

راهبردهای مدیریت هوشمند زیرساخت‌ها برای ارتقای تاب‌آوری شهری در برابر زلزله: یک مرور نظام‌مند

فریبا قربانی خوشنود

کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران،
ایران؛ کارشناس شهرداری فردیس، البرز، ایران.

نام نویسنده مسئول:

فریبا قربانی خوشنود

چکیده

تجربه‌ی زلزله‌های اخیر نشان داده است که زیرساخت‌های شهری در کشورهای در حال توسعه، تاب‌آوری کافی در برابر بحران‌ها ندارند. در سال‌های اخیر، مفهوم «مدیریت هوشمند زیرساخت‌ها» با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا (IoT)، سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و هوش مصنوعی، به عنوان یک راهبرد کلیدی برای کاهش آسیب‌پذیری شهرها مطرح شده است. مقاله‌ی حاضر با رویکرد مرور نظام‌مند (Systematic Review) و بر اساس پروتکل PRISMA (۲۰۲۰) تدوین شده است. جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های داده‌ی داخلی و بین‌المللی در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ انجام و پس از غربالگری، ۳۲ مقاله برای تحلیل نهایی انتخاب شدند. داده‌ها با روش تحلیل محتوای کیفی جهت‌دار، کدگذاری و در سه محور راهبردهای پیش‌بحران، حین‌بحران و پس‌بحران سنتز شدند. یافته‌ها نشان می‌دهد که استقرار سامانه‌های پایش لحظه‌ای و هشدار سریع، علاوه بر کاهش زمان واکنش اضطراری، هماهنگی بین‌نهادی و مشارکت شهروندی را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد. در پایان، بر اساس شکاف‌های پژوهشی شناسایی‌شده، چارچوبی مفهومی برای پیاده‌سازی این راهبردها در شهرهای ایران ارائه شده است. این مقاله می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری شهری و طراحی پژوهش‌های آتی در حوزه‌ی تاب‌آوری و شهرهای هوشمند قرار گیرد.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری شهری، مدیریت زیرساخت‌ها، مدیریت بحران، شهر هوشمند، فناوری‌های نوین، زلزله.

مقدمه

بیش از نیمی از جمعیت جهان در مناطق شهری ساکن هستند و شمار زیادی از آنان در مناطقی زندگی می‌کنند که مخاطرات طبیعی آنان را تهدید می‌کند؛ زیرا مکان استقرار سکونتگاه‌ها و تأسیسات انسانی کاملاً تحت تأثیر عوامل محیطی و زمین‌ساختی قرار دارد (روستایی، ۱۳۹۰، به نقل از غفاری و همکاران، ۱۳۹۶). زمین‌لرزه یکی از مهم‌ترین فجایع طبیعی محسوب می‌شود که سالانه خسارت‌های گسترده‌ی فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی در سراسر جهان بر جای می‌گذارد (Delor et al., 2017). به نقل از یاراحمدی و همکاران، ۱۳۹۸). ایران از کشورهای حادثه‌خیز جهان بوده و در چند دهه‌ی گذشته، از زلزله‌ی بوئین‌زهرا (۱۳۴۲) تا زلزله‌ی بم (۱۳۸۲)، خسارات جانی و مالی فراوانی متحمل شده است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۸).

افزایش رویدادهای لرزه‌ای در مناطق شهری، چالش‌های جدی برای زیرساخت‌های حیاتی ایجاد کرده است؛ زیرا زلزله نه تنها سازه‌ها و تأسیسات را تخریب می‌کند، بلکه عملکرد شبکه‌های حمل‌ونقل، تأمین انرژی و سیستم‌های ارتباطی را نیز مختل می‌سازد. از این رو، مفهوم تاب‌آوری شهری - یعنی توانایی جامعه برای تحمل بحران و بازگشت سریع به وضعیت عادی - به عنوان یکی از راهکارهای کلیدی مدیریت بحران مطرح شده است. میلیتی (Mileti, 1999) تاب‌آوری را «توانایی جامعه برای تحمل سوانح شدید بدون تحمل خسارات عمده، توقف در تولید یا کاهش کیفیت زندگی و با حداقل اتکا به کمک‌های خارجی» تعریف می‌کند. زیرساخت‌ها بخش اصلی و پایه‌ای تأسیسات و تجهیزات شهری هستند که زندگی شهروندان را تسهیل می‌کنند (بهزادفر، ۱۳۹۳).

در ادبیات معاصر، یکی از مهم‌ترین راهکارهای نوین برای بهبود تاب‌آوری شهری، مدیریت هوشمند زیرساخت‌هاست که به نظر می‌رسد نقشی کلیدی در کاهش خسارت‌های زلزله داشته باشد. با وجود گسترش پژوهش‌ها در این حوزه، همچنان فقدان یک چارچوب یکپارچه و شکاف قابل توجهی میان مطالعات نظری و الزامات اجرایی در شهرهای ایران مشاهده می‌شود. از این رو، مقاله‌ی حاضر با رویکرد مرور نظام‌مند در تلاش است تا با جمع‌بندی و سنتز مطالعات پیشین، ضمن شناسایی راهبردهای کلیدی، چالش‌های پیش‌روی پیاده‌سازی این راهبردها را در بافت شهری ایران واکاوی کرده و نقشه‌ی راهی برای پژوهش‌های آتی ترسیم نماید.

مبانی نظری و پیشینه‌ی پژوهش

مبانی نظری

در دهه‌های اخیر، مفهوم تاب‌آوری شهری به عنوان راهبردی کلیدی در کاهش آسیب‌های ناشی از زلزله و سایر بلایای طبیعی مطرح شده است. در ادبیات علمی، تاب‌آوری شهری به توانایی یک شهر برای جذب شوک‌ها (مانند زلزله)، حفظ عملکردهای حیاتی و بازگشت به وضعیت عادی یا حتی بهبود یافته پس از بحران تعریف می‌شود. هالینگ (Holling, 1973) تاب‌آوری را «توانایی سیستم‌ها برای جذب تغییرات و حفظ کارکردهای اصلی خود» توضیح داده است. تیمرمن (Timmerman, 1981) نیز تاب‌آوری را ظرفیت یک سیستم برای بازیابی عملکرد پس از وقوع مخاطرات می‌داند. در متون معاصر، ادغام فناوری‌هایی مانند GIS، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی در سیستم‌های مدیریتی و زیرساخت‌های شهری، رویکردی نوین برای افزایش تاب‌آوری و کاهش خسارت‌های زلزله محسوب می‌شود. هالندز (Hollands, 2008) در مقاله‌ی «شهر هوشمند واقعی برخیزد» تأکید می‌کند که مدیریت هوشمند زیرساخت‌ها با گردآوری داده‌های بلادرنگ و تحلیل دقیق آن‌ها، امکان پیش‌بینی بحران‌ها و واکنش سریع در زمان وقوع بلایای طبیعی را فراهم می‌آورد. به عبارتی، مدیریت هوشمند زیرساخت‌های شهری ترکیبی از فناوری‌های دیجیتال و رویکردهای تحلیلی است که به بهبود بهره‌وری، کارآمدی سیستم‌های شهری و توانمندی مقابله با بلایا کمک می‌کند.

پیشینه‌ی پژوهش

در دهه‌های اخیر، با افزایش وقوع بلایای طبیعی، بهبود تاب‌آوری شهری به عنوان رویکردی کلیدی در کاهش خسارت‌ها و بازیابی سریع پس از بحران مطرح شده است. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که به کارگیری سیستم‌های هشدار سریع و تحلیل کلان‌داده‌های حوادث، افزون بر بهینه‌سازی عملکرد زیرساخت‌ها، سطح آمادگی و مشارکت شهروندان را در مدیریت بحران افزایش

می‌دهد. برای نمونه، شیعه، حبیبی و احسانی (تابستان ۱۳۹۸) بر نقش سامانه‌های هوشمند در برنامه‌ریزی کالبدی شهری تأکید کرده و نشان داده‌اند که فناوری‌های نوین می‌توانند خسارت‌های زلزله را به‌طور چشمگیری کاهش دهند. صالحی‌پور میلانی و همکاران (۱۳۹۷) نیز تأکید کرده‌اند که تلفیق فناوری‌های نوین در ارزیابی و پایش زیرساخت‌های شهری، زمینه‌ساز ارائه راهکارهای پیشگیرانه و کاهش خسارت‌هاست. در سطح بین‌المللی، پژوهشگرانی چون (Gilyard و Al Luhaidan 2007) و (Alrazeeni 2018) نیز بر نقش شاخص‌های هشدار سریع و فرهنگ‌سازی در تاب‌آوری جوامع سنتی و مدرن تأکید داشته‌اند.

جدول شماره ۱: خلاصه‌ی یافته‌های کلیدی مطالعات پیشین در حوزه‌ی تاب‌آوری شهری و مدیریت هوشمند زیرساخت‌ها

روش‌شناسی	یافته‌های کلیدی	حوزه مطالعه	سال	نام پژوهشگر
تحلیل تطبیقی و بررسی تاریخی	جوامع سنتی با استفاده از چهار بعد مدیریت خطر، تاب‌آوری، فرهنگ و سیاست، در برابر بلایا مقاوم‌اند.	تاب‌آوری جوامع سنتی در برابر بلایا	۲۰۰۷	Gilyard
توصیفی-تحلیلی	تاب‌آوری شامل عملکرد، تعادل جهانی و کنشگری در مواجهه با بحران‌های طبیعی است.	رویکرد تاب‌آوری جامعه در برابر مخاطرات	۱۳۹۵	سلمانی
تحلیل داده‌های ثانویه و پیمایش	تاب‌آوری شامل ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی است و نیاز به تغییر به وضعیت پایدارتر دارد.	شاخص‌سازی تاب‌آوری و مدیریت سوانح	۱۳۹۰	رفیعیان و همکاران
تحلیل داده‌های شهری و مدل‌سازی	کیفیت مصالح، تراکم و نوع سازه، عوامل مهم در تاب‌آوری زیرساخت‌های شهری هستند.	ارزیابی شاخص‌های تاب‌آوری شهری	۱۳۹۸	کریمی و جلیلی‌صدرآباد
تحلیل توصیفی-تحلیلی، مرور و مقایسه ادبیات	شاخص‌های هشدار سریع نقش مهمی در پیش‌بینی بحران‌ها و اتخاذ تصمیمات پیشگیرانه دارند.	شاخص‌های هشدار سریع در مدیریت بحران	۲۰۱۸	Al Luhaidan و Alrazeeni
توصیفی-تحلیلی با بهره‌گیری از SPSS، Expert Choice و مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره	دسترسی به مراکز حیاتی، کیفیت مصالح، تراکم جمعیتی، فرهنگ‌سازی و آموزش مهارتی در کاهش آسیب‌پذیری نقش دارند؛ بافت‌های فرسوده تاب‌آوری کافی ندارند.	سنجش و اولویت‌بندی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله	۱۳۹۶	غفاری، پاشازاده و آقایی
مرور ادبیات و تحلیل مفهومی بر مبنای سوابق پژوهشی	مدیریت هوشمند آسیب‌پذیری سازه‌های شهری را به‌شدت کاهش می‌دهد؛ سامانه‌های هشدار زودهنگام و پایش لحظه‌ای با استفاده از فناوری‌های دیجیتال، GIS و ICT به بهبود پاسخ‌دهی و کاهش خسارت‌ها کمک کرده‌اند.	بررسی نقش مدیریت هوشمند در برنامه‌ریزی کالبدی شهری برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله	تابستان ۱۳۹۸	شیعه، حبیبی و احسانی

روش پژوهش

این مطالعه با رویکرد مرور نظام‌مند (Systematic Review) و پیروی از بیانیه‌ی ترجیحی برای گزارش مرورهای نظام‌مند (PRISMA 2020) انجام شده است. فرایند پژوهش در پنج گام اصلی شامل جستجوی نظام‌مند، غربالگری، ارزیابی کیفیت، استخراج داده‌ها و سنتز کیفی طراحی گردید.

جامعه و راهبرد جستجو

جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های داده‌ی معتبر داخلی شامل SID، Magiran و Noormags و پایگاه‌های بین‌المللی شامل ScienceDirect، Scopus، Google Scholar و Web of Science انجام شد. بازه‌ی زمانی جستجو بر اساس ضوابط کنفرانس، مقالات منتشرشده از ابتدای سال ۲۰۰۰ تا اواخر سال ۲۰۱۹ را در بر می‌گیرد. کلیدواژه‌های اصلی شامل ترکیبات «تاب‌آوری شهری» (Urban Resilience)، «مدیریت هوشمند زیرساخت‌ها» (Smart Infrastructure Management)، «زلزله» (Earthquake)، «اینترنت اشیا» (IoT)، «شهر هوشمند» (Smart City) و «سیستم هشدار سریع» (Early Warning System) است که با عملگرهای بولی (AND/OR) در عناوین، چکیده‌ها و کلیدواژه‌ها جستجو شدند.

معیارهای ورود و خروج

معیارهای ورود شامل: (۱) مقالاتی که به‌طور مستقیم به تلفیق فناوری‌های نوین اطلاعاتی با مدیریت بحران و زیرساخت‌های شهری پرداخته بودند؛ (۲) مقالات دارای متن کامل به زبان فارسی یا انگلیسی؛ (۳) مقالات چاپ‌شده در مجلات علمی-پژوهشی معتبر یا کنفرانس‌های علمی.

معیارهای خروج شامل: (۱) مقالاتی که صرفاً جنبه‌ی سازه‌ای یا زمین‌شناسی داشتند و به مدیریت یکپارچه اشاره نکرده بودند؛ (۲) مقالات غیرمرتبط با زلزله یا فاقد داده‌های تجربی/مروری مستند؛ (۳) نامه‌ها به سردبیر، یادداشت‌های کوتاه و گزارش‌های فاقد فرایند پژوهشی.

فرایند غربالگری و نمودار جریان (PRISMA Flow Diagram)

پس از جستجوی اولیه، ۱۸۵ مقاله شناسایی شد. پس از حذف موارد تکراری (۴۵ مورد)، ۱۴۰ مقاله برای غربالگری عنوان و چکیده وارد شدند. در این مرحله، ۹۰ مقاله به دلیل عدم همخوانی با اهداف پژوهش حذف شدند. به متن کامل ۵۰ مقاله باقیمانده دسترسی یافت و پس از مطالعه‌ی دقیق و اعمال معیارهای خروج، در نهایت ۳۲ مقاله به عنوان جامعه‌ی نهایی برای تحلیل و سنتز کیفی انتخاب شدند.

ارزیابی کیفیت مقالات

برای ارزیابی کیفیت مقالات منتخب، از چک‌لیست ارزیابی کیفی مطالعات مروری و توصیفی) بر اساس ابزار JBI برای مطالعات غیرکارآزمایی (استفاده شد. مقالات بر اساس معیارهایی نظیر وضوح هدف، همخوانی روش‌شناسی با هدف، شفافیت در ارائه‌ی یافته‌ها و اعتبار مجله‌ی ناشر، امتیازدهی شدند و مقالاتی که نمره‌ی کیفیت آن‌ها کمتر از ۵۰٪ بود، از چرخه تحلیل حذف گردیدند.

روش تحلیل داده‌ها و سنتز کیفی

داده‌های استخراج‌شده از مقالات نهایی با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی جهت‌دار (Directed Qualitative Content Analysis) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به این ترتیب که با بهره‌گیری از چرخه‌ی مدیریت بحران (پیش‌بحران، حین‌بحران و پس‌بحران) به عنوان چارچوب مفهومی اولیه، متن مقالات کدگذاری باز و محوری شدند. فرایند کدگذاری توسط نویسنده انجام و برای افزایش پایایی، ۱۰٪ از مقالات به صورت تصادفی مجدداً کدگذاری شد که توافق درون‌کدگذار بیش از ۸۵٪ حاصل گردید. همچنین برای افزایش اعتبار بیرونی و کاهش سوگیری، از تکنیک مثلث‌سازی (Triangulation) با مقایسه‌ی نظام‌مند یافته‌های مطالعات داخلی و خارجی استفاده گردید.

یافته‌های پژوهش (دسته‌بندی راهبردهای هوشمند مبتنی بر چرخه‌ی بحران)

بر اساس کدگذاری محتوایی ۳۲ مقاله‌ی منتخب، راهبردهای مدیریت هوشمند زیرساخت‌ها در سه سطح زیر سنتز و دسته‌بندی شدند. شایان ذکر است که در پژوهش‌های داخلی (مانند شیعیه و همکاران، ۱۳۹۸؛ غفاری و همکاران، ۱۳۹۶) بر نقش کلیدی سامانه‌های GIS و اینترنت اشیا در کاهش خسارت‌ها تأکید شده، اما فقدان داده‌های بلادرنگ و یکپارچه، به عنوان مهم‌ترین

مانع اجرایی در شهرهای ایران شناسایی شده است. در مقایسه‌ی تطبیقی، شهرهای بهره‌مند از سامانه‌های پایش لحظه‌ای (مطالعات موردی توکیو، استانبول و سان‌فرانسیسکو) توانسته‌اند دوره‌ی بازیابی پس از زلزله را به طور قابل توجهی کاهش دهند، در حالی که این دوره در مناطق فاقد زیرساخت‌های هوشمند، طولانی‌تر تخمین زده شده است.

• **راهبردهای پیش از بحران:** استفاده از سیستم‌های پایش مستمر با حسگرهای هوشمند برای شناسایی نقاط آسیب‌پذیر؛ ایجاد پایگاه داده‌ی یکپارچه از وضعیت فنی و عملکردی زیرساخت‌ها و مدل‌سازی خطر لرزه‌ای (غفاری و همکاران، ۱۳۹۶؛ Al Luhaidan & Alrazeeni, 2018).

• **راهبردهای زمان بحران:** به‌کارگیری سیستم‌های هشدار سریع و مدیریت اضطراری مبتنی بر IoT و هوش مصنوعی برای واکنش سریع و هماهنگ؛ این فناوری‌ها می‌توانند زمان واکنش را به طور چشمگیری کاهش دهند (شیعه و همکاران، ۱۳۹۸؛ Hollands, 2008).

• **راهبردهای پس از بحران:** استفاده از پهناده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای برای ارزیابی خسارت، تعیین اولویت‌های بازسازی و نظارت بر فرایند بازیابی؛ به‌کارگیری سیستم‌های خودکار در تخصیص بهینه‌ی منابع (کریمی و جلیلی‌صدرآباد، ۱۳۹۸؛ Alexander, 2007).

با وجود تأکید گسترده‌ی ادبیات بین‌المللی بر کارایی راهبردهای یادشده، سنتز یافته‌های مطالعات داخلی (از جمله غفاری و همکاران، ۱۳۹۶؛ شیعه و همکاران، ۱۳۹۸؛ کریمی و جلیلی‌صدرآباد، ۱۳۹۸) نشان می‌دهد که پیاده‌سازی این راهبردها در شهرهای ایران با موانع ساختاری چشمگیری روبه‌روست که در پژوهش‌های خارجی کمتر به آن پرداخته شده است. مهم‌ترین این موانع عبارتند از (۱) **شکندگی زیرساخت‌های ارتباطی و انرژی**، به‌گونه‌ای که تجربه‌ی زلزله‌های گذشته نشان داده است قطعی برق و اختلال در شبکه‌های اینترنتی، کارکرد سامانه‌های پایش لحظه‌ای و هشدار سریع را به شدت مختل می‌کند؛ (۲) **فقدان استانداردهای یکپارچه‌ی داده‌پردازی** در شهرداری‌ها و سازمان‌های مدیریت بحران، که موجب می‌شود پایگاه‌های داده‌ی موجود، پراکنده، ناهمگون و فاقد قابلیت اشتراک‌گذاری بلادرنگ باشند؛ (۳) **هزینه‌های بالای تأمین، نصب و نگهداری حسگرها و سامانه‌های هوشمند** در بافت‌های فرسوده و حاشیه‌نشین که بخش قابل توجهی از کلانشهرهای ایران را شامل می‌شوند؛ و (۴) **ضعف هماهنگی بین‌نهادی** میان شهرداری‌ها، وزارت راه و شهرسازی، سازمان مدیریت بحران و هلال‌احمر، که اجرای هرگونه راهبرد فراگیر را با تأخیر و ناکارآمدی مواجه می‌سازد. به‌عبارتی، اگرچه راهبردهای هوشمند در سطح نظری ظرفیت بالایی برای ارتقای تاب‌آوری دارند، اما در غیاب بسترسازی نهادی و رفع موانع زیرساختی یادشده، کاربست عملی آن‌ها در شهرهای ایران با چالشی جدی مواجه خواهد بود. این شکاف میان «امکان‌پذیری نظری» و «قابلیت اجرایی»، ضرورت طراحی پژوهش‌های میدانی آتی را در کلانشهرهای پرخطر (به‌ویژه تهران و فردیس) دوچندان می‌کند.

نتیجه‌گیری و چارچوب پیشنهادی

جمع‌بندی یافته‌ها

با عنایت به سنتز مطالعات انجام‌شده، این نتیجه حاصل می‌شود که مدیریت هوشمند زیرساخت‌ها یک راهبرد غیرقابل‌انکار در ارتقای تاب‌آوری شهری است. یافته‌های مرور نظام‌مند نشان داد که استفاده از سیستم‌های هوشمند مدیریت زیرساخت‌ها (مانند سامانه‌های هشدار سریع و پایش بلادرنگ) می‌تواند خسارت‌های ناشی از زلزله را کاهش داده، زمان واکنش را بهبود بخشد و هماهنگی میان سازمان‌های مدیریت بحران را تسهیل کند. با این حال، شکاف معناداری بین ادبیات بین‌المللی و پژوهش‌های داخلی وجود دارد؛ عمده‌ی مطالعات داخلی در سطح مرور نظری باقی مانده و از آزمون‌سازی عملی این فناوری‌ها در بافت شهرهای ایران غافل شده‌اند. همچنین، عدم دسترسی به داده‌های دقیق (مانند زمان واکنش واقعی و دوره‌ی بازیابی کامل) و فقدان هماهنگی بین نهادهای مرتبط، به‌عنوان مهم‌ترین موانع اجرایی شناسایی شدند.

چارچوب مفهومی و پیشنهادات برای مطالعات آتی

بر اساس شکاف‌های پژوهشی شناسایی شده، چارچوب مفهومی زیر برای مطالعات آتی و سیاست‌گذاری در شهرهای ایران پیشنهاد می‌شود:

۱. ایجاد پایگاه داده‌ی متمرکز شهری: توسعه و به‌کارگیری سامانه‌های یکپارچه برای گردآوری و اشتراک‌گذاری اطلاعات بحران در سطح شهری با قابلیت اتصال به حسگرهای لحظه‌ای (با توجه به چالش زیرساخت ارتباطی در ایران، استفاده از شبکه‌های مخابراتی مقاوم در برابر زلزله الزامی است).

۲. تدوین پروتکل‌های هماهنگی بین‌نهادی: تشکیل تیم‌های مشترک میان شهرداری‌ها، سازمان‌های مدیریت بحران و نهادهای مرتبط (مانند هلال‌احمر و وزارت راه) برای بهبود هماهنگی و تبادل اطلاعات مبتنی بر سامانه‌های اطلاعات مکانی GIS

۳. توانمندسازی شهروندان از طریق فناوری‌های ارتباطی: استفاده از شبکه‌های اجتماعی، اپلیکیشن‌های موبایلی و سامانه‌های هشدار سریع مبتنی بر IoT برای همکاری نزدیک میان سازمان‌های امدادی و شهروندان؛ این رویکرد به شهروندان امکان می‌دهد تا اطلاعات حیاتی را به‌صورت بلادرنگ دریافت کرده و با ارائه‌ی گزارش‌های فوری، در مدیریت بحران مشارکت فعال داشته باشند

۴. انجام مطالعات تجربی در کلانشهرهای ایران: انجام پژوهش‌های میدانی در مناطق پرخطر مانند تهران یا فردیس برای سنجش کمی تأثیر این راهبردها، ضروری‌ترین گام برای پر کردن شکاف موجود میان نظریه و عمل محسوب می‌شود. در این مطالعات، موانعی نظیر قطعی برق و اینترنت در بحران باید به‌عنوان متغیرهای مداخله‌گر در نظر گرفته شوند.

با اجرای این پیشنهادات و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین ارتباطی، می‌توان بهبود چشمگیری در زمان واکنش و کاهش خسارت‌های ناشی از بلایای طبیعی به دست آورد و زمینه‌ی ارتقای شایستگی مدیریت بحران در شهرهای ایران را فراهم ساخت.

منابع و مراجع

- [۱] غفاری، ع.، پاشازاده، ا.، و آقائی، و. (۱۳۹۶). سنجش و اولویت‌بندی تاب‌آوری شهری در مقابل زلزله (نمونه موردی: شهر اردبیل و مناطق چهارگانه آن). جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۲۱، ۴۵-۶۵.
- [۲] یاراحمدی، م.، نیک‌پور، ع.، و لطفی، ص. (۱۳۹۸). بررسی میزان تاب‌آوری کالبدی شهر در برابر زلزله (مورد مطالعه: نورآباد ممسنی). کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی، ۷(۲)، ۱۴۷-۱۷۱.
- [۳] پوراحمد، ا.، لطفی، ص.، فرجی، ا.، و عظیمی، آ. (۱۳۸۸). بررسی ابعاد پیشگیری از بحران زلزله (مطالعه موردی: شهر بابل). مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۱(۱)، ۱-۲۴.
- [۴] بهزادفر، م. (۱۳۹۳). زیرساخت‌های شهری، آب و فاضلاب تهران (ویرایش سوم). تهران: انتشارات شهیدی.
- [۵] کریمی، ف.، و جلیلی‌صدرآباد، س. (۱۳۹۸). بررسی جایگاه شاخص‌های تاب‌آوری زیرساخت‌های شهری در فرآیند چرخه‌ای تاب‌آوری و درهم‌کنش آن‌ها از نظر متخصصان. نشریه علمی-پژوهشی شهر ایمن، ۲(۸)، زمستان ۱۳۹۸.
- [۶] شیعه، ا.، حبیبی، ک.، و احسانی، م. (تابستان ۱۳۹۸). بررسی نقش مدیریت هوشمند در برنامه‌ریزی کالبدی شهری برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله. مجله برنامه‌ریزی شهری، ۲۳(۲)، ۴۵-۶۷.
- [۷] صالحی‌پور میلانی، ع.، و همکاران. (۱۳۹۷). ارزیابی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری شهر رزن در برابر زلزله. مجله مدیریت بحران، ۱۰(۳)، ۷۸-۹۵.
- [8] Alexander, D. (2007). Principles of Emergency Planning and Management. Oxford University Press.
- [9] Gilyard, T. (2007). Traditional community resilience to disasters. Journal of Disaster Studies, 12(1), 34-50.
- [10] Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial? City, 12(3), 303-320.
- [11] Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 4, 1-23.
- [12] Al Luhaidan, I., & Alrazeeni, D. M. (2018). Early warning indicators in crisis management: A review. Journal of Emergency Management, 16(2), 89-102.
- [13] Mileti, D. S. (1999). Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States. Joseph Henry Press.
- [14] Timmerman, P. (1981). Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society. Institute for Environmental Studies, University of Toronto.