مقاله پژوهشی

مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی
مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی
دوره هشتم شماره سوم. ص ۲۵۹-۲۴۳، ۱۴۰۰

مکان‌گزینی مراکز فوریت‌های پزشکی (EMCs) با رویکرد مدیریت مخاطرات محیطی مطالعه موردی شهر اردبیل

علیرضا محمدی[1]*، سپیده نوری[2]

• دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۵/۱۲ • پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۶/۳

مقدمه: روزانه افراد زیادی به دلیل وقوع تصادفات یا بروز بیماری‌های مختلف با مراکز فوریت‌های پزشکی تماس می‌گیرند و نیازمند دریافت کمک‌های اولیه‌اند. برای ارایه کمک‌های اولیه پزشکی، اعزام نیرو و خودروهای امداد و نجات از مراکز خدمات فوریت‌های پزشکی به محل وقوع حادثه، ضروری است. ازاین‌رو، دسترس‌پذیر بودن محل استقرار مراکز فوریت‌های پزشکی و قرارگیری در محل مناسب، اهمیت زیادی دارد. هدف این پژوهش تحلیل الگوی فضایی توزیع مراکز فوریت‌های پزشکی موجود و معرفی پهنه‌های مناسب برای استقرار مراکز جدید است.

روش: تحقیق حاضر، از نوع روش‌های توصیفی- تحلیلی است. این مطالعه شهر اردبیل را برای تجزیه‌وتحلیل انتخاب کرده است. از ۲۲ معیار برای مکان‌یابی استفاده شده است. از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) بـرای تعییـن وزن معیـارها و از مدل VIKOR در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) بـرای تهیه نقشـه پهنه‌بندی شهری جهت احداث مراکز جدید، استفاده شده است.

نتایج: مراکز موجود فوریت‌های پزشکی، تنها بخشی از شهر اردبیل را پوشش می‌دهند و بخش‌های زیادی از شهر از جمله در حواشی شهر، نمی‌توانند خدمات مناسبی دریافت کنند. نقشه تهیه شده، مکان‌های جدیدی را برای افزایش میزان دسترس‌پذیری پیشنهاد کرده است.

نتیجه‌گیری: بازتوزیع فضایی و تخصیص مجدد مراکز فوریت‌های پزشکی، دسترس‌پذیری به این مراکز را بهبود می‌بخشد. سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی پلتفورم مناسبی را برای توزیع مجدد خدمات فراهم می‌کنند. سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان بخش بهداشت و درمان ممکن است از نتایج این مطالعه برای تخصیص بهینه منابع استفاده کنند.

کلیدواژه‌ها: حوادث، مراکز فوریت‌های پزشکی، مکان‌گزینی، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی

•ارجاع: محمدی علیرضا، نوری سپیده. مکان‌گزینی مراکز فوریت‌های پزشکی (EMCs) با رویکرد مدیریت مخاطرات محیطی مطالعه موردی شهر اردبیل. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۴۰۰؛ ۸(۳): ۵۹-۲۴۳.

۱. دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

*** نویسنده مسئول:** علیرضا محمدی

آدرس: اردبیل، خیابان دانشگاه، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی

•شماره تماس: ۰۹۱۲۶۸۴۴۳۹۲ • **Email:** a.mohammadi@uma.ac.ir

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

مقدمه

امروزه، وقوع حوادث و سوانح یکی از مشکلات اساسی تهدیدکننده سلامت جامعه و سومین علت مرگ‌ومیر در دنیا به شمار می‌آید [۱]. در جهان روزانه ۱۵۰۰۰ نفر و هرساله بیش از ۵ میلیون مرگ و ۱۰۰ میلیون ناتوانی به دلیل جراحت اتفاق می‌افتد که باعث تحمیل هزینه‌های سنگین بر جامعه می‌شود. [۲]. بر اساس پایگاه بین‌المللی حوادث، آسیا و آمریکا قاره‌هایی بوده‌اند که بیشترین آسیب را از حوادث داشته‌اند [۳]. در این بین کشور ایران بالاترین میزان مرگ به دلیل آسیب‌های غیر عمد را دارد [۴]. با توجه به این‌که اغلب مصدومان، قشر جوان و کارآمد جامعه را تشکیل می‌دهند؛ تأثیر منفی این مرگ‌ها روی امید به زندگی و در نتیجه روی اقتصاد و جامعه اجتناب‌ناپذیر است [۵]. در سیستم سلامت شهری، اولین گام در این‌گونه موارد برای نجات جان انسان‌ها اعزام کمک‌های اولیه پزشکی است [۶]. زمان، یک فاکتور بسیار مهم در ارائه باکیفیت خدمات پزشکی محسوب می‌شود [۷]؛ لذا محل پایگاه‌های خدمات فوریت‌های پزشکی نقش بسیار اساسی در کاهش زمان پاسخ به تقاضا و ارائه باکیفیت خدمات و بالا بردن شانس زنده ماندن بیماران اورژانسی دارد [۸]. در کشور ما محدودیت منابع از یک‌سو و تنوع حوادث و شدت و تعدد آن‌ها از سوی دیگر سبب شده است که مدیریت خطر در حوادث و فوریت‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار گردد [۹]. امروزه، تقاضا برای مراکز فوریت‌های پزشکی (Emergency Medical Centers) EMCs در شهرهای ایران به دلیل افزایش جمعیت، خشونت‌های شهری، افزایش سن جمعیت، افزایش تعداد افراد دارای شیوه زندگی کم‌تحرک و وقوع بیماری‌های مزمن افزایش یافته است [۱۰]. در خدمات‌رسانی شهری تنها افزایش تعداد مراکز دلیل بر خدمات‌رسانی بهتر نیست، بلکه مکان‌یابی و محل قرارگیری و چیدمان این خدمات در سطح شهرها و توزیع بهینه این مراکز، تأثیر بسزایی در نوع عملکرد، کیفیت خدمت‌رسانی و اثرپذیری آن‌ها دارد. امروزه روش‌ها و ابزارهای سنتی برای حل مسائل مکان‌یابی در شهرها که با پیچیدگی‌های زیادی مواجه‌اند، مناسب نیستند [۱۱]. در حال حاضر سیستم اطلاعات جغرافیایی با بهره‌گیری از توانایی در ذخیره‌سازی، آنالیز و نمایش کاربردی اطلاعات مربوط به هر آنچه بر روی زمین قرار دارد یا می‌تواند اتفاق بیافتد، دسترسی آسان و طبقه‌بندی‌شده به اطلاعات و حل مسائل پیچیده‌تر در شهرها را تسهیل کرده است و نقش مؤثری در مراحل مختلف مدیریت بحران و برنامه‌ریزی‌های مربوطه دارد و برای مناطق مختلف کشور ایران نیز قابل استفاده است [۱۲]. با توجه به موارد ذکرشده، هدف مطالعه این است که با استفاده از روش VIKOR به ارزیابی نحوه توزیع مراکز فوریت‌های پزشکی و معرفی پهنه‌های مناسب برای استقرار مراکز جدید در شهر اردبیل بپردازد. دلیل انتخاب این روش این است که این روش تصمیم‌گیرنده را به جوابی که نزدیک به جواب ایده‌آل است، می‌رساند و دوم این که این تکنیک در مقایسه با روش‌هایی مانند فازی، روشی تکمیلی در تصمیم‌گیری چند شاخصه است [۱۳]. شهر اردبیل در حال حاضر به دلیل تغییرات سریع جمعیتی در سی‌ساله گذشته، وضعیت ترافیک، تراکم زیاد ساختمان‌ها و عرض باریک خیابان‌ها با افزایش خطرات ناشی از وقوع حوادث و بلایا روبه‌رو است؛ لذا برای یافتن اقدامات پیشگیرانه و محافظتی مناسب و کاهش مرگ‌ومیر ناشی از این حوادث بسیار مهم است که توزیع مراکز در سطح شهر و مناطق خارج از شعاع عملکرد مطالعه شود و پهنه‌های مناسب برای استقرار مراکز جدید جهت پوشش کل شهر معرفی شود. این کار برای حفظ سلامت و پایداری جامعه مهم است و می‌توان منابع خدمات امداد و نجات را با کارایی بیشتری در مناطق تخصیص داده و هدف‌گذاری کرد. Hashtarkhani و همکاران در مطالعه‌ای در مشهد با استفاده از روش two-step floating catchment are به سنجش میزان دسترسی بالقوه به خدمات فوریت‌های پزشکی در مناطق شهری با در نظر گرفتن عامل سن پرداختند و به این نتیجه رسیده‌اند که مناطق حومه به دلیل تراکم بالای ایستگاه‌های (EMCs) در مناطق مرکز شهر، در مقایسه با مناطق مرکزی از دسترسی بالقوه کمتری برخوردار بودند [۱۰]. Tansley و همکاران در مطالعه‌ای در غنا با استفاده از روش‌های network analysis و یک مدل two-step floating catchment area به بررسی دسترسی فضایی به خدمات رسمی مراقبت‌های پیش از بیمارستان پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که غنا دسترسی فضایی در سطح جمعیت خود را به اکثریت جمعیت گسترش داده است. بااین‌حال، نابرابری دسترسی در مناطق روستایی و شهری وجود دارد که می‌توان با افزایش ظرفیت ایستگاه یا افزودن ایستگاه‌های اضافی بهبود بخشید [۱۴]. لؤلؤیی جهرمی و همکاران در مطالعه‌ای در شیراز به تعیین عامل‌های مؤثر بر مکان‌یابی مراکز اورژانس و اولویت‌بندی آن با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره AHP (The Analytic Hierarchy Process) پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد عامل‌های مؤثر بر مکان‌ها عبارت‌اند از: زمان،

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

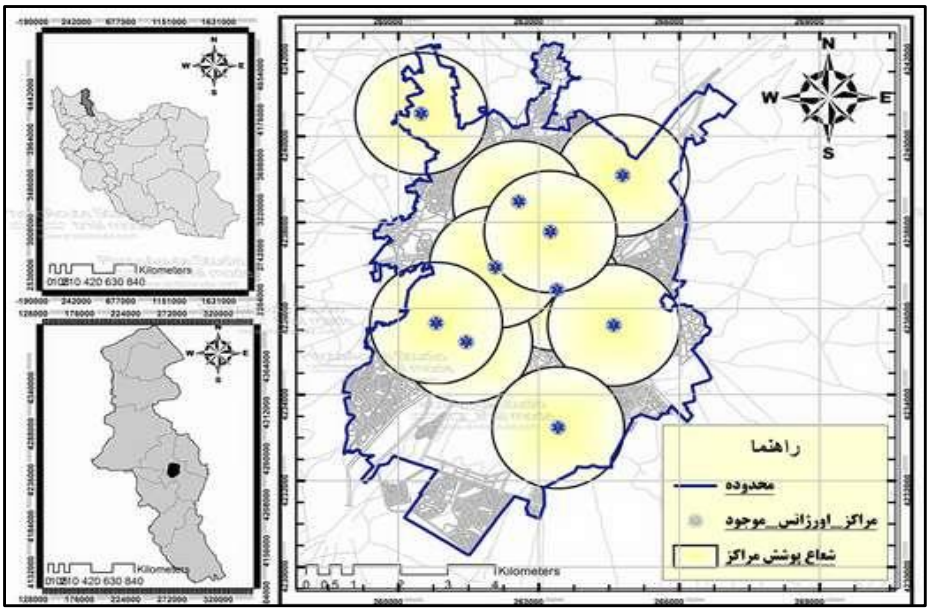
فاصله، هزینه، تسهیلات، مسائل تکنولوژیکی، کیفیت سرویس‌دهی، ترافیک و تراکم جمعیت. در این بین فاکتور زمان و فاصله به‌عنوان مؤثرترین عامل برای مرکز اورژانس تلقی می‌شود که اگر این دو عامل در مکان‌یابی مراکز به‌صورت صحیح اعمال شود می‌تواند در کاهش مشکلات این خدمات بسیار مؤثر باشد [۱۵]. حسن‌پور و همکاران در مطالعه‌ای در کرج با استفاده از آزمون‌های توصیفی به‌وسیله نرم‌افزار SPSS و با استفاده از چک‌لیست‌های جهانی به مطالعه وضعیت پاسخگویی اورژانسی بیمارستان‌های شهر در مقابله با حوادث و بلایا پرداختند. نتایج نشان می‌دهد میانگین پاسخگویی اورژانسی بیمارستان‌های کرج در مقابله با حوادث و بلایا، ۴۴/۱۷ درصد بوده و نیاز است آمادگی در مقابله با بحران‌ها حوادث به حداکثر خود یعنی ۱۰۰ درصد برسد [۱۶]. ابراهیمی و میرزایی در شهر تهران با استفاده از روش AHP فازی، (Analytical Network Process) ANP و شاخص‌های جمعیت، میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله، میزان جمعیت به ازای هر اورژانس، وضعیت ترافیک و میزان تصادفات خطرناک به رتبه‌بندی و انتخاب بهترین مناطق شهر تهران به‌منظور افزودن سرویس‌های اورژانس جدید پرداختند مطابق نتایج، با توجه به شاخص‌ها منطقه ۴ بیش از سایر مناطق به اورژانس نیاز دارد همچنین دو روش AHP فازی و ANP نتایج نسبتاً یکسانی دارند و در بعضی از مناطقی که امتیازها بسیار به یکدیگر نزدیک است، رتبه‌بندی به میزان بسیار اندکی تغییر یافته است [۱۷]. کمالی و همکاران در شهر اصفهان با ترکیبی از روش‌های بهینه‌سازی و شبیه‌سازی و معیارهایی مانند تراکم جمعیت و میزان درخواست خدمات فوریت‌های پزشکی به معرفی تعدادی مکان در مناطق ۱، ۳، ۵ و ۶ جهت استقرار پایگاه‌های اورژانس پرداختند [۱۸]. جهان تیغ و قادری در مطالعه‌ای در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از رویکرد تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاری و به کارگیری مدل Fuzzy network analysis process در کنار تکنیک Fuzzy Dematel و تلفیق با سیستم اطلاعات جغرافیایی و معیارهای نزدیکی به راه‌های مواصلاتی، شیب مناسب منطقه، نزدیکی به مراکز پرجمعیت، نزدیکی به معابر پرخطر و فاصله مناسب از مراکز خدمات فوریت‌های پزشکی به تعیین بهترین نقاط استقرار آمبولانس‌های هوایی پرداختند و به این نتایج رسیده‌اند که تعداد و سطح پوشش آمبولانس‌ها در شهرها و جاده‌های استان سیستان مناسب نیستند؛ بنابراین محدوده شهرهای زابل و ایرانشهر بهترین وضعیت معیارهای انتخابی را جهت تأسیس پایگاه‌های اورژانس در سطح استان را دارند [۱۹].

با توجه به مطالب فوق، در حال حاضر در کشورمان بحث مکان‌یابی اورژانس به‌ندرت موردبحث قرار گرفته است و پژوهشگران در این مطالعات با معیارهای (زمان، فاصله، هزینه، تسهیلات، مسائل تکنولوژیکی، ترافیک نزدیکی به راه‌های مواصلاتی، شیب مناسب، نزدیکی به مراکز پرجمعیت، نزدیکی به معابر پرخطر و فاصله مناسب از مراکز خدمات فوریت‌های پزشکی) به مسئله پرداخته‌اند. ازآنجایی‌که تاکنون مطالعه‌ای برای مکان‌یابی مراکز اورژانس در شهر اردبیل انجام نگرفته است و برای اولین بار در این مطالعه از روش VIKOR و ۲۲ معیار برای معرفی پهنه‌های مناسب مراکز اورژانس شهری استفاده شد؛ لذا هدف اصلی پژوهش را می‌توان به ۲ هدف فرعی تقسیم کرد: هدف ۱، تحلیل وضعیت پراکنش و استقرار مراکز فوریت‌های پزشکی در سطح شهر اردبیل و هدف ۲، تعیین محدوده‌های مناسب برای مکان‌یابی مراکز اورژانس جدید جهت پوشش کامل شهر است؛ لذا انتظار می‌رود نتایجی که در این پژوهش به دست خواهد آمد، به سیاست‌گذاران بخش سلامت شهری کمک کند تا با ارائه خدمات فوری درمانی، مرگ‌ومیرها و آسیب‌های مادی و معنوی ناشی از حوادث را کاهش دهند.

روش

شهر اردبیل در شمال ایران در دشتی وسیع و حاصلخیز در ارتفاع ۱۵۰۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است (شکل ۱). مساحت تقریبی آن ۱۱۰ کیلومترمربع است و جمعیت آن طبق سرشماری سال ۱۳۹۶ بالغ بر ۶۰۵۹۹۳ نفر بوده است [۲۰]. در حال حاضر تعداد ۱۰ پایگاه شهری در داخل شهر اردبیل مستقر هستند و روزانه به‌صورت میانگین نزدیک به ۱۵۰ مأموریت در شهر انجام می‌شود [۲۱].

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]



شکل ۱: محدوده پژوهش

تحقیق حاضر، از نظر هدف کاربردی و توسعه‌ای و از منظر روش نیز از روش‌های توصیفی- تحلیلی محسوب می‌شود. این مطالعه شهر اردبیل را برای تجزیه‌وتحلیل انتخاب کرده است. داده‌های به‌کاررفته در این پژوهش به دو بخش داده‌های مکانی و غیرمکانی تقسیم شدند. داده‌های مکانی؛ داده‌های مربوط به ۱۰ مرکز اورژانس است که از دانشگاه علوم پزشکی استان اردبیل در سال ۱۳۹۸ جمع‌آوری شد، منابع داده فوق صحت داده‌ها را تضمین می‌کنند در گام دوم، با اطمینان از صحت آمار داده‌های مکانی در نرم‌افزار Google Earth پیاده‌سازی و سپس به محیط نرم‌افزاری سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System) GIS انتقال و رقومی شدند تا لایه مربوط آماده‌سازی و تجزیه‌وتحلیل‌های لازم صورت گیرد. در ادامه با توجه به اهداف تحقیق، به‌منظور مکان‌یابی به انتخاب مهم‌ترین معیارهای تأثیرگذار بر مکان‌یابی مراکز اورژانس با استناد به پیشینه‌های تحقیق (جدول ۲) پرداخته شد. بخشی از داده‌های لازم برای پژوهش از نقشه کاربری اراضی شهر اردبیل در قالب لایه رقومی و با استفاده از نرم‌افزار GIS استخراج و برای رفع خطاهای موجود، عملیات ویرایشی روی آن‌ها انجام شد. بخش دیگری از داده‌های موردنیاز با توجه به معیارهای انتخاب شده از منابع سازمان‌های مختلف، مشاهدات و تحقیقات محلی جمع‌آوری و لایه مربوط به هر پارامتر به شکل وکتوری تهیه شد و سپس معیارهای تصمیم‌گیری بر اساس نظر ۱۵ خبره، با استفاده از مدل تحلیل شبکه‌ای (Analytic Network Process) ANP در نرم‌افزار Super Decisions وزن‌دهی شد. سپس به استانداردسازی و فازی‌سازی معیارها با استفاده از دستور Member ship در محیط نرم‌افزار GIS پرداخته و برای به دست آوردن نقشه نهایی که نشان‌دهنده پهنه‌های مناسب است وزن به‌دست‌آمده بین لایه‌ای با توجه به اهمیت و اثرگذاری هر یک از آن‌ها اعمال گردید. در نهایت با همپوشانی لایه‌های وزن‌دهی شده با استفاده از مدل VIKOR به تهیه نقشه پهنه‌ها که نشان‌دهنده پهنه‌های مناسب برای مکان‌یابی است به دست آمد. شکل ۲ روند کلی تحقیق را نشان می‌دهد.

ANP فرآیند تحلیل شبکه

یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است که برای تعیین وزن معیارها و انتخاب گزینه بهینه استفاده می‌شود. روش تحلیل شبکه‌ای به‌وسیله ساعتی و تاکی زاوا (Saaty and Taki Zawa) در سال ۱۹۸۶ پیشنهاد شد. اهمیت اصلی روش فرایند تحلیل شبکه آن است که این روش برای حل مسائل بدون ساختار قابل استفاده است و نیازی به نظم سلسله مراتبی هدف، معیارها و زیرمعیارها نیست. وزن معیارها و مطلوبیت گزینه‌ها، به‌طور مستقیم از طریق دریافت قضاوت‌های افراد و با استفاده از مقایسه‌های زوجی به دست می‌آید [۱۷].

یکی از راه‌های انجام محاسبات در روش ANP این است که وزنه‌ای به‌دست‌آمده از انجام مقایسه‌های زوجی در ماتریسی به نام سوپر ماتریس قرار گیرند. پس از تشکیل سوپر ماتریس اولیه که سوپر ماتریس ناموزون نام دارد، در صورت نیاز ستون‌های این ماتریس نرمال شده و سوپر ماتریس وزن‌دهی شده یا نرمال به دست می‌آید. ساعتی با استفاده از ماتریس‌های احتمالی و

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

زنجیره‌های مارکوف اثبات می‌کند که وزن نهایی عناصر از رابطه زیر به دست می‌آید [۲۸] که در این رابطه k عدد فرد است.

$$W = LIM\ w^{2k+1}$$

جهت پیاده‌سازی و انجام روش ANP گام‌های زیر به ترتیب باید اجرا شوند [۲۹].

-**ساختن نمودار شبکه‌ای:** در این گام باید مسئله را به سطوح معیار و در صورت وجود زیر معیار و گزینه تقسیم کرد و روابط بین آن‌ها را تعیین نمود.

-**تشکیل ماتریس مقایسات زوجی:** در این مرحله عناصر هر سطح نسبت به سایر عناصر مربوط خود در سطح بالاتر به‌صورت زوجی مقایسه می‌شوند. این مقایسات زوجی می‌بایست توسط طیف ۹ تابی آقای ساعتی پاسخ داده شود که در جدول ۱ آورده شده است [۲۹].

شکل ۲: مراحل انجام پژوهش

جدول ۱: طیف ۹ تایی مقایسات زوجی

تفسیر	میزان اهمیت
اهمیت برابر	۱
اهمیت برابر تا متوسط	۲
اهمیت متوسط	۳
اهمیت متوسط تا قوی	۴
اهمیت قوی	۵
اهمیت قوی تا بسیار قوی	۶
اهمیت بسیار قوی	۷
اهمیت بسیار قوی تا فوق‌العاده قوی	۸
اهمیت فوق‌العاده قوی	۹

-**محاسبه نرخ ناسازگاری:** در این گام نرخ ناسازگاری را محاسبه می‌شود. چنانچه این نرخ از ۰/۱ کمتر باشد، نشان از سازگاری ماتریس است.

-**تشکیل سوپر ماتریس اولیه:** سوپر ماتریس اولیه، همان وزن‌هایی است که در مرحله ۲ از مقایسات زوجی حاصل شد.

-**ایجاد سوپر ماتریس موزون:** بعد از ایجاد سوپر ماتریس اولیه، باید سوپر ماتریس موزون را ایجاد کرد.

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

-**ایجاد سوپر ماتریس حدی:** سوپر ماتریس موزون را باید به توان بی‌نهایت رساند تا هر سطر آن به عددی همگرا شود؛ و آن عدد وزن آن معیار یا زیر معیار و یا گزینه است. گام‌های ANP با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions پیاده‌سازی می‌شود.

ویکور VIKOR(تصمیم‌گیری چند معیاره)

واژه ویکور یک کلمه صربی به معنای (بهینه‌سازی چند معیاره) و (راه‌حل توافقی) است که توسط Opricovic در سال ۱۹۹۸ معرفی گردیده است [۳۰]. روش ویکور یک تصمیم‌گیری چند معیاره برای حل یک مسئله تصمیم‌گیری با معیارهای با واحدهای اندازه‌گیری مختلف و متعارض است. همچنین روش ویکور به دلیل استفاده از شاخص V و توافق جمعی از بهینه‌سازی بهتری در تصمیم‌گیری‌ها برخوردار است که این موضوع برتری این روش نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است [۱۳] مراحل الگوریتم پیاده‌سازی ویکور دارای گام‌های زیر است [۳۱].

مرحله اول: تشکیل ماتریس تصمیم با توجه به تعداد معیارها، تعداد گزینه‌ها و ارزیابی همه گزینه‌ها برای معیارهای مختلف.

مرحله دوم: بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم. در این مرحله دامنه مقادیر را که در واحدهای اندازه‌گیری متفاوت (همچون واحد اندازه‌گیری رتبه‌ای، درصدی و متریک) وجود دارند به یک دامنه استاندارد تبدیل می‌شود.

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & \cdots & f_{in} \\ \vdots & \ldots & \ldots \\ f_{m1} & \cdots & f_{mn} \end{bmatrix}.$$

در این رابطه X_{ij} مقدار اولیه و F_{ij} مقدار نرمال شده گزینه i آم و بعد j آم است.

$$fij = \frac{\mathrm{xij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}$$

مرحله سوم: تعیین بردار وزن معیار است. مجموع وزن‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که $0 \leq w_j \leq 1$ و $\sum_j w_j = 1$ به دست آید.

$$W = [w_1, w_2, \ldots, w_n]$$

مرحله چهارم: برای هر معیار، بهترین و بدترین مقادیر موجود در آن را تعیین کرده و در فرآیند پهنه‌بندی مورد استفاده قرار می‌دهد.

بهترین مقدار(f_j^*)ب) برای معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط (زیر) محاسبه می‌شوند:

$$f_j^* = {}^{Max}\, f_{ij}$$

$$f_j^* = {}^{Min}_{i}\, f_{ij}$$

بدترین(f_j^-) دار برای معیارهای مثبت و منفی نیز به ترتیب از روابط مقابل محاسبه می‌شوند:

$$f_j^- = {}^{Min}_{i}\, f_{ij}$$
$$f_j^- = {}^{Max}_{i}\, f_{ij}$$

مرحله پنجم: محاسبه مقدار سودمندی یا حداکثر مطلوبیت (S) و مقدار تأسف (R) است:

$$S_i = \sum_{i=1}^{n} \mathrm{wi} \frac{\mathrm{f_j^* - f_{ij}}}{\mathrm{f_j^* - f_j^-}}$$
$$R_i = Max \left\{ \mathrm{wi} \frac{\mathrm{f_{j-}^* f_{ij}}}{\mathrm{f_j^* - f_j^-}} \right\}$$

که wj مقدار وزن مواد برای معیار j است. در روش برنامه‌ریزی توافقی اگر پارامتر P مساوی یک باشد، همان مقدار Si به دست می‌آید:

$$L(A_i) = \sum_{i=1}^{n} wj \frac{f_{j-}^* f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} = S_i$$

در روش برنامه‌ریزی توافقی اگر پارامتر P مساوی ∞ باشد، همان مقدار R_i به دست می‌آید.

$$L_\infty(A_i) = Max \left[w_j \left(\frac{f_{j-}^* f_{ij}}{f_j^* - f_j^-} \right) \right] = R_i$$

مرحله ششم: محاسبه شاخص VIKOR(مقدار Q) است:

$$\mathrm{Q}_i = v \left[\frac{S_i - S^-}{S^* - S^-} \right] + (1 - v) \left[\frac{R_i - R^-}{R^* - R^-} \right]$$

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

در فرمول فوق. $R^* = MaxR_i$، $R^- = MinR_i$، $S^* = MaxS_i$، $S^- = MinS_i$ است. در این روابط: $\frac{S^*-S^-}{S_i-S^-}$ = بیان کننده نرخ فاصله از حل ایده‌آل است.

با توجه به میزان توافق گروه V بیان‌کننده نرخ فاصله از حد ضد ایده‌ال و پارامتر $\frac{R^*-R^-}{R_i-R^-}$= تصمیم‌گیرنده انتخاب می‌شود. در این مطالعه این مقدار ۰/۵ در نظر گرفته شد.

مرحله هفتم: مرتب کردن گزینه‌ها بر اساس مقادیر R، S و Q از کوچک به بزرگ است. بدین‌صورت که بعد از جمع نمرات استانداردشده وزنی در رابطه با هر یک از معیارها، هرچقدر نمره پیکسل به عدد ۰ میل می‌کند، نشان از مطلوبیت بیشتر آن پیکسل برای به‌کارگیری در رابطه باهدف مربوطه دارد.

نتایج

تحلیل وضعیت مراکز اورژانس موجود

شعاع عملکرد اورژانس ازنظر فاصله زمانی به‌طور متوسط کمتر از ۸ دقیقه در نظر گرفته می‌شود؛ یعنی از لحظه خروج نیروهای اورژانس

از ایستگاه مربوطه تا رسیدن به محل کمتر از ۸ دقیقه (۱۷۰۰ متر) تلف شود. شعاع عملکرد مفید هر مرکز با توجه به‌سرعت متوسط، از این رابطه تعیین می‌شود [۳۲].

شعاع پوششی = حداکثر زمان مطلوب برای رسیدن به محل حادثه × سرعت متوسط خودروها

شکل ۱ علاوه برنشان دادن همپوشانی مراکز، نشان می‌دهد که مراکز موجود تنها بخشی از شهر اردبیل را پوشش می‌دهند و قسمتی از شمال و جنوب و قسمت‌های حاشیه‌ای شهر خارج از این شعاع عملکرد قرار دارند. از این موضوع می‌توان به این یافته کلیدی رسید که حوزه پوشش‌دهی خدمات به تعداد آن‌ها بستگی ندارد. بلکه بیش از آن به نحوه توزیع این خدمات در سطح شهر بستگی دارد. به‌رغم تعداد زیاد مراکز اورژانس در شهر، آن‌ها فقط در مکان‌های مشخصی متمرکز شده‌اند؛ لذا اقدام به‌منظور بازبینی وضعیت موجود، سازمان‌دهی مجدد مکانی با توجه به پهنه‌های خارج از خدمات و احداث مرکز اورژانس جدید متناسب با پهنه‌های مشخص‌شده در شهر اردبیل ضروری است.

مکان‌یابی

گام اول: مطابق با جدول ۲ در پژوهش حاضر در راستای شناسایی و پهنه‌بندی از ۲۲ معیار استفاده شد. در ماتریس معیارهای ارزیابی جدول ۳، هر Xij، معرف صورت وضعیت پیکسل i (سلول تشکیل‌دهنده نقشه رستری از محدوده موردمطالعه) است که به ازای وضعیت ثبت شده از معیار (j)، تعیین می‌شود. با محقق شدن مجموع‌هایی از معیارها در فرآیند ارزیابی، لازم است برای هر معیار، یک نقشه شکل ۳ در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ایجاد شود [۳۳].

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

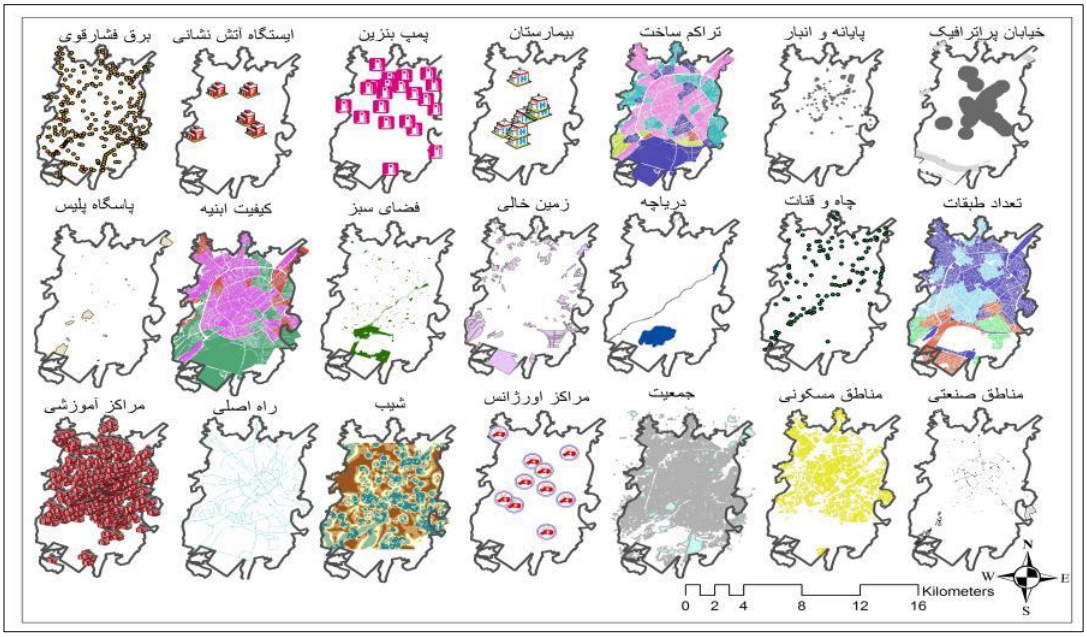
جدول ۲: معیارهای مورداستفاده جهت تعیین عرصه‌های مناسب مکان‌یابی

منبع	شرایط ایده‌ال	نوع داده ورودی	نام شاخص	عدد
[۲۲]	پهنه‌ها در شعاع ۵۰ متری ساختمان‌ها قرار نگیرند به دلیل تخریب و احتمال انسداد معابر	سطحی	ساختمان‌های بلندمرتبه	C۱
[۲۲،۲۳]	پهنه‌ها دور از سروصدا و شلوغی باشند و در صورت اجبار، حداقل فاصله ۲۰۰ متر رعایت کنند.	سطحی	مناطق صنعتی	C۲
[۲۲]	پهنه‌ها در فاصله ۰ تا ۲۰۰۰ متر از مراکز قرار گیرند؛ هم‌جواری این کاربری با مرکز اورژانس تأثیر بسزایی در بهبود عملکرد آن در شرایط پس از بحران دارد.	نقطه‌ای	ایستگاه‌های آتش‌نشانی	C۳
[۲۲،۲۴]	پهنه‌ها از پمپ‌بنزین‌ها به لحاظ ماهیت عملکردی و خطرساز بودن در شرایط بحرانی همچون آتش‌سوزی. بیش از ۲۰۰ متر فاصله داشته باشند.	نقطه‌ای	پمپ‌بنزین	C۴
[۲۳]	پهنه‌ها از خطوط برق فشارقوی بیش از ۳۰۰ متر فاصله داشته باشند. این تأسیسات می‌توانند منشأ حوادث ناگواری چون انفجار، آتش‌سوزی، نشر آلودگی و ... باشند.	خطی	برق فشار بالا	C۵
[۲۴،۲۵]	پهنه‌ها در فاصله کمتر از ۵۰۰ متر از فضای سبز قرار گیرند.	سطحی	فضای باز و سبز	C۶
[۲۳]	پهنه‌ها در زمین‌های بایر و قابل‌تخریب با متراژ ۲۵۰–۳۵۰ متری قرار بگیرند بهتر است. هم دارای زیرساخت‌های شهری هستند و هم‌تغییر کاربری در آن‌ها آسان‌تر خواهد بود.	سطحی	زمین‌های بایر و قابل‌تخریب	C۷
[۲۲]	پهنه‌ها در زمین‌هایی با شیب تند و یا زمین‌های صاف قرار نگیرند.		شیب مناسب	C۸
[۲۲]	پهنه‌ها در بافت‌های کم تراکم و درشت‌دانه قرار گیرند.	سطحی	بافت کم تراکم و درشت	C۹
[۱۸،۲۶]	پهنه‌ها نخست به مناطق پرتراکم چنان نزدیک نباشد که امکان ارسال خدمات را محدود کند و دوم چنان دور نباشد که ساکنان بی‌سرپناه این مناطق هیچ‌گونه رغبتی برای اسکان در آنجا نداشته باشند.	سطحی	تراکم جمعیتی	C۱۰
[۲۵]	پهنه‌ها در فاصله ۰ تا ۲۰۰ متری از راه قرار داشته باشند	خطی	شبکه ارتباطی	C۱۱
[۱۵،۱۸]	پهنه‌ها به دلیل تردد رفت‌وآمد و ازدحام گذرهای دسترسی در خیابان‌ها پرترافیک قرار نگیرند.	خطی	خیابان‌های پرترافیک	C۱۲
[۱۹]	پهنه‌ها به دلیل عدم تمرکز و رعایت حریم ۱۵۰۰ سایر اورژانس‌ها از مراکز موجود دور باشد.	نقطه‌ای	مراکز اورژانسEMS موجود	C۱۳
[۱۵]	بهتر است پهنه‌ها به دلیل خطر احتمالی رخ دادن سیل یا فرونشست در حاشیه رودخانه‌ها قرار نگیرد...و حریم ۲۰۰ متری رعایت گردد.	خطی	رودخانه‌ها (مسیل‌ها)	C۱۴
[۱۵،۲۲]	پهنه‌ها به‌منظور تشکیل شبکه درمانی به بیمارستان‌ها نزدیک باشند.	نقطه‌ای	بیمارستان	C۱۵
[۱]	پهنه‌ها در فاصله ۱۰۰ متری از قنات‌ها قرار نگیرند.	نقطه‌ای	قنات	C۱۶
[۲۳]	پهنه‌ها در فاصله ۲۰۰ متری از پاسگاه‌های پلیس و نیرو انتظامی قرار نگیرند.	سطحی	پاسگاه‌های پلیس و نیرو انتظامی	C۱۷
[۱۹]	پهنه‌ها در فاصله ۲۰۰ متری از مدارس و فضاهای آموزشی قرار نگیرند؛ زیرا لزوم خروج سریع خودروهای امدادرسانی در مواقع بروز حادثه ممکن است باعث تصادف با جمعیت شده و حادثه‌آفرین باشد.	نقطه‌ای	مدارس و فضاهای آموزشی	C۱۸
[۲۷]	پهنه‌ها به دلیل ایجاد ترافیک و مزاحمت برای اورژانس‌ها، در فاصله مناسب از بازار شهر قرار بگیرد.	سطحی	بازار شهر	C۱۹
[۲۷]	پهنه‌ها در فاصله ۵۰۰ متری از پایانه‌ها و انبارها قرار نگیرند.	سطحی	پایانه‌ها و انبارهای شهری	C۲۰
[۲۵]	پهنه‌ها در فاصله ۲ کیلومتری مناطق مسکونی قرار بگیرند.	سطحی	محلات مسکونی	C۲۱
[۲۴]	پهنه‌ها به محلات باکیفیت ابنیه پایین نزدیک باشند. آنجا که هنگام وقوع حوادث، بیشترین خسارات جانی و مالی وارد می‌شود.	سطحی	محلات باکیفیت ابنیه پایین	C۲۲

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

جدول ۳: ماتریس مؤلفه‌های مورداستفاده جهت تعیین عرصه‌های مناسب مکان گزینی

معیارها	از مراکز دوری موجودEMS اورژانس	دسترسی به شبکه ارتباطی	دوری از خیابان‌های پرترافیک	نزدیکی به بیمارستان	نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی	دوری از ساختمان‌های بلندمرتبه	دوری از مناطق صنعتی	دوری از پمپ‌بنزین	بالا برق فشار دوری از خطوط انتقال	نزدیکی به فضای باز و سبز	قابل‌تخریب و بایر زمین‌های	شیب با مکان‌هایی در ن قرارگیری مناسب	قرارگیری در بافت کم تراکم و درشت	تراکم جمعیتی بالا	دوری از رودخانه‌ها	دوری از قنات	نیروی و پلیس دوری از پاسگاه‌های انتظامی	آموزشی فضاهای و دوری از مدارس	دوری از بازار شهر	دوری از پایانه‌ها و انبارهای شهری	نزدیکی به محلات مسکونی	ابنیه نزدیکی به محلات باکیفیت پایین
پیکسل A	X^A1	X^A2	..	.	..	..	..	..	..	..	..	...	...	..	....	..	....	...	..	..	..	X^AM
پیکسل B	X^{B1}	X^{B2}	..	...	..	..	..	..	.	.	..	...	...	..	....	..	....	...	..	.	.	X^{BM}
پیکسل M	X^{M1}	X^{M2}	..	..	..	..	..	..	..	..	..	...	...	..	....	..	....	...	..	..	..	X^{MN}



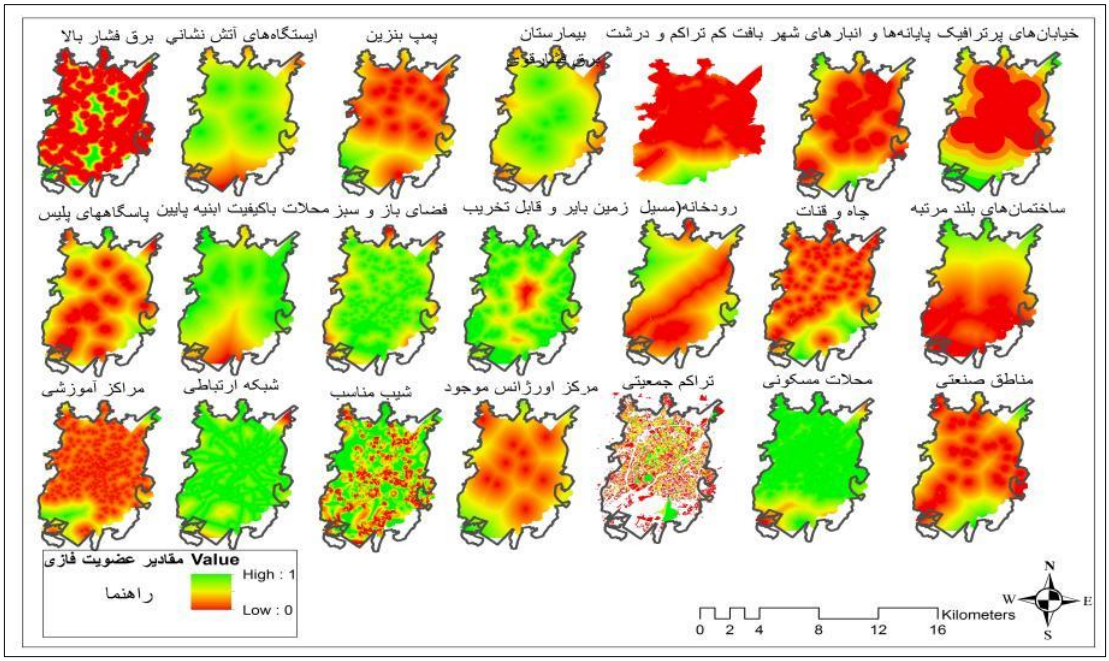
شکل ۳: لایه نقشه‌های معیار در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

گام دوم

در فرآیند ارزیابی گاه ممکن است معیارها در واحدهای اندازه‌گیری متفاوتی موردسنجش قرار بگیرند (مثلاً شیب با درصد و فاصله از ایستگاه آتش‌نشانی به متر) و یا گاهاً معیارهای فاصله نیز در هدف موردنظر متضاد باشند (در بعضی از معیارها مطلوبیت نهایی در فاصله بیشتر و در برخی مطلوبیت در فاصله کمتر هست) که در این صورت نمی‌توان عملیات جمع و تفریق را روی آن‌ها انجام رسانید. این محدودیت‌ها را می‌توان با استانداردسازی معیارها برطرف نمود. در روش استانداردسازی فازی، برای باز قالب‌بندی مقادیر معمولاً از توابع مختلفی چون توابع S شکل، J شکل و خطی استفاده می‌شود؛ که در پژوهش حاضر نقشه‌های معیار با استفاده از توابع S شکل استاندارد شده‌اند (شکل ۴). استانداردسازی داده‌ها، کلیه مقادیر و ارزش لایه‌های نقشه‌ای را به دامنه یکسانی بین صفر و یک تبدیل می‌کند. این عمل از طریق تابع Fuzzy-Membership در نرم‌افزار Arcmap انجام می‌شود. در این حالت بیشترین ارزش یعنی مقدار ۱ به

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

حداکثر عضویت و عدد صفر به حداقل عضویت تعلق می‌گیرد. سایر اعضای مجموعه نیز می‌توانند مقادیری را بین صفر تا یک و بر اساس درجه قطعیت عضویتشان به مجموعه و به خود دریافت کنند.



شکل ٤: استانداردسازی نقشه‌های معیارها

گام سوم

در این مرحله به‌منظور همپوشانی نهایی شاخص‌های موردنظر وزن هر شاخص در ارتباط باهدف نهایی تحقیق مشخص شد. در این راستا ابتدا ده نفر از خبرگان (مدیران و اساتیدی که در زمینه مورد بحث صاحب‌نظر بودند) برای انجام مقایسه زوجی انتخاب و در خصوص مسئله توجیه شدند. از فرد خبره خواسته شد که براساس طیف ۹ درجه ساعتی به مقایسه زوجی مشخصه‌ها بپردازند. بعد از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها وزن هر یک از مؤلفه‌های اصلی و شاخص‌ها در قالب مدل ANP و با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions به دست آمد که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ٤: وزن استخراج شده معیارهای با روش ANP

وزن نهایی	نام شاخص	عدد	وزن نهایی	نام شاخص	عدد
۰/۸۷	خیابان‌های پرترافیک	c۱۲	۰/۰۶۳	ساختمان‌های بلندمرتبه	c۱
۰/۹۴	مراکز اورژانس موجود	c۱۳	۰/۰۳۱	مناطق صنعتی	c۲
۰/۱۳	رودخانه‌ها (مسیل‌ها)	c۱۴	۰/۰۷۲	ایستگاه‌های آتش‌نشانی	c۳
۰/۷۳	بیمارستان	c۱۵	۰/۰۲۹	پمپ بنزین	c۴
۰/۰۰۹	قنات	c۱۶	۰/۰۲۶	برق فشار بالا	c۵
۰/۰۳۵	پاسگاه‌های پلیس و نیرو انتظامی	c۱۷	۰/۰۵۴	فضای باز و سبز	c۶
۰/۰۳۹	مدارس و فضاهای آموزشی	c۱۸	۰/۰۴۶	زمین‌های بایر و قابل‌تخریب	c۷
۰/۰۷۶	بازار شهر	c۱۹	۰/۱۱	شیب مناسب	c۸
۰/۰۲۴	پایانه‌ها و انبارهای شهری	c۲۰	۰/۴۵	بافت کم تراکم و درشت	c۹
۰/۰۲۸	محلات مسکونی	c۲۱	۰/۳۳	تراکم جمعیتی	c۱۰
۰/۰۲۲	محلات باکیفیت ابنیه پایین	c۲۲	۰/۰۹	شبکه ارتباطی	c۱۱

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

گام چهارم

برای هر معیار، بهترین و بدترین مقادیر موجود در آن را تعیین کرده و به ترتیب $f+$ و $f-$ نامیده شدند. بهترین مقدار برای معیارهای مثبت برابر با بزرگ‌ترین مقدار آن و بدترین مقدار کوچک‌ترین مقدار آن خواهد بود. برای معیارهای منفی نیز بالعکس. به عبارتی معیارهای مثبت افزایش آن‌ها، باعث سود و معیارهای منفی کاهش آن‌ها، باعث سود می‌شود. در تحقیق حاضر برای این که در مرحله دوم همه معیارهای تحقیق بین صفر و یک استانداردسازی شود، بیشترین ارزش یعنی مقدار ۱ را به حداکثر عضویت و عدد صفر به حداقل عضویت تعلق داده شد؛ لذا در این گام $f+$ همه معیارها ۱ و $f-$ برابر صفر خواهد بود (جدول ۵).

جدول ۵: بهترین و بدترین مقدار برای معیارهای مختلف

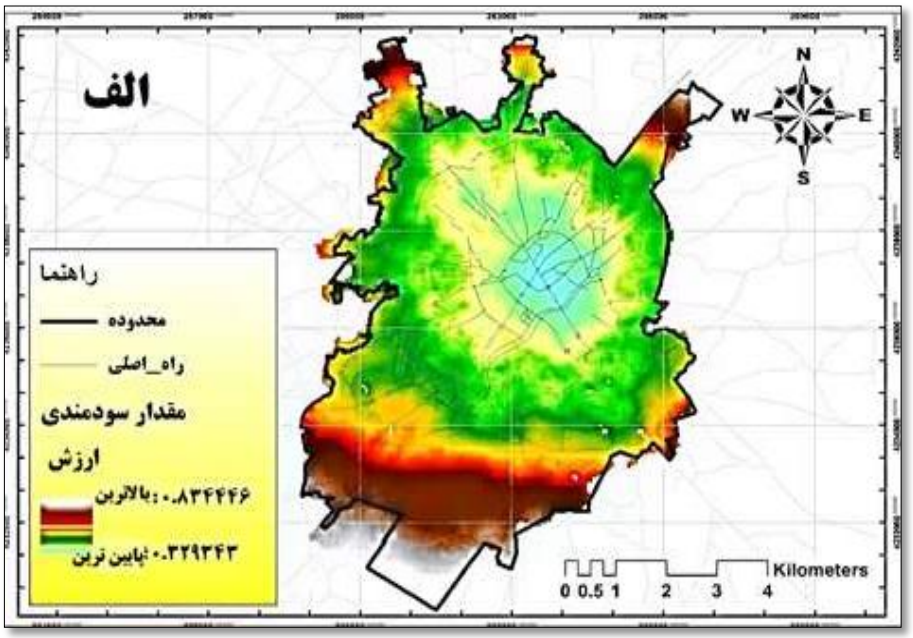
معیار	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{17}	C_{18}	C_{19}	C_{20}	C_{21}	C_{22}
$f+$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
$f-$	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

گام پنجم

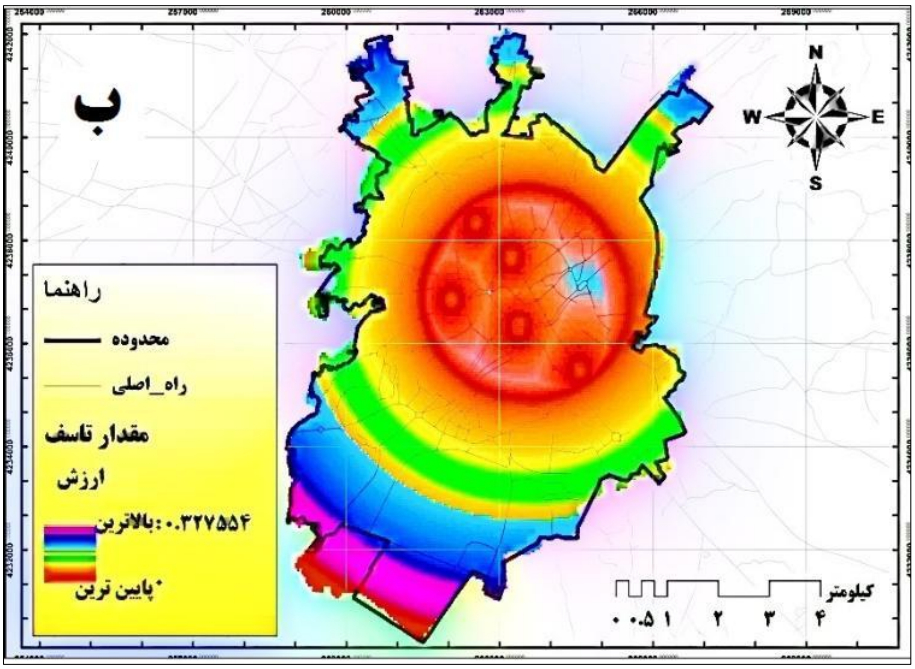
با استفاده از نتایج مرحله قبلی در این گام مقدار سودمندی برای تک‌تک معیارها محاسبه گردید. درنهایت مجموع مقدار سودمندی یا حداکثر مطلوبیت (SI) همه معیارها را با استفاده از نوارابزار Raster Calculator باهم جمع شد. (شکل ۵ (الف)) همچنین با استفاده از افزونه Cell Statistics مقادیر Ri هر یک از مؤلفه‌های اصلی نیز محاسبه شد. بدین‌صورت که ابتدا نقشه وزن دهی شده کلیه معیارها در افزونه مذکور اضافه‌شده و از بخش توابع، تابع بیشینه انتخاب شد تا از بین نقشه‌های معیار نقشه نهایی بیشینه برای ما محاسبه نماید (شکل ۵(ب)) نتیجه به‌دست‌آمده از این فرایند نشان‌دهنده دامنه تغییرات مربوط به محاسبه مقادیر Ri برای محدوده مطالعاتی، خواهد بود.

گام ششم

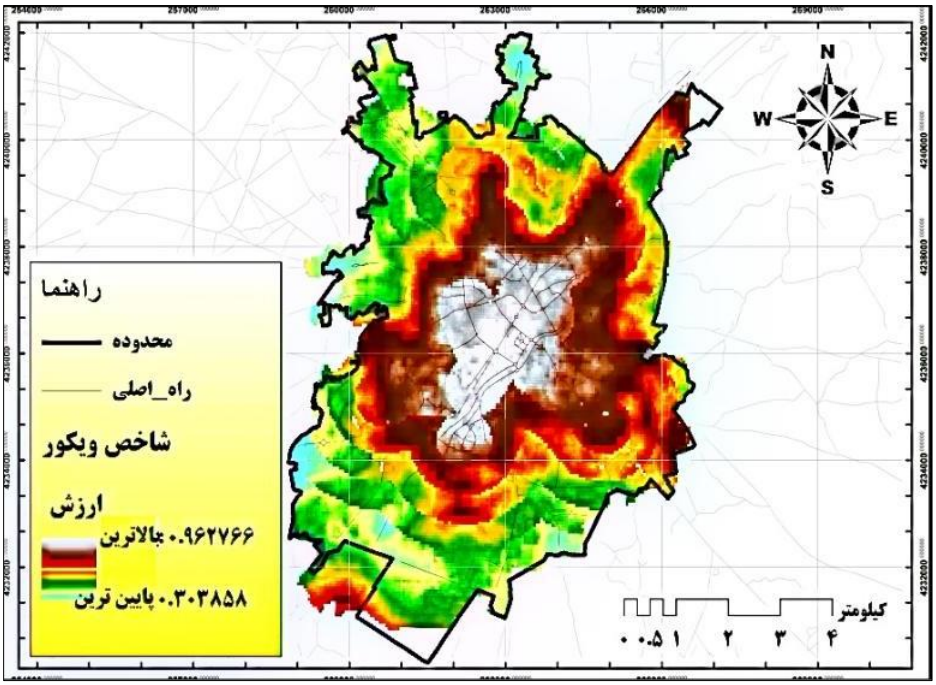
در این گام نقشه‌های خروجی از مرحله قبل مقدار سودمندی (SI) ب: مقدار تأسف یا مقدار حداقل (RI) باهم جمع شد تا نقشه نهایی (مقدار Q) حاصل از مدل ویکور به دست آمد (شکل ۶).



[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]



شکل ۵: الف: مقدار سودمندی (SI) ب: مقدار تأسف (RI)

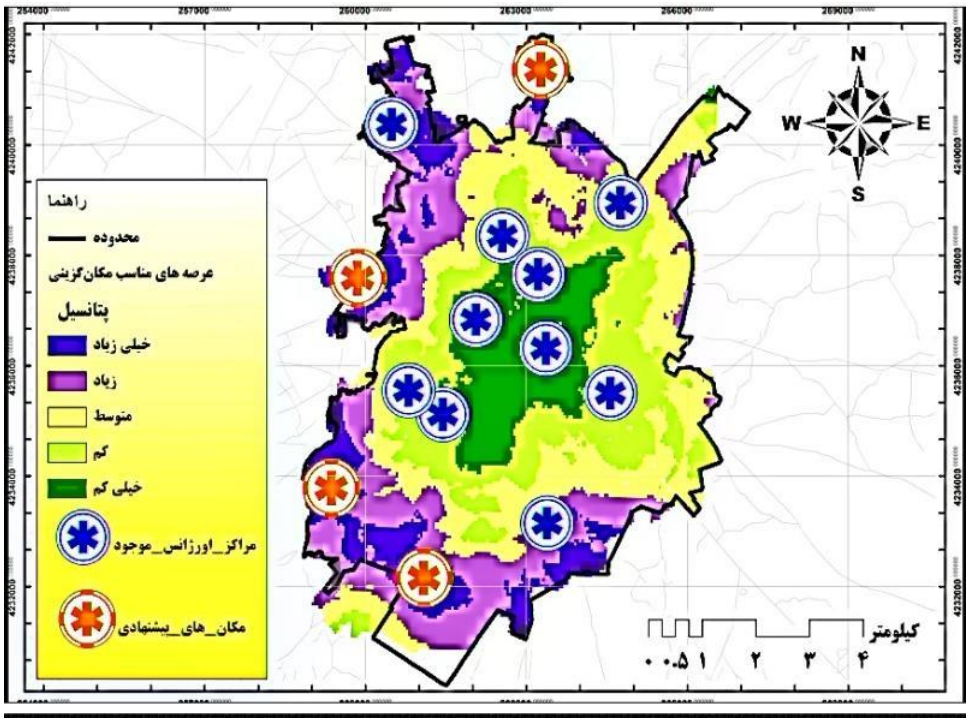


شکل ٦: نقشه نهایی به‌دست آمده از محاسبه شاخص ویکور به‌منظور مکان‌گزینی

گام هفتم

در این مرحله ارزش پیکسل‌ها از کوچک‌تر به بزرگ‌تر مرتب شدند و در نهایت پیکسلی (مکانی) به‌عنوان (بهترین مکان یا بهترین پیکسل) انتخاب شد که دارای کمترین ارزش باشد. در پژوهش حاضر، ارزش به‌دست آمده به روش ویکور بین ۰/۳۰ بهترین مکان و ۰/۹۶ کم‌ارزش‌ترین موقعیت‌ها برای مکان گزینی را نشان می‌دهند (شکل ۷).

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]



شکل ۷: سایت‌های پیشنهادی برای احداث مراکز جدید EMSc

بحث و نتیجه‌گیری

تجزیه‌وتحلیل مکانی، مراکز اورژانس در شهر اردبیل از الگوی قابل‌مشاهده‌ای در سطح شهر پیروی می‌کند. در نقشه (شکل ۱) می‌توان اذعان کرد که مکان فعلی مراکز اورژانس شهر اردبیل با معیارهای علمی و ضرورت‌های این کاربری مطابقت ندارد و به‌رغم تعداد زیاد مراکز اورژانس در شهر، اکثر مراکز اورژانس شهری در مرکز شهر متمرکز شده است؛ لذا اکثراً محلات حاشیه‌نشین و بافت‌های روستایی ادغام شده باوجود تراکم جمعیتی بالا از نظر دسترسی به اورژانس در وضعیت نامطلوبی قرار دارند که دلیل آن تمرکز و همپوشانی مراکز و توزیع نامناسب آن‌ها در سطح شهر است؛ لذا اقدام به منظور بازبینی و سازمان‌دهی مجدد مکانی با توجه به پهنه‌های خارج از خدمات و احداث مرکز اورژانس جدید در شهر اردبیل ضرورت می‌یابد. لیکن برای تکمیل تحقیق در گام بعدی با توجه به ۲۲ شاخص مورد استفاده در تحقیق، محدوده موردمطالعه به لحاظ نیاز به احداث مراکز اورژانس جدید اولویت‌بندی شد. با توجه به نتایج خروجی سایت‌های پیشنهادی برای احداث مراکز جدید پیشنهاد شده‌اند. مراکز در اولویت مکان گزینی به شرایط اقتصادی، تصمیم‌گیری مدیریتی، شرایط ترافیک، بودجه و امکانات شهرداری‌ها و سایر شرایط پویا و دشوار ازنظر پیش‌بینی بستگی دارد. نتایج به‌دست‌آمده با یافته‌های Hashtarkhani و همکاران مبنی بر این که مناطق حومه به دلیل تراکم بالای ایستگاه‌های (EMCs) در مرکز شهر، در مقایسه با مناطق مرکزی از دسترسی بالقوه کمتری برخوردار بودند، همسو است [۱۰]. همچنین نتایج یافته‌های Tansley و همکاران مبنی بر این که نابرابری دسترسی در مناطق شهری وجود دارد و لذا می‌توان آن را با افزایش ظرفیت ایستگاه‌ها بهبود بخشید را تأیید می‌کند [۱۴]. همچنین نتایج این پژوهش با یافته‌های لؤلؤیی جهرمی و همکاران مبنی بر این که اگر مکان‌یابی با معیارهای علمی به‌صورت صحیح اعمال شود، می‌تواند در کاهش مشکلات این خدمات بسیار مؤثر باشد و بیشتر نیازهای مردم را در این زمینه پاسخگو باشد، همسو است. همچنین یافته‌های حسن‌پور و همکاران مبنی بر این که وضعیت پاسخگویی اورژانسی در مقابله با حوادث و بلایا مطلوب نیست و نیاز است آمادگی در مقابله با بحران‌ها به حداکثر خود یعنی ۱۰۰ درصد برسد را تأیید می‌کند. همچنین یافته‌های پژوهش با یافته‌های کمالی و همکاران مبنی بر معرفی تعدادی مکان جهت استقرار پایگاه‌های اورژانس همسو است و در آخر نتایج یافته‌های جهان تیغ و قادری مبنی بر اینکه تعداد و سطح پوشش در سطح شهر مناسب نیستند و محدوده‌هایی از شهر بهترین وضعیت معیارهای انتخابی، جهت تأسیس پایگاه‌های اورژانس را تأیید می‌کند [۱۵،۱۶،۱۹].

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

با توجه به این که پژوهش حاضر به هدف اصلی خود که مکان گزینی مراکز جدید اورژانس بود دست یافت. لیکن انجام این مطالعه با محدودیت مواجه است که بخشی از آن‌ها حتی در ابتدای کار نیز خود را نشان می‌دهند. از عمده‌ترین آن دسترسی به آمار و اطلاعات در سازمان‌ها و اداره‌های مختلف است. بخشی از این مشکل ناشی از فقدان یا کمبود اطلاعات در سازمان‌های فوق است و از سوی دیگر فرهنگ غلط، سبب خصوصی تلقی کردن این موارد شده و در نتیجه افراد و مؤسسات به‌نوعی از انتقال یافته‌های خویش به دیگران خودداری می‌کنند. به عنوان مثال به داده‌های ریسپانس زمان پاسخ دسترسی نداشتیم که موجب شد که فقط بتوان از ۲۲ معیار در تحقیق حاضر استفاده شود؛ لذا در مطالعات آینده در صورت دسترسی به داده‌ها می‌توان از معیارهای مختلف استفاده نمود و شکاف موجود را پر و نتیجه را با تحقیق حاضر مقایسه کرد. دومین محدودیت کمبودهای پژوهشی در مطالعات پیشین و کمبود منابع برای مقایسه نتایج است که این موضوع لزومِ تحولات بیشتر در این حوزۀ مطالعاتی خاص را آشکار می‌سازد.

وقوع حوادث و بلایا در دنیا و نیز در کشور ایران، روندی فزاینده دارد. آنچه به دنبال وقوع حوادث و سوانح، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. رسیدگی به مصدومان و آسیب‌دیدگان از حادثه در کمترین زمان و به بهترین صورت است تا میزان مرگ‌ومیر و آسیب‌های متعاقب سوانح به حداقل برسد. در این بین سیستم اورژانس پیش بیمارستانی به‌عنوان بخشی از سیستم جامع تأمین خدمات سلامتی، با ارائه خدمات فوریت‌های پزشکی در خارج از بیمارستان و همچنین انتقال بیماران و مصدومین حوادث به مراکز درمانی، نقش مهمی را در خدمات سلامت و کاهش زمان امدادرسانی ایفا می‌کند. امروزه دسترسی به خدمات مراقبت‌های بهداشتی و به‌ویژه خدمات (EMCs)، همچنان یک چالش مهم به‌ویژه در کشورهای با درآمد کم است. متأسفانه در چند سال گذشته به دلیل ادغام روستاها به شهر و گسترش شهری و رشد سریع جمعیتی این سازمان شاهد کمبود مراکز و توزیع نامناسب در سطح شهر بوده است که آسیب جبران‌ناپذیری را روی اقتصاد و جامعه رقم می‌زند. ازاین‌رو انتظار می‌رود فکری صائب اندیشیده شود و برنامه‌ای مدون در راستای مدیریت بهینه مراکز اورژانس شهری تهیه گردد تا در سال‌های آتی به مدیریت مطلوب فضاهای شهری کمک نماید. مدیریت و برنامه‌ریزی در مکان‌یابی خدمات اورژانس پزشکی ازآنجایی‌که مستقیماً با حیات و سلامت انسان‌ها سروکار دارد دارای اهمیت بالایی است و باید بر طبق اصول علمی صورت گیرد. توجه به اصول علمی مکان‌یابی اورژانس برای پاسخگویی در موارد بحرانی و به کار بستن مقررات و ضوابط ساختمانی مربوطه، توزیع منطقی خدمات اورژانس و محاسبه دقیق شعاع عملکردی آن، برای حداکثر پوشش و جلوگیری از سفرهای مکرر و به هدر رفتن منابع، با به‌کارگیری روش‌ها و تکنیک‌های مکان‌یابی و رعایت اصول و مدیریت بحران امکان‌پذیر است. سخن آخر این که نتایج به‌دست‌آمده با در نظر گرفتن پارامترهای ذیل در بهبود ارائه فوریت‌های پزشکی حائز اهمیت است.

-توزیع منطقی خدمات اورژانس و محاسبه دقیق شعاع عملکردی آن برای حداکثر پوشش و جلوگیری از به هدر رفتن منابع، با به‌کارگیری روش‌ها و تکنیک‌های مکان‌یابی

- توجه به اصول علمی پدافند غیرعامل و مدیریت بحران در مکان‌یابی اورژانس برای پاسخ‌گویی در موارد بحران و به کار بستن مقررات و ضوابط ساختمانی

- توجه به توسعه آینده شهرها و افزایش جمعیت در انتخاب مکان و تعداد تسهیلات

- توجه و انتخاب معیارهای صحیح در مکان‌یابی تسهیلات، وزن دهی مناسب آن‌ها و به کار بستن ابزارهای تحلیل و تصمیم‌گیری علمی

تعارض منافع

بدین‌وسیله نویسندگان تصریح می‌نمایند که در موردپژوهش حاضر هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

References

1. Dadashzadeh A, Dehghannejhad J, Shams S, Sadegi H, Hassanzadeh F, Soheili A et al. Situation of response and transport time in pre-hospital traumatic patients from scene to hospital In Tabriz – Iran. Nurs Midwifery J 2016; 14(8):728-37. [In Persian]

2. Pap R, Lockwood C, Stephenson M, Simpson P. Indicators to measure prehospital care quality: a scoping review. JBI Database System Rev Implement Rep 2018;16(11):2192-223. doi: 10.11124/JBISRIR-2017-003742.

3. Akgün İ, Gümüşbuğa F, Tansel B. Risk based facility location by using fault tree analysis in disaster management. Omega 2015;52:168-79.

4. Alipour MR, Nasiripour AA. Time indicators of pre-hospital emergency care services to patients transported

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

by emergency helicopter to Imam Khomeini hospital of Tehran in 2014. Journal of Police Medicine 2015;3(4):269-76. [In Persian] doi: 10.30505/3.4.269
5. Puvanachandra P, Hoe C, Özkan T, Lajunen T. Burden of road traffic injuries in Turkey. Traffic Inj Prev 2012;13 Suppl 1:64-75. doi: 10.1080/15389588.2011.633135.
6. Paul JA, Wang XJ. Robust location-allocation network design for earthquake preparedness. Transportation Research Part B: Methodological 2019;119:139-55.
7. Azimi A, Bagheri N, Mostafavi SM, Furst MA, Hashtarkhani S, Amin FH, et al. Spatial-time analysis of cardiovascular emergency medical requests: enlightening policy and practice. BMC Public Health 2021;21(1):1-2.
8. Foo CP, Ahghari M, MacDonald RD. Use of geographic information systems to determine new helipad locations and improve timely response while mitigating risk of helicopter emergency medical services operations. Prehosp Emerg Care 2010;14(4):461-8. doi: 10.3109/10903127.2010.493983.
9. Haghparast-Bidgoli H, Hasselberg M, Khankeh H, Khorasani-Zavareh D, Johansson E. Barriers and facilitators to provide effective pre-hospital trauma care for road traffic injury victims in Iran: a grounded theory approach. BMC Emerg Med 2010;10:20. doi: 10.1186/1471-227X-10-20.
10. Hashtarkhani S, Kiani B, Bergquist R, Bagheri N, VafaeiNejad R, Tara M. An age-integrated approach to improve measurement of potential spatial accessibility to emergency medical services for urban areas. The International Journal of Health Planning and Management 2020;35(3):788-98.
11. Ragazzoni L, Caviglia M, Rosi P, Buson R, Pini S, Merlo F, Della Corte F, Vandy MJ, Jambai A, Putoto G. Designing, Implementing, and Managing a National Emergency Medical Service in Sierra Leone. Prehosp Disaster Med 2021;36(1):115-20. doi: 10.1017/S1049023X20001442.
12. Hemmat H, Farhadi A, Khademdaghigh AH. The Role of Decision Making Systems (GIS) in Managing future crises. Defensive Future Study Researches Journal 2019;4(12):143-64.[In Persian]
13. Yang YP, Shieh HM, Tzeng GH. A VIKOR technique based on DEMATEL and ANP for information security risk control assessment. Information Sciences 2013;232:482-500. https://doi.org/10.1016/j.ins.2011.09.012
14. Tansley G, Stewart B, Zakariah A, Boateng E, Achena C, Lewis D, et al. Population-level spatial access to prehospital care by the national ambulance service in Ghana. Prehosp Emerg Care 2016;20(6):768-75. doi: 10.3109/10903127.2016.1164775.
15. Loloee Jahromi S, Sadeghieh A, Hosseininasab H. Using AHP Approach to Rank the Effective Factors in the Emergency Center Locations. Industrial Management Journal 2014; 9(29):55-68. [In Persian]
16. Hasanpoor E, Nazari M, Zahmatkesh E, Abbasi Z, Imani Z, Mahmodi H, Arab Zozani M. Hospital emergency response of Iran against disasters: A case study in Karaj. Hospital 2016;14(4):67-74. [In Persian]
17. Ebrahimi M, Mirzaei Modam M. Ranking Zones of Tehran to Add New Emergency Services Using Fuzzy AHP. Advances in Industrial Engineering 2015;49(2):149-63. [In Persian]
18. Kamali A, Sajjadi SM, Jolai F. The Placement of Emergency Medical Bases Using Hybrid Methods of Optimization and Simulation (Case Study: Isfahan Urban Emergency Medical Bases, Iran). Health Information Management 2018;15(2):61-7. [In Persian]
19. Firouzi Jahantigh F, Ghaderi M. Location of the aerial ambulances using combination of fuzzy ANP and fuzzy dematel in the environment of ArcGIS: A case study in Sistan and Baluchestan Province. Journal of Hospital 2018;17(2):33-47. [In Persian]
20. Statistics Center of Iran. General Census of Population and Housing in Ardabil [cited 2021 Oct 10]. Available from: https://www.amar.org.ir/english/Population-and-Housing-Censuses.
21. Ardabil University of Medical Sciences and Health Services; 2016 [cited 2021 Oct 2]. Available from: https://emergency.arums.ac.ir/fa/page/2531.
22. Abdollahi G, Nastaran M, Mokhtarzadeh S, Jamshidi M. Zoning of Tehran city in order to establish hospitals in normal and crisis circumstances (earthquake). Quarterly Scientific Journal of Rescue and Relief 2012;4(2):1-15. [In Persian]
23. Rezavian MT. Urban Landuse Planning. Tehran: Monshi; 2002. [In Persian]
24. Rezaee MR, Kamaeezadeh Y, Saraee MH. Bibliographic Information :Prioritizing the appropriateness of location of Mehr housing projects in Yazd city using AHP-VIKOR combined approach . Quarterly Geographical Planing of Space 2014;4(11):105-23. [In Persian]
25. Mohammadi A, DehDeh zadeh Silabi P, Zahmatkesh E. Patial Analysis and Determination of Suitable Location Zones of Shiraz Metropolitan Hospitals Using ANP Method In GIS Environment. Journal of Geography and Urban Planning Zagros Vision 2017; 9(31);9: 203-22.
26. Shahbandar Zadeh H, Jamali GR, Mansouri M. Hierarchical location-allocation for emergency medical services. Journal of Emergency Management 2015;4(94):57-86. [In Persian]
27. 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;4(4):463-74. [In Persian]
28. Çelikbilek Y. Group decision making for hospital location selection using VIKOR under fuzzy environment. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2018 (5):435-50.
29. Chen YS, Chuang HM, Sangaiah AK, Lin CK, Huang WB. A study for project risk management using an advanced MCDM-based DEMATEL-ANP approach.

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing 2019;10(7):2669-81.
30. Atayi M. Fuzzy multi-criteria decision making. 2th ed. Shahroud: Shahroud University of Technology; 2016. [In Persian]
31. Asadi M, PourHossein K. Wind and Solar Farms Site Selection Using Geographical Information System (GIS), Based on Multi Criteria Decision Making (MCDM) Methods: A Case-Study for East-Azerbaijan. Iranian Conference on Renewable Energy & Distributed Generation (ICREDG); 2019 Jun 11 IEEE; 2019. p. 1-6. doi:10.1109/ICREDG47187.2019.190216
32. Ebrahimzadeh E, Hosseini A, Kashefidoost D. Analysis of the location of Urban Fire Stations Case Study: Piranshahr City. Geography and Planning 2017;20(58):1-21.
33. Esfandiary DF, Geddi S, Mahbub R. Studying the Human and Natural Obstacles for Skeletal-Physical Development of the Cities by Using GIS, Case Study: Germitown Ship. Geography and Territorial Spatial Arrangement 2013;3(6):85-95. [In Persian]

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]

Original Article

Journal of Health and Biomedical Informatics
Medical Informatics Research Center
2021; 8(3): 243-259

Site Selection of Emergency Medical Centers (EMCs) Using Environmental Hazard Management Approach: A Case Study of Ardabil

Mohammadi Alireza[1]*, Nouri Sepideh[2]

• **Received:** 3 Aug 2021 • **Accepted:** 25 Aug 2021

Introduction: Many people call emergency medical centers (EMCs) during a day due to accidents or various diseases and they need to receive first aid. In order to provide first aid, it is necessary to send emergency workers and vehicles from the emergency medical services centers to the location of the accidents. Therefore, the accessibility of the EMCs and their being located in an appropriate place are of great importance. The objective of this study was to analyze the spatial distribution pattern of the existing EMCs and to introduce suitable areas for the establishment of new centers**.**

Method: The present study was a descriptive-analytical one. Ardabil, a city in Iran, was selected as the study area for analysis. A total of 22 criteria were used for site selection. The Analytic Network Process (ANP) was used to determine the weights of the criteria and the VIKOR model was utilized in Geographic Information System (GIS) to prepare an urban zoning map for the site selection of new centers.

Results: The existing EMCs cover only a limited part of Ardabil and many parts of the city, including the outskirts, cannot receive proper emergency medical services (EMS). The created map suggested new locations to increase accessibility.

Conclusion: Spatial redistribution and allocation of EMCs can improve accessibility of these centers. The GIS can provide a good platform for the redistribution of EMS. Health policymakers and planners may use the results of this study to optimally allocate resources.

Keywords: Accidents, Emergency Medical Centers, Site selection, Geographic Information Systems

• **Citation:** Mohammadi A, Nouri. S. Site Selection of Emergency Medical Centers (EMCs) Using Environmental Hazard Management Approach: A Case Study of Ardabil. Journal of Health and Biomedical Informatics 2021; 8(3): 243-59. [In Persian]

1. Associate Professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2. Ph.D. Student in Geography and Urban Planning, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

***Corresponding Author:** Alireza Mohammadi
Address: Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Daneshgah St., Ardabil, Iran
• **Tel:** 09126844392 • **Email:** a.mohammadi@uma.ac.ir

[Downloaded from jhbmi.ir on 2026-11-11]