نشریه علمی – پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی
سال سوم، شماره ۴ (سری جدید)، پیاپی ۱۲، زمستان ۱۳۹۷ (۲۶-۱۱)

Journal of Physical Development Planning
Vol. 3, No. 4, (New Series), Winter 2019 (11-26)

تحلیل آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر خطر زلزله با استفاده از مدل Topsis (مطالعه موردی: مساکن شهر ارومیه)

محمدحسین پورحسن‌زاده[۱]، قادر احمدی[*۲]
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه ارومیه
۲. استادیار گروه شهرسازی، دانشگاه ارومیه (نویسنده مسئول)
(دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۰۷ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۲)

An Analysis of Urban Housing Vulnerability Against Earthquake Using Topsis Model (Case Study: Urmia City)

Mohammadhossein Pourhasanzadeh[1], Ghader Ahmadi[* 2]
1. MA Student of Urban Planning, Urmia University
2. Assistant Professor, Department of Urbanization, Urmia University
(**Received:** 28/Dec/2017 **Accepted:** 12/Nov/2018)

چکیده

در طول تاریخ همواره وقوع زلزله در شهرهای کشور موجب فروپاشی ساختمان‌ها و در پی آن آسیب‌های جانی و مالی زیادی شده است. به منظور کاهش آسیب‌های ناشی از آن ، احداث ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله و مقاوم سازی ساختمان‌های موجود ضروری است. مقاله حاضر با هدف تحلیل آسیب پذیری مساکن شهر ارومیه و رتبه بندی مناطق این شهر براساس میزان آسیب پذیری مساکن در برابر زلزله با استفاده از روش Topsis انجام گرفته است. روش تحقیق مطالعه حاضر، به صورت توصیفی – تحلیلی بوده و نوع تحقیق، کاربردی و رویکرد آن، به دو صورت کمی و کیفی است. جهت گردآوری داده‌ها از روش مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی بهره گرفته شده است. یافته‌های پژوهش بر اساس مدل Topsis نشان می‌دهد در شهر ارومیه میانگین آسیب پذیری مسکن در مناطق برابر ۰/۴۸۵ می‌باشد که منطقه ۴ با میزان تاپسیس ۰/۸۱۸ درصد، آسیب پذیرترین منطقه به شمار آمده، منطقه ۵ با میزان تاپسیس ۰/۳۳۸ درصد، آسیب پذیری در حد متوسط و منطقه ۱ با ۰/۲۹۶ درصد، کمترین آسیب پذیری را در برابر زلزله را دارد.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری، زلزله، مساکن شهری، ارومیه، مدل Topsis.

Abstract

Earthquake has historically been considered as a cause for vast destruction of buildings, casualties, and financial damages in Iranian cities. To prevent such a disaster it is necessary to construct resistant buildings and retrofitting the existing ones. The main aim of the present study was analyzing the vulnerability of houses in Urmia against the earthquake and ranking the districts of the city using TOPSIS method. The applied method was descriptive-analytical and the type of research was applicable with a quantitative-qualitative approach. Documentary and field methods were applied to collect the required data. Based on TOPSIS method, the findings of the present study indicated that the average rate of vulnerability of houses for the whole city of Urmia was 0.485. The highest rate was belonged to district 4 with a TOPSIS score of 0.818 and the lowest one to district 1 with a score of 0.296. The score of district 5 was 0.338 which is considered as a moderated range of vulnerability against the earthquake.

Keywords: Vulnerability, Earthquake, Urban Housings, Urmia, Topsis Model.

نویسنده مسئول: قادر احمدی

*Corresponding Author: Ghader Ahmadi
E-mail: gh.ahmadi@urmia.ac.ir

مقدمه

بررسی تاریخ شکل گیری سکونتگاه‌های انسانی نشان می‌دهد که بشر در انتخاب مکان سکونت، به دنبال مناطقی بوده است که به آب دسترسی داشته باشد و به همین دلیل، دامنهٔ کوه‌ها، کنار رودخانه‌ها و اطراف گسل‌ها را برای سکونت انتخاب کرده است (Martinelli and Cifai, 2008:145). پایداری و ایمنی در مقابل پدیده‌های طبیعی همیشه فکر بشر را به خود مشغول کرده است (حبیبی و همکاران،۱۳۸۸:۲۴). زلزله یکی از این پدیده‌های طبیعی است که کشورهای متعددی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که عوارض آن روی جوامع بشری چه از بعد تلفات جانی و چه از جنبه‌های اقتصادی همواره در طول تاریخ قابل توجه بوده است (سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵: ۸۹–۸۸). امروزه با وجود پیشرفت‌های تکنولوژیکی و افزایش دانش و توانایی انسان در کنترل مخاطرات طبیعی، شهرها هنوز هم با خطر زلزله مواجه هستند و از این منظر آسیب پذیرند. اگرچه جلوگیری از پدیده زلزله امری غیر ممکن است، اما با اندیشیدن تدابیری می‌توان آسیب‌های ناشی از آن را به حداقل ممکن رساند (مهدوی نژاد و جوانرودی،۱۳۹۱:۱۴).

وضعیت کشور ایران و موقعیت آن در مسیر کمربند زلزله خیز آلپ – هیمالیا و برخورداری از اقلیم متغیر و ناپایداری‌های موقت و مقطعی به دلیل ویژگیهای زمین شناختی خود، در طول تاریخ، مخاطرات طبیعی را در بیشتر شهرهایش تجربه کرده است. نقشه پهنه بندی خطر نسبی زمین لرزه در کشور حاکی از آن است که بیشتر نقاط شهری و غیر شهری کشور در نواحی با خطر نسبی زیاد قرار گرفته‌اند (علوی و همکاران، ۱۳۹۴ :۱۳۰). وجود زمینه‌های وقوع زلزله مانند موقعیت زمین شناسی، وجود گسل‌های فراوان در بطن و حاشیهٔ شهرها و همگام با عوامل انسانی متعدد نظیر جمعیت شهری، افزایش مسکن کم دوام شهری و شهرسازی نامتناسب با بحران زلزله، همگی قابلیت لرزه پذیری شهرها را افزایش داده است؛ همانطور که بررسی ها نشان می دهد ۹۰ درصد شهرهای کشور در برابر زلزله با بزرگی ۵/۵ ریشتر هم آسیب پذیرند. (محمدپور و همکاران، ۱۳۹۴ :۳۵–۳۴). با توجه به وضعیت لرزه خیز بودن کشور و آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله، امروزه یکی از رویکردهای مورد توجه برنامه ریزان شهری در برخورد با این پدیده، بررسی آن از منظر مسأله ایمن سازی شهرها و انجام اقدامات پیشگیرانه به منظور کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله است (قائدرحمتی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۰۸). غالب تحقیقات به عمل آمده در مورد کاهش خسارات ناشی از زلزله پیرامون روش‌های ساخت و ساز واحدهای ساختمانی جهت افزایش مقاومت بنا در برابر زلزله بوده است که این تنها بخشی از جنبه‌های آمادگی در مقابله با زلزله است (سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵: ۸۹). ایمن سازی شهرها و سکونتگاه‌های انسانی در برابر خطرات زلزله را باید در سطوحی فراتر از مقاوم سازی بناها، جستجو نمود و یکی از این عوامل، شهرسازی است. فرم شهر، بافت شهر، تراکم‌های شهری (ساختمانی، جمعیّتی)، تأسیسات و زیرساخت‌های شهری، شبکه‌های ارتباطی شهر و کاربری زمین شهری از جمله عوامل مؤثّر و تعیین کننده در نحوهٔ رفتار شهر در برابر زلزله هستند. در میان این عوامل، برنامه ریزی بهینه کاربری زمین‌های شهری نقش مهمّی در کاهش آسیب پذیری در برابر زلزله دارد (امینی و همکاران، ۱۳۸۶، ۱۶۲). در همین رابطه مسکن یکی از کاربری‌های مهم در شهر است که نبایدهنگام وقوع زلزله دچار آسیب نشود. بدین منظور می‌بایست از طرح‌های ساده برای ساخت مسکن استفاده نمود و رعایت همجواری ها، به ویژه آن که مسکن باید از کاربری‌های خطرآفرین نظیر کارگاه‌های صنعتی، پمپ بنزین‌ها، مخازن و انبارهای نفت و مواد سوختی به دور باشد (حاتمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۳ :۳–۲). همچنین استفاده از مصالح ساختمانی سبک و برقراری امکان تخلیه سریع مناطق مسکونی در کاهش آسیب پذیری مناطق بسیار مؤثّر است (عبداللهی،۱۳۹۱: ۱۵۴).

شهر ارومیه در شمال غرب ایران و در ناحیه‌ای با لرزه خیزی متوسط قرار دارد. با این وجود وقوع زلزله‌های زیان بار گذشته در سلماس واقع در ۷۰ کیلومتری ارومیه و همچنین وقوع زلزله‌های زیان بار در شهر تبریز که فاصله کمی با این شهر دارد و وجود گسل‌های فعالی همچون گسل تبریز، پیرانشهر– سلماس و سد مهاباد و گسل‌های فعال در کشور ترکیه، بررسی آسیب پذیری ناشی از زلزله در این شهر جهت جلوگیری از آسیب‌های جانی و مالی احتمالی ضروری به نظر می‌رسد. در همین راستا، پژوهش حاضر تلاش می کند میزان آسیب پذیری مجموعه‌های مسکونی مناطق شهر ارومیه و اولویت بندی آسیب پذیری این مناطق در برابر زلزله بررسی و براساس نتایج تحقیق راهکارها و سیاست‌های علمی و عملی لازم را در خصوص کاهش آسیب پذیری ارائه نماید.

در بررسی مفاهیم و ادبیات تحقیق می‌توان اظهار کرد که آسیب پذیری میزانی از خسارت به یک عنصر معین در معرض خطر یا مجموعه‌ای از چنین عناصر می باشد که در اثر وقوع

یک عامل خطر آفرین و غالباً بر روی مقیاس از صفر (بدون خسارت) تا یک (مجموع ضرر) بیان می‌شود. آسیب پذیری پدیده‌ای ایستا نیست بلکه به عنوان یک فرآیند پویا در نظر گرفته می‌شود که احتمال ضرر و زیان عوامل فوق را تغییر می‌دهد و بر آنها اثر می‌گذارد (okay, 2005: 23). آسیب پذیری شهری میزان خساراتی است که در صورت بروز سانحه به یک شهر و اجزا و عناصر آن برحسب ماهیت وکیفیت آن‌ها وارد می‌شود. تحلیل آسیب پذیری شهری؛ تحلیل، ارزیابی و پیش بینی احتمال خسارت‌های جانی، مادی و معنوی شهر و ساکنان شهر در برابر مخاطرات احتمالی است (احدنژاد روشتی و همکاران، ۸۸:۱۳۸۹). در واقع آسیب پذیری در زلزله، درجه زیان و ضرر حاصل از زلزله است که در اجتماعات گوناگون بر اساس سطح توسعه و پیشرفت جامعه، تغییر پذیر باشد (Chardon, 1999: 197).

ضرورت کاهش آسیب پذیری شهر در برابر زلزله، به عنوان یکی از اهداف اصلی برنامه ریزی کالبدی، برنامه ریزی شهری و طراحی شهر به شمار می آید. به منظور سیاستگذاری و برنامه ریزی کاهش آسیب پذیری ساختمان‌های شهری در مقابل زلزله و وقوع احتمالی زلزله و عواقب ناشی از آن، ارزیابی پهنه‌های آسیب پذیر شهری ضروری است. بر این اساس، امروزه وضعیت و شرایط مختلف قبل از رخداد زلزله‌های احتمالی در شدت‌های مختلف شبیه سازی و بر مبنای آن نقشه‌های پهنه بندی آسیب پذیری ساختمان‌های شهری تهیه و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵، ۹۳).

مسکن به عنوان یک پدیده انسان ساخت، از مهمترین نمودهای تمدن و فرهنگ بشری بوده و کوچکترین شکل تجسم کالبدی سکونتگاه‌ها به شمار می‌آید و بیانگر رابطه متقابل انسان و محیط جغرافیایی پیرامون خود است (عینالی، ۱۳۹۳: ۱۲۸). مقوله مسکن دارای مفهومی گسترده و پیچیده است و ابعاد متنوعی دارد. از این رو نمی‌توان تعریف جامع و واحدی برای آن بیان کرد (ملکی و شیخی، ۱۳۸۸: ۹۷). طبق تعریف دومین اجلاس اسکان بشر در سال ۱۹۹۶، مسکن سر پناهی مناسب یعنی آسایش، فضا، امنیت و مالکیت، پایداری سازه ای، روشنایی، تهویه و سیستم گرمایشی و سرمایشی، زیرساخت‌های اولیه، کیفیت زیست محیطی، مکان قابل دسترس از نظر کار و تسهیلات اولیه مناسب است (فقهی فرهمند، ۱۳۸۷: ۱۷۳). مسکن از نیازهای اولیه هر انسانی در جوامع مختلف است که ابعاد مختلف اجتماعی، روانی و اقتصادی دارد. ازدوران سکونت انسان غار نشین تا مساکن مدرن امروزی همه نشان دهنده اهمیت مسکن به عنوان یک سرپناه برای موجود انسان می‌باشد (قرخلو و همکاران، ۱۳۸۹، ۸۸). امروزه با توجه به اینکه که بیشترین اوقات انسان‌ها در ساختمان‌های مسکونی سپری می‌شود، لذا بایستی این مکان‌ها به گونه‌ای ساخته، طراحی و مکانیابی شوند که در برابر انواع مخاطرات انسان ساخت و طبیعی از جمله سیل، طوفان، زلزله و ... آسیب ناپذیر باشند و آسایش و امنیت ساکنین را فراهم کنند، به طور مثال بایستی در ساخت و ساز مسکن از مصالح با کیفیت و مقاوم در برابر زلزله و سایر مخاطرات طبیعی استفاده شود و استانداردهایی از قبیل عدم تعرض و جلوآمدگی ساختمان به معبر، رعایت تراکم ساختمانی و جمعیتی، تعداد طبقات مجاز و ... رعایت شود و یا در مکانیابی کاربری‌های مسکونی بایستی به مواردی از قبیل دسترسی مناسب، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه‌ها و ... توجه شود.

در واقع کاربری‌های مسکونی در شهرها آزمایشگاهی است که شرایط تمام عیار آزمایش را دارد و در فرایند تنش‌های شدید زمینی و آسیب پذیری محیط مصنوع شهری به دو شکل تلفات و تخریب تأثیر می‌پذیرد. این در حالی است که سایر کاربری‌های شهری نظیر آموزشی، بهداشتی، مذهبی از آثار دوگانه زلزله صرفاً بخش تخریب را منعکس می‌سازند (بحرینی، ۱۳۷۵: ۷).

درخصوص پیشینه پژوهش می توان به تحقیقات داخلی و خارجی ذیل اشاره کرد:

زنگی آبادی و اسماعیلیان (۱۳۹۲)، به تحلیل شاخص‌های آسیب پذیری مساکن شهر اصفهان در برابر خطرمخاطرات طبیعی پرداخته‌اند، نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که میزان آسیب پذیری مساکن شهر اصفهان در برابر خطر مخاطرات طبیعی زیاد است و شاخص‌های دسترسی با ساختمان، دسترسی به طبقات ساختمان و قدمت بنا، بیشترین تأثیر را در آسیب پذیری مساکن شهر داشته است. تقوایی و رنجبر (۱۳۹۳)، ارزیابی میزان آسیب پذیری واحدهای مسکونی شهر شیراز بر اساس شاخص‌های کالبدی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) را بررسی کرده اند. براساس یافته‌ها، طراحی و برنامه ریزی شهری شیراز در راستای شاخص‌های کالبدی نبوده، به طوری که بالاترین آسیب پذیری بر اساس شبکه دسترسی راه‌ها و فضای باز به منطقه ۸ و کمترین آسیب پذیری مربوط به مناطق ۱ و ۶ شهری است. حاتمی نژاد و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی تحت عنوان «تحلیل میزان آسیب پذیری مسکن شهری در مواقع بروز

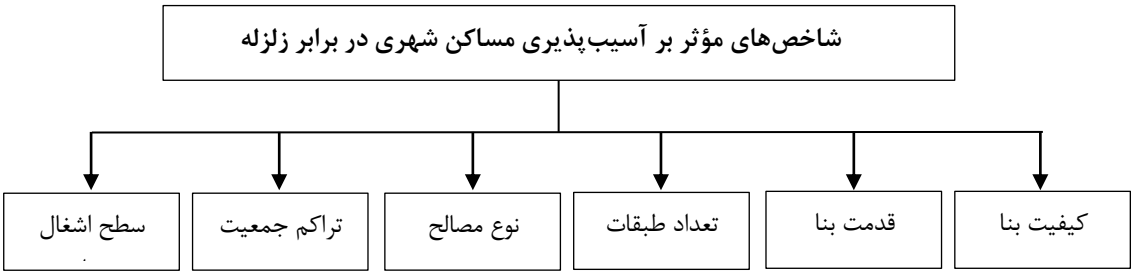
مخاطرات محیطی (زلزله) با استفاده از تکنیک‌های تلفیقی MCDM+GIS (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۶ شهر تهران)» به این نتیجه رسیده‌اند که میزان آسیب پذیری مناطق مسکونی در منطقه ۶ تهران، ۵ درصد در حد آسیب پذیری بسیار بالا، ۲۱ درصد در حد آسیب پذیری بالا، ۳۷ درصد در حد آسیب پذیری متوسط، ۲۴ درصد در حد آسیب پذیری کم و ۱۳ درصد در حد آسیب پذیری بسیار کم بوده است و در کل بافت‌های مسکونی این منطقه در دامنه با آسیب پذیری متوسط و کم قرار دارند. محمدپور و همکاران (۱۳۹۴)، در پژوهشی شاخص‌های آسیب پذیری در بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله با استفاده از روش AHP-FUZZY (مطالعه موردی: محله سیروس تهران) را تحلیل کرده اند، نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که وسعت و پوشش جمعیتی نقاط با آسیب پذیری بالا و بسیار بالا بیشتر است و در کل، محدوده با توجه به همه عوامل کالبدی مورد تحلیل، در برابر زلزله بسیار آسیب پذیر است. سرور و کاشانی اصل (۱۳۹۵)، آسیب پذیری کالبدی شهر اهر در برابر بحران زلزله را ارزیابی کرده اند. نتایج تحلیل آسیب پذیری فضاهای شهر اهر نشان می‌دهد بیش‌تر قسمت‌های ساخته شده شهر در پهنه آسیب پذیری متوسط قرار دارند؛ محلات حاشیه نشین در پهنه آسیب پذیری بالا و بخش‌های مرکزی و تاریخی در پهنه آسیب پذیری بسیار بالا طبقه بندی شده‌اند. با این حال در پهنه بندی آسیب پذیری کل شهر که شامل فضاهای ساخته شده و بایر می‌شود و شهر در طبقه بندی آسیب پذیری خیلی کم قرار می‌گیرد. سریکانس ترالا و همکاران (۲۰۱۰)، در مقاله‌ای تحت عنوان «ارزیابی آسیب پذیری ساختمان های شهرهای گاندهی داهم و ادیپور هند» با پهنه بندی آسیب پذیری مناطق شهری به این نتیجه رسیده‌اند که دلیل اصلی تلفات در این شهرها کیفیت پایین ساخت و ساز ساختمان‌ها بوده است.

با توجه به پژوهش‌های انجام شده و مبانی نظری تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که در کشورهای زلزله خیز مانند کشور ایران، تحلیل و بررسی آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله به‌خصوص بخش‌های مسکونی که محل سکونت و آرامش انسان‌ها بوده و بیشتر وقت خود را در این بخش از شهرها سپری می‌کنند، به منظور حذف و یا کاهش آسیب‌های ناشی از وقوع این پدیده طبیعی امری الزامی است. لذا در این پژوهش نیز به بررسی و تحلیل آسیب پذیری مساکن شهر ارومیه در برابر زلزله پرداخته شده است.

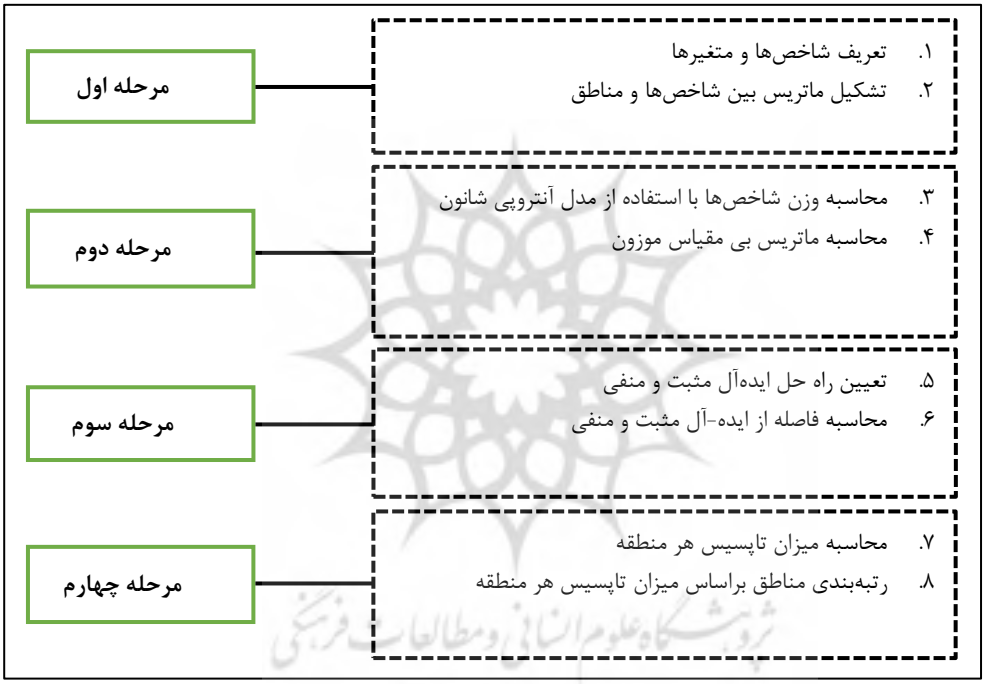
داده‌ها و روش کار

پژوهش حاضر از نظر هدف در حیطه پژوهش‌های کاربردی و از نظر روش تحقیق، از نوع توصیفی- تحلیلی و رویکرد آن، به دو صورت کمی و کیفی است. به منظور جمع آوری داده‌ها در این تحقیق از روش مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. مطالعات کتابخانه‌ای در این پژوهش شامل: کتب، مقالات متعدد مجلات تخصصی، طرح‌ها و پروژه‌های انجام شده (بخصوص طرح‌های جامع و تفصیلی شهر ارومیه)، نشریات رسمی و دولتی، آمارنامه‌ها (شامل سالنامه‌های آماری و سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن) و سایت‌های اطلاعاتی، و مطالعات میدانی نیز شامل مشاهده وضعیت موجود مساکن مناطق شهر ارومیه و توزیع پرسشنامه و مصاحبه با کارشناسان و متخصصان مدیریت شهری شهر یادشده بوده است. برای ارزیابی میزان آسیب پذیری مساکن شهر ارومیه در برابر زلزله ابتدا مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر بر آسیب پذیری مساکن شهری استخراج (شکل ۱)، سپس بر اساس شاخص‌های استخراج شده و بکارگیری مدل تصمیم گیری چند شاخصه Topsis به رتبه بندی مناطق شهر بر اساس آسیب پذیری مساکن در برابر زلزله پرداخته شده است. انجام مدل یادشده در تحقیق حاضر مستلزم طی کردن چند گام می‌باشد (شکل ۲)؛ اولین و مهمترین گام پس از مشخص شدن شاخص ها و متغیرها، تشکیل ماتریس تصمیم گیری بین شاخص‌ها و مناطق است. در این مرحله در واقع بایستی وضعیت هر شاخص در هر منطقه تعیین و مشخص شود. جهت انجام این کار ابتدا بر اساس اطلاعات جمع آوری شده از طرح‌های فرادست و برداشت‌های میدانی به هر یک از شاخص‌ها در هر منطقه یک امتیاز عددی از ۱ تا ۹ داده شده است. اعداد بیانگر وضعیت شاخص‌ها در هر منطقه بوده و شامل پنج طیف می‌باشد که به ترتیب عدد ۹ بیانگر وضعیت بسیار خوب، عدد ۷ بیانگر وضعیت خوب، ۵ بیانگر وضعیت متوسط و ۳ و ۱ به ترتیب بیانگر وضعیت ضعیف و بسیار ضعیف است. علاوه بر امتیازدهی فوق به منظور اطمینان بیشتر و مشخص شدن وضعیت دقیق شاخص‌ها در هر منطقه، از نظرات ۲۰ نفر از کارشناسان و متخصصان مدیریت شهری در شهر ارومیه بهره گرفته شده است و چند نیز امتیازاتی بین ۱ تا ۹ را به شاخص‌ها در هر منطقه داده‌اند. پس از آن از امتیازات داده شده توسط نگارندگان پژوهش و کارشناسان و متخصصان مدیریت شهری، میانگین محاسبه

شده و امتیازات نهایی شاخص‌ها بدست آمده است. با مشخص شدن وضعیت شاخص‌ها در هر منطقه سایر مراحل انجام مدل تاپسیس جهت رتبه بندی مناطق انجام شده که در بخش تحلیل داده‌ها به طور کامل تشریح شده است.

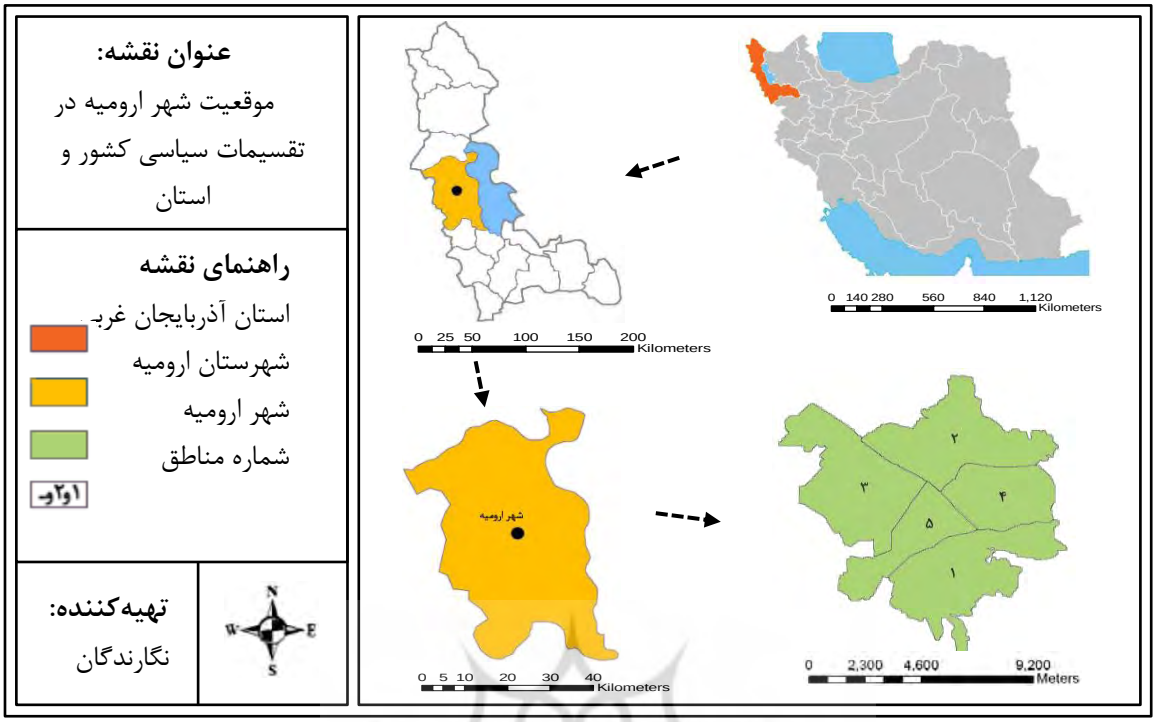


شکل ۱. شاخص‌های پژوهش



شکل ۲. فرایند انجام تحقیق با مدل Topsis

اما در خصوص قلمرو تحقیق حاضر یعنی شهر ارومیه باید بیان کرد که شهر یاد شده یکی از شهرهای بزرگ ایران و مرکز استان آذربایجان غربی است (شکل ۳) (جوان و ملازاده، ۱۳۹۲: ۸۶). این شهر در موقعیت جغرافیایی ۴۵ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است (نظریان و همپانژاد،۱۳۹۲: ۳۹). ارومیه با داشتن موقعیت ممتاز جغرافیایی در ۲۰ کیلومتری دریاچه ارومیه قرار دارد. ارتفاع ارومیه ۱۳۳۲ متر از آب‌های آزاد است و در دشت واقع شده است که ارتفاعاتی چون کوه سیر، کوه قیز قلعه، کوه جهودها، کوه چهل مرشهیدان، کوه ماه، کوه علی پنجه سی و کوه علی ایمان آن را دربرگرفته است (اصغری سراسکانرود و همکاران، ۱۳۹۴ :۴۴). شهر ارومیه طبق سرشماری سال ۱۳۹۰ با ۶۶۷۴۹۹ نفر جمعیت، دهمین شهر پرجمعیت ایران و دومین شهر پر جمعیت منطقه شمال غرب ایران به شمار می‌آید (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰).



شکل ۳. موقعیت جغرافیایی شهر ارومیه (۱۳۹۶)

شرح و تفسیر نتایج

بر اساس یافته های توصیفی سرانه کاربری مسکونی در شهر ارومیه ۴۳,۷۳ متر مربع است که مساحتی برابر با ۲۵۵۰۴۵۵۲ متر مربع و ۲۹,۷۳ درصد از کل مساحت شهر را در بر می‌گیرد. طبق بررسی‌های انجام شده و نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن تعداد واحدهای مسکونی در این شهر بالغ بر ۱۴۰ هزار واحد است که دارای مشخصه‌های زیر در هر یک از شاخص‌های مورد بررسی در این تحقیق (شاخص‌های آسیب پذیری مسکن در برابر زلزله) می‌باشند.

«تراکم نفر در ساختمان» یکی از عوامل در کاهش یا افزایش آسیب پذیری ناشی از بروز زلزله است که با یکدیگر رابطه مستقیمی دارند به طوری که با افزایش جمعیت در سطح، آسیب پذیری افزایش و با کاهش آن آسیب پذیری کاهش خواهد یافت. تراکم جمعیتی در قسمت شمال شرق و قسمتی از شرق شهر ارومیه (مناطق چهار و دو) بسیار بالا است اما بقیه قسمت‌های شهر تراکم کم و متوسط دارد. بنابراین توجه به قسمت‌های پرتراکم شهر که بدان ذکر شد امری الزامی آسیب پذیری مسکن در برابر مخاطرات است، زیرا تأثیر مهمی در چگونگی پایداری ساختمان‌ها بر عهده دارد. اسکلت‌های فلزی و بتن مسلح نسبت به سایر مصالح آسیب پذیری کمتری داشته و حتی در صورت تخریب، آتش سوزی ایجاد شده در آن‌ها کمتر است. با وجود مصالح مقاوم‌تر درصد آسیب پذیری کمتر خواهد شد و البته در به کارگیری مصالح بایستی سعی گردد از مصالح سبک‌تر استفاده گردد تا در صورت خراب شدن آسیب کمتری رخ دهد. از کل واحدهای مسکونی شهر ارومیه حدود ۲۴/۸ درصد در ساختمان‌های اسکلت فلزی، ۶/۲ درصد در ساختمان‌های بتون آرمه، ۵۷/۹ درصد در ساختمان‌های آجر و آهنی با دیوار باربر و ۹/۷ درصد در سایر ساختمان‌های با دیوار باربر قرار دارند، ضمن آن که نوع اسکلت و مصالح ساختمان‌های حدود ۱/۴ درصد از واحدهای مسکونی نامشخص است. از اینرو می‌توان گفت از نظر وضعیت دوام، مساکن شهر در وضعیت مناسبی می‌باشند.

شاخص «کیفیت ابنیه» نیز تأثیر مهمی بر میزان آسیب پذیری ساختمان دارد. در شهرها، ساختمان‌ها را معمولاً بر

اساس کیفیتشان به چهار گروه در حال ساخت، نوساز، قابل مرمت و نگهداری و تخریبی دسته بندی می‌کنند. بدیهی است احتمال مقاومت ساختمان‌های با کیفیت بالا (نوساز) نسبت به ساختمان‌های تخریبی بیشتر است. طبق بررسی‌های صورت گرفته از کل واحدهای مسکونی شهر ارومیه، بیش از ۲۴/۷ درصد غیر قابل مرمت و نگهداری (تخریبی) می‌باشند که بیشتر در منطقه ۴، واقع شده‌اند. این منطقه بافت قدیمی و هسته اولیه شهر می‌باشد که بخش عمده بافت فرسوده شهر در آن قرار دارد.

یکی دیگر از شاخص مهم، «مساحت قطعات» است، زیرا آسیب‌پذیری در قطعات کوچکتر به علت خرد شدن فضای باز و کاسته شدن فضای مفید و امن برای کمک رسانی نسبت به قطعات بزرگ بیشتر است. بنابراین هر چه مساحت قطعات پایین‌تر باشد به تبع آن آسیب پذیری نیز بیشتر خواهد بود. به عنوان نمونه باید گفت بافت‌های فرسوده شهری که متراژ قطعات عموماً کمتر از ۲۰۰ مترمربع است، آسیب بیشتری خواهند دید. در شهر ارومیه ۷/۹ درصد واحدهای مسکونی زیربنای کمتر از ۵۰ متر مربع، ۱۲/۸ دارای زیربنای بین ۵۰ تا ۷۵ متر مربع، ۲۶/۶ درصد دارای زیربنای ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر مربع و ۱۳/۶ درصد دارای زیربنای ۱۵۰ تا ۲۰۰ مترمربع می‌باشند.

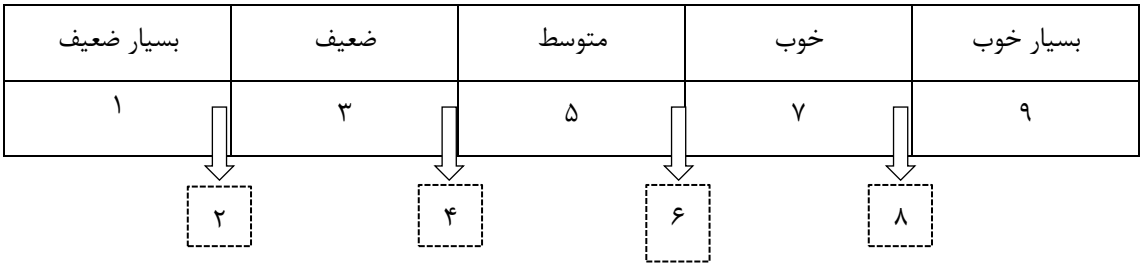
بررسی آسیب‌پذیری مساکن مناطق شهر ارومیه با استفاده از مدل Topsis

تاپسیس از جمله مدل‌های تصمیم گیری است که می‌تواند راه گشای بسیاری از مسائل تصمیم گیری برای مدیران و برنامه ریزان باشد. این مدل برای اولین بار در سال ۱۹۸۱ توسط هوانگ و یون ارائه گردید و کم کم با گذشت زمان اصلاحاتی بر روی آن صورت داده شد و جای خود را به عنوان یکی از بهترین و دقیق‌ترین روش‌های تصمیم گیری چند شاخصه در میان مدیران و برنامه ریزان باز کرد (نعمتی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۱۲). در این روش تحلیل معیاره گسسته، m گزینه به وسیله n شاخص مورد ارزیابی قرار گرفته و گزینه‌ها براساس شباهت به راه حل ایده آل رتبه‌بندی می‌شوند. اساس این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد (شیخی و همکاران، ۱۳۹۴: ۷۳).

حال جهت بررسی آسیب‌پذیری مساکن مناطق مختلف شهر، مستلزم طی کردن مراحل زیر می‌باشد:

مرحله ۱: امتیاز دهی به شاخص‌ها

در این مرحله به منظور مشخص شدن وضعیت شاخص‌ها در هر منطقه، بر اساس اطلاعات جمع آوری شده از طرح‌های فرادست و برداشت‌های میدانی به امتیاز دهی شاخص‌ها برای هر یک از مناطق پنج گانه شهر ارومیه پرداخته شده است. بدین منظور جهت امتیاز دهی پنج درجه بسیار خوب، خوب، متوسط، ضعیف و بسیار ضعیف در نظر گرفته شده و به ترتیب با اعداد ۹، ۷، ۵، ۳ و ۱، کد گذاری شده‌اند به گونه‌ای که عدد ۹ نشان دهنده وضعیت بسیار خوب و عدد ۱ نشان دهنده وضعیت بسیار ضعیف است. باید توجه داشت که ارزش‌های ۸، ۶، ۴ و ۲ ارزش‌های واسط بین دو ارزش دیگر هستند (شکل ۴). همچنین به منظور اطمینان بیشتر و مشخص شدن وضعیت دقیق شاخص‌ها در هر منطقه، علاوه بر امتیازدهی فوق از نظرات کارشناسان و متخصصان حوزه‌های مختلف مربوط به موضوع که از وضع موجود شهر ارومیه شناخت داشته‌اند، استفاده شده است و آنها نیز امتیازاتی بین ۱ تا ۹ را به شاخص‌ها در هر منطقه داده‌اند.



شکل ۴. کدگذاری جهت امتیازدهی به شاخص‌ها برای هریک از مناطق

در نهایت با میانگین‌گیری از امتیازات داده شده توسط نگارندگان پژوهش و کارشناسان، ماتریس تصمیم گیری شامل امتیازات نهایی شاخص‌ها که بیانگر وضعیت آنها در هر منطقه می‌باشد (به طور مثال: امتیاز شاخص قدمت بنا در منطقه یک برابر با عدد ۱ می‌باشد که بیانگر وضعیت بسیار ضعیف این شاخص در منطقه یک است یا به عبارتی مساکن موجود در منطقه یک به طور میانگین دارای قدمتی بالا بوده و در برابر زلزله آسیب پذیر هستند)، تهیه شده است:

جدول ۱. ماتریس تصمیم گیری

سطح اشغال بنا	تراکم جمعیت	تعداد طبقات	نوع مصالح	کیفیت بنا	قدمت بنا	شاخص/منطقه
۲	۱	۳	۵	۷	۱	۱
۶	۲	۵	۶	۲	۷	۲
۳	۴	۱	۹	۴	۳	۳
۹	۳	۷	۳	۴	۷	۴
۱	۴	۱	۳	۷	۵	۵

سپس از طریق رابطه (۱) ماتریس تصمیم گیری بی مقیاس تهیه شده است (جدول ۲). مطابق با این رابطه هر کدام از عناصر ماتریس تصمیم گیری (Ni) را بر مجذور مجموع مربعات عناصر هر ستون تقسیم شده است تا Nij (مقدار بی مقیاس شده گزینه i از نظر شاخص (j) به دست آید.

رابطه (۱): $$Nij = \frac{Ni}{\sqrt{\sum Ni^2}}$$

مثال (شاخص قدمت بنا در منطقه ۱): $$Nij = \frac{1}{\sqrt{\sum\left[1^2+7^2+3^2+7^2+5^2\right]}} = 0.0867109$$

جدول ۲. ماتریس تصمیم گیری بی مقیاس

سطح اشغال بنا	تراکم جمعیت	تعداد طبقات	نوع مصالح	کیفیت بنا	قدمت بنا	شاخص/منطقه
۰/۱۷۴۷۴۰۸	۰/۱۴۷۴۴۱۹	۰/۳۲۵۳۹۵۶	۰/۳۹۵۲۸۴۷	۰/۶۰۴۷۰۷۸	۰/۰۸۶۷۱۰۹	۱
۰/۵۲۴۲۲۲۴	۰/۲۹۴۸۸۳۹	۰/۵۴۲۳۲۶۱	۰/۴۷۴۳۴۱۶	۰/۱۷۲۷۷۳۶	۰/۶۰۶۹۷۶۹	۲
۰/۲۶۲۱۱۱۲	۰/۵۸۹۷۶۷۸	۰/۱۰۸۴۶۵۲	۰/۷۱۱۵۱۲۴	۰/۳۴۵۵۴۷۳	۰/۲۶۰۱۳۲۹	۳
۰/۷۸۶۳۳۳۶	۰/۴۴۲۳۲۵۸	۰/۷۵۹۲۵۶۶	۰/۲۳۷۱۷۰۸	۰/۳۴۵۵۴۷۳	۰/۶۰۶۹۷۶۹	۴
۰/۰۸۷۳۷۰۴	۰/۵۸۹۷۶۷۸	۰/۱۰۸۴۶۵۲	۰/۲۳۷۱۷۰۸	۰/۶۰۴۷۰۷۸	۰/۴۳۳۵۵۴۹	۵

مرحله ۲: در این مرحله به منظور محاسبه وزن هر یک از شخص‌ها با استفاده از آنتروپی شانون، ابتدا طبق رابطه (۲) مقدار Pij برای هر یک از شاخص‌ها در هر منطقه محاسبه شده است. در این رابطه هریک از عناصر ماتریس تصمیم‌گیری (جدول ۱) بر مجموع عناصر هر ستون تقسیم شده؛ برای مثال مقدار Pij برای شاخص قدمت بنا در منطقه ۱ به صورت زیر به‌دست می‌آید:

رابطه (۲): $$Pij = \frac{Ni}{\sum Ni}$$

مثال (شاخص قدمت بنا در منطقه ۱): $$Pij = \frac{1}{1+7+3+7+5} = 0.0434782$$

جدول ۳. مقدار Pij شاخص‌ها در مناطق

شاخص/منطقه	قدمت بنا	کیفیت بنا	نوع مصالح	تعداد طبقات	تراکم جمعیت	سطح اشغال بنا
۱	۰/۰۴۳۴۷۸۲	۰/۲۹۱۶۶۶۶	۰/۱۹۲۳۰۷۶	۰/۱۷۶۴۷۰۵	۰/۰۷۱۴۲۸۵	۰/۰۹۵۲۳۸۰
۲	۰/۳۰۴۳۴۷۸	۰/۰۸۳۳۳۳۳	۰/۲۳۰۷۶۹۲	۰/۲۹۴۱۱۷۶	۰/۱۴۲۸۵۷۱	۰/۲۸۵۷۱۴۲
۳	۰/۱۳۰۴۳۴۷	۰/۱۶۶۶۶۶۶	۰/۳۴۶۱۵۳۸	۰/۰۵۸۸۲۳۵	۰/۲۸۵۷۱۴۲	۰/۱۴۲۸۵۷۱
۴	۰/۳۰۴۳۴۷۸	۰/۱۶۶۶۶۶۶	۰/۱۱۵۳۸۴۶	۰/۴۱۱۷۶۴۷	۰/۲۱۴۲۸۵۷	۰/۴۲۸۵۷۱۴
۵	۰/۲۱۷۳۹۱۳	۰/۲۹۱۶۶۶۶	۰/۱۱۵۳۸۴۶	۰/۰۵۸۸۲۳۵	۰/۲۸۵۷۱۴۲	۰/۰۴۷۶۱۹۰

مرحله ۳: با بدست آمدن مقدار Pij شاخص‌ها در مناطق در مرحله قبل، در این مرحله ابتدا مقدار آنتروپی شاخص‌ها (Ej) طبق رابطه (۳) و انحراف معیار (Dj) طبق رابطه (۴) محاسبه شده است و در نهایت وزن شاخص‌ها (Wj) طبق رابطه (۵) بدست آمده است. به منظور روشن شدن روابط یک مثال (شاخص قدمت بنا) برای هر کدام محاسبه شده است.

$$k = \frac{1}{\ln 5} = 0.625$$

رابطه (۳): $$Ej = -K\sum[Pij * Ln(Pij)]$$

مثال (شاخص قدمت بنا): $$Ej = -0.625\sum\begin{bmatrix}0.043*Ln(0.043)+0.304*Ln(0.304)+0.130*Ln(0.130)+\\0.304*Ln(0.304)+0.217*Ln(0.217)\end{bmatrix} = 0.7388$$

(۴) رابطه : $Dj = 1 - Ej$

مثال (شاخص قدمت بنا): $Dj = 1 - 0.738 = 0.2612$

(۵) رابطه: $Wj = \frac{Dj}{\sum Dj}$

مثال (شاخص قدمت بنا): $Wj = \frac{0.261}{0.261 + 0.828 + 0.615 + 0.676 + 0.312 + 0.469} = 0.0825$

جدول ۴. مقدار آنتروپی، انحراف معیار و وزن شاخص‌های پژوهش

شاخص	قدمت بنا	کیفیت بنا	نوع مصالح	تعداد طبقات	تراکم جمعیت	سطح اشغال بنا
E_j	۰/۷۳۸۸۲۲۴	۰/۱۷۱۳۰۳۷	۰/۳۸۴۲۵۴۰	۰/۳۲۳۹۱۱۴	۰/۶۸۷۴۵۶۷	۰/۵۳۰۶۳۳۵
D_j	۰/۲۶۱۱۷۷۵	۰/۸۲۸۶۹۶۲	۰/۶۱۵۷۴۵۹	۰/۶۷۶۰۸۸۵	۰/۳۱۲۵۴۳۲	۰/۴۶۹۳۶۶۴
W_j	۰/۰۸۲۵۵۶۶	۰/۲۶۱۹۴۵۷	۰/۱۹۴۶۳۳۴	۰/۲۱۳۷۰۷۴	۰/۰۹۸۷۹۲۹	۰/۱۴۸۳۶۳۸

مرحله ۴: در این مرحله ماتریس بی مقیاس شده موزون (نرمال شده) از طریق ضرب هر یک از عناصر ماتریس تصمیم‌گیری (جدول ۱) در وزن شاخص‌ها (Wj های محاسبه شده در جدول ۴) بدست آمده است.

جدول ۵. ماتریس بی مقیاس شده موزون (ماتریس نرمال سازی شده)

شاخص/منطقه	قدمت بنا	کیفیت بنا	نوع مصالح	تعداد طبقات	تراکم جمعیت	سطح اشغال بنا
۱	۰/۰۰۷۱۵۸۵	۰/۱۵۸۴۰۰۶	۰/۰۷۶۹۳۵۶	۰/۰۶۹۵۳۹۴	۰/۰۱۴۵۶۶۲	۰/۰۲۵۹۲۵۲
۲	۰/۰۵۰۱۰۹۹	۰/۰۴۵۲۵۷۳	۰/۰۹۲۳۲۲۷	۰/۱۱۵۸۹۹۱	۰/۰۲۹۱۳۲۴	۰/۰۷۷۷۷۵۶
۳	۰/۰۲۱۴۷۵۶	۰/۰۹۰۵۱۴۶	۰/۱۳۸۴۸۴۱	۰/۰۲۳۱۷۹۸	۰/۰۵۸۲۶۴۹	۰/۰۳۸۸۸۷۸
۴	۰/۰۵۰۱۰۹۹	۰/۰۹۰۵۱۴۶	۰/۰۴۶۱۶۱۳	۰/۱۶۲۲۵۸۷	۰/۰۴۳۶۹۸۶	۰/۱۱۶۶۶۳۴
۵	۰/۰۳۵۷۹۲۸	۰/۱۵۸۴۰۰۶	۰/۰۴۶۱۶۱۳	۰/۰۲۳۱۷۹۸	۰/۰۵۸۲۶۴۹	۰/۰۱۲۹۶۲۶

مرحله ۵: مشخص کردن راه حل ایده‌آل مثبت و راه حل ایده‌آل منفی؛

ایده‌آل مثبت را با Vj^+ نشان می‌دهند و بایستی برای شاخص‌های مثبت بزرگترین مقدار در مناطق مختلف و برای شاخص‌های منفی کوچکترین مقدار در مناطق مختلف انتخاب شود. ایده‌آل منفی نیز با Vj^- نشان می‌دهند و بایستی برعکس ایده‌آل مثبت برای شاخص‌های مثبت، کوچکترین مقدار و برای شاخص‌های منفی بزرگترین مقدار در مناطق مختلف انتخاب شود. لذا، در این مرحله از بین عناصر ماتریس بی مقیاس شده موزون (جدول ۵) ایده‌آل‌های مثبت و منفی انتخاب شده‌اند (جدول ۶).

جدول ۶. ماتریس راه حل آیده‌آل مثبت و منفی

سطح اشغال بنا	تراکم جمعیت	تعداد طبقات	نوع مصالح	کیفیت بنا	قدمت بنا	شاخص
۰/۱۱۶۶۶۳۴	۰/۰۵۸۲۶۴۹	۰/۱۶۲۲۵۸۷	۰/۰۴۶۱۶۱۳	۰/۰۴۵۲۵۷۳	۰/۰۵۰۱۰۹۹	ایده آل مثبت
۰/۰۱۲۹۶۲۶	۰/۰۱۴۵۶۶۲	۰/۰۲۳۱۷۹۸	۰/۱۳۸۴۸۴۱	۰/۱۵۸۴۰۰۶	۰/۰۰۷۱۵۸۵	ایده آل منفی

مرحله ۵: محاسبه فاصله هر گزینه از ایده آل مثبت و ایده آل منفی؛

جهت محاسبه فاصله گزینه‌های مختلف از ایده آل مثبت (Dj^+) و فاصله گزینه‌های مختلف از ایده آل منفی (Dj^-) از دو رابطه (۶) و (۷) استفاده شده است. لازم به ذکر است که در این روابط Vj^+ و Vj^- ایده آل‌های مثبت و منفی هستند که در مرحله قبل بدست آمده‌اند (جدول ۶) و Vij نیز عناصر ماتریس بی مقیاس شده موزون (جدول ۵) است.

رابطه (۶): $Dj^+ = \sqrt{\sum (Vij - Vj^+)^2}$

مثال (منطقه ۱): $Dj^+ = \sqrt{\sum (0.00715-0.05010)^2 + (0.01280)^2 + (0.00094)^2 + (0.00859)^2 + (0.00190)^2 + (0.00823)^2} = 0.1852920$

رابطه (۷): $Dj^- = \sqrt{\sum (Vij - Vj^-)^2}$

مثال (منطقه ۱): $Dj^- = \sqrt{\sum (0.00715-0.00715)^2 + (0)^2 + (0.00378)^2 + (0.00214)^2 + (0)^2 + (0.00016)^2} = 0.078137$

جدول ۷. ماتریس فاصله هر منطقه از ایده آل‌های مثبت و منفی

فاصله از ایده-آل مثبت و منفی	سطح اشغال بنا	تراکم جمعیت	تعداد طبقات	نوع مصالح	کیفیت بنا	قدمت بنا	شاخص/منطقه	
۰/۱۸۵۲۹۲۰	۰/۰۰۸۲۳۳۴	۰/۰۰۱۹۰۹۵	۰/۰۰۸۵۹۶۸	۰/۰۰۰۹۴۷۰	۰/۰۱۲۸۰۱۴	۰/۰۰۱۸۴۴۸	$(Vij - Vj^+)^2$	۱
۰/۰۷۸۱۳۷۴	۰/۰۰۰۱۶۸۰	۰	۰/۰۰۲۱۴۹۲	۰/۰۰۳۷۸۸۲	۰	۰	$(Vij - Vj^-)^2$	

۲	$(Vij - Vj^{+})^2$	۰	۰/۰۰۱۰۵۳۳	۰/۰۰۲۱۳۰۸	۰/۰۰۲۱۴۹۲	۰/۰۰۰۸۴۸۷	۰/۰۰۱۵۱۲۲	۰/۰۸۷۷۱۷۹
	$(Vij - Vj^{-})^2$	۰/۰۰۲۵۱۱۰	۰/۰۱۲۸۰۱۴	۰/۰۰۲۱۳۰۸	۰/۰۰۸۵۹۶۸	۰/۰۰۰۲۱۲۱	۰/۰۰۴۲۰۰۷	۰/۱۷۴۵۰۸۰
۳	$(Vij - Vj^{+})^2$	۰/۰۰۰۸۱۹۹	۰/۰۰۲۰۴۸۲	۰/۰۰۸۵۲۳۴	۰/۰۱۹۳۴۲	۰	۰/۰۰۶۰۴۹۰	۰/۱۹۱۷۹۰۶
	$(Vij - Vj^{-})^2$	۰/۰۰۰۲۰۴۹	۰/۰۰۴۶۰۸۵	۰	۰	۰/۰۰۱۹۰۹۵	۰/۰۰۰۶۷۲۱	۰/۰۸۵۹۹۵۲
۴	$(Vij - Vj^{+})^2$	۰	۰/۰۰۲۰۴۸۲	۰	۰	۰/۰۰۰۲۱۲۱	۰	۰/۰۴۷۵۴۳۶
	$(Vij - Vj^{-})^2$	۰/۰۰۱۸۴۴۸	۰/۰۰۴۶۰۸۵	۰/۰۰۸۵۲۳۴	۰/۰۱۹۳۴۲	۰/۰۰۰۸۴۸۷	۰/۰۱۰۷۵۳۸	۰/۲۱۴۲۹۴۹
۵	$(Vij - Vj^{+})^2$	۰/۰۰۰۲۰۴۹	۰/۰۱۲۸۰۱۴	۰	۰/۰۱۹۳۴۲	۰	۰/۰۱۰۷۵۳۸	۰/۲۰۷۶۱۳۱
	$(Vij - Vj^{-})^2$	۰/۰۰۰۸۱۹۹	۰	۰/۰۰۸۵۲۳۴	۰	۰/۰۰۱۹۰۹۵	۰	۰/۱۰۶۰۸۰۱

مرحله ۶: محاسبه نزدیکی نسبی مناطق به راه حل ایده‌آل و رتبه بندی مناطق؛

برای بدست آوردن میزان نزدیکی نسبی هر منطقه به راه حل ایده‌آل (CL) از رابطه (۸) استفاده شده است. مقدار CL، بدست آمده بایستی بین صفر و یک باشد و هرچه این مقدار به یک نزدیک‌تر باشد، راهکار به جواب ایده‌آل نزدیک‌تر است و راهکار بهتری خواهد بود. لذا در این مرحله با توجه به محاسبات انجام شده و مقدار CL بدست آمده مناطق رتبه‌بندی شده‌اند (جدول ۸)، همچنین با توجه به کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین مقدار CL (دامنه اعداد) مناطق شهر بر اساس ۵ طیف آسیب‌پذیری تقسیم‌بندی شده (جدول ۹) و در نهایت نقشه پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری مساکن مناطق مختلف شهر رسم شده است (شکل ۵).

رابطه (۸): $$CL = \frac{Dj^{-}}{Dj^{-} + Dj^{+}}$$

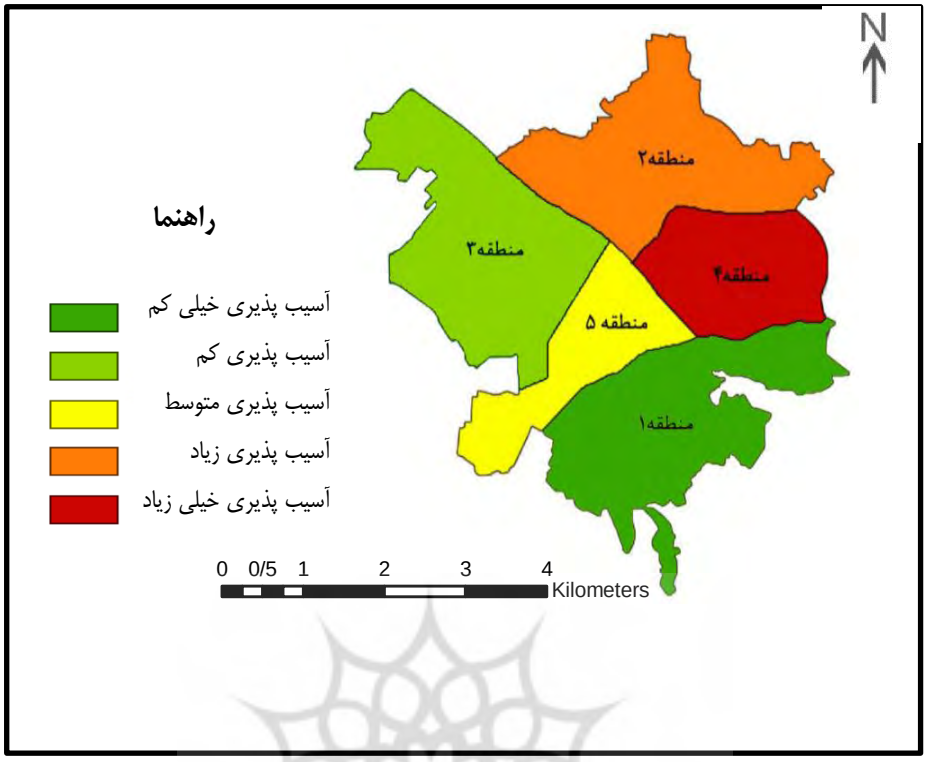
مثال (منطقه ۱): $$CL = \frac{0.0781374}{0.0781374 + 0.1852920} = 0.296616$$

جدول ۸. میزان تاپسیس و رتبه مناطق

مناطق	میزان آسیب‌پذیری
۱	خیلی کم
۳	کم
۵	متوسط
۲	زیاد
۴	خیلی زیاد

جدول ۹. آسیب‌پذیری مناطق شهر ارومیه

رتبه	میزان تاپسیس	مناطق
۵	۰/۲۹۶۶۱۶	۱
۲	۰/۶۶۵۴۸۷	۲
۴	۰/۳۰۹۵۷۳	۳
۱	۰/۸۱۸۴۲۳	۴
۳	۰/۳۳۸۱۶۵	۵



شکل ۵. نقشه پهنه بندی آسیب پذیری مساکن شهر ارومیه در برابر زلزله (۱۳۹۶)

با توجه به نتایج بدست آمده از جداول ۸، ۹ و شکل ۵ می‌توان گفت که بیشترین آسیب پذیری مربوط به مساکن منطقه ۴ و کمترین آسیب پذیری مربوط به منطقه ۱ می‌باشد. مناطق ۲، ۵ و ۳ به ترتیب در طیف‌های زیاد، متوسط و کم قرار گرفته‌اند.

بحث و نتیجه گیری

زلزله یکی از مخاطرات طبیعی است که همواره جان انسان‌ها و سکونتگاه‌های بشری را تهدید کرده و در مدت کوتاهی می‌تواند خسارت‌های زیادی را برجای گذارد. این مخاطره طبیعی همیشه به عنوان پدیده‌ای تکرار پذیر در طول تاریخ وجود داشته و در آینده نیز وجود خواهد داشت. وقوع چنین حادثه‌ای در بیشتر موارد تاثیرات ویران کننده‌ای بر سکونتگاه‌های انسانی بر جای گذاشته و تلفات سنگینی بر ساکنان آنان تحمیل کرده است. امروزه ساختمان‌های مسکونی مکان‌هایی هستند که انسانها بیشترین اوقات خود را در آن می‌گذرانند، بدین جهت در زلزله‌هایی که تاکنون به وقوع پیوسته، بیشترین تلفات جانی و مالی، ناشی از فرو ریختن ساختمان‌های مسکونی بوده است لذا به منظور جلوگیری از این تلفات، بررسی و ارزیابی میزان آسیب پذیری مساکن در مقابل زلزله امری ضروری به نظر می‌رسد تا در صورت وجود نارسایی و کمبود، با اعمال اصلاحات لازم و مقاوم سازی برای رسیدن به مساکن مقاوم در برابر زلزله، از تلفات و خسارت‌های زیاد آتی جلوگیری به عمل آید. به عبارتی شناسایی میزان آسیب پذیری مجموعه‌های مسکونی نواحی شهری و پهنه بندی و اولویت بندی آسیب پذیری این نواحی، پیشگیری و آماده سازی سیاست‌هایی برای مقاوم‌سازی مجموعه‌های مسکونی است.

با توجه به نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته مشخص شد که شهر ارومیه در مرکز استان آذربایجان غربی به دلیل وجود گسل‌های فعالی همچون گسل تبریز، پیرانشهر–سلماس و سد مهاباد و گسل‌های فعال در کشور ترکیه، در اطراف آن و همچنین وقوع زلزله‌های مخرب در شهرهایی چون تبریز و سلماس که فاصله کمی با این شهر دارند، در معرض خطر وقوع زلزله قرار دارد. بنابراین بررسی آسیب پذیری ناشی از زلزله در این شهر جهت جلوگیری از آسیب‌های جانی و مالی احتمالی ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور در این پژوهش به تحلیل آسیب پذیری مساکن شهر ارومیه و رتبه بندی مناطق شهر در برابر زلزله پرداخته شده است. در این راستا از مهمترین متغیرهای مؤثر بر آسیب‌پذیری مساکن

شهری از جمله؛ کیفیت بنا، قدمت بنا، تعداد طبقات، نوع مصالح، تراکم جمعیت و سطح اشغال استفاده شده است.

بررسی‌ها و تحلیل‌های انجام گرفته بر اساس مدل Topsis نشان می‌دهد در شهر ارومیه میانگین آسیب پذیری مساکن در مناطق برابر ۰/۴۸۵ می‌باشد که منطقه ۴ با بالاترین میزان تاپسیس (CL = ۰/۸۱۸)، آسیب پذیر ترین منطقه در برابر زلزله به شمار آمده، منطقه ۵ با میزان تاپسیس ۰/۳۳۸ = CL، آسیب پذیری در حد متوسط و منطقه ۱ با میزان تاپسیس ۰/۲۹۶ = CL، کمترین آسیب پذیری را در برابر زلزله در مناطق شهر ارومیه داراست.

به طور کلی بر اساس نتایج حاصله از تحقیق، مساکن مناطق مختلف شهر ارومیه به لحاظ میزان آسیب پذیری در برابر زلزله در پنج طیف قرار گرفته‌اند، که به ترتیب مساکن منطقه یک کمترین آسیب پذیری، مساکن منطقه سه آسیب پذیری کم، مساکن منطقه پنج آسیب پذیری متوسط، مساکن منطقه دو آسیب پذیری زیاد و مساکن منطقه چهار از بیشترین میزان آسیب پذیری برخوردارند.

نتایج پژوهش حاضر تا حدودی با تحقیق حاتمی نژاد و همکاران (۱۳۹۳) سازگاری دارد؛ چرا که در پژوهش آنها میزان آسیب پذیری مسکن شهری در مواقع بروز مخاطرات محیطی (زلزله) (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۶ شهر تهران) بررسی و تحلیل شده و به این نتیجه رسیده‌اند که بافت‌های مسکونی منطقه ۶ در دامنه با آسیب پذیری متوسط و کم قرار دارند.

در تحقیق زنگی آبادی و اسماعیلیان (۱۳۹۲) به تحلیل شاخص‌های آسیب پذیری مساکن شهر اصفهان در برابر خطر بلایای طبیعی پرداخته‌اند، و به این نتیجه رسیده‌اند که میزان آسیب پذیری مساکن شهر اصفهان در برابر خطر بلایای طبیعی زیاد است و شاخص‌های دسترسی با ساختمان، دسترسی به طبقات ساختمان و قدمت بنا، بیشترین تأثیر را در آسیب پذیری مساکن شهر داشته است. در حالی که در این پژوهش به صورت جزئی‌تر به آسیب پذیری مساکن شهر ارومیه در برابر مخاطره طبیعی زلزله پرداخته شده و موضوع در سطح مناطق شهر ارومیه بررسی و تحلیل شده و مناطق مختلف بر اساس میزان آسیب پذیری مساکن در برابر زلزله رتبه بندی شده‌اند.

در تحقیقی دیگر تقوایی و رنجبر (۱۳۹۳) به ارزیابی میزان آسیب پذیری واحدهای مسکونی شهر شیراز بر اساس شاخص‌های کالبدی پرداخته‌اند و وضعیت هر یک از شاخص‌های کالبدی را در مناطق مختلف شهر شیراز مورد بررسی قرار داده‌اند. اما در پژوهش حاضر آسیب پذیری مساکن شهر ارومیه بر اساس شاخص‌های مختلف مؤثر بر آسیب پذیری در برابر زلزله بررسی شده و مناطق شهر بر اساس این شاخص‌ها رتبه بندی شده‌اند.

سریکانس ترالا و همکاران در سال ۲۰۱۰ در پژوهشی به ارزیابی آسیب پذیری ساختمان های شهرهای گاندهی داهم و ادیپور هند پرداخته‌اند و با پهنه بندی آسیب پذیری مناطق شهری به این نتیجه رسیده‌اند که دلیل اصلی تلفات در این شهرها کیفیت پایین ساخت و ساز ساختمان‌ها بوده است. پژوهش حاضر نیز از این لحاظ که مناطق مختلف شهر ارومیه بر اساس میزان آسیب پذیری مساکن در برابر زلزله رتبه بندی شده‌اند، با تحقیق سریکانس ترالا و همکاران همسو می‌باشد.

براساس نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر و با تکیه بر راهکارهای برنامه ریزی شهری، پیشنهادها و راهبردهای زیر ارائه می‌شود:

یکی از شاخص‌های مؤثر بر آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله، تراکم جمعیتی می‌باشد. این شاخص با افزایش امکانات و تسهیلات، افزایش و با کاهش امکانات و تسهیلات در یک منطقه کاهش می‌یابد، لذا پیشنهاد می‌گردد به منظور جلوگیری از افزایش تراکم جمعیت در یک منطقه و کاهش تراکم جمعیت در منطقه‌ای دیگر، امکانات و تسهیلات به صورت متوازن در سرتاسر شهر ارومیه توزیع شود تا باعث افزایش یا کاهش تراکم جمعیتی در مناطق نشود.

پیشنهاد می‌گردد مساکن مرمتی در مناطق مختلف شهر به خصوص منطقه ۴ مشخص و مقاوم سازی و مرمت شوند.

تخریب و بازسازی بناهای مسکونی تخریبی و فاقد ارزش به خصوص در منطقه شماره ۴ که تعداد آنها زیاد می‌باشد.

تهیه نقشه ناحیه بندی ریزتر در مناطق با میزان وقوع خطر بالاتر مانند منطقه ۴ و ۲، به این صورت که این مناطق به نقاط مختلف تقسیم شوند و شدت و ضعف وقوع حادثه در آن نقاط مورد بحث قرار گیرد.

آسیب پذیری مساکن شهری در برابر زلزله با شاخص تراکم ساختمانی رابطه مستقیم دارد بدین معنا که با افزایش تراکم ساختمانی آسیب پذیری افزایش می‌یابد و برعکس. بنابراین پیشنهاد می‌گردد از افزایش تراکم ساختمانی در مناطق با آسیب پذیری بالا (مانند منطقه ۴ و ۲) جلوگیری شود.

آموزش نحوه برخورد با سوانح طبیعی به ویژه زلزله به

شهروندان و ساماندهی آنان در جهت بهره گیری از توان‌های مشارکتی شهروندان در هنگام وقوع بحران.

ایجاد فضاهای باز و دسترسی‌های سریع و مناسب به داخل بافت‌های متراکم مسکونی به خصوص بافت مسکونی منطقه ۴، زیرا این منطقه به این دلیل که هسته اولیه و قدیمی شهر می‌باشد، دارای فضاهای باز و دستری های مناسب نمی‌باشد.

اتخاذ تمهیداتی در شهرداری‌های مناطق مختلف شهر ارومیه به منظور نظارت مستمر و کارشناسانه بر امر ساخت و ساز و جلوگیری از احداث مساکن غیراصولی و نامقاوم در برابر زلزله.

تجمیع قطعات با مساحت پایین (دویست متر مربع و کمتر) به خصوص در بافت فرسوده شهر ارومیه (واقع در منطقه ۴) که تعدادشان زیاد می‌باشد، به منظور کاهش آسیب پذیری در برابر زلزله زیرا هر چه قطعات بزرگتر باشند آسیب پذیری کمتر خواهد بود و بر عکس.

منابع

احدنژاد روشتی، مهدی، قرخلو ، محسن و زیاری، کرامت‌الله (۱۳۸۹). مدل‌سازی آسیب‌پذیری ساختمانی شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: شهر زنجان. مجله جغرافیا و توسعه، ۸ (۱۹)، ۱۹۸-۱۷۱.

اصغری سراسکانرود، صیاد، زینالی، بتول و اصغری سراسکانرود، صالح (۱۳۹۴). تعیین سایت‌های مناسب توسعه شهری براساس مؤلفه‌های ژئومورفولوژیک (مطالعه موردی: شهر ارومیه. فصلنامه هیدروژئومورفولوژی، ۲ (۷)، ۵۷-۳۹.

امینی، الهام، فرح، حبیب و مجتهدزاده، غلام حسین (۱۳۸۶). برنامه‌ریزی کاربری زمین و چگونگی تأثیر آن در کاهش آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۱ (۳)، ۱۷۴-۱۶۱.

بحرینی، سید حسن (۱۳۷۵). برنامه‌ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله‌خیز (نمونه موردی: شهرهای لوشان، منجیل و رودبار. تهران: مرکز مقابله با انواع بلایای طبیعی ایران.

تقوایی، مسعود و رنجبر، علی اکبر (۱۳۹۳). ارزیابی میزان آسیب‌پذیری واحدهای مسکونی شهر شیراز بر اساس شاخص‌های کالبدی. فصلنامه امداد و نجات، ۶ (۳)، ۹-۱.

جوان، خدیجه و ملازاده، ولی (۱۳۹۲). بررسی اقلیم گردشگری شهر ارومیه با استفاده از شاخص‌های زیست اقلیمی. فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، ۵(۱۶)، ، ۹۶-۸۳.

حاتمی‌نژاد، حسین، بزرافکن، شهرام ، ابراهیمی، محمد و آروین، محمود (۱۳۹۳). تحلیل میزان آسیب‌پذیری مسکن شهری در مواقع بروز مخاطرات محیطی (زلزله) با استفاده از تکنیک‌های تلفیقی MCDM+GIS (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر تهران). جغرافیا و پایداری محیط، ۴ (۱۳)، ۱۱-۱.

حبیبی، کیومرث، شیعه ،اسماعیل و ترابی، کمال (۱۳۸۸). نقش برنامه‌ریزی کالبدی در کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر خطرات زلزله. فصلنامه آرمانشهر، ۲ (۳)، ۳۱-۲۳.

زنگی آبادی، علی و اسماعیلیان، زهرا (۱۳۹۲). تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر خطر بلایای طبیعی (مطالعه موردی: مساکن شهر اصفهان. فصلنامه جغرافیا مخاطرات محیطی، ۱ (۴)، ۱۲۹-۱۱۳.

سرور، هوشنگ و کاشانی‌اصل، امیر (۱۳۹۵). ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی شهر اهر در برابر بحران زلزله. فصلنامه آمایش محیط، ۹ (۳۴)، ۱۰۸-۸۷.

شیخی، حجت، غریبی، مرضیه و معنوی، مصطفی (۱۳۹۴). مکانیابی اراضی مسکونی با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره TOPSIS (مورد شناسی: شهر بهبهان). فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری – منطقه‌ای، ۶ (۱۸)، ۸۴-۶۹.

عبداللهی، مجید (۱۳۹۱). مدیریت بحران در نواحی شهری. تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.

عینالی، جمشید (۱۳۹۳). تحلیلی بر عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری مسکن روستایی در برابر سانحه زلزله (مطالعه موردی دهستان سجاسرود- خدابنده استان زنجان). فصلنامه فضای جغرافیایی، ۱۴ (۴۷)، ۱۴۴-۱۲۷.

علوی، سیدعلی، حسینی، سیدمصطفی، بهرامی، فریبا و عاشورلو، مهراب(۱۳۹۴). ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری با استفاده از ANP و GIS (مطالعه موردی: شهر سمیرم). فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۵ (۱۰۰)، ۱۴۶-۱۲۹.

فقهی فرهمند، ناصر (۱۳۸۷). اولویت‌های اقتصادی و اجتماعی عوامل کلیدی کیفی مسکن. مجله دانش و توسعه، ۱۶(۲۶)، ۱۸۹-۱۷۰.

قائدرحمتی، صفر، باستانی‌فر، ایمان و سلطانی، لیلا (۱۳۸۹). بررسی تاثیرات تراکم بر آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در شهر اصفهان با رویکرد فازی. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۲ (۱)، ۱۲۲-۱۰۷.

قرخلو، مهدی، حبیبی، لیلا و جعفری مهرآبادی، مریم

(۱۳۸۹). بررسی تاثیرات مؤلفه‌های جمعیتی بر مسکن شهری (مطالعه موردی: شهر آمل). فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم انداز زاگرس، ۲ (۵)، ۱۰۲-۸۷.

محمدپور، صابر، زالی، نادر و پوراحمد، احمد (۱۳۹۴). تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری در بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (مطالعه موردی: محله سیروس تهران). مجله پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۸ (۱)، ۵۲-۳۳.

مرکز آمار ایران (۱۳۹۰). نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن استان آذربایجان غربی. شهرستان ارومیه، استان آذربایجان غربی.

ملکی، سعید و شیخی، حجت (۱۳۸۸). بررسی نقش شاخص‌های اجتماعی مسکن در سطح استان‌های کشور با استفاده از روش شاخص ترکیبی توسعه انسانی. فصلنامه مسکن و محیط روستا، ۲۸ (۱۲۷)، ۱۰۷-۹۴.

مهدوی‌نژاد، محمدجواد و جوانرودی، کاوان (۱۳۹۱). بررسی آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در شبکه‌های ارتباطی تهران بزرگ (مطالعه موردی: خیابان ولی عصر (عج) شمالی (میدان ولی عصر) (عج) تا چهار راه پارک وی). دو فصلنامه مدیریت بحران، ۱ (۱)، ۲۱-۱۳.

نظریان، اصغر و همپانژاد، الناز (۱۳۹۲). تحلیل فرایند رشد و تکوین شهر ارومیه با بهره‌گیری از همپوشانی عکس‌های هوایی در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). فصلنامه جغرافیایی سرزمین، ۱۰ (۳۹)، ۵۲-۳۷.

نعمتی، مرتضی، صالحی، رضا و حمیدی، غلامحسین (۱۳۹۰). ارزیابی و سطح بندی توسعه یافتگی مناطق شهری بر پایه تکنیک TOPSIS و GIS (مطالعه موردی: مناطق ۲۲ گانه شهر تهران). مجله اندیشه جغرافیایی، ۵ (۱۰)، ۱۲۵-۱۰۳.

Chardon, A. C. (1999). A geographic approach of the global vulnera-bility in urban area: case of Manisales. *GeoJournal, Colombia Andes*, 49 (2), 197-212.

Martinelli, A., & Cifai, G. (2008). .Bulding Vulnerability Assessment and Damage Scenarios in Celano(Italy) Using a Quick Survey Data-based Methodology. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol 28 (10-11), 875-889.

Okay, E. (2005). land use planning as an instrument of earthquake hazard mitigation. *Comprehensive Approach to Earthquake Disaster Mitigation*, 235-277.

Srikanth, T., Kumar Ramancharla, P., Singh, A. P., & Krishna Rastogi, B. (2010). Earthquake Vulnerability Assessment of Existing Buildings in Gandhidham and Adipur Cities Kachchh, Gujarat India. *European Journal of Scientific Research*, 41(3), 336-353.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی