Volume 3, Issue 8, October 2024, 587-601.

Online ISSN: 3041-9255

Journal of Human Ecology

journal homepage: http://www.landscapeecologyjournals.ir/

Research Paper

Spatial Analysis of Urban Vulnerability and Crisis Management with Emphasis on Earthquakes: A Case Study of District 2 of Tehran

Ronak Jamshidiy *[1] Pakzad Azadkhani [2] Tayebeh Azizi [1]

[1] PhD in Urban Planning, Islamic Azad University, Tabriz Branch,Tabriz, Iran.
[2] Assistant Professor, Department of Architecture and Urban Planning, Bakhtar Institute of Higher Education, Ilam, Ilam, Iran.

Keywords

Spatial Analysis, Urban Vulnerability, Crisis Management, Earthquake, District 2 of .Tehran

A B S T R A C T

One strategy for crisis management is spatial analysis to identify vulnerable areas and reduce damage from environmental hazards. The aim of this research is to examine the preventive role of crisis management in reducing earthquake-related casualties in District 2 of Tehran. This research is applied in nature and employs an exploratory-analytical method. Data and information were collected through documentary and field methods. Data analysis was conducted using ArcGIS software and the TOPSIS model. The study area encompasses the nine zones of District 2 of Tehran. To assess vulnerability in the region and manage crises, indicators such as parcel size and dimensions, building quality, population density, distance from faults, and availability of green space were used. The findings indicate that, among the nine zones in District 2 of Tehran, based on the studied indicators, Zones 3, 5, 6, and 8 exhibit the highest vulnerability, while Zones 1, 2, 4, and 7 exhibit the lowest. According to the TOPSIS model, the criterion of structural resistance during an earthquake scored 0.6842, ranking it first among the evaluated criteria. Consequently, for preventive actions and crisis management aimed at reducing vulnerability before an earthquake occurs, priority should be given to developing open and green spaces, establishing crisis management shelters, controlling population growth in the areas, and enhancing the renovation and strengthening of urban structures.

*Corresponding Author.
Email Adresses: Pakzad540azad@gmail.com.

Jamshidiy,R. , Azadkhani,P. and Azizi,T. (2024). Spatial Analysis of Vulnerability and Urban Crisis Management with Emphasis on Earthquakes Case Study: Region 2 of Tehran Municipality. *Human Ecology*, *3*(8), 587-601.

Doi: https://doi.org/10.22034/el. 2025.497913.1040

سال سوم، شماره هشتم، پاییز۱۴۰۳، ۵۸۷-۶۰۱.

شاپای الکترونیکی: ۹۲۵۵-۳۰۴۱

فصلنامه اکولوژی انسانی

http:// www.landscapeecologyjournals.ir

مقاله پژوهشی

تحلیل فضایی آسیب‌پذیری و مدیریت بحران نواحی شهری با تأکید بر زلزله مطالعه موردی: منطقه ۲ شهرداری تهران

روناک جمشیدی[۱] پاکزاد آزادخانی *[۲] طیبه عزیزی [۱]

[۱] دکتری شهرسازی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز، ایران.

[۲] استادیار گروه معماری و برنامه‌ریزی شهری مؤسسه آموزش عالی باختر ایلام، ایلام، ایران.

چکیده

یکی از راهبردهای مدیریت بحران تحلیل فضایی و شناسایی مناطق آسیب‌پذیر به منظور تقلیل خسارات ناشی از مخاطرات محیطی است. هدف این پژوهش بررسی و تحلیل نقش پیشگیرانه مدیریت بحران در کاهش تلفات ناشی از زلزله در منطقه ۲ شهر تهران است. این پژوهش از نوع کاربردی و روش اکتشافی- تحلیلی است. داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده از طریق روش‌های اسنادی و می‌دانی بدست آمده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها با بهره‌گیری از نرم‌افزار Arc GIS و مدل TOPSIS انجام شده است. محدوده مورد مطالعه نواحی ۹گانه منطقه ۲ شهر تهران است. برای پهنه‌بندی آسیب‌پذیری منطقه و مدیریت بحران از شاخص‌های اندازه و ابعاد قطعات، کیفیت ابنیه، تراکم جمعیت، فاصله از گسل و میزان فضای سبز استفاده شده است. یافته‌های پژوهش مشخص می‌سازد از بین ۹ ناحیه در منطقه دو شهر تهران، بر اساس شاخص‌های مورد مطالعه، به ترتیب نواحی ۳،۵،۶،۸، دارای بیشترین آسیب‌پذیری و نواحی ۱،۲،۴،۷ کمترین آسیب‌پذیری را دارند و بر اساس مدل تاپسیس معیار عدم برخورداری از مقاومت ساختمانی هنگام زلزله با کسب امتیاز ۰.۶۸۴۲ توانسته است در صدر معیار مورد بررسی قرار بگیرد در نتیجه برای اقدامات پیشگیرانه و مدیریت بحران برای کاهش آسیب‌پذیری پیش از وقوع زلزله، بایستی با اقدامات توسعه فضاهای باز و سبز و ایجاد سوله‌های مدیریت بحران و کنترل رشد جمعیت در نواحی، ارتقای نوسازی و مقاوم‌سازی سازه‌های شهری در اولویت قرار گیرد.

واژگان کلیدی

تحلیل فضایی، آسیب‌پذیری شهری، مدیریت بحران، زلزله، منطقه دو شهر تهران.

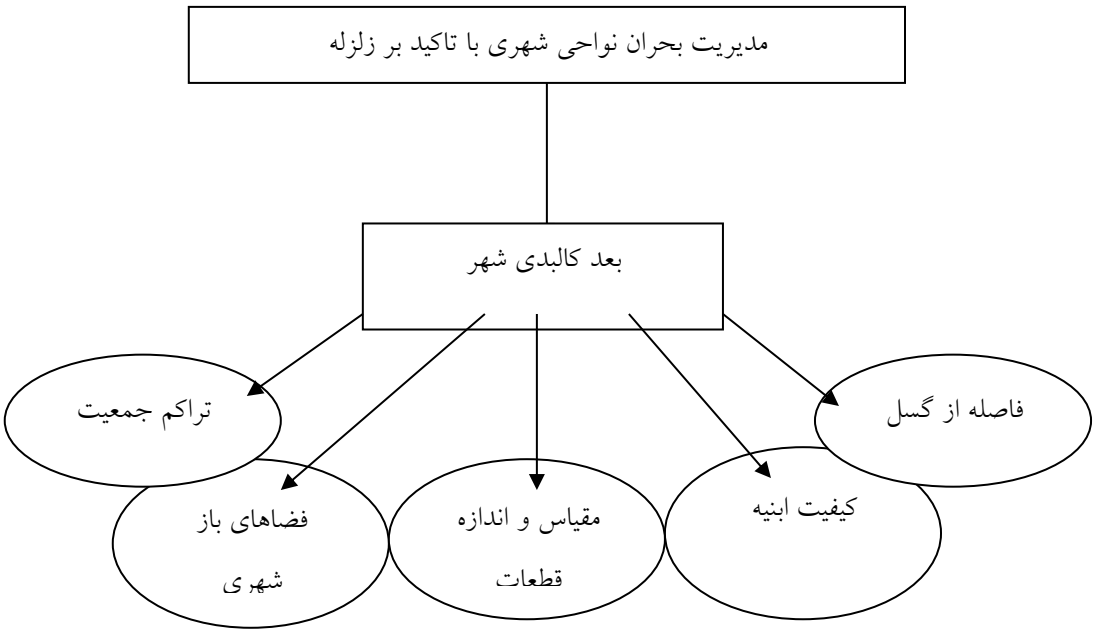
ارجاع به این مقاله: جمشیدی، روناک، آزادخانی، پاکزاد و عزیزی، طیبه. (۱۴۰۳). تحلیل فضایی آسیب‌پذیری و مدیریت بحران نواحی شهری با تأکید بر زلزله مطالعه موردی: منطقه ۲ شهرداری تهران. اکولوژی انسانی، ۳(۸)، ۵۸۷-۶۰۱.

۱. مقدمه

تحلیل فضایی، رویکردی روش‌شناسانه است که به چگونگی پراکندگی‌ها و ریشه‌یابی عوامل مؤثر در شکل‌گیری تفاوت‌ها و تشابه‌های مکاتب در چارچوب دیدگاه‌های جغرافیایی می‌پردازد. تحلیل فضایی می‌تواند از طریق بررسی نحوه تغییر و تحول پدیده‌ها به کشف نظم مکانی پدیده‌ها در چارچوب تئوری‌های جدید منجر شود. تحلیل فضایی شامل دو مرحله است: یکی مطالعه چگونگی پراکندگی‌ها و دیگری تبیین چرایی و پراکندگی‌ها است. مؤلفه‌های اصلی تحلیل فضایی شامل شناسایی پراکندگی‌های فضایی، بررسی تغییرات فضایی، شناسایی الگوهای فضایی و شناسایی روابط فضایی بین پدیده‌ها است(علیجانی، ۱۳۹۳) هدف از تحلیل فضایی، پراکندگی‌ها یعنی توصیف ساختار فضایی و استدلال این ساختارها از طریق روابط فضایی و سرانجام برنامه‌ریزی فضایی فعالیت‌های انسان است(علیجانی، ۱۳۹۴). تحلیل فضایی آسیب‌پذیری، به خسارت پیش‌بینی شده برای هر عنصر در معرض خطرهای مصیبت بار، با شدت معین گفته می‌شود. تحلیل آسیب‌پذیری، فرایند برآورد آسیب‌پذیری عناصر معینی است که در معرض خطر احتمالی ناشی از وقوع مصیبت بار هستند(فیشر، ۱۹۹۶). مدیریت بحران در نواحی شهری به عنوان اقدامی است که در هنگام بروز بلایا و بخصوص زلزله می‌تواند تا حد زیادی اثرات بحران و بلایا را کاهش دهد. قرارگیری تهران در یک پهنه لرزه خیز و اهمیت این کلان شهر در ابعاد گوناگون اجتماعی- اقتصادی و سیاسی نیز، لزوم به کارگیری مدیریت بحران را جهت کاهش تلفات ناشی از حوادث در ذهن تداعی می‌کند. یکی از مهم‌ترین عوامل در کاهش ضایعات زلزله، وجود آمادگی قبلی یک جامعه برای برخورد با این پدیده می‌باشد. آمادگی برای برخورد با زلزله جنبه‌های گوناگونی دارد و می‌توان با استفاده از تمهیدات برنامه‌ریزی، شهرها را به گو نه‌ای طراحی و برنامه‌ریزی کرد که به هنگام وقوع زلزله کمترین آسیب به آن‌ها وارد شود. تعیین مشخصات کالبدی (تیپ ساختمانی، ترکیب کالبدی قطعات و راه‌ها) و مشخصات عملکردی (نوع کاربری‌ها، تراکم جمعیتی) در هر یک از مقیاس‌های شهری با توجه به میزان آسیب‌پذیری و محدودیت‌های مکان طبیعی جهت افزایش امکانات گریز و پناه مردم (تیپ ساختمانی مناسب، تراکم ساختمانی کم، استفاده از راه‌ها به عنوان فضاهای گریز و پناه و.) ازجمله روش‌های کاهش آسیب‌پذیری می‌باشند (اصغری، ۱۳۹۰) هر گاه در تعیین کاربری زمین‌های شهری، هم جواری‌ها رعایت شود و کاربری‌های ناسازگار در کنار یکدیگر نباشند، امکان تخلیه سریع فراهم می‌گردد (باربی، ۱۰۱:۲۰۰۰) عناصری مانند ساختار شهر، بافت شهر، شکل شهر، تراکم‌های شهری، شبکه‌های ارتباطی شهر و مکان گزینی عناصر شهری ازجمله عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری می‌باشند که با استفاده از اقدامات پیش از بحران می‌توان این آسیب‌پذیری‌ها را به حداقل رساند؛ بنابراین، آمادگی و شناخت بحران یکی از وظایف مدیریت بحران است اما از آن مهم‌تر، پیش‌بینی بحران می‌باشد.

حوادث ناگوار و بروز بلایای طبیعی و انسانی نظیر زلزله‌ها، سیل‌ها، آتش فشان‌ها، حرکات زمین، بروز قحطی‌ها، آلودگی‌های شیمیایی و صنعتی ازجمله مخاطرات طبیعی و انسانی به شمار می‌روند که شدت تهاجم آن‌ها متوجه مناطق جمعیتی به‌ویژه محدوده‌های شهری است که گاه‌گاهی منجر به کشتارهای دسته جمعی و خرابی‌های جبران‌ناپذیری شده است. کشور ایران، به‌واسطه مجموعه ویژگی‌های انسانی و محیطی، بحران‌های زیادی را متحمل شده و ازجمله کشورهای آسیب‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی است. زلزله یکی از مخاطرات طبیعی محسوب می‌شود، که پیوسته در طول تاریخ باعث خرابی‌ها و از بین رفتن جان بسیاری از انسان‌ها شده است. کشور ایران به علت قرار گرفتن بر روی کمربند زلزله آلپ- هیمالیا به نحو چشمگیری زلزله‌خیز است. از ابتدای قرن بیستم تا زمان حاضر بیست زلزله به بزرگی ۷ ریشتر در سطح گستره ایران به وقوع پیوسته است، یعنی به‌طور متوسط هرپنج سال یک زلزله مخرب رخ داده است (ایری، ۱۳۷۸:۲). شهر تهران که در کوهپایه‌های جنوبی رشته‌کوه البرز قرارگرفته، دارای گسل‌های جوانی است که قسمت عمده‌ای از شمال و جنوب این پهنه را احاطه کرده است. در واقع کلان‌شهر تهران با حدود ۱۰ میلیون نفر جمعیت یکی از پرتراکم‌ترین شهرهای جهان محسوب می‌شود. بنابراین به دلیل احتمال وقوع زلزله در این شهر ضمن آموزش درست و مستمر شهروندان، بایستی آمادگی‌های لازم برای مقابله با حوادث غیرمترقبه در ساکنان آن ایجاد شود. با توجه به تراکم بالای جمعیتی و ساختمانی، تمرکز منابع و امکانات در شهر تهران و خصوصیات این پایتخت زلزله‌خیز، انجام مطالعات و برنامه‌ریزی‌های دقیق در راستای ایمن‌سازی یا به حداقل رساندن آسیب‌های ناشی از این رویداد طبیعی، بسیار لازم و حیاتی است. این پدیده طبیعی به‌خودی خود نتایج نامطلوبی ندارد. آنچه از این پدیده یک فاجعه می‌سازد، عدم پیشگیری از تأثیر آن و عدم آمادگی جهت مقابله با عواقب آن است، که در گوشه و کنار جهان جان هزاران انسان را تهدید و میلیون‌ها دلار خسارت به بار می‌آورد (ایری، ۱۳۷۸:۴-۱۰). منطقه ۲ به دلیل عبور گسل اصلی شمال تهران و گسل‌های فرعی نیاوران، داوودیه، و باغ فیض؛ از جمله مناطق آسیب‌پذیر شهر تهران در برابر زلزله می‌باشد. این پژوهش با بررسی ابعاد مختلف وقوع زلزله احتمالی تهران، نقش پیشگیرانه مدیریت بحران را در کاهش تلفات ناشی از آن، در منطقه دو را مورد تحلیل قرار داده است. گرچه، تحلیل آسیب‌پذیری و مدیریت بحران مخاطرات محیطی از جمله زلزله و آمادگی در برابر آن (قبل از وقوع بحران) کمک‌های اضطراری (حین وقوع بحران) و بازسازی (پس از وقوع بحران) از مهم‌ترین ابعاد مدیریت بحران است، که به طور مشخص‌تر اهداف مطالعات آسیب‌پذیری و مدیریت بحران در برابر زلزله کاهش تلفات انسانی هنگام زلزله و پس از آن، ایمن‌سازی راه‌های منطقه به ویژه در زمان بحران، حفظ ساختمان‌ها و تأسیسات شهری در برابر زمین لرزه، بهبود سطح ایمنی و خدمات آتش

نشانی و پیشگیری از بروز خطرات، آموزش ساکنین در مقابل سوانح طبیعی، ایمن‌سازی و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، تعیین شبکه امن دسترسی و اورژانس(در مواقع بحران)، تعیین و تجهیز مراکز امن(سلسله مراتب محله تا منطقه) می‌باشد. بنابراین هدف این تحقیق بهبود سطح ایمنی، ارائه خدمات و پیشگیری از بروز خطرات و پرداختن به مرحله عملیات پیش از وقوع زلزله و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری نواحی شهری بر اساس شاخص‌های انتخاب شده است. بدین منظور رتبه‌بندی معیارهای نواحی آسیب‌پذیر و زمینه‌سازی برای مدیریت بحران در منطقه دو شهر تهران در دستور کار این پژوهش است. بنابراین در این پژوهش به تحلیل توزیع فضایی آسیب‌پذیری و مدیریت بحران نواحی منطقه ۲ شهرداری تهران ناشی از زلزله بر اساس شاخص‌های انتخاب شده پرداخته شده است.

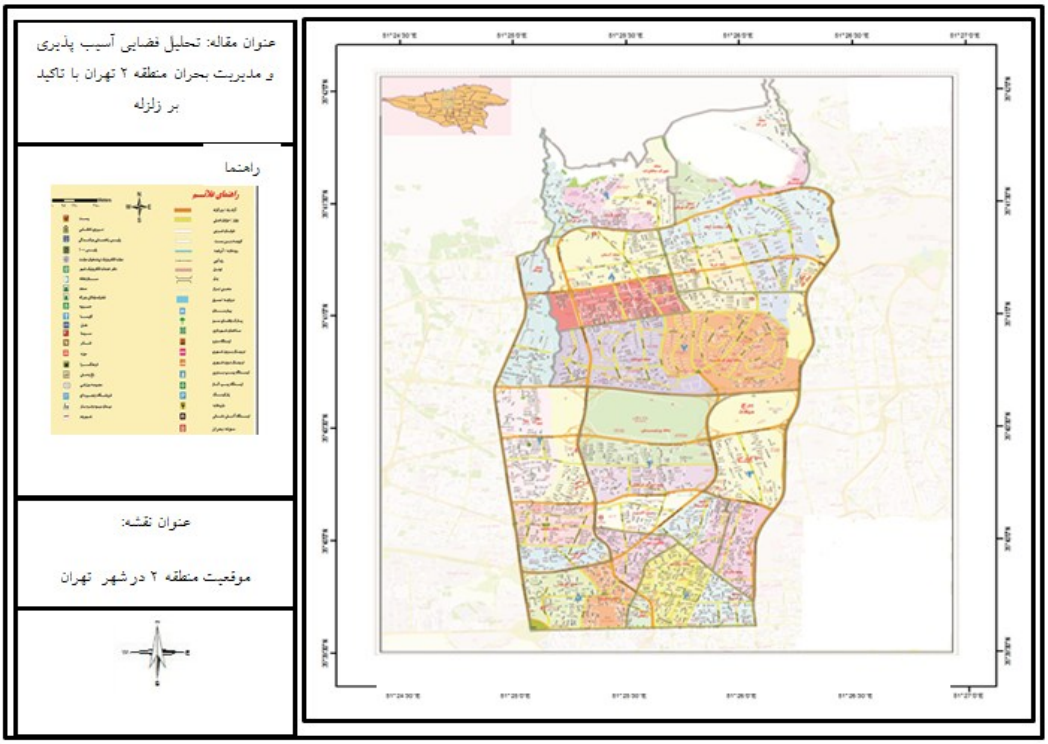


شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

۲. منطقه مورد مطالعه

منطقه ۲ جزء مناطق توسعه یافته واقع در محدوده میانی و شمالی شهر تهران است. این منطقه بدون احتساب حریم حدود ۹ /۴۶ کیلو مترمربع وسعت و شامل ۹ ناحیه و ۱۴ محله می‌شود. محله‌های معروف آن از جمله آریاشهر، گیشا، سعادت آباد، یوسف آباد، طرشت، شهرآرا، شهرک ژاندارمری، فرحزاد و شهرک غرب، مرزداران، برق الستوم، ستارخان، تهران ویلا و همایونشهر از محله‌های شاخص مسکونی آن است. جمعیت این منطقه برحسب آمارگیری سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۶۴۰۳۶۱ نفر بوده است. از ویژگی‌های حایز اهمیت این منطقه فضاهای تجاری آن است که موجبات پویایی اقتصادی و اشتغال‌زایی را فراهم کرده است. این منطقه به علت دسترسی خوب به راه‌ها حایز اهمیت است، علاوه بر آن خطوط مترو معین، شریف، حبیب الله، شادمان، طرشت و میدان صنعت امکان جابه جایی هر چه سریع‌تر شهروندان را فراهم کرده‌اند.

منطقه ۲ به دلیل عبور گسل اصلی شمال تهران و گسل‌های فرعی نیاوران، داوودیه، و باغ فیض؛ از جمله مناطق آسیب‌پذیر شهر تهران در برابر زلزله می‌باشد. علاوه بر آن، مسائل دیگری از جمله گسل، زمین لغزه و ... ازجمله عواملی هستند که پاره فوقانی (شمالی) منطقه را پر مخاطره می‌سازد. این منطقه که در ابتدای شکل‌گیری به عنوان منطقه ییلاقی سکونتی و خوش آب و هوا مورد استفاده قرار می‌گرفت به تدریج به سمت حوزه سکونتی برای جمعیت رو به رشد تهران پیش رفته است. در مرحله بعد و به مرور زمان به دلیل ایجاد زیر ساخت‌های نوین و گسترده، وجود قطعات بزرگ، ارزانی زمین از یکسو و تمرکز فوق‌العاده فعالیت‌ها در مرکز شهر و نزدیکی منطقه به مرکز ثقل شهر و نیاز به توسعه ساختارهای اصلی فعالیت‌ها به پذیرش استقرار برخی فعالیت‌های فرامنطقه‌ای، شهری و فراشهری گردن نهاد. ایده‌های مربوط به طرح‌های توسعه تهران منجمله طرح ساماندهی نیز در گسترش این فعالیت‌ها در منطقه مؤثر بوده است، این مشخصات و شرایط مناسب جغرافیایی و اکولوژیک همچنین زمینه مناسبی را برای توسعه جمعیت ساکن در منطقه ایجاد نموده است. طی آمارهای رسمی جمعیت منطقه در فاصله دو آمارگیری بیش از دو برابر شده است.



شکل ۱. موقعیت منطقه دو در محدوده کلان‌شهر تهران (مأخذ: طرح تفصیلی ۱۳۸۴)

۳. مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر کاربردی و از نوع اکتشافی تحلیلی است و اطلاعات مورد نیاز از طریق روش کتابخانه‌ای و برداشت می‌دانی جمع‌آوری شده است. مبانی علمی این پژوهش مبتنی بر مفاهیم بحران، مدیریت بحران، و آسیب‌پذیری مناطق شهری با تأکید بر زلزله می‌باشد. در این راستا پس از توصیف روشن از ابعاد آسیب‌پذیری مناطق شهری، عوارض مختلف تحلیل شده تا نقشه‌های فاصله از گسل، تراکم جمعیت، کیفیت ابنیه و دسترسی به فضای منطقه مورد مطالعه استخراج شود و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌ها در محیط Arc GIS طراحی شده و با استفاده از مدل تاپسیس در راستای رتبه‌بندی معیارهای آسیب‌پذیری و مدیریت بحران نواحی منطقه ۲ تهران با تأکید بر زلزله به تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته شده است.

در روش تاپسیس، ماتریس $n*m$ که دارای m گزینه و n معیار می‌باشد، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این الگوریتم، فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص به طور یکنواخت افزایشی (یا کاهشی) است. بدان صورت که بهترین ارزش موجود از یک شاخص نشان‌دهنده ایده‌آل مثبت بوده و بدترین ارزش موجود از آن مشخص‌کننده ایده‌آل منفی خواهد بود. همچنین شاخص‌ها مستقل از هم هستند. در ضمن فاصله یک گزینه از ایده‌آل مثبت (یا منفی) ممکن است به صورت اقلیدسی از (توان دوم) و یا به صورت مجموع قدر مطلق از فواصل خطی (معروف به فواصل بلوکی) محاسبه گردد، که این امر بستگی به تبادل و جایگزینی در بین شاخص‌ها دار(ویلیس، ۵۲۶:۲۰۰۰) جهت بهره‌برداری از این تکنیک، مراحل زیر به اجرا گذاشته می‌شود

مرحله اول: تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس n آلترناتیو و k شاخص

رابطه (۱)

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ . & . & \dots & . \\ . & . & \dots & . \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

مرحله دوم: استاندارد نمودن داده‌ها و تشکیل ماتریس استاندارد از طریق رابطه زیر:

رابطه (۲)

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}}$$

رابطه (۳)

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ . & . & \dots & . \\ . & . & \dots & . \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

مرحله سوم: تعیین وزن هر یک از شاخص‌ها w_i بر اساس $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$. در این راستا شاخص‌های دارای اهمیت بیشتر از وزن بالاتری نیز برخوردارند.

رابطه (۴)

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ . & . & \dots & . \\ . & . & \dots & . \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

مرحله چهارم: تعیین فاصله i امین آلترناتیو از آلترناتیو ایده‌آل (بالاترین عملکرد هر شاخص) که آن را با $\left(A^*\right)$ نشان می‌دهند.

رابطه (۵)

$$A^* = \left\{\left(\max_i v_{ij} \middle| j \in J\right), \left(\min_i v_{ij} \middle| j \in j'\right)\right\}$$
$$A^* = \left\{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\right\}$$

مرحله پنجم: تعیین فاصله i امین آلترناتیو از آلترناتیو حداقل (پایین‌ترین عملکرد هر شاخص) که آن را با $\left(A^-\right)$ نشان می‌دهند.

رابطه (۶)

$$A^* = \left\{\left(\min_i v_{ij} \middle| j \in J\right), \left(\max_i v_{ij} \middle| j \in j'\right)\right\}$$
$$A^- = \left\{v_1^-, v_2^-, ..., v_n^-\right\}$$

مرحله ششم: تعیین معیار فاصله‌ای برای آلترناتیو ایده‌آل (S_i^*) و آلترناتیو (S_i^-).

رابطه (۷)

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j-1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^*\right)^2}$$
$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j-1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^-\right)^2}$$

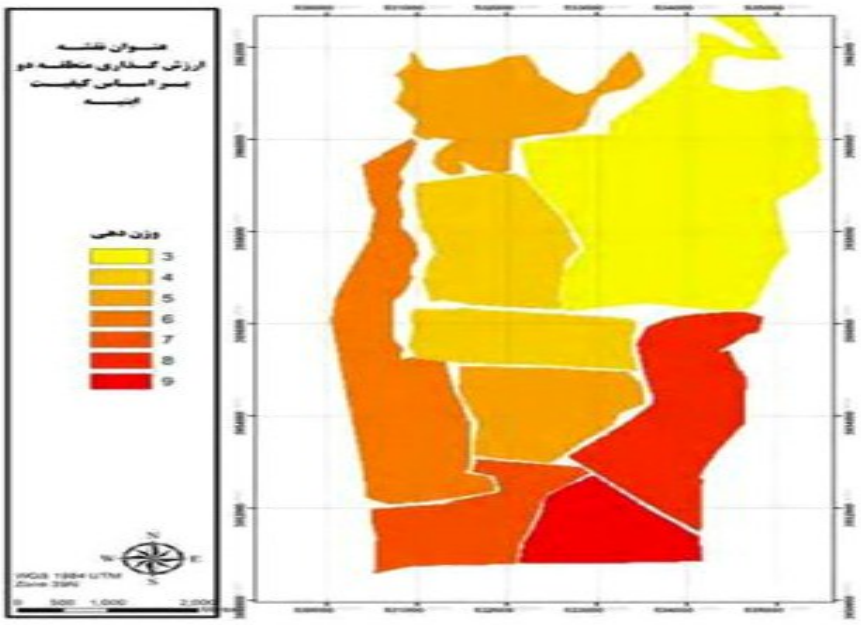
مرحله هفتم: تعیین ضریبی که برابر است با فاصله آلترناتیو حداقل (S_i^-) تقسیم بر مجموع فاصله آلترناتیو حداقل (S_i^-) و فاصله آلترناتیو ایده‌آل (S_i^*) که آن را با (C_i^*) نشان داده و از رابطه زیر استفاده می‌شود:

رابطه (۸)

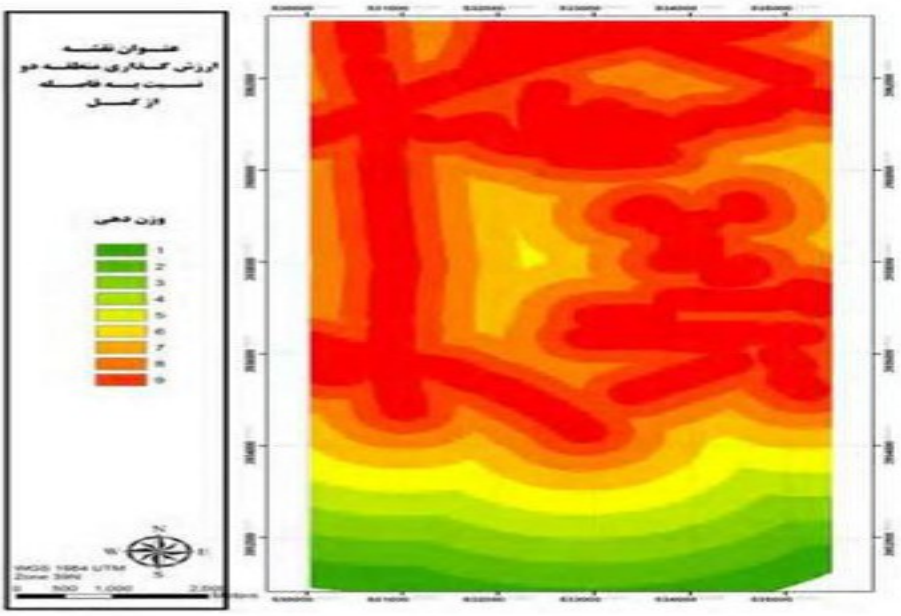
$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}$$

مرحله هشتم: رتبه‌بندی آلترناتیوها بر اساس میزان C_i^*. میزان فوق بین صفر و یک $(0 \le C_i^* \le 1)$ در نوسان است. در این راستا $C_i^* = 1$ نشان‌دهنده بالاترین رتبه و $C_i^* = 0$ نیز نشان‌دهنده کمترین رتبه است.

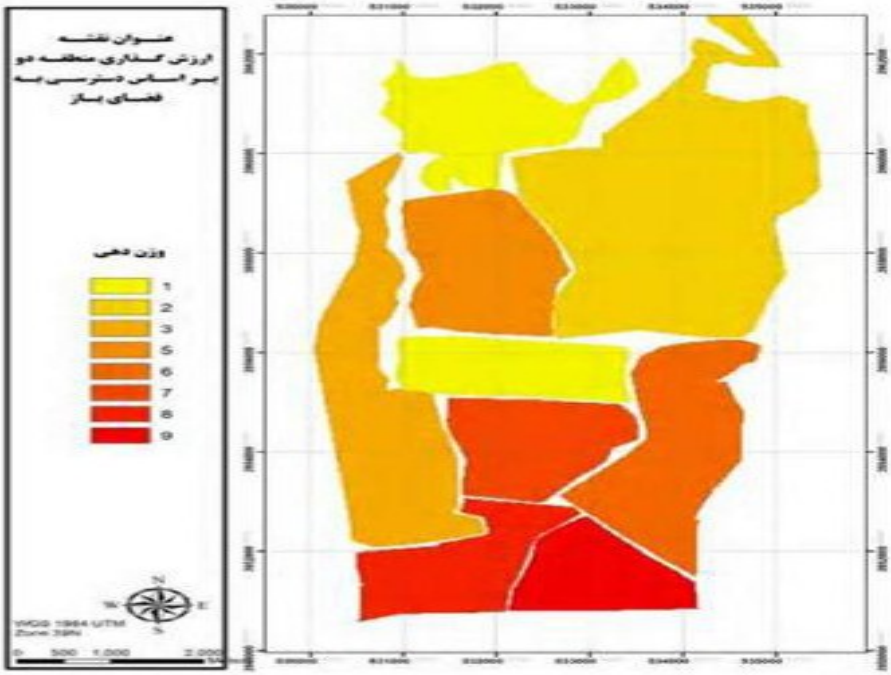
۴. بحث و نتایج



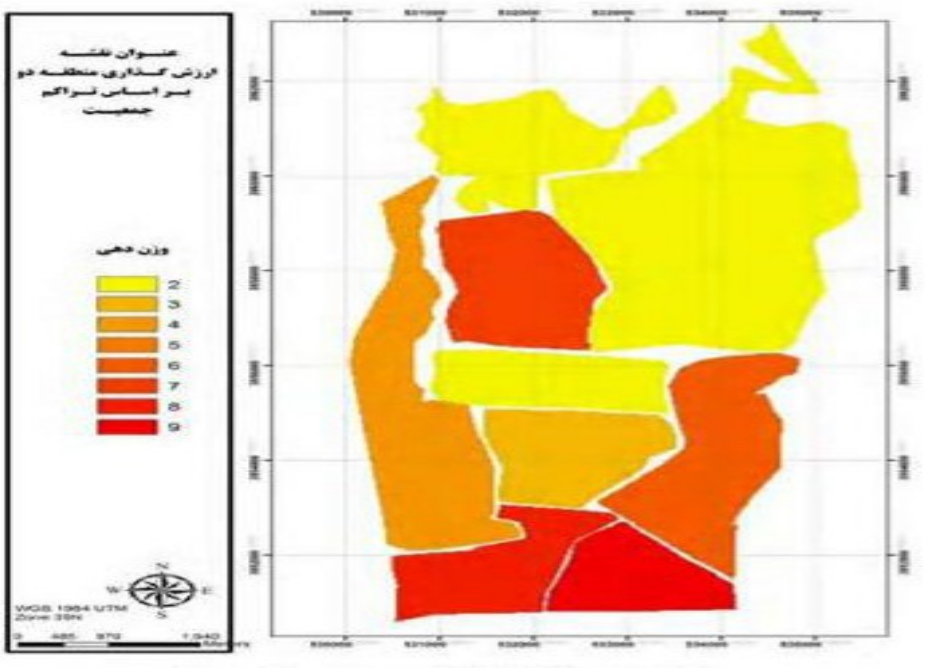
شکل۲. ارزش‌گذاری بر اساس فاصله از گسل



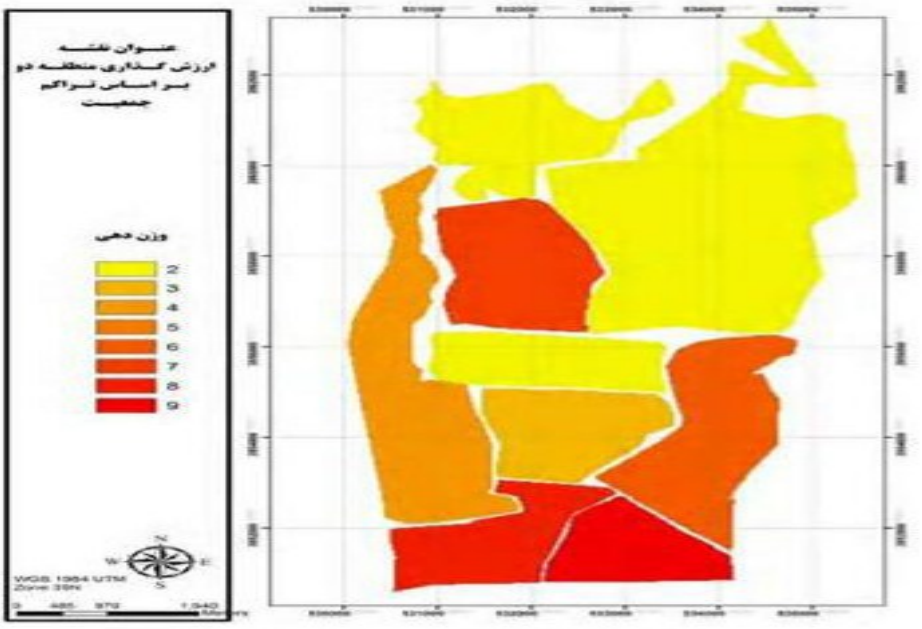
شکل ۳. ارزش‌گذاری بر اساس کیفیت ابنیه



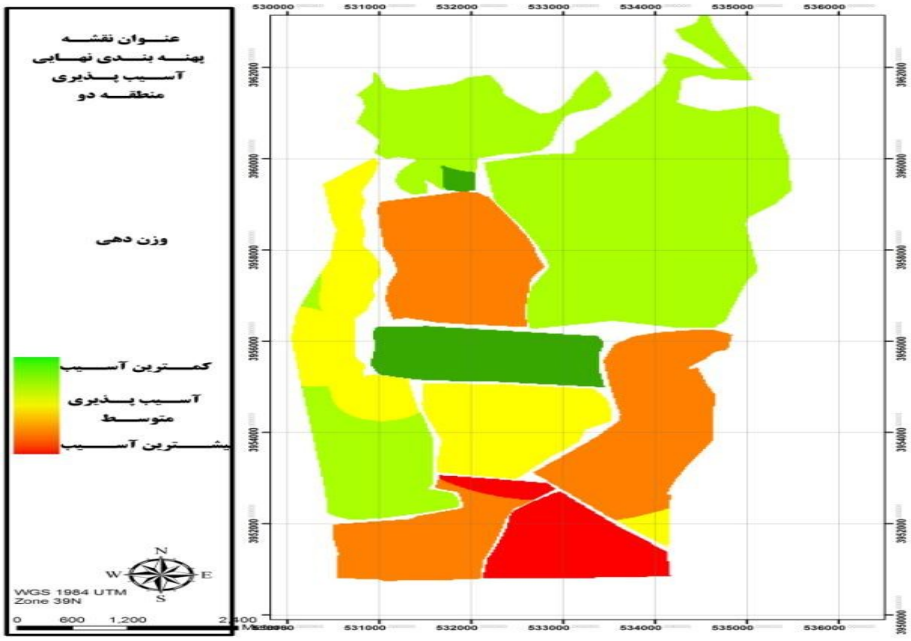
شکل ۴. ارزش‌گذاری بر اساس مقیاس قطعات



شکل ۵. ارزش‌گذاری بر اساس فضای باز



شکل ۶. ارزش‌گذاری بر اساس تراکم جمعیت



شکل ۷. نقشه پهنه‌بندی نهایی آسیب‌پذیری منطقه ۲

همان‌طور که از تحلیل شاخص‌ها در نقشه‌های بالا استنتاج می‌شود، نواحی ۵ و ۶ بخصوص بخش اعظم محله دربان نو و طرشت از لحاظ پهنه‌بندی زلزله دارای بیش‌ترین آسیب از نظر تراکم جمعیت، کیفیت ابنیه و کمبود فضای سبز بوده، نواحی ۳ و ۴ دارای آسیب‌پذیری متوسط می‌باشند، سپس نواحی بعد به‌تدریج از شدت آسیب‌پذیری‌شان کاسته می‌شود. ولی از نظر فاصله از گسل نواحی نه یک (بخصوص محله اوین و سعادت‌آباد)، دو (محله پونک)، بخش‌هایی از ناحیه ۷ و ۸ به ترتیب دارای بیش‌ترین آسیب ناشی ازنظر نزدیکی به گسل هستند.

بعد از تحلیل داده‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی در این مرحله اقدام به تعیین معیار فاصله‌ای برای آلترنتیوهای حداکثر و حداقل معیارهای مورد نظر با استفاده از مدل تاپسیس می‌شود، که فرمول محاسبه آن به شرح زیر می‌باشد:

رابطه (۱۱)

$$di+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(V_{ij} - V_j^{+}\right)^2}$$

$$di- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(V_{ij} - V_j^{+}\right)^2}$$

براساس فرمول بالا اقدام به تعیین فاصلی نسبی تا برترین معیار می‌شود سپس براساس آن انواع معیارها از لحاظ حداکثر و حداقل تعیین می‌شوند.

جدول ۱. شاخص‌ها و معیارهای تحلیل فضایی آسیب‌پذیری و مدیریت بحران منطقه ۲ تهران با تأکید بر زلزله

کد	معیارها
A1	عدم برخورداری از سنسورهای حساسی که در مواقع زلزله به طور اتوماتیک مانع ارتباط یافتن جریان انرژی در تأسیسات شهری از قبیل ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز و ترمینال‌های توزیع برق و آب می‌گردند
A2	عدم برخورداری از متولی تخصصی و امکانات کافی در امر جستجو و نجات، آواربرداری، حمل و نقل، ترابری و شرائین حیاتی جهت زمان بحران زلزله
A3	عدم توجه به بحث محله محوری مدیریت بحران در منطقه

A4	کمبود پایگاه‌های امدادی آتش نشانی و اورژانس از نظر تعداد نیرو و تجهیزات
A5	عدم برخورداری از مدیریت یکپارچه منطقه‌ای جهت مدیریت بحران زلزله
A6	عدم وجود برنامه مناسب با تراکم جمعیت منطقه برای شرایط اضطرار
A7	شرکت در دوره‌های آموزشی مدیریت بحران با تأکید بر زازله
A8	عدم برخورداری از مقاومت ساختمانی هنگام زلزله
A9	کمبود فضاهای باز و اسکان اضطراری در راستای مدیریت بحران منطقه

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

در این مرحله نزدیکی نسبی ($D-$) نسبت به ($D+$) محاسبه شده و سپس اقدام به رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس مقدار بدست آمده که بین صفر و یک در نوسان است خواهد شد. هر چه این مقدار به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده رتبه بالا و هر چه مقدار مذکور به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده رتبه کمتر می‌باشد.

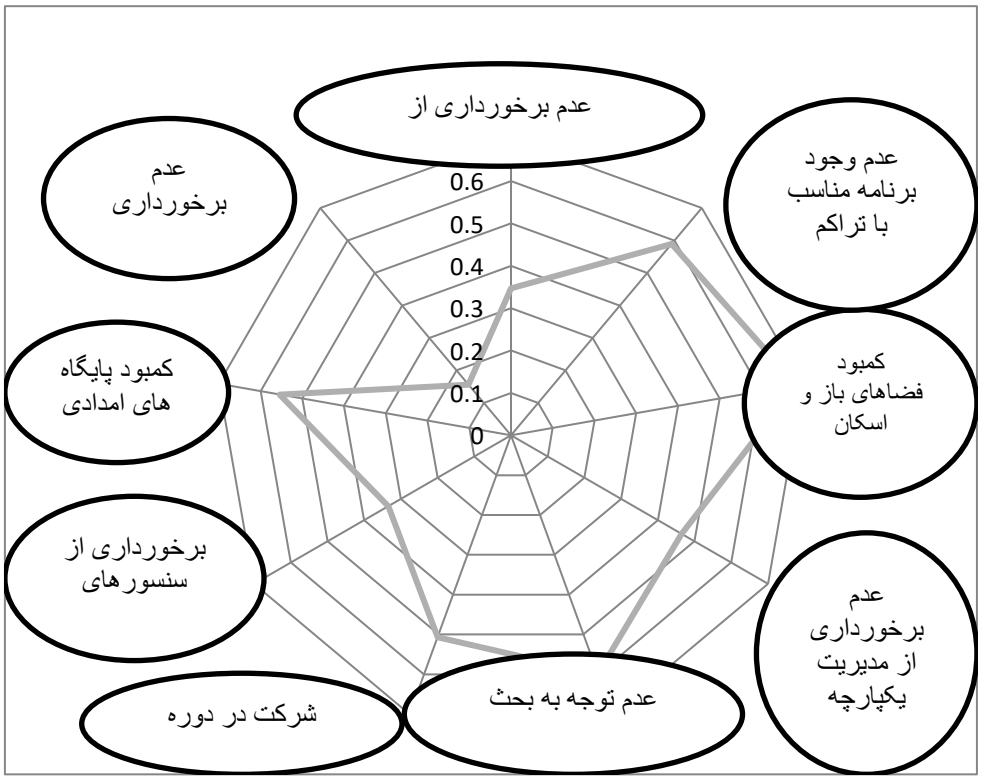
رابطه (۱۲)

$$0 \leq cl_i^+ \leq 1 cl_i^+ = \frac{d_i^-}{(d_i^+ + d_i^-}$$

جدول ۲. رتبه‌بندی معیارها بر اساس مدل تاپسیس

کد	معیارها
A1	عدم برخورداری از سنسورهای حساسی که در مواقع زلزله به طور اتوماتیک مانع ارتباط یافتن جریان انرژی در تأسیسات شهری از قبیل ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز و ترمینال‌های توزیع برق و آب می‌گردند
A2	عدم برخورداری از متولی تخصصی و امکانات کافی در امر جستجو و نجات، آواربرداری، حمل و نقل، ترابری و شرائین حیاتی جهت زمان بحران زلزله
A3	عدم توجه به بحث محله محوری مدیریت بحران در منطقه
A4	کمبود پایگاه‌های امدادی آتش نشانی و اورژانس از نظر تعداد نیرو و تجهیزات
A5	عدم برخورداری از مدیریت یکپارچه منطقه‌ای جهت مدیریت بحران زلزله
A6	عدم وجود برنامه مناسب با تراکم جمعیت منطقه برای شرایط اضطرار
A7	شرکت در دوره‌های آموزشی مدیریت بحران با تأکید بر زازله
A8	عدم برخورداری از مقاومت ساختمانی هنگام زلزله
A9	کمبود فضاهای باز و اسکان اضطراری در راستای مدیریت بحران منطقه

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳



نمودار ۲. معیارهای تحلیل فضایی آسیب‌پذیری و مدیریت بحران منطقه ۲ تهران با تأکید بر زلزله بر اساس مدل تاپسیس

۵. نتیجه‌گیری

تحلیل آسیب‌پذیری و مدیریت بحران در برابر مخاطرات محیطی به ویژه زلزله (قبل از وقوع بحران) کمک‌های اضطراری (حین وقوع بحران) و بازسازی (پس از وقوع بحران) از اقدامات مدیریت بحران است. با توجه به اهداف این پژوهش مطالعات آسیب‌پذیری و مدیریت بحران در برابر زلزله، کاهش تلفات انسانی هنگام زلزله و پس از آن، ایمن‌سازی راه‌های منطقه به ویژه در زمان بحران، حفظ ساختمان‌ها و تأسیسات شهری در برابر زمین لرزه، بهبود سطح ایمنی و خدمات آتش نشانی و پیشگیری از بروز خطرات، آموزش ساکنین در مقابل سوانح طبیعی، ایمن‌سازی و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، تعیین شبکه امن دسترسی و اورژانس(در مواقع بحران)، تعیین و تجهیز مراکز امن(سلسله مراتب محله تا منطقه) است. شهر تهران به عنوان پایتخت و مرکز سیاسی کشور ایران، به واسطه قرار گرفتن چندین گسل فعال در اطراف و درون آن، از ریسک بالایی در برابر خطر زلزله برخوردار است؛ بر این اساس، بررسی‌های مربوط به آسیب‌پذیری لرزه‌ای این شهر یکی از ضروریات مدیریت شهری است. با توجه به فرآیند برنامه‌ریزی شهری، در این پژوهش، با در نظر گرفتن عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری، مناطق شهری در برابر خطرات زلزله با استفاده از عملیات پیش از وقوع زلزله در مدیریت بحران و با توجه به محدوده مورد مطالعه و وضعیت آن، تعداد ۵ متغیر مهم جهت تحلیل آسیب‌پذیری ناشی از زلزله انتخاب شد. علی‌رغم این‌که رویکرد جامعی برای مدیریت شهرها رعایت نمی‌گردد، اما در شرایط بحران، به علت ماهیت پیچیده و غیرقابل پیش‌بینی آن ارائه چنین رویکردهایی، تلاشی در جهت آمادگی در برابر سوانح غیرقابل پیش‌بینی، نظیر زلزله است. برای تحلیل داده‌ها در این پژوهش دو مبحث ارائه شد یکی شناسایی معیارهای آسیب‌پذیر و دیگری روش تحلیل آسیب‌پذیری این معیارها بود. سیستم اطلاعات جغرافیاییGIS و مدل تاپسیس این امکان را فراهم نمود تا تأثیر همه شاخص‌ها در آسیب‌پذیر شدن منطقه در برابر زلزله مشخص گردد.

یافته‌های تکنیک تاپسیس حاکی از آن است در میان معیارهای مورد سنجش شاخص‌ها و معیارهای تحلیل فضایی آسیب‌پذیری و مدیریت بحران منطقه ۲ تهران با تأکید بر زلزله، عدم برخورداری از مقاومت ساختمانی هنگام زلزله با کسب امتیاز ۰.۶۸۴۲ توانسته است در صدر معیار مورد بررسی قرار بگیرد و جایگاه نخست را به خود اختصاص دهد. در همین راستا عدم وجود برنامه مناسب با تراکم جمعیت منطقه برای شرایط اضطرار با کسب امتیاز ۰.۵۹۹۱ توانست جایگاه دوم را در بین معیارها مورد بررسی به خود اختصاص دهد و مسأله‌ای که جایگاه سوم را به خود تخصیص داد می‌توان به کمبود فضاهای باز و اسکان اضطراری در راستای مدیریت بحران منطقه اشاره کرد و در نهایت اینکه معیار

عدم برخورداری از مدیریت یکپارچه منطقه‌ای جهت مدیریت بحران زلزله، عدم توجه به بحث محله محوری مدیریت بحران در منطقه، شرکت در دوره‌های آموزشی مدیریت بحران با تأکید بر زازله و ... به ترتیب در پایین‌ترین رتبه قرار دارند همچنین در رابطه با تحلیل آسیب‌پذیری بر اساس شاخص‌های کیفیت ابنیه، تراکم جمعیت، گسل‌های منطق و فضای سبز در تحلیل نقشه‌ها به ترتیب نواحی ۶،۵،۳ و ۸ دارای بیشترین آسیب‌پذیری می‌باشند. به لحاظ مساحت هم می‌توان گفت که ۴۵/۲۴ درصد از سطح منطقه مورد مطالعه دارای آسیب کم، ۳۵ درصد دارای آسیب متوسط، ۷ درصد دارای کمترین آسیب، ۶/۳ درصد بدون آسیب و نزدیک به ۶ درصد بیشترین آسیب را دارد. این بدان دلیل است که این مناطق دارای بیشترین تراکم جمعیت، بالاترین درصد بافت فرسوده و کمترین دسترسی به فضای باز و سبز را دارند؛ بنابراین می‌توان با اختصاص محدوده بیشتر به فضای سبز و ایجاد سوله‌های مدیریت بحران (بخصوص در نواحی ۶ و ۵) و همچنین مقاوم‌سازی ساختمان‌ها در نواحی مذکور، به عنوان روشی برای ابعاد پیشگیرانه مدیریت بحران جهت کاهش آسیب‌پذیری پیش از وقوع زلزله در این منطقه از شهر تهران اقدام کرد.

جدول ۳. مساحت منطقه بر اساس درجات آسیب‌پذیری

شرح	بیشترین آسیب	کمترین آسیب	بدون آسیب	آسیب کم	آسیب متوسط
مساحت به مترمربع	۲۵۳۸۵۶۷	۳۰۹۳۲۴۲	۲۷۹۷۴۲۴	۱۹۷۸۵۹۵۲	۱۵۵۱۳۲۹۷
درصد	۵/۸۰	۷	۶/۳	۴۵/۲۴	۳۵

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

با توجه به شناخت و ارزیابی‌های انجام گرفته در این پژوهش، در جهت کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله راهکارها و پیشنهاداتی به شرح زیر ارائه می‌گردد:

- ✓ استفاده و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در عرصه مدیریت بحران جهت کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله و امدادرسانی سریع در هنگام بروز بحران.
- ✓ شناسایی عناصر و ظرفیت‌ها در امر اسکان اضطراری و موقت برای شهروندان متأثر، آسیب دیده با رعایت اصول ایمنی، امنیتی، اجتماعی، بهداشتی و محیطی.
- ✓ شناخت نواحی پرتراکم جمعیت و برنامه‌ریزی جهت هرچه کمتر کردن اثرات بلایای طبیعی در این مناطق بررسی نقش برنامه‌ریزی شهری در تقلیل اثرات بلایای طبیعی
- ✓ جلوگیری از افزایش تراکم در مناطق و نواحی با آسیب‌پذیری بالا و هدایت توسعه‌های جدید شهری به سمت نواحی دارای آسیب‌پذیری کم.
- ✓ آموزش نحوه برخورد با سوانح طبیعی به ویژه زلزله به شهروندان و ساماندهی آنان در جهت بهره‌گیری از توان‌های مشارکتی شهروندان در هنگام وقوع بحران.
- ✓ نظارت دقیق و مداوم شهرداری‌ها بر ساخت و سازهای شهری و استفاده از مصالح مقاوم و پایدار در برابر زلزله.
- ✓ تعیین محدوده بافت قدیم شهرها و برنامه‌ریزی و مصون‌سازی بیشتر این ناحیه در برابر بلایای طبیعی
- ✓ بررسی میزان تأثیر فرم شهر در کاهش اثرات بلایای طبیعی
- ✓ ارزیابی نقش مسئولان مدیریت شهری در کاهش اثرات بلایای طبیعی

۶. منابع

۱. احمدآبادی، علی، قاسمی، کیمیا؛۱۳۹۵، کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در ارزیابی آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله با تأکید بر روش ویکور، مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری تهران، دوفصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره ۹، صص ۱۱۱-۱۰۳.

۲. ادهمی، سلام، ملکی، جعفر؛ ۱۳۸۸، سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن درپیشگیری و مدیریت بحران، دومین همایش ملی علوم جغرافیایی ۱۶-۱۵ مهر ماه، دانشگاه پیام نور استان آذربایجان غربی مرکز ارومیه.

۳. آریان‌پور، مهران؛ ۱۳۸۳، ایران و دلایل زمین شناختی زمین لرزه، ماهنامه شهرداری‌ها.

۴. امینی ورکی، سعید، مدیر، مهدی، شمسایی زفرقندی، فتح اله، علی قنبری نسب؛ ۱۳۹۳، شناسایی دیدگاه‌های حاکم بر آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو. فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، ویژه نامه هفته پدافند غیرعامل، صص۱۸۱.

۵. ایری، عبدالجلال؛ ۱۳۷۸، برنامه‌ریزی کاهش اثرات زلزله در سطوح شهری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرسازی به راهنمایی زهره دانشپور، دانشگاه بهشتی.

۶. بزی خدارحم، صادقی نوشین؛ ۱۳۹۶، تحلیل و برآورد آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله، مطالعه موردی: شهر گرگان، مجله آمایش جغرافیایی فضا، دانشگاه گلستان، سال هفتم، شماره ۲۵، صص ۸۸-۷۳.

۷. پوراحمد، احمد؛ لطفی، صدیقه، فرجی، امین، عظیمی، آزاده؛ ۱۳۸۸، بررسی ابعاد پیشگیری از بحران زلزله (مطالعه موردی: شهر بابل)، مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال اول، شماره اول، دوره تابستان، صص ۱-۲۴.

۸. پورمحمدی، محمدرضا؛۱۳۸۵، نقش و کاربرد GIS در مدیریت و نجات ساکنین سکونت گاه‌های شهری و روستایی مطالعه موردی تبریز، دومین همایش علمی-تحقیقی مدیریت امداد و نجات.

۹. خمر، غلامعلی، رخشانی، امین اله؛ ۱۳۹۴، نقش راهکارهای مدیریت بحران در جهت کاهش خسارت‌های ناشی از زلزله، مطالعه موردی: شهر خرم آباد، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۴۱، صص ۱۶۰-۱۴۷.

۱۰. رضایی، می‌ثم؛ ۱۳۹۰، کاربرد مدل‌های مکان‌مند و تحلیل شبکه در مدیریت بحران شهری با استفاده از GIS، مطالعه موردی: منطقه ۳ شهر اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.

۱۱. زبردست، اسفندیار؛ ۱۳۸۰، کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، نشریه علمی پژوهشی هنرهای زیبا، شماره ۱۰.

۱۲. طرح تفصیلی منطقه دو شهر تهران؛ ۱۳۸۴، مهندسان مشاور سرآوند.

۱۳. عبدالهی، مجید؛ ۱۳۸۳، مدیریت بحران در نواحی شهری، انتشارات انوار، تهران.

۱۴. عیسی لو، شهاب الدین، لطیفی، غلامرضا، گودرزی وحید؛ ۱۳۹۵، ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی بافت منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله‌های احتمالی با استفاده از روش IHWP و GIS، فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر، دوره ۲۵، شماره ۱۰۰، صص ۸۷-۷۳.

۱۵. علیجانی، بهلول، ۱۳۹۴، تحلیل فضایی، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۳

۱۶. علیجانی، بهلول، ۱۳۹۳، فرهنگ واژگان مخاطرات محیطی، قطب علمی تحلیل فضایی مخاطرات محیطی جهاد دانشگاهی، دانشگاه خوارزمی تهران

۱۷. فلاح علی آبادی، سعید، گیوه چی، سعید، اسکندری، محمد، سرسنگی، علیرضا، ۱۳۹۲، ارزیابی آسیب‌پذیری بافت تاریخی شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش سلسله مراتبی AHP و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS مطالعه موردی: فهادان یزد، دوفصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره ۳، صص ۱۲-۵.

۱۸. کاظمی، سیدعلی اصغر؛ ۱۳۶۶، مدیریت بحران‌های بین‌المللی، تهران- دفتر مطالعات سیاسی و بین‌المللی.

۱۹. محمدپور، زالی، پوراحمد، صابر، نادر و احمد؛ ۱۳۹۵، تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری در بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله، مطالعه موردی: (محلهٔ سیروس تهران)، نشریه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۱، شماره ۴۸.

۲۰. مدیری، مهدی، شاطریان محسن، حسینی سید احمد؛ ۱۳۹۶، مدل‌سازی آسیب‌پذیری مناطق شهری در زمان وقوع زلزله، (نمونه موردی: منطقه ۳ کلانشهر تهران)، مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ششم، شماره ۱۳، صص ۱۶۴-۱۴۳.

۲۱. مولایی، مژگان؛ ۱۳۷۵، مدیریت بحران در حوادث غیرمترقبه، مجله صنعت و ایمنی، شماره ۹۳.

۲۲. موسوی، سیده معصومه، عابدینی، موسی؛ اسمعیلی عوری، اباذر؛ ۱۳۹۳، ارزیابی خطر زمین لرزه در حوزه شهری ایذه با استفاده از مدل‌های چند معیاری WLC و AHP در محیط GIS، دوفصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره ۷، صص۱۰۱-۹۳.

۲۳. نظم فر، حسین، عشقی چهاربرج، علی؛ ۱۳۹۵، ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زلزله‌های احتمالی مطالعه موردی: منطقه ۳ شهرداری تهران، دوفصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره ۹، صص ۶۱-۴۹.

۲۴. نوروزی، اصغر، فرهادی، مریم؛ ۱۳۹۶، سنجش آسیب‌پذیری و برنامه‌ریزی راهبردی مدیریت بحران (زلزله) در نواحی روستایی، مطالعه موردی: شهرستان شهرکرد، دوفصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره ۱۱، صص ۴۵-۳۱.

25. Alexander, David, (2002), Principles of Emergency and Management, Oxford University Press.
26. Asgari,Ali, (1994): Assessing the Benefits of Planning measures to Reduce Risks: case of natural hazards induced Risks.
27. Burby Raymond et al, (2000), Creating Hazard Resilient Communities through land use planning, natural hazard Journal. Summr. Vol. 6. No. 3(4). PP: 99-106.
28. Cuny. F. C, (1988), Disaster and Development, Oxford university press.
29. Fischer, Henry. Scharnberger, Charls. Geiger, Charls (1996), Redusing Seismic Vulnerability in low to moderate risk areas. Disaster Prevention and Management, Vol 5.
30. Jaques, T. (2010). "Embedding issue management as strategic element of crisis prevention. " Disaster Prevention and Management, 19 (4), 469-482.
31. Katez, G. J. D, Lindell, M. K, (1978), Planning for uncertainty: the case of local Disaster planning, APA Journal, autumn, PP. 475-793.
32. McClure, J. , Johnston, D. , Henrich, L. , Milfont, T. L. , Becker, J, (2015). When a hazard occurs where it is not expected: risk judgments about different regions after the Christchurch earthquakes. Natural Hazards; 75(1), 635-652.
33. Mirtoff, Ian. Shrivastana, Pauli. Udward, Ferdaus, (1978), Effective Crisis Management, Academy of Management Executive Journal, Vol 1, PP: 57-68.
34. Nichols, Elizabeth, Madeleine, McKechnie and Scott, McCarthy, (2013), Combining Crisis
35. Management and Evidence-Based Management: The Queensland Floods as a (eachable Moment), Pp. 21
36. Schmidtlein, Mathew C. , John M. Shafer, Melissa Berry & Susan L. Cutter (2011). Modeled earthquake losses and social vulnerability in charleston, south carolina. Applied Geography 31, PP: 269-281.