

تحلیل فضایی آسیب پذیری کالبدی - اجتماعی شهر ارومیه در برابر بحران زلزله

عظیم علی شائی؛ * مهدی مدیری؛ نبی الله حسینی شه پریان

استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، ایران.
استاد دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.
دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

دریافت دست نوشته: ۱۴۰۱/۱۱/۲۹؛ پذیرش دست نوشته: ۱۴۰۲/۰۳/۰۲

واژگان کلیدی	چکیده
مخاطرات طبیعی، آسیب پذیری، مدل آمار فضایی	از گذشته تا به حال، همواره وقوع زلزله به طور گسترده ای تهدید کننده بوده و ضرورت کاهش آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله، به عنوان یکی از دغدغه های اصلی برنامه ریزی شهری محسوب می شود. در همین راستا پهنه بندی آسیب شناسانه از میزان و نوع واکنش به زمین لرزه به کمک روش های مؤثر می تواند تاب آوری شهر در مواجهه با زمین لرزه را به طور قابل توجهی افزایش دهد. در پژوهش حاضر، آسیب شناسی کالبدی - اجتماعی شهر ارومیه در برابر بحران زلزله مورد بررسی قرار گرفت. نوع این پژوهش از نظر هدف کاربردی و به لحاظ روش تحقیق، توصیفی - تحلیلی می باشد. برای سنجش آسیب پذیری کالبدی و اجتماعی شهر ارومیه از ۱۵ شاخص بهره گرفته شد. داده های مورد نیاز نیز از طرح های جامع و آمارنامه های سال ۱۳۹۵، استخراج شده اند. جهت تجزیه و تحلیل داده ها نیز از مدل های آمار فضایی و خودهمبستگی فضایی در نرم افزار GIS استفاده شده است. نتایج تحقیق جهت پاسخ به سؤال تحقیق، حاکی از آن است که بخش های مرکزی شهر ارومیه نسبت به بخش های حاشیه ای از لحاظ شاخص کالبدی، آسیب پذیرتر هستند. وضعیت شاخص های اجتماعی در سطح مناطق شهر ارومیه، آسیب پذیری متوسطی را نشان می دهد. این آسیب پذیری در بعد کالبدی ۵۸ درصد و در بعد اجتماعی، ۴۱ درصد برآورد شد. نتایج مدل آرد جی نیز گویای خوشه ای بودن توزیع آسیب پذیری کالبدی و اجتماعی در سطح مناطق شهر ارومیه است. با توجه به درجه آسیب پذیری شهر ارومیه به منظور کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از زلزله می طلبد با برنامه ریزی کارآمد و اقدامات مؤثر پیامدهای این بحران را کاهش داد.

۱- پیشگفتار

بیش از ۱۳۸ میلیارد دلار نیز خسارت بر جای گذاشته است (Pashazadeh et al, 2021: 284). مخاطرات طبیعی را می توان به عنوان یک پدیده غیرمترقبه و ناگهانی دانست که موجب تضعیف و از بین رفتن توانمندی تمامی سطوح اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی در جامعه انسانی می گردد (Nahid et al, 2021: 190). بنابراین، مخاطرات طبیعی، حوادثی ویرانگر هستند که هر لحظه در جهان، امکان وقوع دارند و نتیجه آن، جانی و مالی عمده است و عواقب آن ممکن است درازمدت و در مواردی برگشتناپذیر باشد (Goncalves and Zezere, 2018: 2). این بحران ها و

امروزه بیشتر جمعیت جهان در سکونتگاه های شهری زندگی می کنند و همیشه حوادث طبیعی و انسانی آنها را تهدید می کند (Pashazadeh et al, 2023: 6568). سرعت کنترل نشده و سریع جمعیت، باعث شده که شهرنشینی به عنوان یکی از عوامل اصلی خطر در نظر گرفته شود. همچنین با توجه به اینکه شهرها مراکز فعالیت های اقتصادی و اجتماعی متنوع می باشند، در برابر مخاطرات طبیعی، بسیار آسیب پذیر هستند. به گونه ای که در دهه اخیر بر اثر وقوع بلایای طبیعی، بالغ بر ۱/۱ میلیون نفر کشته شده اند و

کم‌تر قادر به سازش با شرایط جدید پیش آمده باشد (Shafiee Sabet et al, 2016: 119-120). پس به‌صورت کلی، می‌توان آسیب‌پذیری را اعم از اجتماعی و کالبدی، نتیجه منطقی و بلافصل عوامل اجتماعی - اقتصادی دانست. بدین ترتیب که اگر آسیب‌پذیری کالبدی را به‌طور کلی ناشی از استقرار در مناطق با کیفیت پایین از لحاظ شاخص‌های ایمنی بدانیم، می‌توان گفت آنچه باعث استقرار در این مناطق می‌شود، اوضاع و شرایط اقتصادی - اجتماعی است (Ahadnejad Roshti et al, 2015: 2-3) آسیب‌پذیری اجتماعی طیف‌های گسترده‌ای از مردم را شامل می‌گردد. گروه‌های حاشیه‌ای مانند افراد فقیر، زنان، کودکان، سالمندان، بیشترین صدمات و خسارات را در برابر بلایای طبیعی محتمل می‌گردند. آسیب‌پذیری کالبدی شامل نوع ساختمان‌ها، مصالح به کار رفته در ساختمان‌ها، فرم و اسکلت‌بندی به کار رفته در ساختمان‌ها، نوع و جنس ساختمان زمین، تراکم‌های شهری و... است (Zangiabadi and Dadboud, 2021: 24).

کشور عزیزمان ایران نیز از بلایای طبیعی و آسیب‌های آن در امان نیست، زیرا از لحاظ بلایای طبیعی جزو ۱۰ کشور بلاخیز جهان است و از ۴۰ حادثه غیرمترقبه طبیعی شناخته شده در جهان حدود ۳۰ نوع آن در ایران اتفاق افتاده است. در ایران سیل، زلزله و طوفان مکررترین و پرتلفات‌ترین حوادث غیرمترقبه طبیعی هستند. پیامدهای این حوادث بسیار شدید است و اختلالی اساسی در مسیر پیشرفت مکان و زندگی روزمره ساکنین ایجاد می‌کند. کشور ایران جزو اولین کشورها از لحاظ وقوع زلزله است که دارای پیامدهایی چون انواع آسیب‌های مختلف از قبیل مرگومیر، بی‌خانمانی، قحطی، شیوع بیماری‌های مختلف و غیره می‌باشد (Hataminejad et al, 2022: 23). شهر ارومیه با عنوان مرکز استان آذربایجان غربی به دلایل مرکز استان، آب‌وهوای مناسب، رشد طبیعی جمعیت، مهاجرت‌پذیری، گسترش خدمات و... تغییرات کالبدی و اجتماعی زیادی به خود دیده است. جمعیت این شهر از ۶۷۶۰۵ هزار نفر در سال ۱۳۳۵ به ۷۵۰۸۰۵ هزار نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده است. بررسی نتایج تحقیقات و سوابق زمین‌لرزه‌های تاریخی و دستگاه‌های منطقه شهری ارومیه در چند دهه اخیر،

حوادث طبیعی معمولاً فاجعه‌بارترین حوادث در نظر گرفته می‌شوند که سازه‌های اساسی یک سیستم خاص را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این بین، مهم‌ترین مسئله که مخاطرات طبیعی می‌توانند در یک کشور ایجاد کنند، تلفات جانی است که میزان این تلفات و شدت جراحات و همچنین آسیب‌های مالی با توجه به وسعت حوادث بیشتر است (Jafarnia et al, 2019: 105-106). برای کاهش آسیب‌پذیری نسبت به مخاطرات طبیعی و دستیابی به توسعه پایدار، شناخت ماهیت طبیعی و مکانی- فضایی مخاطرات، همچنین تفاوت‌های اجتماعی- فضایی آسیب‌پذیری جوامع و دلایل آن را باید شناخت. در میان مخاطرات طبیعی، زلزله یکی از خطرناک‌ترین بلایای طبیعی عصر حاضر است که اهمیت خود را به‌طور عینی نمایان کرده است. این پدیده به علت گستردگی قلمرو، کثرت وقوع و همچنین وسعت و شدت خسارت‌های مالی و جانی است که بر اثر وقوع زلزله در بخش‌های مسکونی کره زمین به‌خصوص در شهرها به وجود آمده است. از این‌رو، مقابله با این بحران از طریق شناسایی نقاط آسیب‌پذیر و برطرف کردن آنها در جهت کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله مؤثر است (Lalehpour et al, 2022: 2). آسیب‌پذیری تنها نتیجه خطرپذیری مناطق نبوده، بلکه نتیجه فرایندهای اجتماعی و اقتصادی و سیاسی نیز هست و سانه یک وضعیت نهایی است که از این فرایندها ناشی می‌شود. با توجه به این رویکردها و نظریات آسیب‌پذیری، مردم در برابر سوانح طبیعی، تنها به دلیل مجاورت با مکان وقوع عوامل خطرآفرین آسیب‌پذیر نبوده، بلکه شرایط اجتماعی و اقتصادی آنان نیز باعث بالا و پایین رفتن میزان آسیب‌پذیری آنها می‌شود. به‌عنوان مثال افراد فقیر و کم‌درآمد شهری به دلیل سکونت در خانه‌های بی‌دوام و استفاده از مصالح کم‌دوام، بیشتر در معرض آسیب هستند (Yari Gholi et al, 2014: 88). به لحاظ اجتماعی نیز، معیارهای نظیر نژاد و قومیت، بهداشت، آموزش، زیرساخت‌ها و فقر از عوامل مهم آسیب‌پذیری هستند؛ زیرا که این دسته از عوامل نقش مهمی در توزیع منابع مختلف انسانی بر عهده دارند. تمایزات اجتماعی، در دسترس بودن و نحوه دسترسی به منابع باعث می‌شود گروه خاصی بیشتر در معرض خطر و

نشان‌دهنده‌ی آن است که احتمال وقوع زلزله در این شهر، متوسط است. در گزارش استاندارد ۲۸۰۰ مرکز تحقیقات مسکن و راه شهرسازی، ارومیه جزو پهنه لرزه‌خیزی متوسط طبقه‌بندی شده است. ولیکن وقوع زلزله‌های مخرب در چند دهه گذشته از جمله در سلماس ۵۰ کیلومتری شمال ارومیه، وقوع زلزله مخرب در شهر تبریز به فاصله ۱۰۰ کیلومتری آن و وقوع زلزله مخرب اخیر در وان ترکیه به فاصله ۱۸۰ کیلومتری این شهر، تهدیدی برای ساکنان این شهر به حساب می‌آید. با توجه به موارد مذکور در این پژوهش هدف، تحلیل فضایی آسیب‌شناسی کالبدی-اجتماعی شهر ارومیه در برابر بحران زلزله می‌باشد و به دنبال آن است که به سؤال ذیل پاسخ دهد:

- آسیب‌پذیری کالبدی- اجتماعی شهر ارومیه در برابر زلزله به چه میزان است؟

۲- پیشینه تحقیق

در رابطه با مسئله آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله تحقیقات متعددی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است که در ادامه به تعدادی از آنها اشاره می‌شود.

لانکو و همکاران (۲۰۱۶)، در پژوهشی با عنوان پایداری و تاب‌آوری شهری از تنوری تا عمل، در پی یافتن استراتژی‌هایی برای پل زدن بین تحقیق و عمل بوده و عنوان می‌کنند که تلاش‌ها برای درک و تأثیرگذاری بر تغییر به سمت مراکز شهری پایداری و تاب‌آورتر اغلب کم شده است؛ بنابراین در این مقاله به دنبال یافتن نقش برنامه‌ریزان شهری بر ایجاد پایداری و تاب‌آوری شهری پرداخته شده است. فرانزسکالی (۲۰۱۶)، در پژوهشی به ارزیابی تاب‌آوری شهری پرداخته و به این نتیجه رسیده است که ارتقای تاب‌آوری شهرها در ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، روان‌شناختی و محیطی منجر به افزایش یکپارچگی شهرهای آینده در مقابله با انواع بلایا می‌شود. ژو و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهشی که با هدف بررسی عوامل مؤثر بر مقاومت‌پذیری بافت‌های شهری در زمان بروز زمین‌لرزه انجام داده‌اند، نشان داده‌اند که اعمال اقدام‌های پیشگیرانه برنامه‌ریزی عناصر کالبدی و اجتماعی بافت‌های شهری می‌تواند بر کاهش آسیب‌پذیری بافت‌ها در مواقع

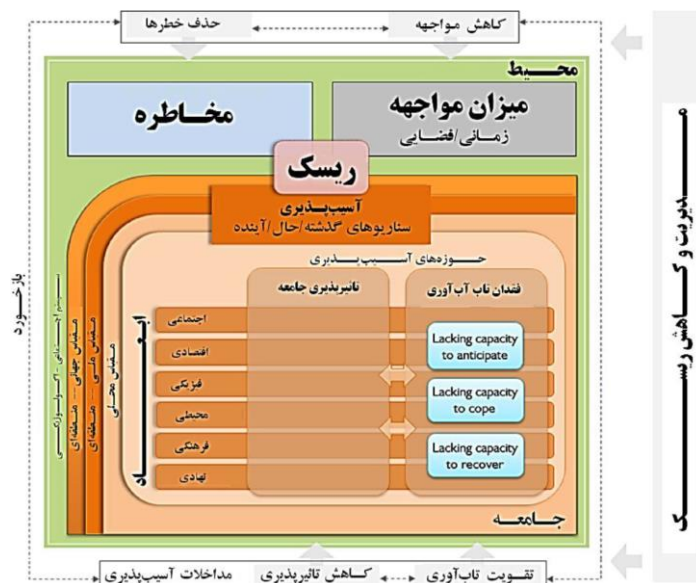
بحران مؤثر باشد. کاکانیو و همکاران (۲۰۱۹)، در تحقیقی به اندازه‌گیری آسیب‌پذیری اجتماعی به خطرات طبیعی در منطقه بوتسوانا، پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان داد که مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری اجتماعی به ترتیب عبارتند از بعد خانوار، ناتوانی، سطح تحصیلات، سن، افراد دریافت‌کننده اجتماعی، وضعیت اشتغال، وضعیت خانواده و میزان فقر است. ابراهیم‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی، به تحلیل آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در بافت فرسوده شهر تبریز، پرداخته‌اند. در این تحقیق بر ارائه الگوی بهینه مکان‌یابی کاربری‌های ویژه نیز تأکید داشتند. نتایج حاصله نشان داد الگوی پراکنش کاربری‌های ویژه در محدوده مورد مطالعه در وضع موجود از الگوی مناسبی برخوردار نیست. به‌طوری‌که در شرایط بحران جهت خدمات اورژانسی و اسکان موقت عملاً نیمی از محدوده به این کاربری‌ها دسترسی ندارند. مودت و ملکی (۱۳۹۳)، طبقه‌بندی و سنجش فضایی آسیب‌پذیری فیزیکی و اجتماعی شهر یزد در برابر زلزله را مورد بررسی قرار دادند. معیارهای مورد نظر در این تحقیق، تعداد خانوار، جمعیت، تراکم، تعداد واحدهای مسکونی، مساحت واحدهای مسکونی، کیفیت ساختمان‌ها، مساحت پارک‌ها و... بوده‌اند. طبق نتایج به‌دست‌آمده، منطقه ۳ نسبت به مناطق ۱ و ۲، از آسیب‌پذیری کمتری برخوردار است. بازدار و همکاران (۱۳۹۹)، در پژوهشی به سنجش و ارزیابی کمی آسیب‌پذیری شهری در برابر زلزله در استان ایلام پرداخته‌اند. نتایج نشان داده است شهرستان‌های استان از نظر تراکم جمعیتی، با سواد و غیره که هرکدام نقش مؤثری در آسیب‌پذیری دارند می‌تواند در رتبه آسیب‌ناشی از زلزله مؤثر واقع گردیده‌اند. خدادادی و همکاران (۱۳۹۹)، در پژوهشی با عنوان آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله در شهر کرج، به این نتایج دست یافتند که بیش از ۷۰ درصد از شهر کرج از نظر خطر آسیب‌پذیری در برابر زلزله در طبقه خیلی کم و کم قرار گرفته است و تنها حدود ۲۰ درصد از شهر کرج به خاطر نزدیکی به گسل و وجود تراکم بالای جمعیتی، ساختمانی و... در مناطق با خطر زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته است که با رعایت اصول شهرسازی و رعایت آیین‌نامه می‌توان از خسارات ناشی از زلزله در این

۳- مبانی نظری

۳-۱- تعاریف و مفاهیم آسیب‌پذیری

در دهه‌های اخیر، از مفهوم ریسک و آسیب‌پذیری در حوزه‌های علمی مختلف استفاده شده است. آسیب‌پذیری به مفهوم مستعد زیان دیده است؛ یعنی درجه‌ای است که یک سیستم مستعد خسارت است و نمی‌تواند خود را با آثار مضر یک تغییر تطبیق دهد. دیدگاه‌های مختلف در زمینه آسیب‌پذیری سیستم اجتماعی اکولوژیکی نشان می‌دهد آسیب‌پذیری متأثر از گسترش یا تضعیف خاصیت کششی عناصر اجتماعی، اکولوژیکی است که بر توانایی سیستم در سازگاری با شوک‌های وارده و واکنش به شوک تأثیر می‌گذارد (Darban Astae et al, 467: 2016). آسیب‌پذیری جهت نشان دادن وسعت و میزان خسارت احتمالی بر اثر وقوع سوانح (طبیعی و انسانی) به جوامع، ساختمان‌ها و مناطق جغرافیایی به کار می‌رود. به‌طور کلی منظور از آسیب‌پذیری عبارت است از شرایط و وضعیت‌های داخلی که در معرض قرارگیری و آسیب، تأثیرپذیری و شکنندگی نسبت به خطرهای و یا سایر شوک‌ها و فشارهای وارده را به مردم افزایش می‌دهد. عبارت دیگر، آسیب‌پذیری به خسارت ناشی از عناصر و پدیده‌های بالقوه و یا بالفعل بحران‌زا نسبت به نیروهای انسانی، تجهیزات و تأسیسات در بازه شدت صفر یا صد گفته می‌شود (Keller, 2007: 3). آسیب‌پذیری با مفاهیم متعددی ارتباط دارد که در شکل ۱، این ارتباط نمایش داده می‌شود.

مناطق کاست، لاله‌پور و همکاران (۱۴۰۱)، در پژوهشی به ارزیابی آسیب‌پذیری محلات شهری ورزقان در برابر بحران زلزله پرداخته‌اند. نتایج پژوهش نشان داد که با توجه به پهنه‌بندی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهر و توزیع کلاس‌های آسیب‌پذیر در سطح محلات شهری، می‌توان گفت که کل پهنه شهر ورزقان نسبت به رخداد زمین‌لرزه آسیب‌پذیر است. مرور پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که شاخص‌های تراکم جمعیتی، جنسیت، تحصیلات، سن، بنا، نوع سازه، مصالح ساختمانی و... از عوامل تأثیرگذار در آسیب‌پذیری مناطق شهری و روستایی به حساب می‌آیند و بالا و پایین بودن هر یک از این عوامل می‌تواند آسیب‌پذیری را تشدید یا کاهش دهد. روند مطالعات بیشتر متکی بر آسیب‌پذیری فیزیکی- کالبدی است و کمتر به عامل اجتماعی توجه شده است. نتایج تحقیقات نیز گویای پراکندگی آسیب‌پذیری در سطح محدوده‌های مورد مطالعه است و نقاط شهری و روستایی کشورمان در محدوده آسیب‌پذیری شدیدی قرار دارند. در تحقیق حاضر با دیدی ترکیبی آسیب‌پذیری در دو بعد کالبدی و اجتماعی مورد بررسی قرار گرفت. به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش آرد جی جهت مشخص شدن نوع آسیب‌پذیری (خوشه‌ای، منظم و تصادفی) در شهر ارومیه نیز از تفاوت تحقیق حاضر با مطالعات پیشین است. به لحاظ نتایج نیز یافته‌های این تحقیق تقریباً هم‌راستا با دیگر تحقیقات است.



شکل ۱- ارتباط ریسک و آسیب‌پذیری، منبع: (Darban Astae et al, 2016: 467).

۳-۲- آسیب پذیری شهری

آسیب پذیری شهری میزان خسارتی است که در صورت بروز سانحه به یک شهر و اجزا و عناصر آن بر حسب ماهیت و کیفیت آنها وارد می شود. تحلیل آسیب پذیری شهری، تحلیل، ارزیابی و پیش بینی احتمال خسارت های جانی، مادی و معنوی شهر و ساکنان شهر در برابر مخاطرات احتمالی است (Ahadnejad Roshti, 2010: 88). مهم ترین عواملی که در تشدید آسیب پذیری شهرها دخیل هستند عبارتند از گسترش شهرنشینی، رشد جمعیت، گسترش فقر، تغییرات فرهنگی و فقدان آگاهی و نبود اطلاعات (Sarvar and Kashani Asl, 2016: 91). در هنگام بروز بحران طبیعی در شهرها، آسیب پذیری بیشتر متوجه بافت کالبدی و اجتماعی، می شود. آسیب پذیری فیزیکی، به عناصر محسوس عینی، ساختمان ها و زیرساخت های شهری و موقعیت و ویژگی های آنها محدود می شود. وضعیت عناصر محسوس به عنوان آسیب پذیری فیزیکی تعریف می شود و یک تصویر اجمالی از شرایط فیزیکی را می تواند ارائه دهد. وجود آسیب پذیری کالبدی در زمینه های مختلفی طبقه بندی شده است. حفاظت در برابر زلزله نیازمند اطلاعاتی در ارتباط با نوع مصالح، قد و اندازه ساختمان ها، پیکربندی ساختمان ها، نمای کلی سازه، کیفیت طراحی، سن و شاخص های دیگری که در ارتباط با آسیب پذیری کالبدی می باشند، خواهیم داشت (Dadgar Alvar, 2017: 19).

آسیب پذیری اجتماعی مخلوق و آفریده روابط ساختار گروه ها و نیروهای جامعه در برابر فشارهای مختلف طبیعت و تصمیمات و توانایی و ظرفیت جامعه و افراد جهت پاسخگویی و واکنش در برابر حوادث طبیعی است. ارزیابی آسیب پذیری اجتماعی سکونتگاه های انسانی در برابر مخاطرات طبیعی، به عنوان یکی از شاخص های اساسی در ارزیابی خطر، از جایگاه ویژه ای در چرخه مدیریت بحران برخوردار است و بدون آگاهی از اوضاع اجتماعی و اقتصادی ساکنان، تصمیم گیری در خصوص ارزیابی آسیب پذیری آنها در برابر این مخاطرات امکان پذیر نیست. آسیب پذیری شهری در برابر مخاطرات طبیعی، از جمله زلزله تابعی از رفتارهای انسانی بوده و بیان کننده درجه ای از میزان آمادگی و یا عدم

آمادگی سیستم های اقتصادی، اجتماعی و کالبدی در نواحی شهری است که از آثار مخاطرات طبیعی تأثیر می پذیرد (Yari Gholi et al, 2014: 90).

۳-۳- شاخص های کالبدی و اجتماعی مؤثر بر آسیب پذیری

شاخص های کالبدی و اجتماعی تأثیرگذار بر آسیب پذیری در برابر زلزله در مطالعات مختلف تقریباً به صورت یکسان طبقه بندی شده است. در این پژوهش برای تحلیل آسیب پذیری کالبدی از دو شاخص نوع مصالح (واحدهای مسکونی بادوام، بی دوام و کم دوام) و عمر ساختمان (واحدهای مسکونی کمتر از یک سال تا بیشتر از ۴۵ سال) و برای آسیب پذیری اجتماعی نیز از پنج شاخص سطح تحصیلات، جنسیت، توانایی مالی، تراکم جمعیت و جمعیت آسیب پذیر، استفاده شده است. در جدول ۱، تعاریف شاخص های مورد نظر مطرح شده است. بر اساس بررسی صورت گرفته در بخش ادبیات نظری، مدل مفهومی تحقیق در دو بعد کالبدی و اجتماعی به شرح شکل ۲ ترسیم شده است.

۴- مواد و روش ها

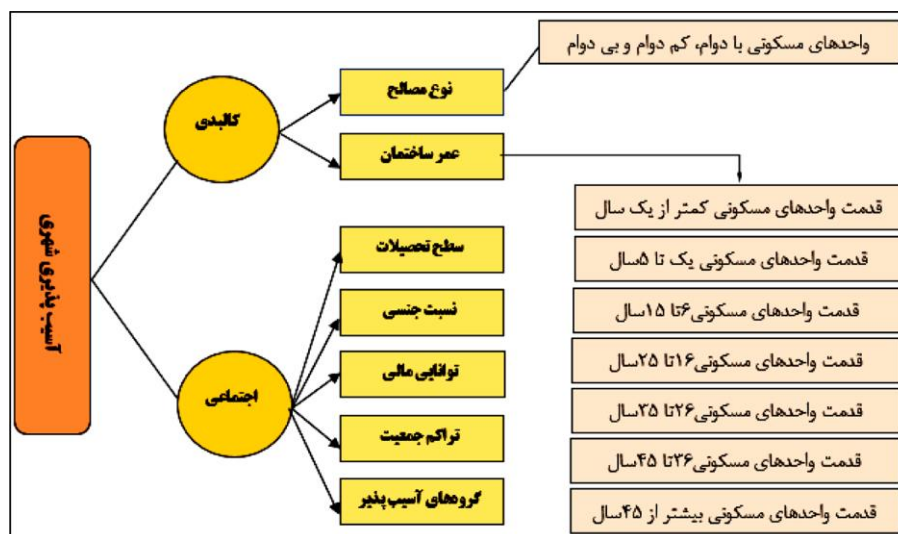
۴-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

شهر ارومیه مرکز شهرستان ارومیه و نیز مرکز استان آذربایجان غربی است که در فاصله ۱۸ کیلومتری دریاچه ارومیه در مختصات جغرافیایی ۴۵ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و ۳۷ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی از مبدأ خط استوا در داخل جلگه ای به طول ۷۰ کیلومتر و عرض ۳۰ کیلومتر قرار گرفته است. این شهر از شمال به شهرستان سلماس، از جنوب به شهرستان های نقده و مهاباد، از شرق به دریاچه ارومیه و از غرب به مرز ایران و ترکیه محدود شده است. طبق آخرین سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر ارومیه به ۷۵۰/۸۰۵ نفر و مساحت آن در سال ۱۳۹۰ به حدود ۱۰۰۵۰ هکتار (۲۸/۱۸) رسیده است (Nazmfar et al, 2019: 50).

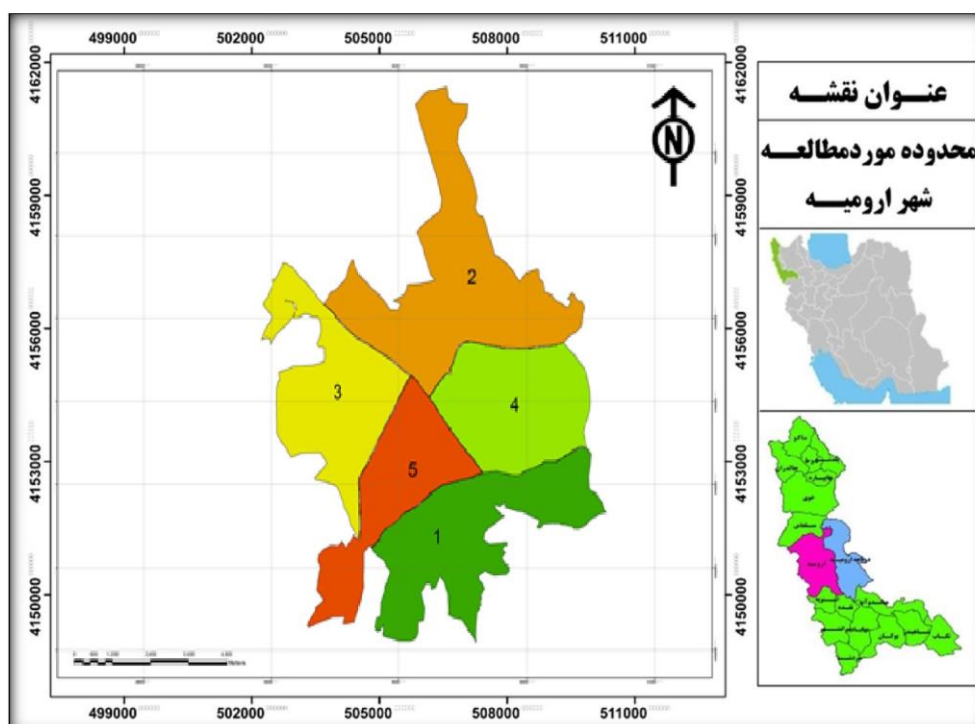
موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در شکل ۳ ذکر گردیده است.

جدول ۱- شاخص‌های کالبدی و اجتماعی تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری.

بعد	شاخص	تعاریف
کالبدی	نوع مصالح	نوع مصالح ساختمانی به کار رفته در ساخت واحد مسکونی، یکی از شاخص‌های تعیین‌کننده کیفیت مسکن در برابر زلزله است. به‌طوری که در اکثر کشورها، ساختمان‌های مسکونی ساخته شده از مصالح بی‌دوام مانند خشت و گل و چوب، در رده واحدهای مسکونی غیر ایمن قرار دارند. البته در این مورد ضوابط دقیق و بین‌المللی وجود ندارد، زیر ایمنی، مرغوبیت و قابلیت مصالح مختلف ساختمانی بستگی به شرایط اقلیمی و آب‌وهوای هر منطقه دارد. واحدهای مسکونی بادوام: ساختمان‌های مسکونی مقاوم در برابر زلزله. واحدهای مسکونی نیمه بادوام: ساختمان‌های مسکونی دارای اسکلت. واحدهای مسکونی کم‌دوام: ساختمان‌های مسکونی فاقد اسکلت (Neiri, 2022: 52).
	کیفیت ابنیه (عمر ساختمان)	این شاخص تأثیر بسیار مهمی بر میزان آسیب‌پذیری ساختمان دارد. احتمال مقاومت ساختمان‌ها با کیفیت بالا (نوساز) در مقابل زلزله، نسبت به ساختمان‌های مخروبه و مرمتی بیشتر است. قدمت یک سازه الزاماً رابطه مستقیمی با کیفیت ندارد، اما در بیشتر موارد ساختمان‌هایی با سن بیشتر از ۳۰ سال، نیاز به تعمیر اساسی دارند و در عین حال رعایت نکردن اصول آیین‌نامه زلزله در ساخت‌وساز ساختمان نیز باعث کاهش کیفیت بنا می‌شود (Khodadadi et al, 2020: 103).
	سطح تحصیلات	سطح تحصیلات یکی از شاخص‌هایی است که در منابع مختلف به‌عنوان شاخص تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری اجتماعی به آن توجه شده است. زیرا سطح تحصیلات رابطه مستقیم با آگاهی و درک مخاطرات به‌ویژه زلزله دارد. میزان تحصیلات از طریق تأثیر بر آگاهی و دانش افراد به‌تبع آن قدرت واکنش افراد در مواقع بروز زلزله، نقش زیادی در کاهش آسیب‌پذیری افراد دارد (Darban Astae et al, 2016: 469).
اجتماعی	نسبت جنسی	جنسیت نیز یکی دیگر از عناصر مهم آسیب‌پذیری اجتماعی است. زنان نسبت به مردان اغلب به علت استخدام در بخش‌های ویژه، دستمزدهای پایین‌تر و مسئولیت در مواظبت از خانواده، آسیب‌پذیرترند. آسیب‌پذیری زنان بیشتر به دلیل عواملی همچون ضعف جسمی، بارداری و ملاحظات فرهنگی و مذهبی است که معمولاً وضعیت جسمانی پایین‌تر، قدرت واکنش کمتری نسبت به مردان در زمان وقوع زلزله دارند (Darban Astae et al, 2016: 469). غلبه جمعیت زنان بر مردان در مناطق شهری و روستایی در هنگام زلزله در واقع آسیب‌های اجتماعی آن مناطق را تشدید می‌کند.
	توانایی مالی	درآمد یکی از شاخص‌های مهم آسیب‌پذیری اجتماعی است. فقر، کمبود منابع و دسترسی بر میزان آسیب‌پذیری افراد و خانواده‌ها تأثیر دارد. در واقع، پژوهشگران آسیب‌پذیری فقر را عنصری مؤثر بر افزایش آسیب‌پذیری در نظر می‌گیرند (Ali Akbari et al, 2021: 227-228).
	تراکم جمعیت	هرچه تراکم جمعیت یک شهر کمتر باشد و توزیع آن در سطح شهر متعادل‌تر باشد، آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله کمتر خواهد بود. برعکس، هرچه تراکم جمعیتی بالا در شهر به معنای تلفات و خسارات بیشتر به هنگام وقوع زلزله است. لازم به ذکر است که تراکم جمعیت هیچ‌گونه نقشی در شدت تخریب ندارد، بلکه اهمیت تراکم‌ها مربوط به بعد از رخ دادن تخریب است (Darban Astae et al, 2016: 469).
	گروه‌های آسیب‌پذیر	سن و سلامت جسمی نیز از شاخص‌های تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری اجتماعی هستند. شاخص سنی به کودکان و کهن‌سالان اشاره دارد و سلامت جسمی نیز به توانایی جسمی و توانایی ذهنی، برمی‌گردد. به‌طور معمول کودکان، افراد با سنین بالا و معلولان به دلیل ناتوانی جسمی و ضعف حرکتی در هنگام بروز زلزله آسیب‌پذیر هستند.



شکل ۲- مدل مفهومی تحقیق



شکل ۳- موقعیت جغرافیایی شهر ارومیه.

۲-۴- روش اجرایی تحقیق

روش پژوهش حاضر با توجه به ماهیت «توصیفی-تحلیلی و به لحاظ هدف کاربردی» می باشد. جهت گردآوری داده ها از روش کتابخانه ای، استفاده شده است. با توجه به

هدف تحقیق، شاخص های کالبدی و اجتماعی، از طریق پژوهش های پیشین، عملیاتی شدند و شاخص هایی که بیشترین فراوانی را داشته اند، انتخاب شده اند. سپس، اطلاعات مذکور از طرح های جامع شهری، طرح تفصیلی

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n \chi_j}{n} \quad (3)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \chi_j^2}{n} - (\bar{X})^2} \quad (4)$$

از آنجا که G_i خودش نوعی امتیاز z است دیگر نیاز به محاسبه دیگری نیست (Askari, 2011: 75).

آماره موران: آخرین ابزاری که در زمینه تحلیل الگوهای پراکنش و توزیع عوارض و پدیده‌ها در فضا و مکان توضیح داده می‌شود تحلیل خودهمبستگی فضایی که به آماره موران ($Moran's I$) نیز معروف است می‌باشد. ابزار آمار فضایی خودهمبستگی فضایی یکی از کاربردی‌ترین و مهم‌ترین ابزارهای تحلیلی برای تحقیق در مورد داده‌های فضایی است. این تحلیل نه تنها به خودی خود اطلاعات مفیدی در مورد ارتباط درونی عوارض به دست می‌دهد، بلکه نتایج آن برای بسیاری از تحلیل‌های پیچیده‌تر آماری نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌طور کلی، برای اندازه‌گیری مقدار تجمع از ضریب موران استفاده می‌شود که با اندازه‌گیری خودهمبستگی فضایی می‌تواند سطح تجمع را تخمین بزند. خودهمبستگی فضایی به تحلیل این مسئله می‌پردازد که اگر یک سیستم منطقه‌ای را در نظر بگیریم وجود یک متغیر در یک منطقه بر وجود همان متغیر در مناطق هم‌جوار منطقه مورد نظر چه تأثیری دارد. اگر تأثیر مثبت باشد یعنی حضور آن متغیر در یک منطقه سبب می‌شود که در مناطق هم‌جوار آن نیز مقدار آن متغیر بیشتر شود که این به خودهمبستگی فضایی مثبت تعبیر می‌شود (Tsai, 2005, 146).

۵- بحث و یافته‌ها

برای ارزیابی گزینه‌های تصمیم‌گیری، هر معیار به‌صورت یک لایه نقشه با عنوان نقشه‌های معیار در پایگاه داده‌های مبتنی بر GIS آماده شد که در ادامه به تفکیک هر یک، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۵-۱- شاخص‌های کالبدی

در این بخش از تحقیق، شاخص‌های آسیب‌پذیری کالبدی

شهرداری و مسکن راه و شهرسازی ارومیه و مرکز آمار ایران، استخراج شدند. جامعه آماری تحقیق نیز شامل جمعیت و ابنیه مناطق شهری ارومیه می‌باشد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از مدل‌های آمار فضایی و خودهمبستگی فضایی در نرم‌افزار GIS استفاده شده است. در نهایت، شاخص‌سازی در نرم‌افزار Excel صورت گرفته است و اطلاعات برای تحلیل و ترسیم نقشه به ArcGIS فراخوانی شده‌اند.

تحلیل لکه‌های داغ (Hot Spot Analysis):

لکه‌های داغ آماره گتیس-ارد جی ($Getis-Ord Gi$) را برای کلیه عوارض موجود در داده‌ها محاسبه می‌نماید. امتیاز z محاسبه شده نشان می‌دهند که در کجای داده‌ها مقادیر زیاد و یا کم خوشه‌بندی شده‌اند. این ابزار در حقیقت به هر عارضه در چهارچوب عوارضی که در همسایگی‌اش قرار دارند نگاه می‌کند. اگر عارضه‌ای مقادیر بالا داشته باشد جالب و مهم است، ولی به تنهایی ممکن است یک لکه داغ معنادار از نظر آماری نباشد. برای اینکه یک عارضه لکه داغ تلقی شود و از نظر آماری معنادار نیز باشد باید هم خودش و هم عوارضی که در همسایگی‌اش قرار دارند دارای مقادیر بالا باشند. جمع محلی ($Local Sum$) یک عارضه و همسایگانش به‌طور نسبی با جمع کل عارضه‌ها مقایسه می‌شود. زمانی که جمع محلی به‌طور زیاد و غیرمنتظره‌ای از جمع محلی مورد انتظار بیشتر باشد و اختلاف به‌اندازه‌ای باشد که نتوان آن را نتیجه تصادف دانست، در نتیجه امتیاز z به دست خواهد آمد (Askari, 2011: 75).

مبانی آماری: آماره گتیس-ارد جی ($Getis-Ord Gi$)

به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

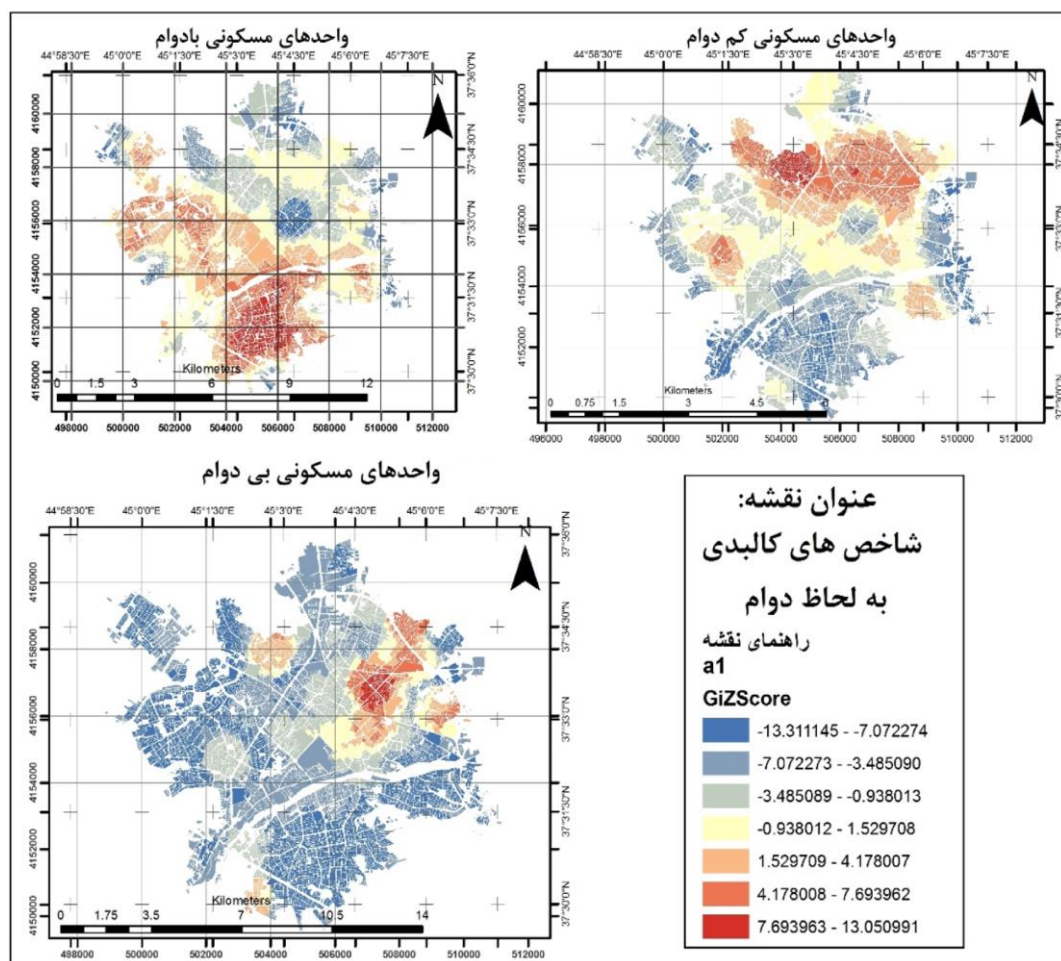
$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n \omega_{i,j} \chi_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n \omega_{i,j}}{S \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n \omega_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n \omega_{i,j})^2]}{n-1}}} \quad (1)$$

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n \omega_{i,j} \chi_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n \omega_{i,j}}{S \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n \omega_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n \omega_{i,j})^2]}{n-1}}} \quad (2)$$

در این فرمول χ_j مقدار خصیصه برای عارضه $\omega_{i,j}$ وزن فضایی بین عارضه i و j و n بر با تعداد کل عارضه‌ها می‌باشد.

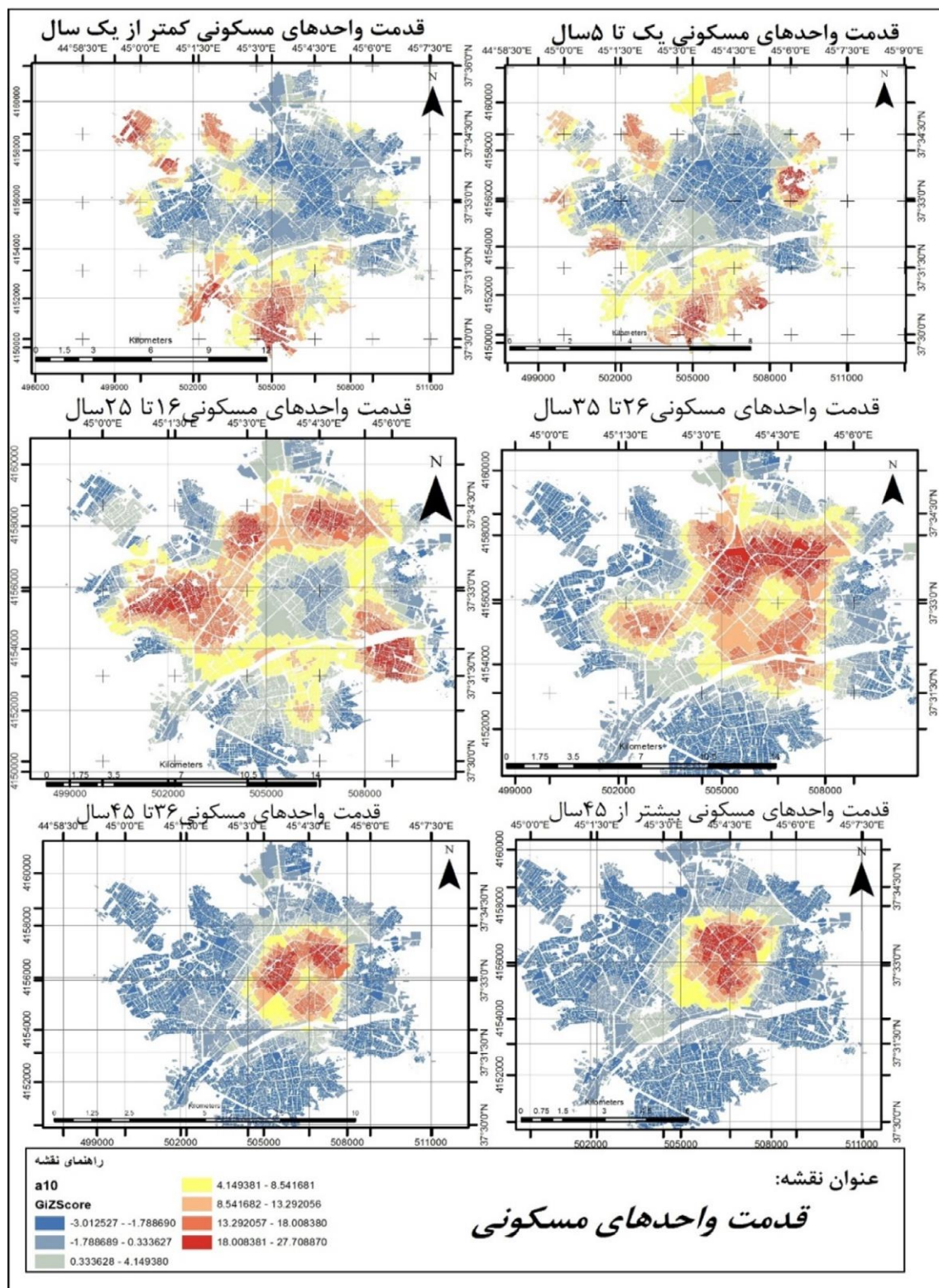
شکل ۵ نشان داده شده است، قدمت واحدهای مسکونی کمتر از یک سال در مناطق ۲ و ۴ بیشتر است. وضعیت این واحدها در منطقه ۱ و ۵ شهری، کمتر دیده می‌شود. قدمت واحدهای مسکونی، ۱ تا ۵ سال، در مناطق شهر ارومیه به چشم می‌خورد. در مناطق ۲، ۴ و بخشی از منطقه ۳، واحدهای مسکونی نوساز بیشتر هستند. واحدهای مسکونی با قدمت ۱۶ تا ۲۵ سال تقریباً در همه مناطق به‌صورت پراکنده دید می‌شوند، ولی منطقه ۳ و ۲ شهری، سهم بیشتری از این واحدها دارند. قدمت واحدهای مسکونی ۲۶ تا ۳۵ سال نیز در بخش مرکزی شهر ارومیه یعنی منطقه ۴ و بخشی از منطقه ۲، نسبت به دیگر مناطق بیشتر است. واحدهای مسکونی ۳۶ تا ۴۵ سال و بیشتر نیز در منطقه ۴ شهری دیده می‌شوند. دلیل این، مرکز بودن و بافت تاریخی این منطقه است.

شامل کیفیت ابنیه و قدمت بنا، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. با توجه به نتایج نقشه ابنیه در قسمت واحدهای مسکونی با دوام محدوده مورد مطالعه رنگ قرمز نشان‌دهنده‌ی کیفیت بالاست و رنگ آبی کیفیت کمتر و قرمز کم‌رنگ نشان از کیفیت متوسط بناها است. در شکل ۴، کیفیت ابنیه در قسمت واحدهای مسکونی با دوام بیشتر بلوک‌هایی که در منطقه یک واقع شده‌اند جزو نقاط داغ و با کیفیت بیشتر و مناطق ۲ و ۳ و ۴ جزو مناطق با کیفیت پایین هستند؛ و همچنین در قسمت واحدهای مسکونی کم‌دوام و بی‌دوام قسمت‌های قرمز جزو مناطق محروم و مناطقی که کیفیت ابنیه ضعیفی دارند که شامل مناطق ۲ و ۳ و ۴ می‌شود و رنگ آبی نشان‌دهنده‌ی کیفیت بهتر و بالاتر می‌شود. در قسمت قدمت واحدهای مسکونی، همان‌طور که در



شکل ۴- شاخص های کالبدی به لحاظ دوام.

تحلیل فضایی آسیب‌پذیری کالبدی- اجتماعی شهر ارومیه در برابر بحران زلزله



شکل ۵- شاخص‌های کالبدی به لحاظ قدمت واحدهای مسکونی.

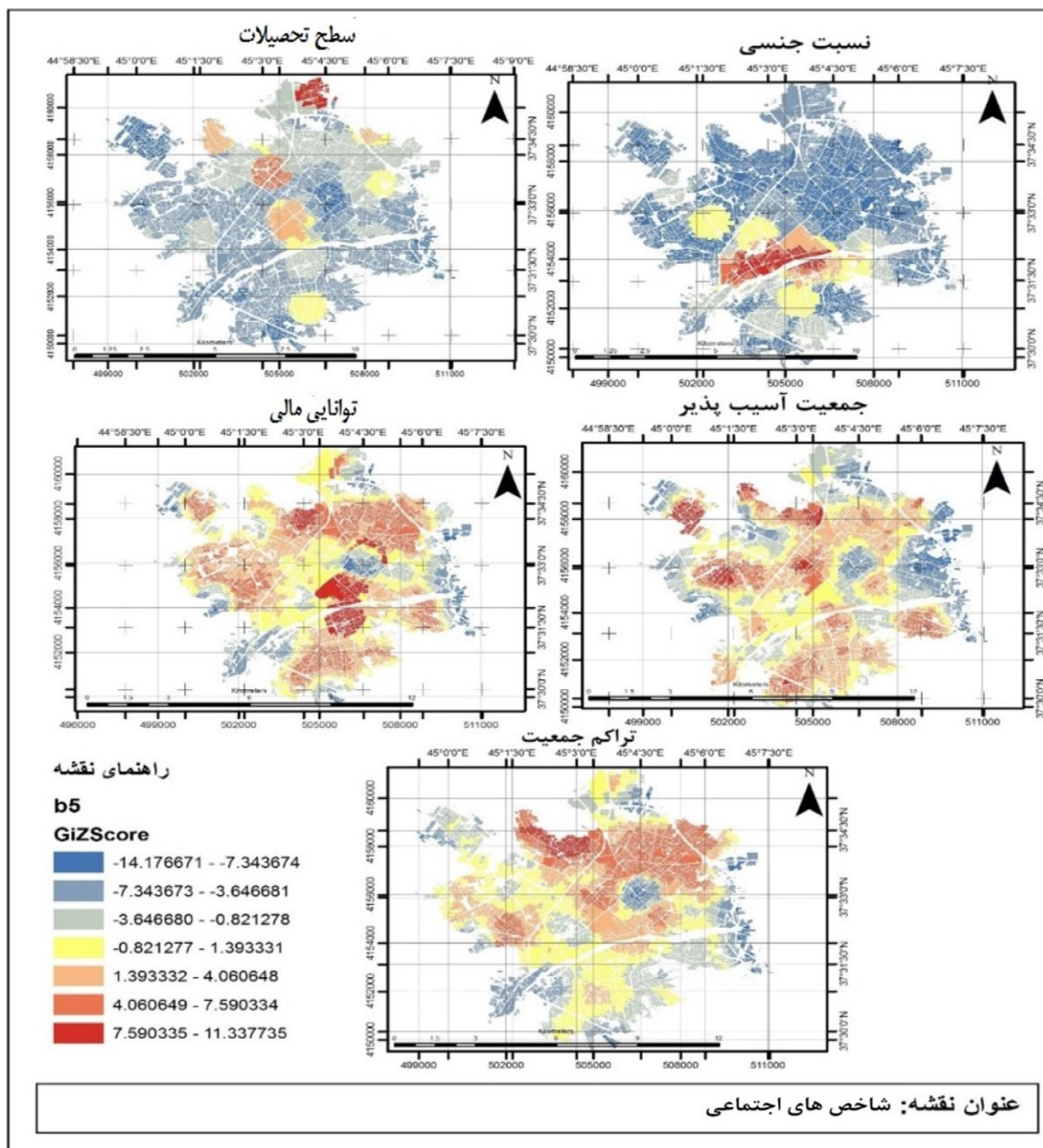
۵-۲- شاخص‌های اجتماعی

نقشه پراکنش شاخص‌های اجتماعی در مناطق شهر ارومیه، نشان می‌دهد که نسبت بی‌سوادی در این شهر کم‌رنگ است و بخش‌هایی از مناطق ۲ و ۵، به نسبت نرخ بی‌سوادی بالاتری دارند. در واقع با توجه به نقشه مورد نظر، قسمت‌های آبی‌رنگ، نشان‌دهنده‌ی ضریب پایین بی‌سوادی و قسمت قرمز رنگ، ضریب بیشتر بی‌سوادی را نشان می‌دهد. بررسی نسبت جنسی نیز، نشان‌دهنده‌ی آن است که منطقه ۵ نسبت به دیگر مناطق آسیب‌پذیرتر است. در واقع در این منطقه نسبت جنسی زنان بر مردان، غلبه دارد که هنگام بروز زلزله زنان نسبت به مردان، در خطر آسیب‌پذیری بیشتری قرار دارند. دلیل آسیب‌پذیری بیشتر زنان نسبت به مردان، در وضعیت جسمی - فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی فرهنگی و مذهبی، خلاصه می‌شود. در واقع زنان از قدرت جسمانی کمتری برخوردارند. شرایط بارداری زنان و نوع پوشش نیز از دلایل آسیب‌پذیری آنان است. در واقع هنگام زلزله زنان نمی‌توانند با همان پوششی که در منزل خود هستند، منزل را ترک کنند. توانایی مالی که از آن به‌عنوان فقر درآمدی یاد می‌شود، نسبت به منابع، دسترسی محدود دارند (مطابقت نزدیک بین فقر و آسیب‌پذیری). در واقع بیکاری باعث نداشتن پس‌انداز، مسکن مناسب یا ناامنی غذایی، می‌شود. این امر به دلیل شرایط اقتصادی، موجب می‌شود قشر بیکار جامعه هنگام بروز زلزله بیشتر در معرض آسیب باشند. از نقشه توانایی مالی می‌توان تفسیر کرد که قسمت‌های قرمز کم‌رنگ در سطح شهر دیده می‌شود. قسمت آبی‌رنگ نقشه که گویای توانایی مالی کمتر است، سطح کمتری را به خود اختصاص داده است. در واقع می‌توان گفت، شهر ارومیه به لحاظ توانایی مالی از وضعیت نامساعدی برخوردار است. این امر در هنگام بروز زلزله می‌تواند شهر ارومیه را در وضعیت بحرانی قرار دهد. جمعیت آسیب‌پذیر که به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم بعد اجتماعی به حساب می‌آید، شامل کودکان، سالمندان و معلولان جسمی و حرکتی است. به دلیل وابستگی بیشتر و مقاومت کمتر، این گروه‌ها، در هنگام زلزله آسیب‌پذیرتر هستند. این امر به‌ویژه در کودکان به دلیل اینکه تجربه و

دانش زندگی مقابله با زلزله را ندارند، بیشتر است. نتایج نقشه حاصله، رنگ قرمز آسیب‌پذیری بیشتری را در شهر ارومیه نشان می‌دهد و رنگ آبی نشان از گروه‌های سنی است که آسیب‌پذیری کمتری را دارا هستند. شاخص مهم دیگر که به‌عنوان زیرمجموعه بعد اجتماعی در نظر گرفته شده است، وضعیت تراکم جمعیتی است. توزیع نامتعادل جمعیتی در سطح شهر و تمرکز جمعیت در یک یا چند نقطه، خدمات‌رسانی و امداد رسانی را در هنگام وقوع زلزله با مشکل جدی مواجه می‌سازد و ممکن است در صورت بروز چنین حوادثی، جان زیادی از شهروندان به خطر بیفتد. نقشه به‌دست‌آمده از تراکم جمعیتی شهر ارومیه نشان می‌دهد که رنگ آبی تراکم جمعیتی کمتر، رنگ زرد تراکم متوسط، قهوه‌ای تا حدودی زیاد و رنگ قرمز، تراکم جمعیتی زیادی را داراست. طبق نتایج می‌توان گفت بخش عظیمی از شهر ارومیه به‌خصوص مناطق ۲ و ۴، از تراکم جمعیتی زیادی برخوردار هستند (شکل ۶).

برای تعیین میزان آسیب‌پذیری شهر ارومیه در برابر زلزله، لایه‌ها تلفیق شده است. نقشه ۷ که تلفیق شاخص‌های کالبدی (دوام واحدهای مسکونی و قدمت واحدهای مسکونی) و شاخص‌های اجتماعی (نسبت بی‌سوادی، نسبت جنسی، توانایی مالی، جمعیت آسیب‌پذیر و تراکم جمعیت) است، نتایج آن به ترتیب با رنگ‌های آبی، زرد، قهوه‌ای و قرمز آسیب‌پذیری کم تا زیاد را نشان می‌دهند. وضعیت شاخص‌های اجتماعی در سطح مناطق شهر ارومیه، آسیب‌پذیری متوسط تا زیادی را نشان می‌دهد. قسمت‌های آبی‌رنگ در نقشه بعد اجتماعی، کمتر به چشم می‌خورد. در واقع مناطقی که پراکنش رنگ‌های قهوه‌ای و قرمز، در آنها دیده می‌شود، بیشتر در معرض آسیب‌پذیری قرار دارند. آسیب‌پذیری اجتماعی در مناطق ۱ و ۳، نسبت به دیگر مناطق، کمتر است. وضعیت آسیب‌پذیری شاخص‌های کالبدی نیز نشان می‌دهد، بخش‌های حاشیه‌ای شهر ارومیه مشخص شده با رنگ آبی، از لحاظ بحران زلزله، آسیب‌پذیری کمتری دارند و بخش‌های مرکزی شهر ارومیه یا در واقع بخش مرکزی هر منطقه شهری، به‌خصوص مناطق ۲ و ۴، آسیب‌پذیری بیشتری را دارا هستند.

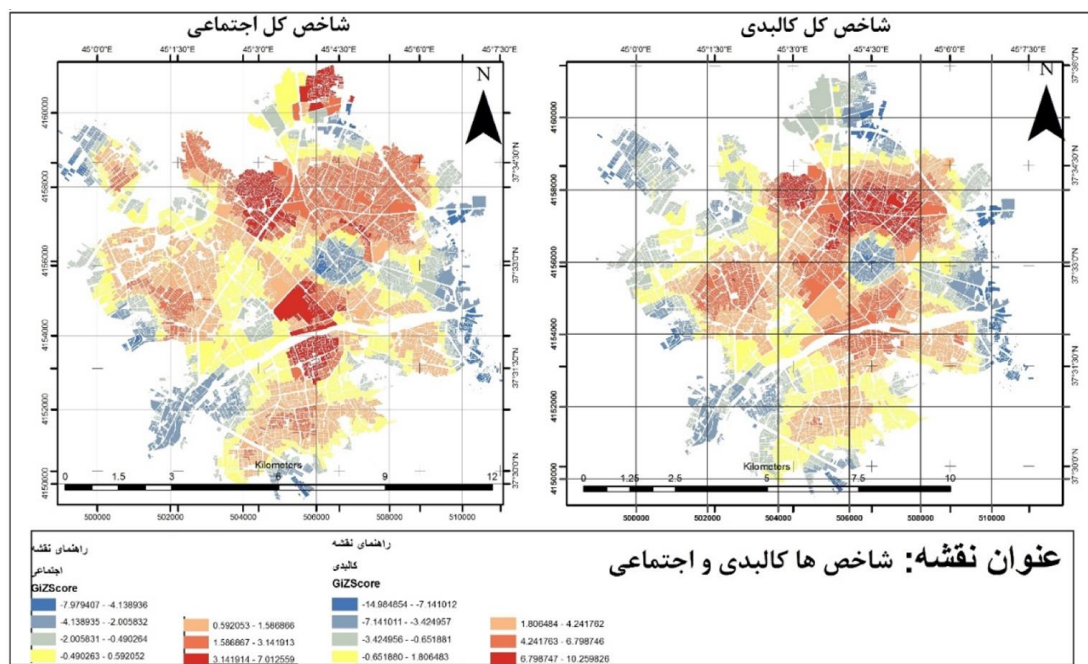
تحلیل فضایی آسیب‌پذیری کالبدی- اجتماعی شهر ارومیه در برابر بحران زلزله



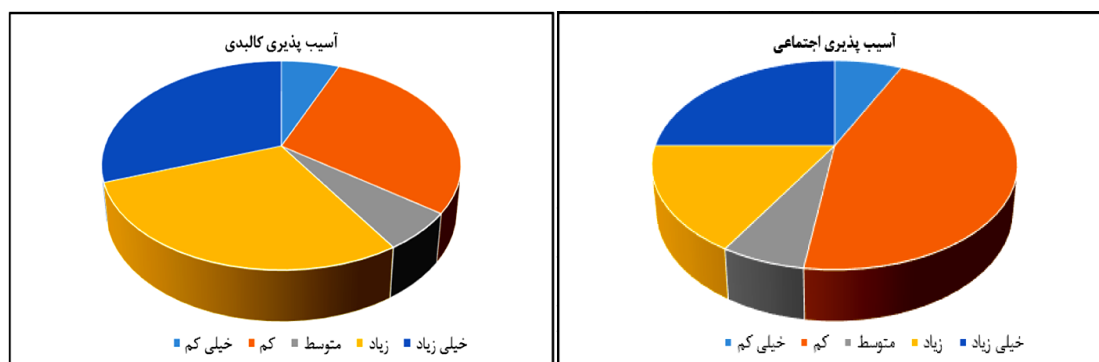
شکل ۶- شاخص های اجتماعی آسیب‌پذیری.

مجموع طیف‌های زیاد و خیلی زیاد با بیش از ۵۸ درصد، شدت آسیب‌پذیر بودن بافت کالبدی شهر ارومیه در برابر زلزله را نشان می‌دهد. در بعد اجتماعی نیز میزان آسیب‌پذیری خیلی کم: ۷/۱۳، کم: ۴۵/۱۳، متوسط: ۶/۳۲، زیاد: ۱۶/۴۲ و خیلی زیاد به ۲۵ درصد می‌رسد. بیشترین مساحت شهر ارومیه از نظر بعد اجتماعی با مساحت ۴۹۴۶ از آسیب‌پذیری کمتری برخوردار است (جدول ۲).

بر اساس شکل ۸، مساحت و درصد آسیب‌پذیری کالبدی و اجتماعی شهر ارومیه بر اساس پنج طیف خیلی کم تا خیلی زیاد استخراج گردیده است. بر اساس نتایج، ۶/۲۴ درصد شهر ارومیه به لحاظ کالبدی دارای درجه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۸/۹۱ درصد کم، ۵/۸۹ درصد متوسط، ۲۸/۴۵ درصد زیاد و ۳۰/۵۳ درصد مساحت این شهر در طیف درجه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار دارد.



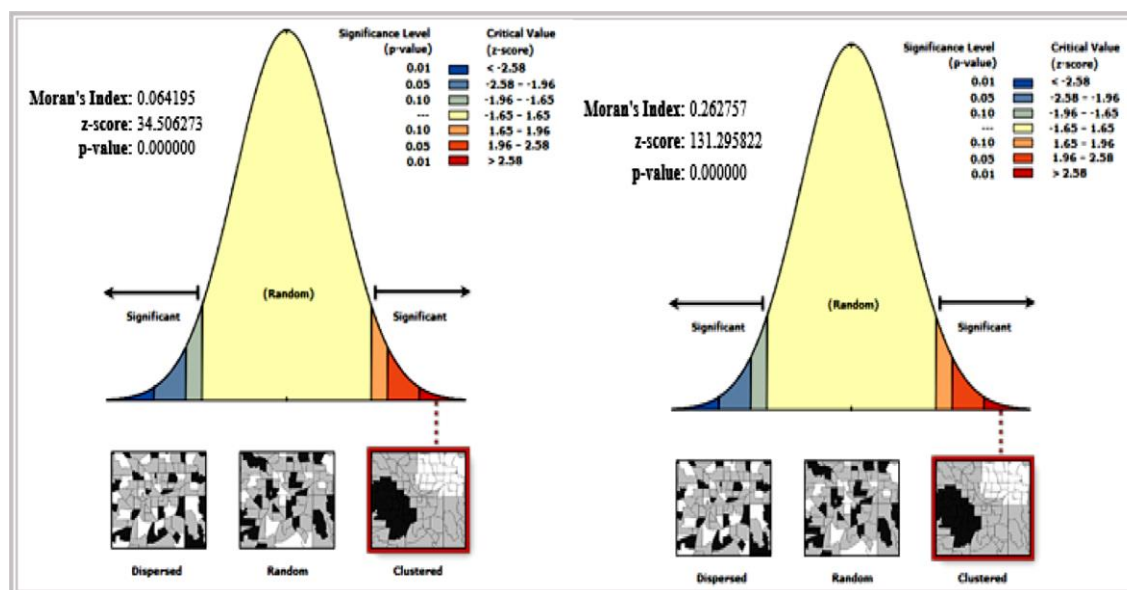
شکل ۷- درجه بندی آسیب پذیری شاخص های اجتماعی و کالبدی شهر ارومیه.



شکل ۸- درصد آسیب پذیری کالبدی- اجتماعی شهر ارومیه.

جدول ۲- آسیب پذیری کالبدی- اجتماعی شهر ارومیه.

اجتماعی		کالبدی		وضعیت
درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	
۷/۱۳	۷۸۱	۶/۲۴	۶۳۱	خیلی کم
۴۵/۱۳	۴۹۴۶	۲۸/۹۱	۲۹۲۵	کم
۶/۳۲	۶۹۳	۵/۸۹	۵۹۶	متوسط
۱۶/۴۲	۱۸۰۰	۲۸/۴۵	۲۸۷۹	زیاد
۲۵	۲۷۴۰	۳۰/۵۲	۳۰۸۸	خیلی زیاد



شکل ۹- الگوی پراکنش فضایی بعد کالبدی و اجتماعی به لحاظ آسیب‌پذیری در شهر ارومیه.

وقوع زلزله، متحمل خسارات و تلفات زیادی شده است. در شهرها، با توجه به تراکم بالای جمعیتی و ساختمانی، سازه‌های کم‌دوام، عرض کم معابر و درجه محصوریت، میزان خطرپذیری بیشتر است. لذا، انجام مطالعات و برنامه‌ریزی‌های دقیق در راستای به حداقل رساندن آسیب‌های ناشی از این رویداد طبیعی ضروری است. در مطالعات گذشته بیشتر آسیب‌پذیری فیزیکی مطرح بوده است و به مؤلفه‌های اجتماعی از جمله سطح تحصیلات، توانایی مالی، جنسیت و... کمتر توجه شده است. پژوهش حاضر با ترکیبی از شاخص‌های کالبدی و اجتماعی به آسیب‌پذیری شهر ارومیه در برابر زلزله پرداخته است. نتایج به‌دست‌آمده از آسیب‌پذیری کالبدی شهر ارومیه بر اساس کیفیت ابنیه و قدمت بنا، نشان داده که کیفیت ابنیه واحدهای مسکونی با دوام بیشتر در منطقه یک شهری واقع شده‌اند و مناطق ۲ و ۳ و ۴ جزو مناطق با کیفیت پایین هستند و همچنین در قسمت واحدهای مسکونی کم‌دوام و بی‌دوام قسمت‌های قرمز جزو مناطق محروم و مناطقی که کیفیت ابنیه ضعیفی دارند، شامل مناطق ۲، ۳ و ۴ می‌شود. به لحاظ قدمت واحدهای مسکونی، واحدهای مسکونی کمتر از یک سال در مناطق ۲ و ۴ بیشتر است. وضعیت این واحدها در منطقه ۱ و ۵ شهری، کمتر دیده می‌شود.

در این بخش، جهت بررسی الگوی رفتاری آسیب‌پذیری ابعاد کالبدی و اجتماعی، از آماره آرد جی استفاده شده است. آماره آرد جی نوعی ابزار خوشه‌بندی زیاد تا کم آمار استنتاجی است و نتایج آن بر مبنای فرضیه صفر تفسیر و بیان می‌شوند. فرضیه صفر برای آماره جی در بعد کالبدی آسیب‌پذیری نشان می‌دهد که هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی در مقادیر آسیب‌پذیری کالبدی در مناطق شهری وجود ندارد. مقدار z استاندارد شده برای شاخص کالبدی، عدد ۱۳۱ به‌دست‌آمده که نشان‌دهنده آن است که از لحاظ فضایی، مناطقی که در مجاورت یکدیگر قرار گرفته‌اند و تشکیل خوشه داده‌اند، مناطقی هستند که از آسیب‌پذیری بالایی برخوردار هستند. از مقدار z استاندارد شده شاخص اجتماعی که برابر با عدد ۳۴ است نیز می‌توان اشاره کرد که آسیب‌پذیری در چند نقطه شهر متمرکزتر است و این بخش‌ها در معرض آسیب‌های جدیدتری قرار دارند (شکل ۹).

۶- نتیجه‌گیری

زلزله یکی از سوانح طبیعی است که بیشتر کشورها از جمله ایران با تهدیدات آن مواجه می‌باشند، کشور ایران در موقعیت زمین‌شناسی و قرارگیری بر روی کمربند زلزله از کشورهای لرزه‌خیز دنیا محسوب و در سالیان گذشته بر اثر

واحدهای مسکونی ۳۶ تا ۴۵ سال و بیشتر نیز در منطقه ۴ شهری، دیده می‌شوند. از نتایج حاصل شده می‌توان اظهار کرد با توجه به سن ساختمان‌ها، بافت مرکزی شهر ارومیه به لحاظ شاخص کالبدی وضعیت نامناسبی دارد، زیرا هر چه میزان ساخت واحدهای مسکونی بیشتر باشد، کیفیت مصالح به کار رفته در آنها، پایین‌تر خواهد بود. بررسی شاخص‌های اجتماعی در شهر ارومیه نیز نشان داده، نسبت بی‌سوادی در این شهر کم‌رنگ است. بررسی نسبت جنسی نیز غلبه زنان بر مردان است. این امر گویای آن است که زنان نسبت به مردان بیشتر در معرض آسیب‌پذیری قرار دارند. توانایی مالی که به‌عنوان یکی دیگر از شاخص‌های اجتماعی در نظر گرفته شده، متأسفانه از وضعیت نامساعدی برخوردار است. شاخص جمعیت آسیب‌پذیر شامل کودکان، سالمندان و معلولان جسمی و حرکتی، نیز وضعیت نامناسبی ندارد. در نهایت وضعیت تراکم جمعیتی شهر ارومیه، توزیع نامتعادل جمعیتی در سطح شهر و تمرکز جمعیت در یک یا چند نقطه را نشان می‌دهد. به‌صورت کلی می‌توان گفت میزان آسیب‌پذیری کالبدی شهر ارومیه ۵۸ درصد است و میزان آسیب‌پذیری اجتماعی بر اساس طیف زیاد و خیلی زیاد، ۴۱ درصد کمتر از حد متوسط است؛ بنابراین با توجه به نتایج حاصله می‌توان بیان نمود که شهر ارومیه در برابر بحران طبیعی زلزله بسیار آسیب‌پذیر است و این آسیب‌پذیری در سطح مناطق شهری پراکنش دارد ولی در مناطق ۵، ۴ و ۲ شهری آسیب‌پذیری شدت بیشتری دارد. نتایج مدل آرد جی جهت بررسی الگوی رفتاری آسیب‌پذیری ابعاد کالبدی و اجتماعی شهر ارومیه، به‌ترتیب با مقدار ۱۳۱ و ۳۴، الگوی خوشه‌ای را نمایش می‌دهد. در واقع به این معنی است که

آسیب‌پذیری کالبدی و اجتماعی این شهر، در بعضی از مناطق حادث‌تر است و در هنگام بروز زلزله این مناطق در معرض آسیب‌های جدی‌تری قرار دارند.

ارزیابی خطر در شهر ارومیه به‌منظور تلاش برای کاهش اثرات زلزله می‌تواند راهکاری برای به حداقل رساندن خسارات جانی و مالی باشد تا با برنامه‌ریزی کارآمد، پیامدهای زلزله در نواحی شهری تقلیل یابد و این امر می‌طلبد تا با اقدامات مقتضی، در جهت آسیب‌پذیری نواحی شهری در منطقه مورد مطالعه اقدام جدی به عمل آورد. لذا نتایج تحقیق حاضر می‌تواند برای سازمان مسکن و شهرسازی، شهرداری مناطق و مدیریت بحران شهر ارومیه کارآمد باشد.

با توجه به نتایج حاصله پیشنهادهایی به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

- مقاوم‌سازی واحدهای مسکونی آسیب‌پذیر از طریق پرداخت وام‌های کم‌بهره به ساکنان
- افزایش سطح آگاهی و توانمندسازی شهروندان در رابطه با زلزله.
- توزیع و پراکندگی جمعیت متناسب با وضعیت و آسیب‌شناسی مناطق شهری
- ایجاد بانک‌های اطلاعاتی جامع و مدرت از تمام جزئیات عناصر شهری مربوط به آسیب‌پذیری مناطق
- تمرکززدایی و پراکندگی تأسیسات و تجهیزات حیاتی در سطح مناطق
- تعریض و تصحیح شبکه معابر شهری به‌خصوص در مناطق مرکزی شهر ارومیه. این امر در هنگام بروز بلایای طبیعی بسیار مؤثر است.

۷- مراجع

- [1] Ahadnejad Roshti, M., Mohammadi, H., and Khoshrouy, Gh. (2015), Modeling the Social Vulnerability of Cities to Earthquakes Using Hierarchical Analysis Process and Geographic Information System (Case: Region 1 of Tabriz Municipality), Quarterly Journal of Development Planning Urban and Regional, 1, 2, 31-1.
- [2] Ahadnejad Roshti, M. (2010), Assessment of social vulnerability of cities against earthquakes (case: Zanzan), Quarterly Journal of Urban and Regional Studies and Research, 2, 7, 90-71.
- [3] Ali Akbari, A., Talshi, M., Karmi, M. and Maleki, K. (2021), Vulnerability analysis of natural, physical, social and economic dimensions of Kermanshah metropolis against earthquake, Sepehr Magazine, Volume 30, Number 117, 249-225.
- [4] Askari, A. (2011), Dans un livre intitulé Spatial Statistical Analysis with Arc_GIS, Publication Details of Tehran Municipality Technology and Communication Organization, First Edition, Arang Printing.
- [5] Bazdar, S., Zandmoghaddam, M.R., and Kamyabi, S. (2020), Quantitative assessment and evaluation of urban vulnerability to earthquakes (Case: Ilam province), Journal of Applied Research in Geographical Sciences, 20, 59, 212-197.
- [6] Dadgar Alvar, M. (2017), The Role of Passive Defence Principles in Reducing the Physical Vulnerability of Urban Housing (Case: District 12 de Téhéran), M.Sc. Thèse, Géographie et Urbanisme, Université Tarbiat Modares, Téhéran.
- [7] Darban Astane, A., Bazgir, S., & Sheikhzadeh, M. (2017), Spatial Analysis of Social Vulnerability of Households to Earthquake (Case: District 6 of Tehran), Journal of Human Geography Research, Volume 49, Number 2, pp. 465-484.
- [8] Ebrahimzadeh, I., Kazemizad, S. and Ghanbari, H. (2012), An Analysis of Earthquake Vulnerability with Emphasis on Providing an Optimal Model for Locating Special Uses (Health, Treatment and Education) in the Dilapidated Urban Tissue of Tabriz, Geography Quarterly And Urban-Regional Planning, 4, 16-1.
- [9] Frantzeskaki, N. (2016), Urban resilience, A concept for co-creating cities of the future, Erasmus University Rotterdam, The Netherlands.
- [10] Girasole, E. and Cannatella, D. (2017), Social Vulnerability to Natural Hazards in Urban Systems. An Application in Santo Domingo (Dominican Republic), Sustainability 2017, 9, 2043; doi:10.3390/su9112043.
- [11] Gonçalves, C.G. and Zêzere, J. (2018), Combining Social Vulnerability and Physical Vulnerability to Analyse Landslide Risk at the Municipal Scale, 2-17.
- [12] Hataminejad, H., Kohki, F.S. and Sadeghi, F. (2022), measuring the physical resilience of informal settlements against environmental hazards (Case: Pakdasht, Shahrek Elkehal), Economic Geography Research Quarterly, 3(9), 22-38.
- [13] ISDR. N. (2004), United nation international strategy for disaster reduction: living with risk: A global review of disaster reduction initiaatives, <http://www.unisdr.org/eng/about/isdr/bd-lwr-2004-eng.htm>, 2004.

- [14] Jafarnia, A., Khorrambakht, A.A. and Ghanbari, A.R. (2019), Zoning of Earthquake Vulnerability Using Qazi Logic in GIS (Cas: Lar City), *Quarterly Journal of Natural Geography*, 12, 43, 125-105.
- [15] Kakanyo, D., Gobopamang, L., Kannan, N. (2019), Measuring social vulnerability to natural hazards at the district level in Botswana, *Journal of Disaster Risk Studies*, 1(11), 1–11.
- [16] Keller, C. (2007), Urban Riots in France, history, pattern and the significance of institutional violence. *Journal of Social Justice*.
- [17] Khodadadi, F., Entezari, M., and Sasanpour, F. (2020), Urban Vulnerability Analysis against Earthquake Risk (Case: Karaj), *Journal of Applied Research in Geographical Sciences*, 20, 56, 113-93.
- [18] Lalepour, M., Khairizadeh, M. & Zakari, M. (2022), Vulnerability assessment of urban areas against the earthquake crisis (case: Warzaghan city areas), *Natural Environment Hazards Quarterly*, 11(31), 2-23.
- [19] Lankao, P.R., Wilhelmi, O., Hayden, M., Gnatz, D. (2016), Urban Sustainability and Resilience: From Theory to Practice. *Sustainability*, 8(12), 112-124.
- [20] Movadat, E. and Maleki, S. (2014), Classification spatiale et mesure des dommages physiques et sociaux des villes contre les tremblements de terre à l'aide de la technique Victor et du système d'information géographique (Cas: ville de Yazd), *Revue trimestrielle de géographie et d'aménagement urbain et régional*, 11, 103-85.
- [21] Nahid, M., Zand Moghadam, M. & Karke Abadi, Z. (2021), measuring and evaluating the resilience level against the risk of urban flooding (Case: District 4 of Tehran), *Iran's natural resources pasture and watershed quarterly*, 74(1), 205-218.
- [22] Nazmfar, H., Eshghi Chaharborj, A. and Omrani, M. (2019), Analysis of urban context using transect method (Case: Urmia city), *Environmental Research Quarterly*, No. 47, 46-65.
- [23] Neiri, M. (2022), Investigation of methods of increasing urban resilience against earthquakes based on seismic scenario (case: 19th district of Tehran), *Memar Shahr Quarterly*, No. 2, pp. 37-52.
- [24] Pashazadeh, A., Yazdani, M. & Zadvali, F. (2021), The identification of natural hazards effective in the urban vulnerability (Case study: Ardabil City). *Geographical Engineering of Territory*, 5(2), 283-296.
- [25] Pashazadeh, A., Yazdani, M.H. and Mohammadi, A. (2023), Measuring the institutional-organizational resilience of Ardabil city against environmental hazards, *Journal of Environmental Science Studies*, 8(2), 6578-6568.
- [26] Sarvar, H., and Kashani A.A. (2016), Évaluation de la vulnérabilité physique de la ville d'Ahar à la crise sismique, *Environmental Planning Quarterly*, 34, 108-88.
- [27] Shafiee Sabet, N., Doosti, B., and Ghorbani, M. (2016), Assessing the Vulnerability of Rural Settlements to Drought Phenomena Using the Coopers Multi-Index Decision Model (Cas: Delfan City), *Quarterly Journal of Natural Geography*, 9, 31, 134-119.
- [28] Tsai, Yu-Hsin (2005), Quantifying urban form: Compactness versus sprawl, *Urban Studies*, 42(1), 141-161.

- [29] Xu, Jiuping & Lu, Yi. (2018), Towards an earthquake-resilient world: from post-disaster reconstruction to pre-disaster prevention. *Environmental Hazards*, 17(4), 296-275.
- [30] Yari Gholi, V., Norouzi, M.J., and Kalantari, B. (2014), Évaluation de la vulnérabilité sociale des zones urbaines aux tremblements de terre à l'aide du modèle Electra (cas: ville d'Abhar). *Quarterly Journal of Geography and Environmental Sustainability*, 11, 101-87.
- [31] Zanganeh Shahraki, S., Shahsavari, M.S., and Aminizadeh, A. (2019), Évaluation spatiale des facteurs sociaux influents dans les villes côtières (cas: villes de la province de Bushehr), *Two Quarterly Journal of Urban Social Geography*, 6(2), 127-109.
- [32] Zangiabadi, A. and Dadboud, A., (2021), Analyse spatiale des grappes vulnérables de tissus physiques à Gorgan contre les tremblements de terre, *Journal of Human Geography Research*, 53, 1, 34-23.

Spatial Analysis of Physical-Social Vulnerability of Urmia City to Earthquake Crisis

Nabi Hosseini^{1*}, Mahdi Modiri², Azim Alishaei³

1. Ph.D. Student, Tabriz University (Corresponding Author)
2. Professor, Passive Defence Group, Malek Ashtar University of Technology
3. Assistant Professor, Payame Noor University

Abstract:

From the past until now, the occurrence of earthquakes has always been a widespread threat, and the need to reduce the vulnerability of cities to earthquakes is considered one of the main concerns of urban planning. In this regard, the pathological zoning of the amount and type of response to the earthquake with the help of effective methods can significantly increase the resilience of the city in the face of the earthquake. In the present study, the physical-social pathology of Urmia city against the earthquake crisis was investigated. The type of this research is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of research method. 15 indicators were used to measure the physical and social vulnerability of Urmia city. The required data are also extracted from comprehensive plans and statistics of 2015. Spatial statistics and spatial autocorrelation models have been used in GIS software for data analysis. The results obtained to answer the research question indicate that the central parts of Urmia city are more vulnerable than the peripheral parts in terms of physical index. The state of social indicators at the level of Urmia city shows moderate vulnerability. This vulnerability was estimated at 58% in the physical dimension and 41% in the social dimension. The results of the RDJ model also show that the distribution of physical and social vulnerability is clustered in the regions of Urmia. Considering the degree of vulnerability of the city of Urmia, in order to reduce the loss of life and money caused by the earthquake, it needs to reduce the consequences of this crisis with efficient planning and effective measures.

Keywords: Natural Hazards, Vulnerability, Spatial Statistics Model, Urmia City.

* Corresponding author: nabi.hosseini@tabrizu.ac.ir