

## ارزیابی عوامل مؤثر در انتخاب مکان‌های اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و تکنیک AHP

مطالعه موردی: منطقه ۴ کرمان

محمدعلی فرقانی<sup>۱</sup>، سمانه دربندی<sup>۲</sup>

۱. استادیار دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه شهید  
باهنر کرمان، کرمان، ایران.

۲. نویسنده مسئول: کارشناس ارشد مدیریت اجرایی  
دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

Email:samaneh\_db@yahoo.com

دریافت: پذیرش:

### چکیده

**مقدمه:** زلزله یکی از بلایای طبیعی است که به عنوان مهم‌ترین مبحث شهرسازی و مدیریت بحران در ایران شناخته می‌شود. ایران با میانگین ۱/۴۳ زلزله در سال، بعد از چین و اندونزی مقام سوم را در جهان دارد. شهر کرمان به عنوان یکی از شهرهای مهم و استراتژی ایران، با وجود گسل‌های فعال و لرزه‌خیز منطقه، همواره در معرض خطر زلزله قرار دارد. منطقه ۴ به علت دارا بودن بافت فرسوده، ریزدانه‌بودن بلوک‌های شهری و همچنین نبود استحکام لرزه‌ای ساختمان‌ها در اکثر محلات آن، لزوم توجه به امر برنامه‌ریزی برای امداد و نجات و اسکان را در این منطقه دو چندان کرده است.

تحقیق حاضر با هدف مکان‌یابی مراکز اسکان، به مطالعه موردی منطقه ۴ شهرداری کرمان می‌پردازد. به همین منظور با استفاده از GIS و تدوین معیارهایی که متأثر از شرایط طبیعی و کالبدی محدوده مورد نظر است، نقشه امکانات و عوامل محدودکننده منطقه با یکدیگر ترکیب می‌شود. در مکان‌یابی مراکز اسکان از مدل منطق دوجبهی بولین استفاده می‌شود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که فقط شش محل برای اسکان مناسب هستند. بنابراین از تحلیل سلسله مراتبی برای انتخاب مناسب‌ترین سایت استفاده می‌شود. با توجه به معیارهای مؤثر در اثربخشی و کارایی سایت‌ها، مصلی کرمان و زمین ورزشی نزدیک آن به عنوان مناسب‌ترین مکان برای اسکان اضطراری و موقت مشخص شده است.

**کلمات کلیدی:** مدیریت بحران، مکان‌یابی، اسکان

موقت، سیستم اطلاعات جغرافیایی، AHP

## مقدمه

توسعه زندگی اجتماعی به ویژه شهرنشینی و گسترش روزافزون شهرها، ابعاد حوادث طبیعی را دو چندان کرده است و همواره یکی از دغدغه‌های اصلی تمامی مدیران شهری و شهروندان، بررسی شیوه‌های مقابله با این بحران‌ها بوده است. (۱۰)

اگرچه در حال حاضر جلوگیری از بروز زلزله برای انسان میسر نیست، اما آمادگی برای مواجه شدن با بحران امری امکان‌پذیر می‌باشد. (۱)

یکی از مسائلی که همواره مورد توجه سازمان‌های مسئول در مدیریت بحران قرار دارد، برنامه‌ریزی برای آمادگی و جلوگیری از کاهش مخاطرات است. از این رو، انتخاب مکانی برای استقرار اضطراری و موقت جمعیت آسیب‌دیده از سوانح از ضروریات است. (۲)

از سال ۱۳۰۰ شهر کرمان از حصار بافت قدیم خارج و رشد و گسترش آن بدون برنامه‌ریزی‌های تخصصی صورت گرفت و شهر بیش از حد گسترده شد، به طوری که جمعیت در این منطقه وسیع، پراکنده و خدمات‌رسانی به شهرنشینان با مشکل مواجه شده است. با وجود گسل‌های فعال و لرزه‌خیزی منطقه، شهر در معرض خطر زلزله است، که این اهمیت آمادگی و برنامه‌ریزی قبل از بحران را دو چندان می‌کند. (۱۲)

در هنگام وقوع بحران غالباً محل‌های سکونت دچار آسیب یا برای استفاده ناامن می‌شوند. در این هنگام ایجاد محل سکونت موقت مناسب برای خانواده‌های آسیب‌دیده و آواره از اهمیت بسیاری برخوردار است. بدیهی است که مکان‌گزینی نامناسب و غیرعلمی

ممکن است فاجعه دیگری حتی به مراتب وخیم‌تر از سانحه اولیه به دنبال داشته باشد. بنابراین لزوم برنامه‌ریزی، مدیریت و ارائه راهکارهای مناسب به منظور مکان‌یابی مراکز اسکان اضطراری برای جمعیت آسیب‌دیده قبل از وقوع سانحه الزامی است. هدف اصلی این مطالعه، ارزیابی عوامل مؤثر در انتخاب مکان‌های اسکان موقت با استفاده از GIS در منطقه ۴ شهر کرمان است.

اهداف فرعی این مطالعه عبارتند از:

- تعیین معیارهای مناسب برای مکان‌یابی مراکز اسکان موقت در منطقه ۴ شهر کرمان؛
- تعیین ویژگی‌ها و الزامات مراکز اسکان موقت و مدیریت بحران با توجه به نیازها؛
- تعیین شاخص‌های انتخاب مکان مراکز اسکان موقت با تکیه بر اثربخشی آنها بعد از زلزله؛
- انتخاب معیارهای اولویت‌بندی و روش ارزیابی گزینه‌های به دست آمده.

این تحقیق را می‌توان به عنوان یکی از اولین و جامع‌ترین پژوهش‌ها در زمینه انتخاب و مکان‌یابی مراکز اسکان موقت در شهر کرمان با استفاده از GIS به شمار آورد.

در اینجا به چند مورد از تحقیقات صورت گرفته در جهان و ایران در این زمینه اشاره می‌شود:

- چارچ در تحقیق خود آورده است که GIS علاوه بر اینکه در کاهش خسارات در زمان وقوع حادثه با مکان‌یابی بهینه برای احداث ایستگاه‌ها مؤثر است، می‌تواند کارایی بالاتری نیز در حین امدادسانی ایفا کند. (۱۹)

- گیوه‌چی و همکاران در تحقیقی، به اولویت‌بندی معیارها و استانداردهای مکان‌یابی مناطق مناسب برای اسکان موقت آسیب‌دیدگان با استفاده از GIS و تکنیک AHP در منطقه ۶ شیراز پرداختند. (۱۵)

### روش تحقیق

این پژوهش براساس هدف، از نوع تحقیقات توسعه‌ای و از نظر ماهیت و روش، از نوع توصیفی است. در بخش نظری تحقیق، با استفاده از شیوه کتابخانه‌ای و مطالعه کتب، مقالات و پایان‌نامه‌های دکترای انگلیسی موجود در این زمینه اطلاعات مربوط به مفاهیم و مدل‌های مکان‌یابی، شاخص‌ها و معیارهای مکان‌یابی جمع‌آوری شد. در بخش عملی تحقیق نیز قسمتی از اطلاعات از نقشه‌ها و لایه‌های اطلاعاتی سامانه GIS شهر کرمان و قسمتی نیز از طریق مصاحبه با کارشناسان سازمان مدیریت بحران و جمعیت هلال‌احمر گردآوری شده است. این تحقیق در منطقه ۴ شهرداری کرمان انجام شده است. برای تجزیه و تحلیل لایه‌های جمع‌آوری شده از ابزار ToolboxArc در نرم‌افزار ArcGIS استفاده می‌شود. از میان همه مدل‌های مکان‌یابی، مدل منطق دوجبهی به عنوان مدلی انتخاب شد که مکان‌یابی در چارچوب آن انجام خواهد گرفت. سپس از مدل AHP برای اولویت‌بندی و انتخاب مناسب‌ترین سایت (مکان) از بین سایت‌های استنتاجی، بهره گرفته شد. از نرم‌افزار ExpertChoice برای تحلیل فرایند سلسله مراتبی استفاده شد.

### مکان‌یابی

مکان‌یابی فعالیت‌ها است که قابلیت‌ها و توانایی‌های یک منطقه را به لحاظ وجود زمین مناسب و کافی

- عزیزی با استفاده از GIS به مکان‌یابی توزیع فضایی و تحلیل شبکه مراکز بهداشتی و درمانی (مطالعه موردی: شهر مهاباد) پرداخته است. (۱۱)

- پرهیزگار در مطالعه خود با عنوان «ارائه الگوی مناسب مکان‌گزینی مراکز خدمات شهری» به تحقیق در مدل‌های GIS شهری پرداخته است. (۴)

- محمدی در تحقیق خود با عنوان «مکان‌یابی مراکز امدادرسانی در شرایط وقوع زلزله با استفاده از GIS و روش ارزیابی چند معیاره AHP» لزوم توجه به مکان‌یابی مراکز امدادرسانی در شهرها را مشخص کرده است. (۱۶)

- اسدی نظری در تحقیق خود با عنوان «برنامه‌ریزی و مکان‌یابی اردوگاه‌های اسکان موقت بازماندگان زلزله (مورد پژوهش: ناحیه ۶ منطقه ۱ شهر تهران)» لزوم پیش‌بینی و تلفیق برنامه‌ریزی صحیح و اصولی برای مسکن بازماندگان زلزله و نیز شناخت تسهیلات لازم برای مکان‌های مناسب اسکان موقت برای برقراری سریع اردوگاه برای زلزله‌زدگان را فراهم می‌کند. (۱)

- چانگ هانگ تسای و همکارانش در تحقیق خود با عنوان «کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیای در تخصیص پناهگاه‌های سانحه از طریق مدل‌های فازی» کاربرد منطق فازی را برای تصمیم‌گیری در GIS براساس نمودار TSDMK ارزیابی می‌کند. (۲۴)

- نوجوان و همکارانش در تحقیقی با عنوان «مکان‌یابی اسکان موقت با استفاده از الگوریتم‌های فازی (مطالعه موردی: منطقه یک شهرداری تهران)» به کمک الگوریتم فازی به دنبال مکان‌یابی اسکان موقت می‌باشند. (۱۸)

با ارتفاع کمتر از دو هزار متر مقدار یک (یا مناسب) دریافت می‌کنند. به این ترتیب از نقشه ارتفاع، نقشه دیگری استخراج می‌شود که واحدهایی با ارزش یک و صفر دارند. در نقشه دیگر، فاصله از گسل مشخص می‌شود و به همه مناطق که در فاصله کمتر از پنج کیلومتری قرار دارند ارزش صفر (نامناسب) و واحدهایی که در فاصله بیشتر از پنج کیلومتری قرار دارند ارزش یک (مناسب) داده می‌شود. در مرحله بعد با استفاده از توابع منطقی مانند AND یا OR لایه‌ها با هم ترکیب می‌شوند.

اگر براساس فقط یک معیار، قسمتی نامناسب تشخیص داده شود، آن قسمت، از مجموعه زمین‌های مناسب حذف می‌شود و با ورود جمیع معیارها، واحدهایی که باقی می‌ماند به عنوان محدوده مناسب تشخیص داده می‌شوند. (۱۴)

#### اهمیت و ضرورت اسکان موقت

در هنگام وقوع بحران غالباً محل‌های سکونت دچار آسیب یا برای استفاده ناامن می‌شود. در این هنگام ایجاد محل سکونت مناسب اهمیت بسیاری دارد. از آنجا که غالباً تأمین اسکان دائمی برای تعداد زیادی از افراد آسیب‌دیده، نیاز به زمان طولانی دارد، اسکان موقت ضرورت می‌یابد. مدت زمان اسکان موقت بر حسب شرایط، نوع بحران و امکانات عموماً از چند روز تا دو سال است.

تأمین اسکان موقت، مزایای زیر را برای افراد آسیب‌دیده و نیز جامعه به همراه دارد:

- محافظت در مقابل عوامل اقلیمی نظیر سرما، گرما، باد و باران؛

- ایجاد محل انبار اسباب و حفظ اموال؛

برای کاربردی خاص تجزیه و تحلیل می‌کند. شاخص‌های مورد استفاده در مکان‌یابی نسبت به نوع کاربری، متفاوت هستند. (۳)

فرایند تصمیم‌گیری در مکان‌یابی، طولانی است، زیرا تعداد زیادی از شاخص‌های موجود باید بررسی و نتیجه تصمیمات ممکن ارزیابی شوند. (۶)

در سال‌های اخیر با پیشرفت علوم کامپیوتری و فناوری اطلاعات، به کارگیری GIS به همراه ابزار و تکنیک‌های آن، این قابلیت را دارد که با تلفیق لایه‌های مختلف، اطلاعات در قالب مدل‌های مختلف در حداقل زمان ممکن برای مکان‌یابی و تخصیص فضاهای مناسب مورد نیاز متقاضیان استفاده شود. (۹)

#### مدل منطق بولین برای آنالیز مکانی

منطق بولین یا دو وجهی نام خود را از ریاضی‌دان انگلیسی جورج بول گرفته است. در این روش ابتدا معیارهای مربوطه انتخاب و کل منطقه براساس معیارهای فوق به واحدهای مناسب (ارزش یک یا True) یا نامناسب (ارزش صفر یا False) تقسیم می‌شود. در مرحله بعد با استفاده از توابع منطقی AND، OR و NOT لایه‌ها با هم ترکیب می‌شوند.

مثلاً اگر معیارهای ارزشیابی، ارتفاع و فاصله گسل باشد و مناطق مناسب ارتفاع کمتر از دو هزار متر و فاصله پنج کیلومتر از گسل داشته باشند، بر این اساس دو نقشه تهیه می‌شود که یکی مربوط به ارتفاع و دیگری مربوط به گسل باشد. در نقشه ارتفاع تمامی محدوده‌هایی که ارتفاع آنها بیشتر از دو هزار متر است و به عنوان مناطق نامناسب شناخته می‌شوند، مقدار صفر (یا نامناسب) و مناطق

دوام داشته باشند یا اینکه برای بازیافت و استفاده مجدد آنها برنامه‌ریزی شود؛

۵) حمل و نقل و انتقال سکونتگاه‌ها پس از اتمام دوره اسکان موقت آسان باشد و آلوده کننده محیط نباشند. (۲۰)

اگر به عوامل مذکور در آغاز برنامه توجه شود، اثرات منفی اسکان موقت قطعاً کاهش می‌یابد و مسکن موقت به عنوان روشی عملی و کارا برای اسکان سریع و موقت آسیب‌دیدگان پس از سانحه به شمار می‌رود.

### انواع فضاهای اسکان موقت

الف) فضاهای اسکان محلی (همسایگی): معمولاً بعد از وقوع بحران یا در صورت جدی بودن احتمال وقوع آن (مثلاً بعد از وقوع چند پیش‌لرزه) لازم است که ساکنان، سریعاً منازل خود را ترک کنند (تخلیه اضطراری) و با توجه به انسداد راه‌ها، به صورت اضطراری یا مقدماتی در مکان‌هایی اسکان داده شوند تا نسبت به اسکان طولانی مدت آنها در مکان‌های تخلیه منطقه‌ای یا بازگشت به منازل تصمیم‌گیری شود. مدت زمان اسکان مقدماتی یا اضطراری معمولاً در حد چند روز یا حداکثر چند هفته است. این فضاها که به عنوان فضاهای تخلیه محلی ساکنان شناخته می‌شود، باید برخوردار از حداقل امکانات بهداشتی و تجهیزات رفاهی و از محل زندگی افراد فاصله کمی (حداکثر حدود ۵۰۰ متر) داشته باشند. معمولاً فضای مورد نیاز برای هر فرد در این مکان‌ها حدود ۲ متر مربع در نظر گرفته می‌شود. لذا لازم است در انتخاب محل به تراکم جمعیت و نیز توزیع آن در سطح محلات دقت شود.

- تثبیت و حفظ حدود خانه (مالکیت و حق تصرف)؛

- ایجاد مبدأ برای عملیات بعدی (جستجوی اموال، بازسازی ساختمان و همچنین تجدید سازمان تأمین اجتماعی)؛

- ایجاد امنیت عاطفی و تأمین محیط خصوصی؛

- تعیین نشانی مشخص برای دریافت خدمات (خدمات پزشکی، غذا و غیره)؛

- اسکان افراد در محدوده ممکن برای دسترسی به کار برای آنها؛

- تأمین منزل برای خانواده‌هایی که خانه خود را تخلیه کرده‌اند. (۵)

### نکات مهم در ایجاد مسکن موقت

به طور کلی در تأمین سرپناه موقت، توجه به این نکات ضروری است:

۱) دسترسی سریع: این نکته بسیار مهم است که سرپناه موقت، باید برای آسیب‌دیدگان به سرعت قابل دسترسی باشد؛

۲) استفاده از منابع و نیروهای محلی: برنامه سرپناه موقت می‌تواند از طریق استفاده از محصولات و خدمات داخلی و نیروی کار بومی، باعث ارتقا و پیشرفت تولیدکنندگان و منابع اقتصاد ملی و محلی شود؛

۳) توجه به استانداردهای زندگی محلی: آسایش و رفاه، خدمات و مکان زندگی در دسترس باشد؛

۴) طراحی برای طول مدتی که سرپناه موقت مورد نیاز است: این واحدها می‌توانند ارزان باشند و طوری طراحی شوند که فقط برای یک دوره زمانی کوتاه

- کاربری قبلی محدوده: کسب اطلاعاتی در خصوص کاربری قبلی محل، مثلاً محل دفن زباله‌های خطرناک نباشد.

ب) بررسی مشخصات کالبدی بافت شهری

- قرارگیری در بافت مسکونی و در مرکز محله؛

- فاصله از محدوده‌هایی با آسیب‌پذیری زیاد که این محدوده توسط معیارهای مانند عمر بالای بناها، نبود اسکلت مناسب برای بناها، ریزدانه‌گی قطعات و پایین بودن سطح تفکیک پلاک‌ها، بالا بودن سطح اشتغال در پلاک‌ها، تأمین دسترسی بافت توسط معابر با عرض کمتر از ۶ متر و تراکم بالای جمعیت مشخص می‌شود، اما به نحوی که در نواحی با آسیب‌پذیری بالا محصور نباشد.

پ) احداث مراکز اسکان موقت در محدوده‌هایی با

تراکم بالای جمعیت

با توجه به اینکه تراکم جمعیتی با آسیب‌پذیری در برابر زلزله رابطه مستقیم دارد. به منظور استفاده از حداکثر توان مراکز در حداقل زمان ممکن برای پاسخگویی به نیازهای آسیب‌دیدگان، لازم است محل احداث مراکز به بافت‌های مسکونی با تراکم زیاد، نزدیک باشد.

ت) بررسی مشخصات کالبدی محدوده

- وسعت سایت: هرچه وسعت محدوده متعلق به مراکز اسکان موقت بیشتر باشد قابلیت افزایش ظرفیت اقدامات بیشتر خواهد بود، مانند فضای مورد نیاز در اطراف اردوگاه‌ها و مراکز اسکان برای فرود بالگرد و سایر موارد مرتبط؛

برای این منظور می‌توان از ساختمان‌های دولتی (مدارس و پادگان‌ها) یا خصوصی مقاوم (هتل‌ها و مسافرخانه‌ها) یا بر پایی چادریا دیگر سر پناه‌های اضطراری در فضای باز محلی استفاده کرد.

ب) فضاهای اسکان منطقه‌ای: فضاهای اسکان منطقه‌ای، مکان‌هایی هستند که حداقل استانداردهای زیستی لازم برای زندگی در مدت زمان نسبتاً طولانی را دارند. این فضاها برای مردم باید کاملاً شناخته شده باشند و فاصله دسترسی به آنها طوری باشد که افراد بتوانند با طی مسافتی نه چندان زیاد به آنها مراجعه کنند. فاصله مناسب تا فضاهای اسکان منطقه‌ای حدود ۲ کیلومتری محل سکونت است که ترجیحاً باید نزدیک به امکانات و زیرساخت‌های شهری موجود باشد. (۵)

### شاخص‌های مکان‌یابی استاندارد مراکز اسکان

#### موقت

الف) بررسی محدودیت زمین‌شناختی و زیست‌محیطی محدوده که شامل اثرات موقت و دائمی است.

- دوری از گسل: فاصله مناسب از گسل ۲۰۰ متر؛

- دوری از حریم قنات: بررسی در محدوده پلاک؛

- احداث نکردن روی خاک‌های سست؛

- سطح آب‌های زیرزمینی: حداقل عمق قابل پذیرش ۲۰ متر است. با توجه به خطر بالا آمدن آب‌های زیرزمینی پس از زلزله و فرونشست ساختمان‌ها، باید سطح آب‌های زیرزمینی مورد توجه قرار گیرد.

- وضعیت توپوگرافی: محل ارزیابی جریان آب حاصل از بارش شدید و بررسی وجود موانع در مسیر جریان آب؛

- موقعیت مکانی مراکز اسکان در محدوده: به منظور دسترسی مناسب به نقاط مختلف منطقه، محل مراکز باید حتی الامکان در مرکز هندسی منطقه واقع باشد؛
- امکان توسعه محدوده: محل احداث را با هدف تأمین نیازهای آتی مراکز و امکان توسعه فضای آن در آینده باید مورد توجه قرار داد.
- ث) بررسی دسترسی مناسب به شبکه ارتباطی - نزدیکی به بزرگراه‌ها و خیابان‌های اصلی؛
- بررسی و تأمین مسیر دسترسی جایگزین.
- ج) بررسی همجواری با کاربری‌های شهری سازگار با عملکرد مراکز اسکان: به منظور تقویت عملکردها، لازم است مراکز اسکان مجاور کاربری‌های شهری زیر باشد.
- بیمارستان و درمانگاه‌ها؛
- مراکز امداد رسانی؛
- آتش نشانی؛
- شهرداری منطقه؛
- مراکز پشتیبانی و پایگاه‌های مدیریت بحران منطقه.
- ح) رعایت فاصله مناسب حریم با کاربری‌های شهری ناسازگار: برای این منظور مراکز باید از کاربری‌های زیر فاصله مناسبی داشته باشد.
- پمپ بنزین: حداقل ۲۰۰ متر؛
- دکل برق فشار قوی: حداقل ۳۵ تا ۵۰ متر از هر طرف؛
- شاهراه انتقال گاز: حداقل ۵۰ متر؛
- محل نگهداری مواد شیمیایی خطرناک بسته به نوع مواد خطرناک؛
- محل صنایع خطرناک؛
- ساختمان‌های بلند مرتبه: فاصله مناسب ۱/۲ ارتفاع ساختمان؛
- حریم سیل بسته به عمق مسیر؛
- حریم خطوط ایستگاه مترو؛
- سایر تأسیسات و بناهای زیرزمینی.
- خ) امنیت
- بررسی سهولت تأمین ایمنی مراکز اسکان، کنترل ورود و خروج از مراکز و تأمین موانع امنیتی اطراف آن.
- چ) رعایت فاصله حداقلی بین مراکز به منظور حفظ حریم حداقلی و حفظ حداکثر مراکز برای پشتیبانی یکدیگر، لازم است تا این فواصل بررسی شوند. مواردی که باید قبل از راه اندازی پایگاه توسط مقامات رسمی مشخص شود:
- مالکیت محدوده؛
- وجود موافقت‌نامه تغییر کاربری زمین محدوده؛
- وجود سیستم‌های دفع فاضلاب و تأمین بهداشت عمومی مانند سیستم زه‌کشی، سیستم جمع‌آوری زباله، حمام و دستشویی. (۸)
- معرفی AHP**
- تکنیک‌های تحلیل چندمعیاره، ابزار خوبی برای بحث در مورد پدیده‌های پیچیده است که برنامه‌ریزی را بهبود می‌بخشند. استفاده ترکیبی از GIS و تحلیل چند معیاره که به طور کلی سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری مکانی نامیده می‌شود، به طور گسترده در مورد مسائل مکانی پیچیده استفاده می‌شود که روش بسیار خوبی برای تصمیم‌گیری است. (۲۱)
- یکی از روش‌های ارزیابی در وزندهی، روش تحلیل سلسله مراتبی است که به وسیله‌ال ساعتی در ۱۹۷۷

انتخاب معیارها نه فقط بستگی شدید به در دسترس بودن اطلاعات دارد بلکه متأثر از شرایط طبیعی و کالبدی محدوده مورد نظر نیز می‌باشد. (۱۶)

هدف اصلی تحقیق، بررسی عوامل و معیارهای مؤثر در انتخاب مراکز اسکان موقت برای آسیب‌دیدگان زلزله به منظور مکان‌یابی این مراکز امن و نیز توجه به موارد مذکور و بررسی‌های به عمل آمده در منطقه ۴ شهرداری کرمان می‌باشد. از این رو، معیارهای زیر برای مکان‌یابی انتخاب و برای تحلیل در نرم‌افزار ArcGIS به دو دسته کلی عوامل محدود کننده و امکانات منطقه دسته‌بندی شدند.

### عوامل محدود کننده مکان‌یابی

#### ۱- محدوده واقع در حریم قنات‌ها

قنات‌ها یکی از عوامل محدود کننده برای تعیین مراکز اسکان در حریم پلاک خود است. با توجه به این موضوع، حریم ۱۰۰ متری برای تحلیل در نرم‌افزار مکان‌یابی به عنوان بافر (حریم) مشخص شده است. این حریم برای جلوگیری استقرار مراکز اسکان در حریم قنات‌ها و نشست زمین پس از وقوع زلزله و حفظ امنیت آن پیش‌بینی شده است. نقشه شماره ۱ موقعیت مکانی قنات‌ها و حریم آنها را نشان می‌دهد.

#### ۲- محدوده واقع در حریم گسل

سازمان پیشگیری و مدیریت بحران حداقل حاشیه ایمن را ۳۰۰ متر از گسل تعریف کرده است، در این پژوهش گسل صاحب‌الزمان که در مجاورت منطقه مورد مطالعه قرار دارد، بررسی شد. بنابراین با توجه به این موضوع، حریم ۳۰۰ متر برای تحلیل در نرم‌افزار مکان‌یابی به عنوان بافر مشخص شد که این

پیشنهاد شد. هم‌اینک این روش یکی از تکنیک‌های کارا برای وزن‌دهی و حل مسائل چند معیاره پیچیده است. (۷) این روش ابزاری قدرتمند و انعطاف‌پذیر برای بررسی کمی و کیفی مسائل چند معیاره است که خصوصیات اصلی آن براساس مقایسات دو دویی می‌باشد. (۲۲)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از روش‌های MADM است که به منظور تصمیم‌گیری و انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های متعدد تصمیم، با توجه به شاخص‌هایی که تصمیم‌گیرنده تعیین می‌کند به کار می‌رود. به کارگیری این روش مستلزم چهار گام عمده زیر است:

گام اول- مدل‌سازی (ساختن سلسله مراتب): در این گام، مسأله و هدف از تصمیم‌گیری به صورت سلسله مراتبی از عناصر تصمیم که با هم در ارتباط هستند، در می‌آید. عناصر تصمیم شامل شاخص تصمیم‌گیری و گزینه‌های تصمیم است.

گام دوم- قضاوت ترجیحی (مقایسات زوجی): مقایسه بین گزینه‌های مختلف تصمیم، براساس هر شاخص صورت می‌گیرد.

گام سوم- محاسبات وزن‌های نسبی: وزن و اهمیت عناصر تصمیم نسبت به هم از طریق مجموعه‌ای از محاسبات عددی تعیین می‌شود.

گام چهارم- ادغام نسبی و محاسبه وزن نهایی: این گام به منظور رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم صورت می‌پذیرد. (۱۷)

### تعیین معیارهای مکان‌گزینی

به کاربردن و لحاظ کردن همه معیارهای یاد شده در امر مکان‌یابی به دلایل مختلف امکان‌پذیر نیست و



تا از خطرات ناشی از آن در امان باشند. برای خطوط فشار قوی با توجه به ولتاژ آنها حریمی در نظر گرفته می‌شود که در نقشه شماره ۴ این خطوط و حریم آن نمایش داده شده است.

### امکانات منطقه برای استقرار مراکز اسکان

#### موقت

##### ۱- محدوده فضاهای باز شهری

فضاهای باز، نقش مهمی در کاهش وسعت، میزان عمل و نتایج اکثر حوادث طبیعی و انسان‌ساخت دارد. فضاهای باز می‌توانند در مواقع اضطراری به عنوان یک منطقه در دسترس برای فرار، استقرار و پناه گرفتن مطرح باشند. سودمندی فضاهای باز در محدوده شهری بستگی به تعداد این فضاها، توزیع یکسان در تمام منطقه شهری و همچنین تداوم سیستم مناطق سبز دارد. (۱)

محدوده فضاهای باز شهری در این پژوهش به عنوان فرض‌های موجود برای استقرار مراکز اسکان در نظر گرفته شده است. فضاهای باز شهری را به سه دسته، زمین‌های بایر، ورزشگاه‌های بزرگ و فضاهای سبز تقسیم‌بندی می‌کنیم. بنابر دستورالعمل کمیساریای عالی سازمان ملل در امور پناهندگان (UNHCR)، حداقل سرانه سطح زمین اردوگاه برای هر فرد با توجه به امکاناتی مانند جاده، آشپزخانه، منابع آب، انبارها، سرپناه‌ها و دفاتر کار مربوط به مسئولان و امکانات درمانی و آموزشی ۴۵ متر مربع است که این رقم برای تخلیه اضطراری ۲ متر مربع و برای مکان‌های سرپوشیده حداقل ۳/۵ متر مربع می‌باشد. (۲۳) در نرم‌افزار تحلیل‌گر نیز این

حریم برای جلوگیری از استقرار مراکز روی گسل و در مجاورت آن می‌باشد. نقشه شماره ۲ موقعیت مکانی گسل‌ها و بافر آنها را نشان داده است.

### ۳- محدوده واقع در حریم خطر مراکز

#### سوخت‌رسانی

در کل منطقه ۴، چهار مرکز سوخت‌رسانی وجود دارد که در شرایط وقوع زلزله این مراکز می‌توانند با انفجار و ایجاد حریق، عامل مهمی در تشدید بحران ناشی از زلزله باشند. مراکز اسکان اضطراری و موقت که لازم است از هر نوع آسیب احتمالی و قابل پیش‌بینی مصون باشند باید در نقاطی مستقر گردند که خارج از حریم سوخت‌رسانی باشند. طی مصاحبه‌ای که با مسئولان سازمان پیشگیری و مدیریت بحران صورت گرفت، مشخص شد که براساس تجربه‌ای که از انفجار پمپ‌بنزین‌ها در کشور حاصل شد و با توجه به اینکه مخزن پمپ بنزین در زیرزمین قرار دارد، حداکثر حریمی که می‌توان برای این مراکز در نظر گرفت دایره‌ای به شعاع ۲۰۰ متر است.

### ۴- محدوده واقع در حریم خطوط برق فشار قوی

یک خط انتقال برق فشار قوی از بزرگراه امام رضا (ع) از قسمت شمال منطقه ۴ عبور می‌کند. با توجه به اینکه پس از وقوع زلزله، امکان قطعی و پاره‌شدگی خطوط برق وجود دارد و ممکن است باعث آتش‌سوزی و برق‌گرفتگی امدادگران و آسیب‌دیدگان شود و نیز با توجه به ارتفاع و حجم دکل‌های فشار قوی که ممکن است در اثر زلزله، آسیب‌دیده و ویران شود، مراکز اسکان اضطراری و موقت باید از این خطوط فاصله مناسبی داشته باشند

### محدوده‌های دارای اولویت

این محدوده‌ها با توجه به کوچک بودن منطقه، قابل شعاع‌گذاری در حریم نیستند، لذا به عنوان معیارهایی برای اولویت دادن به ارزیابی AHP از آنها به شرح زیر استفاده می‌شوند:

#### ۱- نزدیکی به مراکز درمانی و بیمارستان‌ها

برای عملکرد بهتر و امداد رسانی و ارائه خدمات درمانی سریع و مطلوب به آسیب‌دیدگان، ضروری است که مراکز اسکان به مراکز درمانی نزدیک‌تر باشند. لذا در نقشه شماره ۷ پراکندگی مراکز درمانی مهم منطقه نشان داده شده است تا در ارزیابی، گزینه‌های نزدیک‌تر به این مراکز، در اولویت قرار گیرند.

#### ۲- نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی

نزدیکی مراکز اسکان و ایستگاه‌های آتش‌نشانی برای خدمت‌رسانی در هنگام وقوع حوادث غیرمترقبه و همچنین همکاری متقابل بین این سازمان با سازمان هلال‌احمر به عنوان متصدی امر اسکان تا حد زیادی کارایی هر دو را افزایش می‌دهد. به ویژه اینکه به علت احتمال وقوع آتش‌سوزی به دنبال پدیده زلزله و نیز احتمال آتش‌سوزی در اردوگاه‌ها و مراکز اسکان به دلیل استفاده از وسایل گرمایشی، نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی برای اطفای حریق اهمیت ویژه‌ای دارد. براین اساس اولویت‌گزینه‌ها با محلهایی است که به این ایستگاه‌ها نزدیک‌تر باشند. نقشه شماره ۸ پراکندگی ایستگاه‌های آتش‌نشانی داخل محدوده یا در مرز منطقه که امکان خدمات‌رسانی به منطقه ۴ دارند را مشخص کرده است.

مساحت برای تعیین پلاک مورد نیاز وارد شد که نتیجه آن در نقشه شماره ۵ مشخص شده است.

#### ۲- محدوده واقع در حاشیه معابر اصلی

راه‌ها و شبکه‌های ارتباطی یک شهر را می‌توان از مهم‌ترین ویژگی‌های یک شهر دانست که **بازتاب مفهوم «نیاز به دسترسی» است. در شرایط غیرعادی و بحرانی ناشی از وقوع زلزله اهمیت دسترسی دو چندان می‌گردد**، زیرا اگر برقراری دسترسی بهینه در شرایط عادی جامعه باعث افزایش مطلوبیت و کیفیت سطح زندگی می‌شود، در شرایط بحرانی پس از وقوع زلزله حفظ و دسترسی و جریان آمد و شد در معابر شهری باعث نجات و تداوم حیات انسانی می‌گردد. (۱)

مراکز اسکان باید در مجاورت معابر اصلی قرار گیرند، زیرا از یک طرف دسترسی به قسمت‌های مختلف منطقه تأمین می‌شود و از طرف دیگر امکان کمک‌رسانی نیروهای امداد به این مراکز و نیازهای آتی آسیب‌دیدگان برآورده می‌شود. تحقیقات صورت گرفته توسط مرکز مقابله با سوانح طبیعی در شهرهای زلزله‌زده رودبار و منجیل نشان داد که احتمال انسداد معابر شریانی درجه یک، شریانی درجه دو، جمع‌کننده‌های درجه یک و درجه دو، ضعیف و احتمال انسداد معابر فرعی و داخلی که دسترسی‌های محلی را تأمین می‌کنند، بیشتر است. لذا با توجه به تجربیات گذشته معابری که بیش از ۴۰ متر هستند را می‌توان به عنوان محل‌هایی برای برپایی مراکز اسکان چه اضطراری و چه موقت در نظر گرفت. نقشه شماره ۶ معابر اصلی منطقه که عرض آنها بیش از ۴۰ متر است را نشان می‌دهد.

۳- نزدیکی به بافت فرسوده

یکی از معیارهای آسیب‌پذیری، میزان فرسودگی بافت شهری است و از طرفی در هنگام وقوع زلزله این بافت فرسوده است که به دلیل عدم استحکام و مقاومت سازه‌ها تخریب و تلفات و آسیب‌فروانی به مردم و جامعه وارد می‌کند. با توجه به اینکه منطقه ۴ ساختمان‌های فرسوده و خشتی زیادی دارد، لذا در این پژوهش نزدیک بودن مراکز اسکان به محلاتی با فرسودگی خیلی زیاد مطابق نقشه شماره ۹، به عنوان معیاری برای ارزیابی استفاده می‌شود.

۴- نزدیکی به محلات با تراکم زیاد

تراکم جمعیتی به معنای جمعیت در واحد سطح و معمولاً نفر در هکتار است. هر چه تراکم جمعیت در شهر کمتر باشد و این تراکم به طور متعادل در سطح شهر توزیع شده باشد، آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله کمتر خواهد بود. برعکس تراکم جمعیتی بالا در شهر به معنای تلفات و خسارات بیشتر به هنگام وقوع زلزله است و این، علاوه بر از بین بردن تعداد بیشتری از مردم در اثر فروریختن آوارها، به دلیل بسته شدن راه‌ها و معابر و کاهش امکان گریز از موقعیت‌های خطرناک و دسترسی به مناطق امن و نیز مشکل شدن تخلیه مجروحان در اثر تخریب راه‌های ارتباطی نیز می‌باشد. همچنین تراکم‌های بالای شهری به معنای کمبود فضای خالی برای اسکان موقت آسیب‌دیدگان است. (۱۰) بنابراین ضروری است مراکز اسکان در مجاورت مناطق پرتراکم باشند تا در صورت بروز زلزله بتوان افراد زیادی از ناحیه متأثر را در نزدیک‌ترین محل اسکان داد. از این‌رو، در این پژوهش در قسمت ارزیابی

مناطق نزدیک‌تر به مراکز جمعیتی با تراکم بالا اولویت داده خواهد شد، این محلات در نقشه شماره ۱۰ نشان داده می‌شود.

۵- نزدیکی به پاسگاه‌های نیروی انتظامی

منظور از امنیت، حفظ جان و مال آسیب‌دیدگان در برابر عملیات تهاجمی یا جنایتکارانه اشخاص یا گروه‌های متجاوز (در داخل و خارج از مراکز اسکان) است. در جامعه زلزله‌زده معمولاً زنان و کودکان به عنوان اقشار آسیب‌پذیر، بیشترین تأثیر را می‌پذیرند و نیز وجود افراد سوگجو در این مواقع و دزدی اموال مردم آسیب‌دیده و آواره، اهمیت وجود نیروهای امنیتی و انتظامی را دوچندان می‌کند. بنابراین، در انتخاب مراکز اسکان چه اضطراری و چه موقت باید به این امر توجه شود تا از تشدید بحران ناشی از زلزله کاسته شود و مراکزی که به پاسگاه‌ها و مراکز انتظامی نزدیک‌ترند در اولویت انتخاب قرار گیرد. همچنین، لازم است تا نیروهای امنیتی از ورود افراد مشکوک به منطقه آسیب‌دیده جلوگیری کنند و در این مورد تمهیداتی به عمل آورند. نقشه شماره ۱۱ پراکندگی مراکز و پاسگاه‌های نیروهای انتظامی را نشان می‌دهد.

ساخت مدل مکان‌یابی مراکز اسکان

مکان‌یابی در این پژوهش با استفاده از مدل منطق دوجبهی بولین صورت می‌گیرد. علت انتخاب این روش، سیستم ارزش‌گذاری آن است. زیرا ماهیت مراکز اسکان به گونه‌ای است که به علت حساسیت عملکرد آنها، محل مورد نظر برای احداث مراکز اسکان یا مناسب یا نامناسب است. در این مدل می‌توان به مکان‌هایی که با توجه به معیارهای معرفی

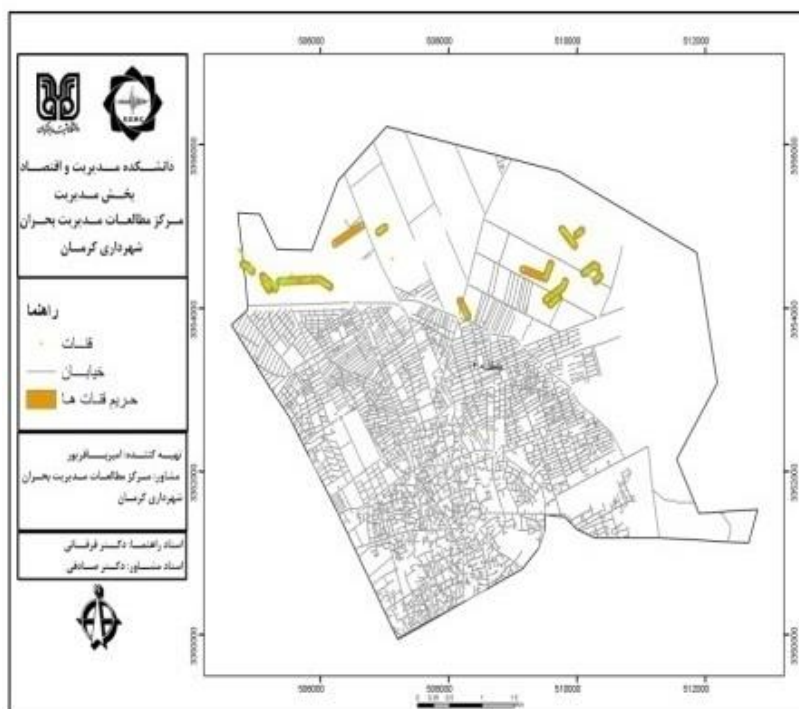
نرم‌افزار تحلیل‌گر ارزش‌گر ارزش یک خواهند داشت شامل فضاهای باز، معابر اصلی منطقه می‌باشد.

**ج) اولویت‌های منطقه ۴:** مکان‌هایی هستند که مراکز اسکان با آنها سازگاری دارند و برای عملکرد بهتر باید هرچه بیشتر به آنها نزدیک باشند. لذا این اطلاعات فقط در قسمت ارزیابی استفاده می‌شوند که بعد از انتخاب گزینه‌های حاصل از نرم‌افزار ArcGIS به دست می‌آید، از جمله بیمارستان‌ها و مراکز درمانی، مراکز آتش‌نشانی، بافت فرسوده، محلات با تراکم بالا، پاسگاه‌های نیروهای انتظامی.

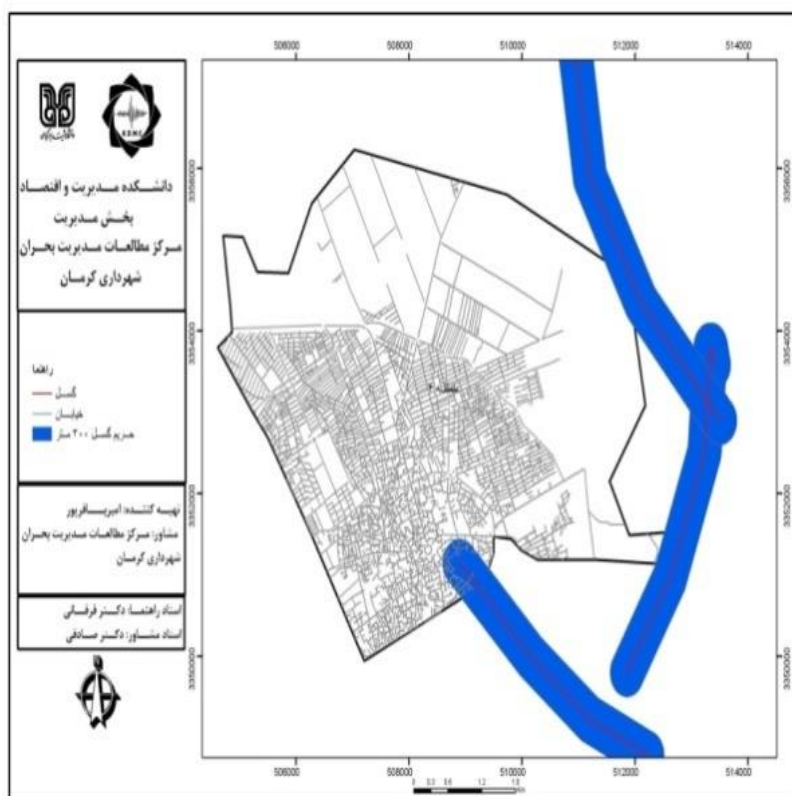
شده مناسب نیستند، ارزش صفر و به مکان‌هایی که مناسب هستند ارزش یک داد. برای ساخت مدل مکان‌یابی، مراکز اسکان موقت اطلاعات و نقشه حریم‌ها به شرح زیر جمع‌آوری گردیده است.

**الف) محدودیت‌های منطقه ۴:** مکان‌هایی که مراکز اسکان موقت نباید در آنها احداث شوند و در نرم‌افزار تحلیل‌گر ارزش صفر خواهند داشت شامل حریم قنات، حریم گسل، حریم ایستگاه‌های سوخت‌رسانی، حریم خطوط برق فشار قوی می‌شود.

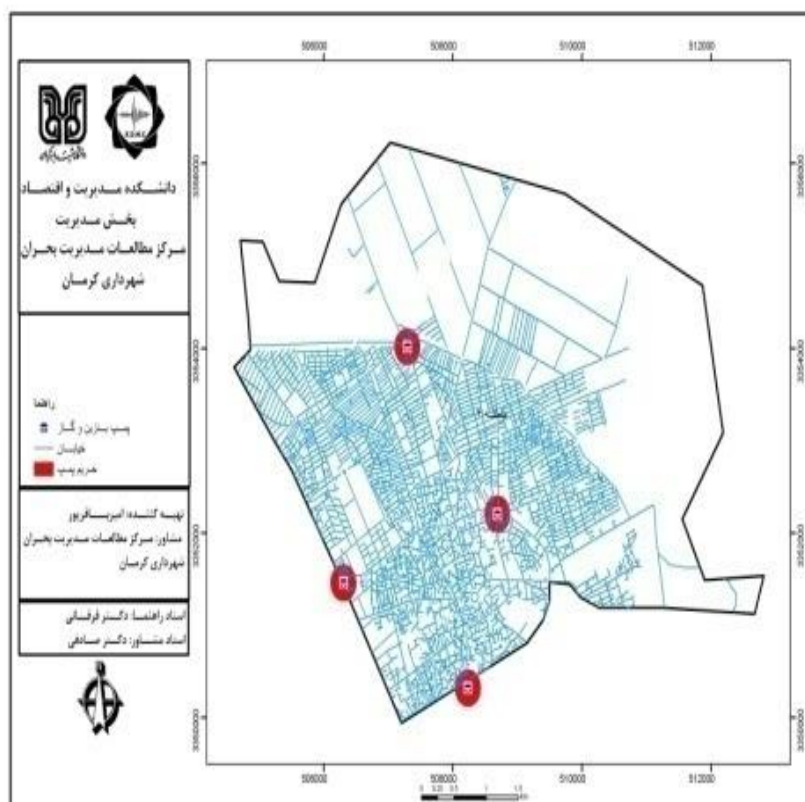
**ب) امکانات منطقه ۴:** مکان‌هایی که مراکز اسکان موقت باید در آنها احداث شوند و در



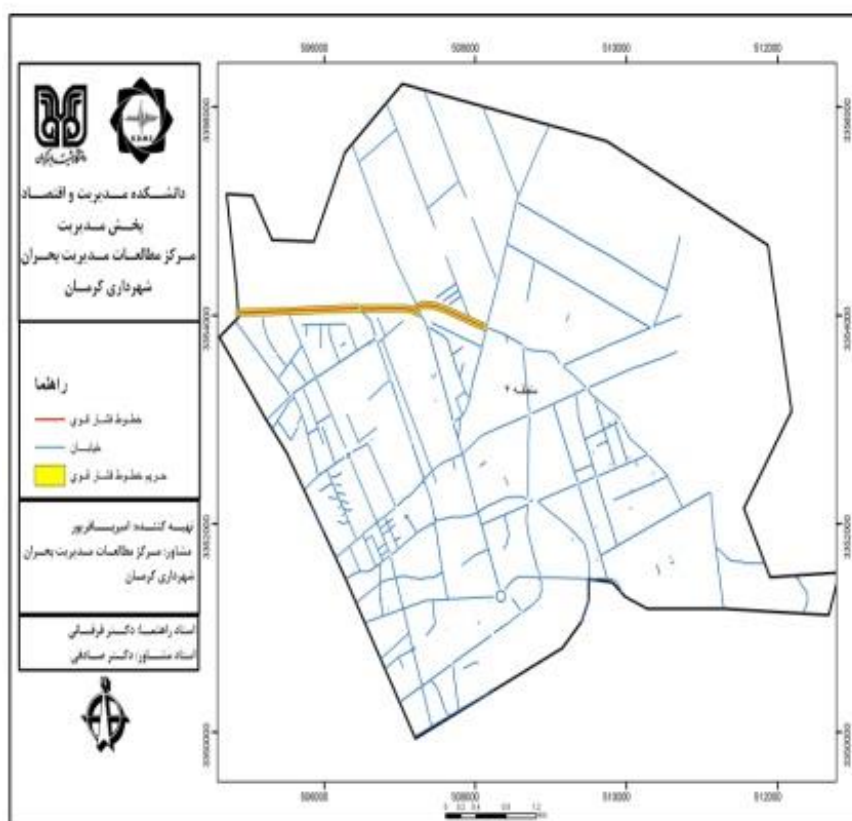
شکل شماره ۱: نقشه قنات‌ها و حریم



شکل شماره ۲: نقشه گسل و حریم



شکل شماره ۳: نقشه مراکز سوخت رسانی و حریم



شکل شماره ۴: نقشه خطوط فشار قوی و حریم



شکل شماره ۵: نقشه فضاهای باز شهری



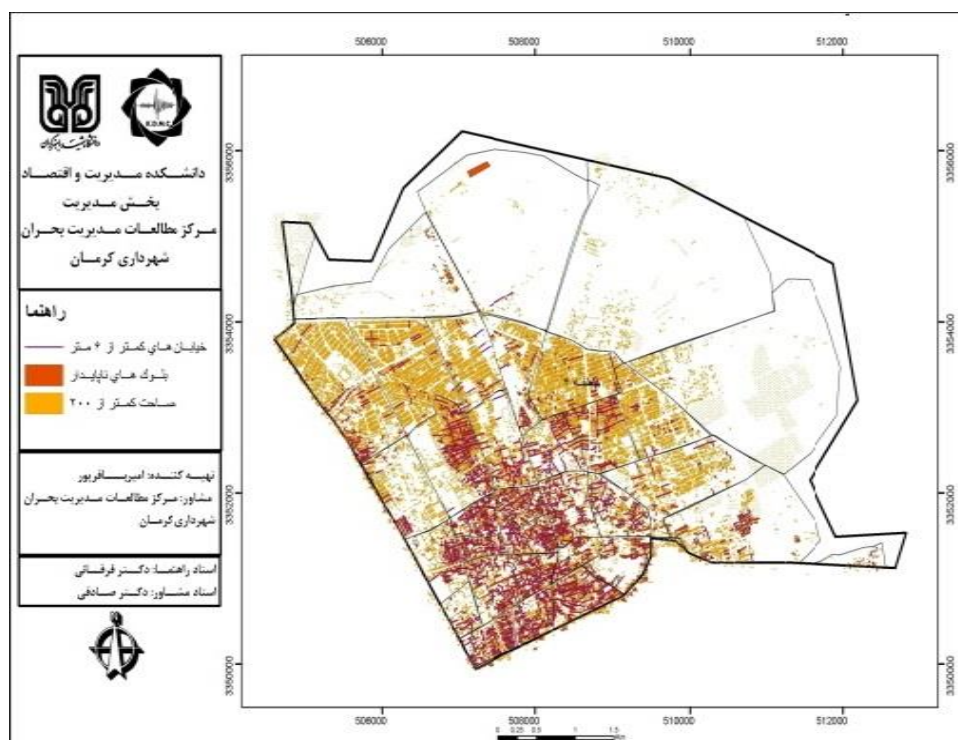
شکل شماره ۶: نقشه معابر با عرض بیش از ۴۰ متر



شکل شماره ۷: نقشه پراکنده‌گی بیمارستان‌ها و مراکز درمانی

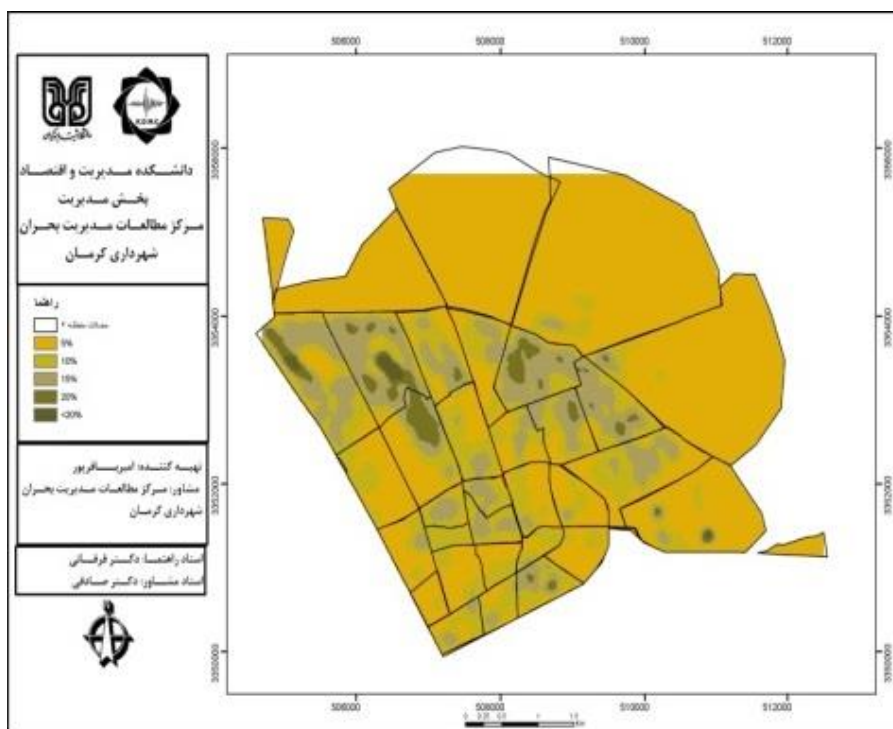


شکل شماره ۸: نقشه پراکندگی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

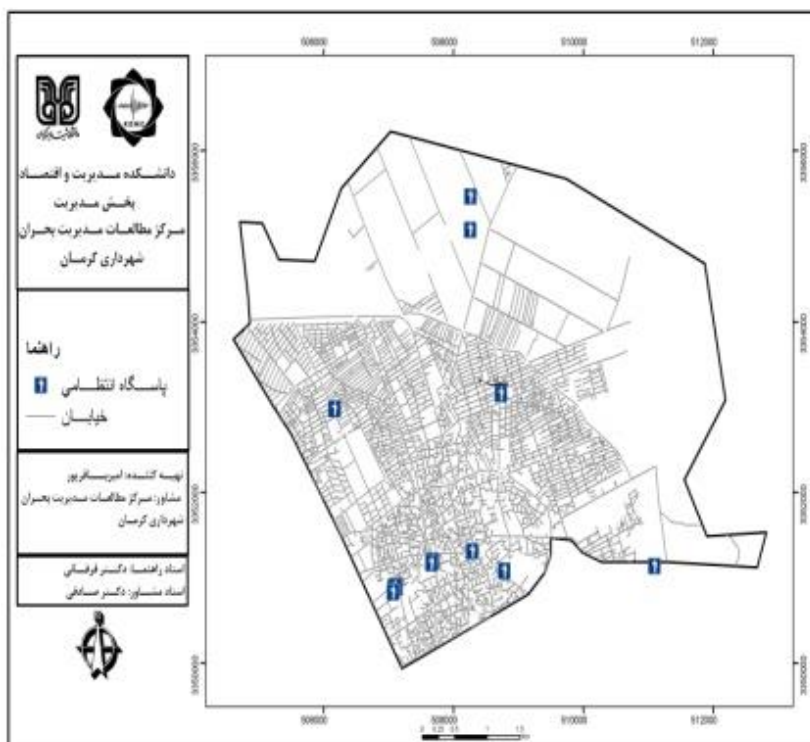


شکل شماره ۹: نقشه بافت فرسوده





شکل شماره ۱۰: نقشه محلات با تراکم زیاد

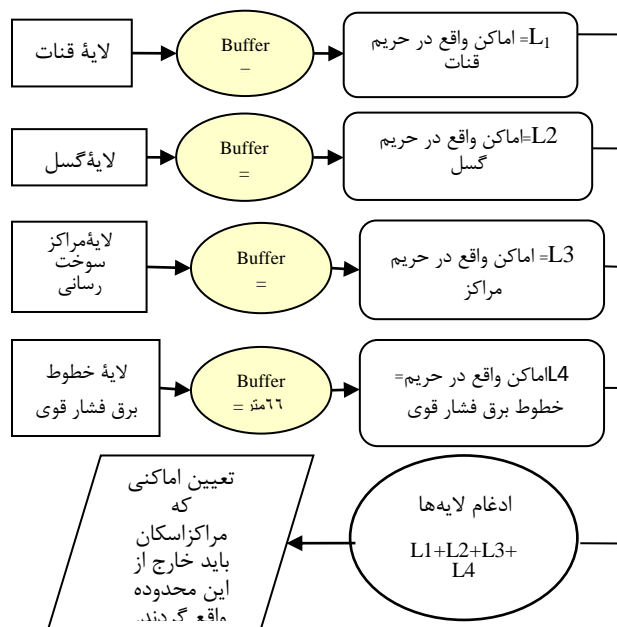


شکل شماره ۱۱: نقشه پراکندگی پاسگاه‌های نیروی انظمایی

مراحل ساخت مدل مکان‌یابی

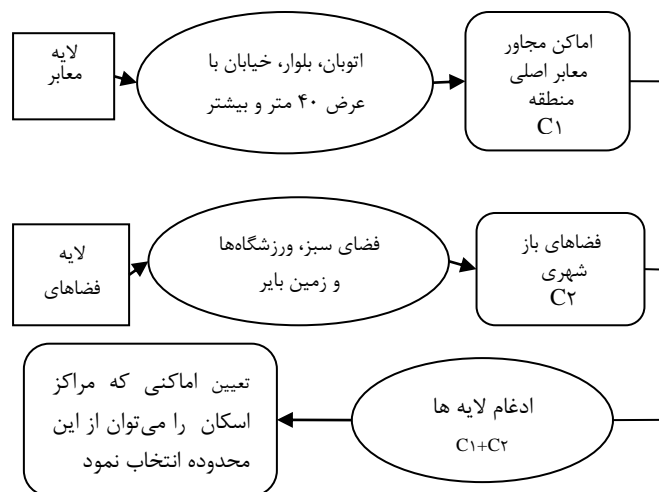
فصلنامه علمی - پژوهشی امداد و نجات، سال هفتم، شماره ۲، ۱۳۹۴

مرحله اول: تعیین اماکن نامناسب با استفاده از عوامل بازدارنده و محدودکننده



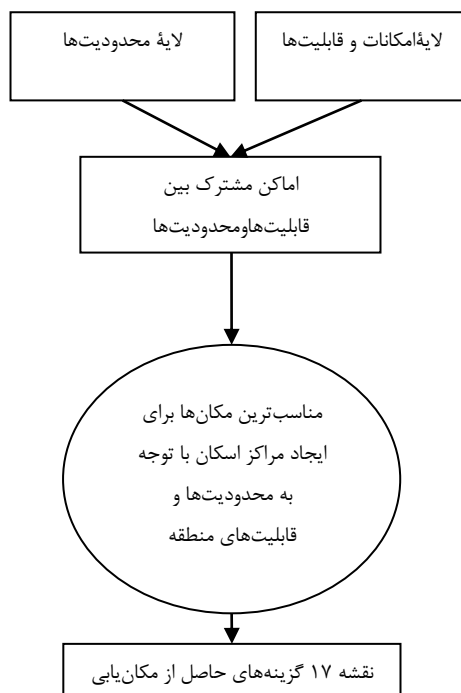
شکل شماره ۱۲: روند تعیین اماکن نامناسب و لایه با ارزش صفر (منبع: نگارنده)

مرحله دوم: تعیین اماکن مناسب با استفاده از امکانات منطقه



شکل شماره ۱۳: روند تعیین اماکن مناسب و لایه با ارزشیک (منبع: نگارنده)

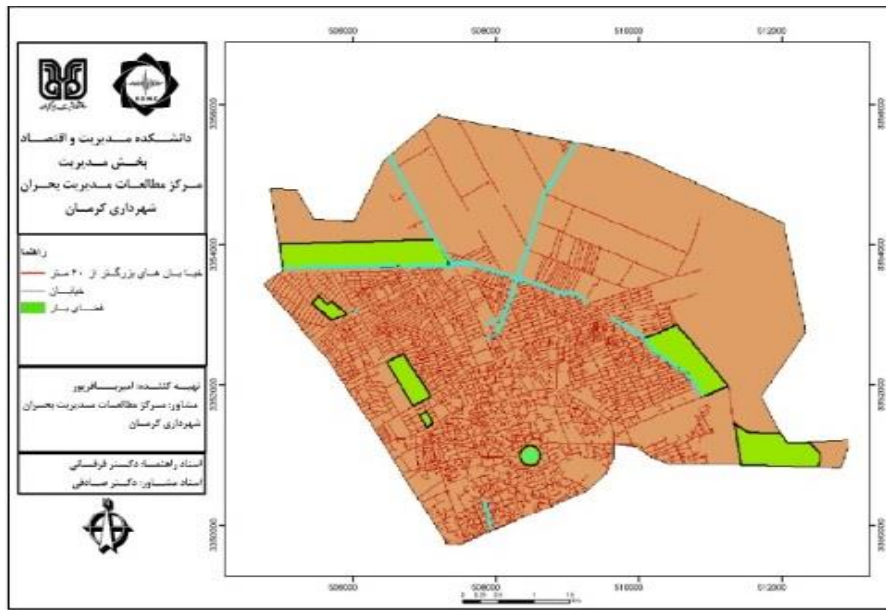
مرحله سوم: تعیین مناسب‌ترین مراکز با در نظر گرفتن امکانات و محدودیت‌های منطقه



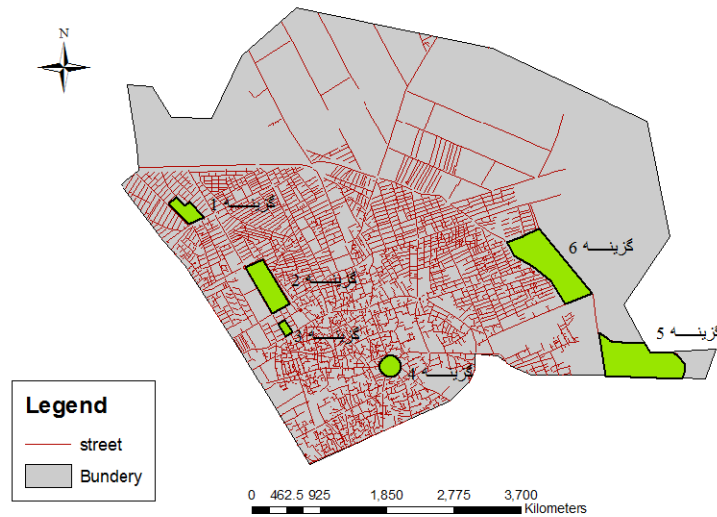
شکل شماره ۱۴: روند ترکیب لایه امکانات و محدودیت‌ها و انتخاب گزینه‌ها از نرم‌افزار (منبع: نگارنده)



شکل شماره ۱۵: نقشه محدودیت‌ها و حریم آنها



شکل شماره ۱۶: نقشه امکانات منطقه



شکل شماره ۱۷: نقشه فضاهای مناسب برای اسکان

### گزینه‌های حاصل از مدل سازی

جدول شماره ۱: مکان‌های به دست آمده از تحلیل در GIS

شماره گزینه	نام کاربری	مساحت (مترمربع)	نوع بافت
گزینه ۱	پارک نماز و زمین ورزشی نزدیک آن	۲۸۵۰۰	فضای سبز و باز
گزینه ۲	پارک ملت و مصلی نزدیک آن	۱۲۵۲۰۰	فضای سبز و باز
گزینه ۳	پارک شورا	۳۰۰۰۰	فضای سبز
گزینه ۴	میدان مشتاق	۲۲۰۰۰	فضای باز
گزینه ۵	قسمتی از پارک جنگلی واقع در منطقه ۴	۴۳۰۰۰۰	فضای سبز و باز
گزینه ۶	فضای باز کنار بزرگراه امام رضا (ع)	۴۹۳۰۰۰	زمین بایر

### فرایند تحلیل سلسله مراتبی

باید داشته باشد. این معیار، چهار زیرمعیار دارد که این مشخصات را باید داشته باشند:

- وسعت سایت: هر چه محل استقرار مراکز اسکان وسیع تر باشد، قابلیت افزایش ظرفیت اسکان آن بیشتر خواهد بود؛
- موقعیت مکانی سایت در منطقه: بهتر است محل استقرار مراکز اسکان در قسمتی از منطقه انتخاب شود که به بیمارستان‌ها و مراکز درمانی، مراکز آتش‌نشانی و پاسگاه‌های نیروی انتظامی دسترسی داشته باشند؛

### سطوح سلسله مراتب

سلسله مراتب مورد استفاده در این ارزیابی شامل چهار سطح است که عبارتند از:

- ۱-هدف: مکان‌یابی مناسب‌ترین مرکز اسکان موقت؛
- ۲-معیارها: سهولت اجرای طرح، مشخصات کالبدی بافت شهری، تراکم جمعیتی، مشخصات کالبدی سایت، ویژگی‌های زمین‌شناختی؛
- ۳-زیرمعیارها: فرسودگی بافت، تراکم ساختمانی، وسعت سایت، موقعیت سایت نسبت به مراکز درمانی و بیمارستان، آتش‌نشانی، پاسگاه‌های نیروی انتظامی، دوری از گسل، عمق آب‌های زیرزمینی، و شیب زمین؛
- ۴-گزینه‌ها.

### بررسی ناسازگاری در قضاوت‌ها

تقریباً تمام محاسبات مربوط به AHP براساس قضاوت اولیه تصمیم‌گیرنده که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد. هرگونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه‌ها و شاخص‌ها، نتیجه‌نهایی

معیارهایی که برای ارزیابی و مشخص کردن مناسب‌ترین سایت برای استقرار مراکز اسکان موقت در این پژوهش استفاده خواهد شد و همچنین دلایل انتخاب این معیارها به این قرار است:

- سهولت اجرای طرح: منظور از سهولت، تغییر کاربری سایت‌های یاد شده به مراکز اسکان می‌باشد. واضح است که سهولت تملک این مکان‌ها و تغییر کاربری آنها به مراکز اسکان به یک اندازه نیست؛

- مشخصات کالبدی بافت شهری: منظور مشخصات بافت اطراف هر کدام از این سایت‌هاست. معیار مشخصات کالبدی بافت شهر شامل ۲ زیرمعیار از جمله فرسودگی بافت و تراکم ساختمانی است. با توجه به اینکه هر جا فرسودگی و تراکم ساختمانی بیشتر باشد، آسیب‌پذیری در برابر زلزله بیشتر خواهد بود. بنابراین بهتر است مکانی انتخاب کرد که بافت اطراف آن از فرسودگی و تراکم ساختمانی بالاتری برخوردار باشد یا به آن مراکز نزدیکتر باشد؛

- ویژگی‌های زمین‌شناختی: بهتر است مراکز اسکان در مکان‌هایی مستقر شوند که تا حد امکان از گسل‌ها فاصله بیشتری داشته باشند تا افراد از پس‌لرزه‌های ناشی از زلزله در امان باشند و عمق آب‌های زیر زمینی در سایت انتخابی بیشتر باشد.

- تراکم جمعیتی: بهتر است مراکز اسکان در محلی مستقر گردد که تراکم جمعیتی بافت اطراف آن بیشتر باشد. زیرا تراکم جمعیتی با آسیب‌پذیری در زلزله رابطه مستقیم دارد؛

- مشخصات کالبدی سایت: منظور ویژگی‌های فیزیکی خاصی است که محل استقرار مراکز اسکان

- نرخ ناسازگاری گزینه‌ها برای معیار تراکم جمعیتی (D) ۰/۰۴ است؛
  - نرخ ناسازگاری گزینه‌ها برای معیار آب‌های زیرزمینی (G) ۰/۰۴ است؛
  - نرخ ناسازگاری گزینه‌ها برای معیار دوری از گسل (F) ۰/۰۳ است.
- با توجه به محاسبات، نرخ‌های ناسازگاری کوچکتر از ۰/۱ است که این نشان دهنده سازگار بودن مقایسات دودویی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌هاست.

### تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها

برای تعیین ضریب اهمیت (وزن) معیارها و زیرمعیارها، آنها دو به دو با هم مقایسه می‌شوند. سپس این ضرایب اهمیت در ماتریس دودویی معیارها قرار می‌گیرد. داده‌های به دست آمده از ماتریس مقایسات زوجی برای هر سطح و نیز برای هر گروه زیرمعیار مربوط به معیار سطوح بالا به کمک نرم‌افزار ExpertChoice تجزیه و تحلیل می‌شود تا وزن معیارها و زیر معیارها مشخص شود. این وزن‌ها در شکل شماره ۱۹ آورده شده است.

### تعیین ضرایب اهمیت گزینه‌ها

پس از محاسبات انجام شده مربوط به معیارها و زیرمعیارها، گزینه‌ها باید دو به دو با هم مقایسه شوند. در ماتریس ارزیابی، ارزش هر یک از گزینه‌ها در ارتباط با معیارها و زیر معیارها که کمی و کیفی هستند، محاسبه می‌شود و این نشان دهنده مزیت دیگر فرایند تحلیل سلسله مراتبی است که با ترکیبی از معیارهای کمی و کیفی سروکار دارد. داده‌های به دست آمده از ماتریس مقایسات زوجی برای گزینه‌ها به کمک نرم‌افزار Expert Choice تجزیه و تحلیل می‌شود تا وزن گزینه‌ها نسبت به معیارها و

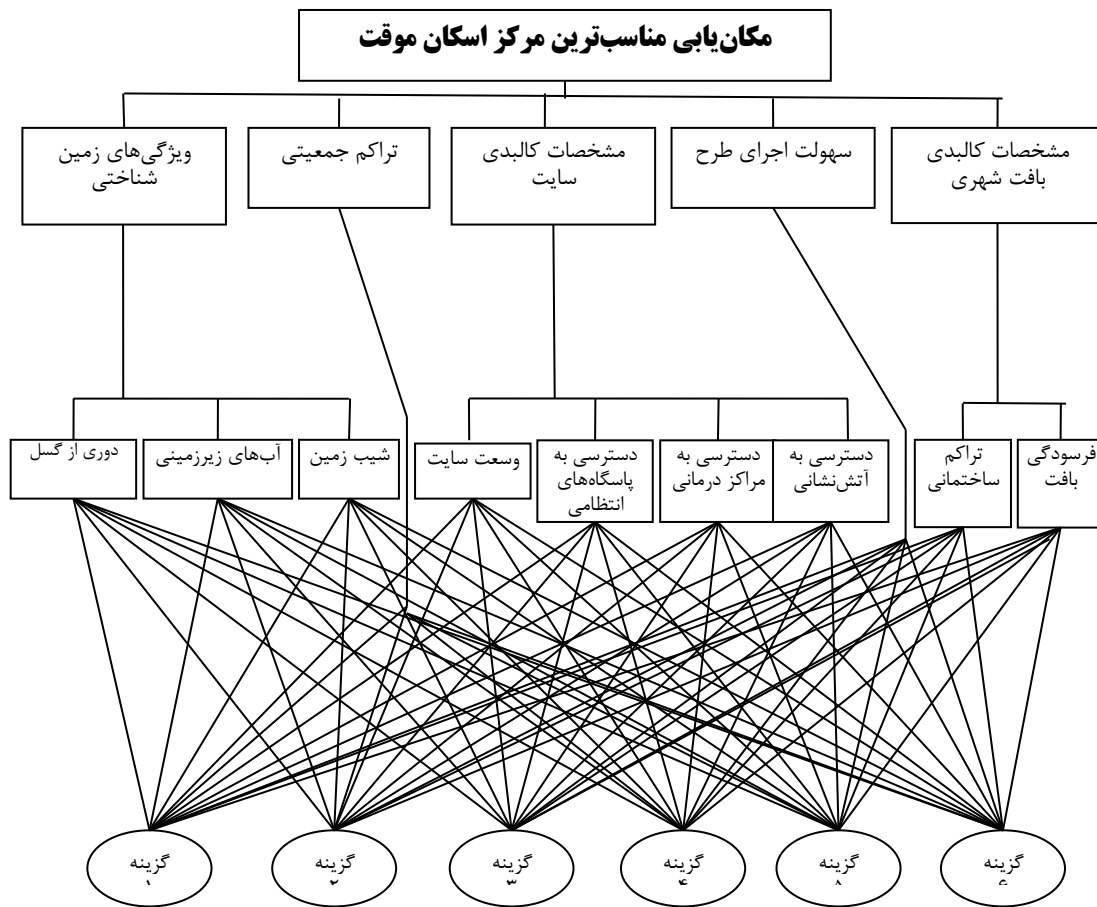
حاصل از محاسبات را مخدوش می‌سازد. به عبارت دیگر، اهمیت AHP علاوه بر ترکیب سطوح مختلف سلسله مراتب تصمیم و در نظر گرفتن عوامل متعدد در محاسبه نرخ ناسازگاری است. در واقع نرخ ناسازگاری، ساز و کاری است که سازگاری مقایسات را مشخص می‌کند و نشان می‌دهد که تا چه اندازه می‌توان به اولویت‌های جداول اعتماد کرد. بر اساس تجربه، اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ باشد، می‌توان سازگاری مقایسات را پذیرفت. در این پژوهش برای تعیین نرخ ناسازگاری از نرم‌افزار ExpertChoice استفاده شده است. طبق ماتریس دودویی معیارها و زیرمعیارها، این نرخ‌های ناسازگاری حاصل شد:

- نرخ ناسازگاری برای معیارها ۰/۰۷ است؛
- نرخ ناسازگاری برای زیرمعیارهای ویژگی‌های زمین شناخت (E) ۰/۰۴ است؛
- نرخ ناسازگاری برای زیرمعیارها مشخصات کالبدی سایت (C) ۰/۰۲ است؛
- نرخ ناسازگاری برای زیرمعیارها مشخصات کالبدی بافت شهری (B) صفر است؛
- نرخ ناسازگاری گزینه‌ها برای معیار سهولت اجرای طرح (A) ۰/۰۱ است؛
- نرخ ناسازگاری گزینه‌ها برای معیار تراکم ساختمانی (M) ۰/۰۲ است؛
- نرخ ناسازگاری گزینه‌ها برای معیار فرسودگی بافت (N) ۰/۰۵ است؛
- نرخ ناسازگاری گزینه‌ها برای معیار دسترسی به ایستگاه آتش‌نشانی (L) ۰/۰۵ است؛
- نرخ ناسازگاری گزینه‌ها برای معیار دسترسی به مراکز درمانی (K) ۰/۰۳ است؛
- نرخ ناسازگاری گزینه‌ها برای معیار دسترسی به مراکز انتظامی (J) ۰/۰۳ است؛
- نرخ ناسازگاری گزینه‌ها برای معیار وسعت سایت (I) ۰/۰۵ است؛

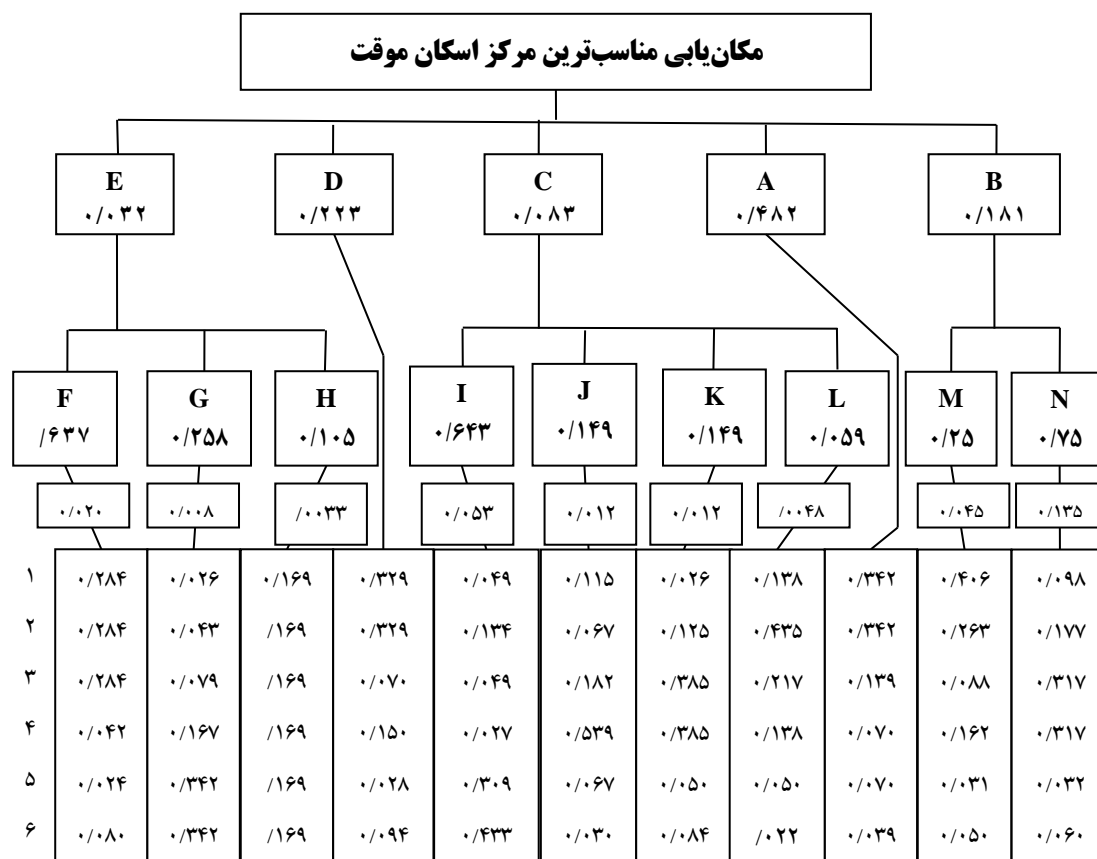
در این قسمت با تلفیق و ترکیب امتیازات معیارها و همچنین گزینه‌هایی که از ماتریس‌های مقایسات دودویی حاصل شدند، امتیاز نهایی هر گزینه به دست می‌آید. برای این منظور از اصل ترکیب سلسله مراتبی ساعتی استفاده می‌شود که با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله مراتبی منجر به «بردار اولویت» می‌شود. وزن نهایی هر گزینه از مجموعه حاصل ضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه‌ها به دست می‌آید. (۱۳)

زیر معیارها مشخص شود. در بین معیارها و زیرمعیارها فقط شیب زمین (H) برای تمام گزینه‌ها دارای وزن یکسان است. با توجه به نقشه توپوگرافی شهر کرمان و جداسازی منطقه ۴ از این نقشه، مشاهده می‌کنیم که منطقه ۴، شیبی نرمال بین صفر تا ۱۰ دارد و گزینه‌های انتخابی وزن یکسانی برابر با ۰/۱۶۹ دارند.

تعیین امتیاز نهایی (اولویت) گزینه‌ها



شکل ۱۸: ساختار سلسله مراتبی مکان‌یابی مراکز اسکان موقت (منبع: نگارنده)



شکل شماره ۱۹: ضرایب اهمیت معیارها، زیرمعیارها، گزینه‌ها در ساختار سلسله مراتبی

$$g_{ij} = \sum_{k=1}^n W_k \sum_{i=1}^m W_i (g_{ij})$$

$W_k$ : ضریب اهمیت معیار K

$W_i$ : ضریب اهمیت معیار i

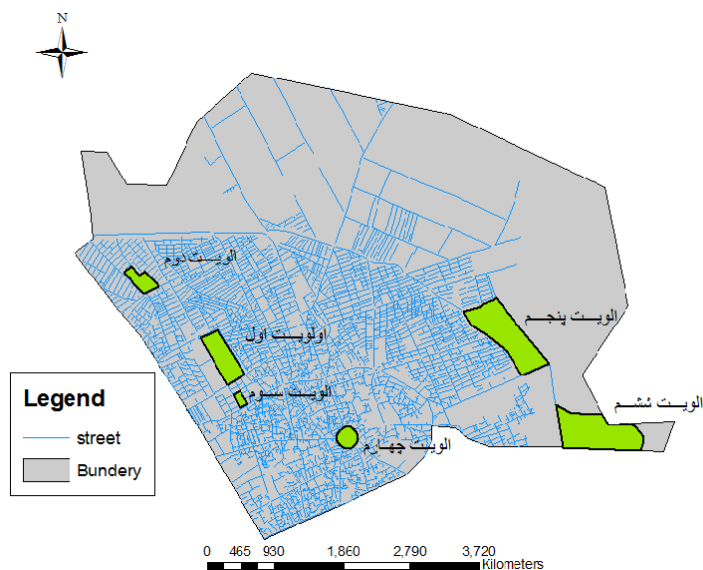
$g_{ij}$ : امتیاز گزینه j در ارتباط با زیرمعیار i

$$W_1 = 0.2811081 \quad W_3 = 0.1466753 \quad W_5 = 0.0684937$$

$$W_2 = 0.2920168 \quad W_4 = 0.1331901 \quad W_6 = 0.0794263$$

با توجه به نتایج مستخرج از شکل شماره ۱۹ مشاهده می‌شود، بهترین گزینه، گزینه شماره دو (پارک ملت و مصلی) خواهد بود و پس از آن به ترتیب گزینه شماره یک، سه، چهار، شش و پنج گزینه‌های بعدی خواهند بود.





شکل شماره ۲۰: نقشه نهایی براساس اولویت

### سؤالات تحقیق

این تحقیق شامل چهار سؤال اصلی می باشد که در زیر به آنها اشاره شده است:

۱- چه معیارهایی برای انتخاب مکان مناسب برای استقرار مراکز اسکان اضطراری و موقت، مهم هستند؟

۲- لزوم و اهمیت مدیریت و برنامه ریزی برای مراکز اسکان موقت در منطقه مورد مطالعه چیست؟

۳- چگونه می توان از GIS در اعمال شاخص های مکان یابی در منطقه مورد مطالعه سود برد؟

۴- چگونه می توان با تلفیق و ترکیب معیارها، سایت های مناسب را مکان یابی و از بین آنها مطلوب ترین را برگزید؟

با توجه به سؤال اول و اطلاعات جمع آوری شده از لایه های جغرافیایی و محدودیت این لایه ها، معیارهای دوری از گسل، قنات ها، خطوط فشار قوی و پمپ بنزین ها به عنوان محدودیت های منطقه و پارک ها، فضاهای باز و معابر با عرض بیشتر از ۴۰

متر به عنوان امکانات منطقه از مهم ترین معیارها و

فاکتورها در منطقه مورد مطالعه محسوب می شود.

این تحقیق با در نظر گرفتن سؤال دوم تحقیق به این نتیجه رسیده است که چون در منطقه ۴ شهرداری کرمان هیچ برنامه ریزی برای تعیین محل اسکان و انبارهای لازم برای نگهداری و ذخیره سازی لوازم ملزومات مورد نیاز آسیب دیدگان از زلزله صورت نگرفته است، لذا این تحقیق با تعیین این مراکز در گام نخست می تواند به عنوان نقطه شروع برنامه ریزی برای اسکان افراد آسیب دیده باشد.

در این تحقیق از سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان سیستمی برای اعمال شاخص های مکان یابی و تجزیه و تحلیل مکانی استفاده شده است. برای مکان یابی با GIS مدل های مختلفی وجود دارد که استفاده از این مدل ها به نوع محل مد نظر محقق بستگی دارد. لذا در این تحقیق از مدل بولین به دلیل سیستم ارزش گذاری آن استفاده شده است که مدل مناسبی برای مکان یابی مراکز اسکان اضطراری و

**امدادرسانی و موارد دیگری است که از حساسیت**

خاصی برخوردارند.

در انتها برای تحلیل سئوال چهارم تحقیق، یافتن مناسب‌ترین سایت از میان سایت‌های استتاجی از مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. در این مدل با توجه به فاکتورهای مختلفی همچون ویژگی‌های زمین‌شناختی، تراکم جمعیتی، مشخصات کالبدی سایت، سهولت اجرای طرح و مشخصات کالبدی بافت شهری و تجزیه هر کدام به زیرمعیارها و با توجه به وزن‌دهی هر کدام از این معیارها و زیرمعیارها، مناسب‌ترین سایت انتخاب شده است.

**پیشنهادات**

می‌توان به طور خلاصه پیشنهادهای زیر را ارائه کرد:  
۱-اطلاعات و لایه‌های جغرافیایی مربوط به شهر کرمان باید در مرکز مدیریت بحران شهرداری یا استانداری جمع‌آوری شود تا در صورت بروز بحران، بتوان از آنها استفاده کرد؛

۲- مرکز مدیریت بحران با همکاری هلال‌احمر باید محل‌های مناسب را برای اسکان آسیب‌دیدگان زلزله از قبل مشخص کنند و تمهیدات لازم را در مورد لوازم و ملزومات مورد نیاز آسیب‌دیدگان به مدت حداقل یک ماه در محل مناسب نزدیک این مراکز انبار کنند؛

۳- هلال‌احمر باید برنامه‌ریزی‌های لازم برای اسکان آسیب‌دیدگان منطقه را قبلاً انجام دهد و آمادگی‌های لازم را برای مقابله با بحران‌هایی همچون زلزله داشته باشد؛

۴- هلال‌احمر باید راه‌های تخلیه و مسیرهای منتهی به مراکز اسکان اضطراری و موقت را در منطقه مشخص کند تا در صورت بروز زلزله، افراد بتوانند به راحتی به این مراکز دسترسی داشته باشند؛

۵- اسکان موقت نباید به عنوان مرحله‌ای مستقل تلقی شود، بلکه پیشنهاد می‌شود به عنوان بخشی از مرحله بازسازی دائم به حساب آید؛

۶- به منظور رعایت اصول فنی و صرفه‌جویی در هزینه‌ها و خوداری از فعالیت‌های تکراری مانند شناسایی خانوارها و نوع آسیب وارده به واحد آنها، بهتر است مسئولیت اسکان موقت و بازسازی بر عهده یک نهاد باشد؛

۷- با توجه به تجربیات قبلی اسکان اضطراری و موقت، پیشنهاد می‌شود تا حد امکان از جابه‌جایی آسیب‌دیدگان و خارج کردن آنها از منطقه و برپایی اردوگاه‌ها در خارج از منطقه پرهیز شود.

۸- انجام این تحقیق در دیگر مناطق شهر کرمان یا دیگر مناطق کشورمان؛

۹- انجام این تحقیق با در نظر گرفتن تعداد بیشتر لایه‌های جغرافیایی؛

۱۰- لزوم توجه به مکان‌یابی مراکز امدادرسانی در شهرها با توجه به بالابودن آسیب‌پذیری شهرهای ایران در مقابل خطرات ناشی از زلزله؛

۱۱- لزوم توجه به مکان‌یابی مراکز پشتیبانی مدیریت بحران در شهرها با توجه به بالابودن آسیب‌پذیری شهرهای ایران در مقابل خطرات ناشی از زلزله.

## References

1. Abdolahi, M. (2004). *The crisis management in urban areas*, country's municipalities and village administrations publication, third edition (In Persian)
2. Alavi, A. (2008), *crisis management*, Kerman, first edition (In Persian)
3. Asadi Nazari, M.(2006), *planning and crediting of housing camps of earthquake survivor*, Tehran, second international conference on crisis management in natural disaster (In Persian)
4. Azizi, M. (2004), *The use of geographic information systems for analysis, spatial distribution and location of health network (Case Study: the city of Mahabad)*, master's thesis, Tabriz University, Faculty of Humanities and Social Sciences (In Persian)
5. Church, R.L. (2002). *Geographical information systems and location science*. Computers & Operations Research 29, Pp:541-562
6. Dasjerdi, Gh.(2000), *servicing center location at the urban using model GIS*, master's thesis, tarbiat modarrse university
7. Eranmanesh, F. (2006), *GIS in planning and locating population evacuated areas affected by the earthquake*, (Case Study in District 22 of Tehran), Second international conference on crisis management in natural disaster
8. Faraji, H.(2002), *locating commercial services using Analytical Hierarchy Process (AHP)*, geographical research, (51) (In Persian)
9. Ghoodsipoor, H. (2009). *Analysis of hierarchical decision making AHP*, Tehran Polytechnic publication, seventh edition (In Persian)
10. Givehchi, S. (2013), *Locating temporary housing after earthquake using GIS and AHP technique*. Case Study in District 6 of Shiraz, Urban and Regional Studies and Research, (17) (In Persian)
11. Hosseini, M.(2008), *crisis management*, Shahr publication, Tehran (In Persian)
12. Johnson, C. (2007). *Impacts of prefabricated temporary housing after disasters: 1999 earthquakes in Turkey*, Habitat International 31,Pp:36-52
13. Markopoulos, C.K., Butler. (2006). *Spatial ordered weighted averaging-incorporating spatially variable attitude toward risk in multi-criteria decision making*, Environmental modeling & Softwar, Pp: 69-84
14. Mehregan, M.R. (2004). *Advanced operational research*, firth edition, Tehran, books university publication(In Persian)
15. Mohammadi, A.(2004), *Site selection assistance centers (in earthquakes) using GIS and multi-criteria evaluation AHP*, master's thesis, Tehran University, Faculty of fine arts (In Persian)
16. Ngai, E.W.T, Chan, W.C, (2005).*Evaluation of knowledge management tools using AHP*, Expert system with applications,29,Pp:889-899
17. Nojavan, M.(2013), *Locating temporary housing using fuzzy algorithms Case Study: Tehran Municipality Region*, urban management publication, (31) (In Persian)
18. Parhizgar, A.(1997), *locating suitable model of urban centers with urban research models and GIS*, the ministry of science, Tarbiat Modarrse University, Faculty of Humanities Sciences (In Persian)
19. Pormohamadi, M.R.(2003), *land use planning*, Samt publication, Tehran (In Persian)
20. Saati, T.(2000), *Analysis of hierarchical decision making process*, translator(Alahyar), supreme national defense university publication
21. Tabatabai, Nasrin (2004), *Optimal location on compressed natural gas fuel stations (CNG) using the Geographic Information System (GIS) (case study: the city of Tabriz)*, master's thesis, Tabriz University, Faculty of Humanities and Social Sciences (In Persian)
22. Tehran disaster mitigation & management organization. (2007), *set objective, rules and laws of creation and operation the crisis management support center*, fourth edition
23. Tsai, C. Chen, C. Chiang ,W. & Lin, M. (2008). *Application of geographic information system to the allocation of disaster shelters via fuzzy models Engineering Computations*, International Journal for Computer-Aided Engineering and Software. Vol. 25, No.1. Pp. 86-100
24. UNDP. (2002). *An Overview of Disaster Management*. Training Modules, UN. Disaster Management Training Program. P:355

## Evaluation of effective factors in site selection of temporary housing after earthquake by using GIS and AHP technique

(case Study: Kerman District 4<sup>th</sup>)

**Mohammad Ali Forghani:** Assistant Professor, Faculty of Economics and Management, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

**Corresponding author: Samaneh Darbandi:** MA in executive management Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

**Email:** samaneh\_db@yahoo.com

**Received:**

**Accepted:**

### Abstract

**Background:** Earthquake is known as one of the most important issue in urban planning and crisis management in Iran. With average number of 43/1 earthquake per year, Iran ranks third in the world after China and Indonesia. Kerman as one of the major and strategic city of Iran is at risk of earthquakes despite seismic and active faults. However, Kerman 4th district has doubled the importance of planning for relief and rescue and housing due to distressed areas, fine city blocks and lack of buildings seismic strength in its most neighborhoods.

**Method:** With the aim of selecting housing centers, this research aimed to analyze Kerman's 4th District as a case study. Therefore, the map features and limiting factors are combined by using GIS and developing criteria which is affected by natural and desired physical conditions in the mentioned area. Boolean logic model was used to select the housing centers.

**Conclusion:** The results showed that only six sites are suitable for housing; thus, the hierarchical analysis process (AHP) was used in order to select the most appropriate site. According to the effective measures of effectiveness and site performance, Mosalla of Kerman and sports ground close to has been determined as the best place for emergency and temporary housing.

**Keywords:** crisis management, site selection, temporary housing, GIS, AHP