

# مکان‌یابی احداث اسکان اضطراری شهر کرمان با استفاده از GIS

عبدالرضا کاظمی نیا\*: مربی، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی سیرجان، سیرجان، ایران، kazeminia@sirjantech.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۲۵

## چکیده

کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر سوانح طبیعی از جمله زلزله، به منزله یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی کالبدی، شهری و طراحی شهری محسوب می‌گردد. لذا، اولین گام، شناسایی مناطق ایمن شهری برای احداث مکان‌های اسکان اضطراری در برابر زلزله است. بنابراین این تحقیق سعی دارد با هدف شناسایی نواحی ایمن شهر کرمان را در برابر زلزله و در راستای مدیریت بحران، با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، مشخص و پهنه‌بندی نماید. با توجه به اینکه ایمن بودن نواحی شهری خود تابعی از چندین معیار است، لذا مدل مدنظر تحقیق از نوع مدل‌های چند معیاره است و با توجه به ماهیت مکانی معیارها پیاده‌سازی مدل در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) صورت گرفته است. استخراج معیارهای ایمن بودن نواحی شهری با روش دلفی و تهیه پرسش‌نامه‌هایی از کارشناسان شهرسازی، سازه، معماری و مطالعه کارهای گذشته انجام پذیرفت. این معیارها عبارتند از: معیارهای ماتریس مطلوبیت (مقاومت زمین)، معیارهای ماتریس سازگاری (۱. همجواری با کاربری‌های سازگار: پارک‌ها و فضای سبز، فاصله از مراکز درمانی - امدادی و فاصله از معابر اصلی، ۲. عدم همجواری با کاربری‌های ناسازگار: صنایع عمده انفجاری مانند پمپ‌گاز- بنزین و مراکز نظامی) و معیار ماتریس ظرفیت (تراکم جمعیتی). هر کدام از این معیارها بر اساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس رتبه‌بندی شده و سپس در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مدل‌سازی و با به‌کار بردن توابع تحلیلی نقشه مکان‌های مناسب برای ایجاد اسکان اضطراری شهر کرمان تهیه گردید. نتایج حاصل حاکی از آن است که مکان‌های بسیار مناسب احداث مکان‌های اسکان اضطراری به ترتیب در مناطق ۲، ۳ شهر کرمان بیشتر به چشم می‌خورد که در برنامه‌ریزی‌ها باید در اولویت قرار گیرند. در نهایت بعد از تعریف پایگاه داده زمین مرجع برای شبکه‌ی حمل و نقل شهری، برای خدمات‌رسانی و رسیدن سریع‌تر آسیب‌دیدگان در زمان و با بعد از بحران به مکان‌های اسکان اضطراری، شبکه‌ی هندسی معابر منطقه طراحی گردید. با طراحی شبکه‌ی هندسی معابر و تعریف محدودیت‌های مورد نظر برای هر خیابان مانند طول خیابان و وجود چراغ راهنما، می‌توان با به‌کار بردن تحلیل‌های شبکه در زمان مورد نیاز، به راحتی مناسب‌ترین خیابان رسیدن به نزدیک‌ترین مکان اسکان اضطراری را تعیین نمود.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، مکان‌های اسکان اضطراری، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تحلیل شبکه، کرمان

## Site selection of Emergency Accommodation in Kerman City by using GIS

Abdolreza Kazeminia

### Abstract

Reducing the vulnerability of cities to natural disasters such as earthquakes is considered as one of the main goals of urban and urban planning. Hence, the first step is to identify the safe areas of the city for the construction of a shelter against earthquakes. This research aims to identify and zonate safe areas of the Kerman city during earthquakes and to manage the crisis using spatial information systems. Because the safety of urban areas depends on several criteria, the model of the research is a multi-criteria model and according to the spatial nature of the criteria, implementation of the model was done in the GIS environment. Safety criteria of urban areas were determined by the Delphi method and preparing questionnaires from urban planners, constructors, architects and studying past works. These criteria are utility matrix (ground resistance) criteria, criteria of adaptation matrix (1- neighborhood to compatible uses: parks and green space, and distance from health centers & urgent cares 2- Non-adherence to incompatible uses: major explosive industries such as gas-petrol stations and military centers) and the matrix of capacity (population density). Each of these criteria was ranked according to the inverse hierarchical analysis method and then modeled in the GIS environment. Finally, by using analytical functions maps of safe shelters in Kerman were prepared. Our results indicate that the most suitable places for the construction of shelters are in regions 2 & 3 in the Kerman city, which should be prioritized in the city plans. Finally, after the definition of the land reference database for urban routes, the geometric network of the distances of the area was designed to react more quickly to shelters to provide services to injured people after the crisis. By designing the geometric network of passages and defining the limits for each path, such as the length of the route and the presence of the traffic lights, it is possible to determine the best route to the closest shelter by using network analysis at the time it is needed.

**Keywords:** Site Selection, Temporary Sheltering, GIS, Network analysis, Kerman.

Instructor, Civil Faculty, Sirjan University of Technology, Sirjan, Kerman, Iran; Email: kazeminia@sirjantech.ac.ir

۴۷

شماره شانزدهم

پاییز و زمستان

۱۳۹۸

دوفصلنامه

علمی و پژوهشی



## مقدمه

شهرها در طول تاریخ هیچ‌گاه از آسیب‌های حوادث طبیعی بی‌امان نبوده‌اند. یکی از راه‌های اساسی برای ایجاد آمادگی در برابر مخاطرات، آگاهی از مناطق ایمن شهری است. لذا اگر بتوان با روش یا روش‌هایی مکان‌های اسکان اضطراری امن در شهرها در برابر حوادث طبیعی مانند زلزله را تعیین کرد، می‌توان با اتخاذ راهکارهایی آمادگی را تا حد بسیار زیادی افزایش داد [۱]. زلزله یکی از فعالیت‌های طبیعی زمین است که امروزه با وقوع آن در جوامع بشری تبدیل به حادثه‌ای مهیب شده است و به دلیل نقص علم بشر باعث تخریب بسیاری از سازه‌های ساخت او می‌شود و هزینه‌های فراوانی را بر جای می‌گذارد. زلزله هنگامی تبدیل به سانحه می‌شود که راهکارهای مناسبی برای کاهش خطرات و تلفات در هنگام وقوع و بعد آن وجود نداشته باشد؛ این موضوع با دخالت‌های نسنجیده‌ی انسانی در محیط‌های طبیعی، از جمله ساخت و سازهای بی‌رویه در حریم گسل‌ها، تمرکز ساختمانی، کمبود فضاهای باز، همچنین عدم رعایت استانداردهای جهانی در ساخت و سازها، تراکم و توزیع نامناسب جمعیت، عدم تناسب زیر ساخت‌ها و کاربری‌های شهری و آموزش ناکافی شهروندان تشدید می‌شود [۲]. در قرن بیستم بیش از ۱۱۰۰ زلزله‌ی مخرب در نقاط مختلف کره‌ی زمین روی داده که در اثر آن بیش از یک میلیون نفر جان خود را از دست داده‌اند که ۹۰ درصد آن‌ها عمدتاً ناشی از ریزش ساختمان‌هایی بوده که از اصول مهندسی و ایمنی کافی برخوردار نبودند [۳]. با توجه به قرارگیری کشور ایران در کمربند کوهزایی آلپ-همالیا (کمربند مستعد زلزله) ضرورت توجه اصلی به مسئله‌ی مدیریت بحران امری بدیهی است. بر اساس گزارش سازمان ملل، در سال ۲۰۰۳ میلادی، کشور ایران در بین کشورهای جهان رتبه‌ی نخست را در تعداد زلزله و تعداد افراد کشته شده در اثر این سانحه، داشته است [۴]. علت اصلی این امر آسیب‌پذیر بودن اکثر شهرهای ایران و کمبود مکان‌های اسکان اضطراری ایمن در آن‌ها بوده است. تا جایی که آمارها نشان می‌دهد ۹۰ درصد شهرهای کشور در برابر زلزله‌ی ۵ ریشتری آسیب‌پذیر هستند [۵]. بر این اساس سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی و دستورالعمل‌های مدون برای مقابله با کلیه‌ی حوادث غیرمترقبه از جمله زلزله می‌تواند عوارض و پیامدهای ناشی از آن را کاهش دهد. شناسایی نواحی ایمن و مناسب در شهرسازی می‌تواند نقش بسزایی در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های حوزه‌ی شهری داشته باشد که این خود بیانگر ضرورت مدل‌سازی مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری است [۶]. مکان‌های اسکان اضطراری، مکان‌هایی هستند که دارای حداقل استانداردهای زیستی لازم برای زندگی در مدت زمان نسبتاً طولانی در قیل، حین و پس از بحران هستند. این فضاها باید برای مردم کاملاً شناخته شده باشد و فاصله‌ی دسترسی به آن‌ها طوری باشد که افراد بتوانند با طی مسافتی نه چندان زیاد به آن‌ها مراجعه کنند. فاصله‌ی مناسب تا فضاهای اسکان منطقه‌ای، حدود یک کیلومتر از محل سکونت است و ترجیحاً این فضاها باید نزدیک به امکانات و زیرساخت‌های شهری موجود نیز باشند [۷]. مکان‌یابی مکان‌های اسکان

اضطراری، در واقع تجزیه و تحلیل توأمان اطلاعات فضایی آن‌ها و داده‌های توصیفی مربوطه به منظور یافتن یک یا چند موقعیت مناسب با ویژگی‌های تعیین شده مورد نظر کاربر است [۸]. با توجه به اینکه مدیریت بحران فرایندی است که می‌تواند از بحران پیش‌گیری نمایند یا در صورت وقوع آن برای کاهش آثار، ایجاد آمادگی لازم، مقابله، امدادرسانی سریع و بهبود اوضاع تا رسیدن به وضعیت عادی و بازسازی تلاش کند، بنابراین شناسایی مناطق امن به این امر نیز کمک می‌نماید [۹]. با توجه به اهمیت بسیار بالای مقوله‌ی مسکن و سرپناه برای بشر، پیش‌بینی و اجرای مکان‌هایی برای اسکان اضطراری آسیب‌دیدگان از حوادث به‌ویژه زلزله، امری اجتناب‌ناپذیر بلکه دارای تقدم و اولویت اساسی است. یکی از وظایف مهم برنامه‌ریزان بخش مدیریت بحران در هر سیستم برنامه‌ریزی و اجرایی، پیش‌بینی‌های جدی برای اسکان اضطراری و موقت است [۱۰]. چرا که انسان آسیب‌دیده بدون سرپناه متعارف در آستانه‌ی آسیب‌های جدی جسمی، روحی و روانی است. در صورت عدم پیش‌بینی صحیح و به موقع در این زمینه جامعه‌ی آسیب‌دیده شاهد تأثیرات منفی و غیر قابل جبران برای نسل حادثه‌دیده‌ی فعلی و نسل‌های آتی خواهد بود. به همین دلیل نقش مکان‌یابی مراکز اسکان اضطراری آسیب‌دیدگان در مکان‌های پیش‌بینی شده، حائز اهمیت بسیاری در مدیریت شهرها و شهرسازی است [۱۱]. قرارگیری شهر کرمان بر روی کمربند زلزله‌ی آلپ-همالیا و فاصله‌ی ۱۳ کیلومتری شهر تا گسل اصلی و واقع شدن به‌منزله‌ی مرکز استان، لزوم برنامه‌ریزی شهری با در نظر گرفتن اهمیت مکان‌یابی مراکز اسکان اضطراری امن در برابر آسیب‌های ناشی از بلایای طبیعی غیرمنتظره مانند زلزله را آشکار می‌سازد. کارشناسان متعددی زلزله‌خیزی شهر کرمان را بررسی نموده‌اند که بسیاری حتی احتمال زلزله‌ی ۷ ریشتری را نیز تخمین زده‌اند. بر این اساس توجه به احداث مراکز اسکان اضطراری در مکان‌های ایمن برای کاهش آسیب‌های احتمالی، از ضروریات مدیریت شهر کرمان است.

## پیشینه‌ی پژوهش

در سال‌های اخیر، مطالعات بسیاری در زمینه‌ی موضوع تحقیق حاضر انجام گرفته است که در ادامه، برخی از آن‌ها بررسی می‌شود.

زیفن لیو و سامسونگ لیم در سال ۲۰۱۵ در تحقیق خود یک روش تجزیه و تحلیل فضایی در ناحیه‌ای از کشور استرالیا را با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) پیشنهاد دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که می‌توان مکان‌های مناسب احداث مکان‌های اسکان اضطراری را با روش‌های تحلیلی تعیین نمود و حتی با آنالیزهای شبکه در محیط سیستم‌های اطلاعات مکانی می‌توان آن‌ها را نیز مسیریابی کرد [۱۲]. یونال و اسلو (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای با عنوان ارزیابی دسترس‌پذیر بودن مکان‌های اسکان اضطراری اضطراری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، پارامترهایی مانند فاصله از مراکز درمانی، فاصله از خطوط گسل، تراکم جمعیت، فاصله از فضاهای باز شهری را اساس مطالعه‌ی

خود قرار دادند. آن‌ها در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که از مجموع بلوک‌های شهر آدانای کشور ترکیه، ۱۶۴ بلوک از فضای باز، ۲۷۵ بلوک از فضای مدرسه و ۳۳۳ بلوک از فضای سبز مناسب برای احداث مکان‌های اسکان اضطراری هستند [۱۳]. اسکواتز (۲۰۱۷) در پایان‌نامه‌ی خود با استفاده از تحلیل‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استقرار مکان‌های اسکان اضطراری ایمن در شهر نیویورک را ارزیابی نمود. او به این نتیجه رسید که استقرار مکان‌های اسکان اضطراری در شهر نیویورک بیشتر بستگی به پارامترهای نزدیکی به معابر اصلی، مراکز درمانی و وسایل نقلیه دارد [۱۴]. فرقانی و دربندی (۱۳۹۴)، عوامل مؤثر در انتخاب مکان‌های اسکان اضطراری پس از زلزله را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ارزیابی نمودند. آن‌ها برای مکان‌یابی مراکز اسکان از مدل منطق دو وجهی بولین استفاده نمودند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که فقط شش محل منطقه‌ی چهار شهر کرمان، برای اسکان مناسب هستند [۱۵]. خمر و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی مکان‌گزینی مکان‌های اسکان اضطراری منطقه‌ی یک شهر کرمان با استفاده از مدل IO و روش AHP به این نتیجه رسیدند که فضاهای مدنظر برای انتخاب مکان‌های اسکان اضطراری در این سطح پاسخ‌گوی جمعیت موجود منطقه در برابر حوادث نیست [۱۶]. خزایی و روستایی (۱۳۹۵) در تحقیق خود با عنوان مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری چند منظوره‌ی شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، موقعیت‌های مناسب برای احداث مکان‌های اسکان اضطراری را در منطقه‌ی یک شهر تهران، بررسی نمودند. بر اساس نتایج به‌دست آمده از تحقیق آن‌ها، ۲۰۸ محدوده برای احداث مکان‌های اسکان اضطراری چندمنظوره‌ی شهری در منطقه‌ی یک تهران دارای شایستگی مناسب و بسیار مناسب هستند [۸]. بنابراین در این راستا، در تحقیق پیشرو نسبت به مطالعات پیشین، ابتدا مکان‌های مناسب احداث اسکان اضطراری را بر اساس معیارهای جدید ماتریس مطلوبیت (مانند مقاومت زمین)، ماتریس سازگاری (مانند فاصله از مراکز درمانی - امدادی، صنایع عمده آلوده کننده و انفجاری مانند پمپ گاز- بنزین و مراکز نظامی) و ماتریس ظرفیت (تراکم جمعیت) ارزیابی نموده که برای نخستین مرتبه برای وزن‌دهی این معیارها، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس استفاده شده است و در نهایت با توجه به این محدودیت‌ها به مکان‌گزینی‌های ایجاد مکان‌های اسکان اضطراری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) اقدام شده است. همچنین در این مطالعه نسبت به تحقیق‌های قبلی، شبکه‌ی هندسی معابر برای تعیین مناسب‌ترین خیابان دستیابی آسیب‌دیدگان برای امداد و نجات به نزدیک‌ترین مکان‌های اسکان اضطراری طراحی گردیده است.

## مبانی نظری

مکان‌یابی<sup>۱</sup>: فرایند مکان‌یابی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، شامل یک سری مراحل معین و مشخصی

بوده که برای دستیابی به نتایج قابل اطمینان، اجرای آن‌ها اجتناب‌ناپذیر است. مکان‌یابی به ارزیابی یک محیط فیزیکی که تأمین‌کننده‌ی شرایط و پشتیبانی از فعالیت‌های انسانی است می‌پردازد. هدف عمده‌ی ارزیابی مکان برای استفاده خاص از زمین، برای این است که مطمئن شویم در آنجا توسعه و گسترش فعالیت‌های انسان با توجه به امکانات و محدودیت‌ها، محیط زیست طبیعی، سازگاری و هماهنگی دارد. به‌طور کلی فرایند مکان‌یابی را می‌توان شامل مراحل شناخت، تهیه‌ی داده‌های مورد نیاز، تعیین پارامترهای تأثیرگذار، شناخت دقیق از محدوده‌ی مطالعاتی، گردآوری و آماده‌سازی داده‌ها، تهیه‌ی نقشه، تلفیق نقشه‌ها و تهیه‌ی خروجی دانست [۱۷].

## معیارهای مکان‌گزینی مراکز اسکان اضطراری شهری در این تحقیق

**معیارهای ماتریس مطلوبیت:** در این ماتریس معیارهایی که در مطلوب بخشیدن یک فضای ایمن مؤثر هستند، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این ماتریس استقرار مکان‌های اسکان اضطراری با توجه به شرایط محیطی، شعاع دسترسی، انطباق با طرح‌های شهری، دسترسی‌ها، تأسیسات و تجهیزات شهری مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند تا از آن‌ها به‌منزله‌ی معیارهای تفصیلی برای تعیین مکان مناسب برای احداث مراکز اسکان اضطراری استفاده شود. معیارهای مقاومت زمین شامل روانگرایی، جنبش و حرکات دامنه‌ای زمین شهر کرمان به‌منزله‌ی معیارهای ماتریس مطلوبیت در این مطالعه در نظر گرفته شده‌اند.

**معیارهای ماتریس سازگاری:** سازگاری به معنای هماهنگی و همخوانی، تعریف شده است. در این بحث منظور از این معیارها، هماهنگی و همخوانی بین فعالیت‌های شهری از یک طرف و هماهنگی بین فرم و عملکرد مکان‌های اسکان اضطراری از سوی دیگر است. این ماتریس بیان می‌کند که کاربری‌های مجاور با مکان‌های اسکان اضطراری هماهنگ بوده و مزاحمتی برای آن‌ها به وجود نمی‌آورد. با توجه به این مطلب معیارهایی که جزو ماتریس سازگاری در مکان‌یابی مراکز اسکان اضطراری در این تحقیق قرار گرفته‌اند عبارتند از: کاربری‌های سازگار مانند همجواری با پارک‌ها، فضای سبز، فضاهای باز و فاصله از مراکز درمانی - امدادی و کاربری‌های ناسازگار مانند فاصله از صنایع عمده‌ی آلوده کننده و انفجاری مانند پمپ گاز- بنزین.

**معیار ماتریس ظرفیت:** ظرفیت مکانی، به عنوان یک عامل اساسی و تعیین کننده در موقعیت مکان‌های اسکان اضطراری محسوب می‌شود. این ماتریس بیان می‌کند که مکان‌های اسکان اضطراری یک مقیاس دارد و هر جایی که این فعالیت قرار گیرد باید آن محل، ظرفیت پذیرش آن فعالیت را داشته باشد. از معیار تراکم جمعیت شهری در این تحقیق به‌منزله‌ی معیار ماتریس ظرفیت، استفاده گردیده است.

## روش وزن‌دهی تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس<sup>۲</sup> (IHWP)

برای وزن‌دهی روش‌های مختلفی وجود دارد که از جمله می‌توان روش‌های بولین، نسبتی، رتبه‌بندی، تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس را نام برد. روش تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس ترکیبی از روش منطق فازی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است [۱۸]. پس از مشخص و طبقه‌بندی معیارهای مورد نظر با استفاده از روش دلفی، برای مشخص نمودن وزن و طبقه‌بندی هر معیار، که به طبقه‌بندی نقشه‌ی لایه‌های آن در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) منتهی خواهد شد، از روش وزن‌دهی تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP) طبق مراحل زیر استفاده می‌گردد [۱۹]:

- تعیین ماتریس داده‌ها و اهمیت و رتبه‌ی آن‌ها

- محاسبه‌ی امتیاز و تهیه‌ی نقشه‌ی هر یک از معیارها: در این مرحله هر معیار با توجه به رتبه‌ی معکوس به دست آمده طبق روابط ۱ و ۲ طبقه‌بندی می‌شود.

$$\text{رابطه‌ی ۱: } X = \frac{D}{N}$$

$$\text{رابطه‌ی ۲: } J = D - (N - I) \times X$$

X: امتیاز اولیه‌ی هر معیار، D: امتیاز هر معیار بر اساس روش دلفی، N: تعداد طبقات هر شاخص، J: امتیاز به دست آمده برای طبقه‌بندی‌های هر معیار و I: رقم اختصاص داده شده برای طبقه‌بندی‌های مختلف هر معیار است.

- تلفیق نقشه‌ها برای تعیین نقشه‌ی نهایی

با انجام طبقه‌بندی برای هر معیار در هر لایه نقشه مطابق با منطق فازی نامناسب‌ترین مناطق عدد ۱ و مناسب‌ترین مناطق عدد صفر را کسب می‌نمایند. در این میان شاخص‌های گسسته به شاخص‌های پیوسته تبدیل می‌شوند که این عمل با تغییر ساختار مدل داده‌ای از برداری به شبکه‌ای امکان‌پذیر است. در این مرحله متناسب با معکوس رتبه‌ی کسب شده، وزن‌دهی به کلاس‌های هر لایه صورت می‌گیرد و در نهایت با میانگین‌گیری هندسی هر یک از لایه‌های اطلاعاتی ایجاد شده نقشه‌ها تلفیق می‌گردند. بنابراین مراحل روش تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس برای وزن‌دهی معیارهای ماتریس مطلوبیت، سازگاری و ظرفیت در تحقیق حاضر، به شرح زیر انجام شده است:

- مرحله‌ی اول و دوم: تعیین ماتریس داده‌ها، اهمیت و رتبه‌ی آن‌ها؛

مرحله‌ی اول تهیه‌ی نقشه‌های معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی مراکز اسکان اضطراری منطقه‌ی مورد مطالعه است که این موضوع با استفاده از روش دلفی انجام می‌گیرد. بنابراین معیارها طبق جدول‌های ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ که در ادامه ارائه گردیده، تعیین و رتبه‌بندی شدند. بر این اساس با اهمیت‌ترین معیار عدد ۳ و کم اهمیت‌ترین عدد ۱ را به خود اختصاص می‌دهد. در مرحله‌ی دوم، رتبه‌ی معکوس هر معیار برای مشخص کردن وزن هر لایه تعیین و سپس فرض‌های وزن‌دهی آن‌ها مشخص گردید. به عبارتی

معکوس رتبه‌ی هر لایه به‌عنوان وزن آن در مدل IHWP در نظر گرفته می‌شود.

- مرحله‌ی سوم: محاسبه‌ی امتیاز و تهیه‌ی نقشه‌ی هر یک از معیارها

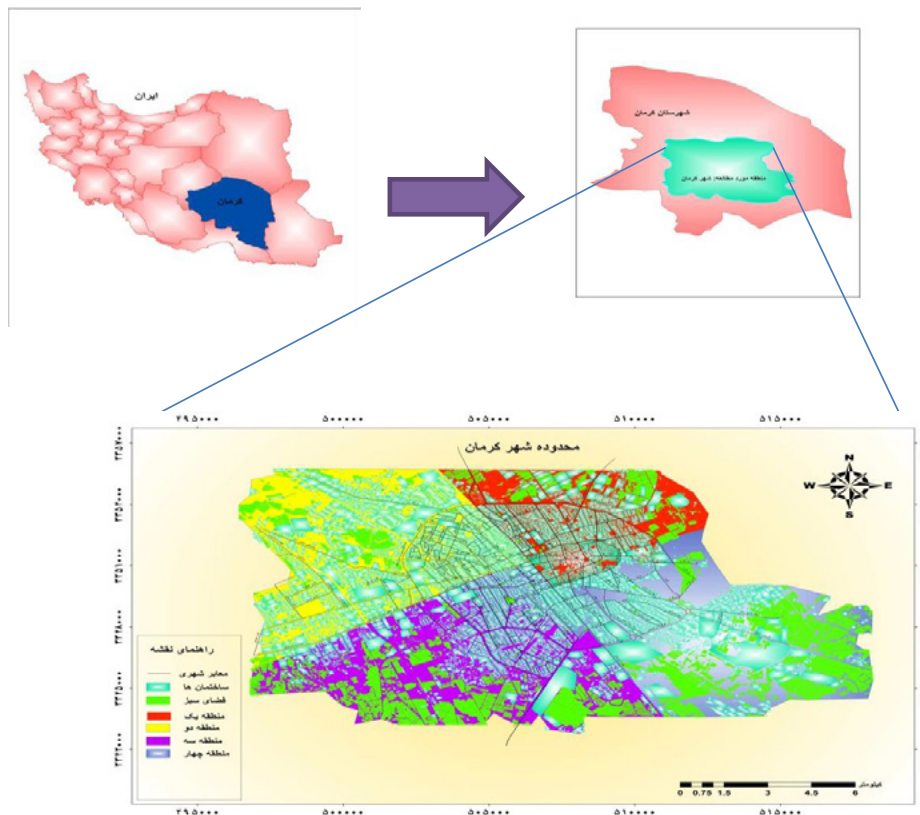
در این مرحله هر معیار با توجه به رتبه‌ی معکوس کسب شده، با استفاده از روابط ۱ و ۲ طبقه‌بندی گردیدند. با انجام این طبقه‌بندی برای هر معیار در هر لایه مطابق منطق فازی نامناسب‌ترین مناطق، عدد ۱ و مناسب‌ترین مناطق، عدد صفر را کسب می‌نمایند. پس از تعیین وزن هر معیار و طبقه‌بندی آن‌ها، نقشه‌ی وزن‌دار شده‌ی هر معیار نیز تهیه گردید که در ادامه ارائه شده است.

## شناخت محدوده‌ی پژوهش

شهر کرمان در دشتی نسبتاً وسیع قرار گرفته که از نظر جمعیتی در رده‌ی شهرهای بالای پانصد هزار نفر کشور و از نظر ناحیه‌ای، به منزله‌ی مهم‌ترین و بزرگ‌ترین شهر جنوب شرق، با عملکردی فرا منطقه‌ای، در محدوده‌ای با عرض جغرافیایی ۳۰°۱۴ تا ۳۰°۱۹ و طول جغرافیایی ۵۷°۷ تا ۵۷°۵ شمالی واقع شده است. کارشناسان متعددی زلزله‌خیزی شهر کرمان را بررسی نموده‌اند که بسیاری حتی احتمال زلزله‌ی ۷ ریشتری را نیز تخمین زده‌اند [۲۰]. این شهر با ارتفاع ۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. شهر کرمان دارای قدمت طولانی بوده و از نظر تقسیمات شهرداری دارای چهار منطقه‌ی شهری است. (تصویر ۱).

## روش تحقیق

مکان‌یابی مراکز اسکان اضطراری با توجه به دو شاخص انجام می‌شود: ۱. مطلوبیت که مکان در نظر گرفته شده باید در نزدیکی یا همجواری این خدمات یا مکان‌ها باشد، مانند: نزدیکی به مراکز درمانی، مراکز امداد و نجات، فضاهای باز شهری، مناطق با مقاومت زیرساخت مناسب، دسترسی به خیابان‌های عریض و تراکم جمعیتی مناسب؛ ۲. نامطلوب که مراکز اسکان اضطراری نباید در نزدیکی این مکان‌ها قرار گیرند، مانند مراکز انفجاری و آتش‌زا، زمین‌های سست و کم‌مقاوم. بنابراین در این تحقیق با توجه به معیارهای تأثیرگذار بر مکان‌گزینی مراکز اسکان اضطراری نسبت به بحران زلزله، معیارهای مورد نظر در سه گروه معیارهای ماتریس مطلوبیت، معیارهای ماتریس سازگاری یا همجواری با کاربری‌های سازگار و عدم همجواری با کاربری‌های ناسازگار شهری و معیار ماتریس ظرفیت طبقه‌بندی گردیدند. سپس معیارهای انتخاب شده طبق روش تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس وزن‌دهی و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه‌ی هر معیار تهیه و در نهایت با میانگین‌گیری هندسی نقشه‌ها، نقشه‌ی نهایی مکان‌های مناسب پیشنهادی برای ایجاد مکان‌های اسکان اضطراری در سطح شهر کرمان، ارائه و همچنین برای خدمات‌رسانی و رسیدن سریع‌تر آسیب‌دیدگان در زمان و یا پس از بحران به مکان‌های اسکان اضطراری، بعد از تعریف پایگاه داده زمین مرجع برای معابر شهری، شبکه‌ی هندسی خیابان‌های



تصویر ۱: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

تعیین معیارهای مؤثر در مکان‌یابی اسکان موقت شهر کرمان

طبقه‌بندی معیارها

معیارهای مربوط به  
ماتریس ظرفیت

معیارهای مربوط به ماتریس  
سازگاری یا همجواری با کاربری  
های سازگار و عدم همجواری با  
کاربری‌های ناسازگار

معیارهای مربوط به  
ماتریس مطلوبیت

اهمیت و رتبه بندی معیارها بر اساس  
روش دلفی

استفاده از سیستم اطلاعات مکانی (GIS)

محاسبه وزن معیارها بر  
اساس IHWP

طبقه‌بندی مجدد

مکان‌یابی احداث مکان‌های اسکان موقت بر اساس ترکیب معیارهای ماتریس‌های  
مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت و طراحی شبکه‌ی هندسی معابر برای تعیین مناسب‌ترین  
خیابان رسیدن به نزدیک‌ترین مکان اسکان موقت

تصویر ۲: نمودار فرایند انجام تحقیق

جدول ۱: داده‌های مورد استفاده در تحقیق

ردیف	داده (نقشه‌ها)	مقیاس	سال تهیه	منبع
۱	عکس‌های هوایی	۱/۵۰۰۰	۱۳۸۷	سازمان نقشه‌برداری کشور
۲	نقشه‌ی معابر شهری	۱/۲۰۰۰	۱۳۹۱	شهرداری کرمان
۳	نقشه‌ی کاربری اراضی شهری	۱/۲۰۰۰	۱۳۹۲	شهرداری کرمان

ایجاد می‌شوند [۲۰]. رسوبات زمین بخش‌های مشخصی از طیف میکروترمورها را تقویت می‌کنند که تابع ویژگی‌های دینامیکی رسوب است. بر این اساس در تحقیق حاضر، نقشه‌ی جنبش زمین در منطقه‌ی مورد مطالعه مطابق تصویر ۳. ب تهیه شده است. یکی از جنبه‌های رایج آسیب لرزه‌ای و سستی زمین اراضی، خطر حرکت‌های دامنه‌ای یا گسیختگی دامنه‌ها در تمامی سطوح شیب‌دار در هنگام وقوع زلزله است که در اثر آن آسیب وارد می‌شود. شیب زمین ارتباط مستقیم با حرکات دامنه‌ای دارد. هرچه شیب کمتر باشد خطر حرکت‌های دامنه‌ای زمین و آسیب ناشی از آن کمتر خواهد بود. بنابراین در این تحقیق برای تهیه‌ی نقشه‌ی مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری بر اساس حرکت‌های دامنه‌ای زمین، ابتدا، اقدام به تهیه‌ی نقشه‌ی شیب شد. برای این منظور، با استفاده از ۴۲۰ نقطه کنترل ارتفاعی برداشت شده در سطح منطقه با درون‌یابی، مدل رقومی ارتفاعی تهیه، و در نهایت با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS ۱۰.۲ نقشه‌ی شیب شهر کرمان آماده گردید (تصویر ۳. پ). بعد از تهیه‌ی نقشه‌ی شیب با توجه به این که هرچه شیب کمتر باشد حرکت‌های دامنه‌ای زمین کمتر می‌شود، اقدام به تهیه‌ی نقشه‌ی این معیار در منطقه‌ی مورد مطالعه گردید (تصویر ۳. ت). پس از تعیین معیارهای مطلوبیت و رتبه‌بندی آن‌ها بر اساس اهمیت مطابق روش دلفی، برای تهیه‌ی نقشه‌ی نهایی مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری بر اساس معیارهای ماتریس مطلوبیت هر کدام از نقشه‌های مورد نظر مطابق روش IHWP وزن‌دهی (جدول ۳) و در نهایت تلفیق شدند (تصویر ۳. ث).

#### ب. تهیه نقشه مکان‌یابی مراکز اسکان اضطراری با

##### استفاده از معیارهای ماتریس سازگاری

معیارهای ماتریس سازگاری بر اساس سازگار بودن کاربری هر مکان با مکان‌های هم‌جوار آن تعیین می‌شود [۲۱]. به بیان دیگر وجود کاربری‌هایی مثل زمین‌های خالی، فضاهای سبز، زمین‌های کشاورزی، پارک‌ها، پارکینگ‌ها کاملاً سازگار بوده و در ایجاد مکان‌های اسکان اضطراری مناسب است و همچنین در امدادسانی و کاهش آسیب رساندن کمک می‌نمایند. اما کاربری‌های ناسازگار (کاربری‌های صنعتی و آتش‌زا، تأسیسات قابل انفجار) می‌تواند سبب آسیب رساندن به مکان هم‌جوار خود شوند و برای احداث مکان‌های اسکان اضطراری نامناسبند [۲۲]. در این تحقیق معیارهای هم‌جواری با فضای سبز و پارک‌ها، زمین‌های خالی و باز، فاصله از مراکز درمانی و امدادی به‌منزله‌ی کاربری‌های سازگار و مکان‌های مجاور با این کاربری‌ها، مناسب و معیارهای فاصله از تأسیسات انفجاری مانند پمپ بنزین، گاز را به‌منزله‌ی

منطقه نیز طراحی شده است. مراحل کلی انجام این تحقیق در تصویر ۲ ارائه شده است.

## داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق از نقشه‌های شهری به مقیاس ۱/۲۰۰۰ که به روش نقشه‌برداری هوایی (فتوگرامتری) همراه با نقشه‌برداری زمینی تهیه شده‌اند، استفاده گردید. در جدول ۱ داده‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر ارائه شده است.

## یافته‌های تحقیق

### الف. تهیه‌ی نقشه‌ی مکان‌یابی مراکز اسکان اضطراری با استفاده از معیارهای مطلوبیت

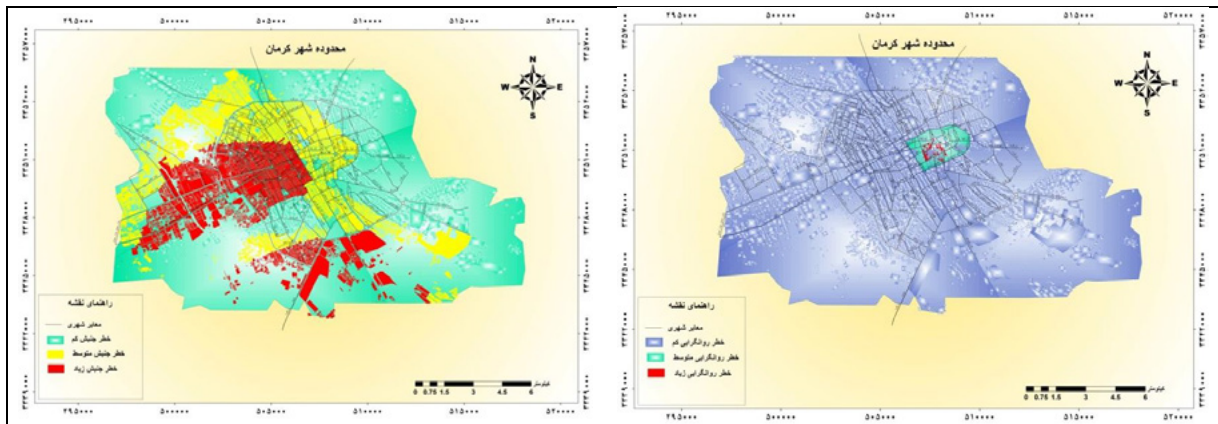
با توجه به اینکه مکان در نظر گرفته شده برای مکان‌های اسکان اضطراری باید از لحاظ زمینی که روی آن بنا می‌شود دارای پایداری مناسب و بالایی باشد، بنابراین معیار مقاومت زمین یکی از پارامترهایی است که باید مد نظر قرار گیرد. ناپایداری زمین و نداشتن برنامه‌های اصولی برای رویارویی با بحران‌های آبی سبب گردید که در مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری شهر کرمان معیار ویژگی‌های مقاومت زمین به‌منزله‌ی معیار ماتریس مطلوبیت انتخاب شوند (جدول ۲). در تحقیق پیش رو معیارهای مربوط به مقاومت زمین، شامل روان‌گرایی، جنبش و حرکت‌های دامنه‌ای زمین هستند. خطر روان‌گرایی زمین اراضی رابطه‌ی مستقیمی با سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی و رسوبات سست ماسه‌ای دارد. هم‌اکنون یکی از مشکلاتی که شهر کرمان با آن مواجه شده بالا آمدن سطح آب‌های زیرزمینی به علت ورود فاضلاب شهری است و برخی نواحی آن مخصوصاً بافت قدیمی شهر، دارای این معضل است. هرچه عمق آب زیرزمینی کم و رسوبات سست‌تر باشند، روان‌گرایی خاک اراضی به راحتی رخ داده و زمین آن ناحیه سست‌تر است. در این تحقیق برای تهیه‌ی نقشه بر اساس خطر روان‌گرایی، از نقشه‌ی سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی سازمان آب منطقه‌ای استان کرمان و نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه (نقشه‌ی بافت رسوبات سطحی) استفاده شده است (تصویر ۳. الف). برای تعیین معیار جنبش زمین در هر منطقه می‌توان از تلفیق یافته‌های مطالعات میکروترمورها و طبقه‌بندی بر پایه‌ی اطلاعات گمانه‌ها، استفاده نمود و نقشه‌ی جنبش زمین را تهیه کرد. میکروترمورها لرزش‌های بسیار ضعیف دائمی زمین هستند که در اثر عوامل مختلفی مانند حرکت ترافیک، وزش باد و غیره

جدول ۲: معیارهای مربوط ماتریس مطلوبیت در منطقه‌ی مورد مطالعه

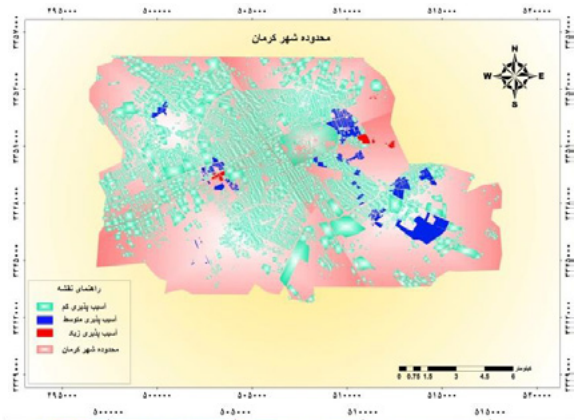
ردیف	معیار	طبقه
۱	حرکت‌های دامنه‌ای بر اساس شیب زمین	گسیختگی کم (شیب کمتر از ۵ درصد)
		گسیختگی متوسط (شیب ۵ تا ۱۰ درصد)
		گسیختگی زیاد (شیب بیش از ۱۰ درصد)
۲	خطر روان‌گرایی بر اساس عمق آب زیرزمینی و زمین ماسه‌ای	عمق کمتر از ۵ متر
		عمق بین ۵ تا ۱۰ متر
		عمق بیشتر از ۱۰ متر
۳	جنبش زمین بر اساس بافت خاک و رسوبات	شن
		رس
		ماسه

جدول ۳: رتبه و طبقه‌بندی معیارهای ماتریس مطلوبیت برای تعیین مکان‌یابی مکان موقت در شهر کرمان

معیار	رتبه بر اساس دلفی	معکوس رتبه	تعداد طبقات	دامنه‌ی طبقات متغیرها	وزن طبقات در روش IHWP		
					طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳
خطر روان‌گرایی زمین	۱	۳	۳	۱	۲	۳	۰.۳۳
جنبش زمین	۲	۲	۳	۰.۶۶	۱.۳۲	۲	۰.۶۶
حرکات دامنه‌ای زمین	۳	۱	۳	۰.۳۳	۰.۶۶	۱	۰.۳۳

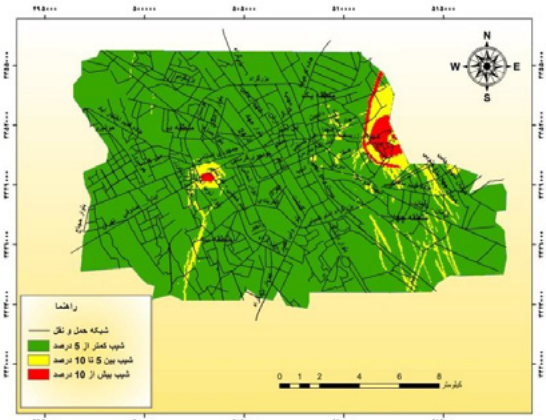


تصویر ۳. ب: خطر جنبش زمین منطقه‌ی مورد مطالعه



تصویر ۳. ت: خطر حرکت دامنه‌ای زمین منطقه‌ی مورد مطالعه

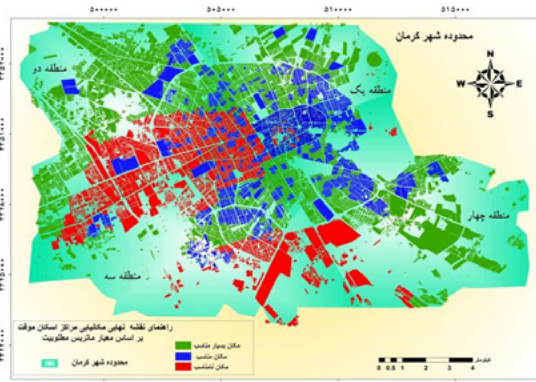
تصویر ۳. الف: خطر روان‌گرایی زمین منطقه‌ی مورد مطالعه



تصویر ۳. پ: شیب زمین منطقه‌ی مورد مطالعه

جدول ۴: معیارهای مربوط ماتریس سازگاری در منطقه‌ی مورد مطالعه

ردیف	معیار	طبقه
۱	سازگاری کاربری‌ها	بی تفاوت
		سازگار
		ناسازگار
۲	فاصله از مراکز درمانی - امدادی	فاصله کمتر از ۷۰۰ متر
		فاصله بین از ۷۰۰ تا ۲۰۰۰ متر
		فاصله بیشتر از ۲۰۰۰ متر
۳	فاصله از تأسیسات انفجاری (پمپ بنزین و گاز)	فاصله بیشتر از ۱۰۰۰
		فاصله بین از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر
		فاصله کمتر از ۵۰۰ متر

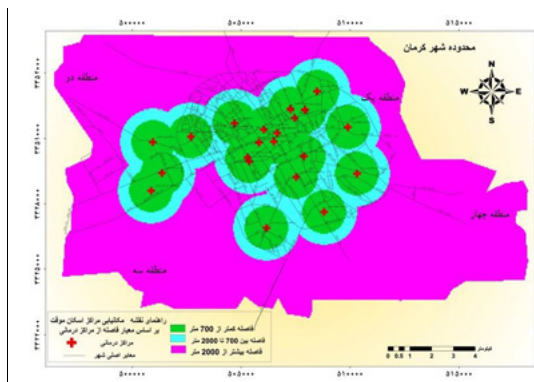


تصویر ۳. ث: نقشه‌ی نهایی مکان‌یابی مراکز اسکان موقت در شهر کرمان بر اساس ماتریس مطلوبیت

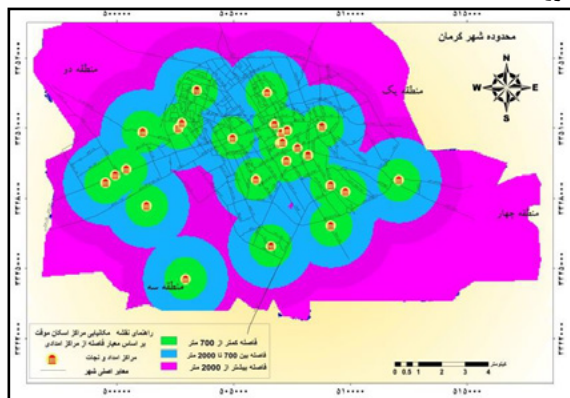
تصویر ۳: نقشه‌های معیار ماتریس مطلوبیت منطقه‌ی مورد مطالعه

جدول ۵: رتبه و طبقه‌بندی معیارهای سازگاری برای تعیین مکان‌یابی مکان‌های اسکان موقت در شهر کرمان

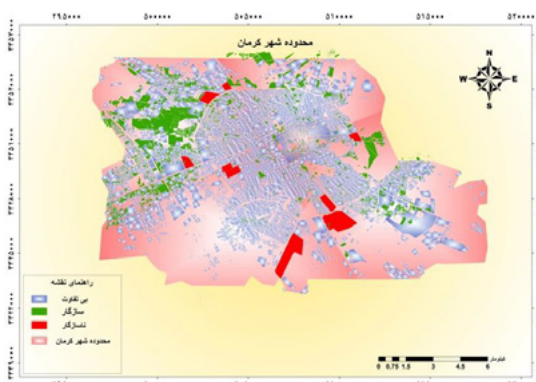
معیار	رتبه بر اساس دلفی	معکوس رتبه	تعداد طبقات	دامنه‌ی طبقات متغیرها	وزن طبقات در روش IHWP		
					طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳
سازگاری کاربری‌ها	۱	۴	۳	۱,۳۳	۲,۰۶۶	۴	
فاصله از تأسیسات انفجاری	۲	۳	۳	۱	۲	۳	
فاصله از مراکز امدادی	۳	۲	۳	۰,۶۶	۱,۳۲	۲	
فاصله از مراکز درمانی	۴	۱	۳	۰,۳۳	۰,۶۶	۱	



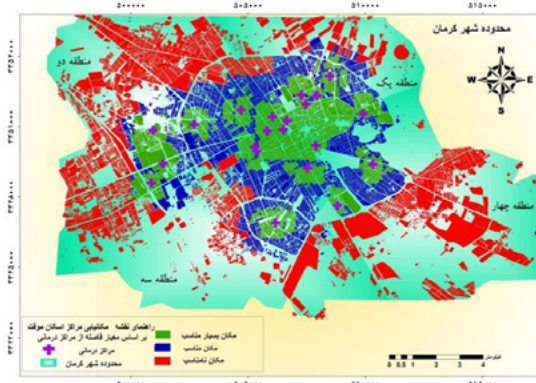
تصویر ۴. ب: نقشه‌ی پراکندگی مراکز درمانی و فاصله از آنها در منطقه‌ی مورد مطالعه



تصویر ۴. ت: نقشه‌ی پراکندگی مراکز امدادی و فاصله از آنها در منطقه‌ی مورد مطالعه

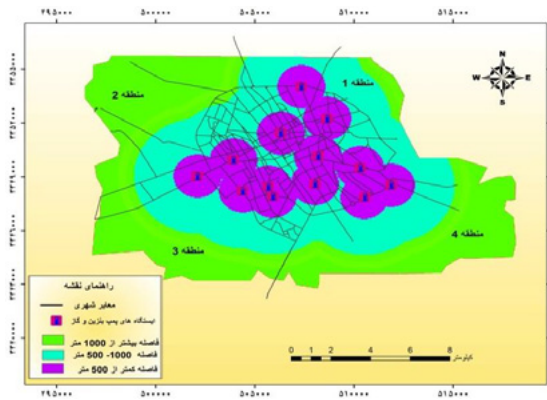


تصویر ۴. الف: نقشه‌ی معیار سازگاری کاربری‌های منطقه‌ی مورد مطالعه

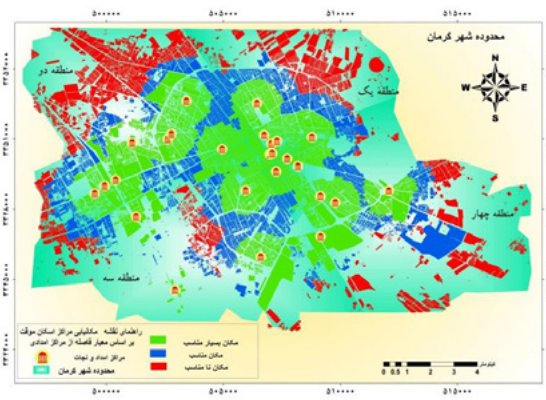


تصویر ۴. پ: نقشه‌ی معیار فاصله از مراکز درمانی منطقه‌ی مورد مطالعه

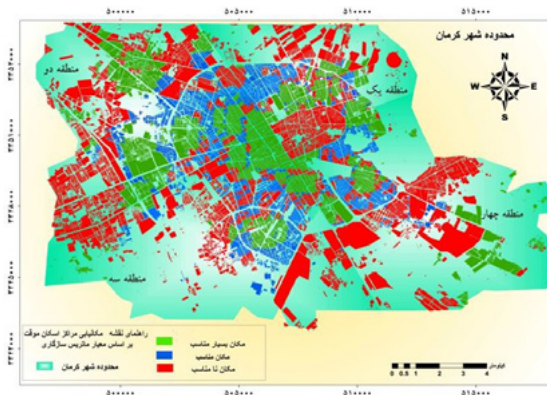




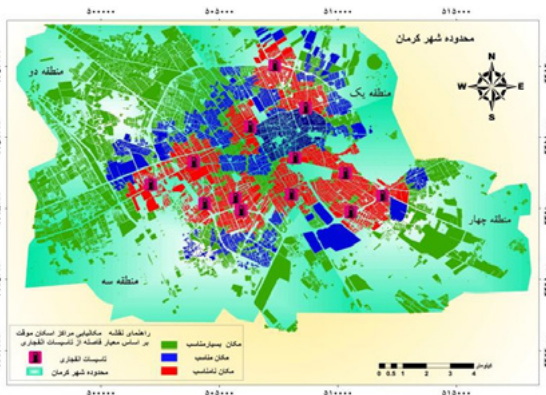
تصویر ۴. ت: نقشه‌ی پراکندگی تاسیسات انفجاری و فاصله از آنها در منطقه‌ی مورد مطالعه



تصویر ۴. ت: نقشه‌ی معیار فاصله از مراکز امدادی منطقه‌ی مورد مطالعه



تصویر ۴. خ: نقشه‌ی نهایی مکان‌یابی مراکز اسکان موقت در شهر کرمان بر اساس معیار ماتریس سازگاری



تصویر ۴. ح: نقشه‌ی معیار فاصله از تاسیسات انفجاری منطقه‌ی مورد مطالعه

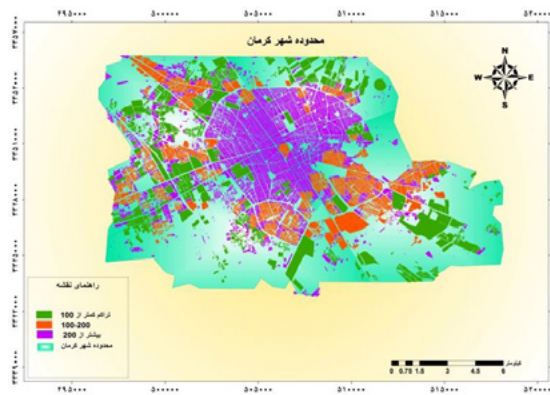
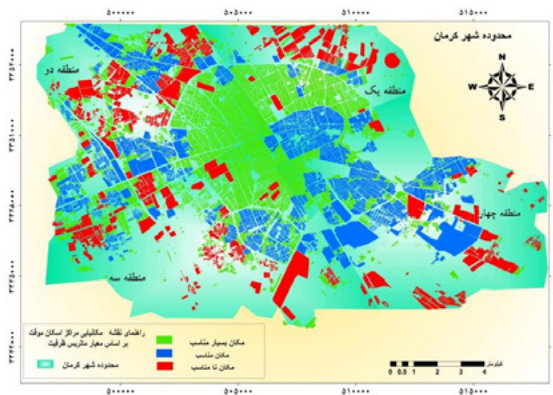
تصویر ۴: نقشه‌های معیار ماتریس سازگاری منطقه‌ی مورد مطالعه

و همچنین همکاری متقابل بین این مراکز با سازمان هلال احمر به منزله‌ی متصدی امر اسکان تا حد زیادی کارایی هر دورا افزایش می‌دهد. بر این اساس اولویت‌گزینه‌ها با محل‌هایی است که به این ایستگاه‌ها نزدیک‌تر باشند. در این تحقیق به‌طور متوسط حداقل فاصله مکان‌های اسکان اضطراری از مراکز امدادی ۷۰۰ متر در نظر گرفته شده و بر این اساس نقشه‌ی معیار فاصله مکان‌های اسکان اضطراری از مراکز امدادی شهر کرمان، در تصویر ۴. ث. ترسیم شده است. معیار فاصله‌ی مکان‌های اسکان اضطراری از تاسیسات انفجاری مانند پمپ بنزین و گاز، هر چه بیشتر باشد در اولویت بالاتری در ایجاد مکان‌های اسکان اضطراری قرار می‌گیرد. به عبارتی نزدیکی مکان‌های اسکان اضطراری به این تاسیسات در هنگام بحران، امکان آسیب رساندن به آن را امکان‌پذیر می‌نماید. در این تحقیق، با توجه به حداقل فاصله‌ی مراکز اشتعال آور (۵۰۰ متر) طبق دستورالعمل مکان‌یابی مراکز آتش‌نشانی در شهرها انتخاب شده است. حریم ۵۰۰ متر نشان‌دهنده‌ی حداکثر آسیب به مکان‌های مورد نظر است (تصویر ۴. ح). معیارهای ماتریس سازگاری مورد نظر، با توجه به نظر کارشناسان و روش دلفی طبقه‌بندی و بر اساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس وزن‌دهی گردیده‌اند (جداول ۴ و ۵). در نهایت نقشه‌ی هر معیار ماتریس سازگاری تهیه (تصاویر ۴) و بعد از تلفیق نقشه‌ی

کاربری‌های ناسازگار و مکان‌های مجاور با این کاربری‌ها، نامناسب در نظر گرفته شده‌اند. ابتدا بر اساس همجواری کاربری‌های شهر کرمان با یکدیگر و بر اساس نرخ سازگاری محاسبه شده در این تحقیق نقشه‌ی سازگاری کاربری‌ها برای منطقه‌ی مورد مطالعه تهیه شد (تصویر ۴. الف). مراکز درمانی (بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها و خانه‌های بهداشت) بدون شک از اساسی‌ترین نیازهای یک شهر در زمان بحران و حتی بعد از آن است. با توجه به اهمیت دسترسی آسان به این‌گونه مراکز، مطلوب‌ترین فاصله از مراکز درمانی ۷۰۰ متر است [۱۶]. هر چه فاصله‌ی مکان‌های اسکان اضطراری از این مراکز بیشتر شود خدمات‌رسانی مشکل‌تر خواهد شد. بنابراین در تحقیق پیش رو این معیار در سه طبقه، تقسیم‌بندی شده و نقشه‌ی آن در ادامه ارائه گردیده است (تصویر ۴. ب). نزدیکی مراکز امدادی (مراکز انتظامی، کلانتری و ایستگاه‌های آتش‌نشانی) به محل‌های اسکان اضطراری زلزله‌دیدگان، از نکات قوت برنامه‌ریزی برای مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری محسوب می‌شود [۲۳]. طبق استانداردها بهترین فاصله از ایستگاه‌های امدادی حدوداً ۱ کیلومتر است [۲۴]. هر چه مکان‌های اسکان اضطراری به این مراکز نزدیک‌تر باشد، خدمات‌رسانی بهتر انجام می‌گیرد. در واقع نزدیکی مکان‌های اسکان اضطراری و مراکز امدادی برای خدمت‌رسانی در هنگام وقوع حوادث غیرمنتظره

جدول ۶: معیار وزن دهی ماتریس ظرفیت (تراکم جمعیت) شهر کرمان

وزن طبقات در روش IHWP	تعداد طبقات	معکوس رتبه	رتبه بر اساس دلفی	معیار ماتریس ظرفیت (تراکم جمعیتی)
۱	۳	۳	۱	تراکم جمعیتی زیاد (بیش از ۲۰۰ نفر)
۰.۶۶	۳	۲	۲	تراکم جمعیتی متوسط (۱۰۰-۲۰۰)
۰.۳۳	۳	۱	۳	تراکم جمعیتی کم (کمتر از ۱۰۰ نفر)



تصویر ۵. ب: نقشه‌ی نهایی مکان‌یابی ایجاد مکان‌های اسکان موقت در شهر کرمان بر اساس معیار ماتریس ظرفیت

تصویر ۵. الف: نقشه‌ی تراکم جمعیتی منطقه‌ی مورد مطالعه

تصویر ۵: نقشه‌های معیار ماتریس ظرفیت منطقه‌ی مورد مطالعه

جدول ۷: معیار وزن دهی نهایی ترکیب معیارهای ماتریس مطلوبیت، سازگاری و ظرفیت شهر کرمان

وزن طبقات در روش IHWP	تعداد طبقات	معکوس رتبه	رتبه بر اساس دلفی	معیارهای کلی
۱	۳	۳	۱	معیار ماتریس مطلوبیت
۰.۶۶	۳	۲	۲	معیار ماتریس سازگاری
۰.۳۳	۳	۱	۳	معیار ماتریس ظرفیت

به نواحی با تراکم جمعیتی زیادتر در اولویت مکان‌یابی ایجاد مکان‌های اسکان اضطراری قرار داده خواهند شد.

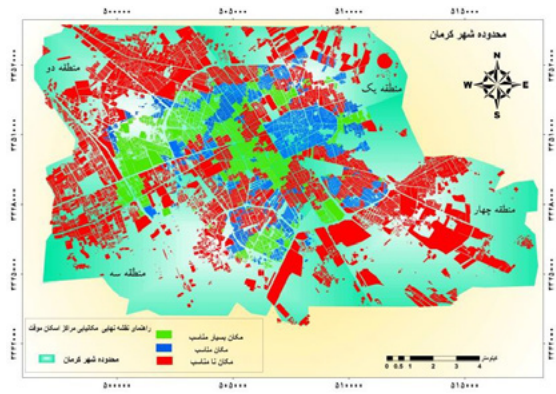
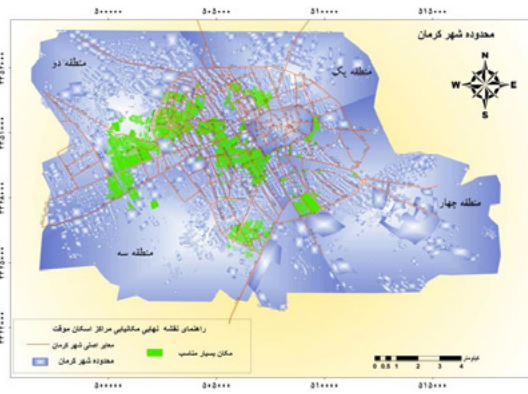
ت. تهیه‌ی نقشه‌ی نهایی مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری شهر کرمان با استفاده از میانگین هندسی معیارهای ماتریس مطلوبیت، سازگاری و ظرفیت

با توجه به این که مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری در این تحقیق تابعی از سه معیار مطلوبیت، سازگاری و ظرفیت در نظر گرفته شده است و نقشه‌ی هر معیار مؤثر در مکان‌گزینی مکان‌های اسکان اضطراری در سه گروه، مکان‌های بسیار مناسب، مناسب و نامناسب طبقه‌بندی شده‌اند، بنابراین برای نقشه‌ی نهایی مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری از میانگین‌گیری هندسی سه معیار کلی مطلوبیت، سازگاری و ظرفیت طبق رابطه‌ی ۳ استفاده شد. برای وزن دهی این سه معیار کلی، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس (جدول ۷) استفاده شده و نقشه‌ی نهایی مکان‌یابی ترسیم گردیده است (تصویر ۶. الف). در تحقیق پیش رو چون هدف ایجاد مکان‌های مناسب اسکان اضطراری مد نظر است، بنابراین این مکان‌ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استخراج و در تصویر ۶. ب نشان داده شده‌اند.

معیارهای ماتریس سازگاری با یکدیگر، نقشه‌ی نهایی این معیار آماده گردید (تصویر ۴. خ).

پ. تهیه‌ی نقشه‌ی مکان‌یابی مراکز اسکان اضطراری با استفاده از معیار ماتریس ظرفیت

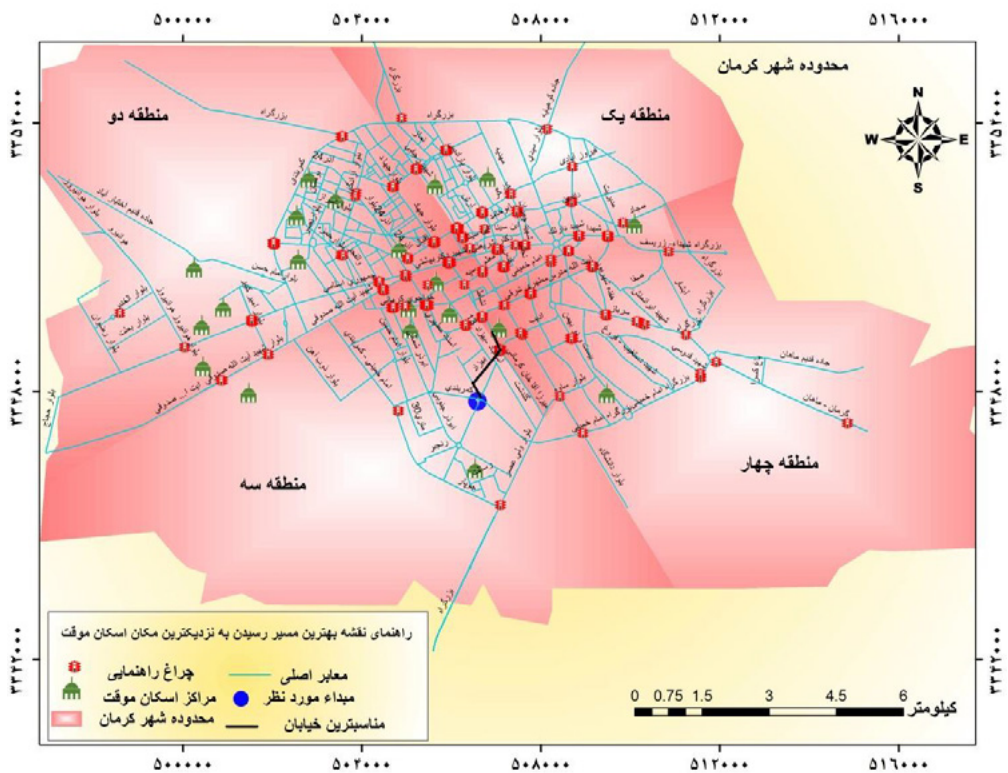
معیار ماتریس ظرفیت در این تحقیق به معنی تراکم جمعیتی در واحد سطح است که با تعداد نفر در هر کیلومتر مربع بیان می‌گردد. هر چه تراکم جمعیت در ناحیه‌ای از شهر کمتر و این تراکم به طور متعادل در سطح شهر توزیع شده باشد، آسیب‌پذیری شهر در برابر بحران‌ها به خصوص زلزله کمتر خواهد بود. تراکم‌های جمعیتی زیاد در مناطق شهری کمبود فضای خالی، برای اسکان را در آن مناطق به دنبال خواهد داشت. بنابراین ضروری است مکان‌های اسکان اضطراری در مجاورت مناطق پرتراکم یا پر جمعیت ایجاد گردند تا در صورت بروز حادثه افراد زیادی بتوانند در نزدیک‌ترین مکان‌های اسکان اضطراری اسکان یابند. از این رو، در این پژوهش بر اساس داده‌های جمعیتی شهر کرمان (تصویر ۵. الف) و با توجه به روش تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس مطابق وزن‌های ارائه شده در جدول ۶ نقشه‌ی معیار ماتریس ظرفیت تهیه گردیده است (تصویر ۵. ب). به عبارتی طبق این نقشه مناطق نزدیک‌تر



تصویر ۶. ب: نقشه مکان های بسیار مناسب احداث مکان های اسکان موقت در شهر کرمان

تصویر ۶. الف: نقشه نهایی مکان یابی مکان های موقت منطقه ی مورد مطالعه حاصل از تلفیق نقشه های ماتریس مطلوبیت، سازگاری و ظرفیت

تصویر ۶: نقشه های نهایی مکان یابی مکان های اسکان موقت شهر کرمان



تصویر ۷: نقشه ی تعیین مناسب ترین خیابان بین مبدأ و نزدیک ترین مکان اسکان موقت

رابطه ی ۳:

$\times$  معیار ماتریس مطلوبیت = نقشه ی نهایی مکان یابی  
 $\times$  معیار ماتریس ظرفیت  $\times$  معیار ماتریس سازگاری  
 ث. تعیین مناسب ترین خیابان رسیدن به نزدیک ترین مکان های

اسکان اضطراری در منطقه ی مورد مطالعه

پس از تعیین مکان های مناسب احداث مکان های اسکان اضطراری، برای خدمات رسانی و رسیدن سریع تر آسیب دیدگان هنگام و بعد از بحران، یک پایگاه داده ی زمین مرجع برای معابر اصلی شهر کرمان طراحی گردید. به این منظور ابتدا پایگاه داده ای به نام Kerman.mdb ایجاد و سپس سه دسته داده درون این

پایگاه داده ایجاد شد و کلاس های عارضه مربوط به هر دسته داده به درون آن وارد گردیدند. برای یافتن خطاها در داده های ورودی و جلوگیری از ویرایش نادرست داده ها در آینده، قوانین توپولوژی نیز تعریف شد. در این مرحله خطاهایی مانند به هم نرسیدگی<sup>۲</sup> و ردشدگی<sup>۴</sup> خطوط شبکه ی معابر شهری برطرف گردید. مسیرهای شبکه ی معابر منطقه بر اساس خیابان اصلی طراحی شدند. سپس در جداول توصیفی لایه ی شبکه ی معابر شهری منطقه، فیلدهای طول خیابان ها و وجود چراغ راهنما به همراه فیلدهای نام، کد شناسایی، مدت زمان مسیر رفت و برگشت ایجاد و اطلاعات توصیفی مربوطه وارد گردید. بعد از این مراحل،

شبکه‌ی هندسی معابر شهر کرمان با در نظر گرفتن فیلدهای طول و وجود چراغ راهنما در طول خیابان‌ها ایجاد گردید. همان‌طور که در تصویر ۷ مشاهده می‌شود، می‌توان با به کار بردن تحلیل‌های شبکه در هنگام بحران یا بعد از آن، به راحتی بهترین خیابان نجات آسیب‌دیدگان را با در نظر گرفتن محدودیت‌های شبکه‌ی معابر و مناسب‌ترین خیابان منتهی به نزدیک‌ترین مکان اسکان اضطراری تعیین نمود.

## بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به آسیب‌پذیری بالایی شهرهای کشور برنامه‌ریزی اسکان و مراکز امداد رسانی از اهمیت بسزایی برخوردار است. احداث مکان‌های اسکان اضطراری در مناطق شهری، مستلزم مکان‌یابی صحیح و بر پایه‌ی مستندات و محاسبات علمی و فنی است. شناخت معیارها و ضوابط مکان‌یابی مؤثر در استقرار مکان‌های اسکان اضطراری از این جمله است. بر پایه‌ی واقعیات و تجارب کنونی، مکان‌گزینی مکان‌های اسکان اضطراری باید بر مبنای مخاطرات و تهدیدات طبیعی و انسان‌ساخت و برای نجات جان جمعیت پویا و با در نظر گرفتن شعاع زمانی و مکانی، انجام پذیرد. در این تحقیق معیارهای کلی مؤثر در مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری شناسایی و در سه گروه معیارهای ماتریس ظرفیت، سازگاری و ظرفیت تقسیم‌بندی گردیدند. این معیارها بر پایه‌ی روش علمی تحلیلی سلسله‌مراتبی معکوس، مورد بررسی و وزن‌دهی قرار گرفته و نقشه‌های خروجی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد تحلیل قرار گرفت. بر مبنای اعمال ضرایب اهمیت معیارها و با استفاده از همپوشانی نقشه‌های اطلاعات مکانی به دست آمده، محدوده‌هایی برای احداث مکان‌های اسکان اضطراری شهری در بازه‌های بسیار مناسب، مناسب و نامناسب در شهر کرمان پهنه‌بندی گردید که از این میان محدوده‌های بسیار مناسب در نظر گرفته شده‌اند و با مساحتی در حدود ۶۰ هکتار منطقه را تحت پوشش قرار می‌دهند. همچنین با توجه به تصویر ۶. ب. مشاهده می‌شود که بیشترین مکان‌های بسیار مناسب برای احداث مکان‌های اسکان اضطراری در شهر کرمان، در مناطق دو و سه واقع شده‌اند که دلیل آن را می‌توان مطلوبیت و پراکندگی مراکز امداد رسانی در این نواحی دانست. تعیین اهمیت نسبی (وزن) معیارها به کمک فرایند سلسله‌مراتبی معکوس یا IHWP نشان داد که معیار ماتریس مطلوبیت بیشترین اهمیت را دارد و از بین معیارهای مطلوبیت معیار خطر حرکت‌های دامنه‌ای از کمترین اهمیت در تعیین مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری برخوردار است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری شهری با رویکرد مدیریت بحران، معلول یک معیار خاص نیست بلکه، برآیند مجموعه‌ای از عوامل و معیارها است که در کنار هم، تحلیل مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری شهرها را فراهم می‌سازند. با توجه به مدل ارزیابی پیشنهادی این تحقیق و تحلیل توأمان معیارها در ارزیابی مکان‌های اسکان اضطراری، تنوع معیارهای انتخابی و تشابهات کالبدی در اکثر نقاط کشور، می‌تواند از کارایی و مطلوبیت

لازم برخوردار و قابل کاربرد برای سایر مناطق شهری نیز باشد. از کاربردهای مدل مذکور می‌توان به ارزیابی‌های قبل از اجرای طرح‌های توسعه‌ی مناطق جدید شهری و یا شهرک‌های جدید با هدف تعیین ضوابط تراکم جمعیتی و ساختمانی، قوانین و الگوی کاربری زمین اشاره نمود. همچنین در نواحی با آسیب‌پذیری زیاد و احتمال خطر بیشتر هنگام بحرانی مانند زلزله، می‌توان با توسعه و گسترش فضاهای باز و فضاهای سبز، فضاهای امن را برای نجات آسیب‌دیدگان افزایش داد. اجرای مدل در قالب یک نرم‌افزار تجاری می‌تواند ابزاری مهم در طراحی و برنامه‌ریزی شهری، و اجرای طرح‌های آمایش سرزمین باشد. از روند انجام این پژوهش پیشنهادت زیر برای تهیه‌ی طرح‌های مدیریت بحران و مطالعات کاهش آسیب‌پذیری شهر کرمان ارائه می‌گردد: ۱. رعایت حریم مناسب کاربری‌های خطرآفرین نظیر پمپ بنزین و گاز نسبت به ساختمان‌های مسکونی؛ ۲. بازنگری در توزیع کاربری‌های مربوط به تأسیسات شهری در طرح جامع و تفصیلی شهر کرمان ب منظور تسریع در دسترسی ساکنان محدوده‌های پیرامونی شهر به کاربری‌های درمانی و امدادی؛ ۳. ایجاد و تعریض نمودن معابر شهری در مناطق آسیب‌پذیر برای دسترسی‌های سریع و مناسب به داخل بافت‌های مسکونی با تراکم زیاد. در مقایسه‌ی این تحقیق با مطالعات پیشین مانند فرقانی و دربندی، خمر و صالح گوهری، خزایی و روستایی، مشاهده می‌شود علاوه بر استفاده از معیارهای جدیدتر مانند معیارهای مربوط به مقاومت زمین در مدل کردن مکان‌یابی مکان‌های اسکان اضطراری شهری و استفاده از میانگین هندسی در ترکیب نقشه‌ها، کارایی و دقت مدل را در تهیه نقشه نهایی افزایش می‌دهد. همچنین اجرای تحلیل‌های شبکه مانند یافتن بهترین مسیر رسیدن به نزدیک‌ترین محل اسکان یا مکان‌های اسکان اضطراری امن با در نظر گرفتن محدودیت‌های شبکه‌ی معابر، کارایی مدل را در امداد رسانی و نجات هرچه سریع‌تر مصدومان و آسیب‌دیدگان افزایش می‌دهد. از موارد مهم دیگر در احداث مکان‌های اسکان اضطراری که موجب بروز مسائل و مشکلات فراوانی در اکثر شهرها شده است، نامشخص بودن ضوابط و معیارهای علمی و فنی برای مکان‌یابی آن‌ها است. با توجه به عوامل زیادی که در انتخاب مکان مناسب ایجاد مکان‌های اسکان اضطراری نقش دارد، رسیدن به این مسئله با روش‌های سنتی تا حدود زیادی دشوار است اما با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و قابلیت‌های این سیستم، می‌توان به نتایج مطلوب‌تری دست یافت. بنابراین لازم است تا مسئولان و برنامه‌ریزان شهری در ارزیابی وضع موجود و مکان‌یابی اسکان اضطراری در شهرها از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده نمایند.

## پی‌نوشت

1. Site Selection
2. Inversion Hierarchical Weight Process
3. Undershoot
4. Overshoot

- ences, Volume XLII-2/W1, 2016 3rd International GeoAdvances Workshop, 16-17 October 2016, Istanbul, Turkey.
14. Brooke, S. (2017). Location, Location, Location: An Analysis of Safe Haven Siting in New York City, partial fulfillment of the requirement for the degree of Master of Arts in Department of Urban and Environmental Policy and Planning, Tufts University.
۱۵. فرقانی، محمد علی؛ دربندی، سمانه (۱۳۹۴). ارزیابی عوامل مؤثر در انتخاب مکان‌های اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و تکنیک AHP. *فصلنامه علمی پژوهشی امداد و نجات*، سال هفتم، شماره ۲، ۸۰-۵۴.
۱۶. خمر، غلامعلی؛ صالح گوهری، حسام الدین؛ حسینی، زهرا (۱۳۹۳). امکان‌سنجی مکان‌گزینی مکان‌های اسکان موقت شهری با استفاده از مدل IO و روش AHP. *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی شهری*، سال دوم، شماره ۲، هفتم، ۵۴-۲۹.
۱۷. عظیمی حسینی، محمد؛ نظری فر، محمد؛ مومنی، رضوانه (۱۳۸۹). کاربرد GIS در مکان‌یابی، تهران: مهرگان قلم، جلد اول.
۱۸. حبیبی، کیومرث (۱۳۸۷). تعیین عوامل ساختمانی مؤثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از GIS و FUZZY LOGIC. *نشریه هنرهای زیبا*، شماره ۳۳، ۲۷-۳۶.
۱۹. زنگنه، محمد (۱۳۹۵). ارزیابی و تحلیل مخاطرات و راهکارهای پدافند غیر عامل در شبکه راه‌های استان البرز با استفاده از روش‌های SWOT و IHWP. *فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی*، دوره ۲۵، شماره ۹۸، ۱۱۳-۱۲۸.
۲۰. حسن زاده، رضا؛ عباس نژاد، احمد؛ علوی، اکبر؛ شریفی تشنیزی، ابراهیم (۱۳۸۹). تحلیل خطر لرزه‌ای شهر کرمان با تأکید بر کاربرد GIS در ریز پهنه‌بندی مقدماتی درجه ۲. *فصلنامه علمی- پژوهشی علوم زمین*، سال بیست و یکم، شماره ۸۱، ۲۳-۳۰.
21. Molina, M and Bayarri, S. (2011). A multinational SDI-based system to facilitate disaster risk management in the andean community, *Computers & Geosciences*, vol. 37, no. 9, pp.1501-1510.
22. Mas, E., Adriano, B., & Koshimura, S. (2013). An integrated simulation of tsunami hazard and human evacuation in La Punta, Peru. *Journal of Disaster Research*, 8 (2), 285-295.
23. Middelmann, M. H. (2007). NATURAL HAZARDS in AUSTRALIA, identify Risk Analysis Requirements. *Geoscience Australia* Retrieved from [http://www.ga.gov.au/corporate\\_data/65444/65444.pdf](http://www.ga.gov.au/corporate_data/65444/65444.pdf).
24. Papinski, D and Scott, D. M. (2011). A GIS-based toolkit for route choice analysis", *Journal of Transport Geography*, vol. 19, no. 3, 434-442.
1. Giuliani, G. and Peduzzi, P. (2011). The PREVIEW global risk data platform: a geoportal to serve and share global data on risk to natural hazards, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 11, pp. 53-66.
۲. زنگی آبادی، علی؛ تبریزی، نازنین (۱۳۸۵). زلزله‌ی تهران و ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری مناطق شهری، *پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۵۶، ۱۱۵-۱۳۰.
3. Lantada, N., Pujades, L., & Barbat, A. (2008). Vulnerability index and capacity spectrum based methods for urban seismic risk evaluation. *A comparison*, *Nat Hazards* 51.
4. UNDP (2002). *An Overview of Disaster Management Training Modules*, UN. *Disaster Management Training Program*, 355.
۵. پورموسوی، سید موسی؛ شماعی، علی؛ احد نژاد، محسن؛ عشقی چهاربرج، علی؛ خسروی، سمیه (۱۳۹۳). ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهر با مدل Fuzzy AHP و GIS مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی ۳ شهرداری تهران. *فصلنامه علمی- پژوهشی جغرافیا و توسعه*. شماره ۳۴، صفحات ۱۲۱-۱۳۸.
۶. حسینی، سیدبهشید؛ شریفه سرگلزایی، احمدرضا (۱۳۹۰). بررسی چگونگی ارتقای سطح کیفی عملکرد عناصر شهری با رویکرد پدافند غیرعامل، همایش شهرسازی و معماری با رویکرد پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۳-۲.
۷. خمر، غلامعلی؛ صالح گوهری، حسام الدین (۱۳۹۲). برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل و مکان‌یابی مکان‌های اسکان موقت شهری با استفاده از منطق فازی. *فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی*، سال دوم، شماره هفتم، ۲۱-۳۴.
۸. خزایی، صفا؛ روستایی حسین آبادی، سعید (۱۳۹۵). مکان‌یابی مکان‌های اسکان موقت چندمنظوره شهری با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی. *فصلنامه علمی ترویجی پدافند غیرعامل*، سال هفتم، شماره ۴، ۱۲-۱.
9. Taylor, M. A. P., & Freeman, S. K. (2010). A review of planning and operational models used for emergency evacuation situations in Australia. *Procedia Engineering*, 3, 3-14.
10. Chen, Z., Chen, X., Li, Q., and Chen, J. (2013). The temporal hierarchy of shelters: a hierarchical location model for earthquake-shelter planning, *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 27, no. 8, pp 1612-1630.
۱۱. احد نژاد روشتی، محسن؛ جلیلی، کریم؛ زلفی، علی (۱۳۹۰). مکان‌یابی بهینه محل‌های اسکان موقت آسیب‌دیدگان ناشی از زلزله در مناطق شهری با استفاده از روش‌های چند معیاری و GIS مطالعه‌ی موردی شهر زنجان، *نشریه‌ی تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، جلد ۲۰، شماره ۲۳، ۴۵-۶۱.
12. Xuefen Liu and Samsung Lim (2015). A spatial analysis approach to evacuation management: shelter assignment and routing, Eds.): *Research@Locate'15*, Brisbane, Australia, 10-12 March 2015, published at <http://ceur-ws.org>.
13. Unal, M and Uslu, C. (2016). GIS-Based Accessibility analysis of urban emergency shelters: the case of adana city, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sci-*

