



Relative evaluation of the vulnerability of the areas of Khorramabad city in terms of earthquakes using the hierarchical analysis method

Hadi Gholami¹ & MohammadSaleh ShokouhiBidhendi²

1. Master's student in Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
Hadi_gholami@arch.iust.ac.ir
2. Assistant Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. (Corresponding author) shokouhi@iust.ac.ir

Abstract

Background and objective: human settlements have faced various crises since long ago, of which the earthquake crisis was one of the most common; Therefore, in order to manage the crisis, it is necessary to evaluate the vulnerability of different areas of the city in the face of that crisis and to plan for it according to the vulnerability of each area. Khorram Abad city is located in an area with high vulnerability to earthquakes, and the present study seeks to measure the vulnerability of Khorramabad areas to earthquakes.

Method: The research method is applied in terms of purpose, and in terms of data collection, it is a descriptive-analytical research, and in terms of data type, it is a quantitative research. In this research, using the detailed plan of 2014, the statistical blocks of 2015, and the opinions of 15 experts, the indicators were compiled and analyzed using the hierarchical analysis method of AHP with the use of Expert Choice 11 software, and to identify and prioritize the risk zones of the city areas. Khorram Abad against earthquake using ArcGIS 10.8 software.

Findings: In evaluating the vulnerability of urban areas in terms of earthquakes, building quality factors, age of the building structure, facade materials, number of floors, landuse, building density, width of roads, slope percentage, distance from fault, distance from green and open space, distance From the location of fuel, distance from medical centers, population density and worn-out fabric are effective. Also, the most important factors affecting the vulnerability of Khorramabad city areas to earthquakes include fabric wear, building quality, building age, and distance from the fault.

Conclusion: According to the results of the research, the central and southeastern areas of the city, which include 31% of the studied area, are in the high spectrum in terms of vulnerability, that is, areas 5 and 4 are the most vulnerable areas against earthquakes, followed by areas 7 and 17. , 18, 19 and 20 are highly vulnerable; and the remaining 52 percent have a good condition; The northeastern areas of the city are in the low vulnerability range, and areas 9, 16, 22 and 24, which comprise 17% of the studied area, have the least vulnerability to earthquakes.

Keywords: vulnerability assessment, urban areas, earthquake, Khorramabad.

► **Citation (APA 6th ed.):** Gholami H, ShokouhiBidhendi M. (2023, Winter). Relative evaluation of the vulnerability of the areas of Khorramabad city in terms of earthquakes using the hierarchical analysis method. *Disaster Prevention and Management Knowledge Quarterly (DPMK)*, 12(4), 481-499.

ارزیابی نسبی آسیب‌پذیری نواحی شهری خرم‌آباد از نظر زلزله به روش تحلیل سلسله مراتبی*

هادی غلامی^۱ و محمد صالح شکوهی بیدهندی^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. Hadi_gholami@arch.iust.ac.ir
۲. استادیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) shokouhi@iust.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: سکونتگاه‌های بشری از دیرباز تاکنون با بحران‌های مختلفی مواجه بوده‌اند که بحران زلزله از رایج‌ترین آن‌ها بوده است؛ بنابراین جهت مدیریت بحران باید آسیب‌پذیری نواحی مختلف شهر در مقابل آن بحران را مورد ارزیابی قرار داد و با توجه به آسیب‌پذیری هر ناحیه برای آن برنامه‌ریزی کرد. شهر خرم‌آباد در پهنه با آسیب‌پذیری بالا در برابر زلزله قرار دارد و پژوهش حاضر به دنبال سنجش آسیب‌پذیری نواحی شهر خرم‌آباد در برابر زلزله می‌باشد.

روش: روش پژوهش از لحاظ هدف، کاربردی و از نظر نحوه گردآوری داده، یک پژوهش توصیفی-تحلیلی و از نظر نوع داده، یک پژوهش کمی می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از طرح تفصیلی ۱۳۹۴، بلوک‌های آماری سال ۱۳۹۵ و نظرات ۱۵ کارشناس، به تدوین و تجزیه و تحلیل شاخص‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice ۱۱ پرداخته شده است و برای شناسایی و اولویت‌بندی پهنه‌های خطر نواحی شهر خرم‌آباد در برابر زلزله از نرم‌افزار ArcGIS ۱۰.۸ استفاده شده است.

یافته‌ها: در ارزیابی آسیب‌پذیری نواحی شهری از نظر زلزله، عوامل کیفیت ابنیه، قدمت ابنیه، سازه بنا، مصالح نما، تعداد طبقات، نوع کاربری، تراکم ساختمانی، عرض معابر، درصد شیب، فاصله از گسل، فاصله از فضای سبز و باز، فاصله از جایگاه سوخت، فاصله از مراکز درمانی، تراکم جمعیتی و بافت فرسوده تأثیرگذار است. همچنین، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری نواحی شهر خرم‌آباد در برابر زلزله شامل فرسودگی بافت، کیفیت ابنیه، قدمت ابنیه و فاصله از گسل می‌باشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به‌دست آمده از پژوهش، نواحی مرکزی و جنوب شرقی شهر -که ۲۱٪ مساحت محدوده مورد مطالعه را شامل می‌شود- در طیف بالا از لحاظ آسیب‌پذیری قرار گرفته است، یعنی نواحی ۵ و ۴، آسیب‌پذیرترین نواحی در برابر زلزله و پس از آن نواحی ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ دارای آسیب‌پذیری زیاد می‌باشند؛ و ۵۲ درصد باقی مانده از وضعیت مناسبی برخوردار هستند؛ نواحی شمال شرقی شهر در طیف کم آسیب‌پذیری قرار گرفته‌اند و نواحی ۹، ۱۶، ۲۲ و ۲۴ که ۱۷٪ مساحت محدوده مورد مطالعه را شامل می‌شود، از کمترین آسیب‌پذیری در برابر زلزله برخوردار می‌باشند.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی آسیب‌پذیری، نواحی شهری، زلزله، خرم‌آباد.

◀ **استناد فارسی (شیوه APA، ویرایش ششم ۲۰۱۰):** غلامی، هادی؛ شکوهی بیدهندی، محمد صالح. (زمستان، ۱۴۰۱). ارزیابی نسبی آسیب‌پذیری نواحی شهری خرم‌آباد از نظر زلزله به روش تحلیل سلسله مراتبی. *فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران*، ۱۲ (۴)، ۴۸۱-۴۹۹.

مقدمه

گیرد و چاره‌ای جهت کاهش اثرات و خسارات ناشی از زلزله در شهر خرم‌آباد اندیشیده شود.

در این پژوهش با توجه به مسائل مطرح شده و اهمیت شناسایی پهنه‌های آسیب‌پذیر در برابر زلزله جهت مدیریت بحران آن و همچنین با توجه به این که در پژوهش‌های انجام شده، شاخص‌های آسیب‌پذیری نواحی شهری در شهر خرم‌آباد مورد بررسی قرار نگرفته‌اند، به بررسی میزان آسیب‌پذیری نواحی شهر خرم‌آباد در برابر زلزله پرداخته می‌شود. در راستای هدف پژوهش - که شناسایی پهنه‌های پرخطر نواحی شهر خرم‌آباد در برابر زلزله می‌باشد -، سئوالات "در صورت وقوع زلزله در شهر خرم‌آباد، چه مؤلفه‌هایی در آسیب‌پذیری نواحی تأثیرگذار است؟" و "کدام پهنه‌ها در برابر زلزله آسیب‌پذیرتر هستند؟" مطرح می‌شود که در این مقاله سعی می‌شود به آن‌ها پاسخ داده شود. برای پاسخ به پرسش‌های فوق، ابتدا شاخص‌های مرتبط با عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری نواحی شهری در برابر زلزله استخراج می‌گردد و با تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و با توجه به نظر متخصصین وزن‌دهی می‌شود سپس با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS وضعیت هر شاخص در شهر خرم‌آباد مورد بررسی قرار می‌گیرد و در نهایت با همپوشانی لایه‌های ایجاد شده، پهنه‌های آسیب‌پذیر شناسایی می‌شوند.

پیشینه

با توجه به احتمال بالای آسیب‌پذیری نواحی شهری ناشی از وقوع زلزله و لزوم به‌دست آوردن آمادگی لازم جهت گذر از شرایط بحران، در این حوزه پژوهش‌هایی انجام شده است که در ادامه به بررسی تعدادی از مطالعات داخلی و خارجی انجام گرفته، پرداخته می‌شود. لاله‌پور و همکاران (۱۴۰۱) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی آسیب‌پذیری محلات شهری در برابر بحران زلزله (نمونه موردی: محلات شهر ورزقان)»، به بررسی آسیب‌پذیری کالبدی محلات شهر ورزقان با شاخص‌های ۱۴ گانه تأثیرگذار در آسیب‌پذیری در مقابل زلزله پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که کل پهنه شهر ورزقان نسبت به رخدادهای زمین‌لرزه آسیب‌پذیر است. در محلات با کلاس‌های آسیب‌پذیری کم و خیلی کم - که وسعت

سکونتگاه‌های بشری از دیرباز تاکنون با بحران‌های مختلفی مواجه بوده‌اند، که بحران زلزله از رایج‌ترین آن‌ها بوده است. گسترش شهر و شهرنشینی و تمرکز و تجمع جمعیت و افزایش بارگذاری‌های محیطی و اقتصادی بر بستر شهرها، سبب شده است در صورت وقوع زلزله، خسارات جانی و مالی زیادی به ساکنین شهرها وارد شود. نمونه آن را می‌توان در زلزله سال ۱۳۶۹ منجیل و رودبار، زلزله سال ۱۳۸۲ بم و زلزله سال ۱۳۸۵ بروجرد و زلزله سال ۱۳۹۷ سرپل‌ذهاب به خوبی مشاهده نمود.

بنابراین توجه به برنامه‌ریزی جهت ایجاد آمادگی و مدیریت شرایط برای ساماندهی و گذر از بحران از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به اهمیت مدیریت بحران در برنامه‌ریزی شهری می‌توان آن را این گونه تعریف نمود که، مدیریت بحران شامل کلیه اقدامات و استفاده از امکانات به منظور کاهش یا پیشگیری خطرات یا تأمین نیازها پس از سانحه است که از سه مرحله پیشگیری (پیش از بحران)، مقابله - آمادگی (حین بحران) و عادی سازی (پس از بحران) تشکیل می‌شود. جهت مدیریت بحران باید آسیب‌پذیری نواحی مختلف شهر در مقابل آن بحران را مورد ارزیابی قرار داد و با توجه به آسیب‌پذیری هر ناحیه برای آن برنامه‌ریزی کرد. در واقع با بررسی آسیب‌پذیری نواحی در برابر زلزله می‌توان دریافت که در صورت وقوع زلزله در شهر، کدام نواحی آن خسارت بیشتری را متحمل می‌شوند و می‌توان جهت مقابله با آن و کاهش خسارات، از پیش آماده شد.

آنچه که امروزه بیش از پیش سبب اهمیت بحث مدیریت بحران شده است، افزایش و تراکم جمعیت در شهرها می‌باشد. با توجه به تمرکز خدمات در شهرها روز به روز شاهد افزایش جمعیت و مهاجرت به سمت شهرها بدون توجه به ظرفیت‌پذیری آن‌ها می‌باشیم. نمونه بارز این شهرها در کشور، شهر خرم‌آباد است - که از آسیب‌پذیرترین نواحی در برابر مخاطرات محیطی می‌باشد، که به دلیل تراکم جمعیت، وجود بافت‌های فرسوده و وجود گسل فعال در این شهر، در صورت وقوع زلزله، خسارات جانی و مالی فراوانی متحمل می‌شود. با توجه به این موارد ضروری است که آسیب‌پذیری نواحی شهر خرم‌آباد در برابر زلزله مورد سنجش قرار

با بهره‌گیری از شاخص‌های فاصله از گسل، بافت‌های فرسوده، مراکز خدماتی، فضاهای باز شهری، رودخانه، جاده و خیابان‌های اصلی، میزان شیب و جنس زمین پرداختند. نتایج نشان داد که بخش اعظم منطقه ۲ شهر خرم‌آباد در محدوده متوسط تا نسبتاً ایمن قرار دارد و بیشترین میزان آسیب‌پذیری مربوط به جنوب غربی آن است.

رضایی‌زاده و کاظمی (۱۳۹۹)، در مقاله‌ای تحت عنوان «بازشناسی ضرورت مدیریت اجتماع‌محور بحران جهت کاهش آسیب‌پذیری در بحران زلزله (مطالعه موردی: محله یوسف آباد شهر تهران)» به بازشناسی سنجه‌های توانمندی ساکنان و آسیب‌پذیری‌های آنان در مقابل بحران در محله یوسف‌آباد تهران پرداخته‌اند که نتایج حاکی از آن است که صرف توجه به مسائل کالبدی نمی‌تواند آسیب‌پذیری‌ها در حوزه بحران را به حداقل برساند. بنابراین باید نگرش‌های نوین مدیریت بحران با لایه‌های اجتماعی خرد مورد توجه قرار گیرد و بر توان‌افزایی و ظرفیت‌سازی ساکنان تأکید شود. در نهایت با توجه به میزان تأثیر هریک از شاخص‌ها، راه‌کارهای کلی جهت کاهش آسیب‌پذیری زلزله ارائه شده است.

بهاروند و همکاران (۱۳۹۸)، در مقاله‌ای تحت عنوان «ارزیابی و تهیه نقشه زون‌های لرزه‌ای شهر خرم‌آباد با استفاده از روش سلسله‌مراتبی فازی» به پهنه‌بندی خطر لرزه‌خیزی در شهر خرم‌آباد با استفاده از شش مؤلفه محیطی شامل؛ فاصله کانونی زمین‌لرزه‌ها از شهر خرم‌آباد، فاصله گسل‌های اصلی از شهر، عمق رخداد زمین‌لرزه‌ها، شتاب زمین‌لرزه، لیتولوژی و شیب پرداختند. براساس نتایج به‌دست آمده به ترتیب ۶/۴۳، ۱۲/۷۴، ۲۴/۵۷، ۳۵/۱۳ و ۲۱/۱۲ درصد از مساحت شهر خرم‌آباد در کلاس‌های خطر بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد قرار گرفت.

شادمان و پاپی^۱ (۲۰۲۲) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی آسیب‌پذیری زلزله با روش تصمیم‌گیری چند معیاره» به ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای ناحیه سیلخت بنگلادش پرداختند. در مطالعه از یک رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره مانند فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای تخمین آسیب‌پذیری زلزله استفاده شد و برای ارزیابی

قابل توجهی از شهر را در برگرفته‌اند-، کاربری‌های بایر، فضاهای باز، کشاورزی و فضاهای سبز، درصد قابل توجهی از فضای محله را اشغال نموده‌اند؛ در نتیجه از آسیب‌پذیری پایینی در برابر زلزله برخوردار می‌باشند.

احمدی و اسکندری نژاد (۱۴۰۰) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت مسکونی کلان‌شهر ساری در مخاطره طبیعی زلزله» به سنجش سطح آسیب‌پذیری بافت‌های مسکونی در برابر زلزله با استفاده از اطلاعات مربوط به قدمت، نوع سازه و تعداد طبقات بناهای مسکونی در مناطق چهارگانه شهر ساری پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که ساختمان‌های مسکونی که از نوع کلاس خشتی و مصالح بنایی از نوع بلوک سیمانی می‌باشند، آسیب‌پذیرتر هستند. از سوی دیگر، کمترین میزان خرابی در کلیه ساختمان‌های فولادی و همچنین ساختمان‌های بتنی دارای ۶ طبقه و بالاتر پیش‌بینی شد.

خدمت‌زاده و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه و عملگرهای فازی (FANP) (مطالعه موردی: شهر ارومیه)» به شناسایی مهم‌ترین عوامل تشدیدکننده آسیب‌رسان در مواقع زلزله پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که بیشترین آسیب‌پذیری در مناطق با شیب‌های بیشتر از ۲۰ درصد و نواحی با تراکم جمعیتی بالا مشاهده می‌شود.

زمانی و صدوق (۱۴۰۰) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری شهر رزن در برابر زلزله» به شناسایی آسیب‌پذیری و تعیین تاب‌آوری شهر رزن در برابر زلزله پرداختند. به‌منظور تهیه نقشه پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر رزن در برابر زلزله از ۱۵ متغیر جمعیت‌شناختی، طبیعی و کالبدی استفاده کردند و نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که عوامل کالبدی از جمله اسکلت ضعیف ساختمان‌ها، سن زیاد ساختمان‌ها، باریک بودن معابر و به‌ویژه تراکم جمعیتی، از عوامل مهم تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری شهر رزن می‌باشند.

الفی و همکاران (۱۳۹۹)، در مقاله‌ای تحت عنوان «شناسایی و ارزیابی محدوده‌های ایمن شهری در بحران زلزله به روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (مطالعه موردی منطقه ۲ شهر خرم‌آباد)» به تعیین مکان‌های ایمن شهری پس از زلزله در منطقه ۲ شهر خرم‌آباد

بررسی مطالعات پیشین نشان داد که امروزه با توجه به تمرکز جمعیت در شهرها و عدم وجود استانداردهای ایمنی کافی در بسیاری از ساختمانهای موجود در شهر، ارزیابی آسیب پذیری نواحی شهری در برابر زلزله جهت کاهش خسارات جانی و مالی امری ضروری می باشد. همچنین جهت بررسی آسیب پذیری نواحی شهر خرم آباد در برابر زلزله، با توجه به معیارهای مورد بررسی در پژوهش های صورت گرفته، در این پژوهش، معیارهای کامل تر در محدوده بزرگتر و در سطح نواحی مورد بررسی قرار می گیرد.

مبانی نظری

پس از بررسی پیشینه مطالعات مربوط به آسیب پذیری، در این قسمت، مفاهیم مربوطه مورد بحث قرار گرفته است. نخست مفهوم آسیب پذیری و مدیریت بحران زلزله معرفی و پس از آن، شاخص های مربوطه استخراج شده است.

آسیب پذیری

افزایش سریع جمعیت جهان و اسکان این جمعیت در شهرها به ویژه در کشورهای در حال توسعه و نیز قرارگیری حدود ۵۰ درصد از شهرهای بزرگ جهان در نزدیکی گسل ها یا حوضه های آبریز سیلاب ها، آسیب پذیری شهرها را دوچندان کرده است (کریمر و کارلین^۴، ۲۰۱۸). کاهش خسارت های جبران ناپذیر زلزله در ایران نیازمند درک صحیحی از دلایل و راه کارهای کاهش آسیب های آن است. در جدول (۱) تعدادی از مفاهیم آسیب پذیری از نظر صاحب نظران مختلف بیان شده است.

آسیب پذیری در طیف گسترده ای از جوامع علمی با رویکردهای متنوع مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است (اسمیت و وندل^۵، ۲۰۰۶). در تعریف آسیب پذیری، بهتر است بین آسیب پذیری^۶ و خطرپذیری^۷ تفاوت قائل شد؛ در واقع خطر^۸، حادثه فیزیکی بالقوه مخرب است که بر اثر یک پدیده و یا فعالیت انسانی به وجود می آید و سبب تلفات انسانی و خسارت های اجتماعی و اقتصادی یا اختلال و نقص و یا تخریب محیط زیست می گردد و آسیب پذیری وضعیتی است که توسط عوامل یا فرایندهای فیزیکی، اجتماعی-اقتصادی

سه سناریوی آسیب پذیری اجتماعی، سازه ای و فیزیکی، معیارهای متعددی به منظور شناسایی کامل خطر زلزله انتخاب شد. نتایج حاصل از پژوهش، نواحی آسیب پذیر ناحیه سیلپت را کشف کرد. علم وهاگو^۱ (۲۰۲۱) در مقاله ای با عنوان «ارزیابی آسیب پذیری زلزله چند بُعدی محله های مسکونی شهر میمنسینگ، بنگلادش: یک رویکرد مبتنی بر تحلیل چند معیاره فضایی» به ارزیابی آسیب پذیری شهر میمنسینگ در برابر زلزله پرداختند. در این پژوهش از ترکیب ۲۳ پارامتر برگرفته از چهار بُعد عمده زمین شناسی، اجتماعی-اقتصادی، ساختاری و سیستماتیک با تکنیک های MCDM فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی همراه با تحلیل فضایی مبتنی بر GIS استفاده شد و نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که مهم ترین عواملی که شهر میمنسینگ را به شدت در برابر زلزله آسیب پذیر می کند، نوع خاک، نزدیکی به ایستگاه آتش نشانی، سطح جمعیت سالمندان، شتاب اوج زمینی، سطح جمعیت کودکان و فاصله تا امکانات مراقبت های بهداشتی می باشد.

علیزاده و همکاران^۲ (۲۰۲۱) در مقاله ای با عنوان «ارزیابی آسیب پذیری زلزله برای مناطق شهری با استفاده از ANN و مدل ترکیبی SWOT-QSPM» با یک چارچوب محاسباتی جدید به بررسی چهار بعد اصلی آسیب پذیری (محیط زیستی، اجتماعی، اقتصادی و فیزیکی) پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که از مجموع ۹ منطقه شهرداری تبریز، منطقه یک آسیب پذیرترین و منطقه هفت کمترین آسیب پذیری در برابر زلزله را دارند. همچنین برای شناسایی و ارزیابی استراتژی ها برای کاهش خطر آسیب پذیرترین منطقه، روش ترکیبی SWOT-QSPM پیشنهاد شد.

یاریان و همکاران^۳ (۲۰۲۰) در مقاله ای با عنوان «ارزیابی ریسک زلزله با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی یکپارچه با شبکه های عصبی مصنوعی مبتنی بر GIS: مطالعه موردی شهر سنندج در ایران» به ارزیابی و تحلیل میزان آسیب پذیری زلزله در ارتباط با معیارهای جمعیتی، زیست محیطی و فیزیکی پرداختند. یافته های این مطالعه برای تصمیم گیران با مبنای علمی برای توسعه استراتژی های مدیریت ریسک زلزله مفید است.

4. Kreimer and Carlin

5. vulnerability

6. risk

7. danger

1. Alam & Haque

2. Alizadeh et al.

3. Yariyan et al.

جدول ۱. مفهوم آسیب‌پذیری از دیدگاه صاحب‌نظران مختلف

تعریف	سال	نویسنده
آسیب‌پذیری به معنای حساسیت زیست محیطی است که مؤلفه‌های دموگرافیک، اقتصادی، اجتماعی و تکنیکی از فاکتورهای آن است.	۱۹۹۷	داونینگ و همکاران ^۱
آسیب‌پذیری به معنای نبود ظرفیت افراد برای رویارویی با خطر است که به موقعیت افراد و گروه‌ها در دنیای فیزیکی و اجتماعی بستگی دارد.	۱۹۹۸	کلارک و همکاران ^۲
آسیب‌پذیری روی مقابل تاب‌آوری است. زمانی که یک سیستم اجتماعی یا اکولوژیکی تاب‌آوری خود را از دست می‌دهد و نسبت به تغییراتی که قبلاً می‌توانست آن را کنترل کند، آسیب‌پذیر می‌شود.	۲۰۰۱	کسپرسن ^۳
آسیب‌پذیری استعداد هر نوع صدمه، حوادث طبیعی، معنوی یا غیر مادی به وسیله یک عامل است.	۲۰۰۲	لیتل و همکاران ^۴
آسیب‌پذیری اجتماعی، اندازه‌ای از حساسیت یک جمعیت به مخاطرات طبیعی و توانایی آن در پاسخ و بازایی از اثرات مخاطرات است.	۲۰۰۳	کاتر بوروف و شرلی ^۵
آسیب‌پذیری، شرایط و ویژگی‌های یک جامعه یا سیستم را نسبت به اثرات مخرب از یک مخاطره حساس می‌نماید.	۲۰۰۹	دفتر کاهش خطر بلایا سازمان ملل متحد ^۶
آسیب‌پذیری بیان کننده میزان آسیب‌های وارد بر سیستم‌های اجتماعی اکولوژیکی ناشی از عوامل بیرونی است.	۲۰۱۱	اسکوندراس و همکاران ^۷
آسیب‌پذیری به معنای ویژگی‌هایی از یک گروه یا افرادی از منظر ظرفیت آن‌ها به پیش بینی و مقابله، بازایی و بهبودی در برابر اثرات از یک مخاطره است.	۲۰۱۴	بلیکی و همکاران ^۸
آسیب‌پذیری به معنای اندازه‌گیری خطرهای ترکیب یافته با سطوح اقتصادی و اجتماعی، برای کسب توانایی فائق آمدن بر پیامدهای حوادث است.	۱۳۹۵	محمدپور و همکاران
آسیب‌پذیری به معنای ظرفیتی برای زیان در سیستم در واکنش و محرک و درجه‌ای از یک سیستم مستعد و در معرض خطر است که توانایی مقابله با تهدیدات را ندارد.	۱۳۹۹	رضایی‌راد و کاظمی
آسیب‌پذیری شهری به میزان خسارت وارد شده به یک شهر و ساکنان آن (اعم از جانی، مالی و معنوی) در برابر مخاطرات احتمالی اطلاق می‌گردد. در واقع آسیب‌پذیری به نداشتن ظرفیت کافی افراد جهت رویارویی و مقابله با مخاطرات طبیعی اشاره دارد.	۱۴۰۰	احمدی و اسکندری‌نژاد
آسیب‌پذیری اصطلاحی است که جهت نشان دادن وسعت و میزان خسارت احتمالی بر اثر وقوع سوانح طبیعی به جوامع، ساختمان‌ها و مناطق جغرافیایی به کار برده می‌شود.	۱۴۰۰	ناصری‌پور و همکاران
آسیب‌پذیری به معنای میزان تحمل پایداری و یا نجات از اثرهای یک بلای طبیعی در بلندمدت و به همان نسبت در کوتاه مدت است.	۱۴۰۱	لاله‌پور و همکاران

نگارندگان، ۴۰۱۱

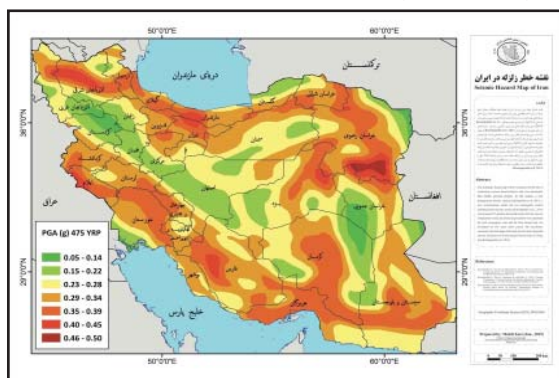
یکی از موضوعاتی که اکثر شهرهای جهان با آن درگیر هستند، موضوع حوادث طبیعی است. با توجه به ماهیت غیرمترقبه بودن غالب حوادث طبیعی و لزوم اتخاذ سریع و صحیح تصمیم‌ها و اجرای عملیات، مبانی نظری و بنیادی، دانشی را تحت عنوان مدیریت بحران به وجود آورد است (ناصری‌پور و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۷). وقوع بحران‌های طبیعی و عدم برنامه‌ریزی مناسب برای مقابله با خسارت‌ها و پیامدهای ناشی از آن، می‌تواند منجر به از دست رفتن منابع و دستاوردهایی شود که تحقق آن‌ها سالیان زیادی طول می‌کشد؛ به همین دلیل کاهش خسارت‌ها و آسیب‌های مربوط به بحران‌ها و بلایا نیازمند مدیریت است (داس^۹، ۲۰۱۹).

و زیست‌محیطی معین می‌شود که سبب افزایش حساسیت جامعه در برابر اثرهای خطر می‌شود ولی خطرپذیری احتمال ایجاد نتایج مخرب یا خسارت‌های قابل انتظار (تلفات، صدمات، خسارت‌های مالی، معیشت و اختلال در فعالیت‌های اقتصادی و تخریب محیط‌زیست) است که در نتیجه تعامل خطر و آسیب‌پذیری ایجاد می‌شود (دهقان فاروجی و بیت‌اللهی، ۱۳۹۹: ۳). مدیریت بحران

1. Downing et al.
2. Clark et al.
3. Kaspersen
4. Little et al
5. Cutter boruff & shirley
6. United Nations Office for Disaster Risk Reduction
7. Skondras et al
8. Blaikie et al.

با توسعه و گسترش روزافزون شهرهایی که در مناطق لرزه خیز قرار دارند، آسیب پذیری آن‌ها در برابر زلزله‌های مخرب رو به افزایش است (المدرسی و منصوریان، ۱۳۹۶: ۸۵).

واقع شدن ایران بر روی کمربند زلزله خیز آلپ-همالیا موجب شده است که زمین لرزه به منزله یکی از زیان بارترین بلایای طبیعی در کشور مطرح شود. آسیب پذیری کالبدی در همه شهرهای ایران (کم یا زیاد)، وجود دارد، تا جایی که آمارها نشان می‌دهند، بیش از ۹۰ درصد شهرهای ایران در برابر زلزله ۵/۵ ریشتری به شدت آسیب پذیر هستند (پورمحمدی و مصیبت زاده، ۱۳۸۷: ۱۱۸).



شکل ۱. نقشه پهنه بندی خطر زلزله در ایران
انتشارات انجمن زمین شناسی ایران، اسفند ۱۳۹۷

نقشه پهنه بندی خطر زلزله نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از کشور ما در منطقه‌ای با خطر زیاد یا خیلی زیاد قرار دارد و ضرورت توجه به مدیریت بحران را دوچندان می‌کند.

شاخص‌های مؤثر بر آسیب پذیری نواحی شهری در برابر زلزله
شاخص‌های مؤثر بر آسیب پذیری نواحی شهری در برابر زلزله در جدول شماره ۲ آمده است.

جدول ۲. شاخص‌های مؤثر بر آسیب پذیری نواحی شهری در برابر زلزله

ردیف	شاخص	منابع
۱	کیفیت ابنیه	لاله پور و همکاران، ۱۴۰۱؛ جودکی و همکاران، ۱۴۰۰؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۹؛ پهلوانی و بادیا، ۱۳۹۹؛ شماعی و همکاران، ۱۳۹۹؛ امجد و سلطانی، ۱۳۹۸؛ کماترودی کجوری و همکاران، ۱۳۹۸؛ احسان دوست و آریابویر، ۱۳۹۷؛ کاوسی و همکاران، ۱۳۹۷؛ حبیبی و همکاران، ۱۳۹۵؛ زارع و همکاران، ۱۳۹۵؛ سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵؛ ضربایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ علوی و همکاران، ۱۳۹۵؛ محمدپور و همکاران، ۱۳۹۵؛ مرادی، ۱۳۹۵؛ نجم آبادی، ۱۳۹۵؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۴؛ اردلان افتخاری، ۱۳۹۴؛ ابراهیمیان قاجاری و همکاران، ۱۳۹۳؛ قائدرحمتی و همکاران، ۱۳۹۳؛ قنبری و زلفی، ۱۳۹۳؛ لطفی و همکاران، ۱۳۹۳؛ زنگی آبادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ ملکی و مودت، ۱۳۹۲؛ پیشگاهی فرد و همکاران، ۱۳۹۱؛ فرجی و قرخلو، ۱۳۸۹
۲	قدمت ابنیه	لاله پور و همکاران، ۱۴۰۱؛ جودکی و همکاران، ۱۴۰۰؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۹؛ پویان و همکاران، ۱۳۹۹؛ خدادادی و همکاران، ۱۳۹۹؛ شماعی و همکاران، ۱۳۹۹؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۸؛ کماترودی کجوری و همکاران، ۱۳۹۸؛ احسان دوست و آریابویر، ۱۳۹۷؛ حبیبی و همکاران، ۱۳۹۵؛ زارع و همکاران، ۱۳۹۵؛ سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵؛ ضربایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ محمدپور و همکاران، ۱۳۹۵؛ نجم آبادی، ۱۳۹۵؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۴؛ قاجاری و همکاران، ۱۳۹۳؛ قائدرحمتی و همکاران، ۱۳۹۳؛ قنبری و زلفی، ۱۳۹۳؛ زنگی آبادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ فرجی و قرخلو، ۱۳۸۹

دانش مدیریت بحران شهری به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که قبل، بعد و هنگام وقوع بحران، جهت کاهش اثرات این حوادث و کاهش آسیب پذیری انجام گیرد. این موضوع ارتباط خاصی با مباحث برنامه ریزی شهری، مدیریت شهری و جغرافیا دارد (کلمن^۱، ۱۹۸۸). مدیریت بحران در واقع فرایند برنامه ریزی و اقدامات مقامات دولتی و دستگاه‌های اجرایی دولتی، شهرداری و عمومی است که با مشاهده، تجزیه و تحلیل بحران‌ها به صورت یکپارچه، جامعه و هماهنگ با استفاده از ابزارهای موجود تلاش می‌کند از بحران‌ها پیشگیری نماید یا در صورت وقوع آن‌ها در جهت کاهش آثار، ایجاد آمادگی لازم، مقابله، امداد رسانی سریع و بهبود اوضاع تا رسیدن به وضعیت عادی و بازسازی تلاش کند (حسینی خواه و محمدی، ۱۳۹۷: ۲۱۵). یکی از رایج ترین دلایل وقوع بحران، زلزله است که اهمیت مدیریت بحران زلزله را دوچندان می‌کند.

زلزله

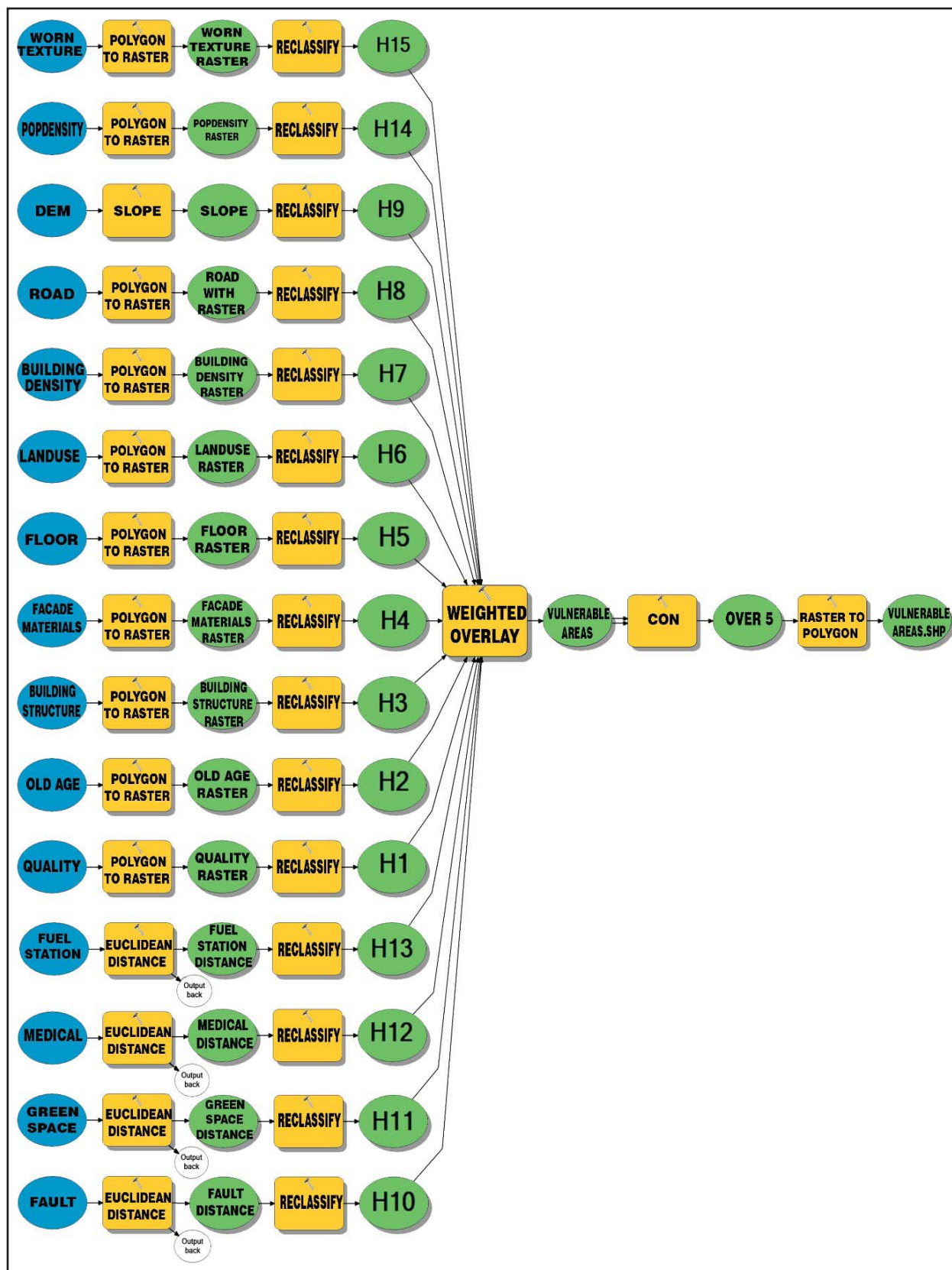
در میان بلایای طبیعی «زلزله» از مخرب ترین آن‌ها است که به دلیل آمادگی نداشتن جامعه، همواره خسارت و تلفات عموماً زیادی به همراه دارد. زلزله، آزاد شدن ناگهانی انرژی بسیار زیادی در مدت زمان خیلی کوتاه است، که در اثر بروز اغتشاش در پوسته زمین به وقوع می‌پیوندد. زلزله ممکن است انرژی مسدود شده در اعماق زمین را در چند ثانیه آزاد کند (گیبسن^۲، ۱۹۹۷). زلزله، یک حادثه طبیعی، ناگهانی، با منشأ زمینی است و به لحاظ قدرت و حوزه تخریب وسیع و نیز غیرقابل پیش بینی بودن و زمان بسیار کوتاه وقوع آن از اهمیت ویژه‌ای برای جوامع بشری برخوردار است.

1. Coleman
2. Gibson



ردیف	شاخص	منابع
۳	سازه بنا	لاله‌پور و همکاران، ۱۴۰۱؛ خدمت‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰؛ مباحثی و همکاران، ۱۴۰۰؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۹؛ پویان و همکاران، ۱۳۹۹؛ خدادادی و همکاران، ۱۳۹۹؛ شمعی و همکاران، ۱۳۹۹؛ امجد و سلطانی، ۱۳۹۸؛ یاریان و کرمی، ۱۳۹۸؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۸؛ احسان دوست و آریانپور، ۱۳۹۷؛ حبیبی و همکاران، ۱۳۹۵؛ زارع و همکاران، ۱۳۹۵؛ سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵؛ ضربایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ محمدپور و همکاران، ۱۳۹۵؛ نجم‌آبادی، ۱۳۹۵؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۴؛ اردلان افتخاری، ۱۳۹۴؛ ابراهیمیان قاجاری و همکاران، ۱۳۹۳؛ قائد رحمتی و همکاران، ۱۳۹۳؛ قنبری و زلفی، ۱۳۹۳؛ لطفی و همکاران، ۱۳۹۳؛ ملکی و مودت، ۱۳۹۲؛ فرجی و قرخلو، ۱۳۸۹
۴	مصلح نما	مباحثی و همکاران، ۱۴۰۰؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۹؛ پویان و همکاران، ۱۳۹۹؛ قنبری و زلفی، ۱۳۹۳
۵	تعداد طبقات	لاله‌پور و همکاران، ۱۴۰۱؛ خدادادی و همکاران، ۱۳۹۹؛ شمعی و همکاران، ۱۳۹۹؛ یاریان و کرمی، ۱۳۹۸؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۸؛ کمانرودی‌کجوری و همکاران، ۱۳۹۸؛ حبیبی و همکاران، ۱۳۹۵؛ زارع و همکاران، ۱۳۹۵؛ سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵؛ ضربایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ محمدپور و همکاران، ۱۳۹۵؛ نجم‌آبادی، ۱۳۹۵؛ اردلان افتخاری، ۱۳۹۴؛ ابراهیمیان قاجاری و همکاران، ۱۳۹۳؛ قنبری و زلفی، ۱۳۹۳؛ لطفی و همکاران، ۱۳۹۳؛ ملکی و مودت، ۱۳۹۲
۶	نوع کاربری	لاله‌پور و همکاران، ۱۴۰۱؛ خدمت‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰؛ مباحثی و همکاران، ۱۴۰۰؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۹؛ پویان و همکاران، ۱۳۹۹؛ خدادادی و همکاران، ۱۳۹۹؛ شمعی و همکاران، ۱۳۹۹؛ فلاحی و حسینی، ۱۳۹۹؛ یاریان و کرمی، ۱۳۹۸؛ کمانرودی‌کجوری و همکاران، ۱۳۹۸؛ حبیبی و همکاران، ۱۳۹۵؛ سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵؛ علوی و همکاران، ۱۳۹۵؛ محمدپور و همکاران، ۱۳۹۵؛ نجم‌آبادی، ۱۳۹۵؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۴؛ اردلان افتخاری، ۱۳۹۴؛ لطفی و همکاران، ۱۳۹۳؛ زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۲
۷	تراکم ساختمانی	لاله‌پور و همکاران، ۱۴۰۱؛ جودکی و همکاران، ۱۴۰۰؛ مباحثی و همکاران، ۱۴۰۰؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۹؛ پویان و همکاران، ۱۳۹۹؛ پهلوانی و بادپا، ۱۳۹۹؛ خدادادی و همکاران، ۱۳۹۹؛ فلاحی و حسینی، ۱۳۹۹؛ امجد و سلطانی، ۱۳۹۸؛ احسان دوست و آریانپور، ۱۳۹۷؛ حبیبی و همکاران، ۱۳۹۵؛ مرادی، ۱۳۹۵؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۴؛ اردلان افتخاری، ۱۳۹۴؛ ابراهیمیان قاجاری و همکاران، ۱۳۹۳؛ قنبری و زلفی، ۱۳۹۳؛ لطفی و همکاران، ۱۳۹۳؛ زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ فرجی و قرخلو، ۱۳۸۹
۸	عرض معابر	خدمت‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰؛ خدادادی و همکاران، ۱۳۹۹؛ فلاحی و حسینی، ۱۳۹۹؛ حبیبی و همکاران، ۱۳۹۵؛ زارع و همکاران، ۱۳۹۵؛ ضربایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ مرادی، ۱۳۹۵؛ نجم‌آبادی، ۱۳۹۵؛ ابراهیمیان قاجاری و همکاران، ۱۳۹۳
۹	درصد شیب	لاله‌پور و همکاران، ۱۴۰۱؛ خدمت‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰؛ یاریان و کرمی، ۱۳۹۸؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۸؛ المدرسی و منصوریان، ۱۳۹۶؛ سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵؛ علوی و همکاران، ۱۳۹۵؛ اردلان افتخاری، ۱۳۹۴؛ پیشگاهی فرد و همکاران، ۱۳۹۱
۱۰	فاصله از گسل	جودکی و همکاران، ۱۴۰۰؛ پویان و همکاران، ۱۳۹۹؛ خدادادی و همکاران، ۱۳۹۹؛ شمعی و همکاران، ۱۳۹۹؛ فلاحی و حسینی، ۱۳۹۹؛ امجد و سلطانی، ۱۳۹۸؛ یاریان و کرمی، ۱۳۹۸؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۸؛ کاوسی و همکاران، ۱۳۹۷؛ المدرسی و منصوریان، ۱۳۹۶؛ حبیبی و همکاران، ۱۳۹۵؛ سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵؛ ضربایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ علوی و همکاران، ۱۳۹۵؛ محمدپور و همکاران، ۱۳۹۵؛ مرادی، ۱۳۹۵؛ قنبری و زلفی، ۱۳۹۳؛ پیشگاهی فرد و همکاران، ۱۳۹۱
۱۱	فاصله از فضای سبز و باز	لاله‌پور و همکاران، ۱۴۰۱؛ مباحثی و همکاران، ۱۴۰۰؛ پهلوانی و بادپا، ۱۳۹۹؛ خدادادی و همکاران، ۱۳۹۹؛ فلاحی و حسینی، ۱۳۹۹؛ امجد و سلطانی، ۱۳۹۸؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۸؛ کمانرودی‌کجوری و همکاران، ۱۳۹۸؛ احسان دوست و آریانپور، ۱۳۹۷؛ کاوسی و همکاران، ۱۳۹۷؛ حبیبی و همکاران، ۱۳۹۵؛ زارع و همکاران، ۱۳۹۵؛ سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵؛ ضربایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ علوی و همکاران، ۱۳۹۵؛ نجم‌آبادی، ۱۳۹۵؛ اردلان افتخاری، ۱۳۹۴؛ ملکی و مودت، ۱۳۹۲؛ پیشگاهی فرد و همکاران، ۱۳۹۱؛ فرجی و قرخلو، ۱۳۸۹
۱۲	فاصله از جایگاه سوخت	پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۸؛ کاوسی و همکاران، ۱۳۹۷؛ لطفی و همکاران، ۱۳۹۳؛ پیشگاهی فرد و همکاران، ۱۳۹۱
۱۳	فاصله از مراکز درمانی	لاله‌پور و همکاران، ۱۴۰۱؛ خدادادی و همکاران، ۱۳۹۹؛ پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۸؛ کاوسی و همکاران، ۱۳۹۷؛ زارع و همکاران، ۱۳۹۵؛ سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵؛ ضربایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ علوی و همکاران، ۱۳۹۵؛ نجم‌آبادی، ۱۳۹۵؛ اردلان افتخاری، ۱۳۹۴؛ لطفی و همکاران، ۱۳۹۳؛ پیشگاهی فرد و همکاران، ۱۳۹۱
۱۴	تراکم جمعیتی	خدمت‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰؛ مباحثی و همکاران، ۱۴۰۰؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۹؛ پویان و همکاران، ۱۳۹۹؛ پهلوانی و بادپا، ۱۳۹۹؛ خدادادی و همکاران، ۱۳۹۹؛ فلاحی و حسینی، ۱۳۹۹؛ یاریان و کرمی، ۱۳۹۸؛ کاوسی و همکاران، ۱۳۹۷؛ المدرسی و منصوریان، ۱۳۹۶؛ حبیبی و همکاران، ۱۳۹۵؛ زارع و همکاران، ۱۳۹۵؛ سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵؛ علوی و همکاران، ۱۳۹۵؛ ضربایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ محمدپور و همکاران، ۱۳۹۵؛ مرادی، ۱۳۹۵؛ نجم‌آبادی، ۱۳۹۵؛ احد نژاد روشنی و همکاران، ۱۳۹۴؛ اردلان افتخاری، ۱۳۹۴؛ قائدرحمتی و همکاران، ۱۳۹۳؛ قنبری و زلفی، ۱۳۹۳؛ لطفی و همکاران، ۱۳۹۳؛ زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ ملکی و مودت، ۱۳۹۲؛ پیشگاهی فرد و همکاران، ۱۳۹۱
۱۵	بافت فرسوده	لاله‌پور و همکاران، ۱۴۰۱؛ جودکی و همکاران، ۱۴۰۰؛ مباحثی و همکاران، ۱۴۰۰

در شکل ۲، مدل ارزیابی آسیب پذیری نواحی شهر خرم آباد در برابر زلزله نمایش داده شده است.



شکل ۲. مدل ارزیابی آسیب پذیری نواحی شهر خرم آباد - (محاسبات نگارندگان با استفاده از نرم افزار ArcGIS ۱۴۰۱)

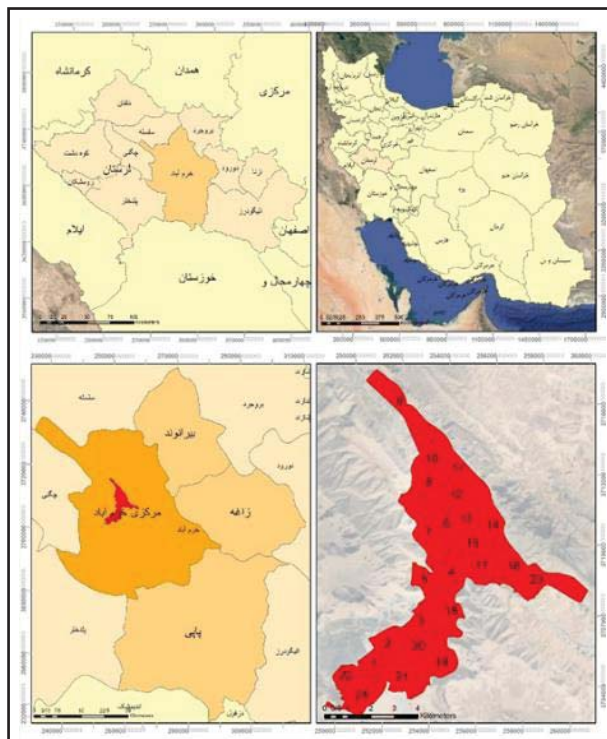
روش

پژوهش حاضر به دنبال سنجش آسیب‌پذیری نواحی شهر خرم‌آباد در برابر زلزله می‌باشد. بنابراین، روش پژوهش از لحاظ هدف، یک روش کاربردی، و همچنین از نظر نحوه گردآوری داده، یک پژوهش توصیفی-تحلیلی می‌باشد. این پژوهش از نظر نوع داده، یک پژوهش کمی و از نظر زمان جمع‌آوری داده‌ها، یک پژوهش مقطعی می‌باشد. در این پژوهش جهت تحلیل پرسشنامه و وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارهای آسیب‌پذیری نواحی شهر خرم‌آباد با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP از نرم‌افزار Expert Choice ۱۱ و برای شناسایی و اولویت‌بندی پهنه‌های خطر نواحی شهر خرم‌آباد در برابر زلزله از نرم‌افزار ArcGIS استفاده می‌شود.

داده‌ها که شامل معیارهای شناسایی شده بر اساس مطالعات انجام شده می‌باشند، ابتدا جهت پردازش از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی اسناد و داده‌های موجود گردآوری می‌شوند، به این صورت که با استفاده از بلوک‌های آماری سرشماری سال ۱۳۹۵، شیپ‌فایل‌های کالبدی طرح تفصیلی ۱۳۹۵ شهر خرم‌آباد و همچنین اطلاعات ماهواره‌ای نظیر کدهای ارتفاعی نقاط شهر و تولید DEM و سپس محاسبه مقادیر سایر داده‌هایی مثل ارتفاع و شیب به دست آمدند. سپس با مراجعه به ۱۵ نفر از متخصصان بخش مدیریت بحران و مصاحبه اولیه با خبرگان، معیارهای مناسب شناسایی و همچنین معیارهای پیشنهادی آن‌ها نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. با مشخص کردن معیارها به تشکیل ماتریس پرداخته می‌شود و این ماتریس نیز با نظرسنجی از خبرگان کامل می‌گردد. در واقع، پس از شناسایی شاخص‌ها و تعبیه آن‌ها در یک چک لیست، از متخصصان جهت بررسی ضریب اهمیت آن‌ها نظرخواهی می‌شود. در نهایت بر اساس نظرات، شاخص‌های نهایی استخراج و بررسی می‌گردند و با استفاده از روش AHP ضریب اهمیت هر شاخص محاسبه می‌شود. در مرحله بعد با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS ۱۰٫۸ وضعیت آسیب‌پذیری نواحی نسبت به تک‌تک شاخص‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و سپس بین نقشه‌های تولید شده، همپوشانی وزنی انجام و وضعیت کلی آسیب‌پذیری نواحی نسبت به بحران زلزله سنجیده می‌گردد و در نهایت، نقشه نهایی آسیب‌پذیری نواحی شهر خرم‌آباد در برابر زلزله ایجاد می‌شود.

محدوده مورد مطالعه

شهر خرم‌آباد به عنوان مرکز استان لرستان و نیز، شهرستان خرم‌آباد با موقعیت جغرافیایی به طول ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی در ارتفاع ۱۱۷۱ متری از سطح دریا قرار دارد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). شهر خرم‌آباد در درون دره‌ای قرار گرفته که رودخانه خرم‌آباد، با جهت شمالی - جنوبی از خط‌القعر آن می‌گذرد و قسمت شمالی شهر منظره‌ای کوهستانی و ناهموار و قسمت جنوبی شهر، چشم‌اندازی جلگه‌ای دارد. شهر خرم‌آباد از نظر لرزه‌خیزی جزء مناطق لرزه‌ای فعال است و یک گسل اصلی از نواحی جنوبی آن عبور می‌کند.



شکل ۳. موقعیت جغرافیایی شهر خرم‌آباد و نواحی آن.
ماخذ: تقسیمات سیاسی ایران، ۱۴۰۰.

یافته‌ها

در این پژوهش ۱۵ شاخص جهت ارزیابی آسیب‌پذیری نواحی شهری از نظر زلزله در نظر گرفته شده است که از متون بررسی شده و با توجه به شرایط جغرافیایی محدوده مورد مطالعه استخراج شده‌اند. زیرمعیارها با توجه به پیشینه مطالعات و روش دلفی توسط متخصصان و صاحب‌نظران حوزه مدیریت بحران وزن‌دهی شده‌اند،

سپس با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، داده‌های ارزیابی آسیب‌پذیری نواحی شهری از نظر زلزله در شهر خرم‌آباد را مورد نیاز تجزیه و تحلیل شده‌اند. جدول ۳، معیار و زیرمعیارهای ارائه می‌نماید.

جدول ۳. معیار و زیرمعیارهای ارزیابی آسیب‌پذیری نواحی شهری از نظر زلزله در شهر خرم‌آباد

شناسه	شاخص	طبقات	امتیاز آسیب‌پذیری هر طبقه					شناسه	شاخص	طبقات	امتیاز آسیب‌پذیری هر طبقه				
			خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم				خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
H1	کیفیت ابنیه	عرض معابر					*	H8		فاقد بنا یا در حال ساخت					*
				*						نوساز		*			
					*					قابل نگهداری			*		
						*				مرمتی				*	
							*			تخریبی					*
H2	قدمت ابنیه	درصد شیب					*	H9		فاقد بنا					*
						*				کمتر از ۱۰ سال		*			
					*					۱۰ تا ۲۰ سال			*		
						*				۲۰ تا ۳۰ سال				*	
				*						بیشتر از ۳۰ سال					*
H3	سازه بنا	فاصله از گسل					*	H10		فاقد بنا					*
				*						اسکلت بتنی		*			
					*					اسکلت فلزی			*		
						*				سنگ و چوب یا آجر و چوب				*	
							*			آجر و آهن (بدون اسکلت)					*
H4	مصالح بنا	فاصله از فضای سبز و باز					*	H11		فاقد بنا					*
						*				بی نما یا آجری		*			
					*					سیمانی			*		
						*				سنگی یا آلومینیوم				*	
				*						شیشه					*
H5	تعداد طبقات	فاصله از جایگاه سوخت					*	H12		یک طبقه یا فاقد بنا					*
					*					دو طبقه		*			
						*				سه طبقه			*		
						*				چهار طبقه				*	
							*			پنج طبقه و بیشتر					*
H6	نوع کاربری	فاصله از مراکز درمانی					*	H13		فاقد بنا، ورزشی، پارک و فضای سبز					*
						*				آموزشی، حمل و نقل، فرهنگی، مذهبی، تفریحی و گردشگری، نظامی				*	

ادامه جدول ۳. معیار و زیرمعیارهای ارزیابی آسیب‌پذیری نواحی شهری از نظر زلزله در شهر خرم‌آباد

شاخص	شاخص	امتیاز آسیب‌پذیری هر طبقه					طبقات	امتیاز آسیب‌پذیری هر طبقه					طبقات	امتیاز آسیب‌پذیری هر طبقه				
		بافت	مسکونی	تجاری	اداری	صنعتی		بافت	مسکونی	تجاری	اداری	صنعتی		بافت	مسکونی	تجاری	اداری	صنعتی
							۶۰۰ تا ۹۰۰ متر											
							۹۰۰ تا ۱۲۰۰ متر											
							۱۲۰۰ متر و بیشتر											
							کمتر از ۱۰۰ نفر در هکتار											
							۱۰۰ تا ۲۰۰ نفر در هکتار											
							۲۰۰ تا ۳۰۰ نفر در هکتار											
							۳۰۰ تا ۴۰۰ نفر در هکتار											
							بیشتر از ۴۰۰ نفر در هکتار											
							بافت فرسوده، تاریخی و اسکان غیر رسمی											

(نگارندگان، ۱۴۰۱)

کارشناسان متخصص به روش دلفی تکمیل گردید. سپس وزن معیارها با استفاده از مدل AHP با نرم‌افزار EXPERT CHOICE ۱۱ محاسبه گردید. برای محاسبه وزن معیارها ابتدا مقایسه‌های دوتایی بین معیارها صورت گرفت. در واقع ماتریسی تشکیل گردید که گویه‌های آن با توجه به میزان اهمیت هر یک از معیارها نسبت به یکدیگر به صورت دو به دو مقایسه شده بود. سپس امتیاز نهایی هر شاخص جهت سنجش آسیب‌پذیری نواحی شهر خرم‌آباد مشخص گردید.

جدول شماره ۴ نسبت دودویی شاخص‌ها به یکدیگر را نشان می‌دهد. در این شکل، اعداد قرمز رنگ نشان‌دهنده نسبت معکوس میان دو شاخص است و شکل شماره ۴ مقدار وزن نهایی هر کدام از شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS وضعیت آسیب‌پذیری نواحی نسبت به تک تک شاخص‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، به این صورت که ابتدا لایه رستری هر کدام از معیارها تولید می‌شود و زیرمعیارهای آن با استفاده از ابزار Reclassify و با توجه به ضریب اهمیت‌های مستخرج از نظر کارشناسان طبقه‌بندی می‌شود، سپس با استفاده از ابزار weighted Overlay بین نقشه‌های تولید

در این پژوهش، ابتدا موضوع و ابعاد آن تعریف شد و بر اساس سوابق مطالعات موجود، عوامل و عناصر شهری مرتبط با موضوع شناسایی گردید. بر اساس تعریف موضوع، تخصص‌های مورد نیاز، تعیین و اعضای پانل دلفی شناسایی و انتخاب شدند. پس از تعیین اعضای پانل، ۳ دور روش دلفی انجام شد. در دور اول فهرستی از عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری - که از مطالعات پیشین استخراج شده بودند -، در اختیار اعضای پانل قرار گرفت تا میزان اهمیت هر یک را تعیین کنند. علاوه بر این از آنان خواسته شد، که موارد دیگری که از نظر آن‌ها می‌بایست در این فهرست قرار می‌گرفت را اضافه کنند. در دور دوم، فهرست تکمیل شده بار دیگر در اختیار هر یک از اعضاء قرار گرفت و مقایسه زوجی معیارها نیز انجام شد. در دور سوم، نظرات هر یک از اعضاء در دور قبل در اختیار سایر اعضاء قرار گرفت و مجدداً از آن‌ها خواسته شد تا هر یک از عناصر را مورد ارزیابی قرار دهند. پس از پایان این دور و دستیابی به اتفاق نظر، انجام روش دلفی با تکمیل و نهایی‌سازی فهرست عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری نواحی شهر خرم‌آباد، خاتمه پذیرفت.

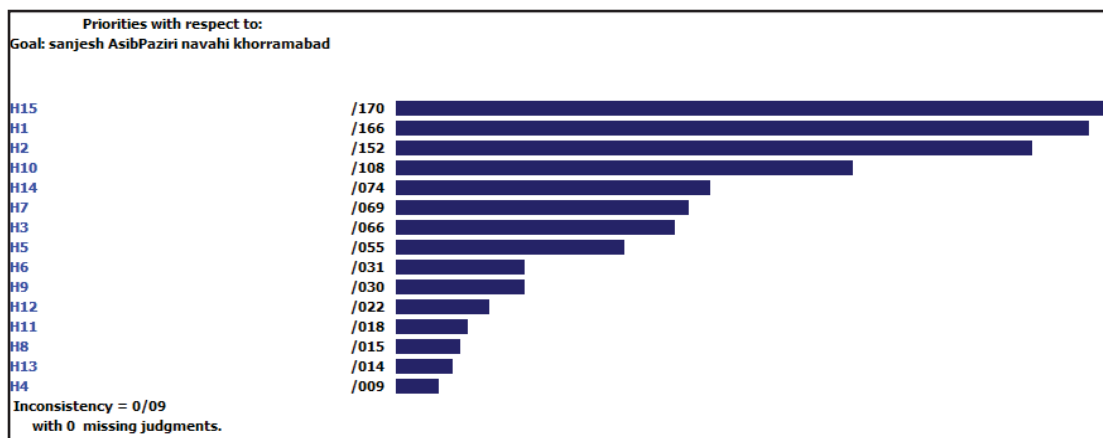
برای به‌دست آوردن وزن معیارها با تعیین ماتریس مقایسه زوجی معیارها، پرسشنامه‌ای تهیه شد. این پرسشنامه توسط

جدول ۴. ماتریس مقایسه زوجی معیارهای ارزیابی

Compare the relative importance with respect to: Goal: sanjesh AsibPaziri navahi khorramaba

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
H1		2/0	5/0	7/0	5/0	7/0	5/0	7/0	5/0	2/0	5/0	5/0	5/0	3/0	1/0
H2			5/0	7/0	5/0	7/0	5/0	7/0	5/0	2/0	5/0	5/0	5/0	3/0	1/0
H3				5/0	1/0	3/0	1/0	5/0	5/0	1/0	3/0	3/0	3/0	2/0	(2/0)
H4					(5/0)	(7/0)	(5/0)	(3/0)	(5/0)	(9/0)	(5/0)	(5/0)	(3/0)	(8/0)	(9/0)
H5						1/0	1/0	5/0	3/0	(3/0)	5/0	5/0	5/0	1/0	(3/0)
H6							(5/0)	3/0	(3/0)	(7/0)	3/0	3/0	5/0	(5/0)	(8/0)
H7								7/0	5/0	1/0	3/0	3/0	5/0	2/0	(7/0)
H8									1/0	(7/0)	1/0	(3/0)	2/0	(7/0)	(9/0)
H9										(5/0)	3/0	2/0	5/0	(5/0)	(7/0)
H10											9/0	7/0	7/0	2/0	1/0
H11												(2/0)	2/0	(8/0)	(9/0)
H12													2/0	(7/0)	(9/0)
H13														(7/0)	(9/0)
H14															(5/0)
H15	Incon: 0/09														

(محاسبات نگارندگان با استفاده از نرم افزار EXPERT CHOICE ۱۱، ۱۴۰۱)



شکل ۴. ضریب اهمیت معیارهای ارزیابی

(محاسبات نگارندگان با استفاده از نرم افزار EXPERT CHOICE ۱۱، ۱۴۰۱)

شده، هم پوشانی وزنی انجام می شود و وضعیت کلی آسیب پذیری نواحی نسبت به بحران زلزله سنجیده می گردد و در انتها، نقشه نهایی آسیب پذیری نواحی شهر خرم آباد در برابر زلزله ایجاد می شود.

در شکل ۴ مشخص است، میزان ناسازگاری معیارهای انتخاب شده ۰۰۹ است و از آن جایی که از ۱۰ کوچکتر است، پس سازگاری در قضاوت ها مورد قبول می باشد.

جهت ارزیابی آسیب پذیری نواحی شهر خرم آباد از نظر زلزله، با استفاده از نرم افزار ArcGIS وضعیت آسیب پذیری نواحی نسبت به تک تک شاخص ها مورد ارزیابی قرار می گیرد. در جدول ۵، وضعیت هر یک از معیارهای ارزیابی آسیب پذیری نواحی شهر خرم آباد از نظر زلزله مورد بررسی قرار گرفته است.

نتیجه گیری و بحث

بحث

یکی از مزیت های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، امکان بررسی سازگاری قضاوت های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیرمعیارها می باشد (زبردست، ۱۳۸۰: ۱۹)؛ همان گونه که

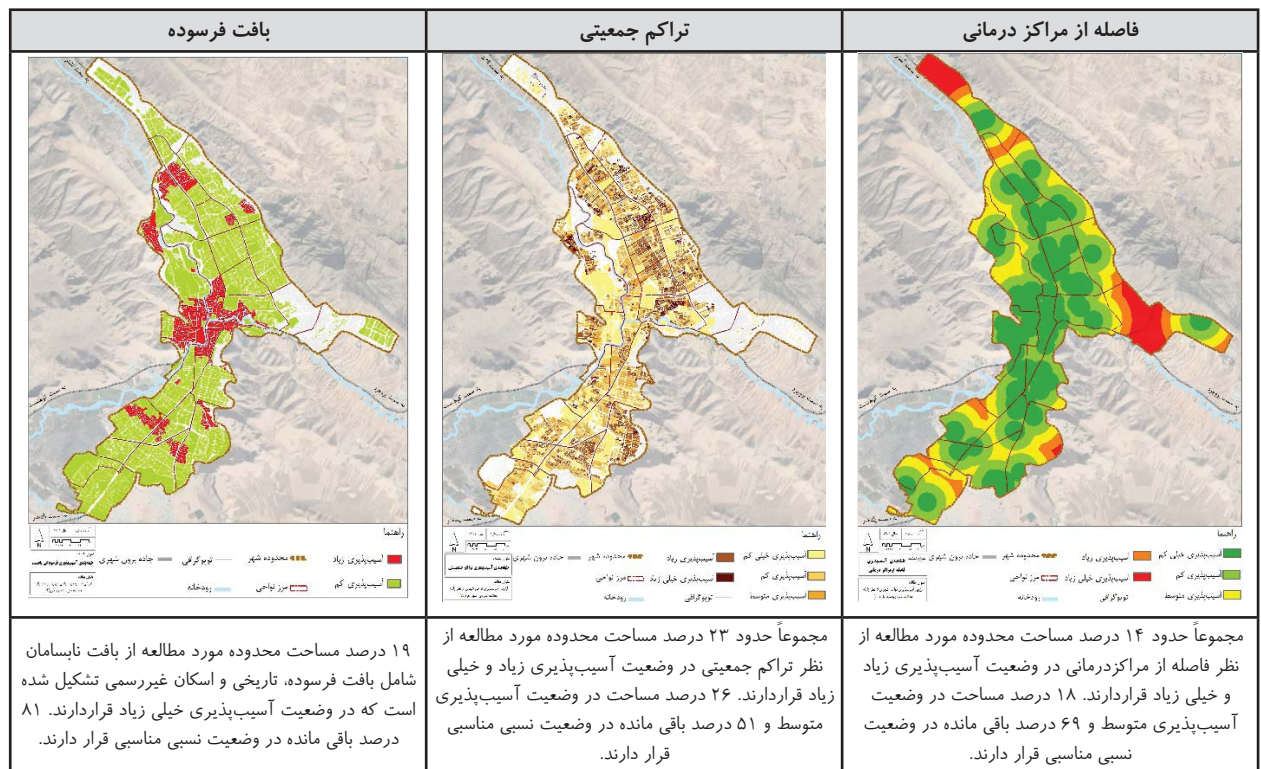
جدول ۵. بررسی معیارهای ارزیابی آسیب‌پذیری نواحی شهر خرم‌آباد از نظر زلزله

سازه بنا	قدمت ابنیه	کیفیت ابنیه
مجموعاً ۵۰ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه از نظر سازه بنا در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند که در سطح شهر پخش شده‌اند. ۱۴ درصد مساحت در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط و ۳۶ درصد باقی مانده در وضعیت نسبی مناسبی قرار دارند.	مجموعاً ۱۱ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه از نظر قدمت ابنیه در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند که بیشتر یافت فرسوده شهر را شامل می‌شوند. ۴۸ درصد مساحت در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط و ۴۱ درصد باقی مانده در وضعیت نسبی مناسبی قرار دارند.	۱ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه از نظر کیفیت ابنیه در وضعیت آسیب‌پذیری خیلی زیاد و ۱۰ درصد در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد قرار دارند که بیشتر در بافت مرکزی واقع شده‌اند. ۴۶ درصد مساحت در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط و ۴۳ درصد باقی مانده در وضعیت نسبی مناسبی قرار دارند.

جدول ۵. بررسی معیارهای ارزیابی آسیب‌پذیری نواحی شهر خرم‌آباد از نظر زلزله

نوع کاربری	تعداد طبقات	مصالح نما
۴۹ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه از نظر کاربری ابنیه در وضعیت آسیب‌پذیری خیلی زیاد و ۹ درصد در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد قرار دارند که به دلیل آسیب‌پذیر بودن کاربری مسکونی است. ۷ درصد مساحت در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط و ۳۶ درصد باقی مانده در وضعیت نسبی مناسبی قرار دارند.	مجموعاً ۵ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه از نظر تعداد طبقات در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند که ناشی از عدم رواج بلند مرتبه‌سازی در محدوده است. ۴ درصد مساحت در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط و ۹۱ درصد باقی مانده در وضعیت نسبی مناسبی قرار دارند.	مجموعاً ۲۱ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه از نظر مصالح نما در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند. ۱۶ درصد مساحت در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط و ۶۲ درصد باقی مانده در وضعیت نسبی مناسبی قرار دارند.

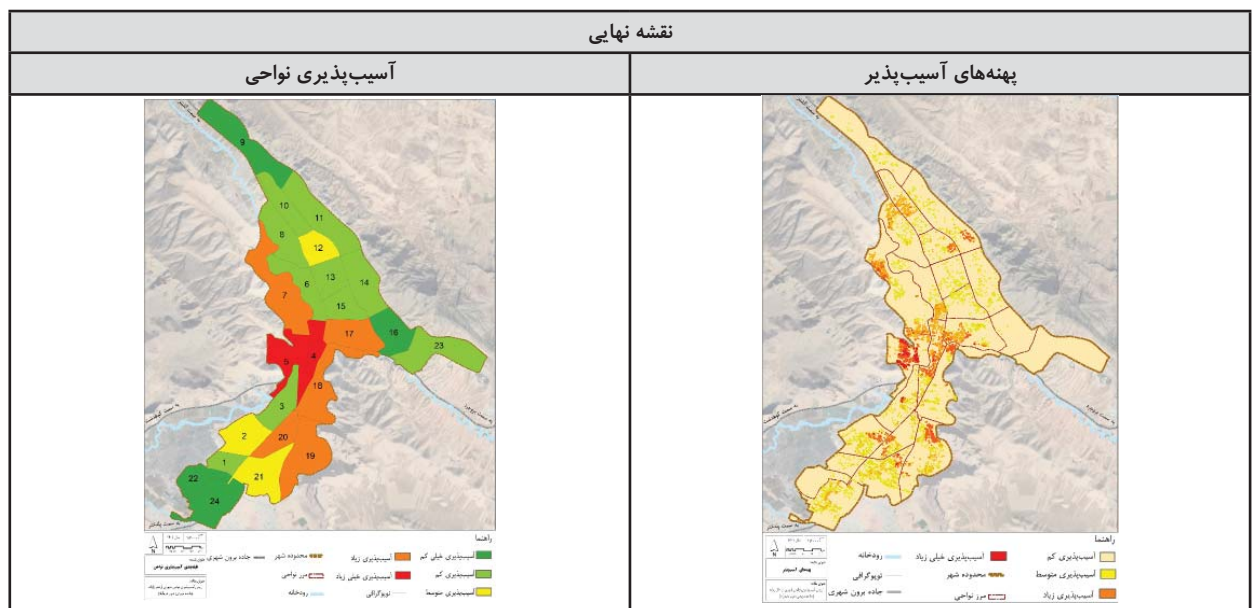
تراکم ساختمانی	عرض معابر	درصد شیب
مجموعاً حدود ۲ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه از نظر تراکم ساختمانی در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند. ۱۰ درصد مساحت در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط و ۸۸ درصد باقی مانده در وضعیت نسبی مناسبی قرار دارند.	۵۲ درصد معابر محدوده مورد مطالعه از نظر عرض در وضعیت آسیب‌پذیری خیلی زیاد و ۳۲ درصد در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد قرار دارند که ناشی از شکل شهر و کم عرض بودن معابر آن است. ۱۰ درصد معابر در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط و ۶ درصد باقی مانده در وضعیت نسبی مناسبی قرار دارند.	مجموعاً حدود ۲۶ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه از نظر شیب در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند. ۱۸ درصد مساحت در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط و ۵۷ درصد باقی مانده در وضعیت نسبی مناسبی قرار دارند.
فاصله از گسل	فاصله از فضای سبز و باز	فاصله از جایگاه سوخت
مجموعاً حدود ۳۳ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه از نظر نزدیکی به گسل در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند که ناشی از عبور گسل اصلی از نواحی جنوبی شهر است. ۶ درصد مساحت در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط و ۶۱ درصد باقی مانده در وضعیت نسبی مناسبی قرار دارند.	مجموعاً حدود ۱۷ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه از نظر فاصله از فضای سبز و باز در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند. ۲۰ درصد مساحت در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط و ۶۴ درصد باقی مانده در وضعیت نسبی مناسبی قرار دارند.	مجموعاً حدود ۶ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه از نظر فاصله از جایگاه‌های سوخت در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند. ۶ درصد مساحت در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط و ۸۸ درصد باقی مانده در وضعیت نسبی مناسبی قرار دارند.



(نگارندگان، ۱۴۰۱)

در این مطالعه به منظور ارزیابی آسیب‌پذیری کلی نواحی شهر خرم‌آباد در برابر زلزله، پس از آن که وزن معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی محاسبه گردید، در نرم‌افزار ArcGIS با استفاده از ابزار Weighted Overlay وزن‌های محاسبه شده اعمال و بین نقشه‌های تولید شده همپوشانی وزنی انجام شد و وضعیت کلی

جدول ۶. بررسی معیارهای ارزیابی آسیب‌پذیری نواحی شهر خرم‌آباد از نظر زلزله



(محاسبات نگارندگان با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS، ۱۴۰۱)

نتیجه گیری

بر گرفته‌اند، آسیب‌پذیرترین نواحی در برابر زلزله می‌باشند و پس از آن نواحی ۷، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ - که ۲۵ درصد مساحت شهر را در بر گرفته‌اند - دارای آسیب‌پذیری زیاد هستند. از عمده دلایل این موضوع نیز می‌توان به وجود بافت فرسوده با ویژگی‌هایی نظیر ناپایداری کالبدی، ریزدانی پلاک‌ها، عرض کم معابر، دسترسی کمتر به نسبت سایر قسمت‌ها به مراکز امداد و نجات و فضاهای پشتیبان در مدیریت بحران نظیر فضاهای سبز و باز، آموزشی و نیز درمانی و نیز تراکم جمعیتی نسبتاً بیشتر در مقایسه با سایر نواحی شهر اشاره نمود. همچنین نواحی شمال شرقی شهر که ۵۲ درصد مساحت شهر را در بر گرفته‌اند، در طیف کم آسیب‌پذیری قرار گرفته‌اند و نواحی ۹، ۱۶، ۲۲ و ۲۴ که ۱۷ درصد مساحت شهر را در بر گرفته‌اند از کمترین آسیب‌پذیری در برابر زلزله برخوردار هستند. با توجه به نتایج این پژوهش و شناسایی پهنه‌ها و نواحی آسیب‌پذیر سطح شهر می‌بایست به منظور تقویت ویژگی‌ها و مؤلفه‌های مؤثر بر معیارها و زیرمعیارهای مورد بررسی در پژوهش اقدام نمود و مدیریت شهری باید به نواحی با آسیب‌پذیری بیشتر و برنامه‌ریزی جهت کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها توجه ویژه‌ای داشته باشد.

منابع

ابراهیمیان قاجاری، یاسر؛ آل‌شیخ، علی‌اصغر؛ مدیری، مهدی؛ حسینی، رضا و عباسی، مرتضی. (۱۳۹۳). مدل‌سازی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری با استفاده از روش‌های دلفی و تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر تهران). اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۹۱(۲۳)، ۵-۲۰. <https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1085015>

احدنژادروشتی، محسن؛ تیموری، اصغر؛ طهماسبی‌مقدم، حسین و واعظ‌لیواری، مهناز. (۱۳۹۹). تحلیل فضایی آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زلزله با رویکرد مدیریت بحران (مطالعه موردی: بخش مرکزی شهر زنجان). مخاطرات محیط طبیعی، ۲۶(۹)، ۷۷-۹۰. <https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1719456>

احدنژادروشتی، محسن؛ روستایی، شهریور و کاملی‌فر، محمدجواد. (۱۳۹۴). ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زلزله با رویکرد مدیریت بحران مطالعه موردی: منطقه ۱ شهر تبریز. اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۹۵(۲۴)، ۳۷-۵۰. <https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1090581>

احسان دوست، محمدرضا و آریانپور، یاسر (۱۳۹۷). مطالعه بر اثرات زلزله و مدیریت بحران شهری (مطالعه موردی: شهرستان کازرون)، فصلنامه دانش

سکونت‌گاه‌های بشری از دیرباز تاکنون با بحران‌های مختلفی مواجه بوده‌اند. این بحران‌ها می‌توانند ناشی از بلایای طبیعی نظیر زلزله، سیل، آتشفشان، خشک‌سالی و... یا تهدیدهای انسان‌ساخت مانند جنگ، خطای انسانی، تروریسم، خطاهای مهندسی و... باشند که زلزله از رایج‌ترین این بلایا می‌باشد. گسترش شهر و شهرنشینی و افزایش تدریجی تعداد شهرهای بزرگ در کشور و از طرف دیگر، تمرکز و تجمع جمعیت و افزایش بارگذاری‌های محیطی و اقتصادی بر بستر آن‌ها، سبب شده است در صورت وقوع زلزله، خسارات جانی و مالی زیادی به ساکنین این شهرهای بزرگ و کوچک وارد شود. بنابراین توجه به شناخت نواحی آسیب‌پذیر و ایجاد آمادگی و مدیریت شرایط برای سامان‌دهی و گذر از بحران از اهمیت بالایی برخوردار است. پژوهش حاضر با عنوان ارزیابی آسیب‌پذیری نواحی شهری از نظر زلزله، بر آن بوده است تا به واسطه تعریف‌ها، رویکردها، شاخص‌ها و مدل‌های سنجش متفاوتی که پیرامون این مفهوم شکل گرفته است، به ارزیابی کمی آسیب‌پذیری بحران زلزله در محدوده مورد مطالعه (نواحی شهر خرم‌آباد) بپردازد. در همین راستا و به منظور پاسخ به سؤال‌های اصلی پژوهش و جهت روشن‌تر شدن مباحث، گام‌های طی شده توسط این پژوهش را می‌توان به سه مرحله تقسیم نمود. این سه مرحله عبارتند از ۱- مفهوم‌سازی و تعریف آسیب‌پذیری و مدیریت بحران ۲- بررسی شاخص‌ها و چارچوب‌های مفهومی تحلیل ۳- سنجش و ارزیابی میزان آسیب‌پذیری در محدوده مطالعه. در بخش اول، نخست مفهوم آسیب‌پذیری شرح داده شد و پس از آن مدیریت بحران و زلزله معرفی گردید. در بخش دوم پژوهش، به بررسی ویژگی‌ها، شاخص‌ها و مدل تحلیل آسیب‌پذیری نواحی شهری از نظر زلزله پرداخته شد. و در نهایت در بخش سوم پژوهش، پس از شناسایی مؤلفه‌های مختلف در محدوده مورد مطالعه و استفاده از نتایج حاصل از قسمت دوم، فرآیند سنجش و ارزیابی آسیب‌پذیری در محدوده مورد مطالعه صورت پذیرفته است.

با توجه به نتایج پژوهش در یک تفسیر کلی می‌توان چنین بیان داشت که به لحاظ شرایط و ابعاد بررسی شده، نواحی مرکزی و جنوب شرقی شهر در طیف بالا از لحاظ آسیب‌پذیری قرار گرفته است، یعنی نواحی ۵ و ۴ که ۶ درصد مساحت شهر را در



- پیشگامی فرد، زهرا؛ اقبالی، ناصر؛ فرجی‌راد، عبدالرضا و بیگ‌بابایی، بشیر. (۱۳۹۱). مدل‌سازی تعیین مناطق خطرپذیر با استفاده از مدل AHP در محیط GIS جهت مدیریت بحران شهری (مطالعه موردی: منطقه ۸ شهرداری تبریز). فضای جغرافیایی، ۳۷(۱۲)، ۱۸۳-۲۰۰.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1098873>
- جودکی، حمیدرضا؛ ناصرپور، علیرضا؛ اربابی‌سزوار، آزاده و سهرابی، معصومه. (۱۴۰۰). ارزیابی میزان آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر بحران‌های محیطی با تاکید بر نقش مدیریت بحران (مطالعه موردی: شهر باقر شهر). پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۴۶(۱۲)، ۱۳۴-۱۴۳.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1836298>
- حبیبی، کیومرث؛ عزتی، محمد؛ ترابی، کمال و عزت‌پناه، بختیار. (۱۳۹۵). بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از مدل MIHWP (مطالعه موردی منطقه ۱۰ تبریز). جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۵۸(۲۰)، ۱۰۱-۱۱۸.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1188533>
- حسینی‌خواه، حسین و محمدی، جمال. (۱۳۹۷). تحلیل فضایی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های جمعیتی در برابر زلزله (پژوهش موردی: شهرستان دنا). مخاطرات محیط طبیعی ۷(۱۷): ۲۱۳-۳۰.
 doi: 10.2111/10.3281.jneh.2017.30
- خدادادی، فاطمه؛ انتظاری، مژگان و ساسان‌پور، فرزانه. (۱۳۹۹). تحلیل آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش ELECTRE FUZZY (مطالعه موردی: کلان‌شهر کرج). تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۵۶(۱۹)، ۹۳-۱۱۳.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1520358>
- خدمت‌زاده، علی؛ موسوی، میرنجف و یوسف‌زاده، اردشیر. (۱۴۰۰). تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه و عملگرهای فازی (FANP) (مطالعه موردی: شهر ارومیه). مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، ۵۴(۱۶)، ۴۳-۶۱.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1755985>
- دهقان فاروجی، فاطمه و بیت‌اللهی، علی. (۱۳۹۹). "الگوی ارزیابی خطرپذیری شهری در بلایای طبیعی". مهندسی ساختمان و علوم مسکن ۱۳(۲): ۱-۱۱.
http://behs.bhrc.ac.ir/article_118353.html
- رضایی‌راد، هادی و کاظمی، داوود. (۱۳۹۹). بازشناسی ضرورت مدیریت اجتماع محور بحران جهت کاهش آسیب‌پذیری در بحران زلزله (مطالعه موردی: محله یوسف‌آباد شهر تهران). مطالعات محیطی هفت حصار، ۳۴(۸)، ۶۳-۷۸.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1736814>
- زبردست و اسفندیار (۱۳۸۰). کاربرد «فرآیند تحلیل سلسله مراتبی» در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. هنرهای زیبا، ۱۰.
- زارع، مجتبی؛ رضایی، محمدرضا و رحیمی، عنایت‌اله. (۱۳۹۵). ارزیابی آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر مرودشت در برابر زلزله با استفاده از (AHP) و (GIS). پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۲۶(۷)، ۷۵-۹۲.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1172613>
- زمانی، مهدی؛ صالحی‌پورمیلانی، علیرضا و صدوق، سیدحسن. (۱۴۰۰). ارزیابی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری شهر رزن در برابر زلزله. مدیریت مخاطرات محیطی، ۲۹(۸)، ۲۶۷-۲۸۲.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1937842>
- پیشگیری و مدیریت بحران، دوره ۸، شماره ۲، صص. ۱۴۸-۱۳۷.
<https://dpmk.ir/article-1-178-fa.html>
- احمدی، فریال و اسکندری‌نژاد، علیرضا. (۱۴۰۰). ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت‌مسکونی کلان‌شهر ساری در مخاطره طبیعی زلزله. آمایش محیط، ۵۲(۱۴)، ۱-۱۸.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1784498>
- اردلان افتخاری، سحر. (۱۳۹۴). برنامه‌ریزی بافت‌های آسیب‌پذیر شهری مبتنی بر تحلیل شبکه‌های شهری در محیط GIS با رویکرد مدیریت بحران (نمونه موردی: بافت قدیم شهر سمنجان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری به راهنمایی دکتر قادر احمدی، دانشگاه ارومیه، ارومیه.
- الفتی، امین؛ رحیمی، محمود و روانشادینیا، مهدی. (۱۳۹۹). "شناسایی و ارزیابی محدوده‌های ایمن شهری در بحران زلزله به روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (مطالعه موردی منطقه ۲ شهر خرم‌آباد)". فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی ۱۲(۳): ۶۷۸-۹۵.
https://geography.garmsar.iau.ir/article_674401.html
- المدرسی، سیدعلی و منصوریان، سیده‌اله. (۱۳۹۶). پهنه‌بندی خطر زمین لرزه در حوزه ی شهری نورآباد ممسنی فارس برای مدیریت بحران شبکه‌ی گاز، با استفاده از مدل AHP در محیط GIS. مدیریت بحران، ۱۲(۶)، ۸۱-۹۴.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1344822>
- امجد، محمد و سلطانی، ایرج. (۱۳۹۸). راهبردهایی به منظور کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های تاریخی در برابر زلزله؛ مطالعه‌ی موردی: بافت تاریخی شهر یزد. مدیریت بحران، ۱۶(۸)، ۱۷-۳۲.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1603880>
- انتشارات انجمن زمین‌شناسی ایران (۱۳۹۷). نقشه پهنه بندی خطر زلزله در ایران. <https://b2n.ir/t88140>
- بهاروند، سیامک؛ رهنما، جعفر و سوری، سلمان. (۱۳۹۸). "ارزیابی و تهیه نقشه زون‌های لرزه‌ای شهر خرم‌آباد با استفاده از روش سلسله‌مراتبی فازی". جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی ۳۰(۲): ۷۵-۹۰.
 doi: 10.22108/gep.2019.117074.1159
- پوراحمد، احمد؛ زیاری، کرامت‌الله؛ ابدالی، یعقوب و حاتمی‌نژاد، حسین. (۱۳۹۸). تحلیل و ارزیابی آسیب‌پذیری بافت فرسوده و ناپایدار شهر بجنورد در برابر زلزله. کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی، ۹(۷)، ۴۱-۶۳.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1516236>
- پورمحمدی، محمدرضا؛ مصیبت‌زاده، علی. (۱۳۸۷). آسیب‌پذیری شهرهای ایران در برابر زلزله و نقش مشارکت محله‌ای در امدادسانی آن‌ها. مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲.
https://gdij.usb.ac.ir/article_1246.html
- پویان، محمدحسن؛ صنایعی، علی و انصاری، آذرنوش. (۲۰۲۰). مدل سازی آسیب‌پذیری بافت‌های شهری تحت سناریوهای مختلف به منظور مدیریت بحران در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه یک شهرداری تهران). پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۵۲(۴)، ۱۲۷۵-۱۲۹۳.
<https://doi.org/10.22059/jhgr.2019.285435.1007977>
- پهلوانی، پرهام و بادپا، معاد. (۱۳۹۹). رتبه‌بندی مناطق مسکونی شهری در برابر مخاطرات زمین‌لرزه با استفاده از روش‌های آنتروپی شانون و تاپسیس (مطالعه موردی: شهر آمل). مدیریت مخاطرات محیطی، ۲۵(۷)، ۲۳۹-۲۲۵.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1712976>

- زنگی آبادی، علی؛ قائد رحمتی، صفر و سلطانی و لایلا (۱۳۹۲) برنامه ریزی مدیریت بحران زلزله در شهرها، انتشارات شریعه توس، مشهد.
- سرور، هوشنگ و کاشانی اصل، امیر. (۱۳۹۵). ارزیابی آسیب پذیری کالبدی شهر اهر در برابر بحران زلزله. آمایش محیط، ۳۴ (۹)، ۸۷-۱۰۸.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1570888>
- شماعی، علی؛ دانشور خرم، عاطفه؛ روان بخش، احمد و افسر، مجید. (۱۳۹۹). تحلیل آسیب پذیری بافت های قدیمی شهر کاشان در برابر زلزله. پژوهش های جغرافیای انسانی، ۱۱۱ (۵۲)، ۱۱۱-۱۳۰.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1616290>
- ضرابی، اصغر؛ محمدی، جمال و حسینی خواه، حسین. (۱۳۹۵). راهکار مدیریت بحران کاربری ها با تاکید بر کاربری های حساس شهری (مکان پژوهش: شهر یاسوج). برنامه ریزی فضایی (جغرافیا)، ۲۲ (۶)، ۳۷-۵۸.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1248676>
- علوی، سید علی؛ حسینی، سید مصطفی؛ بهرامی، فریبا و عاشورلو، مهرباب. (۱۳۹۵). ارزیابی میزان آسیب پذیری بافت های شهری با استفاده از ANP و GIS (مطالعه موردی: شهر سمیرم). اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۱۰۰ (۲۵)، ۱۲۹-۱۴۶.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1177977>
- فرجی، امین و قرخلو، مهدی. (۱۳۸۹). زلزله و مدیریت بحران شهری (مطالعه موردی: شهر بابل). جغرافیا، ۲۵ (۸)، ۱۴۳-۱۶۴.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1393601>
- فلاحی، علیرضا و حسینی، آتوسا. (۱۳۹۹). ارزیابی آسیب پذیری کالبدی شهر هشتگرد جدید در برابر زلزله ای احتمالی. تحقیقات جغرافیایی، ۱۳۸ (۳۵)، ۲۹۴-۳۰۶.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1682489>
- قائدرحمتی، صفر؛ گندمکار، امیر و خوشکلام پور، امیر. (۱۳۹۳). ارزیابی متغیرهای تأثیر گذار بر آسیب پذیری مساکن شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: شهر بروجرد). آمایش محیط، ۲۴ (۷)، ۸۳-۱۰۴.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1028452>
- قنبری، ابوالفضل و زلفی، علی. (۱۳۹۳). ارزیابی آسیب پذیری شهری در برابر زلزله با تاکید بر مدیریت بحران شهری در شهر کاشمر. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۴ (۱)، ۵۹-۷۴.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1119502>
- کاوسی، فرهاد؛ صابری، عظیم؛ رنگزن، کاظم و حسین زاده، مریم. (۱۳۹۷). تحلیل درجه خطر پذیری مناطق شهری به منظور مدیریت بحران پس از زلزله با استفاده از روش FAHP در GIS مطالعه موردی: منطقه یک اهواز. جغرافیا و توسعه، ۵۰ (۱۶)، ۱۶۱-۱۸۰.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1305072>
- کمانرودی کجوری، موسی؛ سلیمانی، محمد و قاسمی، محمد. (۱۳۹۸). بررسی نقش کاربری زمین در آسیب پذیری بافت فرسوده شهر در برابر زلزله-مورد مطالعه: بخش مرکزی شهر سبزوار. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۲۴ (۶)، ۳۷-۵۲.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1610446>
- لاله پور، منیژه؛ خیری زاده، منصور و ذاکری، مرتضی. (۱۴۰۱). ارزیابی آسیب پذیری محلات شهری در برابر بحران زلزله (نمونه موردی: محلات شهر ورزقان). مخاطرات محیط طبیعی، ۳۱ (۱۱)، ۱-۲۳.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1856184>
- لطفی، خداداد؛ غفاری گیلانده، عطا و اسفندیاری درآباد، فریبا. (۱۳۹۳). ارزیابی آسیب پذیری شهرها از گسل های پیرامونی با استفاده از روش TOPSIS در محیط GIS مطالعه موردی: (شهر اردبیل). مخاطرات محیط طبیعی، ۴ (۳)، ۱۷-۳۲.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1718846>
- مباشری، مهدی؛ انوری، محمودرضا و میری، سید غلامرضا. (۱۴۰۰). تحلیل و اولویت بندی عوامل مؤثر در کاهش آسیب پذیری شهرها از مخاطرات طبیعی (مطالعه موردی: شهر زابل). جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای، ۵۱ (۱۱)، ۶۹۷-۷۱۳.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1842270>
- محمدپور، صابر؛ زالی، نادر و پوراحمد، احمد (۱۳۹۵). تحلیل شاخص های آسیب پذیری در بافت های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (مطالعه موردی: محله سیروس تهران). فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش های جغرافیای انسانی، ۴۸ (۱): ۳۳-۵۲.
https://jhgr.ut.ac.ir/article_51273.html
- مرادی، الهام (۱۳۹۵). آسیب پذیری بافت میانی شهر بجنورد در برابر مخاطرات محیطی (زلزله و سیل): ارائه الگو مدیریتی مطلوب. پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری به راهنمایی دکتر محمود جمعه پور، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران.
- مرکز آمار ایران، نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۰، تهران.
- ملکی، سعید و مودت، الیاس. (۱۳۹۲). ارزیابی طیف آسیب پذیری لرزه ای در شهرها بر اساس سناریوهای شدت مختلف با استفاده از مدل های TOPSIS، MD و GIS (مطالعه موردی: شهر یزد). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۵ (۰)، ۱۲۷-۱۴۳.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1063312>
- ناصری پور، علیرضا؛ اربابی سبزواری و آزاده و جودکی و حمیدرضا. (۱۴۰۰). بررسی عوامل مؤثر مدیریت بحران شهری در برابر بلایای طبیعی (نمونه مورد مطالعه شهر باقر شهر). جغرافیای سرزمین، ۷۰ (۱۸) و ۲۱-۴۰.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1804446>
- نجم آبادی، پیمان (۱۳۹۵). امکان سنجی استقرار نظام پدافند غیرعامل در بافت های فرسوده به منظور کاهش و کنترل آسیب های ناشی از بحران های طبیعی و انسان ساخت (نمونه موردی: منطقه ۱۰ شهرداری تهران). پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری به راهنمایی دکتر بهرام امین زاده گوهريزي، دانشگاه بین المللی امام خمینی، قزوین.
- یاریان، پیمان و کرمی، محمدرضا. (۱۳۹۸). ارزیابی و عدم قطعیت آسیب پذیری شهرها ناشی از زلزله با مدل FAHP (نمونه موردی: شهر سنندج). جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۳۱ (۸)، ۱۸۵-۲۰۳.
<https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1684697>



- of the Environmental Vulnerability Index in Greece. *Ecological Indicators*, 11(6), 1699–1706. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.010>
- Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282–292. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>
- UNISDR (2009) Terminology on disaster risk reduction.
- Yariyan, Peyman, Hasan Zabihi, Isabelle D. Wolf, Mohammadreza Karami, and Sohrab Amiriyani. 2020. "Earthquake Risk Assessment Using an Integrated Fuzzy Analytic Hierarchy Process with Artificial Neural Networks Based on GIS: A Case Study of Sanandaj in Iran." *International Journal of Disaster Risk Reduction* 50:101705. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101705>
- Alam, Md. Shaharier, and Shamim Mahabubul Haque. 2022. "Multi-Dimensional Earthquake Vulnerability Assessment of Residential Neighborhoods of Mymensingh City, Bangladesh: A Spatial Multi-Criteria Analysis Based Approach." *Journal of Urban Management* 11(1):37–58. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.09.001>.
- Alizadeh, Mohsen, Hasan Zabihi, Fatemeh Rezaie, Asad Asadzadeh, Isabelle D. Wolf, Philip K. Langat, Iman Khosravi, Amin Beiranvand Pour, Milad Mohammad Nataj, and Biswajeet Pradhan. 2021. "Earthquake Vulnerability Assessment for Urban Areas Using an ANN and Hybrid SWOT-QSPM Model." *Remote Sensing* 13(22):4519. Retrieved from: [10.3390/rs13224519](https://doi.org/10.3390/rs13224519).
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. (2014). *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Routledge. Retrieved from: <https://g.co/kgs/4mtgYr>
- Clark, George E., Susanne C. Moser, Samuel J. Ratick, Kirstin Dow, William B. Meyer, Srinivas Emani, Weigen Jin, Jeanne X. Kasperson, Roger E. Kasperson, and Harry E. Schwarz. 1998. "Assessing the Vulnerability of Coastal Communities to Extreme Storms: The Case of Revere, MA., USA." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 3(1):59–82. Retrieved from: <https://doi.org/10.1023/A:1009609710795>
- Coleman, J. S. (1988). Social Capital in the Creation of Human Capital. *American Journal of Sociology*, 94, S95–S120. Retrieved from: <http://www.jstor.org/stable/2780243>
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242–261. Retrieved from: <https://www.jstor.org/stable/42955868>
- Downing, T. E., Ringius, L., Hulme, M., & Waughray, D. (1997). Adapting to climate change in Africa. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2(1), 19–44. Retrieved from: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02437055>
- Gibson, Gary (1997). An introduction to seismology", *Disaster prevention and management*, MCB university press, Emerald Group Limite., Vol :6, No: 5, 356.
- Kasperson, R. E., & Kasperson, J. X. (2001). Climate change, vulnerability, and social justice. Stockholm Environment Institute Stockholm. Retrieved from: <https://b2n.ir/w77959>
- Kreimer, Arnold, and Carlin (2003). "Building Safer Cities; The Future of Disaster Risk", Washington, D.C. : The World Bank. Retrieved from: <https://doi.org/10.1596/0-8213-5497-3>
- Little, M., Paul, K., Jorderns, C. F. and Sayers, E. J., 2002, Vulnerability in the Narrative of Patients and Their Cares: Studies of Colorectal Cancer, *Health*, Vol. 4, No. 4, PP. 425-510. Retrieved from: <https://doi.org/10.1177/136345930000400405>
- Shadmaan, Md Saalim, and Samsunnahar Popy. 2022. "An Assessment of Earthquake Vulnerability by Multi-Criteria Decision-Making Method." *Geohazard Mechanics*. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.ghm.2022.11.002>.
- Skondras, N. A., Karavitis, C. A., Gkotsis, I. I., Scott, P. J. B., Kaly, U. L., & Alexandris, S. G. (2011). Application and assessment