

مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و خدمات ایمنی روستایی

با استفاده از تحلیل شبکه و AHP

مطالعه موردی: شهرستان شیروان چرداول

علیرضا دربان آستانه* - استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

اسماعیل زبارتی - معاون مدیرکل دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی روستایی، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

سارا جعفری - دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تهران

رباب سائلی - دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تهران

پذیرش نهایی: ۱۳۹۲/۸/۸

دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۲/۲۸

چکیده

آتش‌سوزی از حوادث پربسامد سکونتگاه‌های انسانی است و از آنجا که روستاها در مجاورت زمین‌های زراعی، جنگل‌ها و مراتع - که دارای پتانسیل آتش‌سوزی بالایی هستند- قرار دارند، خدمات ایمنی و آتش‌نشانی در محیط‌های روستایی دارای اهمیت ویژه‌ای است. محل استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی مؤلفه مهمی در توانایی آنها برای حفاظت در مقابل حریق است. در سال‌های اخیر، گسترش خدمات ایمنی و آتش‌نشانی در دستور کار استانداری‌ها قرار گرفته و یکی از دل‌مشغولی‌های مهم، مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی برای عرضه خدمات لازم در کمترین زمان ممکن است. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی جمعیت و تعداد روستاهای تحت پوشش خدمات آتش‌نشانی و مکان‌یابی ایستگاه‌های جدید برای پوشش کامل روستاهای شهرستان شیروان و چرداول به اجرا درآمد. برای این منظور از تکنیک‌های ترکیبی AHP و تحلیل شبکه و هم‌پوشانی لایه‌ها در محیط Arc GIS استفاده شد. جامعه آماری مطالعه حاضر، دهیاران و افراد مطلع (در روستاهای فاقد دهیاری) در ۱۹۸ روستای شهرستان شیروان و چرداول بود، که اطلاعات به‌صورت تمام‌شماری به‌وسیله پرسشنامه گردآوری شد. اطلاعات و نقشه‌های مورد نیاز نیز از دستگاه‌های اجرایی مربوط گردآوری و به‌روزرسانی شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهند که ۴ ایستگاه آتش‌نشانی شهری و یک ایستگاه آتش‌نشانی روستایی در منطقه مطالعه‌شده وجود دارد که در زمان واکنش ۶ دقیقه فقط ۱۹ درصد روستاهای شهرستان را می‌توانند پوشش دهند. براساس نتایج هم‌پوشانی لایه‌ها و ارزیابی مجدد تحلیل شبکه، ۲۱ ایستگاه آتش‌نشانی جدید به‌همراه روستاهای تحت پوشش شناسایی شد و براساس جمعیت و تعداد روستاهای تحت پوشش هر ایستگاه، ایستگاه‌های پیشنهادی اولویت‌بندی شدند.

کلیدواژه‌ها: ایستگاه آتش‌نشانی، تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، تحلیل شبکه، سامانه اطلاعات مکانی (GIS)، شهرستان شیروان و چرداول مکان‌یابی.

مقدمه

سطح پیشرفت ایمنی رابطه تنگاتنگی با توسعه دارد. از آنجا که روستاها نقش مهمی در توسعه‌یافتگی کشور دارند، یکی از اهداف دولت‌ها باید به حداکثر رساندن سطح پوشش ایمنی در روستاها باشد. نظر به اینکه ایران کشوری حادثه‌خیز است و از ۴۰ حادثه شناخته‌شده، ۳۰ مورد آن در ایران امکان وقوع دارد، توجه به موضوع ایمنی و تهیه و تدوین ضوابط و مقررات آن ضروری است (راهنمای جامع مدیریت روستایی، ۱۳۸۷، ۱۸۲).

فضاهای روستایی کشور تلفیقی از بافت کالبدی روستا و مزارع و باغ‌ها و جنگل‌های اطراف آن است، که محل فعالیت و تولید روستا تلقی می‌شود. ازجمله خدمات عمومی و پایه‌ای موردنیاز کشور، برخورداری از خدمات ایمنی و آتش‌نشانی به‌دلیل فراوانی فضاهای مخاطره‌آمیز در روستاهای کشور است. بررسی وضع موجود نشان می‌دهد که تاکنون شهرداری‌ها به‌موجب بند ۱۴ ماده ۵۵ قانون شهرداری وظیفه تأمین ایمنی شهر و شهروندان را در برابر خطر آتش‌سوزی و سیل برعهده دارند، و خارج از وظیفه قانونی‌شان به روستاهای پیرامونی خدمات ایمنی و آتش‌نشانی عرضه می‌کنند. بدین ترتیب حدود ۳۱ درصد جمعیت کشور خارج از پوشش ایمنی و آتش‌نشانی قرار دارند، درحالی که سالانه در پهنه‌های روستایی کشور ۲۵۴۵۱ فقره آتش‌سوزی در واحدهای مسکونی، مراکز تولیدی، مزارع، باغ‌ها و جنگل‌های حاشیه‌ای روستا رخ می‌دهد، که سالانه خسارتی بیش از ۵۰۰ میلیارد ریال برجای می‌گذارد (باقری، ۱۳۹۰، ۴۸). اگر حوادث غیرمترقبه - به‌خصوص زلزله که به‌دلیل آسیب‌پذیری خانه‌های روستایی و استفاده از مصالح کم‌دوام در ساخت آن به میزان آسیب‌ها می‌افزاید- نیز در نظر گرفته شود، ضرورت توجه به مقوله ایمنی و آتش‌نشانی مضاعف خواهد شد.

استقرار بسیاری از خدمات معمولاً تابع سازوکارهای اقتصادی و رقابت آزاد است، اما برای خدمات عمومی و ازجمله خدمات ایمنی نمی‌توان به سازوکارهای بازار بسنده کرد، بلکه لازم است برای جبران نارکارآمدی‌های بازار به تصمیم‌ها و سیاست‌های مبتنی بر منابع عمومی نیز

تمسک جست (مولایی و همکاران، ۱۳۸۹، ۱۱۶). تأمین خدمات ایمنی و آتش‌نشانی در نواحی روستایی افزون بر حفظ سرمایه‌های انسانی، در حفظ سرمایه‌های طبیعی و ایمن‌سازی فضاهای سکونتی و کاهش خسارت‌های ذکرشده نیز مؤثر خواهد بود.

بررسی‌ها نشان می‌دهند که احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی، و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری و پرسنلی این ایستگاه‌ها در مقایسه با سایر خدمات، از پرهزینه‌ترین خدمات سازمان‌های محلی است (Murray, 2013, 2). بنابراین استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی در همه روستاها مقرون به صرفه نخواهد بود. به همین دلیل به منظور صرفه‌جویی در هزینه‌های احداث این ایستگاه‌ها، شناسایی مراکزی که بتوانند در مدت زمانی کوتاه به حادثه واکنش نشان دهند، اهمیت دارد. شعاع عملکرد ایستگاه یا حداکثر مسافتی که خودروی آتش‌نشانی می‌تواند در مدت کوتاهی طی کند، در انتخاب مکان‌های استقرار ایستگاه اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا ایستگاه‌های آتش‌نشانی در صورتی می‌توانند خدمات‌رسانی به موقع و مطمئن انجام دهند که در مکان‌های مناسب مستقر باشند و بتوانند در کمترین زمان و بدون مواجه‌شدن با موانع و محدودیت‌های محیط، نیروهای‌شان را به محل حادثه برسانند (Howerton, 2006, 3). یکی از ابزارهای مؤثر در بهینه‌سازی مکان استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی، سامانه اطلاعات مکانی (GIS) است که می‌تواند با تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات در انتخاب مکان‌های بهینه به کار گرفته شود.

شهرستان شیروان چرداول واقع در شمال شرق ایلام و دارای مساحت ۲۱۸۱ کیلومترمربع است. براساس آمار سال ۱۳۹۰ این شهرستان دارای ۲۰۷ روستاست که ۹ روستا دارای سکونت موسمی و ۱۹۸ روستای آن با جمعیت ۵۵۲۵۳ نفر دارای سکونت دائمی است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۱). این شهرستان با تعداد روستاهای زیاد و جمعیت شایان توجه روستایی، تنها دارای یک ایستگاه آتش‌نشانی روستایی (روستای شهاب) و چهار ایستگاه آتش‌نشانی شهری است. طبق مطالعات میدانی صورت‌گرفته، طی ۱۰ سال گذشته در مجموع ۱۰۵ مورد آتش‌سوزی در نواحی

علیرضا دربان آستانه و همکاران ————— مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و خدمات ایمنی روستایی با استفاده از ...

مسکونی و مزارع کشاورزی در فصل‌های مختلف سال - و به‌خصوص در فصل برداشت- صورت گرفته است که متأسفانه نبود ایستگاه آتش‌نشانی، به تحمیل هزینه‌های جبران‌ناپذیر به روستاییان و اقتصاد شهرستان منجر شده است.

هزینه زیاد احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی، و ضرورت پوشش خدماتی در زمان و در قالب استانداردهای داخلی و بین‌المللی، بر اهمیت مکان‌یابی علمی و تخصصی چنین نقاطی افزوده است. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی دسترسی روستاهای شهرستان شیروان چرداول به خدمات آتش‌نشانی و مکان‌یابی ایستگاه‌های پیشنهادی برای عرضه خدمات براساس استانداردهای جهانی صورت گرفته و پرسش‌های زیر را دنبال می‌کند:

- چند درصد از روستاها و جمعیت روستایی شهرستان شیروان چرداول تحت پوشش ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود هستند؟

- مناسب‌ترین مکان‌های پیشنهادی برای استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی متناسب با استانداردهای جهانی چیست؟

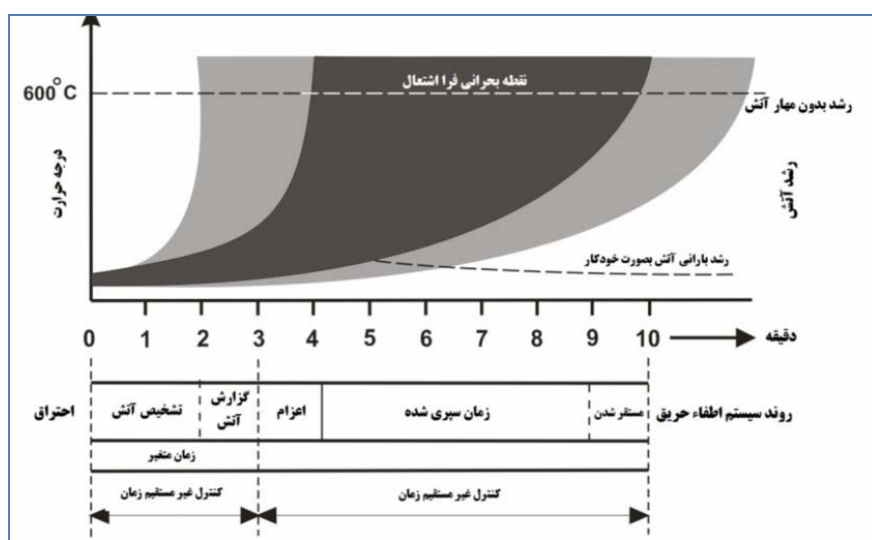
مبانی نظری تحقیق

در مطالعات مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی، مهم‌ترین عامل در واکنش اضطراری، «زمان واکنش» شناخته شده است. اگر واکنش به‌موقع صورت گیرد، عملیات نیز با موفقیت همراه خواهد بود. دلیل این امر تأثیر بسیار زیاد زمان بر پیشروی عوارض آتش‌سوزی است. بنابراین بهتر است پیش از بررسی موارد واکنش اضطراری، به بررسی زمان واکنش پرداخته شود.

آتش تا زمانی که تمام مواد سوختنی موجود در محیط را بسوزاند، بسیار سریع گسترش می‌یابد و بعد از آن به نقطه بحرانی فرااشتعال¹ می‌رسد. با قرار گرفتن محتویات محیط در

1- Flashover

معرض حرارت، بخارهای قابل اشتعال متصاعد می‌شود و هرچه را در مجاورت آن قرار دارد، به سرعت می‌سوزاند؛ که به آن خاصیت فرااشتعالی می‌گویند. در نقطه فرااشتعال، آتش محیط را احاطه می‌کند و دما می‌تواند به بالاتر از ۲۰۰۰ درجه فارنهایت برسد. فرااشتعالی معمولاً ۶ تا ۹ دقیقه بعد از شروع آتش‌سوزی رخ می‌دهد (ESRI, 2007, 5).



شکل ۱. روند سیستم اطفای حریق به همراه زمان رسیدن به نقطه فرااشتعالی

منبع: ESRI, 2007, 5

هنگامی که عملیات واکنش پیش از رسیدن آتش به نقطه فرااشتعال آغاز شود، به نیرو و آب کمی برای اطفای حریق نیاز است، اما بعد از مرحله فرااشتعال، سیستم‌های معمولی اطفای حریق تأثیر چندانی بر کاهش خسارت نخواهند داشت و به دلیل تجمع دودها و گازهای حاصل از آتش، احتمال تخلیه کاهش خواهد یافت. افزون بر این، مواجهه با نقطه فرااشتعالی سلامت آتش‌نشان‌ها را نیز به مخاطره می‌اندازد. بنابراین تمام هدف واکنش در مقابل اطفای حریق،

حداکثر زمان ۶ تا ۹ دقیقه است. به دلیل اهمیت زمان واکنش، با بررسی اجزای آن می‌توان اقداماتی بهینه در جهت کاهش آن انجام داد.

مطالعات متعددی در زمینه مکان‌یابی خدمات - و به خصوص آتش‌نشانی- در ایران و دنیا صورت گرفته است. بررسی مطالعات پیشین، در تعیین بهترین روش تحقیق، انتخاب شاخص‌ها و تکنیک‌های مکان‌یابی مؤثر است. در این مطالعه به منظور بررسی هدفمند مطالعات صورت گرفته، ابتدا پرسش‌های اصلی مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی طرح شد. مهم‌ترین انتظارات گروه تحقیق در مطالعات داخلی و خارجی انجام شده عبارت‌اند از:

۱. روش تحقیق غالب به کار گرفته شده چیست؟
 ۲. مهم‌ترین شاخص‌های مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی چیست؟
 ۳. کدام یک از تکنیک‌های GIS برای ارزیابی وضع موجود و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به واقعیت نزدیک‌تر است؟
 ۴. بهترین روش برای تعیین وزن لایه‌ها کدام تکنیک یا تکنیک‌هاست؟
- پیرمرادی در تحقیقی در سال ۱۳۸۷ با نام «یافتن بهترین مکان ایستگاه آتش‌نشانی در منطقه ۶ تهران» با استفاده از فناوری اطلاعات و GIS و در نظر گرفتن مؤلفه‌هایی چون معابر اصلی؛ محدوده‌های مسکونی؛ و مراکز تجاری، مذهبی، اداری، درمانی و آموزشی، مدل‌سازی احداث مکان‌های مناسب ایستگاه‌های آتش‌نشانی را بررسی کرد.
- مولایی و دیگران (۱۳۹۱) در مقاله‌ای با نام «مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی جهت خدمات‌رسانی در فوریت‌های امدادی براساس مدل‌های MCDM و GIS» 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 لایه‌های اطلاعاتی به این نتیجه رسیدند که شمال شرق و جنوب غرب منطقه ۸ تهران اولویت بالایی برای تأسیس ایستگاه آتش‌نشانی دارد.

عادلی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای با نام «مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر گرگان با استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی» با توجه به واحدهای همسایگی که شامل همسایگی‌های سازگار، همسایگی‌های ناسازگار و همسایگی‌های نیمه‌سازگار است، مطلوب‌بودن مکان ساخت ایستگاه را بررسی کردند. آنها از تکنیک تحلیل شبکه و هم‌پوشانی لایه‌ها در GIS برای مکان‌یابی و تکنیک AHP برای وزن‌دهی به شاخص‌ها بهره‌گرفتند. در مطالعه‌ی ایشان برای ارزیابی پوشش ایستگاه‌های موجود از زمان واکنش یک، دو، سه و چهار دقیقه استفاده شد.

پوراسکندری در سال ۱۳۸۰ در تحقیقی با نام «سنجش توزیع فضایی سوانح آتش‌سوزی در کرج»، با استفاده از روش شعاعی، چندضلعی‌های تیسن و تحلیل شبکه ضمن بررسی نحوه توزیع سوانح آتش‌سوزی در شهر کرج به مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی اقدام کرد.

شوالیه و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای با نام «مکان‌یابی شبکه‌ی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با رویکردی یکپارچه در بلژیک»، با استفاده از سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری فضایی^۱ و پارامترهایی مانند فاصله و تراکم جمعیتی و شعاع عملکرد ۸ دقیقه‌ای و پوشش ۹۰ درصد حوادث به ارزیابی پتانسیل ایستگاه‌های آتش‌نشانی برای واکنش به آتش‌سوزی‌ها پرداختند. نتایج مطالعه‌ی آنها نشان داد که ۶۰ ایستگاه آتش‌نشانی موجود در کشور با شعاع عملکرد استاندارد، ۶۷ درصد از حوادث احتمالی را پوشش می‌دهد (Chevalier et al., 2012, 180).

موری در مطالعه‌ای با نام «بهینه‌سازی مکان فضایی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در کالیفرنیا»، استاندارد زمانی برای واکنش به آتش‌سوزی را ۹ دقیقه در نظر گرفت. او برای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی جدید از برنامه‌ریزی راهبردی استفاده کرد و با استفاده از ابزار بافر، توزیع مناسب ایستگاه‌های جدید را بررسی کرد (Murray, 2013, 3).

بدری و همکاران در سال ۱۹۹۸ در مقاله‌ای با نام «برنامه‌ریزی چندشاخصه برای مکان‌یابی

1- Spatial Decision-Support System (SDSS).

ایستگاه‌های آتش‌نشانی در دوبی»، شاخص‌های مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی را بررسی کردند. آنها شاخص‌های مکان‌یابی کاهش حداکثری هزینه‌ها، ارائه حداکثری خدمات، رعایت زمان استاندارد، حداقل هم‌پوشانی ایستگاه‌ها و وجود منابع آب را در نظر گرفتند و با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی، مهم‌ترین معیارهای استقرار ایستگاه آتش‌نشانی را ارزیابی کردند (Badri et al., 1998, 244).

موری در سال ۲۰۱۳ در مقاله‌ای با نام «بهینه‌سازی مکانی- فضایی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهری در کالیفرنیا» به ارزیابی توزیع بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی پرداخت. او با تلفیق برنامه‌ریزی راهبردی و GIS (تهیه بافر اقلیدسی) و مدل پوشش حداکثر مکانی (MCLP) نشان داد که به‌جز دو ایستگاه آتش‌نشانی، سایر ایستگاه‌ها در بهترین موقعیت مستقر نیستند (Murray, 2013, 3).

لی‌یو و همکاران در سال ۲۰۰۶ در مقاله‌ای با نام «مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از GIS و الگوریتم ANT در سنگاپور» سعی می‌کند موقعیت‌یابی مناسبی برای ایستگاه‌های آتش‌نشانی جدید ارائه کند و اهداف چندگانه را در نظر می‌گیرد. هدف مقاله وی این است که استاندارد زمانی را از ۸ دقیقه به ۵ دقیقه کاهش دهد (Liu et al., 2006, 362). یانگ و همکاران در سال ۲۰۰۷ در مقاله‌ای با نام «برنامه‌ریزی چندشاخصه و منطق‌فازی برای بهینه‌سازی مکان‌های ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از الگوریتم ژنتیک در دوبی» به تعیین حد مطلوب ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از مدل بهینه‌سازی می‌پردازد و استاندارد فاصله را ۵ تا ۸ دقیقه برآورد می‌کند (Yang et al., 2007, 904).

لای و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مقاله‌ای با نام «مطالعه و پیاده‌سازی برنامه‌ریزی مکان‌های آتش‌نشانی براساس تکنیک GIS و AHP در چین» به مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی می‌پردازد. استاندارد زمانی در این مقاله ۵ دقیقه و استاندارد فاصله ۴ تا ۷ کیلومتر برآورد شده است (Lai et al., 2011, 487).

جدول ۱. جمع‌بندی برخی مطالعات داخلی و خارجی در خصوص مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

عنوان	محقق	منطقه	روش تحقیق	لایه (تکنیک مکان‌یابی)	استاندارد (دقیقه/کیلومتر)
مکان‌یابی بهینه استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر زنجان با استفاده از تحلیل شبکه و منطق فازی	ملک و همکاران	شهر زنجان	تحلیل شبکه، هم‌پوشانی لایه‌ها	منطق فازی	۵
مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی	مولایی و همکاران	منطقه ۸ تهران	مدل MCDM و GIS	AHP و TOPSIS	-
یافتن بهترین مکان ایستگاه آتش‌نشانی	پیرمرادی	منطقه ۶ تهران	AHP و GIS	وزن‌دهی زوجی و ranking و AHP	
مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی	عادلی و همکاران	گرگان	هم‌پوشانی لایه‌ها	منطق فازی و AHP	۱-۴ دقیقه
اولویت‌بندی نواحی شهری به‌منظور تأسیس ایستگاه‌های آتش‌نشانی	رامشت و عرب عامری	شهر ماکو	روش خطی و هم‌پوشانی لایه‌ها	لایه‌های مسکونی، تجاری، ورزشی و بیمارستانی	
تحلیل فضایی- مکانی تجهیزات شهری و کاربست مدل تحلیل سلسله‌مراتبی در محیط GIS	مشکینی و همکاران	منطقه ۶ تهران	تحلیل سلسله‌مراتبی AHP	وزن‌دهی لایه‌ها	۳-۵ متر ۲۰۰۰
A multi-objective model for locating fire stations	Badri et al., 1998	Dubai	Action research	Goal programming, multi-criteria model	

ادامهٔ جدول ۱. جمع‌بندی برخی مطالعات داخلی و خارجی در خصوص مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

عنوان	محقق	منطقه	روش تحقیق	لایه (تکنیک مکان‌یابی)	استاندارد (دقیقه/کیلومتر)
Locating fire stations: An integrated approach for Belgium	Chevalier et al., 2012	Belgium	GIS	optimal location and allocation model	8 min
Study and implementation of fire sites planning based on GIS and AHP	Lai et al., 2011	China	GIS	AHP	5min/4-7km
Optimal Sitting of Fire Stations Using GIS and ANT Algorithm	Liu et al., 2006	Singapore	GIS	ANT Algorithm	8 min
A fuzzy multi-objective programming for optimization of fire station locations through genetic algorithms	Yang et al., 2007	Derbyshire	Algorithm genetic	optimization model	8min/5
Optimizing the location of stations in bike-sharing programs: A GIS approach	Palomares et al., 2012	Madrid	GIS	Location allocation model	2000m
Optimizing the spatial location of urban fire stations	Murray, 2013	California	GIS	MCLP	5 min

منبع: یافته‌های تحقیق

عوامل اصلی در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

با توجه به مطالعات صورت گرفته در مجموع می‌توان عوامل اصلی برای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی را به صورت خلاصه چنین بیان کرد:

۱. تراکم جمعیتی: جمعیت از شاخص‌های اصلی خدمات گوناگون محسوب می‌شود، و با افزایش آن احتمال وقوع آتش‌سوزی و هزینه‌ها و خسارت‌های ناشی از آن افزایش می‌یابد. در برخی از مطالعات، مناطق دارای تراکم جمعیتی بیشتر با اولویت بالاتری برای استقرار ایستگاه در نظر گرفته شده‌اند (Lai et al., 2011, 488) و در برخی دیگر حداقل جمعیتی برای هر ایستگاه در نظر گرفته شده است. مشکینی و همکاران در مطالعه‌شان جمعیت ۵۰۰۰۰ نفر را برای هر ایستگاه در نواحی شهری در نظر گرفته‌اند (۱۳۸۹، ۹۵)، اما به دلیل پراکندگی جمعیت در نواحی روستایی این جمعیت نمی‌تواند ملاک مناسبی باشد. در مطالعه حاضر تراکم جمعیتی به دلیل اهمیتش در مکان‌یابی در نظر گرفته شد.

۲. مساحت و شعاع پوشش: مساحت مناطق گوناگون و شعاع عمل ایستگاه‌های آتش‌نشانی در برنامه‌ریزی استقرار ایستگاه‌ها از عوامل اصلی به‌شمار می‌آید. بررسی مطالعات و استانداردها در کشورهای گوناگون نشان می‌دهد که زمان واکنش به آتش حدود ۵ تا ۸ دقیقه در نظر گرفته شده است (ذاکر حقیقی، ۱۳۸۲، ۴۵؛ فقهی و کریمی، ۱۳۸۹، ۵۸؛ مشکینی و همکاران، ۱۳۸۹، ۹۶). در مطالعه حاضر با توجه به تراکم پایین جمعیتی منطقه و استانداردهای کشورهای مختلف، زمان ۸ دقیقه در نظر گرفته شد. اگر ۲ دقیقه برای تشخیص و اطلاع‌رسانی در نظر گرفته شود، و نظر به اینکه به استناد ماده ۱۲۶ آیین‌نامه راهنمایی و رانندگی حداکثر سرعت جاده‌های بین شهری ۱۰۰ کیلومتر در نظر گرفته شده است (هیئت وزیران، ۱۳۸۴، ۲)، شعاع عملکرد یک ایستگاه آتش‌نشانی حدود ۱۰ کیلومتر خواهد بود.

۳. دسترسی: ضروری است در مکان‌یابی ایستگاه‌ها، از انتخاب مکان‌های پرت و نامناسب (شیب‌های نامناسب، پستی و بلندی نامناسب، وضعیت غیرطبیعی آب‌های سطحی) و مکان‌های حاشیه‌ای روستا پرهیز شود (Lai et al., 2011, 489; Murray, 2013, 2). در مکان‌یابی باید

دقت شود که محل انتخاب‌شده، کمترین موانع دسترسی‌های موجود و آتی را که مدت لازم برای رسیدن به محل حادثه را طولانی می‌کنند، داشته باشد. در مکان‌یابی و استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی علاوه بر در دسترس بودن شبکه‌های معابر شریانی، ضروری است دسترسی به شبکه‌های آب، برق، تلفن، سامانه‌های حمل‌ونقل و وسایل ارتباط جمعی نیز فراهم شود. برای تشکیل این لایه از ترکیب شبکه‌های شهرستان شیروان چرداول و لایه شیب - که از لایه DEM شهرستان استخراج شد- استفاده گردید.

۴. فاصله: یکی از مهم‌ترین شاخص‌های انتخاب ایستگاه آتش‌نشانی، فاصله است، زیرا اثربخشی فعالیت ایستگاه آتش‌نشانی منوط به حضور به‌موقع و زمان تعیین‌شده است و به این معیار تقریباً در مطالعات تمامی محققان توجه شده است (Yang et al., 2006, 905; Liu et al., 2006, 362). در بررسی این معیار همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، هم مدت زمان و هم فاصله در نظر گرفته می‌شود، که از آن جمله می‌توان به زمان ۸ دقیقه در مطالعات لی و همکاران (۲۰۱۱)، و چوالیر و همکاران (۲۰۱۲) یا فاصله ۷-۴ کیلومتر در مطالعه لایه و همکاران (۲۰۱۱) اشاره کرد. در مطالعه حاضر در تحلیل شبکه، شعاع عملکرد ایستگاه ۱۰ کیلومتر در نظر گرفته شد.

۵. کاربری اراضی: آسیب‌پذیری کاربری‌های گوناگون در برابر آتش‌سوزی متفاوت است. کاربری‌های مسکونی همیشه بیشترین آسیب‌پذیری را در برابر حوادث آتش‌سوزی دارند، و کاربری‌های تجاری و صنعتی و تولیدی بعد از کاربری مسکونی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند (پرهیزکار، ۱۳۸۳، ۱۸). در نواحی روستایی، مزارع کشاورزی به‌ویژه در ایام تابستان به‌دلیل خشکی محصول، قابلیت آتش‌زایی بالایی دارند. در مطالعه حاضر کاربری‌های دارای خطر آتش‌سوزی به‌ترتیب مسکونی، صنعتی، کشاورزی و منابع طبیعی در نظر گرفته شد. برای تهیه این لایه از ترکیب سه لایه نقاط روستایی (به‌عنوان مناطق مسکونی)، نواحی صنعتی روستایی (کاربری‌های صنعتی) و کاربری کشاورزی استفاده شد.

۶. پتانسیل خطر: بررسی پتانسیل و ریسک خطر در مناطق گوناگون روستایی با بررسی

تعداد و تکرار حوادث در مناطق مختلف، نقاط آسیب‌پذیر در حوادث آتش‌سوزی و مکان‌های با پتانسیل بالای خطر را مشخص می‌سازد. مکان ایستگاه‌ها باید به سمت چنین مناطقی کشش بیشتری داشته باشد (سازمان استاندارد ایران، ۱۳۸۰، ۱۵). برای ارزیابی این موضوع، فراوانی وقوع آتش‌سوزی در روستاها و زمین‌های کشاورزی طی ۱۰ اخیر از طریق پرسشنامه گردآوری شد.

روش تحقیق

روش تحقیق حاضر از نوع اقدام‌پژوهی است. اقدام‌پژوهی، فعالیتی منظم و علمی مبتنی بر روش حل مسئله است که اقدام‌کننده در محیط مورد مطالعه با روش ابتکاری و خلاق برای تبدیل وضع نامطلوب (وضع موجود) به وضع مطلوب فعالیت می‌کند (سیف‌الهی، ۱۳۸۱، ۲۱). در این مطالعه نیز با گردآوری اطلاعات گوناگون لازم در چند مرحله و گام به گام، پژوهشگر اقدام به شناسایی بهترین مکان‌های استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی روستایی می‌کند.

از آنجا که برای گردآوری سابقه حادثه و آتش‌سوزی‌های صورت‌گرفته اطلاعات به‌روز لازم بود، کلیه روستاهای دارای سکنة دائمی - ۱۹۸ روستا - تمام‌شماری شدند و اطلاعات لازم از دهیاران و افراد مطلع (در روستاهای فاقد دهیاری) از طریق پرسشنامه گردآوری شد. به‌منظور وزن‌دهی به معیارهای مکان‌یابی، دیدگاه‌های ۲۵ نفر از کارشناسان و مدیران دفتر امور روستایی استانداری ایلام، فرمانداری و کارشناسان و بخشداران شهرستان شیروان و چرداول دریافت شد.

در این مطالعه به‌منظور حل مسئله کمبود ایستگاه‌های آتش‌نشانی و تعیین بهترین مکان برای احداث ایستگاه‌های جدید، از ابزارهای GIS استفاده شد. در شرایطی که تنوع عوامل تأثیرگذار باعث می‌شود متغیرهای متعددی در مکان‌یابی کاربری‌ها تأثیرگذار باشد، دیگر امکان تحلیل آنها به روش‌های سنتی - نظیر روی هم‌گذاری دستی نقشه‌ها - به‌دلیل حجم زیاد داده‌ها امکان‌پذیر نیست، لذا استفاده از ابزار توانمندی مانند سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در

مکان‌یابی کاربری‌ها ضرورت می‌یابد (هادیانی و کاظمی‌راد، ۱۳۸۹، ۱۰۱).

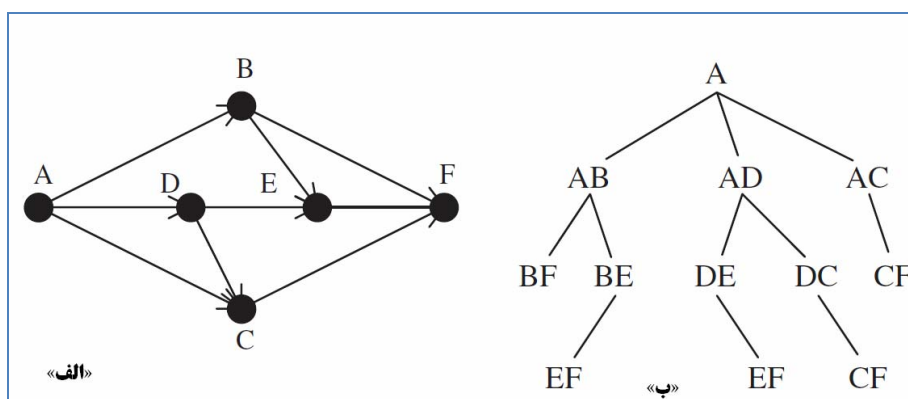
این مطالعه در سه مرحله انجام شد. در مرحله نخست، روستاهای تحت پوشش ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهری و روستایی و به‌تبع آن روستاهایی که تحت پوشش نیستند، شناسایی شد. تعیین حوزه نفوذ با استفاده از GIS به روش‌های گوناگونی امکان‌پذیر است. ساده‌ترین روش در این زمینه استفاده از حائل اقلیدسی دایره‌ای یا ترسیم بافر با شعاع و فاصله سفر برابر است. این روش به‌رغم سادگی دارای معایب متعددی است که از آن جمله توجه‌نکردن به شبکه معابر و موانع موجود برای تردد وسایل نقلیه است. روش دیگر، ترسیم پلیگون‌های تیسن است. این روش نیز افزون بر مشکل مذکور، صرفاً به تخصیص فضای مساوی بین ایستگاه‌ها می‌پردازد و رعایت استانداردها در آن امکان‌پذیر نیست (Upchurch, 2004, 24).

طی دهه اخیر، معماری GIS بر اساس مفهوم شبکه^۱ به‌منظور پاسخگویی به برخی نیازهای مکان‌یابی و تعیین حوزه نفوذ مبتنی بر راه‌های دسترسی، بهبود یافته است. شبکه متشکل از مجموعه‌ای از نقاط (معروف به گره^۲) و مجموعه‌ای از آرک‌ها^۳ است، که به یک جفت گره متصل‌اند. شکل ۲ مفهوم گره را از دیدگاه لی و همکاران (Li et al., 2003, 690) نشان می‌دهد. شکل «الف» شبکه‌ای ساده را با ۶ گره (حروف A, B, C, D, E و F) و ۹ آرک (AB, ... BE, DC) و مسیرهای سفر را نشان می‌دهد. در شبکه، «مسیر^۴» عبارت است از توالی آرک‌های متصل به هم به‌نحوی که هیچ‌یک از گره‌ها در مسیر تکرار نشود.

شکل «ب» ساختار درختی را به نمایش می‌گذارد که از پنج مسیر تشکیل شده است. اگر فاصله در هر آرک مشخص باشد، امکان محاسبه فاصله برای هر پنج مسیر خواهد بود. در تحلیل شبکه در GIS می‌توان از طریق تعیین گره‌ها در نقشه، سنجش فاصله هر آرک و

1. Network
2. Node
3. Arcs
4. Path

اندازه‌گیری فاصله هر مسیر با ترکیب فواصل آرک‌های متصل به هم، و بالاخره مقایسه طول مسیرهای مختلف، کوتاه‌ترین مسیر بین A تا F را تعیین کرد (Cheng et al., 2004, 886).



شکل ۲. عناصر تشکیل‌دهنده شبکه

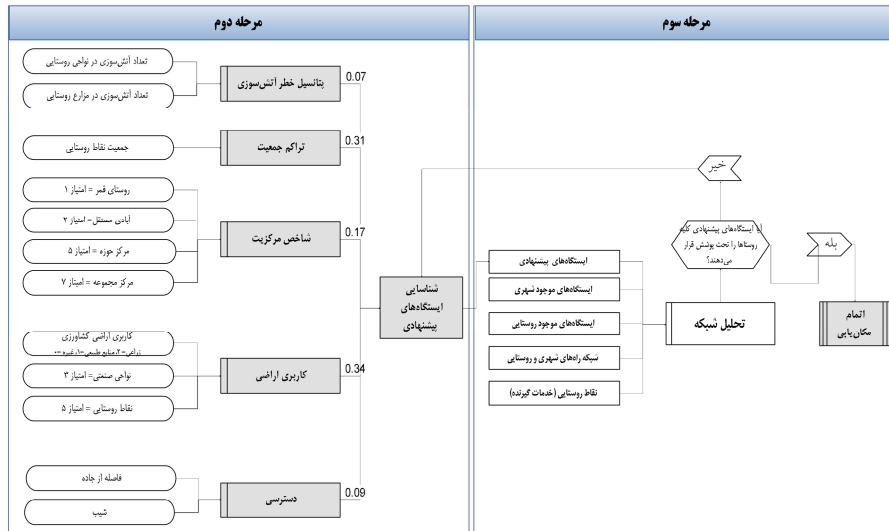
منبع: Cheng et al., 2004, 887

با توجه به قابلیت‌های تحلیل شبکه^۱ که به وسیله نرم‌افزار Arc GIS 10 نیز پشتیبانی می‌شود، از این تکنیک برای تعیین حوزه نفوذ ایستگاه‌های آتش‌نشانی استفاده شد. برای این منظور از لایه شبکه راه‌های شهرستان، لایه نقاط روستایی، نقاط شهری، و نقاط روستایی دارای ایستگاه آتش‌نشانی استفاده شد. پس از تعیین روستاهای تحت پوشش، نواحی روستایی‌ای که تحت پوشش قرار ندارند نیز شناسایی شد و در گام بعدی مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی پیشنهادی صورت گرفت.

در مرحله دوم با استفاده از هم‌پوشانی لایه‌های مختلف در افزونه spatial analyst

1. Network analysis

نرم‌افزار Arc GIS صورت گرفت، که فرایند آن در شکل ۴ درج شده است. لایه «پتانسیل خطر آتش‌سوزی» با ترکیب دو لایه تعداد آتش‌سوزی‌های مناطق مسکونی و مزارع روستایی که در ۱۰ سال اخیر اتفاق افتاده بود ایجاد شد. اطلاعات مذکور از طریق پرسشنامه از ۱۹۸ دهیار و افراد مطلع (در روستاهای فاقد دهیاری) شهرستان شیروان و چرداول گردآوری شد. لایه «تراکم جمعیتی» از اطلاعات جمعیتی سال ۱۳۹۰ روستاها که از شبکه بهداشت و درمان شهرستان دریافت شد، روی لایه رقومی نقاط روستایی با فرمت shp محاسبه شد. لایه «شاخص مرکزیت» از ترکیب چهار لایه روستاهای قمر، آبادی مستقل، مرکز حوزه و مرکز مجموعه ایجاد شد. اطلاعات این لایه از سند توسعه روستایی استان (دربان‌آستانه، ۱۳۹۱، ۲۰۳-۱۹۷) به‌دست آمد. وزن تخصیصی به هر یک از لایه‌ها براساس نظر کارشناسان مرتبط تعیین شد. هدف از ایجاد این لایه و تخصیص وزن بیشتر به مراکز حوزه و مجموعه، شناسایی روستاهای دارای پتانسیل و زیرساخت‌های مناسب بود. از طرف دیگر، چون مراکز یادشده در سند توسعه روستایی استان براساس پوشش خدماتی به روستاهای پیرامون‌شان انتخاب شده‌اند، در انتخاب ایستگاه‌های احتمالی بسیار مؤثر خواهند بود. لایه «کاربری اراضی» از ترکیب سه لایه کاربری اراضی، نواحی صنعتی و سکونتگاه‌های روستایی به‌دست آمد. لایه‌های مذکور از نتایج طرح آمایش سرزمین استان مصوب سال ۱۳۸۹ با فرمت shp استخراج شدند. آخرین لایه ایجادشده، «شاخص دسترسی» است که از ترکیب دو لایه فاصله از جاده و شیب به‌دست آمد. اطلاعات لایه شبکه راه‌های شهرستان از سازمان راه و شهرسازی استان دریافت شد و لایه شیب از لایه dem استان به‌دست آمد. لایه dem از دفتر آمار معاونت برنامه‌ریزی استانداری ایلام با تفکیک‌پذیری ۳۰ متر دریافت شد. به‌منظور ترکیب لایه‌ها با استفاده از افزونه spatial analyst لایه‌ها به فرمت رستر تبدیل شدند و برای استانداردسازی مقیاس لایه‌ها، با دستور reclassify در محدوده ۱ تا ۱۰ مجدداً امتیازدهی شدند. برای تعیین وزن لایه‌های نهایی از روش تحلیل سلسله‌مراتبی در نرم‌افزار expert choice استفاده شد. بعد از ترکیب لایه‌ها، نقاط دارای اولویت بالا شناسایی شدند و به‌منظور اطمینان از نقاط شناسایی‌شده و حوزه تحت پوشش، نتایج در فاز سوم مجدداً با استفاده از تحلیل شبکه ارزیابی شد.



شکل ۳. فرایند ترکیب لایه‌ها در مرحله دوم و انتخاب نقاط پیشنهادی در مرحله سوم تحقیق

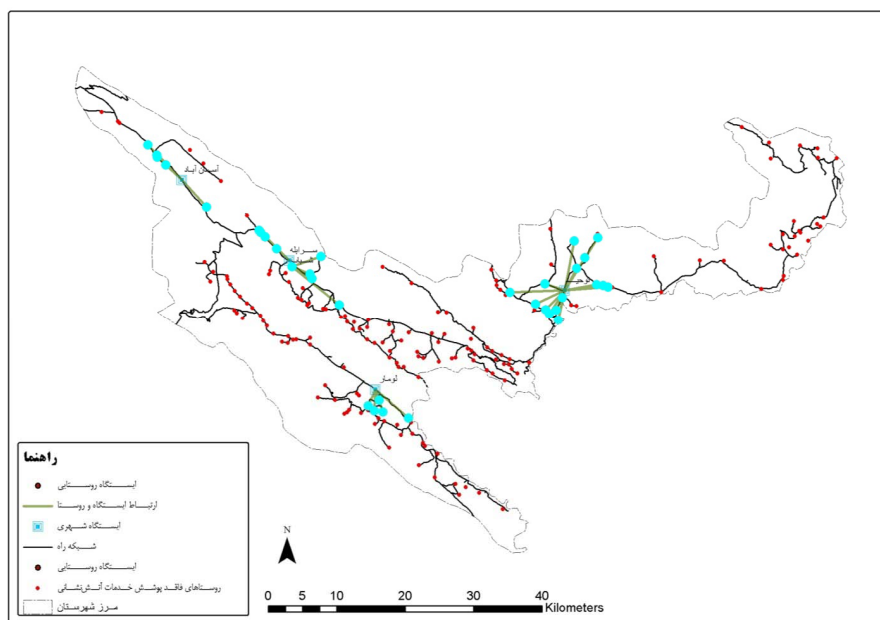
منبع: یافته‌های تحقیق

یافته‌های تحقیق

ارزیابی جمعیت تحت پوشش

در مجموع شهرستان شیروان و چرداول دارای چهار ایستگاه آتش‌نشانی شهری شامل ایستگاه‌های لومار، توحید، آسمان‌آباد و سراپله و یک ایستگاه آتش‌نشانی روستایی در روستای شباب از توابع بخش مرکزی است. پس از بررسی استانداردها سرانجام در این مطالعه زمان ۶ دقیقه سفر یا ۱۰ کیلومتر مسافت در نظر گرفته شد. نتایج ارزیابی با استفاده از تحلیل شبکه حاکی از پوشش جمعیت ۲۱ و ۱۹ درصدی روستاهای شهرستان مطالعه شده است. بیشترین پوشش جمعیتی مربوط به بخش هلیلان با ۴۸۵۳ نفر در ۱۵ روستا و کمترین پوشش جمعیتی مربوط به بخش شیروان با ۵۸۹ نفر (۴ درصد) در ۸ روستاست. نتایج تفصیلی تحلیل‌ها در شکل ۴ و جدول ۲ آمده است.

علیرضا دربان آستانه و همکاران ————— مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و خدمات ایمنی روستایی با استفاده از ...



شکل ۴. نقشه تعداد روستاهای تحت پوشش ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود

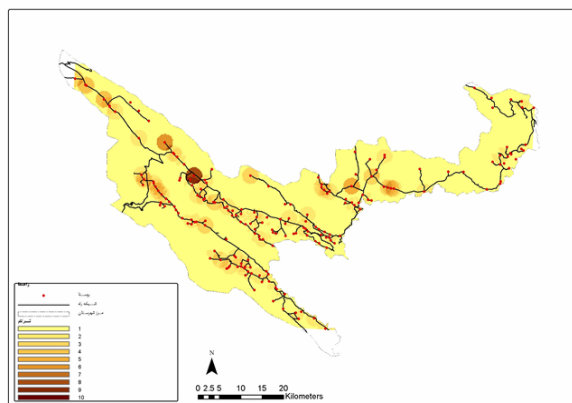
جدول ۲. تعداد و جمعیت تحت پوشش ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود

بخش	تعداد روستا				جمعیت			
	تحت پوشش		عدم پوشش		تحت پوشش		عدم پوشش	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
هلیلان	۱۵	۲۴	۴۸	۷۶	۴۸۵۳	۳۳	۸۳۰۲	۵۷
مرکزی	۱۴	۱۸	۶۲	۸۲	۵۹۱۱	۲۳	۱۹۲۱۱	۷۵
شیروان	۸	۱۴	۵۱	۸۶	۵۸۹	۴	۱۶۳۸۷	۱۰۸
جمع کل	۳۷	۱۹	۱۶۱	۸۱	۱۱۳۵۳	۲۱	۴۳۹۰۰	۷۹

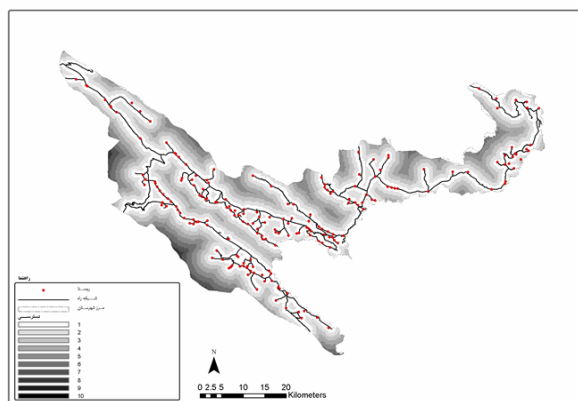
منبع: یافته‌های تحقیق

در مرحله دوم - همان‌گونه که اشاره شد- سعی گردید با استفاده از تکنیک هم‌پوشانی لایه‌ها، مناطق روستایی مستعد برای احداث ایستگاه آتش‌نشانی مشخص شوند. برای این

منظور پنج نقشه پتانسیل خطر آتش‌سوزی، تراکم جمعیت، شاخص مرکزیت و زیرساخت، شاخص کاربری اراضی، و دسترسی از ترکیب لایه‌های مرتبط تهیه شد و برای ترکیب لایه‌ها با یکدیگر، بی‌مقیاس‌سازی صورت گرفت (شکل‌های ۵ تا ۹). در نهایت بر اساس وزن‌های حاصل از تحلیل AHP و با استفاده از افزونه spatial analyst نرم‌افزار Arc GIS 10 نقاط دارای اولویت و امتیاز بالا شناسایی شد.

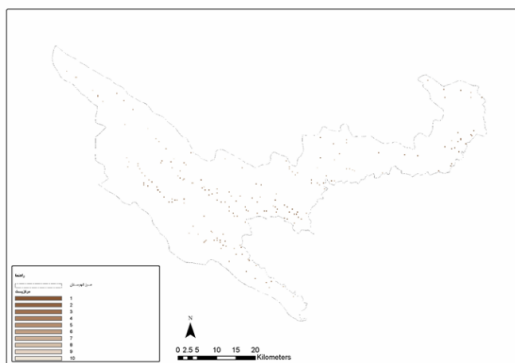


شکل ۵. نقشه تراکم روستایی شهرستان شیروان چرداول

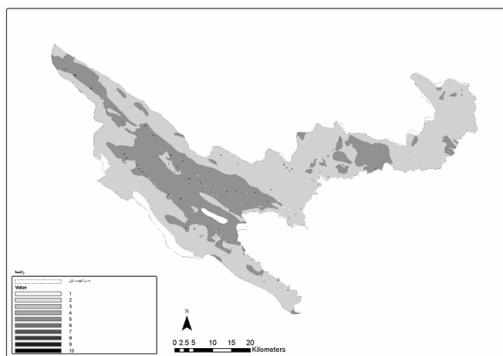


شکل ۶. نقشه شاخص دسترسی در نقاط روستایی شهرستان شیروان چرداول

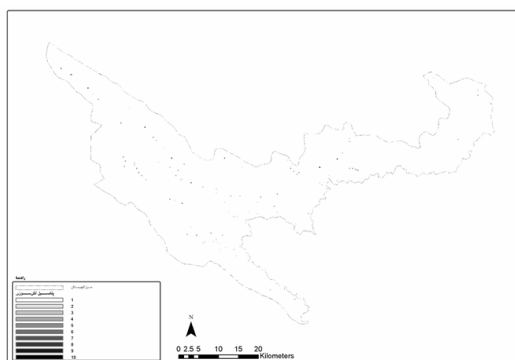
علیرضا دربان آستانه و همکاران — مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و خدمات ایمنی روستایی با استفاده از ...



شکل ۷. نقشه شاخص مرکزیت در نقاط روستایی شهرستان شیروان چرداول



شکل ۸. نقشه شاخص کاربری در نقاط روستایی شهرستان شیروان چرداول



شکل ۹. نقشه پتانسیل آتش‌سوزی نقاط روستایی شهرستان شیروان چرداول

علیرضا دربان آستانه و همکاران ————— مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و خدمات ایمنی روستایی با استفاده از ...

جدید برابر با ۲۰۰۰ میلیون ریال است، که تأمین آن در کوتاه‌مدت امکان‌پذیر نیست. لذا براساس جمعیت و تعداد روستاهای تحت پوشش، احداث ایستگاه‌های پیشنهادی اولویت‌بندی شد که نتیجه در جدول ۳ درج شده است. براین اساس به ترتیب روستاهای کهره، شیراوند (جوب‌شهر)، هیوند، طاق گاورین و چشمه پهن پنج اولویت نخست را برای احداث پایگاه آتش‌نشانی دارند.

جدول ۳. فهرست ایستگاه‌های پیشنهادی و تعداد روستاهای تحت پوشش

اولویت	روستای تحت پوشش			دهستان	بخش	نام آبادی
	تعداد	خانوار	جمعیت			
۱۷	۵	۱۸۰	۸۴۲	زردلان	هلیلان	میدر علیا
۱	۱۱	۱۱۴۸	۵۹۴۵	هلیلان	هلیلان	کهره
۹	۸	۳۰۱	۱۴۹۵	لومار	شیروان	ظهیری سفلی
۱۶	۵	۱۸۷	۸۸۰	لومار	شیروان	اسلامیه
۶	۱۴	۲۱۶	۱۰۹۰	زردلان	هلیلان	پیازآباد
۲۰	۳	۱۱۳	۵۶۳	لومار	شیروان	قاضی خان سفلی
۸	۵	۸۱۳	۳۸۸۸	شباب	مرکزی	زنجیره سفلی
۴	۱۲	۵۳۶	۲۴۹۶	بیجنوند	مرکزی	طاق گاورین
۷	۱۰	۲۶۸	۱۲۵۰	بیجنوند	مرکزی	زیرتنگ
۱۳	۹	۱۱۱	۵۸۲	هلیلان	هلیلان	چم بورفرخینوند
۲۱	۳	۷۴	۴۰۰	آسمان‌آباد	مرکزی	پشته وامرز
۱۹	۴	۱۶۱	۷۹۳	هلیلان	هلیلان	سرچم
۱۰	۵	۶۹۳	۳۴۷۰	آسمان‌آباد	مرکزی	جانجان
۵	۸	۹۰۷	۴۴۸۸	کارزان	شیروان	چشمه پهن
۱۵	۵	۱۷۷	۹۴۸	بیجنوند	مرکزی	بلاوه تره سفلی
۱۰	۷	۳۷۷	۱۸۷۱	زنگوان	شیروان	شهرک سرتنگ
۱۳	۵	۱۹۲	۹۵۱	بیجنوند	مرکزی	میان‌قلعه
۳	۱۴	۷۲۳	۳۵۷۶	لومار	شیروان	هیوند
۲	۹	۱۰۶۹	۵۴۱۷	بیجنوند	مرکزی	شیراوند (جوب شهر)
۱۸	۵	۱۶۵	۷۹۳	بیجنوند	مرکزی	کلنگبر
۱۲	۶	۲۳۸	۱۱۲۰	بیجنوند	مرکزی	برافتاب چالاب زرد
	۸	۲۷۷	۱۰۴۲	پراکنده و دورافتاده		
	۱۶۱	۸۹۲۶	۴۳۹۰۰	جمع کل		

نتیجه‌گیری

بروز حوادث مختلف در کشور ایران با توجه به گستردگی و تنوع اقلیمی آن، مخاطرات انسان‌ساخت، شکاف بین محیط‌های شهری و روستایی، توزیع ناعادلانه امکانات و خدمات و فقدان سلسله‌مراتب خدمات‌رسانی در جامعه روستایی، مشکلات فاجعه‌آمیزی را در پی دارد. یکی از راه‌های افزایش کارایی و ضریب ایمنی روستاها شناسایی، مطالعه و اجرای صحیح روش‌های جدید کاهش ریسک با احداث پایگاه‌های آتش‌نشانی و مکان‌یابی صحیح آنها در روستاهاست. این مطالعه با هدف ارزیابی جمعیت و تعداد روستاهای تحت پوشش ایستگاه‌های آتش‌نشانی و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهرستان شیروان و چرداول انجام شد. نتایج تحلیل شبکه در این تحقیق نشان داد که با خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهری به روستاهای اطراف، ۲۱ درصد از جمعیت روستایی یا ۱۹ درصد از روستاهای شهرستان شیروان چرداول تحت پوشش ایستگاه‌های آتش‌نشانی روستایی و شهری موجود قرار دارند و سایر روستاهای شهرستان از این نوع خدمات بی‌بهره‌اند. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که به‌منظور پوشش کامل ایستگاه‌های آتش‌نشانی با زمان واکنش استاندارد، باید ۲۱ ایستگاه آتش‌نشانی جدید احداث و تجهیز شود. از آنجا که استقرار این تعداد ایستگاه در کوتاه‌مدت بسیار هزینه‌بر است، ایستگاه‌های دارای اولویت بر اساس جمعیت و تعداد روستاهای تحت پوشش شناسایی شدند. احداث و راه‌اندازی ایستگاه‌های یادشده مستلزم رعایت برخی ملاحظات مکان‌یابی و مدیریتی است که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۱. تمرکز این مطالعه بر شناسایی روستای محل استقرار ایستگاه آتش‌نشانی و خدمات ایمنی بوده است و شناسایی محل احداث آن در داخل بافت کالبدی روستا باید براساس ضوابط مکان‌یابی ایستگاه آتش‌نشانی باشد. متأسفانه مطالعات نشان می‌دهند که در گذشته در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی فرایند علمی و کارشناسی رعایت نشده و برخی پارامترها از جمله وجود زمین بدون استفاده، بدون مالک یا ارزان‌قیمت با کاربری غیرمرتبط در نظر گرفته شده است (هادیانی و کاظمی‌راد، ۱۳۸۹، ۱۰۰). توجه صرف به چنین ملاحظاتی باعث کاهش

اثر بخشی عملکرد ایستگاه خواهد شد.

۲. همان‌گونه که نتایج تحقیق نشان می‌دهند، برخی حوزه‌های شناسایی شده برای استقرار ایستگاه، دارای جمعیت و تعداد روستاهای اندکی است، که تقاضای خدمات در آنها کمتر از حوزه‌های متراکم و پرجمعیت است. بنابراین به‌منظور صرفه‌جویی در هزینه‌ها و امکان تسریع روند ارائه خدمات ایمنی و آتش‌نشانی، پیشنهاد می‌شود برحسب جمعیت تحت پوشش، ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دو گروه ایستگاه‌های متوسط و کوچک طبقه‌بندی شوند.
۳. نظر به اینکه هشت روستا به‌دلیل جمعیت اندک و پراکندگی زیادشان تحت پوشش ایستگاه‌های پیشنهادی قرار نمی‌گیرند، به‌منظور استفاده از خدمات آتش‌نشانی پیشنهاد می‌شود که دهیاری روستا به تجهیزات کوچک شامل کیسول‌های آتش‌نشانی مجهز شود.
۴. موفقیت راهکارهای پیشنهادی در مقاله حاضر مستلزم همکاری ایستگاه‌های شهری و ارائه خدمات به روستاهای تحت پوشش است. از این‌رو ضروری است هماهنگی‌های لازم از سوی دفتر امور روستایی استانداری و نیز فرمانداری شهرستان با شهرداری‌ها صورت گیرد.
۵. استفاده از آتش‌نشانان داوطلب در سطح روستاها و آموزش آنها می‌تواند علاوه بر افزایش کیفیت خدمات، بخشی از هزینه‌های پرسنلی ایستگاه‌ها را کاهش دهد.

منابع

- باقری، سمیه، ۱۳۹۰، گزارشی از وضعیت آتش‌نشانی روستاها، ماهنامه دهیارها، شماره ۳۶، صص. ۴۸-۴۹.
- پرهیزکار، اکبر، ۱۳۸۳، ارائه مدل و ضوابط مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی، مرکز پژوهش‌های شهری و روستایی.
- پوراسکندری، عباس، ۱۳۸۰، سنجش توزیع فضایی سوانح آتش‌سوزی در شهر با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهر کرج)، دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری.
- پیرمادی، علیرضا، ۱۳۸۸، یافتن بهترین مکان ایستگاه آتش‌نشانی با استفاده از فناوری اطلاعات و GIS، دومین کنفرانس بین‌المللی شهرداری الکترونیکی.

خلیلی، یاسر، ۱۳۸۹، مکان‌یابی محل دفع پسماندهای شهری با استفاده از GIS و مدل‌های ارزیابی چندمعیاره.

دربان‌آستانه، علیرضا، ۱۳۹۱، سند توسعه پایدار روستایی، استانداری ایلام، ایلام.

ذاکرحقیقی، کیانوش، ۱۳۸۲، مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرسازی، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران.

سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، ۱۳۸۷، راهنمای جامع مدیریت روستایی، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، تهران.

سیفالهی، وجه‌الله، ۱۳۹۱، راهنمای اقدام‌پژوهی در آموزش و پرورش، انتشارات گیلان، گیلان.

عادلی، محسن؛ متکان، علی‌اکبر؛ ضیائیان، پرویز و حسین‌پور، علی، ۱۳۸۶، مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر گرگان با استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی، اولین کنفرانس سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی شهری، صص. ۱۲-۱.

فقهی فرمند، ناصر و حاجی کریمی، بابک، ۱۳۸۹، مکان‌یابی ایستگاه آتش‌نشانی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه TOPSIS و SAW و انتخاب مکان بهینه با استفاده از روش بردا (شهر صنعتی البرز قزوین)، مطالعات کمی در مدیریت، زمستان، ۱(۳)، صص. ۶۷-۵۳.

مشکینی، ابوالفضل؛ حبیبی، کیومرث و تفکری اکرم، ۱۳۸۹، تحلیل فضایی مکانی تجهیزات شهری و کاربست مدل تحلیل سلسله‌مراتبی در محیط GIS، کنفرانس مدیریت و برنامه‌ریزی محیط زیست.

هادیانی، زهره و کاظمی‌زاد، شمس‌اله، ۱۳۸۹، مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از روش تحلیل شبکه و مدل AHP در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر قم)، جغرافیا و توسعه، بهار، ۸ (پیاپی ۱۷)، صص. ۹۹-۱۱۲.

هیئت وزیران، ۱۳۸۴، آیین‌نامه راهنمایی و رانندگی، به‌شماره: ۲۰۸۷۳ ت ۲۹۱۶۹ ه، تاریخ: ۰۸/۰۴/۱۳۸۴.

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.

Chevalier Philippe, Isabelle Thoma, David Geraets, Els Goetghebeur, Olivier Janssens Dominique Peeters, Frank Plastria, 2012, **Locating Fire Stations: An**

- Integrated Approach for Belgium**, Socio-Economic Planning Sciences 46, PP. 173-182.
- Eddie W.L. Cheng, Heng Li, Ling Yu., 2005, **A GIS Approach to Shopping Mall Location Selection**, Building and Environment 42, PP. 884–892.
- ESRI, 2007, **GIS for Fire Station Locations and Response Protocol**, Printed in the United States of America.
- García-Palomares, J. Javier Gutiérrez and Marta Latorre, 2012, **Optimizing the Location of Stations in Bike-sharing Programs: A GIS Approach**, Applied Geography 35, PP. 235-246.
- Howerton, Cheryl, 2006, **GIS Network Analysis of Fire Department Response Time Dallas, Texas**, University of North Texas.
- J. Francis A.N., A.P. Chen, 2012, **Observable Characteristics of Flashover**, Fire Safety Journal, 51, PP. 42–52.
- Johnston, Jim, 1999, **The Cost Effectiveness of Fire Station Siting and the Impact on Emergency Response**, An applied research project submitted to the National Fire Academy as part of the Executive Fire Officer Program.
- Yang, L.; Jones, B.; Yang, S., 2006, **A Fuzzy Multi-objective Programming for Optimization of Fire Station Locations through Genetic Algorithms**, Eur. Journal of Oper. Res., 181, PP. 903–915.
- Lai, W., LI Han-lun, Liu Qi, Chen Jing-yi, Cui Yi-jiao, 2011, **Study and Implementation of Fire Sites Planning based on GIS and AHP**, Procedia Engineering 11, PP. 486–495.
- Li H., Kong C.W., Pang Y.C., Yu L., 2003, **Internet-based Geographical Information Systems for E-commerce Application in Construction Material Procurement**, Journal of Construction Engineering and Management, 129(6), PP. 689–97.
- Liu, N.; Huang, B.; Chandramouli, M., 2006, **Optimal Sitting of Fire Stations Using GIS and ANT Algorithm**, J. Comput. Civ. Eng., 20(5), PP. 361–369.
- Murray, Alan T., 2013, **Optimizing the Spatial Location of Urban Fire Stations**, Fire Safety Journal. [http://dx. doi. org/10. 1016/j. firesaf. 2013. 03. 002](http://dx.doi.org/10.1016/j.firesaf.2013.03.002).
- Upchurch, Chris, Kuby, M., Zoldak M., Barranda, A., 2012, **Using GIS to Generate Mutually Exclusive Service Areas Linking Travel on and off a Network**, Journal of Socio-Economic Planning Sciences, Vol. 46, Issue 2, PP. 173–182.

