

روش: در این مقاله با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی و بهره‌گیری از روش تحلیل شبکه و مدل AHP در محیط GIS، توزیع فضایی، مکان استقرار و شعاع عملکرد ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود شهر تبریز تحلیل و بررسی و ایستگاه‌های جدید مکان‌یابی شدند.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان می‌دهد که شهر تبریز از نظر تعداد و پراکندگی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با کمبود روبه‌روست و الگوی پراکنش این ایستگاه‌ها با توسعه و تراکم شهر متناسب نیست. این ایستگاه‌ها حدود ۶۰ درصد از محدوده ساخته شده شهر و ۳۰ درصد محدوده قانونی شهر را تحت پوشش قرار می‌دهند.

نتیجه‌گیری: با توجه به اولویت‌بندی‌های صورت گرفته این نتیجه به دست می‌آید که مرکز تجاری شهر، بافت فرسوده و حاشیه‌نشین و محلات پرتراکم شهر جز مناطق با اولویت اول قرار دارند. همچنین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده توأمان از مدل AHP و روش تحلیل شبکه در محیط GIS می‌تواند الگوی مناسبی برای مکان‌یابی و اولویت‌بندی احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهرهای مختلف باشد.

کلمات کلیدی: مکان‌یابی، ایستگاه آتش‌نشانی، AHP، تحلیل شبکه، GIS.

ارائه الگویی برای استقرار منطقی

ایستگاه‌های آتش‌نشانی

(نمونه موردی: شهر تبریز)

ابوالقاسم تقی‌زاده فانید^۱، محمدعلی سالکی ملکی^۲، بهزاد رنجبرنیا^۳، معصومه قاسمی خوئی^۴
 ۱. استادیار گروه پژوهش‌های جغرافیایی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
 ۲. نویسنده مسئول: کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
 Email: salekimaleki@gmail.com
 ۳. دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
 ۴. کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
 دریافت: ۹۳/۳/۱۷ پذیرش: ۹۴/۱/۲۵

چکیده

مقدمه: ایستگاه‌های آتش‌نشانی از جمله مراکز مهم و حیاتی خدمات‌رسانی در شهرها در حین بحران و بعد از بحران هستند. بدیهی است خدمات‌رسانی به موقع ایستگاه‌های آتش‌نشانی بیش از هر چیز مستلزم استقرار آنها در مکان‌ها و محدوده‌های مناسب است تا آتش‌نشانان بتوانند در کمترین زمان و بدون هیچ مانع و محدودیت محیط شهری و نیز بروز کمترین آثار منفی بر زندگی ساکنان شهر به محل حادثه برسند و اقدامات لازم را انجام دهند.

مقدمه

عنوان پرخطرترین منطقه کشور به شمار می‌آید. سوابق تاریخی فعالیت گسل‌ها نشان می‌دهد که روزی نه چندان دور، شهر تبریز با زلزله بزرگی مواجه خواهد شد. این در حالی است که این شهر با وجود ۱۸ ایستگاه آتش‌نشانی در سطح شهر نیاز به حداقل تأسیس ۱۲ ایستگاه دیگر دارد. با توجه به این مطالب، این ضرورت جدی احساس می‌شود که با ایجاد یک مدل مناسب و به‌کارگیری انواع داده‌های مکانی و غیرمکانی و انجام تحلیل‌های مربوط در GIS و سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، بتوان به ارزیابی توزیع فضایی و تعداد ایستگاه‌های آتش‌نشانی پرداخت.

با توجه به اهمیت موضوع، مطالعات فراوانی در خصوص مکان‌یابی سایت‌های بهینه آتش‌نشانی انجام گرفته است. بدری و همکاران (۱۹۹۸) در مقاله‌ای تحت عنوان «یک مدل چند منظوره برای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی» با استفاده از یک مدل ۱۱ معیاره و بر اساس زمان سفر به مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر دبی (امارات متحده عربی) پرداخت. با توجه به نتایج تحقیق وی، مدل ارائه شده یک مدل بهینه برای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی است. (۴)

چیوالیر و همکاران (۲۰۱۲) در مقاله‌ای تحت عنوان «مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی: یک رویکرد یکپارچه برای بلژیک» مدلی را ارائه دادند. مدیریت اضطراری در بلژیک بر اساس یک ابزار تصمیم‌گیری است که اصالت این طرح در شامل بودن یک رویکرد مدیریت ریسک در مقیاس ملی می‌باشد. در این تحقیق از GIS نیز برای نمایش انواع اطلاعات استفاده شده است. (۵)

مهم‌ترین تلاش‌های انسانی برای مقابله با بحران، برنامه‌ریزی قبل از بحران و به‌کارگیری آن در هنگام رخداد و بعد از آن است که باعث کاهش مشکلات ناشی از بحران می‌شود. (۱) توزیع بهینه کاربری‌ها و مراکز خدماتی مسئله‌ای است که اغلب اوقات برنامه‌ریزان با آن سر و کار دارند. زیرا به دلیل رشد پرشتاب جمعیت و کالبد شهرها، مشکلاتی مانند کمبود و توزیع فضایی نامناسب کاربری‌ها به وجود آمده است. (۲) از میان کاربری‌ها و خدمات موجود در شهر، توزیع و مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دلیل اهمیت و توجه روز افزون به ایمنی در شهرها و ارائه تمهیداتی در زمینه پیشگیری و مقابله با آتش‌سوزی و حادثه اهمیت قابل توجهی دارد. بدون تردید در میان تمامی روش‌های موجود برای پیشگیری و کاهش تلفات و خسارات ناشی از آتش‌سوزی‌ها در مناطق شهری، برنامه‌ریزی شهری از طریق وضع استانداردها، ضوابط و مقررات مربوطه می‌تواند سهم قابل توجهی در کاهش خسارات جانی و مالی و نیز تأمین ایمنی بیشتر برای شهروندان در بلندمدت داشته باشد، این امر در شهرهای ایران که اکثراً دارای بافتی فشرده و متراکم با شبکه‌های دسترسی نامناسب هستند حساسیت بیشتری را در وضع استانداردها و ضوابط می‌طلبد تا در مواقع اضطراری و وقوع حوادث در این بافت‌ها، عملیات امدادرسانی به ساکنان به موقع انجام گیرد. (۳)

شهر تبریز به عنوان چهارمین شهر پرجمعیت کشور با جمعیتی در حدود یک میلیون و چهارصد هزار نفر در سال ۱۳۸۵، از نظر پهنه‌بندی خطر زلزله به

از شعاع پوشش استاندارد (۳ تا ۵ دقیقه) می‌باشد.
(۹)

مشکینی و همکاران (۱۳۸۹)، به تحلیل فضایی - مکانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی هسته مرکزی تهران پرداختند و در نهایت سایت‌هایی به منظور احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی پیشنهاد کردند که به کمک ایستگاه‌های موجود قادرند کل منطقه را تحت پوشش قرار دهند. (۱۰)

همچنان که ذکر شد تحقیقات بسیاری در این زمینه انجام گرفته است، اما وجه تمایز همه مقالات روش انجام و معیارهای مؤثر در مکان‌یابی است. در این مقاله، در بحث روش انجام کار، از ترکیب ۲ روش تحلیل شبکه و تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است که این ترکیب در تعداد محدودی از تحقیقات استفاده شده است. در بحث معیارها از ۷ معیار متنوع بهره گرفته شد. در انتخاب معیارها بیشترین تمرکز بر مدیریت بحران و خطرات احتمالی ناشی از زلزله در کنار معیارهای دسترسی و شهرسازی است. در واقع، منطق اصلی در انتخاب معیارها خدمات‌رسانی به مکان‌هایی است که اولاً احتمال خطر و بروز سانحه در آنها بیشتر است و ثانیاً حضور انسان در این مکان‌ها بیشتر است. در حالی که در سایر تحقیقات انجام شده بیشترین تأکید بر معیارهای شهرسازی و در دسترس بوده است. علاوه بر موارد مذکور، بعد از اولین تحقیق در سال ۱۳۷۶ (۶) این دومین تحقیق در محدوده جغرافیایی شهر تبریز است که به لحاظ روش کاملاً متفاوت است.

روش تحقیق

روش تحقیق این مقاله، توصیفی - تحلیلی و نوع آن کاربردی است. ابزار مورد استفاده برای مدل‌سازی

پرهیزکار و همکاران (۱۳۷۶) در پژوهشی با عنوان «الگوی مناسب مکان‌گزینی مراکز خدمات شهری» به مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با در نظر گرفتن ۵ عامل جمعیت، وسعت، توپوگرافی، شبکه ارتباطی و سطح کاربری‌ها در شهر تبریز پرداختند و به این نتیجه رسیدند که کاربرد توأم مدل ریاضی فاصله و توانمندی‌ها و قابلیت‌های GIS شهری، الگوی مناسب برای مکان‌گزینی مراکز خدمات شهری است. (۶)

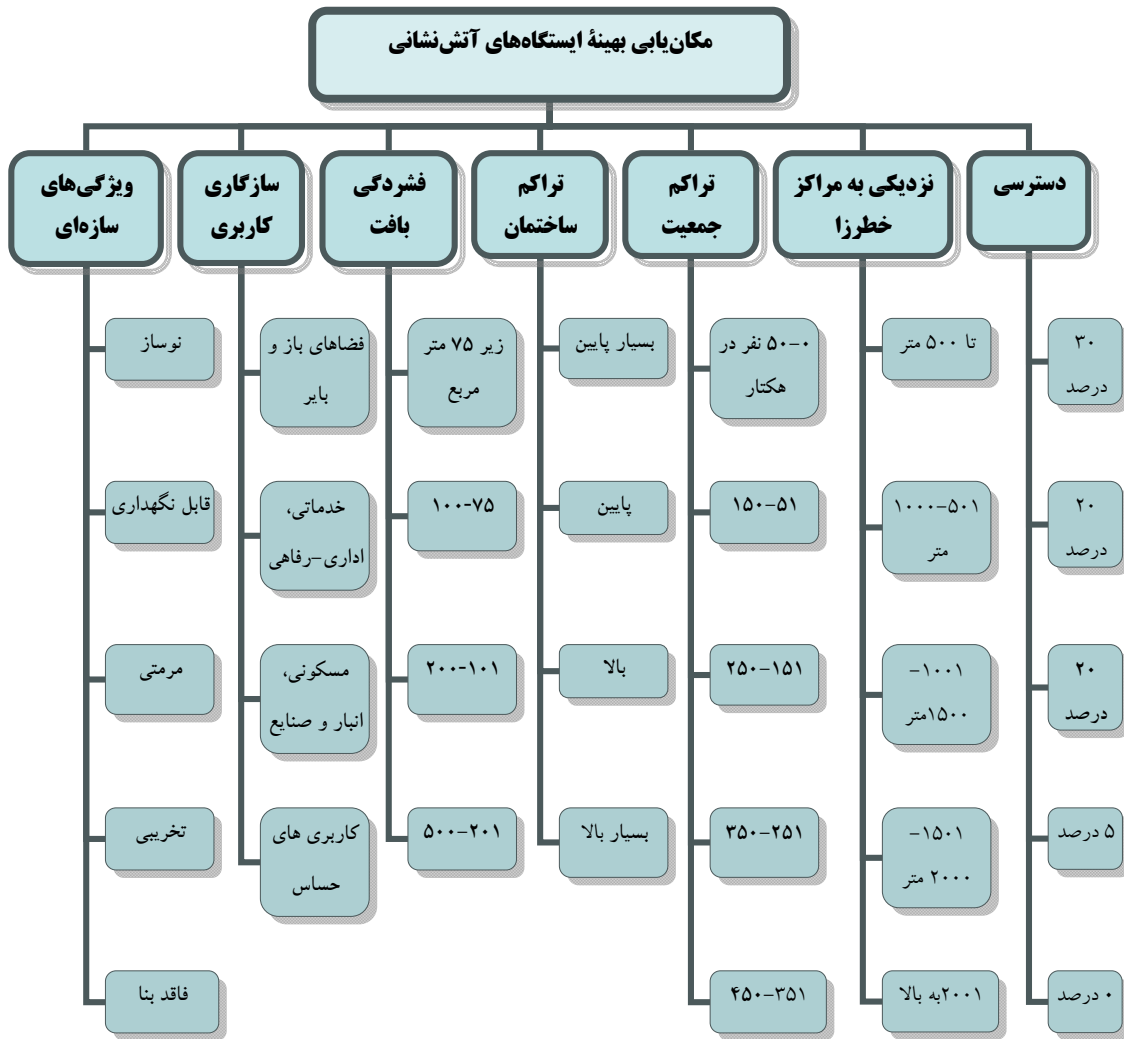
عدلی (۱۳۸۵)، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد، با استفاده از GIS و مدل منطق‌فازی به مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر گرگان پرداخته است وی پس از اولویت‌بندی مناطق مختلف شهر برای تأسیس ایستگاه‌ها، با در نظر داشتن موقعیت کنونی آنها از یک طرف و جابجایی پنجره‌ای نقاط در نقشه اولویت‌بندی شهر و در تناظر با شبکه حمل و نقل شهری، مکان‌های جدید پیشنهاد کرده است. (۷)

هادیانی و همکاران (۱۳۸۸)، در مقاله خود با استفاده از روش تحلیل شبکه و مدل AHP در محیط GIS، به مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر قم پرداختند و به این نتیجه رسیدند که الگوی پراکنش ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر قم در وضع موجود از الگوی مناسبی برخوردار نیست و فاصله زمانی رسیدن خودروهای آتش‌نشانی به آخرین نقطه منطقه تحت پوشش خود بیش از ۵ دقیقه می‌باشد. (۸)

نظریان و همکاران (۱۳۸۸)، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به ارزیابی توزیع فضایی و مکان‌یابی آتش‌نشانی شهر شیراز پرداخت و نتیجه گرفت که بیش از نیمی از محدوده فعلی شهر، خارج

جغرافیایی تبدیل به لایه های اطلاعاتی با فرمت پشتیبان GIS شدند. برای این کار اطلاعات و داده‌های مکانی با استفاده از نقشه‌های ۱/۲۰۰۰ شهری، تصاویر ماهواره‌ای، برداشت میدانی و GPS جمع‌آوری و به فرمت‌های مخصوص نرم‌افزار GIS تبدیل شد. آخرین مرحله نیز همپوشانی و استخراج نقشه نهایی بود که توسط توابع تحلیلی نرم‌افزار ARC GIS انجام گرفت. معیارها و زیرمعیارهای پژوهش حاضر عبارتند از:

GIS است و مبنای روش به کار گرفته شده در این فرایند، لایه‌بندی عوارض و تحلیل شبکه است. تحقیق به طور کلی در ۳ مرحله انجام شده است. مرحله اول، شناسایی و امتیازدهی معیارهای مؤثر است که برای انجام آن با استفاده از اسناد کتابخانه‌ای و نظرات کارشناسی معیارها مشخص و وارد مدل AHP شد. اوزان نهایی نشان‌دهنده میزان تأثیر هر معیار با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice به دست آمد. در مرحله بعدی معیارهای ذکر شده برای استفاده در سیستم اطلاعات



تصویر شماره ۱: نمودار درختی فرایند تحلیل سلسله مراتبی

تهیه اطلاعات پایه و مطالعات میدانی

همچنان که گفته شد برای تهیه اطلاعات پایه مورد نیاز تحقیق ابتدا از داده‌های موجود از قبیل نقشه‌های ۱/۲۰۰۰ شهری و تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد. بخشی از اطلاعات مکانی که در دسترس نبود با استفاده از مطالعات میدانی از قبیل برداشت میدانی برای به روز کردن نقشه‌های کاربری اراضی و تصحیح ابعاد قطعات و استفاده از GPS برای برداشت نقاط جدید از قبیل کاربری‌های تازه احداث ایستگاه‌های موجود آتش‌نشانی به دست آمد.

روش تحلیل شبکه^۱

شبکه، مجموعه‌ای از عوارض خطی مرتبط است که از طریق آن مواد کالا و افراد منتقل می‌شوند یا در امتداد آن انتقال صورت می‌گیرد. مدل‌های شبکه‌ای در GIS به مثابه نماد سازی انتزاعی از مؤلفه‌ها و ویژگی‌های هم‌تایشان در جهان واقعی هستند. شبکه مجموعه‌ای از عوارض خطی است که از دو عامل لبه و تقاطع تشکیل می‌گردد. شبکه معابر یک شهر نمونه‌ای از لبه‌ها با اتصالات است. لبه‌ها از طریق تقاطع با یکدیگر مرتبط شده و از طریق لبه‌ها جریان منابع صورت می‌گیرد. از آنجایی که عوارض موجود در شبکه دارای شکل و هندسه می‌باشد، چنین شبکه‌ای به نام شبکه هندسی نامیده می‌شود. برای هر شبکه هندسی یک شبکه منطقی وجود دارد که دارای یک ساختار داده‌ای پشت صحنه است که عناصر و تقاطع را ذخیره کرده و ارتباط بین آنها را که در نتیجه توپولوژی ایجاد شده حفظ می‌نماید.

(۲۱)

روش تحلیل شبکه، ابزاری مفید در تحلیل توزیع آب، جریان رودخانه و جریان ترافیک است. تحلیل‌گر شبکه^۲ در یافتن محدوده خدمات سرویس‌دهی در شبکه، پلی‌گونی دور خدمات خاص (مانند پارک‌های شهری) ترسیم می‌کند و بر اساس زمان تعریف شده و محدودیت دسترسی‌ها محدوده خدمات‌رسانی آن را مشخص می‌نماید. (۲۲) تحلیل‌گر شبکه تحلیل‌های فضایی بر مبنای شبکه اعم از مسیریابی، برای سفر، نزدیک‌ترین خدمات، شعاع خدمات‌رسانی و تحلیل مبدأ-مقصد فراهم می‌آورد. با استفاده از تحلیل شبکه می‌توان به صورت پویا شرایط طبیعی شبکه را از قبیل نوع شبکه، محدودیت ارتفاع، محدودیت سرعت و سرعت متغیر بر اساس ترافیک را مدل‌سازی کرد. با استفاده از این تحلیل می‌توان به راحتی از داده‌های شبکه‌ای مدل‌های پیچیده شبکه ساخت. (۲۳)

برای مکان‌یابی خدمات شهری جدید ابتدا باید شعاع عملکرد خدمات شهری مشخص شود که از روی آن کمبودهای خدماتی مشخص شده و مکان‌یابی سایت‌های جدید انجام شود. در اکثر پروژه‌های مکان‌یابی برای تعیین این شعاع از ابزار بافر^۳ استفاده می‌شود که یک شعاع دایره‌ای به اندازه مشخص تعیین می‌شود، اما این امر اساس و پایه علمی ندارد زیرا دسترسی به این مراکز فقط از طریق شبکه معابر امکان‌پذیر است. در این تحقیق برای این امر از ابزار New Service Area از توابع ابزار تحلیل‌گر شبکه و نقشه شبکه معابر شهر تبریز استفاده شده

² Network analyst

³ Buffer

¹ Network analysis

صورت نرخ نهایی جان‌شینی؛ ج) ایجاد سازگاری منطقی از اندازه‌گیری.

از این مدل به طور گسترده برای حل مسائل و تصمیم‌گیری‌های پیچیده استفاده می‌شود. (۱۴)

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه این پژوهش، کل شهر تبریز است که در شمال غربی ایران و مرکز استان آذربایجان شرقی است. شهر تبریز به عنوان بزرگ‌ترین متروپل شمال غرب ایران با وسعتی حدود ۲۵۲۳۱ هکتار در ۳۸ عرض شمالی و ۱، ۳۸، ۴۶ طول شرقی با ارتفاع متوسط حدود ۱۳۴۰ متر در جلگه ای به نام جلگه تبریز واقع شده است. فلات آذربایجان که شهر تبریز در آن واقع است، حلقه اتصال بین فلات ایران با فلات ارمنستان از سوی شمال و فلات آناتولی از سوی غرب است. جلگه تبریز در مرکز این فلات در ضلع شرقی کرانه‌های دریاچه ارومیه قرار گرفته و بخشی از جلگه بزرگ کنار دریاچه ارومیه محسوب می‌شود. بستر طبیعی شهر در میان دو رشته ارتفاعاتی واقع گردیده است که در راستای سمت شرقی شهر، ارتفاعات شمالی با انحراف حدود ۳۰ درجه نسبت به راستای شرقی - غربی و ارتفاعات جنوبی نیز با همان راستا به همدیگر نزدیک می‌شوند. موقع جغرافیایی، استقرار شهر در محل مقاطع دره‌ها و شیب‌های ملایم به همراه عوامل اقتصادی و انسانی به ویژه مرزهای سیاسی و فرهنگی، طرق ارتباطی داخلی و راه‌های ترانزیتی تبریز به کشورهای همجوار شوروی سابق، ترکیه و عراق باعث ایجاد یک موقعیت ممتاز و استراتژیک برای شهر تبریز شده است. به عبارتی عوامل فوق برای شهر موقعیتی چهارراهی ایجاد کرده

است که در نهایت میزان دسترسی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در سطح شهر تبریز مشخص شده است.

شعاع عملکرد ایستگاه‌های آتش‌نشانی

یک خودروی آتش‌نشانی در ۵ دقیقه حداکثر ۲/۹ کیلومتر مسافت را به طور مستقیم طی می‌کند. البته زمان آمادگی و حرکت خودروها که بین ۱ تا ۲ دقیقه است جزء این زمان نیست. (۱۱) بر اساس استانداردهای موجود، حداکثر زمان رسیدن خودروهای آتش‌نشانی به محل حادثه، ۳ تا ۵ دقیقه است که این زمان از هنگام خروج خودروهای آتش‌نشانی از ایستگاه محاسبه می‌شود و شعاع دسترسی در این زمان بین ۱۷۵۰ تا ۲۰۰۰ متر محاسبه می‌شود. در پژوهش حاضر، استاندارد ۳ تا ۵ دقیقه با سرعت ۴۰ کیلومتر بر ساعت و طی مسیر ۲۰۰۰ متری برای شهر تبریز در نظر گرفته شده است که برای مشخص کردن شعاع دسترسی روی نقشه از این استاندارد استفاده شده است.

مدل تحلیل سلسله مراتبی^۱

این روش که توسط ساعتی پیشنهاد شد، (۱۲) روشی انعطاف‌پذیر و کمی برای انتخاب میان گزینه‌ها مبتنی بر عملکرد نسبی آنها نسبت به چند معیار مورد علاقه است. (۱۳) مدل تحلیل سلسله مراتبی، تصمیم‌گیری‌های پیچیده را از طریق ساختار گزینه‌ها در یک چارچوب سلسله مراتبی حل می‌کند. اساس این روش مبتنی بر مقایسات زوجی یا دو به دویی آلترناتیوها و معیارهای تصمیم‌گیری است و کاربرد آن بر سه اصل استوار است؛ الف) برپایی یک ساختار و قالب رده‌ای برای مسئله؛ ب) برقراری ترجیحات از طریق مقایسات خروجی (به

¹ Analytic Hierarchy Process (AHP)

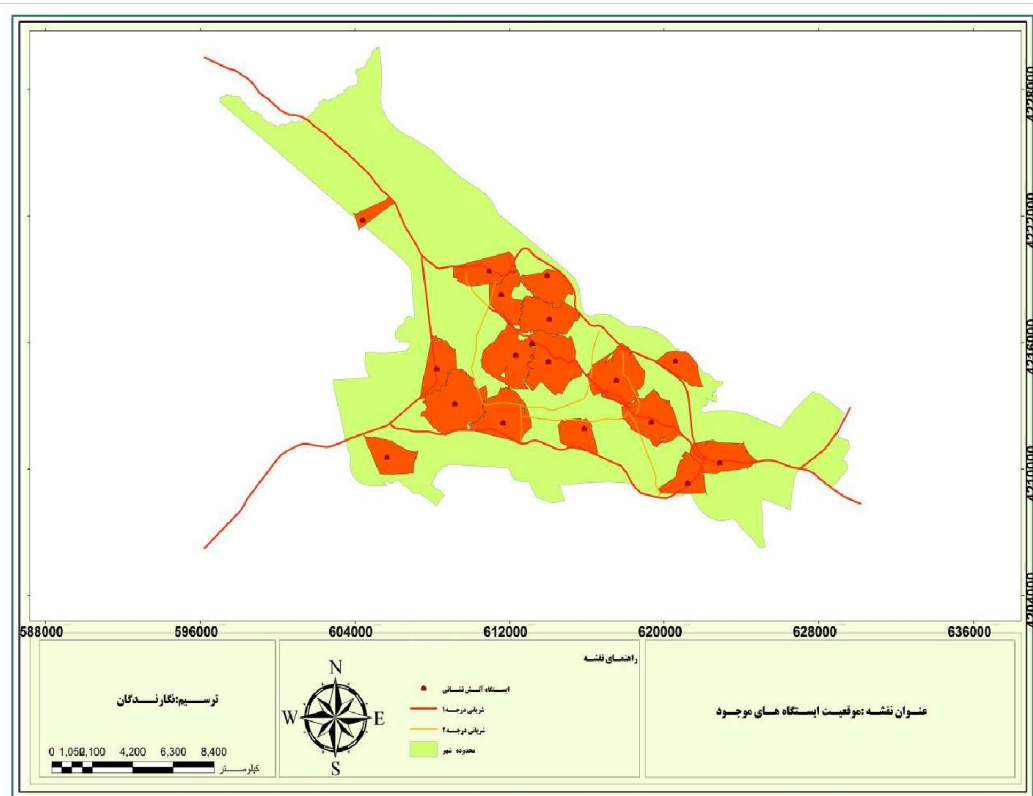
پوشش این ایستگاه‌ها در کلان شهر تبریز، استفاده شد. نتیجه به دست آمده گویای پوشش ناکافی تمام فضای شهر توسط ۱۸ ایستگاه موجود است. به طوری که بر اساس طرح جامع کلان شهر تبریز، فقط ۳۰ درصد محدوده شهر و ۶۰ درصد محدوده ساخته شده شهر را پوشش می‌دهند. این مسئله، نشان دهنده نیاز فوری شهر برای مکان‌یابی و احداث ایستگاه‌های جدید در نقاط خارج از محدوده تحت پوشش است. (نقشه شماره ۲)

است (۱۵) جمعیت این شهر در سرشماری نفوس و مسکن سال ۹۰، در حدود ۱۴۹۴۹۹۸ نفر برآورد شده است. (۱۶)

یافته‌های پژوهش

در شهر تبریز ۱۸ ایستگاه‌های آتش‌نشانی وجود دارد. با توجه به پراکنش غیرمنطقی این ایستگاه‌ها در این پژوهش از روش Network Analyst برای تحلیل وضعیت موجود توزیع فضایی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و بررسی شعاع عملکردی آنها و مشخص کردن مناطق خارج از محدوده‌های تحت

نقشه شماره ۲: موقعیت ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود در شهر تبریز و شعاع عملکردشان (طرح جامع شهر تبریز، محاسبات نگارندگان)



ارائه الگویی برای استقرار منطقی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

جدول شماره ۲: ماتریس مقایسه دوتایی معیارهای ارزیابی (محاسبات: نگارندگان)

معیار	دسترسی	سازگاری کاربری اراضی	تراکم جمعیت	تراکم ساختمان	فشردگی بافت	فاصله از مراکز خطرزا	کیفیت ابنیه
دسترسی	۱	۸	۳	۸	۴	۲	۹
سازگاری کاربری اراضی	-	۱	۰/۵	۱	۰/۵	۰/۱۴	۲
تراکم جمعیت	-	-	۱	۲	۱	۰/۵	۴
تراکم ساختمان	-	-	-	۱	۰/۵	۰/۲۵	۳
فشردگی بافت	-	-	-	-	۱	۰/۵	۵
فاصله از مراکز خطرزا	-	-	-	-	-	۱	۷
کیفیت ابنیه	-	-	-	-	-	-	۱

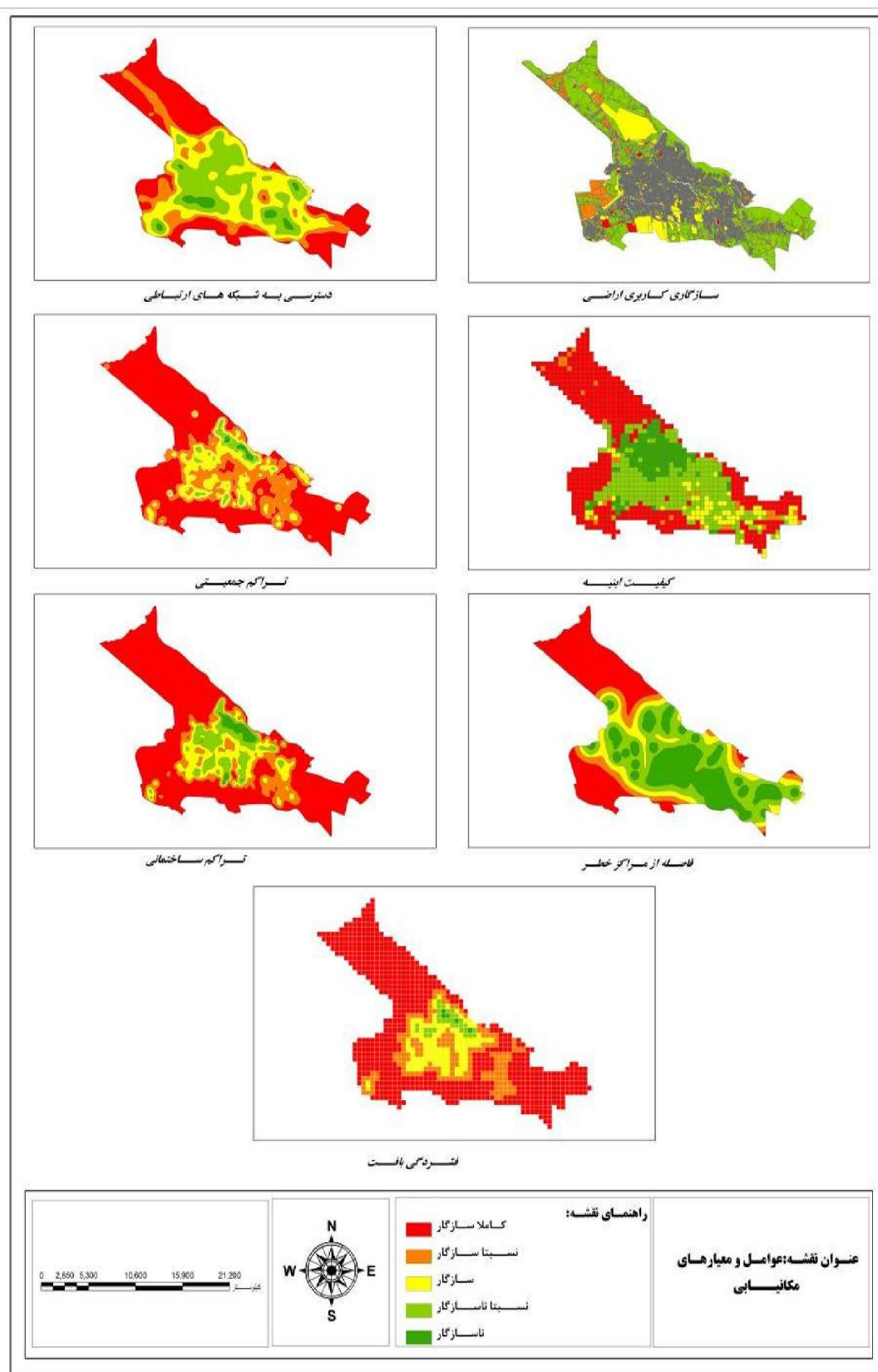
مقایسه دو دویی معیارها

برای اجرای مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تحصیل اوزان معیارهای تحقیق ابتدا باید پرسشنامه نخبه که حاوی سؤال‌هایی در ارتباط با نسبت تأثیر معیارها تحقیق به صورت دو به دو است طراحی شده مابین نخبگان و برگزیدگان پخش شود. در این تحقیق از کارشناسان و نخبگان رشته‌های عمران، جغرافیا و شهرسازی استفاده شده است. پس از تکمیل پرسشنامه با استفاده از میانگین هندسی اوزان تخصیصی به معیارها توسط نخبگان برای یافتن اوزان نهایی ماتریس مقایسات زوجی تشکیل داده شد که جدول شماره ۲ نشان دهنده این ماتریس است.

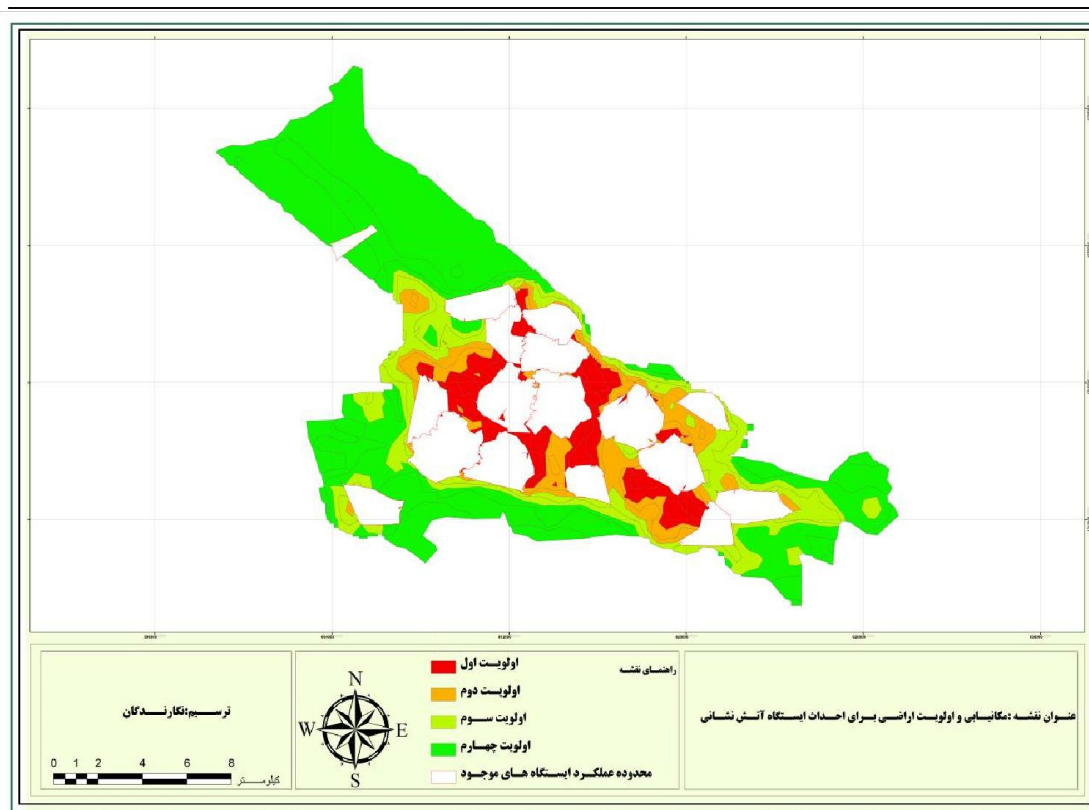
برای تحلیل ماتریس فوق و استخراج اوزان نهایی و انجام محاسبات ریاضی مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شده است که اوزان نهایی معیارها در زیر آمده است:

نمودار شماره ۲، مقادیر اوزان نهایی معیارهای اصلی تحقیق را نشان می‌دهد. همان طور که از نمودار مذکور برمی‌آید، معیارهای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به ترتیب اولویت وزن‌دهی عبارتند از: (۱) دسترسی (۰/۳۹۵)؛ (۲) دوری از مراکز خطرزا (۰/۲۳۷)؛ (۳) تراکم جمعیت (۰/۱۱۵)؛ (۴) فشردگی بافت (۰/۱۱۴)؛ (۵) تراکم ساختمان (۰/۰۵۹)؛ (۶) سازگاری کاربری اراضی (۰/۰۵۱)؛ (۷) کیفیت ابنیه (۰/۰۲۹).

نقشه شماره ۳ نشان‌دهنده معیارهای مؤثر و نقشه شماره ۴ نشان‌دهنده نقشه نهایی و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی است.



نقشه شماره ۳: معیارهای مؤثر در مکانیابی



نقشه شماره ۴: محدوده‌های مناسب استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر تبریز

بحث

است. اما در طول زمان و با گسترش فیزیکی سریع شهر دیگر ایستگاه‌های موجود جوابگوی جمعیت و شهر نیست. اولویت‌های دوم و سوم نیز شامل قسمت‌هایی از شهر است که یا هنوز دارای بافت پر و کاملاً ساخته شده نیستند و یا از تراکم جمعیتی بالایی برخوردار نیستند و نسبت به سایر عوامل نیز در وضعیت بحرانی کمتری برخوردارند، اما این بدین معنی نیست که این مناطق نیاز به ایستگاه آتش‌نشانی ندارند بلکه با توجه به کمبود و محدودیت منابع مالی شهرداری‌ها اولویت احداث با مناطق اولویت‌دار هستند از طرفی این اولویت‌بندی در مورد زمان حاضر است با توجه به پویایی سیستم‌های شهری با گذشت زمان و ایجاد تغییرات جمعیتی و فیزیکی در شهر تبریز شاید این مناطق نیز جز مناطقی با اولویت بالا قرار گیرند.

همان‌طورکه در نقشه نهایی مشاهده می‌شود اولویت شماره ۱، به مناطق مرکزی، شمال غربی، جنوب غربی و شرقی اختصاص دارد که این مناطق شامل مرکز تجاری شهر، بافت فرسوده و حاشیه‌نشین و محلات پرتراکم شهر است که بیشترین نیاز را برای احداث ایستگاه آتش‌نشانی دارند. نکته جالب توجه مجاورت این مناطق با ایستگاه‌های موجود و مرز شعاع عملکردی آنهاست. بنابراین، با وجود نزدیکی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به مناطق دارای اولویت ۱، کمبود این ایستگاه‌ها در این مناطق به شدت احساس می‌شود. با دقت نظر، در نقشه موجود می‌توان دریافت که مکان‌یابی اکثر ایستگاه‌های موجود، نسبتاً بر اساس برنامه‌ریزی مناسب و در نظر گرفتن جوانب و معیارهای مکان‌یابی صورت گرفته

در نهایت، پس از انجام محاسبات درباره نحوه توزیع و تعداد ایستگاه‌های آتش‌نشانی مشخص شد که تعداد ایستگاه‌ها متناسب با رشد و توزیع جمعیت به وجود نیامده است و شهر تبریز با کمبود ایستگاه‌های آتش‌نشانی مواجه است و ۱۲ ایستگاه دیگر باید در مکان‌های دارای اولویت مکان‌یابی شود. (تصویر شماره ۴)

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه استقرار مطلوب کاربری‌ها عامل اصلی در پایین نگه داشتن هزینه‌ها و بالا بردن قابلیت دسترسی است و نیز ایجاد ایستگاه‌های آتش‌نشانی مناسب نیز مستلزم سرمایه‌گذاری اولیه می‌باشد. لذا انتخاب مکان کاربری‌ها باید به گونه‌ای صورت پذیرد که در اثر گذشت زمان از مطلوبیت آن کاسته نشود و یا تغییر چندانی نداشته باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که محدوده وسیعی از شهر با وجود تراکم جمعیتی و ساختمانی بالا و هم

چنین وجود کاربری‌های حساس مانند صنعتی، تأسیسات، انبارها و... خارج از محدوده تحت پوشش ۱۸ ایستگاه موجود قرار دارد. که این نشان‌دهنده توزیع نامناسب ایستگاه‌های آتش‌نشانی در سطح شهر و همچنین نشان از کمبود تعداد ایستگاه‌های آتش‌نشانی است. هم‌اکنون حداقل ایستگاه مورد نیاز برای شهر تبریز، ۱۲ ایستگاه است که با احتساب ایستگاه‌های موجود، این تعداد به ۳۰ ایستگاه می‌رسد. با توجه به اولویت‌بندی صورت گرفته، این نتیجه به دست می‌آید که مرکز تجاری شهر، بافت فرسوده و حاشیه‌نشین و محلات پرتراکم شهر در اولویت اول قرار دارند. در نهایت باید گفت که استفاده توأمان مدل AHP و روش تحلیل شبکه در محیط GIS می‌تواند الگوی مناسبی برای مکان‌یابی و اولویت‌بندی احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهرهای مختلف باشد.

References

1. Vatani Oskoiee A, *Disaster*, Journal of Technology of Education, 2008, No.1, p 9-24. [In Persian]
2. Ahadnejad Reveshti, M, *Site selection study for fire extinguisher stations using network analysis and AHP Model*, Case study: city of Zanjan, Map Asia Journal.2007.
3. Poreskandari, *Measure the spatial distribution of fire hazards in City using GIS*, Moddares University, 2001. [In Persian]
4. Masoud A. Badri, Amr K. Mortagy, Alsayed A, *A multi-objective model for locating fire stations*, research, Volume, 16 October 1998, Pages 243–260.
5. Chevalier P, Thomas I, Geraets D, *Locating fire stations: An integrated approach for Belgium*, Socio-Economic Planning Sciences, Volume 46, Issue 2, June 2012, Pages 173–182.
6. Parhizkar A, Shakoei H, *The proper Pattern of location of urban service centers*, Modares Journal of Spatial Planning, 1997, Issue 4, p.1-17. [In Persian]
7. Adeli M, *Site selecting of fire stations of Gorgan using GIS*, Beheshti University. 2006 [in Persian]
8. Hadeiane Z, Kazemeizad SH, *Topology of Fire Stations by Using Network Analysis and AHP Model in GIS. Case Study: Qom*, Geography and Development, 2010, Issue 17, Page 112-99 [in Persian]
9. Nazareyan A, karemi B, *Assess the spatial distribution and site selecting of fire stations in the Shiraz city using GIS*, Journal of Geographical Landscape, , 2010, Issue 2, p.6-19. [In Persian]
10. Meshkini A, Habibi A, Tafakor T, *Location-spatial Analyses for Urban Equipment and Using AHP in the GIS Environment*, Human Geography research, 2011, Issue 4, p. 91-101. [In Persian]
11. Parhizkar A, *Providing models and criteria for fire stations site selecting*, Center of Urban and Rural Research-Modares University, 2004[in Persian]
12. Saaty T. L, *The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, New York, McGraw-Hill, NY, 1980:1-287.
13. Linkov I, Satterstrom F. K. Steevens J, et al, *Multi-criteria Decision Analysis and Environmental Risk Assessment for Nanomaterials*, Journal of Nanoparticle Research 9, 2007:543–554,
14. Saleki M. , Manochehre A, Ahar h, *Assessment and Seismic Zonation Tabriz Using Fuzzy Logic Using GIS*, Eleventh Congress of Iranian Geographers, Tehran, 2011, [in Persian]
15. Ganbari A, Saleki m, Gasemi m, *Zoning of Cities Level of Vulnerability to Earthquake Danger (Case Study: Tabriz)*, Geography and Environmental Hazards, No. 5, 2013.:21-35. [In Persian]
16. <http://www.amar.org.ir>