



Research Paper

Evaluation of the Physical Development Trend of Urban Spaces Located in Mountainous Areas in Relation to Environmental Hazards (Case Study: Ilam City)

Mehdi Safari Namivandi^a, Farkhondeh Moradi^b, Hamid Ganjaeian^{*c} , Mahsa Maleki^d

^a Assistant Professor, Department of Geomorphology, University of Police Sciences, Tehran, Iran

^b PhD Student, Department of Geomorphology, University of Tehran, Tehran, Iran

^c PhD, Department of Geomorphology, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

^d M.A, Department of Geography and Urban Planning, Malayer Azad University, Malayer, Iran

ARTICLE INFO

Received: 2025/04/13

Accepted: 2025/08/17

PP: 45-58

Use your device to scan and
read the article online



Keywords: *Natural Hazards, Mountainous Areas, Earthquake, Landslide, Ilam City.*

Abstract

Natural hazards are among the challenges facing many cities, including Ilam. The location of the city of Iran in the Zagros belt and leading to the mountain unit has caused this city to have a high vulnerability potential against natural hazards such as earthquakes and landslides. Due to the importance of the topic, in this research, the physical development process of Ilam city towards hazardous areas has been evaluated in recent years. In this research, Landsat satellite images, SRTM 30 meters high digital model, the layer related to the epicenter of the earthquakes and other layers of information are used as the most important research data. The most important research tools are ArcGIS, TerrSet and ENVI. In this research, the vulnerable areas against earthquake and landslide hazards have been identified first, and then the development process of the residential areas of this city towards vulnerable areas during the years 1992 to 2022 has been evaluated. Based on the results, a large part of the urban area of Ilam, including its northern and eastern regions, are exposed to the dangers of earthquakes and landslides. Also, the results of this research have shown that the city of Ilam in 1992 had an area of about 7.3 square kilometers, of which about 5.6 square kilometers were in the high risk of vulnerability class. Also, in 2022, it had an area of about 17.8 square kilometers, of which about 11.5 square kilometers was in the high risk of vulnerability category. According to the obtained results, during the recent years, a large part of the constructions of Ilam city have been done in areas with high risk of dangerousness

Citation: Safari Namivandi, M., Moradi, F., Ganjaeian, H., & Maleki, M. (2025). Evaluation of the Physical Development Trend of Urban Spaces Located in Mountainous Areas in Relation to Environmental Hazards (Case Study: Ilam City). *Journal of Environmental Research in Mountainous Regions*, 1(4), 45-58.

DOI: <https://doi.org/10.22034/ermr.2025.63620>



© The Author(s).

Publisher: University of Kurdistan

* **Corresponding author:** Hamid Ganjaeian, **Email:** h.ganjaeian@ut.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

One of the most important challenges for the progress of societies, especially urban areas, has been the increase in the risk process. Hazards can be of natural or human origin, and different regions have different potentials for the occurrence of various hazards according to their geographical location and political, economic and social conditions. Due to the importance of the subject, today many scientists and urban planners pay attention to the monitoring of environmental changes in urban areas. According to its geographical location, Iran has a high potential in the field of hazards, especially natural hazards. Every year, natural hazards in Iran cause a lot of human and financial losses, which is very effective in slowing down the country's development process. Different regions of Iran, especially its urban areas, have different potentials in the field of various risks, and it is necessary to pay special attention to this important issue in different programs, especially construction planning. Ilam city is one of the areas exposed to natural hazards. The location of the city of Ilam in the Zagros belt and leading to the mountain unit has caused this city to have a high vulnerability potential against natural hazards such as earthquakes and landslides. Considering that the dangers of earthquakes and landslides are always associated with many human and financial losses, therefore, in this research, the physical development process of Ilam city towards the hazardous areas during recent years has been evaluated.

Methodology

This research is based on descriptive-analytical and quantitative methods. In this research, Landsat satellite images, SRTM 30 meters high digital model, the layer related to the epicenter of the earthquakes and other layers of information are used as the most important research data. The most important research tools are ArcGIS (to prepare the desired maps), TerrSet (To do the OWA model) and ENVI (to prepare the land use map of the region). According to the desired goals, this research has been done in 4 stages. In the first stage, vulnerable areas against earthquakes have been identified. In the second stage, vulnerable areas against landslides have been identified. In the

third stage, a map of the region's vulnerability has been prepared, and for this purpose, the high and very high vulnerability potential classes of the studied hazards have been combined, and in this way, a map of the areas exposed to natural hazards has been prepared. In the fourth stage, using Landsat satellite images and through ENVI software, a map of the urban area of Ilam during the years 1992 and 2022 has been prepared. After preparing the map of the residential areas, the distribution of these areas in the areas exposed to earthquake and landslide hazards during the years 1992 and 2022 has been analyzed.

Results and Discussion

Due to the fact that the risk of earthquake is always associated with a lot of loss of life and money, it is very important to identify the areas exposed to this risk. The location of Ilam city has caused this city to have a high seismic potential. Based on the results, the northern and eastern regions of Ilam urban area have a higher vulnerability potential against earthquake risk due to the type of lithology, high slope and proximity to the epicenters of earthquakes that occurred in the region. Also, due to the fact that the city of Ilam is surrounded by mountains, parts of the peripheral areas of this city are at risk of landslides. Due to the importance of the topic, in this section, the vulnerable areas against the risk of landslides have been identified in the urban area and urban outskirts of Ilam, and based on the results, the eastern, northeastern and southeastern parts of Ilam due to Leading to the mountain unit, the high slope and the existence of communication lines have a high potential in terms of the occurrence of landslide hazards.

Conclusion

The location of Ilam city has caused this city to have a high risk potential. The results of this research have shown that a large part of the city of Ilam and especially its northern regions have a high vulnerability potential against earthquakes due to the proximity to the earthquake epicenters, the type of lithology and the high slope. Also, the mountainous location of Ilam city has caused the northern and eastern parts of this city to be at risk of landslides. According to the mentioned cases, under the influence of the natural condition of Ilam city, earthquake and landslide hazards are among the

most important hazards facing this city. In this research, the development process of the residential areas of Ilam city towards hazardous areas has been evaluated. According to the results, the city of Ilam in 1992 had an area of about 7.3 square kilometers, of which about 5.6 square kilometers was in the high risk of vulnerability category. Also, in 2022, it had an area of about 17.8 square kilometers, of which

about 11.5 square kilometers was in the high risk of vulnerability category. According to the results, in recent years, a large part of the constructions in Ilam city have been done in areas with a high risk of dangerousness, which shows that the environmental strength of the region and especially the vulnerability of the region have not been paid attention.

Financial sponsor

According to the responsible author, this article has no financial sponsor.

Contribution of the authors to the research

The first author: Development of the theoretical framework, scientific supervision of the research process, and final editing of the manuscript.

Second author: Data collection and initial drafting of the manuscript.

Third author: Data analysis and scientific editing.

Fourth author: Contribution to data collection and final editing.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest in writing or publishing this article.

Appreciation and thanks

The authors sincerely thank and appreciate all those who collaborated with them in the collection of field data.



مقاله پژوهشی

ارزیابی روند توسعه فیزیکی فضاهای شهری واقع در قلمروهای کوهستانی نسبت به مخاطرات محیطی (مطالعه موردی: شهر ایلام)

مهدی صفری نامیوندی: استادیار، گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه علوم انتظامی، تهران، ایران

فرخنده مرادی: دانشجوی دکتری، گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

حمید گنجائیان* : دکترا، گروه ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مهسا ملکی: کارشناس ارشد، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد ملایر، ملایر، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۲۴	مخاطرات طبیعی از جمله چالش های پیش روی بسیاری از شهرها از جمله شهر ایلام محسوب می شود. قرارگیری شهر ایران در نوار زاگرس و منتهی شدن به واحد کوهستان سبب شده است تا این شهر پتانسیل آسیب پذیری بالایی در برابر مخاطرات طبیعی از جمله زمین لرزه و زمین لغزش داشته باشد. با توجه به اهمیت موضوع در این پژوهش به ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر ایلام به سمت مناطق مخاطره آفرین در طی سال های اخیر پرداخته شده است. در این تحقیق از تصاویر ماهواره لندست، مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر SRTM، لایه مربوط به کانون زمین لرزه های رخ داده و سایر لایه های اطلاعاتی به عنوان مهم ترین داده های تحقیق استفاده شده است. مهم ترین ابزارهای تحقیق، ArcGIS، TerrSet و ENVI بوده است. در این تحقیق ابتدا به شناسایی مناطق آسیب پذیر در برابر مخاطرات زمین لرزه و زمین لغزش پرداخته شده است و سپس روند توسعه نواحی سکونتگاهی این شهر به سمت مناطق آسیب پذیر در طی سال های ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۲ ارزیابی شده است. بر اساس نتایج حاصل شده، بخش زیادی از محدوده شهر ایلام از جمله مناطق شمالی و شرقی آن در معرض مخاطرات زمین لرزه و زمین لغزش قرار دارند. همچنین نتایج این تحقیق نشان داده است که شهر ایلام در سال ۱۹۹۲ حدود ۷/۳ کیلومتر مربع وسعت داشته است که حدود ۵/۶ کیلومتر مربع از آن در طبقه با ریسک بالای آسیب پذیری قرار داشته است و در سال ۲۰۲۲ حدود ۱۷/۸ کیلومتر مربع وسعت داشته است که حدود ۱۱/۵ کیلومتر مربع از آن در طبقه با ریسک بالای آسیب پذیری قرار داشته است. با توجه به نتایج حاصل شده، در طی سال های اخیر بخش زیادی از ساخت و سازهای شهر ایلام در مناطق با ریسک بالای مخاطره پذیری صورت گرفته است.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۶	
شماره صفحات: ۴۵-۵۸	
از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید	
	
واژه های کلیدی: مخاطرات طبیعی، قلمروهای کوهستانی، زمین لرزه، زمین لغزش، شهر ایلام	

استناد: صفری نامیوندی، مهدی؛ مرادی، فرخنده؛ گنجائیان، حمید و ملکی، مهسا (۱۴۰۴). ارزیابی روند توسعه فیزیکی فضاهای شهری واقع در قلمروهای کوهستانی نسبت به مخاطرات محیطی (مطالعه موردی: شهر ایلام). نشریه علمی پژوهش های محیطی در قلمروهای کوهستانی، ۱ (۴)، ۴۵-۵۸.

DOI: <https://doi.org/10.22034/ermr.2025.63620>

ناشر: دانشگاه کردستان

نویسندگان



مقدمه

روند افزایشی جمعیت پس از انقلاب صنعتی و به دنبال آن توسعه فیزیکی شهرها، میزان آسیب‌پذیری شهرها را افزایش داده است (لوپیس و جانا^۱، ۲۰۰۵؛ قائدرحمتی و همکاران، ۱۳۹۲؛ گنجائیان و همکاران، ۱۳۹۸). رشد شتابان شهرنشینی، تغییر کاربری اراضی و گسترش سکونتگاه‌های انسانی به مناطق حاشیه‌ای و بعضاً پرخطر، یکی از پیامدهای مستقیم این روند محسوب می‌شود. با توجه به اینکه بسیاری از مخاطرات از جمله مخاطرات طبیعی در مناطق شهری نیز رخ می‌دهد (بکسن^۲ و همکاران، ۲۰۱۶)، این مخاطرات هر ساله بر زندگی میلیون‌ها نفر تأثیرگذار هستند (جهان^۳، ۲۰۱۲). علاوه بر خسارات جانی و مالی، این پدیده‌ها بر کیفیت زندگی، امنیت اجتماعی و حتی شاخص‌های توسعه پایدار در مناطق شهری اثرات منفی برجای می‌گذارند (ژائو^۴ و همکاران، ۲۰۲۳؛ ژانگ^۵ و همکاران، ۲۰۲۴).

بر این اساس، در طی سال‌های اخیر یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیشروی جوامع، خصوصاً نواحی شهری، افزایش روند مخاطرات بوده است. مخاطرات می‌تواند منشأ طبیعی و یا انسانی داشته باشد و مناطق مختلف با توجه به موقعیت جغرافیایی و اوضاع سیاسی، اقتصادی و اجتماعی، پتانسیل‌های مختلفی در زمینه وقوع انواع مخاطرات دارند (محمدخان و همکاران، ۱۳۹۸). در این میان، شهرها به دلیل تراکم بالای جمعیت و زیرساخت‌ها، آسیب‌پذیری بیش‌تری نسبت به نواحی روستایی دارند. به همین دلیل، موضوع تاب‌آوری شهری و برنامه‌ریزی برای کاهش ریسک بلایا، به یکی از محورهای اصلی پژوهش‌های برنامه‌ریزی شهری و جغرافیای انسانی تبدیل شده است (مالال‌گودا^۶ و همکاران، ۲۰۱۰؛ ماس^۷ و همکاران، ۲۰۱).

کشور ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی که دارد، پتانسیل بالایی در زمینه مخاطرات و خصوصاً مخاطرات طبیعی دارد (گنجائیان، ۱۴۰۳). واقع شدن ایران در کمربند لرزه‌خیز آلپ-همیالیا، وجود گسل‌های فعال در بسیاری از نقاط کشور، تنوع شدید اقلیمی از مناطق خشک و نیمه‌خشک گرفته تا نواحی پرباران و همچنین توپوگرافی کوهستانی و ناهموار، موجب شده است تا ایران در برابر پدیده‌هایی همچون زمین‌لرزه، زمین‌لغزش، سیل و خشکسالی بسیار آسیب‌پذیر باشد (نگهبان و همکاران، ۱۳۹۹). این مخاطرات نه تنها خسارات جانی و مالی هنگفتی را بر جای می‌گذارند، بلکه در بسیاری موارد زیرساخت‌های حیاتی از جمله شبکه‌های حمل‌ونقل، تأسیسات آب و برق، کاربری‌های مسکونی و صنعتی و حتی اراضی کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و روند توسعه پایدار کشور را با اختلال مواجه می‌سازند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۶؛ اسدی و همکاران، ۱۴۰۱؛ نگهبان و همکاران، ۱۴۰۳).

با توجه به این شرایط، در دهه‌های اخیر ضرورت شناسایی پهنه‌های پرخطر و تدوین طرح‌های جامع مدیریت ریسک و کاهش آسیب‌پذیری در سطح ملی و محلی بیش از پیش مورد توجه پژوهشگران و تصمیم‌گیران قرار گرفته است. مناطق مختلف ایران، بسته به ویژگی‌های جغرافیایی، زمین‌شناسی و اقلیمی، با انواع گوناگون مخاطرات روبه‌رو هستند و این مسئله ایجاب می‌کند که در برنامه‌ریزی‌های عمرانی، شهری و منطقه‌ای، رویکردی مبتنی بر تاب‌آوری و توسعه پایدار اتخاذ شود. جمله مناطقی که در معرض مخاطرات طبیعی قرار دارد، شهر ایلام است. این شهر به دلیل قرارگیری در نوار زاگرس و همجواری با واحدهای کوهستانی، به‌ویژه در معرض زمین‌لرزه و زمین‌لغزش قرار دارد. ترکیب شیب‌های تند، بارش‌های فصلی و گسل‌های فعال در محدوده اطراف شهر، شرایطی فراهم کرده که وقوع بلایای طبیعی در این منطقه محتمل‌تر باشد. از سوی دیگر، گسترش فیزیکی شهر به سمت دامنه‌ها و عرصه‌های پرشیب، بدون در نظر گرفتن مطالعات ژئوتکنیکی و زیست‌محیطی، بر شدت خطرپذیری می‌افزاید و در صورت وقوع حادثه، پیامدهای آن را تشدید می‌کند.

با توجه به اینکه زمین‌لرزه‌ها و زمین‌لغزش‌ها علاوه بر خسارات جانی و مالی، موجب مهاجرت اجباری، فروپاشی زیرساخت‌ها و کاهش کیفیت زندگی ساکنان می‌شوند، شناسایی مناطق پرخطر و ارزیابی روند توسعه به سمت این نواحی ضروری است. بر این اساس، پژوهش حاضر تلاش دارد تا با تحلیل تغییرات کالبدی شهر ایلام در سال‌های اخیر، به پرسش‌های اساسی در خصوص مهم‌ترین مخاطرات طبیعی این شهر، مناطق دارای پتانسیل بالای آسیب‌پذیری و روند گسترش شهر به سمت پهنه‌های پرخطر پاسخ دهد. با توجه به موارد ذکر شده، پژوهش حاضر به دنبال دستیابی به سوالاتی است که عبارتند از: کدام مناطق شهر ایلام، پتانسیل آسیب‌پذیری بیش‌تری در برابر مخاطرات طبیعی دارند؟ و روند توسعه فیزیکی و توسعه به سمت مناطق آسیب‌پذیر شهر ایلام در طی سال‌های اخیر چگونه بوده است؟

مرور ادبیات و سوابق پژوهش

در طی سال‌های اخیر، روند افزایشی جمعیت سبب شده است تا شهرها با رشد فزاینده‌ای مواجه شوند (حسن^۱ و همکاران، ۲۰۲۳). افزایش جمعیت و توسعه فیزیکی شهرها، زمینه را برای وقوع مخاطرات انسانی و افزایش احتمال وقوع مخاطرات طبیعی فراهم آورده است (گیسون^۲ و همکاران، ۲۰۱۶؛ فکت^۳ و همکاران، ۲۰۲۲). هرکدام از این مخاطرات دارای انواع مختلفی هستند و وقوع هرکدام از آن‌ها می‌تواند زمینه را برای وقوع سایر مخاطرات فراهم آورد. برای مثال، وقوع مخاطره زمین‌لرزه می‌تواند باعث ایجاد مخاطره زمین‌لغزش و سیلاب و حتی فرونشست شود. همچنین زمینه را برای بروز مخاطرات انسانی نظیر آلودگی فراهم آورد، بنابراین می‌توان گفت که هر مخاطره می‌تواند زمینه‌ساز وقوع مخاطرات بعدی باشد. مناطق مختلف با توجه به وضعیت ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی و اقلیمی که دارند، در معرض وقوع یک و یا چند نوع مخاطره هستند، در این میان، مناطق شهری حساسیت بیش‌تری دارند، چون وقوع هرکدام از مخاطرات در مناطق شهری، می‌تواند با آسیب‌ها و خسارات زیادی همراه باشد (گنجائیان، ۱۳۹۹).

بررسی مخاطرات طبیعی رخ داده بیانگر این است که ایران یکی از پرمخاطره‌ترین کشورهای دنیا محسوب می‌شود (گنجائیان، ۱۴۰۳)، به‌طوری‌که در طی سال‌های اخیر بارها شاهد وقوع مخاطراتی از قبیل سیل، زمین‌لرزه، فرونشست و حرکات دامن‌های بوده‌ایم (سالاری و همکاران، ۱۳۹۹). با توجه به اینکه در ایران از نظر وضعیت زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و هیدرواقلمی، تنوع زیادی داریم، مناطق مختلف ایران پتانسیل‌های متفاوتی از نظر احتمال وقوع هر مخاطره دارند (موساسی و همکاران، ۱۴۰۴). بر این اساس، شهرهای ایران پتانسیل بالایی از نظر وقوع مخاطرات ژئومورفولوژی دارند. این پتانسیل بالا در کنار ضعف مدیریتی و عدم توجه به مخاطره‌پذیر بودن منطقه سبب شده است تا بسیاری از نواحی سکونتگاهی مناطق شهری به سمت مناطق مخاطره‌آمیز حرکت کنند که این مسئله سبب تشدید خسارات ناشی از مخاطرات ژئومورفولوژی شده است. با توجه به موارد مذکور، بررسی و پایش وضعیت آسیب‌پذیری شهرهای ایران در برابر مخاطرات طبیعی بسیار حائز اهمیت است و همچنین با توجه به اینکه یکی از دلایل اصلی افزایش روند آسیب‌پذیری شهرهای ایران، توسعه فیزیکی شهرها بدون توجه به توان محیطی بوده است، بنابراین باید علاوه بر شناسایی وضعیت آسیب‌پذیری شهرهای ایران در برابر مخاطرات محیطی، وضعیت توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق آسیب‌پذیر، شناسایی و کنترل شود. همچنین باید مناطقی جهت توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی انتخاب شود که دارای کم‌ترین پتانسیل آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات طبیعی هستند (گنجائیان و همکاران، ۱۴۰۴).

اهمیت موضوع توسعه فیزیکی شهرها و وضعیت مخاطرات آن‌ها سبب شده است تا در ارتباط با این موضوع تحقیقات مختلفی در سطح ایران و جهان صورت گیرد که از جمله آن‌ها می‌توان به گلاستر^۴ و همکاران (۲۰۰۱) اشاره کرد که به بررسی شاخص‌های مؤثر در رشد کالبدی شهری پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها بیانگر این است که رشد بی‌رویه شهرها بدون در نظر گرفتن ظرفیت‌های محیطی و مخاطرات موجود، سبب تشدید آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها و افزایش ریسک مخاطرات می‌شود. در ادامه این روند، باگان و یاماگان^۵ (۲۰۱۲) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست به بررسی روند رشد فضایی و زمانی شهر توکیو پرداختند و نشان دادند که استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور می‌تواند در پایش تغییرات کالبدی شهرها و شناسایی الگوهای توسعه فضایی مؤثر باشد.

در زمینه مخاطرات طبیعی، هریال^۶ و همکاران (۲۰۱۷) به ارزیابی میزان آسیب‌پذیری استان یوگیاکارتا در برابر مخاطرات طبیعی پرداختند و تأکید کردند که توسعه فیزیکی بدون برنامه‌ریزی منجر به تشدید خطرات می‌شود. ناتی^۷ و همکاران (۲۰۱۸) نیز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای روند توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی بخش‌هایی از کشورهای اسپانیا و ایتالیا را به سمت مناطق مخاطره‌آفرین بررسی کردند و نشان دادند که فشار جمعیتی و تغییرات کاربری اراضی نقش بسزایی در گسترش سکونتگاه‌ها به سمت پهنه‌های پرخطر دارد. در مطالعات مشابه، پاره‌ی^۸ و همکاران (۲۰۱۸) به ارزیابی روند مدیریت مخاطرات طبیعی در حوضه ماهانادی هندوستان پرداختند و چینی و همکاران^۹ (۲۰۱۹) با استفاده از تصاویر راداری روند توسعه کالبدی نواحی شهری و ارتباط آن با وقوع سیلاب‌های شهری را بررسی کردند.

در ایران نیز تحقیقات متعددی در این زمینه صورت گرفته است؛ برای مثال گنجائیان و همکاران (۲۰۲۱) با بهره‌گیری از روش‌های WLC و OWA به شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین‌لغزش در گردنه خان استان کردستان پرداختند و اهمیت تحلیل‌های چندمعیاره را در مدیریت ریسک بلایا مورد تأکید قرار دادند. علاوه بر آن، مومنی و مصطفوی (۱۳۹۸) با استفاده از تحلیل فضایی، الگوی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی

1. Hassan

2. Gibson

3. Fekete

4. Glaster

5. Bagan & Yamagata

6. Herryal

7. Notti

8. Parhi

9. Chini

شهرهای استان مرکزی را بررسی کرده و نگهبان و همکاران (۱۳۹۸) توسعه فیزیکی شهرها و گسترش آن‌ها به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی را با استفاده از مدل LCM تحلیل نمودند. در حوزه پهنه‌بندی خطر، امیریان و همکاران (۱۳۹۹) با استفاده از منطق فازی به شناسایی و تحلیل حریم ایمنی و آسیب‌پذیری شهر اهواز از منظر پدافند غیرعامل پرداختند.

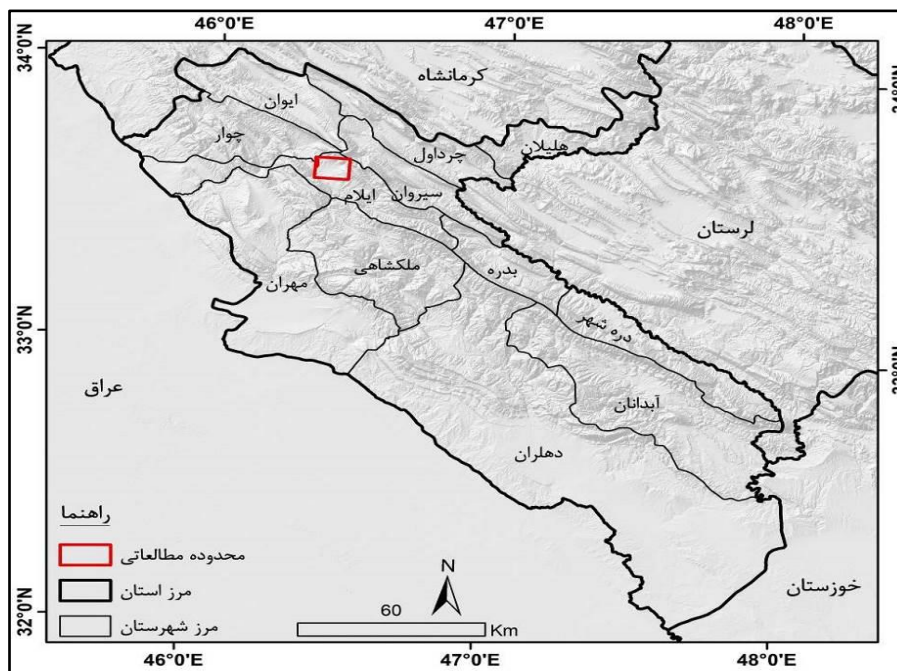
از دیگر پژوهش‌ها می‌توان به نگهبان و همکاران (۱۴۰۰) اشاره کرد که با استفاده از تصاویر راداری، مناطق مستعد وقوع زمین‌لغزش و جابه‌جایی عمودی در محدوده شهری و حاشیه‌ای لواسان را شناسایی کردند. لاله‌پور و همکاران (۱۴۰۰) نیز توسعه کالبدی شهر خرم‌آباد را با تأکید بر شاخص‌های توسعه درونی شهر تحلیل کردند. همچنین اسدی و همکاران (۱۴۰۱) روند توسعه فیزیکی شهر پلدختر به سمت مناطق سیل‌خیز را بررسی کردند و جمینی و همکاران (۱۴۰۲) سکونتگاه‌های روستایی در معرض خطر زمین‌لغزش در شهرستان پاوه را شناسایی نمودند. در حوزه توسعه فیزیکی شهرها، ملکی و ابراهیمی (۱۴۰۲) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه روند توسعه کالبدی شهر هندیجان را ارزیابی کردند و نورالدین موسی و همکاران (۱۴۰۲) نیز توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی شهر سنندج به سمت مناطق سیل‌خیز را تحلیل کردند.

در این پژوهش با توجه به اهمیت روزافزون مدیریت ریسک در مناطق شهری، به شناسایی و تحلیل روند توسعه فیزیکی شهر ایلام به سمت مناطق مخاطره‌آفرین پرداخته شده است. مرور پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که تاکنون مطالعات متعددی در زمینه شناسایی مخاطرات طبیعی یا ارزیابی توسعه کالبدی شهرها انجام شده است، اما اغلب این تحقیقات به صورت مجزا به یکی از این دو حوزه پرداخته‌اند و کمتر پژوهشی وجود دارد که هم‌زمان به ارتباط میان روند توسعه فیزیکی و گسترش به سمت پهنه‌های پرخطر توجه کرده باشد. نوآوری این تحقیق در آن است که با بهره‌گیری از داده‌های مکانی، تصاویر ماهواره‌ای و روش‌های تحلیلی نوین، نه تنها مناطق آسیب‌پذیر شهر ایلام در برابر مخاطراتی مانند زمین‌لرزه و زمین‌لغزش شناسایی می‌شوند، بلکه روند توسعه کالبدی شهر طی سال‌های اخیر و جهت‌گیری آن به سمت پهنه‌های پرخطر نیز مورد بررسی دقیق قرار می‌گیرد. این رویکرد، امکان ارائه نتایجی کاربردی برای مدیریت شهری، برنامه‌ریزی ایمن‌سازی زیرساخت‌ها و تدوین سیاست‌های توسعه پایدار را فراهم می‌سازد. به بیان دیگر، این پژوهش با ترکیب دو بعد کلیدی - شناسایی ریسک و تحلیل روند توسعه فیزیکی - شکاف موجود در مطالعات پیشین را پر کرده و می‌تواند مبنایی علمی برای تصمیم‌گیری در خصوص توسعه ایمن شهر ایلام و کاهش خطرپذیری آن در آینده فراهم کند.

روش‌شناسی پژوهش

محدوده مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی تحقیق حاضر منطبق بر محدوده شهری و حاشیه شهری ایلام است. شهر ایلام به عنوان مرکز شهرستان ایلام و همچنین مرکز استان ایلام محسوب می‌شود (شکل ۱). شهر ایلام با حدود ۱۹۴ هزار نفر جمعیت (مرکز آمار کشور، ۱۳۹۵) پرجمعیت‌ترین شهر استان ایلام است. این شهر از نظر تقسیمات مورفوتکتونیکی در واحد زاگرس قرار دارد و همین مسئله سبب شده است تا از اطراف به واحد کوهستان منتهی شود. از نظر اقلیمی نیز این شهر دارای تابستان‌های گرم و نیمه‌خشک و زمستان‌های معتدل و مرطوب است.



شکل ۱. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

منبع: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان ایلام، ۱۴۰۰

روش تحقیق

این تحقیق بر اساس روش‌های توصیفی-تحلیلی و کمی می‌باشد. در این تحقیق از تصاویر ماهواره لندست، مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر SRTM، لایه مربوط به کانون زمین‌لرزه‌های رخ داده و سایر لایه‌های اطلاعاتی به‌عنوان مهم‌ترین داده‌های تحقیق استفاده شده است. مهم‌ترین ابزارهای تحقیق، ArcGIS (به‌منظور تهیه نقشه‌های مورد نظر)، TerrSet (به‌منظور اجرای مدل OWA) و ENVI (به‌منظور تهیه نقشه کاربری‌های اراضی منطقه) بوده است. با توجه به موضوع اهداف مورد نظر، این تحقیق در ۴ مرحله انجام شده است که در ادامه به تشریح آن‌ها پرداخته شده است:

مرحله اول (شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زمین‌لرزه): در این پژوهش به‌منظور شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین‌لرزه از ۶ پارامتر فاصله از کانون‌های زمین‌لرزه، فاصله از گسل، نوع لیتولوژی، شیب، فاصله از جاده و وضعیت تراکم نواحی استفاده شده است. در این مرحله پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، بر مبنای پتانسیل درونی هر لایه، لایه‌های اطلاعاتی استانداردسازی شده‌اند و به مناطقی که دارای بالاترین پتانسیل آسیب‌پذیری هستند، ارزش نزدیک ۱ و به مناطق با کم‌ترین آسیب‌پذیری، ارزش نزدیک صفر داده شده است. پس از استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی، با استفاده از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP)، به لایه‌ها وزن داده شده است و سپس وزن بدست آمده بر روی هر لایه اعمال شده است. پس از اعمال وزن لایه‌ها، در نهایت لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از مدل OWA با هم ترکیب شده و نقشه نهایی وضعیت آسیب‌پذیری محدوده مطالعاتی در برابر مخاطره زمین‌لرزه تهیه شده است.

مرحله دوم (شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زمین‌لغزش): در این مرحله به‌منظور شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین‌لغزش از ۸ پارامتر جهت شیب، شیب، ارتفاع، لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، کاربری اراضی و فاصله از جاده استفاده شده است. لازم به ذکر است که انتخاب پارامترها بر مبنای وضعیت منطقه، نظرات کارشناسان و مطالعات پیشین بودن است (کیانی و همکاران، ۱۴۰۰؛ بهاروند، ۱۴۰۲؛ پیره و گنجائیان، ۱۴۰۳). در این مرحله نیز همانند مرحله قبلی از مدل تلفیقی OWA-ANP استفاده شده است.

مرحله سوم (تهیه نقشه آسیب‌پذیری منطقه): پس از شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره‌های زمین‌لرزه و زمین‌لغزش، در این مرحله نقشه وضعیت آسیب‌پذیری منطقه تهیه شده است که برای این منظور طبقات پتانسیل آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد مخاطرات مورد بررسی با هم ترکیب شده و به این صورت نقشه مناطق در معرض مخاطرات طبیعی تهیه شده است.

روند توسعه فیزیکی مرحله چهارم (ارزیابی نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق آسیب‌پذیر): در این مرحله ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره لندست (جدول ۱) و از طریق نرم‌افزار ENVI، نقشه محدوده شهری ایلام در طی سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲ تهیه شده است. در این مرحله پس از تهیه تصاویر مورد نظر، با استفاده از نرم‌افزار ENVI پیش‌پردازش‌های لازم شامل تصحیحات اتمسفری و رادیومتریکی بر روی

تصاویر انجام شده است. پس از انجام پیش‌پردازش‌های لازم، نقشه نواحی سکونتگاهی منطقه تهیه شده است و در ادامه وضعیت پراکنش این نواحی در پهنه‌های در معرض مخاطرات زمین‌لرزه و زمین‌لغزش در طی سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲ آنالیز شده است.

جدول ۱. مشخصات تصاویر مورد استفاده

نوع ماهواره	سنجنده	تاریخ
لندست ۵	TM	۱۹۹۲/۰۶/۲۳
لندست ۸	OLI	۲۰۲۲/۰۶/۱۸

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

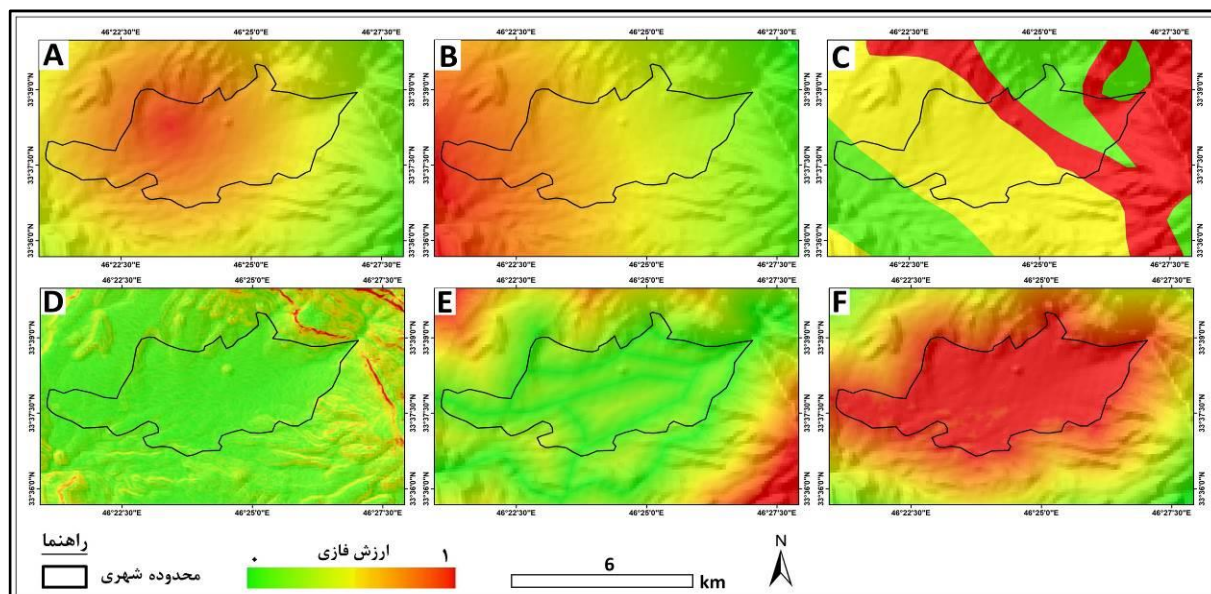
یافته‌ها و بحث

شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین‌لرزه

شهر ایلام از نظر تقسیمات مورفوتکتونیک در واحد زاگرس قرار دارد و به همین دلیل دارای پتانسیل لرزه‌خیزی بالایی است (گنجائیان^۱ و همکاران، ۲۰۲۴). با توجه به اینکه مخاطره زمین‌لرزه همواره با خسارات جانی و مالی زیادی همراه است، بنابراین شناسایی مناطق در معرض این مخاطره بسیار حائز اهمیت است. با توجه به اهمیت موضوع، در این بخش به شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین‌لرزه در محدوده شهری و حاشیه شهری ایلام پرداخته شده است.

الف) پارامترهای مورد استفاده

در این بخش به منظور شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین‌لرزه از ۶ پارامتر فاصله از کانون‌های زمین‌لرزه، فاصله از گسل، نوع لیتولوژی، شیب، فاصله از جاده و وضعیت تراکم نواحی استفاده شده است. در این بخش با توجه به وضعیت آسیب‌پذیری هر پارامتر در برابر مخاطره زمین‌لرزه، پارامترها استانداردسازی شده‌اند. به منظور استانداردسازی پارامترها، به مناطق نزدیک کانون‌های زمین‌لرزه، مناطق نزدیک به خطوط گسل، دارای لیتولوژی سست مانند مواد آبرفتی، مناطق با شیب زیاد، مناطق دور از جاده و مناطق دارای تراکم بالای نواحی سکونتگاهی، ارزش نزدیک به ۱ داده شده است. همچنین به مناطق دور از کانون‌های زمین‌لرزه، دور از خطوط گسل، دارای لیتولوژی مقاوم، مناطق کم شیب، مناطق نزدیک از جاده و مناطق با تراکم کم نواحی سکونتگاهی، ارزش نزدیک به صفر داده شده است (شکل ۲).

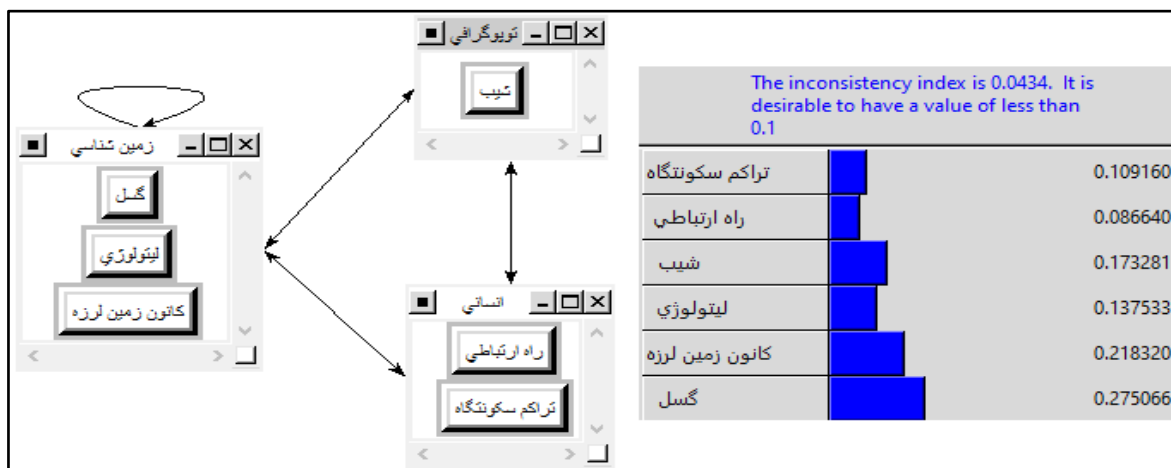


شکل ۲. نقشه‌های استانداردسازی شده لایه‌های اطلاعاتی (A) فاصله از کانون‌های زمین‌لرزه (B) فاصله از گسل (C) لیتولوژی (D) شیب (E) فاصله از جاده (F) تراکم سکونتگاهی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

ب) وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی

پس از استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی، با استفاده از نظرات کارشناسان و مدل ANP به لایه‌های اطلاعاتی وزن داده شده است که برای این منظور ابتدا ساختار شبکه‌ای پارامترها تهیه شده است و سپس با مقایسه خوشه‌ها و زیرخوشه‌ها، لایه‌های اطلاعاتی ارزش‌گذاری شده است (شکل ۳).

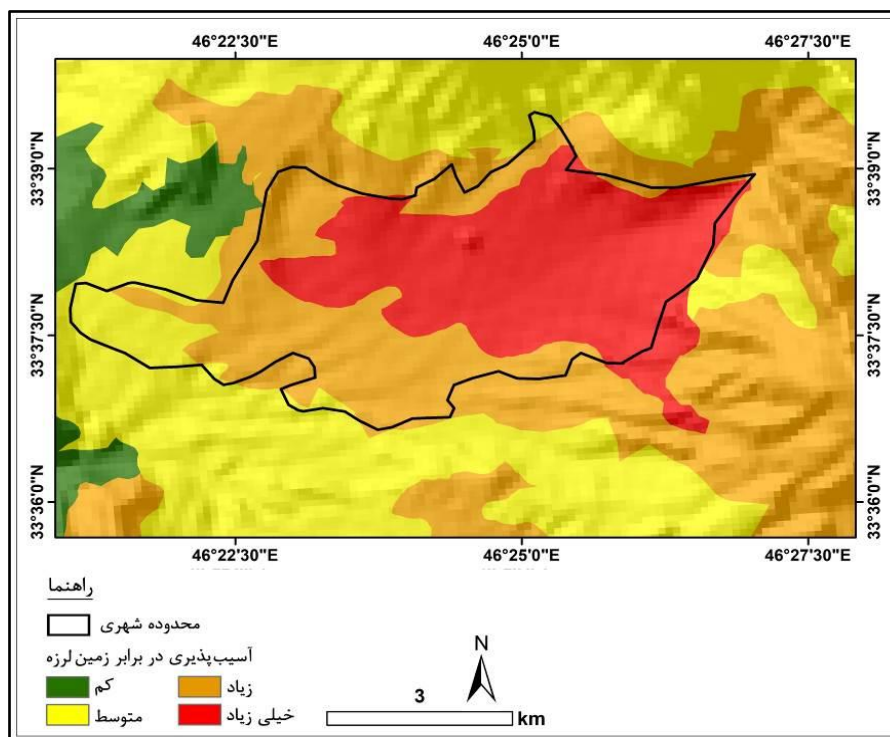


شکل ۳. ساختار شبکه‌ای و وزن نهایی پارامترها

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

ج) تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و تهیه نقشه نهایی

پس از اعمال وزن لایه‌ها، در نهایت لایه‌ها با استفاده از مدل OWA با هم ترکیب شده‌اند و نقشه نهایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین‌لرزه تهیه شده است (شکل ۴). نتایج نشان می‌دهد، مناطق شمالی و شرقی محدوده شهری ایلام به دلیل نوع لیتولوژی، شیب زیاد و همچنین نزدیکی به کانون‌های زمین‌لرزه‌های رخ داده در منطقه، دارای پتانسیل آسیب‌پذیری بیش‌تری در برابر مخاطره زمین‌لرزه است.



شکل ۴. نقشه نهایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین‌لرزه

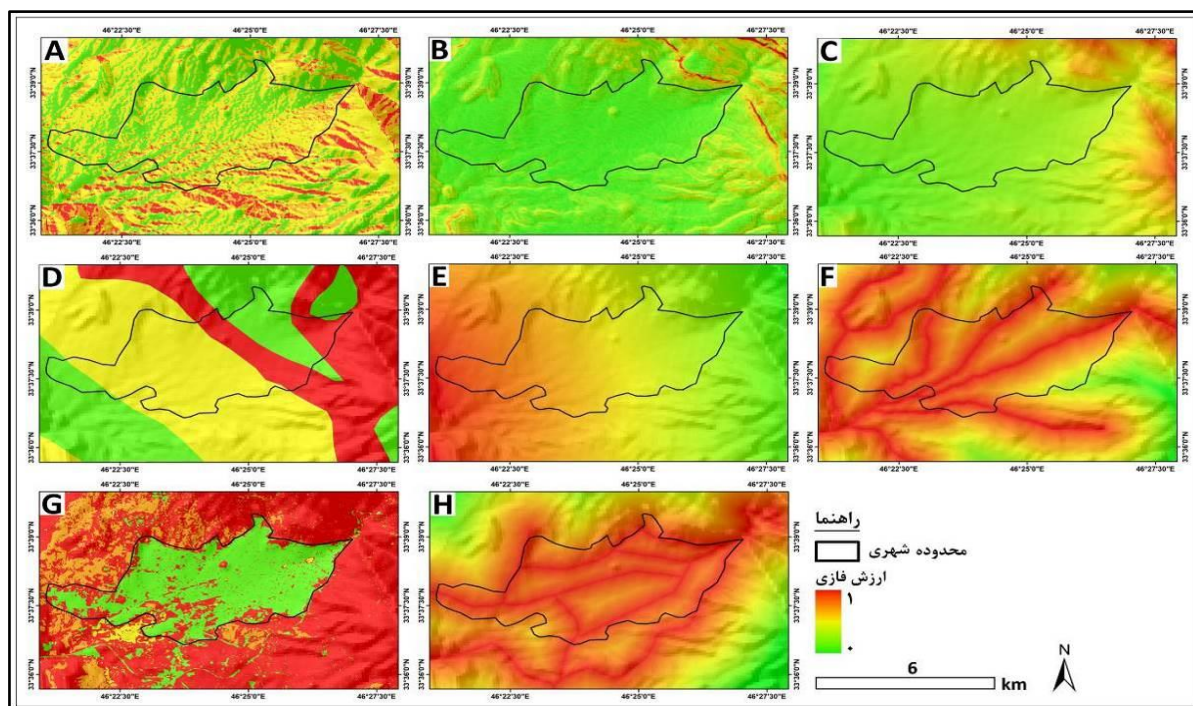
منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین‌لغزش

با توجه به اینکه شهر ایلام از اطراف به واحد کوهستان منتهی می‌شود، بنابراین بخش‌هایی از مناطق حاشیه‌ای این شهر در معرض مخاطره زمین‌لغزش قرار دارد. با توجه به اهمیت موضوع، در این بخش به شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین‌لغزش در محدوده شهری و حاشیه شهری ایلام پرداخته شده است.

الف) پارامترهای مورد استفاده

در این بخش به‌منظور شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین‌لغزش از ۸ پارامتر جهت شیب، شیب، ارتفاع، لیتولوژی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، کاربری اراضی و فاصله از جاده استفاده شده است. در این بخش با توجه به وضعیت آسیب‌پذیری هر پارامتر در برابر مخاطره زمین‌لغزش، پارامترها استانداردسازی شده‌اند. برای پارامتر جهت شیب، به جهت شیب شمالی به دلیل رطوبت و یخبندان بیش‌تر، ارزش نزدیک ۱ و به جهت شیب جنوبی، ارزش نزدیک صفر داده شده است. برای پارامتر شیب، به مناطق با شیب زیاد به دلیل ناپایداری زیاد، ارزش نزدیک ۱ و به مناطق با شیب کم، ارزش نزدیک صفر داده شده است. برای پارامتر ارتفاع، به مناطق مرتفع به دلیل رطوبت و یخبندان بیش‌تر، ارزش نزدیک ۱ و به مناطق کم ارتفاع، ارزش نزدیک صفر داده شده است. برای پارامتر لیتولوژی، به مناطق با لیتولوژی سست، ارزش نزدیک ۱ و به مناطق با لیتولوژی مقاوم، ارزش نزدیک صفر داده شده است. برای پارامتر فاصله از خطوط گسل، به مناطق نزدیک به خطوط گسل، ارزش نزدیک ۱ و به مناطق دور از خطوط گسل، ارزش نزدیک صفر داده شده است. برای پارامتر فاصله از رودخانه، به مناطق نزدیک رودخانه به دلیل ناپایداری بیش‌تر، ارزش نزدیک ۱ و به مناطق دور از رودخانه، ارزش نزدیک صفر داده شده است. برای پارامتر کاربری اراضی، به مناطق دارای کاربری مراتع و اراضی بایر، ارزش نزدیک ۱ و به مناطق انسان‌ساخت، ارزش نزدیک صفر داده شده است. همچنین برای پارامتر فاصله از جاده، به مناطق نزدیک جاده به دلیل ناپایداری بیش‌تر ناشی از زیربری دامنه، ارزش نزدیک ۱ و به مناطق دور از جاده، ارزش نزدیک صفر داده شده است (شکل ۵).

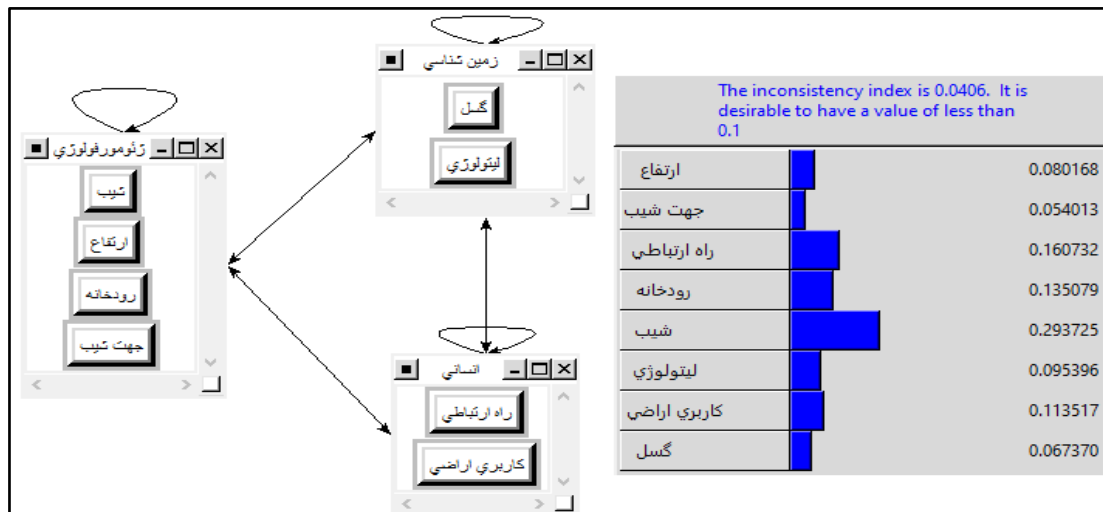


شکل ۵. نقشه‌های استانداردسازی شده لایه‌های اطلاعاتی (A) جهت شیب (B) شیب (C) ارتفاع (D) لیتولوژی (E) فاصله از گسل (F) فاصله از رودخانه (G) کاربری اراضی (H) فاصله از جاده

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

ب) وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی

پس از استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی، با استفاده از نظرات کارشناسان و مدل ANP به لایه‌های اطلاعاتی وزن داده شده است که برای این منظور ابتدا ساختار شبکه‌ای پارامترها تهیه شده است و سپس با مقایسه خوشه‌ها و زیرخوشه‌ها، لایه‌های اطلاعاتی ارزش‌گذاری شده است (شکل ۶).

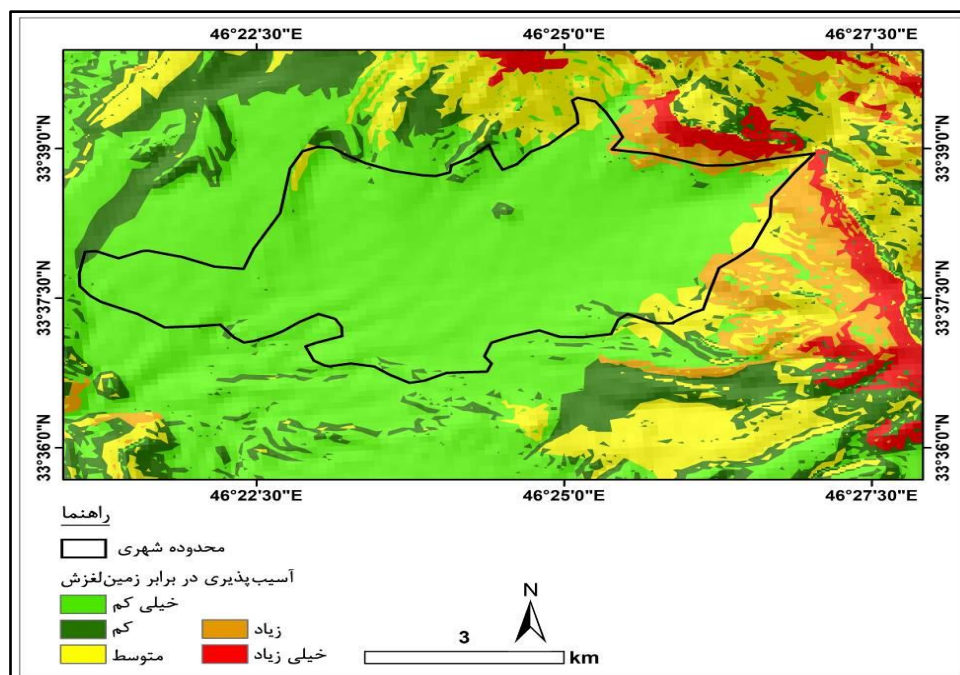


شکل ۶. ساختار شبکه‌ای و وزن نهایی پارامترها

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

ج) تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و تهیه نقشه نهایی

پس از اعمال وزن لایه‌ها، در نهایت لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از مدل OWA با هم ترکیب شده‌اند و نقشه نهایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین‌لغزش تهیه شده است (شکل ۷). بر اساس نتایج حاصله، بخش‌های شرقی، شمال شرقی و جنوب شرقی ایلام به دلیل منتهی شدن به واحد کوهستان، شیب زیاد و وجود خطوط ارتباطی، پتانسیل بالایی از نظر وقوع مخاطره زمین‌لغزش دارد.

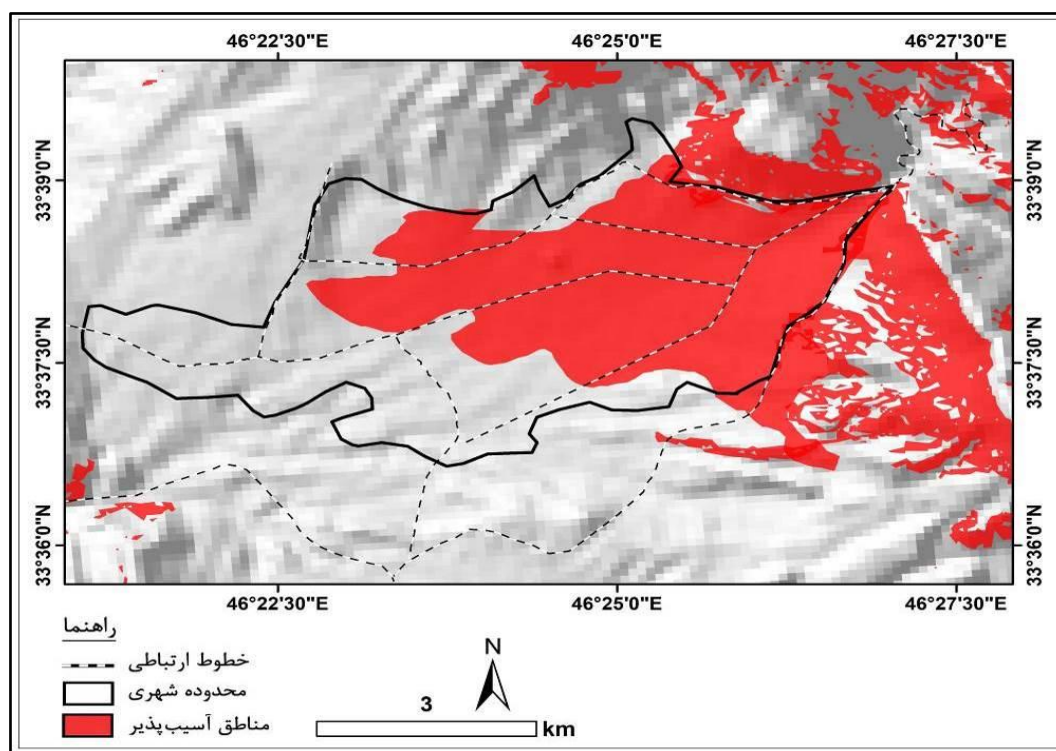


شکل ۷. نقشه نهایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر مخاطره زمین‌لغزش

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

شناسایی مناطق دارای ریسک بالا در برابر مخاطرات طبیعی

بر مبنای نتایج بدست آمده از مراحل قبل، در این مرحله به شناسایی مناطق دارای ریسک بالا در برابر مخاطرات زمین‌لرزه و زمین‌لغزش پرداخته شده است که برای این منظور مناطقی که در طبقه پتانسیل آسیب‌پذیری خیلی زیاد در برابر مخاطره زمین‌لرزه و همچنین طبقات پتانسیل آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد در برابر مخاطره زمین‌لغزش بوده‌اند، به‌عنوان مناطق با ریسک بالا انتخاب شده‌اند (شکل ۸).



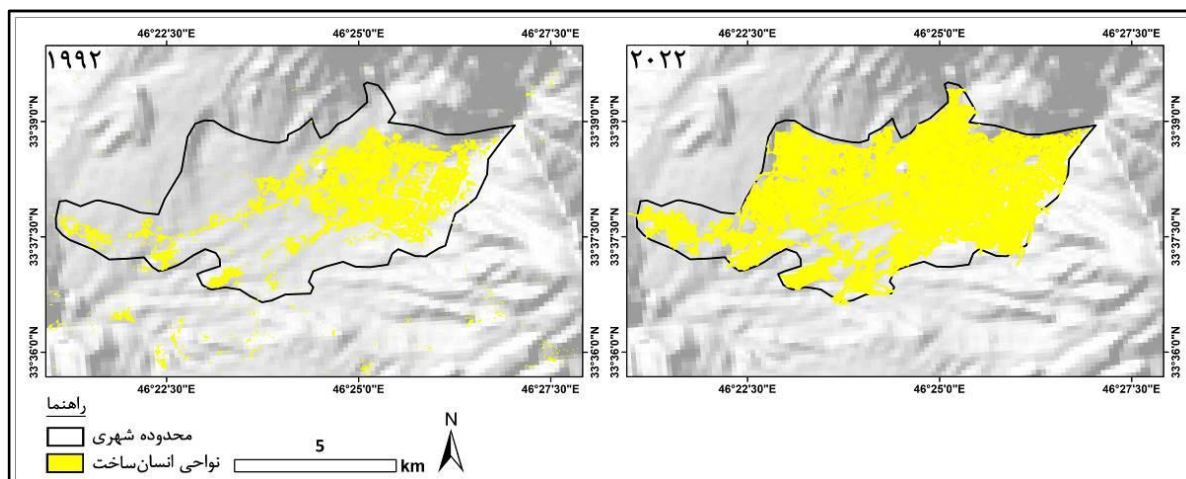
شکل ۸. نقشه مناطق آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات زمین‌لرزه و زمین‌لغزش

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

ارزیابی روند توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق آسیب‌پذیر

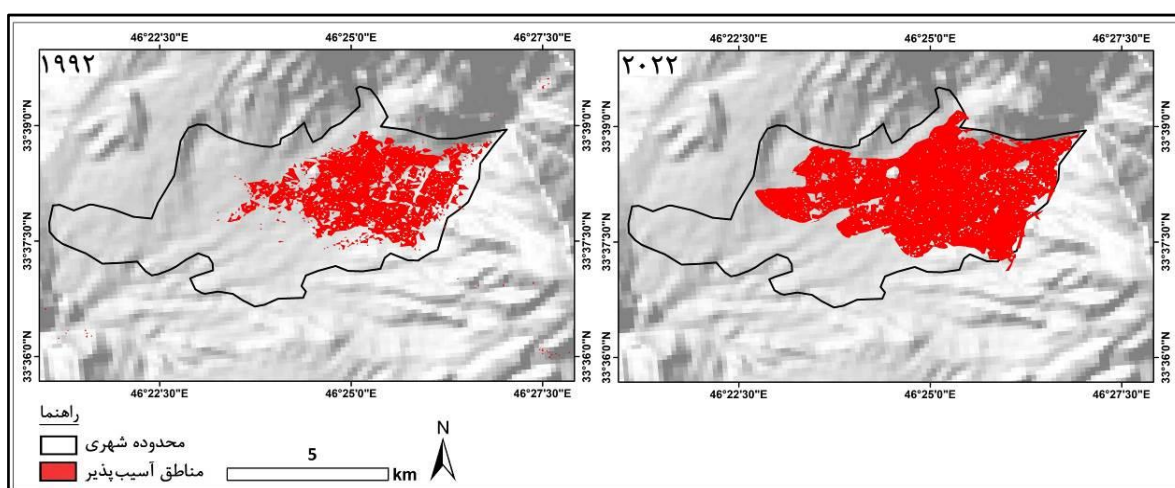
در این مرحله ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، نقشه محدوده شهری ایلام در طی سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲ تهیه شده است (شکل ۹). بر اساس نقشه‌های تهیه شده، محدوده شهری ایلام در طی دوره زمانی ۳۰ ساله (از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۲)، با رشد قابل توجهی مواجه شده است به‌طوری‌که وسعت محدوده شهری ایلام در سال ۱۹۹۲ حدود ۷/۳ کیلومترمربع بوده است که این میزان در سال ۲۰۲۲ به ۱۷/۸ کیلومترمربع افزایش یافته است. آنالیز تغییرات صورت گرفته نشان داده است که رشد نواحی سکونتگاهی شهر ایلام در تمامی جهات بوده است.

پس از تهیه نقشه نواحی سکونتگاهی شهر ایلام در طی سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲، در این بخش روند توسعه این نواحی به سمت مناطق مخاطره‌آفرین ارزیابی شده است. در واقع، در این بخش نقش نواحی سکونتگاهی شهر ایلام که در طبقه با ریسک بالای مخاطره‌پذیری هستند تهیه شده است (شکل ۱۰). بر اساس نقشه تهیه شده، روند رشد نواحی سکونتگاهی شهر ایلام به سمت مناطق مخاطره‌آفرین بسیار قابل توجه بوده است به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۲ حدود ۵/۶ کیلومترمربع و در سال ۲۰۲۲ حدود ۱۱/۵ کیلومترمربع از نواحی سکونتگاهی در طبقه با پتانسیل آسیب‌پذیری بالا قرار داشته است. با توجه به موارد مذکور می‌توان گفت که در روند توسعه فیزیکی شهر ایلام به پتانسیل مخاطره‌پذیری آن توجه‌ای نشده است.



شکل ۹. نقشه کاربری‌های انسان‌ساخت شهر ایلام در طی سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴



شکل ۱۰. نقشه مناطق آسیب‌پذیر شهر ایلام در طی سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۲۲

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

نتیجه‌گیری

موقعیت قرارگیری شهر ایلام سبب شده است تا این شهر دارای پتانسیل مخاطره‌پذیری بالایی باشد. نتایج این پژوهش نشان داده است که بخش زیادی از شهر ایلام و خصوصاً مناطق شمالی آن به دلیل نزدیکی با کانون‌های زمین‌لرزه، نوع لیتولوژی و شیب زیاد، پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر زمین‌لرزه دارند. همچنین موقعیت کوهستانی شهر ایلام سبب شده است تا بخش‌های شمالی و شرقی این شهر در معرض مخاطره زمین‌لغزش نیز باشند. با توجه به موارد مذکور، تحت تأثیر وضعیت طبیعی شهر ایلام، مخاطرات زمین‌لرزه و زمین‌لغزش، از جمله مهم‌ترین مخاطرات پیش‌روی این شهر محسوب می‌شود. در این تحقیق همچنین روند توسعه نواحی سکونتگاهی شهر ایلام به سمت مناطق مخاطره‌آفرین ارزیابی شده است. بر اساس نتایج حاصله، شهر ایلام در سال ۱۹۹۲ حدود ۷/۳ کیلومترمربع وسعت داشته است که حدود ۵/۶ کیلومترمربع از آن در طبقه با ریسک بالای آسیب‌پذیری قرار داشته است. همچنین در سال ۲۰۲۲ حدود ۱۷/۸ کیلومترمربع وسعت داشته است که حدود ۱۱/۵ کیلومترمربع از آن در طبقه با ریسک بالای آسیب‌پذیری قرار داشته است. با توجه به نتایج حاصله، در طی سال‌های اخیر بخش زیادی از ساخت‌وسازهای شهر ایلام در مناطق با ریسک بالای مخاطره‌پذیری صورت گرفته است که این مسئله بیانگر عدم توجه به توان محیطی منطقه و خصوصاً وضعیت آسیب‌پذیری منطقه صورت گرفته است. مجموع نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داده است که شهر ایلام همانند بسیاری از شهرهای ایران از جمله سمنان (نگهبان و همکاران، ۱۳۹۸)، مریوان (محمدخان و همکاران، ۱۳۹۸) و لوانسان (نگهبان و همکاران، ۱۴۰۰)، پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی در برابر مخاطرات طبیعی دارد ولی با این حال، روند توسعه فیزیکی این شهرها به

سمت مناطق مخاطره آفرین ادامه دارد که این مسئله بیانگر عدم توجه برنامه‌ریزان شهری به وضعیت ژئومورفولوژیکی و آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر مخاطرات طبیعی است. متناسب با نتایج حاصل شده، پیشنهادهای کاربردی پژوهش حاضر عبارت‌اند از:

- پایش مداوم تغییرات کاربری اراضی و روند توسعه فیزیکی شهر ایلام
- جلوگیری از توسعه فیزیکی شهر ایلام در مناطق دارای پتانسیل آسیب‌پذیری بالا در برابر مخاطرات طبیعی
- تعیین جهات مناسب توسعه فیزیکی شهر ایلام بر مبنای وضعیت ژئومورفولوژیکی این شهر
- نظارت و کنترل بر استحکام ساخت و سازهای شهر ایلام با توجه به پتانسیل لرزه‌خیزی بالای آن

حامی مالی

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهام نویسندگان در پژوهش

نویسنده اول: تدوین چارچوب نظری، نظارت علمی بر فرآیند پژوهش، ویرایش نهایی مقاله
نویسنده دوم: گردآوری داده‌ها و نگارش اولیه
نویسنده سوم: تحلیل یافته‌ها و ویرایش علمی
نویسنده چهارم: همکاری در جمع‌آوری داده‌ها و ویرایش نهایی

تضاد منافع

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

تقدیر و تشکر

نویسندگان از تمامی افرادی که در گردآوری داده‌های میدانی با آن‌ها همکاری کرده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

۱. ابراهیمی، مجید؛ ذاکریان، احمد؛ داودیان، جواد و میراحمدی، ابوالقاسم (۱۳۹۶). تحلیل پایداری و راهکارهای پایداری سازی زمین‌لغزش‌ها (مطالعه موردی: آزادراه خرم‌آباد - پل زال). *جغرافیا و پایداری محیط*، ۷(۴)، ۱-۱۷. https://ges.razi.ac.ir/article_867.html
۲. اسدی، معصومه؛ حیدری، زهرا و امامی، کامیار (۱۴۰۱). ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر پلدختر به سمت مناطق سیل‌خیز. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۱۱(۲)، ۱۵۹-۱۷۴. <https://doi.org/10.22067/geoch.2021.72169.1101>
۳. امیریان، سهراب؛ صفایی‌پور، مسعود؛ حسینی‌امینی، حسن و عبادی، حسین (۱۳۹۹). پهنه‌بندی حریم ایمنی و آسیب‌پذیری در شهر اهواز از منظر پدافند غیرعامل. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۰(۵۶)، ۳۰۹-۲۹۹. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.22287736.1399.20.56.19.0>
۴. بهاروند، سیامک. (۱۴۰۲). ارزیابی حساسیت زمین‌لغزش با استفاده از مدل‌های نسبت فراوانی و منطق فازی (مطالعه موردی: آزادراه خرم‌آباد - اراک). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۱۲(۱)، ۱۱۶-۱۰۳. <https://doi.org/10.22067/geoch.2022.75264.1201>
۵. پیره، مهین و گنجائیان، حمید (۱۴۰۳). تحلیل زمین‌لغزش‌های رخ داده در ارتباط با عوامل محیطی (مطالعه موردی: شهرستان سندج). *جغرافیا و روابط انسانی*، ۷(۳)، ۲۷۸-۲۴۲. <https://doi.org/10.22034/gahr.2025.458065.2135>
۶. جمینی، داود؛ شهابی، هیمن؛ نظری، حمید و آتش‌بهار، رامین (۱۴۰۲). شناسایی سکونتگاه‌های روستایی در معرض خطر وقوع زمین‌لغزش در زیست‌بوم‌های عشایری (مطالعه موردی: شهرستان پاوه). *مطالعات برنامه‌ریزی قلمرو کوچ‌نشینان*، ۳(۵)، ۱۰۷-۱۲۲. <https://doi.org/10.22034/jsnap.2023.410697.1066>
۷. سالاری، ممند؛ نیری، هادی؛ گنجائیان، حمید و امانی، خبات (۱۳۹۹). ارزیابی و پیش‌بینی روند توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی با تاکید بر رویکرد ژئومورفولوژیک و مدیریت محیط (مطالعه موردی: شهر پاوه). *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۹(۱)، ۸۶-۱۰۱. <https://doi.org/10.22034/gmpj.2020.109536>
۸. قائدرحمی، صفر؛ خادم‌الحسینی، احمد و سیاوشی، طاهره (۱۳۹۲). تحلیل میزان ریسک پذیری سکونتگاه‌های شهری استان لرستان از خطر زلزله. *جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای*، ۹(۳)، ۱-۱۴. <https://doi.org/10.22111/gaij.2014.1385>
۹. کیانی، شکراله؛ کریمخانی، اکرم و مزیدی، احمد (۱۴۰۰). پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک و آنفیس در حوضه آبریز هشتجین استان اردبیل. *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۱(۲)، ۷۳-۵۵. <https://doi.org/10.22126/ges.2021.6461.2391>

۱۰. گنجائیان، حمید (۱۳۹۹). مخاطرات ژئومورفولوژیک مناطق شهری، روش‌های مطالعه و راهکارهای کنترل آن. نشر انتخاب، ۱۴۴-صفحه. <https://www.gisoom.com/book/11628118>
۱۱. گنجائیان، حمید (۱۴۰۳). شناسایی مناطق در معرض ایجاد فروچاله با استفاده از تصاویر راداری (مطالعه موردی: دشت قره). پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۱۴ (۲)، ۸۷-۱۰۵. <http://dx.doi.org/10.61186/jeer.14.2.6>
۱۲. گنجائیان، حمید؛ اکبریان، مرتضی و عباس‌زاده، امیرعلی (۱۳۹۸). ارزیابی نقش مخاطرات ژئومورفولوژیکی در روند توسعه فیزیکی شهرها (مورد مطالعه: شهر قره). شهرسازی و معماری هویت محیط، ۱۱ (۱)، ۱-۱۴. https://www.ei-journal.ir/article_96115.html
۱۳. گنجائیان، حمید؛ نصرتی، مژگان؛ ابراهیمی، عطربین و قیصریان، سیدسعدی (۱۴۰۴). ارزیابی وضعیت آسیب پذیری روستاهای مناطق کوهستانی در برابر مخاطرات طبیعی (مطالعه موردی: روستاهای منطقه اورامان). پژوهش‌های محیطی در قلمروهای کوهستانی، ۱۱ (۲)، ۵۷-۷۰. <https://doi.org/10.22034/ermr.2024.63510>
۱۴. لاله‌پور، منیژه؛ اسمعیل‌پور، منیژه و پهلوانی، فرزانه (۱۴۰۰). بررسی توسعه کالبدی شهر خرم‌آباد با تأکید بر شاخص‌های توسعه درونی شهر. مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های روستایی، ۱۶ (۴)، ۹۱۹-۹۳۴. <https://www.sid.ir/paper/1031157/fa>
۱۵. محمدخان، شیرین؛ گنجائیان، حمید؛ شهری، سمیه و عباس‌زاده، امیرعلی (۱۳۹۸). پیش‌بینی روند توسعه شهری به سمت مناطق مخاطره‌آمیز با استفاده از تصاویر چندزمانه (مطالعه موردی: شهر مریوان). سپهر، ۲۸ (۱۱)، ۱۰۷-۱۱۷. <https://doi.org/10.22131/sepehr.2019.36615>
۱۶. ملکی، سعید و ابراهیمی، اعظم (۱۴۰۲). ارزیابی روند توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: شهر هندیجان). جغرافیا و توسعه، ۲۱ (۷۲)، ۱۷۷-۱۶۶. <https://doi.org/10.22111/gdij.2023.44445.3483>
۱۷. مواساتی، مصطفی؛ احمدزاده، حسن و پناهی، علی. (۱۴۰۴). تحلیلی بر سطح آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر مخاطرات طبیعی «زلزله» با تأکید بر رویکرد مدیریت بحران (مطالعه موردی: کلان‌شهر تبریز). جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۹ (۹۱)، ۲۴۳-۲۱۸. <https://doi.org/10.22034/gp.2024.59712.3218>
۱۸. مومنی، مصطفی و مصطفوی، نجمه‌سادات (۱۳۹۸). تحلیل فضایی الگوی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی شهرهای استان مرکزی. جغرافیای اجتماعی شهری، ۶ (۱)، ۲۲۵-۲۱۳. <https://www.doi.org/10.22103/JUSG.2019.1987>
۱۹. نگهبان، سعید؛ پی‌سوزی، تینا؛ گنجائیان، حمید و نوروزی، میلاد (۱۴۰۰). شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین‌لغزش و جابجایی عمودی با استفاده از تصاویر راداری (مطالعه موردی: محدوده شهری و حاشیه شهری لواسان). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۰ (۳)، ۱-۱۸. <https://doi.org/10.22067/geoch.2021.71728.1094>
۲۰. نگهبان، سعید؛ گنجائیان، حمید؛ ابراهیمی، عطربین و قیصریان، سیدسعدی (۱۴۰۳). تحلیل نقش عوامل محیطی در وقوع سیلاب‌ها با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین (مطالعه موردی: غرب استان گلستان). جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۳۵ (۴)، ۱-۱۸. <https://doi.org/10.22108/gep.2024.142342.1659>
۲۱. نگهبان، سعید؛ گنجائیان، حمید؛ سعیدی، شهلا و قاسمی، افشان (۱۳۹۹). مطالعه جابه‌جایی قائم حاصل از زمین‌لرزه ۹/۸/۱۷ ترکمانچای با استفاده از روش InSAR. فیزیک زمین و فضا، ۴۶ (۳)، ۴۵۶-۴۴۵. <https://doi.org/10.22059/jesphys.2020.295046.1007182>
۲۲. نگهبان، سعید؛ گنجائیان، حمید؛ فریدونی‌کردستانی، مژده و چشمه سفیدی، زیبا (۱۳۹۸). ارزیابی توسعه فیزیکی شهرها و گسترش به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی با استفاده از LCM (مطالعه موردی: شهر سمنج). مخاطرات محیط طبیعی، ۸ (۲۰)، ۵۲-۳۹. <https://doi.org/10.22111/jneh.2018.21943.1317>
۲۳. نورالدین موسی، فاطمه؛ محمودی، رضا و امامی، کامیار (۱۴۰۲). ارزیابی روند توسعه فیزیکی نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق سیل‌خیز (مطالعه موردی: شهر سمنج). جغرافیا و روابط انسانی، ۵ (۴)، ۶۶۴-۶۵۳. <https://dori.net/dor/20.1001.1.26453851.1402.5.4.35.0>
24. Bagan, H., & Yamagata, Y. (2012). Landsat analysis of urban growth: How Tokyo became the world's largest megacity during the last 40 years. *Remote Sensing of Environment*, 127, 210-222. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.09.011>
25. Bakkensen, L. A., Lent, C., Laura, K., Read, L. K., & Linkov, I. (2016). Validating resilience and vulnerability indices in the context of natural disasters. *Risk Analysis*, 37(5), 982-1004. <https://doi.org/10.1111/risa.12677>
26. Chini, M., Pelich, R., Pulvirenti, L., Pierdicca, N., Hostache, R., & Matgen, P. (2019). Sentinel-1 InSAR coherence to detect floodwater in urban areas: Houston and Hurricane Harvey as a test case. *Remote Sensing*, 11, 107. <https://doi.org/10.3390/rs11020107>
27. Fekete, A. (2022). Peri-urban growth into natural hazard-prone areas: Mapping exposure transformation of the built environment in Nairobi and Nyeri, Kenya, from 1948 to today. *Natural Hazards*, 119, 859-882. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05515-4>
28. Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. (2001). Wrestling sprawl to the ground: Defining and measuring an elusive concept. *Housing Policy Debate*, 12(4), 681-717. <https://doi.org/10.1080/10511482.2001.9521426>
29. Ganjaeian, H., Rezaei Arefi, M., Peysoozi, T., & Emami, K. (2021). Zonning susceptible areas of landslide using WLC and OWA methods -A case study in Mountain cliff Khan, Iran. *Sustainable Earth Trends*, 1(2), 35-43. <https://doi.org/10.52547/sustaineearth.1.2.43>

30. Ganjaeian, H., Yamani, M., Goorabi, M., & Maghsudi, M. (2024). Evaluating the impacts of earthquake in Ezgele, Kermanshah (Iran) (occurred on 2017/11/12). *Current Research in Environmental Science and Ecology Letters*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.33140/CRESEL.01.01.06>
31. Gibson, T., Pelling, M., Ghosh, A., Matyas, D., Siddiqi, A., Solecki, W., Johnson, L., Kenney, C., Johnston, D., & Du Plessis, R. (2016). Pathways for transformation: Disaster risk management to enhance resilience to extreme events. *Journal of Extreme Events*, 3(1). <https://doi.org/10.1142/S2345737616710020>
32. Hassan, M. D., Anzum, N., Shaibur, M. R., Nahar, N., Akber, A., Hossain, Md. S., & Al Mamun, S. (2023). Changing dynamics of river ecosystem from aquatic to terrestrial: A case of Bhairab River, Jashore, Bangladesh. *Watershed Ecology and the Environment*, 5(1), 1–27. <https://doi.org/10.1016/j.wsee.2023.05.001>
33. Herryal, Z. A., Yustiningrum, E., Andriana, N., Sagala, A., & Anggun, M. S. (2017). Measuring community resilience to natural hazards: Case study of Yogyakarta Province. In *Disaster risk reduction in Indonesia* (pp. 609–633). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54466-3_25
34. Jha, K., Miner, W., & Geddes, S. (2012). *Building urban resilience: Principles, tools, and practice*. The World Bank. <https://ideas.repec.org/b/wbk/wbpubs/13109.html>
35. Lewis, D., & Jaana, M. (2005). Urban vulnerability and good government. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 13(2), 50–53. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5973.2005.00456.x>
36. Malalgoda, C., Amaratunga, R. D. G., & Pathirage, C. P. (2010). Exploring disaster risk reduction in the built environment. *School of the Built Environment, University of Salford, UK*. https://www.preventionweb.net/files/15204_16141
37. Mas, J. F., Kolb, M., Paegelow, M., & Camacho Olmedo, M. T. (2014). Inductive pattern-based land use/cover change models: A comparison of four software packages. *Environmental Modelling & Software*, 51, 94–111. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.09.010>
38. Notti, D., Giordan, D., Caló, F., Pepe, A., Zucca, F., & Galve, J. P. (2018). Potential and limitations of open satellite data for flood mapping. *Remote Sensing*, 10. <https://doi.org/10.3390/rs10111673>
39. Parhi, P. K. (2018). Flood management in Mahanadi Basin using HEC-RAS and Gumbel's extreme value distribution. *Journal of the Institution of Engineers (India)*, 99(4), 751–755. <https://doi.org/10.1007/s40030-018-0317-4>
40. Zhang, X., Xie, H., Xu, Z., Li, Z., & Chen, B. (2024). Evaluating landslide susceptibility: an AHP method-based approach enhanced with optimized random forest modeling. *Natural Hazards*, 120, 8153–8207. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06306-1>
41. Zhou, J., Tan, Sh., Li, J., Xu, J., Wang, Ch., & Ye, H. (2023). Landslide Susceptibility Assessment Using the Analytic Hierarchy Process (AHP): A Case Study of a Construction Site for Photovoltaic Power Generation in Yunxian County, Southwest China. *Sustainability*, 15(6), 51–81. <http://dx.doi.org/10.3390/su15065281>