

تحلیل آسیب پذیری مسکن شهری در برابر خطر زلزله با استفاده از مدل Topsis (مطالعه موردی: مسکن 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 Pourhasanzadeh¹, 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)

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.

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 مسکن شهر ارومیه و رتبه بندی مناطق این شهر براساس میزان آسیب پذیری مسکن 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، مسکن شهری، ارومیه، مدل Topsis.

*Corresponding Author: Ghader Ahmadi

E-mail: gh.ahmadi@urmia.ac.ir

نویسنده مسئول: قادر احمدی

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، دامنه 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 (حیبی 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 (مهردوی 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 حاشیه 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 بررسی‌ها نشان می‌دهد 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، جمعیتی)، تأسیسات و زیرساخت‌های شهری، شبکه‌های ارتباطی شهر و کاربری زمین شهری از جمله عوامل مؤثر و تعیین کننده در نحوه رفتار شهر در برابر زلزله هستند. در میان این عوامل، برنامه ریزی بهینه کاربری زمین‌های شهری نقش مهمی 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 نباید هنگام وقوع زلزله دچار آسیب نشود. بدین منظور می‌بایست از طرح‌های ساده برای ساخت مسکن استفاده نمود و رعایت همجواری‌ها، 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 مؤثر 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 می‌کند 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 می‌باشد که در اثر وقوع

مردن 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 جلوگیری 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 می‌توان به تحقیقات داخلی و خارجی ذیل اشاره کرد:

زنگی آبادی و اسماعیلیان (۱۳۹۲)، به تحلیل شاخص‌های آسیب پذیری مسکن شهر اصفهان در برابر خطر مخاطرات طبیعی پرداخته‌اند، نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که میزان آسیب پذیری مسکن 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 مسکن 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. حاتم‌نژاد و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی تحت عنوان «تحلیل میزان آسیب پذیری مسکن شهری در مواقع بروز

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 و کیفیت 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، ۱۳۸۹: ۸۸). 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 می‌آید. 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 (فقاهی 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 مسکن

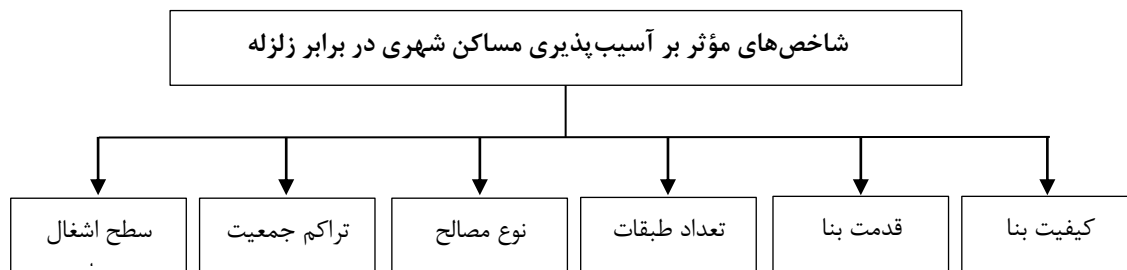
داده‌ها و روش کار

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 (به خصوص 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 مسکن مناطق شهر ارومیه و توزیع پرسشنامه و مصاحبه با کارشناسان و متخصصان مدیریت شهری شهر یادشده بوده است. برای ارزیابی میزان آسیب پذیری مسکن شهر ارومیه در برابر زلزله ابتدا مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر بر آسیب پذیری مسکن شهری استخراج (شکل ۱)، سپس بر اساس شاخص‌های استخراج شده و بکارگیری مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه Topsis به رتبه بندی مناطق شهر بر اساس آسیب پذیری مسکن 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 شاخص‌ها و متغیرها، تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری 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 جمع‌آوری 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

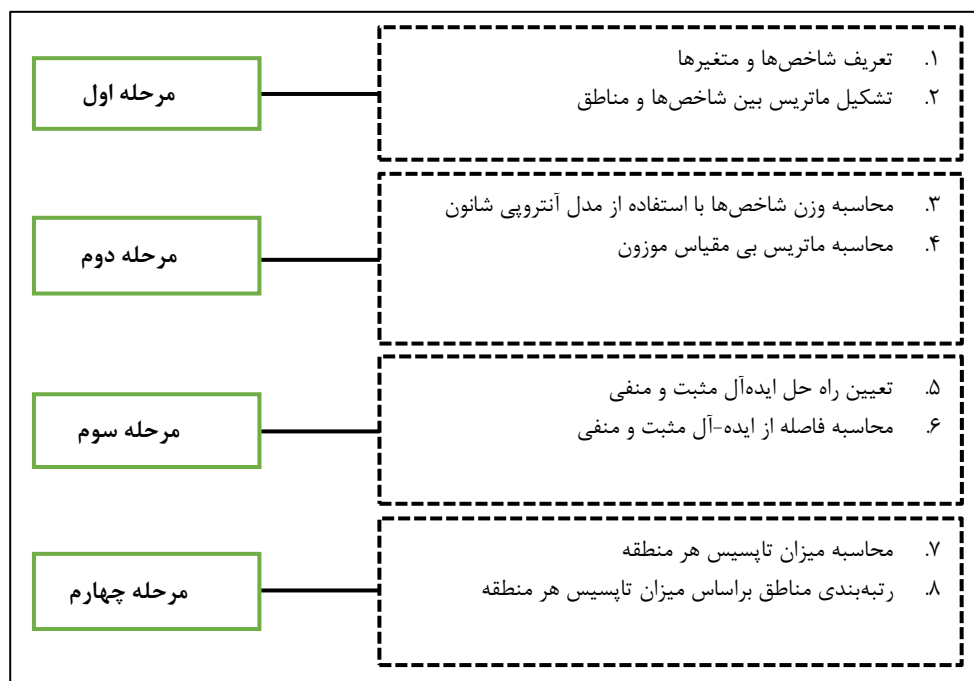
مخاطرات محیطی (زلزله) با استفاده از تکنیک‌های تلفیقی MCDM+GIS (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر تهران)» به این نتیجه رسیده‌اند که میزان آسیب پذیری مناطق مسکونی در منطقه ۶ تهران، ۵ درصد در حد آسیب پذیری بسیار بالا، ۲۱ درصد در حد آسیب پذیری بالا، ۳۷ درصد در حد آسیب پذیری متوسط، ۲۴ درصد در حد آسیب پذیری کم و ۱۳ 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. محمدرپور 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 کرده‌اند، 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 کرده‌اند. 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. سربکانس ترالا و همکاران (۲۰۱۰)، در مقاله‌ای تحت عنوان «ارزیابی آسیب پذیری ساختمان‌های شهرهای گاندهی داهم و ادیبور 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 به-خصوص 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 مسکن شهر ارومیه در برابر زلزله پرداخته شده است.

شده و امتیازات نهایی شاخص‌ها بدست آمده است. با انجام مدل تاپسیس جهت رتبه بندی مناطق انجام شده که در بخش تحلیل داده‌ها به طور کامل تشریح شده است.



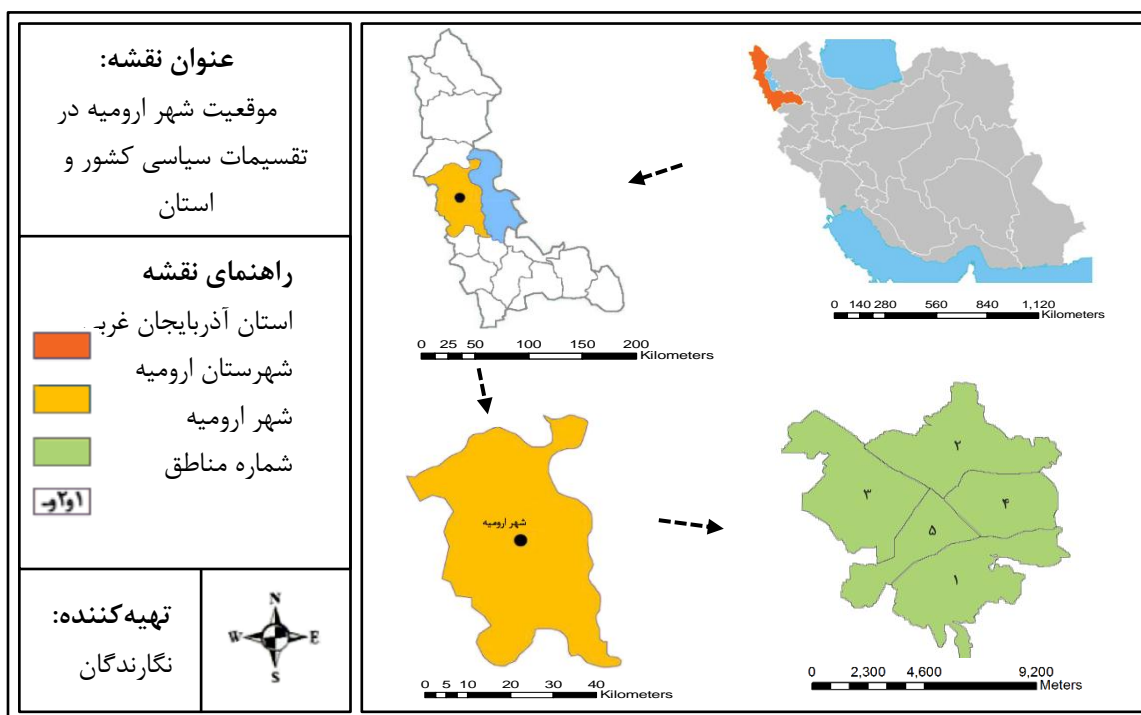
شکل ۱. شاخص‌های پژوهش



شکل ۲. فرایند انجام تحقیق با مدل Topsis

آزاد است و در دشت واقع شده است که ارتفاعاتی چون کوه سیر، کوه قیز قلعه، کوه جهودها، کوه چهل مرشیدان، 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).

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 همپانزاد، ۱۳۹۲: ۳۹). ارومیه با داشتن موقعیت ممتاز جغرافیایی در ۲۰ کیلومتری دریاچه ارومیه قرار دارد. ارتفاع ارومیه ۱۳۳۲ متر از آب‌های



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 می گیرد. طبق بررسی های انجام شده و نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن تعداد واحدهای مسکونی در این شهر بالغ بر ۱۴۰ هزار واحد است که دارای مشخصه های زیر در هر یک از شاخص های مورد بررسی در این تحقیق (شاخص های آسیب پذیری مسکن در برابر زلزله) می باشند.

«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 قسمت های شهر تراکم کم و متوسط دارد. بنابراین توجه به قسمت های پرتراکم شهر که بدان ذکر شد امری الزامی

آسیب پذیری مسکن در برابر مخاطرات است، زیرا تأثیر مهمی در چگونگی پایداری ساختمان ها بر عهده دارد. اسکلت های فلزی و بتن مسلح نسبت به سایر مصالح آسیب پذیری کمتری داشته و حتی در صورت تخریب، آتش سوزی ایجاد شده در آن ها کمتر است. با وجود مصالح مقاوم تر درصد آسیب پذیری کمتر خواهد شد و البته در به کارگیری مصالح بایستی سعی گردد از مصالح سبک تر استفاده گردد تا در صورت خراب شدن آسیب کمتری رخ دهد. از کل واحدهای مسکونی شهر ارومیه حدود ۲۴/۸ درصد در ساختمان های اسکلت فلزی، ۶/۲ درصد در ساختمان های بتون آرمه، ۵۷/۹ درصد در ساختمان های آجر و آهنی با دیوار باربر و ۹/۷ درصد در سایر ساختمان های با دیوار باربر قرار دارند، ضمن آن که نوع اسکلت و مصالح ساختمان های حدود ۱/۴ درصد از واحدهای مسکونی نامشخص است. از این رو می توان گفت از نظر وضعیت دوام، مسکن شهر در وضعیت مناسبی می باشند.

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

بهترین و دقیق‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در میان مدیران و برنامه‌ریزان باز کرد (نعمتی و همکاران، ۱۳۹۰، ۱۱۲). در این روش تحلیل معیاره گسسته، III گزینه به وسیله II 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 مسکن 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 جمع‌آوری شده از طرح‌های فرادست و برداشت‌های میدانی به امتیاز دهی شاخص‌ها برای هر یک از مناطق پنج‌گانه 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، کدگذاری 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 واسطه 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.

اساس کیفیتشان به چهار گروه در حال ساخت، نوساز، قابل مرمت و نگهداری و تخریبی دسته‌بندی 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 کمک‌رسانی نسبت به قطعات بزرگ بیشتر است. بنابراین هر چه مساحت قطعات پایین‌تر باشد به تبع آن آسیب‌پذیری 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 متر مربع می‌باشند.

بررسی آسیب‌پذیری مسکن مناطق شهر ارومیه با استفاده از مدل Topsis

تاپسیس از جمله مدل‌های تصمیم‌گیری است که می‌تواند راه‌گشای بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری برای مدیران و برنامه‌ریزان باشد. این مدل برای اولین بار در سال ۱۹۸۱ توسط هوانگ و یون ارائه گردید و کم‌کم با گذشت زمان اصلاحاتی بر روی آن صورت داده شد و جای خود را به عنوان یکی از

بسیار ضعیف	ضعیف	متوسط	خوب	بسیار خوب
۱	۳	۵	۷	۹
	۲	۴	۶	۸

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

برابر با عدد ۱ می باشد که بیانگر وضعیت بسیار ضعیف این شاخص در منطقه یک است یا به عبارتی مسکن موجود در منطقه یک به طور میانگین دارای قدمتی بالا بوده و در برابر زلزله آسیب پذیر هستند، تهیه شده است:

در نهایت با میانگین گیری از امتیازات داده شده توسط نگارندگان پژوهش و کارشناسان، ماتریس تصمیم گیری شامل امتیازات نهایی شاخص ها که بیانگر وضعیت آنها در هر منطقه می باشد (به طور مثال: امتیاز شاخص قدمت بنا در منطقه یک

جدول ۱. ماتریس تصمیم گیری

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

مقیاس شده گزینه i از نظر شاخص (j) به دست آید.

$$N_{ij} = \frac{N_i}{\sqrt{\sum N_i^2}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

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 (N_i) را بر مجذور مجموع مربعات عناصر هر ستون تقسیم شده است تا N_{ij} (مقدار بی

$$N_{ij} = \frac{1}{\sqrt{\sum [1^2 + 7^2 + 3^2 + 7^2 + 5^2]}} = 0.0867109 \quad \text{مثال (شاخص قدمت بنا در منطقه ۱)}$$

جدول ۲. ماتریس تصمیم گیری بی مقیاس

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

گیری (جدول ۱) بر مجموع عناصر هر ستون تقسیم شده؛ برای مثال مقدار P_{ij} برای شاخص قدمت بنا در منطقه ۱ به صورت زیر به دست می‌آید:

$$P_{ij} = \frac{N_i}{\sum N_i} \text{ رابطه (۲)}$$

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

مرحله ۲: در این مرحله به منظور محاسبه وزن هر یک از شاخص‌ها با استفاده از آنتروپی شانون، ابتدا طبق رابطه (۲) مقدار P_{ij} برای هر یک از شاخص‌ها در هر منطقه محاسبه شده است. در این رابطه هر یک از عناصر ماتریس تصمیم

جدول ۳. مقدار P_{ij} 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

محاسبه شده است و در نهایت وزن شاخص‌ها (W_j) طبق رابطه (۵) بدست آمده است. به منظور روشن شدن روابط یک مثال (شاخص قدمت بنا) برای هر کدام محاسبه شده است.

مرحله ۳: با بدست آمدن مقدار P_{ij} شاخص‌ها در مناطق در مرحله قبل، در این مرحله ابتدا مقدار آنتروپی شاخص‌ها (E_j) طبق رابطه (۳) و انحراف معیار (D_j) طبق رابطه (۴)

$$E_j = -K \sum [P_{ij} * \ln(P_{ij})] \quad k = \frac{1}{\ln 5} = 0.625 \text{ رابطه (۳)}$$

مثال (شاخص قدمت بنا): $E_j = -0.625 \sum \left[\frac{0.043 * \ln(0.043) + 0.304 * \ln(0.304) + 0.130 * \ln(0.130) + 0.304 * \ln(0.304) + 0.217 * \ln(0.217)}{0.304 * \ln(0.304) + 0.217 * \ln(0.217)} \right] = 0.7388$

(۴) رابطه $D_j = 1 - E_j$

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

$$W_j = \frac{D_j}{\sum D_j} \quad \text{رابطه (۵)}$$

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

جدول ۴. مقدار آنتروپی، انحراف معیار و وزن شاخص های 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 (جدول ۱) در وزن شاخص ها (W_j) های محاسبه (نرمال شده) از طریق ضرب هر یک از عناصر ماتریس 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

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 بی‌مقیاس شده موزون (جدول ۵) ایده‌آل‌های مثبت و منفی انتخاب شده‌اند (جدول ۶).

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^-

جدول ۶. ماتریس راه حل ایده‌آل مثبت و منفی

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

دو رابطه (۶) و (۷) استفاده شده است. لازم به ذکر است که در این روابط Vj^+ و Vj^- ایده‌آل‌های مثبت و منفی هستند که در مرحله قبل بدست آمده‌اند (جدول ۶) و Vij نیز عناصر ماتریس بی‌مقیاس شده موزون (جدول ۵) است.

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

جهت محاسبه فاصله گزینه‌های مختلف از ایده‌آل مثبت (Dj^+) و فاصله گزینه‌های مختلف از ایده‌آل منفی (Dj^-) از

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

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

مثال (منطقه ۱)

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

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

جدول ۷. ماتریس فاصله هر منطقه از ایده‌آل‌های مثبت و منفی

فاصله از ایده‌آل 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	$(Vij - Vj^+)^2$
۰/۰۷۸۱۳۷۴	۰/۰۰۰۱۶۸۰	۰	۰/۰۰۲۱۴۹۲	۰/۰۰۳۷۸۸۲	۰	۰	$(Vij - Vj^-)^2$

۲	$(V_{ij} - V_j^+)^2$	۰	۰/۰۰۱۰۵۳۳	۰/۰۰۲۱۳۰۸	۰/۰۰۲۱۴۹۲	۰/۰۰۰۸۴۸۷	۰/۰۰۱۵۱۲۲	۰/۰۰۸۷۷۱۷۹
	$(V_{ij} - V_j^-)^2$	۰/۰۰۲۵۱۱۰	۰/۰۱۲۸۰۱۴	۰/۰۰۲۱۳۰۸	۰/۰۰۸۵۹۶۸	۰/۰۰۰۲۱۲۱	۰/۰۰۴۲۰۰۷	۰/۱۷۴۵۰۸۰
۳	$(V_{ij} - V_j^+)^2$	۰/۰۰۰۸۱۹۹	۰/۰۰۲۰۴۸۲	۰/۰۰۸۵۲۳۴	۰/۰۱۹۳۴۲	۰	۰/۰۰۶۰۴۹۰	۰/۱۹۱۷۹۰۶
	$(V_{ij} - V_j^-)^2$	۰/۰۰۰۲۰۴۹	۰/۰۰۴۶۰۸۵	۰	۰	۰/۰۰۱۹۰۹۵	۰/۰۰۰۶۷۲۱	۰/۰۸۵۹۹۵۲
۴	$(V_{ij} - V_j^+)^2$	۰	۰/۰۰۲۰۴۸۲	۰	۰	۰/۰۰۰۲۱۲۱	۰	۰/۰۴۷۵۴۳۶
	$(V_{ij} - V_j^-)^2$	۰/۰۰۱۸۴۴۸	۰/۰۰۴۶۰۸۵	۰/۰۰۸۵۲۳۴	۰/۰۱۹۳۴۲	۰/۰۰۰۸۴۸۷	۰/۰۱۰۷۵۳۸	۰/۲۱۴۲۹۴۹
۵	$(V_{ij} - V_j^+)^2$	۰/۰۰۰۲۰۴۹	۰/۰۱۲۸۰۱۴	۰	۰/۰۱۹۳۴۲	۰	۰/۰۱۰۷۵۳۸	۰/۲۰۷۶۱۳۱
	$(V_{ij} - V_j^-)^2$	۰/۰۰۰۸۱۹۹	۰	۰/۰۰۸۵۲۳۴	۰	۰/۰۰۱۹۰۹۵	۰	۰/۱۰۶۰۸۰۱

مرحله ۶: محاسبه نزدیکی نسبی مناطق به راه حل ایده آل و رتبه بندی مناطق؛
 برای بدست آوردن میزان نزدیکی نسبی هر منطقه به راه حل ایده آل (CL) از رابطه (۸) استفاده شده است. مقدار CL بدست آمده بایستی بین صفر و یک باشد و هرچه این مقدار به یک نزدیک تر باشد، راهکار به جواب ایده آل نزدیک تر است و راهکار بهتری خواهد بود. لذا در این

مرحله ۷: محاسبه نزدیکی نسبی مناطق به راه حل ایده آل و رتبه بندی مناطق؛
 برای بدست آوردن میزان نزدیکی نسبی هر منطقه به راه حل ایده آل (CL) از رابطه (۸) استفاده شده است. مقدار CL بدست آمده بایستی بین صفر و یک باشد و هرچه این مقدار به یک نزدیک تر باشد، راهکار به جواب ایده آل نزدیک تر است و راهکار بهتری خواهد بود. لذا در این

$$CL = \frac{D_j^-}{D_j^- + D_j^+} \quad \text{رابطه (۸)}$$

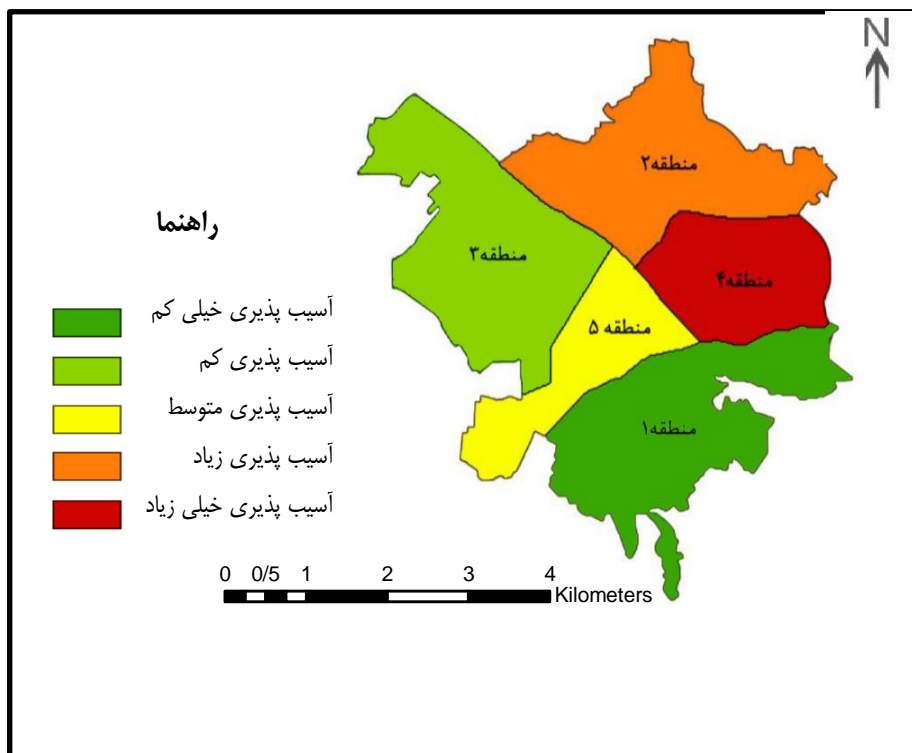
$$CL = \frac{0.0781374}{0.0781374 + 0.1852920} = 0.296616 \quad \text{مثال (منطقه ۱)}$$

جدول ۹. آسیب پذیری مناطق شهر ارومیه

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

جدول ۸. میزان تاپسیس و رتبه مناطق

مناطق	میزان آسیب پذیری
۱	خیلی کم
۳	کم
۵	متوسط
۲	زیاد
۴	خیلی زیاد



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

در صورت وجود نارسایی و کمبود، با اعمال اصلاحات لازم و مقاوم سازی برای رسیدن به مسکن 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 مسکن شهر ارومیه و رتبه بندی مناطق شهر در برابر زلزله پرداخته شده است. در این راستا از مهمترین متغیرهای مؤثر بر آسیب‌پذیری مسکن

با توجه به نتایج بدست آمده از جداول ۸، ۹ و شکل ۵ می‌توان گفت که بیشترین آسیب پذیری مربوط به مسکن 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 مسکن در مقابل زلزله امری ضروری به نظر می‌رسد تا

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 مسکن در مناطق برابر $0/485$ می‌باشد که منطقه ۴ بالاترین میزان تاپسیس ($CL = 0/818$)، آسیب پذیر ترین منطقه در برابر زلزله به شمار آمده، منطقه ۵ با میزان تاپسیس $0/338 = CL$ ، آسیب پذیری در حد متوسط و منطقه ۱ با میزان تاپسیس $CL = 0/296$ ، کمترین آسیب پذیری را در برابر زلزله در مناطق شهر ارومیه داراست.

به طور کلی بر اساس نتایج حاصله از تحقیق، مسکن مناطق مختلف شهر ارومیه به لحاظ میزان آسیب پذیری در برابر زلزله در پنج طیف قرار گرفته‌اند، که به ترتیب مسکن منطقه یک کمترین آسیب پذیری، مسکن منطقه سه آسیب پذیری کم، مسکن منطقه پنج آسیب پذیری متوسط، مسکن منطقه دو آسیب پذیری زیاد و مسکن 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) (مطالعه موردی: منطقه 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 زندگی آبادی و اسماعیلیان (۱۳۹۲) به تحلیل شاخص‌های آسیب پذیری مسکن شهر اصفهان در برابر خطر بلایای طبیعی پرداخته‌اند، و به این نتیجه رسیده‌اند که میزان آسیب پذیری مسکن 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 مسکن شهر داشته است. در حالی که در این پژوهش به صورت جزئی‌تر به آسیب پذیری مسکن 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 مسکن 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 مسکن 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 ساختمان‌های شهرهای گاندهی داهم و ادیبور 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 مسکن 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 آسیب پذیری مسکن 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 مسکن 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 مسکن 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

فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس، سال پنجم، شماره ۱۶، تابستان ۱۳۹۲، ۹۶-۸۳.

حاتمی نژاد، حسین، شهرام بزرافکن، محمد ابراهیمی و محمود آروین، (۱۳۹۳)، تحلیل میزان آسیب پذیری 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، سال چهارم، شماره ۱۳، زمستان ۱۳۹۳، ۱۱-۱.

حبیبی، کیومرث، اسماعیل شیعه، و کمال ترابی، (۱۳۸۸)، نقش برنامه ریزی کالبدی در کاهش آسیب پذیری شهرها در برابر خطرات زلزله، مجله آرمانشهر، شماره ۳، پاییز و زمستان ۱۳۸۸، ۳۱-۲۳.

زنگی آبادی، علی و زهرا اسماعیلیان، (۱۳۹۲)، تحلیل شاخص‌های آسیب پذیری مسکن شهری در برابر خطر بلایای طبیعی (مطالعه موردی: مسکن شهر اصفهان)، فصلنامه جغرافیا مخاطرات محیطی، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۱، ۱۲۹-۱۱۳.

سرور، هوشنگ و امیر کاشانی اصل، (۱۳۹۵)، ارزیابی آسیب پذیری کالبدی شهر اهر در برابر بحران زلزله، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۳۴، ۱۰۸-۸۷.

شیخی، حجت، مرضیه غریبی، و مصطفی معنوی، (۱۳۹۴)، مکانیابی اراضی مسکونی با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره TOPSIS (مورد شناسی: شهر بهبهان)، فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۱۸، بهار ۱۳۹۵، ۸۴-۶۹.

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

عینالی، جمشید (۱۳۹۳)، تحلیلی بر عوامل مؤثر در آسیب پذیری مسکن روستایی در برابر سانحه زلزله (مطالعه موردی دهستان سحاسرود- خدابنده استان زنجان)، فصلنامه علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی، سال چهاردهم، شماره ۴۷، پاییز ۱۳۹۳، ۱۴۴-۱۲۷.

علوی، سید علی، سید مصطفی حسینی، فریبا بهرامی و مهرباب عاشورلو، (۱۳۹۴)، ارزیابی میزان آسیب پذیری بافت‌های شهری با استفاده از ANP و GIS (مطالعه موردی: شهر سمیرم)، فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۵، شماره ۱۰۰، زمستان ۱۳۹۵، ۱۴۶-۱۲۹.

فقهی فرهنگ، ناصر (۱۳۸۷)، اولویت‌های اقتصادی و اجتماعی عوامل کلیدی کیفی مسکن، مجله دانش و توسعه (علمی - پژوهشی) سال شانزدهم، شماره ۲۶، بهار ۱۳۸۸، ۱۸۹-۱۷۰.

مشارکتی شهروندان در هنگام وقوع بحران.

ایجاد فضاهای باز و دسترسی‌های سریع و مناسب به داخل بافت‌های مترکام مسکونی به خصوص بافت مسکونی منطقه ۴، زیرا این منطقه به این دلیل که هسته اولیه و قدیمی شهر می‌باشد، دارای فضاهای باز و دسترسی‌های 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، محسن قرخلو، و کرامت الله زیاری، (۱۳۸۹)، مدل‌سازی آسیب پذیری 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، شماره ۱۹، ۱۹۸-۱۷۱.

اصغری سراسکانرود، صیاد، بتول زینالی و صالح اصغری سراسکانرود، (۱۳۹۴)، تعیین سایت‌های مناسب توسعه شهری براساس مؤلفه‌های ژئومورفولوژیک (مطالعه موردی: شهر ارومیه)، فصلنامه هیدروژئومورفولوژی، سال دوم، شماره ۷، تابستان ۱۳۹۵، ۵۷-۳۹.

امینی، الهام، حبیب فرح، و غلام حسین مجتهدزاده، (۱۳۸۶)، برنامه ریزی کاربری زمین و چگونگی تأثیر آن در کاهش آسیب پذیری شهر در برابر زلزله، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره یازدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹، ۱۷۴-۱۶۱.

بحرینی، سید حسن (۱۳۷۵)، برنامه ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله خیز (نمونه موردی شهرهای لوشان، منجیل و رودبار)، چاپ اول، مرکز مقابله با انواع بلایای طبیعی ایران.

تقوایی، مسعود و علی اکبر رنجبر، (۱۳۹۳)، ارزیابی میزان آسیب پذیری واحدهای مسکونی شهر شیراز بر اساس شاخص‌های کالبدی، فصلنامه علمی- پژوهشی امداد و نجات، سال ششم، شماره ۳، ۱۹-۱.

جوان، خدیجه و ولی ملازاده، (۱۳۹۲)، بررسی اقلیم گردشگری شهر ارومیه با استفاده از شاخص‌های زیست اقلیمی،

علمی-پژوهشی مدیریت بحران، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۱، ۲۱-۱۳.

نظریان، اصغر و الناز همپانژاد، (۱۳۹۲)، تحلیل فرایند رشد و تکوین شهر ارومیه با بهره گیری از همپوشانی عکس های هوایی در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال دهم، شماره ۳۹، پاییز ۱۳۹۲، ۵۲-۳۷.

نعمتی، مرتضی، رضا صالحی و غلامحسین حمیدی، (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، سال پنجم، شماره دهم، پاییز ۱۳۹۰، دانشگاه زنجان، ۱۲۵-۱۰۳.

Chardon, Anne-cathrine. (1999), A geographic approach of the global vulnerability in urban area: case of Manisales, Colombia Andes, 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, 28, 875-889.

Okay, Erguny. (2005), land use planning as an instrument of earthquake hazard mitigation in turkey.

Srikanth, Terala and et all. (2010), Earthquake Vulnerability Assessment of Existing Buildings in Gandhidham and Adipur Cities Kachchh, Gujarat, India.

قائدرحمتی، صفر، ایمان باستانی فر و لیلا سلطانی، (۱۳۸۹)، بررسی تاثیرات تراکم بر آسیب پذیری ناشی از زلزله در شهر اصفهان (با رویکرد فازی)، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره پیاپی ۴۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۰، ۱۲۲-۱۰۷.

قرخلو، مهدی، لیلا حبیبی و مریم جعفری مهرآبادی، (۱۳۸۹)، بررسی تاثیرات مؤلفه های جمعیتی بر مسکن شهری (مطالعه موردی: شهر امل)، فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس، سال دوم، شماره ۵، پاییز ۱۳۸۹، ۸۷-۱۰۲.

محمدپور، صابر، نادر زالی، و احمد پوراحمد (۱۳۹۴)، تحلیل شاخص های آسیب پذیری در بافت های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (مطالعه موردی: محله سیروس تهران)، مجله پژوهش های جغرافیای انسانی، دوره ۴۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ۵۲-۳۳.

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

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

مهدوی نژاد، محمدجواد و کاوان جوانرودی، (۱۳۹۱)، بررسی آسیب پذیری ناشی از زلزله در شبکه های ارتباطی تهران بزرگ (مطالعه موردی: خیابان ولی عصر (عج) شمالی میدان ولی عصر (عج) تا چهار راه پارک وی)، دوفصلنامه