

## مکان‌یابی مراکز امداد رسانی در شهر یزد با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای

### و GIS FUZZY

محمد رضا رضایی\* - استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه یزد  
صفر قائدرحمتی - استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس  
سید مصطفی حسینی - کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه یزد

پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۷/۱۵      تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۰۴/۱۶

#### چکیده

تعیین مکان‌های مناسب برای استقرار مراکز امداد رسانی هنگام وقوع بحران‌ها، یکی از برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدتی است که به منظور مدیریت بحران انجام می‌گیرد. اهداف این پژوهش، ارائه الگویی مناسب و کاربردی برای مکان‌یابی مراکز امداد رسانی در شهر یزد و انتخاب مکان‌های مناسب، به منظور احداث مراکز امداد رسانی به هنگام وقوع بحران‌ها در شهر یزد هستند. این پژوهش به لحاظ هدف کاربردی بوده و روش بررسی آن توصیفی - تحلیلی و اسنادی است. برای این کار نخست با استفاده از روش دلفی شانزده معیار اصلی و مؤثر در مکان‌یابی این مراکز، در چارچوب شش خوشه شناسایی شدند. سپس با بهره‌گیری از نظرات کارشناسان و فرایند تحلیل شبکه‌ای، وزن نهایی هر یک از معیارها تعیین شد. پس از آن با آماده‌سازی و تلفیق لایه‌های مربوط به هر معیار با وزن آن معیار در فرایند تحلیل شبکه‌ای و استفاده از عملگرهای اجتماع فازی و اشتراک فازی، مکان‌های مناسب برای مراکز امداد رسانی در شهر یزد مشخص شدند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که چگونه می‌توان روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره را با سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی بر اساس نظرات کارشناسان و متخصصان برای مکان‌یابی مراکز امداد رسانی تلفیق کرد. از این رو، الگوی ارائه‌شده در این پژوهش می‌تواند در مکان‌یابی سایر کاربری‌های شهری، به‌ویژه مراکز امداد رسانی شهرهای مختلف، مورد استفاده قرار گیرد. به دلیل قرارگیری مساحت بزرگی از بافت فرسوده یزد در بخش مرکزی و نواحی اطراف آن، پیشنهاد می‌شود با وجود تمرکز مکان‌های تعیین‌شده در این محدوده، تصمیماتی جامع و کاربردی برای نوسازی و بهسازی بافت‌های فرسوده این شهر انجام گیرد تا ضمن کاهش خسارت‌های ناشی از بحران‌ها، از فشارهای جمعیتی به این مراکز در زمان بحران‌ها کاسته شود.

کلیدواژه‌ها: شهر یزد، فرایند تحلیل شبکه‌ای، مراکز امداد رسانی، مکان‌یابی، GIS FUZZY.

## مقدمه

امروزه حدود سه‌چهارم مردم دنیا در مناطقی زندگی می‌کنند که دست‌کم وقوع یکی از چهار عامل عمده مرگ‌ومیر ناشی از مخاطرات؛ یعنی زمین‌لرزه، سیل، طوفان و خشکسالی را تجربه کرده‌اند (حسینی و همکاران، ۱۳۸۷: ۲۹). همچنین بروز بلایای طبیعی در دهه‌ای که گذشت، هر ساله بیش از ۲۰۰ میلیون نفر را دچار آسیب‌های جانی و مالی کرد که در این میان، ساخت‌وسازهای غیر اصولی و در مناطق خطرناک، رعایت نکردن فاصله کاربری‌های حساس و مناطق مسکونی از حریم گسل‌ها و مسیل‌ها، وجود ساختارهای نامطلوب و فرسوده شهری همراه با زیرساخت‌های شهری نامناسب، موجب افزایش ریسک خطر سکونتگاه‌های انسانی در برابر حوادث و بحران‌های طبیعی و غیر طبیعی شده است (هابیتیت، ۲۰۰۳). کشور ایران با توجه به قرارگیری در مسیر کمربند کوه‌زایی آلپ - هیمالیا و برخورداری از اقلیم متغیر و ناپایداری‌های موقت و مقطعی، به دلیل موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناختی خود، طی سال‌های گذشته بلایای تاریخی بسیاری را در بیشتر شهرهایش تجربه کرده است (عبداللهی، ۱۳۸۳: ۲۶). وقوع ۳۱ مورد از ۴۰ نوع بلایای طبیعی جهان در ایران، باعث شده است که یکی از کشورهای بلاخیز دنیا شمرده شود. بنابراین اقدامات و تلاش‌هایی برای دستیابی عملی به روش‌ها و راه‌کارهایی منسجم، به‌منظور مقابله و برخوردی منطقی در به حداقل رساندن ابعاد فاجعه‌آمیز چنین رخدادهایی، لازم و ضروری است.

مکان‌یابی مراکز امداد رسانی جزئی کوچک از مرحله آمادگی در برابر حوادث است که می‌تواند استقرار سریع سازمان‌ها و مراکز امداد رسانی را برای اجرای سریع و مؤثر عملیات نجات و جست‌وجو به همراه داشته باشد. شهر یزد یکی از شهرهای میانی کشور با جمعیتی حدود ۵۵۰۹۰۹ نفر (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰)، به دلیل داشتن مسائل و مشکلاتی چون قرارگیری در مسیر گسل دهشیر (نابین - بافت) در غرب و گسل انار در شرق و احتمال قریب‌الوقوع زلزله، وزش بادهای تند و بروز طوفان‌های شن، خشت و گِل بودن مصالح بخش اعظمی از منازل مسکونی شهر، نبود سلسله‌مراتب خدماتی در سطح شهر، متناسب نبودن شبکه حمل و نقلی معابر سطح شهر با نیازهای امروزه، فرسوده بودن بیش از ۲۶۰۰ هکتار از ۱۳ هزار ۴۶۵ هکتار کل مساحت شهر و قرار گرفتن بافت تاریخی ۷۰۰ هکتاری این شهر در مرکز بافت فرسوده (کلاتتری و حاتمی نژاد، ۱۳۸۵: ۸۹)، سبب شده است که این شهر در هنگام وقوع بحران‌ها و حوادث طبیعی، به‌ویژه زلزله، بسیار آسیب‌پذیر باشد. بنابراین برای آمادگی به‌منظور مقابله با بحران‌ها و با توجه به اصل مصونیت امداد رسانی در هنگام وقوع حوادث، پاسخ به پرسش‌های زیر مورد توجه برنامه‌ریزان و مسئولان مدیریت شهری شهر یزد قرار گرفته است.

– پارامترها و عوامل تأثیرگذار برای مکان‌یابی مراکز امداد رسانی در هنگام وقوع حوادث و بحران‌ها در شهر یزد کدامند؟

– مکان‌های مناسب برای احداث مراکز امداد رسانی در سطح شهر یزد کجاست؟

بر این اساس در پژوهش حاضر تلاش شده است تا با استفاده و تلفیق فرایند تحلیل شبکه (ANP) با سیستم اطلاعات جغرافیایی و عملگرهای فازی، ضمن تعیین مکان‌های مناسب برای احداث مراکز امداد رسانی در هنگام وقوع بحران‌ها در شهر یزد، الگویی مناسب و کاربردی برای مکان‌یابی مراکز امداد رسانی ارائه شود.

## مبانی نظری

### مدیریت بحران

مدیریت بحران فرایندی است برای پیشگیری از بحران‌ها یا به حداقل رساندن آثار آن به هنگام وقوع. برای انجام این فرایند باید بدترین وضعیت‌ها را برنامه‌ریزی کرد و سپس در جست‌وجوی روش‌هایی برای اداره و حل آن بود (رودولف، ۱۹۸۶: ۱۵). همچنین پیرسون و کلایر، مدیریت بحران را تلاش نظام‌یافته اعضای سازمان همراه با ذی‌نفعان خارج از سازمان، برای پیشگیری از بحران‌ها یا مدیریت اثربخش آن در زمان وقوع بحران می‌نامند (مک‌کانکی، ۱۹۷۸: ۸). به‌گفته دیگر مدیریت بحران را می‌توان فرایند برنامه‌ریزی، سازماندهی، رهبری، هماهنگی، کنترل و پشتیبانی بحران تعریف کرد (میچل، دیواین و جاگر، ۱۹۸۹: ۳۹۱). مدیریت بحران شامل چهار مرحله به شرح زیر است:

**الف) پیشگیری:** مجموعه اقداماتی است که با هدف جلوگیری از وقوع حوادث یا کاهش آثار زیانبار آن، سطح خطرپذیری جامعه را ارزیابی کرده و با مطالعات و اقدامات لازم، سطح آن را تا حد قابل قبول کاهش می‌دهد.

**ب) آمادگی:** مجموعه اقداماتی است که توانایی جامعه را در انجام مراحل مختلف مدیریت بحران افزایش می‌دهد و شامل جمع‌آوری اطلاعات، برنامه‌ریزی، سازماندهی، ایجاد ساختارهای مدیریتی، آموزش، تأمین منابع و امکانات، تمرین و مانور است.

**ج) مقابله:** انجام اقدامات و ارائه خدمات اضطراری به‌دنبال وقوع بحران است که با هدف نجات جان و مال انسان‌ها، تأمین رفاه نسبی برای آنها و جلوگیری از گسترش خسارات انجام می‌شود. عملیات مقابله شامل اطلاع‌رسانی، هشدار، جست‌وجو، نجات و امداد، بهداشت و درمان، تأمین امنیت، ترابری، ارتباطات، فوریت‌های پزشکی، تدفین، دفع پسماندها، مهار آتش، کنترل مواد خطرناک، سوخت‌رسانی، برقراری شریان‌های حیاتی و سایر خدمات اضطراری مربوطه است.

**د) بازسازی و بازتوانی:** بازسازی شامل کلیه اقدامات لازم و ضروری پس از وقوع بحران است که برای بازگرداندن وضعیت عادی به مناطق آسیب‌دیده با در نظر گرفتن ویژگی‌های توسعه پایدار، ضوابط ایمنی، مشارکت‌های مردمی و مسائل فرهنگی، تاریخی، اجتماعی منطقه آسیب‌دیده انجام می‌گیرد. بازتوانی نیز شامل مجموعه اقداماتی است که برای بازگرداندن شرایط جسمی، روحی و روانی و اجتماعی آسیب‌دیدگان به حالت طبیعی به انجام می‌رسد (شکیب و مقدسی، ۱۳۸۵: ۵۴-۵۲ و یاور و میرطاهری، ۱۳۸۸).

### امدادرسانی

فرایند امدادرسانی شامل کلیه اقداماتی است که در لحظات پس از وقوع بحران به مرحله اجرا گذاشته می‌شوند. این اقدامات برای نجات جان انسان‌ها و حفظ اموال و دارایی‌ها و همچنین برطرف کردن خسارات وارده انجام می‌گیرد (ناطق‌الهی، ۱۳۷۷: ۱۱۵).

### فرایند تحلیل شبکه‌ای

فرایند تحلیل شبکه‌ای، گسترش‌یافته فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است (ساعتی، ۲۰۰۴: ۲۱). بنابراین علاوه‌بر داشتن

ویژگی‌های مثبت آن، از جمله سادگی، انعطاف‌پذیری و به‌کارگیری معیارهای کمی و کیفی به‌طور هم‌زمان، می‌تواند ارتباطات پیچیده (وابستگی‌های متقابل و بازخورد) میان عناصر تصمیم را با به‌کارگیری ساختاری شبکه‌ای به جای ساختار سلسله‌مراتبی دربرگیرد. تفاوت بین ساختار سلسله‌مراتبی و شبکه‌ای در این است که در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، روابط بین سطوح تصمیم‌گیری یک‌طرفه و سلسله‌مراتبی بوده و هر سطح تصمیم‌گیری تنها به سطح بالایی وابسته است (گینسر، ۲۰۰۶). این محدودیت عمده فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، سبب شد تا توماس ال ساعتی، فرایند تحلیل شبکه‌ای را برای بررسی روابط پیچیده داخلی بین سطوح مختلف تصمیم و معیارها ارائه دهد. وی روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی را برای حل مسائلی که بین گزینه‌ها و معیارها حالت استقلال وجود دارد و روش فرایند تحلیل شبکه‌ای را برای حل مسائلی که وابستگی بین گزینه‌ها و معیارها دارند، پیشنهاد کرده است (ارتی، ران و تزکایا، ۲۰۰۶: ۲۴۲). فرایند تحلیل شبکه‌ای در چهار مرحله انجام می‌گیرد (چانگ، لی و پیرن، ۲۰۰۵: ۲۱).

### تلفیق مدل‌های تصمیم‌گیری با سامانه اطلاعات جغرافیایی

نقش سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در پیاده‌سازی مدل منطقی (مرحله‌به‌مرحله) تصمیم‌گیری برای اختصاص کاربری زمین، انتخاب مناسب‌ترین و بهترین مکان، ارزیابی گزینه‌های مناسب و انتخاب نتایج منسجم است (جانکوسکی، ۱۹۹۵: ۲۷۰). امروزه مکان‌یابی عناصر مختلف شهری، از ترکیب یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با سیستم اطلاعات مکانی انجام می‌گیرد که این تلفیق مشکلاتی را نیز به همراه دارد. اول آنکه ورود داده‌ها به داخل فرایند ارزیابی چندمعیاری مبتنی بر GIS، معمولاً با بی‌دقتی و ابهام همراه است؛ در حالی که فرض موجود در مدل‌ها این است که داده‌های ورودی دقیق و صحیح هستند. مشکل دوم مربوط به استانداردسازی معیارهای غیرمتجانس است. سومین مشکل تنوع بسیار قواعد تصمیم‌گیری چندمعیاری است که انتخاب بهترین روش را از میان روش‌های موجود برای یک کاربری خاص مشکل ساخته است (عدیلی، ۱۳۸۷: ۱۹)، اما هدف نهایی سامانه اطلاعات جغرافیایی، ایجاد پشتیبانی برای تصمیم‌گیری است. قابلیت‌های GIS در پشتیبانی تصمیمات فضایی، در سه مرحله اصلی از فرایند تصمیم‌گیری تحلیل می‌شود: آگاهی، طراحی و انتخاب (مالچفسکی، ۱۳۸۵: ۳۱).

### معرفی معیارها

مکان‌یابی مراکز امدادسانی با معیارهای مختلفی در ارتباط است که بی‌توجهی و نادیده‌گرفتن آنها، نه‌تنها منجر به هدر رفت هزینه و اتلاف وقت و در نتیجه استقرار کاربری در مکان نامناسب با شرایط موجود می‌شود، بلکه در هنگام وقوع حوادث به دلیل آسیب‌پذیر بودن محل استقرار سازمان‌ها و مراکز امدادسان، خود می‌تواند بحرانی در بطن بحران باشد. به همین دلیل هنگام مکان‌یابی این‌گونه مراکز، دست‌کم باید معیارهای اصلی که مصونیت این مراکز را تضمین می‌کند در نظر گرفته شود. در این پژوهش از شش خوشه با شانزده معیار اصلی و اولویت‌دار به شرح زیر، برای مکان‌یابی مراکز امدادسانی استفاده شده است.

**عملکرد جمعیتی:** با توجه به نظر کارشناسان این خوشه با معیار تراکم جمعیت، مهم‌ترین عامل در مکان‌یابی مراکز امداد رسانی به‌شمار می‌رود. تراکم جمعیت از دو دیدگاه، تراکم جمعیت ساکن در مکان و جمعیت مراجعه‌کننده به مکان، مطالعه و بررسی می‌شود. بنابراین با توجه به اینکه یکی از اهداف اصلی مکان‌یابی مراکز مدیریت بحران، خدمات‌رسانی به جمعیت بیشتر است، باید در مکان‌یابی آنها به میزان و نحوه پراکندگی جمعیت توجه ویژه شود.

**ویژگی‌های کالبدی:** از آنجاکه هنگام وقوع حوادث، بیشترین خسارات جانی و مالی به مناطقی با کیفیت ساختمانی پایین وارد می‌شود، از این رو استقرار مراکز امداد رسانی در این مناطق، می‌تواند نقش مؤثری در کاهش خسارات پس از بحران داشته باشد. همچنین با توجه به اینکه لازمه خدمات‌رسانی سریع، وجود فضای مناسب و کافی برای استقرار سازمان‌ها و مراکز امداد رسانی است، بنابراین در این مقاله دو معیار کیفیت ابنیه و مساحت مناسب کاربری، در قالب خوشه ویژگی‌های کالبدی در نظر گرفته شده است.

**حریم کاربری‌های سازگار:** کاربری‌هایی که در حوزه نفوذ یکدیگر قرار می‌گیرند، باید از نظر سنخیت و همخوانی فعالیت با یکدیگر منطبق بوده و باعث مزاحمت و مانع انجام فعالیت یکدیگر نشوند (بحرینی، ۱۳۷۷: ۱۹۲)؛ یعنی کاربری‌هایی که در حوزه نفوذ یکدیگر قرار دارند، ضمن آنکه نباید مانع ایفای نقش و عملکرد یکدیگر شوند، به‌نوعی در راستای ارائه خدمات مکمل یکدیگر باشند. در این مقاله با مطالعه روابط میان کاربری‌ها با یکدیگر و تأثیراتی که کاربری‌ها روی همدیگر دارند و نیز نظر کارشناسان، کاربری‌هایی چون فضای باز و سبز، آتش‌نشانی، بیمارستان و مسکونی که می‌توانند ارتقای مدیریت بحران را هنگام وقوع حوادث به همراه داشته باشند، به‌منزله معیارهای خوشه کاربری‌های سازگار در نظر گرفته شدند.

**مشخصات زمین‌شناسی:** در مکان‌یابی هر نوع کاربری، عوامل و ویژگی‌های طبیعی زمین نقش مهم و مؤثری دارد؛ به‌گونه‌ای که مکان‌یابی و احداث کاربری‌های حساسی چون مراکز امداد رسانی، بدون توجه به ویژگی‌های طبیعی و زمین‌شناسی، علاوه بر ایجاد محدودیت، در خدمات‌رسانی نیز می‌تواند خطرات و خسارات جبران‌ناپذیری را به همراه داشته باشد. در این پژوهش، شیب زمین و فاصله از گسل در چارچوب معیارهای خوشه مشخصات زمین‌شناسی در نظر گرفته شده‌اند.

**حریم کاربری‌های ناسازگار:** یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، مکان‌یابی برای کاربری‌های گوناگون در سطح شهر و جداسازی کاربری‌های ناسازگار از یکدیگر است (سعیدینیا، ۱۳۷۸: ۲۴). با توجه به اینکه هدف از جداسازی کاربری‌های ناسازگار از یکدیگر، جلوگیری از اختلال در عملکرد کاربری‌های همجوار است، بنابراین در پژوهش حاضر کاربری‌هایی چون پمپ بنزین، پمپ گاز، قنات و ساختمان‌های بلندمرتبه، به‌لحاظ ماهیت عملکردی و خطرناک بودن، معیارهای خوشه ناسازگاری در مکان‌یابی مراکز امداد رسانی انتخاب شدند.

**دسترسی به شبکه ارتباطی:** در شرایط عادی راه‌ها و شبکه‌های ارتباطی را می‌توان از مهم‌ترین ویژگی‌های یک شهر دانست که بازتاب کالبدی مفهوم نیاز به دسترسی هستند و می‌توانند سبب افزایش مطلوبیت و ارتقای کیفیت زندگی

شوند. اما با وقوع حوادث و ایجاد شرایط بحرانی، شبکه ارتباطی و دسترسی به دلیل نجات و تداوم حیات انسانی، از اهمیتی چند برابر بیشتر از شرایط عادی برخوردار می‌شود. از این رو در پژوهش پیش رو، راه شریانی درجه ۱، راه شریانی درجه ۲ و خیابان‌های محلی، معیارهای خوشه شبکه ارتباطی انتخاب شده‌اند. جدول ۱، خوشه‌ها و معیارهای مکان‌یابی مراکز امداد رسانی را به همراه ضوابط نشان می‌دهد.

جدول ۱. معیارها و ضوابط مکان‌یابی مراکز امداد رسانی

| خوشه                   | معیار                 | ضوابط  |
|------------------------|-----------------------|--|
| عملکرد جمعیتی          | تراکم جمعیت           | حداقل فاصله با نواحی با تراکم بالای مسکونی*                |
| ویژگی‌های کالبدی       | کیفیت ابنیه           | حداقل فاصله با مناطق مسکونی فرسوده**                       |
|                        | مساحت کاربری          | حداقل ۲۰۰۰ متر مربع*                                       |
| کاربری‌های سازگار      | فضای باز و سبز        | مطلوب‌ترین فاصله با این فضاها، ۵۰۰ متر*                    |
|                        | آتش‌نشانی             | مطلوب‌ترین فاصله با این کاربری، ۲۰۰۰ متر**                 |
|                        | بیمارستان مسکونی      | مطلوب‌ترین فاصله با این کاربری، ۱۵۰۰ متر**<br>حداقل فاصله* |
| مشخصات زمین‌شناسی      | شیب زمین              | حداکثر ۶ درجه**  |
|                        | گسل                   | حریم ۲۰۰ متر*  |
| کاربری‌های ناسازگار    | پمپ بنزین             | حریم ۲۰۰ متر*  |
|                        | پمپ گاز               | حریم ۲۰۰ متر*  |
|                        | قنات                  | حریم ۱۰۰ متر*  |
|                        | ساختمان‌های بلندمرتبه | حریم ۵۰ متر**  |
| دسترسی به شبکه ارتباطی | راه شریانی درجه ۱     | مطلوب‌ترین فاصله با این معابر، ۲۰۰ متر*                    |
|                        | راه شریانی درجه ۲     | مطلوب‌ترین فاصله با این معابر، ۱۰۰ متر*                    |
|                        | خیابان‌های محلی       | مطلوب‌ترین فاصله با این معابر، ۵۰ متر*                     |

\* این ضوابط را سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران تعیین کرده است.

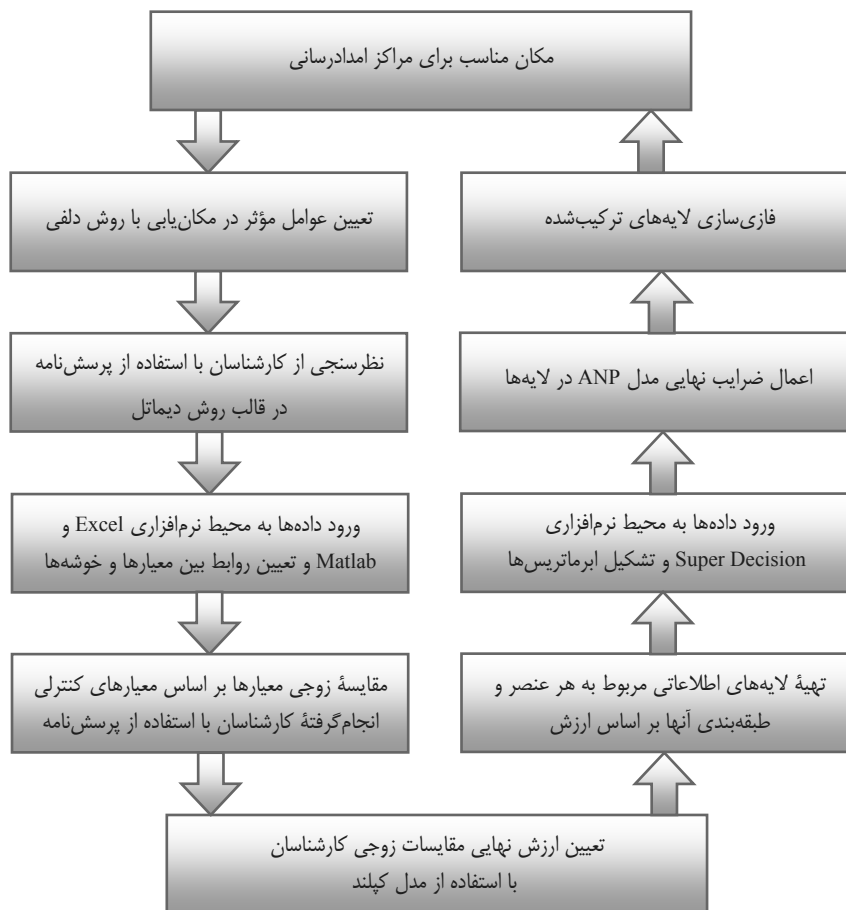
\*\* این ضوابط براساس نظر کارشناسان اعمال شده است.

منبع: پژوهشگران

## روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی بوده و روش بررسی آن توصیفی - تحلیلی است. در این پژوهش با استفاده از روش دلفی، پارامترهای تأثیرگذار بر مکان‌یابی مراکز امداد رسانی هنگام وقوع بحران شناسایی شدند. سپس با توزیع ۷۳ پرسش‌نامه در قالب روش دیماتل بین مسئولان و خبرگان شهر یزد و کارشناسان و متخصصان مدیریت بحران و ورود داده‌های حاصل از آن به محیط نرم‌افزار متلب، روابط بین معیارهای مکان‌یابی مراکز امداد رسانی و معیارهای کنترلی شناسایی و تعیین شدند. سپس با تهیه پرسش‌نامه وزن‌دهی ۱ تا ۹ توماس ال ساعتی و توزیع آن بین کارشناسان و

متخصصان مرحله قبل، مقایسه‌های زوجی معیارها با توجه به معیارهای کنترلی و هدف پژوهش، انجام گرفت. در مرحله بعد با استفاده از مدل کپلند، ارزش نهایی مقایسات زوجی صورت‌گرفته از سوی کارشناسان به‌دست آمد و نتایج حاصل از آن وارد محیط نرم‌افزاری Super Decisions شدند. سپس برای تعیین ضریب و ارزش نهایی معیارها با محاسبه نتایج اولیه هر ماتریس و ترکیب آنها با یکدیگر، ابتدا ابرماتریس غیر وزنی تشکیل شد. سپس با نرمالیزه کردن آن ابرماتریس وزنی، ابرماتریس حدی به‌دست آمد. پس از آن با محاسبه نتایج ماتریس خوشه‌ها و نرمال‌سازی ضریب عناصر در ابرماتریس حدی، نتیجه نهایی عناصر و اولویت‌بندی آنها مشخص شد. درنهایت با تهیه لایه‌های اطلاعاتی و طبقه‌بندی آنها بر اساس میزان ارزش در محیط GIS و ضرب وزن نهایی معیارهای حاصل از فرایند تحلیل شبکه‌ای در لایه فازی‌سازی شده، مکان‌های مناسب برای مراکز امدادرسانی روی نقشه شناسایی شدند.

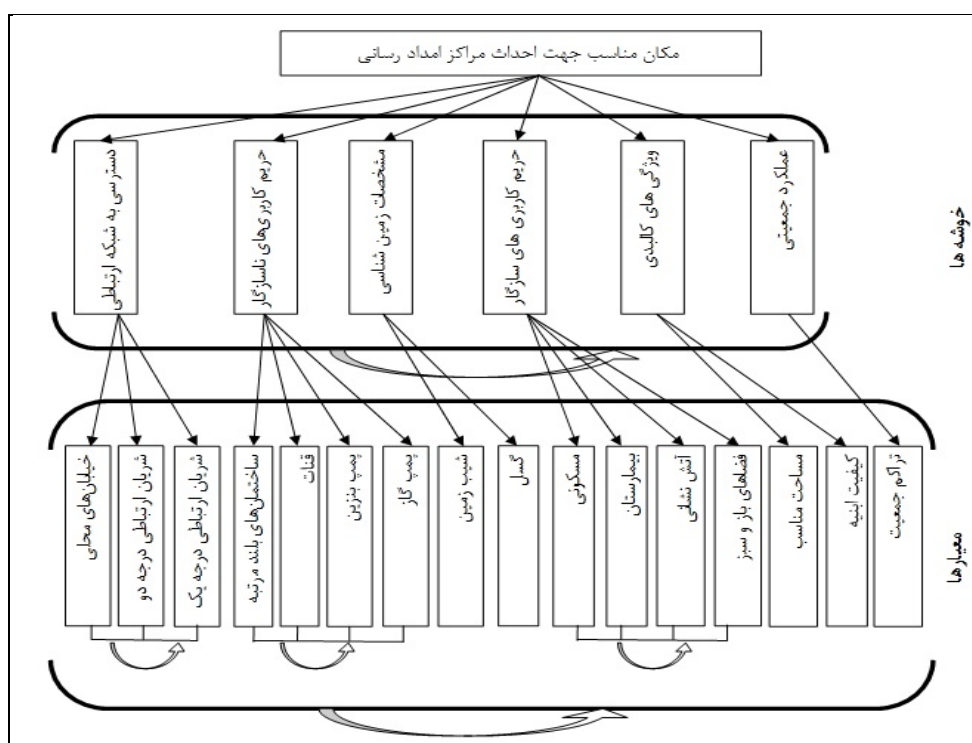


شکل ۱. روش‌شناسی مکان‌یابی مراکز امدادرسانی

## بحث و یافته‌ها

با توجه به پیچیده‌بودن و تأثیر عوامل مختلف در مکان‌یابی مراکز امداد و نجات، ابتدا با مطالعه منابع کتابخانه‌ای و استفاده از نظرات کارشناسان سازمان مدیریت بحران، خوشه‌ها و معیارهای مؤثر در مکان‌یابی مراکز امدادرسانی،

شناسایی شد، اما به دلایلی چون کمبود لایه‌های اطلاعاتی و حتی نبود آن برای بعضی خوشه‌ها و معیارها، خوشه‌ها و معیارهای اصلی و اولویت‌دار مشخص شدند. سپس برای تعیین آثار، روابط و ارتباطات بین خوشه‌ها و معیارها، پرسش‌نامه‌ای با استفاده از مدل دیماتل طراحی شد و از کارشناسان و مسئولان شهر یزد و متخصصان مدیریت بحران درخواست شد با توجه به روابط علت و معلولی بین عوامل و پارامترها، به هر عامل در ارتباط با عامل دیگر، ارزشی بین صفر تا پنج داده شود. در مرحله بعد با ورود داده‌های حاصل از نظرات کارشناسان به محیط نرم‌افزاری اکسل و متلب، روابط بین معیارها در قالب شبکه تعریف شدند. شکل ۲ ساختار شبکه‌ای مسئله را نشان می‌دهد. در این شکل روابط بیرونی بین عوامل با پیکان‌های راست و روابط درونی بین عوامل با پیکان‌های کمان‌دار نشان داده شده است.



شکل ۲. ساختار شبکه‌ای مراکز امداد رسانی و روابط درونی و بیرونی عناصر

منبع: پژوهشگران

### مرحله اول: مقایسات زوجی عناصر مراکز امداد رسانی

در این مرحله خوشه‌ها و معیارهای مکان‌یابی مراکز امداد رسانی، ضمن مقایسه زوجی نسبت به یکدیگر، بر اساس معیارهای کنترلی و روابط درونی خود و بر مبنای مقیاس نه کمیته ساعتی با نظر کارشناسان، در قالب پرسش‌نامه به صورت زوجی مورد مقایسه قرار گرفتند. سپس به دلیل رتبه‌بندی متفاوت کارشناسان، برای رسیدن به اجماع و نیز رتبه‌بندی جامع‌تر عناصر، از روش ادغام نتایج کپلند که بهترین روش ادغام نتایج به‌شمار می‌رود، استفاده شد. سپس نتایج حاصل از آن برای انجام مراحل بعدی به محیط نرم‌افزاری Super Decisions وارد شدند.



### مرحله دوم: تشکیل سوپرماتریس غیر وزنی

در فرایند تحلیل شبکه‌ای، تمام خوشه‌ها و معیارها و زیرمعیارها با هم در ارتباط و کنش متقابل هستند، بنابراین اهمیت و اولویت هر معیار و زیرمعیار از مقایسه زوجی به دست می‌آید. سپس برای تعیین اولویت‌های نهایی<sup>۱</sup> در یک سیستم که متأثر از وابستگی‌ها و روابط درونی است، بردارهای اولویت کوچک و اولیه، به تناسب در ستون‌های ماتریس وارد می‌شوند که این ماتریس، سوپرماتریس غیر وزنی نامیده می‌شود. نتایج سوپرماتریس غیر وزنی در جدول ۲ نشان داده شده است. سوپر ماتریس غیر وزنی در عمل یک ماتریس بخش‌بندی شده<sup>۲</sup> است که هر بخش آن بیانگر ارتباط بین دو گروه (جزء یا دسته) در یک سیستم است. به گفته دیگر، سوپر ماتریس غیر وزنی را می‌توان همان نتایج ماتریس‌های اولیه دانست که در کنار یکدیگر قرار گرفته و ترکیب شده‌اند.

### مرحله سوم: تشکیل سوپرماتریس وزنی

درواقع ستون‌های سوپرماتریس از چند بردار ویژه تشکیل می‌شود که جمع هر کدام از بردارها برابر یک است؛ اگرچه متناسب با بردارهای ویژه‌ای که در ستون وجود دارد، ممکن است جمع هر ستون سوپرماتریس اولیه بیش از یک شود. برای آنکه از عناصر ستون مناسب با وزن نسبی‌شان فاکتور گرفته شود و جمع ستون برابر یک شود، هر ستون ماتریس استاندارد می‌شود. در نتیجه ماتریس جدیدی به دست می‌آید که جمع هر یک از ستون‌های آن برابر یک خواهد بود. این موضوع شبیه به زنجیره مارکوف است که جمع احتمالی همه وضعیت‌ها برابر یک است. ماتریس جدید، ماتریس وزنی یا ماتریس استوکاستیک گفته می‌شود. جدول ۳ نتایج حاصل از سوپر ماتریس وزنی مکان‌یابی مراکز امدادرسانی را نشان می‌دهد.

### مرحله چهارم: تشکیل سوپرماتریس حد

هدف از به حد رساندن سوپرماتریس موزون این است که تأثیر درازمدت هر یک از عناصر آن در یکدیگر به دست آید. برای واگرایی ضریب اهمیت هر یک از عناصر ماتریس موزون، آن را به توان  $k$  می‌رسانیم<sup>۳</sup> تا اینکه همه عناصر سوپرماتریس همانند هم شود و این عمل باید تکرار شود. به دلیل دشواری، پیچیدگی و احتمال زیاد خطا در محاسبات، باید از نرم‌افزارهایی مانند Super decision و Matlab برای به توان رساندن ماتریس استفاده کرد. همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، در این پژوهش از نرم‌افزار Super decision برای به حد رساندن ماتریس وزنی استفاده شده است.

1. Global priority  
2. Partitoned matrix

۳.  $k$  یک عدد اختیاری بزرگ است.

جدول ۲. سوپرمارت‌های غیر روزنی مکان‌یابی مراکز امداد رسانی

| مکان‌یابی مراکز امداد رسانی | مشخصات زمین‌شناسی |                |           |           | عملکرد جمعیتی | دسترسی به شبکه ارتباطی |                   |                 | خرید کاربری‌های ناسازگار |           |          |                        |          |                       |                             |
|-----------------------------|-------------------|----------------|-----------|-----------|---------------|------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|-----------|----------|------------------------|----------|-----------------------|-----------------------------|
|                             | مسکونی            | فضای باز و سبز | بیمارستان | آتش‌نشانی |               | راه شریانی درجه ۲      | راه شریانی درجه ۱ | خیابان‌های محلی | پمپ گاز                  | پمپ بنزین | قنات     | ساختمان‌های بلند مرتبه |          |                       |                             |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ساختمان‌های بلندمرتبه | خرید کاربری‌های ناسازگار    |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | قنات                  |                             |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | پمپ بنزین             | خرید کاربری‌های ناسازگار    |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | پمپ گاز               |                             |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | خیابان‌های محلی       | دسترسی به شبکه ارتباطی      |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | راه شریانی درجه ۱     |                             |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | راه شریانی درجه ۲     | عملکرد جمعیتی               |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | تراکم جمعیتی          |                             |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | مساحت مناسب           | مشخصات زمین‌شناسی           |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | کیفیت آب              |                             |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | شیب زمین              | خرید کاربری‌های سازگار      |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | گسل                   |                             |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | آتش‌نشانی             | خرید کاربری‌های سازگار      |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | بیمارستان             |                             |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | فضای باز و سبز        | مکان‌یابی مراکز امداد رسانی |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                    | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰       | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰        | ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰               | ۰/۰۰۰۰۰۰ | مسکونی                |                             |

منبع: پژوهشگران





پس از محاسبه سوپر ماتریس حدی، آخرین مرحله برای تعیین ارزش و ضریب نهایی عناصر، محاسبه نتایج ماتریس خوشه‌ها و نرمال‌سازی ضریب معیارها در ابر ماتریس حدی به کمک ضریب خوشه‌ها است. جدول ۵ ماتریس خوشه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۵. ماتریس خوشه‌ها

| حریم کاربری‌های ناسازگار | مشخصات زمین‌شناسی | عملکرد کالبدی | عملکرد جمعیتی | دسترسی به شبکه ارتباطی | حریم کاربری‌های ناسازگار |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------------|------------------------|--------------------------|
| ۰/۲۰۸۰۹۳                 | ۰/۱۱۹۳۰۵          | ۰/۱۲۲۰۲۰      | ۰/۲۱۴۲۰۷      | ۰/۰۴۱۳۰۰               | حریم کاربری‌های ناسازگار |
| ۰/۱۷۱۳۰۱                 | ۰/۲۳۲۴۰۶          | ۰/۶۴۸۳۲۹      | ۰/۴۰۱۷۸۴      | ۰/۲۷۳۵۷۵               | دسترسی به شبکه ارتباطی   |
| ۰/۱۵۰۴۳۸                 | ۰/۲۱۰۶۶۹          | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۱۳۸۳۵۰               | عملکرد جمعیتی            |
| ۰/۲۱۷۵۳۸                 | ۰/۲۹۹۰۲۴          | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۳۰۱۴۴۱      | ۰/۰۰۰۰۰۰               | عملکرد کالبدی            |
| ۰/۰۰۰۰۰۰                 | ۰/۰۰۰۰۰۰          | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۰۰۰۰۰۰      | ۰/۴۵۳۶۲۷               | مشخصات زمین‌شناسی        |
| ۰/۲۵۲۶۳۰                 | ۰/۱۳۸۵۹۵          | ۰/۲۲۹۶۵۱      | ۰/۰۸۲۵۶۹      | ۰/۰۹۳۱۴۹               | حریم کاربری‌های سازگار   |

منبع: پژوهشگران

نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که در نهایت برای تعیین نتیجه معیارها و نحوه اولویت‌بندی آنها، ضرایب ابرماتریس در ضرایب ماتریس خوشه‌ها نرمال می‌شوند.

جدول ۶. وزن نهایی خوشه‌ها و معیارها

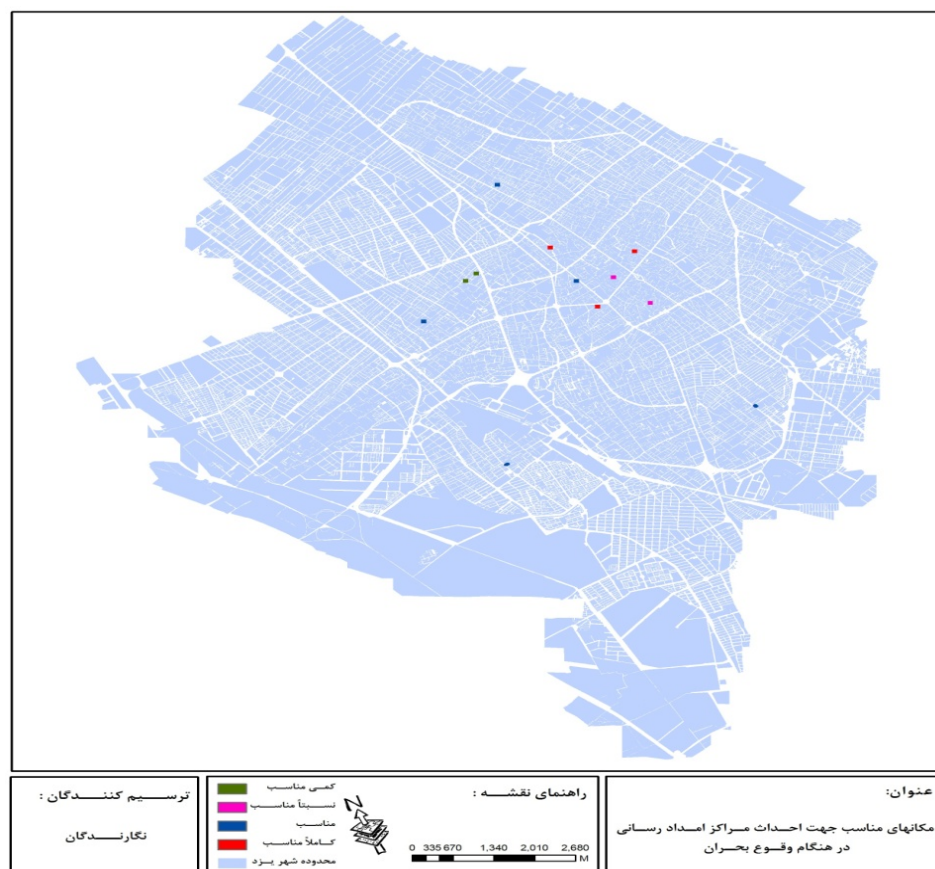
| خوشه                     | معیارها               | وزن نرمال شده توسط خوشه‌ها | وزن نهایی |
|--------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|
| حریم کاربری‌های ناسازگار | ساختمان‌های بلندمرتبه | ۰/۶۳۵۰۷                    | ۰/۰۵۹۹۸۴  |
|                          | قنات                  | ۰/۰۴۳۵۰                    | ۰/۰۰۴۱۰۹  |
|                          | پمپ بنزین             | ۰/۱۵۱۲۴                    | ۰/۰۱۴۲۸۵  |
|                          | پمپ گاز               | ۰/۱۷۰۱۸                    | ۰/۰۱۶۰۷۴  |
| دسترسی به شبکه ارتباطی   | خیابان‌های محلی       | ۰/۲۷۶۱۳                    | ۰/۰۹۲۵۰۹  |
|                          | راه شریانی درجه ۱     | ۰/۱۶۵۳۴                    | ۰/۰۵۵۳۹۳  |
|                          | راه شریانی درجه ۲     | ۰/۵۵۸۵۳                    | ۰/۱۸۷۱۲۳  |
| عملکرد جمعیتی            | تراکم جمعیت           | ۱/۰۰۰۰۰                    | ۰/۱۲۹۴۹۲  |
|                          | مساحت مناسب           | ۰/۶۱۹۲۳                    | ۰/۰۷۸۷۹۶  |
| عملکرد کالبدی            | کیفیت ابنیه           | ۰/۳۸۰۷۷                    | ۰/۰۴۸۴۵۲  |
|                          | شیب زمین              | ۰/۰۹۹۹۹                    | ۰/۰۱۵۳۰۵  |
| مشخصات زمین‌شناسی        | گسل                   | ۰/۹۰۰۰۱                    | ۰/۱۳۷۷۵۵  |
|                          | آتش‌نشانی             | ۰/۱۲۴۷۸                    | ۰/۰۲۰۰۵۵  |
| حریم کاربری‌های سازگار   | بیمارستان             | ۰/۳۱۷۲۳                    | ۰/۰۵۰۹۸۷  |
|                          | فضای باز و سبز        | ۰/۱۴۲۶۹                    | ۰/۰۲۲۹۳۳  |
|                          | مسکونی                | ۰/۴۱۵۳۰                    | ۰/۰۶۶۷۴۹  |

منبع: پژوهشگران

نتایج نهایی حاصل از فرایند تحلیل شبکه‌ای (جدول ۶) نشان می‌دهد که از بین معیارهای مورد مطالعه، معیار تراکم جمعیت از خوشه عملکرد جمعیتی با ضریب نرمال شده ۱، معیار فاصله از گسل از خوشه مشخصات زمین‌شناسی با ضریب نرمال شده ۰/۰۹۹۹۹ و معیار فاصله از ساختمان‌های بلندمرتبه با ضریب نرمال شده ۰/۶۳۵۰۷، بیشترین اهمیت را در مکان‌یابی مراکز امداد رسانی به خود اختصاص داده‌اند. همچنین معیار فاصله از قنات از خوشه حریم کاربری‌های ناسازگار با ضریب ۰/۰۴۳۵۰، کمترین اهمیت را در مکان‌یابی مراکز امداد رسانی شهر یزد داشته است.

### مرحله پنجم: آماده‌سازی و ادغام لایه‌ها

در این مرحله ابتدا لایه‌های اطلاعاتی که برای هر یک از معیارها تهیه شده بود با توجه به ضوابط مربوط به هر معیار، در محیط نرم‌افزاری GIS آماده‌سازی شد. سپس به دلیل یکسان نبودن اهمیت لایه‌های اطلاعاتی در مکان‌یابی مراکز امداد رسانی، کلیه لایه‌ها اطلاعاتی با استفاده از نظرات کارشناسان و متخصصان، برحسب اهمیت و اولویتشان وزن‌دهی شدند. در مرحله بعد وزن به‌دست‌آمده برای هر معیار در فرایند تحلیل شبکه‌ای، در لایه مکانی مربوط به آن ضرب شد. در نهایت با ادغام همه لایه‌های اطلاعاتی با استفاده از عملگرهای اجتماع فازی (OR) و اشتراک فازی (AND)، لایه‌ها همپوشانی شده و مکان‌های مناسب برای استقرار مراکز امداد رسانی در سطح شهر یزد تعیین شدند.



شکل ۳. نقشه موقعیت مکان‌های مناسب برای احداث مراکز امداد رسانی

## نتیجه‌گیری

امروزه مدیریت صحیح و منطقی هنگام وقوع بحران‌ها، ریشه در برنامه‌ریزی اصولی در شرایط پیش از وقوع بحران دارد. طرح اولیه مکان‌یابی مراکز امدادرسانی و مدیریت بحران در ایران، نخستین بار در تاریخ پانزدهم دی ماه سال ۱۳۸۲ در شهر تهران مطرح و تصویب شد. این طرح در اواخر اسفند ۱۳۸۲، به منظور شناسایی زمین‌های مناسب برای احداث مراکز مدیریت بحران در مناطق بیست‌ودوگانه شهر تهران، ابلاغ شد (روابط عمومی سازمان پیشگیری و مدیریت بحران، ۱۳۸۵: ۹). سپس در سال ۱۳۸۴، زبردست و محمدی با استفاده از GIS و روش ارزیابی چندمعیاره AHP، به مکان‌یابی مراکز امدادرسانی برای انجام عملیات نجات در شرایط وقوع زلزله با استفاده از GIS و AHP در منطقه ۱۱ شهرداری تهران و میزان آسیب‌پذیری آن در مقابل زمین‌لرزه احتمالی پرداختند. در همان سال نیز صمدزادگان، عباسپور و پهلوانی (۱۳۸۴) در مقاله‌ای با عنوان «مکان‌یابی مراکز اسکان موقت به منظور مدیریت حوادث غیرمترقبه، بر مبنای به‌کارگیری سیستم اطلاعات مکانی (GIS)» با استفاده و بهره‌گیری از منطق فازی که قابلیت‌های متعدد آن در حل مسائل پیچیده مکانی به اثبات رسیده است، به مکان‌یابی مراکز اسکان موقت پرداختند. فاصله از مراکز درمانی (بیمارستان، درمانگاه، اورژانس)، فاصله از ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز و برق، فاصله از ایستگاه‌ها و مراکز آتش‌نشانی، فاصله از پمپ بنزین و گاز، عوامل تأثیرگذار این پژوهش در نظر گرفته شده است.

در سال ۱۳۸۵ ایرانمنش و اشراقی به مکان‌یابی اماکن اسکان موقت جمعیت‌های آسیب‌دیده از زلزله با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات مکانی در منطقه ۲ شهر تهران پرداخت. نتایج مطالعات او نشان می‌دهد که با توجه به معیارها و استانداردهای مکان‌یابی مناطق مناسب برای اسکان موقت آسیب‌دیدگان، از جمله اماکن شریان‌های حیاتی، مانند خطوط انتقال نیرو، خطوط گاز و سایر شریان‌ها و همچنین شرایط طبیعی منطقه، بهترین مکان‌ها برای اجرای عملیات اسکان موقت فضاهای باز، برخی پارک‌های این منطقه شهری است.

در سال ۱۳۹۰، احدنژاد روشتی، جلیلی و زلفی نیز با استفاده از عوامل طبیعی و انسانی و به کمک روش تحلیل سلسله‌مراتبی، به مکان‌یابی مناطق اسکان موقت در هنگام زلزله‌های احتمالی شهر زنجان پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنها نشان‌دهنده کمبود فضاهای کافی، از جمله پارک‌ها و فضاهای باز شهری برای استقرار زلزله‌زدگان شهر زنجان بوده است که این امر در محدوده بافت مرکزی شهر واضح‌تر از سایر بخش‌ها دیده می‌شود.

مروری بر پژوهش‌های انجام‌شده گویای آن است که تاکنون مطالعه‌ای برای مکان‌یابی مراکز امدادرسانی، هنگام وقوع حوادث و بحران‌ها با توجه به کارکردهای ویژه آن و روش‌های به‌کار رفته در این پژوهش، به‌ویژه در شهر یزد برای مکان‌یابی مراکز امدادرسانی، انجام نگرفته است. در این پژوهش برای مکان‌یابی مراکز امدادرسانی شهر یزد، ابتدا عوامل مؤثر بر مکان‌یابی این نوع کاربری با استفاده از روش دلفی شناسایی شد. سپس روابط و تأثیرات معیارها و خوشه‌ها بر یکدیگر با استفاده از روش دیماتل شناسایی و در قالب مدل شبکه‌ای تعریف شدند. در مرحله بعد با استفاده از پرسش‌نامه‌ای در قالب روش وزن‌دهی توماس ال ساعتی، عناصر مورد مقایسه زوجی قرار گرفتند. در این مرحله، به دلیل نظرات متفاوت کارشناسان با استفاده از مدل کپلند، نظرات آنها ادغام و وزن نهایی هر عنصر تعیین شد. سپس بعد از

تشکیل ابرماتریس‌ها، وزن نهایی هر یک از معیارها به دست آمد. در مرحله بعد لایه‌های تهیه شده برای هر معیار، در محیط GIS آماده‌سازی شد و در نهایت با اعمال وزن هر معیار در لایه مربوطه و استفاده از عملگرهای اجتماع فازی و اشتراک فازی، مکان‌های مناسب برای مراکز امداد رسانی در شهر یزد مشخص شدند.

در این پژوهش به دلیل داشتن نگاهی نظام‌مند و کاربردی، معیارهای به کار رفته می‌تواند برای مکان‌یابی مراکز امداد رسانی در شهرهای دیگر مورد استفاده قرار گیرد. همچنین الگوی ارائه شده در این پژوهش، به دلیل قابلیت اجرایی و تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی، می‌تواند در مکان‌یابی سایر کاربری‌های شهری استفاده شود.

به دلیل قرارگیری بخش اعظم بافت فرسوده یزد در بخش مرکزی شهر و نواحی اطراف آن، پیشنهاد می‌شود با وجود تمرکز مکان‌های تعیین شده در این محدوده، تصمیماتی جامع و کاربردی برای نوسازی و بهسازی بافت‌های فرسوده این شهر صورت گیرد تا ضمن کاهش خسارات ناشی از بحران‌ها، از فشارهای جمعیتی به این مراکز هنگام وقوع بلایا کاسته شود. همچنین با توجه به اینکه احداث و قرارگیری هر نوع کاربری در یک مکان، تأثیراتی بر محیط پیرامونی خود دارد، بهتر است اثرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از احداث مراکز امداد رسانی در هر یک از مکان‌های منتخب، تعیین شود.

## منابع

1. Abdolahi, M., 2004, **Crisis Management in Urban Areas**, Publications of the Country's Municipalities, Third Edition, Tehran. (in Persian)
2. Adili, E., 2008, **Urban Land Suitability Evaluation using GIS Spatial Group Decision**, Ali Mohammadi, A., Khajeh Nasir University, Faculty of Engineering Geomatics, Tehran. (in Persian)
3. Ahadnejad Roshti, M., Jalili, K and Zolfi, A., 2011, **Optimal Location for Temporary Accommodation Due to Earthquake Victims in Urban Areas Using Multiple Criteria and GIS: A Case of Study Zanjan**, Journal of Geographical Sciences and Applied Research, Vol. 20, No. 23, PP. 45-61. (in Persian)
4. Bahrini, S.H., 1998, **Urban Design Process**, First Edition, University of Tehran, Tehran. (in Persian)
5. Chung, S.H., Lee, A.H.L., Pearn, W.L., 2005, **Analytic Network Process (ANP) Approach for Product Mix Planning in Semiconductor Fabricator**, International Journal of Production Economics, Vol. 96, No. 1, PP.15-36.
6. Ertay, T., Ruan, D., Tuzkaya, U.R., 2006, **Integrating Data Envelopment Analysis and Analytic Hierarchy for the Facility Design in Manufacturing Systems**, Information Sciences, Vol. 176, No. 3, PP. 237-262.
7. Gencer, C., Didem, G., 2006, **Analytic Network Process in Supplier Selection: A Case Study in an Electronic Firm**, Applied Mathematical Modeling, Vol. 31, No. 11, PP. 2475-2486.
8. Habitat, 2003, **United Nations Human Settlement Program Me (Unhs)**, Disaster Management Program Me of Un- habitat, Retrieved from: <http://www.habitat.org>.
9. Hosseini, M., Ebrahimi Mojarad, M., Amini Hosseini, K., Tofighi, F., Saleh, F., Havstyn Salimi, N., Siddiqui, M. A., Arynay chatrud, A., Moaveni, M., Norouzi, R., 2008, **Crisis Management**, Vol. 1, Press the Prevention and Crisis Management in Tehran. (in Persian)
10. Iranmanesh, F. and Ashragi, M., 2006, **GIS Applications in Planning and Location of Drainage Facilities Damaged by the Earthquake Case of Study Zone 22 of Tehran City**, Third International Conference on Geographic Information System, Organization of Cartographic, 11-14 January, Tehran. (in Persian)



11. Jankowski, P., 1995, **Integrating Geographical Information Systems and Multiple Criteria Decision-Making Methods**, International Journal of Geographical Information Science, Vol. 9, No. 3, PP. 129-167.
12. Kalantari, H. and Hataminejad, H., 2006, **Action of the Historic Fabric of City Planning**, First Edition, Outreach Publications, Tehran. (*in Persian*)
13. Malchfsky, Y., 2006, **GIS and Multi Criteria Decision Analysis**, Parhizgar, A., First Edition, Samt Press, Tehran. (*in Persian*)
14. Mitchell, J.K., Devine, N., and Jagger, K., 1989, **A Contextual Model in Planinig**, Practice & Research, Vol. 9, No. 7.
15. McConkey, D., 1978, **Planning for Uncertainty**, Business Horizons Journal, Vol. 6, No. 14, PP.132-145.
16. Nateg Elahi, F., 1998, **The Critical Elements to Achieve Long-term, Comprehensive Emergency Management System of Earthquake in Tehran**, Planning Center of Tehran. (*in Persian*)
17. Prevention and Crisis Management Public Relations Agency, 2006, **Crisis Management Support Site Report**, Journal of Partners, Vol. 3, No. 9, PP. 45-63.
18. Rudolph, B., 1986, **Coping with Catastrophe**, Time Journal, Vol. 8, No. 14, PP. 162-185.
19. Saaty, T. L., 2004, **Fundamentals of the Analytic Network Process – Dependence and Feedback in Decision-making with a Single Network**, Journal of Systems Science and Systems Engineering, Vol. 48, No.12, PP. 1-35.
20. Saeadniya, A., 1999, **Municipalities Green Book (Land Use)**, Publications of the Country's Municipalities, Tehran. (*in Persian*)
21. Samadzadegan, F., Abaspoor, R.A., Pahlevani, P., 2006, **Unexpected Disaster Emergency Accommodation Citizens Locate Places by Using Geographic Information System**, Conference on Spatial Information Technology Management and Natural Disasters, 24-24 February, Tehran. (*in Persian*)
22. Shakib, H. and Mogadasi Mousavi, A., 2006, **Crisis Management in the Capital**, Proceedings of the Second Seminar for Capital Construction, 1-3 June, Tehran University. (*in Persian*)
23. Statistical Center of Iran, 2011, **Census of Population and Housing Urban**, Retrieved from: <http://www.amar.org.ir>.
24. Yavar, B. and Myrtahery, M., 2009, **Introduction to Disaster Management Organization Incident**, Press the Green Usher, Tehran. (*in Persian*)
25. Zebardast, A. and Mohamadi, A., 2005, **Location Assistance Centers (in Earthquakes) Using GIS and AHP**, Art Journal, No. 21, PP. 5-16. (*in Persian*)