، مدیریتی سیستماتیک از تصمیمات اجرایی در سازمان‌ها و سازماندهی توانایی‌ها و مهارت‌های عملکردی برای اجرای سیاست‌ها، راهبردها و قابلیت‌های مقابله‌ای اجتماعی و یا فردی همراه با تقلیل برخوردها در مورد وقایع و مخاطرات طبیعی، محیطی و تکنولوژی است. هدف از مدیریت ریسک سوانح، کاهش ریسک سوانح طبیعی و ایجاد انعطاف‌پذیری است (بابایی و همکاران، ۱۳۹۹). مدیریت خطر سیل اغلب بر اتخاذ مبتنی بر دفاع متمرکز شده است که تلاش می‌کنند تهدیدات سیل را از طریق سرمایه‌گذاری‌های بزرگ در زیرساخت‌ها کنترل کنند و بر رفتار سیل از طریق قوانین و مقررات تاثیر بگذارند (Garrote et al., 2021). بنابراین مدیریت ریسک اولین مرحله و قدم آغازین از فرایندهای تکرارشونده مدیریت ریسک، یعنی برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، شناسایی ریسک، ارزیابی ریسک، برنامه‌ریزی پاسخگویی به ریسک و پایش، کنترل و بازنگری ریسک است (قدبیگی و همکاران، ۱۴۰۲). مدیریت مخاطرات، مدیریتی سیستماتیک از تصمیمات اجرایی، سازمان‌ها، توانایی‌ها و مهارت‌های عملکردی برای اجرای سیاست‌ها، راهبردها و قابلیت‌های مقابله‌ای اجتماعی یا فردی همراه با تقلیل برخوردها و وقایع مخاطرات طبیعی، محیطی و تکنولوژیکی است. به عبارتی، مدیریت سوانح به معنای رویارویی‌های گوناگون با مخاطرات و ظرفیت‌ها برای مقابله با مخاطرات

از سیل است و ضرورت به کارگیری راهکارهای کارآمد با استفاده از برنامه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت برای به حداقل رساندن تلفات و آسیب‌ها در هنگام وقوع حادثه را مشخص می‌سازد. سعیدی مفرد و آسیایی (۱۴۰۲) به پهنه‌بندی خطر وقوع سیل در شهرستان فریمان با استفاده از منطق فازی پرداختند. نتیجه پژوهش نشان می‌دهد شهر فریمان در محدوده خطر خیلی کم و کم قرار گرفته است. به لحاظ سکونتگاه‌های روستایی نیز اکثر آبادی‌های این شهرستان در پهنه با خطر آسیب‌پذیری متوسط قرار دارند. لذا پیشنهاد می‌شود نسبت به بهسازی، طراحی و اجرای طرح‌های آب‌خیزداری و آبخوان‌داری و مکان‌یابی شهرها و شهرک‌های جدید و همچنین طرح‌های عمران روستایی در منطقه مورد مطالعه اقدام شود. همچنین برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان نیز باید در زمینه کاهش خطرپذیری جانمایی مناسب زیرساخت‌ها و جانمایی تأسیسات شهرستان اقدام لازم را انجام دهند. قصابیان (۱۳۹۹) در پژوهشی به بهره‌گیری از روش‌های نوین در مدیریت بحران و سیلاب شهری با تاکید بر کاهش خسارات و تلفات پرداخته است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که محتوای سیاست‌ها و برنامه‌های مدیریت شهری و اقدامات کاربردی و عملی باید به طور روشن و واضح بیان شوند. آمارها، اعداد و ارقام مربوط به مدیریت هر منطقه به درستی و وضوح بیان شوند. فقط در صورتی که این اصول شفافیت داشته باشد، کارایی آن‌ها در برنامه تحقق می‌یابد.

بوده‌اند. همچنین بیان می‌کنند که نواحی روستایی نسبت به نواحی شهری و نواحی ساحلی نسبت به سایر نواحی در معرض خطر سیل بیشتری هستند (Chen et al., 2021). اتانگا و همکاران در سال ۲۰۲۰ در پژوهشی به بررسی نقش رهبران جامعه محلی در ایجاد راهبرد مدیریت ریسک سوانح سیل در آکرا پرداخته است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که رهبران جامعه تنها در مرحله اجرای راهبرد های مدیریت ریسک سیل شرکت می‌کنند. ایجاد و اجرای راهبرد مدیریت ریسک سیل موثر نیازمند مشارکت فعال و ایفای نقش رهبران جامعه است. (Atanga, 2020). کوهلیه و همکاران در سال ۲۰۲۰ در پژوهشی به بررسی ارزیابی تغییر رفتاری در مدیریت خطر سیل پرداخته‌اند و نتایج نشان می‌دهد که اقدامات ساختاری نظیر بندها و سدها نمی‌توانند حفاظت جامع در برابر سیل را ارائه دهند، بنابراین انتظار می‌رود ساکنان در معرض خطر سیل، خود اقداماتی براساس برنامه‌های تدوین شده برای کاهش خطرات سیل انجام دهند (Kuhlicke et al., 2020). آقایی و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهشی به شناسایی و پهنه‌بندی مناطق مستعد وقوع مخاطره سیلاب پرداختند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که معیارهای لیتولوژی، کاربری اراضی، شیب، فاصله از رودخانه مهم‌ترین عوامل دخیل در ایجاد خطر سیلاب محدوده مطالعاتی بود. طاهری و مساعدی (۱۴۰۲) در پژوهشی به مرور راهبردهای مدیریت ریسک سیل و چالش‌های قانونی و عملی پرداختند و نتایج نشان می‌دهد که مدیریت سیل یک تکنیک و راهبرد برای کاهش خطر و خسارات ناشی

جدول ۱. جدول DSD شامل شاخص‌های برآمده از مطالعات و پیشینه مخاطره سیل در جهان

عوارض تاثیرگذار	نقشه	گزاره
خاک	با افزایش فرسودگی خاک، احتمال و شدت وقوع سیلاب افزایش می‌یابد. هر چه نفوذپذیری خاک کمتر باشد، احتمال وقوع سیل بیشتر است.	- نقشه فرسایش خاک - نقشه جنس خاک
شیب	هر چه شیب زمین کاهش می‌یابد، سرعت سیل کاهش یافته و آب ناشی از سیل، انباشته می‌شود و افزایش شیب زمین، سرعت آب و شدت وقوع سیلاب افزایش می‌یابد.	- نقشه توپوگرافی - نقشه شیب
بارش	با افزایش میزان بارندگی، احتمال وقوع سیل افزایش می‌یابد.	- نقشه میانگین بارندگی سالانه
پوشش گیاهی	هرچه تراکم پوشش گیاهی کمتر باشد، احتمال وقوع سیل افزایش می‌یابد. کاهش پوشش جنگلی، باعث از بین رفتن حالت متخلخل خاک، کاهش نفوذپذیری و افزایش احتمال وقوع سیل می‌شود.	- نقشه پراکندگی جنگل‌ها - نقشه پراکندگی مراتع - نقشه پراکندگی زمین‌های کشاورزی
آب وهوا	گرم‌شدن هوا منجر به بالآمدن سطح آب رودخانه‌ها و طغیان می‌شود.	- نقشه میانگین دمای سالانه

عوارض تأثیرگذار	نقشه	گزاره
رودخانه‌ها	تجمع رسوبات، منجر به بالا آمدن تراز بستر رودخانه‌ها می‌شود. برداشت غیراصولی مصالح از بستر رودخانه‌ها، احتمال و شدت وقوع سیل را افزایش می‌دهد. دست بردن در مسیر طبیعی رودخانه‌ها، احتمال وقوع سیل را افزایش می‌دهد. هر چه تراکم رودخانه‌ها بیشتر باشد، احتمال وقوع سیل بیشتر می‌شود.	- نقشه تراکم رودخانه‌ها - نقشه سیل خیزی - نقشه مسیر رودخانه‌ها

۳- روش پژوهش

پژوهش حاضر، از لحاظ هدف در زمره پژوهش‌های کاربردی و از لحاظ روش‌شناسی در زمره پژوهش‌های تحلیلی قرار گرفته است. روش پژوهش مورد استفاده، روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی بوده است. این تحلیل در محیط نرم‌افزار Arc-GIS مبتنی بر تحلیل فضایی بوده است. تحلیل فضایی نگرشی است که به سنجش چگونگی پراکندگی پدیده‌ها در چارچوب دیدگاه‌های جغرافیایی می‌پردازد.

۳-۱- انتخاب عوامل مؤثر بر بروز سیلاب

برای تهیه نقشه وقوع سیلاب در استان کرمانشاه، عوامل مؤثر در بروز سیلاب در استان با استفاده از منابع نظری و دسترسی به داده انتخاب شده و نقشه هر یک از عوامل توسط نرم‌افزار Arc GIS تهیه شده است که به شرح ذیل است: (۱) پوشش گیاهی: پوشش گیاهی تأثیر بسزایی در حجم و شدت سیلاب دارد؛ به‌طوری‌که وجود پوشش گیاهی در هر منطقه سرعت جریان سیلاب را کاهش داده و سبب نفوذپذیری بیشتر آب در داخل می‌گردد. (۲) خاک: یکی از عوامل مؤثر فرسایش خاک است. هر چقدر میزان فرسایش خاک بیشتر باشد، احتمال رخ دادن سیلاب نیز بیشتر می‌شود. (۳) کاربری زمین: کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر سیلاب است. مناطق ساخت‌وساز شده به دلیل نفوذناپذیر بودن سطوح، کمترین نفوذ و مناطق طبیعی بیشترین نفوذ آب

را به خود اختصاص می‌دهند. بنابراین هر چه میزان سطوح نفوذناپذیری بیشتر، امتیاز تعلق گرفته بیشتر و کاربری‌هایی که طبیعی دارای پوشش گیاهی هستند، امتیاز کمتر به خود اختصاص می‌دهند. (۴) شیب زمین: شیب زمین نقش بسزایی روی حجم سیلاب و میزان نفوذپذیری آب در خاک دارد. به‌گونه‌ای که هر چه شیب کمتر باشد، حجم سیلاب نیز به حداقل می‌رسد. (۵) فاصله از رودخانه: یکی از مهم‌ترین عوامل فاصله از رود و مسیل است. هر چه فاصله از رودخانه و مسیل بیشتر باشد، خطر سیل کاهش می‌یابد. (۶) ساختار زمین: به‌طور کلی ساختار زمین تأثیر بسزایی در تولید رواناب سطحی و مقدار شدت آن دارد. به‌طوریکه هرچقدر وضعیت زمین به‌صورت سنگی باشد، نفوذ آب کمتر بوده و در نتیجه رواناب بیشتری تولید می‌شود. (۷) بارندگی: بارندگی از عامل اقلیمی مؤثر و انکارناپذیر در بروز و ظهور هر روان آبی در منطقه است. هر چه مقدار و شدت آن بیشتر باشد، احتمال خطر سیلاب افزایش می‌یابد. (۸) توپوگرافی: توپوگرافی یکی از عوامل تشدیدکننده نقش مهمی در تشدید سیل ایفا می‌کند. از یک طرف شاخص توپوگرافی تأثیر مستقیم بر اندازه جریان و شدت رواناب دارد و از طرف دیگر نواحی مستعد سیل اساساً ارتفاع کمتر دارند. (۹) تراکم شبکه زهکشی: میزان تراکم زهکشی، شاخصی مهمی در تعیین شدت سیلاب‌ها است. هر چه تراکم زهکشی بیشتر، امکان وقوع سیل کمتر خواهد بود.

جدول ۲. جدول شاخص‌ها و سنجه‌ها

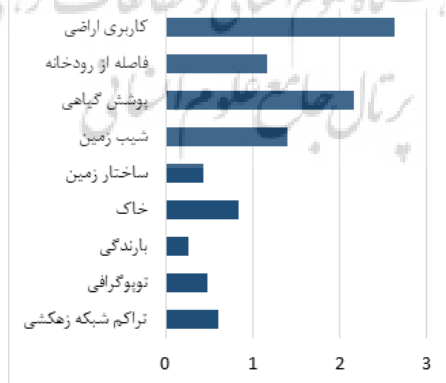
عوامل اقلیمی و طبیعی مؤثر در وقوع سیل	شاخص‌ها	سنجه‌ها	متغیرها
بررسی خاک منطقه	- فرسایش خاک - کاهش نفوذپذیری خاک	- نقشه فرسایش خاک - نقشه جنس خاک	- مساحت، تراکم و پراکندگی مناطق با فرسایش بالا - مساحت، تراکم و پراکندگی مناطق با نفوذپذیری پایین
ناهمواری‌ها و عوارض طبیعی	- شیب - توپوگرافی	- میزان تراکم و فراوانی دامنه‌های با شیب تند - پراکندگی دشت‌های سیل خیز - ارتفاعات	- شیب تند - دشت‌های سیل خیز با شیب کم

عوامل اقلیمی و طبیعی مؤثر در وقوع سیل	شاخص‌ها	سنجه‌ها	متغیرها
پوشش گیاهی	- گونه‌بندی پوشش گیاهی - تراکم پوشش گیاهی	- پوشش‌های گیاهی - زمین‌های کشاورزی - مساحت جنگل‌های استان	- مساحت و موقعیت پوشش‌های گیاهی متراکم - مساحت و موقعیت پوشش‌های گیاهی کم تراکم - مساحت جنگل‌های استان - تراکم پوشش گیاهی - زمین‌های بایر - کشاورزی آبی و دیم
آب وهوا	- گرم شدن زمین - گازهای گلخانه‌ای - میزان بارندگی - موقعیت جغرافیایی	- میزان گرم شدن زمین - میزان تصاعد گازهای گلخانه‌ای	- طول و عرض جغرافیایی - وجود صنایع آلاینده - ارتفاع بارش در هر متر مربع
آب‌های سطحی	- دسته‌بندی رودخانه‌ها و روان آب‌ها - میزان تراکم رودخانه‌ها	- رودخانه‌های دائمی و فصلی - تراز بستر رودخانه	- دبی آب - طول رودخانه‌ها - تجمع رسوبات

۳-۲- تعیین وزن شاخص‌ها

روش‌های مختلفی برای تعیین وزن شاخص‌ها وجود دارد که یکی از آن، تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است. تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است؛ زیرا این تکنیک امکان فرموله‌کردن مسئله را به صورت سلسله‌مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد (قربان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶: ۶۴۸). تحلیل سلسله‌مراتبی بر مبنای مقایسه زوجی بوده و قضاوت و محاسبات را آسان می‌کند. در این تکنیک معیارها در ماتریس‌های مقایسه

زوجی به صورت دوقه‌دو با یکدیگر مقایسه شده و وزن هر شاخص با شاخص دیگر برحسب اولویت به آن شاخص اختصاص داده می‌شود. اولویت‌بندی شاخص‌ها براساس نظر متخصصان و کارشناسان خبره شامل اساتید دانشگاه و کارشناسان ارشد مربوطه از طریق پرسشنامه انجام شده است. پس از تکمیل ماتریس‌های مقایسه زوجی، وزن شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار Expert choice محاسبه شده است که در شکل ۱ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که نرخ سازگاری تمام عوامل در این تحقیق کمتر از ۱/۰ است.



شکل ۱. وزن نهایی عوامل مختلف

۳-۳- ورود عوامل و وزن‌دهی در سیستم تحلیل و تصمیم‌گیری چندمعیاره

روسامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزارهای مناسب برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر سیل هستند. زیرا از

یکسو امکان زیادی برای تحلیل دقیق‌تر در اختیار می‌دهند و از سوی دیگر توانایی زیادی برای تولید نقشه و نمایش بصری آن‌ها در اختیار کاربران قرار می‌دهند (صالحی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۸۵). در گام نخست تمام لایه‌ها از حالت

در شهرستان ثلاث باباجانی و قسمت جنوب شهر کرمانشاه گرمسیر و سایر مناطق سردسیر بوده است.



شکل ۲. موقعیت استان کرمانشاه

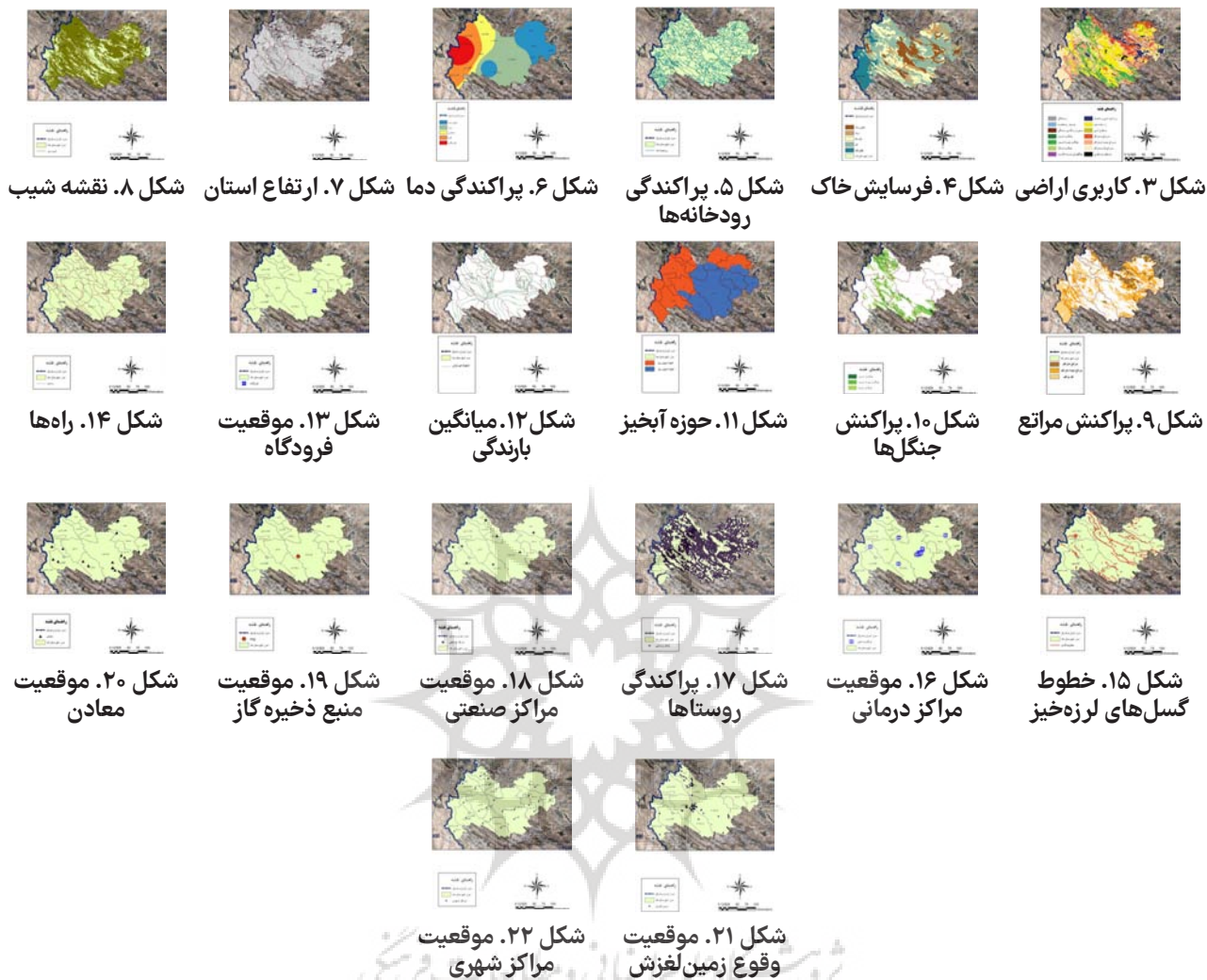
۵- یافته‌های پژوهش و بحث

این پژوهش با هدف شناسایی و پهنه‌بندی مناطق سیل‌گیر با روش تحلیل سلسله‌مراتبی در سیستم جغرافیایی انجام گرفته است. مهم‌ترین یافته‌های پژوهش به شرح ذیل است. شیب زمین: نتایج نشان می‌دهد که میانگین شیب استان کرمانشاه ۲۱ درصد است. همچنین توزیع مکانی شیب نشان می‌دهد که در شمال غربی استان مناطق با شیب زیاد قرار دارند و در مرکز و جنوب غرب استان مناطق کم شیب قرار گرفته‌اند. در استان کرمانشاه ۱۸/۴ درصد از مساحت آن کمتر از ۱۰۰۰ متر ارتفاع، ۲۲/۱ درصد بین ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ متر ارتفاع، ۳۸/۱ درصد بین ۱۴۰۰-۱۸۰۰ متر ارتفاع، ۱۶/۹ درصد بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ متر ارتفاع و ۴/۵ درصد بیش از ۲۲۰۰ متر ارتفاع دارد. به حالت پراکندگی نیز هرچه از سمت شمال شرقی به سمت غرب رفته، از ارتفاع کاسته می‌شود. در رابطه با شبکه زهکشی استان کرمانشاه، می‌توان گفت با توجه به توپوگرافی و جهت عمومی شیب آن، شکل شبکه زهکشی آن به صورت درختی بوده است. از لحاظ مکانی نیز غرب استان کرمانشاه از تراکم بالای شبکه زهکشی برخوردار است. اشکال ۳ تا ۲۲، نقشه‌های آسیب‌پذیری استان کرمانشاه را نشان می‌دهند.

برداری به حالت رستری تبدیل شده و وارد سیستم تحلیل و تصمیم‌گیری شد. لایه‌ها کلاس‌بندی شد و در نهایت اعمال وزن هر لایه انجام شد و با همپوشانی لایه‌ها نقشه پهنه‌بندی خطر سیلاب استان کرمانشاه تهیه شد. پهنه‌بندی خطر سیل استان کرمانشاه از تلفیق پوشش گیاهی، خاک، کاربری زمین، شیب زمین، فاصله از رودخانه، بارندگی و توپوگرافی در سیستم تحلیل و تصمیم‌گیری چندمعیاره حاصل شد. لایه خروجی شامل پیکسل‌هایی است که ارزش آن‌ها از صفر تا یک متغیر است. بر این اساس ارزش هر پیکسل به یک نزدیک‌تر باشد، در بروز خطر سیل نقش بیشتری داشته و پیکسل‌هایی که به ارزش صفر نزدیک‌تر باشد، در بروز خطر سیل نقش کمتری دارد. نقشه پهنه‌بندی خطر سیل در استان کرمانشاه در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

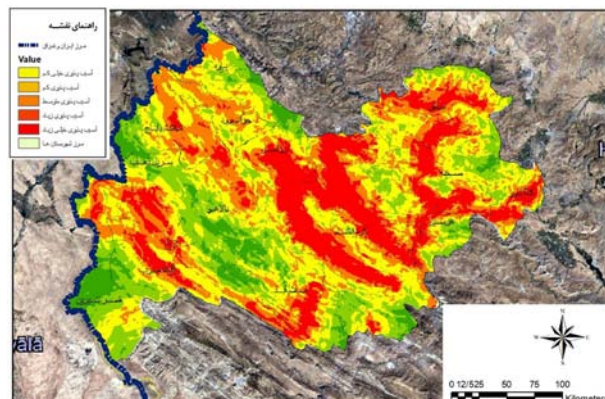
۴- معرفی محدوده مورد پژوهش

استان کرمانشاه در میانه ضلع غربی کشور قرار گرفته است. این استان از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان‌های لرستان و ایلام، از شرق به استان همدان و از غرب به کشور عراق محدود شده است. استان کرمانشاه ناحیه‌ای کوهستانی است که بین فلات ایران و جلگه بین‌النهرین قرار گرفته و سراسر آن را قله‌ها و ارتفاعات سلسله کوه‌های زاگرس پوشانده‌اند. مرکز استان کرمانشاه، شهر کرمانشاه است. همچنین بر اساس آخرین سرشماری کشوری این استان دارای چهارده شهرستان با نام‌های کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، پاوه، جوانرود، سنقر، سرپل ذهاب، کنگاور، گیلانغرب، هرسین، صحنه، قصر شیرین، دالاهو، ثلاث باباجانی و روانسر است. از نظر آب‌وهوایی این استان، دارای آب‌وهوای معتدل کوهستانی است. تابستان‌های خشک و زمستان‌های نسبتاً معتدل با باران کم دارد. براساس آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن استان کرمانشاه دارای ۱۹۵۲۴۳۴ نفر جمعیت است که از این تعداد نفر مرد و نفر زن هستند. اقلیم کرمانشاه را می‌توان به دو منطقه گرمسیر و سردسیر تقسیم نمود و براساس این تقسیم‌بندی مناطق قصرشیرین، سرپل ذهاب، گیلانغرب، سومار، نفت‌شهر و دهستان‌های ازگله و سرقله

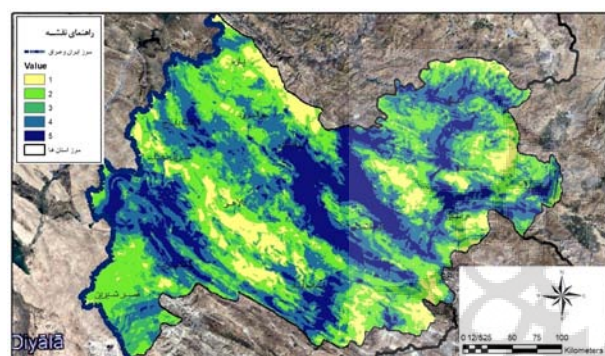


آن‌ها، ردیف‌های رسوبی از نوع رادیولاریت و کربنات‌های آشفته و نیز سنگ افیولیتی بیشترین مقدار را دارند. بخش جنوبی این گسل دارای سنگ‌های مزوزوئیک است. پوشش گیاهی: دشت‌ها و قسمت‌های جلگه‌ای استان کرمانشاه تقریباً نواحی غرب و جنوب از مناطق حاصلخیز استان به شمار می‌روند و تراکم زمین‌های کشاورزی نیز در این قسمت بیشتر است. خشک‌سالی و ازبین‌رفتن زمین‌های کشاورزی در برخی مناطق طی سالیان اخیر سبب تبدیل این زمین‌ها به کانون‌های سیل‌گیر شده است. همچنین بسیاری از مراتع و جنگل‌های استان در طی سالیان اخیر تخریب شده‌اند. با توجه به میزان حساسیت، خاک استان بر اساس فرسایش به پنج طبقه دسته‌بندی شده است.

نتایج نشان می‌دهد که بارش در تمامی مناطق استان کرمانشاه یک اندازه نیست؛ بیشترین بارندگی‌ها در مناطق مرکزی و البته نقاط مرتفع استان اتفاق می‌افتد و از طرفی کمترین بارش در غرب استان است. ساختار زمین: داده‌های زمین‌شناسی سراسری و منطقه‌ای نشان می‌دهد که بخش بیشتر استان کرمانشاه از آن حوضه رسوبی-ساختاری زاگرس است. با این حال گوشه شمال شرقی آن شامل دگرگونه‌های مزوزوئیک و اوایل سنوزوئیک هستند که در گودال‌های پویایی مزوزوئیک انباشته شده‌اند. بخش بیشتر استان کرمانشاه در جنوب گسل مروارید-صحنه قرار دارد. قسمت شمالی این گسل، دارای سنگ‌های تریاس بالا-کرتاسه رسوب‌های نواحی ژوف هستند که در بین



شکل ۲۴. احتمال وقوع سیل (در دره‌های سیل خیز)

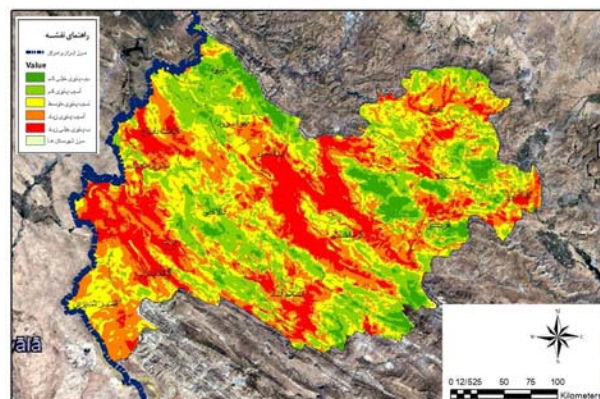


شکل ۲۵. نقشه احتمال وقوع سیل در استان کرمانشاه

تحلیل نقشه احتمال وقوع مخاطره سیل در دره‌ها و ارتفاعات استان کرمانشاه: لایه‌های مختلف مرتبط با آب‌های جاری، دما و بارش، عوارض زمین و خاک را باید روی هم قرار داده و به هر کدام از لایه‌ها وزن اختصاص داده شود تا نقشه احتمال وقوع مخاطره سیل تولید شود. بیشترین مناطقی که احتمال وقوع سیل در آن‌ها زیاد است شامل زمین‌های اطراف مسیل‌ها، دره‌هایی با رودخانه‌های دایمی و فصلی با پوشش گیاهی کم و فرسایش زیاد هستند.

در ادامه به بررسی معیارهای آسیب‌پذیری استان کرمانشاه پرداخته می‌شود. بخش اعظمی از استان کرمانشاه به دلیل خطوط انتقال نفت، گاز و انرژی در معرض آسیب‌پذیری ناشی از خطر سیل قرار دارد؛ به طوری که تنها در بخش‌های جنوب غربی استان خطر آسیب‌پذیری ناشی از فاصله خطوط زیرساختی کمتر است. در استان کرمانشاه پنج سد وجود دارد که چهار سد در قسمت غربی و یک سد در شمال شرقی استان وجود دارد. بنابراین نیمه غربی استان از خطر سیل کمتری نسبت به نیمه شرقی استان

هرچه خاک ریزدانه‌تر و فرسوده‌تر باشد امکان رخداد سیل در آن بیشتر است. نواحی مرکزی استان دارای فرایش خاک زیاد است. کاربری عمده اراضی محدوده مورد مطالعه شامل زراعت دیم، جنگل، مراتع و نواحی ساخته شده است. نواحی زراعی دیم عمدتاً در نواحی مرکزی، کاربری زراعت و باغات عمدتاً در شمال شرقی استان، جنگل‌ها عمدتاً در شمال غربی-جنوب شرقی، مراتع عمدتاً در شمال شرقی، شرق، غرب و جنوب غربی استان و نواحی ساخته بزرگ در مرکز استان که همان شهر کرمانشاه است. بیشتر رودخانه‌های استان در قسمت شرق و شمال شرق استان قرار دارند. بنابراین می‌توان گفت در این نواحی احتمال خطر سیل بیشتر از نواحی دیگر است. با توجه به تمامی شاخص‌ها بیان شده نقشه تلفیقی بر اساس وزن تهیه شده است که در شکل ۲۵ نشان داده شده است. در این راستا با توجه به نقشه وقوع سیل می‌توان گفت نواحی مرکزی استان کرمانشاه از وضعیت وقوع خطر سیل بیشتری نسبت به نواحی دیگر برخوردار است. همچنین نواحی شمال غربی به سمت جنوب به دلیل پوشش گیاهی مناسب از کمترین میزان وقوع سیل برخوردار بوده است. همچنین شهر کرمانشاه به عنوان مرکز استان نیز در معرض خطر سیل خیلی زیاد قرار دارد. بیشترین مناطقی که احتمال وقوع سیل در آن‌ها زیاد است شامل زمین‌های اطراف مسیل‌ها، دره‌هایی با رودخانه‌های دائمی و فصلی با پوشش گیاهی کم و فرسایش زیاد می‌شوند.



شکل ۲۳. احتمال وقوع سیل (در دشت‌های سیل خیز)

به پخشایش جمعیت شهری استان کرمانشاه می‌توان گفت تراکم نیمه شرقی استان از نیمه غربی آن، بیشتر است و در نتیجه آسیب‌پذیری بیشتری دارد. از لحاظ جمعیت روستایی نیز، تراکم روستاهای نیمه شرقی استان نسبت به نیمه غربی بیشتر است و در نتیجه آسیب‌پذیری بالاتری دارد. به لحاظ فاصله از شهر نیز به دلیل تراکم شهرها در نیمه شرقی استان، نیمه شرقی نسبت به نیمه غربی استان از آسیب‌پذیری بالاتری برخوردار است. اشکال ۲۶ تا ۳۴ نقشه تراکم معیارهای آسیب‌پذیری استان کرمانشاه را نمایش می‌دهند.

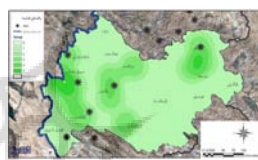
برخوردار است. تنها یک خط راه آهن در استان کرمانشاه وجود دارد که از شرق استان به سمت مرکز استان بوده است. بنابراین براساس این عامل آسیب‌پذیری نیمه غربی استان از نیمه شرقی آن بیشتر است. از نظر عامل تراکم زیرساختی، تراکم این عامل در شهرها بیشتر است. شهر پرجمعیت کرمانشاه نیز از نظر این عامل، نسبت به شهرهای دیگر بیشتر است. بنابراین شهر کرمانشاه و شهرهای این استان نسبت به سایر مناطق دیگر دارای آسیب‌پذیری بیشتر هستند. با توجه به تراکم فعالیت در شهر کرمانشاه، این شهر از لحاظ تراکم فعالیت‌های مهم نیز از آسیب‌پذیری ناشی از سیل دارای آسیب‌پذیری بیشتری است. با توجه



شکل ۲۹. تراکم مراکز مهم
فعالیتی



شکل ۲۸. فاصله از خطوط
انرژی



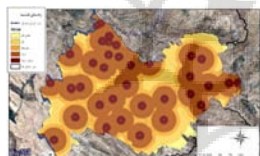
شکل ۲۷. تراکم سدهای
استان کرمانشاه



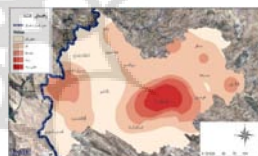
شکل ۲۶. تراکم راه آهن



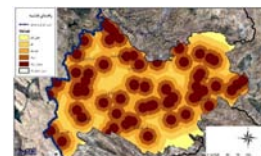
شکل ۳۳. تراکم جمعیت
روستایی



شکل ۳۲. فاصله از نقاط
شهری



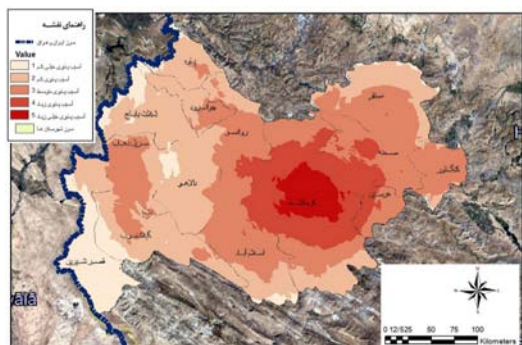
شکل ۳۱. تراکم زیرساخت‌ها



شکل ۳۰. فاصله از پل‌ها و
تقاطع‌ها



شکل ۳۴. تراکم جمعیت
شهری



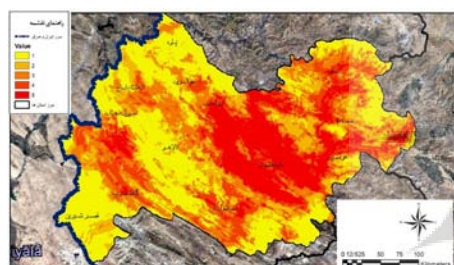
شکل ۳۵. پهنه‌های آسیب‌پذیر استان کرمانشاه ناشی از سیل

پس از هم‌گذاری لایه‌های فوق و اعمال وزن‌دهی به هر کدام از لایه‌ها، نقشه آسیب‌پذیری تهیه شده است در شکل ۳۵ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که شهر کرمانشاه، روستاهای اطراف و مناطق پیرامونی این شهر، آسیب‌پذیری بالایی دارد. شهر پرجمعیت کرمانشاه به واسطه زیرساخت‌هایی که در خود جای داده‌اند آسیب‌پذیری زیادی دارد. همچنین در حالت کلی می‌توان نتیجه گرفت که نیمه شرقی استان کرمانشاه نسبت به نیمه غربی آن آسیب‌پذیرتر بوده است.

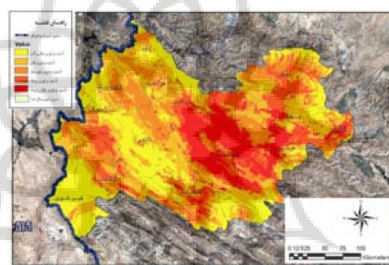
تحلیل نقشه آسیب‌پذیری استان کرمانشاه: با روی هم انداختن لایه‌های مختلف زیرساخت‌ها و مراکز مهم فعالیت‌ی و جمعیتی و اعمال وزن‌دهی به هر کدام از لایه‌ها به نقشه آسیب‌پذیری می‌رسیم که با تمرکز ناحیه بسیار آسیب‌پذیر در محدوده شهر کرمانشاه و روستاهای حومه روبه‌رو می‌شویم. شهرهای پرجمعیت نیز به واسطه زیرساخت‌هایی که در خود جای داده‌اند آسیب‌پذیری زیادی دارند و البته با شعاعی از مرکز استان نیز آسیب‌پذیری نسبتاً بالایی دارند. بخش‌هایی از مناطق غربی دارای کمترین آسیب‌پذیری هستند.

پس از تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر سیل و نقشه آسیب‌پذیری استان کرمانشاه با روی هم‌گذاری این دو نقشه و اعمال وزن یکسان به هر یک از این دو لایه،

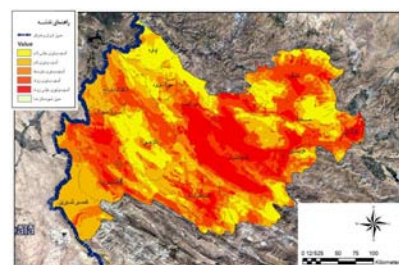
نقشه بحران حاصل از سیل تهیه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده، می‌توان گفت محدوده بحرانی تقریباً در مرکز استان و حول محور شهر کرمانشاه قرار دارد، که شامل شهرستان کرمانشاه شده و به صورت جزئی‌تر مناطق زیادی از بخش مرکزی و ماهیدشت و مناطق شمالی فیروزآباد دارای شرایط بحرانی زیاد و بسیار زیاد و شرق بخش کوزران و جنوب و جنوب‌شرقی بخش روانسر درجه بحران بالایی دارند. البته مناطق پراکنده دیگری از استان دارای شرایط بحران هستند از جمله شمال و غرب شهرستان هرسین و به صورت ویژه بخش بیستون، همچنین بخش مرکزی سرپل‌ذهاب و صورت موردی شهرهای میان‌راهان، صحنه، سنقر، حمیل و اسلام‌آباد دارای بحران بالا هستند (اشکال ۳۶، ۳۷ و ۳۸).



شکل ۳۸. پهنه‌بندی بحران ناشی از سیل در استان کرمانشاه



شکل ۳۷. بحران حاصل از وقوع سیل (دره‌های سیل‌خیز)



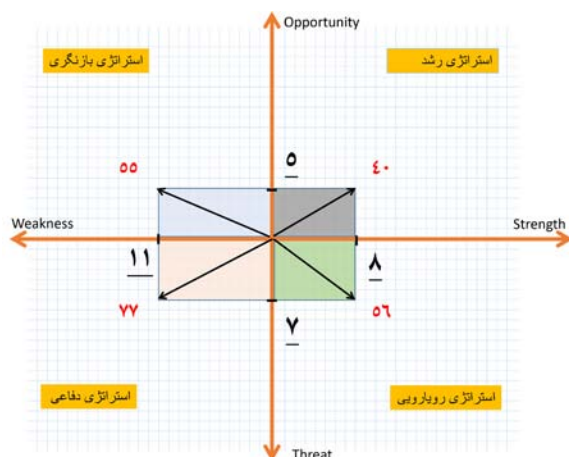
شکل ۳۶. بحران حاصل از وقوع سیل (دشت‌های سیل‌خیز)

جدول ۲. سوات محدوده مورد بررسی

فرصت‌ها (opportunities)	نقاط (weaknesses)	موضوع	کلییدی زیرساختی
آسیب‌پذیری نسبتاً زیاد، شمال و غرب محدوده سازیر در برابر وقوع سیل ناشی از بارش	آسیب‌پذیری زیاد و بسیار خطرناک، تاسیسات انرژی (تولید و توزیع برق) در کل محدوده سازیر	دسترسی به خطوط انتقال، تاسیسات انرژی (تولید و توزیع برق) در کل محدوده سازیر	دسترسی به خطوط انتقال، تاسیسات انرژی (تولید و توزیع برق) در کل محدوده سازیر
دسترسی و فاصله مناسب از مراکز خدماتی و مراکز خدماتی در محدوده	آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد، تاسیسات انرژی (تولید و توزیع برق) در کل محدوده سازیر	دسترسی و فاصله مناسب از مراکز خدماتی و مراکز خدماتی در محدوده	دسترسی و فاصله مناسب از مراکز خدماتی و مراکز خدماتی در محدوده
آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد، تاسیسات انرژی (تولید و توزیع برق) در کل محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر
آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد، تاسیسات انرژی (تولید و توزیع برق) در کل محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر
آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد، تاسیسات انرژی (تولید و توزیع برق) در کل محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر
آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد، تاسیسات انرژی (تولید و توزیع برق) در کل محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر
آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد، تاسیسات انرژی (تولید و توزیع برق) در کل محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر
آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد، تاسیسات انرژی (تولید و توزیع برق) در کل محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر
آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری زیاد و بسیار زیاد، تاسیسات انرژی (تولید و توزیع برق) در کل محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر	آسیب‌پذیری نسبتاً پایین ناشی از شکست سد و جاری شدن سیل در اطراف محدوده سازیر

تحلیل نقشه بحران حاصل از وقوع سیل در استان کرمانشاه: این نقشه نتیجه روی هم انداختن نقشه احتمال وقوع مخاطره سیل در دره‌ها و ارتفاعات استان کرمانشاه و نقشه آسیب‌پذیری استان و اعمال وزن‌دهی به هر کدام از لایه‌ها است. محدوده بحرانی تقریباً در مرکز استان و حول محور شهر کرمانشاه قرار دارد، که شامل شهرستان کرمانشاه شده و به صورت جزئی‌تر مناطق زیادی از بخش مرکزی و ماهیدشت و مناطق شمالی فیروزآباد دارای شرایط بحرانی زیاد و بسیار زیاد و شرق بخش کوزران و جنوب و جنوب‌شرقی بخش روانسر درجه بحران بالایی دارند.

البته مناطق پراکنده دیگری از استان دارای شرایط بحران هستند از جمله: شمال و غرب شهرستان هرسین و به صورت ویژه بخش بیستون، همچنین بخش مرکزی سرپل‌ذهاب و بصورت موردی شهرهای میان‌راهان، صحنه، سنقر، حمیل و اسلام‌آباد دارای درجاتی از بحران هستند.



شکل ۳۹. تدوین انواع راهبرد

در جدول ۷ انواع راهبردهای لازم و ضروری برای کاهش خطر سیل نشان داده شده است.

جدول ۷. راهبردهای چهارگانه برای کاهش خطر و آسیب‌پذیری در برابر سیل

حوزه‌ها	راهبرد
رشد	- در نظر گرفتن فضاهایی جهت اسکان اضطراری و اسکان موقت و برخورداری از برق - پاسخگویی مناسب بیمارستان‌ها و مراکز درمانی به هنگام وقوع سیل ناشی از بارش - احداث مراکز مهم و راهبردی که نیازمند محافظت بیشتر هستند و همچنین پاسخگویی مناسب تجهیزات به هنگام رخداد مخاطره سیل - مشارکت مردمی در جهت کمک داوطلبانه افراد
بازنگری	- مقاوم‌سازی، ایمنی و تجهیز ایستگاه‌های آتش‌نشانی - تمرکززدایی سرمایه‌ها و دارایی‌ها بویژه از بخش‌های مرکزی
رویارویی	- مقاوم‌سازی و ایمنی ابنیه با توجه به آسیب‌پذیری بسیار زیاد آن در برابر رخداد مخاطره - حفاظت از سرمایه‌ها و دارایی‌ها - ایمنی و محافظت از تجهیزات با توجه به آسیب‌پذیری زیاد در برابر رخداد سیل ناشی از بارش - بازگشایی سریع مسیرهای مسدود شده جهت تسهیل امداد رسانی با توجه به پاسخگویی مناسب مراکز امدادی، خدماتی و پایگاه‌های مدیریت بحران به هنگام رخداد مخاطره
دفاعی	- امداد رسانی به موقع سانه‌دیدگان - مقاوم‌سازی، ایمنی و تجهیز مراکز مهم امداد رسان - بهبود وضعیت و ارتقاء کیفیت زیرساخت‌ها - بهبود وضعیت خطوط انتقال انرژی (نفت و گاز و برق) - احداث بیمارستان‌ها و مراکز درمانی، مراکز امدادی و خدماتی، مراکز پلیس و نیروی انتظامی، ایستگاه‌های آتش‌نشانی و پایگاه‌های مدیریت بحران - ایمنی و محافظت از جمعیت در برابر سیل ناشی از بارش - ایمن‌سازی و محافظت از تأسیسات - تأمین ایمنی ایستگاه‌های گاز

و در ادامه جدول ۸، سیاست‌های مورد نظر در برنامه راهبردی کاهش خطر سیل با عنوان برنامه‌ی آماده‌سازی

● جدول‌های سازگاری و ناسازگاری

جدول ۳. فرصت‌ها و قوت‌ها

	S1	S2	S3	S4
O1	+	+	-	-
O2	+	+	-	-
O3	-	+	-	-
O4	-	+	-	+
O5	-	+	-	-
O6	-	+	-	-

جدول ۴. ضعف‌ها و تهدیدها

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
T1	-	-	-	-	+	-	-	-	+
T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

جدول ۵. ضعف‌ها و فرصت‌ها

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
O1	+	+	+	-	-	-	-	-	-
O2	+	+	-	-	+	-	-	-	-
O3	+	+	-	-	+	-	-	-	-
O4	+	+	-	-	+	+	-	-	-
O5	+	-	-	+	+	+	-	-	-

جدول ۶. تهدیدها و فرصت‌ها

	T1	T2
O1	-	-
O2	-	+
O3	-	+
O4	+	+
O5	-	+

طبق بررسی‌های انجام شده در بخش اول هشت مورد نقطه قوت، ۱۱ مورد ضعف، پنج مورد فرصت و هفت مورد تهدید شناسایی شد. سپس جهت تحلیل نهایی سوات، نمودار محور مختصات ترسیم شد. همان‌گونه که در شکل ۳۹ مشخص است، راهبرد رشد ۴۰ نمره، راهبرد بازنگری ۵۵ نمره، راهبرد رویارویی ۴۸ نمره و راهبرد دفاعی ۶۶ نمره را دریافت کرده‌اند. از این‌رو و با توجه به داشتن تهدیدات و همچنین نقاط قوت و ضعف بسیار، راهبرد تصمیم‌گیری در برنامه دوم، راهبرد دفاعی خواهد بود.

جامعه در شرایط وقوع سیل ارائه می‌گردد.

جدول ۸. سیاست‌های کاهش خطر و آسیب‌پذیری در برابر سیل

سیاست‌ها	عوامل مؤثر در وقوع سیل
مرمت، استحکام‌بخشی و در صورت نیاز بازسازی ابنیه بویژه در نیمه شرقی محدوده سناریو با توجه به آسیب‌پذیری بسیار زیاد آن در برابر رخداد مخاطره	روبنایی و زیرساختی
مقاوم‌سازی و در صورت نیاز بازسازی تأسیسات بویژه در بخش‌های غربی محدوده سناریو با توجه به آسیب‌پذیری و خطر بالای تأسیسات در این محدوده	
احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی جدید و همچنین استحکام‌بخشی، مرمت و در صورت نیاز بازسازی ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود به‌ویژه در بخش‌های مرکزی محدوده سناریو	
استحکام‌بخشی، مرمت و تجهیز مراکز امدادی، خدماتی و پایگاه‌های مدیریت بحران به‌ویژه در بخش‌های مرکزی محدوده سناریو	
در نظر گرفتن مکان‌هایی جهت دیوی نخاله‌های سیل ناشی از بارش به‌ویژه در نیمه شرقی محدوده سناریو	
استحکام‌بخشی و در صورت نیاز بازسازی ساختمان‌های امدادی و خدماتی به‌ویژه در بخش‌های مرکزی و غربی محدوده سناریو	نظارت و پایش
بررسی مستمر و دوره‌ای از تجهیزات به‌ویژه در بخش‌های شرقی و غربی محدوده سناریو	
کنترل و نظارت دوره‌ای زیرساخت‌ها جهت اطمینان از ایمنی و کارکرد آن‌ها به‌ویژه در نیمه جنوبی و شمال شرقی محدوده سناریو	
بررسی و نظارت دوره‌ای جهت اطمینان از ایمنی و کارکرد خطوط انتقال نفت عمدتاً در بخش‌های مرکزی، جنوبی و شمال شرقی محدوده سناریو	
کنترل و نظارت مستمر و دوره‌ای از ایستگاه‌های گاز در نیمه شرقی محدوده سناریو با توجه به آسیب‌پذیری زیاد و خطر بالای ایستگاه‌های گاز در برابر رخداد سیل ناشی از بارش	
بررسی و نظارت مستمر جهت اطمینان از ایمنی خطوط نیرو به‌ویژه در بخش‌های شمالی و شمال شرقی محدوده سناریو با توجه به آسیب‌پذیری و خطر بالای شبکه نیرو در برابر وقوع سیل ناشی از بارش در این نواحی	مشارکت اجتماعی و سیاست‌های غیر کالبدی
آموزش همگانی جهت عکس‌العمل مناسب در برابر سیل ناشی از بارش در کل محدوده سناریو به‌ویژه در شمال غرب آن با توجه به احتمال بسیار بالای وقوع مخاطره در این پهنه	
آموزش و فرهنگ‌سازی جهت جایگزینی انرژی‌های فسیلی همانند نفت با انرژی‌های سبز به‌ویژه در بخش‌های مرکزی، جنوبی و شمال شرقی محدوده	
انتقال سریع مجروحین و مصدومین به بیمارستان‌ها و مراکز درمانی به‌ویژه در بخش‌های مرکزی محدوده سناریو با توجه به آسیب‌پذیری زیاد این محدوده	
به کار بستن روش‌ها و تمهیداتی جهت حفاظت از سرمایه‌ها و دارایی‌ها به‌ویژه در نیمه شرقی محدوده سناریو	

۶- نتیجه‌گیری

پدیده سیل خطر قابل‌توجهی برای سکونتگاه‌های انسانی دارد و پیامدهای گسترده‌ای نظیر خسارات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی به همراه دارد. بنابراین، این پژوهش به تدوین برنامه راهبردی کاهش خطر ناشی از سیل در استان کرمانشاه با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی و سوات پرداخته است. معیارهای مؤثر بر پهنه‌بندی خطر سیل شامل شیب، توپوگرافی استان، تراکم شبکه زهکشی، بارش، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، فرسایش خاک، کاربری اراضی و فاصله از رودخانه بوده است. همچنین، معیارهای آسیب‌پذیری شامل فاصله از خطوط انرژی، تراکم سدها، تراکم راه‌آهن، تراکم مراکز مهم فعالیتی، فاصله از پل‌ها و تقاطع‌ها، تراکم زیرساخت‌ها، فاصله از شهرها و تراکم جمعیت روستایی و شهری در نظر گرفته شده است.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که نواحی مرکزی و غربی استان پتانسیل سیل‌خیزی بالایی دارند و نواحی شمال غربی به سمت جنوب از آسیب‌پذیری کمتری برخوردار هستند. این نتایج با یافته‌های پژوهش‌های قبلی هم‌راستا است، به‌ویژه با نتایج پژوهش چن و همکاران (۲۰۲۱) درباره عوامل توپوگرافی، حداکثر بارش روزانه و تراکم جاده‌ها که از عوامل مهم افزایش پیامد خطر سیل هستند. از بین عوامل مؤثر در ایجاد سیل در استان کرمانشاه، کاربری اراضی و فاصله از رودخانه نقش بسزایی دارند. همچنین، آسیب‌پذیری در شهر کرمانشاه نسبت به سایر نقاط استان بیشتر است که این نیز با نتایج پژوهش سعیدی مفرد و آسیایی (۱۴۰۲) مبنی بر آسیب‌پذیری بیشتر در شهرهای بزرگ‌تر نسبت به سایر شهرها و روستاها هم‌راستا است.

تحلیل‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که مناطق مرکزی و غربی استان از آسیب‌پذیری بیشتری برخوردارند. در این مناطق، عواملی نظیر شیب زمین، نوع کاربری اراضی و تراکم جمعیت به‌ویژه در شهر کرمانشاه، خطر بروز سیلاب را افزایش می‌دهند. میانگین شیب زمین در استان ۲۱ درصد است و مناطقی با شیب‌های کمتر، به‌ویژه در نواحی مرکزی و جنوبی، مستعد تجمع آب و بروز سیلاب هستند. تغییرات اقلیمی و شیوه‌های مدیریت منابع آبی نیز از دیگر عوامل مؤثر بر خطر سیلاب هستند. با توجه به تغییرات

۹- اعلام عدم تعارض منافع

«نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافع برای ایشان وجود نداشته است».

۱۰- قدردانی

ما از همه افراد برای مشاوره علمی در این مقاله سپاس‌گزاریم.

۱۱- منابع

۱- آقایی، لایلا؛ اصغری سراسکانرود، صیاد و زینالی، بتول. (۱۴۰۳). شناسایی و پهنه‌بندی مناطق مستعد وقوع مخاطره سیلاب در شهرستان گرمی. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، (-)، [doi: 10.22034/gp.2024.60493.3235](https://doi.org/10.22034/gp.2024.60493.3235)

۲- بابایی، بتول؛ محمدی استادکلایه، امین؛ سیدیان، سیدمرتضی و توماج، عبدالسعید. (۱۳۹۹). نقش رویکرد مدیریت سیلاب بر تاب‌آوری جوامع محلی مطالعه‌موردی: روستاهای سیل‌زده حوضه آبخیز گرگانرود. *آمایش جغرافیایی*، فصل، ۱۰ (۳۶)، ۶۳-۷۶. [doi: 10.30488/gps.2020.91920](https://doi.org/10.30488/gps.2020.91920)

۳- رجایی‌زاده، یوسف؛ ایوب‌زاده، سیدعلی و قمشی، مهدی. (۱۳۹۸). بررسی سیل استان خوزستان طی سال آبی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ و ارائه راهکارهای کنترل و مدیریت آن در آینده. *کوهپدولوژی*، ۶ (۴)، ۱۰۶۹-۱۰۸۴. [doi: 10.22059/ije.2020.285854.1166](https://doi.org/10.22059/ije.2020.285854.1166)

۴- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. (۱۳۹۴). *راهنمای مدیریت سیلاب دشت*. بازیابی شده در ۱۴ آذر ۱۴۰۳، از <http://coactm.ir/wp-content/uploads>

۵- سعیدی مفرد، ساناز و آسیایی، مهدی. (۱۴۰۲). پهنه‌بندی خطر وقوع سیل در شهرستان فریمان با استفاده از منطق فازی. *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۸ (۱)، ۲۸۳-۲۹۸.

<https://sanad.iau.ir/Journal/jshsp/Article/1032024/FullText>

۶- صادقلو، طاهره و سجاسی قیداری، حمدالله. (۱۳۹۳). راهبردهای مدیریت مخاطره سیل در مناطق روستایی با مدل SWOC-TOPSIS مطالعه‌موردی حوضه آبریز قره‌چای رامیان. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۳ (۴)، ۱۰۵-۱۲۸. [doi: 10.22067/geo.v3i4.36491](https://doi.org/10.22067/geo.v3i4.36491)

اقلیمی و افزایش بارش‌های شدید در سال‌های اخیر، احتمال بروز سیلاب‌ها در مناطق مختلف استان به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته است. کاربری غیرمناسب اراضی مانند ساخت‌وساز در حریم رودخانه‌ها و تخریب پوشش گیاهی به تشدید این وضعیت کمک کرده است.

آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها در استان کرمانشاه موضوعی جدی است. با توجه به تمرکز جمعیت و زیرساخت‌ها در شهر کرمانشاه، این شهر به‌عنوان یکی از مناطق بحرانی در برابر سیلاب‌ها شناسایی شده است. وجود خطوط انتقال انرژی، مراکز صنعتی و خدماتی در این مناطق، به‌ویژه در شرایط بحرانی، می‌تواند به افزایش خسارات و تلفات جانی منجر شود. بنابراین، نیاز به مقاوم‌سازی زیرساخت‌ها و ایجاد سیستم‌های ایمنی و امدادسانی به‌موقع احساس می‌شود.

بر اساس تحلیل SWOT، نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای موجود در استان شناسایی و راهبردهای مختلفی برای کاهش خطر سیلاب ارائه شده است. این راهبردها شامل مقاوم‌سازی زیرساخت‌ها، امدادسانی به‌موقع، آموزش و آگاهی‌بخشی به مردم، مدیریت کاربری اراضی و جلب مشارکت اجتماعی است. برای کاهش خطر و پیامدهای ناشی از سیلاب‌ها، باید برنامه‌های راهبردی جامع و بلندمدت تدوین و به‌طور مستمر مورد بازنگری و به‌روزرسانی قرار گیرند. در نهایت، این پژوهش تأکید دارد که مدیریت خطر سیلاب یک فرآیند چندوجهی است که نیازمند همکاری نزدیک میان نهادهای دولتی، جامعه محلی و محققان است. با اتخاذ رویکردی جامع و همکاری‌های بین‌بخشی، می‌توان به بهبود تاب‌آوری جامعه در برابر خطرات طبیعی و توسعه پایدار استان کرمانشاه کمک کرد.

۷- حامیان مالی

مقاله حامی مالی و معنوی نداشته است.

۸- مشارکت نویسندگان

نویسندگان به اندازه یکسان در مفهوم‌سازی و نگارش مقاله سهمیم هستند. همه نویسندگان محتوای مقاله ارسالی برای داوری را تایید کردند و در مورد تمام جنبه‌های کار توافق دارند.

of Flood Risk Management, 11. 121-133. <https://doi.org/10.1111/JFR3.12187>

3- Atanga, R. A. (2020). The role of local community leaders in flood disaster risk management strategy making in Accra. *International journal of disaster risk reduction*, 43, 101358. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101358>

4- Awah, L. S., Belle, J. A., Nyam, Y. S., & Orimoloye, I. R. (2024). A systematic analysis of systems approach and flood risk management research: trends, gaps, and opportunities. *International Journal of Disaster Risk Science*, 15(1), 45-57. <https://doi.org/10.1007/s13753-024-00544-y>

5- Babaei, B., Seyedian, S. M., & Toomaj, A. (2020). The Role of Flood Risk Management Approach on Resilience of Local communities (Case Study: Flooded villages of Gorgan-Rud watershed). *Geographical Planning of Space*, 10(36), 63-76. [In Persian]. doi: 10.30488/gps.2020.91920

6- Cea, L., & Costabile, P. (2022). Flood risk in urban areas: Modelling, management and adaptation to climate change. A review. *Hydrology*, 9(3), 50. <https://doi.org/10.3390/hydrology9030050>

7- Chen, J., Huang, G., & Chen, W. (2021). Towards better flood risk management: Assessing flood risk and investigating the potential mechanism based on machine learning models. *Journal of environmental management*, 293, 112810. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112810>

8- Country Management and Planning Organization. (2015). *Dasht flood management guide*. Recovered on December 14, 2024, of <http://coactm.ir/wp-content/uploads> [In Persian].

9- Courty, L. G., Rico-Ramirez, M. Á., & Pedrozo-Acuña, A. (2018). The Significance of the Spatial Variability of Rainfall on the Numerical Simulation of Urban Floods. *Water*, 10(2), 207. <https://doi.org/10.3390/w10020207>

10- Dieperink, C., Hegger, D. L., Bakker, M. H. N., Kundzewicz, Z. W., Green, C., & Driessen, P. P. J. (2016). Recurrent governance challenges in the implementation

۷- صالحی، اسماعیل؛ رفیعی، یوسف؛ فرزادبختاش، محمدرضا و آقابابایی، محمدتقی. (۱۳۹۲). پهنه‌بندی خطر سیلاب شهری با استفاده از GIS و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (مطالعه‌موردی: تهران). *محیط‌شناسی*، ۳۹(۳)، ۱۷۹-۱۸۸. doi: 10.22059/jes.2013.35901

۸- صلیبی، محمدعلی؛ پارسامهر، محمدرضا و پارسایی، طفالله. (۱۴۰۰). مدیریت کاهش سیلاب. تهران: نشر آموزش کشاورزی. https://agrilib.areeo.ac.ir/book_9442.pdf

۹- طاهری، سیده محدثه و مساعدی، ابوالفضل. (۱۴۰۲). مروری بر راهبردهای مدیریت ریسک سیل و چالش‌های قانونی و عملی. آب و توسعه پایدار، ۱۰(۳)، ۳۵-۵۰. doi: 10.22067/jwsd.v10i3.2309-127

۱۰- قدبیگی، محمود؛ مظاهری، حمید؛ شفیعی، هما و مردیان، مهدی. (۱۴۰۲). مدیریت ریسک سیلاب شهری، راهکاری بر حفاظت از زیست‌بوم‌ها (مطالعه‌موردی: شهر اراک). *پژوهش‌های زیست‌قوم‌شناختی و حفاظت*، ۱(۲)، ۳۸-۵۰. doi: 10.22091/ethc.2024.10558.1018

۱۱- قربان‌زاده، محدثه؛ آذرخشی، مریم؛ مساعدی، ابوالفضل و رستمی خلج، محمد. (۱۳۹۶). بررسی کارایی روش AHP در تعیین مناطق مستعد خطر سیلاب شهری (مطالعه‌موردی: بخش مرکزی شهر تربت حیدریه). *پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی*، ۴۹(۴)، ۶۴۵-۶۵۶. doi: 10.22059/jph-gr.2018.231371.1007037

۱۲- قصابیان، جواد. (۱۳۹۹). بهره‌گیری از روش‌های نوین در مدیریت بحران و سیلاب شهری با تاکید بر کاهش خسارت و تلفات (مطالعه‌موردی: سیلاب شهرستان سیمرغ). (۱۳۹۷). رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری، ۴(۱۲)، ۶۱-۷۳. <https://www.majournal.ir/index.php/ma/article/view/35>

References

- 1- Aghayary, L., Asghari Saraskanrood, S. & Zeinali, B. (2024). Identification and zoning of flood prone areas in Germi county. *Journal of Geography and Planning*, (), -. [In Persian]. doi: 10.22034/gp.2024.60493.3235
- 2- Archer, D. R., & Fowler, H. J. (2018). Characterising flash flood response to intense rainfall and impacts using historical information and gauged data in Britain. *Journal*

- and alignment of flood risk management strategies: a review. *Water Resources Management*, 30, 4467-4481. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1491-7>
- 11- Falconer, R. H., Cobby, D., Smyth, P., Astle, G., Dent, J., & Golding, B. (2009). Pluvial flooding: new approaches in flood warning, mapping and risk management. *Journal of Flood Risk Management*, 2(3), 198-208. <https://doi.org/10.1111/j.1753-318X.2009.01034.x>
- 12- Garrote, J., Peña, E., & Díez-Herrero, A. (2021). Probabilistic flood hazard maps from Monte Carlo derived peak flow values—An application to flood risk management in Zamora city (Spain). *Applied Sciences*, 11(14), 6629. <https://doi.org/10.3390/app11146629>
- 13- Ghabdibeygi, M., Mazaheri, H., Shafiei, H., & Mardian, M. (2024). Urban flood risk management, a solution for the protection of ecosystems (Case study: Arak City). *Ethnobiology and Biodiversity Conservation*, 1(2), 38-50. [In Persian]. doi: 10.22091/ethc.2024.10558.1018
- 14- Ghorbanzade, M., Azarakhshi, M., Mosaedi, A. & Rostami Khalaj, M. (2017). Evaluation of the efficiency of Analytic Hierarchy Process (AHP) to specify the areas with urban flood risk potential, case study: the central part of Torbat Heydarieh. *Physical Geography Research*, 49(4), 645-656. [In Persian]. doi: 10.22059/jph-gr.2018.231371.1007037
- 15- Kuhlicke, C., Seebauer, S., Hudson, P., Begg, C., Bubeck, P., Dittmer, C., ... & Bamberg, S. (2020). The behavioral turn in flood risk management, its assumptions and potential implications. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 7(3). <https://doi.org/10.1002/wat2.1418>
- 16- Kundzewicz, Z. W., Hegger, D. L. T., Matczak, P., & Driessen, P. P. J. (2018). Flood-risk reduction: Structural measures and diverse strategies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(49), 12321-12325. <https://doi.org/10.1073/pnas.1818227115>
- 17- Kundzewicz, Z. W., Szwed, M., & Pińskwar, I. (2019). Climate variability and floods—A global review. *Water*, 11(7), 1399. <https://doi.org/10.3390/w11071399>
- 18- Lund, J. R. (2012). Flood Management in California. *Water*, 4(1), 157-169. <https://doi.org/10.3390/w4010157>
- 19- Morrison, A., Westbrook, C. J., & Noble, B. F. (2018). A review of the flood risk management governance and resilience literature. *Journal of Flood Risk Management*, 11(3), 291-304. <https://doi.org/10.1111/JFR3.12315>
- 20- O'Donnell, E. C., & Thorne, C. R. (2020). Drivers of future urban flood risk. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 378(2168), 20190216. <https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0216>
- 21- Pathan, A. I., Girish Agnihotri, P., Said, S., & Patel, D. (2022). AHP and TOPSIS based flood risk assessment-a case study of the Navsari City, Gujarat, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(7), 509. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10111-x>
- 22- Qasabiyan, J. (2019). Using modern methods in crisis management and urban flooding with emphasis on reducing damage and casualties (Case study: Simorgh County Flood, 2018). *New Research Approaches in Management and Accounting*, 4(12), 61-73. [In Persian]. <https://www.majournal.ir/index.php/ma/article/view/355>
- 23- Rajabizadeh, Y., Ayoubzadeh, S. A., & Ghomeshi, M. (2019). Flood Survey of Khuzestan Province in 97-98 and Providing Solutions for its Control and Management in the Future. *Ecohydrology*, 6(4), 1069-1084. [In Persian]. doi: 10.22059/ije.2020.285854.1166
- 24- Rentschler, J., Salhab, M., & Jafino, B. A. (2022). Flood exposure and poverty in 188 countries. *Nature communications*, 13(1), 3527. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30727-4>
- 25- Rosmadi, H. S., Ahmed, M. F., Mokhtar, M. B., & Lim, C. K. (2023). Reviewing Challenges of Flood Risk Management in Malaysia. *Water*, 15(13), 2390. <https://doi.org/10.3390/w15132390>
- 26- Sadeghloo, T. & Sojasi Qeidari, H. (2015). Flood hazard management strategies in rural area by

SWOC-TOPSIS technique (Case study: Ghare – chai river basin of Ramyan province). *Geography and Environmental Hazards*, 3(4), 105-128. [In Persian]. doi: [10.22067/geo.v3i4.36491](https://doi.org/10.22067/geo.v3i4.36491)

27- Saeedi Mofrad, S., & Asiaei, M. (2023). Flood risk zoning in Fariman city using fuzzy logic. *Studies of Human Settlements Planning*, 18(1), 283-298. [In Persian]. <https://sanad.iau.ir/Journal/jshsp/Article/1032024/FullText>

28- Salehi, E., Rafiei, Y., Farzad Behtash, M. R. & Aghababaei, M. T. (2013). Urban Flood Hazard Zonation Using GIS and Fuzzy-AHP Analysis (Case study: Tehran city). *Environmental Studies*, 39(3), 179-188. [In Persian]. doi: [10.22059/jes.2013.35901](https://doi.org/10.22059/jes.2013.35901)

29- Shah, M. A. R., Rahman, A., & Chowdhury, S. H. (2018). Challenges for achieving sustainable flood risk management. *Journal of Flood Risk Management*, 11, 352-358. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12211>

30- Solbi, M. A., Parsamehr, M. R., & Parsaei, T. (2021). *Flood Mitigation Management*. Tehran: Agricultural Education Publishing. [In Persian]. https://agrilib.areeo.ac.ir/book_9442.pdf

31- Taheri, S. M. & Mosaedi, A. (2023). Review of Flood Risk Management Strategies and Legal and Practical Challenges. *Water and Sustainable Development*, 10(3), 35-50. [In Persian]. doi: [10.22067/jwsd.v10i3.2309-127](https://doi.org/10.22067/jwsd.v10i3.2309-127)

32- Tariq, M. A. U. R., Farooq, R., & Van de Giesen, N. (2020). A critical review of flood risk management and the selection of suitable measures. *Applied Sciences*, 10(23), 8752. <https://doi.org/10.3390/app10238752>

33- Vafadarnikjoo, A., Chalvatzis, K., Botelho, T., & Bamford, D. (2023). A stratified decision-making model for long-term planning: Application in flood risk management in Scotland. *Omega*, 116, 102803. DOI: [10.1016/j.omega.2022.102803](https://doi.org/10.1016/j.omega.2022.102803)

34- Wolf, J. (2008). Coastal flooding: impacts of coupled wave–surge–tide models. *Natural Hazards*, 49(2), 241-260. <https://doi.org/10.1007/s11069-008-9316-5>

35- Yang, T. H., & Liu, W. C. (2020). A General Overview of the Risk-Reduction Strategies for Floods and Droughts. *Sustainability*, 12(7), 2687. <https://doi.org/10.3390/su12072687>