نشریه مهندسی عمران امیرکبیر

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۵، شماره ۱۱، سال ۱۴۰۲، صفحات ۲۲۲۷ تا ۲۲۴۲
DOI: 10.22060/ceej.2023.21679.7793

# ارائه مدل مدیریت واحد بحران‌های شهر هوشمند از منظر پدافند غیرعامل مبتنی بر شیوه‌های AHP و ANFIS

سیدعظیم حسینی*، حسین ملکی طولابی

گروه مهندسی عمران، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

**خلاصه:** امروزه رشد جمعیت و به‌تبع آن افزایش تمایل به شهرنشینی، به‌خصوص در کشورهای درحال‌توسعه، موجب بروز مشکلات محیط زیستی، اقتصادی، اجتماعی و امنیتی شده است که ادامه وضع موجود، امکان توسعه پایدار شهری را ناممکن می‌سازد. از طرفی، طی سالیان اخیر، توجه به مباحث پدافند غیرعامل در بسیاری از کشورها موردتوجه قرار گرفته است. اینجاست که شهر هوشمند به‌عنوان راه‌حل ایده‌آل مقابله با چالش‌های ناشی از شهرنشینی مطرح می گردد. در این پژوهش، ابتدا معیارهای مهم مدیریت واحد بحران‌های شهر هوشمند با تاکید بر پدافند غیرعامل شناسایی گردید و میزان اهمیت هریک از آن‌ها مشخص شد و سپس نتایج آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. روش گردآوری اطلاعات در پژوهش حاضر، از نوع توصیفی- تحلیلی بر پایه مطالعات کتابخانه ای است. اطلاعات لازم در این پژوهش، با استفاده از مطالعات کتابخانه ای و همچنین، ضمن تکمیل چکلیست به صورت کیفی جمع‌آوری‌شده و پس از آن برای انجام محاسبات ازنظر کارشناسان خبره در زمینه پدافند غیرعامل و شهر هوشمند استفاده شد. سپس با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP، شاخص‌های تعیین شده، امتیازدهی و رتبه‌بندی گردیدند و در ادامه با استفاده از نرم‌افزار MATLAB R۲۰۲۱b، اقدام به کدنویسی روش سیستم استنتاج فازی- عصبی تطبیقی (ANFIS)، شد که درنهایت منجر به طراحی و ارائه مدل مدیریت واحد بحران‌های شهر هوشمند از منظر پدافند غیرعامل گردید. یافته های حاصل از پژوهش حاضر مبتنی بر شیوه‌های AHP و ANFIS، نشان از اهمیت ایمن‌سازی اینترنت اشیا (IoT)، ایمن‌سازی محیط، ایمن‌سازی شبکه، کنترل‌پذیرش شبکه، ایجاد نرم‌افزار مجازی‌سازی در سطح سیستم‌عامل (کانتینر)، کاهش تهدید و اصلاح، و تجزیه‌وتحلیل و اقدام در بحث مدیریت واحد بحران‌های شهر هوشمند از منظر پدافند غیرعامل دارد. باتوجه‌به اهمیت موضوع ایجاد شهرهای هوشمند، می‌توان گفت که لزوم بررسی و توجه همه‌جانبه به مدیریت واحد بحران‌های شهرهای هوشمند باتوجه‌به اصول و مبانی پدافند غیرعامل، تأثیر بیشتری را در برقراری حفاظت، امنیت و افزایش توسعه پایدار شهری دارد؛ بنابراین کلیه شاخص‌های مهم دراین‌خصوص به تفکیک مورد ارزیابی قرار گرفت و مدل نهایی ارائه گردید. مدل ارائه شده دارای نسبت سازگاری نهایی ۰/۰۵۹ بوده که قابل‌قبول است. همچنین مقدار خطای RMSE شبکه آموزش‌دیده ANFIS، برابر ۰/۰۱۷۹ و مقدار R۲ آن نیز برابر ۰/۹۸۹۷ بدست آمد که نشان از دقت بسیار بالای مدل پیشنهادی دارد.

**تاریخچه داوری:**
دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۰
بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۱۹
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۱
ارائه آنلاین: ۱۴۰۲/۰۹/۰۲

**کلمات کلیدی:**
مدیریت بحران
شهر هوشمند
ارائه مدل
ANFIS
پدافند غیرعامل

## ۱- مقدمه

امروزه، مواجه شدن شهرها با چالش‌های گسترده، تجمع عظیم ساکنین و به دنبال آن، مشکلات محیط-زیستی، اقتصادی و اجتماعی و آشفتگی و بی‌نظمی و شرایطی که تعادل شهرها را به سقوط کشانده و دستیابی به پایداری را با روش‌های کنونی اداره نماید و توسعه شهری را پایدار سازد، ناممکن ساخته است. توجه به مباحث پدافند غیرعامل در بسیاری از کشورها موردتوجه قرار گرفته است. ضرورت توجه به این مهم برای کاهش خسارت و ادامه چرخه فعالیت‌ها، بیشتر موردتوجه قرار گرفته است [۱]. شهر هوشمند به‌عنوان محور تحول و توسعه هزاره مطرح شده و به معنای گسترش مفاهیمی نو در برنامه‌ریزی شهری است که قابلیت‌های جهان واقعی و مجازی را برای حل مشکلات شهری، با هم ترکیب می‌کند [۲]. از سویی دیگر، رشد جهان‌شمول فناوری باعث گشته تا هیچ کشوری نتواند خود را از آن دور نگاه‌داشته و ناگزیر با آن همراه خواهد شد. همان‌طور که عدم دسترسی و استفاده از فناوری از معیارهای عقب‌ماندگی کشوری در عرصه جهانی است، استفاده کردن و تحت کنترل گرفتن آن می‌تواند گامی بلند به‌سوی

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: azim_hosseini@azad.ac.ir

حقوق مؤلفین به نویسندگان و حقوق ناشر به انتشارات دانشگاه امیرکبیر داده شده است. این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License) در دسترس شما قرار گرفته است. برای جزئیات این لیسانس، از آدرس https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode دیدن فرمائید.

پیشرفت و توسعه بگشاید و در این مورد، مدیریت بحران را تسهیل بخشد. از مثال‌هایی که فناوری به کمک مدیریت بحران شتافته است، می‌توان به تصمیم‌گیری اضطراری در دوران پاسخگویی پس از سانحه اشاره نمود که با اتکا به جمع‌آوری اطلاعات از جمعیت، از اتلاف زمان، سرمایه و انرژی ممانعت می‌گردد. این زمانی است که شهرها به‌سوی هوشمند شدن حرکت می‌کنند و شهر هوشمند باتکیه‌بر فناوری اطلاعات و ارتباطات مدیریت کلان را هموار می‌سازد. در ارتباط با مبحث مدیریت بحران که شامل چهاربخش پاسخ، بازتوانی، کاهش و آمادگی می‌گردد، شهر هوشمند چه در مقیاس تک بنا و چه در مقیاس شهری، دسترسی به اطلاعات از لایه‌های متنوع جامعه را مقدور می‌سازد. در مرحله بعدی، رابطه‌های نرم‌افزاری، اطلاعات جمع‌آوری‌شده از مردم را جمع‌آوری نموده و با تجزیه‌وتحلیل آن‌ها، به بازگرداندن شرایط عادی و بازتوانی جامعه، کمک به سزایی می‌کنند [۳]. شهر هوشمند به‌عنوان راه‌حل چالش‌های اخیر شهری، موردتوجه بسیاری از دولت‌ها و شهرسازان قرار گرفته است. تنها در سال ۲۰۱۲ میلادی، ۱۴۳ پروژه هوشمندسازی صورت‌گرفته است [۴] که از این میان، ۳۵ پروژه در شهرهای آمریکای شمالی و ۴۷ پروژه در شهرهای اروپایی انجام شده‌اند. کشورهای آسیایی نیز با انجام بیش از ۴۰ پروژه در شهرهای سنگاپور، هنگ‌کنگ، سئول و بوسان، فعالیت خود را در این زمینه بیشتر از پیش نشان داده‌اند. همچنین ۱۱ پروژه در آمریکای جنوبی، و ۱۰ پروژه در خاورمیانه و آفریقا صورت‌گرفته است [۵].

هوشمندسازی شهر به بهبود استانداردهای زندگی شهری از نظر اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی کمک می‌کند. شهر هوشمند برای بهبود مزیت رقابتی شهرها، افزایش پایداری و قابلیت زندگی شهروندان هوشمند در دنیای واقعی ایجاد شده است. پتانسیل فناوری‌های نوین در ارائه ابزارهای مؤثر برای توسعه شهرهای قرن جدید، باعث شده است که شهرهای هوشمند یک مفهوم بسیار جذاب برای مدیران و برنامه‌ریزان باشد. در نتیجه، مدل شهر هوشمند به‌عنوان وسیله‌ای مناسب برای مدیریت چالش‌های شهری و محیط‌زیستی مورد استفاده قرار گرفته است. امروزه تفکر ایجاد شهرهای هوشمند به جنبشی جهانی تبدیل شده است که ما را قادر می‌کند تا بهتر از منابع موجود شهرها استفاده کنیم، همچنین تصمیم‌گیران را قادر می‌سازد تا با بهره‌بردن از داده‌های به‌دست‌آمده، منابع را دقیق‌تر و بهتر اختصاص دهند. حرکت به سمت شهرهای هوشمند در سطح سیاست‌های ملی و شهری در حال وقوع است و صدها طرح ابتکاری شهری در سراسر جهان وجود دارد که جمعیت زیادی از آن‌ها بهره‌مند می‌شوند و منابع اصلی به آن‌ها اختصاص‌یافته است. شماری از این پروژه‌ها ابعادی فراتر از فناوری را در برمی‌گیرند، لذا طراحی الگوی مدیریت واحدهای بحران‌های شهر هوشمند از منظر پدافند غیرعامل، ضروری به نظر می‌رسد. باتوجه‌به اینکه اصول و مبانی پدافند غیرعامل در تمامی سطوح، رشته‌ها، حوزه‌های کاری و علمی و علاوه‌برآن، عملیاتی و نظامی اهمیت روزافزون یافته، تدابیر آن در این مقاله مدنظر قرار گرفته است. براین‌اساس در این مقاله، با استفاده از اصول و مبانی دفاع غیرعامل، به بررسی و ارائه مدل مدیریت واحد بحران‌های شهر هوشمند بر پایه ۷ معیار همراه با امتیازبندی و وزن‌دهی با آن‌ها، تعیین می‌گردد. در فضای تصمیم‌گیری چندمعیاره با استفاده از تکنیک AHP، این مسئله تحلیل می‌گردد. در این راستا از کارشناسان خبره پدافند غیرعامل و کارشناسان حوزه شهرسازی و جمعی از اساتید دانشگاه در تعیین معیارهای تصمیم–گیری و امتیازدهی به آن‌ها، استفاده می‌گردد. سپس از با استفاده از سیستم استنتاج فازی عصبی– تطبیقی (ANFIS)، نتایج به‌دست‌آمده، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار خواهد گرفت. همچنین فرضیات موردبحث در پژوهش حاضر عبارت‌اند از:

• روش AHP و ANFIS می‌تواند ضمن رتبه‌بندی دقیق از عوامل اثرگذار بر واحدهای مدیریت بحران‌های شهر هوشمند، مدلی نیز بر مبنای پدافند غیرعامل ارائه کند.

• به‌روز کردن و بررسی همه عوامل تأثیرگذار، موجب کاهش آسیب‌پذیری شهر هوشمند و پاسخگویی مناسب و سریع واحدهای مدیریت بحران، خواهد شد.

## ۲- مبانی نظری

### ۲- ۱- شهر هوشمند

با افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی، شهرنشینی شتابان، رشد جمعیتی و توسعه فناوری چگونگی ساخت و اداره شهرها مورد تجدیدنظر قرار گرفت [۶] به‌طوری‌که برای اولین‌بار مفهوم شهر هوشمند در دهه ۱۹۹۰ برای پیوند اهمیت ارتباط میان ICT با زیرساخت‌های مدرن درون‌شهری مورداستفاده قرار گرفت. سازمان انجمن‌های هوشمند کالیفرنیا؛ در میان اولین کسانی بود که به چگونگی هوشمندسازی جوامع و چگونگی طراحی شهری برای پیاده‌سازی فناوری‌های اطلاعاتی پرداخت [۷].

شهر هوشمند تعاریف متعددی دارد که توسط گروه‌های مختلف متخصصین و دولت‌ها مورداستفاده قرار گرفته است [۸]. شهر هوشمند شهری است که از تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات در تمامی اشکال آن از رویکرد سیستم اطلاعاتی تا استفاده هوشمند از زیرساخت تعاملی بهره

می‌گیرد تا بتواند خدمات پیشرفته و مبتکرانه را برای شهروندان فراهم کند، کیفیت زندگی آنان را افزون سازد و منابع طبیعی را به‌صورت پایدار مدیریت کند. شهر هوشمند را یک سیستم اجتماعی – فنی متشکل از زیرسیستم‌های به هم مرتبط و خودمختار توصیف کرد که با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید نظیر هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، رایانش ابری، بلاک‌چین و... به بازتعریف رابطه نهادهای اجتماعی در شئون مختلف زندگی شهری نظیر حکمروایی مطلوب و تفویض قدرت به شهروندان، خدمات و زیرساخت، زندگی باکیفیت، آموزش، اقتصاد پویا، پایداری و حفاظت از محیط‌زیست و تاب‌آوری در برابر مخاطرات می‌پردازد [۹].

### ۲- ۲- تحقق شهر هوشمند

تحقق‌پذیری شهرهای هوشمند به دلیل فراگیر بودن راهبردهای آن در همه ابعاد شهر وابسته به موضوعات متنوعی است که این موضوعات می‌تواند به چهار دسته تقسیم شود: موضوعات فناورانه، موضوعات مربوط به سیاست‌ها، موضوعات مدیریتی و موضوعات زمینه‌ای [۱۰]. از سویی دیگر؛ شهرهای هوشمند با خطری اجتناب ناپذیر مواجه هستند چراکه تولید این شهرها با آزمایش‌های جدید و آزمون نشده همراه است. همچنین خطراتی وابسته به ورود فناوری‌های جدید به شهرها نیز آن‌ها را تهدید می‌کند که می‌توان به مواردی همچون ناسازگاری بین سیستم‌های قدیمی و جدید، فقدان دانش وابسته به این فناوری‌ها و امیدواری زیاد به امکان‌سنجی فناوری اشاره کرد [۱۱].

## ۳- پیشینه تحقیق

در طول تاریخ، صدمات و آسیب‌های ناشی از بلایای طبیعی و فاجعه‌های بشری، انسان‌ها را تهدید می‌کند و امروزه، این موضوع، یکی از نگرانی‌های مطرح شده در جوامع و تمدن‌های مدرن است. انسان‌ها همیشه راه‌های مختلفی برای کاهش اثرات این بلایای مختلف، اتخاذ کرده‌اند. رویکرد نوآورانه در این زمینه، استفاده از روش‌های دفاع غیرنظامی است. این بدان معنی است که اقدامات غیرمسلحانه درحالی‌که کاهش تلفات منابع انسانی، ساختمان‌ها، امکانات، تجهیزات و... در زمان بحران و بلایای طبیعی را در نظر گرفته است، ازاین‌رو، پدافند غیرعامل به‌عنوان یک اصل پایدار شناخته می‌گردد. از آن جایی که تمدن شهری گسترش‌یافته است، این رشد شهری منجر به تغییرات اجتماعی، اقتصادی، فیزیکی و محیطی می‌گردد که شرایط پیچیده‌ای را ایجاد می‌کند که نتیجه آن بحران، بلایای طبیعی و حوادث را در پی خواهد داشت که موجب اختلال در عملکرد سیستم شهری خواهد بود، لذا جهت کاهش و یا رفع مشکلات فوق، توجه به هوشمندسازی شهرها، یکی از مهم‌ترین اولویت‌های برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران است که امری ضروری و غیرقابل‌انکار نیز به نظر می‌رسد. دفاع غیرعامل، موجب ایمن‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری و تداوم زیرساخت‌ها، نیازهای حیاتی و خدمات بهینه و تسهیل مدیریت شهر هوشمند در زمان بحران و تهدید، خواهد شد. قدیمی و پدیداران مقدم در سال ۱۳۹۴ در پژوهشی به بررسی مدیریت بحران در شهر هوشمند با استفاده از سیستم خبره و شبکه‌های حسگر بیسیم پرداختند و اذعان نمودند که در شهرهای هوشمند با به‌کارگیری سامانه‌های مدیریت بحران با استفاده از شبکه‌های حسگر بیسیم و سیستم‌های خبره، می‌توان قبل از وقوع بحران، بحران را پیش‌بینی کرد و در حین بحران، شهر را در کمترین زمان ممکن مدیریت و کنترل نمود که این امر در کاهش خسارات جانی و مالی فاجعه، بسیار سودمند است [۱۲].

فرزادنیا و منصفی پراپری در سال ۱۳۹۷ در پژوهشی به تأثیر هوشمندسازی شهرها بر مدیریت بحران پرداختند که در آن با بررسی منابع کتابخانه‌ای، مستندات اینترنتی، بررسی نمونه‌ای موردی در کشور ژاپن و همچنین با معرفی چندی از نرم‌افزارهایی که تاکنون مدیریت بحران را، از مرحله آمادگی تا بازتوانی، تسهیل بخشیده‌اند، به بررسی تأثیرات استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در شهر هوشمند بر مدیریت بحران سوانح پرداخته شده است [۱۳].

عسگری راد و نجاتی جهرمی در سال ۱۴۰۰ به بررسی نقش فیبر نوری در ایجاد ساختمان هوشمند (با قابلیت باند پهن) و شبکه تلفن همراه (نسل پنجم) به‌عنوان دو بخش اصلی از یک شهر هوشمند پرداختند و یک مدل فنی و اقتصادی جهت ایجاد زیرساخت ارتباطات در شهر هوشمند با استفاده از یک شبکه فیبر نوری چندمنظوره با به‌کارگیری منابع مخابراتی موجود، به روش بهینه‌سازی خطی گسسته ترکیبی ارائه نمودند و مشخص گردید که تأمین ارتباطات اساسی در شهر هوشمند با مدل پیشنهادشده، علاوه بر برآوردن نیازهای فنی، کاهش هزینه ایجاد شبکه، کم‌شدن میزان آسیب‌پذیری در مقابل انواع تهدید و افزایش درصد قابلیت اطمینان و امنیت را در پی خواهد داشت [۱۴].

صدیقی و همکاران طی پژوهشی که در سال ۱۴۰۱ صورت پذیرفت، به ارائه چارچوبی جهت ارزیابی تهدیدهای امنیت سایبری و حریم خصوصی و بررسی تأثیر آن‌ها بر عملکرد شهر هوشمند پرداختند. یافته های این پژوهش حاکی از شناسایی ۱۱ تهدید امنیت سایبری و ۱۰ چالش حریم خصوصی در هوشمندسازی آن شهر بود که در میان آن‌ها سه تهدید؛ چالش قانون‌گذاری،

فقدان ارتباط امن و پروتکل‌های ناامن، به عنوان کلیدی‌ترین تهدیدها تعیین شدند [۱۵].

نخجیرکان و همکران در سال ۱۴۰۲ به شناسایی پیشران‌های کلیدی توسعه شهر هوشمند با استفاده از ترکیب روش‌های فراترکیب و ایداس پرداختند. با استفاده از روش فراترکیب، جدول فراوانی عوامل اثرگذار بر مدیریت شهر هوشمند شناسایی شد و در ادامه خروجی‌های روش فراترکیب برای رتبه‌بندی و شناسایی پیشران‌های کلیدی در اختیار روش ایداس قرار گرفت. نتایج پژوهش حاضر، با استفاده از یک فرایند ترکیبی گام‌به‌گام، نهٔ پیشران اساسی برای توسعه شهر هوشمند استخراج شد [۱۶].

سامانی نژاد و خداکرمیان گیلان در سال ۱۴۰۲ به بررسی زمینه‌های شاخص شهر هوشمند در ایران با استفاده از روش فراتحلیلی پرداختند. نتایج نشان داد که اقتصاد هوشمند دارای بیشترین اندازه اثر در شهر هوشمند است و مردم هوشمند، دومین متغیر مهم در شهر هوشمند بوده که از سوی دیگر حکومت هوشمند و محیط هوشمند نیز به ترتیب متغیرهای بعدی اثرگذار هستند [۸].

قاسمی و همکاران در سال ۱۴۰۲ در پژوهشی که با استفاده از روش میدانی صورت پذیرفت، به بررسی سناریوهای هوشمندسازی شهر و سیاست‌گذاری برای تحقق سناریوی مطلوب پرداختند. طبق نتایج تحقیق؛ در سیاست‌گذاری شهر هوشمند بایستی شرکت‌های بین‌المللی مبتنی بر فناوری (**NTBFs**) به منظور موفقیت هرچه بیشتر در زمینه هوشمندسازی شهر مورد توجه قرار گیرند؛ چراکه فعلیت چهار عدم قطعیت؛ مدیریت پایدار، فناوری‌های نوین، توسعه نوآوری اجتماعی، و اقتصاد بین المللی در این شرکت‌ها وجود دارد [۱۷].

خلیل عباسی و همکاران در پژوهش خود که در سال ۱۴۰۲ صورت پذیرفت، یک مدل زیرساخت برای توسعه شهر تبریز به‌عنوان شهر هوشمند ارائه نمودند. نتایج تحقیق نشان داد که شاخص‌های مربوط به دولت هوشمند نسبت به سایر ابعاد دارای وضعیت بهتری هستند. در رتبه بعدی، شاخص‌های مربوط به حمل‌ونقل هوشمند قرار گرفته‌اند. تحلیل کیفی داده‌ها نیز نشان می‌دهد شهر تبریز یکی از شهرهای درحال‌توسعه در حوزه سیستم‌های هوشمند شهری است [۱۸].

طی پژوهشی که پونتس و همکاران[1] در سال ۲۰۲۰ میلادی درباره مدیریت بحران در شهرهای هوشمند پرداختند، اعلام نمودند که بلایای طبیعی یا انسان‌ساز می‌تواند خسارات زیادی را در مناطق شهری وارد کند و در نهایت می‌تواند جان انسان‌ها را بگیرد. اینترنت اشیا، تأثیر زیادی بر مدیریت این نوع شرایط دارد زیرا حجم زیادی از داده‌ها از طریق دستگاه‌های مختلف می‌تواند اطلاعاتی را در مورد وضعیت و افرادی که درگیر بحران هستند، ارائه دهد. در یک فاجعه، یکی از مشکلات بزرگی که بر بحران اصلی می‌افزاید، اطلاعات نادرست است، به همین دلیل داشتن داده‌های دردسترس و قابل اعتماد در صورت وقوع فاجعه، همچنین شناخت داده‌هایی که سیستم اطلاعاتی را ارائه می‌دهد، ضروری است [۱۹]. راجکومار و همکاران[2] در سال ۲۰۲۰ میلادی به بررسی مدیریت بحران در شهرهای هوشمند پرداختند و اعلام نمودند که بلایا، آسیب‌پذیرترین عواملی هستند که زندگی و محیط‌زیست انسان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. شهرهای هوشمند عمدتاً تحت‌تأثیر بلایا هستند. این نشان‌دهنده نیاز یک سامانه مدیریت بلایای کارآمد در شهرهای هوشمند است. این مقاله به تکنیک مدیریت بلایا مورداستفاده در شهرهای هوشمند برای شناسایی بلایا مانند آتش‌سوزی ساختمان، آلودگی در جو، انسداد مسیر با استفاده از تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا می‌پردازد [۲۰]. کولوروا و رستوج[3] در سال ۲۰۲۱ میلادی با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل حالت و اثرات شکست (FMEA[4]) به بررسی مدیریت بحران در شهرهای هوشمند پرداختند. هدف پژوهش آن‌ها، ارائه یک سیستم اطلاعاتی جدید در زمینه ساخت و مدیریت بحران در شهرهای هوشمند است [۲۱]. طی پژوهشی که توسط ژائو و همکاران[5] در سال ۲۰۲۱ میلادی با پرداختن به ۱۹۱ مقاله منتشر شده از مجلات معتبر دنیا، درباره شهر هوشمند انجام شد، مشخص گردید که شهرهای هوشمند، دارای چهار چالش اصلی هستند که شامل: ۱- تحقیقات شهر هوشمند اغلب پراکنده و مبتنی بر فناوری است. ۲- بسیاری از مطالعات در مورد مزایای شهرهای هوشمند پرداخته شده‌اند و کمتر در مورد جنبه‌های منفی فناوری‌ها و پروژه‌های شکست‌خورده، بحث شده است. ۳- نیاز به ایجاد نظریه‌های جدید برای تحقق اهداف شهر هوشمند وجود دارد. ۴- عدم آزمایش تجربی چارچوب‌های مفهومی توسعه‌یافته در تحقیقات شهر هوشمند مشاهد گردید. این نتایج می‌تواند مدیران ارشد شهری را تشویق کند تا استراتژی‌های شهر هوشمند را به روشی جامع در هنگام ساختن شهرهای هوشمند، پایدار و تاب‌آور آینده در نظر بگیرند [۲۲].

جانانی و همکاران[6] در سال ۲۰۲۱ میلادی به بررسی اینترنت اشیا در

1 Puentes et al.

2 Rajkumar et al.
3 Kollárová & Ristvej
4 Failure mode and effects analysis
5 Zhao et al.
6 Janani et al.

شهرهای هوشمند پرداختند و مشخص گردید که شهرهای هوشمند حوزه مهمی هستند که امروزه به اوج خود رسیده است. اینترنت اشیا نقش مهمی در پیاده‌سازی شهرهای هوشمند دارد و شهر هوشمند می‌تواند مردم را از هرگونه بلایای طبیعی و هر موقعیت دشوار محافظت کند. این مقاله عمدتاً در مورد علت ایجاد شهر هوشمند، کاربردها، چالش‌ها، برنامه‌های کاربردی فوری، محدوده آینده برای شهرهای هوشمند توضیح می‌دهد همچنین، فناوری‌های اینترنت اشیا مورداستفاده در پیاده‌سازی شهرهای هوشمند، دستگاه‌های مورداستفاده برای پیاده‌سازی آن‌ها را نیز موردبحث قرار داده است [۲۳]. ویسویزی و همکاران[1] در سال ۲۰۲۱ میلادی طی پژوهشی به بررسی مزایای شهر هوشمند پرداختند و مشخص گردید که شهر هوشمند به‌عنوان یک سیستم خدمات هوشمند و در نتیجه، یک شبکه یکپارچه فناوری بی‌سیم تصور می‌گردد که نیازمند مراقبت بوده و بایستی واحدهای مدیریت این نوع شهرها، بتوانند در زمان بحران، اقدامات لازم را به‌صورت دقیق و سریع انجام دهد [۲۴]. الواس و همکاران[2] در سال ۲۰۲۱ میلادی به بررسی مدیریت بحران در شهرهای هوشمند پرداختند. آن‌ها با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، یک سامانه انعطاف‌پذیر مدیریت بحران شهرهای هوشمند را ارائه نمودند. رویکرد پیشنهادی امکان بازیابی سریع سطوح عملکرد خدمات زیرساخت‌ها پس از بلایا را فراهم می‌کند و درعین‌حال پوشش ارزیابی خطرات، پیشگیری، تشخیص، واکنش و کاهش پیامدها را مدنظر دارد [۲۵]. گراسوپولوس و همکاران[3] در سال ۲۰۲۲ میلادی به اهمیت ایجاد در شهرهای هوشمند پرداختند و مشخص گردید که نسل حاضر و آینده، به دلیل مسائل اقتصادی، اجتماعی و چالش‌های محیط‌زیستی بایستی به بحث ایجاد شهر هوشمند توجه ویژه نمایند [۲۶]. الشریف و پوخارل[4] در سال ۲۰۲۲ میلادی به بررسی شهرهای هوشمند و مخاطرات تهدیدکننده این نوع شهرها پرداختند و اعلام نمودند که نیاز به استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات به اشکال مختلف در چنین شهرهایی موردنیاز است. برای برنامه‌ریزی و اجرای شهر هوشمند ابعاد مختلفی وجود دارد که باید در نظر گرفته شود. این پیچیدگی ابعاد، استفاده از فناوری و ادغام آنها، دیدگاه‌های ریسک را در اجرای مفهوم شهر هوشمند به ارمغان می‌آورد. اگر چنین خطراتی به‌اندازه کافی درک نشده و به آنها پرداخته نشود، می‌توانند مشکلاتی را از نظر حریم خصوصی و امنیت و در نتیجه عملکرد شهرهای هوشمند ایجاد کنند. چراکه فناوری غالب مورداستفاده در برنامه‌های شهرهای هوشمند، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی است. این مقاله همچنین دستورالعمل‌های تحقیقاتی را برای طراحی، اجرا و بهره‌برداری از شهرهای هوشمند ارائه می‌کند [۲۷].

## ۴- روش تحقیق

روش گردآوری اطلاعات در پژوهش حاضر، از نوع توصیفی- تحلیلی بر پایه مطالعات کتابخانه‌ای است. اطلاعات لازم در این پژوهش، ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای صورت گرفت و در ادامه، از روش‌های پنل خبرگان (دلفی) بهره گرفته شد که ضمن تکمیل چک‌لیست به‌صورت کیفی جمع‌آوری‌شده و پس‌ازآن برای انجام محاسبات ازنظر کارشناسان خبره در زمینه پدافند غیرعامل و شهر هوشمند استفاده‌شده است. سپس با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، شاخص‌های تعیین شده، امتیازدهی و رتبه‌بندی شده‌اند و در ادامه با استفاده از نرم‌افزار MATLAB R2021b، اقدام به کدنویسی روش سیستم استنتاج فازی- عصبی تطبیقی (ANFIS)، شد که درنهایت منجر به طراحی و ارائه مدل مدیریت واحد بحران‌های شهر هوشمند از منظر پدافند غیرعامل گردید.

تکنیک دلفی، نمونه‌ای از روش‌هایی است که به طور خاص به کمک آینده‌پژوهان برای مطالعه آینده ابداع شد. روش دلفی ازجمله روش‌هایی ذهنی شهودی حوزه آینده‌نگاری به شمار می‌آید که از کارشناسان (صاحب‌نظران) به‌عنوان پاسخ‌دهندگان برخی میزگردهای پی‌درپی استفاده می‌کند. در ابتدا پرسش‌هایی درباره ماهیت و زمان رویدادهای آینده مطرح می‌شود، سپس پاسخ‌های سایر کارشناسان که در مرحلهٔ قبلی نظرخواهی به‌دست‌آمده است، به اطلاع کارشناسان حاضر در میزگرد می‌رسد و این کار چندین بار دیگر تکرار می‌شود. در بیشتر موارد این تکنیک با تحلیل اثر متقاطع ترکیب می‌شود. بر اساس این تکنیک بررسی می‌شود که اگر مسئله دیگری به شکلی خاص تغییر می‌کرد، چه اتفاقی برای یک رویداد رخ می‌داد. روش دلفی بر اساس رویکرد پژوهش دیالکتیکی، یعنی تز (ایجاد عقیده یا نظر)، آنتی‌تز (نظر و عقیده مخالف) و سنتز (توافق و اجماع جدید) شکل‌گرفته است که از این میان، سنتز تبدیل به تز جدیدی می‌شود [۲۸]. در این پژوهش با استفاده از روش دلفی، توزیع پرسش‌نامه به‌صورت حضوری انجام شد که شامل موارد زیر است:

### گام اول: شناسایی پارامترهای تأثیرگذار بر مدیریت بحران واحدهای شهر هوشمند

1 Visvizi et al.
2 Elvas et al.
3 Gerasopoulos et al.
4 Al Sharif & Pokharel

**جدول ۱. مقیاس طیف لیکرت ۹ کمیتی [۲۹]**

**Table 1. 9-point Likert scale [29]**

| تعریف | میزان اهمیت |
|---|---|
| اهمیت برابر | ۱ |
| اهمیت متوسط | ۳ |
| اهمیت قوی | ۵ |
| اهمیت بسیار قوی | ۷ |
| اهمیت فوق‌العاده | ۹ |
| اهمیت متوسط مابین اعداد فرد | ۸ و ۶ و ۴ و ۲ |

آینده‌نگاری مؤلفه‌های مدیریت بحران واحدهای شهر هوشمند که از پژوهش‌های پیشین استخراج شده بود، برای تعیین میزان اهمیت آن‌ها در اختیار اعضای خبرگان قرار گرفت. همچنین از آنان خواسته شد ایده‌های خود را درباره عواملی که در این فهرست قرار ندارد، ارائه کنند؛ بنابراین با مطالعه ادبیات و پیشینه داخلی و خارجی پژوهش، ابتدا فهرستی از شاخص‌ها تهیه شد و سپس با نظر نگارندگان، این شاخص‌ها در هفت گروه (جدول ۲) قرار گرفت. همچنین زیرشاخص‌های انتخابی نیز مستخرج از مطالعه و تحلیل منابع لاتین جدول ۲، است. باید توجه داشت که برخی از زیرشاخص‌ها طی تکمیل مراحل پنل نخبگان، بر اساس نظر کارشناسان از فهرست موردنظر حذف شدند (شکل ۵).

### گام دوم: پالایش پارامترهای انتخابی

مجموعه عواملی که در گام اول پیشنهاد شده بود، برای تعیین میزان اهمیت در اختیار نخبگان قرار گرفت. در مرحله اول ۷ معیار به همراه با ۲۹ زیرمعیار انتخاب شدند. در این مرحله، پاسخگویان اهمیت هریک از متغیرهای موردنظر را به کمک امتیازدهی مشخص کردند (جدول ۱). میانگین و انحراف استاندارد پرسش‌ها در دور دوم با استفاده از نرم‌افزار SPSS[1] محاسبه شد و در این دور، به کمک منحنی ROC[2]، نقطه برش[3] ۳/۵ قرار گرفت؛ یعنی پرسش‌هایی که میانگین آن‌ها کمتر از ۳/۵ بود، حذف شد. در ادامه یکبار دیگر پرسش‌نامه در اختیار نخبگان قرار گرفت و همه شاخص‌ها، میانگین بالاتر از ۳/۳ را کسب کردند. درنهایت، نتایج به‌عنوان مؤلفه‌های نهایی برای استفاده در روش AHP، انتخاب شدند

1 Sciences Statistical Package for the Social
2 Receiver Operating Characteristic Curve
3 Cutoff

## ۵- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP، روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متعدد و نیز متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد، مورداستفاده قرار می‌گیرد [۲۹].

### گام اول: وزن‌دهی به معیارها

معیارهای موجود در زمینه مدیریت واحد بحران‌های شهرهای هوشمند، متفاوت بوده و به همین دلیل تصمیم‌گیری در خصوص وزن دادن به معیارها و شاخص‌های موجود مشکل است. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به‌عنوان ابزاری مؤثر در زمینه مقایسه دوبه‌دویی شاخص‌ها و معیارها، باتوجه‌به هدف موردمطالعه، وزن‌های مطلوبی را برای معیارها در نظر می‌گیرد و درواقع، مشکل وزن‌دهی به داده‌های مشابه را تا حد زیادی مرتفع می‌سازد.

### گام دوم: محاسبه نرخ سازگاری

نسبت سازگاری نهایی بایستی بتواند نتیجه بگیرد که ارزیابی‌های صورت‌گرفته به‌اندازه کافی قابل‌قبول می‌باشند. شاخص سازگاری نهایی، باید کمتر از ۰/۱۰ باشد تا بتوان نتایج AHP را به‌عنوان نتایج قابل‌قبول پذیرفت [۳۰]. اگر نسبت سازگاری نهایی از این مقدار تجاوز کند، جریان ارزیابی باید برای بهبود پایداری تکرار شود [۳۱].

## ۶- روش سیستم استنتاج فازی- عصبی تطبیقی (ANFIS):

مدل‌های فازی- عصبی که در سال ۱۹۹۳ میلادی توسط جانگ[1] گسترش یافت، منطق فازی را با شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN[2])، جهت تسهیل فرآیند یادگیری و انطباق ترکیب می‌نماید [۳۲]. بدین صورت که مشکل اصلی در طراحی سیستم‌های فازی که همان به‌دست‌آوردن قاعده "اگر- آنگاه" فازی است را به‌وسیله استفاده مؤثر از قابلیت ANN جهت تولید خودکار این قواعد و بهینه‌سازی پارامترها مرتفع می‌کند. مدل AN-FIS ازجمله مدل‌های فازی- عصبی است [۳۳].

### ۶- ۱- معماری مدل ANFIS

نکته اصلی در طراحی مدل ANFIS، انتخاب سیستم استنتاج فازی (FIS[3]) است. برای سادگی کار، فرض می‌گردد که FIS مورد بررسی از دو ورودی x و y و یک خروجی f تشکیل شده و همچنین پایگاه قانون در آن شامل قانون "اگر- آن‌گاه" از نوع تاکاگی- سوگنو - کانگ (TSK[4]) باشد.

در این مقاله، جهت بررسی دقت داده‌ها و ارزیابی مدل خروجی با مقادیر مشاهداتی و محاسباتی، از شاخص‌های $R^2$ و RMSE[5] استفاده گردید. این معیارها نتیجه‌بخش بودن و توانایی مدل برای ایجاد پیش‌بینی باارزش را مشخص می‌کند [۳۴].

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(x_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{y})^2}} \quad (۱)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i)^2}{n}} \quad (۲)$$

که در روابط فوق: x مقادیر مشاهداتی، y مقادیر محاسباتی، $\bar{x}$ میانگین مشاهداتی، $\bar{y}$ میانگین محاسباتی، i شماره داده، و n کل داده‌ها است.

## ۷- عوامل و شاخص‌های مؤثر بر مدیریت واحد بحران‌های شهر هوشمند از منظر پدافند غیرعامل

مهم‌ترین شاخص‌های مربوط به مدیریت واحدهای بحران‌های شهر هوشمند از منظر پدافند غیرعامل که در این پژوهش با استفاده از روش مطالعه کتابخانه‌ای و همچنین استفاده از نظرات خبرگان و کارشناسان مربوطه که با پرسشنامه، استخراج گردیده است، در جدول ۲ نشان‌داده‌شده است.

## ۸- یافته‌ها

درروش AHP، با استفاده از جداول امتیازدهی که برای هر معیار که توسط خبرگان برای آن‌ها تعیین‌شده است، مقادیر هر شاخص، تعیین گردید همچنین جهت وزن‌دهی به این شاخص‌ها و مقایسات زوجی آن‌ها، از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شده است. اهمیت نسبی این شاخص‌ها در جدول ۳ نشان‌داده‌شده است.

وزن نهایی سازگاری شاخص‌ها در شکل ۱ نشان‌داده‌شده است.

همچنین، نسبت سازگاری نهایی در جدول ۴ نشان‌داده‌شده است.

در این پژوهش، نسبت سازگاری نهایی ۰/۰۵۹ به دست آمد که قابل‌قبول است. همچنین مقدار خطای RMSE شبکه آموزش‌دیده ANFIS، برابر ۰/۰۱۷۹ و مقدار $R^2$ آن نیز برابر ۰/۹۸۹۷ است که نشان از دقت بسیار بالای مدل پیشنهادی دارد که به ترتیب در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده‌اند.

پس از تعیین روابط و سطح متغیرها، می‌توان آن‌ها را به شکل مدلی ترسیم نمود. بدین منظور ابتدا متغیرها برحسب سطح، از چپ به راست تنظیم می‌شوند و با استفاده از سطح‌بندی انجام‌شده، نموداری با عنوان مدل مدیریت واحد بحران‌های شهر هوشمند از منظر پدافند غیرعامل ترسیم می‌شود. بدین‌صورت که مؤلفه ایمن سازی اینترنت اشیا (IoT) به‌عنوان سطح اول شناخته شد و به همین ترتیب سایر مؤلفه‌ها برحسب اهمیت و شیوه اقدام، در سطوح دیگر نمودار قرار می‌گیرند. لذا نتایج مربوط به شیوه‌های AHP و ANFIS، که منجر به ارائه مدل مدیریت واحد بحران‌های شهر هوشمند از منظر پدافند غیرعامل گردید، در شکل ۴ نشان‌داده‌شده است.

**ایمن‌سازی اینترنت اشیا (IoT):** دستگاه های اینترنت اشیا، مانند سایر دارایی های فناوری اطلاعات در برابر تهدیدات امنیتی آسیب پذیر هستند. به دلیل تعداد بالای دستگاه های اینترنت اشیا، تأثیر چنین حملاتی می تواند بسیار زیاد باشد. این دستگاه ها باید به طور ایمن پیکربندی و مدیریت شوند. اقدامات دقیق به قابلیت های دستگاه و توصیه های سازنده بستگی دارد، اما برخی از این موارد در زیر ذکر شده است:

1 Jang
2 Artificial Neural Network
3 Fuzzy Inference System
4 Takagi–Sugeno–Kang
5 Root Mean Squared Error

**جدول ۲. شاخصهای مؤثر بر مدیریت واحدهای بحران‌های شهر هوشمند از منظر پدافند غیرعامل پس از پالایش عوامل انتخابی با استفاده از روش دلفی**

**Table 2. Effective indicators on the management of smart city crisis units from the point of view of passive defense after refining the selected factors using Delphi method**

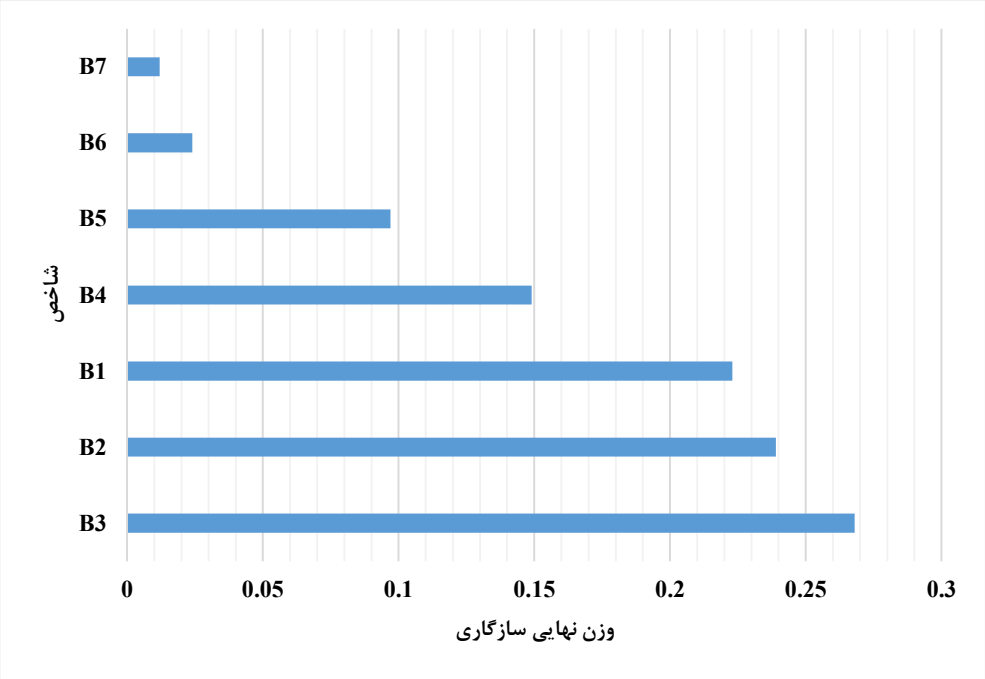
| شاخص | نماد نام‌گذاری | منبع |
|---|---|---|
| ایمن‌سازی شبکه | B1 | [۳۵ و۴۰-۳۶] |
| ایمن‌سازی محیط | B2 | [۳۷ و۳۹-۴۳ و۴۶-۴۵] |
| ایمن‌سازی اینترنت اشیا (IoT[1]) | B3 | [۲ و۱۲-۱۳ و۴۰ و۴۷-۴۴] |
| ایجاد نرم‌افزار مجازی‌سازی در سطح سیستم‌عامل (کانتینر[2]) | B4 | [۱۲-۱۳ و۳۶ و۴۰ و۴۲ و۴۷-۴۶] |
| کنترل‌پذیرش شبکه[3] | B5 | [۴۰ و۴۲-۴۸] |
| کاهش تهدید و اصلاح[4] | B6 | [۳۶ و۳۹-۴۲ و۴۳ و۴۸] |
| تجزیه‌وتحلیل و اقدام | B7 | [۳۷ و۳۹-۴۵ ] |

[1] Internet of Things
[2] Container
[3] Network Admission Control
[4] Threat Mitigation and Remediation

**جدول ۳. اهمیت نسبی شاخص‌ها**

**Table 3. The relative importance of the indicators**

| | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **B1** | ۱ | ۵ | ۵ | ۹ | ۹ | ۵ | ۹ |
| **B2** | ۰/۱۱۱۱ | ۱ | ۳ | ۹ | ۵ | ۷ | ۳ |
| **B3** | ۰/۲ | ۰/۱۴۲۹ | ۱ | ۵ | ۳ | ۹ | ۵ |
| **B4** | ۰/۱۱۱۱ | ۰/۱۱۱۱ | ۰/۲ | ۱ | ۷ | ۹ | ۹ |
| **B5** | ۰/۱۱۱۱ | ۰/۲ | ۰/۱۱۱۱ | ۰/۱۱۱۱ | ۱ | ۵ | ۹ |
| **B6** | ۰/۲ | ۰/۳۳۳۳ | ۰/۳۳۳۳ | ۰/۱۴۲۹ | ۰/۱۱۱۱ | ۱ | ۹ |
| **B7** | ۰/۲ | ۰/۳۳۳۳ | ۰/۲ | ۰/۱۱۱۱ | ۰/۲ | ۰/۱۱۱۱ | ۱ |



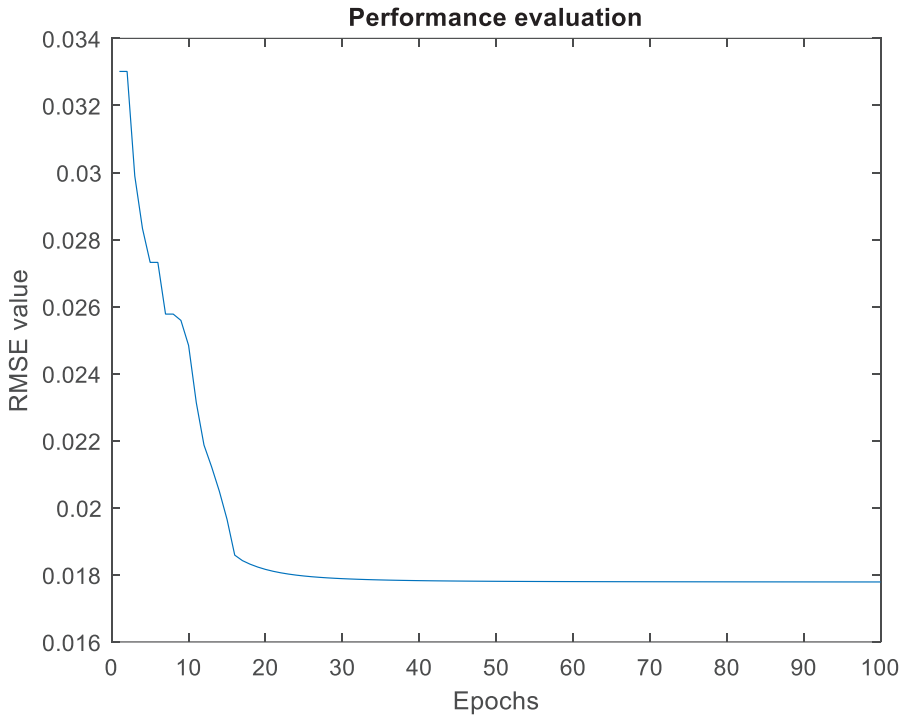

**شکل ۱. وزن نهایی سازگاری شاخص‌ها**

**Fig. 1. The final weight of the compatibility of the indicators**

**جدول ۴. نسبت سازگاری نهایی**

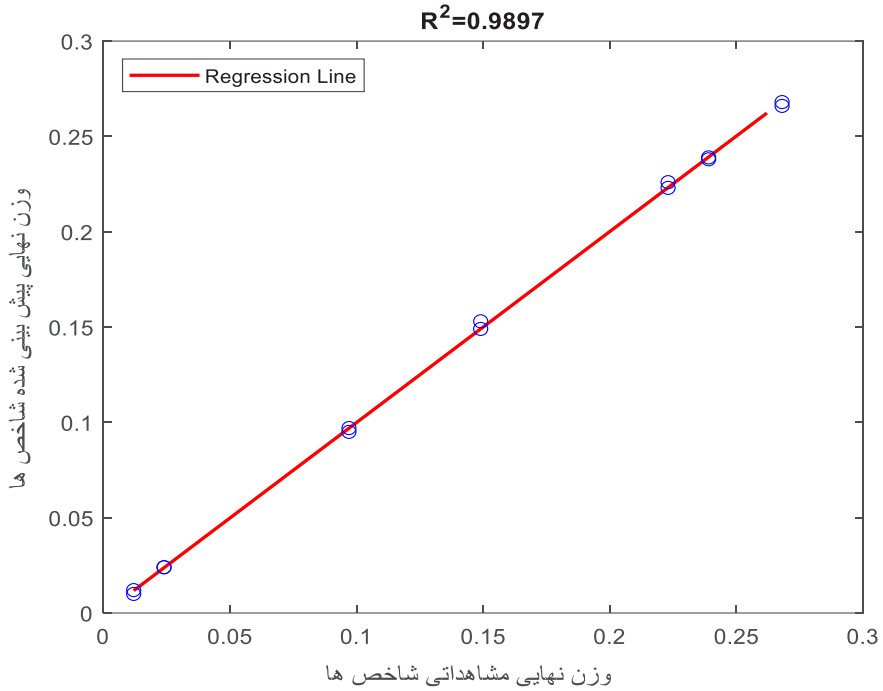
**Table 4. Final consistency ratio**

| معیار | وزن نهایی شاخص‌ها |
|---|---|
| B1 | ۰/۲۲۳ |
| B2 | ۰/۲۳۹ |
| B3 | ۰/۲۶۹ |
| B4 | ۰/۱۴۹ |
| B5 | ۰/۰۹۷ |
| B6 | ۰/۰۲۴ |
| B7 | ۰/۰۱۲ |
| **نسبت سازگاری نهایی** | **۰/۰۵۹** |



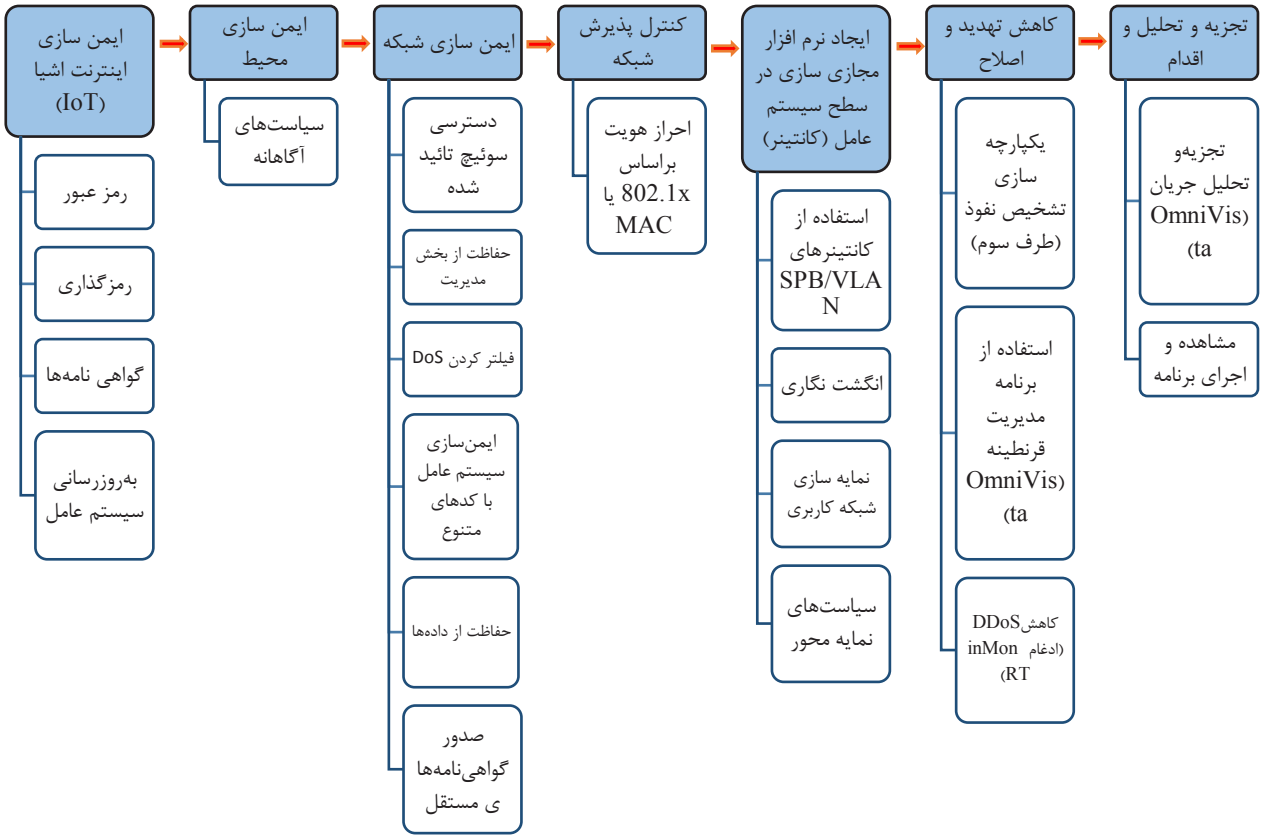

**شکل ۲. روند ارزیابی عملکردِ مدلِ پیشنهادی در جهت دستیابی به کمترین میزان خطای RMSE**

**Fig. 2. The performance evaluation process of the proposed model to achieve the lowest RMSE error**




**شکل ۳. نمودار پراکندگی نتایج وزن نهایی شاخص‌ها**

**Fig. 3. Scatter diagram of the indicators' final weight**




**شکل ۴. مدل نهایی مدیریت واحد بحران‌های شهر هوشمند از منظر پدافند غیرعامل (منبع: یافته‌های تحقیق)**

**Fig. 4. The final management model of the Smart City Crisis Unit from the perspective of passive defense (source: research findings)**

- رمز عبور: پیچیدگی رمز عبور، تمدید و احراز هویت در برابر پایگاه‌داده مرکزی.
- رمزگذاری: هنگام مدیریت این دستگاه‌ها باید از پروتکل‌های ایمن مانند امنیت لایه حمل‌ونقل (TLS[1]) استفاده شود و هر پروتکل ناامن باید غیرفعال شود.
- گواهی‌نامه‌ها: گواهی‌نامه‌های X.509 را می‌توان بر روی دستگاه‌های IoT نصب کرد که امکان احراز هویت متقابل بین دستگاه IoT و سرور را فراهم می‌کند. گواهینامه‌ها همچنین می‌توانند برای کنترل‌پذیرش شبکه (NAC[2]) استفاده شوند.
- به‌روزرسانی‌های سیستم‌عامل: دستگاه‌های IoT باید طبق مشخصات سازنده، دائماً به‌روزرسانی و شوند تا از سوءاستفاده و آسیب‌پذیری‌های شناخته شده، جلوگیری شود.

**ایمن‌سازی محیط:** هنگامی که ارتباط بین کانتینرهای مختلف موردنیاز است، فقط باید از طریق فایروال مجاز باشد و با سیاست‌های دقیق و خاص کنترل شود. سیستم‌های مختلف ممکن است فایروال فیزیکی یا مجازی مخصوص به خود را داشته باشند که توسط سازمان‌های مختلف اداره شوند؛ لذا برای ایجاد خط‌مشی‌های دقیق پویا که هویت کاربر، دستگاه، برنامه، مکان و سایر عوامل موقعیتی کاربر را تعیین می‌کند، سیاست‌های آگاهانه بایستی در نظر گرفته شود.

**ایمن‌سازی شبکه:** برای ایمن‌سازی خود زیرساخت شبکه باید چندین گام برداشته شود.

- دسترسی سوئیچ تأیید شده: ویژگی‌های امنیتی سوئیچ با اجازه دادن به مدیریت تنها از طریق رابط‌های خاص برای کاربران دارای امتیازات خاص، امنیت فرآیند ورود سوئیچ را افزایش می‌دهد. اطلاعات ورود و امتیازات

1 Transport Layer Security
2 Network Admission Control

باید در یک سرور خارجی ذخیره شود.

- حفاظت از بخش مدیریت: پروتکل‌های مدیریتی باید به شرح زیر ایمن باشند:
  - ✓ پروتکل‌های ناامن مانند FTP/TFTP باید غیرفعال شوند.
  - ✓ در صورت نیاز برای دسترسی می‌توان از HTTPS استفاده کرد که در این صورت، باید جهت احراز هویت متقابل بین گره شبکه و سرور، مطابق با گواهی‌نامه‌های X.509 اقدام نمود.
- فیلترکردن DoS: استفاده از دستگاه OmniSwitch، حملات سرویس (DoS) را فیلتر می‌کند.
- ایمن‌سازی سیستم‌عامل با کدهای متنوع: کد متنوع ایمن، فناوری است که خطرات را در منبع کاهش می‌دهد، و امکان بهبود آن را فراهم می‌کند، بنابراین می‌تواند تهدیدات فعلی و آینده را برطرف نماید.
- حفاظت از داده‌ها: یکپارچگی و محرمانه بودن داده‌ها باید در حین انتقال از طریق شبکه محافظت شود. در یک شهر هوشمند، حفاظت از یکپارچگی و محرمانه بودن داده‌ها در حین عبور از فضاهای عمومی خارج از محیط امنیتی بسیار مهم است، چراکه می‌تواند در معرض ضربه‌زدن و سایر فعالیت‌های مخرب باشد؛ لذا بایستی با کدگذاری، از داده‌ها حفاظت نمود.
- صدور گواهی‌نامه‌های مستقل: گواهینامه مستقل یک معیار عینی برای مقایسه ویژگی‌های امنیتی در محصولات مختلف است. محصولات OmniSwitch به طور مستقل برای مطابقت با استانداردهای امنیتی دقیق تأیید شده‌اند. رعایت این استانداردها در بخش دولتی الزامی است.

**کنترل‌پذیرش شبکه:** دستگاه‌های فیزیکی متصل به پورت LAN را می‌توان با استفاده از کنترل‌پذیرش شبکه، احراز هویت نمود که می‌تواند بر اساس802.1X و یا مبتنی بر MAC صورت پذیرد.

**ایجاد نرم‌افزار مجازی‌سازی در سطح سیستم‌عامل (کانتینر):** کانتینرها بخش‌های شبکه مجازی هستند که در آن دستگاه‌های اینترنت اشیا و برنامه‌هایی که آنها را کنترل می‌کنند از سایر دستگاه‌ها و برنامه‌ها جدا می‌شوند. این تقسیم‌بندی، اجرای سیاست‌های امنیتی را تسهیل می‌کند و آسیب را در صورت نقض امنیتی محدود می‌کند. SPB[1] به طور ذاتی دستگاه‌های IoT را از طریق تونل سازی MAC-in-MAC به کانتینرها تقسیم می‌کند. هرگونه ارتباط خارج از کانتینر توسط فایروال کنترل می‌گردد.

**کاهش تهدید و اصلاح:** استفاده از سیستم‌های هوشمند این امکان را می‌دهد که با پایش مداوم شبکه، تهدیدات را شناسایی و اصلاحات لازم را از جمله قطع بخشی از سرور، یا خاموش‌کردن کل سیستم انجام دهد تا مانع از انجام فعالیت‌های مخرب دشمن شده و فرصت مقابله با تهدیدات را فراهم سازد.

**تجزیه‌وتحلیل و اقدام:** استفاده از OmniSwitch 6860E این امکان را فراهم می‌سازد که ضمن افزایش سطح ایمنی سیستم مدیریت بحران شهر هوشمند، پس از شناسایی تهدیدات و بحران‌ها، اقدام به تجزیه‌وتحلیل آن‌ها نموده که پس از آن می‌توان متناسب با نوع بحران، اقدامات لازم در خصوص رفع آن را انجام داد.

## ۹- بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، مدیریت واحد بحران‌های شهر هوشمند از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از شیوه‌های AHP و ANFIS، مورد بررسی و ارزیابی قرارگرفته و عوامل مهم در آن شناسایی و طبقه‌بندی‌شده است. اجرای پایلوت، مدیریت واحد بحران‌های شهر هوشمند با طرح ارائه شده در مقاله در یکی از شهرهای کشور که به مفاهیم شهر هوشمند نزدیک تر بوده و بررسی تاب‌آوری در برابر بحران‌ها، پیشنهاد می‌گردد. باتوجه‌به هزینه و پیچیدگی در اجرای شهر هوشمند، انجام مطالعات گسترده و دقیق برای تهیه طرح جامع و تدوین مدل فنی و تجاری با لحاظ ابعاد مختلف پروژه، مفید خواهد بود.

باتوجه‌به اهمیت موضوع پدافند غیرعامل و مسئله امنیت زیرساخت‌های هر کشور، به‌خصوص در بحث شهرهای هوشمند، می‌توان روش‌های دیگر مانند: MLP، MARS و... را نیز انجام داده و با مقایسه روش‌های مختلف، بهترین و کارآمدترین روش را انتخاب کرد. همچنین توصیه می‌گردد مطالعات بیشتری بر روی مسئله مدیریت بحران و تأثیر آن بر شهرهای هوشمند انجام پذیرد. باید به این نکته نیز توجه داشت که ارزیابی این موضوع، نیاز به مهارت بالایی دارد. بنابراین، توصیه می‌گردد ازنظر کارشناسانی با علم لازم و شناخت کافی از سیستم موردمطالعه، استفاده شود. امید است که با انجام به‌موقع و ارائه مدل‌های مناسب که یکی از آن‌ها در این پژوهش ارائه شد، امنیت شهرهای هوشمند تأمین‌شده و به بالاترین سطح برسد و اقدامات لازم جهت مدیریت بحران‌های شهر هوشمند مدنظر قرار گیرد.

1 Shortest Path Bridging

## منابع


[1] S. Farokhi Zadeh, M. Bagheri., H. Maleki Toulabi,. Investigation and Evaluation of Urban Water Distribution System in Terms of Passive Defense Using Fuzzy DEMATEL Technique, Disaster Prevention and Management Knowledge, 11(1) (2021) 67-80. (in Persian).

[2] M. Zolfaghari., S, Afrasiyabi., H, Sahami., Explaining the resilience indicators of the smart city and its role in the sustainable development of the city, in: The 2nd National Conference on the Conservation of Vital Infrastructure, Malek-Ashtar University of Technology, Iran, 2019, pp. 1-16. (in Persian).

[3] H. Vojdantabar, A, Motahari., H, Hoshangi., Investigating smart city infrastructure, in: The International Conference on Interdisciplinary Studies in Management and Engineering, Tehran University, Iran, 2019, pp. 1-14. (in Persian).

[4] J. Lee, H., Hancock, M., Toward a Framework for Smart Cities: A Comparison of Seoul, San Francisco and Amsterdam, in: In Proceedings of Smart Green Cities Conference: Innovations for smart green cities: What's working, what's not, what's next, Stanford Business School, Palo Alto: USA, 2012, pp. 1-7.

[5] K. Hamzeh, AM, Kazerooni., Smart cities: analysis of components, challenges and review of strategies, in: 3rd International Conference on Applied Researches in Structural Engineering and Construction Management, Sharif University of Technology, Iran, 2019, pp. 1-10. (in Persian).

[6] Z. Lv, D. Chen, J. Li., Novel system design and implementation for the smart city vertical market, IEEE Communications Magazine, 59(4) (2021) 126-131.

[7] M. Faraji Darbokhani, A. Afradiei, M. Samaninezhad, H. Shhinifar., Analysis and evaluation the dimensions of the smart city from point of view the Kermanshah citizens, Journal of Future Cities Vision, 4(2) (2023) 95-112. (in Persian).

[8] M. Samaninezhad, N. Khodakaramiyangilan., Meta-analysis of studies conducted in the field of smart city indicators in Iran, Rimag Journal, 73(19) (2023) 281-300. (in Persian).

[9] M. Kashef, A. Visvizi, O. Troisi., Smart city as a smart service system: Human-computer interaction and smart city surveillance systems, Computers in Human Behavior, 124 (2021) 106923.

[10] T. Nam, A. Pardo., Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions, 12th Annual International Conference on Digital Government Research, 2011, pp. 282-291.

[11] R. Dameri, C. Rosenthal-Sabroux., Smart city and value creation, edition1. Publisher Springer, Cham, 2014, pp. 1-12.

[12] M. Ghadimi, F, PadidaranMoghadam., Crisis management in smart city using expert system and wireless sensor networks, in: 2nd National conference on Computer Engineering and IT Management, Eshragh Institute of Higher Education, Iran, 2015, pp. 1-7. (in Persian).

[13] A. Farzadnia, D, MonsefiParapari., H, Sahami., The impact of smart cities on crisis management, a case study: Japan, in: Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Planning of the Islamic World, Shahid Beheshti University, Iran, 2018, pp. 1-10. (in Persian).

[14] M. Asgarirad, Nejati Jahromi, M., Techno-Economic Model of Sustainable Communication Infrastructure in the Smart City; using WDM-PON FTTx, Electronic and Cyber Defense, 9(1) (2021) 149-156. (in Persian).

[15] N. Sedighi, M, Sanaei., R, Ehteshamraei., A framework for assessing cyber security and privacy threats and investigating their impact on smart city performance, Scientific Journal of Electronical & Cyber Defence, 10(3) (2022) 77-91. (in Persian).

[16] P. Nakhirkan, et al., Identifying the Key Drivers of Smart City Development by Using the Combination of Meta-Synthesis and EDAS, Journal of Future Cities Vision, 4(2) (2023) 113-131. (in Persian).

[17] H. Ghasemi, E, Keshavartork., S, Mortazavi., M. Hadizadeh., Scenarios of smartening the city and policy making to realize the desirable scenario (case study: Qazvin city), Journal of Future Cities Vision, 4(2) (2023) 1-26. (in Persian).

[18] E. Khaliabasi, P, Pourmahmod., L, Rahimi., E. Karami., Presenting an infrastructure model for the development of Tabriz as a smart city, Journal of Safe City, 6(2) (2023) 67-82. (in Persian).

https://doi.org/10.22034/ispdrc.2023.2008946.1040

[19] M.e.a. Puentes, Towards Smart-City Implementation for Crisis Management in Fast-Growing and Unplanned Cities: The Colombian Scenario, Ingeniería Y Ciencia, 16(32) (2020) 151-169. https://doi.org/10.17230/ingciencia.16.32.7

[20] S.e.a. Rajkumar, Disaster Management in Smart Cities using IoT and Big Data, Journal of Physics: Conference Series, 1716(2020) (2020) 1-14. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1716/1/012060

[21] M. Kollárová, Ristvej, J., Proposal of Risk Reduction Measures for the Construction of Smart Cities, in: In Proceedings of the 14th International scientific conference on sustainable, modern and safe transport, Transportation Research Procedia, 2021, pp. 1753-1758. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.194

[22] F.e.a. Zhao, Smart city research: A holistic and state-of-the-art literature review, Cities, 119 (2021) 1-14. https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103406

[23] R.e.a. Janani, IoT in smart cities: A contemporary survey, Global Transitions Proceedings, 2(2) (2021) 187-193. https://doi.org/10.1016/j.gltp.2021.08.069

[24] A.e.a. Visvizi, Smart city as a smart service system: Human-computer interaction and smart city surveillance systems, Computers in Human Behavior, 124 (2021) 1-14. https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106923

[25] L.e.a. Elvas, Disaster Management in Smart Cities, Smart Cities, 4(2) (2021) 819-832. https://doi.org/10.3390/smartcities4020042

[26] E.e.a. Gerasopoulos, Earth observation: An integral part of a smart and sustainable city, Environmental Science & Policy, 132 (2022) 296-307. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.02.033

[27] R. Al Sharif, Pokharel, S, Smart City Dimensions and Associated Risks: Review of literature, Sustainable Cities and Society, 77 (2022) 1-14. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103542

[28] S. Hosseini, Laali Niyat, I., Heidarinia, S., Analysis of the Pattern of Urban Smart Management, a New Way to Improve Urban Governance, Geographical Urban Planning Research, 7(4) (2019) 743-762. (in Persian). https://www.doi.org/10.22059/jurbangeo.2019.276474.1064

[29] SA. Hosseini, H. Maleki Toulabi., Examining an Appropriate Express Railway Pavement System Using Fuzzy DEMATEL Method, Journal of Transportation Research, Available Online from 22 October 2022 (2022). (in Persian). https://dx.doi.org/10.22034/tri.2022.329161.3018

[30] G. Işıklar, Büyüközka, G., Using a multi-criteria decision making approach to evaluate mobile phone alternatives, Computer Standards & Interfaces, 29(2) (2007) 265-274. https://doi.org/10.1016/j.csi.2006.05.002

[31] M. Dağdeviren, Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE, Journal of Intelligent Manufacturing, 19 (2008) 397-406. https://doi.org/10.1007/s10845-008-0091-7

[32] J.-S.R. Jang, ANFIS: adaptive network based fuzzy inference system, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 23(3) (1993) 665-683. https://doi.org/10.1109/21.256541

org/10.1016/C2017-0-04401-4

[41] M. Rahnama, Hayati, S., Analysis of Urban Smart Growth Indexes in Mashhad, Urban Structure and Function Studies, 1(4) (2013) 71-98. (in Persian).

[42] N. Bansal, Mukherjee, M., Gairola, A., Plan to Gather Right Now Overall. From Vision to Reality for Vibrant Cities and Regions, in: In Proceedings of 18th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society, Department of Architecture and planning: IIT Roorkee, 2017, pp. 1-10.

[43] N. Bozorgmehr, Habibi, M., Barakpour, N., Assessment of Karaj Current Development Plan Based on the Smart Growth, Journal of Architecture and Urban Planning, 6(11) (2013) 131-154. (in Persian). https://dx.doi.org/10.30480/aup.2013.115

[44] M. RazaviDehkordi, and et al., Investigation of problems and crisis management in smart cities, in: The 8nd International Conference on Sustainable Development, Urban Development and Reconstruction, Daneshpajoohan Institute of Higher Education, Iran, 2018, pp. 1-8. (in Persian).

[45] A. Vanolo, Smart mentality: The Smart City as Disciplinary Strategy, Urban Studies, 51(5) (2014) 883-898. https://doi.org/10.1177/0042098013494427

[46] C. Yang, Guofeng, Su., Jianguo, Chen, Using big data to enhance crisis response and disaster resilience for a smart city, in: In Proceedings of IEEE 2ndInternational Conference on Big Data Analysis (ICBDA), Beijing: China, 2017. https://doi.org/10.1109/ICBDA.2017.8078684

[47] H.e.a. Chourabi, Understanding Smart Cities: An Integrative Framework, in: In Proceedings of 45th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii: USA, 2012, pp. 1-9. https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615

[48] C. Garau, Pavan, V.M,, Evaluating Urban Quality: Indicators and Assessment Tools for Smart Sustainable Cities, Sustainability, 10(3) (2018) 1-18. https://doi.org/10.3390/su10030575

[33] A. Azhdary Moghaddam, et al., Geometry Optimization of Triangle Labrinth Spillway Using ANFIS Models And Genetic Algorithms, Journal of Modeling in Engineering, 5(19) (2009) 57-68. (in Persian). https://dx.doi.org/10.22075/jme.2017.1547

[34] SA. Hosseini, H. Maleki Toulabi., Developing a Model of Estimating the Failure Rate for Main Urban Water Pipes Using Gene Expression Programming, Journal of Water and Wastewater Science and Engineering, 7(3) (2022) 28-43. (in Persian). https://dx.doi.org/10.22112/jwwse.2022.307076.1288

[35] C. Yang, Guofeng, Su., Jianguo, Chen, Using big data to enhance crisis response and disaster resilience for a smart city, in: In Proceedings of IEEE 2ndInternational Conference on Big Data Analysis (ICBDA), Beijing: China, 2017. https://doi.org/10.1109/ICBDA.2017.8078684

[36] D. Roostaei, Poormohamadi, D., Ghanbari, H., A theory of Smart Cities and Assessment its Infrastructure Components in Urban Management (Case Study: Tabriz Municipality), Geography and Territorial Spatial Arrangement, 8(26) (2018) 197-216. (in Persian). https://dx.doi.org/10.22111/gaij.2018.3634

[37] A. Ahmadpoor, and et al., Smart City: Explaining the needs and requirements of Tehran city for smartness, Journal of new attitudes in human geography, 10(2) (2018) 1-22. (in Persian).

[38] N. Bessis, Buildings and Crowds: Forming Smart Cities for More Effective Disaster Management, in: In Proceedings of Fifth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, Seoul: South Korea, 2011, pp. 1-10. https://doi.org/10.1109/IMIS.2011.129

[39] A. Caraglui, Chiara, D.B. Nijkamp, Smart Cities in Europe, Journal of Urban Technology, 18(2) (2011) 45-59. https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117

[40] H. Jan, Vlasios, T., Catherne, M., Smart cities from machine to machine to the intimate of things, Kidlington: Oxford, Waltham, Langford Lane, 2014. https://doi.

**چگونه به این مقاله ارجاع دهیم**

*S. A. Hosseini, H. Maleki Toulabi, Presenting a Model for Integrated Crisis Management in Smart Cities from the Viewpoint of Passive Defense Based on AHP and ANFIS, Amirkabir J. Civil Eng., 55(11) (2024) 2227-2242.*

**DOI:** 10.22060/ceej.2023.21679.7793