Geographical planning of space quarterly journal

Online ISSN: 2538-4821

Journal Homepage: gps.gu.ac.ir

Research Paper

Analysis and zoning of urban vulnerability against natural hazards The Case study of Ilam city

Syed Jahangir Musavi Nasab [1], Abbas MalekHoseini [2] ✉, Majid Shams [3]

1. *Department of Geography and Urban Planning,Malayer Branch, Islamic Azad University, Malayer, Iran*
Email: syedjahangirmusavinasab@gmail.com
2. (Corresponding Author) *Department of Geography and Urban Planning,Malayer Branch, Islamic Azad University, Malayer, Iran*
Email: malekhoseini@yahoo.com
3. Department of Geography and Urban Planning,Malayer Branch, Islamic Azad University, Malayer, Iran
Email: fazelman36@yahoo.com

ARTICLEINFO

Keywords:
Zoning,
Vulnerability,
Flood Risk,
Ilam City.

Article History:
Received:
2 April 2024
Received in revised form:
26 May 2024
Accepted:
21 June 2024
Available online:
26 July 2024
pp. 1-22

ABSTRACT

Due to the increasing incidence of floods, particularly in urban areas, and their associated risks to life, finance, and the environment, zoning flood-prone locations is of utmost importance. Therefore, current descriptive-analytical research aims to identify effective variables in flood risk zoning and assess the vulnerability of Ilam City to flood risk. The study identified factors affecting flood vulnerability zoning based on 11 variables sourced from different studies. The AHP method was then used to assess the opinions of 73 experts and weight experts, in relation to each variable, through the Export Choice software. Finally, the FAHP method was employed alongside GIS software to generate maps showing Ilam city's flood risk vulnerability zoning. When zoning Ilam city's vulnerability to floods, we examined 11 variables. Of these, three variables stand out: distance from waterways, with a weight of 0.244; distance from the river, with a weight of 0.126; and slope direction, with a weight of 1.102. These variables play a key role in determining the vulnerability of Ilam city to floods. A significant portion of Ilam city, spanning 1687 hectares, exhibits a high susceptibility to flood hazards due to its unique topographic and geologic features. The analysis of flood risk zoning in Ilam city indicates that the northwest, west, southwest, and south regions experience a lower level of vulnerability than other parts of the city. Conversely, a significant portion of the central, eastern, and northeastern regions of Ilam are vulnerable to such risks. In the following, suggestions have been made to reduce the vulnerability of Ilam city to floods.

Citation: Musavi Nasab, S. J., MalekHoseini, A., & Shams, M. (2024). Analysis and zoning of urban vulnerability against natural hazards The Case study of Ilam city. *Geographical planning of space quarterly journal, 14* (2), 1-22.
http://doi.org/10.30488/gps.2024.411141.3673

© The Author(s)
This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Publisher: Golestan University Press

Extended Abstract

Introduction

Among the natural hazards, floods have been the most common, deadly and costly natural hazards in history (Mokhtari et al., 2019: 498). Today, climate changes and human intervention in nature have caused the increase in the intensity and occurrence of floods in the world and the occurrence of severe floods in some countries and increased damage to structures, infrastructures and human casualties (Hassanzadeh et al., 1400: 332). In Iran, as in other flood-prone areas of the world, in recent decades, the severity of floods and the amount of damage caused by them have increased significantly. Meanwhile, the city of Ilam is one of the border cities of the country with a 425 km border with Iraq and due to the geographical and natural conditions, the type of climate, and the surrounding forests, having 7% of the country's oil and 11% of the country's gas reserves with a lot of investment in these two sectors. And being connected to the Karbala highway, adjacent to large provinces such as Kermanshah and Khuzestan, as well as being tourist-friendly, are strategic points. Also, due to the special characteristics of Ilam city such as: location in Karkheh catchment area and flood potential, climatic fluctuations along with the location and headquarters of Ilam city in the Zagros highlands with the steep slope of the heights connected to the city, non-observance of urban construction rules, being flood prone and The presence of very old structures in some parts of the city, the presence of defenseless spaces, unstable marginal neighborhoods with steep slopes, and not observing the patterns of adjacent land uses in the city, etc., are considered as one of the high-risk and flood-prone cities of the Zagros region. In this regard, every year we witness the occurrence of various natural hazards such as floods in the Ilam watershed, which in some cases cause loss of life in addition to extensive financial losses. In order to prevent these accidents and reduce these losses and casualties, it seems necessary and logical to identify the places and areas prone to flooding and some kind of sensitive areas in this field. Therefore, in the present research, it has been tried to identify the most important criteria and variables affecting flood zoning in the first step, and in the next step, the degree of vulnerability of Ilam city to flood risk has been investigated.

Methodology

The current research is based on practical purpose and based on descriptive-analytical method. According to the main goal of this research "zoning the degree of vulnerability of Ilam city against floods" it consists of 3 stages as follows:

- Identifying the important and effective criteria and variables in zoning the vulnerability of Ilam city against floods according to the studies and available information.
- Using the AHP method to weight the variables related to flood zoning.
- The last step is to determine the state of flood risk zoning in the city of Ilam using the integration of variables (maps) in the GIS environment.

Results and discussion

As previously mentioned, based on the studies conducted in the field of flood vulnerability zoning and available information and maps, the most important variables affecting the zoning of Ilam city's flood vulnerability in the form of 2 natural and planning criteria and 11 variables: land slope, slope direction, altitude, climate, distance from the river, geology, distance from the waterway and erosion (natural parameters); Distance from roads, land use, distance from buildings (planning criteria) were identified. In the zoning of Ilam city's vulnerability to floods, out of 11 variables examined, 3 variables are distance from waterways with a weight of 0.244; The distance from the river with a weight of 0.126 and the slope direction with a weight of 0.102 are the most important variables and play a key role in zoning the vulnerability of Ilam city against floods. Examining the zoning status of Ilam city's vulnerability to flood risk shows that the northwest, west, southwest and south parts

of Ilam city are in a less vulnerable state than other areas of Ilam city. Also, most of the central, eastern and northeastern parts of Ilam are in a state of high vulnerability .Also, more than 600 hectares of the area of Ilam city are in high and very high vulnerability state in case of an earthquake, 580 hectares of Ilam city are in low and very low vulnerability state. Finally, 299 hectares of Ilam city is in a medium vulnerability state.
The city of Ilam is in a position due to its topographical situation and also due to its location among the mountain ranges that surround a large part of the city.. Due to the presence of high altitudes in the eastern and northern parts of the city, this area acts as a catchment with a high slope during torrential rains and sends a large volume of water to the downstream slopes. Also, the northern direction of Ilam city has more humidity because it is exposed to less light, and this factor causes more vegetation to grow, the presence of denser vegetation causes more water absorption, and this factor causes runoff to be minimized.

Conclusion

In general, the investigation of the vulnerability of Ilam city against floods has been done in 5 vulnerability classes: very low, low, medium, high and very high; Based on this, 1860 hectares of Ilam city will be placed in the low vulnerability class in case of flood in this city. 1204 hectares of the city are in the medium class and finally 1687 hectares of the city of Ilam are in the high and very high vulnerability class, which can make Ilam city face major challenges in the event of a flood. Examining the status of 14 urban areas in the 4th district of Ilam shows that out of the 4 urban areas related to the 1st area, two urban areas are Tepeh Shahid and Markazi; From region 2, which has 2 urban areas, Banborz urban area; From the 3rd region, out of the 4 urban districts, Shahabad and Nowruzabad districts, and finally, out of the 4 urban districts related to the 4th region, only the Azadegan district is exposed to high vulnerability due to floods.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved thecontent of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

مجله آمایش جغرافیایی فضا

شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۱-۲۵۳۸

Journal Homepage: gps.gu.ac.ir

مقاله پژوهشی

تحلیل و پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطرات طبیعی مطالعه موردی: شهر ایلام*

سید جهانگیر موسوی نسب [۱]، عباس ملک حسینی [۲]، مجید شمس [۳]

۱- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران. **Email:** syedjahangirmusavinasab@gmail.com

۲- نویسنده مسئول، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران. **Email:** malekhoseini@yahoo.com

۳- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران. **Email:** fazelman36@yahoo.com

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:
پهنه‌بندی،
آسیب‌پذیری،
مخاطره سیل،
شهر ایلام.

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۱/۱۴
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۰۳/۰۶
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۴/۰۱
تاریخ چاپ:
۱۴۰۳/۰۵/۰۵
صص. ۲۲-۱

چکیده

با توجه به وقوع سیلاب مخصوصاً در سطح شهرها و به وجود آمدن خطرات جانی، مالی و محیط‌زیستی ناشی از افزایش آن، پهنه‌بندی مناطق سیل‌خیز از اهمیت بالایی برخوردار است. پژوهش حاضر با رویکرد توصیفی – تحلیلی ضمن شناسایی متغیرهای مؤثر در پهنه‌بندی خطر سیل؛ به دنبال پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر مخاطره سیل است. در این پژوهش در ابتدا متغیرهای اثرگذار بر پهنه‌بندی آسیب‌پذیری سیل بر اساس مطالعات مختلف شناسایی (۱۱ متغیر)، سپس با استفاده از روش AHP و نظرات مربوط به ۷۳ کارشناس و متخصص وزن مربوط به هرکدام از متغیرها در محیط Export Choice مشخص شد و درنهایت با استفاده از روش FAHP و در محیط GIS نقشه مربوط به پهنه‌بندی وضعیت آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر مخاطره سیل ترسیم‌شده است. در پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل از ۱۱ متغیر موردبررسی ۳ متغیر فاصله از آبراهه با وزن ۰/۲۴۴؛ فاصله از رودخانه با وزن ۰/۱۲۶ و جهت شیب با وزن ۰/۱۰۲ بااهمیت‌ترین متغیرها هستند و نقش کلیدی در پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل ایفا می‌کنند. همچنین محدوده وسیعی از شهر ایلام (۱۶۸۷ هکتار) دارای پتانسیل بالای آسیب‌پذیری از مخاطره سیل می‌باشد که ناشی از شرایط توپوگرافی و زمین‌شناسی خاص این محدوده می‌باشد. قسمت‌های شمال غربی، غرب و جنوب غربی و جنوب شهر ایلام در وضعیت آسیب‌پذیری کمتری نسبت به سایر مناطق شهر ایلام قرار دارند. همچنین بیشتر قسمت‌های مرکزی، شرق و شمال شرق ایلام در وضعیت آسیب‌پذیری بالا قرار دارند. در ادامه جهت کاهش میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل پیشنهادهایی ارائه‌شده است.

استناد: موسوی نسب، سید جهانگیر؛ ملک‌حسینی، عباس و شمس، مجید. (۱۴۰۳). تحلیل و پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطرات طبیعی مطالعه موردی: شهر ایلام. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۴ (۲)، ۲۲-۱.

http://doi.org/10.30488/gps.2024.411141.3673

© نویسندگان

ناشر: انتشارات دانشگاه گلستان

*. این مقاله برگرفته از رساله دکتری آقای سید جهانگیر موسوی نسب در رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری با راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر می‌باشد.

مقدمه

شهرها در طول تاریخ هیچ‌گاه از آسیب حوادث طبیعی و انسان‌ساز در امان نبوده‌اند. یکی از موضوعات که بیشتر، به‌ویژه سکونتگاه‌های انسانی شهرهای بزرگ جهان با آن مواجه، هستند موضوع مخاطرات طبیعی است. مخاطرات همیشه در طول تاریخ همراه انسان بوده و نسل بشری متحمل آسیب‌های ناشی از آن‌ها بوده است (فراهانی و عباسی، ۱۴۰۲: ۲۱۲) درواقع همه جوامع در برابر مخاطرات طبیعی آسیب‌پذیر هستند ولی میزان این آسیب‌پذیری از مکانی به مکان دیگر متفاوت است (Agba et al, 2010: 52). هرساله مخاطرات طبیعی خسارات فراوانی را در کشورهای مختلف باعث می‌شود. شواهد حکایت از افزایش انواع بحران‌های طبیعی از نظر شدت و فراوانی است (سعیدی مفرد و آسیایی، ۱۴۰۲: ۲۸۴). در شش ماه نخست سال ۲۰۲۰ بر اساس نتایج گزارش‌ها و بررسی مربوط به مرکز مطالعات آئون[1] در سطح جهان ۲۰۷ فاجعه و رخداد حادثه برانگیز طبیعی ثبت‌شده است که مقایسه این آمار با میانگین قرن ۲۱ روند افزایشی را نشان می‌دهد. بررسی آمارهای جهانی مربوط به حادث شدن مخاطرات در سال ۲۰۱۹ بیانگر این مورد است که حداقل ۲۷ درصد از مخاطرات بین‌المللی در گروه مخاطرات طبیعی به وقوع پیوسته است، طوری که بین ماه‌های ژانویه و ژوئن (سال ۲۰۱۹) حداقل ۱۶۳ مورد مخاطره طبیعی گزارش‌شده است. همچنین بررسی خسارات مربوط به مخاطرات طبیعی در نیمه نخست سال ۲۰۲۰ در سطح جهان در حدود ۷۵ میلیارد دلار برآورد شده که این میزان خسارت نزدیک به خسارت‌های واردشده بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۹ میلادی است (Podlaha, 2020: 4).

بااین‌حال در اکثر شهرهای جهان سوم برنامه‌ریزان شهری دارای برنامه مشخص جهت رویارویی با مخاطرات طبیعی نبوده و به‌واقع دچار نوعی روزمرگی همراه با عدم آمادگی جهت مقابله با حوادث مخرب آینده مواجه بوده و پیش از آنکه راه‌حل و تدبیری کار برای مقابله با این حوادث ناگوار طبیعی در این شهرها برنامه‌ریزی شود رخ دادن این‌گونه حوادث و مخاطرات طبیعی را امری بدیهی و غیرقابل‌کنترل جلوه می‌دهند (قادری و فرهمند، ۱۴۰۱: ۵۴۴). همچنین در این کشورها (جهان سوم) به دلایل متعدد از جمله توسعه فیزیکی نامناسب، عدم رعایت اصول و مقررات شهرسازی، تمرکز بیش‌ازحد جمعیت و ساختمان‌ها در مناطق مستعد مخاطرات طبیعی و مکان گزینی نامناسب، مردم و زندگی‌شان همواره در معرض خطرات ناشی از بلایای طبیعی قرار دارد (Federico et al, 2021: 6). تمدن امروزی به دلیل گرایش به شهرنشینی عاملی برای رشد و توسعه شهری و در نتیجه حادث شدن پیامدها و چالش‌های ناگوار بر کالبد و سکونتگاه‌های شهری شده است. با پیچیده‌تر شدن ابعاد سکونتگاه‌های شهری ناپایداری در بوم شهرها آشکارتر شده است؛ بنابراین جامعه شهری و ساکنان این جامعه، خصوصاً در اشکال امروزی و مدرن آن، دائماً و در سطح وسیع در معرض انواع مختلف مخاطرات طبیعی قرارگرفته‌اند (مشهدی و امینی ورکی، ۱۳۹۴: ۵) طوری که در مقابل این مخاطرات بسیار حساس و شکننده هستند (Xiaodong et al, 2020: 16).

از میان مخاطرات طبیعی سیلاب‌ها طی تاریخ شایع‌ترین، مرگ‌بارترین، پرهزینه‌ترین و گسترده مخاطرات طبیعی بوده‌اند (محمدنژاد آروق، ۱۴۰۰: ۶۹؛ مختاری و همکاران، ۱۳۹۹: ۴۹۸). امروزه تغییرات اقلیمی و دخالت انسان در طبیعت سبب افزایش شدت و رخداد سیل در جهان و وقوع سیل‌های سهمگین در برخی از کشورهای و افزایش خسارت به سازه‌ها، زیرساخت‌ها و تلفات انسانی شده است (حسن‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰: ۳۳۲). در ایران نیز همانند سایر مناطق سیل‌خیز دنیا در دهه‌های اخیر، شدت وقوع سیلاب‌ها و میزان خسارت‌های ناشی از آن به‌طور چشمگیری افزایش‌یافته است، در این میان شهر ایلام یکی از شهرهای مرزی کشور با ۴۲۵ کیلومتر مرز مشترک با کشور عراق و به دلیل شرایط جغرافیایی و

1. AON

طبیعی، نوع اقلیم، جنگل‌های اطراف، دارا بودن ۷ درصد نفت و ۱۱ درصد ذخایر گاز کشور با سرمایه‌گذاری فراوان در این دو بخش و اتصال بودن به بزرگراه کربلا، هم‌جواری با استان‌های بزرگی چون کرمانشاه و خوزستان و همچنین توریست‌پذیر بودن، از نقاط استراتژیک به شمار می‌رود. همچنین به دلیل ویژگی‌های خاصی شهر ایلام همانند: قرارگیری در حوضه آبریز کرخه و پتانسیل سیل‌خیزی، نوسانات آب‌وهوایی به همراه مکان گزینی و مقر شهر ایلام در ناودیس ارتفاعات زاگرس با شیب تند ارتفاعات متصل به شهر، عدم رعایت دقیق قوانین ساخت‌وساز شهری، سیل‌خیز بودن و وجود بافت‌های بسیار قدیمی در بعضی نقاط شهر وجود فضاهای بی‌دفاع، محلات ناپایدار حاشیه‌نشین با شیب تند و رعایت نکردن الگوهای هم‌جواری کاربری‌ها در سطح شهر و ... به‌عنوان یکی از شهرهای پرمخاطره و سیل‌خیز منطقه زاگرس مطرح می‌باشد. در این راستا در حوضه آبخیز ایلام هرساله شاهد وقوع حوادث طبیعی ناگوار (همانند سیل) هستیم که جدا از خسارات مالی فراوان، تلفات انسانی بسیاری را به همراه دارد. بنابراین در قدم نخست پهنه‌بندی و شناسایی مناطق حساس و مستعد وقوع سیل یکی از مهم‌ترین اقدامات ضروری جهت پیشگیری و کاهش خسارت‌های ناشی از وقوع سیل می‌باشد. ازاین‌رو در پژوهش حاضر سعی شده است در قدم نخست مهم‌ترین معیارها و متغیرهای مؤثر بر پهنه‌بندی سیل شناسایی و در مرحله بعد میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر مخاطره سیل بررسی شود.

افزایش سیل در سال‌های اخیر به‌وضوح بیانگر آسیب‌پذیری بیشتر مناطق کشور و در نتیجه افزایش خسارت‌ها و تلفات جانی و مالی ناشی از سیل می‌باشد (شهابی، ۱۴۰۰: ۱۸۶). بررسی شدت سیل‌خیزی و آسیب‌پذیری در یک منطقه و تعیین مناطق آسیب‌پذیر (پهنه‌بندی) و عوامل تأثیرگذار بر شدت سیل می‌تواند به‌عنوان یکی از رویکردهای عمده در کاهش میزان آسیب‌پذیری سیل و خسارات‌های ناشی از آن موردتوجه قرار گیرد. در زمینه پهنه‌بندی و ارزیابی آسیب‌پذیری سیل در داخل و خارج از کشور مطالعات و پژوهش‌های ارزشمندی انجام‌گرفته که در ادامه برخی از این مطالعات آورده شده است. سومیا و همکاران[1](۲۰۱۵) با پهنه‌بندی آسیب‌پذیری سیل شهری در ساحل جنوب غربی هند با استفاده از سنجش‌ازدور و GIS نشان دادند که مناطق با آسیب‌پذیری بسیار بالا و آسیب‌پذیری بالا جمعاً ۸/۶ درصد از مساحت کل شهر را تشکیل داده‌اند. سونگ[2]و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که؛ آسیب‌پذیری شهر شنژن در برابر سیلاب در یک نقطه متمرکز نیست و توزیع آن در سراسر شهر وجود دارد همچنین ۷۶ حومه و خارج از شهر در معرض خطر متوسط و بالای سیلاب قرار دارد. سوئیسی[3]و همکاران (۲۰۲۰) با مدل‌سازی مناطق حساس به سیل در جنوب شرقی تونس نشان دادند که، ۷۴/۵۱ درصد از منطقه به لحاظ سیل‌خیزی در وضعیت متوسط و بسیار بالا قرار دارد. اکمیکشیولی[4]و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده از دیدگاه خبرگان به ارزیابی خطر سیل در استانبول، ترکیه پرداخته‌اند، که نتایج این پژوهش بیانگر آن است که، نقشه‌های تهیه‌شده نتایج متفاوتی نسبت به نظرات کارشناسان و متخصصان دارند که با توجه به تغییر مناطق مستعد سیل، میزان سرمایه‌گذاری در این مناطق نیز کاهش پیدا می‌کند. همچنین از مطالعات مرتبط و ارزشمند داخل کشور می‌توان به پژوهش‌های حاتمی نژاد و همکاران (۱۳۹۶)، حسام و همکاران (۱۳۹۸)، اسماعیلی علیوجه و همکاران (۱۳۹۹)، پور اسمعیل و همکاران (۱۴۰۰)، جلالیان (۱۴۰۰) و سعیدی منفرد و همکاران (۱۴۰۱) اشاره کرد

به‌طورکلی تمام مطالعات انجام‌شده داخلی و خارجی به‌عنوان یک راهنما برای محققین در زمینه انتخاب روش تحقیق مناسب و شناسایی متغیرهای مؤثر در شناسایی و پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری سیل عمل کرده‌اند.

1. Sowmya
2. Song
3. Souissi
4. Ekmekcioğlu

مبانی نظری

فرآیندهای طبیعی (یا خطرات) که محرک بلایای طبیعی هستند به‌طور گسترده در شش دسته طبقه‌بندی می‌شوند. تعاریف و توصیف هر خطر به شرح زیر است:

• ژئوفیزیک[1]: به این خطر زمین‌شناسی نیز گفته می‌شود و از پوسته جامد زمین سرچشمه می‌گیرد. رویدادهای مرتبط با این خطر شامل زمین‌لرزه، فعالیت آتش‌فشانی و حرکت توده خشک می‌باشد.

• هیدرولوژیکی[2]: این خطر با وقوع حرکت و پراکندگی آب شیرین و شور بر روی یا زیر سطح زمین مرتبط است. وقایع ایجادشده توسط این خطر شامل سیل، رانش زمین و امواج است (Below et al, 2021).

• هواشناسی[3]: این خطر رویدادهای کوتاه‌مدتی را تشکیل می‌دهد که از چند دقیقه تا چند روز طول می‌کشد و ناشی از شرایط جوی میکرو (کمتر از ۱ کیلومتر) تا مقیاس متوسط (۲ تا ۲۰۰۰ کیلومتر) است که می‌تواند توسط تغییرات آب‌وهوای جهانی تشدید می‌شود. طوفان‌های همرفتی (یا گردبادها)، طوفان‌های خارج از حاره (یعنی ۳۰ درجه تا ۶۰ درجه عرض جغرافیایی)، طوفان‌های استوایی (تا ۳۰ درجه عرض جغرافیایی رخ می‌دهد)، مه و تغییرات شدید و ناگهانی دمایی در این دسته از خطر گنجانده‌شده‌اند.

• اقلیم‌شناسی[4]: خطری که با تغییرپذیری آب‌وهوا در یک بازه زمانی گسترده از درون فصلی تا چند دهه‌ای در مقیاس بینایی تا کلان (بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر) مرتبط است. خشک‌سالی، آتش‌سوزی جنگلی، حرکت یخچال‌ها و طغیان دریاچه‌های یخبندان از جمله رویدادهای مرتبط با این خطر هستند (IRDR, 2014).

• بیولوژیکی[5]: خطری که از یک ماده بیولوژیکی، مانند سم، کپک، یا ناقلی حامل ارگانیسم‌های بیماری‌زا سرچشمه می‌گیرد و قرار گرفتن در معرض آن تهدیدی برای سایر موجودات زنده یا انسان است. ازدحام ملخ‌ها، شکوفه‌های جلبکی، هجوم به حیات‌وحش سمی و بیماری‌های منتقله از طریق ناقل مانند طاعون، مالاریا و کووید-۱۹ نمونه‌هایی از این خطر هستند.

• فرازمینی[6]: خطری که خارج از جو زمین منشأ می‌گیرد و ممکن است در اثر بقایای سیارک‌ها، شهاب‌سنگ‌ها، دنباله‌دارها یا زباله‌های فضایی انسانی، زمانی که این‌ها وارد جو زمین می‌شوند، یا برخورد ناشی از این اجرام بر سطح زمین ایجاد شود. این خطر همچنین ممکن است ناشی از شرایط بین سیاره‌ای مانند شراره‌های خورشیدی باشد که می‌تواند باعث اختلال در مگنتوسفر، ترموسفر یا یونوسفر زمین شود (Chaudhary & Piracha, 2021: 1102).

در این میان مخاطرات هیدرولوژیکی خصوصاً سیلاب از مهم‌ترین مخاطرات در ایران و جهان می‌باشد که امروزه بشر با آن مواجه است و هر ساله خسارات مالی و جانی فراوانی را به دنبال دارد و از جمله بلایای طبیعی شناخته‌شده است که طبق گزارش جهانی برنامه عمران سازمان ملل در مورد خطر بلایای طبیعی، سیلاب همراه با زلزله و خشک‌سالی بالاترین رتبه را از لحاظ خسارت مالی و جانی به همراه دارد (آرخی و همکاران، ۱۴۰۰: ۸۷) و همواره از ریسک بالایی برخوردار بوده است. ریسک سیل، خسارت قابل‌انتظاری است که در اثر آن به عناصری از جامعه و محیط آسیب‌های وارد می‌گردد (بازدار و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۹۹). شناسایی و تحلیل فاکتورها و مؤلفه‌های اثرگذار بر وقوع و افزایش سیل در جهت کنترل و مبارزه

1. Geophysical
2. Hydrological
3. Meteorological
4. Climatological
5. Biological
6. Extraterrestrial

با اثرات آن از اهمیت زیادی برخوردار است. به‌عبارتی‌دیگر جهت کنترل سیلاب قبل از انجام هرگونه برنامه‌ریزی، در وهله اول باید رفتار فرایندهای آن را به‌خوبی درک کرد. در واقع مشخصه‌های فیزیکی یک حوضه آبخیز همانند: شیب و ناهمواری‌های آن، شبکه‌های آبراهه موجود در حوزه و اقدامات ناشی از فعالیت‌های انسانی و ... از جمله عوامل تأثیرگذار بر اندازه و تناوب وقوع سیلاب در هر منطقه می‌باشند. بنابراین شناسایی این عوامل اثرگذار و گروه‌بندی کردن آن‌ها در مناطق مختلف، از جمله اصول اولیه و اقدامات فوری در جهت کنترل سیلاب و کاهش مخاطرات طبیعی به شمار می‌رود (مددی و همکاران، ۱۳۹۹: ۸۲). با توجه به علل مختلف و تأثیرگذار در رخداد سیلاب، می‌توان از طریق به‌کارگیری اقدامات و راهکارهای علمی و عملی مانع وقوع بسیاری از سیلاب‌ها شد و حتی در صورت عدم جلوگیری از وقوع سیلاب می‌توان با انجام دادن اقداماتی همانند پهنه‌بندی خطر و آسیب‌پذیری مناطق در معرض سیل بسیاری از خسارات و تلفات ناشی از آن را کاهش داد، پهنه‌بندی خطر رویکرد مهمی از فرایند مدیریت پیش از بحران است که به برنامه‌ریزان و مدیران شهری در آماده‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری کمک فراوانی می‌کند (کرمی و امیریان، ۱۳۹۷: ۱۱۰). نقشه پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب و میزان آسیب‌پذیری آن می‌تواند در برنامه‌ریزی مسیر رشد و توسعه فیزیکی آتی شهر، به‌عنوان یک ابزار کارآمد مورداستفاده قرار گیرد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر بر اساس هدف کاربردی بوده و بر اساس روش از نوع توصیفی – تحلیلی می‌باشد. با توجه به هدف اصلی این پژوهش «پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل» از ۳ مرحله بدین شرح تشکیل‌شده است:

۱) شناسایی معیارها و متغیرهای مهم و اثرگذار در پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل با توجه به مطالعات انجام‌گرفته و اطلاعات در دسترس؛ در مورد این‌که چه متغیرهای جهت پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل مناسب هستند، اتفاق‌نظر کاملی وجود ندارد ازاین‌رو در این قسمت از مقاله تلاش شده که با جمع‌بندی کلی این موارد و با انتخاب کردن متغیرهای مشترک بین مطالعات انجام‌گرفته (جدول ۱) و اطلاعات در دسترس، بهترین متغیرها جهت بررسی میزان آسیب‌پذیری از سیل انتخاب شود.

جدول ۱. شاخص‌های مورداستفاده جهت پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهری از مخاطره سیل در مطالعات گذشته

محقق	سال نشر	شاخص‌های مورداستفاده جهت آسیب‌پذیری شهری از مخاطره سیل
پور مرتضی	۱۳۹۳	ارتفاع، اقلیم، کاربری اراضی، شیب، لیتولوژی، تراکم زهکشی، فاصله از رودخانه و واحد اراضی
یزدانی و همکاران	۱۳۹۶	ارتفاع، شیب، فاصله از آبراهه، کاربری اراضی، لیتولوژی
نوروزی طیولا و بینایی	۱۳۹۸	شبکه زهکشی، فاصله از معابر، کاربری، بافت فرسوده، تراکم جمعیت و شیب
علیپور	۱۳۹۹	شیب، جهت شیب، ارتفاع، فاصله از آبراهه، بارش، شاخص قدرت جریان، رطوبت، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، فاصله از رودخانه، فاصله از ساختمان، فاصله از معابر، کاربری اراضی
آزاد طلب و همکاران	۱۳۹۹	شیب، جهت شیب، ارتفاع، فاصله از رودخانه، تراکم رودخانه، تجمع جریان، کاربری اراضی، باران، شیب، فاصله از معابر، فاصله از ساختمان مسکونی، تراکم ساختمان.
آزاد خانی و همکاران	۱۳۹۹	ارتفاع، فاصله از آبراهه، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، شیب و جهت شیب
سعیدی مفرد و آسیابی	۱۳۹۹	شیب، ارتفاع، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، بارش، فاصله از آبراهه، تراکم زهکشی، زمین‌شناسی
خالدی و همکاران	۱۴۰۰	زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، ارتفاع، شیب، فاصله از رودخانه، نوع کاربری اراضی و وضعیت خاک
رضایی مقدم	۱۴۰۰	شیب، فاصله از آبراهه، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، فاصله از آبراهه، نوع خاک، پوشش گیاهی، کاربری اراضی
کاظمی و همکاران	۱۴۰۰	خاکشناسی، کاربری اراضی، بارندگی، سطح ایستایی آب، فاصله از آبراهه، ارتفاع و شیب
زیاری و همکاران	۱۴۰۰	شیب، فاصله از آبراهه، کاربری اراضی، ارتفاع، زمین‌شناسی و خاک

۲) استفاده از روش AHP[1] برای وزن دهی به متغیرهای مربوط به پهنه‌بندی سیل، زیرا هرکدام از متغیرهای پژوهش دارای ارزش یکسانی در پهنه‌بندی سیل و در نتیجه مشخص شدن میزان آسیب‌پذیری، نیستند طوری که برخی از متغیرها اثرگذاری بیشتر و برخی دیگر اثرگذاری کمتری دارند؛ که در این زمینه با توجه به نظر متخصصان و از طریق روش مقایسه دوبه‌دو درجه اهمیت هرکدام از متغیرها مشخص می‌شود.

۳) مرحله آخر مشخص کردن وضعیت پهنه‌بندی خطر سیل در سطح شهر ایلام با استفاده از تلفیق متغیرها (نقشه‌ها) در محیط GIS. در این مرحله تمام نقشه‌ها (متغیرهای) مربوط به پهنه‌بندی در محیط GIS با استفاده از روش FAHP[2] ترکیب‌شده و نقشه مربوط به میزان آسیب‌پذیری هر مکان در سطح کل شهر مشخص‌شده است.

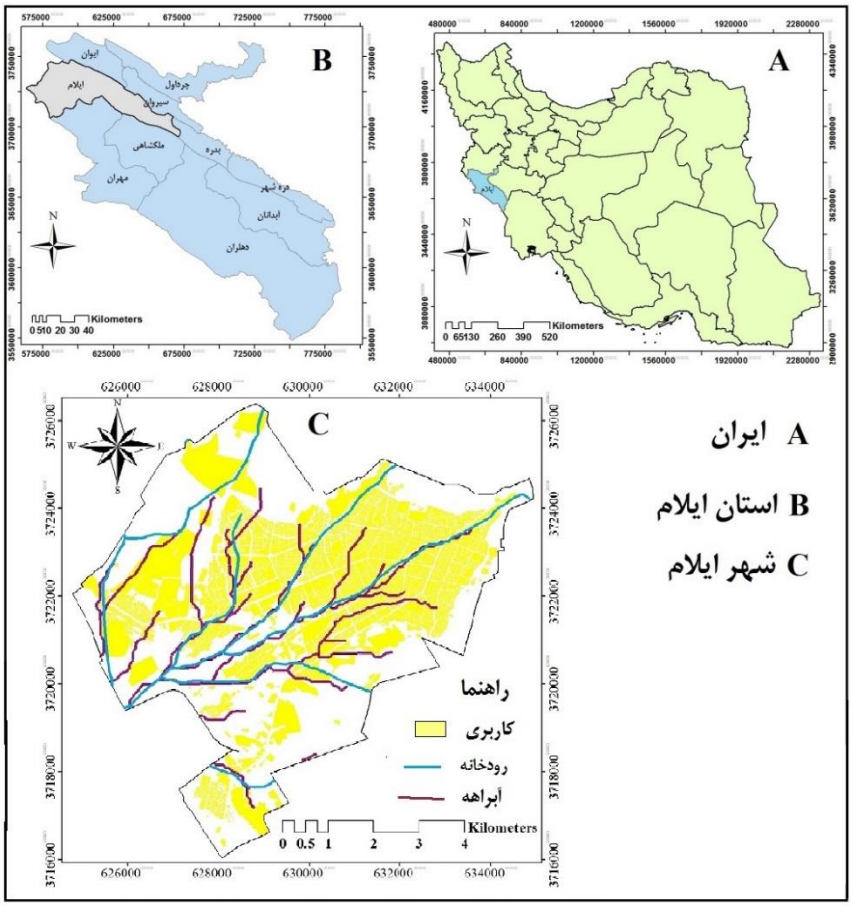
مراحل روش FAHP که در محیط GIS انجام می‌شود؛ به شرح زیر می‌باشد:

- در مرحله اول باید از متغیرهای موردبررسی نقشه فاصله را به دست آورد (از تابع Spatial analyst و خوشه Euclidean Distance)
- در مرحله دوم باید تمام متغیرها (نقشه‌ها) موردبررسی بر حسب اهمیتشان طبقه‌بندی مجدد[3] شوند (تابع 3D analyst و خوشه Reclassify)
- در مرحله سوم متغیرها (نقشه‌های) موردبررسی فازی سازی می‌شوند یعنی در دامنه بین صفر و یک آورده می‌شوند (تابع Spatial analyst و خوشه Fuzzy Membership)
- در مرحله چهارم متغیرها (نقشه‌های) موردبررسی در وزن نسبی‌شان که از طریق روش AHP به‌دست‌آمده است ضرب می‌شوند (تابع Spatial analyst و خوشه Raster Calculator)
- در مرحله آخر تمام متغیرها (نقشه‌های) موردبررسی که در وزنشان ضرب شده‌اند با همدیگر تلفیق می‌شوند و یک نقشه نهایی مربوط به وضعیت مطلوبیت مناطق جهت پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری در برابر مخاطره سیل حاصل می‌شود (تابع Spatial analyst و خوشه Fuzzy Overlay).

محدوده موردمطالعه

شهر ایلام مرکز استان ایلام؛ از نظر موقعیت جغرافیایی در غرب و جنوب غربی کشور استقراریافته است. این شهر در موقعیتی بین ۳۳ درجه و ۲۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۵۱ دقیقه و ۴۸ ثانیه عرض شمالی از خط استوا و ۴۵ درجه و ۴۱ دقیقه و ۰۷ ثانیه تا ۴۶ درجه و ۵۱ دقیقه و ۱۹ ثانیه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرارگرفته و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶۳ متر می‌باشد. (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان ایلام، ۱۳۹۹: ۴۵)، شهر ایلام دارای ۴ منطقه شهری است که منطقه یک (۱) شهری آن قدیمی‌ترین بخش شهر و هسته اولیه و متمرکزترین بخش شهر ایلام است منطقه دو (۲) شهری در بخش جنوب و جنوب شرق شهر و منطقه سه (۳) شامل بخش‌های مرکزی شهر است که در روند توسعه شهر در دهه‌های شصت و هفتاد توسعه زیادی نموده است. در پایان منطقه چهار (۴) که دارای بافت جدیدی است در غربی‌ترین بخش شهر ایلام قرار داشته و به اراضی زراعی ایلام ختم می‌شود (نور محمدی، ۱۳۹۷: ۶۶)، (شکل ۱). بر اساس گزارش انجام‌شده به لحاظ اقلیمی بر اساس اقلیم نماهای دومارتن و آمبرژه شهر ایلام در ناحیه نیمه مرطوب و بر اساس اقلیم نمای سیلیا نینف در محدود نیمه‌خشک خفیف قرار دارد (لرستانی، ۱۳۹۲: ۷۷).

1. Analytic Hierarchy Process
2. Fuzzy Analytic Hierarchy Process
3. Reclassify

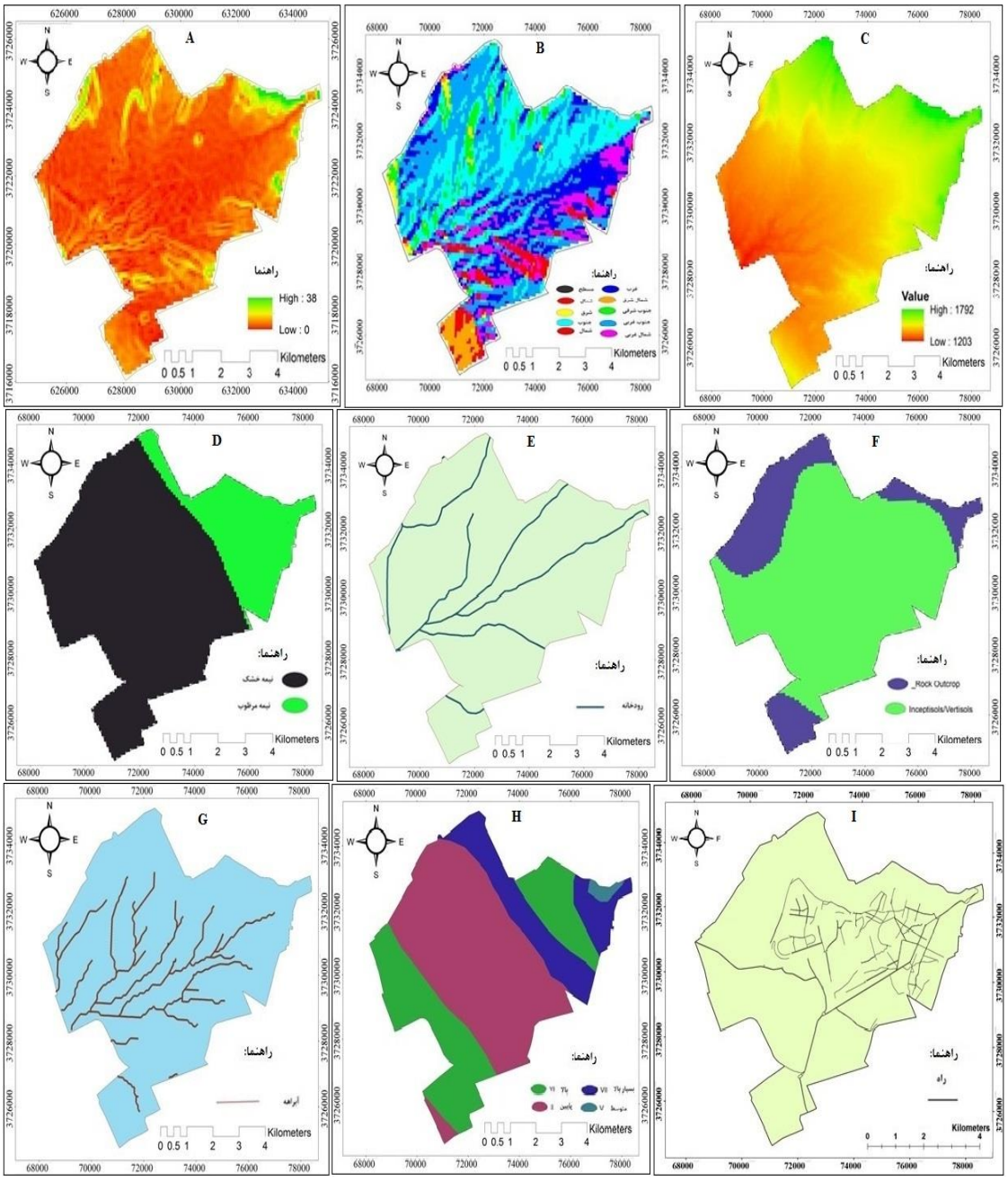


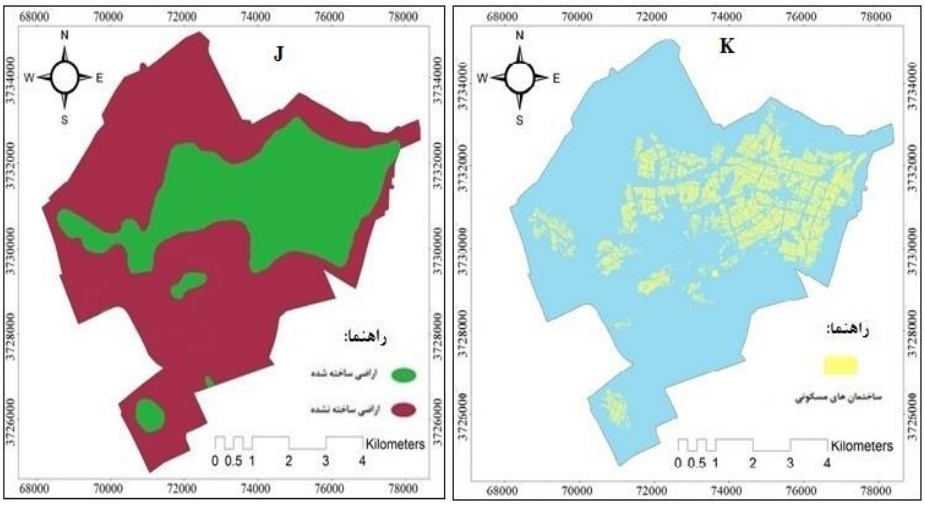
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهر ایلام

یافته‌ها

شناسایی متغیرهای مؤثر بر پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل

چنانچه قبلاً ذکر شد بر اساس مطالعات انجام‌گرفته در زمینه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری سیل و اطلاعات و نقشه‌های در دسترس مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل در قالب ۲ معیار طبیعی و برنامه‌ریزی و ۱۱ متغیر: شیب زمین (شکل ۲- A)، جهت شیب (شکل ۲- B)، ارتفاع (شکل ۲- C)، اقلیم (شکل ۲- D)، فاصله از رودخانه (شکل ۲- E)، خاکشناسی (شکل ۲- F)، فاصله از آبراهه (شکل ۲- G) و فرسایش‌پذیری خاک (شکل ۲- H) (معیارهای طبیعی)؛ فاصله از معابر (شکل ۲- I)، کاربری اراضی (شکل ۲- J)، فاصله از ساختمان‌ها (شکل ۲- K) (معیارهای برنامه‌ریزی) شناسایی شد.


A
راهنما
High : 38
Low : 0
Kilometers
B
راهنما:
Kilometers
C
راهنما:
Value
High : 1792
Low : 1203
Kilometers
D
راهنما:
نیمه خشک
نیمه مرطوب
Kilometers
E
راهنما:
رودخانه
Kilometers
F
راهنما:
_Rock Outcrop
Inceptisols/Vertisols
Kilometers
G
راهنما:
آبراهه
Kilometers
H
راهنما:
Kilometers
I
راهنما:
راه
Kilometers



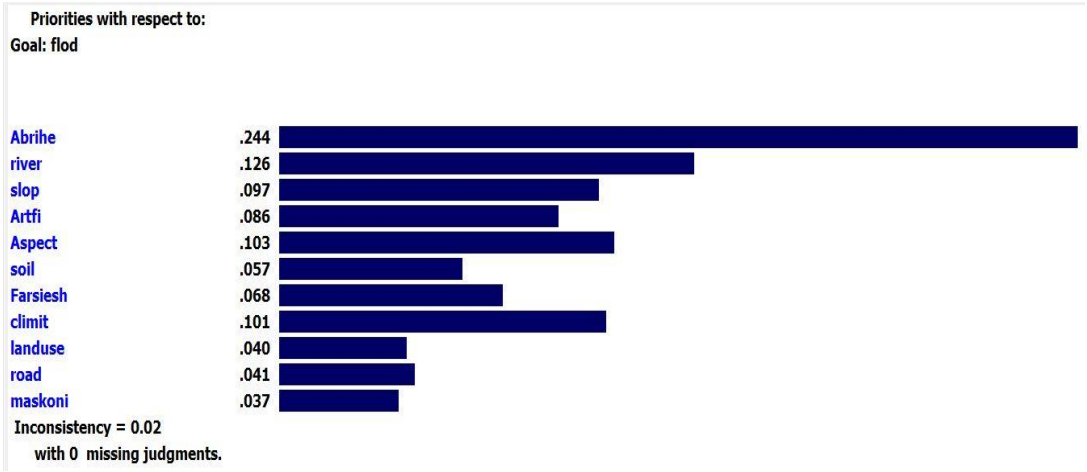
شکل ۲. نقشه‌های (متغیرهای) اولیه مربوط پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل A: شیب؛ B: جهت شیب؛ C: ارتفاع؛ D: اقلیم؛ E: رودخانه؛ F: خاکشناسی؛ G: آبراهه؛ H: فرسایش‌پذیری خاک؛ I: معابر؛ J: کاربری اراضی؛ K: ساختمان‌های مسکونی

وزن دهی به متغیرهای پژوهش

در این مرحله از پژوهش با توجه به اینکه هرکدام از متغیرهای شناسایی‌شده پژوهش (۱۱ متغیر) برای پهنه‌بندی سیل دارای اهمیت یکسانی در زمینه بررسی آسیب‌پذیر منطقه در برابر سیل نیستند از نظر ۷۳ کارشناس و متخصص (جدول ۳) در زمینه مشخص کردن درجه اهمیت هرکدام از متغیرهای پژوهش (مقایسه دوبه‌دو) استفاده‌شده است. بدین منظور در ابتدا پرسشنامه‌ای در این زمینه که مشخص‌کننده درجه اهمیت هر متغیر نسبت به تمام متغیرها بوده طراحی‌شده، سپس در اختیار کارشناسان قرار داده‌شده و در نهایت از نظر کارشناسان میانگین‌گیری شده و از طریق روش AHP و با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice درجه اهمیت هر متغیر مشخص‌شده است (شکل ۲).

جدول ۲. ویژگی متخصصان و کارشناسان

وضعیت تحصیلی کارشناسان		تعداد	درصد
وضعیت	هیئت‌علمی دانشگاه	۴	۵/۵
	دانشجوی دکتری	۵	۶/۷
	کارشناس تخصصی	۴۳	۵۸/۹
	پژوهشگر	۲۱	۲۸/۸
	جمع	۷۳	۱۰۰
حوزه تخصصی کارشناسان		**تعداد**	**درصد**
تخصص	زمین‌شناسی	۹	۱۲/۳
	شهرسازی، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری	۹	۱۲/۳
	عمران	۲۰	۲۷/۴
	محیط‌زیست	۹	۱۲/۳
	علوم اجتماعی	۹	۱۲/۳
	مدیریت بحران	۹	۱۲/۳
	جغرافیا و اقلیم	۸	۱۱/۳
جمع		۷۳	۱۰۰



شکل ۳. نمودار مربوط به وزن متغیرها

در روش وزن دهی AHP چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد یعنی CR < 0/1 وزن دهی صحیح است (کرمی و امیریان، ۱۳۹۷: ۱۱۲)؛ در غیر این صورت وزن نسبی داده‌شده به متغیرها بایستی تغییر یابند و وزن دهی مجدداً انجام پذیرد، همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار نرخ ناسازگاری (۰/۰۲) از میزان مجاز آن کمتر بوده و این صحت سازگاری را نشان می‌دهد. بر این اساس در پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل از ۱۱ متغیر موردبررسی ۳ متغیر فاصله از آبراهه با وزن ۰/۲۴۴؛ فاصله از رودخانه با وزن ۰/۱۲۶ و جهت شیب با وزن ۰/۱۰۲ بااهمیت‌ترین متغیرها هستند و نقش کلیدی در پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل ایفا می‌کنند.

در ادامه هر یک از متغیرها طبقه‌بندی‌شده و وزن دهی‌ها بر اساس روش AHP صورت گرفته است. جدول ۳ این نتایج را برای متغیرها (شاخص‌ها) نشان می‌دهد.

جدول ۳. رده‌بندی و درجه اهمیت شاخص‌های مؤثر در پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل

ردیف	نام لایه	زیر معیار		
		طبقه	درجه آسیب‌پذیری	اهمیت
۱	شیب (درصد)	۱۰–۰	بسیار پایین	بسیار بالا
		۲۰–۱۰	پایین	بالا
		۲۵–۲۰	متوسط	متوسط
		۳۰–۲۵	بالا	پایین
		بالاتر از ۳۰	بسیار بالا	بسیار پایین
۲	جهت شیب	شمال و شمال شرق	بسیار کم	بسیار بالا
		شرق و جنوب شرق	کم	بالا
		جنوب و جنوب غرب	زیاد	کم
		غرب و شمال غرب	بسیار زیاد	بسیار کم
۳	ارتفاع (متر)	کمتر از ۱۴۰۰	بسیار بالا	بسیار پایین
		۱۵۰۰–۱۴۰۰	بالا	پایین
		۱۶۰۰–۱۵۰۰	متوسط	متوسط
		۱۷۰۰–۱۶۰۰	پایین	بالا
		بالاتر از ۱۷۰۰	بسیار پایین	بسیار بالا
		نیمه‌خشک	بسیار بالا	بسیار پایین

۴	اقلیم	نیمه مرطوب	پایین	بالا
۵	فاصله از رودخانه (متر)	۵۰–۰	بسیار بالا	بسیار پایین
		۱۰۰–۵۰	بالا	پایین
		۱۵۰–۱۰۰	متوسط	متوسط
		۲۰۰–۱۵۰	پایین	بالا
		بالای ۲۰۰	بسیار پایین	بسیار بالا
۶	خاکشناسی	Rock Outcrops	بسیار بالا	بسیار پایین
		Inceptisols	بسیار پایین	بسیار بالا
۷	فاصله از آبراهه (متر)	کمتر از ۱۰۰	بسیار بالا	بسیار پایین
		۵۰۰–۱۰۰	بالا	پایین
		۱۰۰–۵۰۰	متوسط	متوسط
		۲۰۰۰–۱۰۰۰	پایین	بالا
		بالاتر از ۲۰۰۰	بسیار پایین	بسیار بالا
۸	فرسایش خاک	VII	بسیار بالا	بسیار پایین
		VI	بالا	پایین
		V	متوسط	متوسط
		II	پایین	بالا
۹	فاصله از معابر (متر)	۵۰–۰	بسیار بالا	بسیار پایین
		۱۰۰–۵۰	بالا	پایین
		۱۵۰–۱۰۰	متوسط	متوسط
		۲۰۰–۱۵۰	پایین	بالا
		بالاتر از ۲۰۰	بسیار پایین	بسیار بالا
۱۰	کاربری اراضی	ساخته‌شده	بسیار بالا	بسیار پایین
		ساخته نشده	پایین	بالا
۱۱	فاصله از ساختمان‌ها (متر)	۵۰–۰	بسیار بالا	بسیار پایین
		۱۰۰–۵۰	بالا	پایین
		۱۵۰–۱۰۰	متوسط	متوسط
		۲۰۰–۱۵۰	پایین	بالا
		بالای ۲۰۰	بسیار پایین	بسیار بالا

منبع: (پور مرتضی، ۱۳۹۳؛ یزدانی و همکاران، ۱۳۹۶؛ نوروزی طیولا و بینایی، ۱۳۹۸؛ آزادطلب و همکاران، ۱۳۹۹؛ آزاد خانی و همکاران، ۱۳۹۹؛ سعیدی مفرد و آسیابی، ۱۳۹۹؛ رضایی مقدم، ۱۴۰۰؛ کاظمی و همکاران، ۱۴۰۰؛ زیاری و همکاران، ۱۴۰۰).

پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل

در این مرحله بعد از تهیه وزن متغیرها و اطمینان از صحت وزن دهی با استفاده از شاخص ناسازگاری اقدام به اعمال وزن‌ها در لایه‌های مربوطه شد. بدین منظور ابتدا متغیرهای مورداستفاده در محیط GIS به فرمت رستری تبدیل و سپس با استفاده از توابع Distsnce و همچنین Reclassify طبقه‌بندی مجدد برای هرکدام از ۱۱ متغیر موردبررسی انجام شد. در ادامه با استفاده از تابع FUZZY Membership تمام متغیرها (نقشه‌ها) فازی سازی شده و به دامنه بین یک و صفر آورده شدند. سپس با استفاده از دستور Raster Calculator وزن مربوط به هر شاخص در شاخص مربوطه اعمال‌شده و در نهایت با استفاده از تابع FUZZY Overlay تمام نقشه‌ها با هم دیگر ترکیب و نقشه نهایی مربوط به وضعیت آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل به‌دست‌آمده است.

در ادامه به معرفی و بررسی هرکدام از متغیرهای پژوهش پرداخته‌شده (جدول ۴)، سپس هرکدام از این متغیرها (نقشه‌ها) بر اساس جدول شماره ۴ طبقه‌بندی مجدد شده و وضعیت آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل نسبت به هرکدام از این ۱۱ متغیر مشخص‌شده (شکل ۵ A تا k) و در نهایت وضعیت آسیب‌پذیری کلی شهر ایلام در برابر سیل بر اساس ترکیب ۱۱ متغیر موردبررسی، مشخص‌شده است.

جدول ٤. متغیرهای مورداستفاده جهت پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل

متغیر	توضیحات
شیب A	شیب بر سرعت جریان آب تأثیر گذاشته و سرعت آن را افزایش می‌دهد. افزایش شیب باعث افزایش سرعت جریان و کاهش سرعت نفوذ آب در زمین می‌گردد و بر عکس (رضایی مقدم و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۵). (شکل ۴).
جهت شیب B	از تأثیراتی که جهت دامنه‌ها بر تعادل طبیعی آن می‌گذارد می‌توان به ذوب برف‌ها، تنوع پوشش گیاهی، تحول خاک و ... اشاره کرد. عوامل مذکور در بالا در واقع از اختلاف دریافت انرژی خورشیدی در جهات مختلف دامنه‌ها حاصل می‌شود. در نیمکره شمالی، دامنه‌های شمالی انرژی کمتری را نسبت به دامنه‌های جنوبی دریافت می‌کنند. تفاوت در میزان کسب انرژی در جهات مختلف دامنه‌ها، در اکوسیستم محیط، میزان بارش، پوشش گیاهی و در نتیجه فرآیندهای مورفوژنز تأثیر می‌گذارد (سعیدی نیا، ۱۳۹۵: ۶۸)، (شکل ۵).
ارتفاع C	ارتفاع حوضه موجب تفاوت‌های اقلیمی آن حوضه و در نتیجه با تحولات طبیعی مانند تشکیل یا نابودی خاک، پوشش گیاهی و ... همبستگی نزدیکی پیدا می‌کند. همان‌طور که می‌دانیم میزان بارندگی با افزایش ارتفاع افزایش می‌یابد و حتی نوع و شدت آن نیز تغییر می‌کند (شکل ۶).
اقلیم D	اقلیم‌های مختلف با توجه به ویژگی‌های منحصربه‌فرد و رژیم بارشی متفاوتی که نسبت به همدیگر دارند از نظر ایجاد سیل‌خیزی نیز شرایط متفاوتی را ایجاد می‌کنند. برای مثال در اقلیم معتدل به دلیل یکنواختی بارش از نظر زمانی و مکانی منطقه حالت متعادلی دارد و این مناطق جزو مناطق با سیل‌خیزی کم می‌باشند (پور مرتضی، ۱۳۹۳: ۶۸)، (شکل ۷).
فاصله از رودخانه E	در زمان وقوع بارش‌های تند و سیل‌آسا با طغیان کردن و بالا آمدن آب رودخانه‌ها مناطق نزدیک و هم‌جوار رودخانه‌ها به‌شدت در معرض آسیب‌دیدگی ناشی از سیل قرار می‌گیرند؛ بنابراین در زمان انجام ساخت‌وسازها باید فاصله مناسب از رودخانه‌ها در نظر گرفته شود و با رعایت حریم مناسب خسارت ناشی از سیل را به حداقل ممکن رساند (علیپور، ۱۳۹۹: ۳۳). (شکل ۸).
نوع خاک F	معمولاً خاک نقش لایه پوششی برای سنگ‌بستر را بازی می‌کند در نتیجه غیرقابل نفوذ بودن خاک به‌عنوان لایه پوششی باعث عدم ورود آب به داخل زمین شده و رخداد سیلاب را تشدید می‌کند (فراهانی محمدآبادی: ۱۳۹۶: ۱۵). در محدوده مور مطالعه دو نوع خاک[1] Rock Outcrops و[2] Inceptisols وجود دارد. (شکل ۹).
فاصله از آبراهه G	مناطق نزدیک آبراهه‌ها بیشتر از سایر مناطق در معرض سیلاب و آسیب‌های ناشی از آن قرار دارند (رضایی مقدم و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۶)؛ که با نزدیکی به جاده احتمال بحرانی‌تر شدن وضعیت وجود دارد (آزادخانی و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۲). (۱۰).
فرسایش‌پذیری خاک H	مناطقی که داری میزان فرسایش‌پذیری خاک بالا هستند در زمان وقوع بارش‌ها (حتی متوسط) به دلیل سست بودن خاک موجود در منطقه و با از بین رفتن پوشش سطحی به‌شدت در معرض انواع مختلف لغزش‌های ناشی از بارندگی و سیل قرار می‌گیرند که در این صورت توده‌های عظیم خاک همراه با آب که داری شدت ویرانگری فراوانی می‌باشند جابه‌جا می‌شوند. (شکل ۱۱).
فاصله از معابرI	در زمان وقوع بارش‌ها و هم‌زمان با جاری شدن رواناب‌ها، در معابر آب‌گرفتگی رخ می‌دهد و عبور و مرور بسیار سخت می‌شود (شکل ۱۲).
کاربری اراضی J	تغییر کاربری اراضی به کاربری نامناسب اغلب بر روی پدیده‌های هیدرولوژیکی اثر می‌گذارد و موجب افزایش تولید رواناب می‌گردد. برخی سطوح نظیر سطوح شهری و بایر و ... نیز ظرفیت قابل‌توجهی را در تولید رواناب دارا می‌باشند. بارش‌های زمین‌های لم‌یزرع و بدون پوشش گیاهی در مقایسه با نواحی جنگلی، به‌سرعت بر روی سطح زمین جاری می‌شوند. در نتیجه برخی نواحی کاربری اراضی (برای مثال درصد بالایی از کاربری‌های شهری) در مقایسه با نواحی مشابه جنگل و چمن پوشیده شده‌اند رواناب شدیدتری جاری می‌شود (حاتمی نژاد و همکاران،

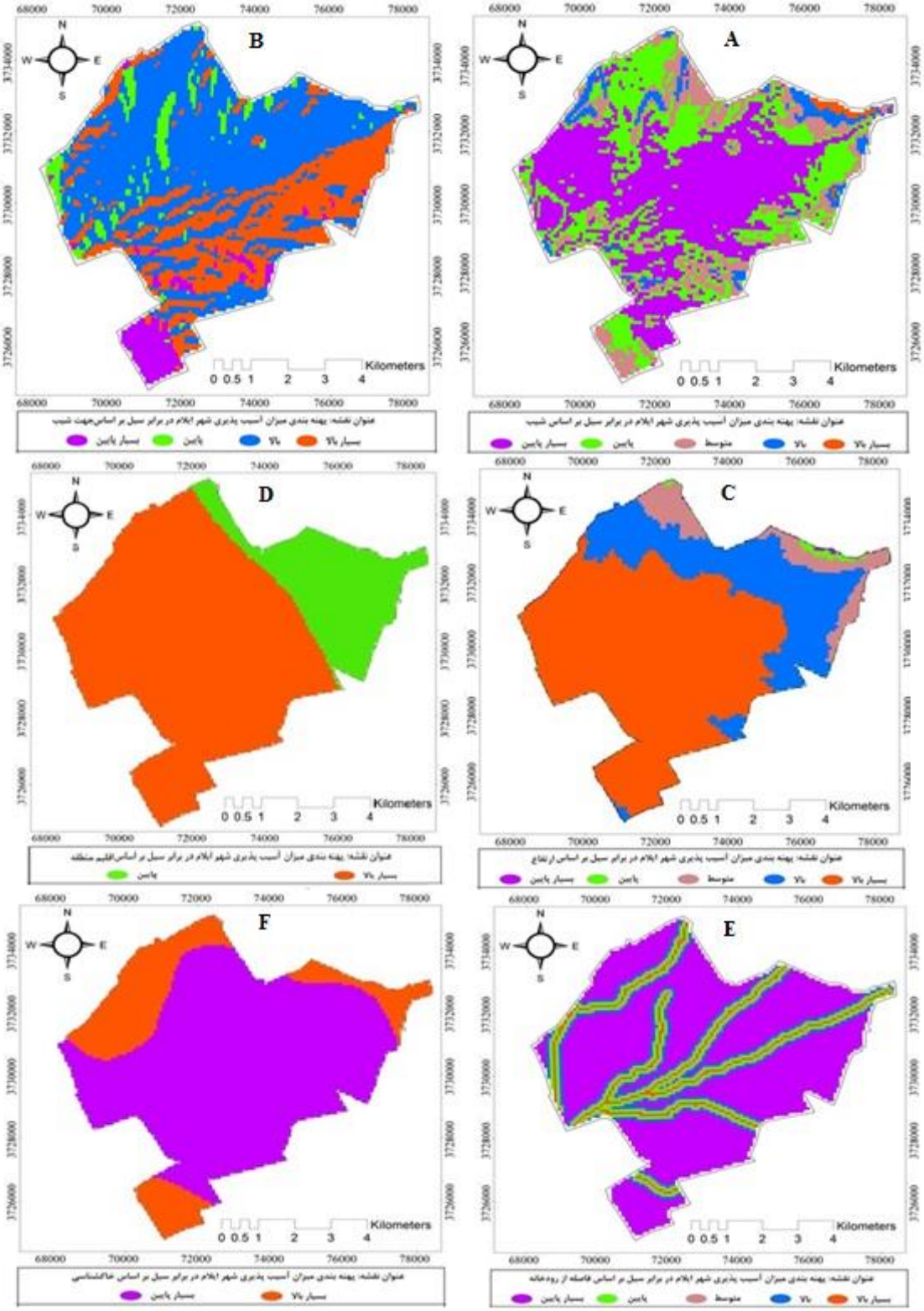
۱- آن قسمت از کوهستان‌های البرز و زاگرس که عاری از پوشش خاکی و یا دارای پوشش خاکی کمتر از ۱۰ سانتیمتر است.

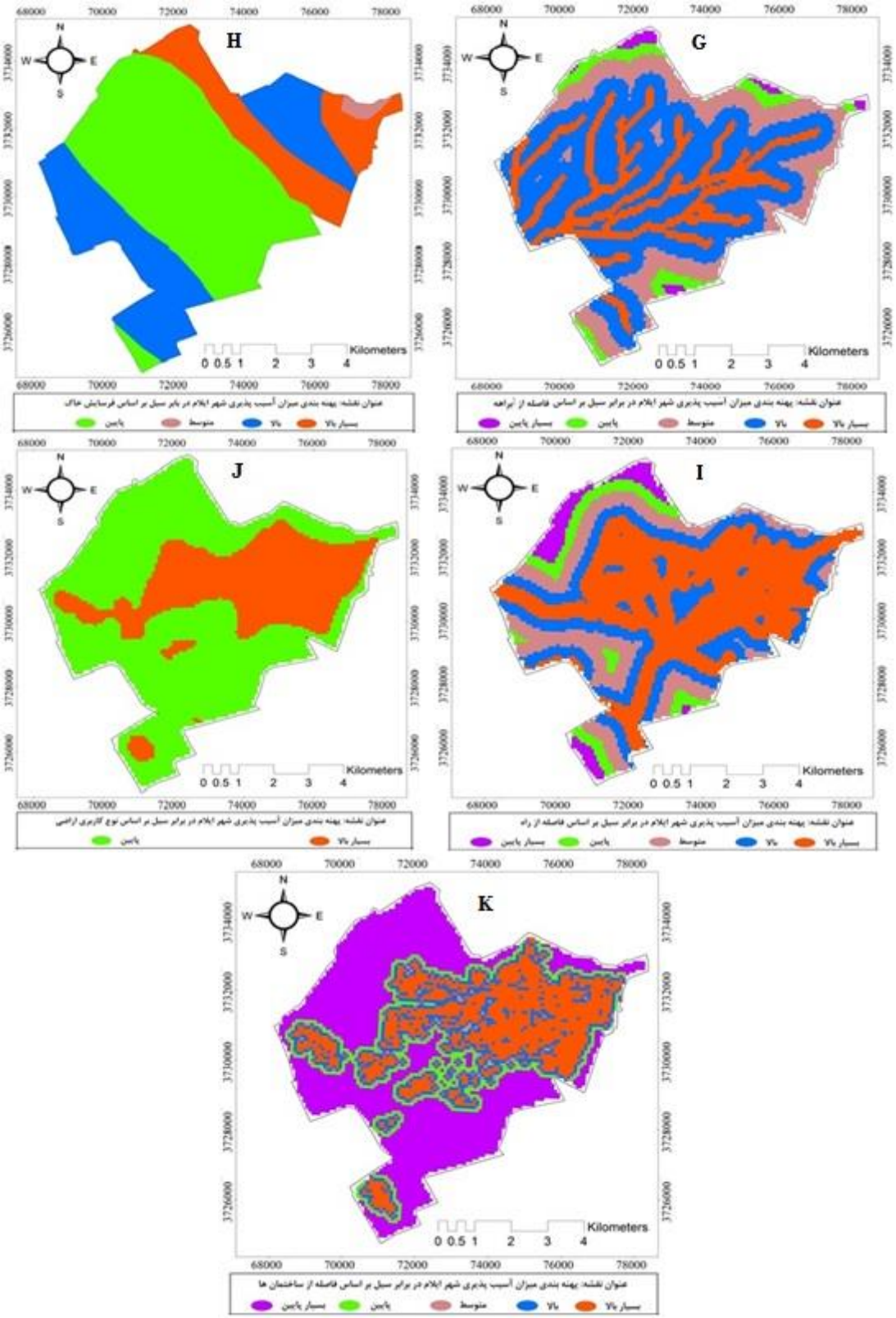
۲- افق‌ها به‌سختی قابل‌تشخیص بوده و نشان‌دهنده شروع تشکیل خاک و درجه‌بندی آن هستند.

		۱۳۹۶: ۱۴۴). در این مقاله کاربری اراضی به دو دسته ساخته‌شده (کاربری شهری، فرودگاه و ...) و کاربری ساخته نشده (زمین‌های کشاورزی، مراتع و ...) تقسیم‌بندی شده است. (شکل ۱۳).
فاصله ساختمان‌های مسکونی K	از	عدم رعایت اصول شهرسازی در فواصل بین ساختمان‌ها بخصوص عدم استاندارد حریم ممکنه ساختمان‌ها از رودخانه و ساخت‌وساز در حریم رودخانه باعث گسترش و تسریع بخشی سرعت سیلاب در مواقع بحرانی خواهد شد (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۹: ۳)، (شکل ۱۴).

با توجه به مجموع معیارهای که برای پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل مطرح گردید، در شهر ایلام همیشه در صورت وقوع بارندگی رواناب‌های سطحی جاری خواهد شد و علاوه بر زمین‌های اطراف شهر به مناطق مسکونی نیز نفوذ خواهد کرد. جاری شدن رواناب در سطح معابر شهری اغلب خسارت و مشکلاتی را برای شهروندان به بار می‌آورد ضمن اینکه اغلب آب ناشی از رواناب هدر رفته و استفاده مناسبی از آن صورت نمی‌گیرد. این شرایط درصورتی‌که بارندگی‌های شدید رخ دهد منجر به وقوع سیلاب شده و خسارات و فجایع به بار خواهد آورد. نمونه بارز و شاهد بر این مدعا سیل روزهای ۷-۸ آبان ماه سال ۱۳۹۴ بود. که خسارت شدیدی بیش از ۷۰۰ میلیارد تومان را موجب گردید (میرانی،۱۳۹۵: ۶۳)؛ (شکل ۴).

شکل ٤. تصاویری از خسارت‌های حاصله از وقوع سیل ۱۳۹۴ ایلام (میرانی، ۱۳۹۵)


B
A
D
C
F
E
N
W
E
S
Kilometers
0 0.5 1 2 3 4
68000 70000 72000 74000 76000 78000
3734000 3732000 3730000 3728000 3726000
بسیار پایین
پایین
متوسط
بالا
بسیار بالا

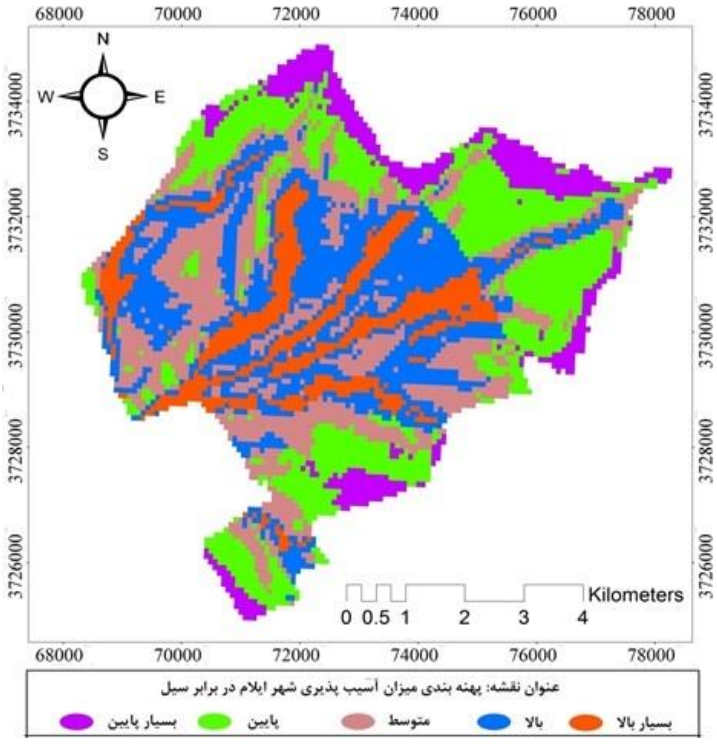


شکل ۵. پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام بر اساس متغیرهای پژوهش (شیب A)، (جهت شیب B)، (ارتفاع C)، (اقلیم D)، (فاصله از رودخانه E)، (خاکشناسی F)، (فاصله از آبراهه G)، (فرسایش خاک H)، (فاصله از معابر I)، (کاربری اراضی J)، (فاصله از ساختمان‌های مسکونی k)،

بررسی وضعیت پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام از مخاطره سیل بیانگر آن است که قسمت‌های شمال غربی، غرب و جنوب غربی و جنوب شهر ایلام در وضعیت آسیب‌پذیری کمتری نسبت به سایر مناطق شهر ایلام قرار دارند. همچنین بیشتر قسمت‌های مرکزی، شرق و شمال شرق ایلام در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد قرار دارند (شکل ۶). همچنین بیش از ۶۰۰ هکتار از مساحت شهر ایلام در صورت وقوع زلزله در وضعیت آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا، ۵۸۰ هکتار از شهر ایلام در وضعیت آسیب‌پذیری کم و بسیار کم قرار دارد. درنهایت ۲۹۹ هکتار از شهر ایلام در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط قرار دارد (جدول ۵).

جدول ۵. مساحت کلاس‌های میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل

کلاس آسیب‌پذیری	هکتار	درصد
بسیار کم	۶۲۸	۱۴
کم	۱۲۳۲	۲۶
متوسط	۱۲۰۴	۲۵
بالا	۱۲۰۲	۲۵
بسیار بالا	۴۸۵	۱۰



شکل ٦. وضعیت پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر مخاطره سیل

به‌طورکلی شهر ایلام به دلیل محصور شدن توسط رشته‌کوه‌های منطقه و وضعیت توپوگرافی در موقعیتی قرارگرفته که در صورت وقع بارندگی و ادامه‌دار بودن آن، روان آب‌ها و سیلاب‌های حاصله راهی جز ورود به شهر ایلام را ندارند. بخش‌های شرقی و شمالی شهر ایلام، در هنگام بارش‌های رگباری به دلیلی وجود ارتفاعات زیاد به‌عنوان یک آبگیر شیب‌دار عمل می‌کنند و با روانه کردن حجم بسیار زیاد از آب به سمت دامنه‌ها پایین خطر وقوع سیلاب را افزایش می‌دهند. همچنین جهت شمالی شهر ایلام دارای پوشش گیاهی متنوع و فراوانی است زیرا نسبت به سایر جهات شهر در معرض

نور کمتر و در نتیجه رطوبت بیشتر قرار دارد. در این منطقه چون جذب آب بیشتر توسط پوشش گیاهی انبوه انجام می‌شود رواناب به حداقل می‌رسد.

به بیان دقیق‌تر این منطقه به دلیل کوهستانی بودن و شرایط اقلیمی و زمین‌شناسی جزو مناطق سیل‌خیز کشور می‌باشد؛ این موضوع سبب گردیده در محدوده شهر ایلام سالیانه سیلاب متعددی رخ دهد. لذا همان‌طور که در شکل ۱۵ نیز مشخص‌شده محدوده وسیعی از شهر ایلام (۱۶۸۷ هکتار) دارای پتانسیل بالای آسیب‌پذیری از سیل می‌باشد که ناشی از شرایط توپوگرافی و زمین‌شناسی خاص این محدوده می‌باشد. همچنین با توجه به نقشه نهایی پهنه‌بندی آسیب‌پذیری سیل و با توجه به وزن بالای معیارهای آبراهه و رودخانه مناطقی که در نزدیکی این ۲ معیار قرار داشته‌اند، به‌عنوان مناطق آسیب‌پذیر شناسایی‌شده‌اند.

بحث

تعیین مناطق با خطر سیل‌خیزی زیاد و مناطق آسیب‌پذیر این کمک را به ما می‌کند تا با انجام اقدامات لازم همچون آبخیزداری در این مناطق مقدار رواناب ناشی از بارش را کاهش داد. ایجاد شیب شکن‌ها موجب کاهش سرعت آب و افزایش نفوذپذیری شده که نتیجه آن در کاهش میزان تولید رواناب قابل‌مشاهده خواهد بود. از تغییر کاربری و تخریب مراتع در این مناطق باید جلوگیری شود؛ زیرا باعث افزایش حجم رواناب خواهد شد. از اقدامات مؤثر دیگر در این زمینه تقویت پوشش گیاهی است. در نهایت اینکه اجرایی شدن تمامی این راه‌حل‌ها نیازمند اقدامات مدیریتی مؤثر در این زمینه خواهد بود؛ در غیر این صورت برنامه کاهش خطر سیل‌خیزی به سرانجام نخواهد رسید. با توجه به اینکه مشخص نمودن مناطق و نواحی دارای خطر و درجه آسیب‌پذیری بالا از سیل جزو اقدامات اولیه برای برنامه‌ریزی و کاهش خسارات مربوط به سیلاب می‌باشد؛ در پژوهش حاضر سعی شده است به پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر خطر سیل پرداخته شود؛ که در این راستا در ابتدا متغیرهای اثرگذار بر پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل در قالب ۲ معیار طبیعی و برنامه‌ریزی و ۱۱ متغیر: شیب زمین، جهت شیب، ارتفاع، اقلیم، فاصله از رودخانه، خاکشناسی، فاصله از آبراهه و فرسایش (معیارهای طبیعی)؛ فاصله از معابر، کاربری اراضی، فاصله از ساختمان‌ها (معیارهای برنامه‌ریزی) شناسایی شد که این مورد با پژوهش‌های یزدانی و همکاران (۱۳۹۶)، آزادخانی و همکاران (۱۳۹۹)، رضایی مقدم و همکاران (۱۴۰۰) و زیاری و همکاران (۱۴۰۰) همسو و تشابهات دارد. بعد از وزن دهی این متغیرها با روش AHP و نظر ۷۳ کارشناس، با استفاده از روش FAHP در محیط GIS پهنه‌بندی مربوطه انجام‌گرفته است. به‌طورکلی بررسی میزان آسیب‌پذیری شهر ایلام در برابر سیل، در ۵ کلاس آسیب‌پذیری بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد انجام‌گرفته است؛ که بر این اساس ۱۸۶۰ هکتار از شهر ایلام در صورت وقوع سیل در این شهر در کلاس آسیب‌پذیری پایین قرار می‌گیرد. ۱۲۰۴ هکتار از شهر در کلاس متوسط و در نهایت ۱۶۸۷ هکتار (بیشترین مساحت شهر) از شهر ایلام در کلاس آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالا قرار دارد که در صورت وقوع سیل می‌تواند شهر ایلام را با چالش‌های اساسی روبه‌رو سازد، که این مورد با نتایج پژوهش‌های سومیا و همکاران (۲۰۱۵)، سوئیسی و همکاران (۲۰۲۰)، حاتمی نژاد و همکاران (۱۳۹۶) و جلالیان (۱۴۰۰) همسو می‌باشد.

نتیجه‌گیری

بررسی وضعیت میزان آسیب‌پذیری ۱۴ ناحیه شهری در سطح ۴ منطقه شهر ایلام بیانگر آن است که از ۴ ناحیه شهری

مربوط به منطقه ۱ دو ناحیه شهری تپه شاهد و مرکزی؛ از منطقه ۲ که دارای ۲ ناحیه شهری است ناحیه شهری بانبرز؛ از منطقه ۳ نیز از ۴ ناحیه شهری دو ناحیه شاه‌آباد و نوروزآباد و در نهایت از ۴ ناحیه شهری مربوط به منطقه ۴ نیز تنها ناحیه آزادگان در معرض آسیب‌پذیری بالا ناشی از سیل قرار می‌گیرند. در این راستا با توجه به یافته‌های پژوهش پیشنهادهای زیر ارائه‌شده است:

• با توجه به اینکه بیشتر مناطق و نواحی آسیب‌پذیری در برابر سیل بیشتر در نزدیکی رودخانه‌ها و آبراهه‌ها بوده‌اند، باید سعی شود با یک برنامه‌ریزی ادامه‌دار و نظارت دقیق از ساخت‌وسازهای غیراصولی در حریم رودخانه‌ها و آبراهه‌ها خصوصاً در مناطق ۱ و ۳ که دارای آسیب‌پذیری بیشتری هستند جلوگیری به عمل آید.

• اقدامات اولیه مناسب در هنگام وقوع بحران یکی از موارد مهم است. پیش‌زمینه این اقدامات مناسب، آموزش صحیح است. پیشنهاد می‌شود کارگاه‌های آموزشی با محوریت مدیریت بحران (زلزله و سیل) برای آموزش و آگاهی شهروندان برگزار شود.

• حمایت از تشکیل تعاونی مالکان مستغلات در آن دسته از بلوک‌های شهری که نیازمند تجمیع و تنظیم مجدد زمین است (خصوصاً منطقه ۱).

• کاهش تراکم ساختمانی و جمعیتی در نقاط با آسیب‌پذیری بالا. بین تراکم جمعیت و آسیب‌پذیری یک ارتباط مستقیم برقرار است. یعنی هر جا که تراکم جمعت بالا باشد در هنگام بحران آسیب‌پذیری نیز بیشتر خواهد بود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که در طرح‌های شهری تراکم جمعیت متعادل‌تر در نظر گرفته شود. به این صورت که و جمعیت در سراسر شهر توزیع گردد تا در هنگام وقوع بحرانی همچون سیل تعداد تلفات کمتر شود (مناطق ۱ و ۳).

• پهنه مرکزی شهر ایلام در برابر بحران‌هایی مانند سیلاب از آسیب‌پذیری بالایی برخوردار است. مصالح به‌کاررفته در این پهنه به دلیل قدمت زیاد از کارایی لازم برخوردار نبوده و در برابر بحران‌ها آسیب‌پذیر خواهند بود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که سازمان‌های مدیریت شهری نسبت به بهسازی و نوسازی بناهای فرسوده در بافت مرکزی شهر ایلام اقدام نمایند.

• ایجاد یک سیستم هشداردهنده برای پیشگیری و به حداقل رساندن سطح خسارات اقتصادی و اجتماعی ناشی از سیل ضروری است. برنامه‌ای منظم برای استفاده در شرایط حساس ضروری است که در برگیرنده سیستم هشداردهنده اولیه و مدیریت با استفاده از روش‌های مختلف برای کنترل آن باشد.

• ایجاد سیل برگردان از طریق ایجاد دیواره‌ها در کنار رودخانه، کندن کانال‌های عرضی و موانع در مسیر سیل، منحرف کردن آب‌های تجمع شده به مناطق دیگر، ایجاد سیل شکن در دره‌ها برای جلوگیری از تجمع آب.

حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

نویسندگان در تمام مراحل و بخش‌های انجام پژوهش سهم برابر داشتند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسنده از همه‌کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند، به‌ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقالات را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع

آرخی، صالح؛ یاری بیگی، حدیث و عمادالدین، سمیه. (۱۴۰۰). پهنه‌بندی خطر سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز گرگانرود). *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی*، ۱۰ (۳)، ۱۱۰-۸۶. Doi: 10.22034/gmpj.2021.309363.1307

آزادخانی، پاکزا؛ حسین زاده، جعفر و صیدی، روح‌الله. (۱۳۹۹). شناسایی و تعیین پهنه‌های مناسب مخاطرات محیطی مؤثر در توسعه کالبدی شهر ایلام، *مخاطرات محیط طبیعی*، ۹ (۲۳)، ۴۰-۱۹. Doi:10.22111/jneh.2019.28273.1484

اسماعیلی علویجه، الهام؛ کریمی، سعید و علوی پور، فاطمه سادات (۱۳۹۹). ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر سیل با منطق فازی (مطالعه موردی: منطقه ۲۲ تهران). *علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، ۲۲ (۳)، ۳۶۱-۳۴۹. Doi:10.22034/jest.2020.10940

بازدار، سجاد؛ زندمقدم، محمدرضا و کامیابی، سعید. (۱۳۹۹). سنجش و ارزیابی کمی آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله نمونه مورد استان ایلام، *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۰(۵۹)، ۲۱۲-۱۹۷.

پوراحمد، احمد؛ قربانی، رامین؛ مرادی، نادر. (۱۳۹۹). مخاطرات سیلاب رودخانه قره‌سو و جمعیت تحت تأثیر ناشی از آن در محله کرناچی شهر کرمانشاه، *دومین کنفرانس ملی مدیریت شهری*، شهرسازی و معماری، تبریز

پوراسمعیل، مینا؛ سلاجقه، علی؛ ملکیان، آرش و کشتکار، امیررضا. (۱۴۰۰). بررسی آسیب‌پذیری نواحی شهری در برابر سیل با استفاده از روش تاپسیس (مطالعه موردی: منطقه عظیمیه، شهر کرج). *نشریه علمی - پژوهشی مرتع و آبخیزداری*، ۷۴ (۱)، ۳۶-۲۳. doi.org/10.22059/jrwm.2020.303338.1508

پور مرتضی، غلامرضا. (۱۳۹۳). *ارزیابی پهنه‌های سیلاب آجرلو چای به روش L-THIA*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی.

جلالیان، سید اسحاق. (۱۴۰۰). ارزیابی و پهنه‌بندی سیل‌خیزی در مقیاس زمانی و مکانی مطالعه موردی: حوضه آبخیز گرگان رود استان گلستان. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۱ (۴۲)، ۱۶۲-۱۴۳. Doi: 10.30488/gps.2020.213834.3157

حاتمی نژاد، حسین؛ آتش‌افروز، نسرین و آروین، محمود. (۱۳۹۶). پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از تحلیل چندمعیاره و GIS مطالعه موردی: شهرستان ایذه. *دانش پیشگیری و مدیریت بحران*، ۷ (۲)، ۵۷-۴۴.

حسام، رسول؛ ضرابی، اصغر و تقوایی، مسعود. (۱۳۹۸). پتانسیل‌سنجی خطر سیلاب شهری با رویکرد توسعه شهری ایمن (مطالعه موردی: شهر گنبدکاووس). *مدیریت مخاطرات محیطی*، ۶ (۱)، ۳۲-۱۷. Doi: 10.22059/jhsci.2019.280517.465

حسن‌زاده، رضا؛ هنرمند، مهدی؛ حسین‌خانی زاده، مهدیه و محمدی، صدیقه. (۱۴۰۰). پهنه‌بندی سیلاب در نواحی شهری با استفاده از مدل هیدرولوژیکی و اطلاعات میدانی (مطالعه موردی: سیل بردسیر، استان کرمان). *اکوهیدرولوژی*، ۸ (۲)، ۳۴۴-۳۳۱. Doi: 10.22059/ije.2021.314075.1423

حمدنژاد آروق، وحید. (۱۴۰۰). تهیه نقشه گسترش سیلاب با استفاده از تصاویر راداری سنتینل ۱. مطالعه موردی: سیل فروردین ۱۳۹۸، شهرستان پلدختر. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۱ (۴۱)، ۸۰-۶۹. Doi:10.30488/gps.2020.226387.3224

رضائی مقدم، محمدحسین؛ مختاری، داوود و شفیعی مهر، مجید. (۱۴۰۰). پهنه‌بندی خطر سیلاب در حوضه آبریز شهر چای میانه با استفاده از مدل ویکور. *هیدروژئومورفولوژی*، ۸ (۲۸)، ۳۷-۱۹. Doi: 10.22034/hyd.2021.40169.1536

سازمان آمار ایران. (۱۳۹۵). *نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن ایلام.*

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان ایلام. (۱۳۹۹). *سالنامه آماری شهر ایلام.*

سعیدی مفرد، ساناز و آسیایی، مهدی. (۱۴۰۱). تحلیل وضعیت تاب‌آوری شهری نیشابور در برابر مخاطرات طبیعی. *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۸ (۱)، ۲۹۴-۲۸۳.

سعیدی مفرد، ساناز؛ آسیایی، مهدی؛ گهرخواه، فاطمه. (۱۴۰۱). پهنه‌بندی خطر وقوع سیل در شهرستان تربت‌حیدریه با استفاده از عملگرهای فازی. *نشریه جغرافیا و توسعه*، ۲۰ (۶۶)، ۱۰۶-۸۱. Doi: 10.22111/j10.22111.2022.6714

سعیدی نیا، آرزو. (۱۳۹۵). *پهنه‌بندی سیلاب در بخشی از کلان‌شهر کرج (محدوده رودخانه آتشگاه- باغستان)*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی.

شهابی، هیمن. (۱۴۰۰). کاربرد مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی، نسبت فراوانی و تابع شواهد قطعی در تهیه نقشه حساسیت به وقوع سیل در حوزه آبخیز هراز: الگویی برای مطالعات مخاطرات سیلاب شهری. *فصلنامه علمی و پژوهشی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۱۲ (۴۵)، ۲۰۲-۱۸۱. Doi: 10.30495/jupm.2021.4245

علیپور، فاروق. (۱۳۹۹). *پهنه‌بندی خطر سیلاب در شهر سقز با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی کننده مکانی*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه کردستان.

فراهانی، حسین و عباسی، فریبا. (۱۴۰۲). تحلیل مؤلفه‌های تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در برابر خطر وقوع زلزله (مطالعه موردی: شهرستان ایجرود، استان زنجان). *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۸ (۱)، ۲۲۴-۲۱۱.

قادری، رضا و فرهمند، قاسم. (۱۴۰۱). پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: شهر ارومیه). *آمایش سرزمین*، ۱۴ (۲)،۵۶۹-۵۴۳. Doi: 10.22059/jtcp.2022.337834.670300

کرمی، محمدرضا و امیریان، سهراب. (۱۳۹۷). پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهری ناشی از زلزله با استفاده از مدل Fuzzy-AHP مطالعه موردی شهر تبریز. *برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، ۳ (۶)، ۱۲۴-۱۱۰. Doi: 20.1001.1.26455471.1397.5.2.7.2

محمدنژاد آروق، وحید. (۱۴۰۰). تهیه نقشه گسترش سیلاب با استفاده از تصاویر راداری سنتینل ۱. مطالعه موردی: سیل فروردین ۱۳۹۸، شهرستان پلدختر. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۱ (۴۱)، ۸۰-۶۹. doi: 10.30488/gps.2020.226387.3224

مختاری، داود، رضائی مقدم، محمدحسین، رحیم‌پور، توحید و معزز، سمیه. (۱۳۹۹). تهیه نقشه خطر وقوع سیلاب در حوضه آبریز گمناب‌چای با استفاده از مدل ANP و تکنیک GIS. *اکوهیدرولوژی*، ۷ (۲)، ۵۰۹-۴۹۷. Doi:10.22059/ije.2020.298759.1298

مددی، عقیل، اصغری، صیاد، بادامکی، مهدی و قلعه، احسان. (۱۳۹۹). پهنه‌بندی خطر سیلاب در حوضه آبریز قوری چای کورائیم در استان اردبیل. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی*، ۹ (۲)، ۹۷-۸۱. Doi:10.22034/gmpj.2020.118226

مشهدی، حسن و امینی ورکی، سعید. (۱۳۹۴). تدوین و ارائه الگوی ارزیابی تهدیدات، آسیب‌پذیری و تحلیل خطرپذیری زیرساخت‌های حیاتی تأکید بر پدافند غیرعامل، *مدیریت بحران*، ۴، ۸۵-۶۹.

میرانی، معصومه. (۱۳۹۵). *ارزیابی کارآمدی شبکه هدایت، جمع‌آوری و دفع رواناب‌های سطحی در شهر ایلام*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، موسسه آموزش عالی باختر ایلام.

References

Agba, A. M. Ogaboh, J. J. Akpanudoedehe & E. M Ushie. (2010). Socio-Economic and Cultural Impacts of Resettlement on Bakassi People of Cross River State, Nigeria. *Studies in Sociology of Science*, 1(2), 50-62. doi.org/10.3968/j.sss.1923018420100102.006

Alipour, F. (2019). Flood risk zoning in Saqqez city using spatial predictive models, *Master's Thesis*, University of Kurdistan. [In Persian]

Arekhi, S., Yari Baghi, H., & Emadaddian, S. (2021). Zoning Flood hazard using GIS (Case study: Gorganrood Watershed). *Quantitative Geomorphological Research*, *10*(3), 86-110. Doi: 10.22034/gmpj.2021.309363.1307 [In Persian]

Azadkhani, P., Hosseinzadeh, J., & Seyedi, R. (2020). Recognizing and Zoning the appropriate areas of the Effective Environmental Dangers on Physical Development of Ilam City. *Journal of Natural Environmental Hazards*, *9*(23), 19-40. Doi:10.22111/jneh.2019.28273.1484 [In Persian]

Bazdar, S., Zandmoghadam, M., & Kamyabi, S. (2021).Assessment and evaluation of urban vulnerability to earthquake in the province of Ilam. *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*, 20 (59):197-212. [In Persian]

Below, R, Wirtz, A& Guha-Sapir, D. (2021). Disaster Category Classification and Peril Terminology for Operational Purposes; Report No. 264; Université Catholique de Louvain.

Chaudhary, M.T & Piracha, A. (2021). Natural Disasters-Origins, Impacts, Management. *Encyclopedia*, 1, 1101–1131. https://doi.org/ 10.3390/encyclopedia1040084

Ekmekcioğlu, Ö, Koc, K & Özger, M. (2021). Stakeholder perceptions in flood risk assessment: A hybrid fuzzy AHP-TOPSIS approach for Istanbul, Turkey, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 60, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102327

Elkhrachy, I. (2015). Flash Flood Hazard Mapping Using Satellite Images and GIS Tools: A case study of Najran City, Kingdom of Saudi Arabia (KSA), *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18 (2), 261-278. https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2015.06.007

Esmaeili Alavijeh, E., Karimi, S., & Alavipoor, F. (2020). Vulnerability Assessment in Urban Areas against Flood with Fuzzy Logic (case study: Tehran District 22). *Journal of Environmental Science and Technology*, *22*(3), 349-361. Doi: 10.22034/jest.2020.10940 [In Persian]

Farahani, H., & Abbasi, F. (2023). Analysis of resilience components of rural settlements against earthquake risk (Case study: Ijroud city, Zanjan province). *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, *18*(1), 211-224. [In Persian]

Federico, R, Silvia, C, Walter, S, Tiago, M& Paulo, B. (2021). An improved seismic vulnerability assessment approach for historical urban centres: the case study of Campi Alto di Norcia, Italy. *Applied Sciences*. 11(2):849. https://doi.org/10.3390/app11020849

Ghaderi, R., & Farahmand, G. (2022). Zoning the Vulnerability of Urban Areas to Earthquake: The Case Study of Urmia City. *Town and Country Planning*, 14(2), 543-569. Doi: 10.22059/jtcp.2022.337834.670300 [In Persian]

Hassanzadeh, R., Honarmand, M., Hossinjanizadeh, M., & Mohammadi, S. (2021). Flood zoning in urban areas using hydrological modelling and survey data: Case study of Bardsir city, Kerman Province. *Iranian journal of Ecohydrology*, *8*(2), 331-344. Doi: 10.22059/ije.2021.314075.1423 [In Persian]

Hatami Nejad, H., Atashafrooz, N., & Arvin, M. (2017). Flood hazard zonation using multi-criteria analysis and GIS (case study: Izeh Township). Disaster Prevention and Management Knowledge.7 (2):44-57. [In Persian]

Hesam, R., Zarabi, A., & Taghvaie, M. (2019). Evaluation of Urban Flood Risk Potential with Secure Urban Development Attitude (Case Study: Gonbad-e-Kavoos). *Environmental Management Hazards*, *6*(1), 17-32. [In Persian]

Himan, Sh. (2021).Application of artificial neural network, frequency ratio and evidential belief function models in preparing of flood susceptibility map in Haraz watershed: A plan for urban flood risk studies. *Research and Urban Planning*, 12(45), 181-202. [In Persian]

Integrated Research on Disaster Risk (IRDR). (2014). *Peril Classification and Hazard Glossary*. IRDR DATA Publication No. 1. Beijing:Integrated Research on Disaster Risk. 2014. Available online.

Jalaliyan, S. I. (2022). Evaluating and zoning flooding on a temporal and spatial scale (Study Area: Gorgan River Watershed in Golestan Province). *Geographical Planning of Space*, *11*(42), 143-162. Doi:10.30488/gps.2020.213834.3157 [In Persian]

Karami, M., & Amirian, S. (2018). Zoning the Urban Earthquake vulnerability using Fuzzy logic-AHP model (case study: Tabriz City). *Physical Social Planning*, *5*(2), 110-124. Doi: 20.1001.1.26455471.1397.5.2.7.2 [In Persian]

Madadi, A., Asghari, S., Badamaky, M., & ghaleh, E. (2020). Flood hazard zoning in Kurayim Ghorichai catchment in Ardabil province. *Quantitative Geomorphological Research*, *9*(2), 81-97. Doi:10.22034/gmpj.2020.118226 [In Persian]

Management and Planning Organization of Ilam. (2019). *Statistical yearbook of Ilam city*. [In Persian]

Mashhadi, H., & Amini Varaki, S. (2015). Develop and present a model for threat assessments, vulnerability and risk analysis of critical infrastructure with a focus on passive defense. *Emergency Management*, *4*(94), 69-85. [In Persian]

Mohamad Nejhad, V. (2021). Flood extent area mapping using sentinel 1 SAR image (a case study: the flood of Poledokhtar, march 1398). *Geographical Planning of Space*, *11*(41), 69-80. Doi:10.30488/gps.2020.226387.3224 [In Persian]

Mokhtari, D., Rezaei Moghaddam, M. H., Rahimpour, T., & Moazzez, S. (2020). Preparing the Risk Map of Flood Occurrence in the Ghomnab Chai Basin Using ANP Model and GIS Technique. *Iranian journal of Ecohydrology*, *7*(2), 497-509. Doi:10.22059/ije.2020.298759.1298 [In Persian]

Podlaha, M, Lorinc, G, Srivastava, S & Bowen, B (2020). *Global Catastrophe Recap: First Half of July 2020*.

Pourahmad, A., Qurbani, R., & Moradi, Nader. (2019). Flood hazards of the Qarasu River and the population affected by it in the Karnachi neighborhood of Kermanshah, *Second National Conference on Urban Management, Urban Development and Architecture*, Tabriz. [In Persian]

Pouresmaeel, M., Salajegheh, A., Malekian, A., & Keshtkar, A. (2021). Investigating Vulnerability of Urban Areas to Flood Using TOPSIS Method (Case study: Azimiyeh, Karaj). *Journal of Range and Watershed Managment*, *74*(1), 23-36. doi.org/10.22059/jrwm.2020.303338.1508 [In Persian]

Pourmorteza, G. (2013). Evaluation of the flood plains of Ajarlo Chai by L-THIA method, *Master's Thesis*, University of Mohaghegh Ardabili. [In Persian]

Rezaei Moghaddam, M., Mokhtari, D., Shafieimehr, M. (2021). Zoning flood risk in the Shahr Chai Watershed in Miyaneh using Vikor model. *Hydrogeomorphology*, 8(28), 19-37. Doi: 10.22034/hyd.2021.40169.1536 [In Persian]

Saeedi, S., & Asiaei, M. (2023). Flood risk zoning in Fariman city using fuzzy logic. *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, *18*(1), 283-294. [In Persian]

Saeedi, S., Asiaei, M., & Goharkhah, F. (2022). Flood risk zoning in Torbat-e Heydarieh city using by fuzzy logic. *Geography and Development*, *20*(66), 81-106. Doi:10.22111/j10.22111.2022.6714 [In Persian]

Saidi Nia, A. (2015). Flood zoning in a part of Karaj metropolis (Ateshgah-Baghestan river area), *Master's Thesis*, Kharazmi University. [In Persian]

Sarmah, T, Das, S, Aishwarya, N & Bharath H, A, (2020). Assessing human vulnerability to urban flood hazard using the analytic hierarchy process and geographic information system, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 116-125. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101659

Song, J, Chang, Z, Li, W & Feng, Z. (2019). Resilience-vulnerability balance to urban flooding: A case study in a densely populated coastal city in China. *Cities*, 95, 211-226. https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.06.012

Souissi, D. Zouhri, L, Hammami, S & Msaddek, M. H. (2020), GIS-based MCDM – AHP modeling for flood susceptibility mapping of arid areas, southeastern Tunisia, *Geocarto International*, 35 (9), 18- 29. https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1566405

Sowmya, K., John, C.M. & Shrivasthava, N.K. (2015). Urban flood vulnerability zoning of Cochin City, southwest coast of India, using remote sensing and GIS. *Nat Hazards*, 75, 1271–

1286. DOI:10.1007/s11069-014-1372-4

Statistics Centre of Iran. (2015). *Detailed results of the general population and housing census of Ilam.* [In Persian]

Xiaodong. Z, Jia, Y, Yun, C, Jiahong, W, Jiayan, C & Zhan'e, Y. (2020). Supply–demand analysis of urban emergency shelters based on spatiotemporal population estimation. *International Journal of Disaster Risk Science*. 11(3):16-26. DOI:10.1007/s13753-020-00284-9