

# رتبه‌بندی مناطق پنجگانه شهر رشت جهت افزودن ایستگاه‌های جدید آتش‌نشانی به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی

مجتبی مرادی<sup>\*</sup>: استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی شرق، دانشگاه گیلان، رودسر-واجارگاه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۱

## چکیده

سرویس‌های آتش‌نشانی، باید سرعت بالایی از خدمات را برای اطمینان از ایمنی عمومی ارائه دهند. این سرویس‌ها معمولاً از طریق وسایل نقلیه مستقر در ایستگاه‌های آتش‌نشانی ارائه می‌شوند. یکی از نکات بسیار مهم در این رابطه، محل قرار گرفتن این ایستگاه‌ها در سطح شهر است؛ به نحوی که دارای بالاترین تأثیرگذاری در خدمت‌رسانی در هنگام وقوع حوادث باشند. در همین رابطه جهت اولویت‌بندی مناطق پنج‌گانه شهر رشت جهت ایجاد و یا افزودن ایستگاه‌های آتش‌نشانی پنج معیار؛ وسعت منطقه، جمعیت، ترافیک، کاربری اراضی و پتانسیل خطر به‌عنوان شاخص‌های تصمیم‌گیری در نظر گرفته شد. جامعه مدنظر جهت نمونه‌گیری، آتش‌نشانان شهر رشت بود که بر همین اساس از هر منطقه یک ایستگاه به‌عنوان نمونه و از هر ایستگاه دو آتش‌نشان (در مجموع ۱۰ آتش‌نشان) در نظر گرفته شدند و از ابزار پرسشنامه جهت دریافت اطلاعات استفاده گردید. در همین راستا از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP فازی برای رتبه‌بندی مناطق استفاده گردید. بر اساس نتایج حاصل، منطقه چهار با وزنی معادل (۰.۳۰۵)، منطقه یک (۰.۲۱۰)، منطقه پنج (۰.۱۷۴)، منطقه سه (۰.۱۷۳) و منطقه دو (۰.۱۳۶) به ترتیب به‌عنوان رتبه اول تا آخر اهمیت احداث ایستگاه جدید، اولویت بندی شدند.

کلمات کلیدی: تصمیم‌گیری چندمعیاره، آتش‌نشانی، رتبه‌بندی مناطق، AHP فازی

## Applying Fuzzy AHP Method for Ranking of Rasht Districts for Adding New Fire Stations

Mojtaba Moradi \*<sup>1</sup>

### Abstract:

Firefighting services must provide a high rate of relief to ensure public safety. These rescue services are usually provided by vehicles stationed at fire stations. One of the most important issues in this regard is the location of these stations in the metropolitan area, so that they have the highest impact for emergency relief. To prioritize the five districts of Rasht to create or add new fire stations, five indices: area size, population, traffic, land usage and risk capability were considered as decision indicators. The statistical population for sampling was firefighters in Rasht. One station from each district and two firefighters from each district (10 firefighters in total) were selected as samples. The questionnaire was used for data collection. Fuzzy AHP multi-criteria decision making method was used to rank areas of Rasht city. According to the results, the fourth zone with equal weight (0.305), first zone (0.210), fifth zone (0.174), third zone (0.173) and second zone (0.136) were prioritized for construction of the new station, respectively.

**Key words:** Multi Criteria Decision Making, Fire Station, Districts Ranking, Fuzzy AHP

<sup>1</sup>Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Technology and Engineering, East of Guilan, University of Guilan, Rasar-Vajargah, , Iran.

بنابراین تعداد مطلوب ایستگاه‌ها برای پوشش مناسب شهر و شهروندان با توجه به ویژگی‌ها و خصوصیات شهر، توان مالی و تدارکاتی موجود و پیش‌بینی توسعه امکانات آتی، از ملزومات حیاتی و لازم در این زمینه است. از آنجایی که مدیریت منابع نیاز به اطلاعات واقعی دارد؛ حجم بزرگی از اطلاعات جزئی برای کاندید کردن مکان‌های مختلف، باید جمع‌آوری ترکیب و تجزیه و تحلیل شوند تا ارزیابی صحیحی از عواملی که ممکن است در انتخاب تأثیر داشته باشند، صورت پذیرد [۵].

در این پژوهش به منظور رتبه‌بندی مناطق پنج‌گانه شهر رشت در جهت افزودن سرویس‌های آتش‌نشانی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده است. بر همین اساس نیازمندترین مناطق برای استقرار سرویس‌های آتش‌نشانی جدید، مشخص خواهد شد. هدف این پژوهش رتبه‌بندی مناطق پنج‌گانه شهر رشت، جهت احداث ایستگاه‌های جدید آتش‌نشانی برحسب نیازها و شاخص‌هاست. برای این منظور، از مدل تصمیم‌گیری AHP فازی استفاده گردیده است. شاخص‌های تصمیم‌گیری که در این پژوهش مدنظر قرار گرفته‌اند عبارت‌اند از: شبکه ترافیکی، کاربری اراضی، پتانسیل خطر، میزان جمعیت هر منطقه و مساحت مناطق شهری.

### پیشینه تحقیق

در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی در زمینه‌ی مکان‌یابی و رتبه‌بندی کاربری‌های خدمات شهری از جمله مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی، ایستگاه‌های اورژانس، فضای سبز، محل‌های جمع‌آوری آب باران، اماکن دفع زباله و پسماند شهری و... انجام پذیرفته است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

شهر کاتماندو، پایتخت کشور نپال، مستعد ابتلا به انواع مختلف بلایای طبیعی است. فاجعه آتش یکی از بیشترین موارد حوادث در این شهر است. چائوداری و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی را در شهر کاتماندو، با استفاده از فرایند تصمیم‌گیری گروهی در رابط-کاربر GIS را بررسی کردند. در این تحقیق علمی، چهار معیار انتخابی از قبیل فاصله از جاده‌ها، پوشش زمین، فاصله از رودخانه‌ها و تراکم جمعیت برای تجزیه و تحلیل روند سلسله مراتبی (AHP) جهت فرایند تصمیم‌گیری گروهی مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که فقط ۱۳.۴۶٪ از مناطق مورد مطالعه مناسب برای احداث ایستگاه آتش‌نشانی است [۶].

مکان‌یابی بهینه مراکز امداد شهری یک مسئله تصمیم‌گیری است. برای یافتن بهترین مکان باید معیارهایی همچون فاصله ایستگاه‌ها با یکدیگر، ظرفیت مراکز خدماتی، تراکم جمعیت، هزینه بهینه و موارد مشابه را در نظر گرفت. مکان‌یابی می‌تواند فقط بر مبنای یک معیار مانند فاصله بهینه بررسی شود، یا بر اساس ترکیبی از چند معیار متفاوت باشد. مکان‌یابی بهینه ضمن جلوگیری از هدر رفتن هزینه‌ها، باعث تضمین کارایی مراکز خدمات شهری می‌شود. وجود همپوشانی مکانی یا تخصیص بیش از نیاز یک منطقه می‌تواند خدمات رسانی ایمنی شهر را با مشکل مواجه کند [۱].

مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در ایران معمولاً بدون برنامه مدون است به گونه‌ای که برای ایجاد یک ایستگاه جدید در محدوده‌های شهری مهم‌ترین اصل خالی بودن زمین، بلااستفاده بودن آن یا مواردی از این قبیل است [۲]. یکی از وظایف اساسی مدیریت شهری یا به عبارت بسیار روشن شهرداری‌ها، سازمان‌دهی نظام مدیریت همه‌جانبه خدمات‌رسانی هست. از این رو عمده‌ترین وظایف شهرداری‌ها به موضوع خدمات اختصاص می‌یابد. متأسفانه کشورهای کم‌درآمد و جهان سوم که از رشد و توسعه برخوردار نیستند، آمادگی لازم برای برخورد با مسائل ناشی از آهنگ رشد شتابان شهری و دسترسی به امکانات را ندارند [۳]. این مسئله دسترسی شهروندان به تسهیلات و خدمات عمومی را مشکل ساخته است و نیاز به برنامه‌ریزی برای مکان‌یابی فضاهایی شهرها را دوچندان کرده است. ایمنی در شهرها در برابر سیل، زلزله، آتش‌سوزی و سایر حوادث در کاربری‌های مختلف و همچنین تضمین امنیت جانی و مالی شهروندان بر عهده سازمان‌های شهری است.

سرویس‌های آتش‌نشانی باید سطح بالایی از خدمات را برای اطمینان از ایمنی عمومی ارائه‌دهنده این سرویس‌ها معمولاً از طریق وسایل نقلیه مستقر در مکان‌های ثابت ارائه می‌شوند. تعداد و نحوه قرار دادن وسایل نقلیه تأثیری مهم بر کیفیت سرویس‌ها دارد و به کارگیری کارآمد وسایل نقلیه‌ی سرویس‌های آتش‌نشانی مسئله‌ای بسیار مهم است. بهنگام بودن یکی از مهم‌ترین ویژگی‌هایی است که کیفیت سرویس‌های آتش‌نشانی را نشان می‌دهد؛ بنابراین وسایل نقلیه اورژانس و در رأس آن‌ها آتش‌نشانی‌ها باید در زمان معقولی به تقاضا پاسخ دهند و دیر رسیدن و تأخیری هرچند کوتاه، عوارض سنگین و جبران‌ناپذیری را برای جامعه و افراد درگیر در حادثه خواهد داشت [۴].

غیرعامل، مکان‌یابی بهینه احداث ایستگاه‌های جدید آتش‌نشانی را مورد بررسی قرار داده‌اند [۱۱]. شیشه‌بری و همکاران (۱۳۹۵) مکان‌یابی پایدار بیمارستان با رویکرد پدافند غیرعامل پرداخته‌اند. آن‌ها با بررسی و دسته‌بندی معیارهای پایداری و پدافند غیرعامل با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیارها ترکیبی AHP-TOPSIS، برای تأسیس بیمارستان در شهرستان آمل استفاده کرده‌اند. نتایج تحقیق، بهترین مکان از نظر مسائل پدافندی و محیطی را جهت احداث بیمارستان نشان می‌دهد [۱۲].

مولایی و همکاران (۱۳۹۱) با تمرکز بر روی معیارهایی چون نزدیکی به مراکز مسکونی و دسترسی به راه ارتباطی، نزدیکی به مراکز تجاری، فاصله از مراکز بهداشتی درمانی، نزدیکی به مراکز صنعتی و با تلفیق لایه‌های خدماتی به این نتیجه رسیدند که شمال شرق و جنوب غرب منطقه هشت تهران اولویت بالایی برای تأسیس ایستگاه آتش‌نشانی دارد [۱۳]. هادیانی و همکاران در پژوهشی به مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر قم پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیدند که الگوی پراکنش ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر قم در وضع موجود از الگوی مناسبی برخوردار نبوده و از نظر تعداد پراکندگی واحدهای خدماتی از جمله ایستگاه‌های آتش‌نشانی با کمبود روبروست. بر همین اساس با استفاده از روش تحلیل شبکه و مدل AHP، پنج ایستگاه جدید، مکان‌یابی و پیشنهاد دادند [۱۴]. قاضی عسگری و ورشوساز (۱۳۸۶) در تحقیقی با استفاده از معیارهایی چون وضعیت معابر شهر ارزش ملک، تراکم جمعیت ساکن و با استفاده از دو روش مختلف ارزش‌گذاری (وزن دهی چندگانه و منطق فازی) مکان‌های مناسب برای احداث پارکینگ‌های عمومی در مناطق مرکزی شهر اصفهان را مشخص کردند [۱۵].

نورائی و ستاری (۱۳۹۶) در پژوهش خود، سعی در رتبه‌بندی مناطق شهری اصفهان، در جهت تشخیص میزان عدم تعادل و وجود شکاف در زیرساخت‌های شهری داشته‌اند و در این راستا جهت تحلیل داده‌ها از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و نرم‌افزار (Expert Choice) استفاده کرده‌اند. نتایج آن‌ها نشان از عدم تعادل و وجود شکاف میان مناطق شهر اصفهان به لحاظ برخورداری از زیرساخت‌های رویداد دارد به‌گونه‌ای که عمده‌ی زیرساخت‌ها در مناطق مرکزی و جنوبی تمرکز دارند که می‌تواند مانعی برای تبدیل شدن کلان‌شهر اصفهان به شهری رویدادمدار باشد [۱۶].

یکی از روش‌های تعیین مکان بهینه‌ی ایستگاه آتش‌نشانی، در مقاله‌ی یانگ ارائه‌شده است. یانگ در این پژوهش، برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی فازی و الگوریتم ژنتیک را با هم ترکیب کرد و برنامه‌ریزی چندهدفه‌ی فازی را به اهداف حداکثر و حداقل تبدیل ساخت. سپس با استفاده از این الگوریتم، تعداد و مکان‌های مناسب برای ایستگاه‌ها را مشخص کرد [۷].

سنوار و همکارانش در مطالعه‌ی ای باهدف مکان‌یابی بیمارستان، یک روش جدید تصمیم‌گیری چندمعیاره را به کار بردند. با اجرای این روش به تصمیم‌گیرندگان امکان انتخاب محل مناسب برای یک بیمارستان جدید در استان بول داده شد روش آن‌ها شبیه روش تاپسیس بود اما از شرایط عدم قطعیت برخوردار بود [۸].

لی و همکارانش با استفاده از یک روش FAHP به ارزیابی آسیب‌پذیری اکوسیستم محیط‌زیست در ناحیه مخزن دنجیانگ-کو (DRA) در چین پرداختند. این مخزن تحت برنامه انتقال آب از جنوب به شمال چین قرار دارد و بر روی اکوسیستم محیط‌زیست تأثیرگذار است. آن‌ها مناطقی که تحت این انتقال دچار آسیب‌پذیری می‌شوند را رتبه‌بندی کردند. نتایج نشان داد که آسیب‌پذیری زیست‌محیطی در ناحیه این مخزن به‌طور کلی متوسط است. مناطقی که از آسیب‌پذیری زیست‌محیطی کمتری برخوردارند؛ در منطقه کوه کینلینگ در شمال غربی، منطقه کوه دبا در جنوب و منطقه اطراف مخزن در شرق واقع شده‌اند. دو منطقه با آسیب‌پذیری زیست‌محیطی بسیار بالا در شمال مخزن در استان هنان و در بخش غربی استان شانسی واقع شده‌اند [۹].

زارع نقاده‌ی - و همکاران (۲۰۰۹) جهت انتخاب روش بهینه استخراج معدن برای معدن بوکسیت جاجرم از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی استفاده کردند. آن‌ها هدف از تحقیق خود را، توسعه یک مدل فازی جهت انتخاب روش بهینه استخراج معدن با استفاده از معیارهای عمده و مؤثر و به‌طور هم‌زمان، رفع قضاوت‌های ذهنی پریشان تصمیم‌گیرندگان نسبت به مصرف بیان کردند [۱۰].

برخی محققین با استفاده از قواعد پدافند غیرعامل به مکان‌یابی مراکز امدادی پرداخته‌اند. فنی و روشن (۱۳۹۶) با استفاده از مدل AHP به تجزیه و تحلیل ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر بهبهان و وضعیت خدمات‌رسانی آن‌ها در هنگام بروز سوانح پرداخته‌اند و در نهایت با تأکید بر اصول پدافند

دانش پور و همکاران (۱۳۹۷) جهت ارزیابی مناطق ۱۱ گانه شهر شیراز به لحاظ شاخص شکوفایی شهری از مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) استفاده کردند. در این تحقیق علمی، پژوهشگران شاخص شکوفایی شهری را با معیارهایی مانند رشد اقتصادی، کیفیت زندگی، قانون‌گذاری شهری، پایداری زیست‌محیطی، توسعه زیرساخت، عدالت و مشارکت اجتماعی در نظر گرفته‌اند. نتایج رتبه‌بندی مناطق از لحاظ شکوفایی شهری بیانگر این مطلب است که به ترتیب مناطق ۱، ۶ و ۱۰ دارای بیشترین شکوفایی و منطقه ۷ دارای کمترین میزان شکوفایی شهری بوده است. همچنین در میان شاخص‌های بررسی شده، شاخص بهره‌وری با امتیاز (۰.۳۰۸) و کیفیت زندگی با امتیاز (۰.۲۱۴)، بیشترین تأثیر را در شکوفایی شهری مناطق بررسی شده داشته‌اند [۱۷].

علوی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی به اولویت‌بندی فضایی سیستم مدیریت یکپارچه شهری مناطق ۲۲ گانه شهر تهران به منظور حل مسائل مدیریت شهری پرداخته‌اند. آن‌ها از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، مدل‌های تحلیلی VIKOR و AHP جهت رتبه‌بندی مناطق شهری تهران استفاده کرده‌اند. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که از میان مناطق شهری تهران، منطقه ۶ از مسئله خیزترین مناطق بوده، پس از آن نیز مناطق ۲ و ۱۴ قرار دارند. همچنین نتایج آن‌ها نشان داده که مناطق ۱۶، ۸ و ۲۲ شهر تهران از نظر سیستم مدیریت شهری مشکلات کم‌تری نسبت به دیگر مناطق دارند [۱۸].

### جنبه‌ی نوآوری

با توجه به‌عنوان شدن پیشینه تحقیق در بخش قبلی، می‌توان این نکته را خاطرنشان شد که ترکیب منطق فازی با روش تحلیل سلسله‌مراتبی در رابطه با مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی کمتر استفاده شده است. خصوصاً در مورد شهر رشت این روش تا به اکنون مورداستفاده قرار نگرفته است. بیشترین تحقیقاتی که در رابطه با آتش‌نشانی در شهر رشت و همچنین سراسر کشور صورت گرفته با عناوینی همچون مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از سیستم اطلاعاتی جغرافیایی (GIS) بوده؛ و روش فعلی حداقل در مورد شهر رشت با مؤلفه‌هایی که در بخش بعدی به تفصیل بیان خواهند شد، خوشبختانه یا شوربختانه تا به اکنون مورداستفاده قرار نگرفته است. علاوه بر این مؤلفه‌ی حجم ترافیک در ساعات مختلف شبانه روز، به سایر مؤلفه‌های رایج در تحقیقات مشابه افزوده شده است.

### مواد و روش‌ها

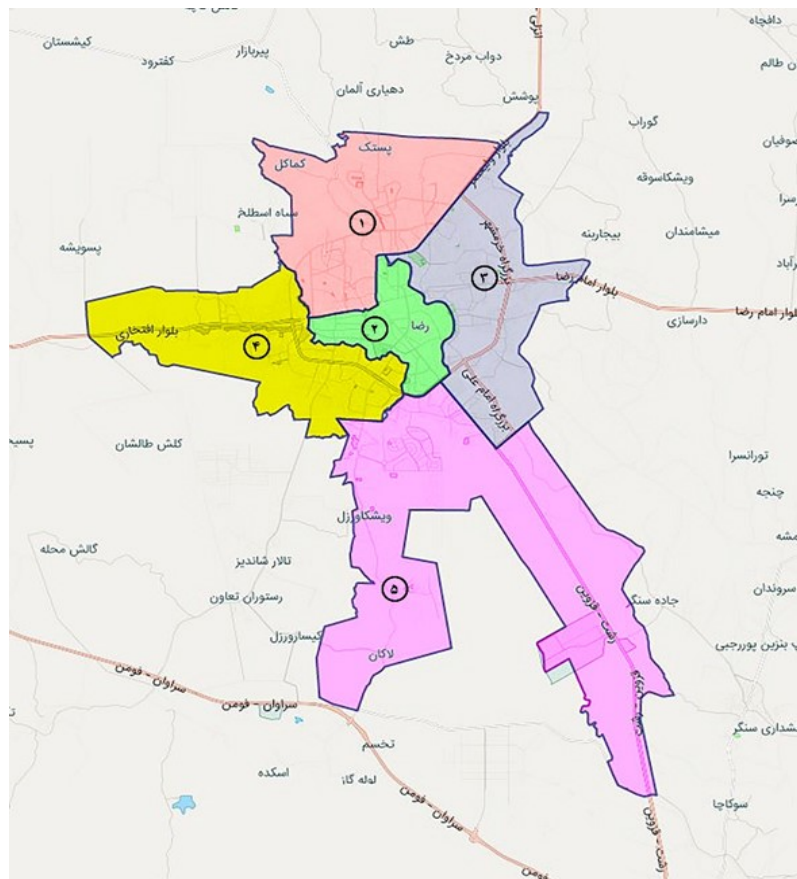
هدف تحقیق حاضر رتبه‌بندی مناطق شهر رشت جهت احداث و یا افزودن ایستگاه‌های آتش‌نشانی و شناخت اهمیت این رتبه‌بندی بر بهبود سیستم فعلی آتش‌نشانی و استفاده از این بهبود در آینده می‌باشد، این تحقیق را می‌توان از نظر هدف در زمره‌ی تحقیقات کاربردی دانست. این مطالعه دارای دو مرحله است؛ که در مرحله اول جهت شناسایی معیارهای تأثیرگذار بر احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی، مطالعات مختلفی در بین کتب و مقالات و همچنین مصاحبه‌های حضوری از خبرگان انجام گرفت؛ و در مرحله دوم پس از جمع‌بندی عوامل، اقدام به تهیه پرسشنامه‌هایی بین خبرگان در سازمان مرکزی و ایستگاه‌های مختلف آتش‌نشانی رشت شد، لذا در مرحله اول جمع‌آوری اطلاعات اکتشافی و در مرحله دوم جمع‌آوری اطلاعات پیمایشی می‌باشد.

جهت شناسایی عوامل مؤثر در احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی، به‌صورت بسته و در بین خبرگان و آتش‌نشانان که گروه تصمیم‌گیری را تشکیل می‌دهند توزیع شد. در این پرسشنامه فهرستی از عوامل تأثیرگذار در احداث ایستگاه آتش‌نشانی که از مطالعه مبانی نظری مرتبط با موضوع استخراج و تهیه گردید و از گروه تصمیم‌گیرنده خواسته شد که نظرات خود را درباره عوامل مؤثر و میزان درجه اهمیت هر یک نسبت به یکدیگر اعلام کنند. سپس برای وزن دهی و اولویت‌بندی این عوامل، پرسشنامه شماره دو که مربوط به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی که سؤالات آن مرتبط با رتبه‌بندی گزینه‌ها (مناطق) نسبت به همدیگر با توجه به معیارها بود، طراحی و مورد استفاده قرار گرفته است.

جامعه آماری تحقیق حاضر، متشکل از آتش‌نشانان و مدیران آتش‌نشانی شهر رشت می‌باشند. به این صورت که از هر منطقه یک ایستگاه آتش‌نشانی (در مجموع ۵ ایستگاه) و از هر ایستگاه تعداد دو نفر به عنوان کارشناس و صاحب‌نظر (در مجموع ۱۰ نفر) در نظر گرفته شد.

مساحت مناطق مختلف شهرها و شعاع عمل ایستگاه‌های آتش‌نشانی در برنامه‌ریزی استقرار ایستگاه که از عوامل عمده به حساب می‌آید استانداردهای جهانی شعاع پنج کیلومتر را برای ایستگاه پیش‌بینی می‌کنند و از طرف دیگر زمان رسیدن به مکان آتش‌سوزی را سه الی پنج دقیقه در نظر گرفته‌اند. برای دستیابی به استاندارد سه الی پنج دقیقه باید محدوده حوزه استحفاظی ایستگاه‌ها را کاهش داد. در نتیجه با سرعت بین ۳۰-۴۰ کیلومتر در ساعت، خودروهای امدادی در هر دقیقه بین ۵۰۰-۶۷۰ متر را طی می‌کنند که با احتساب هدر رفتن یک دقیقه برای رسیدن پیام آتش‌سوزی به ایستگاه و خروج ماشین از ایستگاه در چهار دقیقه باقی‌مانده، نیروهای آتش‌نشانی فاصله‌ای به طول ۲-۲.۷ کیلومتر را پوشش می‌دهند. مساحت چنین ناحیه‌ای بین ۱۲.۵-۲۳ کیلومتر خواهد بود [۱۹].

از لحاظ تقسیمات شهری، شهر رشت به پنج منطقه‌ی شهری تقسیم گردیده که هر منطقه خود دارای سه ناحیه شهری می‌باشد. منطقه‌ی پنج در جنوب، منطقه‌ی چهار در غرب، منطقه‌ی سه در شرق، منطقه‌ی یک در شمال و در نهایت منطقه‌ی دو در قلب این شهر قرار گرفته‌اند. با این احتساب، شهر رشت دارای ۱۵ ناحیه شهری می‌باشد. بزرگ‌ترین منطقه از لحاظ وسعت منطقه پنج و کوچک‌ترین آن‌ها منطقه دو می‌باشد. در ادامه تعاریف و تحلیل فاکتورهای مورد نیاز در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر رشت را بررسی می‌شود.



شکل ۱: نقشه مناطق پنج‌گانه شهر رشت

جهت بررسی دقیق‌تر در این رابطه لازم است تا وسعت هریک از مناطق شهرداری رشت را در نظر بگیریم. با توجه به اطلاعات گردآوری شده، مشخص می‌گردد که منطقه پنج بزرگ‌ترین وسعت را دارا بوده و منطقه دو کوچک‌ترین سهم را در بین مناطق داراست. این نکته بیانگر این حقیقت است که با توجه به مؤلفه‌ی مساحت و شعاع پوشش، منطقه‌ای که دارای

بزرگ‌ترین وسعت است، محدوده استحفاظی و عملیاتی نیروهای آتش‌نشانی را گسترده‌تر کرده و عکس این موضوع به محدود شدن شعاع عملیاتی یک ایستگاه آتش‌نشانی می‌انجامد. در جدول (۱) مساحت هر یک از مناطق شهرداری رشت برحسب هکتار آورده شده است [۲۰].

جدول شماره ۲: مولفه‌های تأثیرگذار در بررسی حریم منطقه ۱۵ کلان‌شهر تهران

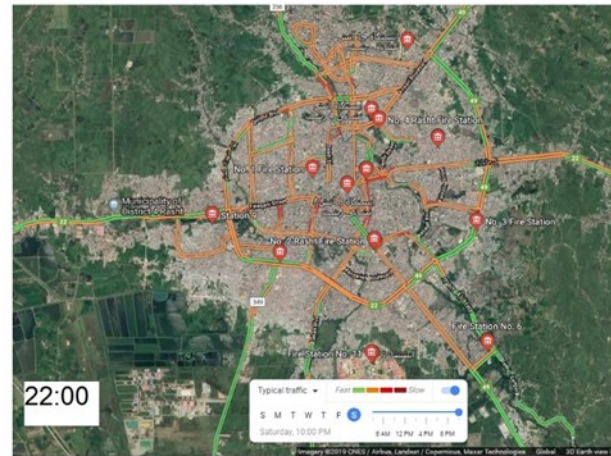
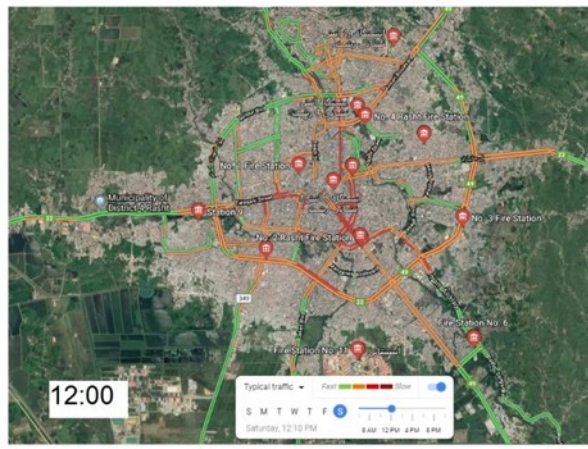
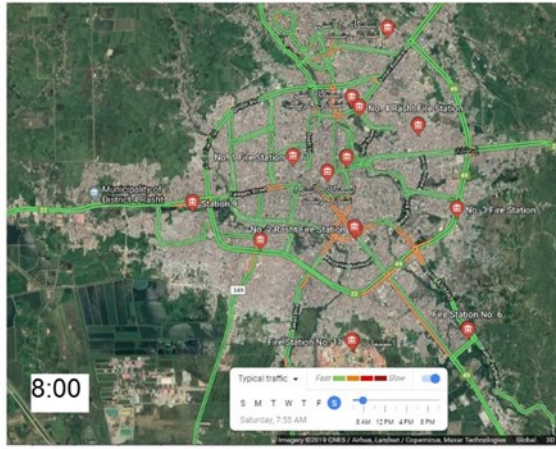
محدوده	مساحت منطقه (هکتار)	درصد مساحت	تعداد نواحی	تعداد محلات	جمعیت بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵	تراکم جمعیت (نفر در هکتار)
منطقه ۱	۱۹۱۲	۱۸.۸	۳	۱۱	۱۶۷۳۰۴	۸۸
منطقه ۲	۶۷۵	۶.۶	۳	۱۱	۸۶۳۵۸	۱۲۸
منطقه ۳	۱۶۷۶	۱۶.۵	۳	۱۱	۱۴۸۹۵۵	۸۹
منطقه ۴	۱۷۹۹	۱۷.۷	۳	۱۱	۱۹۴۲۲۷	۱۰۸
منطقه ۵	۴۱۰۱	۴۰.۴	۳	۱۱	۸۳۱۵۱	۲۰
مجموع	۱۰۱۶۳	۱۰۰	۱۵	۵۵	۶۷۹۹۹۵	۴۳۳

## شبکه ترافیکی

سیستم حمل‌ونقل و شبکه ترافیکی یکی دیگر از عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی است. عواملی چون عرض خیابان‌ها، کیفیت و حجم ترافیک، یک‌طرفه بودن خیابان و چگونگی محل استقرار ایستگاه مؤثرند. محل مناسب معمولاً در محل تلاقی چند خیابان و در نقاطی تعیین می‌شود که حجم ترافیک مانع حرکت خودروها و گروه آتش‌نشانی نگردد. خیابان‌های یک‌طرفه و خیابان‌هایی که وسایل نقلیه سنگین و کندرو از آنجا عبور می‌نمایند از عوامل کند کننده حرکت خودروهای آتش‌نشانی است. با توجه به ماهیت شهر رشت خوشبختانه، سطح شهر محل عبور و مرور وسایل و خودروهای سنگین نیست، اما از طرفی عرض بسیاری از خیابان‌ها به شدت کم و ترافیک در برخی نقاط دارای حجم سنگین می‌باشد.

از این قاعده مستثنی نیست. تصاویر ماهواره‌ای از ترافیک شهر رشت در ساعات مختلف به همراه مکان ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شکل (۲) نشان داده شده است. مسیرهای سبز نشان از روان بودن ترافیک و رنگ قرمز نشان از ترافیک سنگین دارد. متأسفانه در ساعات اوج ترافیک، مسیرهایی با بار ترافیکی روان در شهر رشت، به ندرت وجود دارد.

با توجه به نقشه‌های منطقه‌ای شهر رشت، پی به این نکته مهم خواهیم برد که ترافیک در مناطق اول و دوم دارای حجم سنگین‌تری نسبت به باقی مناطق می‌باشد. معمولاً ترافیک در بیشتر نقاط شهری ایران در ساعات ۱۱ الی ۱۳ ظهر و همچنین ۱۸ الی ۲۰ شب دارای بیشترین حجم است که شهر رشت نیز



شکل ۲: وضعیت ترافیکی شهر رشت در ساعات مختلف

## کاربری اراضی

با توجه به اینکه کاربری‌های مختلف اراضی، آسیب‌پذیری‌های متفاوتی در مقابل آتش‌سوزی دارند؛ ارزش هر کاربری وزن دهی این معیار را در مکان‌گزینی و رتبه‌بندی مناطق مختلف شهری تحت تأثیر قرار می‌دهد و یکی از بااهمیت‌ترین معیارها در تعیین محل استقرار ایستگاه‌ها می‌باشد. وسعت کاربری اراضی

شهر رشت برحسب هکتار در جدول (۲) آورده شده است [۲۱]. با توجه به اطلاعات جدول (۲) درصد بالایی از اراضی شهر رشت را مناطق مسکونی تشکیل می‌دهند. این بدان معناست که توجه سازمان‌ها و سرویس‌های آتش‌نشانی باید معطوف به مناطق مسکونی باشد. چراکه آمارها بیانگر این مهم هستند که بیشترین تعداد حوادث در بخش مسکونی رخ داده‌اند.

کاربری اراضی	مسکونی	حمل‌ونقل و انبار	آموزشی و پژوهشی	صنعتی	فضای سبز	اداری	تجاری و خدماتی	درمانی	ورزشی
وسعت	۲۹۹۶	۱۱۲۴	۹۹۴	۳۸۷	۳۵۱	۱۲۸	۱۰۸	۴۵	۳۸

جدول ۲: کاربری اراضی شهر رشت برحسب هکتار

## پتانسیل خطر

مختلف شهر رشت طی سال‌های ۹۰ الی ۹۵ را گزارش می‌دهد. این اطلاعات بیانگر این حقیقت هستند که درصد بالای از حوادث در بخش خانگی و در اماکن مسکونی به وقوع پیوسته است [۲۰].

بررسی پتانسیل و ریسک خطر در مناطق مختلف شهر رشت بر اساس بررسی میزان تعداد و تکرار حوادث در مناطق مختلف به مشخص شدن نقاط آسیب‌پذیر در حوادث آتش‌سوزی و مکان‌های با پتانسیل بالای خطر منجر خواهد شد. مکان ایستگاه‌ها باید به سمت چنین مناطقی کشش بیشتری داشته باشد. جدول (۳) اطلاعات مربوط به تعداد حوادث در اماکن

جدول شماره ۳: تأثیرات ماتریس‌های MDI, MII, MPDI با توجه به متغیرهای اثرگذار

سال ۱۳۹۰	سال ۱۳۹۱	سال ۱۳۹۲	سال ۱۳۹۳	سال ۱۳۹۴	سال ۱۳۹۵	نوع تصرف
۳۹۹	۳۴۱	۳۸۶	۴۴۲	۴۵۲	۵۲۲	مسکونی
۱۱۲	۱۲۸	۱۴۷	۱۳۸	۱۱۶	۱۳۵	تجاری
۱۵	۱۱	۱۹	۱۹	۱۹	۱۰	صنعتی
۲۴	۱۸	۲۸	۲۳	۳۲	۲۷	انباری
۲۹	۵۰	۲۶	۳۵	۶۰	۲۸	اداری، آموزشی، اماکن متبرکه، درمانی
۶۰۶	۷۵۱	۷۳۳	۱۷۴۸	۱۰۴۵	۷۰۸	علفزار و ضایعات
۱	۹	۱۰	۵	۴	۰	جنگل
۱۰۴	۱۱۶	۱۰۸	۱۴۶	۵۵	۱۳۲	خودرو
۲۲۱	۱۷۸	۱۵۵	۶۵	۵۵	۶۸	سایر
۱۵۱۱	۱۶۰۲	۱۶۱۲	۲۶۲۱	۱۹۱۷	۱۶۳۰	مجموع

۸

ویژه نامه پدافند پاییز و زمستان ۱۴۰۱  
دوفصلنامه علمی و پژوهشی

جدول ۴: تعداد حوادث رخ داده سال ۱۳۹۵ در شهر رشت برحسب مناطق ۵ گانه

نکته‌ی مهم دیگر جهت رتبه‌بندی و به دست آوردن نتایج قابل استناد، بررسی توزیع حوادث، آتش‌سوزی و خدمات ایمنی برحسب مناطق شهرداری شهر رشت می‌باشد. گزارش تعداد حوادث سال ۱۳۹۵ در جدول (۴) آورده شده است. تعداد حوادث آتش‌سوزی در منطقه پنجم کمترین میزان را دارا بوده که به علت کمتر بودن بافت مسکونی در منطقه پنجم و همین‌طور کمتر بودن تراکم جمعیتی در این منطقه می‌توان انتظار داشت که آمار حوادث نیز در منطقه یادشده به مراتب کمتر از دیگر مناطق شهر رشت باشد.

محدوده	حریق	حادثه	خدمات ایمنی	مجموع
منطقه ۱	۳۴۳	۲۹۴	۴۱۱	۱۰۴۸
منطقه ۲	۱۳۲	۱۴۹	۲۶۰	۵۴۱
منطقه ۳	۴۷۰	۱۳۷	۲۷۸	۸۸۵
منطقه ۴	۴۱۸	۱۴۰	۲۳۳	۷۹۱
منطقه ۵	۱۸۲	۱۴۴	۱۸۱	۵۰۷
خارج از محدوده شهری	۸۵	۲۷	۲۸	۱۴۰
مجموع	۱۶۳۰	۸۹۱	۱۳۹۱	۳۹۱۲

بکرپینج

رتبه‌بندی مناطق پنجگانه شهر رشت جهت افزودن ایستگاه‌های جدید..... / مجتبی مرادی



در این روش پس از انتخاب شاخص‌های موردنیاز برای تصمیم‌گیری و تعیین گزینه‌ها، مقایسه‌های زوجی گزینه‌ها بر مبنای شاخص‌ها صورت می‌گیرد و به گزینه‌ها بر اساس این مقایسه‌ها نمره داده می‌شود. بیشترین نمره به انتخاب اول و نمره‌های دیگر به ترتیب به انتخاب‌های بعدی مربوط می‌شود. گزینه‌های این پژوهش مناطق پنج‌گانه شهر رشت است که در شکل (۱) نشان داده شده‌اند. شاخص‌هایی که تصمیم‌گیری بر اساس آن‌ها صورت می‌گیرد، با توجه به دیدگاه‌های خبرگان، کارشناسان و پژوهش‌های پیشین شامل پتانسیل خطر، میزان ترافیک یا سطح دسترسی، میزان جمعیت هر منطقه، شعاع پوشش و درنهایت کاربری اراضی است.

### گام‌های الگوریتم FAHP:

گام اول: ساختن نمودار سلسله مراتبی

وجود چهارچوب کلی در ابتدای کار بسیار حائز اهمیت است. این چهارچوب می‌تواند با نام درخت سلسله مراتبی تعیین گردد. وجود چنین نموداری، دیدی کلی و جامع از وضعیت موجود و روابط موجود در بین مؤلفه‌های مختلف را فراهم می‌آورد.

گام دوم: مقایسه دوه‌دو تمام شاخص‌ها

مقایسه شاخص‌ها به صورت دودویی نیازمند یک پرسشنامه جامع فازی تقسیم تا در اختیار کارشناسان و خبرگان و صاحب‌نظران قرار دارد و با توجه به نتایج این پرسشنامه مقایسات را انجام دهیم. قبل از تهیه پرسشنامه لازم است که مقیاس‌های مقایسه تعیین شود. لذا در همین راستا از مقیاس نه کمیتی ساعتی برای مقایسه دودویی معیارها استفاده کردیم.

در این مقیاس نه‌تایی، مقایسات از عدد یک شروع و به عدد نه، ختم می‌شود. هرچقدر اعداد بزرگ‌تر می‌شوند میزان اهمیت برای گزینه و یا شاخصی بیشتر خواهد شد. اعداد اصلی به صورت فرد و اعداد بینابین آن‌ها که حالتی تردید یا میانه‌ای را دارند به صورت اعداد زوج در جدول (۶) بیان گردیده‌اند. همچنین معادل فازی اولویت‌ها به صورت اعداد فازی مثلثی در جدول (۷) مشخص شده است.

استانداردهای جهانی برای هر ۵۰۰۰۰ نفر جمعیت یک ایستگاه را پیش‌بینی کرده‌اند. علت چنین انتخابی بر اساس تجربیات بوده است [۱۹]. بنابراین سعی شده است در قسمت عملی کار، مناطق با جمعیت بالاتر با وزن بیشتری در تحلیل نهایی در نظر گرفته شوند. میزان تراکم جمعیت هر منطقه یا محدوده جز مهم‌ترین عوامل در بررسی و رتبه‌بندی ایستگاه‌های آتش‌نشانی خواهد بود. این فاکتور مهم و تأثیرگذار در رابطه با استان گیلان و بخصوص شهر رشت نیز صادق است. با توجه به آمارهای رسمی میزان تراکم جمعیتی در شهر رشت به صورت فزاینده‌ای در حال رشد بوده و همین عامل باعث می‌شود تا ارائه خدمات شهری، از جمله خدمات آتش‌نشانی با چالش جدی مواجه شوند و خود را برای بهبود و ارتقا سطح خدماتی آماده سازند.

بر اساس آمار و اطلاعات یافته شده نسبت به شهرنشینی به روستانشینی شهر رشت در سال ۹۵ به ترتیب ۷۸.۲ و ۲۱.۸ درصد بوده است. این آمار بیانگر این مهم است که با توجه به رشد جمعیت شهری و تراکم بالای شهرها بخصوص شهر رشت نیازمند آن هستیم که در ارائه خدمات شهری همت بیشتری گمارده شود. جمعیت شهر رشت برحسب مناطق آن در جدول ۵ نشان داده شده است [۲۰].

جدول ۵: جمعیت و تراکم جمعیتی مناطق شهر رشت در سال ۱۳۹۵

تراکم جمعیت (نفر در هکتار)	جمعیت بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵	
۸۸	۱۶۷۳۰۴	منطقه ۱
۱۲۸	۸۶۳۵۸	منطقه ۲
۸۹	۱۴۸۹۵۵	منطقه ۳
۱۰۸	۱۹۴۲۲۷	منطقه ۴
۲۰	۸۳۱۵۱	منطقه ۵
۴۳۳	۶۷۹۹۹۵	مجموع

با توجه به اطلاعات ارائه‌شده ذکر این نکته اهمیت پیدا می‌کند که هرچه تعداد جمعیت در منطقه‌ای بالاتر باشد حساسیت و اهمیت وجود نیروهای آتش‌نشانی بیشتر می‌باشد. با بررسی اطلاعات مربوط به جدول (۵) منطقه چهار دارای بیشترین جمعیت و منطقه پنج کمترین جمعیت را داراست. از لحاظ تراکم جمعیتی، منطقه ۲ بیشترین تراکم جمعیتی را دارد؛ بنابراین پیش‌بینی می‌شود که وزن این شاخص برای مناطق اشاره‌شده قابل توجه باشد.

جدول ۶: مقیاس ۹ کمیته ساعتی برای مقایسه دودویی معیارها

امتیاز	عنوان	شرح
۱	اهمیت برابر	در تحقیق هدف، دو معیار اهمیت مساوی دارند
۳	اهمیت اندکی بیشتر	برای تحقق هدف اهمیت آ بیشتر از ز است
۵	اهمیت بیشتر	اهمیت آ خیلی بیشتر از ز است
۷	اهمیت خیلی بیشتر	اهمیت آ خیلی بیشتر از ز است
۹	اهمیت مطلق	اهمیت خیلی بیشتر آ نسبت به ز به طور مطلق به اثبات رسیده است
۲,۴,۶,۸	اهمیت بینابین	هنگامی که حالات میانه وجود دارد.

جدول ۷: معادل اعداد قطعی در طیف اعداد فازی

اولویت‌ها	درجه اهمیت	معادل فازی	معادل فازی معکوس
اهمیت مطلق	۹	(۹, ۹, ۹)	(۰, ۰, ۰)
بینابین	۸	(۷, ۸, ۹)	(۰, ۰, ۰)
اهمیت خیلی بیشتر	۷	(۶, ۷, ۸)	(۰, ۰, ۰)
بینابین	۶	(۵, ۶, ۷)	(۰, ۰, ۰)
اهمیت بیشتر	۵	(۴, ۵, ۶)	(۰, ۰, ۰)
بینابین	۴	(۳, ۴, ۵)	(۰, ۰, ۰)
اهمیت اندکی بیشتر	۳	(۲, ۳, ۴)	(۰, ۰, ۰)
بینابین	۲	(۱, ۲, ۳)	(۰, ۰, ۰)
اهمیت یکسان	۱	(۱, ۱, ۱)	(۱, ۱, ۱)

$$CV = \sum_{j=1}^n W_j \quad \text{میزان بردار سازگاری (CV):}$$

$$\lambda_{MAX} = \frac{CV}{n} \quad \text{مقدار } \lambda_{MAX} :$$

$$II = \frac{\lambda_{MAX} - n}{n - 1} \quad \text{شاخص سازگاری (II):}$$

در تمامی فرمول‌ها n بیانگر بعد ماتریس است و در نهایت برای محاسبه میزان سازگاری ماتریس مقایسات زوجی حاصل را به دست می‌آوریم که در آن IRI، اندیس سازگاری تصادفی است و مقادیر آن در جدول (۸) نشان داده شده است [۲۲].

اولین گام در فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی بعد از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، محاسبه نرخ سازگاری یا ناسازگاری است. نرخ ناسازگاری شاخصی است که مقدار آن نشان دهنده تناقضات و ناسازگاری‌های احتمالی در ماتریس مقایسات زوجی است. چنانچه نرخ ناسازگاری کمتر از ۰.۱ باشد، سازگاری ماتریس مقایسات مورد تأیید بوده و قابل قبول می‌باشند، اما در صورتی که نرخ ناسازگاری بزرگ‌تر از ۰.۱ باشد، نشان دهنده تناقض در ارزیابی‌ها و قضاوت‌های خبرگان می‌باشد. در تحقیق حاضر نرخ ناسازگاری در مورد هر پرسشنامه توسط برنامه‌ای که بدین منظور در محیط اکسل نوشته شده بود، محاسبه گردید و با در نظر گرفتن نرخ قابل قبول کمتر از ۰.۱ همه پاسخ‌ها قابل قبول ارزیابی شدند. نرخ ناسازگاری طبق روش بینگ و چانگ (۲۰۰۹) از روابط زیر محاسبه شده است.

جدول ۸: شاخص ناسازگاری ماتریس‌های تصادفی

بعد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
IRI	۰	۰	۰.۵۸	۰.۹	۱.۱۲	۱.۲۴	۱.۳۲	۱.۴۱	۱.۴۵	۱.۵۱

قرار گرفته است و در نهایت وزن‌های نسبی و نهایی همه معیارها به همراه نرخ سازگاری همه جداول توسط برنامه ذکر شده، محاسبه شده است.

به منظور محاسبه وزن معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی-فازی ابتدا پرسشنامه‌ها بر مبنای مقایسات زوجی طراحی و در اختیار گروه تصمیم‌گیری قرار گرفت، بعد از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها برای اعتبار یابی پاسخ‌ها، نرخ سازگاری برای همه پرسشنامه‌ها محاسبه شده و بعد از تأیید اعتبار پرسشنامه‌ها، ماتریس فازی-گروهی حاصل از میانگین هندسی نظرات گروه برای مؤلفه‌های مسئله با استفاده از نرم‌افزار اکسل محاسبه شده و در انتها از روش تحلیل توسعه چانگ عوامل وزن‌دهی و اولویت‌بندی شده‌اند.

جدول ۹: وزن معیارهای پژوهش

وزن معیار	معیار
۰.۲۳۶۳۷۲۲۱۸	ترافیک
۰.۲۳۴۷۴۷۴۰۷	وسعت
۰.۲۳۸۰۳۳۲۹۷	جمعیت
۰.۱۴۸۱۸۲۲۹۳	پتانسیل خطر
۰.۱۴۲۶۶۴۷۸۵	کاربری اراضی

با توجه به نتایج به دست آمده مشاهده می‌گردد که معیار جمعیت با وزن ۰.۲۳۸ در رتبه اول و معیار کاربری اراضی با وزن ۰.۱۴۳ در رده آخر رتبه‌بندی معیارها قرار گرفته است؛ و این نتیجه بیانگر اهمیت در نظر گرفتن میزان جمعیت یک ناحیه یا منطقه جهت احداث یک ایستگاه آتش‌نشانی می‌باشد. همان‌طور که در فصل اول نیز بدان اشاره شد در تحقیقات علمی و استانداردهای جهانی نیز به ازای هر ۵۰۰۰۰ نفر یک ایستگاه آتش‌نشانی باید در نظر گرفت که این واقعیت در مورد شهر رشت نیز صادق بوده و نتایج نیز گواه این واقعیت می‌باشند.

با توجه به جدول مقایسات زوجی گزینه‌ها، میزان نرخ سازگاری گزینه‌ها و میزان ارجحیت‌ها و همچنین میزان وزن هر منطقه محاسبه گردید که نتایج در جدول (۱۰) نشان داده شده است.

در روش AHP فازی، مقدار  $S_k$  که خود یک عدد مثلثی است؛ برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی به صورت رابطه

$$S_k = \sum_{j=1}^n M_{ij} \times \left[ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1}$$

محاسبه می‌شود که در آن  $k$  شماره سطر،  $i$  و  $j$  به ترتیب نشان‌دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها هستند در روش AHP فازی پس از محاسبه  $S_k$  باید درجه بزرگی آن‌ها را نسبت به هم به دست آورد. به‌طور کلی اگر  $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  و  $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$  دو عدد ازی مثلثی باشند، درجه بزرگی آن‌ها که با  $V(M_1 \geq M_2)$  نشان داده می‌شود از رابطه

$$V(M_1 \geq M_2) = \begin{cases} 1 & \text{اگر } M_1 \geq M_2 \\ \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_1) + (m_2 - m_1)} & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

محاسبه می‌شود. همچنین میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از  $k$  عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه

$$V(M_1 \geq M_2, \dots, M_k) = \min \{V(M_1 \geq M_2), \dots, V(M_1 \geq M_k)\}$$

به دست می‌آید. در روش AHP فازی برای محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسه زوجی، ابتدا برای هر  $k$ ، مقدار

$$W'(x_i) = \min \{V(S_1 \geq S_k)\}$$

$$k = 1, 2, \dots, n \quad k \neq i$$

محاسبه می‌شود که بردار وزن شاخص‌ها به صورت

$$w' = [w'(c_1), w'(c_2), \dots, w'(c_n)]^T$$

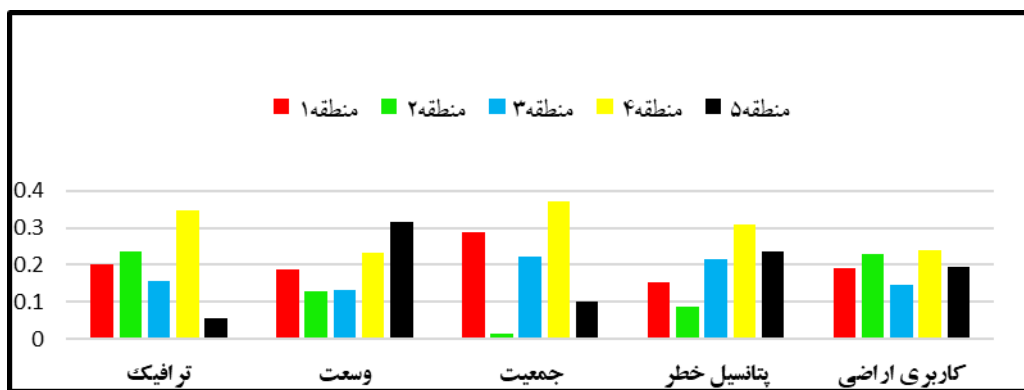
به دست می‌آید که همان بردار غیر بهنجار AHP فازی است [۲۳].

### تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های تحقیق

پس از تعیین عوامل مؤثر، جهت رتبه‌بندی عوامل از نظر تأثیرگذاری بر احداث ایستگاه آتش‌نشانی، از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی فازی بهره گرفته شده است. به نحوی که برنامه مربوط طبق روش چنگ در نرم‌افزار اکسل پیاده و نظرات خبرگان وارد برنامه شده و مورد تجزیه و تحلیل

جدول ۱۰: وزن هر منطقه بر اساس معیارها

کاربری اراضی	پتانسیل خطر	جمعیت	وسعت	ترافیک	منطقه
۰.۱۸۹۹۵۹۵۶	۰.۱۵۲۰۰۸	۰.۲۸۷۰۲	۰.۱۸۸۸۴۱	۰.۲۰۲۲۹	منطقه ۱
۰.۲۲۸۷۱۶۹۱	۰.۰۸۸۰۸۶	۰.۰۱۵۷۲۸	۰.۱۳۰۰۷۷	۰.۲۳۷۶۷۶	منطقه ۲
۰.۱۴۶۹۲۸۴۵	۰.۲۱۶۶۸۶	۰.۲۲۲۹۸۴	۰.۱۳۰۷۹۵	۰.۱۵۶۴۶۴	منطقه ۳
۰.۲۳۸۱۴۵۵۱	۰.۳۰۸۱۹۵	۰.۳۷۲۹۶۸	۰.۲۳۴۲۱	۰.۳۴۶۷۶	منطقه ۴
۰.۱۹۶۲۴۹۵۷	۰.۲۳۵۰۲۵	۰.۱۰۱۳	۰.۳۱۶۰۷۷	۰.۰۵۶۸۱۱	منطقه ۵



شکل ۳: نمودار اوزان مناطق مختلف نسبت به معیارها

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی وزن نهایی گزینه‌ها جهت رتبه‌بندی نهایی از مجموع حاصل ضرب وزن هر گزینه در معیاری مشخص در وزن همان معیار به دست می‌آید.

نتایج فوق بیانگر میزان وزن نسبی هر گزینه (منطقه) از نظر معیارها است؛ و به این صورت قابل تفسیر است که هر منطقه از لحاظ شاخصی مانند ترافیک دارای چه وزنی است و نسبت به دیگر گزینه‌ها دارای چه برتری و یا کاستی است. به‌طور مثال منطقه پنج از لحاظ وسعت دارای بالاترین وزن نسبت به باقی مناطق بوده اما از لحاظ جمعیتی کمترین وزن نسبی را دارا

می‌باشد.

ویژه نامه پدافند پاییز و زمستان ۱۴۰۱  
دوفصلنامه علمی و پژوهشی

جدول ۱۱: وزن نسبی گزینه‌ها و معیارها

کاربری اراضی	پتانسیل خطر	جمعیت	وسعت	ترافیک	وزن نسبی
۰.۱۴۲۶۶۴۷۸۵	۰.۱۴۸۱۸۲۲۹۳	۰.۲۳۸۰۳۳۲۹۷	۰.۲۳۴۷۴۷۴۰۷	۰.۲۳۶۳۷۲۲۱۸	
۰.۱۸۹۹۵۹۵۵۶	۰.۱۵۲۰۰۷۹۲۸	۰.۲۸۷۰۲۰۲۹۸	۰.۱۸۸۸۴۱۲۶۱	۰.۲۰۲۲۸۹۹۵۲	منطقه ۱
۰.۲۲۸۷۱۶۹۱۲	۰.۰۸۸۰۸۶۰۹۱	۰.۰۱۵۷۲۷۸۵۴	۰.۱۳۰۰۷۶۷۶	۰.۲۳۷۶۷۵۸۵۶	منطقه ۲
۰.۱۴۶۹۲۸۴۵	۰.۲۱۶۶۸۵۵۷۵	۰.۲۲۲۹۸۴۳۴۸	۰.۱۳۰۷۹۴۶۷۶	۰.۱۵۶۴۶۳۹۲۵	منطقه ۳
۰.۲۳۸۱۴۵۵۰۸	۰.۳۰۸۱۹۵۱۱۴	۰.۳۷۲۹۶۷۸۳۹	۰.۲۳۴۲۰۹۹۱۷	۰.۳۴۶۷۵۹۵۹۹	منطقه ۴
۰.۱۹۶۲۴۹۵۷۴	۰.۲۳۵۰۲۵۲۹۲	۰.۱۰۱۲۹۹۶۶۱	۰.۳۱۶۰۷۷۳۸۶	۰.۰۵۶۸۱۰۶۶۸	منطقه ۵

جدول ۱۲: وزن نهایی هر منطقه به تفکیک هر معیار

کاربری اراضی	پتانسیل خطر	جمعیت	وسعت	ترافیک	منطقه
۰.۰۲۷۱۰۰۵۳۹	۰.۰۲۲۵۲۴۸۸۳	۰.۰۲۲۵۲۴۸۸۳	۰.۰۶۸۳۲۰۳۸۸	۰.۰۴۴۳۲۹۹۹۶	منطقه ۱
۰.۰۳۲۶۲۹۸۴۹	۰.۰۱۳۰۵۲۷۹۹	۰.۰۳۷۴۳۷۵۳	۰.۰۳۰۵۳۵۱۸۲	۰.۰۵۶۱۷۹۹۶۹	منطقه ۲
۰.۰۲۰۹۶۱۵۱۶	۰.۰۳۲۱۰۸۹۶۵	۰.۰۵۲۰۷۷۷	۰.۰۳۰۷۰۳۷۱۱	۰.۰۳۶۹۸۳۷۲۵	منطقه ۳
۰.۰۳۳۹۷۴۹۷۸	۰.۰۴۵۶۶۹۰۵۹	۰.۰۸۸۷۷۸۷۶۵	۰.۰۵۴۹۸۰۱۷۱	۰.۰۸۱۹۶۴۳۳۵	منطقه ۴
۰.۰۲۷۹۹۷۹۰۳	۰.۰۳۴۸۲۶۵۸۷	۰.۰۲۴۱۱۲۶۹۲	۰.۰۷۴۱۹۸۳۴۷	۰/۰۱۳۴۲۸۴۶۴	منطقه ۵

محدودیت‌ها و ارائه پیشنهادها جهت تحقیقات آتی، پرداخته شده است. تحقیق حاضر به دنبال آن بود که مناطق شهری رشت را جهت احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی رتبه‌بندی کند. این رتبه‌بندی با لحاظ کردن معیارهای پنج‌گانه‌ای جمعیت، وسعت، ترافیک، کاربری اراضی و پتانسیل خطر هر منطقه صورت پذیرفت. معیارهای دیگری نیز می‌توانست به معیارهای فعلی افزوده گردد؛ اما به دلیل وجود محدودیت‌هایی جمع‌آوری اطلاعات میسر نبود.

به‌منظور نیل به هدف اصلی پروژه، ادبیات موضوع و روش‌های استفاده‌شده در زمینه رتبه‌بندی و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در نشریات و منابع داخلی و خارجی مورد بحث قرار گرفته شد و معیارهای در نظر گرفته‌شده در این تحقیق استخراج شدند. در مرحله بعد به تهیه پرسشنامه‌هایی استاندارد تهیه شد به‌طوری‌که درک آسانی را جهت ایجاد ارتباط با آتش‌نشانان داشته باشد.

در این تحقیق آتش‌نشانان برای بار اول با پرسشنامه‌ای به این شکل و با این محتوا روبرو بودند. به‌منظور حصول نتایج واقعی و در جهت افزایش آگاهی آتش‌نشانان در رابطه با معیارها و مناطق، اطلاعات دقیق آماری هم به‌صورت شفاهی و هم به‌صورت کتبی به سمع و نظر آن‌ها ارائه گردید و همچنین توضیحات مفصلی درباره نحوه پاسخ دادن به پرسشنامه به آن‌ها داده شد. پس از تکمیل پرسشنامه‌ها به محاسبه نرخ سازگاری تمام پرسشنامه‌ها جهت اعتبار یابی آن‌ها پرداخته شد و در نهایت با استفاده از روش AHP فازی و با استفاده از نرم‌افزار اکسل عوامل و گزینه‌ها وزن دهی و رتبه‌بندی شدند.

جدول ۱۳: وزن نهایی مناطق و رتبه‌بندی نهایی

رتبه‌بندی نهایی مناطق	
منطقه ۱	۰.۲۱۰۰۹۲
منطقه ۲	۰.۱۳۶۱۴۲
منطقه ۳	۰.۱۷۳۸۳۶
منطقه ۴	۰.۳۰۵۳۶۷
منطقه ۵	۰.۱۷۴۵۶۴

### تفسیر نتایج

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، این حقیقت قابل استنتاج است که منطقه چهارم دارای بالاترین اولویت و سپس به ترتیب مناطق اول، پنجم، سوم و دوم قرار دارند. نتایج به‌دست‌آمده از روش تحلیل سلسله مراتبی زوجی بسیار وابسته به نظر کارشناسان است. لذا هرگونه دخل و تصرف در داده‌های واقعی می‌تواند بر نتایج تأثیرگذار باشد. همین‌طور در صورتی که وجود داده‌های دورافتاده و داده‌هایی که دارای اختلاف چشمگیر نسبت به دیگر داده‌ها باشد می‌تواند سبب ایجاد اختلافات نامعقولی در نتایج یک گزارش و حتی روش محکم علمی مانند تحلیل سلسله مراتبی فازی گردد.

در صورتی که نتایج حاصله و با توجه به هدف اصلی این پژوهش که رتبه‌بندی مناطق شهری رشت جهت ایجاد و یا افزودن ایستگاه‌های آتش‌نشانی است؛ این نکته تفسیر می‌گردد که اولین منطقه‌ای که حائز اهمیت بوده و نظر کارشناسان را مبنی بر احداث ایستگاه آتش‌نشانی به خود جلب کرده منطقه چهارم شهر رشت بوده و دیگر مناطق در رتبه‌های بعدی این مقایسه قرار خواهند گرفت.

### بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این بخش بعد از مروری کوتاه بر تحقیق حاضر، به پاسخ‌گویی به سؤالات تحقیق با توجه به یافته‌ها، بیان

۵. م. شاهسونی، ن. شریفی، ح. وارثی، "مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با تلفیق مدل همپوشانی شاخص‌ها و فرایند تحلیل سلسله مراتبی،" *فصلنامه علمی پژوهشی امداد و نجات*, vol. 7, no. 3, pp. 56–72, Oct. 1394AD.

6. P. Chaudhary, S. K. Chhetri, K. M. Joshi, B. M. Shrestha, and P. Kayastha, "Application of an Analytic Hierarchy Process (AHP) in the GIS interface for suitable fire site selection: A case study from Kathmandu Metropolitan City, Nepal," *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 53, pp. 60–71, Mar. 2016.

7. L. Yang, B. F. Jones, and S.-H. Yang, "A fuzzy multi-objective programming for optimization of fire station locations through genetic algorithms," *European Journal of Operational Research*, vol. 181, no. 2, pp. 903–915, Sep. 2007.

8. O. Senvar, I. Otay, and E. Bolturk, "Hospital Site Selection via Hesitant Fuzzy TOPSIS," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, no. 12, pp. 1140–1145, Jan. 2016.

9. L. Li et al., "A fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to eco-environmental vulnerability assessment for the danjiangkou reservoir area, China," *Ecological Modelling*, vol. 220, no. 23, pp. 3439–3447, Dec. 2009.

10. M. Z. Naghadehi, R. Mikaeil, and M. Ataei, "The application of fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to selection of optimum underground mining method for Jajarm Bauxite Mine, Iran," *Expert Systems with Applications*, vol. 36, no. 4, pp. 8218–8226, May 2009.

۱۱. ز. فنی، ع. روشن، "مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با رویکرد پدافند غیرعامل مطالعه موردی: شهر بهبهان،" *فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر*, vol. 26, no. 101, pp. 81–92, May 1396.

۱۲. د. شیشه‌بری، ن. اصغری‌آخا، ا. یوسفی‌بابادی، ن. سلیمی، "مکان‌یابی پایدار بیمارستان با رویکرد پدافند غیرعامل به روش ترکیبی "AHP-TOPSIS" فصلنامه پدافند غیرعامل،" vol. 7, no. 4, pp. 33–46, Dec. 1395.

پس از رتبه‌بندی عوامل و گزینه‌های پژوهش، نتایج به‌گونه‌ای رقم خورد که منطقه چهارم با کسب بیشترین آراء و جلب نظر کارشناسان به‌عنوان مهم‌ترین گزینه جهت احداث ایستگاه آتش‌نشانی معرفی گردید و منطقه‌ی دوم نیز با کسب کمترین آراء از نظر کارشناسان در مقام پنجم قرار گرفت. سایر مناطق که شامل مناطق یک، پنج و سه می‌باشند، به ترتیب در رتبه‌های دوم، سوم و چهارم قرار گرفتند. پیشنهاد می‌شود حداقل یک ایستگاه آتش‌نشانی در مرز مناطق چهارم و اول ایجاد گردد که در مواقع لزوم بتواند هر دو منطقه را پوشش دهد.

نتایج حاصل این پژوهش مستقیماً در ارتباط با نظرات آتش‌نشانی بوده و ذکر این نکته نیز خالی از لطف نخواهد بود که همواره نظرات کارشناسان در تمام حوزه‌ها در رابطه با یک موضوع خاص متفاوت خواهد بود و همین اختلاف نظرات باعث یک بارش فکری و تصمیم‌گیری خواهد شد. در غیر این صورت اگر تمام نظرات به یک‌جهت سوق داشت، عملاً تصمیم‌گیری معنای خود را از دست خواهد داد.

## منابع

۱. ر. حیدری، م. رستمی، "ارزیابی و ارائه الگوی بهینه مکان‌یابی به منظور تأسیس ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهر کرمانشاه)،" *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*—vol. 9, no. 29, pp. 87–99, Feb. 1393.

۲. م. خان‌احمدی، م. عربی، ع. وفایی‌نژاد، ه. رضائیان، "مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از تلفیق منطق Fuzzy و AHP در محیط GIS (مطالعه موردی: ناحیه ۱ منطقه ۱۰ تهران)،" *فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر*—vol. 23, no. 89, pp. 88–98, Apr. 1393.

۳. ک. ا. زیاری، م. رضایی، م. مسعودی، "تحلیل و ارزیابی مشکلات مدیریتی شهرهای کوچک و میانی (نمونه موردی: شهر ایلام)،" *فصلنامه علمی ترویجی فرهنگ ایلام*، vol. 15, no. ۴۴ و ۴۵، Mar. ۴۵–57, pp. 37–57, Mar. 2014.

۴. م. شکوهی‌اجزاء، ح. شایان، م. ه. درودی، "مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر مشهد،" *مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی*، vol. 11, no. 3, pp. 107–128, 1393.

۱۳. م. مولائی قلیچی، ه. جوادزاد اقدم، ب. نجف پور، ص. اسدی، "مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی جهت خدمات رسانی در فوریت های امدادی بر اساس مدل های MCDM و GIS مطالعه موردی: منطقه ۸ تهران"، in "دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، vol. 02. ۱۳۹۱
۱۴. ز. هادیانی ش. کاظمی زاد، "مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی با استفاده از روش تحلیل شبکه و مدل AHP در محیط GIS مطالعه موردی: شهر قم. vol. 8, no. 17, " جغرافیا و توسعه. 01-Jan-1389, pp. 99-112,
۱۵. آ. قاضی عسگری م. ورشوساز، "ارائه روشی مناسب جهت مکانیابی پارکینگ عمومی"، in "همایش ژئوماتیک ۸۳، ۱۳۸۳.
۱۶. ه. نورائی ن. ستاری، "تحلیل میزان رویدادمداری مناطق گانه کلان شهر اصفهان با تاکید بر زیرساخت های رویداد"، نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی. vol. 22, no. 4, pp. 45-56, Feb. 1396.
۱۷. ح. دانش پور، ن. سعیدی رضوانی، م. ر. بذرگر، "ارزیابی مناطق یازده گانه شهر شیراز به لحاظ شاخص شکوفایی شهری با استفاده از مدل "FAHP فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش و برنامه ریزی شهری، vol. 9, no. 33, pp. 17-32, Jun. 1397.
۱۸. س. علوی، م. مولائی قلیچی، ه. جوادزاد اقدم، ب. نجف پور، "اولویت بندی فضایی سیستم مدیریت یکپارچه مناطق شهری (مطالعه موردی: مناطق ۲۲ گانه شهر تهران)،" نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، vol. 19, no. 51, pp. 247-266, Apr. 1394.
۱۹. ع. چهارقان م. رجبی، "تعیین مکان بهینه در فضای گسسته با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و سیستم های استنتاج فازی،" نشریه علمی ترویجی مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی، vol. 4, no. 1, pp. 1-14, 1391.
۲۰. م. شریفی، م. گنجی افسوران، م. محمدی، م. مریم شه بالایی پیشخانی، آمارنامه شهرداری رشت ۱۳۹۵. رشت: سپیدرود، ۱۳۹۶.
۲۱. مجید یاسوری، ر. ویسی، مژگان سبب کار، م. مریم محمدی، "بررسی نقش گسترش فیزیکی شهر رشت در ایجاد تغییرات کاربری اراضی حاشیه شهر،" مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه های انسانی، vol. 30, no. 10, pp. 99-112, Mar. 1394.
۲۲. م. اصغری پور، تصمیم گیری های چند معیاره. تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۹۷.
۲۳. م. مومنی، مباحث نوین تحقیق در عملیات. تهران: مولف، ۱۳۹۶.

