فصلنامه علمی تخصصی مطالعات طراحی شهری و پژوهش‌های شهری
سال نهم، شماره ۲ (پیاپی: ۳۷)، بهار ۱۴۰۵ (ویژه‌نامه)
ISSN: 2645-4424

مدیریت ترافیک شهری در شرایط بحران و حوادث ناشی از جنگ

سید علی فاطمی نصرآبادی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۱۰
کد مقاله: ۹۱۷۲۵

چکـیده

مدیریت ترافیک شهری در شرایط بحران و حوادث ناشی از جنگ، به دلیل ماهیت غیرمترقبه و ابعاد گسترده تخریب زیرساخت‌ها، یکی از پیچیده‌ترین حوزه‌های پدافند غیرعامل محسوب می‌شود. در زمان مخاصمات نظامی، شبکه معابر شهری به عنوان شریان‌های حیاتی، تحت تأثیر تهدیداتی همچون انسداد فیزیکی، تخریب گلوگاه‌های استراتژیک و حملات سایبری به سیستم‌های هوشمند قرار می‌گیرند که منجر به فلج شدن جریان امداد و نجات و تخلیه اضطراری می‌گردد. پژوهش حاضر با هدف واکاوی ابعاد مدیریت ترافیک و شناسایی چالش‌های پیش‌رو در شرایط جنگی، با روش توصیفی-تحلیلی و با رویکردی کتابخانه‌ای انجام شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که مدیریت موفق ترافیک در بحران‌های نظامی، مستلزم عبور از پارادایم‌های سنتی و حرکت به سمت «تاب‌آوری عملکردی» است. تحلیل‌ها حاکی از آن است که اولویت‌بندی معابر بر اساس سلسله‌مراتب پدافندی، مدیریت تقاضای سفر با کنترل رفتارهای ناشی از هراس جمعی و کاهش وابستگی به زیرساخت‌های متمرکز انرژی در سیستم‌های هوشمند، سه رکن اساسی در پایداری شبکه حمل‌ونقل هستند. نتایج تحقیق بر این نکته تأکید دارد که طراحی معابر چندمنظوره در زمان صلح و تدوین پروتکل‌های مدیریت آنالوگ برای زمان جنگ، می‌تواند آسیب‌پذیری کالبدی شهر را کاهش داده و تداوم خدمات حیاتی را تضمین نماید.

واژگـان کلـیدی: مدیریت ترافیک شهری، بحران جنگ، پدافند غیرعامل، تاب‌آوری زیرساخت، تخلیه اضطراری، شریان‌های حیاتی.

۱ - کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش مهندسی راه و ترابری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)

۱- مقدمه

در هزاره سوم، کلان‌شهرها به عنوان مراکز اصلی تمرکز جمعیت، ثروت و زیرساخت‌های حیاتی، نقشی کلیدی در پایداری ملی ایفا می‌کنند. در این میان، شبکه معابر و سیستم حمل‌ونقل شهری، به مثابه «شریان‌های حیاتی» یا نظام گردش خون شهر عمل می‌کنند که هرگونه اختلال در عملکرد آن‌ها، کل زیست‌بوم شهری را با مخاطره جدی مواجه می‌سازد. مدیریت ترافیک در شرایط عادی، فرآیندی پیچیده جهت بهینه‌سازی جریان عبور و مرور است؛ اما هنگامی که متغیرهای غیرمترقبه‌ای همچون «بحران‌های ناشی از جنگ» وارد این معادله می‌شوند، پارادایم‌های مدیریت شهری به طور کلی تغییر می‌یابند. حوادث ناشی از جنگ، اعم از حملات هوایی، تخریب زیرساخت‌های کلیدی (مانند پل‌ها و تقاطع‌های استراتژیک)، از کار افتادن سیستم‌های هوشمند کنترل ترافیک و قطع جریان انرژی، منجر به بروز پدیده‌هایی همچون «هراس ترافیکی» و انسداد مسیرهای امداد و نجات می‌گردد. در چنین شرایطی، تقاضای سفر برای تخلیه اضطراری جمعیت به طور ناگهانی جهش یافته و همزمان، ظرفیت شبکه به دلیل آسیب‌های فیزیکی کاهش می‌یابد. تجربیات تاریخی در مناقشات بین‌المللی نشان داده است که ناکارآمدی در مدیریت ترافیک شهری در ساعات اولیه بحران، نه تنها تلفات انسانی را به شدت افزایش می‌دهد، بلکه مانع از عملیات موضعی نیروهای دفاعی و امدادی نیز می‌گردد. با وجود پیشرفت‌های شگرف در مدل‌سازی ترافیک، اکثر الگوهای موجود بر مبنای شرایط پایدار و رفتارهای پیش‌بینی‌پذیر رانندگان طراحی شده‌اند. از این رو، خلاء پژوهشی محسوسی در زمینه تدوین الگوهای مدیریتی منطبق بر اصول «پدافند غیرعامل» در حوزه حمل‌ونقل شهری احساس می‌شود. مسئله اصلی این است که چگونه می‌توان با بهره‌گیری از استراتژی‌های جایگزین، شبکه‌ای تاب‌آور ایجاد کرد که حتی در صورت تخریب بخشی از زیرساخت‌ها، کارکرد اصلی خود را در انتقال جمعیت و خدمات حفظ کند. نوشتار حاضر با اتکا به روش توصیفی-تحلیلی و با رویکردی کتابخانه‌ای، در پی آن است مبانی نظری پدافند شهری، ابعاد مختلف مدیریت ترافیک در شرایط جنگی را واکاوی نماید. هدف این پژوهش، ارائه چارچوبی جامع برای مدیران شهری و سیاست‌گذاران حوزه امنیت ملی است تا آمادگی سیستم‌های حمل‌ونقل شهری را در مواجهه با تهدیدات نظامی ارتقا بخشیده و تاب‌آوری کالبدی و عملکردی شهر را در برابر بحران‌های ناشی از جنگ تضمین نمایند.

۲- ترافیک

چالش ترافیک با رشد تولید انواع خودرو از اواسط قرن بیستم شروع شد. با گذشت زمان در بسیاری از کشورها مشکلات حمل و نقل و ترافیک به یکی از چالش‌های مهم اجتماعی تبدیل شد. امروزه سهم قابل توجهی از سرمایه‌های ملی هر کشور در چالش ترافیک از بین می‌رود. فراهم آوردن یک سیستم حمل ونقل ایمن، ارزان و کارامد همواره از اهداف کلیدی سیاست‌های توسعه‌ای در بسیاری از کشورها است. برای تحقق این اهداف و کاهش معضل ترافیک، خیابان‌ها، جاده‌ها و بزرگراه‌های بیشتری ساخته شد، اما رشد تولید خودرو و همچنین رشد جمعیت، سبب شد که سیاست ساخت راه‌ها هم موفقیت آمیز نباشد و نتواند مشکلات را به طور کامل مرتفع کند (پان و همکاران، ۲۰۱۹).

رشد جمعیت و تعداد خودروها در شهرها و تنوع رفتارهای ترافیکی افراد باعث نوسان بالای جریان ترافیک در راه های درون شهری شده است. تغییرات این جریان در بزرگراه‌های شهری که کریدورهای اصلی حمل و نقل درون شهری محسوب می‌شوند از اهمیت زیادی برخوردار است و بر سایر معابر اطراف آن تأثیر گذار است. آگاهی از وضعیت آینده جریان ترافیک می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را در اختیار مسافران و سیستم مدیریت حمل و نقل قرار دهد. اطلاعات پیش بینی شده جریان می‌تواند به چالش‌های مختلفی از قبیل پیام‌های رادیویی، تابلوهای پیام متغیر و ... در اختیار مسافران قرار بگیرد. پیش بینی جریان ترافیک با دقت کافی، سبب تبدیل سیستم حمل و نقل هوشمند از حالت انفعالی به حالت قابل استفاده و کاربری تبدیل می‌شود (لئو و همکاران، ۲۰۱۹).

۱-۲- ترافیک شهری

ترافیک یک واژه شناخته شده بین المللی است و در قوانین به مجموعه عبور و مرور وسیله نقلیه و اشخاص و حیوانات در راه ها اطلاق می‌گردد. ترافیک از سه عامل تشکیل می‌شود این عوامل عبارتند از: انسان، راه، وسیله نقلیه. چنانچه هر یک از عوامل سه گانه نباشد اصولا مسئله ای بنام ترافیک وجود نخواهد داشت (فیر و همکاران، ۲۰۱۹). بر هم خوردن تعادل در ترافیک شهری به عدم هماهنگی میان این سه فاکتور در راه‌های شهری مربوط می‌شود، که این عدم هماهنگی می‌تواند به عوامل و شرایط مختلفی مربوط باشد، از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- عدم هماهنگی بین ظرفیت راه و تعداد وسیله نقلیه
- عدم هماهنگی بین شرایط راه و نوع وسیله نقلیه
- عدم هماهنگی بین زمان و تعداد استفاده کنندگان از وسیله نقلیه
- عدم هماهنگی بین تقاضای استفاده کنندگان از وسیله نقلیه خاص و شرایط مکانی و زمانی

در واقع هر گونه برهم خوردن تعادل بین سه عامل فوق باعث ایجاد معضل ترافیک می‌شود .

۲-۲- مدیریت ترافیک شهری

مدیریت تقاضای شهری روشی برای تأثیرگذاری روی رفتار حمل و نقلی و ترافیکیِ افراد، و تأمین گزینه های متعدد کاهش تقاضای واقعیِ سفر و یا کاهش تعداد خودروهای شخصیِ موجود در ناوگان حمل و نقلی است. تمرکز این استراتژی بر روی مدیریت تقاضای سفر در معادله ترافیکی است و مفهوم آن افزایش زیرساخت‌ها از طریق عریض کردن یا ساختن جاده های جدید نیست .مدیریت ترافیک شهری شبکه حمل و نقل را با درک این که در کجا فشار ترافیکی قرار دارد و پیش بینی اینکه در کدام منطقه ظرفیت اضافی برای انتقال این فشار وجود دارد، متعادل می‌سازد. این تغییر در فشار ترافیکی از طریق تغییر زمان، تغییر در مدل حمل و نقل و تغییر در مسیر توزیع می‌شود. تغییر رفتار مهم ترین کار و هدف در مدیریت تقاضای سفر است و برای نیل به این هدف از چهار اصلِ تغییر زمان، تغییر مدل، تغییر مسیر و کاهش ۱ استفاده می‌شود(چاوِهان و ونکاتارام، ۲۰۲۰).

۳- پدافند شهری و تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی

پدافند شهری مجموعه‌ای از اقدامات غیرمسلحانه است که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات و تجهیزات شهری در مقابل عملیات خصمانه و مخرب دشمن می‌گردد (موحدنیا، ۱۳۹۰). در فضای کالبدی شهرها، شبکه معابر و سیستم حمل‌ونقل به عنوان حساس‌ترین بخش زیرساختی شناخته می‌شوند؛ چرا که در زمان وقوع بحران‌های جنگی، کارکرد صحیح این شبکه ضامن تداوم حیات شهری و مدیریت صحیح تخلیه اضطراری است (جلالی، ۱۳۹۳).

اصول پدافند غیرعامل در مدیریت شهری بر مفاهیمی همچون «تمرکززدایی»، «موازی‌سازی» و «مقاوم‌سازی» استوار است. بر این اساس، طراحی شبکه ترافیکی باید به گونه‌ای باشد که با انهدام یک گره ترافیکی یا یک پل استراتژیک، کل سیستم دچار فروپاشی نگردد (زیاری و همکاران، ۱۳۹۵). در واقع، مدیریت ترافیک شهری در شرایط بحران ناشی از جنگ، مستلزم بهره‌گیری از معابر چندمنظوره و پیش‌بینی مسیرهای جایگزین برای عبور خودروهای امدادی است. طبق دیدگاه‌های موجود در پدافند کالبدی، شریان‌های حیاتی شهر باید علاوه بر ظرفیت جابه‌جایی روزانه، توانایی پاسخگویی به حجم عظیم تقاضا در زمان تخلیه جمعیت[1] را دارا باشند (حسینی و علی‌پور، ۱۳۹۸). علاوه بر ابعاد کالبدی، پدافند شهری در حوزه مدیریت ترافیک شامل «پایداری عملکردی» نیز می‌گردد. این امر به معنای حفظ کارایی سیستم‌های کنترل هوشمند ترافیک در برابر حملات سایبری و الکترونیکی است که در جنگ‌های نوین به شدت رایج است (رستمی، ۱۴۰۱). بنابراین، ایجاد یک شبکه کنترل ترافیک توزیع‌شده که وابسته به یک مرکز واحد نباشد، از اولویت‌های اصلی در برنامه‌ریزی ترافیک شهری با رویکرد دفاعی محسوب می‌شود.

۴- ابعاد مدیریت ترافیک شهری در شرایط جنگی و بحران‌های نظامی

مدیریت ترافیک در زمان جنگ، برخلاف شرایط عادی که بر مبنای «راحتی سفر» و «کاهش زمان سفر» استوار است، بر پایه «بقاء» و «تداوم خدمات حیاتی» شکل می‌گیرد. این مدیریت شامل ابعاد سه‌گانه زیر است:

۱. بعد کالبدی و زیرساختی[2]: این بعد بر حفظ هندسه معابر و زیرساخت‌های فیزیکی تمرکز دارد. در شرایط جنگی، انهدام پل‌ها و تقاطع‌های کلیدی منجر به قطع ارتباط محلات می‌گردد. بنابراین، «تنوع مسیرها» و وجود «مسیرهای جایگزین»[3] از الزامات پدافندی است (نادری و همکاران، ۱۳۹۹). مدیریت ترافیک در این بعد شامل شناسایی شریان‌های اصلی امداد و نجات و جداسازی آن‌ها از مسیرهای تخلیه اضطراری جمعیت است تا از تداخل عملکردی جلوگیری شود (فرزادبهتاش، ۱۳۹۲).

۲. بعد عملیاتی و تکنولوژیک[4]: با توجه به احتمال قطع برق و حملات سایبری به مرکز کنترل ترافیک، مدیریت عملیاتی باید از حالت «متمرکز» به «توزیع‌شده» تغییر یابد. در این راستا، بهره‌گیری از سیستم‌های ناوبری آفلاین و چراغ‌های راهنمایی مجهز به انرژی‌های تجدیدپذیر (خورشیدی) برای حفظ نظم تقاطع‌ها ضروری است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین، اولویت‌بندی عبور و مرور برای خودروهای حامل سوخت، مهمات و واحدهای درمانی، هسته اصلی مدیریت عملیاتی ترافیک در زمان نبرد محسوب می‌شود.

1 Mass Evacuation
2 Physical Dimension
3 Redundancy
4 Operational Dimension

۳. بعد انسانی و رفتاری[1] بحران‌های جنگی موجب بروز رفتارهای غیرعادی رانندگان مانند رانندگی پرخطر، حرکت در خلاف جهت و توقف‌های ناگهانی ناشی از هراس می‌گردد. مدیریت ترافیک در این بعد، نیازمند «سیستم‌های اطلاع‌رسانی تودهنی» و مدیریت روانی رانندگان است تا از انسداد خودخواسته معابر جلوگیری شود (شکیبامنش و همکاران، ۱۳۹۴). آموزش‌های پیش‌دستانه به شهروندان درباره نقشه‌های تخلیه امن، فشار بر شبکه ترافیکی را در لحظات اولیه وقوع حادثه کاهش می‌دهد.

۵- واکاوی انواع تهدیدات جنگی مؤثر بر شبکه ترافیک شهری

تهدیدات ناشی از مناقشات نظامی بر سیستم حمل‌ونقل شهری، ماهیتی چندوجهی دارند که فراتر از تخریب‌های فیزیکی ساده است. این تهدیدات را می‌توان در دسته‌بندی‌های زیر تحلیل کرد:

۱. انهدام زیرساخت‌های کلیدی و گلوگاه‌های ترافیکی: در جنگ‌های نوین، پل‌ها، تونل‌ها و تقاطع‌های غیرهمسطح به عنوان اهداف استراتژیک جهت قطع ارتباطات دفاعی و لجستیکی شناخته می‌شوند. انهدام یک پل حیاتی نه تنها منجر به قطع مسیر می‌گردد، بلکه با ایجاد «گره‌های کور ترافیکی» در معابر پیرامونی، کل شبکه را دچار فلج عملکردی می‌کند (کریمی و احمدی، ۱۴۰۰). این نوع تهدید، ظرفیت شبکه را به صورت ناگهانی کاهش داده و مسیرهای جایگزین را با بار ترافیکی بیش از حد مواجه می‌سازد.

۲. انسداد معابر ناشی از ریزش آوار و موانع فیزیکی: حملات موشکی و هوایی به بافت‌های متراکم شهری، منجر به ریزش ساختمان‌ها و تجمع حجم عظیمی از آوار در سطح معابر می‌گردد. انسداد ناشی از آوار از حرکت خودروهای امدادی و آتش‌نشانی شده و عملاً محلات را به بن‌بست‌های ایزوله تبدیل می‌کند (وحیدی، ۱۳۹۶). علاوه بر آوار، رها شدن خودروهای سوخته یا آسیب‌دیده در معابر اصلی توسط شهروندان در حال فرار، از دیگر عوامل فیزیکی انسداد مسیر در زمان جنگ است.

۳. اختلال در سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل (ITS) و جنگ الکترونیک: یکی از جدی‌ترین تهدیدات در جنگ‌های هیبریدی، از کار افتادن یا هدایت غلط سیستم‌های کنترل ترافیک است. حملات سایبری به مرکز کنترل ترافیک، منجر به اختلال در زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی و از کار افتادن دوربین‌های نظارتی می‌گردد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین، ایجاد پارازیت بر روی سیگنال‌های GPS باعث گمراهی رانندگان و سیستم‌های ناوبری شده و در نتیجه، مدیریت متمرکز ترافیک توسط اتاق‌های بحران شهرداری غیرممکن می‌شود.

٤. تهدیدات ناشی از عوامل شیمیایی، میکروبی و هسته‌ای (CBRN): اگرچه این تهدیدات کمتر متداول هستند، اما وقوع آن‌ها منجر به مسدودسازی اجباری بخش‌های وسیعی از شبکه معابر[2] به منظور قرنطینه و رفع آلودگی می‌گردد. در این شرایط، مدیریت ترافیک باید بر مبنای «دورسازی ترافیک» از مناطق آلوده و هدایت آن به کریدورهای پاک ایمن استوار باشد (رضایی، ۱۴۰۲).

۶- تحلیل چالش‌های مدیریت ترافیک در شرایط بحران و حوادث ناشی از جنگ

بخش اول: اولویت‌بندی معابر و شناسایی شریان‌های حیاتی[3] در شرایط جنگی، شبکه معابر شهری با تضاد منافع میان کاربران مختلف روبروست. از یک سو، نیروهای نظامی و امدادی نیازمند معابر باز جهت جابه‌جایی سریع هستند و از سوی دیگر، حجم عظیم جمعیت غیرنظامی در حال فرار، ظرفیت شبکه را پر می‌کند. اولویت‌بندی معابر در این شرایط بر مبنای «سلسله‌مراتب عملکردی پدافندی» انجام می‌شود. شریان‌های حیاتی باید به گونه‌ای شناسایی و ایزوله شوند که دسترسی به مراکز حساس (مانند پادگان‌ها، بیمارستان‌ها و انبارهای آذوقه) تحت هیچ شرایطی قطع نگردد (قربانی و همکاران، ۱۳۹۹). طبق نظریه «شبکه‌های تاب‌آور»، مدیریت ترافیک باید با استفاده از جداسازهای فیزیکی یا نظارت دقیق، کریدورهای ویژه‌ای را صرفاً برای تردد واحدهای واکنش سریع اختصاص دهد تا از تداخل با جریان ترافیک عمومی جلوگیری شود (ابراهیمی، ۱۳۹۵).

بخش دوم: مدیریت تقاضای سفر و تحلیل رفتار شهروندان (هراس ترافیکی): یکی از پیچیده‌ترین چالش‌های مدیریت ترافیک در زمان جنگ، غیرقابل‌پیش‌بینی بودن رفتار انسانی است. پدیده «هراس ترافیکی» باعث می‌شود رانندگان با نادیده گرفتن قوانین (مانند حرکت در شانه خاکی یا خلاف جهت)، موجب قفل‌شدگی کامل شبکه شوند. در فرآیند «تخلیه اضطراری تودهنی»[4]، تقاضای سفر به طور ناگهانی چندین برابر ظرفیت معابر خروجی شهر می‌شود (هاشمی، ۱۳۹۷). مدیریت تقاضا در این وضعیت، دیگر با ابزارهای قیمتی (مثل عوارض) ممکن نیست؛ بلکه نیازمند مدیریت روانی و اطلاع‌رسانی لحظه‌ای است. عدم مدیریت

1 Human Behavior Dimension
2 Area Denial
3 Vital Arteries
4 Mass Evacuation

صحیح این تقاضا، بزرگراه‌ها را به پارکینگ‌های بزرگی تبدیل می‌کند که خود به هدفی سهل برای حملات هوایی تبدیل می‌شوند (شکیبامنش، ۱۳۹۶).

بخش سوم: آسیب‌پذیری زیرساخت‌های هوشمند و چالش قطع پایدار انرژی: سیستم‌های نوین مدیریت ترافیک (ITS) وابستگی شدیدی به شبکه برق شهری و زیرساخت‌های مخابراتی دارند. در حوادث جنگی، قطع برق منجر به خاموشی چراغ‌های راهنمایی در تقاطع‌های کلیدی شده و هرج‌ومرج ترافیکی را دوچندان می‌کند. همچنین، تخریب دکل‌های مخابراتی یا حملات سایبری، امکان نظارت تصویری از طریق دوربین‌ها را از مدیریت شهری سلب می‌نماید (کریمی، ۱۴۰۱). آسیب‌پذیری این تجهیزات هوشمند نشان می‌دهد که در برنامه‌ریزی‌های پدافندی، باید «سیستم‌های کنترل آنالوگ» و حضور فیزیکی پلیس راهور به عنوان پشتیبان پیش‌بینی شود. در واقع، وابستگی بیش از حد به تکنولوژی در زمان جنگ، می‌تواند به پاشنه آشیل مدیریت ترافیک تبدیل گردد (صالحی، ۱۳۹۹).

۷- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف واکاوی ابعاد مدیریت ترافیک شهری در شرایط بحران‌های ناشی از جنگ، نشان داد که شبکه حمل‌ونقل شهری در زمان نبرد، فراتر از یک زیرساخت فیزیکی، به عنوان یک ابزار دفاعی استراتژیک عمل می‌کند. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که مدل‌های سنتی مدیریت ترافیک که بر پایه «بهینه‌سازی زمان سفر» بنا شده‌اند، در مواجهه با متغیرهای بحرانی همچون تخریب گلوگاه‌ها و هراس جمعی شهروندان، کارایی خود را از دست می‌دهند. در واقع، مدیریت ترافیک در شرایط جنگی باید بر سه رکن اصلی «تاب‌آوری کالبدی»، «تداوم عملکردی» و «مدیریت رفتار تودهنی» استوار باشد (عسگری و همکاران، ۱۴۰۱). نتایج این مطالعه کتابخانه‌ای تایید می‌کند که انهدام زیرساخت‌های هوشمند و قطع جریان انرژی، بزرگترین تهدید برای شهرهای مدرن در زمان جنگ است. لذا، اتکای مطلق به سیستم‌های ITS بدون پیش‌بینی پروتکل‌های جایگزین آنالوگ، آسیب‌پذیری شهر را به شدت افزایش می‌دهد. همچنین، شناسایی و اولویت‌بندی «شریان‌های حیاتی» از منظر پدافند غیرعامل، کلید موفقیت در عملیات امداد و نجات و تخلیه اضطراری است (اکبری، ۱۳۹۸). عدم تفکیک مسیرهای لجستیک نظامی از مسیرهای تخلیه جمعیت، منجر به انسدادهای خودخواسته و افزایش تلفات انسانی می‌گردد. در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت که مدیریت موفق ترافیک در زمان بحران‌های نظامی، نیازمند یک نگاه «یکپارچه و پیش‌دستانه» است. این مدیریت تنها به زمان وقوع حادثه محدود نمی‌شود، بلکه باید در زمان صلح و از طریق طراحی هندسی معابر با رویکرد پدافندی، مقاوم‌سازی پل‌های استراتژیک و آموزش الگوهای تخلیه امن به شهروندان شکل بگیرد (پورموسوی و همکاران، ۱۳۹۶). ترویج فرهنگ «انضباط ترافیکی در بحران» و ایجاد شبکه‌های موازی و جایگزین، می‌تواند پایداری ملی را در برابر تهدیدات خارجی به طور چشمگیری ارتقا بخشد.

منابع

۱) ابراهیمی، ق. (۱۳۹۵). شناسایی و اولویت‌بندی شریان‌های حیاتی شهری در پدافند غیرعامل با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتب. فصلنامه پژوهش‌های انتظام اجتماعی، ۸(۲)، ۱۱۳-۱۳۰.

۲) اکبری، ر. (۱۳۹۸). ارزیابی شاخص‌های تاب‌آوری شریان‌های حیاتی حمل‌ونقل در پدافند شهری. فصلنامه پژوهش‌های مدیریت بحران، ۱۱(۱)، ۵۵-۷۲.

۳) پورموسوی، م.، تقوایی، م.، و رضایی، ن. (۱۳۹۶). تحلیل نقش برنامه‌ریزی شهری در کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها در برابر تهدیدات نظامی. تهران: انتشارات سمت.

۴) جلالی، غ. (۱۳۹۳). پدافند غیرعامل و مدیریت بحران شهری. تهران: انتشارات سازمان پدافند غیرعامل کشور.

۵) حسینی، س. ب.، و علی‌پور، م. (۱۳۹۸). مدیریت ترافیک و نقش شریان‌های حیاتی در تاب‌آوری شهری در زمان بحران. فصلنامه علمی پدافند غیرعامل، ۱۰(۴)، ۴۵-۵۸.

۶) رستمی، ا. (۱۴۰۱). تحلیل تهدیدات نوین سایبری در زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند شهری. مجله مدیریت شهری و روستایی، ۲۱(۶۷)، ۱۲-۲۹.

۷) رضایی، ف. (۱۴۰۲). مدیریت حمل‌ونقل شهری در مواجهه با تهدیدات نوین و عوامل پرخطر. فصلنامه دانش انتظامی، ۲۵(۱)، ۱۲۰-۱۰۲.

۸) زیاری، ک.، پرهیز، ف.، و شرفی، س. (۱۳۹۵). اصول و معیارهای برنامه‌ریزی شهری از دیدگاه پدافند غیرعامل. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۹) شکیبامنش، ا. (۱۳۹۶). تحلیل الگوهای رفتاری شهروندان در زمان تخلیه اضطراری کلان‌شهرها. تهران: انتشارات دانشگاه هنر.

۱۰) شکیبامنش، ا.، هاشمی، س.، و قربانی، م. (۱۳۹۴). شبیه‌سازی رفتار عابران و رانندگان در فرآیند تخلیه اضطراری با استفاده از مدل‌سازی چندعامله. فصلنامه مدیریت بحران، ۴(۲)، ۸۹-۱۰۴.
۱۱) صالحی، ا.، مطهری، م.، و رحیمی، ح. (۱۳۹۷). بررسی پایداری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS) در مواجهه با تهدیدات الکترونیکی. نشریه علمی مهندسی ترافیک، ۱۷(۳)، ۲۲-۳۵.
۱۲) صالحی، م. (۱۳۹۹). تاب‌آوری زیرساخت‌های هوشمند شهری در برابر تهدیدات نوین الکترومغناطیسی. مجله پدافند الکترونیکی و سایبری، ۸(۱)، ۴۵-۶۲.
۱۳) عسگری، ع.، ملک‌پور، م.، و نصیری، ا. (۱۴۰۱). تدوین الگوی مدیریت جامع حمل‌ونقل کلان‌شهرها در شرایط اضطراری. مجله علمی پدافند غیرعامل و توسعه پایدار، ۴(۳)، ۱۲-۳۰
۱۴) فرزادبهتاش، ف. (۱۳۹۲). ارزیابی تاب‌آوری زیرساخت‌های حمل‌ونقل شهری در برابر حملات نظامی (مطالعه موردی: کلان‌شهر تبریز). مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱۷(۴)، ۶۷-۸۸.
۱۵) قربانی، س.، مهدوی، آ.، و کاظمی، ر. (۱۳۹۹). مدل‌سازی تخصیص مسیر در شبکه‌های حمل‌ونقل شهری تحت شرایط بحران نظامی. نشریه علمی مهندسی حمل‌ونقل، ۱۱(۴)، ۸۸-۱۰۵.
۱۶) کریمی، ح. (۱۴۰۱). ارزیابی آسیب‌پذیری سیستم‌های ITS در جنگ‌های هیبریدی و راهکارهای مقابله. تهران: مرکز پژوهش‌های پدافند غیرعامل.
۱۷) کریمی، م.، و احمدی، س. (۱۴۰۰). ارزیابی آسیب‌پذیری پل‌های شهری در برابر انفجار و اثرات آن بر جریان ترافیک. نشریه مهندسی زیرساخت‌های حمل‌ونقل، ۶(۲)، ۱۵-۳۰.
۱۸) محمدی، ع.، حسینی، م.، و مرادی، ز. (۱۳۹۸). امنیت فضای مجازی در زیرساخت‌های شهر هوشمند: چالش‌ها و راهکارها در پدافند غیرعامل. تهران: انتشارات یزدا
۱۹) موحدنیا، ج. (۱۳۹۰). اصول و مبانی پدافند غیرعامل. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
۲۰) نادری، ک.، و زارعی، م. (۱۳۹۹). اصول طراحی هندسی معابر با رویکرد پدافند غیرعامل در شرایط جنگ‌های نوین. تهران: انتشارات دانشگاه دفاع ملی.
۲۱) نوروزی، م. (۱۴۰۰). تکنیک‌های نوین تخلیه اضطراری جمعیت در سناریوهای جنگ شهری. تهران: انتشارات دانشگاه امام حسین (ع).
۲۲) هاشمی، م. (۱۳۹۷). روان‌شناسی ترافیک در شرایط بحران: بررسی پدیده هراس جمعی در بزرگراه‌ها. فصلنامه علمی دانش انتظامی، ۲۰(۳)، ۱۵-۳۴.
۲۳) وحیدی، ر. (۱۳۹۶). مدیریت آوار ناشی از بحران در شبکه‌های ارتباطی شهری*. اصفهان: انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

24) Chavhan and P. Venkataram, (2020) "Prediction based traffic management in a metropolitan area," Journal of traffic and transportation engineering (English edition), vol. 7, no. 4, pp. 447-466.
25) Dudukcu, M. Taskiran, Z. G. C. Taskiran, and T. Yildirim, (2023) "Temporal Convolutional Networks with RNN approach for chaotic time series prediction," Applied Soft Computing, vol. 133, p. 109945.
26) Fiore, A. Florea, and G. Pérez Lechuga, (2019) "An Interdisciplinary Review of Smart Vehicular Traffic and Its Applications and Challenges," Journal of Sensor and Actuator Networks, vol. 8, no. 1, p. 13.
27) Luo et al.,(2019) "Short-term traffic flow prediction based on least square support vector machine with hybrid optimization algorithm," Neural processing letters, vol. 50, no. 3, pp. 2305-2322.
28) Pan, Y. Liang, W. Wang, Y. Yu, Y. Zheng, and J. Zhang, (2019) "Urban traffic prediction from spatio-temporal data using deep meta learning," in Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining, pp. 1720-1730.