

## تحلیل میزان آسیب‌پذیری مسکن شهری در مواقع بروز مخاطرات محیطی (زلزله) با استفاده تکنیک‌های تلفیقی MCDM+GIS (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر تهران)

حسین حاتمی‌نژاد - دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران  
شهرام بزرافکن - دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران  
محمد ابراهیمی - دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران  
محمود آروین\* - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران

پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۱۰

وصول: ۱۳۹۳/۲/۲۲

### چکیده

امروزه با توجه به افزایش نرخ شهرنشینی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، بروز مخاطرات طبیعی از جمله زلزله در شهرها امری اجتناب‌ناپذیر بوده، اما تجربه نشان داده با شناسایی و ارزیابی مناطق آسیب‌پذیر و همچنین برنامه‌ریزی‌های از قبل پیش‌بینی‌شده و تدابیر عملیاتی در مقابله با چنین اتفاقاتی می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای خسارات و تلفات ناشی از آن را به حداقل رساند. با توجه به پیچیدگی مسائل شهری، استفاده از مدل‌ها و تکنیک‌های جدید به‌ویژه مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و نیز تلفیق آنها با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، از ابزارهای کارآمد در جهت شناسایی نقاط حادثه‌خیز بحران شهری به شمار می‌آیند لذا در این پژوهش، از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP به منظور وزن‌دهی و از مدل SAW جهت تلفیق لایه‌های مؤثر در آسیب‌پذیری مسکن در منطقه ۶ تهران استفاده شده است. بر اساس نتایج تحقیق، پس از طبقه‌بندی میزان آسیب‌پذیری، ۳۷ درصد کاربری مسکونی در منطقه مورد مطالعه دارای درجه آسیب‌پذیری متوسط ارزیابی شده که عمدتاً در قسمت مرکزی و شرقی منطقه مورد مطالعه واقع شده‌اند. ۳۷ درصد نیز از آسیب‌پذیری کم و بسیار کم و ۲۶ درصد از آسیب‌پذیری بالا و بسیار بالایی برخوردار بودند. استفاده از نقشه پهنه‌بندی خطر، جهت کاهش خسارات و تلفات ناشی از مخاطرات طبیعی می‌تواند به عنوان نقشه پایه مورد استفاده مدیران و برنامه‌ریزان شهری قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آسیب‌پذیری مسکن شهری، مخاطرات محیطی، SAW، AHP

## مقدمه

زلزله پدیده‌ای است طبیعی که بی‌توجهی به آن خسارات جبران‌ناپذیری به دنبال خواهد داشت. ویژگی‌های زمین‌ساخت کشور، زلزله را به عنوان یکی از مخرب‌ترین عوامل انهدام حیات انسانی مطرح نموده است. بررسی‌های تاریخی نشان می‌دهد که مناطق وسیعی از کشورمان توسط این حادثه طبیعی محتمل آسیب‌های جانی و مالی گردیده است. بر اساس گزارش سازمان ملل، در سال ۲۰۰۳ میلادی، کشور ایران در بین کشورهای جهان رتبه نخست را در تعداد زلزله‌های با شدت بالای ۵/۵ ریشتر و یکی از بالاترین رتبه‌ها را در زمینه آسیب‌پذیری از زلزله و تعداد افراد کشته‌شده در اثر این سانحه، داشته است. بر اساس همین گزارش، در کشور ایران زلزله وجه غالب را در بین سوانح طبیعی داراست (امینی، ۱۳۸۹: ۲). ایمن‌سازی شهرها و سکونت‌گاه‌های انسانی در برابر خطرات زلزله را باید در سطوحی فراتر از مقاوم‌سازی بناها، جستجو نمود و یکی از این سطوح، شهرسازی است. فرم شهر، بافت شهر، تراکم‌های شهری (ساختمانی، جمعیتی)، تأسیسات و زیرساخت‌های شهری، شبکه‌های ارتباطی شهر، کاربری زمین شهری از جمله عوامل مؤثر و تعیین‌کننده در نحوه رفتار شهر در برابر زلزله هستند. در میان این عوامل، برنامه‌ریزی بهینه کاربری زمین‌های شهری نقش مهمی در کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله دارد (امینی و همکاران، ۱۳۸۹). هرگاه در تعیین کاربری زمین‌های شهری همجواری‌ها رعایت گردد و کاربری‌های ناسازگار در کنار یکدیگر قرار داده نشوند، امکان تخلیه سریع اماکن فراهم گردد و کاربری‌ها در شهر به گونه‌ای توزیع شوند که سبب عدم تمرکز گردند، می‌توان انتظار داشت آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله تا حد زیادی کاهش یابد (موسوی و همکاران، ۱۳۹۰). تعیین سازگاری و یا ناسازگاری کاربری‌های شهری از اساسی‌ترین و پیچیده‌ترین مؤلفه‌های تعیین امکانات و فرصت‌های مداخله شهری است که از مفهومی به نام همسایگی منتج می‌گردد (حبیبی و نظری عدلی، ۱۳۸۷: ۲) برای تعیین میزان سازگاری و ناسازگاری، بین دو کاربری باید مشخصات و نیازهای مختلف هر یک را برای انجام دادن فعالیت عادی آن تعیین و سپس با مقایسه این مشخصات، موارد توافق و عدم توافق را مشخص کرد (پورمحمدی، ۱۳۹۱: ۱۱۰). کاربری‌های همجوار شهری، اثرات خارجی بر روی یکدیگر دارند. این تأثیرات می‌تواند مثبت یا منفی باشد. اثرات مثبت منجر به افزایش کارایی به میزانی می‌شود که کاربری‌های اراضی همجوار به توسعه پایدار و شیوه بهتر زندگی منجر می‌شود، در حالی که اثرات منفی به کاهش کارایی منجر شده، کاهش ارزش کاربری اراضی را به دنبال خواهد داشت که به ایجاد ناسازگاری میان کاربری‌های مختلف خواهد انجامید. (غفاری و همکاران، ۱۳۸۹).

بخش مسکن را می‌توان یکی از مهم‌ترین بخش‌های توسعه در یک جامعه دانست، این بخش با ابعاد وسیع اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، زیست‌محیطی و کالبدی خود اثرات گسترده‌ای بر ارائه ویژگی‌ها و سیمای جامعه به مفهوم عام دارد. از یک‌سو، اهمیت اقتصادی و اجتماعی مسکن، این بخش را کانون توجهات عمومی قرار داده است و از سوی دیگر، به دلیل اشتغال‌زایی این بخش و ارتباط آن با بسیاری از بخش‌های دیگر اقتصادی، به عنوان ابزار مناسب در جهت تحقق سیاست‌های اقتصادی، تلقی می‌شود (عزیزی، ۱۳۸۳). مسکن محیطی اساسی برای زندگی خانوادگی، مکان استراحت از جریانات کار، مدرسه و فضایی خصوصی است. مسکن مملو از ارزش‌های سمبلیک، به عنوان نشانه منزلت و ترجمان سبک زندگی است. همچنین ارزش مسکن منوط به موقعیتش و دسترسی به مدارس، پارک‌ها، حمل‌ونقل و مراکز خرید است. مسکن یکی از کاربری‌های مهم در شهر است که باید سعی شود هنگام وقوع زلزله این بخش دچار آسیب نشود. بدین منظور می‌بایست از طرح‌های ساده برای ساخت مسکن استفاده نمود و همجواری‌ها را رعایت کرد، به‌ویژه مسکن باید از کاربری‌های خطرآفرین نظیر کارگاه‌های صنعتی،

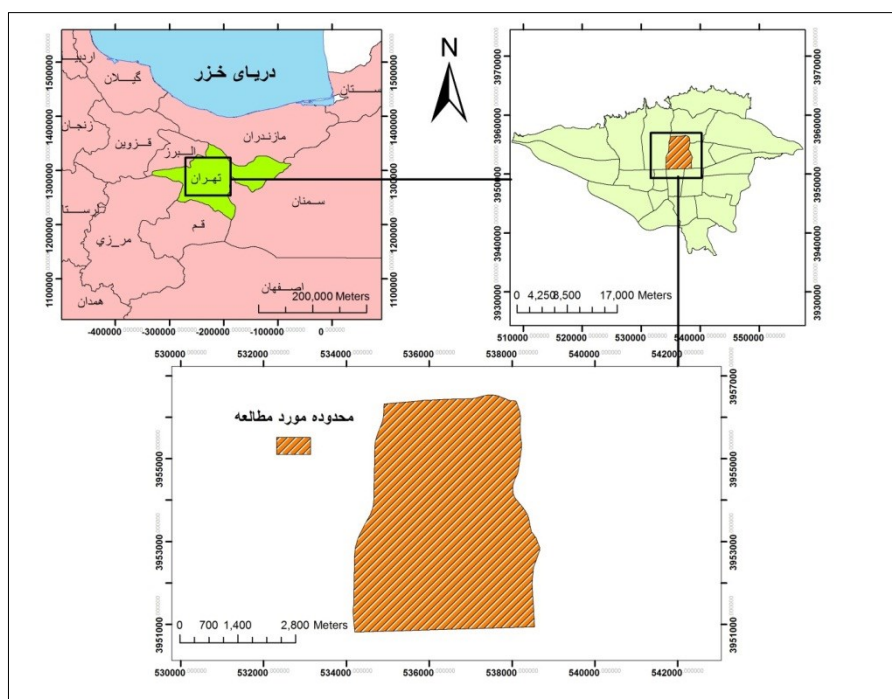
پمپ‌بنزین‌ها و مخازن و انبارهای نفت و مواد سوختی به دور باشد. استفاده از مصالح ساختمانی سبک و برقراری امکان تخلیه سریع مناطق مسکونی در کاهش آسیب‌پذیری بین مناطق بسیار مؤثر است (عبداللهی، ۱۳۹۱: ۱۵۴). در واقع کاربری‌های مسکونی در شهرها آزمایشگاهی است که شرایط تمام‌عیار آزمایش را دارد و در فرایند تنش‌های شدید زمینی و آسیب‌پذیری محیط مصنوع شهری به دو شکل تلفات و تخریب تأثیر می‌پذیرد. این در حالی است که سایر کاربری‌های شهری نظیر آموزشی، بهداشتی، مذهبی و غیره از آثار دوگانه زلزله صرفاً بخش تخریب را منعکس می‌سازند (بحرینی، ۱۳۷۵: ۷). در واقع مسکن یکی از کاربری‌های مهم در شهر است که باید سعی شود هنگام وقوع زلزله این بخش دچار آسیب نشود. منطقه ۶ شهرداری تهران یکی از مناطق ۲۲ گانه شهر تهران با حدود ۲۲۷۸۸۴ هزار نفر جمعیت و حدود ۲۰ کیلومترمربع مساحت، یکی از مهم‌ترین مناطق شهر تهران به شمار می‌آید. بررسی سطوح اختصاص یافته به هریک از کاربری‌ها در این منطقه نشان می‌دهد که از مساحت کل ۲۱۴۴/۳۴ هکتار، کاربری مسکونی با ۷۳۸/۳۴ هکتار حدود ۳۴/۴ درصد سطح منطقه را به خود اختصاص داده است. در واقع اهمیت کاربری مسکونی در شهرها به این دلیل است که تأثیر زلزله در این کاربری علاوه بر تخریب شامل تلفات جانی هم است این در حالی است که سایر کاربری‌های شهری نظیر آموزشی، مذهبی و غیره از آثار دوگانه زلزله صرفاً بخش تخریب را منعکس می‌سازند؛ بنابراین هدف اساسی این پژوهش سنجش میزان آسیب‌پذیری مسکن شهری در منطقه ۶ شهر تهران در صورت وقوع زلزله است.

پژوهش‌های متعددی در زمینه آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر مخاطرات محیطی صورت گرفته که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از روش تحلیلی ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای و با بهره‌گیری از AHP و GIS، آسیب‌پذیری منطقه ۱۰ شهر تهران را بررسی نموده و برای این کار از شاخص‌های: نوع مصالح، عمر سازه، تراکم جمعیتی و شبکه ارتباطی استفاده نموده است. در پژوهشی دیگر فرج‌زاده اصل و همکاران (۱۳۹۰) به تحلیل آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر زلزله در منطقه ۹ شهرداری تهران پرداختند که جهت ارزیابی آسیب‌پذیر بودن مسکن از دو مدل RISK-UE و TOPSIS-FUZZY بهره بردند و نتایج حاصله حاکی از آسیب‌پذیر بودن مسکن شهری منطقه ۹ شهرداری در برابر زلزله بوده و در ارزیابی مدل‌ها مشخص شد که مدل RISK-UE کارایی بهتری نسبت به مدل TOPSIS-FUZZY دارد. زنگی‌آبادی و اسماعیلیان (۱۳۹۱) نیز به تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر خطر بلایای طبیعی شهر اصفهان پرداختند که نتایج این پژوهش نشان داد که میزان آسیب‌پذیری مسکن شهر در برابر خطر بلایای طبیعی زیاد است و تغییرهای دسترسی با ساختمان، دسترسی به طبقات ساختمان و قدمت بنا، بیشترین تأثیر را در آسیب‌پذیری مسکن شهر داشته است. پنگ<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) با استفاده از روش ترکیبی MCDM و استفاده از یازده شاخص به ارزیابی آسیب‌پذیری ۳۱ منطقه در کشور چین پرداخت که نتایج به دست آمده نشان می‌داد به‌کارگیری MCDM در ارزیابی آسیب‌پذیری به دلیل یکپارچه‌سازی معیارهای متناقض می‌تواند ارزیابی جامعی از آسیب‌پذیری در منطقه به دست دهد.

### معرفی منطقه مورد بررسی

منطقه ۶ یکی از مناطق نسبتاً قدیمی شهر تهران به حساب می‌آید که در مرکز شهر قرار دارد (شکل ۱). این منطقه با مساحتی معادل ۲۱۳۸/۴۵ هکتار حدود ۳/۳ درصد از سطح شهر را شامل می‌شود. جمعیت این منطقه بر اساس

سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال (۱۳۹۱)، ۲۲۷۸۸۴ نفر است. این منطقه به لحاظ موقعیت جغرافیایی در حوزه مرکزی شهر تهران واقع شده که از سمت شمال به منطقه ۳، از شرق به منطقه ۷، از جنوب به مناطق ۱۰، ۱۱، ۱۲ و از غرب به منطقه ۲ محدود می‌شود؛ که شامل ۶ ناحیه و ۱۸ محله است. از عمده‌ترین ویژگی کالبدی منطقه ۶ می‌توان به موقعیت قرارگیری آن در مرکز شهر تهران از یک‌سو و از سوی دیگر استقرار مهم‌ترین کاربری‌های اداری - خدماتی با مقیاس عملکردی فرا منطقه‌ای، شهری و حتی ملی در آن اشاره کرد. بررسی سطوح اختصاص یافته به هریک از کاربری‌ها در این منطقه نشان می‌دهد که از مساحت کل ۲۱۴۴/۳۴ هکتار، کاربری مسکونی با ۷۳۸/۳۴ هکتار حدود ۳۴/۴ درصد سطح منطقه را به خود اختصاص داده است. تراکم مسکونی این منطقه، ۷۵ درصد بوده که بالاتر از میانگین تراکم شهر تهران است و در حال حاضر بیشترین تعداد ساختمان‌های ۶ تا ۱۰ طبقه شهر در این منطقه قرار دارند.



شکل ۱. نقشه محدوده مورد مطالعه

## مواد و روش‌ها

این تحقیق مبتنی بر مطالعات آماری و بر ابعاد فضایی آسیب‌پذیری شهری استوار بوده که روش پژوهش آن از نوع توصیفی-تحلیلی و از شاخص‌های کاربری اراضی شهری جهت ارزیابی میزان آسیب‌پذیری مسکن شهری استفاده شده است. در بخش توصیفی داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز با بررسی‌های اسنادی و کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی جمع‌آوری شده و در بخش تحلیلی با استفاده از تکنیک‌های تلفیقی مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (AHP) و SAW) در محیط ArcGIS، تحلیل‌های فضایی جهت شناسایی و میزان آسیب‌پذیری مسکن شهری در محدوده مورد مطالعه انجام شده است.

تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه (MCDM): مبحثی است که به فرآیند تصمیم‌گیری در حضور معیارهای متفاوت و بعضاً متناقض با یکدیگر می‌پردازد در این تصمیم‌گیری‌ها به‌جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی، از چندین معیار سنجش ممکن استفاده می‌گردد (محمد مرادی و اختر کاوان، ۱۳۸۸).

### کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در ارزیابی آسیب‌پذیری

ارزیابی مناطق آسیب‌پذیر زلزله یک مفهوم پایه در تحقیقات مخاطرات و یک نام بنیادی در برنامه‌ریزی، پیشگیری و کاهش خسارات است (پنگ، ۲۰۱۲: ۲) از فناوری‌های مورد استفاده در زمینه نمایش قابلیت آسیب‌پذیری مناطق مختلف بهره‌گیری از توانایی‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی است. سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان ابزاری قدرتمند در تعدادی از رشته‌های کاربردی شناخته شده است (سان، ۲۰۱۲). توانایی این سیستم در شناسایی مناطقی که در معرض بلاهای طبیعی قرار دارند و همچنین توزیع و چگونگی ساختارهای فیزیکی و خصوصیات اجتماعی اقتصادی جمعیت در معرض خطر به اثبات رسیده است. در کل سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند روند بهبود طولانی‌مدت را تسهیل بخشد. این چنین تحلیل‌هایی ممکن است در مقیاس‌های متفاوتی صورت بگیرد از سطح یک محله گرفته تا بلوک یا یک سکونت‌گاه انفرادی (جاها، ۱۹۹۸: ۹)

سیستم اطلاعات جغرافیایی به دلیل داشتن ویژگی پویا در زمینه بروز رسانی راحت اطلاعات و همچنین توانایی آن در تولید اطلاعات پردازش‌شده جدید در مقدار زمان کوتاه یک ابزار کلیدی در مراحل اضطراری در حادثه محسوب می‌شود. به‌ویژه هنگامی که حوادث طبیعی مانند زمین‌لرزه رخ داده و زمان برای واکنش امری حیاتی است، ابزار GIS می‌تواند پاسخی برای سؤالات حیاتی از قبیل اینکه کدام مناطق بیشتر تحت تأثیر حادثه قرار گرفته‌اند و چگونگی نحوه رسیدن به مناطق فراهم کند (بارتولومی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). معیارهای مورد استفاده در پژوهش حاضر به شرح جدول ۱ انتخاب شده است:

جدول ۱. معیارهای سنجش آسیب‌پذیری مسکن شهری

میزان جمعیت	فاصله از فضای سبز	فاصله از کاربری صنعتی	فاصله از جایگاه سوخت	فاصله از پست برق و گاز
فاصله از غسل	دسترسی به جاده‌های ارتباطی	دسترسی به ایستگاه آتش‌نشانی	اندازه قطعه واحد مسکونی	

### روش مجموع ساده وزنی<sup>۴</sup>

روش مجموع ساده وزنی یکی از قدیمی‌ترین روش‌های به کار گرفته‌شده در روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است. به طوری که با مفروض بودن بردار W (اوزان اهمیت شاخص‌ها) برای آن، متناسب‌ترین گزینه (A) به صورت تابع شماره (۱) محاسبه می‌شود و چنانچه  $\sum_j W = 1$  باشد طبق تابع (۲) داریم.

$$A = \left\{ A_i \mid \max \frac{\sum_j w_{ij}}{\sum_j w_j} \right\} \quad \text{تابع (۱)}$$

$$A = \left\{ A_i \mid \max \sum_j w_{ij} \right\} \quad \text{تابع (۲)}$$

این تکنیک بر مبنای پارامترهای مرکزی در علم آمار شکل گرفته است به بیان دیگر تابع مطلوبیت تصمیم‌گیرنده این تکنیک خطی است و قابلیت جمع‌پذیری شاخص‌ها تضمین شده است (پورطاهری، ۱۳۸۹: ۱۳۱).

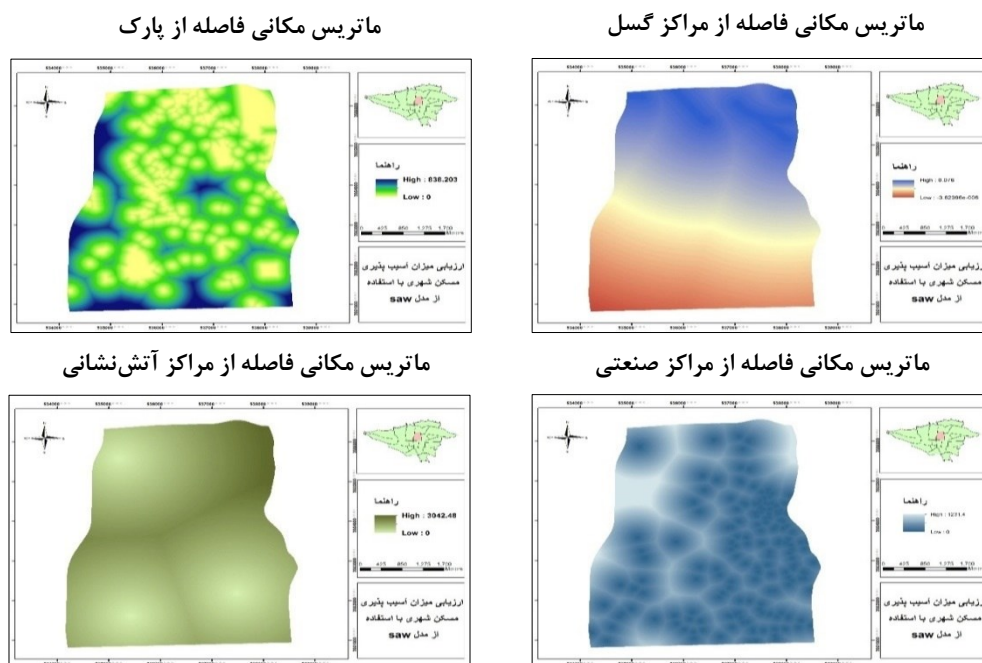
1- Sun  
2- Juha  
3- Bartolomei  
4- Simple Additive Weighting method (SAW)

## نتایج و بحث

## مراحل اجرای مدل مجموع ساده وزنی (SAW)

## گام اول: کمی کردن ماتریس تصمیم‌گیری

اولین مرحله تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری مکانی بوده که از  $m$  گزینه و  $n$  خصوصیت بوده و هر سلول یا منطقه، دارای ارزشی است که در مجموع ماتریس را تشکیل داده است. در واقع ماتریس مکانی در محیط GIS، از مجموعه‌ای نقاط  $X$  و  $Y$  که بستر جغرافیایی را در بر گرفته تشکیل شده است. در این مرحله، پس از فراخوانی لایه‌های جمع‌آوری شده در محیط GIS با استفاده از دستور Euclidean Distance برای هر یک از لایه‌ها ماتریس ساخته شد. در شکل ۲ ماتریس تصمیم‌گیری چهار شاخص؛ فاصله از گسل، فاصله از مراکز صنعتی، فاصله از گسل و فاصله از پارک‌ها و فضای سبز نشان داده شده است.



شکل ۲. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری

## گام دوم: بی‌مقیاس‌سازی خطی مقادیر ماتریس تصمیم‌گیری

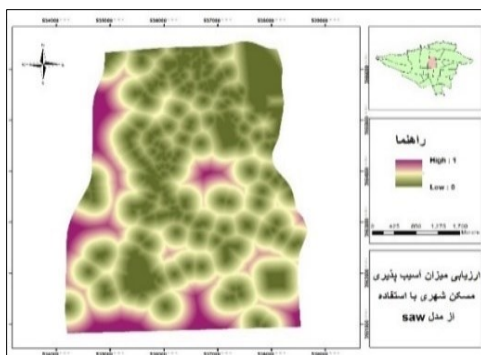
از آنجایی که در ماتریس تصمیم‌گیری چند شاخصه غالباً از شاخص‌های متفاوت استفاده شده لذا برای امکان مقایسه شاخص‌ها با یکدیگر لازم است مقیاس‌ها از طریق روش‌های بهنجارسازی، قابلیت مقایسه با یکدیگر را پیدا نمایند. نوع بی‌مقیاس‌سازی این روش تصمیم‌گیری چند شاخصه، «بی‌مقیاس‌سازی خطی» است (نوجوان، ۱۳۹۰: ۲۹۱). اگر شاخص‌ها جنبه مثبت داشته باشند با استفاده از تابع (۳) و اگر جنبه منفی داشته باشند از تابع (۴) استفاده می‌شود (پورطاهری، ۱۳۸۹: ۳۲).

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max a_{ij}} \quad \text{تابع (۳)}$$

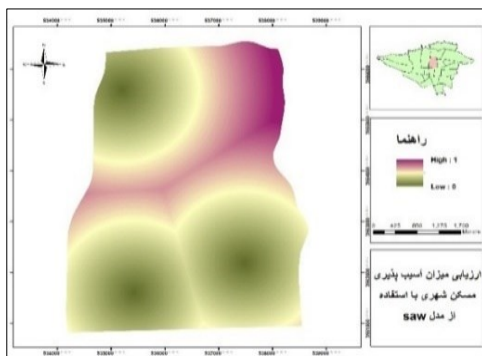
$$n_{ij} = 1 - \frac{a_{ij}}{\max a_{ij}} \quad \text{تابع (۴)}$$

شاخص‌های منفی پژوهش شاخص‌هایی هستند که هرچه به کاربری مسکونی نزدیک‌تر باشند، میزان آسیب‌پذیری را افزایش می‌دهند مانند گسل و مراکز صنعتی و منظور از شاخص مثبت، شاخص‌هایی هستند که نزدیکی آنها به کاربری مسکونی، سبب پایداری مسکن می‌شوند مانند پارک‌ها و ایستگاه‌های آتش‌نشانی. پس از انجام نرمال‌سازی بر روی لایه‌ها، تمامی آنها ارزشی بین صفر تا یک به خود می‌گیرند که بر اساس آن هرچه به مقدار یک نزدیک‌تر می‌شویم میزان آسیب‌پذیری افزایش و چه ارزش پیکسل به سمت صفر میل کند از میزان آسیب‌پذیری کاسته می‌شود. در شکل ۳ لایه‌های رقومی نرمال شده نشان داده شده است.

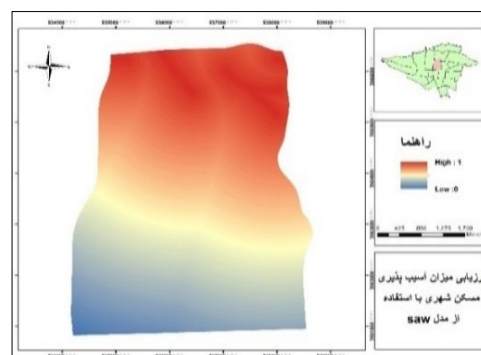
ماتریس نرمال شده فاصله از پارک



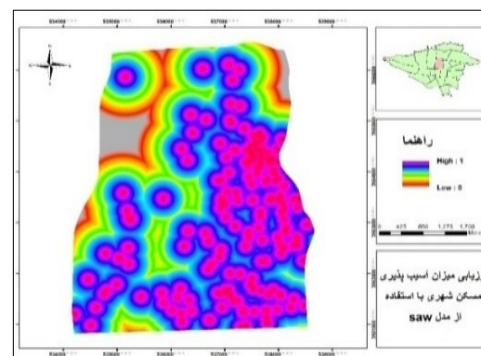
ماتریس نرمال شده فاصله از مراکز آتش‌نشانی



ماتریس نرمال شده فاصله از مراکز گسل



ماتریس نرمال شده فاصله از مراکز صنعتی

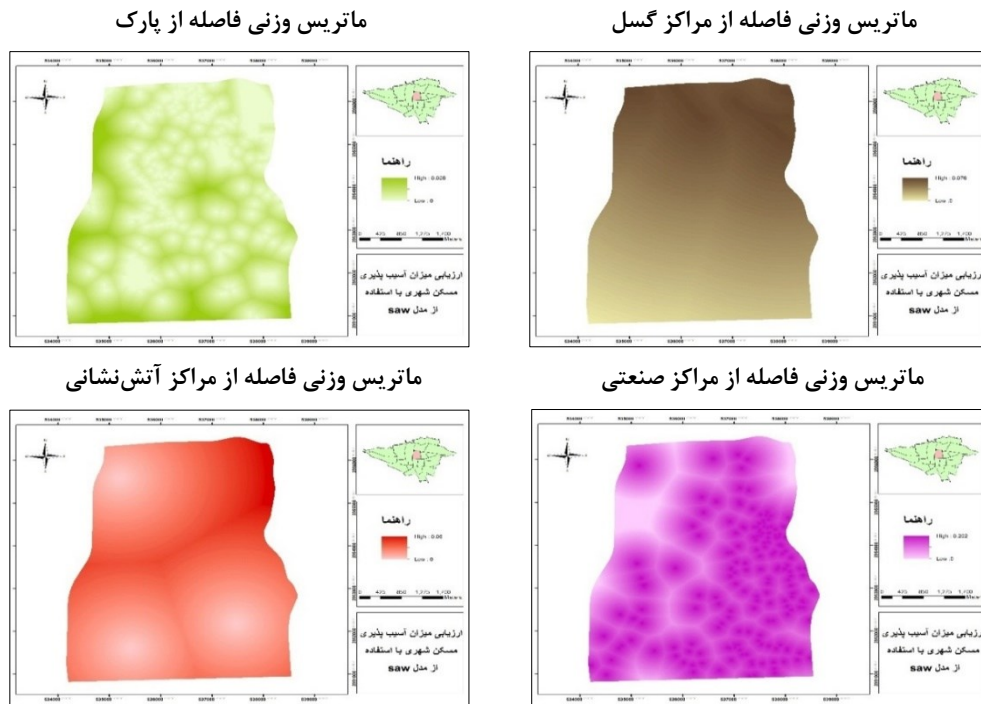


شکل ۳. نرمال‌سازی لایه‌های رقومی

گام سوم: ضریب ماتریس بی‌مقیاس شده در اوزان شاخص‌ها (اوزان به دست آمده از مدل AHP) در این مرحله، وزن هر یک از معیارها که به AHP که با استفاده از نرم‌افزار EXPERT CHICE محاسبه شده است در تک‌تک لایه‌های نرمال شده ضرب شده است. در جدول ۲ وزن هر کدام از معیارها نمایش داده است. ضریب سازگاری مقایسه معیارها نیز ۰/۰۵ است که از حد قابل قبول ۰/۱ در AHP کمتر بوده و مناسب است.

جدول ۲. وزن‌دهی به معیارها جهت سنجش آسیب‌پذیری مسکن با استفاده از روش AHP

میزان جمعیت	فاصله از فضای سبز	فاصله از کاربری صنعتی	فاصله از جایگاه سوخت	فاصله از پست برق و گاز
۰/۲۱۷	۰/۰۲۸	۰/۲۰۲	۰/۰۹۰	۰/۰۱۳۲
فاصله از گسل	دسترسی به جاده‌های ارتباطی	دسترسی به ایستگاه آتش‌نشانی	اندازه قطعه واحد مسکونی	
۰/۰۷۶	۰/۰۱۳۷	۰/۰۶۰	۰/۰۵۹	

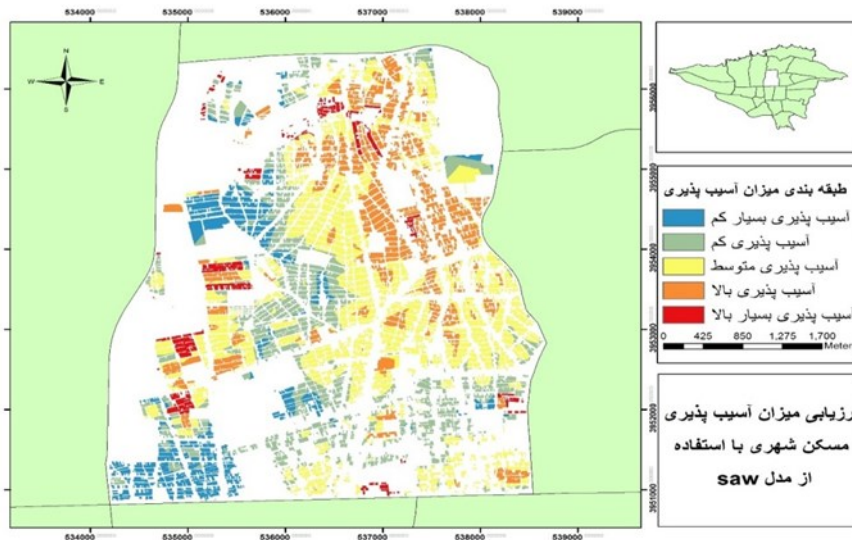


شکل ۴. وزندهی معیارهای تأثیرگذار

طبق شکل ۴ هرچه ارزش پیکسل بیشتر باشد میزان آسیب پذیری نیز افزایش یافته که بارنگ تیزه نمایش داده شده و بالعکس هرچه از ارزش پیکسل کمتر باشد میزان آسیب پذیری نیز کاهش یافته و با رنگ روشن نمایش داده شده است.

گام نهایی: انتخاب بهترین گزینه (A)

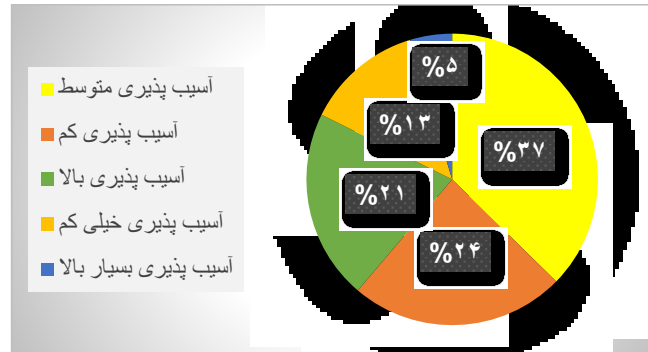
در این مرحله به منظور شناسایی محدوده‌های مکانی آسیب پذیر مسکن شهری منطقه ۶ تهران، لایه‌های رقومی باهم تلفیق و نقشه رقومی آسیب پذیری مسکن شهری به دست آمد که در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵. نقشه شناسایی محدوده‌های مکانی مستعد آسیب پذیری مسکن شهری



پس از سنجش میزان آسیب‌پذیری کاربری مسکونی منطقه ۶ شهر تهران، لایه رقومی به دست آمده طبقه‌بندی شده و میزان آسیب‌پذیری در هر طبقه مشخص شده است (شکل ۶).



شکل ۶. طبقه‌بندی آماری میزان آسیب‌پذیری کاربری مسکونی منطقه ۶ شهر تهران

بر اساس تحلیل‌های انجام‌گرفته میزان آسیب‌پذیری مسکن شهری در منطقه ۶ شهر تهران، ۲۴ درصد مساکن شهری منطقه در دامنه آسیب‌پذیری کم و ۱۳ درصد دارای آسیب‌پذیری بسیار کم بوده است. عمده مساکن واقع در منطقه مورد مطالعه در طبقه آسیب‌پذیری متوسط قرار داشته که ۳۷ درصد مساکن منطقه را دربر می‌گیرد و عمدتاً در قسمت مرکزی و شرقی منطقه واقع شده‌اند و نهایتاً ۲۱ درصد دارای آسیب‌پذیری بالا و ۵ درصد مابقی نیز احتمال آسیب‌پذیری بسیار بالایی را نشان می‌دهند که در سطح منطقه پراکنده هستند. توزیع آسیب‌پذیری بخش مسکن در این تحقیق با توزیع شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری قابل توجیه است به‌گونه‌ای که مناطق دارای حداکثر میزان آسیب‌پذیری از نظر همجواری با کاربری صنعتی، پست برق و سایر لایه‌های تحقیق وضعیت نامناسبی داشته و همچنین از تراکم جمعیت بالا و اندازه کوچک قطعات نیز می‌توان از عوامل این افزایش آسیب‌پذیر نام برد و در مقابل پهنه‌های مسکونی با حداقل میزان آسیب‌پذیری علاوه بر همجواری با کاربری فضای سبز، فاصله مناسب با ایستگاه‌های آتش‌نشانی و راه‌های ارتباطی، دارای تراکم جمعیتی پایین‌تر و همچنین اندازه قطعات بزرگ‌تری نسبت به سایر قسمت‌های منطقه بوده است.

### نتیجه‌گیری

از آنجا که شهرها محل تمرکز و تراکم جمعیت و دارایی‌های انسان است، در برابر عوامل خطرآفرین آسیب و خسارات چشمگیر و گسترده‌ای را نشان داده است. یکی از دیدگاه‌ها و ابزار گوناگون جهت کاهش آسیب‌پذیری شهرها در مواقع بحرانی توسط متخصصین امور شهری ارائه شده است برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری است، برنامه‌ریزی بهینه کاربری زمین‌های شهری نقش مهمی در کاهش آسیب‌پذیری در برابر حوادث مختلف خصوصاً زلزله داشته است. در این نوع برنامه‌ریزی، هدف شناسایی مخاطرات و سپس به کار بستن ضوابط و مقررات استفاده از زمین شهری، فعالیت‌ها و کارکردهای مناطق مختلف شهر با توجه به شرایط و نحوه آسیب‌پذیری و تخصیص بهینه کاربری اراضی در سطح شهر برای به حداقل رساندن خسارات است. در کشور ما ایران، یکی از مهم‌ترین مخاطرات محیطی که شهرهای ما را مورد تهدید قرار داده، پدیده زلزله است. با وجود زلزله‌های متعدد و تحمیل خسارات جانی و مالی فراوان به جامعه، هیچ‌گاه این تفکر در بین سیاست‌گذاران امور شهری ایران شکل نگرفته است که سیاست‌هایی جهت کاهش این آسیب‌ها اعمال نمایند و تنها به اتخاذ استانداردها و معیارهای ساختمانی در این مورد اکتفا نموده‌اند. بایستی توجه داشت که در زمان زلزله بیشترین آسیب به بناها، توسط بناها و مستحدمات مجاور آنها باوجود می‌آید؛ بنابراین به کارگیری

استانداردهای فنی ساختمان در این مورد هیچ‌گاه کفایت نخواهد نمود. آنچه مسلم است اکثر مناطق شهری در ایران در معرض خطر زلزله قرار دارند. منطقه ۶ شهر تهران یکی از مناطق ۲۲ گانه این شهر است که در معرض خطر زلزله است. در این پژوهش به تحلیل میزان آسیب‌پذیری بافت مسکونی شهری منطقه ۶ شهر تهران با توجه به همجواری کاربری‌ها انجام شده است که از نقاط قوت این پژوهش به شمار می‌رود. امروزه استفاده از مدل‌های جدید برنامه‌ریزی و به کارگیری دانش نوین، زمینه را جهت انجام بسیاری از تحلیل‌ها در زمینه مطالعات شهری باز نموده است. استفاده از قابلیت مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و تلفیق آن با تحلیل‌های فضایی سیستم اطلاعات جغرافیایی در تحقیق حاضر نیز گامی نو در این زمینه به شمار می‌رود. بر اساس تحلیل انجام گرفته میزان آسیب‌پذیری بافت‌های مسکونی شهری منطقه ۶ شهر تهران در دامنه با آسیب‌پذیری متوسط و کم قرار دارند؛ که حدود ۶۱ درصد سطح منطقه را تشکیل داده است. با توجه به نتایج پژوهش حاضر میزان آسیب‌پذیری مناطق مسکونی شهری در سطح منطقه ۶، ۵ درصد در حد آسیب‌پذیری بسیار بالا، ۲۱ درصد در حد آسیب‌پذیری بالا، ۳۷ درصد در حد آسیب‌پذیری متوسط، ۲۴ درصد در حد آسیب‌پذیری کم و ۱۳ درصد در حد آسیب‌پذیری بسیار کم بوده است. در پایان با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق پیشنهادهای زیر را می‌توان ارائه کرد:

- ایجاد پایداری در حوزه‌های سکونتی و جلوگیری از استقرار کاربری‌های ناسازگار در این حوزه‌ها.
- توزیع مناسب ایستگاه‌ها و مراکز آتش‌نشانی در منطقه.
- ساختمان‌های دولتی و عمومی نقش بسیار مهمی در زمان بحران در فرایند مدیریت بحران به عهده دارند. لذا - مقاوم‌سازی و اصلاح ساختارهای غیراصولی در این‌گونه ضمن اینکه می‌تواند تضمین‌کننده استقامت بنا و امکان استفاده از آن در زمان بحران داشته باشد، قادر است محرک بسیار خوبی برای شهروندان جهت اقدام به مقاوم‌سازی بنای مسکونی خود باشد.
- جلوگیری از احداث ساختمان‌های غیر اصول و نامقاوم در برابر زلزله.
- تشویق شهروندان به جمع‌آوری املاک و مشارکت در امر نوسازی بافت‌های فرسوده شهری از طریق ایجاد انگیزه‌های مالی و مالیاتی.
- بررسی آسیب‌پذیری سایر مناطق شهری تهران در برابر زلزله تا با آگاهی نسبت به آسیب‌پذیر بودن این مناطق اقدامات لازم را در زمینه کاهش آسیب‌پذیری این مناطق انجام داد.

## منابع

- امینی، الهام؛ حبیب، فرح؛ مجتهدزاده، غلام‌حسین (۱۳۸۹) برنامه‌ریزی کاربری زمین و چگونگی تأثیر آن در کاهش آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۲ (۳)، صص. ۱۷۴-۱۶۱.
- امینی، جمال (۱۳۸۹) تحلیل آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی منطقه ۹ شهرداری تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- بحرینی، سید حسن (۱۳۷۵) برنامه‌ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله‌خیز نمونه موردی شهرهای لوشان، منجیل و رودبار، چاپ اول، مرکز مقابله با انواع بلایای طبیعی ایران.
- پورطاهری، مهدی (۱۳۸۹) کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در جغرافیا، انتشارات سمت، تهران.
- پورمحمدی، محمدرضا (۱۳۹۱) برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، چاپ چهارم، انتشارات سمت، تهران.

حاتمی‌نژاد، حسین؛ فتحی، حمید؛ عشق‌آبادی، فرشید (۱۳۸۸) ارزیابی میزان آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهر نمونه موردی: منطقه ۱۰ شهرداری تهران، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۶۸، صص. ۲۰-۱.  
حبیبی، کیومرث؛ نظری عدلی، سعید (۱۳۸۷) پیاده‌سازی ماتریس‌های همجواری در سیستم اطلاعات مکانی به منظور تعیین و یا تغییر کاربری‌های شهری (نمونه موردی: محله خاک سفید تهران)، همایش ژئوماتیک، تهران.  
زنگی‌آبادی، علی؛ اسماعیلیان، زهرا (۱۳۹۱) تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر خطر بلایای طبیعی (مطالعه موردی: مسکن شهر اصفهان)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره چهارم، صص. ۱۲۹-۱۱۳.

زنگی‌آبادی، علی؛ قادر رحمتی، صفر؛ سلطانی، لیلا (۱۳۹۱) برنامه‌ریزی مدیریت بحران زلزله در شهرها، انتشارات شریعه توس.

عبداللهی، مجید (۱۳۹۱) مدیریت بحران در نواحی شهری، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.  
عزیزی، محمد مهدی (۱۳۸۳) برنامه‌ریزی مسکن و نقش نهادهای محلی، همایش علمی - کاربردی توسعه محله‌ای، چشم‌انداز توسعه پایدار شهر تهران.

غفاری، سید رامین؛ شفقی، سیروس؛ صالحی، نگین (۱۳۸۹) ارزیابی سازگاری کاربری اراضی شهری با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۱ (۴)، صص. ۷۶-۵۹.  
فرج‌زاده اصل، منوچهر؛ احدنژاد، محسن؛ امینی، جمال (۱۳۹۰) ارزیابی آسیب‌پذیری مسکن شهری در برابر زلزله مطالعه موردی منطقه ۹ شهرداری تهران، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۳ (۹)، صص. ۳۶-۱۹.

محمد مرادی، اصغر؛ اختر کاوان، مهدی (۱۳۸۸) روش‌شناسی مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره، مجله آرمان‌شهر، ۲، صص. ۱۲۵-۱۱۳.

موسوی، سید عارف؛ رجب صلاحی، حسین؛ جهانگیر، ابراهیم؛ داراب‌خانی، رسول (۱۳۹۰)، برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری جهت کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله با تأکید بر امکان اسکان اضطراری و موقت در ماهدشت، مدیریت شهری، ۲۸، صص. ۲۰۸-۱۹۳.

نوجوان، مهدی (۱۳۹۰) کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای با تأکید بر روش‌های TOPSIS و SAW، مدیریت شهری، ۲۸، صص. ۲۹۶-۲۸۵.

Bartolomei, A., Corigliano, M., Lai, C. (2008) Seismic risk assessment of Italian seaports using GIS. *AIP, Conf Proc*, pp. 1591-1598.

Iuliana, A. (2012) Multi-criteria vulnerability analysis to earthquake hazard of Bucharest, Romania, *Nat Hazards*, 63, pp. 1129-1156

Juha I. U. (1998) the geography of disaster vulnerability in megacities, *Applied Geography*, 18 (1), pp. 7-16.

Peng, Y. (2012) **Regional earthquake vulnerability assessment using a combination of MCDM methods**. *Ann Oper Res*.

Sun, C. G (2012) Applications of a GIS-based geotechnical tool to assess spatial earthquake hazards in an urban area, *Environ Earth Sci*, 65, pp.1987-2001

