بررسی و اولویت‌بندی عوامل موثربر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسوده شهرها
مطالعه موردی: بافت فرسوده شهر تهران

احمد حیدری[1]، حمیدرضا جودکی[2] (نویسنده مسئول)**

[1] دانشجوی دکترای شهرسازی، گروه شهرسازی، واحدتهران مرکز، دانشگاه آزاداسلامی، تهران، ایران
[2] استادیارگروه برنامه‌ریزی شهری، واحداسلامشهر، دانشگاه آزاداسلامی، اسلامشهر، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۱/۲۵)

چکیده

ایجاد امکانات جدید شهری نیازمند مطالعه دقیق در زمینه نحوه استقرار صحیح این امکانات درمناطق مختلف یک شهراست. ازمیان کاربری‌ها وخدمات موجود در شهر، توزیع ومکان‌یابی بهینه‌ی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دلیل اهمیت و توجه روز افزون به امر ایمنی در شهر و ارایه‌ی تمهیداتی در زمینه پیشگیری و مقابله با آتش سوزی وحادثه از اهمیت قابل توجهی برخورداراست. در بافت فرسوده و قدیمی به دلیل تامین دسترسی مناسب و حداقل زمان استاندارد رسیدن به محل حریق و به طورکلی تامین ایمنی شهری احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی از اهمیت دوچندان برخورداراست. هدف اصلی تحقیق بررسی و اولویت‌بندی عوامل موثربر مکان‌یابی بهینه به منظور تاسیس ایستگاه‌های آتش در بافت فرسوده شهر تهران می‌باشد. در این پژوهش ابتدا با بررسی و شناسایی عوامل مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسوده با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی که یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است پرداخته سپس معیارها و زیر معیارها عوامل مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی را وزن دهی و اولویت‌بندی آنها نموده است. نتایج حاصله نشان می‌دهدکه ازبین عوامل مهم دسترسی، تراکم جمعیت، مجاورت و مخاطرات محیطی عامل دسترسی با۰/٤٧٦بیشترین وزن را در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسوده شهر تهران به خود اختصاص داده است.

واژگان کلیدی: مکان‌یابی، ایستگاه آتش‌نشانی، فرآیندالگوی پراکنش، بافت فرسوده، شهر تهران.

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری آقای احمد حیدری تحت عنوان «مکان‌یابی بهینه مراکز امدادرسانی در شهرهای بزرگ پس از زلزله با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (نمونه موردی: منطقه ۲ شهر تهران)»است که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز به راهنمایی دکتر حمیدرضا جودکی انجام شده است.

** *E-Mail: joodaki@iiau.ac.ir*

مقدمه

برنامه‌ریزی کاربری اراضی شـهری فرآیندی است که طی آن نحوه‌ی استفاده از زمین مشخص می‌شود و هدف آن این است که میزان رفاه اجتماعی را با توجه به محدودیت‌ها افزایش دهد و بیشترین فایده و کمترین هزینه را عاید جامعه کند (حبیبی و نظری، ۱۳۸۶). بدیـن منظور توزیع بهینه‌ی کاربری‌ها و مراکز خدماتی مسـأله‌ای اسـت که اغلب اوقات برنامه‌ریزان با آن سـروکار دارند. چراکه به دلیل رشـد پرشتاب جمعیت و کالبد شـهرها، مشکلاتی مانند کمبـود و عدم توازن فضایی مناسـب کاربری‌هـا به وجود آمده است. (Ahadnejad, 2007: 1) در این میان، تجهیزات و تأسیسات پایه و اسـاس سکونت‌گاه‌های شـهری را تشکیل داده و کمبود و نقص آن‌ها مشکلاتی را برای شهروندان به وجود می‌آورد اعتبار و اهمیت هر شهر بسته به این خدمات و تأسیسات دارد هر چه ارائه این خدمات بهتر باشـد زندگی درآن راحت‌تـر و هزینه زندگی درآن برای شهروندان کمتر خواهد بود (رامشت و عامری، ۱۳۹۰) در این راستا مکان‌یابی ایسـتگاه‌های آتش‌نشانی به عنوان مکانی جهت اسـتقرار و انتظـار خودروهـای آتش نشـانی و امداد، از جمله مراکز مهم و حیاتی خدمات‌رسـانی درشـهرها هسـتند که نقش مهمی در تأمین ایمنی و آسـایش شـهروندان و توسـعه‌ی اقتصادی شـهرها ایفا می‌نمایند (مهندسـین مشاور عرصه، ۱۳۷۸) زمان رسیدن به محل حریق و حادثه یکی از مهمترین پارامترها در مقوله آتش‌نشـانی می‌باشد. در این بین در بافت فرسوده و قدیمی شهری که دارای تراکم زیادی نیز می‌باشد عمدتاً محدودیت‌های زیادی برای احداث ایسـتگاه آتش‌نشـانی وجود دارد. عملکرد ایسـتگاه‌های آتش‌نشـانی به علت ماهیت سیستماتیک آن تحت تأثیر کنترل ساختارشـهرها از نظر وجود موانع و محدودیت‌های شهری و نیروهای ایجادکننده تأخیرات زمانی قراردارد.

کشـور ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه از رشد بالایی در رابطه با نسبت جمعیت شهری و همچنین تعداد شهرها برخوردار است. بگونه‌ای که طبق آمارسال ۱۳۹۵ نسبت جمعیت شهرنشین به ۷۱/۴ ٪ جمعیت و تعداد نقاط شـهری به بیش از ۱۳۰۰ نقطه شهری افزایـش یافته اسـت. این رشـد بیانگر ضرورت توجـه به زندگی شهرنشینان و بررسی و شناخت مشکلات آنان است. کلانشهر تهران بـا جمعیتی در حـدود ۸ میلیون نفر که در طـول روز به ۱۱میلیون نفر می‌رسـد حدود ۱۱ درصد جمعیت کل کشور را در خود جای داده است. افزایش ساخت و ساز، ایجاد اسکان غیررسمی و تمرکز فقر در حاشـیه شهر تهران باعث تشـکیل محیطی نامتعارف درآن شده است. یکی از جنبه‌های مهم در شهر تهران که هم علت و هم معلول بسیاری از معضلات شهری است بافت فرسوده شهر می‌باشد. بافت فرسـوده شهر تهران با شرایط ریزدانگی، ناپایداری سازه‌ای و نفوذناپذیری جمعیت بالغ بـر ۱/۵ میلیون نفر را در خود جای داده است. ناپایداری سـازه‌ای مهم‌ترین شاخص در بافت فرسوده شهر تهران از جهت تأمین ایمنی در زمان بروز بحران می‌باشدکه ۱۵۰۰۰ هکتار بافت ناپایدار شهری را در بر می‌گیرد.

شـهر تهران به علت وجودگسـتره قابل توجه بافت فرسوده و قدیمی در زمینه ارائه خدمات مربوط به ایسـتگاه آتش‌نشـانی در برخی مناطق شهر دچار نارسایی می‌باشد. در این تحقیق به بررسی عوامـل مؤثر در ایجاد این نارسـائی‌ها و تدوین عوامل و معیارها در بهینه‌سازی مکانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسوده و قدیم شهر تهران می‌پردازد.

پیشینه پژوهش

مکان‌یابـی زمین محـل آتش‌نشـانی در محدوده شـهری در قالـب طرح‌های مطالعاتی مفصل و با در نظـر گرفتن پارامترهای متعـدد توسـط مدیریت ایمنی شـهر در سـال‌های اخیـر انجام می‌شـود. تلاش‌هـای علمـی جدی بـه منظور بررسـی وضعیت خدمات آتش‌نشـانی در سطح شـهرها انجام گرفته است. درتمام پژوهش‌های مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسوده تأکید اصلی بر معیارهایی چون دسترسی، مرکزیت و کاربری‌های اطراف بوده است. کیفیت شبکه و مدت زمان مورد نیاز به منظور رسیدن آتش‌نشانی به محل حادثه به خصوص در بافت فرسوده و قدیمی و در صورت احتمال اختلال در شبکه ارتباطی کمتر مورد بررسی قرارگرفته اسـت. تحقیقات صورت‌گرفته بیشتر در زمینه انتخاب مکان و ارزیابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به همراه خدمات ارائه‌شـده از سـوی آن‌ها می‌باشـد. اولین مطالعات ایستگاه‌های آتش‌نشـانی در مورد محل ایسـتگاه‌های آتش‌نشانی به مطالعات والینسـکایا بر می‌گردد، که در آن پیشنهاد شده است که راه‌حل بهینـه کاهش تلفات کلی آتش‌سـوزی و هزینه ارائه خدمات در کمترین حد ممکن اسـت، انتخاب مناسـب سـایت ایستگاه‌های آتش‌نشـانی می‌تواند فاصله بین آنها را کاهش دهد و همپوشانی خدمات ایستگاه‌های آتش‌نشانی برای بهبود استفاده مؤثر از منابع به حداقل برساند و می‌تواند تعداد مناسب ایستگاه‌های آتش‌نشانی را در یک منطقه تعیین کند. (Davoodi and Mesgari, 2018, 433) در این زمینه می‌توان به تحقیقات زیر اشاره نمود:

هان لون و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشـی تحت عنوان بررسی مکان‌یابی ایسـتگاه‌های آتش‌نشـانی با اسـتفاده از AHP و GIS در اسـتان سـورات تانی تایلند به این نتایج رسیدند که معیارهای دسترسـی به خیابان، تمرکزجمعیت، بافت فرسـوده، نزدیکی به مراکـز دارای تقاضای زیاد به آتش‌نشـانی بـرای مکان‌یابی این ایسـتگاه مناسـب هسـتند. فلیپ چوالیر و همـکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی تحت عنوان مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با رویکرد جامع در بلژیک به این نتیجه رسـیدند که معیارهای مناسب برای مکان‌یابـی واقعیت‌های فضایـی، اقتصادی، اجتماعی و زیسـت محیطی اسـت و در نهایت مکان‌های مناسب انتخاب گردید. آلن موری (۲۰۱۳) در پژوهشی تحت عنوان بهینه‌سازی مکان فضایی ایسـتگاه‌های آتش‌نشـانی درکالیفرنیا به این نتیجه رسید که برای مکان‌یابی ایسـتگاه‌های آتش‌نشـانی جدید برنامه‌ریزی راهبردی مناسـب است و با ابزار بافر توانسـت توزیع ایستگاه‌های جدید را

بررسی کند. نظریان، یاری و کرمی نزاد(۱۳۹۴) در پژوهشی تحت عنوان مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از سیستم اطلاعـات جغرافیایی در شهر کرمانشـاه به این نتیجه رسـیدند که ایسـتگاه‌های موجـود شـهر را بطورکامـل پوشـش نمی‌دهد و مکان‌های بهینه اسـتقرار پیشـنهاد شد (یوکل و سـلمان، ۲۰۱۵). موضـوع مکان‌یابـی زیرسـاخت‌های اضطـراری شـهری را در صورت فروپاشـی در شـهر بررسـی کردند. تصمیمات مؤثر در مورد مکان زیرساخت‌های اضطراری، برای این منظور و با فرض خرابی یک شـبکه(خیابان) به لبه‌های مجاور آسـیب می‌رسـاند که در برابر آسـیب‌های سازه‌ای نیز آسـیب‌پذیرتر هستند، بنا بر این به منظور سـهولت در انتقال پس از حادثه، کوتاه‌ترین مسـیر امدادرسانی استفاده شده است که حداکثر پوشش تقاضای مورد انتظار را با فاصله‌ای واضح در کل شـبکه داشـته باشـید. ون دن بـرگ و همـکاران(۲۰۱۷) با همکاری آتش‌نشـانی آمسـتردام در هلنـد محاسـباتی را ارائه دادند. مـدل برنامه‌ریزی برای تعیین مکان‌های بهینـه ایسـتگاه‌های اصلی و توزیع بهینه آتش‌نشـانی در ایـن ایسـتگاه هـا، تجزیه و تحلیـل گسـترده‌ای از مجموعه گسـترده‌ای از داده‌ها از سـازمان آتش‌نشـانی آمسـتردام نشان می‌دهد که فقط با جابجایی سـه پایگاه از مکان-های فعلی، بیش از ۵۰٪ از تأخیرهای سـازمان آتش‌نشـانی می‌تواند باشـد. اجزاء شـکوهی، شـایان و درودی (۱۳۹۳) در پژوهشی مکان‌یابی بهینه ایسـتگاه‌های آتش‌نشانی در شهر مشـهد به این نتیجه رسیدند که مکان فعلی ایسـتگاه‌ها از لحاظ خدمات‌رسـانی مناسـب نبوده و ۲۸ ایسـتگاه جدید مکان‌یابی شـد. قـدس و کامیابی (۱۳۹۳) در پژوهشـی تحت عنوان اسـتفاده از تکنیک AHP در محیط GIS برای مکان‌یابی ایسـتگاه‌های آتش‌نشـانی در شـهر سمنان به این نتیجه رسـیدندکه AHP برای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی مفید است و حداقل ۴ ایستگاه آتش‌نشانی جدید مورد نیاز است. حیدری و رسـتمی (۱۳۹۳) در پژوهشـی با عنوان ارزیابی و ارائه الگوی بهینه مکان‌یابی به منظور تأسـیس ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شـهر کرمانشـاه نتایج نشـانگر این بود که مدل تلفیقی GIS و AHP برای مکان‌یابی کاملاً مناسـب بوده و در قسمت‌های شرق و شمال شرقی شـهر کرمانشـاه برای احداث ایستگاه‌های جدید ارزیابی شـد. نظریان، یـاری و کرمی‌نژاد (۱۳۹۴) در پژوهشـی تحت عنوان مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهر کرمانشاه به این نتیجه رسیدند که ایسـتگاه‌های موجود شـهر را بطور کامل پوشش نمی‌دهد و مکان‌های بهینه استقرار پیشنهاد شد.

اهمیت و ضرورت پژوهش

سیاست کلی ایجاد ایسـتگاه‌های آتش‌نشانی در ایران سیاستی بدون برنامه خاص و مدون بوده اسـت به گونه‌ای که برای ایجاد هر ایستگاه آتش‌نشـانی در محدوده‌های شـهری مهمترین اصل خالی‌بـودن زمین، بـدون مالک‌بودن آن یا مـواردی از این قبیل بوده است. این موضوع بر مکان‌یابی کل ایستگاه‌ها در سطح شهر تأثیرگذار بوده اسـت. بخش زیادی از مناطق شهر تهران با وجود تراکم جمعیتی بالا و داشتن کاربری‌های حساس همانند کاربری صنعتـی، تجاری و غیره خارج از محدوده عملیاتی ایسـتگاه‌های موجود بوده که دلیل آن کمبود تعداد ایستگاه‌های آتش‌نشانی به اندازه کافی برای پوشش‌دادن کل فضای مناطق است.

فرسودگی در پهنه وسـیعی از سطح تهران امروزه از معضلات جدی پایتخت تلقی می‌گردد. جدیت آن از این روست که وقوع زمین لرزه در تهران گریزناپذیر بوده و نقطه اصلی آن هم در بافت فرسـوده شهری خواهد بود. بررسی و شناسایی مکان‌های استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی علاوه بر کاهش تلفات و خسارات آینده ناشی از زلزله کمک مأثری به مقابله با آتش سوزی و تأمین ایمنی شهروندان در این بافت می‌نماید.

با عنایت به لزوم اسـتقرار ایسـتگاه‌های آتش‌نشانی به صورت منطقی در سـطح مناطق و بافت فرسوده شهر تهران در این تحقیق سـعی شـده با بررسـی و رتبه‌بندی معیارهای مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی جهت مکان‌گزینی بهینه ایستگاه‌ها وسیله موجبات کارایی بیشتر سیستم با هزینه اجرایی کمتر و مهار کامل آتش در کوتاه‌ترین زمان ممکن فراهم گردد.

روش تحقیق

این تحقیق باتوجه به دیدگاه کارکردگرایی، ترکیبی صحیح از کاربری‌هـا و فعالیت‌ها را با تأکید بر کاربری خدمات شـهری(به ویژه ایسـتگاه‌های آتش‌نشـانی) ارائه کرده تا با شـناخت عوامل مهم مکان‌یابی ایسـتگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسوده، امکان ساخت و توسـعه‌ی کالبدی- فضایی ایستگاه‌های آتش نشانی را از سـوی برنامه‌ریزان و مدیران شـهری برای ارائه‌ی خدمات بهتر فراهم سـازد. با توجه به هدف اصلـی تحقیق از روش توصیفی و تحلیلی استفاده شده است. برای شناسایی عوامل مؤثر در مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده و سپس معیارهای مناسب مکان‌یابی در بافت فرسوده وزن‌دهی و اولویت‌بندی شـده‌اند. با توجـه به ماهیت موضوع از روش تحقیق کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. در مطالعات کتابخانـه‌ای، اطلاعـات و داده‌هـا از طریـق دسـتورالعمل‌های مکان‌یابی خدمات شهری (آتش‌نشانی) و مقالات علمی محققین و تجربیـات جهانـی شـاخص‌های لازم جمع‌آوری و سـپس با اسـتفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی اقدام به مقایسه زوجی آنها شـده اسـت. در این زمینه جامعه آماری پرسش‌شوندگان شامل کارشناسان در زمینه شهرسازی و بافت فرسوده مشتمل بر ۱۰۰ نفر بود که با توجه به فرمول کوکران و سـطح اطمینان ۹۵ درصد ۷۵ نفر پرسشنامه ارائه شد. تکنیکی که در این پژوهش جهت ارزیابی اطلاعات مورداسـتفاده قرار می‌گیرد مدل فرایند تحلیل سلسـله مراتبی (AHP) اسـت. فرایند تحلیل سلسـله مراتبی باشناسایی و اولویت‌بنـدی عناصر تصمیم‌گیری شـروع می‌شـود. این عناصر

شـامل: اهداف، معیارها یا مشـخصه‌ها، زیرمعیارها و گزینه‌های احتمالی می‌شـود که در اولویت‌بندی به کار گرفته می‌شـوند. بنا بـر این اولین قدم در فرایند تحلیل سلسـله مراتبی ایجاد سـاختار سلسـله مراتبی از موضوع مورد بررسی اسـت که درآن اهداف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها و ارتباط بین آنها را نشان می‌دهد. چهار مرحله بعد در تحلیل سلسـله مراتبی محاسـبه وزن (ضریب اهمیت)، معیارها و (زیرمعیارها درصورت وجود)، محاسـبه وزن (ضریب اهمیت) گزینه‌ها، محاسـبه امتیاز نهایی گزینه‌ها و مرحله آخر بررسی سازگاری منطقی قضاوت را شامل می‌شود.

مبانی نظری پژوهش

۱-بافت فرسوده شهری

بافت فرسوده شـهری به عرصه‌هایی از محدوده قانونی شهرها اطلاق می‌شـود که بدلیل فرسـودگی کالبدی، عدم برخورداری مناسب از دسترسی سواره، تأسیسات ، خدمات و زیرساخت‌های شهری آسـیب‌پذیر می-باشـد. (طحانی و همکاران، ۱۳۹۸،۵۷) شورای عالی شهرسـازی و معماری ایران سه ویژگی زیر را بنای شناسایی بافت‌های فرسوده شهری تعیین کرده است:

۱- ناپایداری: بلوک ناپایدار بلوکی است که حداقل ۵۰ درصد از بناهـای آن غیرمقاوم باشـد که بدلیل فقدان سیسـتم سـازه‌ای مناسـب و عدم رعایت موازین فنی است ۲- نفوذناپذیری: بلوک نفوذناپذیـر بلوکی اسـت که حداقل ۵۰ درصـد معابر آن دارای عرض کمتر از ۶ متر باشـد و معرف عدم دسترسی مناسب و معابر با عرض کافی برای سواره است. ۳- ریزدانگی: بلوک ریزدانه به بلوکی گفته می‌شـود که حداقـل ۵۰ درصد طبقات(پلاک‌های) آن دارای مساحتی کمتر از ۲۰۰ مترمربع است که معرف فشردگی بافت در کثرت قطعات کوچک با مسـاحت اندک است(شاهینی فروهمکاران، ۱۳۹۹، ۱۵۸).

۲- ایستگاه‌های آتش‌نشانی

ایسـتگاه‌های آتش‌نشـانی از جملـه مراکـز مهـم و حیاتـی خدمات‌رسـانی در شـهرها هسـتند که نقـش مهمـی در تأمین ایمنی و آسـایش شهروندان و توسعه شـهرها دارند. بدیهی است خدمات‌رسانی به موقع ایستگاه‌های آتش‌نشانی بیش از هر چیزی مستلزم اسـتقرار آن‌ها در مکان‌های مناسب اسـت که بتوانند در اسـرع وقت و بدون مواجه‌شدن با موانع و محدودیت‌های محیط شـهری از یک سـو و با ایجاد کمترین آثارمنفی بر ساکنان شهر از سـوی دیگر به محل حادثه برسـند و اقدامات امداد را به انجام برسانند. (شیری وشمس، ۱۳۹۵، ۱۱۷)

۳-مکان‌یابی ایستگاه آتش‌نشانی

مکان‌یابی فعالیتی اسـت که قابلیت‌ها و توانایی‌های یک منطقه را از لحـاظ وجود زمین مناسـب و کافی بـرای کاربرد خاص را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. مکان‌یابی فرایند تصمیم‌گیری بـا دوره زمانی طولانی اسـت زیرا تعداد زیادی از شـاخص‌های موجـود باید آزمایش شـود و نتیجه تصمیمـات ارزیابی گردند. مکان‌یابی مناسـب وقتی صورت می‌پذیرد که یک ارزیابی دقیق، همگون و سـریع از جذابیـت مکان‌های مختلف بـرای کاربری خاص وجودداشته باشد (دستجردی، ۱۳۷۹: ۳۴).

شـاخص‌های مکان‌یابی به خدمات و مشخصات آن‌ها بستگی دارند که آن‌ها مطابق با مراحل مختلف می‌توانند در فرایند تصمیم تغییر کنند. شـاخص‌های اصلی مکان‌گزینی در جدول ۱ فهرست شـده‌اند. نقش آنهـا در بخش خصوصی (مکان‌یابی مؤسسـه) یا بخش عمومی(مکان‌یابی خدمات) تفاوت دارد. در حالت پیچیده فرایند مکان‌یابی مراحل تصمیم بدین ترتیب خواهندبود: انتخاب ناحیه مکان، سپس انتخاب محلی در آن ناحیه، در نهایت انتخاب نقطـه خاص در داخل آن محل در هر کدام از این مراحل ممکن است تاشاخص‌های معین وابسته به نوع تسهیل خدماتی که مستقر خواهند شد غالب باشد (پرهیزگار، ۱۳۸۳).

جدول شمارهٔ ۱: شاخص‌های اصلی مکان‌یابی

شاخص‌های مرتبط باهزینه‌ها	شاخص‌های مرتبط با تقاضا	شاخص‌های محلی و منطقه‌ای	شاخص‌های غیراقتصادی
هزینه حمل ونقل	نواحی بازار	تسهیلات بیرونی	مشخصات سیاسی، اجتماعی و فرهنگی
توزیع نیروی کار	توزیع فضایی تقاضا	دسترسی مالی در نواحی	شرایط و محدودیت‌های حقوقی ـ قضایی
مکان عرضه منابع	شبکه توزیع	عرضه انرژی	-
انگیزش یاسیستم‌های مالیاتی	-	دسترسی به زمین و غیره	-

مأخذ: پرهیزگار، ۱۳۷۶

بر اسـاس اسـتاندارد جهانی مدت زمان رسـیدن خودروهای آتش‌نشانی به محل وقوع حریق ۳ دقیقه می‌باشد که این زمان در ایران برابر ۵ دقیقه اسـت. برای دسـتیابی به استاندارد ۳ - ۵ دقیقه باید محدوده حوزه استحفاظی ایستگاه‌ها را ۳۰ کیلومتر - کاهش داد. در نتیجه با سـرعت بین ۴۰ در سـاعت، خودروهای امدادی در هـر دقیقه بین ۶۷۰ تا ۵۰۰ متر را طی می‌کنند که با احتسـاب هدررفتن یک دقیقه برای رسـیدن پیام آتش‌سـوزی به ایسـتگاه و خـروج ماشـین‌ها از ایسـتگاه در۴ دقیقه باقیمانـده، نیروهای آتش‌نشـانی فاصله‌ای به طول۲ تا ۲/۷ کیلومتر را پوشش می‌دهند (پرهیزگار، ۱۳۸۳).

موجودیت شـهرها عموماً با سـرویس دهـی و ارائه خدمات بـه سـاکنان در محدوده قانونی و حریم‌شـهرها آمیخته اسـت و ایستگاه‌های آتش‌نشانی به عنوان مکان‌هایی برای استقرار و انتظار خودروهای‌آتش‌نشـانی و نجات، از جمله مراکـز مهم و حیاتی خدمات‌رسانی در شهرها هستند که بهره وری از سرمایه گذاری‌ها را افزایش می‌دهند. در حال حاضر در شـهرهای کشـور، توزیع تأسیسـات و تجهیـزات و منجملـه ایسـتگاه‌های آتش نشـانی، معمـولاً مبتنی بر احسـاس نیازمنـدی به ارائه اینگونه تسـهیلات

توسط ارگان‌های مختلف و از جمله شهرداری‌ها و بر حسب درخواست ساکنان محل و نیز اراضی پیش‌بینی‌شده برای کاربری تأسیسات و تجهیزات شهری در طرح‌های توسعه شهری مصوب انجام می‌شود و در هر موقعیتی که مناسب‌تشخیص داده شوند. تسهیلات مربوطه مستقر می‌گردند. با عنایت به لزوم استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی به صورت منطقی در سطح شهرها نیاز به توزیع‌مناسب این ایستگاه‌ها و توسعه آنها بر اثر گسترش شهرها، مجموعه اصول و ضوابط مکان‌یابی جهت سازماندهی چگونگی توزیع ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهرهای کشور به شرح این آئین کار تدوین گردیده است که مبتنی بر نظام تقسیم‌بندی سلسله مراتب خدمات شهری در سطح شهر /منطقه/ناحیه /محله بوده و اساس آن بر تعادل‌بخشی استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی است تا بدین وسیله موجبات کارآیی بیشتر سیستم با هزینه اجرایی کمتر و مهار کامل آتش در کوتاه‌ترین زمان ممکن فراهم گردد. (استاندارد ۶۴۳۰ ایران) استقرار هر عنصر شهری در موقعیت فضایی - کالبدی خاصی از سطح شهر، تابع اصول و قواعد و ساز و کار (مکانیسم)های خاصی است که در صورت رعایت‌شدن به موفقیت و کارایی عملکردی آن عنصر در همان مکان مشخص، خواهد انجامید و در غیر این صورت چه بسا مشکلاتی بروز کند(شهابیان، ۱۳۷۶) سیاست کلی ایجاد ایستگاه‌های آتش‌نشانی در ایران سیاستی بدون برنامه خاص و مدون بوده است به گونه‌ای که برای ایجاد هر ایستگاه در محدوده‌های شهری مهمترین اصل، خالی‌بودن زمین، بدون مالک بودن آن و یا عوامل دیگری است که به موجب آنها بایستی زمین ارزشی نداشته باشد که این امر برمکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در سطح شهرها تأثیرگذار بوده است (ایمانی جاجرمی، ۱۳۷۵).

٤-عوامل موثر در مکان یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسوده شهری

الگوی توزیع و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهرها از جمله مباحث مهم مربوطه به تسهیلات شهری هستند که به شدت تحت تأثیر تراکم جمعیت و کاربری اراضی، میزان متوسط آتش‌سوزی، ابعاد و شدت آتش سوزی و متوسط خسارت‌های وارد شده در نقاط مختلف قرار دارند. لذا برنامه‌ریزان شهری با پیاده‌کردن مشخصات مهار ایده کامل، بر روی نقشه می‌کوشند تا الگوی مناسبی جهت توزیع ایستگاه‌های آتش‌نشانی ارائه نمایند. مطالعات انجام‌یافته حاکی از آن است که در طبقه‌بندی عوامل مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسوده شهری ۷ عامل دخالت دارند که عبارتند از : ملاحظات ژئوتکنیکی، دسترسی، شعاع عملکرد مفید، جمعیت، جهت توسعه شهر، همجواری و کاربری، اندازه قطعه زمین، همانگونه که عناوین هفت‌گانه فوق بر می‌آید خدمات آتش‌نشانی بعنوان خدمات فرامحلی محسوب شده و قابل استقرار در مراکز نواحی شهری، مناطق شهری و حوزه‌های شهری می‌باشند. (استاندارد ۶۴۳۰ ایران) شهر تهران با جمعیت ۸۲۴۴۵۳۵ نفر(مرکز آمار) با توجه به استاندارد جهانی باید دارای حدوداً ۱۳۵ ایستگاه در سطح شهر باشد. در این زمینه به منظور طراحی و ایجاد ایستگاه‌های آتش‌نشانی، یک متد تحلیلی و تکرارشونده توسط هلی ارائه گردید. مراحل اجرای این متد عبارتند از: ۱- تعریف مناطق تحت پوشش ارائه‌ی خدمات توسط هر ایستگاه، ۲-معرفی بهترین مکان هر ایستگاه آتش‌نشانی در منطقه تحت پوشش ۳- بهینه‌سازی مناطق ایستگاه‌ها. در نظر گرفتن مسأله‌ی مکان‌یابی به عنوان یک مسأله‌ی چندمعیاره ابتدا توسط بدری و همکاران مطرح شد (Badri et al, 1988) که با ارائه‌ی یک مدل بر اساس زمان سفر از ایستگاه تا نقطه‌ی حادثه‌دیده به جای مسافت، با ارائه‌ی ۱۱ فاکتور مؤثر بر مکان‌یابی مراکز آتش‌نشانی نواقص مدل قبلی را پوشش دادند. برای دسترسی بهتر به حوزه خدماتی از مکان‌یابی ایستگاه‌ها در کنار یا موازی، و نیز محلی پرهیز گردد. زیرا ناپیوستگی خیابان‌های محلی و دسترسی محدود خیابان‌های یکطرفه امکان استقرار و حوزه خدماتی ایستگاه‌ها را تقلیل می‌دهد ولیکن چنانچه استقرار ایستگاه‌ها درکنار معابر محله‌ای اجتناب‌ناپذیر باشد بگونه‌ای این مکان‌یابی انجام پذیرد که امکان ارتباط مستقیم به یک مسیر اصلی (شبکه درجه ۱ یا ۲) وجود داشته باشد. برای سهولت ورود به جریان ترافیکی از مکان‌یابی ایستگاه‌ها در مکان‌های نزدیک به تقاطع‌ها پرهیز گردد تا به هنگام ایجاد ترافیک در پشت چراغ قرمز، مانعی از حیث خروج ماشین‌آلات آتش‌نشانی از ایستگاه وجود نداشته باشد. رعایت حداقل فاصله ۶۰ متر از اولین چهارراه ضروری است.

کاربری‌های مختلف آسیب‌پذیری‌های متفاوتی در مقابل آتش‌سوزی دارند. کاربری‌های مسکونی همیشه بیشترین آسیب‌پذیری را در مقابل حوادث آتش‌سوزی داشته‌اند. کاربری‌های تجاری و تولیدی بعد از کاربری مسکونی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قراردارند. این امتیازات به عنوان ارزش‌های هر کاربری در وزن‌دهی آنها در مکان‌گزینی ایستگاه‌ها به کار گرفته خواهند شد و یکی از با اهمیت‌ترین معیارها در تعیین محل استقرار ایستگاه‌ها می‌باشد. در مورد کاربری‌های تجارتی، تولیدی به علت وجود مواد قابل اشتعال معمولاً بیش از سایر کاربری‌ها در معرض خطرآتش‌سوزی قرار دارند. قرارگیری کاربری‌های خدمات شهری مثل بیمارستان‌ها، مدارس و ادارات دولتی همگی از مجموعه کاربری‌هایی خواهد بود که در ساعاتی از روز با پیک ترافیکی روبه رو هستند. بنا بر این برای مجاورت ایستگاه با چنین کاربری‌هایی باید محدودیت‌های فاصله‌ای قائل شد (پرهیزگار، ۱۳۸۳).

٥-مکان‌یابی تأثیرگذار در طراحی ایستگاه آتش‌نشانی در بافت فرسوده شهری

پس از مکان‌یابی صحیح ایستگاه، مورد بعدی درطراحی نگرش راهبردی است که بخش‌های مختلف عملیاتی ایستگاه به صورت مجتمع و در مجاورت یکدیگر پیش‌بینی شوند تا دو عامل مؤثر زمانی دسترسی به وسایل نقلیه عملیاتی و زمان اعزام به مأموریت به حداقل زمان ممکن کاهش یابد. در طراحی ایستگاه

آتش‌نشـانی عنصر کلیدی درنظر گرفتن مدت زمان انجام عملیات است. برای این منظور کلیه بخش‌ها باید به طریقی طراحی گردند کـه مدت زمان حرکت‌ها و جابجایی‌ها در قسـمت‌های مختلف ایستگاه ضمن حفظ ایمنی کامل کلیه کارکنان عملیاتی به حداقل زمان ممکن کاهش یابد. بنا بـر این عوامل تأثیرگذار در طراحی ایسـتگاه عبارتند از: اتاق اطلاعات و مخابرات، آشـیانه، تهویه و نور، آسایشـگاه، اتـاق فرمانده، اتاق سـخنرانی و کلاس درس، کمد، خانه رختکن، خشک کن، شستشو، انبارعمومی، میله فرود، برج لوله خشک کن وتمرینات و محوطه تمرینات است. در بافت فرسوده با توجه به کمبود زمین باید به احداث ایستگاه آتش‌نشانی در زمینی کوچک‌تر ولی با کارآمدی بهینه فراهم شود.

استانداردهای مورد استفاده به شرح زیر اعلام می‌گردد:

۱. استاندارد NFPA 1901

۲. استاندارد NFPA 1906

اسـتانداردها حداقـل نیازهـای سـاختمان‌های ایسـتگاه‌های آتش‌نشانی را برای چهار مورد که بیان خواهند شد پوشش می‌دهد. ایسـتگاه آتش‌نشانی باید در یک مکان امن به دور از خطرات و تا حد امکان نزدیک به مرکز کنترل آتش و مکان افراد باشد.

٦-انواع و اندازه‌های ایستگاه‌های آتش‌نشانی

۱. ایستگاه‌ها برای پالایشگاه‌ها، پتروشیمی‌ها و تصفیه‌خانه‌های بزرگ گاز

۲. ایستگاه‌ها برای موارد متوسط

۳. ایستگاه‌های محلی یا زیرمجموعه‌ها

۴. ایستگاه‌های بدون نیاز به فرد

در این طرح ایستگاه آتش‌نشانی

۱. شامل دفترهای اداره ایمنی و آتش‌نشانی، تسهیلات آموزش مرکزی و ایستگاه آتش‌نشانی تمام وقت باشند.

۲. شامل دفترهای اداره‌ی ایمنی وآتش‌نشانی، تسهیلات دوره‌ای آموزش ایمنی و آتش‌نشانی و ایستگاه آتش‌نشانی می‌باشد.

۳. ایسـتگاه آتش‌نشانی تمام وقت: حضور آتش‌نشان در آن به صورت۲۴ساعته است.

۴. ایستگاه آتش‌نشانی برای PLANTهای متوسط و کوچک و به عنوان حداقل موارد زیر مورد نیاز هستند: وسایل آتش‌نشانی ثابت یا قابل حمل، یک ایسـتگاه آتش‌نشـانی ۲۴ ساعته با پنج truck و تریلر انواع truckهای تخصصی و نفرات گروه‌های آتش‌نشان، ابعاد اسـتاندارد خودروها و تجهیزات آشیانه و نحوه دسترسی بر اساس اسـتاندارد NFPA1901 تعیین خواهد گردید. انتخاب تجهیزات بر اسـاس استاندارد NFPA 1906 و تراک‌های تخصصی شرکت‌های معتبر آتش‌نشانی همانند روزنباور و... می‌باشد.

بر همین اساس استانداردهای ایران و IPS مد نظر خواهد گرفت و در طراحی ایستگاه جهت آسایش پرسنل از اطلاعات نویفرت در بدست‌آوردن ابعاد انسانی و تجهیزات و کتاب (تومه، آربل ۱۳۹۱) طراحی ایستگاه‌های آتش‌نشانی همسان. تهران: نشر راه دان: سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور استفاده خواهد گردید.

دیگر کدها (NFPA 1971,1500,1470,1975,600,1000,1851) عوامل و معیارهای مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در جدول شماره ۲ آمده است.

جدول ۲: عوامل ومعیارهای مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

معیار	ویژگی
دسترسی	ایستگاه‌های آتش‌نشانی برای سهولت ورود به جریان ترافیکی در کنار یا موازی با شبکه معابر شریانی اصلی درجه ۱و۲ تعیین گردد. لذا در حد امکان نبش یا مجاور چهارراه‌ها و میدان‌های کوچک که گره ترافیکی ایجاد می‌کنند و سبب کندی حرکت می‌گردند انتخاب نشوند.
شعاع عملکردی مفید	باتوجه به ضرورت دسترسی به محل حریق درکم‌ترین زمان ممکن و در نظر گرفتن سرعت متوسط ۴۰ کیلومتر در ساعت منطقه عملکردی و استحفاظی هر ایستگاه حداکثر می‌بایست در شعاع ۲۰۰۰ متری در نظر گرفته شود. اصل دسترسی با فاصله زمانی ۳ تا ۵ دقیقه عامل تعیین‌کننده به شمار می-آید.
جمعیت	به ازای هر ۵۰۰۰۰ نفر احداث حداقل یک مرکز ایستگاه آتش‌نشانی ضروری است.
شعاع ترافیک	عواملی چون عرض خیابان، کیفیت و حجم ترافیک، یک طرفه بودن خیابان‌ها و غیره در چگونگی محل استقرار ایستگاه‌ها مؤثرند. قرارگیری ایستگاه‌ها در مجاورت بزرگراه‌ها و خیابان‌های اصلی از عوامل مثبت مکان‌یابی خواهد بود.
کاربری اراضی	کاربری‌های مسکونی بیشترین آسیب‌پذیری را در مقابل حوادث آتش‌سوزی دارند. کاربری‌های تجاری و صنعتی و تولیدی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند تراکم جمعیت و شبکه حمل و نقل شهری در رتبه‌های بعدی قرار دارند.
پتانسیل خطر	بررسی پتانسیل و ریسک خطر در مناطق مختلف شهری بر اساس بررسی میزان تعداد و تکرارحوادث در مناطق مختلف به مشخص‌شدن نقاط مختلف به مشخص‌شدن نقاط آسیب‌پذیر در حوادث آتش-سوزی و مکان‌هایی با پتانسیل بالای خطر منجر خواهد شد. مکان ایستگاه باید به سمت چنین مناطقی کشش بیشتری داشته باشد.
اندازه قطعه زمین	مساحت قطعه تفکیکی در حد استاندارد برای ایستگاه‌های کوچک ۱۵۰۰ مترمربع و برای ایستگاه‌های متوسط ۳۰۰۰ مترمربع است. برای مکان‌گزینی ایستگاه‌ها در بافت متراکم شهری برای ایجاد ایستگاه کوچک حداقل ۱۰۰۰مترمربع و برای ایستگاه‌های بزرگ (مادر) ۶۰۰۰ مترمربع است.
جهت توسعه شهر	ایستگاه‌های جدید ضروری است سمت و سوی توسعه شهر دقیقاً مورد نظر قرار گیرد و ایستگاه‌ها متناسب با جمعیت‌پذیری نواحی توسعه در۱۰تا۲۰ سال آتی و تراکم‌های ساختمانی مربوط مکان-گزینی گردند. نباید در نزدیک عوامل محدودکننده توسعه شهر مانند باغ‌ها، اراضی کشاورزی، کوه‌ها، ارتفاعات و مانند این‌ها قرار گیرد

قلمرو جغرافیایی تحقیق

شهر تهران ازشمال به شهرستان شمیرانات از شرق به شهرستان دماوند، از جنوب به شهرسـتان‌های ورامین، ری و اسلامشـهر و از غرب به شهرسـتان‌های شـهریار و کرج محدود می‌شود. شهر

تهـران به ۲۲ منطقه ۱۳۴ ناحیه و ۳۷۴ محله تقسـیم شـده اسـت. وسـیع ترین منطقه شـهری تهـران منطقه ۴ بـا ۷۳ کیلومترمربع و پـس از آن منطقه ۵ بـا ۵۹ کیلومترمربع در مرتبـه بعد قرار دارد و در مقابل کم وسـعت‌ترین مناطق شـهر تهران مناطق ۱۰ و۱۷ با ۸ کیلومترمربع هسـتند. جمعیت شهر تهران و مناطق ۲۲گانه برابر با ۸۷۳۷۵۱۰ نفراست و در میان مناطق شهر تهران بیشترین جمعیت مربوط به منطقه ۴ با۸۶۵۴۵۷ نفر و پس از آن منطقه ۵ با ۸۴۸۴۳۳ نفر بوده است و کمترین جمعیت به منطقه ۲۲ با جمعیت۱۴۰۵۶۷ نفر اختصاص داشته است. (شکل ۱)

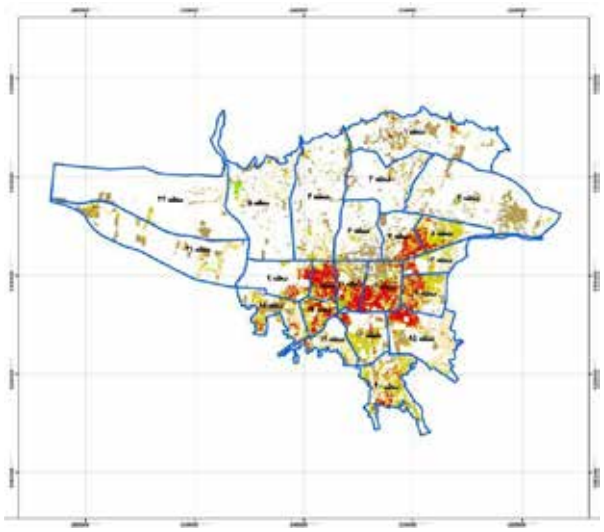
شهر تهران براسـاس شـاخص‌های مصوب ۵ درصد مساحت شـهر(۳۲۶۸ هکتار) بافت فرسوده است که ۱۵٪ جمعیت را در بر گرفته است. ۹۶٪ از بافت فرسوده در مناطق ۷ الی ۲۰ قرار دارند و ۸۵ درصد آن پایین خط انقلاب، آزادی و دماوند هسـتند. مناطق ۱۲، ۱۰، ۱۴، ۱۷و۱۵به لحاظ وسعت بیشترین میزان بافت فرسوده را در شـهر تهران دارند. حدود ۵۰٪ محلات شهر تهران با مشکل فرسودگی مواجه هستند.

بافت تاریخی و قدیمی شـهر تهـران در محدوده حصار صفوی و ناصری واقع شـده اسـت. شـهر تهـران از یک حصـار صفوی حدود ۶۷۰ هکتار و با پیشـینه و تاریخچه ۴۰۰ساله و حصار ناصری با ۲۹۰۰ هکتار است. بافت‌های تاریخی و قدیم تهران در این حصار واقع شده است. محدوده حصار ناصری از جنوب به خیابان شوش، از غرب خیابان کارگر، از شـرق به خیابان۱۷شـهریور و از شمال به خیابان انقلاب محدود می‌شـود. بیشترین بافت قدیمی در منطقه ۱۲تهران با۱۶۴ بنا و بیشترین حجم از بافت تاریخی و قدیمی را در خود جای داده اسـت. منطقه ۱۲ از نظـر تاریخی از اهمیت بالایی برخوداراسـت این منطقه بخش اصلی مرکز تاریخی شهر تهران را شامل می‌شود و ۲۷ درصد از سطح منطقه ۱۲بیش از ۴۰۰ سال و۷۳ درصد از بافت بیش از ۲۰۰سـال قدمت دارد. (سلطانی‌فر و قاسمی، ۱۳۹۷ ص ۳۲) پـس ازآن منطقه ۱۱با بناهای مسـکونی و خدماتی عمومی با ارزش تاریخی خاص از اهمیت برخوردار است.

بحث وتحلیل یافته‌های تحقیق

در این تحقیق، جهت نیل به هدف نهایی، از مدل‌های AHP و FUZZY-AHP اسـتفاده گردیده اسـت که در ادامه به تشریح هر یک می‌پردازیم.

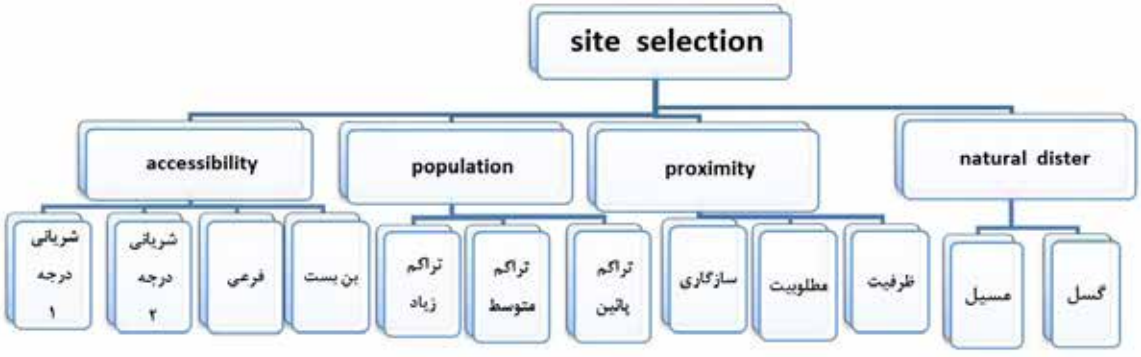
شکل شمارهٔ ۱: موقعیت شهر تهران و مناطق ۲۲گانه شهرداری تهران



شکل شمارهٔ ۲: موقعیت و حجم بافت فرسوده شهر تهران

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرایند تحلیل سلسـله مراتبـی یکی از جامع‌ترین سیسـتم‌های طراحی شـده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است و بنا به تعریف AHP عبارتست از یک روش تصمیم‌گیری که توسط، آن می‌توان تصمیماتی که وابسـته به معیارهای مختلف اسـت را اتخاذ نمود. یک روش اساسـی جهت آزمـون مدل AHP روش



شکل شمارهٔ ۳: نمایش گرافیکی هدف، معیارها و زیرمعیارها مکان‌یابی

مقایسه‌ای دوتایی است و شامل سه گام اصلی الف- تولیدماتریس مقایسه دوتایی ب- محاسبه وزن معیارها ج- برقراری سازگاری سیستم. اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسأله می‌باشد که درآن هدف، معیارها و زیرمعیارها نشان داده می‌شود.

الف- ایجاد ماتریس مقایسه‌ای دوتایی

این مقیاس مقایسه، تصمیم گیرنده را قادر می‌سازد تا دانش و تجربه را به طور شهودی (حسی) متحد ساخته و تعیین کند که یک عنصر تا چند برابر بر عنصر دیگر با لحاظ معیار غالب است. این مقیاس، از نوع اعداد صحیح است. برای ایجاد ماتریس دوتایی از طریق غربال کردن که مقادیر از ۱ تا ۹ را برای تعیین میزان اولویت نسبی دو معیار به کار گرفته استفاده شده است. (جدول ۳) به این ترتیب که برای تعیین ضریب اهمیت معیارها دو به دو باهم مقایسه گردیده‌اند. برای تعیین عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و میزان اهمیت این معیارها نسبت به هم نیز از کتب، و مطالعات انجام‌شده در این زمینه و همچنین نظرات کارشناسان مربوطه استفاده شده است.

جدول شمارهٔ ۳: مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً ترجیح
۷	خیلی زیاد ترجیح
۵	خیلی ترجیح
۳	کمی ترجیح
۱	ترجیح یکسان
۸,۶,۴,۲	ترجیحات بین فواصل فوق

ب-محاسبه وزن معیارها

با توجه به جدول بالا، معیارها و زیرمعیارهای منتخب را با یکدیگر مقایسه نموده و پس از انجام مراحل زیر اوزان نهایی هریک از آنها بدست آمده که در جدول شماره (۴) آورده شده است.

* تشکیل ماتریس داده و اوزان معیارهای هریک از ستون‌ها را به طور جداگانه جمع می‌نماییم.
* هریک از وزن‌ها را بر جمع هر ستون تقسیم می‌نماییم و ماتریس جداگانه‌ای به نام ماتریس نرمالیزه تشکیل می‌دهیم.
* جهت بدست آوردن اوزان نهایی، میانگین ارقام هریک از سطرهای ماتریس نرمالیزه را حساب می‌نماییم.

نتیجه جدول ۴ نشان می‌دهد تراکم بالا و سازگاری و دسترسی بیشترین وزن را به خود اختصاص داده و سایر معیارها نیز به ترتیب دارای وزن‌های متوسط و ضعیف هستند.

ج- برقراری سازگاری سیستم

یک ماتریس ممکن است سازگار یا ناسازگار باشد (اگر A دو برابر B اهمیت داشته باشد و B سه برابر C مهم باشد، چنانچه A شش برابر C اهمیت داشته باشد این قضاوت را سازگار و در غیر این صورت ناسازگار می گوئیم) در ماتریس سازگار، محاسبه وزن، ساده می‌باشد و با استفاده از نرمالیزه کردنِ تک‌تک ستون‌ها به دست می‌آید، در حالی که برای محاسبه‌ی وزن در ماتریس ناسازگار چندین روش ذکر گردیده است. علاوه بر محاسبه‌ی وزن در ماتریس‌های ناسازگار که قبلاً مورد بحث واقع شد، محاسبه‌ی مقدار C ناسازگاری از اهمیت بالایی برخوردار است. اگر ضریب مذکور بیشتراز ۰/۱ باشد به این معنا است که محاسبات انجام شده خطا می‌باشد و می‌بایستی که عملیات و فرآیند وزن‌دهی مجدداً انجام گیرد و در صورتی که پائین‌تر از رقم مذکور باشد، نشان‌دهنده صحت فرآیند وزن‌دهی است. در این تحقیق، با توجه به نتایج بدست آمده ضرایب، کمتر از ۰/۱ می‌باشد و نشان‌دهنده‌ی صحت و درستی فرایند وزن‌دهی است. در مورد این پژوهش نسبت سازگاری ۰/۱ می‌باشد که مساوی ۰/۱ می‌باشد که این سطح قابل قبولی از توافق را در مقایسه دوتایی نشان می‌دهد.

الگوریتم فازی - تحلیل سلسله مراتبی(FUZZY- AHP)

اگرچه روش AHP یکی از متداول‌ترین روش‌های ارزیابی چند معیاره است که در بسیاری از مسائل تصمیم‌سازی مکانی برای گردآوری نظریات کارشناسان استفاده می‌شود. اما در AHP مرسوم شیوه تفکر و تصمیم گیری انسان به درستی لحاظ نمی‌شود و درجه اطمینان تصمیم‌سازان و ریسک موجود در فرآیند تصمیم‌سازی در نظر گرفته نمی‌شود. تلفیق روش AHP با منطق فازی منجر به لحاظ شدن عدم قطعیت و عدم دقت موجود در مسائل به منظور تطابق بیشتر با واقعیت می‌شود. بکارگیری روش AHP Fuzzy امکان استفاده از دیدگاه‌ها و سلایق گوناگون و برآیند نظریات در فعالیت‌های شهری و حل مسائل مربوط به آن همراه با توجه به عدم قطعیت ذاتی موجود در نظریات را فراهم می‌کند. به همین دلیل روش AHP Fuzzy در این تحقیق بکار گرفته شد.

جدول شمارهٔ ٤: اوزان نهایی معیارهای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

کسل	مسیل	ظرفیت	مطلوبیت	سازگاری	تراکم پایین	تراکم متوسط	تراکم بالا	بن بست	فرعی	شریانی درجه ۲	شریانی درجه ۱	مخاطرات طبیعی	مجاورت	جمعیت	دسترسی	شرح
۰,۳۳۳	۰,۶۶۶	۰,۱۰۵	۰,۲۵۸	۰,۶۲۷	۰,۰۷	۰,۲۲۳	۰,۷۰۷	۰,۰۴۱	۰,۱۱۳	۰,۲۷۳	۰,۵۷۳	۰,۰۷۹	۰,۱۴	۰,۲۸	۰,۴۹۸	دسترسی

تشریح فرایند وزن‌دهی از طریق مدل FUZZY- AHP

- ساخت ماتریس مقایسه زوجی

در ایـن روش ابتدا هر یک از تصمیم‌سـازان (D_k)، مقایسـه زوجـی را بـرای معیارها (فاکتورهـا) شـبیه روش AHP انجام می‌دهد. (علی محمدی، ۱۳۸۸)

K=1,2,……,p i,j=1,2,……,m

$$D_K = \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_m \end{matrix} \begin{bmatrix} b_{11k} & b_{12k} & \dots b_{1mk} \\ b_{21k} & b_{22k} & \dots b_{2mk} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{m1k} & b_{m2k} & \cdots b_{mmk} \end{bmatrix}$$

که رتبه (b_{ijk}) نشـان‌دهنده اهمیت نسبی بین دو معیار است که توسـط تصمیم‌ساز K ارائه شده اسـت. در مرحله بعدی، با تلفیق همه b_{ijk} ارائه‌شـده از سوی تصمیم‌سازان، ماتریس مقایسه زوجی جامع (D) با استفاده از معادله زیر ساخته می‌شود.

$$L_{ij} = \min(b_{ijk}), i,j = 1,2,\dots,m$$

$$m_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{p} b_{ijk}}{k}\ k = 1,2,\dots,p\ \tilde{b}_{ij} = (L_{ij}, M_{ij}, U_{ij})$$

$$U_{ij} = \max(b_{ijk})$$

که b_{ij} بیان‌کننده اهمیت نسبی بین دو معیار با اعداد فازی مثلثی است.

$$D=\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & b_{2m} \\ b_{m1} & b_{m2} & b_{mm} \end{bmatrix}$$

بـه منظور تعییـن وزن (W_i) متناظر با هر معیـار (C_i)، معادله‌ای برای محاسبه وزن‌های نسبی بین همه معیارها تعیین می‌شود.

$$\widetilde{w}_i = \frac{\sum_{i=1}^{m} \tilde{b}_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} \tilde{b}_{ij}}$$

وزن نهایی معیارها و زیر معیارهای منتخب در جدول شـماره ۵ آمده شده است.

جدول شمارهٔ ۵: جدول نهایی وزن معیارها و زیر معیارها بر اساس AHP Fuzzy

شرح		وزن نهایی
معیارهای اصلی	دسترسی	۰,۴۷۶
	جمعیت	۰,۲۹۷
	مجاورت (مراکز امدادی)	۰,۱۴۸۸
	مخاطرات طبیعی	۰,۰۷۷۴
زیرمعیارهای دسترسی	شریانی درجه ۱	۰,۴۹۷
	شریانی درجه ۲	۰,۲۹۶
	خیابان‌های فرعی	۰,۱۶۷۸
	بن‌بست	۰,۰۳۸۶
زیرمعیارهای جمعیت	تراکم بالا	۰,۶۶۲
	تراکم متوسط	۰,۲۶۷
	تراکم کم	۰,۰۷
زیرمعیارهای مجاورت	شعاع ۲۰۰ متر	۰,۳۸۵
	شعاع ۵۰۰ متر	۰,۲۹۲
	شعاع ۱۰۰۰ متر	۰,۲۱۴
	شعاع بیش از ۱۰۰۰ متر	۰,۱۰۹
زیرمعیارهای مخاطرات طبیعی (مسیل)	شعاع ۵۰ متر	۰,۰۳
	شعاع ۱۰۰ متر	۰,۰۶
	شعاع ۲۰۰ متر	۰,۱۱
	شعاع ۵۰۰ متر	۰,۱۹
	شعاع ۱۰۰۰ متر	۰,۲۸
	شعاع بیش از ۱۰۰۰ متر	۰,۳۵
زیرمعیارهای مخاطرات طبیعی (گسل)	شعاع ۲۵۰ متر	۰,۰۳۱
	شعاع ۵۰۰ متر	۰,۰۶۳
	شعاع ۱۰۰۰ متر	۰,۱۲۱
	شعاع ۲۵۰۰ متر	۰,۱۸۶
	شعاع ۵۰۰۰ متر	۰,۲۶۷
	شعاع بیش از ۵۰۰۰ متر	۰,۳۳۲

درجدول ۵ چهار معیار اصلی تاثیرگذار به ترتیب اهمیت دسترسی، جمعیت، مجاورت و مخاطرات طبیعی سـنجش شده که جمعیت و دسترسـی بیشترین وزن را و از سـوی دیگر ۲۷ زیرمعیار طرح‌ریزی گردیده که زیرمعیارهای دسترسی(شـریانی درجه ۱و۲) و زیرمعیار جمعیت (تراکم بالا) بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند.

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

همان طور که در بخش‌های قبل تشریح گردید، در این تحقیق، جهت وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارهای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشـانی در بافت فرسـوده شـهر تهران از مدل‌های AHP و FUZZU- AHP اسـتفاده گردید که در جدول ذیل، نتایج حاصله از مدل‌های مذکور به طور مقایسـه‌ای نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌گردد، اوزان معیارها در مدل FUZZU- AHP نسـبت به مدل AHP تعدیل گردیده و به واقعیت نزدیک‌تر شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که از بین عوامل مهم دسترسی، تراکم جمعیت، مجاورت و مخاطرات محیطی عامل دسترسـی با ۰/۴۷۶بیشـترین وزن را در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسوده شهر تهران به خود اختصاص داده است.

جدول شمارهٔ ٦: مقایسه اوزان به دست آمده از مدل‌های AHP و FUZZY-AHP

معیار	وزن	
	AHP	FUZZY-AHP
دسترسی	۰/۴۹۸	۰/۴۷۶
تراکم جمعیت	۰/۲۸	۰/۲۹۷
مجاورت	۰/۱۴	۰/۱۴۸۸
مخاطرات طبیعی	۰/۰۷۹	۰/۰۷۷۴

ایستگاه‌های آتش‌نشانی به عنوان مکان‌های استقرار و انتظار خودروهای آتش‌نشانی و امداد، از جمله مراکز مهم و حیاتی خدمات‌رسانی در شهرها هستند که نقش مهمی در تأمین ایمنی و آسایش شهروندان و توسعه‌ی اقتصادی شهرها ایفا می‌کنند. این اهمیت زمانی زیاد می‌شود که بدانیم این مکان جایی برای آماده‌باش، تمرین و استقرار نیروهای امدادی در کنار نیازهای روزانه آنها از جمله استراحت، اتاق گفتگو و محیط آموزش نیز می‌باشد. بنا بر این عواملی همچون دید و المان شهری و دوری و نزدیکی با محیط‌های پرخطر در تأمین حداقل‌های استاندارد باعث می‌شود که اتخاذ فرایندی صحیح برای مکان‌یابی این ایستگاه‌ها ضروری به نظر برسد. دسترسی یکی از فاکتورهای مهم در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسوده شهر تهران است که نیازمند توجه ویژه به ساختار شبکه ارتباطی است چرا که ناکارآمدی محورهای دسترسی علاوه بر کاهش بهره‌وری سامانه‌های عملکردی شهر و تحلیل هزینه‌های هنگفت در مواقع آتش‌سوزی موجب آسیب‌های جبران‌ناپذیری برای شهروندان می‌گردد. بنا بر این در طرح‌های شهری تهران به خصوص راجع به بافت فرسوده توجه به این نکته ضروری است.

در نهایت پیشنهاداتی به شرح زیر می‌توان ارائه نمود:

* تجدیدنظر کلی در ساختار شبکه ارتباطی بافت‌های فرسوده و اصلاح مجدد شبکه معابر آن و در غیر این صورت مکان‌یابی یک مرکز آتش‌نشانی جدید طبق اصول و ضوابط مکان‌یابی

* اولویت‌بندی و تعیین محدودیت‌ها اصلی و خطوط قرمز و حداقل‌ها در مکان‌یابی و احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسوده و قدیمی شهرها

* باتوجه به کمبود زمین در بافت فرسوده و قدیمی، فراهم‌نمودن ضوابطی برای مکان‌یابی واحداث آتش‌نشانی با حفظ اصول اساسی با ابعاد بهینه دارای کیفیت و کارآمدی

* باتوجه به اینکه بافت فرسوده و قدیمی دارای خیابان‌ها و کوچه‌های کم عرض در مناطق بافت فرسوده تهران می‌باشند، پیشنهاد می‌شود تعدادی شیر آب در آن نواحی مکان‌گزینی و نصب گردد.

* ضروری است سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی در جهت آموزش شهروندان در بافت فرسوده در نحوه استفاده از وسایل اطفاء حریق و آشنایی با کمک‌های اولیه گام‌های مهمی بردارد.

فهرست منابع و مراجع

۱. ایمانی جاجرمی، حسین (۱۳۷۵)، **مطالعه‌ای درباب ایجاد سازمان آتش‌نشانی کشور**، انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری.

۲. پرهیزگار، اکبر(۱۳۸۳)، **ارائه‌ی مدل و ضوابط مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی**، مرکز پژوهش‌های شهری و روستایی

۳. پرهیزگار، اکبر(۱۳۷۶)، **الگوی مناسب مکان‌گزینی خدمات شهری با تحقیق در مدل‌ها**، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.

۴. پوراسکندری، علی(۱۳۸۰)، **پخش و توزیع فضایی سوانح آتش‌سوزی در شهر با استفاده از GIS مطالعه موردی شهر کرج**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران

۵. تومه، آربل (۱۳۹۱)، **طراحی ایستگاه‌های آتش‌نشانی همسان**. تهران: نشر راه دان: سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.

۶. حبیبی، کیومرث، سعید نظری عدلی (۱۳۸۶)، **پیاده‌سازی ماتریس‌های همجواری درسیستم اطلاعات مکانی به منظور تعیین یا تغییر کاربری‌های شهری**، همایش ژیوماتیک، سازمان نقشه‌برداری کشور

۷. دستجردی، غلامرضا (۱۳۷۹)، **مکان‌یابی مرکز خدمات‌رسانی در سطح شهر با استفاده از GIS**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس

۸. رامشت. محمدحسین؛ علیرضا عرب عامری (۱۳۹۰)، «اولویت‌بندی نواحی شهری به منظور تأسیس ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از دو روش تخصیص خطی و Topsisi و باکمک تکنیک GIS (مطالعه موردی شهر ماکو)، **مجله علمی تخصصی برنامه‌ریزی فضایی**، شماره ۱.

۹. شاهینی‌فر، مصطفی، پاهکیده، اقبال، چاره‌جو، فرزین، خالدیان، ژیلا (۱۳۹۹)، «سنجش میزان مشارکت مردمی در نوسازی بافت‌های فرسوده شهری نمونه موردی: بافت قدیم کرمانشاه»، **فصلنامه آمایش محیط**، شماره ۴۸.

۱۰. شهابیان، شهرام (۱۳۷۶)، «مکان‌یابی فضایی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از **GIS** (نمونه موردی ناحیه شهران)»، **مجله شهر نکار**، شماره ۳.

۱۱. شیری، فاطمه، شمس، مجید (۱۳۹۵)، «عوامل موثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با بهره‌گیری از تکنیک تحلیل خوشه‌ای مطالعه موردی شهر همدان»، **فصلنامه آمایش محیط**، شماره ۳۳.

۱۲. وزارت مسکن و شهرسازی (۱۳۹۵)، **سرشماری عمومی نفوس و مسکن**.

۱۳. طحانی، اسدالله، دهمرده پهلوان، مهدی، رضایی، محمد، طحانی، حجت‌الله (۱۳۹۸)، «برنامه‌ریزی بافت‌های فرسوده شهری با تأکید بر مشارکت مردمی نمونه موردی: بافت فرسوده شهرضا»، **فصلنامه علمی مرمت و معماری ایران**، سال نهم، شماره هفدهم.

۱۴. مهندسین مشاورعرصه (۱۳۷۸)، **پژوهشی درباره جایگاه و ابعاد حفاظت شهرها در برابرآتش‌سوزی**، چاپ اول، انتشارات وزارت کشور.

15. Ahadnejad Reveshty, Mohsen (2007). "Site selection study for fire extinguisher stations using network analysis and A. H. P. Model, Case study: city of Zanjan", **Asia map journal**.
16. Badri M. A, Mortagy A. K & Alsayed C. A (1998). "A multi-objective model for locating fire stations", **European Journal of Operational Research**, volume 110, part18.
17. Chevalier, P. , Thomas, I. ,Geraets, D. , Goetghebeur, E. , Janssens, O. , Peeters, D. , & Plastria, F. (2012), "Locationg fire stations: An integrated approach for Belgium". **Socio Economic Planning Sciences**, 46 (2), pp 173-182.
18. Davoodi, M. and Mesgari, M. S. (2018), "A GIS based Fire Station Site Selection using Network Analysis and Set Covering Location Problem (Case study: Tehran, Iran)", **The 2NDInternational Conference on Sustainability, Human Geography and Environment**, December2018
19. F. S. Salman and E. Yücel,(2015) "Emergency facility location under random network damage: Insights from the Istanbul case," **Comput. Oper. Res**., vol. 62, pp. 266–281.

20. Lai, W. E. I. , Han-lun, L. I. , Qi, L. I. U. , Jing-yi, C. , & Yi-jiao, C. U. I. (2011), “Study and implementation of fire sites planning based on GIS and AHP”. **Procedia Engineering**, 11(0), pp 486-495.
21. Murray, Alan T. , (2013), **Optimizing the Spatial Location of Urban Fire Stations**, Fire Safety Journal, In Press, Corrected Proof, Available online 29 April.
22. P. L. Van Den Berg, G. A. G. Legemaate, and R. D. van der Mei, (2017), “Increasing the Responsiveness of Firefighter Services by Relocating Base Stations in Amsterdam,”, **Interfaces**, vol. 47, no. 4, pp. 352–361, May 2017.