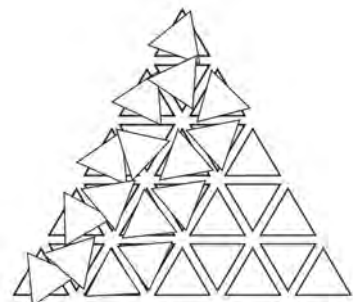


# کاربرد روش تصمیم‌گیری فازی در مکان‌یابی

## مراکز خدمات امداد شهری

(در منطقه چهار کلان شهر کرج)



فصل‌نامه برنامه‌ریزی کالبدی-فضایی  
Journal of Physical - Spatial Planning

سال اول - شماره سوم - تابستان ۹۲  
شماره استاندارد بین‌المللی ۴۱۱۸-۲۳۲۲

مصطفی طالشی<sup>۱</sup>

اسداله قبادی<sup>۲</sup>

دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۷

پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۲۵

### چکیده

یکی از معیارهای توسعه رفاه اجتماعی، افزایش سطح ایمنی جامعه و دسترسی مناسب و مطلوب شهروندان به زیرساخت‌های ایمنی در زمان بروز مخاطرات و بحران‌های شهری است. مکانیابی مطلوب مراکز خدمات امداد در کنار سایر کاربری‌های اساسی، یکی از عوامل مهم در پایداری عملکرد مراکز خدمات‌رسان در مواقع بروز مخاطرات شهری و افزایش ضریب ایمنی شهری به شمار می‌رود. گسترش همه‌جانبه و پرشتاب شهر کرج، به‌عنوان یک کلان‌شهر در دهه‌های اخیر، و عدم فرصت کافی در ساماندهی بافت‌های شهری و فراهم‌سازی زیرساخت‌های مناسب شهری سبب شده که پیامدهای نامطلوب و اثرگذار در افزایش توسعه فضای شهری و منطقه‌ای و ناکارآمدی رفاه شهروندان را در پی داشته باشد.

در پژوهش حاضر، با توجه به تنوع ملاک‌های مکانیابی برای هر یک از مراکز امدادسانی و نقش‌های مختلف هر یک از آنها در هنگام وقوع حادثه، ایستگاه‌های آتش‌نشانی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مراکز در تأمین ایمنی شهرها انتخاب شده است. در پی آن، الگوی مکان‌یابی مراکز آتش‌نشانی بر اساس چهار معیار تأثیرگذار اصلی - به ترتیب اهمیت جمعیت، شبکه معابر، شعاع عملکرد و کاربری اراضی شهری - سنجش می‌شود. از سوی دیگر، چهارده زیرمعیار و شش گزینه طرح‌ریزی و با استفاده از منطق فازی در چهار چوب تحلیل سلسله‌مراتبی و بهره‌گیری از ابزارهای تحلیل مکانی جهت دستیابی به الگوی توزیع و پراکنش بهینه این کاربری در سطح منطقه چهار کرج طرح‌ریزی می‌شود. در ادامه، با وزن‌دهی و امتیازبندی معیارها زیرمعیارها و گزینه‌ها، بهترین مکان‌ها و اولویت‌های بعدی برای احداث مراکز آتش‌نشانی مشخص شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مدیران شهری، به‌هنگام مواجهه با تغییرات و توسعه آتی فضای شهری و تغییر ترتیب اهمیت معیارها و زیرمعیارها قابلیت انتخاب گزینه مناسب و اولویت‌های بعدی را خواهند داشت.

کلیدواژه: ایستگاه‌های آتش‌نشانی، مکان‌یابی، الگو، منطق فازی، کرج.

۱. دانشیار گروه علوم جغرافیایی، دانشگاه پیام نور و عضو قطب علمی توسعه پایدار محیط جغرافیایی دانشگاه شهید بهشتی، نویسنده مسئول.

پست الکترونیک: m\_taleshi@pnu.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

## مقدمه

در سال‌های اخیر، در کشورهای توسعه یافته توجه به ایمنی شهروندان در طرح‌های شهری تبدیل به یکی از اهداف اساسی این طرح‌ها شده و رعایت این مهم در مطالعات شهری اشکال و ابعاد متفاوتی یافته است. از این رو، توجه به مکان‌یابی مناسب مراکز امداد و نجات، برای فراهم سازی تسهیلات ایمنی برای شهروندان بسیار ضروری است.

در همین ارتباط، در دهه‌های اخیر نیز شهرنشینی در ایران با رشد بسیار مواجه شده است. شتاب سریع این فرایند مشکلات زیادی را برای شهرها، به عنوان یک سیستم پویا، به بار آورده است. یکی از اجزای این سیستم، که از فرایند رشد سریع شهرنشینی و پیامدهای آن تأثیر پذیرفته، مراکز امدادرسانی است که در راستای تأمین ایمنی شهر ساماندهی می‌شود. بدین ترتیب، با توجه به افزایش سریع جمعیت و رشد نامتناسب فضاهای شهری، سیستم ایمنی شهر نیز بایستی چنان انعطاف‌پذیر باشد که قابلیت پوشش‌دهی فضای شهری را به صورت کامل، داشته باشد. بنابراین، با توجه به اینکه یکی از معیارهای توسعه رفاه اجتماعی، افزایش سطح ایمنی جامعه، دسترسی مناسب و متناسب شهروندان به زیرساخت‌های ایمنی در زمان بروز مخاطرات و بحران‌هاست، مکان‌یابی مطلوب مراکز امداد رسانی در کنار سایر کاربری‌های شهری پایداری عملکرد این گونه مراکز در زمان بروز مخاطرات شهری، افزایش ضریب ایمنی شهرها را افزایش می‌دهد. با تأکید بر لزوم توزیع بهینه مکان‌ها در فضا، ارائه و ارزیابی یک الگوی مکان‌گزینی مناسب برای مراکز امدادرسانی با هدف بهبود مصونیت شهر و امدادرسانی به موقع در زمان بروز حادثه در راستای تأمین امنیت شهری، با توجه به پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌های مسایل روز شهری تحت تأثیر عوامل مختلفی است که بررسی همه آنها در قالب مدیریت سنتی و معمول شهری بسیار مشکل به نظر می‌رسد. بدین ترتیب، فراهم‌سازی زیرساخت اطلاعاتی از توزیع فضایی فعالیت‌ها و استفاده از الگوهای به روز منطبق با قابلیت سلسله مراتبی در تصمیم‌گیری‌ها و ایجاد اولویت‌ها در کنار ابزارهای تحلیل مکانی ضروری است. از سوی دیگر، با توجه به اینکه یکی از وظایف مهم برنامه‌ریزان شهری و ناحیه‌ای، تخصیص زمین به کاربری‌های گوناگون شهری، با توجه به نقش و کارکرد شهر و سنجش سازگاری کاربری‌ها با یکدیگر است، در این پژوهش، به صورت نمونه موردی در منطقه چهارکلان شهر کرج، با در نظر گرفتن چند مکان پیش‌فرض با رعایت معیارها و زیر معیارهای مناسب و تحلیل ضرایب اهمیت پیشنهادی آنها، به همراه تحلیل سازگاری به کمک منطق فازی و توجه به تناسب توزیع فضایی مراکز امداد رسانی با الزامات و بافت شهری، برای انتخاب بهترین مکان، از بین چندین مکان و اولویت‌بندی بقیه مکان‌ها برای انتخاب و احداث مراکز امدادرسانی نسبت به ارائه یک الگوی مناسب اقدام شده است. از سوی دیگر، با توجه به پیچیدگی‌های تصمیم‌گیری

در مدیریت شهری، با سنجش میزان اثرگذاری متغیر عوامل اصلی تعریف شده به صورت پایدار، به تفسیر نتایج هر تصمیم در تغییر احتمالی در اولویت انتخاب مکان‌ها پرداخت شده است.

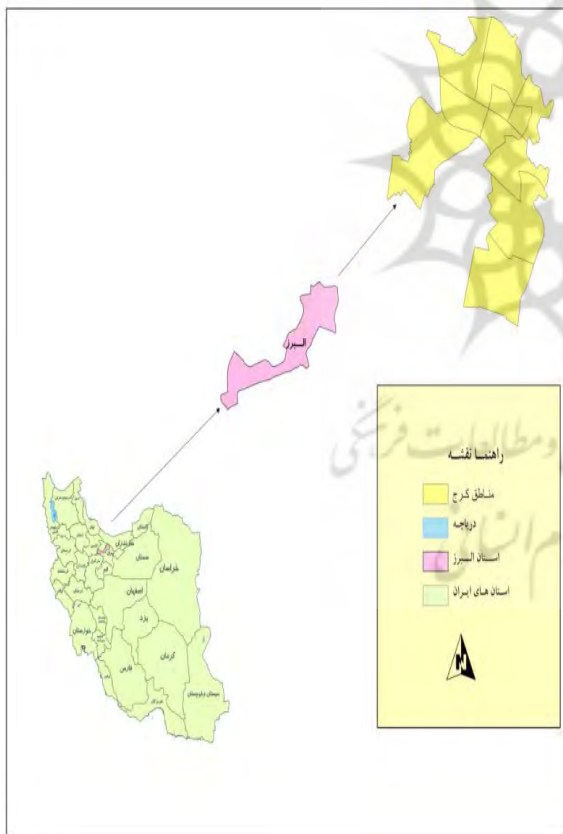
در خصوص ادبیات نظری و پیشینه پژوهش گفتنی است که توزیع بهینه کاربری‌ها مسئله‌ای است که، برنامه‌ریزان شهری اغلب اوقات، با آن سر و کار دارند؛ چرا که به دلیل رشد پرشتاب جمعیت و کالبد شهرها، مشکلاتی ناشی از عدم توزیع فضایی مناسب فعالیت‌ها به وجود آمده است (زبردست، ۱۳۸۱: ۵۰). مراکز امدادرسانی نیز، به عنوان مکان‌های مورد انتظار در هنگام بروز اتفاقات ناگوار، از جمله مراکز مهم و حیاتی خدمات‌رسانی در شهرها هستند که نقشی مهم در تأثیر ایمنی و آسایش شهروندان ایفا می‌کنند. در نتیجه، مکان‌های نهایی باید، حتی‌الامکان، همه شرایط و قیود مورد نیاز را برآورده کند. از سوی دیگر، مطالعات همواره حکایت از این دارند که اتکای کامل به ابزارهای تحلیل مکانی، مانند تحلیل‌های سیستم‌اطلاعات جغرافیایی، شرط لازم است، اما کافی نیست؛ زیرا بررسی چند مکان مناسب براساس واقعیات وضع موجود جهت تدوین یک الگوی مکان‌گزینی براساس منطق فازی شناور در چهارچوب الگوی تصمیم‌گیری سلسله مراتبی، به همراه تحلیل منطقی سازگاری تصمیم‌گیری‌ها و تغییرات احتمالی در اولویت‌ها براساس سیاست‌های متفاوت، یکی از بهترین روش‌هایی است که بایستی مورد توجه مدیران و برنامه‌ریزان شهری قرار گیرد؛ زیرا، بدین ترتیب، مدیران این توانایی را خواهند داشت که، تا حد امکان، پاسخگوی تغییرات سیستم پویای شهر باشند و با انعطاف‌پذیری لازم خدمات تأمین امنیت یک منطقه شهری را ساماندهی نمایند. مکان‌گزینی بهینه از جمله تحلیل‌های مکانی است که تأثیر فراوانی در کاهش هزینه‌های ایجاد و راه‌اندازی فعالیت‌های مختلف دارد؛ به همین دلیل، یکی از مراحل مهم و اثرگذار در مطالعات پروژه‌های اجرایی به شمار می‌رود در این راستا، در پژوهش صمدزادگان از سیستم اطلاعات مکانی مبتنی بر منطق فازی، که قابلیت‌های متعدد آنها در حل مسائل پیچیده مکانی به اثبات رسیده، برای تصمیم‌گیری جهت مکان‌یابی استفاده شده است. عوامل تأثیرگذار در این تحقیق فاصله از مراکز درمانی، فاصله از ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز و برق، فاصله از ایستگاه‌ها و مراکز آتش‌نشانی، فاصله از پمپ بنزین و گاز، ارتفاع ساختمان‌ها و مساحت فضای سبز در نظر گرفته شده است (صمدزادگان و دیگران، ۱۳۸۴: ۲۴). در پژوهش شجاع در منطقه یک شهرداری تهران، برای تعیین مکان‌های مناسب برای استقرار مراکز امدادرسانی پس از وقوع بحران، با تأکید بر مخاطرات طبیعی، معیارهای مکان‌یابی مشتمل بر چهار شاخص ایمنی، کارایی، اثربخشی و مجهز بودن در نظر گرفته شده است. وی با در نظر گرفتن استانداردهایی متعارف برای لایه‌های اطلاعاتی و با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی، بهترین مکان‌ها را برای استقرار مراکز امداد و اسکان تعیین کرده است (شجاع، ۱۳۸۸: ۵۶).

نیز داشته است. در حال حاضر، با تلفیق چند شهرک مسکونی - مانند شهرک گلستان، کوی مهر، کوی زنبق، شهرک کیان مهر و حسین آباد - به شکل یک منطقه شهری کلانشهر کرج درآمده است.

وضعیت پستی و بلندی و شیب منطقه چهار تحت تأثیر خصوصیات عمومی دامنه‌های جنوبی سلسله کوه‌های البرز قرار دارد، که در اشکال ۳ و ۴ مشخص است. مناطق جلگه‌ای بعد از تپه ماهورها قرار دارند، که متناوباً توسط رودخانه‌ها و مسیل‌های سرچشمه گرفته شده از ارتفاعات شمالی قطع می‌شوند.

در شکل ۴ تغییرات ارتفاعی شمال به جنوب کرج و تغییرات جزئی ارتفاع در منطقه، به صورت تغییر در رقوم منحنی‌های میزان استخراجی از تصاویر ماهواره‌ای به همراه افزایش فاصله آنها با یکدیگر در سطح منطقه مطالعاتی مشخص است.

براساس نقشه، شیب استخراجی اصولاً جهت شیب عمومی منطقه تحقیق از شمال به جنوب است. تداوم وجود شیب از شمال به جنوب سبب شده که در قسمت‌های جنوبی شهر کرج، به‌ویژه منطقه چهار، به اراضی دارای شیب دو درصد و حتی اراضی با شیب صفر درصد مواجه شود.



شکل ۱: موقعیت کرج در ایران

در این پژوهش، از تحلیل فازی در قالب فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، به همراه بهره‌گیری از ابزارهای تحلیل مکانی در مکان‌یابی مراکز امداد رسانی استفاده شده است. تحلیل سلسله

طالشی و علی‌اکبری در مطالعه مکان‌یابی تأسیسات شهری در شرایط بحرانی، با بهره‌گیری از مباحث مربوط به برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران در حوزه مدیریت شهری، برای رفع نیازهای اساسی شهری در مواجهه با شرایط بحرانی، با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی چهار سناریوهای مکان‌یابی تأسیسات شهری را بررسی کردند و در ادامه، با مقایسه این سناریوها، روش وزن‌دهی مناسب را انتخاب کرده و به مکان‌یابی بهینه جهت ایجاد تأسیسات شهری در اجرای عملیات نجات در شرایط وقوع زلزله برای شهر تهران، به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته‌اند (طالشی و علی‌اکبری، ۱۳۹۰: ۱۲).

از مهمترین مطالعات مکان‌یابی در خارج از کشور می‌توان به پژوهشی در امریکا و در ایالت فلوریدا اشاره کرد. هدف اصلی در این تحقیق، مشخص کردن پناهگاه‌های موجود و مکان‌یابی با قابلیت پناهگاهی (مدرسه، دانشگاه، کلیسا، و مراکز عمومی) بر اساس مناسب بودن و در دسترس بودنشان است.

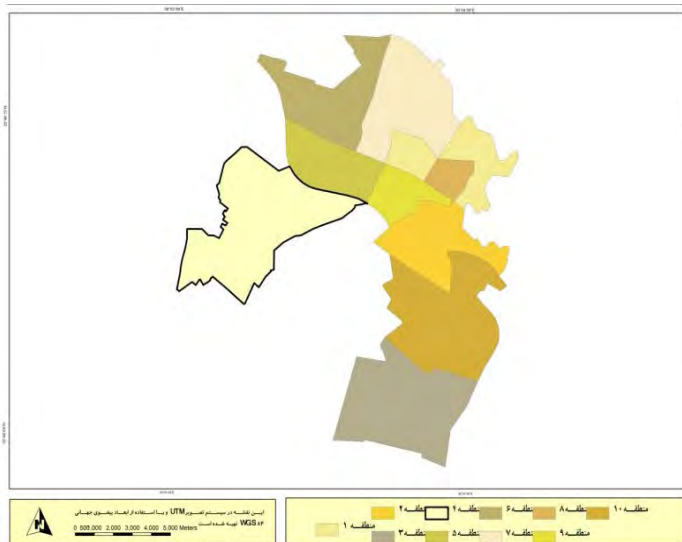
این مطالعه، برای به‌دست آوردن مدل نهایی، از دو تلفیق در روش براساس "ترکیب خطی وزین" و "تکنیک نمایش موفقیت / شکست" در ۱۷ ناحیه فلوریدای جنوبی به اجرا درآمد. نتیجه این تحقیق مبین آن است که ۴۸ درصد از پناهگاه‌های موجود در مناطق نامناسب واقع شده است و، بدین ترتیب، ۵۷ درصد از مکان‌های با قابلیت پناهگاهی در مناطق نامناسب قرار دارند. برای ۱۵ پناهگاه موجود در مناطق نامناسب هیچ پناهگاه یا مکانی با قابلیت مناسب بالا یا متوسط، تا فاصله ۱۰ مایلی (۱۶/۱ کیلومتر) وجود ندارد (هادسون و دیگران، ۲۰۰۸: ۲۴۰).

## داده‌ها و روش کار

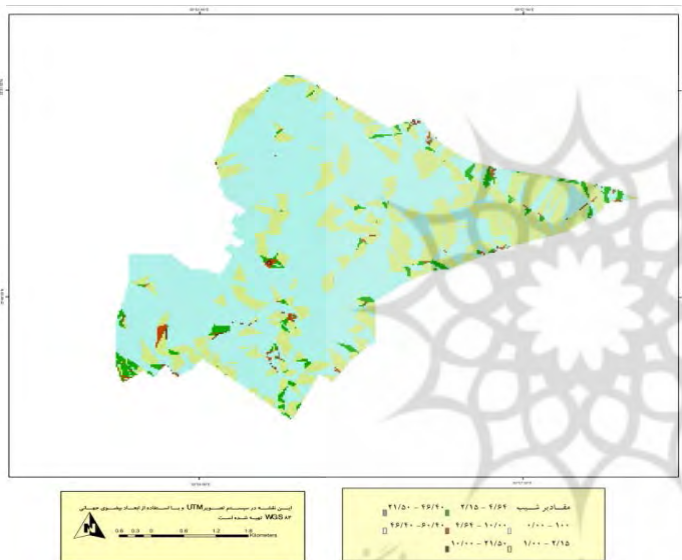
این پژوهش، برای دستیابی به یک الگوی انعطاف‌پذیر و کمی در ارزیابی توزیع بهینه مکانی مراکز امداد رسانی متناسب با الزامات و بافت شهری، در منطقه چهار کرج، به صورت نمونه موردی اجرا شده است. گسترش درونی همه جانبه و پرشتاب این منطقه، به تبعیت از ناحیه شهری کرج و کلانشهر تهران در دهه‌های گذشته، سبب عدم امکان و فرصت کافی برای تسهیل بافت شهری و فراهم‌سازی زیرساخت‌ها و امکانات کمی و کیفی قابل قبول و مطلوب منطقه شده است.

منطقه چهار کلانشهر کرج، با مساحت محدوده بیش از ۲۶ هزار مترمربع و حریم بیش از ۴۵ هزارمتر مربع، در جنوب غربی شهر کرج، در فاصله‌ای حدود ۴۰ کیلومتر از غرب شهر تهران و ۷ کیلومتر از مرکز کرج واقع شده است. این منطقه از طرف شمال شرقی به اتوبان کرج - قزوین، از شمال غربی به راه آهن سراسری تهران - کرج - تبریز، از غرب به جاده قزل‌حصار، از شرق به محمد شهر و از جنوب به ماه دشت محدود می‌شود.

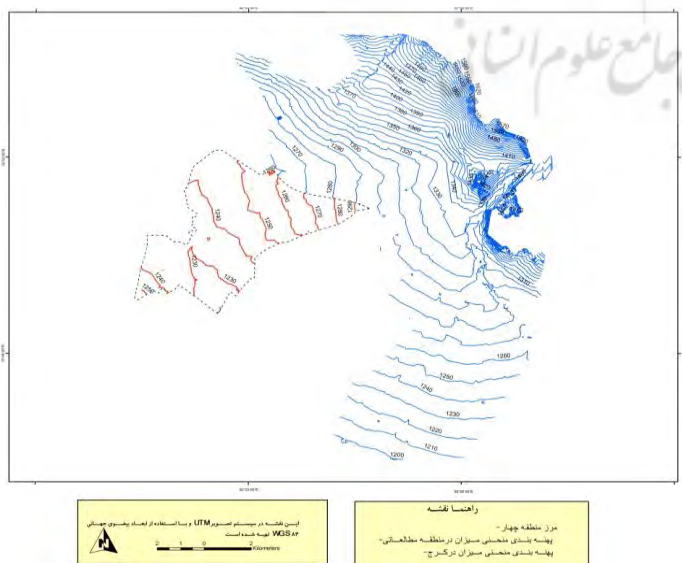
این منطقه در گذشته، شهرک اقماری شهرستان کرج محسوب می‌شده و به حسب موقعیت ویژه خود شهرداری مستقل



شکل ۲: جانمایی منطقه چهار در کلان شهر کرج



شکل ۳: نقشه شیب منطقه ۴



شکل ۴: پهنه‌بندی منحنی میزان در سطح کرج با تاکید بر منطقه ۴

مراتبی یکی از جامع‌ترین سامانه‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. این تکنیک امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله‌مراتبی فراهم می‌کند و، همچنین، امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسأله دارد. این فرآیند، گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت می‌دهد و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد. علاوه بر این، بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده و، بدین ترتیب، قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌کند. همچنین، میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم‌گیری چندمعیاره است (قدسی پور، ۱۳۸۵: ۵).

در این پژوهش، با در نظر گرفتن چند مکان، با توجه به اطلاعات سازمان آتشنشانی کرج و توجه به تناسب توزیع فضایی مراکز امداد رسانی با الزامات و بافت شهری و واقعیت‌های نظام فضایی کاربری‌های وضع موجود، با بررسی معیارها و زیرمعیارها (شکل ۶) و تحلیل اوزان پیشنهادی به آنان در قالب ماتریس‌های مقایسه‌ای دودویی (رابطه ۱) به همراه تحلیل سازگاری در این اوزان به کمک منطق فازی و با عنایت به رعایت فرایند سلسله مراتبی بودن در تصمیم‌گیری سعی شده است، با تدوین الگوی مناسب برای احداث بهترین مکان از بین چندین مکان و اولویت‌بندی بقیه مکان‌های انتخابی مراکز امداد رسانی تعیین شود. از سوی دیگر، با سنجش میزان اثرگذاری عوامل اصلی مؤثر، به صورت پایدار، به کمک نمودار تحلیل حساسیت پویا، اثر تغییر در تصمیم‌گیری احتمالی بر روی اولویت‌بندی گزینه‌ها با حفظ پایداری الگو و به صورت موردی بررسی شده است. بدین ترتیب، مکان‌هایی که به عنوان خروجی نهایی در نظر گرفته می‌شوند باید تا حد امکان پاسخگوی تغییرات آبی سیستم پویای شهری باشند و با انعطاف پذیری لازم، نظام خدمات رسانی ایمنی شهر را جهت‌دهی کنند).

است، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری (I.R) است که از تقسیم شاخص ناسازگاری (I.I) به شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (I.I.R) حاصل می‌شود (رابطه ۵). (چن و دیگران، ۲۰۱۱ : ۴۹۰). چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است؛ در غیر این صورت، بایستی در قضاوت‌ها تجدید نظر شود. به عبارتی دیگر، ماتریس مقایسه دودویی معیارها باید مجدداً تشکیل شود. اساس تعریف و محاسبه ضریب سازگاری و شاخص ناسازگاری روش بردار ویژه است که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است.

در این پژوهش، برای محاسبه ضریب اهمیت وزندهی معیارها و زیر معیارها در ماتریس‌های مقایسه‌های دودویی و برای محاسبه ضریب اهمیت وزندهی گزینه‌ها در ارتباط با معیارها و زیر معیارها، از روش بردار ویژه که جامع‌ترین روش برای محاسبه ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها و، همچنین بررسی سازگاری در قضاوت‌ها است استفاده شده است (رابطه ۲ و ۳) در فرآیند این پژوهش در ماتریس‌های مقایسه‌های جهت اعمال وزن به قضاوت‌ها از مقیاس نه کمیتهی ساعتی استفاده شده است. مکانیزمی که برای بررسی ناسازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفته

$$\left. \begin{aligned} a_{11} W_1 + a_{12} W_2 + \dots + a_{1n} W_n &= \lambda \cdot W_1 \\ a_{21} W_1 + a_{22} W_2 + \dots + a_{2n} W_n &= \lambda \cdot W_2 \\ &\vdots \\ a_{n1} W_1 + a_{n2} W_2 + \dots + a_{nn} W_n &= \lambda \cdot W_n \end{aligned} \right\} (1)$$

$$A \times W = \lambda \cdot W \quad \left. \right\} (2)$$

در این معادله، A ماتریس مقایسه زوجی یعنی و W بردار وزن و یک مقدار ویژه است. دستگاه معادلات را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت: (بیاتانی، ۱۳۸۷ : ۴۲).

$$W_i = \frac{1}{\lambda} \sum_{j=1}^n a_{ij} W_j \quad \left. \right\} (3)$$

در این معادله، ترجیح عنصر i ام بر j ام است و نیز وزن عنصر i ام و ثابت می‌باشد.

$$\left. \begin{aligned} \text{در این معادله، بزرگترین مقدار ویژه برای } \lambda \text{ معیار یا زیر معیار است.} \\ I.I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \end{aligned} \right\} (4)$$

$$I.R. = \frac{I.I.}{I.I.R} \quad \left. \right\} (5)$$

ابتدا ضروری است عوامل و شاخص‌های اثرگذار و تعداد و توزیع مکان‌های ایستگاه‌های آشنشانی بازتعریف شوند. در منطقه چهار تعداد شش ایستگاه (شماره های A, B, C, D, E, F)، واقع در کیان مهر، جاده کمپوست، بلوار ارم آق تپه، گلستان چهار و فاز چهار، به ترتیب، در جنوب غرب، جنوب، مرکز، شمال، شمال شرق و غرب منطقه برای احداث پیش‌بینی شده است.

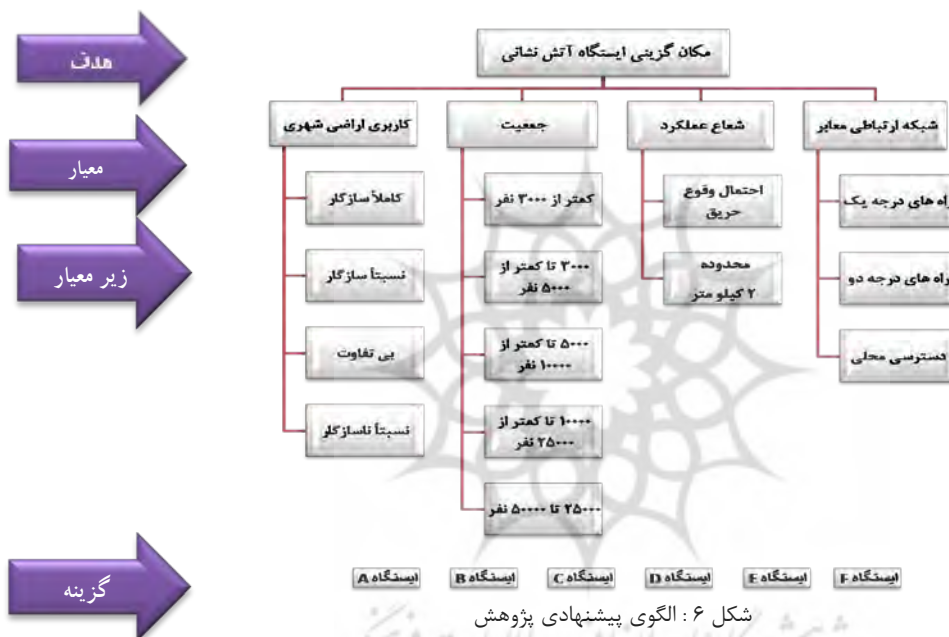
شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی که از جدول ساعتی براساس بعد ماتریس به دست می‌آید، که در این پژوهش ۰,۰۰۸ در نظر گرفته شده است.

#### شرح و تفسیر نتایج

براساس طرح مسئله و به‌کارگیری روش‌شناسی این پژوهش،



شکل ۵: جانمایی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در سطح منطقه ۴



شکل ۶: الگوی پیشنهادی پژوهش

بعدی در سطح منطقه، جهت امداد رسانی و پوشش‌دهی بیشتر جمعیت برای کاهش هر چه بیشتر خسارات جانی و مالی، اهمیت ویژه‌ای دارد. به همین دلیل، و با در نظر گرفتن ضریب اهمیت (وزن) معیارها در ماتریس مقایسه‌ای دودوئی آنها نسبت به هدف و با رعایت سازگاری در قضاوت‌ها، معیار جمعیت بالاترین میزان اهمیت را در بین معیارهای اشاره شده داراست.

در این پژوهش، برای سنجش میزان اهمیت هر یک از پنج زیر معیار نسبت به یکدیگر (با توجه به هدف) در ماتریس مقایسه‌ای دودوئی زیر معیارها و همچنین، سنجش میزان ارجحیت هر یک از گزینه‌ها نسبت به یکدیگر و نسبت به هر کدام از زیر معیارها (با توجه به هدف)، در ماتریس مقایسه‌ای دودوئی امتیازهای پیشنهادی گزینه‌ها، از نقشه پهنه‌بندی پوشش جمعیتی منطقه (شکل ۱۱) بر اساس داده‌های مرکز آمار ایران در سرشماری ملی نفوس ۱۳۸۵ و نقشه عملیاتی آن تهیه شده است. از سوی دیگر مبنای قضاوت‌ها در ماتریس مقایسه‌ای

برای مکان‌یابی مناسب و بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی، الگوی سلسله‌مراتبی پیشنهادی در چهار سطح هدفها، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها طراحی و تدوین شده است. این الگو از چهار معیار اصلی، چهارده زیر معیار و شش گزینه به شرح زیر تشکیل یافته است:

### نتایج بررسی و ارزیابی معیارها و زیرمعیارهای موردنیاز در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی نشان می‌دهد:

#### معیار جمعیت

معیار جمعیت همواره یکی از مهمترین اهداف مدیران شهری است؛ زیرا تأمین نظام ایمنی مطلوب در سطح نواحی شهری برای کاهش و رفع تلفات جانی و مالی در زمان وقوع مخاطرات در سطح آن نواحی مورد توجه است. بررسی و انتخاب بهترین مکان از بین مکان‌های مورد نظر برای ایستگاه‌های آتش‌نشانی، که خود جزئی از یک نظام ایمنی است، و همچنین تعیین اولویت‌های



شعاع عملکرد هر ایستگاه به منظور دسترسی سریع‌تر به محل حادثه جهت امداد رسانی و پوشش‌دهی بیشتر محدوده هر ایستگاه و کاهش خطرهای جانی و مالی ناشی از حادثه در ماتریس مقایسه ای دودوئی یاد شده، در رتبه سوم اهمیت قرار دارد. براساس احتمال وقوع حریق در بافت شهری منطقه، با توجه به ترکیب و همجواری کاربری‌ها با هم و استانداردهای جهانی مدت زمان رسیدن خودروهای آتش‌نشانی‌های حریق موجود در سطح نواحی شهری به محل وقوع و بررسی شعاع عملکرد هر ایستگاه در محدوده شعاع دو کیلومتری آن با تأکید بر تسریع در عملیات امداد رسانی، مبنای قضاوت‌ها در ماتریس مقایسه‌های دودوئی زیرمعیارهای معیار شعاع عملکرد، احتمال وقوع حریق در بافت شهری منطقه با توجه به همجواری کاربری‌ها با هم و سپس امکان تسریع در پوشش‌دهی حادثه در شعاع عملکرد ایستگاه‌ها در نظر گرفته شده است. در همین ارتباط، در ماتریس مقایسه‌های دودوئی گزینه‌ها، مبنای قضاوت‌ها براساس توجه به مقایسه نقشه گستره شعاع عملکرد هر ایستگاه (شکل ۹) و پراکندگی کاربری‌ها در سطح منطقه، احتمال وقوع حریق با توجه به ترکیب کاربری‌های در محدوده شعاع عملکردی در نظر گرفته شده برای ایستگاه‌ها و امداد رسانی سریع و بهینه با توجه به بافت شهری در آن گستره شعاع در نظر گرفته شده است.

در این پژوهش، برای سنجش شعاع عملکرد ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی‌های وضع موجود و شبکه معابر منطقه، نقشه شعاع عملکرد ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دست آمد. براساس استاندارد جهانی مدت زمان رسیدن خودروهای آتش‌نشانی به محل وقوع حریق ۳ دقیقه، که این زمان در ایران برابر ۵ دقیقه است و یک عامل بسیار تعیین‌کننده است؛ چرا که چنانچه در ۵ دقیقه اول وقوع آتش‌سوزی نتوان در محل حادثه حضور یافت، مخاطره از کنترل خارج می‌گردد و تشدید پیامدهای ناگوار بعدی را به موازات خود در پی خواهد داشت. براساس مقررات راهنمایی و رانندگی، حداکثر سرعت در خیابان‌های اصلی شهر ۵۰ کیلومتر در ساعت است؛ اما با توجه به ترافیک موجود در شهر، وجود موانع در مسیر خیابان‌ها، بلند بودن شاسی اتومبیل‌های آتش‌نشانی، عملاً، سرعت میانگین ماشین آتش‌نشانی با تانکر پر آب و غیره، ۳۰ کیلومتر در ساعت است (نودرپور، ۱۳۷۹: ۴۷). بنابراین، براساس رابطه ۶، یک خودرو آتش‌نشانی در ۴ دقیقه حداکثر ۲ کیلومتر مسافت را به طور مستقیم می‌تواند طی کند و زمان آمادگی و حرکت خودروها نیز، که بین ۱ تا ۲ دقیقه است به این زمان اضافه می‌گردد (پرهیزکار، ۱۳۷۶: ۹۷) لذا بر مبنای اطلاعات یاد شده، حریم شعاع عملکرد ایستگاه‌ها براساس فاصله ۲ کیلومتری به مرکزیت هر ایستگاه بر روی منطقه (نقشه شماره ۸) اعمال گردید.

$$(۶) : ۲ = (۳۰/۶۰) \times ۴ = \text{برآورد میزان شعاع عملکرد}$$

دودوئی زیر معیارهای معیار جمعیت، توانایی پوشش‌دهی بیشتر جمعیت در معرض حادثه در موقع وقوع آن در سطح منطقه بوده که عاملی مهم و تأثیرگذار در اولویت‌بندی انتخاب بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی در نظر گرفته شده است (شکل ۵). همچنین، در ماتریس مقایسه‌های دودوئی گزینه‌ها، ملاک امتیازدهی امکان پوشش‌دهی سریع‌تر تراکم جمعیتی در محدوده عملیاتی جانمایی هر ایستگاه است. به عبارتی دیگر، با توجه به محل در نظر گرفته شده برای هر ایستگاه، بهترین مکان و اولویت مکان‌های بعدی، با توجه به تراکم جمعیتی ناحیه اطراف هر مکان و پوشش‌دهی سریع‌تر جمعیت آن مکان تعیین می‌گردد. استانداردهای جهانی براساس مطالعات و پژوهش‌های انجام داده شده نشان می‌دهد که برای هر ۵۰۰۰۰ نفر جمعیت یک ایستگاه قابل پیش‌بینی است. بنابراین، مناطق با جمعیت بالاتر با وزن بیشتری در تحلیل نهایی در نظر گرفته می‌شوند.

### شبکه ارتباطی معابر

از آنجا که به هنگام بروز هر حادثه حضور به موقع و سریع در محل اهمیت دارد و هرگونه عملیات امداد رسانی به حادثه‌دیدگان منوط به امکان دسترسی به محل حادثه است. بنابراین، معیار شبکه ارتباطی معابر در ماتریس مقایسه‌های دودوئی معیارها جهت تشخیص میزان دسترسی هر مکان در زمان بروز حادثه برای تسریع در عملیات امداد و نجات در رتبه دوم اهمیت است. بر اساس الگوی پیشنهادی، این معیار نیز مشتمل بر سه زیر معیار است. در این پژوهش، برای سنجش میزان اهمیت هر یک از سه زیرمعیار یاد شده نسبت به یکدیگر (با توجه به هدف)، در ماتریس مقایسه‌های دودوئی زیر معیارها و، همچنین، سنجش میزان ارجحیت هر یک از گزینه‌ها نسبت به یکدیگر و نسبت به هر کدام از زیر معیارها (با توجه به هدف)، در ماتریس مقایسه‌های دودوئی اوزان پیشنهادی گزینه‌ها، از نقشه پهنه‌بندی معابر منطقه (شکل ۷) و مقایسه آن با نقشه پراکندگی ایستگاه‌های آتش‌نشانی منطقه (شکل ۵) استفاده شده است. مبنای قضاوت‌ها در ماتریس مقایسه‌های دودوئی زیرمعیارهای معیار شبکه معابر، تسریع در پوشش‌دهی هر چه بیشتر امداد رسانی و افزایش میزان دسترسی به آن با توجه به بافت نواحی منطقه و درجه‌بندی تعریف شده راه‌های شبکه معابر در منطقه است، که در ماتریس مقایسه‌های دودوئی زیرمعیارها به عنوان ملاک‌های امتیازدهی به زیر معیارها در نظر گرفته شده‌اند. از سوی دیگر در ماتریس مقایسه‌های دودوئی گزینه‌ها، ملاک وزندهی توجه به نقشه پهنه‌بندی معابر منطقه و میزان دسترسی در محل در نظر گرفته شده برای هر ایستگاه است.

### معیار شعاع عملکرد

با توجه به اهمیت مقیاس عملکرد کمی و کیفی امداد رسانی هر ایستگاه از بین ایستگاه‌های برای در زمان بروز حادثه، عامل

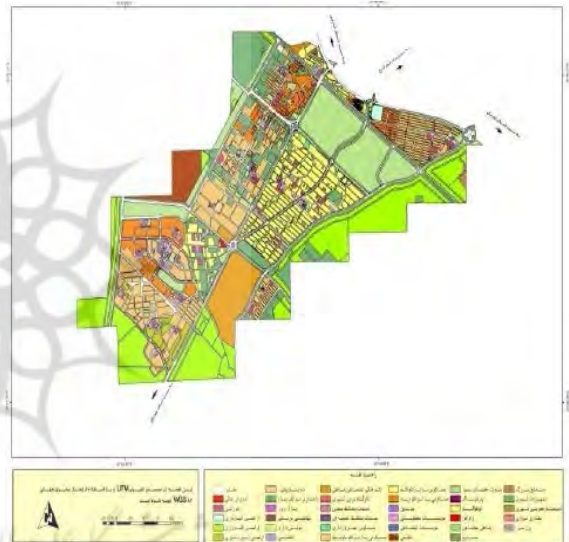
### معیار کاربری اراضی شهری

با توجه به سازگاری کاربریهای همجوار اطراف هر ایستگاه با هم و، همچنین، سازگاری مکانهای ایستگاههای آتشنشانی با یکدیگر و نیز سیاستهای مدیران شهری پیرامون امداد رسانی به کاربریهای خاص، در انتخاب بهترین مکان ایستگاه آتشنشانی و تعیین اولویتهای بعدی در سطح منطقه، معیار کاربری اراضی شهری در ماتریس مقایسه‌های دودوئی فوق‌الضاهره در درجه چهارم اهمیت قرار میگیرد. در این پژوهش، برای سنجش میزان اهمیت هر یک از چهار زیر معیار یاد شده در الگوی پیشنهادی، نسبت به یکدیگر (با توجه به هدف)، در ماتریس مقایسه‌های دودوئی زیر معیارها و همچنین، سنجش میزان ارجحیت هر یک از گزینهها نسبت به یکدیگر و نسبت به هر کدام از زیر معیارها (با توجه به هدف) در ماتریس مقایسه‌های دودوئی اوزان پیشنهادی گرفته شده، از نقشه پهنه‌بندی کاربریهای منطقه که بر اساس مطالعات میدانی وضع موجود و تصاویر ماهواره‌ای و با تأکید بر رعایت طرح تفصیلی منطقه تهیه شده (شکل ۸) و پراکندگی ایستگاههای آتشنشانی و، همچنین، ماتریس سنجش نظام سازگاری کاربریهای منطقه (شکل ۱۰) استفاده شده است.

در راستای بررسی نظام سازگاری کاربریهای موجود در سطح نواحی شهری با یکدیگر و با هر سایت و محدوده مربوطه آن و با توجه به سیاستهای مدیریت شهری در امداد رسانی به کاربریهای خاص، مبنای قضاوتها در ماتریس مقایسه‌ای دودوئی زیر معیارهای معیار کاربری اراضی، اولویت سازگاری بیشتر کاربریها با یکدیگر بر مبنای مفهوم سازگاری کاربریها در هنگام وقوع حادثه است. بر این اساس، سازگاری کاربریهای امداد و نجات با کاربریهای مجاور این کاربریها، به ترتیب اولویت، کاربریهای مسکونی، تجاری، پارکینگهای عمومی و فضاهای ورزشی، اماکن تاریخی و فرهنگی، مراکز اداری، تأسیسات حمل و نقل و انبارها مورد توجه قرار گرفته‌است همچنین، در ماتریس مقایسه‌های دودوئی گزینهها مبنای قضاوتها بر اساس مقایسه ماتریس سازگاری کاربریها و پراکندگی کاربریها در سطح منطقه و محل در نظر گرفته شده برای هر ایستگاه، میزان سازگاری کاربریها در محدوده جانمایی هر ایستگاه با یکدیگر و نیز با کاربری ایستگاه به منظور امداد رسانی به موقع و امکان پوششدهی بیشتر است.



شکل ۷: پهنه بندی معابر وضع موجود منطقه



شکل ۸: پهنه بندی کاربری های وضع موجود منطقه



شکل ۹: شعاع عملکرد ایستگاه های آتش نشانی بر روی پهنه بندی کاربری های منطقه

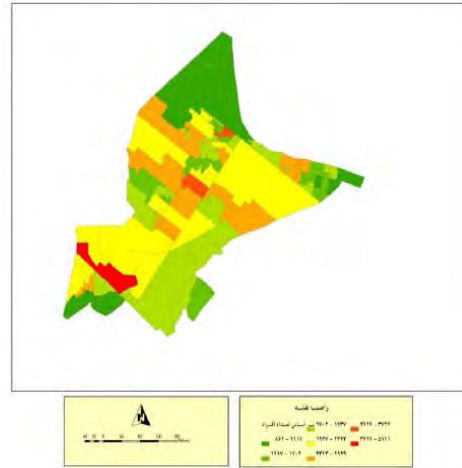
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0
0.8	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
0.7	0.9	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
0.6	0.8	0.9	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
0.3	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.9	0.8	0.7
0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.9	0.8
0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.9
0.0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

شکل ۱۰: ماتریس سازگاری کاربری های منطقه

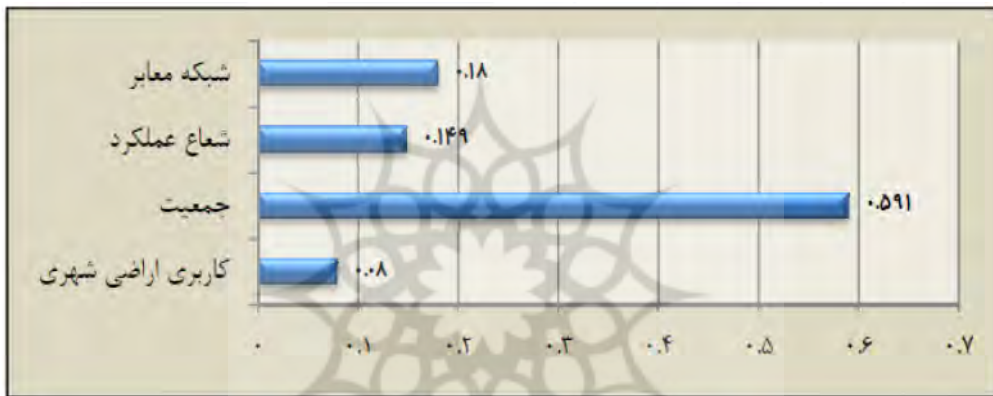


پس از تشریح الگو، گام بعد ارزیابی عناصر الگو با استفاده از مقایسه‌های دودویی براساس آنچه که بیان شد و کمک از مقیاس نه کمیتی ساعتی است. در این فرآیند، به ترتیب سلسله مراتب و با حفظ سازگاری در قضاوت، ضرائب اهمیت معیارها نسبت به هدف پژوهش، ضرائب اهمیت زیرمعیارها نسبت به هدف پژوهش، ضرائب اهمیت گزینه‌ها نسبت به معیارها و زیرمعیارهای الگو تبیین می‌شود، که در ادامه تنها به نتایج کلی هر مرحله اشاره شده است:

از تلفیق اوزان نهایی به‌دست آمده برای گزینه‌ها با تأکید بر هدف الگو در مراحل قبل و دستیابی به ضریب ناسازگاری ۰/۰۷ در قضاوت‌ها، ملاحظه می‌گردد که اولویت‌بندی مکان ایستگاه‌ها به قرار ایستگاه F با وزن ۰/۲۵۶ واقع در فاز چهارم در مرتبه اول؛ ایستگاه C با وزن ۰/۱۹۲ واقع در فاز دوم در جای دوم اهمیت؛ ایستگاه A با وزن ۰/۱۷۳ واقع در کیانمهر در جای

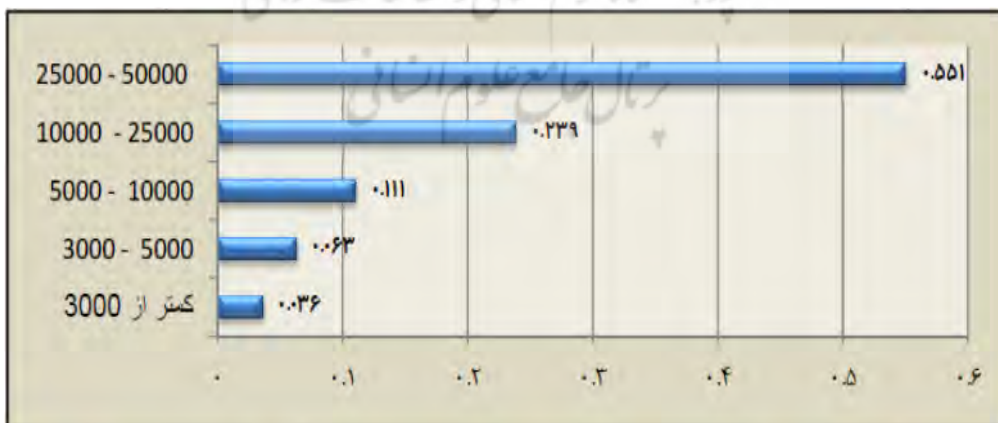


شکل ۱۱: طبقه بندی تراکم جمعیتی منطقه به تفکیک



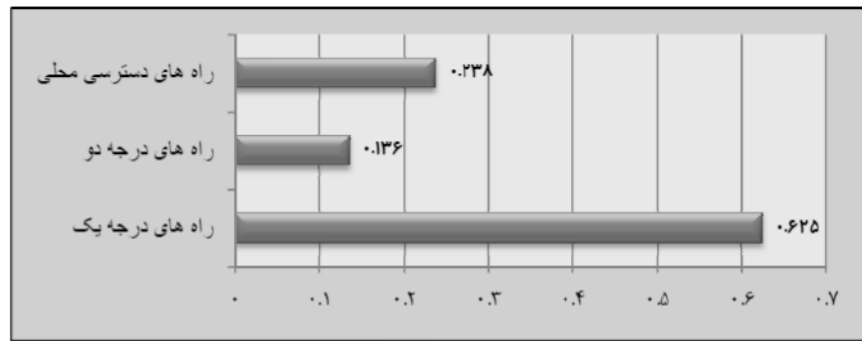
شکل ۱۲: میزان اوزان و اولویت هر یک از معیارها

نسبت به هدف با ضریب سازگاری ۰،۰۸

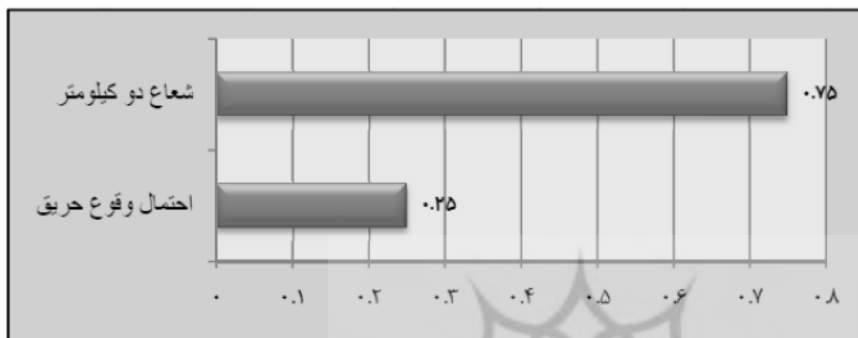


شکل ۱۳: میزان اوزان بدست آمده و اولویت هر یک از زیر معیارها نسبت به یکدیگر

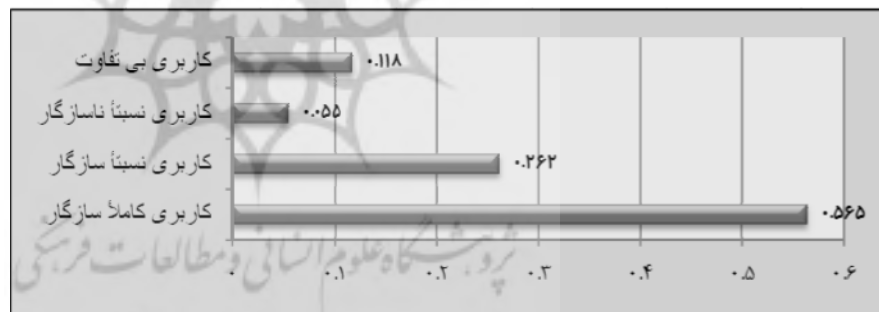
با تأکید بر زیر معیار جمعیت با ضریب سازگاری ۰،۰۸



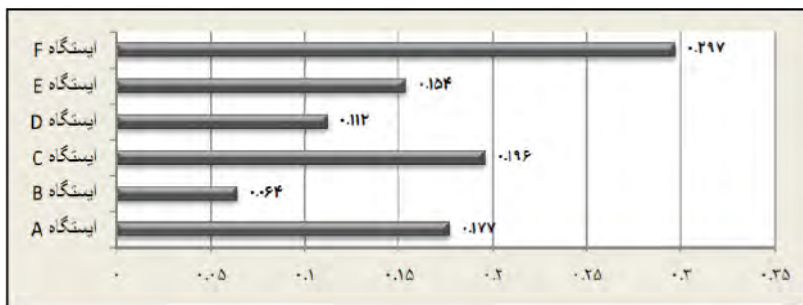
شکل ۱۴: میزان اوزان بدست آمده و اولویت هر یک از زیر معیارها نسبت به یکدیگر با تأکید بر زیر معیار شبکه معابر با ضریب سازگاری ۰.۰۲



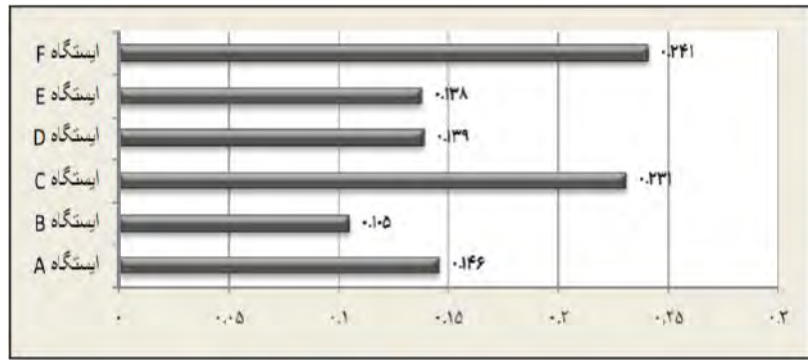
شکل ۱۵: میزان اوزان بدست آمده و اولویت هر یک از زیر معیارها نسبت به یکدیگر با تأکید بر زیر معیار شعاع عملکرد با ضریب سازگاری ۰.۰۱



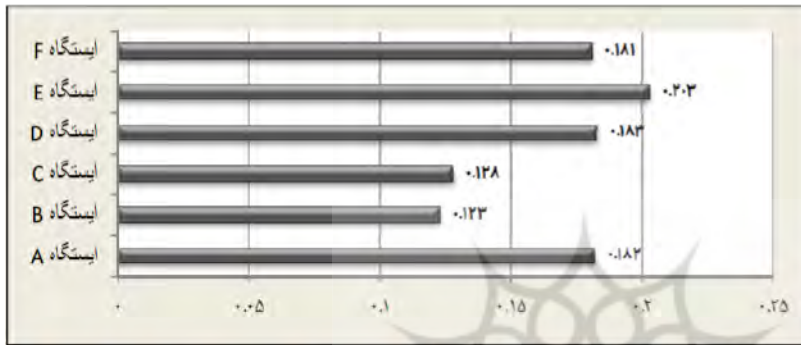
شکل ۱۶: میزان اوزان بدست آمده و اولویت هر یک از زیر معیارها نسبت به یکدیگر با تأکید بر زیر معیار کاربری اراضی شهری با ضریب سازگاری ۰.۰۴



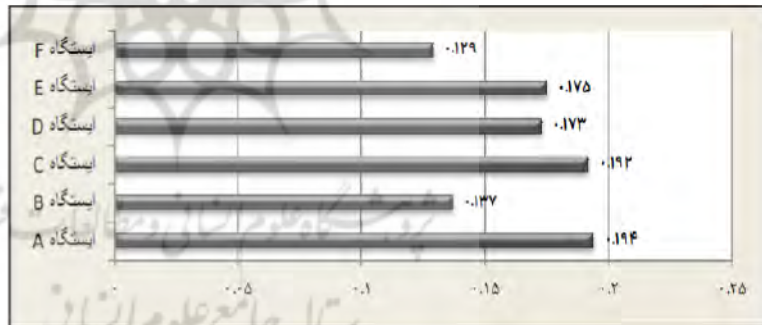
شکل ۱۷: میزان اوزان نهایی بدست آمده و ارجحیت هر یک از گزینه‌ها نسبت به یکدیگر با تأکید بر معیار جمعیت با ضریب سازگاری ۰.۰۷



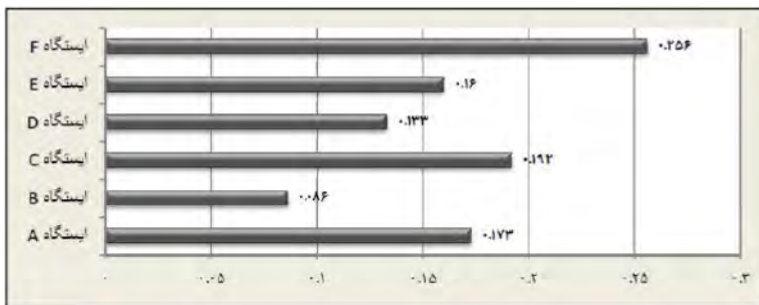
شکل ۱۸: میزان اوزان نهایی بدست آمده و ارجحیت هر یک از گزینه ها نسبت به یکدیگر با تأکید بر معیار شبکه معابر باضریب سازگاری ۰.۰۲



شکل ۱۹: میزان اوزان نهایی بدست آمده و ارجحیت هر یک از گزینه ها نسبت به یکدیگر با تأکید بر معیار شعاع عملکرد باضریب سازگاری ۰.۰۵



شکل ۲۰: میزان اوزان نهایی بدست آمده و ارجحیت هر یک از گزینه ها نسبت به یکدیگر با تأکید بر معیار کاربری اراضی شهری باضریب سازگاری ۰.۰۶



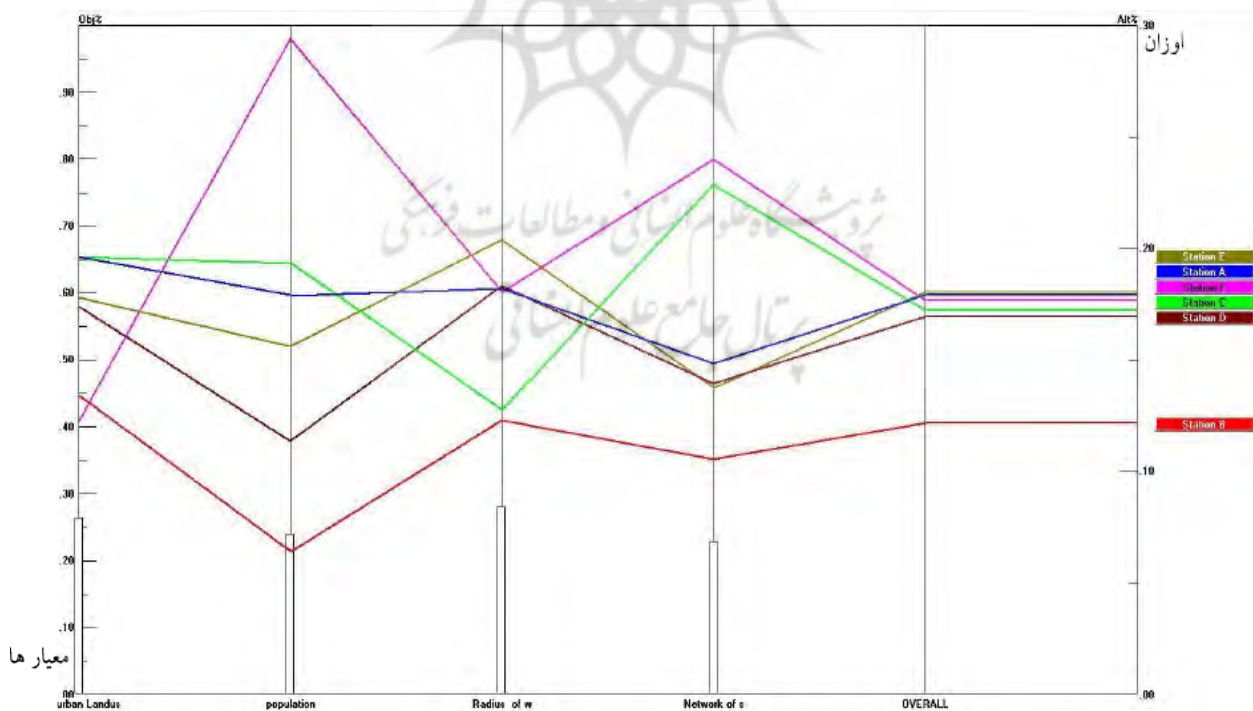
شکل ۲۱: میزان اوزان نهایی بدست آمده و ارجحیت هر یک از گزینه ها نسبت به یکدیگر با توجه به هدف با ضریب سازگاری ۰.۰۷

آمده و اجزای افقی نمودار، نشانگر مجموع اوزان گزینه‌ها نسبت به هر معیار است (Tuz Kaya, 2008: 987). محل تلاقی منحنی‌های مجموع اوزان گزینه‌ها نسبت به هر معیار و وزن اهمیت هر معیار، میزان ارجحیت هر ایستگاه را نسبت به ایستگاه‌های دیگر نشان می‌دهد. محل تلاقی یاد شده در نمودار هرچه بالاتر باشد میزان ارجحیت آن ایستگاه نسبت به ایستگاه‌های دیگر بیشتر است و، بر عکس، هر چه محل تلاقی منحنی‌ها پایین‌تر باشد از ارجحیت ایستگاه کاسته می‌شود.

براین‌اساس، به دلایل مختلف ممکن است در آینده ارجحیت اهمیت شاخص‌های تأثیرگذار نسبت به هدف در منطقه از نظر مدیران شهری بازنگری و تغییر یابد. مثلاً، چنانچه میزان وزن معیار جمعیت از ۰/۵۹ به ۰/۲۶ کاهش یابد، پیامد اثرات این کاهش، تغییر ترتیب اهمیت شاخص‌های مؤثر و اولویت‌بندی شش گزینه مفروض با حفظ پایداری الگو و سازگاری در قضاوت است که با کمک و بهره‌گیری از تکنیک حساسیت پویا ترتیب اهمیت شاخص‌ها به ترتیب معیارهای کاربری اراضی شهری، شعاع عملکرد، جمعیت و شبکه معابر تغییر یافته و اولویت‌بندی ایستگاه‌ها نیز به ترتیب ایستگاه‌های A, E, C, F, D و B مشخص شده است، که حکایت از قرار گرفتن ایستگاه E به جای F در مرتبه اول اولویت و تغییر در مرتبه سایر ایستگاه‌ها دارد. به عبارت دیگر، با تغییر در اهمیت شاخص‌ها، ترتیب ارجحیت گزینه‌ها نیز تغییر می‌یابد.

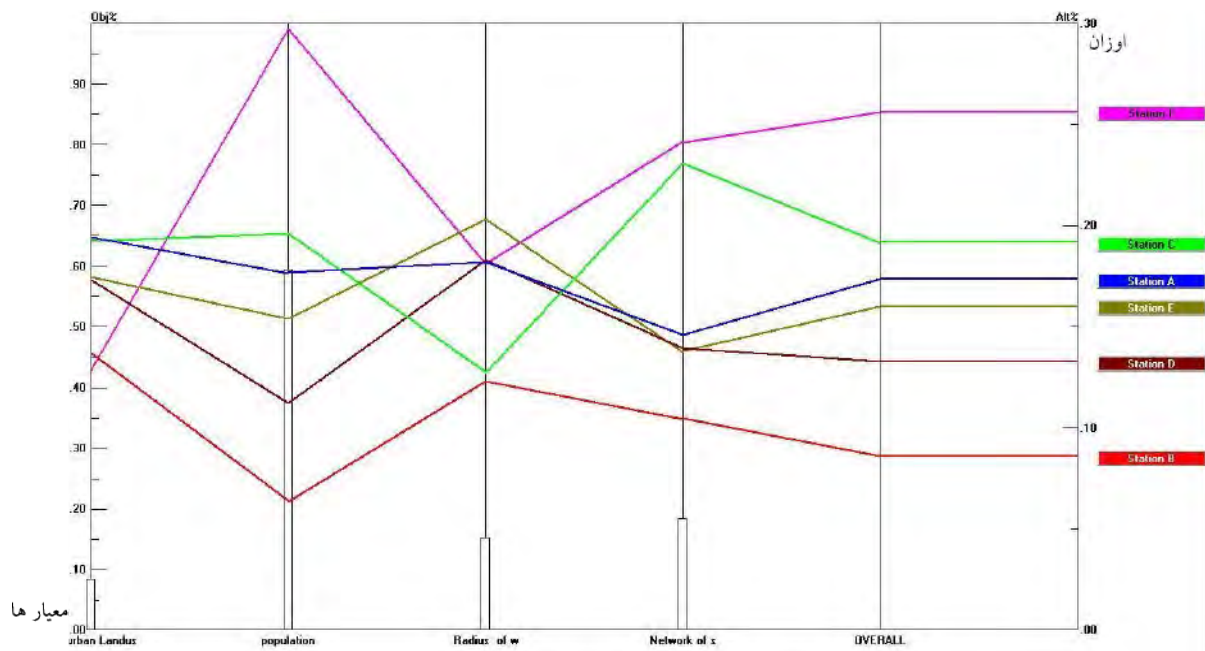
سوم اهمیت؛ ایستگاه E با وزن ۰/۱۶۰ واقع در حسین‌آباد گلستان چهار در جای چهارم اهمیت ایستگاه D با وزن ۰/۱۳۳ واقع در آق‌تپه در مرتبه پنجم؛ ایستگاه B با وزن ۰/۰۸۶ واقع در جاده کمپوست در مرتبه ششم اهمیت قرار دارد. با اینکه یک الگوی تحلیل سلسله‌مراتبی برای اولویت‌بندی و انتخاب مکان مناسب موضوعی در شهر یا منطقه تدوین و اجرا شده است، ممکن است که، به سبب تغییر و تحولات عوامل متعدد آتی، در رشد و توسعه بافت‌های مختلف شهری تغییراتی ایجاد گردد که مدیران شهری را ناچار به اصلاح و بازنگری اهمیت برخی معیارها و تغییر احتمالی اولویت‌بندی‌ها و دارد؛ به نحوی که پایداری مدل نیز حفظ گردد.

امروزه تکنیک تحلیل حساسیت پویا فرآیندی است که در این موارد به مدیران شهری کمک می‌کند تا بدون پذیرش ریسک احتمالی و صرف هزینه‌های گزاف تغییر فرآیند جاری و اجرای فرآیند جدید، به طور شناور نتایج ناشی از تغییرات کاهشی و یا افزایشی در وزن معیارها را با حفظ سازگاری در قضاوت‌ها در اولویت‌بندی ایستگاه‌ها ملاحظه و با حفظ پایداری الگو نتایج ناشی از تصمیم‌گیری خود را برای اصلاح و بازنگری پیش‌بینی، مقایسه و بهینه‌کنند. تحلیل حساسیت پویا نموداری است که از دو جزء افقی و عمودی تشکیل شده است. اجزای عمودی بیانگر میزان وزن اهمیت هر یک از معیارهاست که از امتیازدهی به ماتریس دودوویی مقایسه‌های معیارها در سنجش آنها با یکدیگر به‌دست



شکل ۲۲: تحلیل حساسیت پویا با تأکید بر حفظ اهمیت معیارها





شکل ۲۳: تحلیل حساسیت پویا با تاکید بر تغییرات صورت گرفته در اهمیت

### نتیجه‌گیری

ساماندهی کاربریها در آن ناحیه توجه بیشتری شود. از این نظر، ایستگاههای C و E امکان امداد رسانی بهینه‌تر در صورت بروز حادثه را دارند. با توجه به تراکم جمعیتی ناحیه در محدوده ایستگاه E و D، تعریض و بهینه‌سازی شبکه معابر به شبکه درجه دو یا یک، برای امکان دسترسی و خدمات رسانی مطلوبتر ضروری به نظر میرسد.

تغییر اولویت احتمالی اوزان معیارها و زیرمعیارها با حفظ سازگاری در قضاوتها، توسط مدیران شهری، به کمک تحلیل حساسیت پویا برای پوشش نارسانیهای کالبدی اطراف ایستگاهها و تغییر اولویت کاربرد آنها با توجه به نوع و کیفیت خدمات رسانی مطلوبتر در هر ناحیه راهکاری مناسب به نظر میرسد. در پایان، مواردی برای بهبود و ارتقای توانمندی و کارایی نظام امداد رسانی شهری به‌ویژه خدمات آتشنشانی، برای مدیریت مخاطرات احتمالی پیشنهاد میشود:

1. با بهره‌گیری از مدل‌های مکانی و، به‌ویژه روشهای هوشمند فازی، پایگاههای پشتیبانی مدیریت بحران در سطح کلان شهرهای بزرگ و منطقهای مکانیابی شوند؛ زیرا بستر عملیاتی و تاکتیکی مناسب برای تحقق اقدامات پیشگیری، آمادگی و مقابله در بحرانهای مختلف، به‌ویژه بحرانهای طبیعی و تاکتیکی پذیری سیستم مدیریت بحران شهر فراهم میشود.
2. در تدوین سیاستهای راهبردی در زمینه احیا و ساماندهی بافتهای فرسوده و سازمانبخشی فضاهای جدید شهری، با بهره‌گیری از نظرات کارشناسان زیست محیطی و سایر علوم شهری بایستی به اصول کاهش خطرپذیری فضاهای شهری توجه قرار شود.

مراکز امدادرسانی شهری، یکی از اجزای کالبدی مورد نیاز سکونتگاههای شهری هستند که با روند گسترش شهرها، روز به روز، بر اهمیت آن، از جنبه‌های متفاوت، افزوده میشود. بدین ترتیب، ایستگاههای آتشنشانی از جمله کاربریهایی است که توزیع و پراکنش آن در سطح شهر در ساماندهی نظام ایمنی شهری اهمیت زیادی دارد. توزیع مکانی این مراکز می‌بایست، با توجه به قابلیت‌های وضع موجود، واقع بینانه و با رعایت اصل حداکثر دسترسی در حداقل زمان باشد، که اهمیت فوق العاده‌ای در انتظام فضایی سکونت گاههای شهری دارد. از این رو، در این پژوهش تلاش آن بود که با انتخاب معیارها و زیرمعیارهای مناسب و وزندهی مطلوب بتوان به الگویی انعطاف‌پذیر و کمی برای توزیع بهینه مکانی ایستگاههای آتشنشانی، متناسب با الزامات بافت شهری، تفسیر حالات منعطف در اولویت انتخاب چند سایت، در صورت تغییر، در اثر بخشی عوامل انتخاب سایت فراهم شود.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از بررسی مکانیابی ایستگاهها، ملاحظه میشود که اولویت بندی مکان ایستگاهها، با توجه به معیارها، و زیرمعیارها به ترتیب ایستگاه F واقع در فاز چهار مهرشهر در مرتبه اول؛ ایستگاه C واقع در فاز دو در جای دوم اهمیت؛ ایستگاه A واقع در کیان مهر در جای سوم اهمیت؛ ایستگاه E واقع در حسین آباد گلستان در رتبه چهارم اهمیت؛ ایستگاه D واقع در آق تپه در مرتبه پنجم؛ ایستگاه B واقع در جاده کمپوست در مرتبه ششم اهمیت قرار دارد. در ایستگاه F نارسایی در سنجش سازگاری کاربریهای امداد و نجات با کاربریهای مجاور بیشتر محسوس می‌باشد که بایستی به



## منابع

- قدسی پور، حسین (۱۳۸۳). مجموعه دستورالعمل‌های مدیریت بهره برداری و نگهداری پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران شهر تهران (ویژه و چندمنظوره). سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران. تهران.
- Bertolini, M., M., Braglia (2006). Application of the AHP Methodology in Making a Propozal for a Public Work Contract, 17 January. International Journal of Project Management, Volume 24, Issue 5, PP422-430.
- Chen, S. J., Hwang, C.L., (1992). Fuzzy Multiple Attribute Decision Making. New York, Methods and Applications, Springer.
- [14] Olcer, A. I., Odabast, A.
- Copus, A. K., & Crabtree, J. R. (1999). Indicators of Socio Economic Sustainability: An Application to Remote Rural Scotland. Rural Studies, 12 (1).
- Kaufmann, A., Gupta, M. M., (1985). Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Application. New York, Von Nostrand Reinhold.
- Lin, F. and H. Ying, (2007). Decision making in fuzzy discrete event systems. Information Sciences, 177, 3749-3763.
- Gupta, S.M., K.V. Sagar and P.K. Kishore, (2003) Evaluation of production facilities in a closed-loopsupply chain: A fuzzy TOPSIS approach. Proceedings of the SPIE International Conference on Environmentally Conscious Manufacturing III, Providence, Rhode Island, 125-138, October 29-30.
- Hui, Y. T, Bao, H. H & Siou, W (2008). Combining ANP and TOPSIS Concepts for Evaluation of the Performance of Property
- Liability Insurance Companies. Science Publications, Journal of Social Sciences 4 (1), Yuanpei University, Taiwan: pp 56-61.
- O. Jaddi, T.S. Hong, F. Firouzi, R.M. Yusuff, N. Zulkifli (2008). Post-Mao China in GIS Environment. Eurasian Geography and Project Selection by Using Fuzzy AHP and TOPSIS Report 2005. New York
- Petroni A. and A.Rizzi, (2002). Fuzzy logic based methodology to rank shop floor dispatching rules. International Journal of Production Economics, 76, 99-108.
- Sun, Ch.Ch. and Lin, G.T.L.(2008). Application of Fuzzy TOPSIS for Technique. World Academy of Science, pp333338. Tehcnology, National Chiao Tung University, Taiwan
- Taleshi, M , Ghobadi, A . (2011). Assessment of Sustainability urban land uses by consistency matrix Case study: Karaj city district 4, International Conference of Sustainable Development, Sustainable Social and Human Development Session, Putra jaya ,Malasia, -52-58.
- Tuzkaya .G, Semih.O , Umut .R (2008). An analytic network process approach for locating undesirable facilities: An example from Istanbul, Turkey Original Research Article. Journal of Environmental Management, Volume 88, Issue 4, 970-983.
- Yu, D, & Yehua D. W. (2003). Analyzing Regional Inequality in Post-Mao China in GIS Environment. Eurasian Geography and Economics, 44 (7), 514-534.
- Saaty, Thomas.L (2008). Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors-The Analytic Hierarchy. Net work Process, Vol102, pp251-318
- WEI Lai, LI Han-lun , LIU Qi, CHEN Jing-yi, CUI Yi-jiao . (2011) . Study and implementation of fire sites planning based on GIS and AHP, Original Research Article. Procedia Engineering, Volume 11, 486-495.
- اکبری، نعمت ا. و مهدی زاهدی کیوان (۱۳۸۷). کاربرد روش‌های رتبه‌بندی و تصمیم‌گیری چند شاخصه. چاپ اول، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور. تهران.
- امینی فسخودی، عباس (۱۳۸۴). “کاربرد استنتاج منطق فازی در مطالعات برنامه‌ریزی و توسعه منطقه‌ای”، مجله روش و توسعه، شماره ۱۷.
- بیاتانی، علی (۱۳۸۷). “تهیه نقشه پتانسیل معدنی ذخایر مس پرفیری با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی مطالعه موردی جنوب غربی مشکین شهر”، پایان نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی ضیائیان پرویز؛ تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- پرهیزکار، اکبر (۱۳۷۶). “ارائه الگوی مناسب مکان‌گزینی مراکز خدمات شهری با تحقیق در مدل‌ها و سیستم اطلاعات جغرافیایی شهری”، رساله دکتری به راهنمایی شکویی حسین. تهران: دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.
- پورمحمدی، محمدرضا (۱۳۸۵). کاربری اراضی شهری. تهران: انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها، چاپ دوم.
- جعفری خالدي، وحید سادات میروکیلی، محبوبه (۱۳۸۸). “مقدمهای بر منطق فازی و کاربرد آن”. مجله روشن. سال شانزدهم، شماره ۱۰۸.
- خورشید، صدیقه و رضا رنجبر (۱۳۸۹). “تحلیل استراتژیک و انتخاب استراتژی مبتنی بر سوات و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخص فازی”، فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشکده آزاد اسلامی، واحد سنج، سال ششم، شماره ۱۲.
- رضائی، محمد (۱۳۸۹). “مکانیابی تأسیسات شهری در شرایط بحرانی”، پایان نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی مصطفی طالشی و مشاوره اسماعیل علی اکبری. تهران: دانشکده علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه پیام نور.
- زبردست، اسفندیار (۱۳۸۱). “کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای” نشریه هنرهای زیبا. تهران: دانشکده شهرسازی دانشگاه تهران، دوره دهم، شماره ۶، ۴۸-۴۹.
- شریف زادگان، محمد حسین و حمید فتحی (۱۳۸۴). “ارزیابی آسیب پذیری زیست محیطی برای منطقه‌ای در حوزه‌های سه گانه مدیریت محیطی”، مجله علوم محیطی. شماره ۱۰.
- عطایی، محمد (۱۳۸۹). تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، چاپ اول. شاهرود: انتشارات دانشگاه صنعتی.
- قبادی، اسداله (۱۳۹۰). “الگوسازی برای مکانیابی کاربریهای امداد شهری با بهره‌گیری از منطق فازی مطالعه موردی منطقه ۴ شهر کرج”، پایان نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی مصطفی طالشی و مشاوره اسماعیل علی اکبری. تهران: دانشکده علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه پیام نور.
- قدسی پور، سید حسن (۱۳۸۵). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. تهران: انتشارات دانشگاه امیر کبیر، چاپ پنجم.
- معصوم، جلال و جواد علی آبادی، (۱۳۸۰). “ضوابط و مقررات ایمنی و آشنشانی، ضرورت‌ها و تنگناها”. مجله فرهنگ ایمنی. تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور، چاپ اول.
- نوذریور، علی (۱۳۷۹). مجموعه مباحث پنجمین گردهمایی مدیران آشنشانی شهرهای کشور. تهران: انتشارات سازمان شهرداریهای کشور، چاپ اول.
- شجاع عراقی، مهناز (۱۳۸۸). “مکانیابی بهینه پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی”. پایان نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی تولایی سیمین. تهران: دانشگاه خوارزمی.
- صمدزادگان، فرهاد (۱۳۸۴). “مکانیابی اماکن اسکان موقت به منظور مدیریت حوادث غیرمترقبه بر مبنای بکارگیری سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) هوشمند”، اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه. تهران، ۲۳-۲۵. تهران.

## Applican of phase decesion making method in urban aid services (Case study: District 4 karaj metro polis)

Mostafa Taleshi  
Asadolah Ghobadi

High level of society's safety and suitable access to infrastructure while disaster is occurred indicate social welfare development. Correct site-selection of relief center along with other land uses can be important factor in sustainable function in such a center with high safety in the time of an unforeseen occurrence.

Development of Karaj as a megalopolis in recent decade and lack of capability or enough time to organize urban fabrics and acceptable infrastructure has made problem in developing of the urban spaces. Due to different site selection criteria and role of each relief center in occurrence, fire station which is the most important center is considered for this study.

For achieving to suitable distribution of this land use in Karaj, district 4. Firstly, the site-selection model for fire-station centers based on four effective criteria including population, network of streets, radius of work, urban land use and fourteen sub-criteria and six stations is designed. Secondly, all relative criteria and indexes were weighted and surveyed by analytical hierarchy process, fuzzy logic and spatial analysis elements and finally presented the best station and related alternatives. Results of this study will be obtained a solution to organize the existing approach and help urban manager to make correct decision against space changes in further.

Keywords: Fire station, Site-selection, Model, Fuzzy logic, Karaj.

