

مدیریت بحران و تاب‌آوری شهری در نگاه نوین

شهر خوددفاع؛ معماری بقا در دل بحران



بر صلابت و ساختارهای سخت بود، اما امروز دیگر به‌تنهایی پاسخ‌گوی نیاز شهرهای پیچیده و متصل نیست و باید جای خود را به مفهومی با عنوان «تاب‌آوری هوشمند» بدهد.

او با ادامه با تشریح مفهوم «شهر خوددفاع» گفت: این مفهوم نیازمند تعریف دقیق است، اما به طور کلی شهری را توصیف می‌کند که دارای مجموعه‌ای از توانمندی‌های چندلایه است.

میرزاخانی توضیح داد: در این مدل، شهر باید نخست توانایی تشخیص تهدید در زمان واقعی یا نزدیک به زمان واقعی را داشته باشد؛ دوم بتواند اثر تهدید را در شبکه فضایی و زیرساختی خود به حداقل برساند؛ سوم قادر باشد خدمات حیاتی را حتی در شرایط اختلال حفظ کند و چهارم بتواند در کوتاه‌ترین زمان ممکن فرایند بازسازی عملکردی را آغاز کند. او تأکید کرد: این فناوری مانع نفوذ عوامل مخرب مانند رطوبت و در نتیجه جلوگیری از خوردگی میلگردها در فضاهای حساس، به‌ویژه سازه‌های زیرزمینی می‌شود.

میرزاخانی با اشاره به زمینه اجرایی این رویکرد گفت: تحقق چنین مدلی فقط در چارچوب حکمرانی داده‌محور امکان‌پذیر است؛ رویکردی که در آن تصمیم‌گیری شهری بر پایه داده‌های دقیق و تحلیل‌پذیر شکل می‌گیرد.

تأکید بر حکمرانی داده‌محور در بحران

مدیر انجمن RehabiMed ایران، در ادامه سخنان خود با تأکید بر ضرورت تحول در شیوه تصمیم‌گیری شهری در شرایط بحران گفت: در وضعیت‌های بحرانی، اتکا به سیستم‌راه‌آب اداری یا گزارش‌هایی که با تأخیر تهیه می‌شوند، دیگر پاسخ‌گو نیست و باید تصمیم‌گیری براساس داده‌های لحظه‌ای، تحلیل‌های مکانی دقیق، پیش‌بینی‌های الگوریتمی و مدیریت توزیع‌شده انجام شود.

او اضافه کرد: این همان مبنای پدافند غیرعامل هوشمند است که در آن، شهر باید بتواند با سرعت و دقت بالا به تهدیدات واکنش نشان دهد.

میرزاخانی در ادامه با تشریح پارادایم «شهر خوددفاع» گفت: این مدل، شهری را توصیف می‌کند که مانند یک موجود زنده عمل می‌کند؛ دارای سیستم عصبی متشکل از سنسورها، مغز مبتنی بر هوش مصنوعی و واکنش‌های غیرارادی مبتنی بر اتوماسیون است که در برابر هر نوع تهدید فعال می‌شود.

او با اشاره به هدف اصلی جنگ‌های ترکیبی در عصر حاضر افزود: در بسیاری از این جنگ‌ها، هدف نه لزوماً تخریب فیزیکی، بلکه فلج‌سازی زیرساخت‌های حیاتی شهری مانند برق، آب، حمل‌ونقل و شبکه‌های ارتباطی از طریق حملات سایبری و فیزیکی است.

او تأکید کرد: در چنین شرایطی، پدافند غیرعامل دیگر صرفاً به ساختمان‌ها و بناها محدود نمی‌شود، بلکه با یک «گارتیسیم شهری» مواجه هستیم که باید در قالب یک سیستم یکپارچه فهم و مدیریت شود. میرزاخانی این ساختار را در سه لایه بنیادین تشریح کرد و گفت: لایه نخست، لایه سنسوری یا همان سیستم عصبی شهر است که شامل هزاران حسگر و ابزار پایش سبده و وظیفهٔ آن رصد لحظه‌ای وضعیت شهر در زمان بحران است. او افزود: لایه دوم، لایه پردازشی یا «مغز شهر» است که بر پایه هوش مصنوعی عمل می‌کند و قادر است الگوهای حمله را پیش از وقوع شناسایی کند. این لایه از فناوری‌هایی مانند یادگیری ماشین، بینایی کامپیوتر، یادگیری عمیق و سامانه‌های اتوماسیون بهره می‌گیرد. او ادامه داد: لایه سوم، لایه واکنشی است که می‌توان آن را «اندام‌های دفاعی شهر» نامید؛ این لایه با استفاده از برنام‌سوی شهری، زیرساخت‌ها را به‌صورت خودکار به وضعیت امن تغییر می‌دهد و در شرایط بحران، بدون تأخیر انسانی وارد عمل می‌شود.

میرزاخانی با تأکید بر اهمیت این سازوکار سه‌لایه گفت: تغییر وضعیت زیرساخت‌ها در لحظه بحران براساس داده‌های جمع‌شده، یکی از عناصر حیاتی در پدافند غیرعامل هوشمند محسوب می‌شود. او با ادامه با اشاره به ضرورت دسته‌بندی ابزارهای این حوزه گفت: برای فهم بهتر پدافند غیرعامل هوشمند، می‌توان آن را در پنج لایه راهبردی تحلیل و کالبدشکافی کرد؛ هوشمند، می‌تواند آن را در پنج لایه راهبردی تحلیل و کالبدشکافی کرد؛ رویکردی که نمونه‌های آن در تجربیات بین‌المللی نیز مورد استفاده قرار گرفته است. او افزود: لایه نخست این تقسیم‌بندی، پدافند کالبدی و معماری مقاوم است که به «تکنولوژی ماده و هندسه» شهر مربوط می‌شود و در آن با سخت‌افزار شهری مواجه هستیم.

میرزاخانی تأکید کرد: در این سطح، هدف صرفاً ساخت دیوارهای ضخیم یا سازه‌های مقاوم نیست، بلکه مدیریت انرژی انفجار از طریق هندسه و استفاده از متریال‌های نوین نیز مطرح است. او در توضیح بیشتر این لایه گفت: یکی از محورهای مهم در این حوزه، مکان‌یابی و چیدمان الگوریتمیک است که در شهرسازی هوشمند با استفاده از مدل‌های ریاضی و داده‌های مکانی انجام می‌شود. او افزود: در این روش، ویژگی‌های مشخص‌الودگی استفاده می‌شود که در صورت تریق تا مراکز حیاتی شهری در نقاطی جانمایی شوند که از نظر امنیتی کمترین آسیب‌پذیری را داشته باشند؛ برای مثال در نقاط کور راداری یا مناطقی با کمترین دید مستقیم. میرزاخانی این نوع طراحی را نوعی «طراحی غیرعامل» اما کاملاً عملیاتی و علمی توصیف کرد و گفت: این رویکرد در بسیاری از پروژه‌های شهرسازی پیشرفته مورد توجه قرار گرفته است. او همچنین به استفاده از مواد پیشرفته در این لایه اشاره کرد و افزود: به‌کارگیری مصالح نوین مانند بتن‌های فوق‌مقاوم (UHPC) و الیاف تقویتی، بخشی از این رویکرد در طراحی مقاوم شهری است. از مصالح هوشمند تا شهرهای چندلایه؛ بازتعریف معماری زیرسطحی در پدافند غیرعامل نوین میرزاخانی با

نورا حسینی؛ مدیریت بحران شهری در سال‌های اخیر از یک موضوع صرفا عمرانی و سازه‌ای فراتر رفته و به یک مسئله پیچیده فناورانه و چندلایه تبدیل شده است. در این نگاه جدید، شهر دیگر فقط مجموعه‌ای از ساختمان‌ها و خیابان‌ها نیست، بلکه یک شبکه به‌هم‌پیوسته از زیرساخت‌های فیزیکی، دیجیتال و ارتباطی است که در زمان بحران باید به صورت همگام و سریع عمل کنند.

تجربه‌های جهانی نشان می‌دهد سرعت تشخیص تهدید و واکنش به آن، نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش خسارت‌ها دارد. از هشدارهای سریع محیطی گرفته تا سامانه‌های هوشمند مدیریت بحران، همه در مسیر این هستند که شهرها بتوانند در لحظه تصمیم بگیرند و عمل کنند.

درعین‌حال هوشمندشدن شهرها یک چالش مهم هم دارد: هرچه سیستم‌ها دیجیتالی‌تر و متصل‌تر می‌شوند، احتمال آسیب‌پذیری در برابر حملات سایبری و اختلالات اطلاعاتی نیز بیشتر می‌شود. به‌همین دلیل موضوع امنیت و حفاظت از داده‌ها در کنار توسعه فناوری، به یک ضرورت جدی در طراحی شهرهای آینده تبدیل شده است.

بازتعریف پدافند غیرعامل در عصر جنگ‌های ترکیبی

در همین زمینه آرمان میرزاخانی، مدیر انجمن RehabiMed ایران، در نشست «مدیریت شهری در دوران دفاع مقدس ملی» با اشاره به شرایط پیچیده زیرساختی و امنیتی شهرها، بر ضرورت بازتعریف مفهوم پدافند غیرعامل در عصر جدید تأکید کرد. او با بیان اینکه مفهوم جنگ امروز در مقایسه با گذشته تغییر کرده است، گفت: وقتی از جنگ ترکیبی صحبت می‌کنیم، یعنی اگر برق قطع شود، اگر سامانه توزیع آب هک شود یا اگر چراغ‌های راهنمایی شهر دچار اختلال شوند، عملاً آن شهر بدون شلیک حتی یک گلوله سقوط کرده است. او تأکید کرد: هدف بازتعریف شهر در عصر جنگ‌های ترکیبی است؛ شهری که بتواند در برابر حملات چندلایه، اختلالات زیرساختی و تهدیدات سایبری و فیزیکی مقاوم باشد. این پژوهشگر حوزه شهرسازی با اشاره به سابقه طولانی بحث پدافند غیرعامل در ایران گفت: کارشناسان نظامی، شهری و مهندسی سال‌ها بر روی این موضوع کار کرده‌اند، اما امروز با نوعی از جنگ مواجه هستیم که دیگر صرفاً با انفجار، تخریب یا انفصال سرزمینی توضیح‌دادنی نیست. در جهان معاصر، شهر خود به میدان نبرد تبدیل شده و حتی می‌توان گفت گاهی خود شهر هدف اصلی جنگ است، نه فقط صحنه آن. به گفته او، این تحول بنیادین، ضرورت تغییر پارادایم به نگاه به امنیت شهری را ایجاد کرده است. به گفته او پدافند غیرعامل دیگر نمی‌تواند فقط به ساخت پناهگاه، افزایش ضخامت دیوارها یا ایمن‌سازی منقلاهنه سازه‌ها محدود شود؛ هرچند این اقدامات همچنان ضروری هستند، اما کافی نیستند. او یاد آور شد: مباحث مربوط به ایمنی سازه‌ای بسیار مهم است، اما باید با رویکردهای مکمل همراه شود تا بتوان به یک سامانه هوشمند، داده‌گرا، واکنش‌پذیر و تا حد امکان خودترمیم‌گر دست یافت. میرزاخانی در ادامه معرفی مفهوم «شهر خوددفاع» افزود: هدف، رسیدن به مدلی از شهر است که بتواند در برابر تهدیدات مختلف به صورت خودکار واکنش نشان دهد. او توضیح داد: در این مدل، شهر به یک موجود زنده تشبیه می‌شود؛ موجودی که دارای حسگر است و زخادهای درون خود در درک می‌کند، دارای «مغز داده‌محور» است که اطلاعات را تحلیل می‌کند و در نهایت دارای توان واکنش خودکار است که در لحظه بحران، بدون اتلاف وقت وارد اقدام عملیاتی می‌شود. به گفته مدیر انجمن RehabiMed ایران، در این نگاه جدید، شهر دیگر صرفاً مجموعه‌ای از ساختمان‌ها و معابر نیست، بلکه یک اکوسیستم فضایی-فنی-دیجیتال است که باید توان تضمین تداوم خدمات، بقا در شرایط بحران و بازگشت سریع به عملکرد عادی را داشته باشد.

میرزاخانی با طرح این پرسش که چرا پدافند سنتی دیگر پاسخ‌گو نیست، تأکید کرد: برخی همچنان بر رویکردهای قدیمی پدافند غیرعامل متمرکز هستند؛ رویکردهایی که عمدتاً بر حفاظت فیزیکی و سازه‌ای تأکید دارند، درحالی‌که شرایط امروز فراتر از این چارچوب‌هاست.

۳ لایه تهدید در جنگ‌های نوین

میرزاخانی با اشاره به ناگوارآمدی برخی الگوهای سنتی ایمنی شهری در جنگ‌های نوین گفت: در گذشته تصور بر این بود که طراحی یک زیرزمین امن یا ساخت پناهگاه می‌تواند ایمنی شهروندان را تضمین کند، اما امروز در جنگ‌های ترکیبی این فرضیه به طور جدی دگرگون شده است.

او توضیح داد: در شرایط امروز، ممکن است شهری بدون آنکه ساختمان‌ها، معابر یا کالبد آن به طور مستقیم تخریب شوند، عملاً فلج شود؛ به گونه‌ای که با قطع برق، اختلال در شبکه آب، آب‌گرا افتادن سیستم‌های حمل‌ونقل، اختلال در شبکه‌های ارتباطی یا نفوذ به سامانه‌های کنترلی هوشمند، حیات شهری مختل شود. میرزاخانی افزود: در کنار این موارد، آشتفتگی در جریان اطلاعات و ادراک عمومی نیز می‌تواند به عنوان بخشی از جنگ نوین، وضعیت شهر را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد. او با تأکید بر ضرورت بازتعریف مفهوم تهدید در مدیریت شهری گفت: تهدیدها باید به صورت لایه‌بندی‌شده تحلیل شوند. به گفته او، در این چارچوب می‌توان سه لایه اصلی تهدید را تعریف کرد.

او در تشریح این لایه‌ها گفت: لایه نخست، تهدید فیزیکی است که شامل ضربه مستقیم به بناها، زیرساخت‌ها و جمعیت می‌شود؛ همان نوع تهدیدی که سال‌ها مورد مطالعه و تمرکز بوده است. او ادامه داد: لایه دوم، تهدید زیرساختی است که شبکه‌های حیاتی شهری را هدف می‌دهد و می‌تواند عملکرد سیستم‌های اساسی شهر را مختل کند. لایه سوم، تهدید اطلاعاتی و ادراکی است که شامل اختلال در داده‌ها، فرآیندهای فرماندهی، اعتماد عمومی و نظام تصمیم‌گیری می‌شود؛ تهدیدی که می‌تواند بنیان ادراک و مدیریت بحران را دچار خدشسه کند. او در ادامه با اشاره به نگاه شهرسازانه و معماری به مسئله جنگ‌های نوین تأکید کرد: شهر در جنگ‌های معاصر صرفاً یک مکان نیست، بلکه یک سامانه پیچیده است؛ و اگر این سامانه به‌درستی شناخته نشود و متمرکز صرفاً بر کالبد شهری باشد، آینده مدیریت شهری با چالش‌های جدی مواجه خواهد شد. میرزاخانی اضافه کرد: در شرایط جنگی امروز دیگر مفاهیم سنتی مانند پناهگاه‌سازی به‌تنهایی پاسخ‌گو نیستند و باید به سمت مدیریت هم‌زمان تاب‌آوری کالبدی و تاب‌آوری دیجیتال حرکت کرد.

او در بخش دیگری از سخنان خود با طرح مفهوم «پدافند غیرعامل هوشمند» گفت: این مفهوم یک تغییر پارادایم در رویکردهای امنیت شهری است و به عنوان یکی از نیازهای حیاتی شهرهای امروز مطرح می‌شود. او افزود: درحالی‌که در پدافند غیرعامل سنتی تمرکز بر اختفا، فریب و استحکامات بوده است، در رویکرد هوشمند از مجموعه فناوری‌های نوین شامل اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، کلان داده‌ها و سیستم‌های خودکار برای شامل‌بینی، ردیابی و پاسخ به تهدیدات استفاده می‌شود. میرزاخانی تأکید کرد: ویژگی مهم این رویکرد آن است که در لحظات بحرانی، بدون نیاز به مداخله مستقیم انسانی می‌تواند واکنش‌های لازم را فعال کند. او خاطر نشان کرد: پدافند غیرعامل کلاسیک در زمان خود مبتنی

گزارش روزانه

وقتی شهر در معرض جنگ است؛ شهردار چه باید بداند؟

«اگر جنگ ادامه پیدا کند، شهرها چقدر دوام می‌آورند؟»: این پرسشی است که حالا از دل تجربه‌های تازه بیرون آمده و مدیریت شهری را با واقعیتی سخت روبه‌رو کرده است؛ واقعیتی که نشان می‌دهد شوراها و شهرداری‌ها، بیش از آنکه برای بحران آماده باشند، درگیر روزمرگی‌اند. با نزدیک شدن به انتخابات شورا‌های شهر و روستا، این‌بار بحث فقط بر سر مشارکت یا رقابت‌های سیاسی نیست، بلکه مسئله اصلی، توانایی مدیریت شهر در شرایط جنگی است. حسین ایمانی جاجرمی، عضو هیئت‌علمی دانشگاه تهران، معتقد است تجربه جنگ اخیر یک واقعیت مهم را آشکار کرده: شهرها برای بحران طراحی نشده‌اند. او به ایننا گفته است: کاهش مشارکت در انتخابات شوراها، صرفاً یک مسئله سیاسی نیست، بلکه نشانه‌ای از فاصله میان شهروندان و ساختار تصمیم‌گیری شهری است؛ فاصله‌ای که در شرایط بحران، خود را به‌صورت کاهش اعتماد و همراهی نشان می‌دهد.

به گفته او، شورا‌هایی که با رأی پایین شکل می‌گیرند، نه‌تنها نمایندگی کاملی از جامعه ندارند، بلکه در جلب مشارکت عمومی نیز ناتوان‌تر هستند. اما مسئله فقط مشارکت نیست، به باور این جامعه‌شناس، شورا‌های شهر در طول بیش از دو دهه فعالیت، هنوز نتوانسته‌اند به جایگاه واقعی خود برسند.

آنها به‌جای آنکه موتور سیاست‌گذاری شهری باشند، به بخشی از بوروکراسی شهرداری تبدیل شده‌اند؛ وضعیتی که باعث شده موضوعاتی مانند محیط زیست، مسکن و زیرساخت‌های اجتماعی در حاشیه بماند. در چنین شرایطی، جنگ یک متغیر تعیین‌کننده جدید است؛ متغیری که به گفته ایمانی جاجرمی، همه معادلات مدیریت شهری را تغییر می‌دهد. او تأکید می‌کند انتخاب شهردار دیگر صرفاً یک تصمیم اجرایی نیست، بلکه انتخاب فردی است که باید توانایی اداره شهر در شرایط بحرانی را داشته باشد. در این میان، مفهومی که بیش از همه مورد تأکید قرار می‌گیرد، «دفاع غیرعامل» است؛ مفهومی

که به گفته او، هنوز در ساختار مدیریت شهری ایران نهادینه نشده است. از نگاه او، شهردار آینده باید بتواند شهر را نه‌فقط در شرایط عادی، بلکه در وضعیت جنگی مدیریت کند؛ از سازش‌اندازی محلات تا تأمین خدمات در شرایط اختلال. او هشدار می‌دهد اگر فرض بر تداوم جنگ باشد، بازسازی محلات آسیب‌دیده و افزایش

آمدادی محله‌ای، به اولویت اصلی مدیریت شهری تبدیل خواهد شد؛ اولویی که بدون تغییر نگاه مدیران، محقق نخواهد شد. این بحث، به حوزه شهرسازی نیز کشیده می‌شود. ایمانی جاجرمی معتقد است الگوهای رایج شهرسازی در ایران، عمدتاً وارداتی و نامتناسب با شرایط کشور بوده‌اند. به گفته او، استقرار مراکز حساس در دل بافت‌های مسکونی، یکی از مصداق این ناهماهنگی است که در زمان حملات، دامنه خسارت را گسترش داده است. در نتیجه، او بر ضرورت بازنگری جدی در طراحی شهری تأکید می‌کند؛ بازنگری‌ای که هدف آن، افزایش تاب‌آوری شهرها در برابر بحران‌هاست.

در کنار این موارد، موضوع آموزش نیز به عنوان یک خلأ جدی مطرح می‌شود. به گفته او، بافت‌های مسکونی، یکی از مصداق گفته این اسناد دانشگاهی، اعضای شوراها، شهرداران و حتی کارکنان شهرداری‌ها، برای مواجه با شرایط جنگی آموزش کافی ندیده‌اند؛ موضوعی که می‌تواند در زمان بحران، هزینه‌های انسانی و زیرساختی را افزایش دهد. او همچنین پیشنهاد می‌دهد زیرساخت‌های شهری، کارکردی دوگانه

پیدا کنند؛ به‌گونه‌ای که فضاهایی مانند ایستگاه‌های مترو یا مراکز بزرگ تجاری، در مواقع بحران به پناهگاه تبدیل شوند. این ایده، به‌ویژه در شهرهای پرتراکم، می‌تواند بخشی از آسیب‌ها را کاهش دهد. در سطح کلان‌تر، ایمانی جاجرمی بر نقش نهادهای سیاست‌گذار تأکید دارد و پیشنهاد می‌کند

کمیته‌های تخصصی برای «جنگ و دفاع غیرعامل» در ساختار برنامه‌ریزی شهری شکل بگیرد؛ کمیته‌ای که بتواند تهدیدها را ارزیابی و برای آنها راهکار ارائه کند. در کنار همه اینها، جنگ پیامدهای اقتصادی مستقیمی نیز برای شهرها داشته است. کاهش فعالیت‌های اقتصادی، منابع درآمدی شهرداری‌ها را محدود کرده و آنها را با چالش‌های مالی مواجه کرده است.

به گفته او، در چنین شرایطی، حمایت از شهرها و همچنین رسیدگی به شهروندانی که معیشت خود را از دست داده‌اند، به یک ضرورت فوری تبدیل شده است.

تخریب‌ناپذیر» توصیف کرد که می‌تواند تاب‌آوری ارتباطی شهر را در شرایط بحران تضمین کند. او در ادامه وارد لایه سوم پدافند هوشمند شد و گفت: این لایه، پدافند سایبری و حکمرانی داده است؛ جایی که مفهوم «سیستم عصبی شهر» معنا پیدا می‌کند و ابزارهای اصلی آن نه مصالح فیزیکی، بلکه کد الگوریتم و داده هستند. او افزود: یکی از مهم‌ترین ابزارهای این لایه، «دوقلوی دیجیتال دفاعی» است؛ مدلی سه‌بعدی و پارامتریک از شهر که به تمامی سنسورها و حسگرهای شهری متصل است. میرزاخانی تأکید کرد: این دوقلوی دیجیتال می‌تواند به عنوان قلب تپنده مدیریت بحران عمل کند و در زمان جنگ، با استفاده از هوش مصنوعی، سناریوهای احتمالی مانند مسیر حرکت پهبادهای دشمن یا نقاط احتمالی اصابت را شبیه‌سازی کند.

او گفت: در چنین شرایطی، حتی در چند ثانیه پیش از وقوع حادثه، امکان صدور فرمان‌های حیاتی مانند تخلیه اضطراری یا قطع خودکار گاز وجود دارد. به گفته او، این سطح از پیش‌بینی و واکنش هوشمند، یکی از نیازهای حیاتی برای شهرهای بزرگی مانند تهران در مواجهه با تهدیدات نوین است.

از هوش مصنوعی لبه تا تاب‌آوری ادراکی

میرزاخانی، با تأکید بر ضرورت تسریع در اجرای الگوهای نوین تاب‌آوری شهری اظهار کرد: این مباحث باید هرچه سریع‌تر از سطح گفت‌وگوهای نظری به جلسات اجرایی و نتیجه‌محور منتقل شود. او در تشریح ادامه لایه سوم پدافند غیرعامل هوشمند گفت: در حوزه هوش مصنوعی، دیگر نمی‌توان برای پردازش داده‌ها صرفاً به سرورهای مرکزی وابسته بود، زیرا در شرایط بحران احتمال قطع کامل این مراکز وجود دارد. میرزاخانی افزود: به همین دلیل، استفاده از فناوری «هوش مصنوعی در لبه» یک ضرورت است؛ به این معنا که پردازش داده‌ها باید در همان محل تولید انجام شود.

او توضیح داد: این فناوری می‌تواند از طریق پردازنده‌های کوچک در سطح شهر، مانند دوربین‌ها و سنسورهای شهری، مستقر شود و به‌صورت مستقل تصمیم‌گیری کند. او برای نمونه گفت: یک دوربین هوشمند در یک تقاطع شهری می‌تواند بدون نیاز به فرمان مرکزی، صدای انفجار یا الگوهای ناامن‌جار جمعیتی را تشخیص دهد و در همان لحظه اقداماتی مانند تغییر چراغ‌ها برای عبور آمبولانس‌ها را به‌طور خودکار انجام دهد. میرزاخانی در ادامه به موضوع «امنیت بلاک‌چین» در حکمرانی شهری اشاره کرد و گفت: یکی از خطرناک‌ترین تهدیدات در زمان جنگ، صدور فرمان‌های جعلی توسط هکرهاست؛ از جمله بازکردن سدها یا قطع برق بیمارستان‌ها. او افزود: در چنین شرایطی، فناوری بلاک‌چین می‌تواند نقش مهمی در امنیت فرمان‌های مدیریتی ایفا کند؛ به‌گونه‌ای که هر دستور فقط پس از تأیید مجموعه‌ای از گروه‌های امن در شبکه اجرا شود. به گفته او، هدف از این رویکرد، ایجاد نوعی

«حکمرانی شهری ضدحک و توزیع‌شده» است که امکان دستکاری را نفوذ در تصمیمات حیاتی شهر را به حداقل می‌رساند. میرزاخانی سپس وارد لایه چهارم پدافند هوشمند شد و گفت: این لایه مربوط به پدافند ایستنی و شیمیایی است که می‌توان آن را «سیستم ایمنی محیطی شهر» نامید. او هشدار داد: در نبردهای مدرن، تهدیدات نامرئی مانند گازهای اصابات و عوامل میکروبی می‌توانند شهر را به یک «تله مرگ» تبدیل کنند و به همین دلیل باید زیرساخت‌های تشخیصی و واکنش سریع در این حوزه تقویت شوند. او با اشاره به فناوری‌های نوین افزود: یکی از ابزارهای مهم در این حوزه «گرد هوشمند» یا نانوحسگرهای محیطی است؛ سنسورهایی در مقیاس میلی‌متری که در سطح شهر پراکنده می‌شوند و تغییرات شیمیایی یا زیستی هوا را به صورت لحظه‌ای تشخیص می‌دهند.

او توضیح داد: این سنسورها در صورت هرگونه تغییر خطرناک، بلافاصله از طریق سیگنال‌های رادیویی هشدار صادر کرده و امکان واکنش سریع را فراهم می‌کنند. میرزاخانی در ادامه به سیستم‌های فیلترینگ هوشمند اشاره کرد و گفت: در معماری «شهر خوددفاع»، سامانه‌های تهیه ساختمان‌ها باید قابلیت تشخیص آلودگی را داشته باشند و در صورت بروز تهدید، ورودی هوای بیرونی را مسدود و از منابع داخلی یا فیلترشده استفاده کنند. او افزود: این تغییر فشار و کنترل جریان هوا می‌تواند مانع نفوذ آلودگی‌های شیمیایی حتی از درزهای ساختمان شود و نقش مهمی در حفاظت از جان شهروندان داشته باشد. در ادامه این سخنرانی، او به لایه پنجم پدافند غیرعامل هوشمند یعنی «پدافند ادراکی و مدیریت جمعیت» نیز پرداخت و گفت: یکی از بزرگ‌ترین شکست‌ها در شرایط جنگی، فروپاشی نظم اجتماعی و ایجاد ترس عمومی است. میرزاخانی تأکید کرد: برای

مقابله با این وضعیت، باید ابزارهای مدیریت رفتار جمعیت طراحی شود؛ ازجمله سیستم‌های هدایت هوشمند و پویا که بتوانند مسیر حرکت افراد را در شرایط بحران تنظیم کنند. او توضیح داد: در زمان انفجار یا بحران، مردم به‌طور طبیعی به سمت نزدیک‌ترین خروجی حرکت می‌کنند که این موضوع می‌تواند منجر به ازدحام و تلفات انسانی شود. او افزود: برای جلوگیری از این وضعیت، باید از تابلوهای جهت‌نمای دیجیتال استفاده شود که به صورت لحظه‌ای و بر اساس داده‌های هوش مصنوعی، مسیرهای امن را به شهروندان نشان می‌دهند و در صورت انسداد مسیر، به‌طور خودکار تغییر جهت می‌دهند.

به گفته او، این لایه ادراکی نقش مهمی در کاهش تلفات انسانی و مدیریت هوشمند رفتار جمعیت در شرایط بحران دارد.

بتن هوشمند تا دوقلوی دیجیتال

میرزاخانی در ادامه سخنان خود با اشاره به فناوری‌های نوین در حوزه ساخت‌وساز مقاوم، از توسعه لوله‌های کربنی تقویت‌شده در برابر موج انفجار خبر داد و گفت: این مواد رفتاری شبیه فلز از خود نشان می‌دهند و «شکل‌پذیری بالا» دارند؛ موضوعی که به گفته او می‌تواند از فروپاشی ناگهانی سازه‌ها در زمان انفجار جلوگیری کند. او همچنین به بتن‌های خودترمیم‌شونده از اشاره کرد: این بتن‌ها که با عنوان «سلف‌فلزینک» شناخته می‌شوند، حاوی کیسول‌های باکتریایی هستند که در صورت ایجاد ترک فعال شده و به‌طور خودکار آن را پر می‌کنند. به گفته او، این فناوری از نفوذ رطوبت و در نتیجه خوردگی میلگردها در فضاهای حساس مانند زیرزمین‌ها جلوگیری می‌کند. میرزاخانی در بخش دیگری از سخنانش با تأکید بر تغییر ماهیت تهدیدات شهری، از ضرورت حرکت به سمت «معماری زیرسطحی عمیق» و شکل‌گیری شهرهای دولایه و چندلایه سخن گفت: تجربه جنگ‌های اخیر نشان داده که سطح زمین دیگر به‌تنهایی امن نیست. او افزود: در مدل شهرهای دولایه، فضاهای زیرسطحی نباید صرفاً پناهگاه‌های تاریک باشند، بلکه باید به شبکه‌ای از تونل‌های مشترک و هوشمند تبدیل شوند؛ شبکه‌هایی موسوم به «بیوتیلیت تونلز» که آب، برق، دیتا و سایر زیرساخت‌ها را در عمق ایمن شهر مدیریت می‌کنند.

به گفته او، این فضاهای می‌توانند به سامانه‌های تصفیه هوا و زیرساخت‌های حیاتی مجهز شوند تا امکان تداوم حیات مدنی در شرایط بحران‌های هسته‌ای، بیولوژیک و شیمیایی نیز فراهم شود.

من کامل را در سایت شرق بخوانید