Archive of SID

پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۴ ، زمستان ۱۳۸۹
صص. ۱۰۱-۹۱

تحلیل فضایی ـ مکانی تجهیزات شهری و کاربست مدل تحلیل سلسله‌مراتبی در محیط GIS (مطالعه موردی: ایستگاه‌های آتش‌نشانی هسته مرکزی تهران)

ابوالفضل مشکینی ـ استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس
کیومرث حبیبی* ـ استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه کردستان
اکرم تفکری ـ کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان

پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۱/۱۴ تأیید نهایی: ۱۳۸۹/۸/۴

چکیده

ایستگاه‌های آتش‌نشانی از جمله مراکز مهم و حیاتی خدمات‌رسانی در شهرها هستند که نقش مهمی در تأمین ایمنی و آسایش شهروندان و توسعه شهرها دارند. بدیهی است خدمات‌رسانی به‌موقع ایستگاه‌های آتش‌نشان بیش از هر چیز مستلزم استقرار آنها در مکان‌های مناسب است که بتوانند در اسرع وقت و بدون مواجه شدن با موانع و محدودیت‌های محیط شهری از یک‌سو و با ایجاد کمترین آثار منفی بر زندگی ساکنان شهر از سوی دیگر، به محل حادثه برسند و اقدامات امداد را به انجام برسانند. عوامل متعددی در مکان‌یابی تجهیزات شهری دخالت دارند که تحلیل همه‌جانبهٔ آنها به‌وسیله روش‌های سنتی مکان‌یابی به دلیل حجم زیاد داده‌ها امکان‌پذیر نیست. از طرفی، عدم توجه به این عوامل در مکان‌یابی تجهیزات شهری موجب هدر رفتن سهم عمده‌ای از منابع مادی و از دست دادن حجم زیادی از انرژی و نیروی کار انسانی در شهرها گردیده است. لذا استفاده از ابزار تحلیل‌گر توانمندی چون GIS که بتواند با حجم وسیعی از داده‌ها کار کند، ضروری است. ایستگاه‌های موجود در قسمت جنوبی منطقه واقع شده‌اند و شمال و مرکز منطقه در خارج از سطح پوشش آنها قرار می‌گیرند. همچنین از لحاظ موقعیت مکانی دارای ضعف‌های مهمی مانند واقع شدن در معابر یک‌طرفه، پوشش ندادن کل منطقه و جز اینها هستند. در این پژوهش به کمک تلفیق مدل تحلیل سلسله‌مراتبی و منطق ارزش‌گذاری لایه‌ها در GIS، مدلی برای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی ارائه می‌شود. این مدل بر روی منطقه مرکزی تهران که از آن به عنوان قلب تهران یاد می‌شود، پیاده شده است. در نهایت سایت‌هایی به‌منظور احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی پیشنهاد شده‌اند که با کمک ایستگاه‌های موجود قادر خواهند بود کل منطقه را تحت پوشش قرار دهند.

کلیدواژه‌ها: کاربری زمین، ایستگاه آتش‌نشانی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، تحلیل سلسله‌مراتبی، منطق ارزش‌گذاری لایه‌ها.

نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۵۲۷۳۹۶۸
* E-mail: habibi_Ki@yahoo.co.uk

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تأسیسات و تجهیزات شهری از جمله حیاتی‌ترین کاربری‌ها و خدمات شهری‌اند که در سلسله‌مراتب تقسیمات کالبدی شهری در رده منطقه مکان‌یابی می‌گردند و در جانمایی آنها به شاخص‌های فضایی چون دسترسی بهینه، شبکه ارتباطی، پلان منظم و مانند اینها توجه می‌شود. مکان‌یابی سنتی این ایستگاه‌ها بیشتر تابع مالکیت زمین و سلایق مدیریتی و مواردی از این دست بوده است؛ حال آنکه به دلیل تفاوت جنس و ماهیت شهرها از لحاظ قیمت اراضی، فشردگی فضا، تراکم جمعیتی، و بافت و ساختار شهر؛ لزوم تدقیق شاخص‌ها و نیز استفاده از سیستم‌های جدید اطلاعاتی کاملاً به چشم می‌خورد. اهمیت این کاربری، زمانی دوچندان می‌شود که به مخاطرات طبیعی چون سیل و زلزله که بستر طبیعی مهم‌ترین شهر ایران ـ یعنی تهران ـ با آن مواجه است پرداخته شود. افزون بر آن، نارسایی‌های شهرهای سنتی ایرانی از لحاظ زیرساخت‌های شهری چون کانال‌های تأسیساتی مشترک، درهم‌تنیدگی تأسیسات و عوارض خطی (خط لوله گاز، نفت، برق، فاضلاب)، نفوذپذیری کم‌سواره به‌ویژه در محله‌های فرسوده و سنتی لزوم تقویت پدافند غیرعامل را نشان می‌دهد و مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های امداد و نجات یا آتش‌نشانی بدین منظور نیز هست. ایستگاه‌های آتش‌نشانی از جمله عناصر و کاربری‌های خدماتی ـ اورژانسی شهرها هستند که نقشی مهم و حیاتی در حفاظت از جان و مال مردم در برابر حوادث مختلف، به‌ویژه آتش‌سوزی‌ها دارند. ایمنی شهر در برابر خطر آتش‌سوزی در کاربری‌های مختلف و تضمین امنیت جانی و مالی شهروندان به عهده این عنصر مهم شهری است. بنابراین جانمایی و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و تعیین موقعیت و تعداد 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 اقدامات حیاتی و لازم در این زمینه به‌شمار می‌آید (کوهساری، ۱۳۸۴).

مبانی نظری

بعد از انقلاب صنعتی، شهر صنعتی با ادغام رشد اقتصادی و سود، به تمرکز شدید در شهرها دامن زده و در ادامه نیز شهرنشینی شتابان در چند دهه اخیر در کشورهای جهان سوم، همان روند تمرکز و تراکم جمعیت و فعالیت‌ها را در شهرها و به‌ویژه در چند شهر عمده و در نتیجه افزایش ریسک آتش‌سوزی‌ها و خسارات احتمالی ناشی از آن را به‌وجود آورده است (پرهیزگار، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۳، ۱). در سطح کشور ما نیز با توجه به تحولی که در امر شهرنشینی و نوع زندگی شهری به‌وجود آمده است، بسیاری از محله‌ها و مناطق شهری و از جمله شهر تهران، احتیاجاتی پیدا کرده‌اند که به کمبود امکانات و تأسیسات عمومی و تجهیزات شهری مربوط می‌شود (شهابیان، ۱۳۷۶، ۲). منطقه شش شهر تهران با تراکم جمعیتی ۱۰۸ نفر در هکتار و با سطحی معادل ۳ درصد مساحت و ۳/۶ درصد جمعیت شهر تهران به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مناطق شهر تهران، جایگاهی رفیع در تحولات شهری تهران داشته است و دارد. این منطقه سهم بسیار بالایی از عملکردهای مهم موجود در شهر تهران را داراست و از آن با عنوان پایتختِ پایتخت ایران یاد می‌شود. در طول سالیان دراز کاربری‌های مهمی چون وزارتخانه‌ها، سفارتخانه‌ها، مؤسسات آموزش عالی، مراکز درمانی و بیمارستان‌های عمومی، شرکت‌های بزرگ اقتصادی، کاربری‌های مهم مذهبی همچون کلیساها و کنیسه‌ها، ادارات کل، پارک‌ها و جز اینها در

www.SID.ir

Archive of SID

این منطقه قرار گرفته‌اند، که تجمع آنها در یک مکان بر اهمیت بالای استراتژیکی این منطقه افـزوده اسـت. سـهم ایـن منطقه از عملکردهای مهم موجود در شهر تهران به‌صورتی است که در پی می‌آید (نقش‌جهان پارس، ۱۳۸۳، ۳۰):

جدول ۱. سهم منطقه ۶ از عملکردهای مهم موجود در شهر تهران

ردیف	مقیاس عملکردی	فعالیت	نسبت از کل شهر تهران (درصد)
۱	ملی	وزارتخانه‌ها و مؤسسات تابع	۳۳
		مؤسسات آموزش عالی	۲۸
		بیمارستان‌های تخصصی	۱۹
۲	استانی	سازمان‌ها و ادارات کل وزارتخانه‌ها	۴۰
		بیمارستان‌های عمومی	۲۰
۳	کلان‌شهر تهران	سینما	۱۸
		فضاهای مذهبی مربوط به اقلیت‌ها	۸۰
		دبیرستان و مراکز فنی و حرفه‌ای	۶/۵

با توجه به اهمیت بسیار بالای این منطقه در سطح شهر تهران و حتی در سطح کـشور و فراتـر از آن، مـی‌بایـست توجه به مسائل ایمنی در هنگام حوادث و پایین آوردن خسارات احتمالی ناشی از حوادث، در سرلوحهٔ کار مدیریت شهری قرار بگیرد، چرا که خسارات وارد به این منطقه در هنگام حوادث می‌تواند تبعات بسیار زیادی بـرای مـدیریت شـهری در سطح کشور و حتی فراتر از آن داشته باشد. این منطقه دارای سه ایستگاه آتش‌نـشانی اسـت کـه دو ایـستگاه آن از نـوع آتش‌نشانی و یک ایستگاه دیگر از نوع امداد و نجات است. دو ایستگاه آتش‌نشانی این منطقه در قسمت جنـوبی آن و بـه فاصلهٔ کمی از یکدیگر واقع شده‌اند و سطح وسیعی از قسمت‌های شمالی و مرکزی منطقه خارج از پوشش این ایستگاه‌ها قرار گرفته‌اند. این منطقه براساس استانداردهای جمعیتی (یک ایستگاه به ازای هر ۵۰۰۰ نفر) و همچنین در نظر گـرفتن امکانات شهرداری منطقه نیاز به احداث ۲ ایستگاه آتش‌نشانی جدید دارد. مکان‌یابی این ایستگاه‌هـا در سـطح منطقـه بـا توجه به مباحث عدالت اجتماعی و اصل تساوی و خدمات‌رسانی بموقع به شهروندان در حداقل زمان ممکـن و همچنـین محدودیت منابع مالی و تدارکاتی موجود و نیز موقعیت حیاتی منطقه، لزوم مطالعه و در نظر گرفتن مهم‌ترین عوامل مؤثر در مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی را دو چندان می‌کند. در این پژوهش سعی شده است بـا اسـتفاده از تلفیـق مـدل تحلیل سلسله‌مراتبی و منطق ارزش‌گذاری لایه‌ها و در نظر گرفتن مهم‌ترین عوامل مـؤثر در مکـان‌یـابی ایـستگاه‌هـای آتش‌نشانی، مناسب‌ترین مکان‌ها برای استقرار این ایستگاه‌ها تعیین گردد. به‌منظور اجرای این مدل نیـز از ابـزار توانمنـد (نرم‌افزار ArcGis ۹:۲) استفاده شده است. مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نـشانی در نوشـتارهای علمـی جهـان موضـوع جدیدی نیست و در حقیقت آنچه که در این زمینه نوشته شده است عمدتاً به دهه ۶۰ و ۷۰ میلادی مربـوط مـی‌شـود. از این رو آنچه در نوشتارهای علمی امروز در زمینه مکان‌یابی تأسیسات شهری و مراکز خدمات‌رسانی و امدادی وجـود دارد، یا استفاده از روش‌های نوین علمی مانند روش‌های شبکه‌های عصبی، منطق فازی و مانند آنهاسـت و یـا بـه اسـتفاده از تحولات تکنولوژی کامپیوتر و نرم‌افزارهای کامپیوتری مربوط می‌شود که امکان استفاده گـسترده و کـاراتر از مـدل‌هـا و روش‌های پیشین مکان‌یابی را فراهم ساخته است (کوهساری، ۱۳۸۵).

www.SID.ir

Archive of SID

روش تحقیق

روش‌های تحقیق براساس معیارها و شاخصه‌های مختلفی طبقه‌بندی می‌شود که برمبنای اهداف تحقیق به پژوهش‌های بنیادی، کاربردی و توسعه‌ای برمبنای ماهیت داده‌ها به تحقیق کمّی یا کیفی و برمبنای معیارهای ترکیبی به آزمایشی، پیمایشی، میدانی و اسنادی قابل طبقه‌بندی است. این تحقیق را می‌توان نوعی تحقیق کاربردی ـ توسعه‌ای دانست، چرا که با توجه به ماهیت موضوع و مؤلفه‌های مورد بررسی، در پژوهش حاضر از روش تحقیق اسنادی کتابخانه‌ای، میدانی ـ آزمایشگاهی استفاده شده است. هدف اصلی تحقیق، مکان‌یابی بهینه تجهیزات شهری با تکیه بر سایت‌های آتش‌نشانی است. پایگاه داده‌ها در سیستم اطلاعات مکانی (GIS) تشکیل شد و مدل‌های تلفیق مختلفی مورد بررسی قرار گرفت و از این میان دو مدل شاخص وزن‌دهی و تحلیل سلسله‌مراتبی مناسب تشخیص داده شد. حجم داده‌ها در حدود ۳۰ هزار واحد ساختمانی بوده و محدوده مورد بررسی شهرداری منطقه ۶ تهران انتخاب شده است.

یافته‌ها

شناخت وضع موجود منطقه از لحاظ ایستگاه‌های آتش‌نشانی

این منطقه با حدود ۲۲۰ هزار نفر جمعیت و ۲۰ کیلومترمربع مساحت دارای ۲ ایستگاه آتش‌نشانی (شماره‌های ۱۸ و ۴۰) و یک ایستگاه امداد و نجات (ایستگاه شماره ۴۹) است. ایستگاه‌های آتش‌نشانی در نیمه جنوبی منطقه قرار گرفته‌اند و فاصله نزدیکی با یکدیگر دارند. این منطقه دارای ۵ خودروی اطفای حریق و ۶۶ نفر آتش‌نشان است. تحلیل ویژگی‌های کالبدی ـ فضایی ایستگاه‌های موجود در منطقه، نشان می‌دهد:

۱. با توجه به تعداد ایستگاه‌های موجود، هر کدام از آنها مساحتی در حدود ۶/۵ کیلومترمربع را تحت پوشش دارد. این در حالی است که در حالت استاندارد هر ایستگاه می‌بایست حداکثر ۵ کیلومترمربع را تحت پوشش قرار دهد.
۲. هیچ کدام از سه ایستگاه در برابر زلزله مقاوم‌سازی نشده‌اند.
۳. ورود و خروج به ایستگاه‌های مورد بحث گاه با مانع پارک حاشیه‌ای و یک‌طرفه بودن معبر مواجه می‌شود.
۴. عرض معبر ورودی این ایستگاه‌ها غالباً کمتر از ۲۴ متر است، در حالی که باید در کنار معابر شریانی باشند.
۵. با توجه به شعاع عملکردی ۲۵۰۰ متری استاندارد، بخش جنوبی منطقه دارای پوشش مناسب و بخش شمالی دارای پوشش نامناسب است.
۶. مهم‌ترین مشکل ایستگاه‌ها از نظر مسئولان منطقه کمبود نیرو، راه‌بندان و ترافیک است.

معیارهای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

اکثر ضوابط مربوط به مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دنبال این هدف بوده‌اند که بیشترین تعداد مردم را در کمترین زمان ممکن تحت پوشش قرار دهند. با توجه به خصوصیات شهرهای ایران و بررسی تجارب کشورهای دیگر، می‌توان عوامل مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی را در شش عامل زیر خلاصه کرد (بهشتی‌روی، ۱۳۷۸، ۱ و نیز مشاور عرصه، ۱۳۸۱).

www.SID.ir

Archive of SID

۱- **دسترسی:** برخی از مهم‌ترین ضوابط مربوط به این عامل را می‌توان چنین تشریح کرد:

- محل ایستگاه‌های آتش‌نشانی برای سهولت ورود به جریان ترافیکی، در کنار یا موازی با شبکه معابر شریانی اصلی (درجه ۲ و ۱) تعیین گردد.
- محل ایستگاه در حد امکان، نبش و یا مجاور چهارراه‌ها و میدان‌های کوچک که گره ترافیکی ایجاد می‌کنند و سبب کندی حرکت می‌گردند، انتخاب نشود.

۲- **شعاع عملکرد مفید:** برخی از مهم‌ترین ضوابط مربوط به این عامل، اینها هستند:

- ضروری است در مکان‌گزینی ایستگاه‌های جدید، مطالعه کافی در مورد ایستگاه‌های موجود و تعیین شعاع عملکرد مفید آنها صورت پذیرد و برنامه‌ریزی با آگاهی از خدمات و شعاع عملکرد ایستگاه‌های موجود صورت گیرد.
- با توجه به ضرورت دسترسی به محل حریق در کمترین 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.
- فاصله میان ایستگاه‌های آتش‌نشانی بسته به تراکم جمعیت و کاربری زمین بسیار متفاوت است و شعاع خدماتی و عملکرد مفید ایستگاه‌ها نیز با هم فرق دارد و لذا در مکان‌گزینی ایستگاه‌ها، اصل دسترسی حداکثر و فاصله زمانی ۳ تا ۵ دقیقه، عامل تعیین‌کننده به‌شمار می‌آید.

۳- **جمعیت:** برخی از مهم‌ترین ضوابط مربوط به این عامل عبارت‌اند از:

- به ازای هر ۵۰۰۰۰ نفر وجود حداقل یک ایستگاه آتش‌نشانی ضروری است.
- ضرورت دارد که در برنامه‌ریزی شهری در شهرها به هنگام تنظیم جدول سرانه کاربری تأسیسات و تجهیزات شهری، سرانه حداقل، به میزان ۰/۳ مترمربع به ازای هر نفر برای مکان ایستگاه‌های آتش‌نشانی و ۰/۸ مترمربع برای اراضی باز حاشیه ایستگاه‌ها منظور گردد؛ یعنی جمعاً یک مترمربع.
- فاصله میان ایستگاه‌های آتش‌نشانی بسته به تراکم جمعیت و کاربری زمین، بسیار متفاوت است و شعاع خدماتی و عملکرد مفید ایستگاه‌ها نیز با هم فرق دارد. لذا توجه به تراکم جمعیت در استقرار ایستگاه‌ها ضروری است.

۴- **اندازه قطعه زمین:** برخی از مهم‌ترین ضوابط مربوط به این عامل عبارت‌اند از:

- مکان انتخابی برای ایستگاه باید به اندازه کافی برای نیازهای فعلی و آینده بزرگ باشد.
- مساحت قطعه تفکیکی در حد استاندارد، برای ایستگاه‌های کوچک ۱۵۰۰ مترمربع و برای ایستگاه‌های متوسط ۳۰۰۰ مترمربع است.
- برای مکان‌گزینی ایستگاه‌ها در بافت پُرِ شهری در صورت لزوم و ضرورت، اندازه قطعه تفکیکی برای ایجاد ایستگاه کوچک، حداقل ۱۰۰۰ متر است.
- مساحت قطعه تفکیکی در حد استاندارد برای ایستگاه‌های بزرگ (مادر) برای شهرهای با جمعیت بیشتر از ۷۵۰،۰۰۰ نفر به میزان ۶،۰۰۰ مترمربع است.

www.SID.ir

Archive of SID

۵- **جهت توسعه شهر:** برخی از مهم‌ترین ضوابط مربوط به این عامل عبارت‌اند از:

- در مکان‌گزینی ایستگاه‌های جدید، ضروری است سمت‌وسوی توسعه شهر دقیقاً مورد نظر قرار گیرد و ایستگاه‌ها متناسب با جمعیت‌پذیری نواحی توسعه در ۱۰ تا ۲۰ سال آتی و تراکم‌های ساختمانی مربوط، مکان‌گزینی گردند.
- در طراحی و مکان‌گزینی ایستگاه‌های جدید در مناطق توسعه، ضروری است الگوی نهایی توسعه شهر نیز مدنظر قرار گیرد.
- مکان انتخابی برای ایستگاه‌های جدید در مناطق توسعه، نباید در نزدیکی عوامل محدودکننده توسعه شهر مانند باغ‌ها، اراضی کشاورزی، کوه‌ها، ارتفاعات و مانند اینها قرار گیرد، چرا که این عوامل عکس‌العمل ایستگاه را کاهش می‌دهند. همچنین مکان انتخابی نباید در موقعیتی باشد که ایستگاه پس از توسعه نواحی مجاور در وضعیت و مکان بدی قرار گیرد.
- در طراحی نواحی و مناطق با تراکم جمعیتی بسیار بالا (مناطق بلندمرتبه‌ساز) ضروری است به تناسب افزایش جمعیت، پیش‌بینی اراضی مناسب برای احداث ایستگاه‌های مازاد بر استاندارد به‌عمل آید.

لازم به ذکر است که این عوامل با توجه به خصوصیات و ویژگی‌های هر منطقه، قابل بازبینی و تجدیدنظرند و می‌توان عوامل دیگری را به آنها افزود.

بحث و تجزیه و تحلیل داده‌ها

انجام این تحقیق در سه مرحله اساسی، به شرحی که در پی می‌آید، انجام گرفت:

مرحله اول: تعیین میزان مداخله‌پذیری بافت

کمبود فضاهای خالی در بافت‌های پر شهری، محدودیت‌هایی را برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران امور شهری ایجاد می‌کند. منطقه مورد مطالعه نیز از بافت‌های متراکم و پوشیده از ساختمان‌های بلندمرتبه است و دخالت کالبدی در آن، تابع شرایط و محدودیت‌های خاص خود است. لذا به منظور بالا بردن ضریب تحقق طرح و همچنین جلوگیری از تحمیل خسارت‌های سنگین مالی، اجتماعی و حتی سیاسی، لازم است ابتدا قابلیت مداخله‌پذیری سایت‌های موجود در این بافت مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرد و مداخله‌پذیرترین سایت‌ها برای تحلیل‌های بعدی به‌منظور مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی جدید انتخاب شوند. برای تعیین میزان مداخله‌پذیری، معیارهای کاربری‌های ناسازگار، کیفیت بناها، عمر آنها، اندازه قطعه تفکیکی، تعداد طبقات، سطح اشغال، تراکم ساختمانی، کاربری زمین، و مصالح بنا به ترتیب اهمیت در نظر گرفته شدند؛ به عنوان مثال، در کیفیت ابنیه فرض بر این است که هر چه کیفیت کالبدی ساختمان بهتر باشد، آن ساختمان مناسبت کمتری برای مداخله دارد؛ و برعکس، ساختمان‌های تخریبی و باکیفیت پایین بیشترین پتانسیل را برای مداخله دارند. در عمر بنا نیز فرض بر این است که ساختمان‌های دارای عمر بالاتر پتانسیل بیشتری برای مداخله دارند؛ و برعکس مداخله در ساختمان‌های نوساز دشوارتر است. این معیارها کلاس‌بندی گردیدند و با توجه به درجه اهمیت‌شان

www.SID.ir

Archive of SID

وزن‌دهی شدند. تخمین قابلیت مداخله به‌وسیله ابهامات و عدم قطعیت‌ها احاطه شده است، چرا که محاسبه میزان مداخله در گذشته با استفاده از مدل بولین و شاخص‌های وزنی به معیارهای انتخابی اجازه عضویت بـه صـورت طیـف پیوسـته را نمی‌دهد. به همین منظور از مدل Inversion Hierarchical Weight Process که به اختصار IHWP نامیده می‌شود، استفاده شده است. مدل مذکور ترکیبی از روش منطق فازی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است. محاسبه امتیاز لایه‌هـای انتخاب شده با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس (IHWP) این‌گونه است (حبیبی، ۱۳۸۵).

$$X = \frac{D}{N}$$

X= امتیاز اولیه هر شاخص

D= امتیاز به دست آمده از مدل دلفی

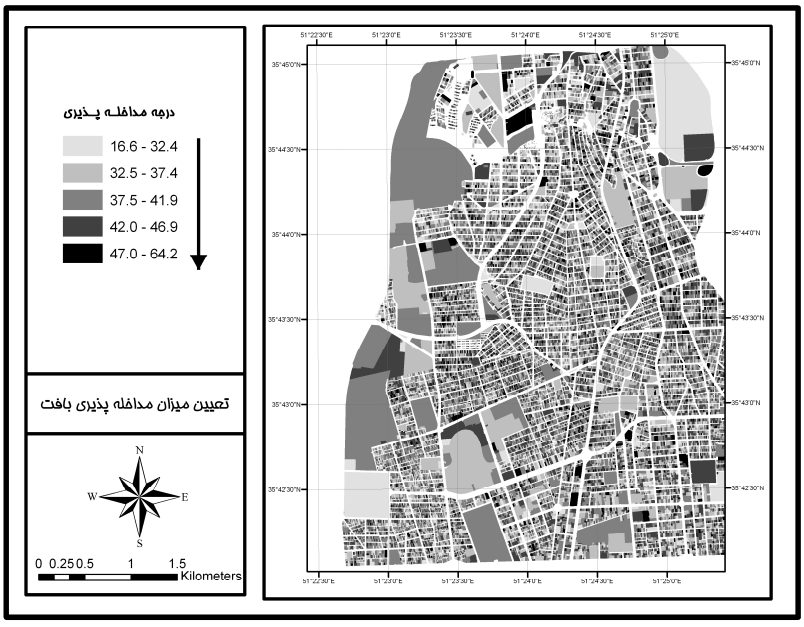
N= تعداد کلاس‌های هر شاخص

$$j = D - (N - i)X$$

j= امتیاز به دست آمده برای طبقه‌بندی‌های مختلف هر شاخص

i= رقم اختصاص داده شده برای طبقه‌بندی‌های مختلف هر شاخص

در ادامه این لایه‌های وزن داده شده به کمک توابع همپوشانی در محیط GIS بر روی هم قرار گرفتند و در نهایـت میزان مداخله‌پذیری بافت، به صورت شکل ۱ به‌دست آمد.



شکل ۱. قابلیت مداخله‌پذیری بافت منطقه ۶

مرحله دوم: تعیین سایت‌های اولیه با مدل AHP

در این مرحله به‌منظور اعمال مدل AHP بر روی سایت‌هایی که قابلیت مداخلهٔ بیشتری دارنـد (انتخـاب شـده از مرحلـهٔ اول)، ابتدا مهم‌ترین معیارها به‌منظور مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در منطقه مورد مطالعه انتخاب شدند:

www.SID.ir

Archive of SID

- تراکم جمعیتی: بنا به آموزه‌های دینی و اخلاقی، باارزش‌ترین چیزها جان انسان‌هاست. بدیهی است که در مناطق با تراکم جمعیتی بالا، امکان وقوع حادثه بالاست و در نتیجه لزوم وجود ایستگاه‌های آتش‌نشانی در این‌گونه مناطق بیشتر است. لذا دوری و نزدیکی سایت‌ها به مناطق با تراکم جمعیتی بیشتر به‌عنوان یکی از معیارهای مکان‌یابی ایستگاه‌ها در نظر گرفته شده است.
- دسترسی: قرارگیری ایستگاه‌های آتش‌نشانی در کنار معابر شریانی درجه ۱ و ۲ در اولویت قرار دارد، چرا که از این طریق سرعت عکس‌العمل ایستگاه‌ها تا حد زیادی بیشتر می‌شود. بنابراین دوری و نزدیکی سایت‌ها به معابر با عرض بیشتر از ۲۲ متر به‌عنوان یکی از معیارهای مکان‌یابی ایستگاه‌ها در نظر گرفته شده است.
- اندازه قطعه تفکیکی: به‌طور متوسط مساحت‌های بین ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ مترمربع به‌منظور ساخت ایستگاه در بافت‌های پر ارجحیت بیشتری دارند.

در ادامه به‌منظور اعمال مدل AHP ماتریس دودویی معیارهای مذکور تهیه شدند (جدول ۱).

جدول ۱. ماتریس دودویی و یا مقایسات زوجی در مدل AHP

	تراکم جمعیتی	دسترسی	نزدیکی به نقاط پرخطر	اندازه قطعه تفکیکی
تراکم جمعیتی	۱	۲	۳	۵
دسترسی	۰/۵	۱	۲	۳
نزدیکی به نقاط پرخطر	۰/۳۳۳۳	۰/۵	۱	۲
اندازه قطعه تفکیکی	۰/۲	۰/۳۳۳۳	۰/۵	۱

میزان ضرایب سازگاری (C.R) این مقایسه برابر با ۰/۰۰۵۴ شد، که با توجه به این نکته که مقدار مذکور باید کوچک‌تر و یا مساوی ۰/۱ باشد، پذیرفتنی است. لازم به ذکر است که این ماتریس در نرم‌افزار «ای پی[1]» نیز تشکیل شد و سازگاری مقایسه‌ها مورد تدقیق قرار گرفت (expertchoice.com).

سپس لایه‌های اطلاعاتی مربوط به این معیارها به کمک توابع تحلیلی GIS تهیه و هر کدام از آنها کلاس‌بندی شدند و ارجحیت هر کلاس با توجه به استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی تعیین گردید (جدول ۲).

جدول ۲. ارجحیت عامل‌ها با توجه به استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی

معیار	وزن
تراکم جمعیتی	۰/۴۸۲۹
دسترسی	۰/۲۷۲
نزدیکی به نقاط پرخطر	۰/۱۵۷
اندازه‌ی قطعه تفکیکی	۰/۰۸۸۱

در ادامه این لایه‌ها به کمک Extention الحاقی به نرم‌افزار Arc Gis 9[2] ، بر اساس مدل AHP وزن‌دهی شدند و امتیاز هر سایت برای استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی مشخص گردید.

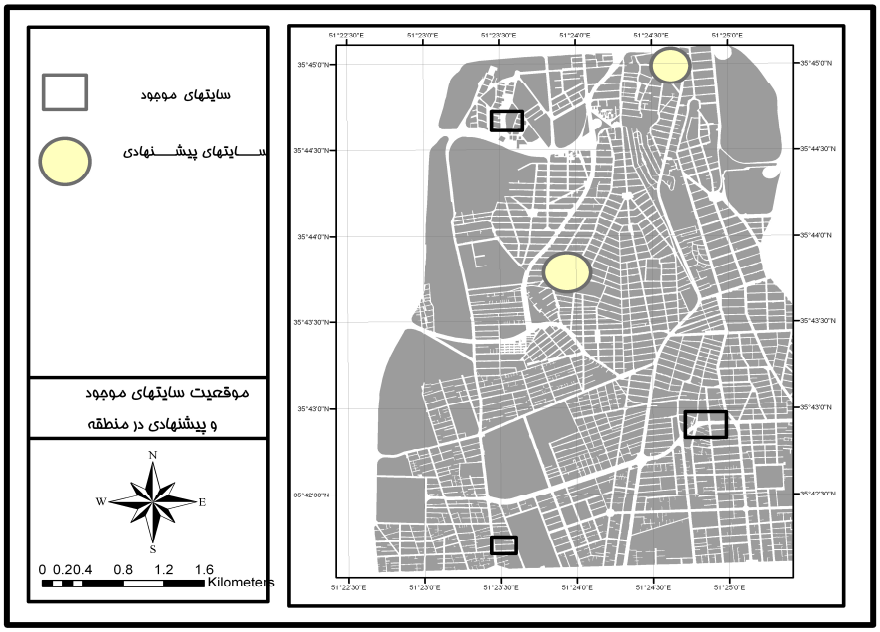
1. Expert Choice9
2. (www.esri.com)

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله سوم: انتخاب سایت‌های بهینه با استفاده از تحلیل شبکه

در این مرحله ابتدا شعاع عملکردی ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود منطقه در ۴ دقیقه، به کمک تحلیل شبکه (Network Analyze) در محیط GIS تعیین شد. در تعیین این شعاع، شبکه ارتباطی منطقه و سرعت متوسط ماشین آتش‌نشانی در آن نقش اساسی داشتند. سپس با نظر کارشناسانه، در خارج از شعاع عملکردی این ایستگاه‌ها و در فاصله مناسبی از آنها، دو سایت که امتیاز بالایی برای استقرار ایستگاه آتش‌نشانی داشتند، به‌عنوان اولویت‌های اول و دوم تعیین شدند (شکل ۲ و ۳).



شکل ۲. سایت‌های پیشنهادی بهینه همراه با تجهیزات موجود

شکل ۳. تصاویری از موقعیت و کاربری‌های فعلی سایت‌های پیشنهادی

نتیجه‌گیری

ایستگاه‌های آتش‌نشانی به‌عنوان 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 توسعهٔ اقتصادی شهرها ایفا می‌کنند. این اهمیت فراوان باعث می‌شود که اتخاذ فرایندی صحیح برای مکان‌یابی این ایستگاه‌ها ضروری به نظر برسد.

www.SID.ir

Archive of SID

این پژوهش سعی داشته است کارایی به کارگیری تلفیقی منطق ارزش‌گذاری لایه‌ها را با مدل AHP در محیط GIS با پیاده ساختن مدل بر روی نمونه موردی (منطقه شش شهرداری تهران) نشان دهد. نتایج حاصل از این پژوهش بدین شرح است:

- به‌کارگیری مدل AHP با استفاده از ابزار توانمند GIS در مکان‌یابی سایت‌های آتش‌نشانی، کارایی بالایی داشته و امکان مقایسه و ارزیابی سایت‌های مختلف و انتخاب سایت‌های مطلوب را با توجه به معیارهای موردنظر به دست می‌دهد.
- در مکان‌یابی سایت‌های جدید در بافت‌های پر و متراکم، اتخاذ تصمیمی که کمترین هزینهٔ اقتصادی ـ اجتماعی را داشته باشد ضروری است. لذا در این پژوهش با استفاده از منطق ارزش‌گذاری لایه‌ها و همپوشانی آنها در محیط GIS، معیارهای مختلف از لحاظ قابلیت مداخله‌پذیری بافت، مورد تحلیل قرار گرفته‌اند و سرانجام قابلیت مداخله‌پذیری سایت‌های موجود در بافت تعیین شده است. در نهایت مداخله‌پذیرترین سایت‌ها برای تحلیل AHP به منظور استقرار ایستگاه‌های جدید انتخاب شده‌اند.
- مدل پیشنهاد شده را می‌توان به شهرهای دیگر کشور نیز تعمیم داد و همچنین می‌توان با توجه به خصوصیات و ویژگی‌های شهرهای دیگر معیارها را مورد تجدیدنظر قرار داد و تدقیق کرد که این امر خللی به کلیت مدل وارد نخواهد ساخت.
- ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود در نمونهٔ مورد مطالعه (منطقه شش تهران) از نظر تعداد ناکافی هستند و با توجه به جمعیت بالای ۲۰۰ هزار نفری منطقه و همچنین امکانات شهرداری، دست‌کم به احداث دو ایستگاه جدید نیاز است.
- دو مورد از ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود در نمونهٔ مورد مطالعه (منطقه شش تهران) در بخش جنوبی منطقه قرار گرفته‌اند و سطح وسیعی از بخش‌های مرکزی و شمالی منطقه در خارج از پوشش آنها قرار دارد.
- وجود کاربری‌های مهم و استراتژیک در نمونه مورد مطالعه (منطقه شش تهران) لزوم اهمیت به موضوع ایمنی در بافت را دو چندان کرده است. این موضوع بر شبکه ارتباطی منطقه نیز تأثیر گذاشته و عبور و مرور را کند کرده است. لذا می‌بایست تمهیدات ترافیکی به‌منظور بالا بردن سرعت ماشین‌های آتش‌نشانی در معابر بافت اندیشیده شود.
- با توجه به وجود کاربری‌های عمدهٔ تجاری و اداری در نمونه مورد مطالعه (منطقه شش تهران) و هزینه‌هایی که این کاربری‌ها به بافت اعمال می‌کنند، وضع عوارض اختصاصی امداد و نجات بر روی این‌گونه کاربری‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد.

تقدیر و تشکر

مؤلفان در انجام این تحقیق از محبت‌های مهندس جواد کوهساری در بخش مدل‌سازی و مبنای نظری، و مهندس پروانه زندی کارشناس ارشد شهرداری منطقه ۶ تهران به خاطر در اختیار گذاشتن نقشه‌های پایه بهره‌مند بوده‌اند، که بدین‌وسیله از آنان تشکر می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Arse Consulting, 2002, **Type Design for Fire Stations in Iran**, Planning Studies Centre Interior Ministry.

Beheshti, M., 1999, **Regulations Place Making Fire Stations in the Cities of the Country,** The Technical Office, Interior Ministry deputy contents.

Bong S. et al., 2005, **Development of the Feasibility Model for Adding New Railroad Station Using AHP Technique**, Journal of the eastern asia society for transportation studies, volume 6.

Eldin N. and K.A. Eldrandaly, 2004, **A Computer-aided System for Site Selection of Major Capital Investment**, International conference e-design in architecture dhahran, Saudi Arabia.

Habibi, K. et al., 2005, **Site Selection Landfills and Municipal Solid Wastes Using Fuzzy Logic (Fuzzy Logic) in Environmental GIS (Case study: the city of Sanandaj)**, Journal of Honarhay ziba , No. 23.

Habibi, K., 2003, **Urban Spacial – physical Development of Sanandaj**, Kudistan university press.

Huang B. et al., 2003, **GIS-AHP Model for Hazmat Routing with Security Considerations**, Conference on Intelligent Transportation System, Shanghai, China,10-12.

KO, J., 2005, **Solving a Distribution Facility Location Problem Using on Analytic Hierarchy Process Approach**, IsAHP2005, Honolulu.

Kohsari, M.J., 2003, S**ite Selection for Fire Stations by GIS**, Urban Planning Thesis, University of Mazandaran.

Naghshe jahan pars Consulting, 2003, **Studies and Urban Development Issues in the Region of 6**, Tehran municipality.

Parhizgar, A., 1995, **Site Selection for Fire Stations (Case study: Tabriz city)**, Ph.D. Thesis in Tarbiat Modares university.

Parhizgar, A., 2004, **Prezentaion of Model for Site Selection of Fire Stations**, the Interior Ministry.

Planning Department, 2000, **Basic Information about the Municipality of Tehran**, regional of 6.

Shahabian, S., 1997, **Using GIS for Fire Stations (Case study: Shahran Region in Tehran)**, application of GIS in the world, TGIS prees.

Yang J. and Hueilee, 1997, **An AHP Decision Model for Facility Location Selection**, Journal of the Facilities, volume 15, september/octobr

Zebardast, A., 2000, **Using of AHP in Urban and Regional Planning**, Journal of Honarhay ziba , No. 10.

www.SID.ir