

# عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با بهره‌گیری از تکنیک تحلیل خوشه‌ای

## مطالعه موردی: شهر همدان

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۰۸/۲۷ تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۹۵/۰۲/۲۰

فاطمه شیری (گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران)  
مجید شمس\* (دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران)

### چکیده

در این پژوهش تلاش شده است مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر همدان با رویکرد تحلیل خوشه‌ای صورت پذیرد. جهت این امر با توجه به مبانی نظری، در مدل مفهومی ۸ معیار به‌عنوان اصلی‌ترین پارامترهای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی انتخاب شده است. در مرحله‌ی بعدی هر کدام از این معیارها به‌صورت لایه‌های مکانی در GIS تولید شده و سپس با استفاده از نظر کارشناسی و مدل دلفی معیارها ترکیب شده و وزن هر لایه اطلاعاتی مشخص گردیده و با توجه به وزن به دست آمده، از تلفیق لایه‌ها نقشه نهایی حاصل شده است. لذا از مدل تحلیل خوشه‌ای برای دستیابی به لکه‌های هدف، از مدل دلفی برای وزن دهی و ارزش‌گذاری بین هشت معیار مکان‌یابی استفاده گردیده و از مدل‌هایی مثل بافرینگ و دنسیتی و... برای تولید هر کدام از لایه‌های GIS جهت هر یک از هشت معیار بهره‌برده شده است. با توجه به نقشه حاصل شده سه لکه به جهت ایجاد ایستگاه جدید پیشنهاد شده است. این سه لکه که در بخش مرکزی، بخش غربی و شرقی شهر قرار دارند و نشان‌دهنده نیاز شهر در زمینه ایجاد ایستگاه جدید خواهد بود. برای این منظور بررسی وضعیت مالکیت زمین‌های موجود در هر یک از محدوده‌ها ضروری است. آن‌چنان‌که زمین‌های رهاشده در اولویت اول خواهد بود. سپس زمین‌های با اولویت دولتی و پس از آن در صورت عدم وجود زمین مناسب، مذاکره با ساکنین و برطرف کردن نیاز زمین از طریق تغییر مالکیت.

**واژه‌های کلیدی:** تحلیل خوشه‌ای، مکان‌یابی، ایستگاه آتش‌نشانی، همدان.

## مقدمه

بحران، رخدادی غیر مترقبه است که به طور طبیعی یا توسط بشر، زندگی روزمره و عادی مردم را در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی دستخوش تحول جدی می‌نماید. مدیریت بحران، یک سری فعالیت‌ها و عملیات پیوسته در قالب برنامه‌ریزی، سازماندهی تشکیلات، رهبری، کنترل و هماهنگی جهت پیشگیری از بحران و کاهش اثرات ناشی از آن و بهبود امور و اوضاع بعد از بحران است (سعیدی و دیلمی، ۱۳۹۰). قابل ذکر است که مدیریت بحران را نباید فقط به عنوان واکنش تاکتیکی در هنگام رخداد و اتفاق در نظر گرفت، بلکه به عنوان فعالیت‌های پیشگیرانه در درون فرآیندهای مرتبط با پیشگیری و آمادگی از طریق پاسخ و بهبود وضعیت بحرانی در نظر گرفته می‌شود (یانگ و جونز، ۲۰۰۷).<sup>۱</sup> از اینرو مکان‌یابی تسهیلات عمومی نمونه‌ای از سیاست‌های دولت‌های محلی با درک صرفه‌جویی‌های ناشی از استفاده از منابع، افزایش کارایی و هم‌افزایی خدمات به ویژه در هنگام وقوع بحران و افزایش حس جمع‌گرایی است که چنین منافعی به خصوص برای دولت‌هایی که رشد سریع جمعیت را تجربه میکنند بسیار حیاتی است (زولنیکا و میند، ۲۰۱۰).<sup>۲</sup>

جهت تخصیص درست امکانات شهری و استفاده‌ی درست از آن‌ها به خصوص در حین بحران، اولین نکته‌ی اساسی، انتخاب مکان بهینه با توجه به شرایط متفاوت و گاه متضاد است. این مسئله زمانی اهمیت می‌یابد که فاکتورهای بسیار مهمی مانند نجات جان انسان‌ها مد نظر قرار داده می‌شوند (فروتن و همکاران، ۱۳۸۸). این در حالی است که در اکثر شهرهای بزرگ، تلفات مستقیم ناشی از آتش‌سوزی نسبتاً پایین است در حالی که به دلیل ترافیک سنگین خیابان‌ها و مشکلات دسترسی، زمان پاسخگویی فوری آتش‌نشانی طولانی شده و باعث افزایش تلفات می‌شود (سافیانتو و گرین، ۲۰۱۱).<sup>۳</sup>

محل استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی یک عامل مهم در قابلیت و توانایی آن ایستگاه‌ها در مقابله با آتش‌سوزی و مدیریت بحران در شهرها است. تعیین اینکه ایستگاه‌های آتش‌نشانی در کدام قسمت شهر استقرار یابند و با در یک منطقه چه تعداد ایستگاه احداث شود، شاید از مهم‌ترین تصمیماتی هستند که مسئولین همه‌ی ادارات آتش‌نشانی و ستاد مدیریت بحران با آن روبه‌رو هستند. موضوعی که در این تصمیم‌گیری از نظر همه‌ی کارشناسان مدیریت بحران

- 
1. Yang, Jones, 2007
  2. Zolnik, Minde, 2010
  3. Sufianto, Green, 2011

پذیرفته شده است مساله‌ی مجموع تلفات ناشی از آتش‌سوزی و هزینه‌ی کل ارائه‌ی خدمات است. به طور کلی انتخاب مکان مناسب برای ایستگاه آتش‌نشانی دارای مزایایی می‌باشد که از جمله آن می‌توان به مواردی نظیر کوتاه شدن فاصله‌ی بین ایستگاه آتش‌نشانی و محل حادثه، حداقل هم‌پوشانی سرویس‌های ایستگاه‌های آتش‌نشانی برای استفاده‌ی بهینه‌ی منابع ایستگاه‌ها، کمک به تعیین تعداد مناسب ایستگاه‌ها در یک منطقه با در نظر گرفتن مسئله‌ی هزینه-فایده و کم شدن تلفات ناشی از تصادفات بین راهی و هزینه‌های راه‌اندازی و هزینه‌های عملیاتی ایستگاه‌ها اشاره نمود. برای حل مسایل مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی نیاز به رویکردی با اهداف چندگانه می‌باشد. لذا هدف اصلی از مکان‌یابی نیز جلوگیری از هدر رفت هزینه‌ها از یک سو و تضمین کارایی بهینه‌ی ایستگاه‌ها در تقابل با سیستم شهری از سویی دیگر است (عادلی، ۱۳۸۶: ۲۶). با توجه به آنچه گفته شد در این تحقیق این سوالات مورد بررسی قرار می‌گیرند:

آیا ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر همدان برای مدیریت بحران به صورت بهینه در منطقه‌ی مورد مطالعه استقرار یافته‌اند؟

عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر همدان کدام هستند؟  
 هر کدام از عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی نسبت به سایر عوامل از چه وزنی برخوردار هستند؟

## مروری بر ادبیات موضوع:

تحقیقات صورت گرفته در زمینه مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، شامل ارزیابی و انتخاب مکان استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی به همراه خدمات ارائه شده از سوی آن‌ها می‌باشد. در این زمینه می‌توان به تحقیق میلیوتیس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۲)، پانیگراهی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) و فیو<sup>۳</sup> (۲۰۰۷) اشاره کرد. همچنین در خصوص مکان‌یابی به عنوان یکی از مهم‌ترین خدمات تحلیلی سازمان‌ها می‌توان به تحقیق الحنبلی در اردن<sup>۴</sup> (۲۰۰۳)، الدجانی و همکاران در عربستان<sup>۵</sup> (۲۰۰۹)، آدامس<sup>۶</sup> (۱۹۹۱)، و

1. Miliotis et als, 2002

2. Panigrahi et als 2003

3. Fu, 2007

4. Al-Hanbali, 2003

5. Aldajani, Alfars, 2009

6. Adams, 1991

بلوک (۱۹۹۴)<sup>۱</sup> اشاره کرد. هاورتون و چری در ۱۳ دسامبر (۲۰۰۶)<sup>۲</sup> در مقاله ای با عنوان " استفاده از تحلیل شبکه در سیستم اطلاعات جغرافیایی " به بیان زمان واکنش آتش در شهر دالاس از ایالت تگزاس پرداخته اند. بدری و همکاران در سال (۱۹۹۸)<sup>۳</sup> در مقاله ای با نام « برنامه ریزی چند شاخصه برای مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی در دوبی » شاخص های مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی را بررسی کردند. آن ها شاخص های مکان یابی کاهش حداکثری هزینه ها، ارائه حداکثری خدمات، رعایت زمان استاندارد، حداقل هم پوشانی ایستگاه ها و وجود منابع آب را در نظر گرفتند و با استفاده از برنامه ریزی آرمانی، مهم ترین معیارهای استقرار ایستگاه آتش نشانی را ارزیابی کردند. در ایران نیز فوکردی در رساله خود تحت عنوان " طراحی الگویی برای تعیین نظام استقرار و جایابی ماشین های خودپرداز بانک کشاورزی " به تعیین معیارهای تأثیرگذار بر مکان یابی ماشین های خودپرداز و اوزان هر کدام از این معیارها با استفاده از فرآیند سلسله مراتبی پرداخته است (فوکردی، ۱۳۸۴). از پژوهشهای معتبر کاربردی در زمینه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، رساله دکتری « ارائه الگوی مناسب مکان گزینی مراکز خدمات شهری با تحقیق در مدلها و GIS » از اکبر پرهیزگار (۱۳۷۶) در دانشگاه تربیت مدرس است. هدف این پایان نامه تحقیق در الگوی مناسب مکان گزینی مراکز خدمات شهری و استفاده از روشها و ابزار مناسب در مدیریت و برنامه ریزی شهری می باشد. دخالت متغیرهای متعدد در شهرها و زنده بودن شهر و عملکرد سیستمی آن، در مدیریت و برنامه ریزی شهری نیاز به اطلاعات و دادههای گوناگون کمی و کیفی، دقیق و به روز می باشد. وجود سازمان های مختلف برای خدمات دهی در شهرها، لزوم هماهنگی بین آن ها و جلوگیری از دوباره کاری ها، صرفه جویی در هزینه ها، تخصیص بهینه منابع محدود را ایجاب می نماید. مدل ها و سیستم های اطلاعات جغرافیایی میتوانند روش ها و ابزار مناسب پشتیبانی برای مدیریت شهری باشند. مولایی و دیگران (۱۳۹۱) در مقاله ای با عنوان « مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی جهت خدمات رسانی در فوریت های امدادی براساس مدل های GIS و MCDM » مطالعه موردی: منطقه ۸ تهران، با توجه به معیارهایی چون نزدیکی به مراکز مسکونی، دسترسی به راه ارتباطی، نزدیکی به مراکز تجاری، فاصله از مراکز بهداشتی- درمانی و نزدیکی به مراکز صنعتی و... با تلفیق لایه های اطلاعاتی به این نتیجه رسیده اند که شمال شرق و جنوب غرب منطقه ۸ تهران اولویت بالایی برای تأسیس ایستگاه آتش نشانی دارد.

1 Block, 1994

2 Howerton, 2006

3 Badri et als, 1998

## ایستگاه‌های آتش‌نشانی:

ایستگاه‌های آتش‌نشانی از جمله مراکز مهم و حیاتی خدمات رسانی در شهرها هستند که نقش مهمی در تأمین ایمنی و آسایش شهروندان و توسعه شهرها دارند. بدیهی است خدمات-رسانی به موقع ایستگاه‌های آتش‌نشان بیش از هر چیز مستلزم استقرار آن‌ها در مکان‌های مناسب است که بتواند در اسرع وقت و بدون مواجه شدن با موانع و محدودیت‌های محیط شهری از یک سو و با ایجاد کم‌ترین آثار منفی بر زندگی ساکنان شهر از سوی دیگر، به محل حادثه برسند و اقدامات امداد را به انجام برسانند. این امر خود به مقوله‌هایی همچون محل و تجهیزات ایستگاه‌های آتش‌نشانی و همچنین قابلیت کارکنان آن نیز مربوط می‌شود (نشست مدیران سازمان‌های آتش‌نشانی کشور، ۱۳۸۱: ۹۳).

## مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی:

از فاکتورهای مهم دخیل در موقعیت‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی میزان سازگاری و مطلوبیت محل ایستگاه‌ها می‌باشد. سازگاری در واقع میزان مناسب یک محل را برای یک هدف خاص نشان می‌دهد و از لحاظ برنامه‌ریزی شهری کاربری‌هایی که در حوزه نفوذ یکدیگر قرار می‌گیرند، باید از نظر سنخیت و همخوانی فعالیت با یکدیگر منطبق باشند و باعث مزاحمت و مانع انجام فعالیت‌های یکدیگر نگردند. (فرج زاده، ۱۳۸۷: ۸۳)

شاخص‌های مکان‌یابی به نوع خدمات و مشخصات آن‌ها بستگی دارند که آن‌ها مطابق با مراحل مختلف می‌توانند در فرآیند تصمیم‌گیری تغییر کنند. شاخص‌های اصلی مکان‌گزینی در جدول ۱ فهرست شده‌اند. نقش آن‌ها در بخش خصوصی (مکان‌یابی موسسه) با بخش عمومی (مکان‌یابی خدمات) تفاوت دارد. در حالت پیچیده فرآیند مکان‌یابی، مراحل تصمیم‌بدین ترتیب خواهند بود: انتخاب ناحیه مکان، سپس انتخاب محلی در آن ناحیه و در نهایت انتخاب نقطه خاص در داخل آن محل. در هر کدام از این مراحل، ممکن است شاخص‌های معین وابسته به نوع تسهیل خدماتی که مستقر خواهند شد غالب باشد برای مثال هزینه‌های حمل‌ونقل و مکان ناحیه بازار به انتخاب مکان ناحیه غلبه می‌کند دسترسی به کار و صرفه‌جویی‌های خارجی به انتخاب محل تأسیسات زیربنایی و شاخص‌های طبیعی برای انتخاب نقطه نهایی غلبه می‌کند.

جدول ۱: شاخص‌های اصلی مکان‌یابی

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

منبع: پرهیزگار، ۱۳۷۶

### سیستم اطلاعات جغرافیایی

با توجه به گسترش فیزیکی و کالبدی شهرها و افزایش خطرات مترقبه، پرداختن به کاربری‌های امداد رسانی اورژانسی نظیر ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهرها ضروری به نظر می‌رسد. به کمک GIS نه تنها امکان تعیین بهترین و نزدیکترین مسیر بین چند نقطه فراهم می‌گردد بلکه موجب کاهش هزینه‌های مالی و اجتماعی، کاهش ترافیک درون شهری، افزایش سرعت در امر امداد رسانی و... را نیز به همراه داشته، و همچنین منجر به تهیه نقشه منطقه‌بندی و خدمات رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در وضع موجود به حالت بهینه خواهد گردید (خطیبی، ۱۳۸۶: ۴). سیستم اطلاعات جغرافیایی با به‌کارگیری اطلاعات نقشه‌ای و اطلاعات توصیفی غیر گرافیکی ابزاری را برای استفاده‌ی متخصصین در جهت افزایش کارایی و کارآمد نمودن فعالیت‌ها فراهم می‌کند. (هاکسمولد، ۱۳۸۰: ۵۰)

### معیارهای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

با مروری بر ادبیات موضوع مورد مطالعه می‌توان اذعان نمود بیش‌ترین ضوابط مرتبط با مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دنبال این هدف بوده‌اند که اکثر مردم را در کم‌ترین زمان ممکن تحت پوشش قرار دهند. بدین منظور معیارهایی که در سایر تحقیقات بدان توجه شده است با توجه به خصوصیات شهرهای ایران و بررسی تجارب کشورهای دیگر در جدول ۲ خلاصه بیان شده است:

جدول ۲: معیارهای 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 ۲ و ۱ تعیین گردد. لذا در حد امکان نبش و یا مجاور چهار راه ها و میدان‌های کوچک که گره ترافیکی ایجاد می‌کنند و سبب کندی حرکت می‌گردند انتخاب نشوند.
شعاع عملکرد مفید	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 استحقاقی هر ایستگاه حداکثر می‌بایست در شعاع ۲۰۰۰ متری در نظر گرفته شود. اصل دسترسی با فاصله زمانی ۳ تا ۵ دقیقه عامل تعیین کننده به شمار می‌آید.
جمعیت	به ازای هر ۵۰۰۰۰ نفر احداث حداقل یک مرکز ایستگاه آتش‌نشانی ضروری است.
شعاع ترافیک	عواملی چون عرض خیابان‌ها، کیفیت و حجم ترافیک، یک طرفه بودن خیابان و غیره در چگونگی محل استقرار ایستگاه‌ها موثرند. قرارگیری ایستگاه‌ها در مجاورت بزرگراه‌ها و خیابان‌های اصلی درجه یک به ویژه تقاطع‌های اصلی از عوامل مثبت مکان‌یابی خواهد بود ( پرهیزکار، ۱۳۸۳: ۲۳)
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 می‌گیرند.
پتانسیل خطر	بررسی پتانسیل و ریسک خطر در مناطق مختلف شهری بر اساس بررسی میزان تعداد و تکرار حوادث در مناطق مختلف به مشخص شدن نقاط آسیب‌پذیر در حوادث آتش‌سوزی و مکان‌هایی با پتانسیل بالای خطر منجر خواهد شد. مکان ایستگاه‌ها باید به سمت چنین مناطقی کشش بیشتری داشته باشد.
اندازه قطعه زمین	مساحت قطعه تفکیکی در حد استاندارد، برای ایستگاه‌های کوچک ۱۵۰۰ متر مربع و برای ایستگاه‌های متوسط ۳۰۰۰ متر مربع است. برای مکان‌گزینی ایستگاه‌ها در بافت متراکم شهری، برای ایجاد ایستگاه کوچک حداقل ۱۰۰۰ متر و برای ایستگاه‌های بزرگ (مادر) به میزان ۶۰۰۰ متر مربع 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 در ۱۰ تا ۲۰ سال آتی و تراکم‌های ساختمانی مربوط مکان‌گزینی‌گردند. نباید در نزدیکی عوامل محدودکننده توسعه شهر مانند باغ‌ها، اراضی کشاورزی، کوه‌ها، ارتفاعات و مانند این‌ها قرار گیرد (مشکینی، حبیبی، تفکری، ۱۳۸۹).

منبع: پور اسکندری، ۱۳۸۰، زیاری و یزدان پناه، ۱۳۹۰

## موقعیت شهر مورد مطالعه

همدان به عنوان یکی از کهن شهرها، قدیمی‌ترین پایتخت ایران است، این شهر در ابتدای پیدایش، یک دهدژ نظامی کاسی و مادی بوده که چون مفر اجتماع آن‌ها بوده است "هگمتانه" به معنی "محل تجمع" نام گرفته است. توسعه شهر همدان دارای یک الگوی شعاعی و حلقوی است. بخش قابل توجهی از شهر همدان به مرکز واحدی که میدان امام خمینی می‌باشد، متصل است. بقیه مسیرها در خدمت این الگو قرار دارند (مهندسان مشاور نقش پیراوش، ۱۳۸۷، ۲۱). نقشه‌ی شهر در حدود سال ۱۳۰۶ هجری شمسی توسط یک مهندس آلمانی به نام "کارل فریش" به صورت شعاعی با دوایر متحدالمرکز طراحی شده است که بر اساس آن شهر دارای یک میدان مرکزی می‌باشد. از این میدان ۶ خیابان با عرض یکسان ۳۰ متر با زوایای یکسان منشعب شده است.

شهر همدان تقریباً در مرکز استان، در ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۸۷۰ متری از سطح دریا قرار دارد (سعیدی و معزی، ۱۳۹۰: ۵۹). استقرار شهر روی یک دشت پایکوهی، ویژگی مورفولوژیکی خاصی را به آن بخشیده است. بعبارت دیگر جهات توسعه و شبکه‌های شهر عموماً به تبعیت از شیب و با انطباق هر چه بیش‌تر با محیط صورت پذیرفته است. بطور عمومی شیب شهر همدان از جنوب به شمال و به تبعیت از شیب دامنه‌های الوند است (مهندسان مشاور تدبیر شهر، ۲۲، ۱۳۹۰).

نتایج حاصل از بررسی سازمان فضایی شهر همدان شامل موارد زیر است:

۱- پهنه بازار واقع در بخش مرکزی شهر حد واسط بین خیابان شهدا، باباطاهر تا پهنه مسکونی

۲- پهنه فرهنگی- تاریخی شهر موسوم به تپه هگمتانه و تپه مصلی در بخش مرکزی شهر

۳- پهنه فضای سبز شامل بوستان ارم و پارک مردم در جنوب غربی شهر، پارک باباطاهر در شمال و فضاهای سبز کوچک دیگری در ورودی شهر و اطراف پایانه‌ی مسافربری اصلی

۴- پهنه آموزش عالی شامل دانشگاه بوعلی سینا واقع در غرب شهر

۵- پهنه ورزشی شامل ورزشگاه سعیدیه در شمال و ورزشگاه ابن سینا نزدیک به مرکز شهر

۶- پهنه گورستان در ورودی شرقی شهر



۷- عناصر شاخص و نشانه‌ها شامل میدان امام یا همان میدان مرکزی شهر، آرامگاه بوعلی و میدان امام‌زاده عبدالله

۸- گره‌های اصلی شامل میدان‌های اصلی و مهم شهر

۹- محورهای خدماتی عمده شامل ۶ خیابان منتهی به میدان مرکزی شهر  
نقشه شماره ۱ موقعیت شهر همدان را در سال ۱۳۹۴ نشان می‌دهد.

نقشه ۱: نقشه شهر همدان



منبع: [www.hamedan.ir](http://www.hamedan.ir)

محدوده‌ی شهری و رشد جمعیتی همدان نیاز به مکان‌یابی و راه‌اندازی ایستگاه‌های آتش‌نشانی است. در حال حاضر در شهر همدان ۹ ایستگاه فعال و در دست ساخت است که جانمایی آن‌ها در نقشه‌ی ۲ نشان داده شده است.

## نقشه ۲: جانمایی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر همدان



ترسیم از نگارندگان

**روش تحقیق:**

روش تحقیق پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی- توسعه ای است و تلفیق هر دو روش توصیفی و تحلیلی می باشد. از آنجایی که این پژوهش به دنبال شناسایی عوامل موثر بر مکان-یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی همدان است، در بخش توصیفی به مطالعه‌ی اسنادی و کتابخانه-های پرداخته شده است و در بخش تحلیلی از روش‌های دلفی و تحلیل خوشه‌ای استفاده شده است. یکی از روش‌های کسب دانش گروهی مورد استفاده، تکنیک دلفی می باشد که دارای ساختار پیش بینی و کمک به تصمیم‌گیری در طی راندهای پیمایشی و در نهایت، اجماع گروهی در بین نخبگان و صاحب‌نظران است (کریمی، ۱۳۹۰: ۱۵). کلیه ایستگاه‌های آتش‌نشانی

شهر همدان که ۹ ایستگاه می باشد به‌عنوان جامعه آماری در نظر گرفته می‌شوند. جهت تعیین حجم نمونه مرتبط با مدل تحقیق، از روش نمونه‌گیری سرشماری استفاده خواهد شد. ابتدا معیارهای مؤثر بر روی این مکان‌یابی چه از جنس عوامل بازدارنده چه امکانات پهنه‌ها و فرصت‌های پیش رو شناسایی شده‌اند. سپس سعی شده پیاده‌سازی لایه‌ها به کمک توابع تحلیل در GIS صورت گیرد. در مرحله بعد لایه‌ها با منطق دلفی وزن‌دهی شده و بر اساس نظر کارشناسی نقشه هم‌پوشانی لایه‌ها به روش Overlay تولید شده است. در پایان خروجی نهایی بر اساس تحلیل خوشه‌ای مشخص شده و لکه‌های پیشنهادی تعیین گردیده است.

### مدل مورد استفاده در پژوهش، مدل فرآیند تحلیل خوشه‌ای:

تحلیل خوشه‌ای یکی از روش‌های آماری پر کاربرد در بسیاری از شاخه‌های علمی است (خسروی و نظر پور، ۱۳۸۹). روش‌های مختلفی برای ترکیب اجزاء در داخل خوشه‌ها وجود دارد که یکی از آن‌ها تجزیه و تحلیل خوشه‌ای سلسله‌مراتبی است. تجزیه تحلیل سلسله‌مراتبی با استفاده از روش تراکمی یا تفکیکی انجام می‌پذیرد. (آسایش و استعلاجی، ۱۳۸۲: ۱۷۲). تحلیل خوشه‌ای مجموعه‌ای از مشاهدات را به دو یا چند گروه نامعلوم و ناسازگار متقابل طبقه‌بندی می‌کند، که بر اساس ترکیب‌های از متغیرهای بازه‌ای قرار دارند. هدف این تحلیل کشف سیستم مشاهدات سازمانی، که معمولاً مردم هستند به گروه است که در آن اعضای گروه در اموال عمومی سهیم‌اند. تحلیل خوشه‌ای، گروه‌های نامعلوم را طبقه‌بندی می‌کند (خورشید دوست و شیرازد، ۱۳۹۳: ۲۹). این روش اجازه انتخاب‌های زیادی درباره‌ی طبیعت الگوریتم برای ادغام گروه‌ها را می‌دهد. هر انتخاب ممکن است، موجب ساختار گروه‌بندی متفاوتی شود. به عبارت دیگر تحلیل خوشه‌ای روشی اصلی برای طبقه‌بندی توده‌ای از اطلاعات به ستون‌های معنادار قابل اجرا می‌باشد. این تحلیل وسیله تقلیل داده‌هاست که باعث ایجاد زیرگروه‌هایی می‌شود که قابل اجراتر از داده‌های فردی است (خسروی و نظر پور، ۱۳۸۹). به عبارتی می‌توان ادعان نمود خوشه‌بندی تقریباً در همه جنبه‌های زندگی روزمره اتفاق می‌افتد.

## یافته تحقیق

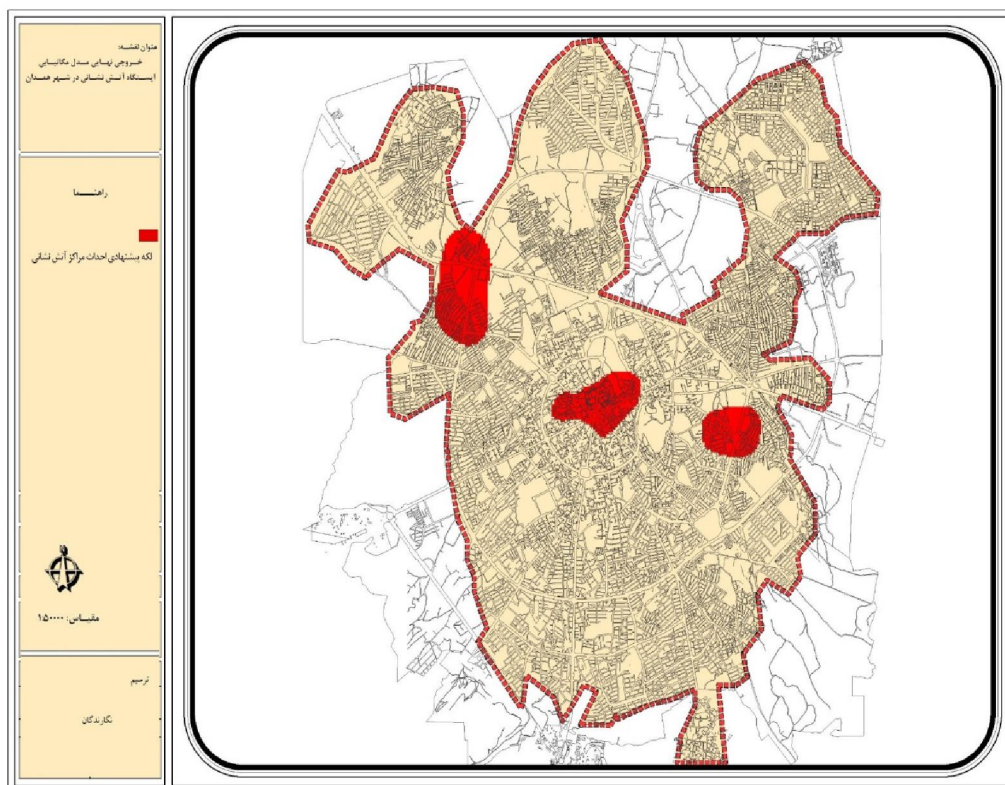
### مکان یابی ایستگاه‌های آتش نشانی جدید با روش تحلیل خوشه‌ای:

با توجه به وضعیت ایستگاه‌های فعلی شهر همدان و همچنین وضعیت کالبدی-فضایی شهر و در نظر گرفتن معیارهای مشخص شده با روش تحلیل خوشه‌ای مکان یابی مطلوب برای ایستگاه‌های جدید و مورد نیاز شهر صورت پذیرفت.



نگاره ۱: معیارهای استخراج شده برای مکان یابی بهتر ایستگاه‌های آتش نشانی  
منبع: نگارندگان

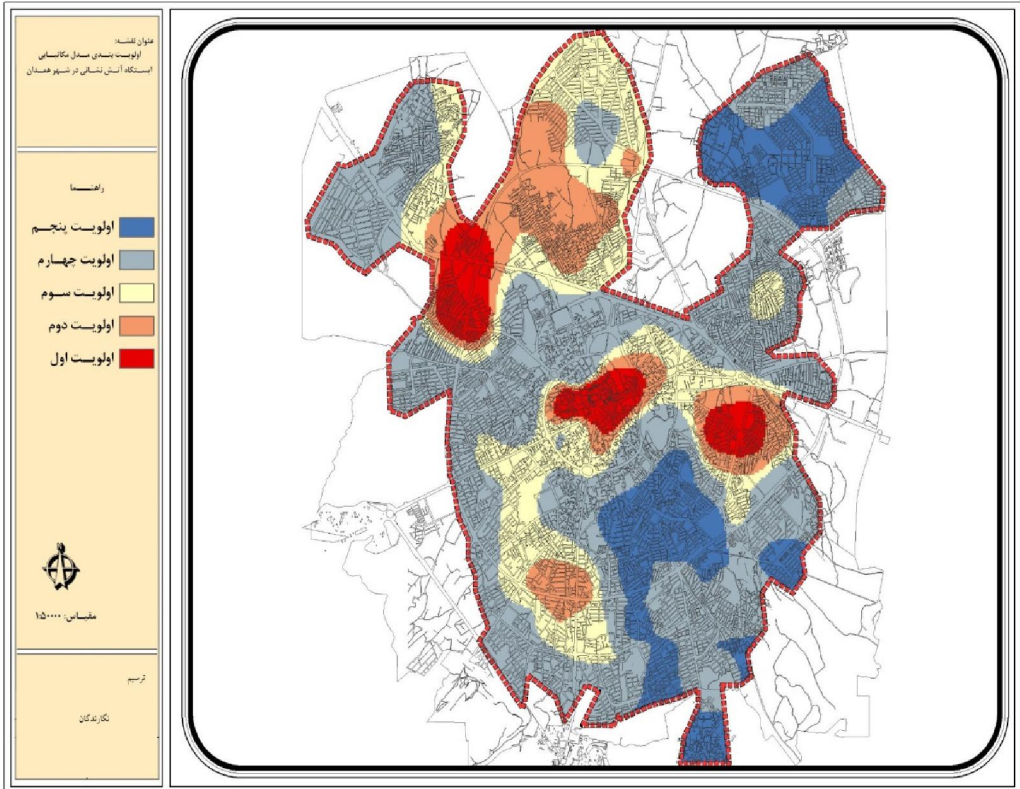
با توجه به معیارهای مطرح شده و با بهره‌گیری از توابع GIS سه لکه به منظور ایجاد ایستگاه جدید پیشنهاد شده است. این سه لکه که در بخش مرکزی، بخش غربی و شرقی شهر قرار دارند، نشان دهنده‌ی نیاز شهر در زمینه ایجاد ایستگاه جدید خواهد بود. آنچه مشخص است این سه لکه همه‌ی نیاز شهر نیست اما پیشنهاد اصلی این پژوهش برای برطرف کردن نیاز نسبی به احداث ایستگاه جدید خواهد بود.



نقشه ۳: لکه‌های پیشنهادی ایستگاه‌های آتش‌نشانی  
ترسیم از نگارندگان

پس از تعیین ۳ لکه‌ی پیشنهادی تلاش شد تا با استفاده از روش هم‌پوشانی لایه‌ها و بر اساس منطق خوشه‌ای اولویت‌بندی پهنه‌های مورد نیاز نیز بررسی شد. بر اساس منطق خوشه‌ای اولویت‌بندی احداث ایستگاه در پنج دسته خواهد بود. این پنج دسته که با طیف رنگی آبی تا قرمز در نقشه ۴ مشخص شده‌اند نمایانگر اولویت مناطق نیازمند ایستگاه خواهد بود. بر طبق این نقشه، نقاط قرمز که همان لکه‌های پیشنهادی پژوهش هستند، در اولویت اول به جهت احداث ایستگاه آتش‌نشانی در شهر همدان خواهند بود. نقاط صورتی نیز در اولویت دوم قرار دارند. این نقاط که حوزه‌بلافاصل لکه‌های اولویت اول هستند، ضلع جنوب شرقی شهر را نیز در بر می‌گیرد. در مرحله بعد نقاط زرد هستند که با اولویت متوسط احداث ایستگاه آتش‌نشانی خواهند بود. این نقاط همانطور که در نقشه مشخص شده حوزه‌بلافاصل لکه‌های اولویت دوم خواهند بود. نقاط با رنگ آبی کم‌رنگ، در اولویت چهارم هستند. این نقاط بیش‌ترین محدوده را در نقشه تهیه شده

با منطق خوشه‌ای داراست. نقاط با رنگ آبی پررنگ در اولویت آخر احداث ایستگاه خواهند بود. این نقاط با پراکندگی در بخش شمال شرقی و جنوب شرقی اولویت کم تری نسبت به سایر بخش‌ها و پهنه‌های شهر به جهت احداث ایستگاه دارا است.



نقشه ۴: اولویت بندی احداث ایستگاه آتش‌نشانی  
ترسیم از نگارندگان

### بحث و نتیجه گیری:

یکی از اهداف تحقیق تعیین عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی بود که مورد بررسی قرار گرفت. همانطور که در بخش مبانی نظری ارائه شد ۸ عامل برای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر همدان ارائه شد. این عوامل که به دو گروه بازدارنده و فرصت‌ساز تقسیم شده‌اند عبارتند از: ۱- معیارهای فرصت‌ساز و امکانات پهنه که شامل دسترسی، جهت

توسعه شهری، جمعیت، اندازه قطعه زمین و ۲- عوامل بازدارنده که شامل پتانسیل خطر، شعاع ترافیک، کاربری اراضی و شعاع عملکرد مفید می‌شوند.

از دیگر اهداف تحقیق این بود که مبتنی بر روش دلفی مشخص نماید هر کدام از عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی نسبت به سایر عوامل از چه وزنی برخوردار هستند. لذا با استفاده از روش دلفی با کمک نظر کارشناسی اساتید دانشگاهی، مدیران شهری و کارشناسان حرفه برای هشت معیار اصلی مکان‌یابی مراکز آتش‌نشانی میزان اهمیت و تاثیر این عوامل بر مکان‌یابی بین ۱ تا ۹ ارزشگذاری شده است. در انتها هم با محاسبه میانگین عددی میزان وزن مؤثر این عوامل برای هدف مورد نظر محاسبه شده است.

جدول ۱: وزن‌دهی عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

عوامل مؤثر در مکان‌یابی	میانگین نظر کارشناسی (حاصل از روش دلفی)
دسترسی	۷,۷
جهات توسعه شهر	۴,۹
تراکم جمعیتی	۷,۲
دانه‌بندی قطعات	۵,۹
پتانسیل خطر	۸,۱
شعاع ترافیکی	۶,۷
کاربری اراضی	۷,۳
شعاع عملکرد مفید	۶,۶

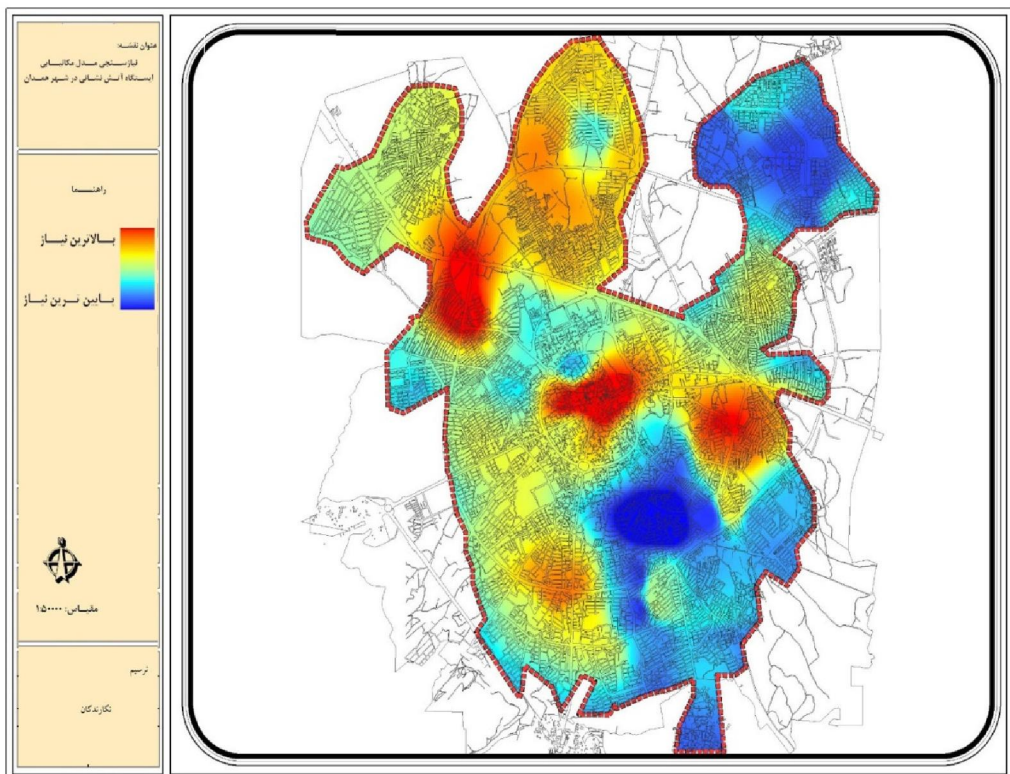
منبع: یافته‌های نگارندگان

همانطور که در جدول فوق هم نشان داده شده است نتایج حاکی از آنست که عامل پتانسیل خطر بالاترین وزن را دارا است. سپس عامل دسترسی قرار می‌گیرد. با توجه به عملیات رفع حریق بوسیله خودروهای ویژه آتش‌نشانی که عضو وسایل نقلیه بزرگ هستند، دسترسی و وضعیت مسیرها عامل بسیار مهمی برای مکان‌یابی ایستگاه‌ها خواهد بود. کاربری اراضی و تراکم جمعیتی به ترتیب در رتبه‌ی بعدی قرار گرفته‌اند. شعاع ترافیکی و شعاع عملکرد مفید نیز در انتهای این جدول قرار گرفته‌اند.

از دیگر اهداف این تحقیق پاسخ به این سوال بوده که آیا از طریق تحلیل خوشه‌ای می‌توان به پیشنهاد مناسب جهت مکان‌یابی ایستگاه آتش‌نشانی رسید؟ در پاسخ بایستی اذعان

داشت بر اساس منطق خوشه‌ای مناطق همگن با توجه به مدل سازی استخراج شده و با در نظر گرفتن نیاز مناطق اولویت بندی شده‌اند. از این رو مناطق همگن با بالاترین امتیاز در نقشه با بیشترین نیازها در اولویت اول قرار گرفته و سپس بر حسب آن لکه‌های پیشنهادی به جهت احداث ایستگاه آتش نشانی ارائه می‌گردد. تحلیل خوشه‌ای به دلیل دسته بندی بر حسب بیشترین نیاز و اولویت بندی آن می‌تواند روش تحلیلی مناسبی به جهت مکان یابی ایستگاه آتش نشانی باشد.

در قسمت نهایی این تحقیق با استفاده از مدل تحلیل خوشه ای به لکه های هدف رسیده و از مدل‌هایی مثل بافرینگ و دنسیتی و... برای تولید هر کدام از لایه های GIS برای هر یک از هشت معیار استفاده شده است و در نهایت نتایج اصلی این طرح در نقشه شماره ۳ مشخص می باشد.



نقشه ۵: نقشه نیازسنجی احداث ایستگاه آتش نشانی

ترسیم از نگارندگان



با توجه به نقشه شماره ۵، نقاط با رنگ گرم‌تر بیش‌ترین نیاز به احداث ایستگاه جدید خواهد بود. طیف رنگی نشان می‌دهد که سه نقطه در منطقه مرکزی، شرقی و غربی شهر همدان دارای بیش‌ترین نیاز برای احداث ایستگاه می‌باشند. برای این منظور بررسی وضعیت مالکیت زمین‌های موجود در هر یک از محدوده‌ها ضروری است. آنچنان که زمین‌های رها شده در اولویت اول خواهد بود. سپس زمین‌های با الویت دولتی و پس از آن در صورت عدم وجود زمین مناسب، مذاکره با ساکنین و برطرف کردن نیاز زمین از طریق تغییر مالکیت در اولویت خواهند بود.

### پیشنهادها

- ۱- تجهیز ایستگاه‌های آتش‌نشانی به سامانه اطلاعات جغرافیایی برای جلوگیری از اتلاف زمان طی مسیر و استقرار سریع نیروها در محل
- ۲- استفاده از پارامترهای زمانی، جهت اقدامات موثرتر در انتخاب هرچه بهتر مکان‌های بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی
- ۳- در نظر گرفتن پارامترهای هزینه املاک، هزینه احداث و حداقل رسانی این دو پارامتر

## منابع و مآخذ:

- ۱- آسایش، ح، استعلاجی، ع. ۱۳۸۲. اصول و روشهای برنامه ریزی ناحیه ای (مدل ها، روش ها، و فنون). تهران: مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری. چاپ اول.
- ۲- اسماعیلی، ا. ۱۳۸۲. کاربرد GIS در فرایند مسیر یابی ایستگاه های آتش نشانی. تازه های ترافیک. سال چهارم. شماره ۱۹.
- ۳- پور اسکندری، ع. ۱۳۸۰. سنجش و توزیع فضایی سوانح آتش سوزی در شهر با استفاده از GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد. مطالعه موردی شهر کرج.
- ۴- پرهیزکار، ا. ۱۳۸۳. ارائه مدل و ضوابط مکان گزینی ایستگاه های آتش نشانی، مرکز پژوهش های شهری و روستایی.
- ۵- پرهیزکار، ا. ۱۳۷۶. الگوی مناسب مکان گزینی خدمات شهری با تحقیق در مدلها پایان- نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس
- ۶- حکمت نیا، ح، موسوی، م. ۱۳۸۵. کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه ریزی شهری و ناحیه ای. یزد: انتشارات علم نوین. چاپ اول.
- ۷- خورشیددوست، ع، شیرزاد، ع. ۱۳۹۳. بررسی و تحلیل بارش های ناحیه شمال ایران با استفاده از تحلیل خوشه ای و تجزیه تابع تشخیص. مجله جغرافیا و برنامه ریزی، دوره ۱۸. شماره ۴۹. صص ۱۰۱-۱۱۹
- ۸- خسروی، م، نظرپور، ح. ۱۳۸۹. کاربرد تحلیل خوشه ای در شناسایی ویژگی های روزهای بارشی. مجله فضای جغرافیایی دانشگاه آزاد اهر. سال نهم. شماره ۳۱. صص ۹۰-۶۵.
- ۹- خطیبی، ک. ۱۳۸۶. سایت انجمن های گروه جغرافیا. بحث آزاد
- ۱۰- زیاری، ی، یزدان پناه، س. ۱۳۹۰. مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی با استفاده از مدل AHP در محیط CIS (مطالعه موردی: شهر آمل). مجله چشم انداز جغرافیایی. شماره ۱۴. صص ۷۴-۸۷.
- ۱۱- سعیدی، ح، دیلمی معزی، ص. ۱۳۹۰. بحران و مدیریت بحران در سازمان. ماهنامه ای کنترل کیفیت. سال ۷. شماره ۷. صص ۴۵-۵۶-۶۱.
- ۱۲- عادل، م. ۱۳۸۶. مکان یابی ایستگاه های آتش نشانی شهر گرگان. سمینار GIS شهری دانشگاه مازندران. ۲۵-۳۰.
- ۱۳- فروتن مقدم، م، وحید نیا، م، مهر منش، ا. ۱۳۸۸. تعیین مکان های بهینه ایستگاه- های آتش نشانی با استفاده از شبکه های عصبی.

- ۱۴- فرج زاده، م. ۱۳۸۱. مدیریت و مکان‌یابی مراکز آموزشی با استفاده از GIS. تحقیقات جغرافیایی، ۶۷.
- ۱۵- فوکردی، ر. ۱۳۸۴. طراحی الگویی برای تعیین نظام استقرار تسهیلات ارائه دهنده خدمات در مناطق شهری (مطالعه موردی: جایابی ماشین‌های خودپرداز بانک کشاورزی در منطقه ۱۰ شهرداری تهران). استاد راهنما الفت لعیا. دانشگاه علامه طباطبایی. دانشکده حسابداری و مدیریت.
- ۱۶- کریمی، ج. ۱۳۹۰. تکنیک‌ها و مدل‌های برنامه‌ریزی توریسم. اصفهان: ارکان دانش.
- ۱۷- مدیری، م.، خواجه، خ. ۱۳۸۰. اشاره‌ای به سیستم اطلاعات جغرافیایی. انتشارات سازمان جغرافیایی ارتش. تهران. ۶۷.
- ۱۸- مهندسان مشاور طرح و آمایش. ۱۳۸۵. طرح جامع شهرستان همدان. (برای) مسکن و شهرسازی استان همدان.
- ۱۹- نشست مدیران سازمان‌های آتش‌نشانی کشور. ۱۳۸۱. تجهیزات ایستگاه‌های آتش‌نشانی. مجله شهرداری‌ها. شماره ۴۳.
- ۲۰- هاکسهولد، و. ۱۳۸۰. مقدمه‌ای بر سیستم‌های اطلاعات جغرافیای شهری. تهران: شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری. مرکز اطلاعات جغرافیای شهر تهران
- 21- Adams . P.1991. Choosing a choice ATM site, ATM buyer's guide, Credit Union management, Vol.14, NO.3, ABI/INFORM Global.
- 22- Aldajani, M. A, Alfares, H. K .2009 . Location of banking automatic teller machines based on convolution, Computers & Industrial Engineering, Vol 157, NO.4, 1194-1201.
- 23- Al-Hanbali. N. 2003. Building a Geospatial database and GIS data-Model integration for Banking: ATM site location, Commission IV Joint Workshop: Data Integration and Digital Mapping Challenges in Geospatial Analysis, Integration and Visualization II, Stuttgart, Germany, September8-9.
- 24- Badri, M. Mortagy, A. and Alsayed, A., 1998, A Multi-objective Model for Locating Fire Stations, European Journal of Operational Research, Vol. 110, No. 2, October, PP. 243-260.
- 25- Block. V. 1994. With automated taller machines installed in most bank branches, what new location should bank targets for ATM deployment? , American Banker, Vol.159, NO.88, 14-16.

- 26- Zolnik, E, Julie, Mi, Debasree, Das Gupta .2010. Supporting planning to co-locate public facilities: A case study from Loudoun County”, Virginia, *Journal of Applied Geography* , 30, 687–696.
- 27- Fu, Y. 2007. *Managing Customer Services Using GIS in Banks: A Case in Chinese Competitive Environment*, Supervisor: Vimarlund Vivian, Linköping University, Department of Computer and Information Science.
- 28- Howerton ,C , 2006 , *GIS Network Analysis of Fire Department Response Time Dallas, Texa Fall*
- 29- Heru, S, Anthony, R . 2011. "Urban Fire Situation in In donesia", *journal of fire Technology* , 74.
- 30- Lilli, Y, Bryan, F, Shuang-hua, Yang 2007. “A fuzzy multi- objective programming for optimization of fire station locations through genetic algorithms”, *European Journal of operational Research* , 181, 903–9150.
- 31- Miliotis, P, Dimopoulou, M, Giannikos, I .2002. A Hierarchical Location Model for Locating Bank Branches in a Competitive Environment, *International transactions in operational research*, Vol.9, No.5, PP.549-565.
- 32- Panigrahi, P, SagarVijay, P, RaajeshRonald, P .2003. *GIS-Tool for Simplifying the Collection Management System in Banks and Financial Service Organizations*, Map Asia 2003.
- 33- [www.hamedan.ir](http://www.hamedan.ir)