ارزیابی مراکز درمانی– امدادی با استفاده از GIS

عبدالرضا کاظمی‌نیا[1]، حمید عزت‌آبادی[2]، محمد نجف طرقی[3]

۱. نویسندهٔ مسئول: مربی دانشکدهٔ مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سیرجان، سیرجان، ایران

Email:kazeminia@sirjantech.ac.ir

۲. مربی دانشکدهٔ مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سیرجان، سیرجان، ایران

۳. مربی دانشکدهٔ مهندسی عمران دانشگاه صنعتی سیرجان، سیرجان، ایران

دریافت: ۹۶/۶/۱ پذیرش: ۹۷/۵/۲۲

چکیده

مقدمه: توزیع غیرمتعادل مراکز درمانی–امدادی هر منطقه شهری در زمان بحران‌ها مشکلات زیادی را به همراه داشته و سبب هدر رفت منابع مادی و انسانی‌شده و همچنین مشکلات شهرنشینی شهروندان را به دنبال دارد. مهم ترین هدف این پژوهش ارزیابی توزیع فضایی مراکز امدادی–درمانی و مکان‌یابی ایجاد مراکز جدید به همراه طراحی شبکه هندسی معابر شهری برای تعیین نزدیک‌ترین مرکز و بهترین مسیر رسیدن به محل حادثه در شهر کرمان می‌باشد.

روش: در این تحقیق برای ارزیابی کیفی توزیع فضایی مراکز درمانی–امدادی از ماتریس‌های چهار گانه مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت و وابستگی با توجه به ماهیت مکانی معیارهای آنها، استفاده شده است. استخراج معیارهای ارزیابی مراکز درمانی–امدادی با روش دلفی انجام پذیرفت. این معیارها عبارتند از: معیارهای ماتریس مطلوبیت (مقاومت زمین)، معیارهای ماتریس سازگاری (۱– همجواری به کاربری‌های سازگار: پارک‌ها و فضای سبز، زمین‌های باز، مراکز مذهبی و فاصله از معابر اصلی، ۲– عدم همجواری با کاربری‌های ناسازگار: صنایع عمده انفجاری مانند پمپ گاز– بنزین و مراکز نظامی)، معیار ماتریس ظرفیت (تراکم جمعیتی) و معیار ماتریس وابستگی شامل فاصله از مراکز درمانی – امدادی موجود. هر کدام از این معیارها بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس رتبه‌بندی‌شده و سپس در محیط GIS مدلسازی و با به‌کاربردن توابع تحلیلی نقشهٔ مکان‌های مناسب ایجاد مراکز درمانی–امدادی شهر کرمان تهیه شد. در نهایت بعد از تعریف پایگاه دادهٔ زمین مرجع برای مسیرهای شهری، با طراحی شبکهٔ هندسی معابر و تعریف محدودیت‌های مورد نظر برای هر مسیر مانند طول مسیر و وجود چراغ راهنما، با به کار بردن تحلیل‌های شبکه در زمان موردنیاز، به راحتی بهترین مسیر رسیدن نزدیک‌ترین مرکز درمانی–امدادی به محل حادثه تعیین شده است.

یافته‌ها: تعداد مراکز درمانی–امدادی موجود در شهر کرمان کافی بود، اما از لحاظ استقرار مکانی (شعاع دسترسی) در وضعیت مناسبی قرار ندارند که با استفاده از تلفیق نقشه‌های حاصل از معیارهای ماتریس مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت و وابستگی، بهترین مکان برای احداث مراکز درمانی–امدادی مشخص شد.

نتیجه گیری: نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که مکان‌های بسیار مناسب احداث مراکز درمانی–امدادی به‌ترتیب در مناطق۲و۳ شهر کرمان واقع شده‌اند که در برنامه‌ریزی‌ها باید این مناطق در اولویت قرار گیرند. همچنین تعیین اهمیت نسبی

(وزن) معیارها به کمک فرایند سلسله مراتبی معکوس یا IHWP نشان داد، معیار ماتریس مطلوبیت بیشترین اهمیت را دارد و از بین معیارهای مطلوبیت معیار خطر حرکت‌های دامنه‌ای از کمترین اهمیت در تعیین مکان‌های جدید مراکز درمانی- امدادی برخوردارست.

کلمات کلیدی: بهترین مسیر، کرمان، تحلیل سلسله مراتبی معکوس، مراکز درمانی-امدادی.

مقدمه

در عصر حاضر سلامت جامعه مورد توجه مدیران جامعه و به طور کلی جامعه ی بشری قراردارد. این امر ضمن آن که در بردارنده امتیازهای زیادی برای کشورها و جوامع محسوب می‌شود، در نظم دادن علمی‌سازمان‌ها و فعالیت‌های درمانی-امدادی و گسترش مدیریت نظام‌های بهداشتی و درمانی به نحو چشمگیری مؤثر بوده است. [۱]

یکی از مهم‌ترین نهادهایی که می‌تواند بر سلامت جامعه در عصر کنونی مؤثر باشد مراکز درمانی- امدادی می‌باشند. این مراکز از این جهت اهمیت دارد که بخش عظیمی‌از منابع را مورد استفاده قرار می‌دهند و در مقابل مسئولیت تأمین، حفظ و ارتقای سلامت افراد جامعه را برعهده دارند. [۲]

همچنین خدمات درمانی- امدادی امروزه به عنوان یکی از زیرساخت‌های شهری برای توسعهٔ نواحی شهری مطرح بوده و هدف از آن، بالابردن سطح سلامت، افزایش نیروی فعالیت افراد و نجات به موقع آنها از حوادث مختلف است. [۳]

ازدیاد جمعیت نواحی شهری، تقاضا برای ایجاد مراکز درمانی-امدادی جدید را بالا برده و باید توجه داشت که ایجاد مراکز خدماتی جدید، مستلزم صرف هزینه‌های زیادی بوده و تعیین مکان بهینه این مراکز به نحوی که همه شهروندان از آن بهره‌مند شوند، ضروری می‌باشد. برای ایجاد مراکز درمانی- امدادی باید عوامل محیطی متعددی مانند جمعیت، فاصله از مراکز درمانی- امدادی موجود، محدودیت‌های اقتصادی، شرایط گذرا و ناسازگاری‌های اجتماعی را در نظر گرفت. [۴]

از طرفی ارزیابی و در نتیجه، مکان‌یابی کاربری‌های درمانی-امدادی در نقاط شهری، باید به صورتی باشد که همگان براحتی به آنها دسترسی داشته باشند. [۵]

هزینه‌های سفر، هزینه پرداختی و نبودن موانع فیزیکی برای رسیدن ساکنان شهرها به مراکز درمانی-امدادی در مدت زمان مشخص (حداکثر یک ساعت پیاده‌روی) از عوامل مؤثر در دسترسی به این مراکز می‌باشند. [۶]

چنانچه ایجاد مراکز درمانی-امدادی بدون توجه به تأثیر روابط متقابل کاربری‌ها صورت گیرد ممکن است نه فقط از مشکلات موجود نکاهد، بلکه خود سبب مشکلات عدیده و مسایل حل نشدنی دیگری نیز شود. [۷]

یکی از اهداف اساسی در بخش سلامت هر کشور، تسهیل دسترسی افراد به خدمات بهداشتی درمانی است به نحوی که همه اقشار جامعه بتوانند از این خدمات بهره گیرند. [۸]

ارزیابی مراکز درمانی- امدادی، 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 می‌باشد. [۹]

ارزیابی مراکز درمانی- امدادی توسط محققین با دیدگاه‌های متنوع و گسترده و با تکنیک‌های متعددی بررسی شده است. [۱۰]

مراکز درمانی-امدادی از جمله مراکزی هستند که در مواقع حادثه نقش به‌سزایی در کاهش آسیب‌ها دارند. بنابراین قرارگرفتن مکان آنها در جاهای مناسب ضروری است و باید با مطالعه انجام شود. ازاین‌رو بهره‌گیری GIS در مدیریت امور سلامت هم‌چون فراهم کردن دسترسی مناسب برای گیرندگان خدمات بهداشتی-امدادی و ایجاد واحدهای جدید ضمن کاربرد فراوان اهمیت ویژه‌ای دارد. [۱۱]

شهر کرمان هم به‌عنوان یک شهر فرا ناحیه‌ای با جمعیتی در حدود پانصد هزار نفر و بزرگترین شهر در جنوب‌شرق کشور، از نظر مراکز درمانی-امدادی دچار نارسایی‌هایی بوده و توزیع این مراکز نیز به صورت عادلانه صورت نگرفته است. بر این اساس، توجه به ارزیابی مراکز امدادی و احداث این مراکز در مکان‌های مناسب برای کاهش آسیب‌های ممکن، از ضروریات مدیریت شهر کرمان است. بنابراین در این تحقیق سعی شده ابتدا به ارزیابی مراکز درمانی- امدادی منطقه مورد مطالعه با هدف تعیین مکان‌های مناسب احداث این مراکز با توجه به معیارهای ارزیابی کیفی ماتریس‌های چهارگانه یعنی مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت و وابستگی پرداخته و سپس با طراحی شبکهٔ هندسی معابر، مسیرهای بهینه دسترسی به مراکز درمانی-امدادی نیز تعیین شود.

پیشینهٔ تحقیق

گرچه ارائه خدمات درمانی-امدادی در شهرها سابقه طولانی دارد، لیکن در زمینه ارزیابی و مکان‌یابی این مراکز سابقه زیادی وجود ندارد و مطالعهٔ نظامند اینگونه مطالعات به دههٔ هفتاد میلادی باز می‌گردد. در بین منابع خارجی، ابتدا ایدهٔ ارزیابی و مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی توسط شخصی به نام مای هیو عضو کالجی در لندن به انجام رسید که کار اصلی ایشان توسعه یک مدل فضایی برای پیش بینی جریان مراجعه بیماران به مراکز درمانی بود. [۱۲]

لاوسون و همکاران (۲۰۱۳) سطح دسترسی به مراکز درمانی-امدادی مصدومان ناشی از تصادف را با استفاده از GIS مطالعه کردند. [۱۳]

یونال و اسلو (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای با عنوان ارزیابی دسترس‌پذیربودن مراکز امدادی با استفاده از GIS، پارامترهایی مانند فاصله از مراکز درمانی، فاصله از خطوط گسل، تراکم جمعیت، فاصله از فضاهای باز شهری را اساس مطالعه خود قرار دادند. [۱۴]

آسما و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط GIS به ارزیابی پراکنش و مراکز درمانی-امدادی در کشور مصر پرداختند. [۱۵]

خاکپور و همکاران (۱۳۹۲)، مکان‌یابی مراکز درمانی شهر نورآباد را با استفاده از AHP-GIS ارزیابی کردند. آنها همچنین در تحقیق خود بهترین مسیر رسیدن مرکز هر محله به مراکز درمانی را هم تعیین کردند. [۱۶]

وارثی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی مکان‌گزینی مراکز درمانی نجف‌آباد با استفاده از AHP-GIS به این نتیجه رسیدند که نحوهٔ توزیع مراکز درمانی

نقش مؤثری در جابجایی فضایی جمعیت و تغییرات جمعیتی دارد. [۱۷]

احدنژاد و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود با عنوان «مکان‌یابی بهینه مراکز درمانی شهری با استفاده از GIS» محدوده‌های مناسب استقرار مراکز درمانی را در منطقه یازده شهر تهران بررسی کردند. [۱۸]

نصیری‌پور و همکاران (۱۳۹۳) تحلیل پراکنش فضایی مراکز درمانی شهرکرد را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی ارزیابی کرده و نشان دادند که توزیع غیرمنطقی و محدوده‌بندی نامتناسب واحدهای درمانی به کاهش سطح دسترسی مطلوب منجر می‌شود. [۱۹]

در این خصوص، در تحقیق پیش‌رو نسبت به مطالعات پیشین، مکان‌های مناسب ایجاد مراکز درمانی-امدادی را براساس معیارهای جدید ارزیابی کیفی ماتریس‌های چهارگانه شامل ماتریس مطلوبیت مانند مقاومت زمین، ماتریس سازگاری مانند همجواری با کاربری‌های فضای سبز، فضای باز و مراکز مذهبی، صنایع عمده آلوده کننده و انفجاری همچون پمپ گاز-بنزین و مراکز نظامی، معیارهای ماتریس ظرفیت مانند تراکم جمعیت و ماتریس وابستگی همچون فاصله از مراکز درمانی-امدادی موجود ارزیابی کرد و برای نخستین مرتبه برای وزن‌دهی این معیارها از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس که ترکیبی از روش سلسله مراتبی و فازی با دقت بالا استفاده شد. در این مطالعه نسبت به تحقیق‌های قبلی، شبکهٔ هندسی معابر شهر کرمان برای تعیین بهترین مسیر دستیابی امدادونجات به اولین مرکز درمانی-امدادی یا تعیین مناسب‌ترین مسیر رسیدن نزدیک‌ترین تیم درمانی-امدادی به محل حادثه طراحی شده است.

روش تحقیق

در این تحقیق با توجه به معیارهای تأثیرگذار بر مکان‌گزینی مراکز درمانی-امدادی، معیارهای مورد نظر براساس ارزیابی کیفی ماتریس‌های چهارگانه معیارهای ماتریس مطلوبیت، معیارهای ماتریس سازگاری یا همجواری با کاربری‌های سازگار و ناسازگار شهری، معیار ماتریس ظرفیت و معیار ماتریس وابستگی طبقه‌بندی شدند. سپس معیارهای انتخاب‌شده طبق روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس وزن‌دهی در محیط GIS نقشهٔ هر معیار تهیه و در نهایت با میانگین‌گیری هندسی نقشه‌ها، نقشهٔ نهایی مکان‌های مناسب پیشنهادی برای ایجاد مراکز در سطح شهر کرمان ارائه شد و با توجه به مراکز درمانی-امدادی موجود، مناطق کمبود مراکز فوق ارزیابی شد. همچنین برای خدمات‌رسانی و رسیدن سریع مصدومان به مراکز درمانی-امدادی در زمان حادثه یا پس از آن، بعد از تعریف پایگاه دادهٔ زمین مرجع برای مسیرهای شهری، شبکهٔ هندسی معابر منطقهٔ موردمطالعه نیز طراحی شد. (تصویر شمارهٔ ۱)

معیارهای ارزیابی و مکان‌گزینی مراکز درمانی-امدادی شهری

مکان‌یابی[1]: فرایند مکان‌یابی با استفاده از GIS، شامل یک سری مراحل معین و مشخصی بوده که برای دستیابی به نتایج قابل اطمینان، اجرای آنها اجتناب ناپذیر می‌باشد. مکان‌یابی به ارزیابی یک

[1] site selection

محیط فیزیکی که تأمین کننده شرایط و پشتیبانی از فعالیت‌های انسانی است می‌پردازد. هدف عمده 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، محیط‌زیست طبیعی، سازگاری و هماهنگی دارد. به‌طور کلی فرایند مکان‌یابی را می‌توان شامل مراحل شناخت، تهیه داده‌های مورد نیاز، تعیین پارامترهای تأثیرگذار، شناخت دقیق از محدودهٔ مطالعاتی، گردآوری و آماده‌سازی داده‌ها، تهیه نقشه، تلفیق نقشه‌ها و تهیه خروجی دانست. [۲۰]

معیارهای ماتریس مطلوبیت: در این ماتریس معیارهای مؤثر در مطلوب بودن یک فضای ایمن می‌شوند. در این ماتریس استقرار مراکز درمانی- امدادی با توجه به شرایط محیطی، شعاع دسترسی، انطباق با طرح‌های شهری، دسترسی‌ها، تأسیسات و تجهیزات شهری تجزیه و تحلیل می‌شوند تا از آنها به عنوان معیارهای تفصیلی برای تعیین مکان مناسب برای احداث مراکز درمانی- امدادی استفاده شود. معیارهای مقاومت زمین شامل روان‌گرایی، جنبش و حرکات دامنه‌ای زمین شهر کرمان به‌عنوان 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 مراکز درمانی-امدادی از سوی دیگر است. این ماتریس بیان می‌کند که کاربری‌های مجاور با مراکز درمانی-امدادی هماهنگ بود و مزاحمتی برای آنها به وجود نمی‌آورد. با توجه به این مطلب، معیارهایی که جزو ماتریس سازگاری در مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی در این تحقیق قرار گرفته‌اند از این قرارند:

الف) کاربری‌های سازگار مانند همجواری با پارک‌ها، فضای سبز، فضاهای باز، مراکز مذهبی و فاصله از معابر اصلی.

ب) کاربری‌های ناسازگار مانند فاصله از صنایع عمده آلوده کننده و انفجاری مانند پمپ‌گاز و بنزین و مراکز نظامی- انتظامی.

معیار ماتریس ظرفیت: ظرفیت مکانی، به عنوان یک عامل اساسی و تعیین کننده در موقعیت مراکز درمانی- امدادی به شمار می‌آید. این ماتریس بیان می‌کند که این مراکز 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 به‌عنوان معیار ماتریس ظرفیت استفاده شده است.

معیارهای ماتریس وابستگی: در مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی، کاربری‌ها می‌توانند به صورت زنجیره‌وار به هم وابسته باشند، اما این احتمال وجود دارد که در کنار هم قرار گرفتن آنها منجر به تحمل زیان‌های یکدیگر شود. در این ماتریس تأکید براین است که کاربری مراکز درمانی-امدادی با دیگر کاربری‌ها به شکل متناسب و زنجیروار به هم وابسته باشند. در این تحقیق فاصله از مراکز درمانی- امدادی موجود در منطقه به‌عنوان معیار ماتریس

وابستگی در نظر گرفته شده زیرا مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی وابستگی زیادی به همجواری به مراکز موجود دارند.

روش وزن‌دهی تحلیل سلسله مراتبی معکوس[1] (IHWP)

روش‌های وزن‌دهی متفاوت است که می‌توان روش‌های بولین، نسبتی، رتبه‌بندی، تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل سلسله مراتبی معکوس را نام برد. روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس ترکیبی از روش منطق فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی است. [۲۱]

پس از مشخص و طبقه‌بندی معیارهای مورد نظر با استفاده از روش دلفی، برای مشخص کردن وزن و طبقه‌بندی هر معیار که به طبقه‌بندی نقشهٔ لایه‌های آن در محیط GIS منتهی خواهد شد، از روش وزن‌دهی تحلیل سلسله مراتبی معکوس(IHWP) طبق مراحل زیر استفاده می‌گردد: [۲۲]

الف) تعیین ماتریس داده‌ها و اهمیت و رتبه آنها

ب) محاسبه امتیاز و تهیه نقشهٔ هریک از معیارها: در این مرحله هر معیار با توجه به رتبه معکوس به‌دست آمده طبق روابط ۱ و ۲ طبقه‌بندی می‌شود:

رابطهٔ (۱): $X = \frac{D}{N}$

رابطهٔ (۲): $J = D - (N - I) \times X$

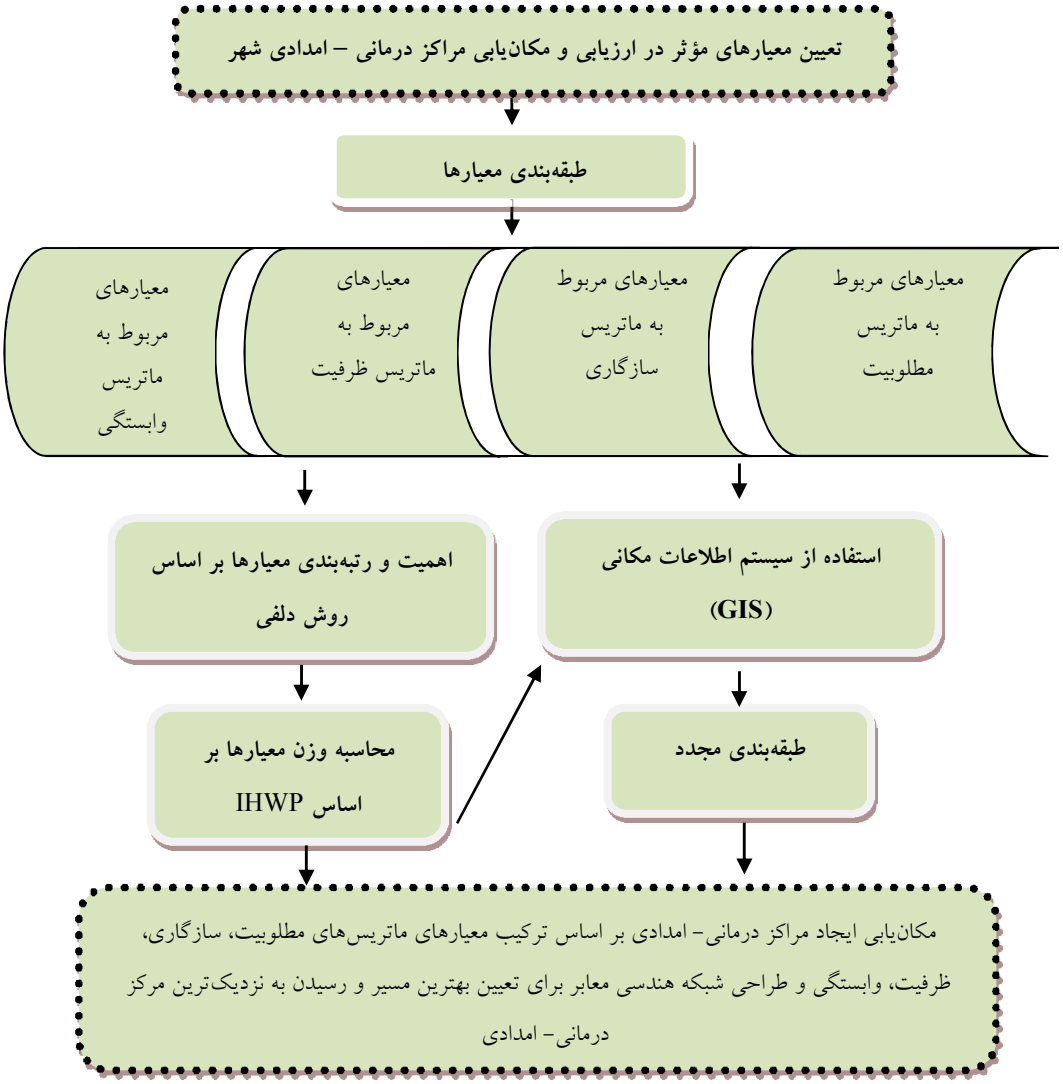
X: امتیاز اولیه هر معیار، D: امتیاز هر معیار بر اساس روش دلفی، N: تعداد طبقات هر شاخص،j : امتیاز به‌دست آمده برای طبقه‌بندی‌های هر معیار و i: رقم اختصاص داده شده برای طبقه‌بندی‌های مختلف هر معیار می‌باشد.

ج) تلفیق نقشه‌ها برای تعیین نقشهٔ نهایی: با انجام طبقه‌بندی برای هر معیار در هر لایه نقشه مطابق با منطق فازی نامناسب‌ترین مناطق عدد یک و مناسب‌ترین مناطق عدد صفر را کسب می‌کنند. در این میان شاخص‌های گسسته به شاخص‌های پیوسته تبدیل می‌شوند که این عمل با تغییر ساختار مدل داده‌ای از برداری به شبکه‌ای امکان‌پذیر می‌باشد. در این مرحله متناسب با معکوس رتبه کسب‌شده، وزن‌دهی به کلاس‌های هر لایه صورت می‌گیرد و در نهایت با میانگین‌گیری هندسی هریک از لایه‌های اطلاعاتی ایجاد شده نقشه‌ها تلفیق می‌گردند. بنابراین مراحل روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس برای وزن‌دهی معیارهای ماتریس‌های مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت و وابستگی در تحقیق حاض به این شرح انجام شده است:

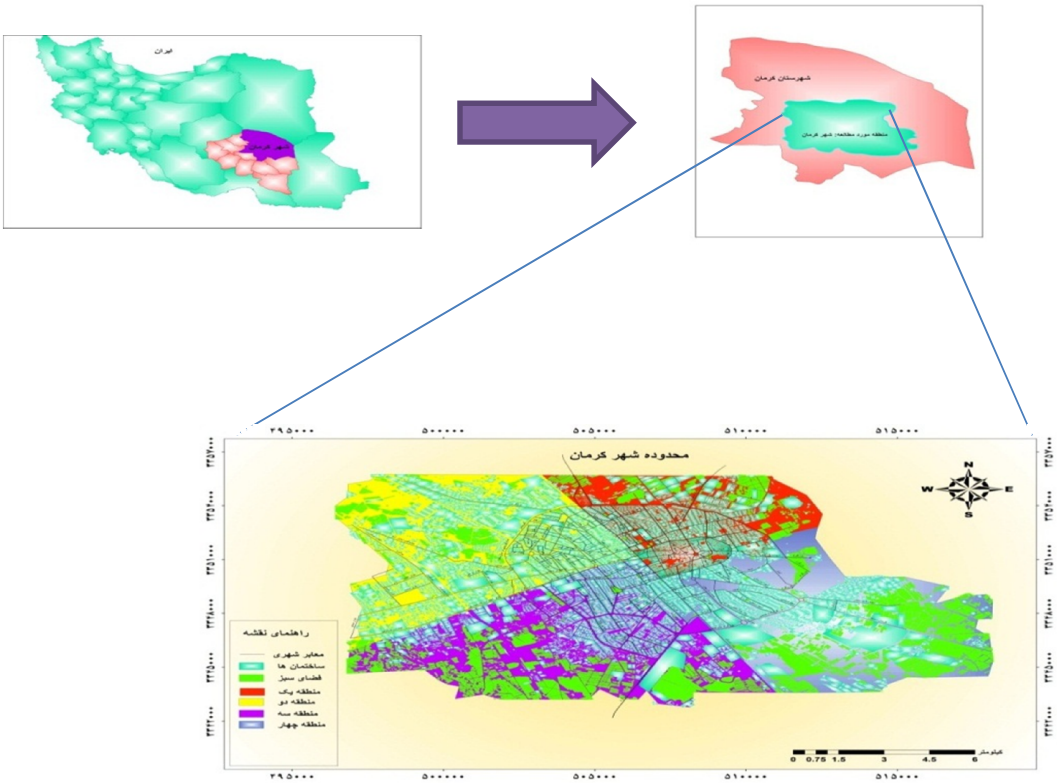
مرحلهٔ اول و دوم: تعیین ماتریس داده‌ها، اهمیت و رتبه آنها: مرحلهٔ اول تهیه نقشه‌های معیارهای مؤثر بر مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی منطقه مورد مطالعه است که این موضوع با استفاده از روش دلفی انجام می‌گیرد. بنابراین معیارها طبق جدول‌های ۳،۵،۶و۷ که در ادامه ارائه گردیده، تعیین و رتبه‌بندی شدند. بر این اساس با اهمیت ترین معیار از نظر اهمیت عدد ۳ و کم اهمیت‌ترین عدد ۱ را به خود اختصاص می‌دهد. در مرحلهٔ دوم، رتبه معکوس هر معیار برای مشخص‌کردن وزن هر لایه تعیین و سپس فرض‌های وزن‌دهی آنها مشخص شد. به عبارتی معکوس رتبه هر لایه به عنوان وزن آن در مدل IHWP درنظر گرفته می‌شود.

[1] inversion hierarchical weight process

مرحلهٔ سوم: محاسبه امتیاز و تهیه نقشهٔ هر یک از معیارها: در این مرحله هر معیار با توجه به رتبه معکوس کسب شده، با استفاده از روابط ۱و۲ طبقه‌بندی شدند. با انجام این طبقه‌بندی برای هر معیار در هر لایه مطابق منطق فازی نامناسب ترین مناطق، عدد ۱ و مناسب‌ترین مناطق، عدد صفر را کسب می‌نمایند. پس از تعیین وزن هر معیار و طبقه‌بندی آنها ، نقشهٔ وزن‌دار شده هر معیار نیز تهیه گردید که در ادامه ارائه شده است.



تصویر شمارهٔ ۱: نمودار فرایند انجام تحقیق



تصویر شمارهٔ ۲: موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول شمارهٔ ۱: داده‌های مورد استفاده در تحقیق

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

جدول شمارهٔ ۲: معیارهای مربوط ماتریس مطلوبیت در منطقهٔ 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 ۱۰درصد)
۲	خطر روان‌گرایی بر اساس عمق آب زیرزمینی و زمین ماسه‌ای	عمق بیشتراز ۱۰ متر
		عمق بین از ۵ تا ۱۰ متر
		عمق کمتر از ۵ متر
۳	جنبش زمین‌بر اساس بافت خاک و رسوبات	شن
		رس
		ماسه

یافته‌ها

الف-منطقه مورد مطالعه

شهر کرمان در دشتی نسبتا وسیع قرار گرفته که از نظر جمعیتی در رده شهرهای بالای پانصد هزار نفرکشور و از نظر ناحیه‌ای، به عنوان مهم‌ترین و بزرگترین شهر جنوب شرق، با عملکردی فرا منطقه‌ای، در محدوده‌ای با عرض در حدود جغرافیایی۳۰ درجه و طول جغرافیایی ۵۷ درجه شمالی واقع شده و با ارتفاع ۱۷۰۰تا ۱۸۰۰متر از سطح دریا قرار گرفته است. شهر کرمان قدمت طولانی دارد و از نظر تقسیمات شهرداری دارای چهار منطقه شهری است. (تصویر شمارهٔ۲)

ب- داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق مطابق جدول شمارهٔ ۱، از نقشه‌های شهری با مقیاس ۱/۲۰۰۰ که با روش نقشه‌برداری هوایی(فتوگرامتری) همراه با نقشه‌برداری زمینی تهیه شده اند، استفاده گردیده است.

پ- تهیه نقشهٔ مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی با استفاده از معیارهای مطلوبیت

با توجه به اینکه مکان در نظر گرفته شده برای مراکز درمانی-امدادی بایست 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 آتی سبب شد که در مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی شهر کرمان معیار ویژگی‌های مقاومت زمین به‌عنوان معیار ماتریس مطلوبیت انتخاب شود. (جدول شمارهٔ۲)

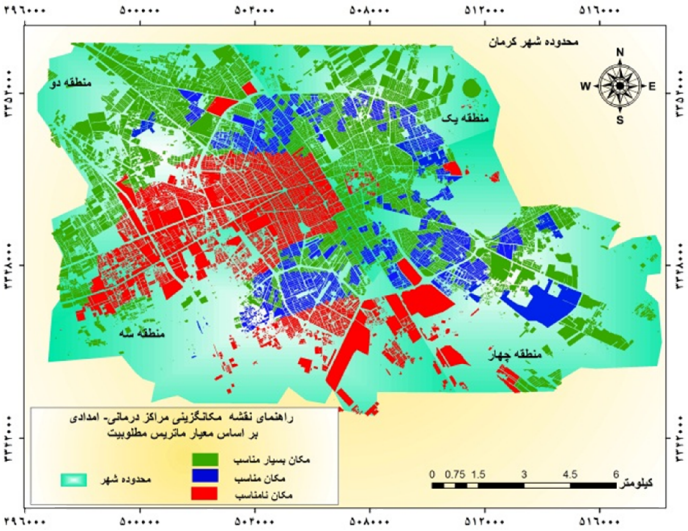
در تحقیق پیشرو معیارهای مربوط به مقاومت زمین، شامل روان‌گرایی، جنبش و حرکت‌های دامنه ای زمین می‌باشند. خطر روان‌گرایی زمین اراضی، رابطه مستقیمی‌با سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی و رسوبات سست ماسه‌ای دارد. هم اکنون یکی از مشکلاتی که شهر کرمان با آن مواجه شده، بالاآمدن سطح آب‌های زیر زمینی بعلت ورود فاضلاب شهری است و نواحی از آن، مخصوصا بافت قدیمی‌شهر دارای این معضل می‌باشد. هر چه عمق آب زیرزمینی کم و رسوبات سست‌تر باشند روان‌گرایی خاک اراضی براحتی رخ داده و زمین آن ناحیه سست‌تر می‌باشد. در این تحقیق برای تهیه نقشهٔ خطر روان‌گرایی زمین، از نقشهٔ سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی سازمان آب منطقه ای استان کرمان و نقشهٔ زمین شناسی منطقه (نقشهٔ بافت رسوبات سطحی) استفاده شده است. برای تعیین معیار جنبش زمین در هر منطقه می‌توان از تلفیق یافته‌های مطالعات میکروترمورها و طبقه‌بندی بر پایه اطلاعات گمانه‌ها استفاده کرد و نقشهٔ جنبش زمین را تهیه کرد. میکروترمورها لرزش‌های بسیار ضعیف دائمی زمین هستند که در اثر عوامل مختلفی مانند حرکت ترافیک، وزش باد و غیره ایجاد می‌شوند. [۲۳]

رسوبات زمین بخش‌های مشخصی از طیف میکروترمورها را تقویت می‌کنند که تابع ویژگی‌های دینامیکی رسوب است. بر این اساس در تحقیق حاضر، نقشهٔ جنبش زمین در منطقه مورد مطالعه تهیه شده است. یکی از جنبه‌های رایج آسیب لرزه‌ای و سستی زمین اراضی، خطر حرکت‌های دامنه ای 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 دامنه ای دارد. هرچه شیب کمتر باشد خطر حرکت‌های دامنه ای زمین و آسیب ناشی از آن کمتر خواهد بود. بنابراین در این تحقیق برای تهیه نقشهٔ مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی بر اساس حرکت‌های دامنه ای زمین، ابتدا، اقدام به تهیه نقشهٔ 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 ArcGIS10.2 نقشهٔ شیب شهر کرمان آماده شد. بعد از تهیه نقشهٔ شیب با توجه به این که هر چه شیب کمتر باشد حرکت‌های دامنه ای زمین کمتر می‌شود اقدام به تهیه نقشهٔ این معیار در منطقه مورد مطالعه شد. پس از تعیین معیارهای مطلوبیت و رتبه‌بندی آنها بر اساس اهمیت مطابق روش دلفی، برای تهیه نقشهٔ نهایی مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی بر اساس معیارهای ماتریس مطلوبیت هر کدام از نقشه‌های مورد نظر مطابق روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس یا IHWP وزن‌دهی (جدول شمارهٔ۳) و در نهایت تلفیق شدند. (تصویر شمارهٔ ۳)

جدول شمارهٔ ۳: رتبه و طبقه‌بندی معیارها ی ماتریس مطلوبیت برای تعیین مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی شهر کرمان

معیار	رتبه بر اساس دلفی	معکوس رتبه	تعداد طبقات	دامنه طبقات متغیرها	وزن طبقات در روش IHWP		
					طبقهٔ ۱	طبقهٔ ۲	طبقهٔ ۳
خطر روان‌گرایی زمین	۱	۳	۳	۱	۱	۲	۳
جنبش زمین	۲	۲	۳	۰/۶۶	۰/۶۶	۱/۳۲	۲
حرکات دامنه‌ای زمین	۳	۱	۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۶۶	۱



تصویر شمارهٔ ۳: نقشهٔ نهایی مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی در شهر کرمان بر اساس معیار ماتریس مطلوبیت

ت- تهیه نقشهٔ مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی با استفاده از معیارهای ماتریس سازگاری

معیارهای ماتریس سازگاری براساس سازگاربودن کاربری هر مکان با مکان‌های همجوار آن تعیین می‌شود. [۲۴] به بیان دیگر کاربری‌هایی مانند زمین خالی، فضای سبز، زمین کشاورزی، پارک‌ها، پارکینگ‌ها و مکان‌های مذهبی در مجاورت مراکز درمانی-امدادی کاملاً سازگار بوده و در امدادرسانی و کاهش آسیب کمک می‌کند، اما کاربری‌های ناسازگار مانند کاربری‌های صنعتی و آتش‌زا، تأسیسات قابل انفجار سبب آسیب به مکان همجوار خود شده و نباید در مجاورت آنها مراکز درمانی-امدادی استقرار یابند. [۲۵]

در این تحقیق معیارهای همجواری با فضای سبز و پارک‌ها، زمین‌های خالی و باز، اماکن مذهبی به‌عنوان کاربری‌های سازگار و مکان‌های مجاور با این کاربری‌ها، مناسب و معیارهای فاصله از تأسیسات انفجاری مانند پمپ‌بنزین و گاز به‌عنوان کاربری‌های ناسازگار و مکان‌های مجاور با این کاربری‌ها، نامناسب درنظرگرفته‌شدند. ابتدا بر اساس همجواری کاربری‌های شهر کرمان با هم و براساس نرخ سازگاری محاسبه شده این تحقیق نقشهٔ سازگاری کاربری‌ها برای منطقه موردمطالعه تهیه شد. در تعیین معیار فاصله مکان مراکز درمانی-امدادی از تأسیسات انفجاری مانند پمپ‌بنزین و گاز، هر مکانی با فاصله بیشتری از این تأسیسات در اولویت بالاتری برای ایجاد مراکز درمانی-امدادی قرار می‌گیرد. به‌عبارتی نزدیکی مراکز به تأسیسات انفجاری در هنگام بحران، امکان آسیب‌رساندن به آن را امکان‌پذیر می‌کند. با توجه به حداقل فاصلهٔ مراکز اشتعال‌آور (۵۰۰ متر) طبق دستورالعمل مکان‌یابی مراکز آتشنشانی در شهرها شعاع ۵۰۰ متر انتخاب شده است. بنابراین حریم ۵۰۰ متر نشان‌دهنده حداکثر آسیب به مکان‌های مورد نظر است.

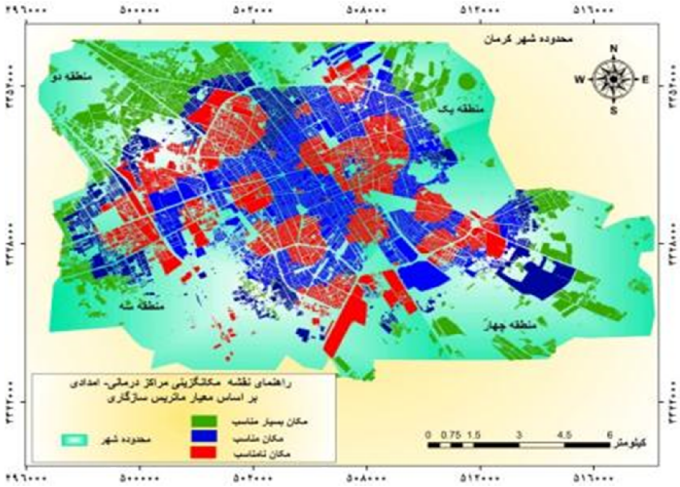
فاصلهٔ مناسب مراکز درمانی-امدادی از مراکز نظامی-انتظامی، از نکات قوت برنامه‌ریزی مکان‌یابی این مراکز است و هرچه مکان مراکز درمانی-امدادی از این مراکز دورتر، مناسب‌تر است. در طرح جامع، فقط استقرار واحدهای نظامی ستادی مجاز و بقیه مراکز نظامی‌غیرمجاز می‌باشد و شورای عالی شهرسازی و معماری ایران طی بخشنامه‌ای، خواستار تخلیه تمامی اراضی نظامی از داخل به بیرون شهرها شده است. طبق دستورالعمل مرتبط با فضاهای درمانی و بیمارستانی ۱۳۹۱، حداقل فاصلهٔ مراکز درمانی-امدادی از مراکز نظامی حدود یک کیلومتر است. [۲۶] لذا اولویت با محل‌هایی است که از این مراکز دورتر باشند. در این تحقیق به‌طور متوسط حداقل فاصلهٔ مکان مراکز درمانی-امدادی از مراکز نظامی-انتظامی ۱۰۰۰ متر در نظر گرفته شد و نقشهٔ معیار فاصلهٔ مکان مراکز درمانی-امدادی از مراکز نظامی-انتظامی شهر کرمان ترسیم شد. همچنین معیارهای ماتریس سازگاری مورد نظر با توجه به نظر کارشناسان و روش دلفی طبقه‌بندی و طبق روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس وزن‌دهی شدند. (جداول ۴ و ۵) در نهایت نقشهٔ هر معیار ماتریس سازگاری تهیه و بعد از تلفیق نقشهٔ معیارهای ماتریس سازگاری با یکدیگر، نقشهٔ نهایی این معیار آماده شد. (تصویر شمارهٔ ۴)

جدول شمارهٔ ۴: معیارهای مربوط ماتریس سازگاری در منطقه مورد مطالعه

ردیف	معیار	طبقه
۱	سازگاری کاربری‌ها	بی‌تفاوت
		سازگار
		ناسازگار
۲	فاصله از مراکز نظامی- انتظامی	فاصله بیشتر از ۲۰۰۰ متر
		فاصله بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر
		فاصله کمتر از ۱۰۰۰ 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

جدول شمارهٔ ۵: رتبه و طبقه‌بندی معیارهای ماتریس سازگاری برای تعیین مکان‌یابی مراکز درمانی- امدادی شهر کرمان

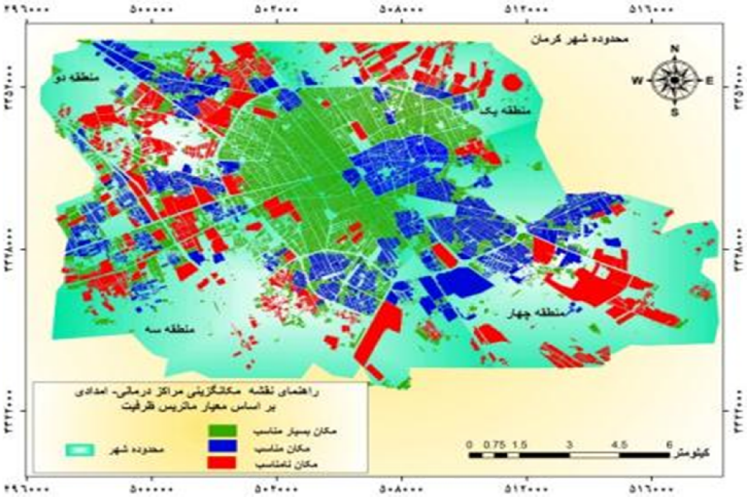
معیار	رتبه بر اساس دلفی	معکوس رتبه	تعداد طبقات	دامنهٔ طبقات متغیرها	وزن طبقات در روش IHWP		
					طبقهٔ ۱	طبقهٔ ۲	طبقهٔ ۳
سازگاری کاربری‌ها	۱	۳	۳	۱	۱	۲	۳
فاصله از تأسیسات انفجاری	۲	۲	۳	۰/۶۶	۰/۶۶	۱/۳۲	۲
فاصله از مراکز نظامی- انتظامی	۳	۱	۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۶۶	۱



تصویر شمارهٔ۴: نقشهٔ نهایی مکان‌یابی ایجاد مراکز درمانی-امدادی شهر کرمان بر اساس معیار ماتریس سازگاری

جدول شمارهٔ ۶: معیار وزن‌دهی ماتریس ظرفیت (تراکم جمیت) شهر کرمان

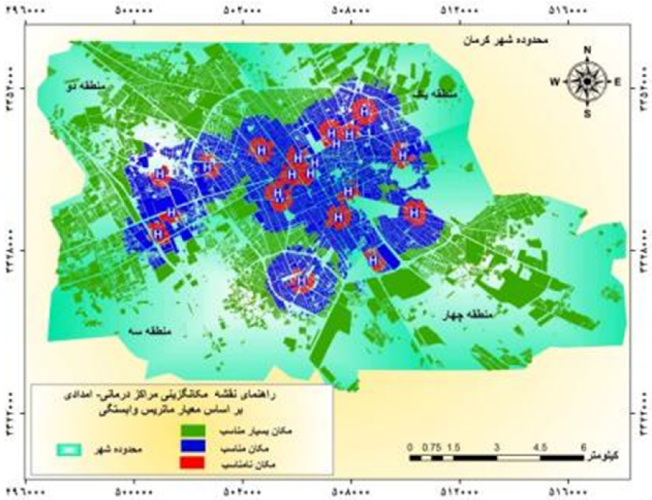
معیارماتریس ظرفیت (تراکم جمعیتی)	رتبه بر اساس دلفی	معکوس رتبه	تعداد طبقات	وزن طبقات در روش IHWP
تراکم جمعیتی زیاد(بیش از ۲۰۰نفر)				۱
تراکم جمعیتی متوسط(۲۰۰-۱۰۰)	۲	۲	۳	۰/۶۶
تراکم جمعیتی کم(کمتر از ۱۰۰ نفر)	۳	۱	۳	۰/۳۳



تصویر شمارهٔ۵: نقشهٔ نهایی مکان‌یابی ایجاد مراکز درمانی–امدادی شهر کرمان بر اساس معیار ماتریس ظرفیت

جدول شمارهٔ ۷: معیارهای مربوط ماتریس وابستگی در منطقه مورد مطالعه

معیارماتریس وابستگی (فاصله از مراکز درمانی–امدادی موجود)	رتبه بر اساس دلفی	معکوس رتبه	تعداد طبقات	وزن طبقات در روش IHWP
فاصلهٔ بیشتر از ۲۰۰۰ متر				۱
فاصلهٔ بین ۲۰۰۰–۱۰۰۰ متر	۲	۲	۳	۰/۶۶
فاصلهٔ کمتر از ۵۰۰ نفر	۳	۱	۳	۰/۳۳



تصویر شمارهٔ۶. نقشهٔ نهایی مکان‌یابی ایجاد مراکز درمانی–امدادی درشهر کرمان بر اساس معیار ماتریس وابستگی

جدول شمارهٔ ۸: معیار وزن‌دهی نهایی ترکیب معیارهای ماتریس چهارگانه مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت و وابستگی شهر کرمان

معیارهای کلی	رتبه براساس دلفی	معکوس رتبه	تعداد طبقات	وزن طبقات در روش IHWP
معیار ماتریس سازگاری	۲	۳	۳	۱
معیار ماتریس ظرفیت	۳	۲	۳	۰/۶۶
معیار ماتریس وابستگی	۴	۱	۳	۰/۳۳

ث- تهیه نقشهٔ مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی با استفاده از معیار ماتریس ظرفیت

معیار ماتریس ظرفیت یعنی مکان و فعالیت مورد نظر با نیازهای منطقه مناسب باشد. در این تحقیق، به معنی تراکم جمعیتی در واحد سطح است که با تعداد نفر در هر کیلومتر مربع بیان شده است. با توجه به این که یکی از اهداف مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی بهره‌مندی اکثر جمعیت از این مراکز می‌باشد، وزن‌دهی ماتریس ظرفیت بدین گونه است که نواحی شهری با تراکم جمعیتی بالا نسبت به نواحی با تراکم جمعیتی کمتر وزن بیشتری به خود اختصاص می‌دهند. بنابراین ضروری است مکان مراکز درمانی-امدادی در مجاورت مناطق پرتراکم یا پرجمعیت ایجاد گردند تا در صورت نیاز، افراد زیادی بتوانند در نزدیک‌ترین مرکز از خدمات رسانی آن استفاده نمایند. از این رو، در این پژوهش بر اساس داده‌های جمعیتی شهر کرمان و با توجه به روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس مطابق وزن‌های ارائه شده در جدول شمارهٔ ۶، نقشهٔ معیار ماتریس ظرفیت تهیه گردیده است. (تصویر شمارهٔ۵) طبق این نقشه، مناطق نزدیک‌تر به نواحی با تراکم جمعیتی زیادتر، در اولویت بالایی برای ایجاد مراکز درمانی-امدادی قرارمی‌گیرند.

ج- تهیه نقشهٔ مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی با استفاده از معیار ماتریس وابستگی

معیار ماتریس وابستگی در این تحقیق به معنی وابستگی مکان‌گزینی مراکز درمانی-امدادی به یکسری عناصری است که آنها نقش مهمی در خدمات رسانی مناسب‌تر و رعایت عدالت اجتماعی ایفا می‌نمایند. بنابراین ضروری است مکان مراکز درمانی-امدادی وابسته به فاصله قرارگیری از این عناصر بررسی گردد. از این رو، در این پژوهش فاصله از مراکز درمانی-امدادی موجود در سطح منطقه مورد مطالعه، به‌عنوان معیار ماتریس وابستگی در نظر گرفته شده است. با کاهش فاصله از مراکز درمانی-امدادی موجود، مکان‌های مدنظر برای احداث مراکز درمانی-امدادی، امتیاز کمتر و با افزایش فاصله از آنها، امتیاز بیشتری تعلق می‌گیرد. معیار فاصله از مراکز موجود در سطح منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، مطابق جدول شمارهٔ ۷ طبقه‌بندی و سپس با توجه به روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس براساس وزن‌های ارائه شده در جدول مورد نظر، نقشهٔ معیار ماتریس وابستگی تهیه شده است. (تصویر شمارهٔ۶)

ح- تهیه نقشهٔ نهایی مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی شهر کرمان با استفاده از میانگین هندسی معیارهای ماتریس مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت، وابستگی)

با توجه به این که ارزیابی کیفی و مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی در این تحقیق تابعی از ماتریس‌های چهارگانه مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت و وابستگی در نظر گرفته شده است و نقشهٔ هر معیار مؤثر در مکان‌گزینی این مراکز در سه گروه، مکان‌های بسیار مناسب، مناسب و نامناسب طبقه‌بندی شده‌اند، بنابراین برای تهیه نقشهٔ نهایی مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی از میانگین‌گیری هندسی چهار معیار کلی مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت و وابستگی طبق رابطهٔ ۳ استفاده گردیده است. برای وزن‌دهی این

چهار معیار کلی، از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (جدول شمارهٔ۸) استفاده شد و نقشهٔ نهایی مکان‌یابی ترسیم گردید. (تصویر شمارهٔ۷)

در تحقیق پیش رو چون هدف مکان‌های بسیار مناسب ایجاد مراکز درمانی-امدادی مد نظر بود، بنابراین این مکان‌های در محیط GIS استخراج و در نقشهٔ تصویر شمارهٔ۸ نشان داده شدند.

رابطهٔ (۳): ¼(معیار ماتریس وابستگی× معیار ماتریس ظرفیت × معیار ماتریس سازگاری× معیار ماتریس مطلوبیت)= نقشهٔ نهایی مکان‌یابی

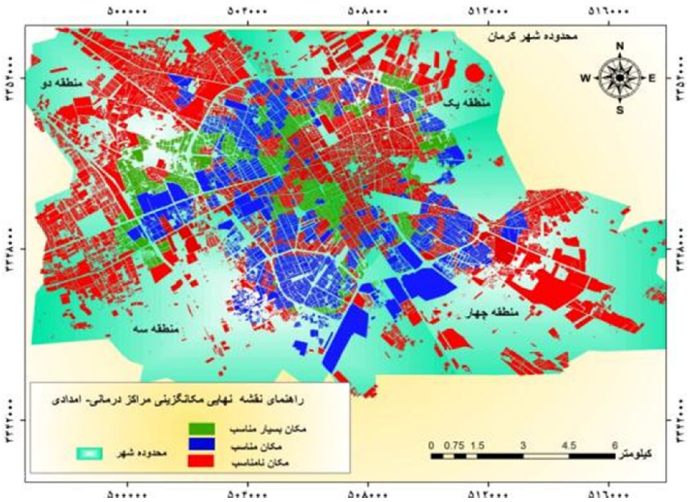
د- طراحی و ساخت شبکه هندسی معابر برای تعیین نزدیکترین مرکز درمانی- امدادی و بهترین مسیر رسیدن به محل حادثه در منطقه مورد مطالعه

پس از تعیین مکان‌های مناسب ایجاد مراکز درمانی-امدادی، برای خدمات رسانی و رسیدن سریع‌تر مصدومان، به این مراکز، یک پایگاه داده زمین مرجع به‌نام Kerman.mdb برای معابر اصلی شهر کرمان طراحی و سپس سه دسته داده درون این پایگاه داده ایجاد و کلاس‌های عارضه مربوط به هر دسته داده به درون آن وارد گردیدند. برای یافتن خطاها در داده‌های ورودی و جلوگیری از ویرایش نادرست داده‌ها در آینده، قوانین توپولوژی نیز تعریف شد. در این مرحله خطاهایی مانند به‌هم‌نرسیدگی[1] و ردشدگی[2] خطوط شبکه معابر شهری برطرف شد. همچنین مسیرهای شبکه معابر منطقه براساس خیابان اصلی طراحی شده‌اند. سپس در جداول توصیفی لایه شبکه معابر شهری منطقه، فیلدهای (ستون‌های) طول مسیرها و وجود چراغ راهنما به همراه فیلدهای نام، کد شناسایی، مدت زمان مسیر رفت و برگشت ایجاد و اطلاعات توصیفی مربوطه وارد گردیدند. بعد از این مراحل، شبکه هندسی معابر شهر کرمان با در نظر گرفتن فیلدهای موردنظر طراحی شد. همان‌طور که در تصویر شمارهٔ ۹ مشاهده می‌شود، می‌توان با به‌کار بردن تحلیل‌های شبکه در هنگام نیاز، نزدیک‌ترین مرکز درمانی-امدادی و بهترین مسیر رسیدن به محل حادثه را با درنظرگرفتن محدودیت‌های تعریف شده برای شبکهٔ معابر تعیین کرد.

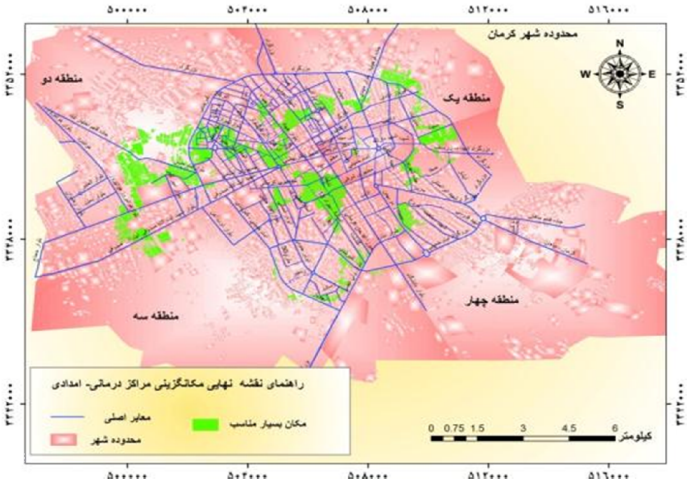
بحث و نتیجه گیری

با توجه به بروز حوادث بالا در شهرهای کشور برنامه‌ریزی مراکز درمانی-امدادی برای امدادرسانی از اهمیت به‌سزایی برخوردارست. احداث مراکز درمانی-امدادی در مناطق شهری، مستلزم مکان‌یابی صحیح و بر پایه مستندات و محاسبات علمی‌و فنّی است. شناخت معیارها و ضوابط ارزیابی و مکان‌یابی مؤثر در استقرار مراکز درمانی-امدادی از این جمله است. بر پایه واقعیات و تجارب کنونی، مکانگزینی مراکز درمانی-امدادی بایستی بر مبنای مخاطرات وتهدیدات طبیعی و انسان ساخت و برای نجات جان جمعیت پویا و با در نظر گرفتن شعاع زمانی و مکانی، انجام پذیرد. در این تحقیق برای ارزیابی کیفی مراکز درمانی-امدادی معیارهای کلی مؤثر در مکان‌یابی این مراکز شناسایی و در چهار گروه معیارهای ماتریس ظرفیت، سازگاری، ظرفیت و وابستگی تقسیم‌بندی گردیدند.

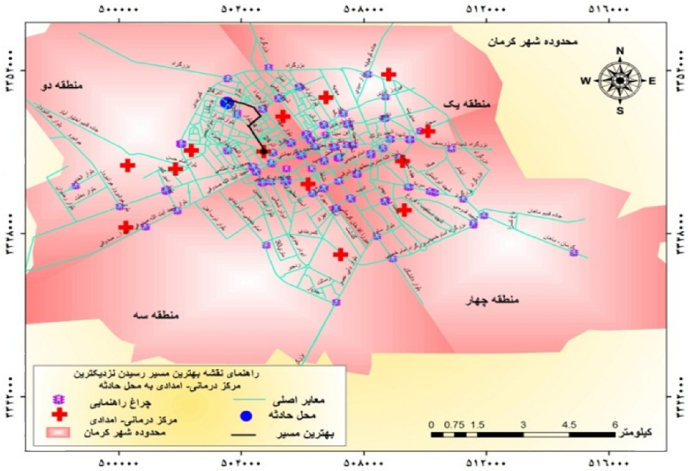
[1] undershoot
[2] overshoot



تصویر شمارهٔ۷. نقشهٔ نهایی مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی منطقه مورد مطالعه حاصل از تلفیق نقشه‌های معیارهای ماتریس مطلوبیت، سازگاری، ظرفیت، وابستگی



تصویر۸. نقشهٔ مکان‌های بسیار مناسب برای احداث مراکز درمانی-امدادی شهر کرمان



تصویر شمارهٔ۹:. نقشهٔ طراحی شبکه هندسی معابر شهر کرمان و تعیین مناسب‌ترین مسیر بین نزدیک‌ترین مرکز درمانی- امدادی و محل حادثه

این معیارها بر پایه روش علمی تحلیلی سلسله مراتبی معکوس مورد بررسی و وزن‌دهی قرار گرفت و نقشه‌های خروجی در محیط GIS تحلیل شدند. بر مبنای اعمال ضرایب اهمیت معیارها و با استفاده از همپوشانی نقشه‌های اطلاعات مکانی به‌دست آمده، محدوده‌هایی برای مراکز درمانی-امدادی شهری در بازه‌های بسیار مناسب، مناسب و نامناسب در شهر کرمان پهنه‌بندی شد که از این میان محدوده‌های بسیار مناسب در نظر گرفته شده و با مساحتی در حدود ۲۸ هکتار منطقه را تحت پوشش قرارداده‌اند. همچنین با توجه به تصویر شمارهٔ ۸ مشاهده می‌شود که بیشترین مکان‌های بسیار مناسب برای ایجاد مراکز درمانی-امدادی جدید در شهر کرمان، در مناطق دو و سه واقع شده‌اند که دلیل آن را می‌توان مطلوبیت و پراکندگی تأسیسات آسیب رسان و بافت جدید شهرسازی این نواحی، دانست. به‌دلیل پراکنش نامنظم تأسیسات زیر بنایی آسیب‌پذیر در شهر کرمان و قرارگرفتن این تأسیسات بیشتر در منطقه چهار، سبب شد که این منطقه برای احداث مراکز درمانی-امدادی مناسب نباشد. همچنین منطقه یک به‌دلیل بافت قدیمی‌و فرسوده ای که دارد و بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی نیز برای ایجاد مراکز مذکور مناسب نیست. می‌توان نتیجه گرفت که تعداد مراکز درمانی-امدادی موجود در شهر کرمان کافی بود، اما از لحاظ استقرار مکانی در وضعیت مناسبی قرار ندارند. مکان‌های پیشنهادی برای ایجاد مراکز درمانی-امدادی در این تحقیق، شعاع دسترسی به این مراکز، هم از لحاظ موقعیت قرارگیری و هم از لحاظ اینکه جمعیت شهری و حومه‌های اطراف را تحت پوشش قرار دهد به خوبی لحاظ شده است.

تعیین اهمیت نسبی (وزن) معیارها به کمک فرایند سلسله مراتبی 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 مراکز درمانی-امدادی برخوردار می‌باشد. همچنین مکان‌یابی این مراکز درمانی-امدادی، معلول یک معیار خاص نیست بلکه برآیند مجموعه‌ای از عوامل و معیارهاست که در کنار هم تحلیل ارزیابی و مکان‌یابی این مراکز را فراهم می‌سازند. بنابراین با توجه به تحلیل توأمان معیارها و تنوع معیارهای انتخابی در مدل ارزیابی مراکز درمانی-امدادی پیشنهادی این تحقیق، می‌توان آن را در اکثر مناطق شهری کشور که با شهر کرمان تشابه کالبدی دارند، به کار بُرد. همچنین از کاربردهای مدل مذکور می‌توان به ارزیابی‌های قبل از اجرای طرح‌های توسعه مناطق جدید شهری یا شهرک‌های جدید با هدف تعیین ضوابط تراکم جمعیتی و ساختمانی، قوانین و الگوی کاربری زمین نیز اشاره کرد. حتی می‌توان در نواحی با آسیب‌پذیری زیاد و احتمال حوادث بیشتر با توسعه و گسترش فضاهای باز و فضاهای سبز، فضاهای امن را برای امدادونجات مصدومان افزایش داد.

پیشنهادات

از روند انجام این پژوهش موارد زیر برای تهیهٔ طرح‌های مدیریت بحران، امدادونجات و همچنین

مطالعات کاهش آسیب‌پذیری شهر کرمان پیشنهاد می‌گردد:

- رعایت حریم مناسب کاربری‌های خطرآفرین نظیر پمپ بنزین و گاز نسبت به ساختمان‌های مراکز درمانی-امدادی؛
- بازنگری در توزیع کاربری‌های مربوط به تأسیسات شهری در طرح جامع و تفضیلی شهر کرمان به منظور تسریع در دسترسی ساکنان محدوده‌های پیرامونی شهر به کاربری‌های درمانی و امدادی؛
- ایجاد و تعریض کردن معابر شهری در مناطق پرحادثه برای دسترسی‌های سریع و مناسب به مراکز درمانی-امدادی
- ضرورت صدور مجوز تأسیس کاربری‌های ناسازگار در مجاورت مراکز درمانی-امدادی.

در مقایسه این تحقیق با مطالعات خاکپور و همکارن، وارثی و همکاران، نصیری پور و همکاران، مشاهده می‌شود علاوه بر استفاده از معیارهای ارزیابی کیفی ماتریس‌های چهارگانه و معیارهای جدیدتر مربوط به مقاومت زمین در مدل کردن مکان‌یابی مراکز درمانی-امدادی شهری و استفاده از میانگین هندسی در ترکیب نقشه‌ها، کارایی و دقت روش را در تهیه نقشهٔ نهایی افزایش می‌دهد. همچنین اجرای تحلیل‌های شبکه مانند یافتن بهترین مسیر رسیدن نزدیک‌ترین مرکز درمانی-امدادی با در نظر گرفتن محدودیت‌های شبکهٔ معابر، کارایی مدل را در امدادرسانی و نجات هرچه سریع‌تر مصدومان و آسیب‌دیدگان بالا می‌برد. از موارد مهم دیگر در احداث مراکز درمانی-امدادی که موجب بروز مسائل و مشکلات فراوانی در اکثر شهرها شده است نامشخص بودن ضوابط و معیارهای علمی و فنّی برای مکان‌یابی آنهاست. با توجه به عوامل زیادی که در انتخاب مکان مناسب ایجاد مراکز درمانی-امدادی نقش دارند، رسیدن به این مسئله با روش‌های سنتی تا حدود زیادی دشوار است اما با استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی (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 مراکز درمانی-امدادی در شهرها از سیستم‌های اطلاعات مکانی و تحلیل‌های آن استفاده کنند. همچنین می‌توان برای کاهش نظرات کارشناسی برای وزن‌دهی معیارهای مورد استفاده در ارزیابی مراکز درمانی- امدادی و افزایش دقت تهیه نقشهٔ مکان‌یابی این مراکز، می‌توان از روش‌هایی مانند منطق فازی، شبکه‌های عصبی و غیره استفاده کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کارکنان سازمان فاوای شهرداری کرمان و تمام کسانی‌که به نحوی در انجام این مقاله یاری رساندند، قدردانی و تشکر می‌گردد.

References

1. Arab M, Kavosi Z, Ravangard R, Ostovar R. How is the hospital's organization and how it works. Tehran University Press; 2009. P: 1.
2. Arab M, kavosi Z, Ravangard R, Ostovar R. System of health insurance. Tehran: University Press ;2010, P: 1.
3. Nikurai M. Consideration of Urban Waste Management with Emphasis on Medical Wastes in Metropolises. Case study: Tabriz city. [Thesis] Marand, Iran: Azad Islamic University of Marand Center. 2007. [In Persian]
4. Dargahi H. Hospital standards. Tehran: Tehran University; 2001. [In Persian]
5. Witlox F, Antrop M, Bongaert P, Demaeyer P, Derudder B,Neutens T, Van Acker V. Introducing functional classification theory to land use planning by means of decision tables. Decision support system 2009; 46(4): 875.
6. Taylor, M. A. P., & Freeman, S. K. A review of planning and operational models used for emergency evacuation situations in Australia. Procedia Engineering. 2010. 3,3-14
7. Vahidnia, Mohammad H. Alesheikh, Ali A. Alimohammadi, Abbas, Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives, Environmental Management. 2009.90(10): 3048–3056.
8. Witlox, F.Antrop, M. Bogaert, P. De Maeyer, P. Derudder, B. Neutens, T. Van Acker, V. Van de Weghe, N. Introducing functional classification theory to land use planning by means of decision tables, Decision Support Systems.2009. 46(4): 875–881.
9. Khayatan M, Nasiripour A.S, Amini M, Mohammadnejad SM. Factors effective access to services From the perspective of employees in urban health centers of the city Rey Health Network. Payavand Salamat. 2010; 2(3, 4): 18-27. [In Persian]
10. Bennui,A. Rattanamanee.P,Puetpaiboon. U, Phukpattaranont.P and Kanadit C., Site selection for large wind turbine using GIS, PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment - ICEE-2007, Phuket May pp 10-11.
11. Zangi Abadi A, Tabrizi, N. Spatial Analysis urban furniture in central tourist area in Isfahan city. Journal of Human Sciences of University Isfahan .2007; 22(1): 45-66. [In Persian]
12. Azizi M. Application of geographic information system GIS in location, spatial distribution, and network analysis in health services case study: city of Mahabad. [Thesis] Tabriz, Iran: University of Tabriz; 2004. [In Persian]
13. Lawson F L, Schuurman N, Oliver L,Nathens A B , Evaluating potential spatial access to trauma center care by severely injured patients, Health Place, 2013, 19:131-7.
14. Unal,M and Uslu, C. GIS-Based Accessibility analysis of urban emergency shelters: the case of Adana city, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W1, 2016 3rd International Geo Advances Workshop, 16–17 October 2016, Istanbul, Turkey.
15. Asmaa, A., Hatem, M. and Monteleb, M. Multi-Criteria Decision Support System to Evaluate the Sustainable Distribution of Health Services in Upper Egypt Using Analytical Hierarchy Process. Journal of Engineering Sciences.2016
16. Khakpour,B. Pourghayoomi, H. Ghanbari, M. Location Health-Therapeutic Centers of Nourabad by Use Analytical Hierarchy Process in GIS, Health Information Management Journal 2014; 11(2): 233. [In Persian]
17. Varesi, H. Sharifi, N. Shahsavani, M. Locating Sanitary- Therapeutic Centers Using Geographic Information System (GIS) and Analytical Hierarchy Process (AHP) (Case study: Najaf Abad city), Health Information Management Journal 2015; 11(7):864. [In Persian]
18. Ahadnejad, M. Ghaderi, H. Hadian, M. Haghighatfard, P. Darvishi, B. Haghighatfard, E. Zegordi, B. Bordbar, A. Location Allocation of Health Care Centers Using Geographical Information System: Region 11 of Tehran, Journal of Fasa University of Medical Sciences, 2015, Vol.4, No.4, P 463-474. [In Persian]
19. Nasiripour, A.A. Raeissi, P. Asgari, A. Analysis of the spatial distribution of health care centers of Shahrekord by Geographical information system, Journal of Shahrekord University of Medical Sciences, 2015, 16(6): 19-27. [In Persian]
20. Azimi, M. Nazari, M. Momeni, R. GIS using in site selection, Tehran, mehreganeghalam press. 2010.
21. Habibi, H. Determining the construction factors influencing the impact of Zanjan's old town texture using GIS and FUZZY

LOGIC, Fine Arts, No. 33.2008. pp. 36-27. [In Persian]
22. Zanganeh,M. Assessing and analyzing the hazards and strategies of the non-operating defense in the Alborz province road network using SWOT and IHWP methods, Quarterly Journal of Geographic Information, Volume 25, No. 98. 2016; P 128-113 [In Persian]
23. Hasanzadeh, R. Abbasnezhad, A. Alavi, A. Sharifi, E. Seismic risk analysis of Kerman with an emphasis on micro-zoning application of GIS in qualifying Tier 2, Journal - of Earth Sciences, Vol. 81,2010.PP.23-30. [In Persian]
24. Molina M, and Bayarri, S. A multinational SDI-based system to facilitate disaster risk management in the Andean community, Computers & Geosciences, Vol.37, No.9. 2011; pp.1501-1510
25. Mas, E., Adriano, B., & Koshimura, S. An integrated simulation of tsunami hazard and human evacuation in La Punta, Peru. Journal of Disaster Research, 8 (2), 2013.285-295
26. Middelmann, M. H. Natural hazards in Australia, identify Risk Analysis Requirements. Geoscience Australia http://www.ga.gov.au/corporate_data. 2007.65444/65444.pdf

Evaluation of medical-relief centers by using GIS

Corresponding author: Abdolreza Kazeminia, Instructor, Department of Civil Engineering, Sirjan University of Technology, Sirjan, Iran
Email: kazeminia@sirjantech.ac.ir
Hamid Ezzatabadi, Instructor, Department of Civil Engineering, Sirjan University of Technology, Sirjan, Iran
Mohammad Najaf Torghi, Instructor, Department of Civil Engineering, Sirjan University of Technology, Sirjan, Iran
Accepted: August 23, 2017 **Received:** October 2, 2018

Abstract

Background: The unequal distribution of medical - relief centers in every urban area in times of crisis has brought many problems and caused waste of material and human resources, as well as the urbanization problems of citizens. The most important objective of this research is to evaluate the spatial distribution of medical- relief centers and locating new centers with the design of the geometric network of urban roads to determine the nearest center and the best route to the accident site in Kerman.

Method: In this research, four qualitative matrices of utility, adaptability, capacity, and dependence have been used in order to evaluate the spatial distribution of medical- relief centers according to the spatial nature of their criteria. Extracting the criteria for evaluation of medical- relief centers was done by Delphi method. These criteria include utility matrix (ground resistance), compatibility matrix 1- neighborhood to compatible uses: parks and green spaces, open land, religious centers and distances from main roads,2- Neighborhood with incompatible uses: Major explosive industries such as gas and gas stations and military centers), capacity matrix criterion (population density), and criterion of dependency matrix, including distance from existing treatment centers. Each of these criteria was ranked according to inverse hierarchical analysis method and then it was modeled in GIS environment and by using analytical functions maps of appropriate places to create medical- relief centers in Kerman were prepared. Finally, after defining the reference ground for urban routes, by designing the geometric network of passages and defining the constraints for each path, such as the length of the route and the presence of the traffic lights, using the network analysis at the time required, it is easy to find the best approach to reach the nearest The relief center was assigned to the site of the incident.

Findings: The number of medical- relief centers in Kerman is sufficient but in terms of location (accessibility radius), they are not in a good position. By integrating maps derived from criteria of utility, compatibility, capacity, and dependability matrix, the best place to build medical centers -Assignment was determined.

Conclusion: The results of the research indicate that the most suitable places for the construction of medical- relief centers in 2, 3 regions of Kerman, respectively, should be considered as priorities in planning. Determining the relative importance (weight) of the criteria by means of the inverse hierarchical process (IHWP) showed that the criterion of utility matrix is of the highest importance and among the criteria of desirability of the scale of the risk of movement of the domain is the least important in determining the new places of medical- relief centers.

Keywords: Best route, Kerman, Inversion Hierarchical Weight Process, Medical-relief centers