Town & Country Planning *https://jtcp.ut.ac.ir/*
Vol. 14, No. 2, Autumn & Winter 2022-2023 *Print ISSN: 2008-7047*
Manuscript Type: Research Paper *Online ISSN: 2423-6268*
DOI: 10.22059/jtcp.2022.335903.670284

Examining the Vulnerability of Urban Areas to Earthquake Risk Based on the IHWP Model: The Case Study of District 6 of Ahvaz Metropolis

Alireza Parvizian[1*], Saeed Maleki [2]

1. PhD Student in Geography and Urban Planning, Faculty of Literature and Humanities, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. Professor of Geography and Urban Planning, Faculty of Literature and Humanities, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

(Received: January 18, 2022; Accepted: April 24, 2022)

Abstract

The disasters of recent years indicate that communities and individuals are getting increasingly vulnerable and risks are progressively growing. Nonetheless, the need to reduce risks and vulnerabilities are often ignored up until the occurrence of disasters. In the study at hand, which was done based on the descriptive-analytical method, it was tried to examine and predict the vulnerability perspective of the areas located within District six of Ahvaz metropolis during a potential earthquake based on the main purpose of this study. The theoretical data of the study was collected through library research method. After the extraction of the related indices, the spatial analysis of each index was carried out through fuzzy Delphi method, IHWP vulnerability model, and GIS software analyses. The analysis of the findings illustrated that considering the first and second priorities of the crises management, 15.03 percent of all areas of the district under study are highly vulnerable to earthquake. That is to say, in case of a strong earthquake in the district, they will be vulnerable. The study concluded that the physical qualities of the building are as important as the factors such as land use, population density, and time of earthquake occurrence. These have all effective roles in the vulnerability rate and the rescue activities.

Keywords

vulnerability, earthquake, IHWP model, district six of Ahvaz metropolis.

* **Corresponding Author, Email:** parvezyan.a@gmail.com

آمایش سرزمین
دورهٔ ۱۴، شمارهٔ دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۱
صفحات ۵۹۴-۵۷۱ (پژوهشی)

Print ISSN: 2008-7047
Online ISSN: 2423-6268
http://jtcp.ut.ac.ir

آسیب‌پذیری نواحی شهری در برابر خطر وقوع زلزله بر اساس مدل IHWP (مطالعهٔ موردی: نواحی منطقهٔ ۶ کلان‌شهر اهواز)

علی‌رضا پرویزیان[۱*]، سعید ملکی[۲]

۱. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲. استاد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۲۳- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۷)

چکیده

بلایای اتفاق‌افتاده در سالیان اخیر بیانگر این موضوع است که جوامع و افراد به صورت فزاینده ای آسیب‌پذیرتر شده و ریسک‌ها نیز افزایش یافته‌اند. با این حال، کاهش ریسک و آسیب‌پذیری اغلب تا بعد از وقوع سوانح نادیده انگاشته می‌شوند. در پژوهش حاضر، که به شیوهٔ توصیفی ـ تحلیلی به انجام رسیده، سعی شده نمای آسیب‌پذیری نواحی منطقهٔ ۶ کلان‌شهر اهواز، در زمان وقوع زلزلهٔ احتمالی، پیش‌بینی و بر اساس هدف اصلی این پژوهش بررسی شود. داده‌های نظری پژوهش به روش کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده و پس از استخراج شاخص‌ها تحلیل مکانی هر شاخص با استفاده از مدل دلفی فازی و مدل آسیب‌پذیری IHWP و تحلیل‌های نرم‌افزار GIS به دست آمد. تحلیل یافته‌ها نشان داد با احتساب اولویت‌های اول و دوم مدیریت بحران ۱۵/۰۳ درصد از کل کاربری‌های منطقهٔ مورد مطالعه به‌شدت آسیب‌پذیر است؛ بدین معنی که در صورت وقوع زلزله‌ای شدید در منطقه آسیب‌پذیر خواهد بود. در این تحقیق به این نتیجه دست یافتیم که ویژگی های کالبدی ساختمان به اندازهٔ عواملی مانند کاربری زمین، تراکم جمعیت، و زمان وقوع زلزله اهمیت دارد که در میزان آسیب‌پذیری و فعالیت‌های امداد و نجات نقش مؤثری دارد.

کلیدواژگان

آسیب‌پذیری، زلزله، مدلIHWP، منطقهٔ ۶ کلان‌شهر اهواز.

---

* نویسنده مسئول ،رایانامه : parvezyan.a@gmail.com

مقدمه و بیان مسئله

رشد سریع شهرنشینی شهرهای امروزی را با مسائل پیچیده‌ای مواجه ساخته است (پرویزیان و همکاران ۱۳۹۷: ۳۵). تخمین زده می‌شود ٦٦ درصد از جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ در مناطق شهری سکونت داشته باشند (محمدی ده‌چشمه و همکاران ۱۳۹۸: ۱۵۰). بنابراین شهرها، به منزلهٔ مناطقی که به سرعت در حال رشد و افزایش جمعیت‌اند (امان‌پور و پرویزیان ۱۳۹۹: ۳۸٦)، در برابر انواع خطرات طبیعی، مانند زلزله، بسیار حساس و آسیب‌پذیرند (Xiaodong et al. 2020: 16). بلایای طبیعی می‌توانند به تلفات چشمگیر و خسارات مالی منجر شوند (Jinghai et al. 2016: 51). در چند دههٔ گذشته، منطقهٔ آسیا و اقیانوسیه بیشترین تأثیرات انسانی و اقتصادی گزارش‌شده از بلایای طبیعی را پشت سر گذاشته است که تا حدودی با وسعت آن مطابقت دارد. آسیا و اقیانوسیه ٦۰ درصد از مردم جهان و ٤۰ درصد خشکی‌ها را در خود جای داده است. اما، حتی با در نظر گرفتن وسعت منطقه، فردی که در آسیا و اقیانوسیه زندگی می‌کند به احتمال بیشتری تحت تأثیر بلایای طبیعی قرار می‌گیرد (Asia-Pacific Disaster Report 2017: 2).

زمین‌لرزه یکی از پرتکرارترین سوانح طبیعی در دنیاست که سالیانه منجر به خسارات مالی و جانی فراوان می‌شود (صفری‌اله‌خیلی و ملک ۱۳۹۹: ۱۳۹). زلزلهٔ ۲۰۰٤ سوماترا بیش از ۳۰۰۰۰۰ کشته و زلزلهٔ مارس ۲۰۱۱ ژاپن حدود ۳۰۰۰۰ کشته داشت. بلایای اتفاق‌افتاده در سالیان اخیر بیانگر این موضوع است که جوامع و افراد به صورت فزاینده ای آسیب‌پذیرتر شده و ریسک‌ها نیز افزایش یافته‌اند. با این حال، کاهش ریسک و آسیب‌پذیری اغلب تا بعد از وقوع سوانح نادیده انگاشته می‌شوند (Ainuddin & Routray 2012: 26). جدا از افزایش بلایای طبیعی، طی دهه‌های گذشته، افزایش قربانیان به دلیل افزایش آسیب‌پذیری جوامع شهری است (رحمانی‌لیر ۱۳۹٤: ۹۹). متأسفانه تعداد زیادی از این شهرها به دلیل عدم برنامه‌ریزی با محدودیت فضا روبه‌رو هستند و این سبب می‌شود از یک سو بافت شهری فشرده شود و در نتیجه تراکم جمعیتی ساکن در آن افزایش یابد و از سوی دیگر زمین‌های نامناسب از دید آسیب‌پذیری از بلایای طبیعی بیشتر توسط فقیرترین طبقات جامعه تصرف شود (Van Westen 2006: 63). در سال‌های اخیر، بلایای شدید طبیعی شهرها را بیش از هر زمان دیگری به دلیل آسیب‌پذیری بالای این شهرها تهدید می‌کند. از

این رو، دولت‌های محلی برای تقویت مقاومت در برابر فاجعه در شهرها و کاهش ریسک و مدیریت عملیات فاجعه باید راهکاری به کار گیرند (Laijun et al. 2017: 2). رویکرد مدیریت بحران شهری در دنیای معاصر به دلیل اینکه جمعیت بسیاری از شهرها به طور مداوم در حال گسترش است (Xiang & Ying 2020: 6) کاربرد ویژه‌ای در ساخت محیط‌های ایمن پیدا کرد (پرویزیان ۱۳۹۵: ۵۰). به عبارتی در سال‌های اخیر توجه بسیاری از برنامه‌ریزان و دولت‌ها و ملت‌ها به موضوع خطرپذیری و مدیریت آن جلب شده است. این امر، به‌ویژه پس از نتایج فاجعه‌بار رویدادهای طبیعی در شهرهای بزرگ جهان، مانند زلزلهٔ ۱۹۹۵ کوبه در هیوگوی ژاپن و زلزلهٔ ۱۹۹۹ ازمیر در ترکیه و همچنین زلزله و سونامی ۲۰۱۱ در شمال شرق ژاپن، شدت و اولویتی بسیار بیشتر پیدا کرده است (محمدی ده‌چشمه و همکاران ۱۳۹۸: ۱٤۹). بنابراین مسئلهٔ آسیب‌پذیری مناطق شهری نقش ویژهٔ برنامه‌ریزان شهری را در مدیریت شهری آشکار می‌سازد. یکی از اصولی‌ترین روش‌های کاهش تأثیر زمین‌لرزه در مناطق شهری شناسایی نواحی مستعد، درجه‌بندی میزان ریسک مناطق، و ارزیابی خسارت‌ها و تلفات انسانی در زلزله با شدت‌های مختلف است. برای کاهش آسیب‌پذیری شهرها در مقابل زلزله به برنامه‌ریزی بلندمدت به منظور تقویت زیرساخت‌ها و رعایت استانداردهای ساخت وساز نیاز است. هر نوع برنامه‌ریزی با تصمیم‌گیری همراه است و دستیابی به اطلاعات مورد نیاز تصمیم‌گیران کمک بزرگی برای تصمیم‌گیری است (شکیبا و همکاران ۱۳۹۲: ۵۰).

ایران از کشورهایی است که گسل‌های فراوان دارد و حرکت این گسل‌ها باعث رها شدن انرژی ذخیره‌شده و بروز زلزله‌های مکرر می‌شود و تلفات جانی و خسارت‌های مالی فراوانی را در مناطق شهری به دنبال می‌آورد. در میان حدود ۵۰۰ شهر کشور، که لرزه‌خیزی آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفته، تنها ۱۵ شهر کم‌خطر هستند و اکثر آن‌ها آسیب‌پذیری زیادی نسبت به زلزله دارند و ایران باید برای به حداقل رساندن خطرات زلزله آماده باشد (پرویزیان و احمدی ۱۳۹۸: ۲). در قلمرو پژوهش حاضر، منطقهٔ ٦ شهر اهواز به دلیل هم‌جواری با گسل اصلی و وجود کانون‌های زلزله از پتانسیل زلزله‌خیزی بالایی برخوردار است. از طرفی نظام چندنقشی کلان شهر اهواز و افزایش جمعیت بیش از یک میلیون نفر در کنار موقعیت ژئواستراتژیک و حساس این شهر

ضرورت توجه به اصول و راهبردهای ایمنی در مقابل زلزله و در قالب شهرسازی پایدار را در این شهر گریزناپذیر کرده است.

مبانی نظری و پیشینهٔ تحقیق

آسیب پذیری شهرها اختلالاتی اساسی در کانون سکونتگاهی به وجود می‌آورد و کارایی کاربری‌ها را مختل می‌کند (Marta-Reynal 2005: 446). فراگیر بودن مفهوم آسیب‌پذیری در ابعاد مختلف سبب پیدایش نظریهٔ آسیب‌پذیری در علوم مکانی شده است (Alcantara-Ayala 2002: 112). بر اساس نظریهٔ آسیب‌پذیری و ویژگی‌های مفهومی آن، در هر فضای شهری مفروض مقدار معینی از خطرپذیری وجود دارد. اما سطوح و دامنهٔ آسیب‌پذیری و ایمنی در سطح شهر به طور یکنواخت توزیع نشده است. چون فضاهایی با عنوانِ آلوده و بی‌دفاع و آسیب‌پذیر محل رخداد انواع خشونت‌ها و جرایم و حتی مخاطرات محیطی هستند؛ درحالی‌که در محله‌ای دیگر هیچ‌گونه الگوی ناامنی شهری و به‌تبع آن آسیب‌پذیری وجود ندارد یا آسیب‌پذیری کمتری رخ می‌دهد (امان‌پور و همکاران ۱۳۹۷: ۲۱۹). با استناد به نظریهٔ آسیب‌پذیری، احتمال بروز حوادث و مخاطرات برای گروهی از شهروندان در بخش های خاصی از شهر همواره بیشتر از دیگران است. این افراد را حادثه‌پذیر، دفاع‌ناپذیر، مستعد حادثه، یا اقشار آسیب‌پذیر و در معرض خطر می‌نامند (امینی‌ورکی و همکاران ۱۳۹۳: ۸). در ابعاد اجتماعی و اقتصادی و تحلیل‌های کالن از تئوری آسیب‌پذیری تعاریف عمومی‌تر شده است. در بسیاری از موارد، برای رتبه‌بندی کیفی آسیب‌پذیری آن را با معیارهای «زیاد»، «متوسط»، و «کم» تقسیم‌بندی می‌کنند (محمدی ده‌چشمه ۱۳۹۲: ۸). برنامه‌ریزی به منظور کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های شهری را می‌توان در چهار مرحلهٔ اصلی تدوین اهداف، شناخت وضع موجود، تحلیل آسیب‌پذیری، و تدوین راهبردها خلاصه کرد. از نظرِ برنامه‌ریزی شهری این اقدامات را می‌توان شاملِ همهٔ اقداماتی دانست که در قالب برنامه‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت و بلندمدت باعث حفظ جان و مال ساکنان شهرها شود (عزیزی و برنافر ۱۳۹۱: ۱۵). مخاطرات طبیعی و بحران‌های انسانی معمول مورد بررسی قرار می‌گیرد تا راهی برای افزایش و تسهیل دفاع بهتر از جوامع جهانی توضیح داده شود و گزینه‌ها مورد بررسی قرار گیرند و راه‌حل‌های فناوری به دلیل خطر و ارزش کاهش آسیب آن ارزیابی شوند (Nahum & Avishai 2020: 67).

جوامع مختلف پیوسته به دنبال کشف و ابداع راه‌حل‌هایی بوده و هستند تا بتوانند آسیب‌های ناشی از حوادث غیرمترقبه را به گونه‌ای کنترل کنند یا به حداقل رسانند و در واقع حوادث و بحران‌ها را مدیریت کنند (سجادیان و همکاران ۱۳۹٦: ۱٦۹). حوادث و بلایای طبیعی بزرگ و کوچکی که مدام در محیط شهری روی می‌دهد سال‌ها تلاش و زحمت و کار برای توسعه و پیشرفت مکرر و پیوسته را نابود می‌کند (Sanderson 2000: 100). در طول سه دهۀ گذشته، جامعۀ بین‌المللی تصمیم گرفته است مقاومت بیشتری در برابر بلایا ایجاد کند. در سال ۱۹۸۷ کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه این اولویت را در گزارش آیندۀ مشترک ما برجسته کرد. مجمع عمومی سازمان ملل متحد در همان سال پاسخ داد و دهۀ ۱۹۹۰ را به عنوان دهۀ بین المللی کاهش بلایای طبیعی تعیین کرد و از دولت‌ها خواست تا برنامه‌های ملی کاهش بلایا و همچنین سیاست‌های اقتصادی و کاربری زمین و بیمه را برای پیشگیری از بلایا تدوین کنند. در سال ۱۹۹٤ این تعهد در اولین کنفرانس جهانی کاهش بلایا تکرار شد و به استراتژی یوکوهاما و برنامۀ اقدام برای جهانی امن‌تر انجامید که تأکید کرد پیشگیری و آمادگی در برابر بلایا باید جنبه‌های جدایی‌ناپذیر سیاست و برنامه ریزی توسعه در نظر گرفته شود. در سال ۲۰۰۵، کنفرانس جهانی کاهش بلایا به این نتیجه رسید که جهان همچنان در رسیدن به این هدف کوتاهی می کند. این منجر به چارچوب اقدام هیوگو ۲۰۰۵ ـ ۲۰۱۵ (HFA) شد که هدف اصلی آن ادغام مؤثر کاهش خطر بلایا در سیاست‌ها و برنامه‌ریزی و برنامه‌های توسعۀ پایدار در همه سطوح بود (Asia-Pacific Disaster Report 2017: 105). حوادث و سوانح طبیعی و غیرمترقبه، همانند زلزله، از دو بعد قابل بررسی و تحلیل اند؛ یکی از جنبۀ تهدید و دیگری از بعد فرصت. زلزله هم تهدید است هم فرصت. تهدید است، اگر تحولات و رخدادهای طبیعی فهم نشود و راهبردها و راهکارهای اجرایی مناسبی برای مقابله با آن ها در درازمدت تهیه و تدوین نشود. و فرصت است، اگر پس از شناخت این تحولات و رخدادها راهبردها و راهکارهای مدیریت بحران در همۀ سطوح اجرایی و تصمیم‌گیری تهیه و تدوین شود، سیاست‌های متناسب با آن طراحی شود، ابزارهای سیاست‌گذاری تعریف و اهرم‌های اجرایی نیز شناسایی شود (شهین‌باهر و وظیفه‌شناس ۱۳۹۱: ۵۷). در زمینۀ آسیب‌شناسی شهرها در برابر زلزله مطالعات مختلفی صورت گرفته که به تعدادی از آن‌ها در جدول ۱ اشاره شده است.

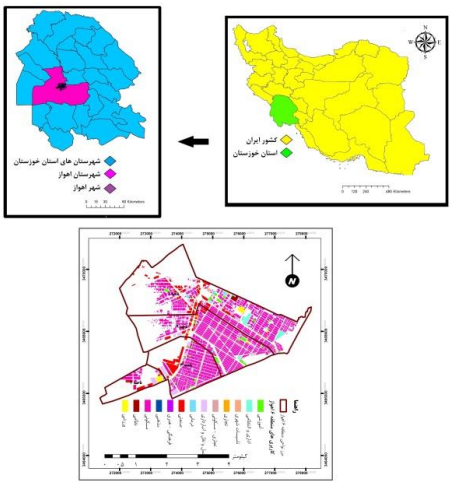
جدول ۱. شمای کلی پیشینهٔ پژوهش در جهان، ایران (نگارندگان ۱٤۰۰)

سال	پژوهشگر	توضیحات پژوهش
پیشینهٔ پژوهش در کشور ایران		
۱۳۹۲	شکیبا و همکاران	با هدف ارزیابی تلفات انسانی و خسارت‌های ساختمانی در سناریوهای مختلف زلزله در شرایط عدم قطعیت در منطقهٔ ۸ شهر تبریز به این نتیجه رسیدند که خسارت‌های ساختمانی از ٦ تا ۸ مرکالی افزایش زیادی یافته و از ۱/۵ درصد به ٤٦ درصد رسیده است.
۱۳۹۲	حبیبی و همکاران	با هدف تهیهٔ یک مدل پیش‌بینی ناپایداری بافت‌های کهن شهری در برابر زلزله به این نتیجه رسیدند با استفاده از مدل فازی ارائه‌شده می‌توان میزان تاب‌آوری شهر را در برابر زلزله و دیگر بحران‌های طبیعی محاسبه کرد.
۱۳۹۵	محمدی ده‌چشمه و نظرپور دزکی	با هدف مدل‌سازی تلفات انسانی در سناریوی وقوع زلزله شبانهٔ منطقهٔ ۱ شهر اهواز بر پایهٔ مدل کوبرن فازی با استفاده از روش توصیفی و تحلیلی به این نتیجه رسیدند که از نظر تلفات انسانی ناحیهٔ ٤ با ۷۰۳۱ نفر بیشترین تلفات و ناحیهٔ ۵ با ٤۲۵ نفر کمترین تلفات را به خود اختصاص داده‌اند.
۱۳۹۵	عابدینی و سرمستی	با هدف تحلیل ارزیابی ضریب آسیب‌پذیری کلان‌شهر تبریز در برابر خطر زلزله به این نتیجه رسیدند که کلان‌شهر تبریز از نظر خطر زلزله وضعیت مطلوبی ندارد و بیشتر قسمت‌های پرتراکم شهری، به‌خصوص قسمت‌های شمالی و مرکزی شهر، در پهنه‌های آسیب‌پذیری با خطر بسیار بالا و بالا قرار دارند.
۱٤۰۰	خدمت‌زاد و همکاران	با هدف تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله در شهر ارومیه با استفاده از روش توصیفی و تحلیلی به این نتیجه رسیدند که منطقهٔ ۲ شهری با ۱۳/۱۹ درصد بیشترین کاربری‌های آسیب‌پذیر را دارد و منطقهٔ ۵ با ۱/۹۲ درصد به ترتیب دارای بیشترین کاربری‌های دارای آسیب‌پذیری خیلی زیادند.
پیشینهٔ پژوهش در خارج از ایران		
۲۰۰۷	آنتونی[1] و همکاران	با هدف ارزیابی کمّی احتمال خطر حوادث بزرگ ایجادشده توسط زمین‌لرزه، به این نتیجه رسیدند که میزان تاب‌آوری تأسیسات صنعتی موجود با کیفیت ساخت فعلی در ارتباط با میزان آسیب‌پذیری پیش‌بینی شده است.
۲۰۱۰	آلن[2] و بریانت	با هدف بررسی تاب‌آوری شهرها، نقش فضاهای باز در تاب‌آوری در برابر زمین‌لرزه را مطرح و بر نقش برنامه‌ریزی شهری و برنامهٔ بازتوانی در بازسازی تاب‌آور تأکید کردند.
۲۰۱۱	آماراتونگا[3] و هیق	با هدف جمع‌آوری مقالات و نظرات افراد مختلف در یک مجموعه، بازسازی محیط‌های ساخته‌شده را پس از سوانح به منظور افزایش تاب‌آوری بررسی کردند و نتیجه گرفتند تاب‌آوری را باید در زمرهٔ ملزومات بازسازی قلمداد کرد.
۲۰۱۹	یوکیو تماری[4] و همکاران	با هدف توسعهٔ مدل زمینی سه‌بعدی برای تجزیه‌وتحلیل واکنش زمین‌لرزه با استفاده از یک سیستم مدل‌سازی سادهٔ زمین به این نتیجه رسیدند که مدل سه‌بعدی با وجود تعداد محدودی از تحلیل‌ها، مربوط به گمانه، می‌تواند با استفاده از این سیستم به طور مؤثر توسعه یابد.
۲۰۲۱	یلنیا[5] و همکاران	با هدف بررسی واکنش لرزه‌ای ساختمان‌های بنایی در مراکز تاریخی زلزله‌زدهٔ ایتالیای مرکزی به این نتیجه رسیدند که ساختمان‌هایی که به‌سازی آن‌ها سهم نامطلوبی داشته است با ساختمان‌های اصلی و تقویت‌نشده قابل مقایسه‌اند. برعکس، مشارکت و به‌سازی مطلوب به آن‌ها اجازه داد تا به رفتار سازه‌های بنایی مدرن نزدیک شوند.

1. Antonioni
2. Allan
3. Amaratunga
4. Yukio
5. Ylenia

محدودهٔ مورد مطالعه

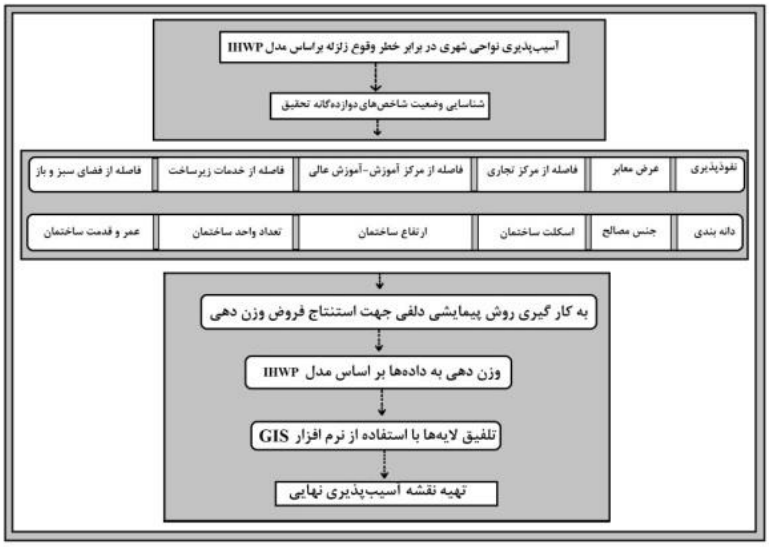
اهواز، مرکز استان خوزستان، یکی از کلان شهرهای ایران است. این شهر، که در بخش مرکزی شهرستان اهواز قرار دارد، در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۳۵ دقیقهٔ عرض شمالی و ٤٨ درجه و ٤٠ دقیقه تا ٤٨ درجه و ۷۵ دقیقهٔ طول شرقی در بخش جلگه‌ای خوزستان و با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا واقع شده است (پرویزیان و همکاران ۱۳۹۷: ۳۵). ویژگی‌های اصلی و اساسی منطقهٔ ٦ عبارت است از: ۱. هم‌جواری و عبور شریان‌های عبوری و اصلی ارتباطی به سوی نواحی جنوبی استان و کشور از داخل و مرز منطقه موقعیت استراتژیک ویژه‌ای را به لحاظ ارتباطی با سایر مناطق شهر ایجاد کرده است؛ ۲. استقرار عملکردهای صنعتی شامل صنایع سنگین در جنوب منطقه می‌تواند موضوعی اساسی در این منطقه تلقی شود؛ ۳. بخش عظیمی از نواحی توسعهٔ جدید و برون‌زا که اغلب فاقد کیفیت کالبدی است در این منطقه واقع شده است؛ ٤. مغایرت بین وضعیت کالبدی موجود این منطقه با پیشنهادهای طرح‌های جامع و تفضیلی؛ ۵. وجود اراضی بایر گسترده در منطقه و عدم انسجام کالبدی در منطقه؛ ٦. تشدید شکل‌گیری بافت‌های خودرو و حاشیه‌نشینی در این منطقه؛ ۷. وجود قطعات اراضی بزرگ با مالکیت‌های دولتی و خصوصی؛ ۸. فقدان زیرساخت‌های مناسب شهری و عدم توزیع مطلوب کاربری‌های خدماتی نیز از دیگر مسائل اساسی منطقهٔ ٦ است (پرویزیان ۱۳۹۵: ۱۳٦). نقشهٔ ۱ محدودهٔ مورد مطالعهٔ تحقیق را نشان می‌دهد.



نقشهٔ ۱. محدودهٔ مورد مطالعهٔ تحقیق (نگارندگان ۱٤۰۰)

روش‌شناسی تحقیق

پژوهش حاضر به لحاظ هدف توسعه‌ای- کاربردی و از لحاظ روش‌شناسی توصیفی- تحلیلی مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی است. برای دستیابی بـه اهـداف تحقیـق ۱۲ شـاخص استخراج شد و جهت تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار GIS استفاده شد. مدلی که در پژوهش پـیش رو از آن استفاده شد مدل تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP) بود. این مدل، که اولین بار دکتر حبیبی در رسالهٔ دکتری خود از آن استفاده کـرد، یکـی از مـدل‌هـای کارآمـد جهـت برآوردهـای میـزان آسیب‌پذیری است. نمودار ۱ مدل عملیاتی تحقیق را نشان می‌دهد.



نمودار ۱. مدل عملیاتی تحقیق (نگارندگان ۱٤۰۰)

تحلیل آسیب‌پذیری نواحی شهری در برابر خطر وقوع زلزله

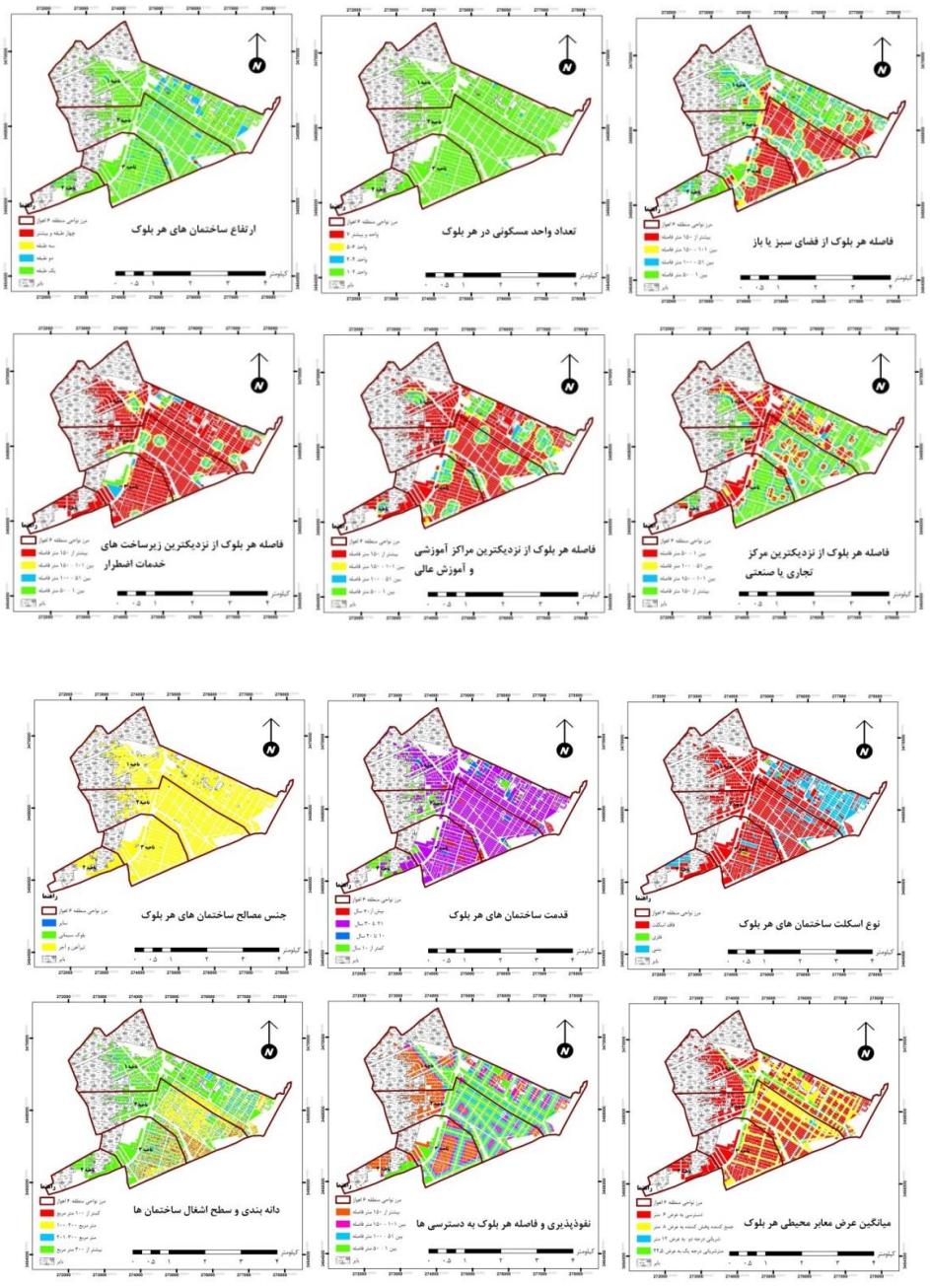
الف) تعیین ماتریس داده‌ها و معرفی شاخص‌ها: ابتدا، بر اساس بررسی پیشینهٔ مطالعاتی و نیازهـا و ملاحظات محیط‌شناسی قلمرو پژوهش، عوامل اصلی اثرگذار در ضریب آسـیب‌پـذیری نـواحی شهری در برابر زلزله در ۱۲ شاخص انتخاب شدند. جـدول ۲ عوامـل اصـلی اثرگـذار در ضـریب آسیب‌پذیری نواحی شهری در برابر زلزله را نشان می‌دهد.

جدول ۲. عوامل اصلی اثرگذار در ضریب آسیب‌پذیری نواحی شهری در برابر زلزله (نگارندگان ۱۴۰۰)

معیار	شاخص	توضیحات	طبقه‌بندی	اولویت	درصد وسعت
معیار ۱	جنس مصالح ساختمان‌های هر بلوک	جنس مصالح و ترکیب این مصالح می‌تواند از فاکتورهای مهم برای مقاومت در برابر هر گونه بحران، از جمله بحران طبیعی و انسانی، باشد.	تیرآهن و آجر	٤	۹۹/۹۰
			بلوک سیمانی	۳	۰/۰۸
			سایر	۲	۰/۰۲
			خشت و گل	۱	۰
معیار ۲	قدمت ساختمان‌های هر بلوک	وضعیت قدمت یک ساختمان به خودی خود یکی از فاکتورهای مهم و به نوعی نشان‌دهندهٔ فرسودگی یک بناست؛ طوری که هر چه میزان فرسوده بودن یک بنا بیشتر باشد خسارات آن در برابر بحران نیز بیشتر خواهد بود.	کمتر از ۱۰ سال	٤	۹/۲۷
			۱۰ تا ۲۰ سال	۳	٤/۷۵
			۲۱ تا ۳۰ سال	۲	۸۱/۳٦
			بیش از ۳۰ سال	۱	٤/٦۳
معیار ۳	نفوذپذیری هر بلوک به درجهٔ یک	در این تحقیق دسترسی به خیابان شریانی درجهٔ یک و شریانی درجهٔ دو، بزرگراه، شریانی اصلی (تبادلی) و شریانی فرعی (جمع‌کنندهٔ پخش‌کننده) در نظر گرفته شده است.	بین ۱ تا ۵۰ متر	٤	٤۲/٤۲
			بین ۵۱ تا ۱۰۰ متر	۳	۱۹/٦٦
			بین ۱۰۱ تا ۱۵۰ متر	۲	۱۲/٦٦
			بیشتر از ۱۵۰ متر	۱	۲۵/۲٦
معیار ٤	تعداد واحد مسکونی در هر بلوک	وجود تعداد واحد بالا میزان تلفات و خسارات در هنگام بحران را به‌شدت افزایش خواهد داد.	۱ ـ ۲ واحد	٤	۹۸/۷۲
			۳ ـ ٤ واحد	۳	۰/۹۹
			۵ ـ ٦ واحد	۲	۰/۱٦
			۷ واحد و بیشتر	۱	۰/۱۳
معیار ۵	ارتفاع ساختمان‌های هر بلوک	تعداد طبقات ارتباط مستقیمی با آسیب‌پذیری لرزه‌ای دارد؛ به گونه‌ای که هر چه تعداد طبقات بیشتر شود آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد. البته از ارتفاع مشخصی به بعد، به علت وجود اسکلت ساختمان در ساخت طبقات بیشتر، آسیب‌پذیری کمتر می‌شود.	یک‌طبقه	٤	۸۸/۱۲
			دوطبقه	۳	۱۰/٦۰
			سه‌طبقه	۲	۰/۷۲
			چهارطبقه و بیشتر	۱	۰/۵۷
معیار ٦	نوع اسکلت ساختمان‌های هر بلوک	اسکلت ساختمان فاکتور بسیار مهمی است که میزان دوام یک بنا در برابر بحران به میزان مقاومت آن بستگی دارد.	بتنی	٤	۲۱/۵۳
			فلزی	۳	۱/۲۵
			سایر	۲	۰
			فاقد اسکلت	۱	۷۷/۲۲
معیار ۷	دانه‌بندی و سطح اشغال ساختمان‌ها	وضعیت مساحت زیربنای کاربری‌ها نشان می‌دهد که هر چه میزان فضای خالی ساختمان یا به عبارتی مساحت کاربری‌ها کمتر باشد میزان خسارت به‌وجودآمده بیشتر می‌شود و در نتیجه ایمنی کاهش می‌یابد.	کمتر از ۱۰۰ متر مربع	۱	۵/۸٤
			۱۰۰ تا ۲۰۰ متر مربع	۲	۳۲/۰۳
			۲۰۱ تا ۳۰۰ متر مربع	۳	۱۵/۵۹
			بیشتر از ۳۰۰ متر مربع	٤	٤٦/۵٤

ادامهٔ جدول ۲. عوامل اصلی اثرگذار در ضریب آسیب‌پذیری نواحی شهری در برابر زلزله (نگارندگان ۱٤۰۰)

معیار	شاخص	توضیحات	طبقه‌بندی	اولویت	درصد وسعت
معیار ۸	فاصلهٔ هر بلوک از مرکز تجاری یا صنعتی	مراکز تجاری به دلیل تراکم جمعیتی در زمان بحران، به‌ویژه وقوع زلزله، آسیب‌پذیری بیشتری خواهد داشت. خرابی و ازکارافتادگی مراکز صنعتی بر اساس بحران‌های انسانی و طبیعی سبب نشت گازهای سمی و انفجارهای متعدد خواهد شد.	بین ۱ تا ۵۰ متر فاصله	۱	۳۱/٤۵
			بین ۵۱ تا ۱۰۰ متر فاصله	۲	۱۵/۸۵
			بین ۱۰۱ تا ۱۵۰ متر فاصله	۳	۱٤/٤۲
			بیشتر از ۱۵۰ متر فاصله	٤	۳۸/۲۷
معیار ۹	فاصلهٔ هر بلوک از فضای سبز یا باز	توجه به فضاهای سبز یا باز محلی برای اسکان موقت ساکنان بعد از بحران یا مکان برای خروج اضطراری در حین بحران ضروری است. فضاهای سبز یا باز بین ساختمان‌های مسکونی بستر پیوند ساکنان با محل امن در زمان بحران است.	بین ۱ تا ۵۰ متر فاصله	٤	۳۲/۰۸
			بین ۵۱ تا ۱۰۰ متر فاصله	۳	۱۵/۷۸
			بین ۱۰۱ تا ۱۵۰ متر فاصله	۲	۱۵/٦٦
			بیشتر از ۱۵۰ متر فاصله	۱	۳٦/٤۸
معیار ۱۰	فاصلهٔ هر بلوک با مراکز آموزشی و آموزش عالی	مراکز آموزشی در هنگام بحران می‌توانند به عنوان کاربری‌های جایگزین مورد استفاده قرار گیرند و نقش‌های امدادی بر عهده گیرند و در زمان بحران به عنوان پناهگاه افراد حادثه‌دیده مورد استفاده قرار گیرند.	بین ۱ تا ۵۰ متر	٤	۱۰/۷۷
			بین ۵۱ تا ۱۰۰ متر	۳	۱۰/۸۰
			بین ۱۰۱ تا ۱۵۰ متر	۲	۱۱/٤۱
			بیشتر از ۱۵۰ متر	۱	٦۷/۰۱
معیار ۱۱	فاصله با زیرساخت‌های خدمات اضطرار	این زیرساخت‌ها با توجه به نوع عملکرد و کارایی در زمان وقوع حوادث بالاترین کارایی را در سازمان‌یابی و بازگشت به وضع عادی دارند و شامل بیمارستان و مراکز درمانی و ... هستند.	بین ۱ تا ۵۰ متر	٤	۵/۳٤
			بین ۵۱ تا ۱۰۰ متر	۳	۵/۳۱
			بین ۱۰۱ تا ۱۵۰ متر	۲	٦/۰۳
			بیشتر از ۱۵۰ متر	۱	۸۳/۳۲
معیار ۱۲	میانگین عرض معابر محیطی هر بلوک	شریان‌های حیاتی و راه‌های ارتباطی مناسب در زمان فاجعه از الزامات بسیار مهم در هنگام بحران است. هر چه دسترسی به معابر با عرض بیشتر میسرتر باشد ایمنی بیشتر می‌شود و برعکس.	عرض ۲۲/۵ متر	٤	۸/۵۸
			عرض ۱۲ متر	۳	۱/۳٦
			عرض ۸ متر	۲	۳۰/۲۲
			عرض ٦ متر	۱	۵۹/۸۳



نقشهٔ ۲. وضعیت شاخص‌های تحقیق در محدودهٔ مورد مطالعه

ب) به کارگیری روش پیمایشی دلفی جهت استنتاج فروض وزن‌دهی: روش دلفی، روش پیمایشی مبتنی بر نظرهای متخصصان است و سه خصوصیت اصلی دارد: پاسخ بی‌نام، تکرار و بازخورد کنترل‌شده، پاسخ گروهی آماری. فرایند این روش شامل مراحل زیر است:

۱. نظرسنجی از متخصصان: ابتدا از متخصصان خواسته می شود که پارامترهای مؤثر بر تصمیم را با توجه به میزان اهمیت آن‌ها به صورت کیفی یا در صورت امکان به صورت کمّی امتیاز دهند.[۱]

۲. محاسبهٔ اعداد فازی: برای محاسبهٔ اعداد فازی، نظرات حاصل از نظرسنجی به طور مستقیم مد نظر قرار می‌گیرند. بر اساس منطق اعداد فازی مثلثی، مقادیر بیشینه و کمینهٔ نظرات متخصصان به عنوان نشاط مرزی و میانگین هندسی به عنوان درجهٔ عضویت اعداد مثلثی فازی ثبت می‌شوند. جدول ۳ عبارت زبانی و اعداد دلفی فازی و جدول ۵ فازی‌سازی با استفاده از عبارات زبانی را نشان می‌دهد.

۳. تأیید و غربالگری و اجماع شاخص‌ها: از روش‌های مختلفی می‌توان برای تجمع فازی و فازی‌سازی مقادیر محاسبه‌شده استفاده کرد. پذیرش و رد معیارها نیز منوط به مقدار آستانه‌ای است که توسط محقق تعیین می‌شود. در این تحقیق از روش میانگین فازی برای جمع‌آوری نظرات کارشناسان استفاده شد. از معادلهٔ سادهٔ $a + b + c/3$ نیز برای غیرفازی‌سازی نظرات استفاده شد. آستانه نیز ۰/۷ بود. مراحل فوق به شرح جدول ۵ خلاصه می‌شود.

جدول ۳. عبارت زبانی و اعداد دلفی فازی (حبیبی و همکاران ۱۳۹۲: ۸۸)

عبارت زبانی	اعداد مثلث فازی
خیلی کم	(0,0,0.25)
کم	(0,0.25,0.50)
متوسط	(0.25,0.50,0.75)
زیاد	(0.50,0.75,1)
خیلی زیاد	(0.75,1,1)

۱. مقیاس‌های نظرسنجی عبارت‌اند از: بسیار بااهمیت = ۹، بااهمیت = ۷، اهمیت متوسط = ۵، اهمیت کم = ۳، بدون اهمیت = ۱.

جدول ٤. فازی‌سازی با استفاده از عبارات زبانی (محاسبات نگارندگان ١٤٠٠)

	کارشناس ۱	کارشناس ۲	کارشناس ۳	کارشناس ٤	کارشناس ٥
معیار ۱	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)
معیار ۲	(0.75,1,1)	(0.25,0.50,0.75)	(0.50,0.75,1)	(0.25,0.50,0.75)	(0.75,1,1)
معیار ۳	(0.25,0.50,0.75)	(0,0.25,0.50)	(0.50,0.75,1)	(0.50,0.75,1)	(0.75,1,1)
معیار ٤	(0,0.25,0.50)	(0,0.25,0.50)	(0.50,0.75,1)	(0,0.25,0.50)	(0.75,1,1)
معیار ٥	(0.25,0.50,0.75)	(0.50,0.75,1)	(0.75,1,1)	(0.50,0.75,1)	(0.75,1,1)
معیار ٦	(0.75,1,1)	(0.50,0.75,1)	(0.50,0.75,1)	(0.25,0.50,0.75)	(0.75,1,1)
معیار ۷	(0.50,0.75,1)	(0,0.25,0.50)	(0.25,0.50,0.75)	(0.25,0.50,0.75)	(0.75,1,1)
معیار ۸	(0.75,1,1)	(0.25,0.50,0.75)	(0.25,0.50,0.75)	(0,0.25,0.50)	(0.50,0.75,1)
معیار ۹	(0.50,0.75,1)	(0.50,0.75,1)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)
معیار ۱۰	(0,0,0.25)	(0.25,0.50,0.75)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.25,0.50,0.75)
معیار ۱۱	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)
معیار ۱۲	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.50,0.75,1)	(0.75,1,1)
	کارشناس ٦	کارشناس ۷	کارشناس ۸	کارشناس ۹	کارشناس ۱۰
معیار ۱	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.25,0.50,0.75)	(0.75,1,1)
معیار ۲	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.50,0.75,1)	(0.25,0.50,0.75)	(0.75,1,1)
معیار ۳	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.50,0.75,1)	(0.25,0.50,0.75)	(0.50,0.75,1)
معیار ٤	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.25,0.50,0.75)	(0.25,0.50,0.75)	(0.75,1,1)
معیار ٥	(0,0.25,0.50)	(0.75,1,1)	(0.25,0.50,0.75)	(0.25,0.50,0.75)	(0.25,0.50,0.75)
معیار ٦	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0.25,0.50,0.75)	(0.25,0.50,0.75)	(0.75,1,1)
معیار ۷	(0.50,0.75,1)	(0.75,1,1)	(0.50,0.75,1)	(0,0,0.25)	(0.75,1,1)
معیار ۸	(0,0.25,0.50)	(0.75,1,1)	(0,0.25,0.50)	(0,0,0.25)	(0.50,0.75,1)
معیار ۹	(0.25,0.50,0.75)	(0.75,1,1)	(0.50,0.75,1)	(0,0.25,0.50)	(0.75,1,1)
معیار ۱۰	(0.25,0.50,0.75)	(0.75,1,1)	(0.25,0.50,0.75)	(0.25,0.50,0.75)	(0.25,0.50,0.75)
معیار ۱۱	(0.50,0.75,1)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0,0.25,0.50)	(0.75,1,1)
معیار ۱۲	(0.50,0.75,1)	(0.75,1,1)	(0.75,1,1)	(0,0.25,0.50)	(0.50,0.75,1)

جدول ۵. وزن فازی و غیرفازی پارامترها (محاسبات نگارندگان ١٤٠٠)

اولویت‌بندی	وزن غیرفازی پارامترها	وزن فازی پارامترها			
		c	b	a	
اولویت ١	٠/٨٧٥	٠/٩٧٥	٠/٩٥٠	٠/٧٠٠	معیار١
اولویت ٦	٠/٧٣٣	٠/٨٥٠	٠/٨٠٠	٠/٥٥٠	معیار٢
اولویت ٧	٠/٧٢٥	٠/٩٢٥	٠/٧٥٠	٠/٥٠٠	معیار٣
اولویت ١٠	٠/٦١٧	٠/٨٠٠	٠/٦٥٠	٠/٤٠٠	معیار٤
اولویت ٨	٠/٦٥٠	٠/٨٥٠	٠/٦٧٥	٠/٤٢٥	معیار٥
اولویت ٤	٠/٧٥٨	٠/٩٢٥	٠/٨٠٠	٠/٥٥٠	معیار٦
اولویت ٩	٠/٦٣٣	٠/٨٢٥	٠/٦٥٠	٠/٤٢٥	معیار٧
اولویت ١٢	٠/٥١٧	٠/٧٢٥	٠/٥٢٥	٠/٣٠٠	معیار٨
اولویت ٥	٠/٧٥٨	٠/٩٢٥	٠/٨٠٠	٠/٥٥٠	معیار٩
اولویت ١١	٠/٥٨٣	٠/٧٧٥	٠/٦٠٠	٠/٣٧٥	معیار١٠
اولویت ٢	٠/٨١٧	٠/٩٥٠	٠/٨٧٥	٠/٦٢٥	معیار١١
اولویت ٣	٠/٨٠٠	٠/٩٥٠	٠/٨٥٠	٠/٦٠٠	معیار١٢

با توجه به امتیازات و وزن‌های به‌دست‌آمده ٧ معیار به ترتیب اولویت به عنوان شاخص‌های اساسی آسیب‌پذیری در برابر خطر وقوع زلزلهٔ محدودهٔ مورد مطالعهٔ شهر اهواز به شمار می‌روند. همچنین ۵ معیار به عنوان شاخص‌های غیرمهم آسیب‌پذیری در برابر خطر وقوع زلزلهٔ منطقهٔ ٦ کلان شهر اهواز محسوب می‌شوند. به عبارتی یافته‌های مدل دلفی فازی نشان می‌دهد که شاخص جنس مصالح ساختمان های هر بلوک معیار اساسی آسیب‌پذیری در برابر خطر وقوع زلزله و شاخص فاصلهٔ هر بلوک از نزدیک‌ترین مرکز تجاری یا صنعتی معیار غیرمهم آسیب‌پذیری در برابر خطر وقوع زلزلهٔ منطقهٔ ٦ کلان‌شهر اهواز به شمار می‌روند.

ج) وزن‌دهی به داده ها بر اساس مدل IHWP: در این مرحله ابتدا شاخص هایی که در مرحلهٔ قبل بر اساس روش دلفی رتبه بندی شدند معکوس شدند. سپس، معکوس رتبهٔ هر لایه برای وزن آن لایه در مدل IHWP منظور شد. بر این اساس، بااهمیت‌ترین شاخص از نظر آسیب‌زایی عدد ١٢ و کم‌اهمیت‌ترین شاخص عدد ١ را دریافت کرد. سرانجام، مبانی نظری و فرض‌های وزن‌دهی به شاخص‌ها تعیین شد. جدول ٦ فرض‌های وزن‌دهی به شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۶. شاخص‌های انتخاب‌شده و فرض‌های وزن‌دهی (محاسبات نگارندگان ۱۴۰۰)

شاخص	میانگین رتبه‌ای شاخص بر اساس روش دلفی	۲+ معکوس رتبه $2+[1]$	فرض‌های وزن‌دهی
جنس مصالح	۱	۱۴	هر چه جنس مصالح بهتر = آسیب‌پذیری کمتر
فاصله با ... اضطرار	۲	۱۳	هر چه فاصله با خدمات اضطرار کمتر = آسیب‌پذیری کمتر
عرض معابر	۳	۱۲	هر چه عرض معابر بیشتر = آسیب‌پذیری کمتر
نوع اسکلت	۴	۱۱	هر چه نوع اسکلت بهتر = آسیب‌پذیری کمتر
فاصله با فضای سبز ...	۵	۱۰	هر چه فاصله با فضای سبز ... کمتر = آسیب‌پذیری کمتر
قدمت ساختمان	۶	۹	هر چه قدمت ساختمان کمتر = آسیب‌پذیری کمتر
نفوذپذیری	۷	۸	هر چه نفوذپذیری بهتر = آسیب‌پذیری کمتر
ارتفاع ساختمان	۸	۷	هر چه ارتفاع ساختمان کمتر = آسیب‌پذیری کمتر
دانه‌بندی ...	۹	۶	هر چه دانه‌بندی کمتر = آسیب‌پذیری کمتر
تعداد واحد	۱۰	۵	هر چه تعداد واحد کمتر = آسیب‌پذیری کمتر
فاصله با آموزشی ...	۱۱	۴	هر چه فاصله با آموزشی ... کمتر = آسیب‌پذیری کمتر
فاصله با تجاری ...	۱۲	۳	هر چه فاصله با تجاری ... دورتر = آسیب‌پذیری کمتر

د) محاسبهٔ امتیاز لایه ها جهت تلفیق لایه‌ها: با استفاده از معکوس امتیاز هر شاخص و تعداد طبقه‌ای که هر شاخص داراست، امتیاز هر رده (طبقه) از هر شاخص به دست آمد و در محیط GIS در نقشه‌ها اعمال شد. جدول ۷ طبقه‌بندی و امتیاز طبقه‌ها (رده‌ها) شاخص‌های آسیب‌پذیری را نشان می‌دهد که به ترتیب از بالا به پایین افزایش می‌یابد. این امتیازها بر اساس بهترین تا بدترین داخل پرانتز نوشته شده است. در ستون امتیاز نیز اعداد به‌دست‌آمده از فرمول ثبت شد که همان امتیاز اعمال‌شده در نقشه‌هاست.

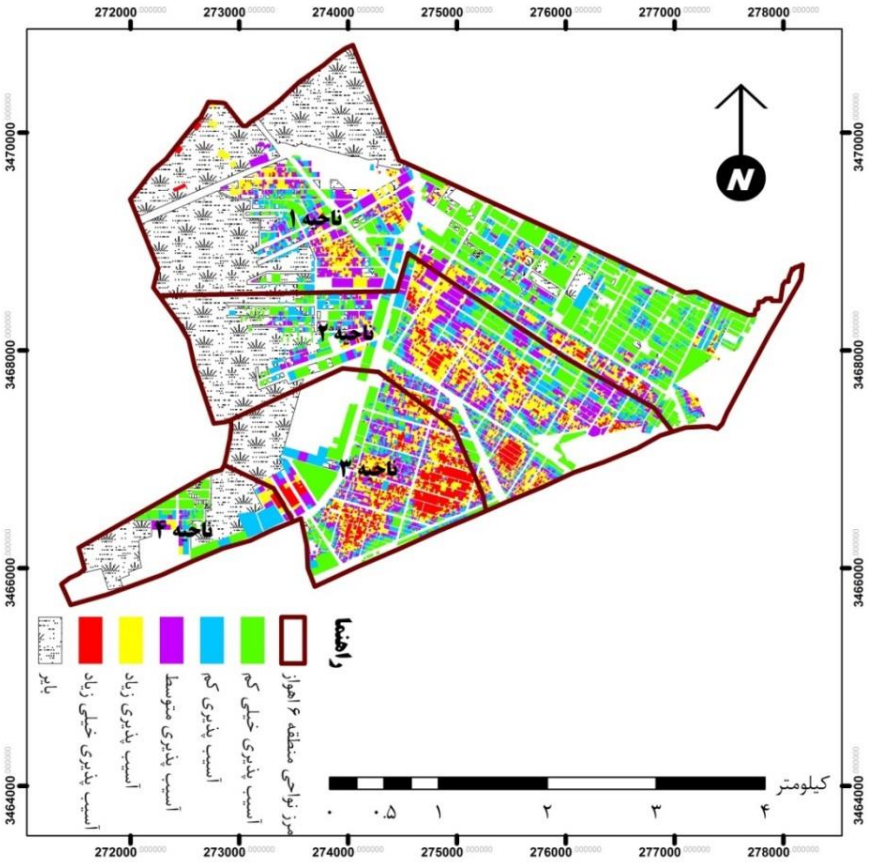
جدول ۷. طبقه‌بندی و امتیازدهی شاخص‌های آسیب‌پذیری (محاسبات نگارندگان ۱۴۰۰)

شاخص	طبقه‌بندی	امتیاز
جنس مصالح ساختمان‌های هر بلوک	تیرآهن و آجر (۴)	۱
	بلوک سیمانی (۳)	۰/۷۵
	سایر (۲)	۰/۵۰
	خشت و گل (۱)	۰/۲۵
قدمت ساختمان‌های هر بلوک	کمتر از ۱۰ سال (۴)	۶
	۱۰ تا ۲۰ سال (۳)	۴/۵
	۲۱ تا ۳۰ سال (۲)	۳
	بیش از ۳۰ سال (۱)	۱/۵

ادامهٔ جدول ۷. طبقه‌بندی و امتیازدهی شاخص‌های آسیب‌پذیری (محاسبات نگارندگان ۱٤۰۰)

شاخص	طبقه‌بندی	امتیاز
نفوذپذیری هر بلوک به دسترسی درجهٔ یک	بین ۱ – ۵۰ متر فاصله (٤)	۷
	بین ۵۱ – ۱۰۰ متر فاصله (۳)	۵/۲۵
	بین ۱۰۱ – ۱۵۰ متر فاصله (۲)	۳/۵
	بیشتر از ۱۵۰ متر فاصله (۱)	۱/۷۵
تعداد واحد مسکونی در هر بلوک	۱–۲ واحد (٤)	۱۰
	۳–٤ واحد (۳)	۷/۵
	۵–٦ واحد (۲)	۵
	۷ واحد و بیشتر (۱)	۲/۵
ارتفاع ساختمان‌های هر بلوک	یک‌طبقه (٤)	۸
	دوطبقه (۳)	٦
	سه‌طبقه (۲)	٤
	چهارطبقه و بیشتر (۱)	۲
نوع اسکلت ساختمان‌های هر بلوک	بتنی (٤)	٤
	فلزی (۳)	۳
	سایر (۲)	۲
	فاقد اسکلت (۱)	۱
دانه‌بندی و سطح اشغال ساختمان‌ها	کمتر از ۱۰۰ متر مربع (۱)	۲/۲۵
	۱۰۰–۲۰۰ متر مربع (۲)	٤/۵
	۲۰۱–۳۰۰ متر مربع (۳)	٦/۷۵
	بیشتر از ۳۰۰ متر مربع (٤)	۹
فاصلهٔ هر بلوک از نزدیک‌ترین مرکز تجاری یا صنعتی	بین ۱ – ۵۰ متر فاصله (۱)	۳
	بین ۵۱ – ۱۰۰ متر فاصله (۲)	٦
	بین ۱۰۱ – ۱۵۰ متر فاصله (۳)	۹
	بیشتر از ۱۵۰ متر فاصله (٤)	۱۲
فاصلهٔ هر بلوک از فضای سبز یا باز	بین ۱ – ۵۰ متر فاصله (٤)	۵
	بین ۵۱ – ۱۰۰ متر فاصله (۳)	۳/۷۵
	بین ۱۰۱ – ۱۵۰ متر فاصله (۲)	۲/۵
	بیشتر از ۱۵۰ متر فاصله (۱)	۱/۲۵
فاصلهٔ هر بلوک از نزدیک‌ترین مراکز آموزشی و آموزش عالی	بین ۱ – ۵۰ متر فاصله (٤)	۱۱
	بین ۵۱ – ۱۰۰ متر فاصله (۳)	۸/۲۵
	بین ۱۰۱ – ۱۵۰ متر فاصله (۲)	۵/۵
	بیشتر از ۱۵۰ متر فاصله (۱)	۲/۷۵
فاصلهٔ هر بلوک از نزدیک‌ترین زیرساخت‌های خدمات اضطرار	بین ۱ – ۵۰ متر فاصله (٤)	۲
	بین ۵۱ – ۱۰۰ متر فاصله (۳)	۱/۵
	بین ۱۰۱ – ۱۵۰ متر فاصله (۲)	۱
	بیشتر از ۱۵۰ متر فاصله (۱)	۰/۵
میانگین عرض معابر محیطی هر بلوک	شریانی درجهٔ یک به عرض ۲۲/۵ متر (٤)	۳
	شریانی درجهٔ دو به عرض ۱۲ متر (۳)	۲/۲۵
	جمع‌کنندهٔ پخش‌کننده به عرض ۸ متر (۲)	۱/۵
	دسترسی به عرض ٦ متر (۱)	۰/۷۵

ه) تهیهٔ نقشهٔ آسیب‌پذیری نهایی منطقه: با استفاده از ابزار Raster Calculater ستون‌های امتیازی مربوط به هر یک از لایه‌ها جمع شدند. به این ترتیب، مجموع ۱۲ ستون مربوط به ۱۲ لایهٔ اطلاعاتی برای هر یک از قطعات به دست آمد که امتیاز هر واحد ساختمانی را به لحاظ آسیب‌پذیری از سایر واحدها مشخص می‌کند. در اینجا، عملیات جبری داده‌ها در یک مرحله صورت گرفته است. سرانجام، از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی نقشهٔ نهایی آسیب‌پذیری ناحیه تهیه شد و بر اساس آن سطوح و ضریب آسیب‌پذیری لرزه‌ای نواحی منطهٔ ٦ شهر اهواز تحلیل شد.



نقشهٔ ۳. وضعیت آسیب‌پذیری نواحی شهری منطقهٔ ۶ شهر اهواز در برابر خطر وقوع زلزله

جدول ۸. وضعیت آسیب‌پذیری کاربری‌ها در طیف‌های مختلف (محاسبات نگارندگان ۱٤۰۰)

وسعت و درصد وسعت کاربری‌ها										
نام	آسیب‌پذیری خیلی کم		آسیب‌پذیری کم		آسیب‌پذیری متوسط		آسیب‌پذیری زیاد		آسیب‌پذیری خیلی زیاد	
	وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد	وسعت	درصد
ناحیهٔ ۱	۱۲۳۰٦۳۸	٤۷/۰۹	۵۲۵٦٦٤	۲۰/۱۱	٦۹۵۷۱۱	۲٦/٦۲	۹۸۳۵۸	۳/۷٦	٦۳۰۷۲	۲/٤۱
ناحیهٔ ۲	۵۰۱۲۰۹	۲۳/۲۹	٤۵۱۱۹۹	۲۰/۹۷	۸٤۹۱۲۲	۳۹/٤٦	۲۰۰۵۰۳	۹/۳۲	۱٤۹۷۷۷	٦/۹٦
ناحیهٔ ۳	۳۱۵۳۲۷	۲۲/٦۲	۱۹۲۰٤۲	۱۳/۷۸	٤۵۲٤۰۲	۳۲/٤۵	۱۵٤۲۲۸	۱۱/۰٦	۲۷۹۹۹۷	۲۰/۰۹
ناحیهٔ ٤	۱۱۸۳۱٦	۳۹/۸۱	۱۰۲۸۹٤	۳٤/٦۱	۵۹۲۰٦	۱۹/۹۲	۱٦۸۱۷	۵/٦٦	۰	۰/۰۰
کل منطقه	۲۱٦۵۵۳۵	۳۳/۵٤	۱۲۷۱۷۹۹	۱۹/۷۰	۲۰۵٦٤٤۱	۳۱/۸۵	٤٦۹۹۰٦	۷/۲۸	٤۹۲۸٤٦	۷/٦۳
تعداد و درصد تعداد کاربری‌ها										
نام	آسیب‌پذیری خیلی کم		آسیب‌پذیری کم		آسیب‌پذیری متوسط		آسیب‌پذیری زیاد		آسیب‌پذیری خیلی زیاد	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
ناحیهٔ ۱	۲۹۱٤	۳۵/۸۷	۱۷۸۳	۲۱/۹۵	۲٤۷۹	۳۰/۵۲	۵٤۱	٦/٦٦	٤۰٦	۵/۰۰
ناحیهٔ ۲	۱٤۹۲	۱۲/۰۰	۲۲۷۳	۱۸/۲۸	۵٦۸۲	٤۵/٦۹	۱٦۳٦	۱۳/۱۵	۱۳۵٤	۱۰/۸۹
ناحیهٔ ۳	٤۲۸	۵/۹۰	٦۸۳	۹/٤۱	۲۵٤٤	۳۵/۰۵	۱۱٤۰	۱۵/۷۰	۲٤٦٤	۳۳/۹٤
ناحیهٔ ٤	۱۵۲	۵۲/٦۰	۷۰	۲٤/۲۲	٦۱	۲۱/۱۱	٦	۲/۰۸	۰	۰/۰۰
کل منطقه	٤۹۸٦	۱۷/۷٤	٤۸۰۹	۱۷/۱۱	۱۰۷٦٦	۳۸/۳۰	۳۳۲۳	۱۱/۸۲	٤۲۲٤	۱۵/۰۳

نتیجه

امروزه با توجه به روند رو به رشد جمعیت و تراکم جمعیتی در مناطق شهری بـه ویـژه در منـاطق پرجمعیت و مستعد از نظر لرزه‌خیزی، لزوم نگرش همه‌جانبه و فراگیر به حوادث طبیعی از جملـه زلزله و فجایع ناشی از آن بیش از پیش ضروری است. جهت مقابلهٔ اصولی با این پدیده و کاسـتن از میزان آسیب‌های آن نیاز به سلسله مطالعاتی در خصوص ارزیابی آسیب‌پذیری در اثر زلزله هـای احتمالی است. از آنجا که ارزیابی همهٔ عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری شهر به طور یک‌جا امکان‌پـذیر نیست، در این مقاله جهت دست یافتن به این هدف با استفاده از ۱۲ معیار و بـا کمـک مـدل‌هـای تخصصی به بررسی میزان آسیب‌پذیری ناشی از وقوع زلزلـه در منطقـهٔ ٦ شـهر اهـواز پرداختـه و نتیجه‌گیری شد که ۱۱/٦٦ درصد کل کاربری‌های ناحیهٔ ۱، ۲٤/۰٤ درصد کل کاربری‌های ناحیهٔ ۲،

٤٩/٦٤ درصد کل کاربری‌های ناحیهٔ ۳، ۲/۸ درصد کل کاربری‌های ناحیهٔ ٤ در طیف آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند و در مجموع این آمار برای کل محدودهٔ مورد مطالعه ۱۵/۰۳درصد است؛ به این معنی که در صورت وقوع زلزله‌ای شدید منطقه آسیب‌پذیر خواهد بود. بنابراین، برنامه‌ریزی فوری برای افزایش تاب‌آوری منطقه و آماده‌سازی زیرساخت‌های امداد و نجات، سخت و نرم، ضروری است. از سوی دیگر، این مطالعه نشان داد ویژگی های کالبدی ساختمان به اندازهٔ عواملی مانند کاربری زمین، تراکم جمعیت، و زمان وقوع زلزله اهمیت دارد که در میزان آسیب‌پذیری و فعالیت‌های امداد و نجات نقش مؤثری دارد. بر اساس این نتیجه‌گیری، می‌توان چند پیشنهاد مختصر ارائه کرد: مدیریت بحران باید در برنامه های کلان توسعهٔ شهری گنجانده شود، مدیریت بحران با توجه به بلایای بزرگ مانند زلزله و سیل باید برای مناطق شهری به‌ویژه برای مناطق و محله‌های با تراکم جمعیت بالا و بافت‌های فیزیکی قدیمی آماده شود، همچنین برای برنامه‌ریزان شهری و مدیران بحران مهم است که کارکردهایی را به اندازهٔ بافت‌ها و امکانات فیزیکی در نظر بگیرند.

منابع

امان‌پور، سعید؛ مصطفی محمدی ده‌چشمه؛ علی‌رضا پرویزیان (۱۳۹۷). «ارزیابی الزامات پدافند غیرعامل در هم‌جواری صنایع (موردشناسی: کلان‌شهر اهواز)»، *جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای*، ۸(۲٦)، ص ۲۱۷ ـ ۲٤٤. doi: 10.22111/gaij.2018.3768

امان‌پور، سعید؛ علی‌رضا پرویزیان (۱۳۹۹). «مکان‌یابی پناهگاه‌های چندمنظورهٔ شهری مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۱ کلان‌شهر اهواز)»، *آمایش سرزمین*، ۱۲(۲)، ص ۳۸۵ ـ ٤۰٦. doi: 10.22059/jtcp.2020.305735.670133

امینی ورکی، سعید؛ مهدی مدیری؛ فتح‌الله شمسایی زفرقندی؛ علی قنبری‌نسب (۱۳۹۳). «شناسایی دیدگاه‌های حاکم بر آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو»، *مدیریت بحران*، ویژه‌نامهٔ هفتهٔ پدافند غیرعامل.

پرویزیان، علی‌رضا؛ هاجر احمدی (۱۳۹۸). «سنجش تاب‌آوری کلان‌شهرها در برابر زلزله (مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر اهواز)»، اولین کنگرهٔ ملی پژوهش، کارآفرینی، و توسعهٔ ملی با رویکرد حمایت از تولید ملی، تهران، مؤسسهٔ رویش فردای جوان. https://www.civilica.com/Paper-NCREND01-NCREND01_038.html

پرویزیان، علی‌رضا (۱۳۹۵). «ارزیابی الزامات پدافند غیرعامل در هم جواری صنایع (مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر اهواز)»، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد، رشتهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز.

پرویزیان، علی‌رضا؛ سعید امان‌پور؛ هاجر احمدی؛ نازنین حاجی‌پور (۱۳۹۷). «آسیب‌شناسی پراکنش فضایی مدارس ابتدایی با استفاده از GIS (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۳ اهواز)»، *پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری*، ۹(۱۸)، ص ۳۵ ـ ٤۸.

حبیبی، کیومرث؛ مصطفی بهزادفر؛ ابوالفضل مشکینی؛ سعید نظری (۱۳۹۲). «تهیهٔ یک مدل پیشینی ناپایداری بافت‌های کهن شهری در برابر زلزله با منطق سلسله‌مراتبی وارون و GIS»، *علوم زمین*، ۲۲(۸۷)، ص ۸۳ ـ ۹۲.

خدمت‌زاده، علی؛ میرنجف موسوی؛ اردشیر یوسف‌زاده (۱٤۰۰). «تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (مطالعهٔ موردی: شهر ارومیه)»، *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱٦(۱)، ص ٤۳ ـ ٦۲.

رحمانی‌لیر، پیروز (۱۳۹٤). «سنجش ضریب آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی در برابر زلزله (مطالعهٔ موردی: دهستان دهدشت غربی)»، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید چمران.

سجادیان، ناهید؛ مهدی علی‌زاده؛ علی‌رضا پرویزیان (۱۳۹٦). «سنجش استقرار بیمارستان‌های کلان‌شهر اهواز مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل»، *آمایش جغرافیایی فضا*، س ۷، ش ۲٤، ص ۱٦۹ ـ ۱۸٤.

شکیبا، علی‌رضا؛ سید بابک میرجعفری؛ سید علی علوی؛ بتول کامل (۱۳۹۲). «ارزیابی تلفات انسانی و خسارت‌های ساختمانی در سناریوهای مختلف زلزله در شرایط عدم قطعیت (منطقهٔ مطالعه‌شده: منطقهٔ ۸ شهر تبریز)، *سنجش از دور و GIS ایران*، ۵(۳)، ص ٤۹ ـ ٦٤.

شهین‌باهر، ایرج؛ رسول وظیفه‌شناس (۱۳۹۱). «بررسی میزان تاب‌آوری ساختار فضایی و کالبدی شهرها (نمونهٔ موردی: شهر وان ترکیه)»، *شمس شورای مرکزی سازمان نظام‌مهندسی ساختمان کشور*، ص ۵۷ ـ ٦۱.

صفری‌اله‌خیلی، قاسم؛ محمدرضا ملک (۱۳۹۹). «مکان‌یابی برای اسکان موقت پس از وقوع زمین‌لرزه تحت شرایط عدم قطعیت با استفاده از منطق فازی کلاسیک و منطق فازی شهودی (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۲ شهرداری تهران)»، *اطلاعات جغرافیایی سپهر*، د ۲۹، ش ۱۱۵، ص ۱۱۵ ـ ۱۲۵.

عابدینی، موسی؛ نادر سرمستی (۱۳۹۵). «ارزیابی ضریب آسیب‌پذیری کلان‌شهر تبریز در برابر خطر زلزله و برآورد تلفات انسانی»، *جغرافیای طبیعی*، ۹(۲۳)، ص ۳۵ ـ ۵٦.

عزیزی، محمدمهدی؛ مهدی برنافر (۱۳۹۱). «فرایند مطلوب برنامه‌ریزی شهری در حمله‌های هوایی از دیدگاه پدافند غیرعامل (مطالعهٔ موردی: ناحیهٔ ۱ منطقهٔ ۱۱ تهران)»، *مطالعات شهری*، ش ۱، ص ۱۰ ـ ۲۲.

محمدی ده‌چشمه، مصطفی؛ رضا نظرپور دزکی (۱۳۹۵). «مدل‌سازی تلفات انسانی در سناریوی وقوع زلزلهٔ شبانهٔ منطقهٔ ۱ شهر اهواز بر پایهٔ مدل کوبرن فازی»، *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۵(۲۰)، ص ۲۱ ـ ۳۸.

محمدی ده‌چشمه، مصطفی؛ مهدی علی‌زاده؛ علی‌رضا پرویزیان (۱۳۹۸). «مکان‌یابی پناهگاه‌های شهری مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل (مورد مطالعه: شهر کوهدشت)»، *آمایش جغرافیایی فضا*، ۹(۳۲)، ص ۱٤۹ ـ ۱٦۲.

محمدی ده‌چشمه، مصطفی (۱۳۹۲). *ایمنی و پدافند غیرعامل شهری*، اهواز، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.

References

Abedini, M. & Sarmasti, N. (2015). "Assessing the vulnerability of Tabriz metropolis against earthquake risk and estimating human casualties", *Journal of Natural Geography*, 9(23), pp. 35-56. (in Persian)

Ainuddin, S. & Routray, J. K. (2012). "Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2, pp. 25-36.

Alcantara-Ayala I. (2002). "Geomropology, Natural Hazard,Vulnerability And Prevention Of Natural Disasters In Developing Countries", *Geomorphology*, 47, pp. 107-124.

Allan, P. & Bryant, M. (2010). "The Critical Role of Open Space in Earthquake Recovery: A Case Study", *NZSEE Conference*, Victoria University of Wellington, Wellington New Zealand.

Amanpour, S., Mohammadi Deh-Cheshmeh, M., & Parvizian, A.R. (2018). "Assessment of passive defense requirements in the vicinity of case studies industries: Ahvaz metropolis", *Quarterly Journal of Geography and Urban Planning-Regional*, 8(26), pp. 217-244. doi: 10.22111/gaij.2018.3768. (in Persian)

Amanpour, S. & Parvizian, A.R. (2020). "Location of multi-purpose urban shelters based on the principles of passive defense (Case study: District 1 of Ahvaz metropolis)", *Scientific Journal of Land Management*, 12(2), pp. 385-406. doi: 10.22059/jtcp.2020.305735.670133. (in Persian)

Amaratunga, D. & Haigh, R. (2011). P*ost Disaster Reconstruction of The Built Environment - Building for Resilience*, Wiley-Blackwell. U.K.

Aminieh Varki, S., Modiri, M., Shamsai Zafarghandi, F., & Ghanbari-Nasab, A. (2014). "Identifying the prevailing perspectives on the vulnerability of cities to environmental hazards and extracting the effective components in it using the Q method", *Crisis Management Quarterly*, Passive Defense Weekly. (in Persian)

Antonioni, G., Gigliola, S., & Valerio, C. (2007). "A methodology for the quantitative risk assessment of major accidents triggered by seismic events", *Journal of Hazardous Materials*, Article in press.

Asia-Pacific Disaster Report (2017). *Disaster Resilience for Sustainable Development*, ESCAP, United Nations publication.

Azizi, M.M. & Bernafar, M. (2012). "Optimal Urban Planning Process in Air Attacks from a Passive Defense Perspective (Case Study: District One, District 11, Tehran)", *Journal of Urban Studies*, No. 1, pp. 10-22. (in Persian)

Habibi, K., Behzadfar, M., Meshkini, A., & Nazari, S. (2013). "Preparation of an a priori model of the instability of ancient urban tissues against earthquakes with inverted hierarchical logic and GIS", *Earth Sciences*, 22(87), pp. 83-92. (in Persian)

Jinghai, X., Xiaozhe, Y., Dingchao, Ch., Jiwen, A., & Gaozong, N. (2016). "Multi-criteria location model of earthquake evacuation shelters to aid in urban planning",

International Journal of Disaster Risk Reduction, 20, pp. 51-62.

Khidmatzadeh, A., Mousavi, M-N., & Yousefzadeh, A. (1400). "Analysis of Urban Vulnerability Indicators with Earthquake Crisis Management Approach (Case Study: Urmia City)", *Human Settlement Planning Studies*, 16(1), pp. 43-62. (in Persian)

Laijun, Zh., Huiyong, L., Yan, S., Rongbing, H., Qingmi, H., Jiajia, W., & Fei, G. (2017). "Planning Emergency Shelters for Urban Disaster Resilience: An Integrated Location-Allocation Modeling Approach", *Sustainability*, 9(11), pp. 1-20. https://doi.org/10.3390/su9112098

Marta-Reynal, Q. (2005). "Does democracy preempt civil wars?", 21(2), pp. 445-465. doi:10.1016/j.ejpoleco.2004.08.003

Mohammadi Deh-Cheshmeh, M., Alizadeh, M., & Parvizian, A.R. (2019). "Location of urban shelters based on the principles of passive defense (Case study: Koohdasht city)", *Journal of Spatial Planning*, 9(32), pp. 149-162. (in Persian)

Mohammadi Deh-Cheshmeh, M. & Nazarpour Dezaki, R. (2015). "Modeling human casualties in the scenario of overnight earthquake in region one of Ahvaz based on fuzzy Coburn model", *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 5(20), pp. 21-38. (in Persian)

Mohammadi Deh-Cheshmeh, M. (2013). *Passive urban safety and defense*, Ahvaz, Shahid Chamran University Press, Ahvaz. (in Persian)

Nahum, M. & Avishai, M. (2020). "The terrestrial example: Natural disasters as model for planetary defense planning", *Journal of Space Safety Engineering*, Vol. 7, Issue 1, pp. 67-77.

Parvizian, A.R. (2016). "Assessment of passive defense requirements in the vicinity of industries (Case study: Ahvaz metropolis)", Master Thesis in Geography and Urban Planning, Chamran martyr of Ahwaz University. (in Persian)

Parvizian, A.R. & Ahmadi, H. (2019). "Measuring the resilience of metropolises against earthquakes; Case study of Ahvaz metropolis", The First National Congress of Research, Entrepreneurship and National Development with the Approach of Supporting National Production, Tehran, Young Tomorrow Development Institute. https://www.civilica.com/Paper-NCREND01-NCREND01_038.html. (in Persian)

Parvizian, A.R., Amanpour, S., Ahmadi, H., & Hajipour, N. (2018). "Spatial distribution pathology of primary schools using GIS (Case study: District 3 of Ahvaz)", *Bi-Quarterly Journal of Urban Ecology Research*, 9(18), pp. 35-48. (in Persian)

Rahmani-Lear, P. (1394). "Assessing the vulnerability of rural settlements to earthquakes: A case study of Dehdasht Gharbi", M.Sc. Thesis, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Earth Sciences, Shahid Chamran University. (in Persian)

Safari-Allah-Kheili, Q. & Malek, M.R. (2020). "Locating for temporary settlement after an earthquake under uncertainty conditions using classical fuzzy logic and intuitive fuzzy logic Case study: District 2 of Tehran Municipality", *Sepehr Geographical Information Quarterly*, Vol. 29, No. 115, pp. 115-125. (in Persian)

Sajjadian, N., Alizadeh, M., & Parvizian, A.R. (2017). "Assessing the Establishment of Ahwaz Metropolitan Hospitals Based on the Principles of Passive Defense", *Journal of Spatial Planning*, Year 7, Issue 24, pp. 169-184. (in Persian)

Sanderson, D. (2000). "Cities, Disasters and Livelihood", *environment and urbanization*,

Vol. 12, No. 2, pp. 93-102.

Shahin-Baher, I. & Conscientious, R. (2012). "Investigating the resilience of spatial and physical structure of cities Case study: Van, Turkey", *Shams Central Council of the Civil Engineering Organization of the country*, July and June, pp. 57-61. (in Persian)

Shakiba, A.R., Mirjafari, S. B., Alawi, S. A., & Kamel, B. (2013). "Assessment of human casualties and construction damage in different earthquake scenarios under uncertainty (Study area: District 8 of Tabriz)". *Iranian Journal of Remote Sensing and GIS*, 5(3), pp. 49-64. (in Persian)

Van Westen, C. (2006). Geoinformation Science and Earth Observation for municipal risk management, The SLARIM project, International Instititute for Geoinformation Science and Earth Observation, ITC. P.O. Box 67500 AA Enschede, The Netherlands.

Xiang, Zh. & Ying, L. (2020). "Hierarchical Location of Urban Emergency Shelters under Multi-Flow Pattern", *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)*, 2020, 22(2), pp. 6-11. www.iosrjournals.org

Xiaodong, Zh., Jia, Y., Yun, Ch., Jiahong, W., Jiayan, Ch., & Zhan'e, Y. (2020). "Supply Demand Analysis of Urban Emergency Shelters Based on Spatiotemporal Population Estimation", *International Journal of Disaster Risk Science*, 11(3), pp. 16-25. https://doi.org/10.1007/s13753-020-00284-9.

Ylenia, S., Luca, S., & Maria, R.V. (2021). "Seismic response of masonry buildings in historical centres struck by the 2016 Central Italy earthquake", *Calibration of a vulnerability model for strengthened conditions, Construction and Building Materials*, Vol. 299, 123911, https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123911.

Yukio Tamari, Yuichi Suzuki. Yuta Nakagama, Yuichi Otsuka. (2019). "An example of three dimensional ground model development for earthquake response analysis by using a simple ground modeling system", *Japanese Geotechnical Society Special Publication*, Vol. 6, Issue 2, pp. 45-52.