

## ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی نواحی شهری در برابر زلزله با استفاده از مدل ELECTRE (مطالعه موردی: ابهر)

وحید یاری قلی\* - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان، زنجان  
محمدجواد نوروزی - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان، زنجان  
به‌رنگ کلانتری - کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

وصول: ۱۳۹۲/۱۱/۲ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۳

### چکیده

موضوع ایمنی شهرها در برابر مخاطرات طبیعی یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری است. با توجه به اینکه ایران از نظر وقوع بلایای طبیعی جزو ده کشور جهان است، مدیریت بحران‌های به وجود آمده یکی از ضرورت‌های نظام برنامه‌ریزی شهری است. از سوی دیگر وقوع بلایای طبیعی از جمله زلزله نه تنها باعث خسارات به زیرساخت‌های کالبدی و فیزیکی در نواحی زلزله‌زده می‌شود، بلکه ساختارهای اجتماعی آن نواحی را هم تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر این مخاطرات، تنها به عناصر کالبدی و فیزیکی آنها محدود نشده، در این راستا عناصر اجتماعی این شهرها را هم باید مطالعه و بررسی نمود. با توجه به این مهم، هدف پژوهش حاضر ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی نواحی چهارگانه شهر ابهر در برابر زلزله است. در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن عواملی همچون توزیع جمعیت در گروه‌های سنی پرخطر در هنگام زلزله، اشتغال، سواد، تعداد معلولان، کاربری‌های پرخطر و ... در قالب سه شاخص جمعیت، اقتصادی - اجتماعی و فاصله فیزیکی نسبت به کاربری‌های خطرناک و ضروری بررسی شده است. روش تحقیق، کمی - تحلیلی است. در بخش مبانی نظری از روش اسنادی استفاده گردید و از روش ELECTRE برای رتبه‌بندی نواحی شهر ابهر از لحاظ شاخص‌های آسیب‌پذیری اجتماعی استفاده گردید. همچنین در این پژوهش برای وزن‌دهی به معیارها از مدل AHP استفاده شده است. یافته‌های حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری اجتماعی نتیجه‌ای از نابرابری‌های اجتماعی در جوامع شهری است. با توجه به تفاوت در مقدار شاخص‌ها و ویژگی‌های اجتماعی متفاوت نواحی مختلف شهر ابهر، این نواحی آسیب‌پذیری متفاوتی نسبت به همدیگر دارند به طوری که ناحیه ۲ بیشترین و ناحیه ۴ کمترین میزان آسیب‌پذیری اجتماعی را در برابر زلزله دارا هستند.

واژگان کلیدی: آسیب‌پذیری، آسیب‌پذیری اجتماعی، زلزله، مدل ELECTRE، نواحی شهر ابهر.

## مقدمه

برنامه‌ریزی شهری در اکثر شهرهای کشورهای جهان سوم با نوعی روزمرگی همراه با عدم آمادگی برای رویارویی با حوادث آینده مواجه بوده و حوادث طبیعی ناگوار پیش از آنکه تدبیری برای مقابله با آنها و کاهش اثرات آنها بر محیط و انسان اندیشیده شود به ناگهان همه را غافلگیر می‌کند. پیشرفت‌های علمی روز جهان، دنیای صنعتی را آماده مقابله با بحران‌های شهری قبل از وقوع مخاطرات طبیعی نموده است. شهرهای جهان توسعه‌یافته ضمن مقاوم‌سازی قدم‌های همه‌جانبه‌ای را برای مقابله با بحران برداشته‌اند. امروزه خطر زلزله حداقل ۳۵ کشور را در سطح جهان دربر می‌گیرد و خود عامل ناکامی‌های زندگی و اکثر مرگ و میرها است (اسمیت، ۱۳۸۲: ۱۹۹). ایران به سبب موقعیت جغرافیایی خود همواره در معرض انواع سوانح طبیعی است که هر از گاهی بخش‌های مختلفی از آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد و اثرات زیانباری برجای می‌گذارد. واقع شدن ایران بر روی کمربند زلزله‌خیز آلپ - هیمالیا موجب شده است که زمین‌لرزه به عنوان یکی از زیان‌بارترین بلاها در کشور مطرح شود. چنین رخدادی همواره موجب تغییرات محیطی بسیاری می‌شود و خسارت‌های فراوانی بر جای می‌گذارد (حبیب، ۱۳۷۱). شهرها به علت دارا بودن شالوده و ویژگی‌هایی متفاوت از دیگر سکونت‌گاه‌های انسانی، در صورت بی‌توجهی به اصول همه‌جانبه‌ای که مستلزم استقرار شهر در مکانی خاص است، می‌توانند در صورت بروز حوادث طبیعی، نقاط زیستی بالقوه خطرناکی برای بحران‌زایی باشند. شهرها دارای کالبدی هستند که هر کدام یک فعالیت را در خود جای داده‌اند. مجموع این کالدها، فضای شهری را می‌سازند و به آن هویت می‌بخشند (زنگی‌آبادی، ۱۳۸۹). شهر با مراکز تجمع و تراکم انسان، فعالیت‌های انسانی و ساختمان‌ها تعریف می‌شود. فضای شهری تأسیسات و تجهیزات زیربنایی با انواع کاربری‌ها اعم از مسکونی، اداری، خدماتی، بهداشتی و... را در درون خود جای داده است. همه مقوله‌های فوق، جمعیت وابسته‌ای را به دنبال خود دارند که در صورت وقوع بلاهای طبیعی به شدت از آن تأثیر پذیرفته و باعث گسیختگی نظام زندگی و وارد آوردن ضررهای مالی و جانی فراوان در شهرها می‌شوند (راشد و ویکس، ۲۰۰۳). مطالعات انجام شده در دنیا نشان‌دهنده این است که آسیب‌پذیری گروه‌های مختلف مردم ساکن در نواحی خطر خیز، بسته به سطح زندگی و وضعیت اجتماعی و اقتصادی آنها در نقاط مختلف دنیا متفاوت است. بنابراین، آسیب‌پذیری تنها نتیجه خطر خیزی مناطق نبوده، بلکه نتیجه فرآیندهای اجتماعی و اقتصادی و سیاسی هم هست و سانه یک وضعیت نهایی است که از این فرآیندها ناشی می‌شود. با توجه به رویکردها و نظریات آسیب‌پذیری، مردم در برابر سوانح طبیعی، تنها به دلیل مجاورت با مکان وقوع عوامل خطر آفرین آسیب‌پذیر، نبوده بلکه شرایط اجتماعی و اقتصادی آنان نیز باعث بالا و پایین رفتن میزان آسیب‌پذیری آنها می‌شود. افراد فقیر و کم‌درآمد شهرها عمدتاً در خانه‌های با مصالح کم‌دوام در برابر زلزله و یا در نواحی آسیب‌پذیرتر، از جمله مناطق اسکان غیررسمی، حریم رودخانه‌ها و خطوط انتقال نیرو و مناطق پرشیب زندگی می‌کنند، که در صورت بروز حوادث طبیعی، از جمله زلزله با آسیب‌پذیری بیشتری در مقایسه با دیگر ساکنان شهری روبه‌رو خواهند بود (احدنژاد، ۱۳۸۹).

شهر ابهر به عنوان دومین شهر استان زنجان، در معرض خطر زلزله است. با توجه به رشد جمعیت و افزایش شهرنشینی، وقوع حوادث طبیعی مثل زلزله می‌تواند خسارات و تلفات سنگینی را ایجاد و توسعه شهر را دچار وقفه نماید. قرار گرفتن گسل سلطانی در غرب شهر ابهر و آسیب‌پذیری نواحی شهر در برابر زمین‌لرزه احتمالی،

خود توجه ویژه به بافت‌های آسیب‌پذیر در نواحی شهر ابهر به منظور کاستن از تلفات و اثرات بحران‌های احتمالی شهر ضروری است.

با توجه به واقع شدن شهر ابهر در یکی از مناطق زلزله‌خیز ایران (واقع شدن گسل سلطانیه در غرب شهر ابهر، گسل شمال استان زنجان) که شاهد بر این ادعا زمین‌لرزه ۳۱ خرداد سال ۱۳۶۹ در استان‌های گیلان و زنجان با قدرت ۷/۳ در مقیاس ریشتر با بیش از چهل هزار قربانی است (سوادکوهی فر و همکاران، ۱۳۸۹). در ارتباط با ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله، پژوهش‌های چندی در سطح جهانی و داخلی صورت پذیرفته است، که در اینجا به بعضی از آنها اشاره می‌کنیم:

ابرت و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) به ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها با استفاده از نمونه‌برداری زمینی و اندازه‌گیری‌های مکانی استخراج‌شده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته است.

مارتیلنی (۲۰۰۸)<sup>۲</sup> در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌ها و ارائه سناریوهای آسیب برای شهرهای ایتالیا»، ابتدا با استفاده از مدل‌های ارزیابی آسیب‌پذیری از جمله مدل (Risk-UE) میزان آسیب‌پذیری ساختمانی را ارزیابی نموده و در نهایت با ارائه سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف به تخمین و مدل‌سازی خسارات ناشی از زلزله‌های احتمالی پرداخته است.

آقاپاهر و همکاران (۱۳۸۵) وزن‌دهی فاکتورهای مؤثر در آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهر تهران را مطالعه کردند و احدنژاد (۱۳۸۹) به ارزیابی آسیب‌پذیری سکونت‌گاه‌های حاشیه‌ای و غیر رسمی در برابر زلزله با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند.

عزیزی و اکبری (۱۳۸۷) ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب‌پذیری شهرها از زلزله با به کارگیری روش تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام دادند احدنژاد روشتی (۱۳۸۸) در رساله دکتری خود تحت عنوان آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با به کارگیری مدل (RISK-UE) روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و بومی‌سازی آنها با استفاده از توابع آسیب‌پذیری زلزله‌های رخ داده در مناطق مختلف کشور به مطالعه آسیب‌پذیری کالبدی شهر زنجان در برابر زلزله پرداخته و برآورد مناسبی از آسیب‌پذیری زنجان با استفاده از داده‌های مکانی و توصیفی اجزا و عناصر اصلی و رفتاری ساختمانی و تعیین تأثیر هر کدام از معیارهای به کار گرفته در میزان آسیب را انجام داده است. همچنین ایشان با استفاده از امکانات تحلیلی و نمایشی سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و ارائه سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف آن به مدل‌سازی و ریز پهنه‌بندی آسیب وارده به ساختمان‌ها، تلفات انسانی و خسارات اقتصادی به ساختمان‌های شهر زنجان در برابر زلزله پرداخته است. بوترو فراناندکس<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) در رساله دکتری خود تحت عنوان «اطلاعات جغرافیایی برای اندازه‌گیری میزان آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله»، به ارزیابی نقش اطلاعات و داده‌های جغرافیایی در مطالعات مربوط به اندازه‌گیری آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله اشاره نمود و با توجه به زیر ساختار داده‌های مکانی به پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری اجتماعی و کالبدی در شهر مدیلین واقع در کشور کلمبیا پرداخته است. قدیری (۱۳۸۷) در رساله دکتری خود با عنوان رابطه ساخت اجتماعی شهرها و میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله به مطالعه ساخت اجتماعی محلات تهران پرداخته و به این نتیجه می‌رسد که میزان آسیب‌پذیری در

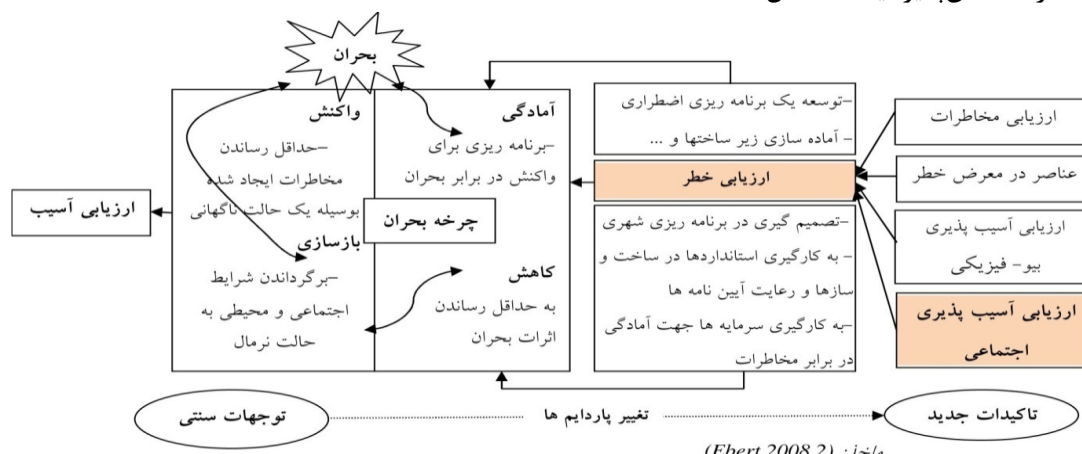
1- Ebert et al

2- Martinly

3- Botero Fernandex

برابر زلزله با جدایی گزینی و سکونت خانوارهای متفاوت از نظر پایگاه اقتصادی - اجتماعی در محلات مختلف ارتباط دارد.

ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی سکونت‌گاه‌های انسانی در برابر مخاطرات طبیعی، به عنوان یکی از شاخص‌های اساسی در ارزیابی خطر، از جایگاه ویژه‌ای در چرخه مدیریت بحران برخوردار است و بدون آگاهی از اوضاع اجتماعی و اقتصادی ساکنان، تصمیم‌گیری در خصوص ارزیابی آسیب‌پذیری آنها در برابر این مخاطرات امکان‌پذیر نیست (شکل ۱)



شکل ۱. چرخه مدیریت بحران و اهمیت ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی در آن

چنان‌که از شکل بالا می‌توان نتیجه گرفت، آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطرات طبیعی، از جمله زلزله تابعی از رفتارهای انسانی بوده و بیان‌کننده درجه‌ای از میزان آمادگی و یا عدم آمادگی سیستم‌های اقتصادی - اجتماعی و کالبدی در نواحی شهری است که از آثار مخاطرات طبیعی تأثیر می‌پذیرند همچنین نشان‌دهنده تغییراتی آشکار در تحقیقات مربوط به مخاطرات از مطالعه آثار کالبدی حوادث طبیعی به مطالعه روابط متقابل بین طبیعت و سیستم‌های اجتماعی است. در این مفهوم، مخاطرات طبیعی پدیده‌های متغیری هستند که نه تنها باعث گریبان‌گیر شدن انسان‌ها به عنوان قربانیان اصلی این قبیل مخاطرات می‌شوند، بلکه می‌توانند باعث تغییراتی در سیستم‌های اجتماعی شوند. با توجه به چنین نگرشی به آسیب‌پذیری، می‌توان گفت که آسیب‌پذیری و ارزیابی آن تنها مربوط به موارد فیزیکی نیست، بلکه سیستم‌های اجتماعی هم عواملی هستند که بر اثر این مخاطرات دچار آسیب‌پذیری می‌شوند و در ارزیابی‌های مربوط به خطر نباید به سادگی از آنها گذشت. از دیدگاهی دیگر، در ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله باید آسیب‌پذیری از بعد اجتماعی و به عبارتی دیگر، آسیب‌پذیری اجتماعی هم بررسی گردد، زیرا بدون آگاهی در مورد اوضاع اجتماعی، از قبیل وضعیت آموزش، تفاوت‌های سنی و جنسی، سطوح خویشاوندی، کیفیت مسکن، شبکه‌های حمایتی از جمله بیمه‌های شخصی و مالی، تعداد معلولان و... تحلیل آسیب‌پذیری و توسعه استراتژی‌های مناسب برای مقابله با آثار حوادث طبیعی از جمله زلزله امکان‌پذیر نخواهد بود (احدنژاد روشنی، ۱۳۸۸: ۷۳).

## ایمنی شهر<sup>۱</sup>

اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری را می‌توان در سه مفهوم کلیدی سلامت، آسایش و زیبایی خلاصه نمود (هیراسکار، ۱۹۸۹: ۱۵). موضوع ایمنی شهری در متون برنامه‌ریزی شهری به عنوان یک هدف ذکر نشده است.

ایمنی تنها به عنوان یک معیار بهینه در تعیین مکان‌های مناسب فعالیت و کاربری‌های شهری و در کنار معیارهای دیگری چون سازگاری، آسایش، کارایی و مطلوبیت به کار رفته است (سعیدنی، ۱۳۷۸: ۲۳). از نظر برنامه‌ریزی شهری ایمنی شهری می‌تواند شامل کلیه تمهیدات و اقداماتی باشد که در قالب برنامه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت باعث حفظ جان و مال ساکنان شهرها می‌شود. این‌گونه برنامه‌ها می‌تواند به صورت برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، منطقه‌بندی شهری، مقاوم‌سازی و بهسازی لرزه‌ای بافت‌های فرسوده و... را با هدف ایمنی شهری شامل شود.

### مخاطرات طبیعی<sup>۱</sup>

بر اساس برنامه‌های راهبردی بین‌المللی کاهش بلایای سازمان ملل، کلیه مخاطرات دو منشأ اصلی دارند مخاطرات طبیعی و مخاطرات ناشی از فناوری (مخاطرات ناشی از فعالیت انسان). خطر طبیعی، پدیده‌ای است که در محدوده سکونت بشر اتفاق افتاده، زندگی او را مورد تهدید قرار می‌دهد و ممکن است باعث وقوع بلایایی گردد (اسمیت<sup>۲</sup>، ۱۹۹۶).

### آسیب‌پذیری شهری<sup>۳</sup>

آسیب‌پذیری شرایطی است که در آن سکونت‌گاه‌های انسانی و یا ساختمان‌ها توسط مجاورت آنها با مخاطرات و کیفیت ساخت آنها و یا هر دو مورد در معرض تهدید قرار می‌گیرند. طبق تعریف سازمان ملل (۱۹۹۱) آسیب‌پذیری عبارت است از درجهٔ زیان یک عنصر معین یا دسته‌ای از عناصر در معرض ریسک، در نتیجه وقوع یک پدیدهٔ طبیعی با بزرگای معین و بیان شده بر روی مقیاسی از صفر (بدون آسیب‌پذیری) تا یک (آسیب‌پذیری کامل)، (فرج‌زاده اصل، ۱۳۸۹).

### آسیب‌پذیری اجتماعی<sup>۴</sup>

آسیب‌پذیری اجتماعی مخلوق و آفریده روابط ساختاری گروه‌ها 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 (فروغی، ۱۳۸۹: ۴۳). آسیب‌پذیری اجتماعی طیف‌های گسترده‌ای از مردم را شامل می‌گردد اما گروه‌های حاشیه‌ای مانند افراد فقیر، زنان، کودکان، سالمندان بیشترین صدمات و خسارات را در برابر بلایای طبیعی محتمل می‌گردند. بخشی از گروه‌ها مانند زنان فقیر بیشترین کمک به مکانیسم شبکه‌های اجتماعی جهت محافظت در برابر اثرات منفی صدمات و تهدیدات مخاطرات و بلایا نیاز دارند.

### مدل ELECTRE

روش ELECTRE از دسته روش‌های تصمیم‌گیری است که در آن شاخص‌های کمی و کیفی مورد استفاده قرار می‌گیرند و با مقایسه‌های دوجبهی میان گزینه‌ها، رتبه‌بندی آنها به دست می‌آید. مسائل چند شاخصه به صورت قراردادی با یک مجموعه از گزینه‌ها، شاخص‌ها و مقادیر برتری بیان می‌شوند. در این مسائل باید  $A = \{a_{ij} | i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\}$  ارزیابی شوند که ارزیابی مورد نظر با مجموعه‌ای از شاخص‌ها  $g_j$   $(j = 1, 2, \dots, n)$

1- Natural Hazard

2- Smith

3- Urban Vulnerability

4- Social Vulnerability

صورت می‌پذیرد.  $g_i(a)$  یک عدد حقیقی است (حتی اگر نشان‌دهنده یک ارزیابی کیفی باشد) که در روش‌های غیر رتبه‌ای مقایسه‌ها با روابط دوگانه (باینری) بیان می‌شود. در مقابل روش‌های سنتی که دو رابطه برتری و بی‌تفاوتی را در مقایسه دو گزینه در نظر می‌گرفتند، روش ELECTRE مفهوم ارزش آستانه بی‌تفاوتی،  $q$ ، ارزش آستانه برتری،  $p$  و روابط برتری را به شکل زیر معرفی می‌کند:

$$g_i(b) - g_i(a) > p \Leftrightarrow (a \text{ P } b) \text{ به صورت قوی برتر از } b \text{ است}$$

$$p < g_i(b) - g_i(a) < q \Leftrightarrow (a \text{ Q } b) \text{ به صورت ضعیف‌تر برتر از } b \text{ است}$$

$$|g_i(b) - g_i(a)| < p \Leftrightarrow (a \text{ I } b) \text{ نسبت به } b \text{ بی‌تفاوت است}$$

بنابراین به طور خلاصه می‌توان گفت که در یک مدل جامع برتری در روش ELECTRE، تصمیم‌گیرنده به سه حالت متفاوت روبه‌رو است:

$$(a \text{ I } b) \text{ بی‌تفاوت است نسبت به } b$$

$$(a \text{ Q } b) \text{ برتری دارد بر } b$$

$$(a \text{ P } b) \text{ برتری قوی دارد بر } b$$

علاوه بر این‌ها با موضوعاتی مانند زیر روبه‌رو می‌شویم:

برتری ضعیف (Q)؛ که آن را به صورت  $b \text{ Q } a$  نمایش می‌دهند. اگر تردید میان  $b \text{ I } a$  و  $b \text{ P } a$  وجود داشته باشد، به طور مسلم در این حالت  $a \text{ P } b$  را نخواهیم داشت.

غیر قابل مقایسه بودن (R)؛ که آن را به صورت  $b \text{ R } a$  نمایش می‌دهند و هنگامی است که تردید میان  $b \text{ P } a$  و  $a \text{ P } b$  وجود داشته باشد.

آنچه در این روش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، بررسی اعتبار  $b \text{ S } a$  بوده که برای آن لازم است دو شرط هماهنگی و ناهماهنگی را مورد بررسی قرار داد.  $b \text{ S } a$  به این مفهوم است که « $a$  حداقل به خوبی  $b$  است» یا « $a$  بدتر از  $b$  نیست» (وانگ و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸؛ بوچانان و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۹)

### مراحل انجام روش ELECTRE

مراحل این روش شامل گام‌های ذیل است:

**مرحله اول:** اولین مرحله در این مدل تعیین معیارها و گزینه‌ها و قرار دادن آنها در یک ماتریس است.

**مرحله دوم:** تبدیل ماتریس تصمیم‌گیری  $D$  به یک ماتریس «بی‌مقیاس»

با استفاده از رابطه:

$$n_{ij} = \frac{I_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m I_{ij}^2}}$$

**مرحله سوم:** ایجاد ماتریس فاقد مقیاس موزون. برای این کار ماتریس ایجادشده در مرحله پیشین در وزن هرکدام از معیارها (بردار  $W$ ) ضرب می‌شود تا ماتریس فاقد مقیاس موزون به دست آید. بدین ترتیب:

$$V = N_D \cdot W_{n \times n} = \begin{vmatrix} V_{11} & \dots & V_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ V_{m1} & \dots & V_{mn} \end{vmatrix} \quad W = \{w_1, w_2, \dots\} \approx (DM \text{ از } DM)$$

1- Wang et al

2- Buchanan et al

مرحله چهارم: مشخص نمودن مجموعه هماهنگی و ناهماهنگی برای هر زوج از گزینه‌های  $k, l = 1, 2, 3, \dots, m$

مجموعه شاخص‌های موجود  $\{J | m, 2, \dots, 1, = j\}$

را به دو زیرمجموعه متمایز هماهنگ  $(S_{kl})$  و ناهماهنگ  $(D_{kl})$  تقسیم می‌نماییم.

مجموعه هماهنگ  $(S_{kl})$  از گزینه‌های  $A_K$  و  $A_L$  مشتمل بر کلیه شاخص‌هایی خواهد بود که  $A_K$  بر  $A_L$  ارجحیت داده می‌شود، یعنی داشته باشیم:  $(R_{ij})$  با مطلوبیت افزایشی مفروض است.

$$S_{kl} = \{J | \geq_{kj} j \leq_{lj} R\}$$

و برعکس زیرمجموعه مکمل بنام مجموعه ناهماهنگ  $(D_{kl})$  مجموعه‌ای از شاخص‌هاست که به ازای آنها داشته باشیم:

$$D_{kl} = \{J | \leq_{kj} R <_{lj} R\}$$

مرحله پنجم: محاسبه ماتریس هماهنگی. ارزش ممکن از مجموعه هماهنگی  $(S_{kl})$  به وسیله اوزان موجود از شاخص‌های هماهنگ در آن مجموعه اندازه‌گیری می‌شود؛ یعنی معیار هماهنگی برابر با مجموعه اوزان  $(w_j)$  از شاخص‌هایی است که مجموعه  $S_{KL}$  را تشکیل می‌دهند، بدین صورت معیار هماهنگی  $(I_{K,L})$  بین  $A_K$  و  $A_L$  بدین قرار است:

$$I_{K,L} = \sum_{j \in S_{KL}} w_j$$

$$I_{K,L} = \sum_{j \in S_{KL}} w_j$$

معیار هماهنگی  $(I_{K,L})$  منعکس‌کننده اهمیت نسبی از  $A_K$  در رابطه با  $A_L$  است. به طوری که  $0 < I_{K,L} < 1$  خواهد بود. ارزش بیشتر از  $I_{K,L}$  بدان مفهوم است که ارجحیت  $A_K$  بر  $A_L$  بیشتر هماهنگ است. بنابراین ارزش‌های متوالی از معیارهای  $(I_{K,L})$   $(K=L, M, 1, 2, \dots, = (K, L))$  تشکیل ماتریس نامتقارن هم‌آهنگی  $(I)$  را می‌دهند.

مرحله ششم: محاسبه ماتریس ناهماهنگی. معیار ناهماهنگی (نظیر به مجموعه  $(D_{K,L})$  نشان‌دهنده شدت بدتر بودن ارزیابی  $A_K$  در رابطه با  $A_L$  است.

این معیار  $NI_{K,L}$  با استفاده از عناصر ماتریس  $V$  (امتیازات وزین شده) به ازای مجموعه ناهماهنگ  $D_{K,L}$  محاسبه می‌گردد. بدین قرار:

$$NI_{K,L} = \frac{\sum_{j \in D_{K,L}} w_j}{\sum_{j \in J} w_j}$$

مرحله هفتم: مشخص نمودن ماتریس هماهنگ مؤثر. ارزش‌های  $I_{K,L}$  از ماتریس هماهنگ باید نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده شوند. تا شانس ارجحیت  $A_K$  بر  $A_L$  بهتر مورد قضاوت واقع شود.

$$I > I_{K,L}$$

$I =$  مجموع درایه‌های ماتریس هماهنگی تقسیم بر تعداد درایه‌ای ماتریس هماهنگی

مرحله هشتم: مشخص نمودن ماتریس ناهماهنگ مؤثر. عناصر  $NI_{K,L}$  از ماتریس ناهماهنگ نیز همچو در قدم ششم باید نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده شوند. این ارزش آستانه  $I > NI_{K,L}$  مجموع درایه‌های ماتریس ناهماهنگی تقسیم بر تعداد درایه‌ای ماتریس ناهماهنگی است.

مرحله نهم: مشخص نمودن ماتریس کلی و مؤثر

$$G_{KL} \cdot F_{KL} = H_{KL}$$

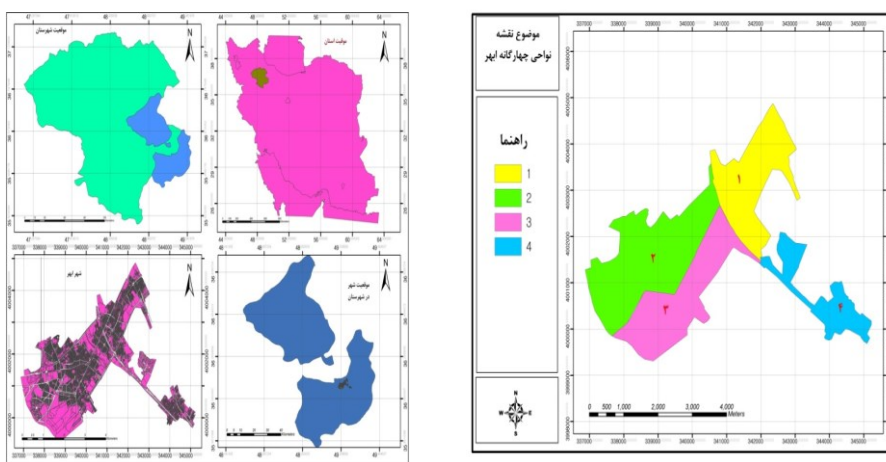
مرحله دهم: حذف گزینه‌های کم جاذبه. بدین معنی که  $H_{KL}$  نشان می‌دهد که  $A_K$  بر  $A_L$  هم از نظر معیار هماهنگی و هم از نظر معیار ناهماهنگی ارجح است. بدین صورت هر ستونی از  $H$  را که حداقل دارای یک عنصر برابر با ۱ باشد می‌توان حذف نمود زیرا آن ستون تحت تسلط ردیف‌های ۱ است.

### معرفی منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در این پژوهش شهر ابهر و نواحی چهارگانه شهر ابهر است. شهر ابهر به عنوان دومین نقطه شهری استان زنجان، با جمعیت ۸۱۲۰۴ بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰ و مرکز سیاسی اداری شهرستان ابهر محسوب می‌شود. شهر ابهر به چهار ناحیه و ۱۸ محله تقسیم شده است. مساحت محدوده وضع موجود شهر ابهر معادل ۱۵۸۱/۸۱ هکتار است (جدول ۱، شکل ۲).

جدول ۱. وضعیت جمعیتی و تراکمی نواحی شهری ابهر (طرح تفصیلی شهر ابهر، ۱۳۸۹)

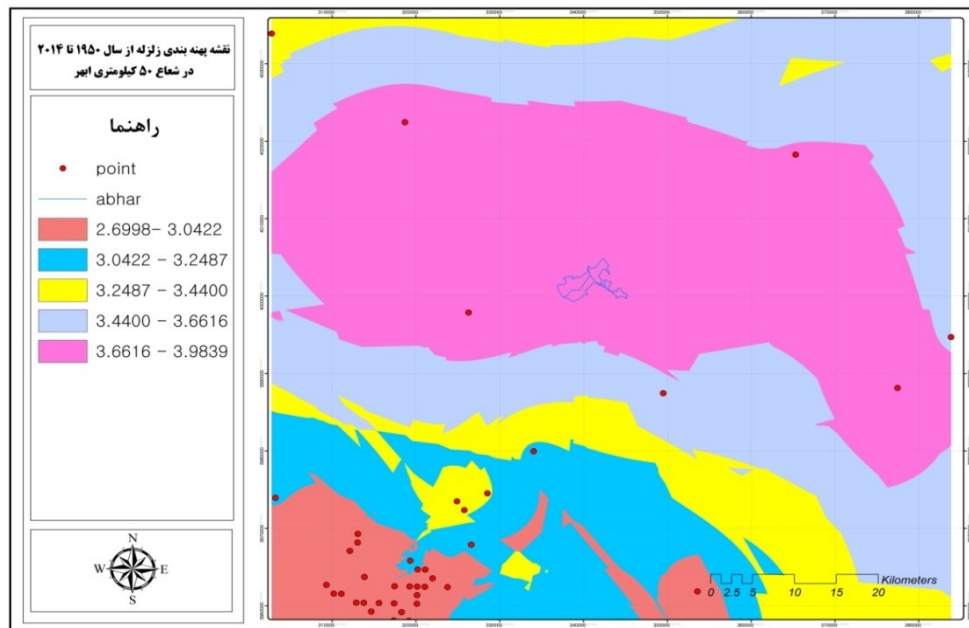
رتبه تراکم جمعیتی	تراکم جمعیت (ناخالص)	مساحت ناحیه (هکتار)	تعداد جمعیت	نواحی شهری
۲	۵۷/۵۸	۳۸۴/۶۳	۲۲۱۴۹	ناحیه ۱
۱	۶۰/۳۹	۵۹۱/۵۰	۳۵۷۲۴	ناحیه ۲
۳	۳۹/۴۳	۴۱۰/۹۳	۱۶۲۰۴	ناحیه ۳
۴	۳۶/۵۹	۱۹۴/۷۷	۷۱۲۷	ناحیه ۴



شکل ۲. موقعیت سیاسی شهر ابهر و نواحی شهر ابهر

شکل ۳ نشان‌دهنده توزیع مکانی زلزله‌های به وقوع پیوسته در محدوده شهر ابهر و فاصله بلافاصل آن از سال ۱۹۵۰ به بعد اتفاق افتاده (پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، ۱۳۹۱)، همچنین پهنه‌بندی خطر لرزه‌ای و موقعیت نزدیک‌ترین گسل‌های موجود در محدوده اطراف شهر ابهر را نشان می‌دهد. شکل فوق نشانگر آن است که خود شهر ابهر در پهنه آسیب‌پذیر (۳/۹ الی ۴/۳ ریشتر) قرار دارد و با پهنه بالای ۵/۲ ریشتر که محدوده پرخطر زلزله است فاصله چندانی ندارد و در صورت وقوع زلزله می‌تواند شهر و جمعیت ساکن در آن را با وضعیت بحرانی روبه‌رو سازد.





شکل ۳. نقشه زمین‌لرزه‌های نیم‌قرن اخیر و پهنه‌بندی خطر لرزه‌ای محدوده شهر ابهر و اطراف آن

## مواد و روش‌ها

رویکرد حاکم بر تحقیق، رویکردی توصیفی - تحلیلی است. بدین‌صورت که از روش تحلیل داده‌های ثانویه (اسنادی) جهت گردآوری اطلاعات در بخش‌های مبانی نظری و ادبیات مرتبط با تحقیق و همچنین کسب اطلاعات در ارتباط با ویژگی‌های شهر ابهر در ابعاد مورد مطالعه استفاده گردید. در ادامه با توجه به اهداف پژوهش ابتدا شاخص‌ها و معیارهای آسیب‌پذیری اجتماعی نواحی شهری در برابر زلزله با بهره‌گیری از منابع اطلاعاتی موجود و مطالعات انجام شده در این زمینه، استخراج گردید. در مرحله بعد متناسب با معیارهای استخراج‌شده، از طریق مطالعات میدانی انجام‌گرفته، استفاده از منابع اطلاعاتی موجود (سرشماری نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۰، طرح تفصیلی ابهر در سال ۱۳۸۹)، داده‌های مورد نیاز گردآوری شد. با بهره‌گیری از فرآیند سلسله‌مراتبی AHP وزن هرکدام از معیارها مشخص گردید و در ادامه از روش ELECTRE برای رتبه‌بندی استفاده شد. برای پیاده‌سازی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی از نرم‌افزار Choice Expert استفاده شد. در پژوهش حاضر برای ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی نواحی شهر ابهر از چند شاخص استفاده گردیده است (جدول ۲).

جدول ۲. شاخص‌های مورد استفاده در ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی نواحی شهر ابهر در برابر زلزله

شاخص‌های آسیب‌پذیری اجتماعی نواحی شهری در برابر زلزله	
زنان باسواد	گروه سنی ۰-۴، ۵-۹، ۶۵+
کل بی‌سواد	زنان خانه‌دار
بی‌سواد زن	معلولان
کل بیکاران	تعداد خانوار
زنان بیکار	کل شاغلین
کاربری‌های پرخطر	شاغلین زن
کاربری‌های ضروری	کل باسوادی

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از نظر ساختاری به دو صورت داده‌های مکانی و داده‌های غیر مکانی یا توصیفی به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

داده‌های مکانی: بلوک‌های آماری مربوط به سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰  
داده‌های توصیفی: بانک اطلاعات توصیفی از داده‌های مکانی شامل تعداد جمعیت بلوک‌ها، خانوار، سواد، اشتغال، گروه‌های سنی، تعداد معلولان و ...

### نتایج و بحث

در این قسمت با تأکید بر مبانی نظری بیان‌شده در مورد مدل ELECTRE به ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی نواحی چهارگانه شهر ابهر بر اساس مراحل مدل ELECTRE پرداخته می‌شود (جدول ۸-۳).

جدول ۳. معیارهای مورد استفاده در ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی نواحی شهر ابهر

معیار نواحی	۵+۹-۵-۵	زنان خانهدار	معلولان	بعد خانوار	کل شاغلین	شاغلین زن	کل باسوادان	باسوادان زن	کل بی‌سوادان	بی‌سوادان زن	کل بیکران	بیکران زن	کاربری‌های پرخطر	کاربری‌های ضروری
۱	۴۲۹۱	۵۱۱۷	۲۸۰	۲۱۶	۶۲۶۹	۸۷۳	۱۷۵۴۹	۸۴۶۱	۲۴۳۱	۱۶۱۰	۷۹۷	۲۲۶	۱	۲۴
۲	۶۹۶۳	۸۱۰۰	۲۵۴	۳۱۸	۹۹۷۹	۱۳۱۸	۲۹۷۸۸	۱۳۴۱۶	۲۵۰۸	۳۴۵۳	۸۰۵	۲۱۴	۹	۹۸
۳	۲۹۴۰	۳۳۸۶	۱۶۷	۳۱۷	۴۴۹۲	۶۵۶	۱۲۹۶۵	۵۹۷۷	۱۳۹۴	۹۲۱	۶۹۹	۲۷۰	۶	۲۷
۴	۱۰۶۵	۱۳۷۶	۸۶	۳۱۷۵	۱۴۵۴	۸۶	۴۳۳۸	۱۸۸۰	۷۰۴	۴۷۸	۱۸۱	۴۳	۲۹	۱۴

جدول ۴. نتیجه حاصل از ماتریس بی‌مقیاس شده در شاخص‌ها

معیار نواحی	۵+۹-۵-۵	زنان خانهدار	معلولان	بعد خانوار	کل شاغلین	شاغلین زن	کل باسوادان	باسوادان زن	کل بی‌سوادان	بی‌سوادان زن	کل بیکران	بیکران زن	کاربری‌های پرخطر	کاربری‌های ضروری
۱	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۷۳	۰/۵۱	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۴۷	۰/۴۹	۰/۵۳	۰/۵۱	۰/۵۹۳	۰/۵۴	۰/۳۰	۰/۲۲
۲	۰/۷۹	۰/۷۸	۰/۲۲۴	۰/۴۸	۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۸۰	۰/۷۸	۰/۷۷	۰/۷۸	۰/۵۹۲	۰/۵۱	۰/۲۹	۰/۹۲
۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۴۲	۰/۴۹	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۳۰	۰/۳۹	۰/۵۲	۰/۶۵	۰/۱۹	۰/۳۵
۴	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۷۶	۰/۵۰	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۹۳	۰/۱۳

جدول ۵. وزن معیارها

معیار	وزن
کاربری‌های ضروری	۰/۰۰۹
کاربری‌های پرخطر	۰/۰۱۰۹
بیکاران زن	۰/۰۱۳۳
کل بیکاران	۰/۰۱۶۸
بی‌سوادان زن	۰/۰۲۲
کل بی‌سوادان	۰/۰۲۷
باسوادان زن	۰/۰۳۷۵
کل باسوادان	۰/۰۴۴
شاغلین زن	۰/۰۷۴۳
کل شاغلین	۰/۰۸۲۸
بعد خانوار	۰/۰۱۲۹۵
معلولان	۰/۰۱۴
زنان خانه‌دار	۰/۰۸۲۶

جدول ۶. وزن دار کردن ماتریس

معیار / نواحی	۱	۲	۳	۴
کاربری‌های ضروری	۰/۰۲۰	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۱۱
کاربری‌های پرخطر	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۱۰۲
بیکاران زن	۰/۰۰۷۲	۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۸۶	۰/۰۰۱۳
کل بیکاران	۰/۰۰۹۹	۰/۰۱۰۰	۰/۰۰۸۷	۰/۰۰۲۲
بی‌سوادان زن	۰/۰۱۱۳	۰/۰۱۷۳	۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۳۳
کل بی‌سوادان	۰/۰۱۴۴	۰/۰۲۰۸	۰/۰۰۸۲	۰/۰۰۴۱
باسوادان زن	۰/۰۱۸۶	۰/۰۲۵۵	۰/۰۱۳۱	۰/۰۰۴۱
کل باسوادان	۰/۰۲۰۰	۰/۰۳۳۹	۰/۰۱۴۷	۰/۰۰۴۹
شاغلین زن	۰/۰۳۷۸	۰/۰۵۷۱	۰/۰۲۸۴	۰/۰۰۳۷
کل شاغلین	۰/۰۴۰۸	۰/۰۶۵۰	۰/۰۲۹۲	۰/۰۰۹۴
بعد خانوار	۰/۰۶۶۲	۰/۰۶۲۷	۰/۰۶۴۵	۰/۰۶۵۳
معلولان	۰/۰۸	۰/۰۱۰۱	۰/۰۴۸	۰/۰۲۵
زنان خانه‌دار	۰/۰۹۱	۰/۰۱۴۴	۰/۰۶۰	۰/۰۲۴
۵-۹+۶۵-۵۴	۰/۰۱۰۳۸	۰/۰۱۶۸۵	۰/۰۰۷۱۱	۰/۰۲۵۷

با به کارگیری روش AHP و تعیین اهمیت هر کدام از شاخص‌های مورد استفاده در این پژوهش نتایج حاصله با در نظر گرفتن شاخص‌های مورد مطالعه و اعمال مدل الکتتر به منظور رتبه‌بندی نواحی شهر ابهر از لحاظ آسیب‌پذیری اجتماعی در برابر زلزله به شرح زیر آورده می‌شود.

نتایج حاصل از بررسی و تحلیل شاخص جمعیت در نواحی چهارگانه شهر ابهر بیانگر این امر است که این شاخص‌ها دارای توزیع متفاوتی در سطح نواحی هستند که همین امر سبب آسیب‌پذیری متفاوتی در سطح نواحی گردیده است به طوری که در ناحیه دو شهر ابهر میزان شاخص‌های جمعیتی آسیب‌پذیر نسبت به نواحی دیگر بیشتر است و در ناحیه چهار به دلیل پایین بودن میزان این شاخص‌ها، میزان آسیب‌پذیری نسبت به نواحی دیگر کمتر است. بررسی شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی و فاصله فیزیکی نسبت به کاربری‌های خطرناک و ضروری در نواحی مختلف شهر بیانگر تفاوت نواحی در میزان این شاخص‌ها است. در نواحی ای که میزان این شاخص‌ها بالاتر است بالطبع میزان آسیب‌پذیری هم کمتر است (شکل ۴).

### نتیجه‌گیری

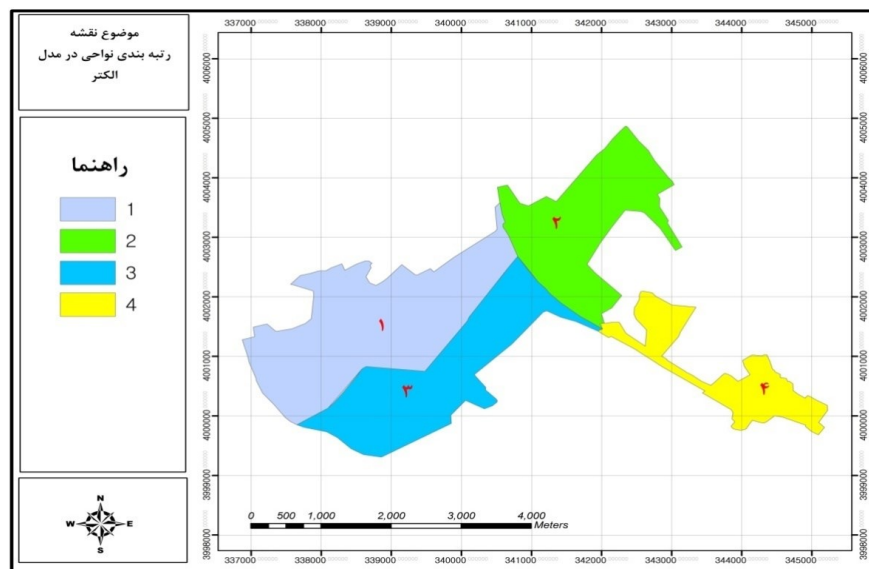
وقوع بلایایی طبیعی به‌ویژه زلزله در محیط‌های شهری آسیب‌های جبران‌ناپذیری را به جای می‌گذارد که آسیب‌های ناشی از آن می‌تواند بعد از گذشت سال‌ها همچنان پابرجا باشد. در این راستا شناسایی نواحی شهری که در صورت وقوع زلزله آسیب‌هایی زیادی را متحمل می‌شود یک امر ضروری در شهرهاست. در جهت

جدول ۷. مقایسه زوجی معیارها

معیار	توجهی	۱و۲	۱و۳	۱و۴	۲و۱	۲و۳	۲و۴	۳و۱	۳و۲	۳و۴	۴و۱	۴و۲	۴و۳
کاربری‌های ضروری	-	۰/۰۰۶۳	-۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۶۳	-۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۲۶	-۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۱۱	-۰/۰۰۸۵	-۰/۰۰۷۱	-۰/۰۰۱۱
کاربری‌های پرخطر	-	۰/۰۰۲۸	-۰/۰۰۱۷	-۰/۰۰۹۸	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۸۰	-۰/۰۰۷۰	۰/۰۰۱۷	-۰/۰۰۱۰	-۰/۰۰۸۱	۰/۰۰۹۸	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۸۱
بیکران زن	-	۰/۰۰۳۸	-۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۵۸	-۰/۰۰۰۳	-۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۵۴	-۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۷۲	-۰/۰۰۵۸	-۰/۰۰۵۴	-۰/۰۰۷۲
کل بیکران	-	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۷۷	۰/۰۰۰۱	-۰/۰۰۶۴	۰/۰۰۷۸	-۰/۰۰۱۲	-۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۶۴	-۰/۰۰۷۷	-۰/۰۰۷۸	-۰/۰۰۶۴
بی‌سوادان زن	-	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۵۹	-۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۳۹	-۰/۰۰۰۴	-۰/۰۰۱۰	-۰/۰۰۳۱	-۰/۰۰۰۸	-۰/۰۰۱۳	-۰/۰۰۰۳
کل بی‌سوادان	-	۰/۰۰۶۴	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۱۰۲	۰/۰۰۶۴	-۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۱۶۶	-۰/۰۰۶۱	-۰/۰۰۱۲۵	۰/۰۰۴۱	-۰/۰۰۱۰۲	-۰/۰۰۱۶۶	-۰/۰۰۴۱
باسوادان زن	-	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۵۴	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۰	-۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۲۵۳	-۰/۰۰۰۵	-۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۹۰	-۰/۰۰۱۴	-۰/۰۰۲۵	-۰/۰۰۰۹
کل باسوادان	-	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۱۵۰	۰/۰۰۱۳۹	-۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۲۹۰	-۰/۰۰۰۵	-۰/۰۰۱۹۱	۰/۰۰۹۸	-۰/۰۰۱۵	-۰/۰۰۲۹	-۰/۰۰۰۹
شاغلین زن	-	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۹۴	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۱۹۲	-۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۵۳	-۰/۰۰۹۴	-۰/۰۰۲۸۷	۰/۰۰۲۷	-۰/۰۰۳۴۱	-۰/۰۰۵۳۴	-۰/۰۰۳۴۷
کل شاغلین	-	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۲۴	-۰/۰۰۱۹۸	۰/۰۰۵۵	-۰/۰۰۱۱	-۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۱۹	-۰/۰۰۳۱	-۰/۰۰۵۵	-۰/۰۰۱۹
بعد از خاوار	-	۰/۰۰۳۴	-۰/۰۰۱۷	-۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۳۴	-۰/۰۰۸۷	۰/۰۰۰۸۷	۰/۰۰۱۷۴	-۰/۰۰۱۷	-۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۲۶	-۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۸
مطلوبان	-	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۵۵	۰/۰۰۲۱	-۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۷۶	-۰/۰۰۲۳	-۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۲۳	-۰/۰۰۵۵	-۰/۰۰۷۶	-۰/۰۰۲۳
زنان خانه‌دار	-	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۵۳	-۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۱۲	-۰/۰۰۳۱	-۰/۰۰۸۴	۰/۰۰۲۶	-۰/۰۰۶۷	-۰/۰۰۱۲	-۰/۰۰۲۶
۰-۵۴-۹+۶۵	-	۰/۰۰۶۴	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۶۴	-۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۱۴۳	-۰/۰۰۳۳	-۰/۰۰۹۷	۰/۰۰۴۵	-۰/۰۰۷۸	-۰/۰۰۱۴۳	-۰/۰۰۴۵

جدول شماره ۸. محاسبه برد و باخت و رتبه‌بندی نهایی

	ناحیه ۱	ناحیه ۲	ناحیه ۳	ناحیه ۴	برد	باخت	جواب نهایی	رتبه ناحیه	
ناحیه ۱		۰	۱	۱	۲	۱	۱	۲	ناحیه ۱
ماتریس نهایی	ناحیه ۲	۱	۰	۱	۲	۰	۲	۱	ناحیه ۲
	ناحیه ۳	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۳	ناحیه ۳
	ناحیه ۴	۰	۰	۰	۰	۳	-۳	۴	ناحیه ۴



شکل ۴. رتبه نهایی نواحی شهری ابهر از نظر آسیب‌پذیری اجتماعی در برابر زلزله

ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی نواحی شهر ابهر در برابر زلزله، با بررسی مبانی نظری و همچنین انجام مطالعات اکتشافی در سطح شهر ابهر، در نهایت ۱۴ شاخص انتخاب گردید در ادامه از روش ELECTRE برای رتبه‌بندی نواحی شهر ابهر از لحاظ شاخص‌های آسیب‌پذیری اجتماعی استفاده شد. در بررسی کلی یافته‌های حاصل از پژوهش حاضر بیانگر تفاوت در مقدار شاخص‌ها و ویژگی‌های اجتماعی متفاوت نواحی مختلف شهر ابهر است که این امر موجب گردیده تا نواحی چهارگانه شهر ابهر آسیب‌پذیری اجتماعی متفاوتی را در مقابل زلزله نسبت به همدیگر داشته باشند به طوری که ناحیه ۲ از بیشترین میزان آسیب‌پذیری اجتماعی و ناحیه ۴ از کمترین میزان آسیب‌پذیری اجتماعی در برابر زلزله برخوردار هستند. با مشخص شدن نواحی و قسمت‌هایی از شهر که دارای بالاترین و کمترین آسیب‌پذیری در برابر زلزله هستند می‌توان به برنامه‌ریزی برای این نواحی در جهت کاهش میزان آسیب‌پذیری اقدام کرد. قابل ذکر است که مسئولین شهرها بایستی با شناخت مشکلات و کمبودهای نواحی شهری می‌تواند باعث بالا رفتن میزان آسیب‌های اجتماعی ناشی از زلزله شود برای رفع این کمبودها برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام دهند.

در پایان با توجه به یافته‌های پژوهش و به منظور کاهش آسیب‌پذیری اجتماعی در برابر زلزله در سطح محدوده مورد مطالعه پیشنهادات زیر می‌تواند راهگشا باشند:

- استفاده از نتایج تحقیق در شناسایی نواحی آسیب‌پذیر و برنامه‌ریزی در جهت کاهش میزان آسیب‌پذیری در این نواحی.
- توانمندسازی افراد با هدف فراهم نمودن شرایط بازسازی و مقاوم‌سازی مسکن.

• افزایش کاربری‌های مؤثر در کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله (آتش‌نشانی، فضاهای سبز و...) در نواحی که آسیب‌پذیرترند.

## منابع

- احدنژاد روشتی، محسن (۱۳۸۸) مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله مطالعه موردی شهر زنجان، استاد راهنما: مهدی قرخلو، رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران.
- احدنژاد روشتی، محسن (۱۳۸۹) ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها در برابر زلزله نمونه موردی شهر زنجان، فصلنامه مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۷ (۲)، صص. ۸۵-۷۲.
- اسمیت، کیت (۱۳۸۲) مخاطرات محیطی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی‌نژاد، انتشارات سمت، تهران.
- آقاپاھر، رضا (۱۳۸۵) وزن‌دهی فاکتورهای مؤثر در آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهر تهران، نشریه دانشکده فنی، جلد ۴۰، شماره ۸، دانشگاه تهران، ص. ۵۴.
- حبیب، فرخ (۱۳۷۱) نقش فرم شهر در به حداقل رساندن خطرات ناشی از زلزله، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری، تهران، دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.
- زنگی‌آبادی، علی (۱۳۸۹) تحلیل و ارزیابی عوامل آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله - نمونه موردی: منطقه ۴ تهران، مجله امداد و نجات، ۲ (۳)، صص. ۲۲-۱۱.
- سعیدنیا، احمد (۱۳۷۸) کاربری زمین شهری، نشریه شماره ۹۹، انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری، ص. ۶۷.
- سوادکوهی، ساسان؛ میرزایی، صمد؛ جعفری، یونس (۱۳۸۹) مقدمه‌ای بر روش آمایش اسکان موقت نمونه موردی: بحران زلزله در تهران، مجله علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل، ۱ (۱)، صص. ۷۴-۶۱.
- عزیزی، محمد مهدی؛ اکبری، رضا (۱۳۸۷) ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب‌پذیری شهرها از زلزله با به کارگیری روش تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، نشریه هنرهای زیبا، ۳۴، صص. ۱۳-۱.
- فرج‌زاده، منوچهر (۱۳۸۹) ارزیابی آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر زلزله مطالعه موردی منطقه ۹ شهرداری تهران، فصلنامه مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۹ (۳)، صص. ۲۵-۲۴.
- فروغی، سلیمان (۱۳۸۹) ارزیابی آسیب‌پذیری اجتماعی بافت قدیم شهرها در برابر زلزله با استفاده از GIS نمونه موردی: بافت قدیم شهر زنجان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی، استاد راهنما: محسن احدنژاد روشنی، دانشگاه زنجان.
- قدیری، محمود (۱۳۸۷) رابطه ساخت اجتماعی شهرها و میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله؛ مورد: محلات کلانشهر تهران، رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، استاد راهنما: عبدالرضا رکن‌الدین افتخاری، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- هیراسکار، جی. کی (۱۹۸۹) درآمدی بر مبانی برنامه‌ریزی شهری، ترجمه محمد سلیمانی و احمد رضا یکانی فر. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد دانشگاه تربیت معلم تهران.

Buchanan, J., Shepperd, PH., Vanderpooten, D. (1999) **Project ranking using the electre method**, Publisher Department of Management Systems, University of Waikato, 45.

Ebert, A., Kerle, N., Stein, A. (2009) Urban social vulnerability assessment with physical proxies and spatial metrics derived from air and space borne imagery and GIS data, **Nat Hazards**, 48, pp. 275-294.

Rashed, T., Weeks, J. (2003) Assessing Vulnerability to Earthquake Hazards through Spatial Multi Criteria Analysis of Urban Areas, **Geographical information Science**, 17(6), pp. 547-576.

- Smith, K. (1996) **Environment Hazards, Assessing Risk and Reducing disaster**, 2nd ed, Routledge, new York and London, pp. 234- 242.
- Wang, J., Lin, Z., Zhang, G. (2008) **A Decision Model for IS Outsourcing Based on AHP and ELECTREIII**, Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 4th International Conference, 456.
- Zebardast, E. (2007) **Mapping Social Vulnerability to Earthquake Hazards by Using Analytic Hierarchy Process(AHP) and GIS in Tehran City**, Proceedings of Mapasia 2007 conference, Kuala lumpur, Malasia, 121.