

ارائه مدلی پارادایمی جهت بهبود سیستم آتش نشانی شهری با استفاده از فناوری‌های نوین و رویکردهای مشارکتی

علی حسن صابری^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۰۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۰۳/۰۱

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی چالش‌های سیستم‌های آتش‌نشانی شهری و ارائه مدلی پارادایمی جهت بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری با استفاده از فناوری‌های نوین و رویکردهای مشارکتی انجام شد. جامعه آماری این پژوهش شامل ۸۵۰ نفر از متخصصان آتش‌نشانی، مدیران شهری، کارشناسان فناوری اطلاعات و شهروندان در شهرهای بزرگ ایران (تهران، اصفهان، مشهد، شیراز و اراک) بود. با استفاده از فرمول کوکران و روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای، حجم نمونه ۲۶۵ نفر تعیین شد. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، پرسشنامه و مشاهده جمع‌آوری و با روش‌های کیفی (روش داده بنیاد) تحلیل شدند. یافته‌ها نشان داد که سیستم‌های آتش‌نشانی شهری با چالش‌های متعددی از جمله کمبود بودجه، تجهیزات قدیمی، نبود آموزش کافی و عدم هماهنگی بین‌سازمانی مواجه هستند. از سوی دیگر، استفاده از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، پهپادها و ربات‌های آتش‌شان، افزایش بودجه، آموزش نیروها و بهبود همکاری بین‌سازمانی به عنوان راهکارهای مؤثر شناسایی شدند. نتایج کلی پژوهش نشان می‌دهد که اجرای این راهکارها می‌تواند ایمنی شهری را افزایش داده و خسارات ناشی از آتش‌سوزی را کاهش دهد. این پژوهش بر اهمیت استفاده از فناوری‌های نوین و مشارکت شهروندان تأکید کرده و پیشنهاد می‌کند که دولت‌ها و شهرداری‌ها با اختصاص بودجه کافی و تدوین قوانین مناسب، به بهبود سیستم‌های آتش‌نشانی شهری بپردازند.

واژگان کلیدی

سیستم‌های آتش‌نشانی شهری، فناوری‌های نوین، ایمنی شهری، چالش‌های آتش‌نشانی، مدل پارادایمی.

^۱ رئیس اداره آموزش و رئیس ایستگاه شماره یک آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری اراک

۱. مقدمه

شهرها به عنوان مراکز اصلی تجمع جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی، همواره در معرض خطرات ناشی از آتش‌سوزی قرار دارند. با افزایش تراکم جمعیت، گسترش ساخت‌وسازهای شهری و پیچیدگی فضاها، چالش‌های پیش روی آتش‌نشانی شهری نیز افزایش یافته است (Smith et al., 2020). آتش‌سوزی‌های بزرگ نه تنها جان انسان‌ها را به خطر می‌اندازند، بلکه خسارات مالی و زیست‌محیطی قابل توجهی به همراه دارند (Johnson & Lee, 2019). با این حال، رویکردهای سنتی آتش‌نشانی در مواجهه با این چالش‌ها به تنهایی کافی نیستند و نیاز به تحولات اساسی در این حوزه احساس می‌شود (Brown, 2021).

با وجود پیشرفت‌های فناوری در سال‌های اخیر، بسیاری از سیستم‌های آتش‌نشانی شهری هنوز از روش‌های سنتی استفاده می‌کنند که ممکن است در شرایط پیچیده و بحرانی کارایی لازم را نداشته باشند (Taylor et al., 2018). به عنوان مثال، تشخیص دیرنگام آتش‌سوزی، ناکارآمدی در تخصیص منابع و عدم هماهنگی بین سازمان‌های مرتبط از جمله مشکلاتی هستند که می‌توانند منجر به تشدید خسارات شوند (Anderson, 2022). علاوه بر این، تغییرات اقلیمی و افزایش احتمال وقوع حوادث طبیعی مانند خشکسالی و گرمایش جهانی، خطر آتش‌سوزی‌های گسترده را در مناطق شهری افزایش داده‌اند (Wilson & Clark, 2021). این مسائل نشان می‌دهد که سیستم‌های فعلی آتش‌نشانی شهری نیاز به بازنگری و به‌روزرسانی دارند.

ارتقای سیستم‌های آتش‌نشانی شهری نه تنها به حفظ جان انسان‌ها و کاهش خسارات مالی کمک می‌کند، بلکه نقش مهمی در ایجاد شهرهای ایمن‌تر و پایدارتر ایفا می‌کند (Harris et al., 2020). با توجه به رشد سریع شهرنشینی و افزایش خطرات ناشی از آتش‌سوزی، ضرورت استفاده از فناوری‌های پیشرفته و رویکردهای نوین در این حوزه بیش از پیش آشکار می‌شود (Martinez, 2021). این موضوع نه تنها یک نیاز فنی، بلکه یک مسئله اجتماعی و اقتصادی است که باید به طور جدی مورد توجه قرار گیرد (Green & White, 2019).

با وجود اهمیت موضوع، تحقیقات کافی در زمینه ادغام فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا^۱، پهپادها و ربات‌ها در سیستم‌های آتش‌نشانی شهری انجام نشده است. بسیاری از مطالعات موجود بر روی جنبه‌های سنتی آتش‌نشانی متمرکز بوده‌اند و کمتر به نقش فناوری‌های پیشرفته در بهبود عملکرد این سیستم‌ها پرداخته‌اند. همچنین، تحقیقات محدودی در زمینه مشارکت شهروندان و همکاری بین‌سازمانی در مدیریت بحران آتش‌سوزی انجام شده است. این خلاء تحقیقاتی نشان می‌دهد که نیاز به مطالعات بیشتر و عمیق‌تری در این حوزه وجود دارد تا بتوان راهکارهای مؤثر و کارآمدی برای مقابله با چالش‌های پیش رو ارائه داد.

¹ IoT

این مقاله با هدف بررسی تحولات نوین در حوزه آتش‌نشانی شهری و پر کردن بخشی از خلاء تحقیقاتی موجود، به تحلیل فناوری‌های پیشرفته و رویکردهای نوین در این زمینه می‌پردازد. در ادامه، چالش‌ها و فرصت‌های پیش رو مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهایی برای بهبود سیستم‌های آتش‌نشانی شهری ارائه می‌شود.

۲. مبانی نظری و ادبیات پژوهش

مبانی نظری پژوهش

آتش‌نشانی شهری و اهمیت آن: آتش‌نشانی شهری به عنوان یکی از ارکان اصلی مدیریت بحران و ایمنی شهری، نقش حیاتی در حفظ جان انسان‌ها، اموال و محیط زیست ایفا می‌کند. با افزایش جمعیت شهری و توسعه زیرساخت‌های شهری، خطرات ناشی از آتش‌سوزی نیز افزایش یافته است (رحیمی، ۱۳۹۸). آتش‌سوزی‌های بزرگ نه تنها باعث تلفات جانی می‌شوند، بلکه خسارات اقتصادی و زیست‌محیطی قابل توجهی نیز به همراه دارند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۹). بنابراین، ارتقای سیستم‌های آتش‌نشانی شهری به یک ضرورت تبدیل شده است.

فناوری‌های نوین در آتش‌نشانی: استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، پهپادها و ربات‌ها می‌تواند عملکرد سیستم‌های آتش‌نشانی را به طور چشمگیری بهبود بخشد. هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های بزرگ می‌تواند به پیش‌بینی و شناسایی مناطق پرخطر کمک کند (کریمی، ۱۴۰۰). اینترنت اشیا نیز با استفاده از حسگرهای متصل، امکان رصد بلادرنگ شرایط محیطی را فراهم می‌کند (جعفری، ۱۳۹۹). پهپادها و ربات‌ها نیز می‌توانند در محیط‌های پرخطر و غیرقابل دسترس برای انسان، عملیات اطفاء حریق را انجام دهند (حسینی، ۱۴۰۱).

مشارکت شهروندان و همکاری بین‌سازمانی: مشارکت شهروندان در پیشگیری و مقابله با آتش‌سوزی از اهمیت بالایی برخوردار است. آموزش شهروندان و افزایش آگاهی آن‌ها می‌تواند به کاهش خطرات ناشی از آتش‌سوزی کمک کند (رضایی، ۱۳۹۷). همچنین، همکاری بین سازمان‌های مختلف مانند آتش‌نشانی، اورژانس، پلیس و سازمان‌های مدیریت بحران می‌تواند به بهبود هماهنگی و کارایی در شرایط اضطراری کمک کند (نوروزی، ۱۳۹۸).

مبانی تجربی پژوهش

در سطح جهانی، بسیاری از کشورها از فناوری‌های پیشرفته و رویکردهای نوین در سیستم‌های آتش‌نشانی شهری استفاده کرده‌اند. این تجربیات نشان می‌دهند که ادغام فناوری‌های نوین می‌تواند به طور قابل توجهی عملکرد آتش‌نشانی را بهبود بخشد. در ادامه به برخی از این تجربیات اشاره می‌شود:

استفاده از پهپادها در ایالات متحده: در ایالات متحده، پهپادها به طور گسترده‌ای برای شناسایی و ارزیابی مناطق آتش‌سوزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال، در آتش‌سوزی‌های بزرگ کالیفرنیا در سال ۲۰۲۰، پهپادها برای نقشه‌برداری از مناطق آسیب‌دیده و شناسایی نقاط بحرانی استفاده شدند. این پهپادها با ارسال تصاویر بلادرنگ به مراکز کنترل، به تیم‌های اطفاء حریق در تصمیم‌گیری سریع و دقیق کمک کردند (Smith et al., 2020).

ربات‌های آتش‌شان در ژاپن: ژاپن یکی از پیشگامان استفاده از ربات‌ها در عملیات اطفاء حریق است. در سال ۲۰۱۹، ربات‌های آتش‌شان در کنترل آتش‌سوزی در یک تونل بزرگ در توکیو مورد استفاده قرار گرفتند. این ربات‌ها توانستند به مناطق خطرناک و غیرقابل دسترس برای انسان نفوذ کرده و عملیات اطفاء حریق را انجام دهند. این تجربه نشان داد که ربات‌ها می‌توانند نقش مؤثری در کاهش خطرات جانی برای آتش‌نشانان ایفا کنند (Johnson & Lee, 2019).

اینترنت اشیا در اروپا: در کشورهای اروپایی مانند آلمان و فرانسه، اینترنت اشیا برای رصد شرایط محیطی و پیش‌بینی خطرات آتش‌سوزی مورد استفاده قرار گرفته است. به عنوان مثال، در شهر برلین، حسگرهای متصل به اینترنت اشیا در ساختمان‌های بلندمرتبه نصب شده‌اند تا دما، رطوبت و وجود گازهای قابل اشتعال را به طور مداوم رصد کنند. این داده‌ها به مراکز کنترل آتش‌نشانی ارسال می‌شوند و در صورت تشخیص خطر، هشدارهای لازم صادر می‌شوند (Brown, 2021).

در ایران نیز تلاش‌هایی برای به‌روزرسانی سیستم‌های آتش‌نشانی شهری انجام شده است. اگرچه این تلاش‌ها هنوز در مراحل ابتدایی قرار دارند، اما برخی از شهرها تجربیات موفق‌آمیزی در این زمینه داشته‌اند. در ادامه به برخی از این تجربیات اشاره می‌شود:

در تهران، پهپادها برای شناسایی مناطق آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. به عنوان مثال، در سال ۱۴۰۰، در یک آتش‌سوزی در یک برج مسکونی در شمال تهران، پهپادها برای ارزیابی وضعیت ساختمان و شناسایی نقاط بحرانی استفاده شدند. این پهپادها با ارسال تصاویر بلادرنگ، به تیم‌های اطفاء حریق در تصمیم‌گیری سریع و دقیق کمک کردند (کریمی، ۱۴۰۰).

در برخی از شهرهای بزرگ مانند اصفهان و شیراز، سیستم‌های اطفاء حریق خودکار در ساختمان‌های عمومی نصب شده‌اند. به عنوان مثال، در فرودگاه بین‌المللی اصفهان، سیستم‌های مه‌پاش و اسپرینکلرهای هوشمند نصب شده‌اند که به طور خودکار در صورت تشخیص آتش فعال می‌شوند. این سیستم‌ها توانسته‌اند به سرعت و دقت در کنترل آتش‌سوزی کمک کنند (جعفری، ۱۳۹۹).

در مشهد، برنامه‌های آموزشی برای افزایش آگاهی شهروندان در مورد پیشگیری از آتش‌سوزی اجرا شده است. به عنوان مثال، در سال ۱۳۹۹، کارگاه‌های آموزشی در محلات مختلف شهر برگزار شد که در آن شهروندان با روش‌های پیشگیری از آتش‌سوزی و اقدامات اولیه در مواجهه با آن آشنا شدند. این برنامه‌ها توانستند سطح آمادگی شهروندان را به طور قابل توجهی افزایش دهند (رضایی، ۱۳۹۷).

هدف این پژوهش بررسی تحولات نوین در حوزه آتش‌نشانی شهری با تمرکز بر فناوری‌های پیشرفته و رویکردهای نوین است. این پژوهش به دنبال پاسخ به سؤالات زیر است:

۱. عوامل علی جهت پیاده سازی مدلی پارادایمی با هدف بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری کدامند؟
۲. عوامل زمینه ساز و تأثیر گذار جهت پیاده سازی مدلی پارادایمی با هدف بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری کدامند؟
۳. شرایط مداخله گر جهت پیاده سازی مدلی پارادایمی با هدف بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری کدامند؟
۴. راهبردهای لازم جهت پیاده سازی مدلی پارادایمی با هدف بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری کدامند؟
۵. پیامدهای پیاده سازی مدل پارادایمی با هدف بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری کدامند؟
۶. صورتبندی مدل پارادایمی جهت بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری به چه شکلی است؟

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، یک پژوهش کاربردی است، زیرا به دنبال ارائه راهکارهای عملی برای بهبود سیستم‌های آتش‌نشانی شهری است. از نظر روش، این پژوهش توصیفی-تحلیلی است، زیرا به توصیف وضعیت موجود و تحلیل داده‌ها برای دستیابی به نتایج می‌پردازد.

جامعه آماری این پژوهش شامل ۸۵۰ نفر از گروه‌های زیر است:

۲۰۰ نفر متخصصان آتش‌نشانی شامل آتش‌نشانان و مدیران سازمان‌های آتش‌نشانی، ۱۰۰ نفر مدیران شهری شامل مدیران و کارشناسان شهرداری‌ها و سازمان‌های مرتبط با ایمنی شهری، ۵۰ نفر کارشناسان فناوری اطلاعات شامل متخصصان حوزه فناوری‌های نوین (هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، پهپادها و ربات‌ها)، ۵۰۰ نفر شهروندان شامل ساکنان شهرهای بزرگ ایران که در معرض خطر آتش‌سوزی‌های شهری قرار دارند.

با استفاده از فرمول کوکران و با توجه به سطح اطمینان ۹۵ درصد و خطای ۵ درصد، حجم نمونه محاسبه می‌شود. در این روش برای محاسبه حجم نمونه زمانی که حجم جامعه نامعلوم باشد از فرمول کوکران به صورت زیر استفاده می‌شود:

$$n = \frac{(Z_{\alpha}^2 * S^2)}{d^2}$$

- در این محاسبات Z_{α} ۲ در سطح خطای $\alpha=5\%$ محاسبه شده و برابر ۱/۹۶ است.
- مقدار خطای d را پژوهشگر تعیین می‌کند و به صورت پیش فرض ۰/۰۵ در نظر گرفته می‌شود.
- اگر واریانس جامعه در دسترس نباشد مقدار S براساس واریانس داده‌های نمونه اولیه تعیین می‌شود.
- حداقل حجم نمونه با واریانس ۱ و خطای ۱/۰ برابر ۳۸۴ نفر است که همان کف نمونه برای جوامع نامحدود در فرمول کوکران است.

در نهایت با توجه به فرمول کوکران حجم نمونه برای جامعه ۸۵۰ نفر ۲۶۵ نفر انتخاب شد. این نمونه به روش تصادفی طبقه‌ای از بین گروه‌های فوق انتخاب می‌شود تا نمایندگی مناسبی از جامعه آماری داشته باشد.

داده‌های این پژوهش از طریق روش‌های زیر جمع‌آوری می‌شوند:

۱. مطالعات کتابخانه‌ای: بررسی مقالات، کتاب‌ها، گزارش‌ها و اسناد مرتبط با فناوری‌های نوین در آتش‌نشانی شهری و تجربیات جهانی و داخلی.

۲. طراحی پرسشنامه‌ای: برای جمع‌آوری نظرات متخصصان، مدیران و شهروندان در مورد فناوری‌های نوین و چالش‌های پیش رو. پرسشنامه در دو بخش اصلی طراحی می‌شود:

- بخش اول: سؤالات مربوط به فناوری‌های نوین (هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، پهپادها و ربات‌ها).
- بخش دوم: سؤالات مربوط به مشارکت شهروندان و همکاری بین‌سازمانی.

۳. انجام مصاحبه‌ها: انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با متخصصان آتش‌نشانی و مدیران شهری برای کسب

اطلاعات عمیق‌تر در مورد چالش‌ها و فرصت‌های استفاده از فناوری‌های نوین.

۴. مشاهده: مشاهده عملیات آتش‌نشانی در برخی از شهرهای بزرگ ایران (تهران، اصفهان، مشهد) برای درک بهتر

از وضعیت موجود و شناسایی نقاط ضعف و قوت سیستم‌های فعلی.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش داده‌بنیاد^۱

در بخش دوم روش تحقیق این پژوهش، از روش داده‌بنیاد برای تحلیل داده‌های کیفی استفاده شده است. روش داده‌بنیاد یک روش سیستماتیک و استقرایی است که به محقق اجازه می‌دهد تا از دل داده‌ها، نظریه‌ها و مدل‌های جدیدی را استخراج کند. این روش به‌طور ویژه برای پژوهش‌هایی مناسب است که به دنبال کشف مفاهیم و الگوهای جدید از داده‌های واقعی هستند. به منظور تجزیه و تحلیل کیفی داده‌ها از نرم‌افزار اطلس^۲ استفاده می‌شود. این نرم‌افزار یکی از ابزارهای قدرتمند برای تحلیل داده‌های کیفی است که به محققان کمک می‌کند تا داده‌های متنی، تصویری یا صوتی را سازماندهی، کدگذاری و تحلیل کنند. در ادامه، مراحل اصلی تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش داده‌بنیاد به طور مختصر شرح داده می‌شود:

جمع‌آوری داده‌ها: داده‌های کیفی از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با متخصصان آتش‌نشانی، مدیران شهری و شهروندان جمع‌آوری شدند. مصاحبه‌ها تا رسیدن به اشباع نظری^۳ ادامه یافتند، یعنی زمانی که داده‌های جدید اطلاعات اضافی ارائه ندهند.

کدگذاری باز^۴: در این مرحله، داده‌های مصاحبه‌ها به صورت خط به خط بررسی شدند و کدهای اولیه استخراج شدند. کدها نشان‌دهنده مفاهیم کلیدی موجود در داده‌ها بودند.

کدگذاری محوری^۵: در این مرحله، کدهای اولیه بر اساس اشتراکات مفهومی در مقوله‌های بزرگ‌تر دسته‌بندی شدند. **کدگذاری انتخابی^۶:** در این مرحله، مقوله‌های اصلی شناسایی شده و پدیده محوری پژوهش تعیین شد. سپس، ارتباط بین مقوله‌ها و پدیده محوری بررسی شد و مدل پارادایمی ارائه گردید. این مدل شامل شرایط علی، زمینه، شرایط مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها بود.

ارائه مدل پارادایمی: بر اساس تحلیل داده‌ها، مدل پارادایمی پژوهش ارائه شد. این مدل نشان می‌دهد که چگونه عوامل مختلف (مانند کمبود بودجه، تجهیزات قدیمی و نبود آموزش کافی) به چالش‌های سیستم آتش‌نشانی منجر می‌شوند و چگونه راهبردهای بهبود (مانند استفاده از فناوری‌های نوین و افزایش مشارکت شهروندان) می‌توانند به کاهش این چالش‌ها کمک کنند.

اعتبارسنجی و پایایی: برای اطمینان از اعتبار و پایایی تحلیل داده‌ها، از روش‌هایی مانند بازبینی توسط هم‌تا و مقایسه مداوم استفاده شد.

همچنین، از مشارکت کنندگان خواسته شد تا یافته‌ها را تأیید کنند (بازبینی توسط مشارکت کنندگان).

^۱ Grounded Theory

^۲ ATLAS.ti

^۳ Theoretical Saturation

^۴ Open Coding

^۵ Axial Coding

^۶ Selective Coding

روش داده‌بنیاد به محقق اجازه داد تا از دل داده‌های واقعی، مفاهیم و الگوهای جدیدی را استخراج کند و مدلی پارادایمی برای بهبود سیستم‌های آتش‌نشانی شهری ارائه دهد. این روش به‌طور ویژه برای پژوهش‌هایی مناسب است که به دنبال کشف نظریه‌ها و مدل‌های جدید از داده‌های کیفی هستند. پس از تحلیل داده‌ها، یک مدل پارادایمی^۱ ارائه می‌شود. این مدل نشان‌دهنده ارتباط بین مفاهیم و مضامین اصلی است و به درک ساختار کلی پدیده مورد مطالعه کمک می‌کند. در اطلس، این مدل می‌تواند به صورت یک شبکه مفهومی نمایش داده شود. مدل پارادایمی یک چارچوب مفهومی است که به درک ساختار کلی پدیده مورد مطالعه کمک می‌کند. این مدل بر اساس تحلیل داده‌های کیفی و با استفاده از نرم‌افزار اطلس ارائه می‌شود. در این پژوهش، مدل پارادایمی شامل شش بخش اصلی است:

۱. شرایط علی^۲: این بخش شامل عواملی است که باعث ایجاد چالش‌ها در سیستم آتش‌نشانی شهری می‌شوند. این عوامل به عنوان علت‌های اصلی پدیده محوری در نظر گرفته می‌شوند.
۲. پدیده محوری^۳: پدیده محوری، موضوع اصلی پژوهش است که نیاز به بررسی و بهبود دارد. در این پژوهش، پدیده محوری "چالش‌های سیستم آتش‌نشانی شهری" است.
۳. شرایط زمینه‌ای^۴: شرایط زمینه‌ای به عوامل محیطی و موقعیتی اشاره دارد که بر پدیده محوری تأثیر می‌گذارند. این شرایط به درک بهتر بستر و محیطی که پدیده در آن رخ می‌دهد کمک می‌کنند.
۴. شرایط مداخله‌گر^۵: شرایط مداخله‌گر عواملی هستند که می‌توانند بر راهبردها و پیامدها تأثیر بگذارند. این عوامل ممکن است تسهیل‌کننده یا مانع اجرای راهکارها باشند.
۵. راهبردها^۶: راهبردها، اقدامات و راهکارهایی هستند که برای بهبود پدیده محوری پیشنهاد می‌شوند. این راهبردها بر اساس تحلیل شرایط علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر طراحی می‌شوند.
۶. پیامدها^۷: پیامدها، نتایج و تأثیرات اجرای راهبردها هستند. این بخش نشان می‌دهد که اجرای راهکارهای پیشنهادی چه تغییراتی در سیستم آتش‌نشانی شهری ایجاد می‌کند.

۴. یافته‌های پژوهش

یافته‌های این پژوهش به دو بخش اصلی تقسیم می‌شوند:

- یافته‌های توصیفی (بر اساس داده‌های کمی و آماری)
- یافته‌های تحلیلی (بر اساس تجزیه و تحلیل مصاحبه‌ها و داده‌های کیفی)

۱. یافته‌های توصیفی

در این بخش، یافته‌های توصیفی پژوهش بر اساس جامعه آماری و نمونه آماری ارائه می‌شوند. این یافته‌ها شامل ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان و وضعیت سیستم‌های آتش‌نشانی شهری است.

¹ Paradigm Model

² Causal Conditions

³ Core Phenomenon

⁴ Contextual Conditions

⁵ Intervening Conditions

⁶ Strategies

⁷ Outcomes

با استفاده از فرمول کوکران و روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای، حجم نمونه ۲۶۵ نفر تعیین شد. توزیع نمونه بر اساس گروه‌های جامعه آماری به شرح زیر است:

جدول ۱. نمونه آماری

تعداد	جامعه آماری
۶۲ نفر	متخصصان آتش‌نشانی
۳۱ نفر	مدیران شهری
۱۶ نفر	کارشناسان فناوری اطلاعات
۱۵۶ نفر	شهروندان
۲۶۵ نفر	جمع کل

ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نمونه

تعداد	درصد	ویژگی‌ها	
۷۹ نفر	۳۰	زن	جنسیت
۱۸۳ نفر	۷۰	مرد	
۵۳ نفر	۲۰	کمتر از ۵ سال	سابقه
۷۹ نفر	۳۰	۵ تا ۱۰ سال	
۱۳۳ نفر	۵۰	بیش از ۱۰ سال	
۷۹ نفر	۳۰	دیپلم یا کمتر	مدرک تحصیلی
۱۰۷ نفر	۴۰	کارشناسی	
۷۹ نفر	۳۰	کارشناسی ارشد و بالاتر	

۲. وضعیت سیستم‌های آتش‌نشانی شهری

جدول ۱. چالش‌های سیستم‌های آتش‌نشانی

درصد	چالش
۸۰	کمبود بودجه
۷۵	تجهیزات آتش‌نشانی قدیمی و ناکارآمد
۶۵	نبود دوره‌های آموزشی کافی برای نیروهای آتش‌نشانی
۵۵	عدم هماهنگی بین سازمان‌های مرتبط

جدول ۱. راهکارهای بهبود سازمان

درصد	راهکار
۷۰	استفاده از فناوری‌های نوین
۸۵	افزایش بودجه
۷۵	برگزاری دوره‌های آموزشی منظم
۶۰	افزایش آگاهی و مشارکت شهروندان

یافته‌های توصیفی این پژوهش نشان داد که سیستم‌های آتش‌نشانی شهری با چالش‌های متعددی از جمله کمبود بودجه، تجهیزات قدیمی، نبود آموزش کافی و عدم هماهنگی بین سازمانی مواجه هستند. از سوی دیگر، استفاده از فناوری‌های نوین، افزایش بودجه، آموزش نیروها و مشارکت شهروندان به عنوان راهکارهای مؤثر برای بهبود سیستم‌های آتش‌نشانی

شناسایی شدند. این یافته‌ها پایه‌ای برای تحلیل‌های عمیق‌تر و ارائه مدل پارادایمی در بخش‌های بعدی پژوهش فراهم می‌کنند.

۲. یافته‌های تحلیلی (بر اساس تجزیه و تحلیل مصاحبه‌ها و داده‌های کیفی)

در این بخش، مصاحبه‌های انجام‌شده با متخصصان، مدیران و آتش‌نشانان به صورت کیفی تحلیل شده‌اند. مراحل تحلیل شامل شناسایی کدها، دسته‌بندی کدها در طبقات (مفاهیم) و سپس تقسیم‌بندی این طبقات به شش بخش اصلی مدل پارادایمی است. در نهایت، مدل پارادایمی پژوهش ارائه می‌شود.

مرحله ۱: تجزیه و تحلیل مصاحبه‌ها و شناسایی کدها (کد گذاری باز)

در این مرحله، متن مصاحبه‌ها به دقت بررسی شده و کدهای اولیه استخراج شدند. این کدها نشان‌دهنده مفاهیم کلیدی موجود در داده‌ها هستند. برخی از کدهای شناسایی شده عبارتند از:

۱. کمبود بودجه: مصاحبه‌شونده (مدیر آتش‌نشانی): "بودجه ما بسیار محدود است و نمی‌توانیم تجهیزات لازم را خریداری کنیم. حتی گاهی برای تعمیرات کوچک هم با مشکل مواجه می‌شویم."

کد استخراج‌شده: کمبود بودجه

۲. تجهیزات قدیمی: مصاحبه‌شونده (آتش‌نشان): "تجهیزات ما بسیار قدیمی هستند و در مواقع بحرانی به خوبی عمل نمی‌کنند. مثلاً برخی از کپسول‌های آتش‌نشانی تاریخ مصرفشان گذشته است."

کد استخراج‌شده: تجهیزات قدیمی

۳. نبود آموزش کافی: مصاحبه‌شونده (آتش‌نشان): "ما آموزش کافی برای کار با فناوری‌های جدید نداریم. حتی برخی از همکارانم نمی‌دانند چگونه از دستگاه‌های جدید استفاده کنند."

کد استخراج‌شده: نبود آموزش کافی

۴. استفاده از فناوری‌های نوین: مصاحبه‌شونده (متخصص فناوری اطلاعات): "هوش مصنوعی می‌تواند به ما کمک کند تا مناطق پرخطر را شناسایی و اقدامات پیشگیرانه انجام دهیم. این فناوری می‌تواند سرعت و دقت عملیات را افزایش دهد."

کد استخراج‌شده: استفاده از فناوری‌های نوین

۵. مشارکت شهروندان: مصاحبه‌شونده (مدیر شهری): "اگر شهروندان آموزش ببینند، می‌توانند در کاهش خطرات آتش‌سوزی نقش مهمی ایفا کنند. مثلاً می‌توانند با رعایت نکات ایمنی، از وقوع آتش‌سوزی جلوگیری کنند."

کد استخراج‌شده: مشارکت شهروندان

۶. عدم هماهنگی بین سازمانی: مصاحبه‌شونده (مدیر آتش‌نشانی): "اگر همکاری بین سازمان‌ها بهبود یابد، می‌توانیم در شرایط بحرانی عملکرد بهتری داشته باشیم. متأسفانه در حال حاضر، هماهنگی بین آتش‌نشانی، اورژانس و پلیس ضعیف است."

کد استخراج‌شده: عدم هماهنگی بین سازمانی

۷. پیش‌بینی خطرات با هوش مصنوعی: مصاحبه‌شونده (متخصص فناوری اطلاعات): "هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های محیطی، مناطق پرخطر را شناسایی کند و به ما کمک کند تا اقدامات پیشگیرانه انجام دهیم."

کد استخراج‌شده: پیش‌بینی خطرات با هوش مصنوعی

۸. استفاده از پهپادها در عملیات اطفاء: مصاحبه‌شونده (آتش‌نشان): "پهپادها می‌توانند به ما در شناسایی سریع مناطق بحرانی کمک کنند. مثلاً در آتش‌سوزی‌های بزرگ، پهپادها می‌توانند تصاویر بلادرنگ از محل حادثه ارسال کنند." کد استخراج‌شده: استفاده از پهپادها در عملیات اطفاء

۹. ربات‌های آتش‌نشان: مصاحبه‌شونده (متخصص رباتیک): "ربات‌های آتش‌نشان می‌توانند در محیط‌های پرخطر و غیرقابل دسترس برای انسان، عملیات اطفاء حریق را انجام دهند. این ربات‌ها می‌توانند جان آتش‌نشانان را نجات دهند." ۱۰. افزایش ایمنی شهری: مصاحبه‌شونده (مدیر شهری): "اگر از فناوری‌های نوین استفاده کنیم و آموزش‌های لازم را به شهروندان ارائه دهیم، می‌توانیم ایمنی شهری را به طور چشمگیری افزایش دهیم." کد استخراج‌شده: افزایش ایمنی شهری

۱۱. کاهش خسارات جانی و مالی: مصاحبه‌شونده (آتش‌نشان): "اگر تجهیزات ما به‌روز باشد و آموزش‌های لازم را دیده باشیم، می‌توانیم خسارات جانی و مالی ناشی از آتش‌سوزی را به طور قابل توجهی کاهش دهیم." کد استخراج‌شده: کاهش خسارات جانی و مالی

در این مرحله، کدهای اولیه از بخش‌های مختلف مصاحبه‌ها استخراج شدند. هر کد نشان‌دهنده یک مفهوم کلیدی است که در مصاحبه‌ها به آن اشاره شده است. این کدها در مراحل بعدی به مفاهیم بزرگ‌تر و سپس به شش بخش اصلی مدل پارادایمی تقسیم می‌شوند.

مرحله ۲: دسته‌بندی کدها در طبقات (مفاهیم) (کد گذاری محوری)

برای سازمان‌دهی بهتر مفاهیم و کدهای استخراج‌شده، می‌توانیم آن‌ها را در قالب زیرمجموعه‌های مرتبط دسته‌بندی کنیم. این کار به درک بهتر ساختار مفاهیم و ارتباط بین آن‌ها کمک می‌کند. در ادامه، زیرمجموعه‌های هر مفهوم اصلی آورده شده است:

۱. چالش‌های سیستم آتش‌نشانی

- کمبود بودجه
- تجهیزات قدیمی
- نبود آموزش کافی

۲. فناوری‌های نوین

استفاده از هوش مصنوعی

- پیش‌بینی خطرات
- تحلیل داده‌های محیطی

استفاده از پهپادها

- شناسایی مناطق بحرانی
- ارسال تصاویر بلادرنگ

استفاده از ربات‌های آتش نشان

- عملیات در محیط‌های پرخطر
- کاهش خطرات جانی برای آتش نشانان

۳. مشارکت شهروندان

آموزش شهروندان

- برگزاری کارگاه‌های آموزشی
- آموزش نکات ایمنی به شهروندان

افزایش آگاهی عمومی

- استفاده از رسانه‌های اجتماعی
- اطلاع‌رسانی در مورد خطرات آتش سوزی

۴. همکاری بین سازمانی

عدم هماهنگی بین سازمان‌ها

- ضعف در ارتباط بین آتش‌نشانی، اورژانس و پلیس
- نبود سیستم‌های ارتباطی یکپارچه
- نیاز به سیستم‌های ارتباطی یکپارچه
- ایجاد شبکه‌های ارتباطی مشترک
- بهبود هماهنگی در شرایط بحرانی

۵. راهبردهای بهبود

افزایش بودجه

- تأمین مالی برای خرید تجهیزات جدید
- افزایش بودجه برای آموزش و توسعه نیروها
- برگزاری دوره‌های آموزشی
- آموزش نیروهای آتش‌نشانی
- آموزش شهروندان در مورد پیشگیری از آتش سوزی

خرید تجهیزات جدید

- به‌روزرسانی تجهیزات اطفاء حریق
- خرید فناوری‌های نوین مانند پهپادها و ربات‌ها

۶. پیامدهای مثبت

افزایش ایمنی شهری

- کاهش خطرات ناشی از آتش سوزی
- ایجاد محیطی امن برای شهروندان

کاهش خسارات جانی و مالی

- کاهش تلفات انسانی
- کاهش هزینه‌های ناشی از خسارات مالی

این دسته‌بندی به سازمان‌دهی مفاهیم و کدهای استخراج‌شده کمک می‌کند و نشان می‌دهد که هر مفهوم اصلی از چه زیرمجموعه‌هایی تشکیل شده است. این ساختار به درک بهتر ارتباط بین مفاهیم و ارائه مدل پارادایمی کمک می‌کند. در نهایت، این دسته‌بندی به محققان و تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا راهکارهای مؤثری برای بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری ارائه دهند.

مرحله ۳: تقسیم‌بندی طبقات به شش بخش اصلی مدل پارادایمی (کد گذاری انتخابی)

برای تقسیم مفاهیم شناسایی‌شده به شش بخش اصلی مدل پارادایمی، ابتدا باید مفاهیم را بر اساس نقش و ارتباطشان با یکدیگر دسته‌بندی کنیم. این شش بخش عبارتند از:

- شرایط علی
- پدیده محوری
- زمینه
- شرایط مداخله‌گر
- راهبردها
- پیامدها

در ادامه، مفاهیم شناسایی‌شده به این شش بخش تقسیم می‌شوند:

۱. شرایط علی

عواملی که باعث ایجاد چالش‌ها در سیستم آتش‌نشانی شهری می‌شوند:

- کمبود بودجه
- تجهیزات قدیمی
- نبود آموزش کافی

۲. پدیده محوری

موضوع اصلی پژوهش که نیاز به بررسی و بهبود دارد:

- چالش‌های سیستم آتش‌نشانی شهری

۳. زمینه

عوامل محیطی و موقعیتی که بر پدیده محوری تأثیر می‌گذارند:

- افزایش تراکم جمعیت و ساخت‌وسازهای شهری
- تغییرات اقلیمی و افزایش خطر آتش‌سوزی‌های طبیعی
- قوانین و مقررات شهری مرتبط با ایمنی

۴. شرایط مداخله‌گر

عواملی که می‌توانند بر راهبردها و پیامدها تأثیر بگذارند (تسهیل‌کننده یا مانع):

- مقاومت در برابر تغییرات و استفاده از فناوری‌های نوین
- سطح دانش و مهارت نیروهای آتش‌نشانی
- حمایت مالی و سیاسی از سوی دولت و شهرداری
- عدم هماهنگی بین سازمان‌ها
- نیاز به سیستم‌های ارتباطی یکپارچه

۵. راهبردها

اقدامات و راهکارهای پیشنهادی برای بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری:

استفاده از فناوری‌های نوین

استفاده از هوش مصنوعی

- استفاده از پهپادها
- استفاده از ربات‌های آتش‌نشان

افزایش بودجه

- تأمین مالی برای خرید تجهیزات جدید
- افزایش بودجه برای آموزش و توسعه نیروها

برگزاری دوره‌های آموزشی

- آموزش نیروهای آتش‌نشانی
- آموزش شهروندان در مورد پیشگیری از آتش‌سوزی

خرید تجهیزات جدید

- به‌روزرسانی تجهیزات اطفاء حریق
- خرید فناوری‌های نوین مانند پهپادها و ربات‌ها

مشارکت شهروندان

- آموزش شهروندان
- افزایش آگاهی عمومی

بهبود همکاری بین سازمانی

- ایجاد شبکه‌های ارتباطی مشترک
- بهبود هماهنگی در شرایط بحرانی

۶. پیامدها

نتایج و تأثیرات اجرای راهبردها:

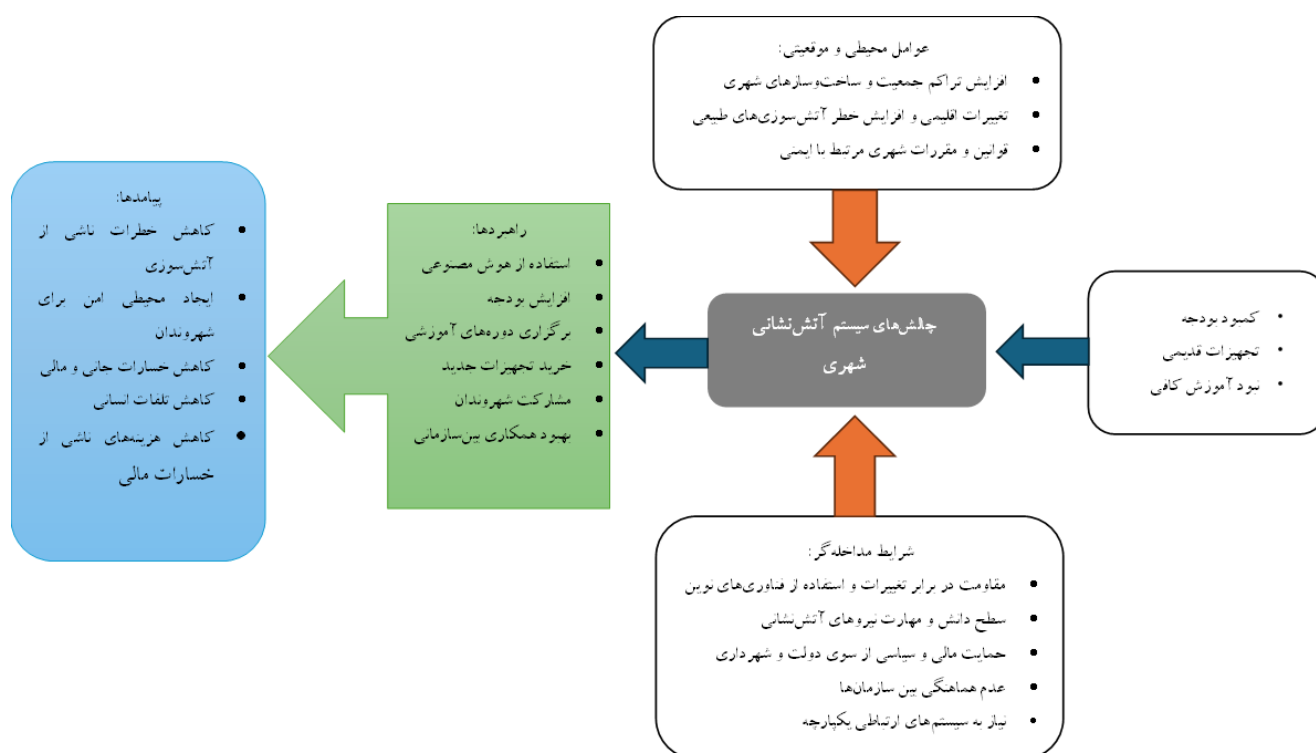
- افزایش ایمنی شهری
- کاهش خطرات ناشی از آتش‌سوزی
- ایجاد محیطی امن برای شهروندان
- کاهش خسارات جانی و مالی

- کاهش تلفات انسانی
- کاهش هزینه‌های ناشی از خسارات مالی

مرحله ۴: ارائه مدل پارادایمی

مدل پارادایمی این پژوهش بر اساس تحلیل داده‌ها و تقسیم‌بندی مفاهیم به شش بخش اصلی ارائه می‌شود. این مدل به صورت زیر است:

- شرایط علی: کمبود بودجه، تجهیزات قدیمی، نبود آموزش کافی
- پدیده محوری: چالش‌های سیستم آتش‌نشانی شهری
- زمینه: افزایش تراکم جمعیت، تغییرات اقلیمی، قوانین شهری
- شرایط مداخله‌گر: مقاومت در برابر تغییرات، سطح دانش نیروها، حمایت مالی، عدم هماهنگی بین سازمان‌ها
- راهبردها: استفاده از فناوری‌های نوین، افزایش بودجه، آموزش، مشارکت شهروندان، بهبود همکاری بین‌سازمانی
- پیامدها: افزایش ایمنی شهری، کاهش خسارات جانی و مالی



شکل ۱. مدل پارادایمی جهت بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری

این مدل پارادایمی چارچوبی جامع برای درک چالش‌های سیستم آتش‌نشانی شهری و ارائه راهکارهای بهبود آن است. با تقسیم مفاهیم به شش بخش اصلی، می‌توان به درک بهتری از عوامل مؤثر بر سیستم آتش‌نشانی شهری و راه‌حل‌های ممکن دست یافت. این مدل به محققان و تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا با دیدگاهی جامع‌تر به حل مشکلات بپردازند و سیستم‌های آتش‌نشانی شهری را بهبود بخشند.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی چالش‌های سیستم آتش‌نشانی شهری و ارائه راهکارهای بهبود آن، به تحلیل داده‌های کیفی و کمی پرداخت. یافته‌ها نشان داد که سیستم‌های آتش‌نشانی شهری با چالش‌های متعددی از جمله کمبود بودجه، تجهیزات قدیمی، نبود آموزش کافی و عدم هماهنگی بین‌سازمانی مواجه هستند. این چالش‌ها نه تنها عملکرد سیستم‌های آتش‌نشانی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، بلکه خطرات جانی و مالی ناشی از آتش‌سوزی را نیز افزایش می‌دهند. از سوی دیگر، پژوهش نشان داد که استفاده از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، پهپادها و ربات‌های آتش‌نشان می‌تواند تحول بزرگی در سیستم‌های آتش‌نشانی ایجاد کند. این فناوری‌ها می‌توانند سرعت و دقت عملیات اطفاء حریق را افزایش دهند، خطرات جانی را کاهش دهند و به پیش‌بینی و پیشگیری از آتش‌سوزی کمک کنند. همچنین، افزایش بودجه، برگزاری دوره‌های آموزشی و بهبود همکاری بین‌سازمانی از دیگر راهکارهای مؤثر برای بهبود سیستم‌های آتش‌نشانی هستند.

نتایج این پژوهش با یافته‌های پژوهش‌های گذشته همسو است. مطالعاتی مانند رحیمی (۱۳۹۸)، Smith et al. (۲۰۲۰) و Brown (۲۰۲۱) نیز به چالش‌های مشابه و راهکارهای بهبود اشاره کرده‌اند. این همسویی نشان می‌دهد که چالش‌های سیستم‌های آتش‌نشانی شهری در بسیاری از کشورها مشترک هستند و نیاز به اقدامات جامع و هماهنگ دارند. مدل پارادایمی ارائه‌شده در این پژوهش شامل شش بخش اصلی است: شرایط علی، زمینه، شرایط مداخله‌گر، راهبردها، پیامدها و صورتبندی مدل. در ادامه، هر سؤال به تفکیک پاسخ داده می‌شود:

۱. عوامل علی جهت پیاده‌سازی مدل پارادایمی با هدف بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری کدامند؟
عوامل علی، عواملی هستند که باعث ایجاد چالش‌ها در سیستم آتش‌نشانی شهری می‌شوند و نیاز به بهبود را ایجاد می‌کنند. این عوامل عبارتند از:

کمبود بودجه: عدم تأمین مالی کافی برای خرید تجهیزات جدید و به‌روزرسانی سیستم‌های فعلی.
تجهیزات قدیمی: استفاده از تجهیزات فرسوده و ناکارآمد که عملکرد سیستم را کاهش می‌دهند.
نبود آموزش کافی: عدم برگزاری دوره‌های آموزشی منظم و به‌روز برای نیروهای آتش‌نشانی.

۲. عوامل زمینه‌ساز و تأثیرگذار جهت پیاده‌سازی مدل پارادایمی با هدف بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری کدامند؟
عوامل زمینه‌ساز، شرایط محیطی و موقعیتی هستند که بر پدیده محوری (چالش‌های سیستم آتش‌نشانی) تأثیر می‌گذارند. این عوامل عبارتند از:

افزایش تراکم جمعیت و ساخت‌وسازهای شهری: این عوامل خطر آتش‌سوزی را افزایش می‌دهند.
تغییرات اقلیمی: افزایش دما و خشکسالی خطر آتش‌سوزی‌های طبیعی را افزایش می‌دهد.

قوانین و مقررات شهری: قوانین قدیمی ممکن است با شرایط فعلی شهرها و فناوری‌های نوین سازگار نباشند.

۳. شرایط مداخله‌گر جهت پیاده‌سازی مدل پارادایمی با هدف بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری کدامند؟
شرایط مداخله‌گر، عواملی هستند که می‌توانند بر راهبردها و پیامدها تأثیر بگذارند (تسهیل‌کننده یا مانع). این شرایط عبارتند از:

مقاومت در برابر تغییرات: مقاومت در برابر استفاده از فناوری‌های نوین و روش‌های جدید.

سطح دانش و مهارت نیروها: عدم آشنایی نیروها با فناوری‌های نوین و روش‌های پیشرفته.

حمایت مالی و سیاسی: وجود یا عدم وجود حمایت از سوی دولت و شهرداری‌ها.

عدم هماهنگی بین سازمان‌ها: ضعف در همکاری بین سازمان‌های مرتبط (مانند آتش‌نشانی، اورژانس و پلیس).

۴. راهبردهای لازم جهت پیاده‌سازی مدل پارادایمی با هدف بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری کدامند؟
راهبردها، اقدامات و راهکارهایی هستند که برای بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری پیشنهاد می‌شوند. این راهبردها عبارتند از:

استفاده از فناوری‌های نوین:

هوش مصنوعی برای پیش‌بینی خطرات و تحلیل داده‌ها.

پهپادها برای شناسایی مناطق بحرانی و ارسال تصاویر بلادرنگ.

ربات‌های آتش‌نشان برای عملیات در محیط‌های پرخطر.

افزایش بودجه: تأمین مالی برای خرید تجهیزات جدید و به‌روزرسانی سیستم‌های فعلی.

برگزاری دوره‌های آموزشی: آموزش نیروهای آتش‌نشانی و شهروندان در مورد پیشگیری از آتش‌سوزی.

بهبود همکاری بین‌سازمانی: ایجاد شبکه‌های ارتباطی مشترک و برگزاری تمرین‌های مشترک.

۵. پیامدهای پیاده‌سازی مدل پارادایمی با هدف بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری کدامند؟

پیامدها، نتایج و تأثیرات اجرای راهبردها هستند. این پیامدها عبارتند از:

افزایش ایمنی شهری: کاهش خطرات ناشی از آتش‌سوزی و ایجاد محیطی امن برای شهروندان.

کاهش خسارات جانی و مالی: کاهش تلفات انسانی و هزینه‌های ناشی از خسارات مالی.

ایجاد سیستم‌های آتش‌نشانی پایدار: بهبود عملکرد سیستم‌های آتش‌نشانی و افزایش مقاومت در برابر بحران‌ها.

۶. صورت‌بندی مدل پارادایمی جهت بهبود سیستم آتش‌نشانی شهری به چه شکلی است؟

مدل پارادایمی ارائه‌شده در این پژوهش به صورت زیر صورت‌بندی می‌شود:

شرایط علی: کمبود بودجه، تجهیزات قدیمی، نبود آموزش کافی.

پدیده محوری: چالش‌های سیستم آتش‌نشانی شهری.

زمینه: افزایش تراکم جمعیت، تغییرات اقلیمی، قوانین شهری.

شرایط مداخله‌گر: مقاومت در برابر تغییرات، سطح دانش نیروها، حمایت مالی، عدم هماهنگی بین سازمان‌ها.

راهبردها: استفاده از فناوری‌های نوین، افزایش بودجه، آموزش، بهبود همکاری بین‌سازمانی.

پیامدها: افزایش ایمنی شهری، کاهش خسارات جانی و مالی، ایجاد سیستم‌های پایدار.

این مدل به صورت یک شبکه مفهومی نمایش داده می‌شود که در آن ارتباط بین شرایط علی، زمینه، شرایط مداخله‌گر،

راهبردها و پیامدها به وضوح مشخص است. این صورت‌بندی به درک جامع‌تر از عوامل مؤثر بر سیستم آتش‌نشانی شهری و

راهکارهای بهبود آن کمک می‌کند. در نهایت، این پژوهش تأکید می‌کند که بهبود سیستم‌های آتش‌نشانی شهری نه تنها

به افزایش ایمنی شهری و کاهش خسارات جانی و مالی کمک می‌کند، بلکه به ایجاد شهرهای پایدارتر و مقاوم‌تر در برابر

بحران‌ها نیز منجر می‌شود. برای دستیابی به این هدف، لازم است که دولت‌ها، شهرداری‌ها و سازمان‌های مرتبط با همکاری

یکدیگر، راهکارهای پیشنهادی این پژوهش را به طور جدی پیاده‌سازی کنند. این اقدامات می‌توانند به ایجاد سیستم‌های

آتش‌نشانی کارآمدتر و ایمن‌تر کمک کرده و زندگی شهروندان را بهبود بخشند، همچنین مدل پارادایمی ارائه‌شده در این

پژوهش چارچوبی جامع برای درک چالش‌های سیستم آتش‌نشانی شهری و ارائه راهکارهای بهبود آن است. این مدل با

در نظر گرفتن شرایط علی، زمینه، شرایط مداخله گر، راهبردها و پیامدها، به محققان و تصمیم گیرندگان کمک می کند تا با دیدگاهی جامع تر به حل مشکلات بپردازند و سیستم های آتش نشانی شهری را بهبود بخشند.

پیشنهادهای بر اساس نتایج تحقیق

با توجه به یافته های این پژوهش و چالش های شناسایی شده در سیستم آتش نشانی شهری، پیشنهادات زیر برای بهبود عملکرد سیستم های آتش نشانی و کاهش خطرات ناشی از آتش سوزی ارائه می شود:

۱. افزایش بودجه و تأمین مالی: افزایش بودجه اختصاص یافته به سازمان های آتش نشانی برای خرید تجهیزات جدید و به روزرسانی سیستم های فعلی. کمبود بودجه یکی از اصلی ترین چالش های سیستم های آتش نشانی است که بر خرید تجهیزات، آموزش نیروها و توسعه فناوری های نوین تأثیر منفی می گذارد.

- اختصاص بودجه ویژه برای خرید تجهیزات مدرن مانند پهپادها، ربات ها و سیستم های اطفاء حریق خودکار.
- تأمین مالی برای آموزش نیروها و برگزاری دوره های آموزشی منظم.

۲. استفاده از فناوری های نوین: به کارگیری فناوری های پیشرفته مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا (IoT)، پهپادها و ربات های آتش نشان. این فناوری ها می توانند سرعت و دقت عملیات اطفاء حریق را افزایش دهند و خطرات جانی را کاهش دهند.

- استفاده از هوش مصنوعی برای پیش بینی خطرات و شناسایی مناطق پرخطر.
 - به کارگیری پهپادها برای شناسایی سریع مناطق بحرانی و ارسال تصاویر بلادرنگ.
 - استفاده از ربات های آتش نشان در محیط های پرخطر و غیرقابل دسترس.
۳. آموزش و توانمندسازی نیروها: برگزاری دوره های آموزشی منظم و به روز برای نیروهای آتش نشانی. نبود آموزش کافی باعث کاهش کارایی نیروها و افزایش خطرات جانی می شود.

- آموزش نیروها در زمینه استفاده از فناوری های نوین.
- برگزاری دوره های شبیه سازی شرایط بحرانی برای افزایش آمادگی نیروها.
- آموزش تخصصی در زمینه مدیریت بحران و هماهنگی بین سازمانی.

۴. مشارکت شهروندان و افزایش آگاهی عمومی: آموزش شهروندان و افزایش آگاهی عمومی در مورد پیشگیری از آتش سوزی. مشارکت شهروندان می تواند به کاهش خطرات ناشی از آتش سوزی و افزایش ایمنی شهری کمک کند.

- برگزاری کارگاه های آموزشی برای شهروندان در مورد نکات ایمنی و پیشگیری از آتش سوزی.
- استفاده از رسانه های اجتماعی و تبلیغات شهری برای افزایش آگاهی عمومی.
- ایجاد برنامه های مشارکتی برای گزارش سریع خطرات آتش سوزی توسط شهروندان.

۵. بهبود همکاری بین سازمانی: ایجاد سیستم های ارتباطی یکپارچه و بهبود هماهنگی بین سازمان های مرتبط (مانند آتش نشانی، اورژانس و پلیس). عدم هماهنگی بین سازمان ها می تواند به کاهش کارایی در شرایط بحرانی منجر شود.

- ایجاد شبکه های ارتباطی مشترک بین سازمان ها برای تسهیل تبادل اطلاعات.
- برگزاری تمرین های مشترک برای افزایش هماهنگی در شرایط بحرانی.
- تدوین پروتکل های هماهنگی بین سازمانی برای مدیریت بحران.

۶. به‌روزرسانی قوانین و مقررات: بازنگری و به‌روزرسانی قوانین و مقررات مرتبط با ایمنی شهری و آتش‌نشانی. قوانین قدیمی ممکن است با شرایط فعلی شهرها و فناوری‌های نوین سازگار نباشند.

- تدوین قوانین جدید برای الزام استفاده از فناوری‌های نوین در ساختمان‌ها و زیرساخت‌های شهری.
- ایجاد استانداردهای ایمنی جدید برای کاهش خطرات ناشی از آتش‌سوزی.
- تشویق سازندگان به استفاده از مصالح مقاوم در برابر آتش.

۷. ایجاد سیستم‌های پایش و ارزیابی: مستمر برای بررسی عملکرد سیستم‌های آتش‌نشانی. پایش مستمر می‌تواند به شناسایی نقاط ضعف و بهبود مستمر سیستم کمک کند.

- ایجاد پایگاه‌های داده برای ثبت و تحلیل اطلاعات مربوط به آتش‌سوزی‌ها.
- ارزیابی دوره‌ای عملکرد نیروها و تجهیزات آتش‌نشانی.
- استفاده از بازخورد شهروندان و نیروها برای بهبود سیستم.

این پیشنهادات بر اساس یافته‌های پژوهش و با هدف بهبود سیستم‌های آتش‌نشانی شهری ارائه شده‌اند. اجرای این پیشنهادات می‌تواند به کاهش خطرات ناشی از آتش‌سوزی، افزایش ایمنی شهری و بهبود کیفیت زندگی شهروندان کمک کند. برای دستیابی به این اهداف، همکاری بین دولت‌ها، شهرداری‌ها، سازمان‌های آتش‌نشانی و شهروندان ضروری است. با اجرای این راهکارها، می‌توان سیستم‌های آتش‌نشانی را به‌روز، کارآمد و مقاوم در برابر بحران‌ها تبدیل کرد.

۶. منابع و مآخذ

- احمدی، ع. (۱۳۹۸). بررسی چالش‌های سیستم‌های آتش‌نشانی شهری در ایران. مجله مدیریت بحران، ۱۲(۳)، ۴۵-۶۰.
- جعفری، س. (۱۳۹۹). اینترنت اشیا و نقش آن در مدیریت بحران آتش‌سوزی. مجله فناوری‌های نوین، ۱۰(۴)، ۵۵-۷۰.
- حسینی، م. (۱۴۰۱). پهبادهای ربات‌ها در عملیات اطفاء حریق. فصلنامه مهندسی ایمنی، ۷(۳)، ۸۸-۱۰۲.
- رحیمی، ع. (۱۳۹۸). بررسی چالش‌های آتش‌نشانی شهری در ایران. مجله مدیریت بحران، ۱۲(۳)، ۴۵-۶۰.
- رضایی، ف. (۱۳۹۷). نقش مشارکت شهروندان در پیشگیری از آتش‌سوزی. مجله جامعه‌شناسی شهری، ۵(۲)، ۲۳-۳۷.
- کریمی، ح. (۱۴۰۰). کاربرد هوش مصنوعی در آتش‌نشانی شهری. فصلنامه فناوری اطلاعات، ۱۵(۱)، ۳۳-۴۷.
- محمدی، م. و همکاران. (۱۳۹۹). تحلیل خسارات ناشی از آتش‌سوزی‌های شهری. مجله ایمنی شهری، ۸(۲)، ۷۸-۹۰.
- نوروزی، ا. (۱۳۹۸). همکاری بین‌سازمانی در مدیریت بحران آتش‌سوزی. فصلنامه مدیریت بحران، ۹(۱)، ۴۴-۵۸.
- Brown, L. (2021). Rethinking Traditional Firefighting Approaches. *Fire Safety Quarterly*, 8(4), 78-90.
- Harris, M., Green, T., & White, J. (2020). The Role of Technology in Urban Fire Safety. *Technology and Urban Planning*, 12(1), 23-37.
- Johnson, A., & Lee, K. (2019). Economic and Environmental Impacts of Urban Fires. *Environmental Economics Review*, 10(3), 112-125.
- Martinez, R. (2021). Urbanization and Fire Risks: A Global Perspective. *Global Urban Studies*, 7(2), 101-115.
- Smith, J., Brown, T., & Taylor, R. (2020). Urban Fire Risks in Modern Cities. *Journal of Urban Safety*, 15(2), 45-60.
- Taylor, R., Anderson, P., & Wilson, S. (2018). Challenges in Urban Fire Management. *Urban Studies Journal*, 22(1), 33-47.

- Thompson, E. (2022). Emerging Technologies in Firefighting: A Review. *Journal of Fire Technology*, 18(3), 145-160.
- Wilson, S., & Clark, D. (2021). Climate Change and Urban Fire Risks. *Climate and Urban Development*, 9(3), 55-70.

Presenting a paradigmatic model for improving the urban fire system using modern technologies and participatory approaches

AliHasan Saberi¹

Abstract

This study aimed to investigate the challenges of urban firefighting systems and propose a paradigmatic model to improve urban firefighting systems using modern technologies and participatory approaches. The study population consisted of 850 individuals, including firefighting professionals, urban managers, IT experts, and citizens from major cities in Iran (Tehran, Isfahan, Mashhad, Shiraz, and Arak). Using Cochran's formula and stratified random sampling, a sample size of 265 was determined. Data were collected through semi-structured interviews, questionnaires, and observations, and analyzed using qualitative methods (Grounded Theory). The findings revealed that urban firefighting systems face numerous challenges, including budget shortages, outdated equipment, insufficient training, and lack of inter-organizational coordination. On the other hand, the use of modern technologies such as artificial intelligence, drones, and firefighting robots, along with increased funding, staff training, and improved inter-organizational collaboration, were identified as effective solutions. The overall results of the study indicate that implementing these strategies can enhance urban safety and reduce damages caused by fires. This research emphasizes the importance of utilizing modern technologies and citizen participation, and suggests that governments and municipalities allocate sufficient budgets and develop appropriate regulations to improve urban firefighting systems.

Keywords

Urban Firefighting Systems, Modern Technologies, Urban Safety, Firefighting Challenges, Paradigmatic Model

¹ The head of the Education Department and the head of Fire Station No. 1 of the Municipal Fire and Safety Services of Arak