صص ۱۴۸-۱۲۹

ارزیابی پدافند غیرعامل مبتنی بر سیستم حمل‌ونقل شهری (مطالعه موردی: منطقه شرق اصفهان)

شیوا سرتیاک
دانشجوی دکتری مدیریت محیطزیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
مژگان زعیم دار*
استادیار گروه مهندسی محیطزیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
امیر مسعود رحیمی
دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
سید علی جوزی
استاد گروه مهندسی محیطزیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
حمیدرضا خالدی
استادیار گروه کشاورزی، دانشکده فنی و مهندسی، واحد یادگار امام (ره)، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۵/۲۱

چکیده

در این پژوهش به ارزیابی نقش پدافند غیرعامل در سیستم حمل‌ونقل شهری پرداخته شد. مطالعه موردی پژوهش روی منطقه شرق شهر اصفهان تدوین شد؛ سپس وضعیت برخی از مراکز حساس و مهم در شهر اصفهان با مدل‌سازی شبکه حمل‌ونقل در نرم‌افزار ترنسکد بررسی و مسیرهای مناسب جهت تخلیه افراد در زمان بحران معرفی شد. خروجی‌های در نظر گرفته شده با استفاده از اصول پدافند غیرعامل ازلحاظ شیب، آتش‌نشانی، بیمارستان و گسل مورد بررسی قرار گرفت. از چهار مسیر خروجی در نظر گرفته شده در شرق اصفهان؛ جاده ورزنه، جاده قهجاورستان و جاده فرودگاه، شیب بالای ۸ درصد داشتند که ازلحاظ مدیریت شهری در زمان بحران وسایل نقلیه امدادی نمی‌توانند نقش خود را به‌خوبی ایفا کنند. ازلحاظ ایستگاه‌های آتش‌نشانی هم خروجی‌های ذکرشده، فاقد معیار موردنظر است. بیمارستان‌های اطراف مسیرهای اضطراری مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد تمامی مسیرهای اضطراری در نظر گرفته شده از این منظر دارای شرایط مناسبی است. تنها مسیر خروجی در شرق اصفهان که وضعیت نسبتاً بهتری نسبت به سه مسیر دیگر دارد، مسیر خروجی جاده نائین (۳۶۵۷) است. همچنین مشخص شد منطقه شرق اصفهان ازلحاظ پدافند غیرعامل در موقعیت خوبی قرار ندارد. مسیرهای در نظر گرفته شده از نظر شاخص‌های آلودگی هوا، منتشره از سیستم حمل‌ونقل شهری نظیر HC،NOx،CO نیز بررسی شدند. در آخر، راهکارهای مناسب پدافند غیرعامل در حوزه حمل‌ونقل شهری ارائه شد.

واژگان کلیدی: **حمل‌ونقل شهری، بحران، پدافند غیرعامل.**

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۵۵۰۹۳۷۰ Email: Zaeimdar.1398@yahoo.com

مقدمه

امروزه پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی مدیریت بحران شهری رویکرد نوینی به شمار می‌آید که ماهیت وجودی آن بر کاهش آثار بحران با استفاده از روش‌های غیرنظامی استوار است؛ بنابراین توجه مدیران و مسئولان هر جامعه‌ای به طرح‌های پدافند غیرعامل زمینه‌های لازم را برای پیشبرد این‌رویکرد نوین جهت ارتقای مفهوم ایمنی و امنیت شهری فراهم می‌کند (Brandon, 2011). رویکرد اولیه در برخورد با حوادث و بلایای طبیعی، این است که هزینه‌های مستقیم تحمیل شده ناشی از اثرات این حوادث را با پدافند غیرعامل به حداقل رساند (رهگذر و همکاران، ۱۳۹۷، ۵۲). پدافند غیرعامل به تمام اصول و اقدامات غیرنظامی گفته می‌شود که با بهره‌گیری از آن‌ها، از وارد شدن خسارت‌های مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات مالی و جانی جلوگیری می‌شود یا میزان آن به حداقل می‌رسد (تقوایی و همکاران، ۱۳۹۱، ۱۰۳-۱۰۲).

به عبارت دیگر، هر اقدام غیرمسلحانه‌ای که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان‌های کشور در مقابل عملیات خصمانه و مخرب دشمن گردد پدافند غیرعامل خوانده می‌شود (کاظمی و تبریزی، ۱۳۹۴، ۱۵).

بدون شک چنین اقداماتی برای مقابله با تهدید خطرات (به‌ویژه در زمان بحران)، به‌تنهایی مؤثر نیستند. در حقیقت می‌توان گفت تخلیه یکی از مهم‌ترین اقدامات مدیریتی جهت کاهش آثار منفی بحران است. از ویژگی‌های تخلیه می‌توان به افزایش ناگهانی تقاضای سفر در دوره زمانی کوتاه، رفتار متفاوت و تغییرات در عرضه عادی شبکه اشاره نمود (رهگذر و همکاران، ۱۳۹۷، ۵۲). با پیچیده‌تر شدن مسائل شهری، افزایش فزاینده جمعیت، تنوع و کثرت نیازها و احتیاجات، نمی‌توان شهرها را به حال خود رها کرد تا خودشان از طریق برآیند عوامل مؤثر شکل گیرند و به حیاتشان ادامه دهند. پس از پایان جنگ جهانی دوم، در بسیاری از کشورهای جهان؛ پدافند غیرعامل به‌عنوان راهکار غیرمسلحانه در جهت کاهش آسیب‌پذیری تأسیسات شهری، تجهیزات زیربنایی و نیروی انسانی مطرح و مورد توجه قرارگرفته است (حسینی امینی و همکاران، ۱۳۹۶، ۲۸۰).

حمل‌ونقل شهری به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های زیرساختی پیش روی کلان‌شهرها شناخته شده است. ناکارآمدی سیستم حمل‌ونقل شهری عوارض جدی محیطی مانند آلودگی هوا و پیامدهای منفی اجتماعی و اقتصادی را به دنبال خواهد داشت. از این‌رو یکی از مهم‌ترین مسائل پیش روی کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، تأمین حمل‌ونقل ایمن و کاراست. از آنجا که پدافند غیرعامل بحث مهمی در مدیریت شهری است بنابراین ضروری است که ارزیابی آن برای اولین بار مبتنی بر سیستم حمل‌ونقل انجام گیرد (محمدی، ۱۳۹۶، ۱۵).

مدیریت بحران فرایند پیش‌بینی و آمادگی قبلی برای رویارویی، مقابله، کنترل و هدایت عوامل و رویدادها و مجموعه اقداماتی است که قبل از وقوع، در حین وقوع و بعد از وقوع سانحه جهت کاهش هر چه بیشتر آثار و عوارض آن انجام می‌گیرد (قائد رحمتی، حاج نبیان، ۱۳۹۰، ۱۴).

استان اصفهان با مساحت ۱۰۶۱۷۹ کیلومترمربع حدود ۶/۲۵ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است و از نظر وسعت دارای مقام پنجم کشور بوده و با هشت استان هم‌مرز است. از شمال به استان‌های قم، مرکزی و سمنان، از جنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویر احمد، از شرق به استان یزد و از غرب به استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری محدود می‌شود. شهر اصفهان در مرکز این استان بعد از تهران و مشهد، سومین شهر بزرگ ایران محسوب می‌شود (رفیعی دهکردی، ۱۳۹۶، ۸۷). هدف از انجام این مطالعه ارزیابی پدافند غیرعامل مبتنی بر سیستم حمل‌ونقل شهری است و مطالعه موردی آن، منطقه شرق اصفهان است.

مبانی نظری

شالوده مدیریت شهری عبارت است از عهده‌دار شدن نقشی فعال در توسعه، مدیریت و هماهنگ سازی منابع برای دستیابی به اهداف توسعه شهری. دانش مدیریت بحران شهری به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها اطلاق می‌شود که در طول و بعد از بحران موجب کاهش حوادث و آسیب‌پذیری‌هایی می‌شود که در ارتباط با موضوعات برنامه‌ریزی، مدیریت شهری و جغرافیا است. در این راستا، سازمان‌های اداری و سازمان‌های مربوط به بحران نقش تعیین کننده در واپایش و مدیریت بحران کشور دارند (سعیدی، ۱۳۸۸، ۱۳۳–۱۳۱). پدافند غیرعامل از مهم‌ترین رویکردها و راهبردها در حوزه مدیریت بحران شهری است؛ ایمنی و امنیت از دیرباز تاکنون در برنامه‌ریزی و مدیریت سکونتگاه‌های شهری مورد توجه بوده است (حسینی امینی و همکاران، ۲۸۱،۱۳۹۶).

در مدیریت بحران شهری، پدافند غیرعامل به‌عنوان یک عامل باز دارنده؛ مجموعه‌ای از برنامه‌ریزی، طرح و فرایندی است که آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدها را کاهش داده است (پریزادی و حسینی امینی، ۱۹۴، ۱۳۸۹).

در یک شهر خوب، ابعاد اصلی نظام‌های دسترسی مطابق با الگوهای پدافند غیرعامل و بحران‌ها باید در زمان دفاع منطبق با استانداردها رعایت گردد. برنامه‌ریزی و طراحی دقیق در سطح شهرها، تعیین نقاط آسیب‌پذیر، پهنه‌بندی مناطق مخاطره‌آمیز در شهرها و تقویت سازمان‌های دخیل در مدیریت بحران و امنیت می‌تواند در پایداری شهرها در برابر ناامنی بسیار مؤثر باشد (Recchia, 2005: 34).

برنامه‌ریزی مدیریت بحران در حوزه مدیریت شهری کلان‌شهرهای امروزی با در نظر گرفتن اصول پدافند غیرعامل جزء ضروری‌ترین نیازهای برنامه‌ریزی شهرهاست که می‌تواند خسارات ناشی از وقوع بحران‌ها و بلایای طبیعی را کاهش دهد (مدیری و همکاران، ۵، ۱۳۹۴). ساختار پدافند غیرعامل احتمال وقوع یک بحران و حادثه را کاهش نمی‌دهد، بلکه میزان آسیب به عناصر در معرض خطر را کاهش می‌دهد ((Eckert, 2008. در اواخر دهه ۱۹۷۰ میلادی، مطالعات شبیه‌سازی جهت آنالیز و ارزیابی برنامه‌های تخلیه اورژانسی آغاز شد.

نجف نژاد و همکاران (۲۰۱۹)، مقاله‌ای تحت عنوان نقش پدافند غیرعامل در مدیریت بحران شهری از دیدگاه مدیران شهری با هدف تعیین نقش پدافند غیرعامل در مدیریت بحران شهری از دیدگاه کارشناسان و مدیران شهری منطقه ۵ شهرداری تهران به چاپ رسانده‌اند.

استاد علی عسکری و همکاران (۲۰۱۸)، مقاله‌ای تحت عنوان تجزیه و تحلیل شبکه شهری و آسیب‌شناسی در بافت مرکزی کلان‌شهر مشهد از دیدگاه پدافند غیرعامل به چاپ رساندند. بررسی‌ها حاکی از وجود شبکه شهری ناکارآمد و سطح آسیب‌پذیری بالای منطقه مورد مطالعه از نظر پدافند غیرعامل است.

مقاله‌ای تحت عنوان یک رویکرد تحلیلی به مسئله پدافند غیرعامل در ارتباط با حفاظت از عناصر شهری توسط اقتدار بختیاری و بغدادی (۲۰۱۴)، به چاپ رسیده است.

سیگرید جانسون و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهشی با عنوان یک مدل مسیریابی احتمالی سه مرحله‌ای برای برنامه‌ریزی مدیریت بحران با رویکرد برنامه‌ریزی احتمالی به معرفی یک مدل سه مرحله‌ای برای مسیریابی در شرایط بحرانی می‌پردازند.

مرکز تحقیقات راه‌های آمریکا در یکی از مجموعه راهنماهای خود که با نام NCHRP منتشر می‌شود، به بررسی استفاده از حمل‌ونقل برای تخلیه اضطراری در تمام بخش‌ها می‌پردازد. در گزارش ۷۴۰ از این مجموعه که توسط ویکتوریا آریو و همکاران (۲۰۱۳) تهیه شده است، محققین سعی دارند تا با ارائه برنامه و الگویی سازمان یافته، روند صحیح تخلیه اضطراری را مشخص و مقررات لازم مربوط به هر مورد را تدوین نمایند.

رهگذر و همکاران (۱۳۹۷)، مقاله‌ای تحت عنوان اولویت‌بندی نقش پل‌ها در شبکهٔ معابر شهری از منظر مدیریت بحران در زمان تخلیه در شهر اصفهان به چاپ رساندند. هدف از انجام این مطالعه اولویت‌بندی پل‌های شهر اصفهان ازلحاظ تغییر زمان سفر کل شبکه است.

نقش شبکه‌های ارتباطی در امدادرسانی:

از نظر شهرسازی، راه‌ها و شبکه‌های ارتباطی مهم‌ترین و حساس‌ترین فضای عمومی یک شهر را تشکیل می‌دهند، زیرا علاوه بر این‌که درصد زیادی از اراضی شهری را به خود اختصاص می‌دهند، عنصر شکل‌دهنده شهر و محل اتصال فضاها و عناصر شهری هستند. شبکه معابر و عناصر وابسته به آن از دیدگاه شهرسازی یکی از کاربری‌های عمده هستند که تأثیرگذار بر کاربری‌های دیگر و از طرفی تأثیرپذیر از آن‌ها هستند. از این‌رو طبقه‌بندی شبکه معابر درون‌شهری، زیرساخت طرح‌های تفصیلی است و هنگام تهیه طرح تفصیلی این رده‌بندی تا جای ممکن باید رعایت گردد (کامران و همکاران، ۱۳۹۱، ۸). در مواقع بحران، شبکه حمل‌ونقل می‌تواند کمک زیادی در مدیریت بحران داشته باشد. از جمله این عملکردهای شبکه حمل‌ونقل می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: (رهگذر و همکاران، ۱۳۹۷، ۵۲).

- تخلیه اضطراری شهروندان از منطقه تحت تأثیر بحران

- انتقال افراد آسیب‌دیده به مراکز امدادی
- شناسایی مسیرهای ایمن و مطمئن برای اورژانس، آتش‌نشانی، پلیس و سایر نیروهای امدادی- خدماتی

در جدول (۱) بحران‌های محتمل در شهر اصفهان که مدیریت آن‌ها نیازمند بررسی شبکه حمل‌ونقل است، آورده شده است. در این جدول، بحران‌ها بر اساس نقشی که شبکه حمل‌ونقل در هنگام وقوع ایفا می‌کند معرفی شده‌اند:

جدول ۱: بحران‌های محتمل در شهر اصفهان و نقش شبکه حمل‌ونقل در آن‌ها

ردیف	عنوان بحران	نقش شبکه حمل‌ونقل
۱	سیل	امدادرسانی- تخلیه
۲	زلزله	امدادرسانی- تخلیه- دسترسی به مراکز درمانی
۳	رانش زمین	امدادرسانی و تخلیه
۴	نشست زمین	امدادرسانی و تخلیه
۵	سرما و یخبندان	امدادرسانی- دسترسی به مراکز درمانی
۶	آلودگی منابع آب	امدادرسانی- دسترسی به مراکز درمانی
۷	بیماری‌های اپیدمی	امدادرسانی- دسترسی به مراکز درمانی
۸	حوادث شهری- آتش‌سوزی	امدادرسانی- تخلیه- دسترسی به مراکز درمانی
۹	حوادث شیمیایی و هسته‌ای	امدادرسانی- دسترسی به مراکز درمانی
۱۰	کولاک و بهمن	امدادرسانی- دسترسی به مراکز درمانی
۱۱	حوادث تروریستی	امدادرسانی- تخلیه- دسترسی به مراکز درمانی

مأخذ: رهگذر و همکاران (۱۳۹۷)

روش پژوهش

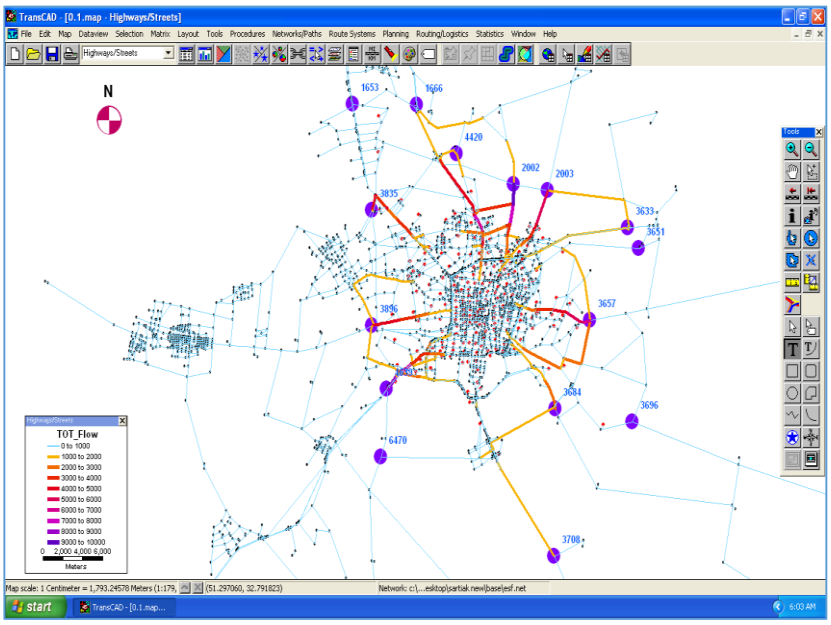
پژوهش حاضر، از نظر روش توصیفی و تحلیلی و از نظر هدف کاربردی- توسعه‌ای است. در این پژوهش بر اساس مدل‌سازی شبکه حمل‌ونقل در نرم‌افزار تخصصی ترنسکد، روشی برای اولویت‌بندی نقش راه‌ها در شبکه معابر شهری از منظر پدافند غیرعامل در زمان تخلیه پیشنهاد شده است. به همین سبب از زمان سفر کل شبکه به‌عنوان معیاری برای تعیین بهره‌وری و کارایی شبکه حمل‌ونقل استفاده شده است. با در نظر گرفتن ۵ سناریو بر اساس درصد جمعیت تخلیه کننده، ماتریس تقاضا برای شرایط تخلیه شبکه حمل‌ونقل اصفهان به دست آمد. سپس با استفاده از نرم‌افزار ترنسکد تخصیص ترافیک انجام گرفت و مطابق روند ذکر شده، مسیرهای تعیین شده؛ به ترتیب از شبکه حذف شده و فرایند تخصیص صورت گرفت. جهت تعیین جمعیتی که در هر ساعت سفر خروج از شهر را انجام می‌دهند، درصدی از جمعیت شهر در نظر گرفته می‌شود. در این پژوهش مقادیر ۰,۱ و ۰,۳ و ۰,۵ از جمعیت هر ناحیه در نظر گرفته شده است. با توجه به اطلاعات آمارگیری نفوس و مسکن سال ۹۵ متوسط جمعیت خانوار در مناطق شهری حدوداً ۳/۳ نفر است (سرشماری عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۹۵).

نرم‌افزار ترنسکد:

نرم‌افزار Trans CAD یک نرم‌افزار مکان مبنا است که فرایند مدل‌های چهار مرحله‌ای برنامه‌ریزی حمل‌ونقل را انجام می‌دهد. سفرها از نواحی شروع سفر داخل نرم‌افزار بارگذاری می‌گردند و نرم‌افزار حجم ترافیک و زمان سفر شبکه معابر را بر اساس سفرها محاسبه می‌کند (رهگذر و همکاران،۱۳۹۷، ۶۲).

مدل‌سازی شبکه حمل‌ونقل

شبکه‌های حمل و نقل معمولاً دارای دولایه هستند یکی لایه گره‌ها و دیگری لایه کمان‌ها. لایه گره‌ها شامل تقاطع‌ها و مراکز نواحی ترافیکی (به‌عنوان تولید کننده و جذب کننده عمده سفرها) و لایه کمان‌ها شامل مسیرهای عبور دهنده جریان ترافیکی بین گره‌ها هستند. شبکه حمل‌ونقل شهر اصفهان نیز مطابق آنچه ذکر شد شامل دولایه است و شمای کلی این شبکه در شکل ۱ مشاهده می‌شود.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱: شمای کلی شبکه حمل‌ونقل مدل‌سازی شده شهر اصفهان در وضعیت پایه برحسب جریان کل کمان‌ها

سناریوهای مورد ارزیابی

در این پژوهش به مدل‌سازی شبکه حمل‌ونقل شهر اصفهان بر اساس سناریوهای تعریف شده در نرم‌افزار ترنسکد پرداخته شد. بر اساس اصول پدافند غیرعامل، برای هر خروجی مسیرهای اصلی منتهی به آن از نظر عملکردی از شبکه حذف شده و فرآیند تخصیص برای ماتریس‌های سه گانه ۱۰،۳۰ و ۵۰ درصدی اجرا شده است. این سناریوها به‌اختصار به نام همان خروجی که از شبکه حذف شده نام‌گذاری شده‌اند. در سناریوهای بعدی تأثیر حذف خروجی‌هایی که از منظر

معیارهای پدافند غیرعامل نامناسبند بررسی شده است؛ این سناریوها شامل سناریوی حذف خروجی‌های نامناسب از منظر فاصله تا ایستگاه آتش‌نشانی و بیمارستان، خروجی‌های دارای شیب نامناسب و بررسی وضعیت گسل‌ها و همچنین حذف خروجی‌های شرق اصفهان خواهد بود (جدول ۲).

جدول ۲: مسیرهای خروجی در نظر گرفته شده در شرق اصفهان برای خروج از شهر هنگام وقوع بحران

شماره	مسیر	شماره گره در شبکه حمل و نقل
۱	بزرگراه فرودگاه	۳۶۳۳
۲	جاده قهجاورستان	۳۶۵۱
۳	جاده نائین	۳۶۵۷
۴	جاده ورزنه (امتداد روشن دشت)	۳۶۹۶

مأخذ: نگارندگان

در جدول ۳، تعریف هر یک از سناریوهای تدوین شده برای ارزیابی پدافند غیرعامل مبتنی بر سیستم حمل‌ونقل منطقه شرق شهر اصفهان بیان شده است.

جدول ۳: معرفی سناریوها

نام مختصر	توضیح
پایه	در این سناریو هیچ تغییری روی شبکه انجام نشده است.
آتش‌نشانی	در این سناریو خروجی‌های دارای فاصله نامناسب تا ایستگاه آتش‌نشانی حذف شده‌اند.
شیب	در این سناریو خروجی‌های دارای شیب نامناسب حذف شده‌اند.
آتش‌نشانی+ شیب	در این سناریو خروجی‌های دارای فاصله غیراستاندارد تا آتش‌نشانی و دارای شیب نامناسب هم‌زمان حذف شده‌اند.
خروجی‌های شرق	در این سناریو خروجی‌های بخش شرق شامل بزرگراه فرودگاه، جاده قهجاورستان، جاده نائین و جاده ورزنه (امتداد روشن دشت) به‌طور هم‌زمان از شبکه حذف شده‌اند.

مأخذ: نگارندگان

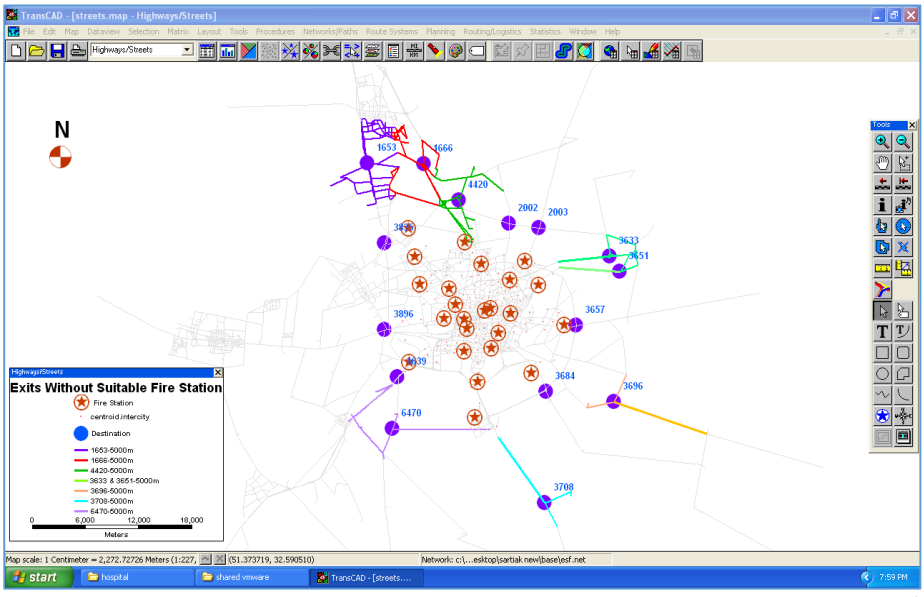
بحث و یافته‌ها

در این بخش به تحلیل نتایج مدل‌سازی شبکه حمل‌ونقل بر اساس سناریوهای تعریف شده به تفکیک هر سناریو پرداخته می‌شود.

ارزیابی پدافند غیرعامل مبتنی بر ضوابط آتش‌نشانی

بر اساس ضوابط مدیریت شهری حداکثر فاصله مجاز آتش‌نشانی‌ها تا دورترین نقطه سرویس‌دهی در مجاورت راه‌های اضطراری باید بین ۲ تا ۵ کیلومتر باشد. آتش‌نشانی باید جایی مکان‌یابی گردد که محل خروجی آن تقاطع باشد، همچنین یک‌طرفه بودن خیابان‌های شهر باعث عدم کارایی ایستگاه‌های آتش‌نشانی می‌گردد. ساختمان ایستگاه آتش‌نشانی باید

در برابر مخاطرات کاملاً ایمن باشد (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۱، ۷). با استفاده از این ضابطه، مسیرهای خروجی شهر به‌عنوان راه‌های اضطراری مورد بررسی قرار گرفتند. از آن‌جایی که در ضابطه ذکر شده دورترین نقطه سرویس‌دهی به‌عنوان ملاک در نظر گرفته شده است، تمامی نقاط انتهایی مسیرهای خروجی با لحاظ کردن موقعیت قرارگیری ایستگاه‌های آتش‌نشانی بررسی شد و مشخص شد در مواردی این ضابطه رعایت نشده است. بر این اساس، خروجی‌های آزادراه معلم (جاده گز)، بلوار آزادگان (جاده خورزوق)، بزرگراه فرودگاه، جاده قهجاورستان، جاده ورزنه (امتداد روشن دشت)، جاده بهارستان، تقاطع جاده کمربندی غرب با شهر ابریشم و بزرگراه آزادگان (جاده شاهین شهر) فاقد معیار موردنظر هستند. از این منظر چنانچه این معیار مهم در پدافند غیرعامل ملاک تعیین خروجی‌های شهر باشد، می‌توان سناریویی تعریف نمود که در آن این خروجی‌ها به‌طور هم‌زمان از شبکه حذف شوند و به‌عنوان مسیر خروجی حضور نداشته باشند. در این حالت افراد (مردم) برای تخلیه شهر باید از خروجی باقی‌مانده استفاده نمایند؛ بنابراین مراحل ساخت ماتریس مبدأ- مقصد می‌بایست تکرار شود تا فرآیند تصمیم‌گیری افراد بر اساس کوتاه‌ترین مسافت تا خروجی‌های باقی‌مانده مشخص شود؛ بنابراین باید روابط مدل توزیع سفر به روش جاذبه با یک محدودیت برای ساخت ماتریس‌های مبدأ- مقصد بدون در نظر گرفتن خروجی‌هایی که معیار موردنظر را ندارند دوباره انجام گردد. چنانچه مقرر شود از خروجی‌های زیر به‌عنوان مسیرهای اضطراری شهر استفاده شود لازم است ایستگاه‌های آتش‌نشانی در محدوده‌های موردنظر که در شکل ۲ نمایش داده شده است، احداث گردد. در جدول ۴ و ۵ مقایسه زمان صرف شده و مجموع طول کمان‌ها با حجم بیش از ۲ برابر ظرفیت در وضعیت پایه و حذف خروجی‌های دارای فاصله نامناسب تا ایستگاه آتش‌نشانی را نشان می‌دهد.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۲: مسدود شدن خروجی‌های دارای فاصله نامناسب تا ایستگاه آتش‌نشانی و محدوده‌های پیشنهادی برای احداث این ایستگاه‌ها

جدول ۴: مقایسه زمان صرف شده در وضعیت پایه و حذف خروجی‌های دارای فاصله نامناسب تا ایستگاه آتش‌نشانی

سناریو	ماتریس ۱۰ درصدی	ماتریس ۳۰ درصدی	ماتریس ۵۰ درصدی
پایه	۴۴۹۶۱	۲۱۹۰۶۵۴	۵۲۵۶۰۲۱۶
حذف خروجی‌های بدون ایستگاه آتش‌نشانی مناسب	۵۳۷۸۰	۱۰۶۳۶۹۶۷	۱۵۹۵۵۷۹۷۵

مأخذ: نگارندگان

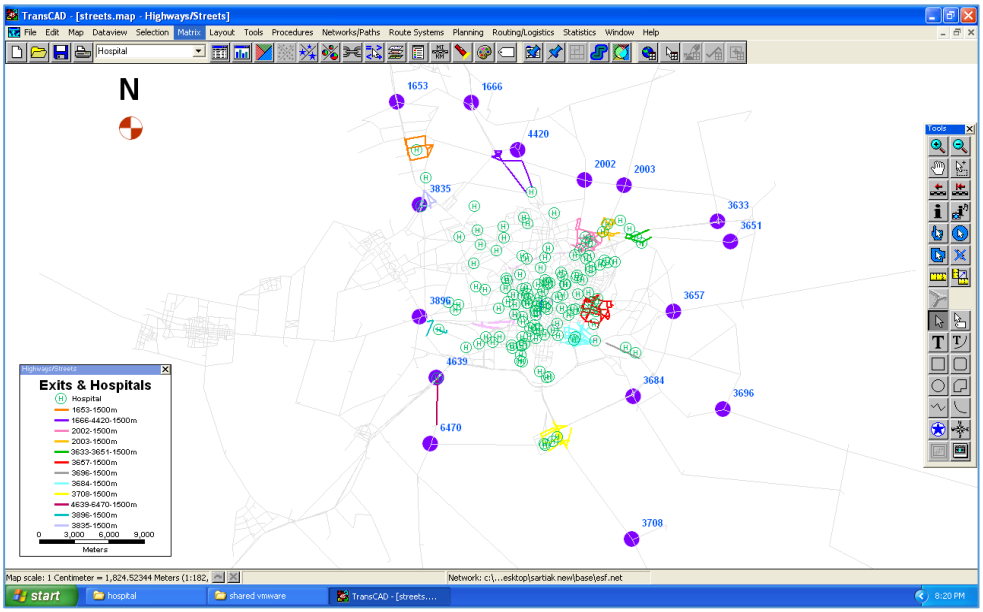
جدول ۵: مقایسه مجموع طول کمان‌ها با حجم بیش از ۲ برابر ظرفیت در وضعیت پایه و حذف خروجی‌های دارای فاصله نامناسب تا ایستگاه آتش‌نشانی

سناریو	ماتریس ۱۰ درصدی	ماتریس ۳۰ درصدی	ماتریس ۵۰ درصدی
پایه	۵۴۵۴۰	۳۲۹۷۰۰	۱۴۸۹۶۴۰
حذف خروجی‌های بدون ایستگاه آتش‌نشانی مناسب	۲۷۸۱۰	۲۷۳۹۶۰	۱۰۳۶۷۶۰

مأخذ: نگارندگان

ارزیابی پدافند غیرعامل مبتنی بر ضوابط بیمارستان

بر اساس ضوابط مدیریت شهری شعاع عملکرد هر بیمارستان ۱ تا ۱٫۵ کیلومتر است. عرض معبر منتهی به بیمارستان باید به نحوی باشد که افراد و وسایل امدادی به سهولت بتوانند به بیمارستان دسترسی پیدا کنند و امکان تخلیه سریع در موارد اضطراری شامل راه خروجی‌های مناسب و دسترسی خوانا و سریع کلیه بخش‌های بیمارستان به راه خروجی و ... وجود داشته باشد (حسین زاده و همکاران،۱۳۹۱، ۸). بر این اساس بیمارستان‌های اطراف مسیرهای اضطراری بررسی شدند و همان‌طور که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود تمامی مسیرهای اضطراری در نظر گرفته شده از این منظر دارای شرایط مناسبی هستند؛ به عبارتی در اطراف مسیرهای اضطراری بیمارستانی وجود دارد که بتواند در شعاع عملکردی استاندارد خود به مسیر موردنظر خدمات‌رسانی کند.

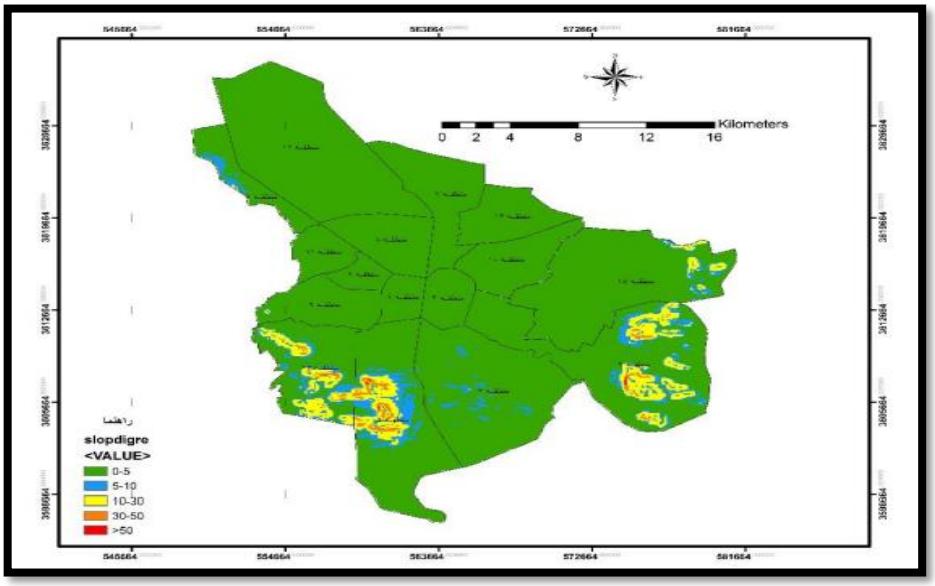


مأخذ: نگارندگان

شکل ۳: مناسب بودن وضعیت همه خروجی‌ها از منظر فاصله استاندارد تا بیمارستان

ارزیابی پدافند غیرعامل مبتنی بر ضوابط شیب

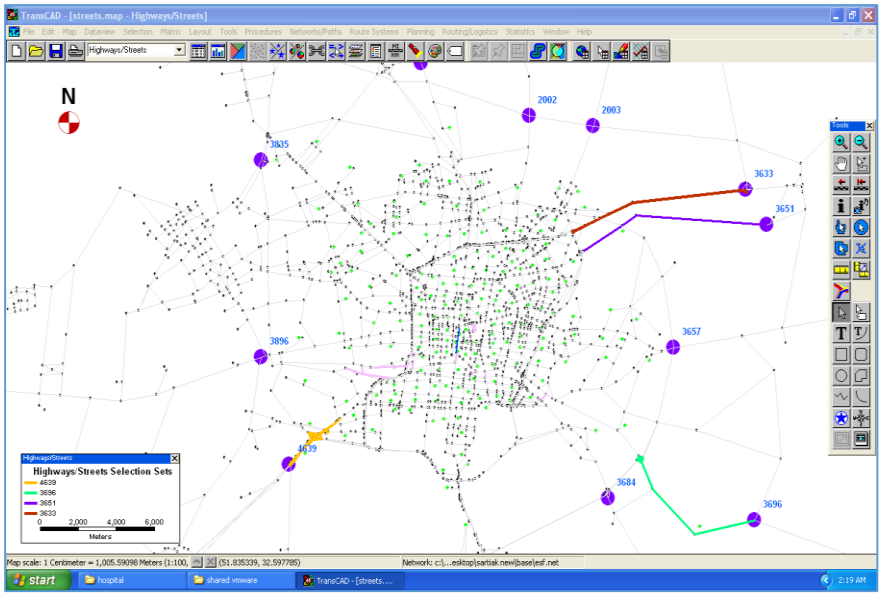
راه‌های اضطراری حتی‌المقدور نباید بیش از ۸ درصد شیب داشته باشند تا امکان تردد خودروهای سبک و سنگین امداد و پشتیبانی در آن‌ها میسر باشد (مجتهد زاده،۱۳۹۱).



مأخذ: گزارش مکان‌یابی اسکان اضطراری (۱۳۹۶)

شکل ۴: وضعیت شیب مناطق شهر اصفهان

با استفاده و تحلیل شکل (۴)، ۴ مورد از مسیرهای اضطراری در نظر گرفته شده بر اساس ضابطه شیب کمتر از ۸ درصد نمی‌توانند به‌عنوان خروجی استاندارد معرفی شوند؛ بنابراین می‌بایست مراحل موردنظر برای فرآیند تخصیص ترافیک را مانند آنچه برای آتش‌نشانی‌ها انجام شد، اجرا کرد. خروجی‌های شماره ۴۶۳۹ (آزادراه ذوب‌آهن)، ۳۶۹۶ (جاده ورزنه (امتداد روشن دشت))، ۳۶۵۱ (جاده قهجاورستان) و ۳۶۳۳ (بزرگراه فرودگاه) از مجموعه مسیرهای اضطراری در نظر گرفته شده حذف شده، ماتریس مبدأ- مقصد بر اساس فرآیند انتخاب مسافران دوباره محاسبه گشته و فرآیند تخصیص نیز انجام شده است (شکل ۵). محاسبات جدول ۶ و ۷، مقایسه مقدار زمان صرف شده و مجموع طول کمان‌ها با حجم بیش از ۲ برابر ظرفیت در وضعیت پایه و حذف خروجی‌های دارای شیب نامناسب را نشان می‌دهد و بر اساس نتایج تخصیص ماتریس ۱۰، ۳۰،۵۰ درصدی انجام شده است.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۵: مسدود شدن خروجی‌های دارای شیب نامناسب

جدول ۶: مقایسه مقدار زمان صرف شده در سناریوی وضعیت پایه و حذف خروجی‌های بدون شیب مناسب

سناریو	ماتریس ۱۰ درصدی	ماتریس ۳۰ درصدی	ماتریس ۵۰ درصدی
پایه	۲۲۴۷۱	۲۱۹۰۶۵۴	۵۲۵۶۰۲۱۶
حذف خروجی‌های بدون شیب مناسب	۵۶۲۲۲	۱۰۰۷۹۰۸۷	۱۴۲۶۱۲۹۴۹

مأخذ: نگارندگان

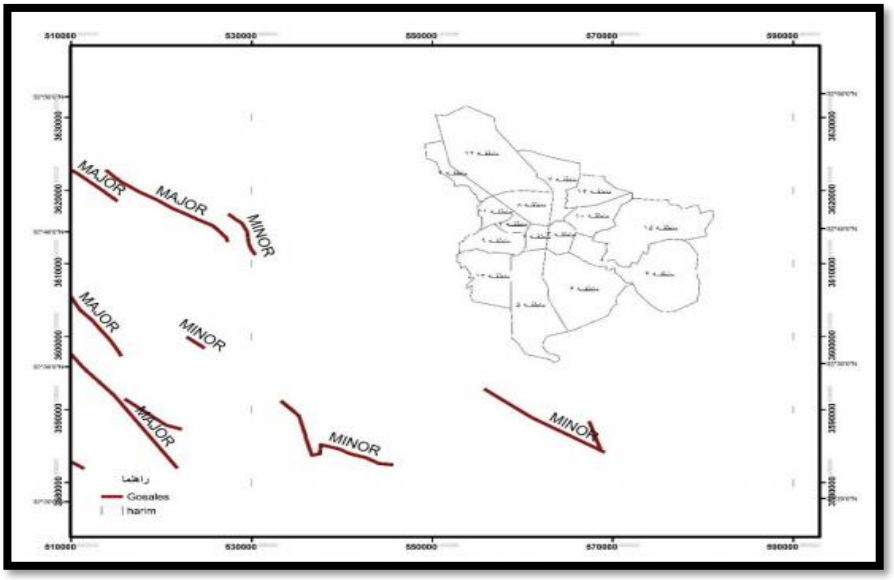
جدول ۷: مقایسه مجموع طول کمان‌ها با حجم بیش از ۲ برابر ظرفیت در وضعیت پایه و حذف خروجی‌های دارای شیب نامناسب

سناریو	ماتریس ۱۰ درصدی	ماتریس ۳۰ درصدی	ماتریس ۵۰ درصدی
پایه	۵۴۵۴۰	۳۲۹۷۰۰	۱۴۸۹۶۴۰
حذف خروجی‌های بدون شیب مناسب	۹۳۲۸۰	۵۹۲۸۲۰	۱۸۴۴۴۱۰

مأخذ: نگارندگان

ارزیابی پدافند غیرعامل مبتنی بر قرارگیری گسل‌ها

بر اساس ضوابط مدیریت شهری، مسیرهای اضطراری نباید بر روی گسل‌ها واقع شده باشند (مجتهدزاده،۱۳۹۱). همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود هیچ‌یک از مسیرهای در نظر گرفته شده بر روی گسل قرار ندارند؛ پس از این منظر هیچ‌یک از مسیرهای اضطراری نامطلوب نیستند.

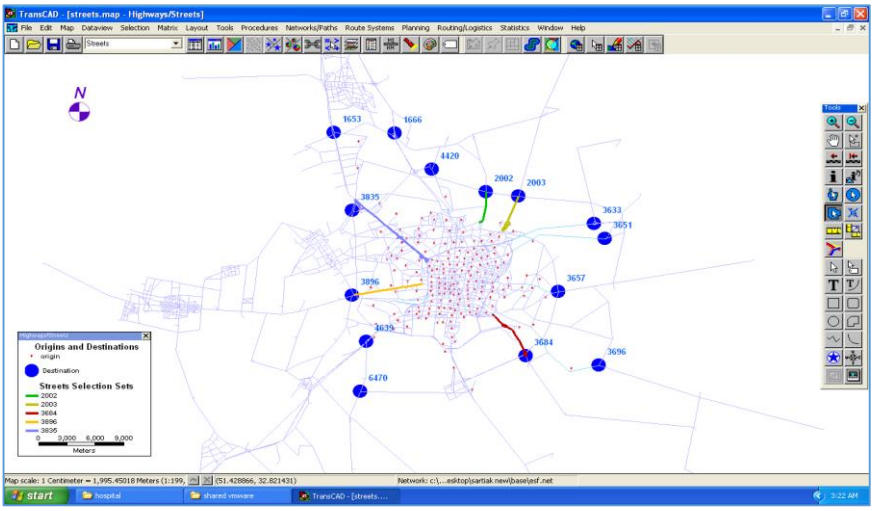


مأخذ: گزارش مکان‌یابی اسکان اضطراری،۱۳۹۶

شکل ۶: موقعیت گسل‌های اصلی اصفهان

ارزیابی پدافند غیرعامل مبتنی بر ترکیب معیارها

بر اساس ضوابط مطرح‌شده برای ایستگاه‌های آتش‌نشانی و شیب مسیرهای اضطراری سناریویی تعریف شده است که در آن هر دو ضابطه به‌طور هم‌زمان لحاظ شده است تا خروجی‌هایی که از هر دو منظر مناسب هستند نیز معین شوند؛ بنابراین خروجی‌های دولت‌آباد، زینبیه، آبشار، آتشگاه و دانشگاه صنعتی اصفهان به‌عنوان خروجی‌های استاندارد در این سناریو معرفی شده‌اند. این خروجی‌ها در شکل ۷ مشاهده می‌شوند. هم‌چنین نتایج فرآیند تخصیص ترافیک برای این سناریو نیز در جداول ۸ و ۹ مشاهده می‌شود.



ماخذ: نگارندگان

شکل ۷: خروجی‌های مناسب از منظر معیارهای پدافند غیرعامل

جدول ۸: مقایسه زمان صرف شده در وضعیت پایه و حذف خروجی‌های دارای فاصله نامناسب تا ایستگاه آتش‌نشانی و بیمارستان و دارای شیب نامناسب

سناریو	ماتریس ۱۰ درصدی	ماتریس ۳۰ درصدی	ماتریس ۵۰ درصدی
پایه	۲۲۴۷۱	۲۱۹۰۶۵۴	۵۲۵۶۰۲۱۶
ترکیب معیارهای آتش‌نشانی، شیب	۱۱۳۷۷۳	۲۸۸۱۹۶۹۲	۴۴۴۳۱۶۵۳۹

مأخذ: نگارندگان

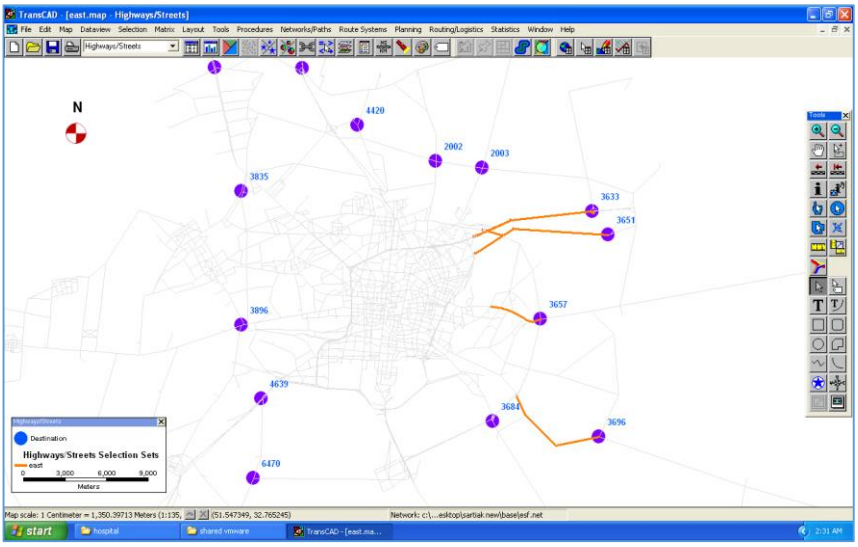
جدول ۹: مقایسه مجموع طول کمان‌ها با حجم بیش از ۲ برابر ظرفیت در وضعیت پایه و حذف خروجی‌های دارای فاصله نامناسب تا ایستگاه آتش‌نشانی و دارای شیب نامناسب

سناریو	ماتریس ۱۰ درصدی	ماتریس ۳۰ درصدی	ماتریس ۵۰ درصدی
پایه	۵۴۵۴۰	۳۲۹۷۰۰	۱۴۸۹۶۴۰
ترکیب معیارهای آتش‌نشانی، شیب	۱۶۸۰۲۰	۵۸۸۵۷۰	۱۴۸۷۸۶۰

مأخذ: نگارندگان

بررسی میزان تأثیر خروجی‌های بخش شرق

از آن‌جا که یکی از اهداف این مطالعه بررسی بیشتر خروجی‌های بخش شرقی شهر اصفهان است، در این سناریو چهار خروجی منتهی به شرق شهر شامل بزرگراه فرودگاه، جاده قهجاورستان، جاده نائین و جاده ورزنه (امتداد روشن دشت) مطابق شکل ۸ به‌طور هم‌زمان از شبکه حذف شده و مسافران سایر خروجی‌ها را به‌عنوان مقصد سفر خود انتخاب می‌کنند. در جدول ۱۰ و ۱۱ مقدار زمان صرف شده و مجموع طول کمان‌ها با حجم بیش از ۲ برابر ظرفیت در وضعیت پایه و حذف خروجی‌های شرقی را نشان می‌دهد.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۸: مسدود شدن خروجی‌های منتهی به شرق شهر

جدول ۱۰: مقایسه مقدار زمان صرف شده در سناریوی وضعیت پایه و حذف خروجی‌های شرقی

سناریو	ماتریس ۱۰ درصدی	ماتریس ۳۰ درصدی	ماتریس ۵۰ درصدی
پایه	۲۲۴۷۱	۲۱۹۰۶۵۴	۵۲۵۶۰۲۱۶
حذف خروجی‌های شرقی	۴۳۰۶۰	۷۱۳۱۲۶۵	۱۰۷۵۸۴۱۴۷

مأخذ: نگارندگان

جدول ۱۱: مقایسه مجموع طول کمان‌ها با حجم بیش از ۲ برابر ظرفیت در وضعیت پایه و حذف خروجی‌های شرقی

سناریو	ماتریس ۱۰ درصدی	ماتریس ۳۰ درصدی	ماتریس ۵۰ درصدی
پایه	۵۴۵۴۰	۳۲۹۷۰۰	۱۴۸۷۸۶۰
حذف خروجی‌های شرقی	۶۰۲۰۰	۶۸۶۴۲۰	۱۴۹۴۶۸۰

مأخذ: نگارندگان

در جدول ۱۲ میزان مجموع مسافت پیموده شده در کل شبکه حمل‌ونقل بر اساس نتایج به دست آمده برای ماتریس‌های ۱۰، ۳۰ و ۵۰ درصد جمعیت در یک ساعت مشاهده می‌شود.

جدول ۱۲: مجموع مسافت پیموده شده

سناریو	ماتریس ۱۰ درصدی	ماتریس ۳۰ درصدی	ماتریس ۵۰ درصدی
آتش‌نشانی	۵۷۷۳۲۳	۲۵۱۳۲۹۴	۵۳۵۶۹۹۱
پایه	۶۲۹۶۱۶	۳۱۴۵۵۷۵	۷۱۸۱۴۶۰
حذف خروجی‌های شرقی	۸۵۶۳۶۲	۳۷۰۴۷۹۵	۷۴۰۲۳۷۶
شیب	۱۰۰۱۵۸۸	۴۷۱۱۶۶۷	۸۹۹۰۲۵۳
ترکیب معیارهای آتش‌نشانی و شیب	۱۰۴۳۶۳۱	۴۲۴۴۴۵۵	۷۴۹۶۵۱۲

مأخذ: نگارندگان

در معیار مجموع مسافت پیموده شده، سناریوی آتش‌نشانی در ماتریس‌های ۱۰ و ۳۰ و ۵۰ درصدی در رتبه اول قرار گرفت. در این پژوهش مشخص شد که سناریو آتش‌نشانی وضعیت بهتری نسبت به سناریو پایه دارد.

برآورد مقادیر زیست‌محیطی

به‌منظور تخمین میزان تولید هر یک از آلاینده‌ها از روابط ارائه شده در مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران استفاده شده است (شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران ۱۳۷۵). این توابع مقدار آلایندگی را برحسب گرم بر کیلومتر با سرعت متوسط v برای انواع مختلف وسایل نقلیه ارائه می‌دهند. مقادیر سرعت متوسط هر یک از گونه‌ها در هر سناریو بر اساس خروجی‌های نرم‌افزار به دست می‌آید. بر اساس نتایج به دست آمده از فرآیند تخصیص و محاسبه مقادیر انواع آلاینده‌های هوا مطابق روابط ارائه شده، سناریوهای موردنظر بر اساس مقادیر محاسبه شده در جداول ۱۳ تا ۲۱ رتبه‌بندی شده‌اند.

$$CO = 127.64 - 2.68v + 0.016\,v^2 + \frac{160.12}{v}$$

$$HC = \frac{6.06}{0.1v} + 0.00056v^2 + \frac{42.57}{v}$$

$$NO_x = 0.7 + \frac{1.92}{1 + (93.54 \times e^{(-0.049v)})}$$

جدول ۱۳: رتبه‌بندی سناریوها بر اساس مقادیر HC انتشار یافته برحسب تن بر ساعت (ماتریس ۳۰ درصدی)

رتبه	سناریو	HC (ton/h)
۱	شیب	۲۱.۰۰
۲	آتش‌نشانی+ شیب	۱۹.۵۶
۳	حذف خروجی‌های شرق	۱۵.۵۲
۴	پایه	۱۲.۷۱
۵	آتش‌نشانی	۱۰.۳۱

مأخذ: نگارندگان

جدول ۱۴: رتبه‌بندی سناریوها بر اساس مقادیر CO انتشار یافته برحسب تن بر ساعت (ماتریس ۳۰ درصدی)

رتبه	سناریو	CO (ton/h)
۱	شیب	۲۷۲.۸۵
۲	آتش‌نشانی+ شیب	۲۵۷.۰۹
۳	حذف خروجی‌های شرق	۱۹۶.۸۴
۴	پایه	۱۵۸.۷۹
۵	آتش‌نشانی	۱۲۹.۶۶

مأخذ: نگارندگان

جدول ۱۵: رتبه‌بندی سناریوها بر اساس مقادیر NOX انتشار یافته برحسب تن بر ساعت (ماتریس ۳۰ درصدی)

رتبه	سناریو	NOX (ton/h)
۱	شیب	۳.۸۰
۲	آتش‌نشانی+ شیب	۳.۴۰
۳	حذف خروجی‌های شرق	۳.۰۵
۴	پایه	۲.۶۲
۵	آتش‌نشانی	۲.۰۸

مأخذ: نگارندگان

در رتبه‌بندی سناریوها بر اساس مقادیر HC و CO و NOX انتشار یافته برحسب تن بر ساعت (ماتریس ۳۰ درصدی) مشخص شد که سناریو شیب در رتبه اول و سناریو آتش‌نشانی در رتبه آخر قرار گرفت.

جدول ۱۶: رتبه‌بندی سناریوها بر اساس مقادیر HC انتشار یافته برحسب تن بر ساعت (ماتریس ۱۰ درصدی)

رتبه	سناریو	HC (ton/h)
۱	آتش‌نشانی+ شیب	۳.۷۲
۲	شیب	۳.۵۱
۳	حذف خروجی‌های شرق	۲.۹۲
۴	پایه	۲.۱۳
۵	آتش‌نشانی	۱.۹۸

مأخذ: نگارندگان

جدول ۱۷: رتبه‌بندی سناریوها بر اساس مقادیر CO انتشار یافته برحسب تن بر ساعت (ماتریس ۱۰ درصدی)

رتبه	سناریو	CO (ton/h)
۱	آتش‌نشانی+ شیب	۴۳.۵۰
۲	شیب	۴۰.۵۲
۳	حذف خروجی‌های شرق	۳۳.۱۹
۴	پایه	۲۴.۰۸
۵	آتش‌نشانی	۲۲.۶۴

مأخذ: نگارندگان

جدول ۱۸: رتبه‌بندی سناریوها بر اساس مقادیر NOX انتشار یافته برحسب تن بر ساعت (ماتریس ۱۰ درصدی)

رتبه	سناریو	NOX (ton/h)
۱	آتش‌نشانی+ شیب	۰.۹۲
۲	شیب	۰.۸۹
۳	حذف خروجی‌های شرق	۰.۷۷
۴	پایه	۰.۵۷
۵	آتش‌نشانی	۰.۵۲

مأخذ: نگارندگان

در رتبه‌بندی سناریوها بر اساس مقادیر HC و CO و NOX انتشار یافته برحسب تن بر ساعت (ماتریس ۱۰ درصدی) مشخص شد که سناریو ترکیب شیب و آتش‌نشانی در رتبه اول و سناریو آتش‌نشانی در رتبه آخر قرار گرفت.

جدول ۱۹: رتبه‌بندی سناریوها بر اساس مقادیر HC انتشار یافته برحسب تن بر ساعت (ماتریس ۵۰ درصدی)

رتبه	سناریو	HC (ton/h)
۱	شیب	۴۹.۶۲
۲	آتش‌نشانی+ شیب	۴۱.۵۸
۳	حذف خروجی‌های شرق	۳۸.۳۸
۴	پایه	۳۵.۴۸
۵	آتش‌نشانی	۲۶.۳۷

مأخذ: نگارندگان

جدول ۲۰: رتبه‌بندی سناریوها بر اساس مقادیر CO انتشار یافته برحسب تن بر ساعت (ماتریس ۵۰ درصدی)

رتبه	سناریو	CO (ton/h)
۱	شیب	۶۷۹.۶۶
۲	آتش‌نشانی+ شیب	۵۷۰.۰۳
۳	حذف خروجی‌های شرق	۵۲۰.۳۹
۴	پایه	۴۷۶.۶۳
۵	آتش‌نشانی	۳۵۳.۴۰

مأخذ: نگارندگان

جدول ۲۱: رتبه‌بندی سناریوها بر اساس مقادیر NOX انتشار یافته برحسب تن بر ساعت (ماتریس ۵۰ درصدی)

رتبه	سناریو	NOX (ton/h)
۱	شیب	۶.۹۱
۲	حذف خروجی‌های شرق	۵.۷۶
۳	آتش‌نشانی+ شیب	۵.۷۶
۴	پایه	۵.۶۴
۵	آتش‌نشانی	۴.۲۲

مأخذ: نگارندگان

در رتبه‌بندی سناریوها بر اساس مقادیر HC و CO و NOX انتشار یافته برحسب تن بر ساعت (ماتریس ۵۰ درصدی) مشخص شد سناریو شیب در رتبه اول و سناریو آتش‌نشانی در رتبه آخر قرار گرفت.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش ابتدا اطلاعات مربوط به شبکه حمل‌ونقل شهر اصفهان، جمعیت نواحی مختلف، وضعیت شیب مناطق مختلف، موقعیت قرارگیری آتش‌نشانی‌ها و بیمارستان‌ها جمع‌آوری گردید و مسیرهای خروجی اصلی شهر اصفهان تعیین

شدند. سپس بر اساس روش توزیع سفر جاذبه با یک محدودیت ماتریس‌های سفر افراد ساخته شد و با استفاده از نرم‌افزار ترنسکد این سفرها از مبادی حرکت (نواحی مختلف شهر) تا این مسیرها (به‌عنوان خروجی‌ها در زمان اضطرار) تخصیص داده شد؛ همین فرآیند در سناریوهای حذف هر یک از مسیرهای اضطراری جهت ارزیابی میزان تأثیرگذاری آن مسیر به کار گرفته شد. در مرحله بعد فاصله استاندارد راه‌ها با مراکزی مانند بیمارستان و آتش‌نشانی که در پدافند غیرعامل حائز اهمیت هستند، بررسی شدند و در مواردی که معیار موردنظر برای هر یک از مسیرهای اضطراری تأمین نشده است سناریویی تعریف شد که در آن مجموعه خروجی‌هایی که معیار مورد نظر را نداشتند از نظر عملکردی از شبکه حذف شدند.

بر اساس بررسی‌های انجام شده مشخص شد که فاصله استاندارد بیمارستان‌ها با تمام خروجی‌ها رعایت گردیده است و از این نظر مشکلی وجود ندارد. همچنین خروجی‌ها ازلحاظ ایستگاه‌های آتش‌نشانی مورد بررسی قرار گرفتند و مشخص شد که خروجی‌های آزادراه معلم (جاده گز)، بلوار آزادگان (جاده خورزوق)، بزرگراه فرودگاه، جاده قهجاورستان، جاده ورزنه، جاده بهارستان، تقاطع جاده کمربندی غرب با شهر ابریشم و بزرگراه آزادگان (جاده شاهین‌شهر) فاقد معیار موردنظر هستند، در نهایت محدوده‌های پیشنهادی برای احداث این ایستگاه‌ها نیز مشخص گردید. همچنین خروجی‌ها از نظر گسل و شیب مورد بررسی قرار گرفتند و مشخص گردید هیچ‌یک از خروجی‌های مورد بررسی بر روی گسل قرار ندارند؛ اما خروجی‌های ۴۶۳۹ (آزادراه ذوب‌آهن)، ۳۶۹۶ (جاده ورزنه)، ۳۶۵۱ (جاده قهجاورستان)، ۳۶۳۳ (بزرگراه فرودگاه) ازلحاظ شیب، در وضعیت مناسبی قرار ندارند. در نهایت سناریوهای ۲۰۰۲ (خروجی اصفهان- دولت آباد) و ۲۰۰۳ (خروجی بلوار زینبیه) و ۳۶۸۴ (خروجی جاده آبشار) و ۳۸۹۶ (خروجی جاده نجف‌آباد) و ۳۸۳۵ (خروجی بزرگراه دانشگاه صنعتی اصفهان) به‌عنوان راه‌های استاندارد از منظر پدافند غیرعامل معرفی شدند؛ در نهایت تمام سناریوها از نظر آلودگی زیست‌محیطی مورد بررسی قرار گرفتند و مشخص گردید از نظر آلودگی بر اساس مقادیر CO و NOx و HC انتشار یافته برحسب تن بر ساعت در ماتریس‌های ۱۰ و ۳۰ درصدی ترکیب سناریوهای آتش‌نشانی و شیب در رتبه اول و سناریو آتش‌نشانی در رتبه آخر قرار گرفت. در ماتریس ۵۰ درصدی سناریو شیب بیشترین آلودگی و سناریو آتش‌نشانی کمترین آلودگی را در این سناریو به دست آورد.

همان‌طور که در این پژوهش مشخص شد منطقه شرق اصفهان ازلحاظ پدافند غیرعامل در موقعیت خوبی قرار ندارد، از چهار خروجی در نظر گرفته شده در شرق اصفهان، سه خروجی آن شیب بالای ۸ درصد داشت که ازلحاظ مدیریت شهری در زمان بحران وسایل نقلیه امدادی نمی‌توانند نقش خود را به‌خوبی ایفا کنند. تنها خروجی در شرق اصفهان که وضعیت نسبتاً بهتری نسبت به سه خروجی دیگر دارد، خروجی ۳۶۵۷ (جاده نائین) است.

پیشنهاد راهکارهای مناسب پدافند غیرعامل در حوزه حمل‌ونقل شهری

- الزام به تهیه و تدوین پیوست مدیریت بحران و پدافند غیرعامل پروژه‌های شهری بالاخص پروژه‌های سیستم حمل‌ونقل شهری؛
- در نظر گرفتن مسیر تخلیه اضطراری مناسب برای محل‌های پُرازدحام؛
- چندمنظوره سازی مراکزی چون پارکینگ‌ها، خطوط و ایستگاه‌های مترو محل دپوهای اتوبوس و مترو و ... جهت استفاده از آن‌ها برای مواقع بحران و اسکان اضطراری شهروندان با در نظر گرفتن موارد موردنیاز برای اسکان موقت افراد همچون سرویس بهداشتی، برق اضطراری، آب آشامیدنی و... ؛
- ایجاد اصل فریب و طراحی مسیر انحراف و مسیری موازی با مسیر اصلی جهت کاهش تشخیص و ایجاد خطا در تشخیص مسیر احتمالی؛
- بررسی و مکان‌یابی مراکز حساس و مهم همچون ایستگاه‌های مترو، پایانه‌های مسافربری، پل‌ها و تقاطعات غیرهمسطح دارای سطح اهمیت بالا؛
- آموزش همگانی و انجام مانورهای مناسب جهت آموزش شهروندان برای مواقع ضروری با شبیه‌سازی واقعی.

منابع

۱- اولویت‌بندی و مکان‌یابی اسکان اضطراری مناطق ۳، ۶، ۱۲، ۱۴ و ۱۵ شهر اصفهان (۱۳۹۶): معاونت برنامه‌ریزی، پژوهش و فناوری اطلاعات مدیریت مطالعات و پژوهش، شهرداری اصفهان، مجری دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد.

۲- پریزادی، طاهر. حسینی امینی، حسن (۱۳۸۹): بررسی و تحلیل تمهیدات پدافند غیرعامل در شهر سقز در رویکردی تحلیلی، فصلنامه مدیریت شهری، صص ۲۰۲-۱۹۱.

۳- تقوایی، مسعود. جوزی خمسلویی، علی. تقدیسی، احمد (۱۳۹۱): مدیریت مسیرهای راهپیمایی با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: کلان‌شهر اصفهان) نشریه برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره شانزدهم - شماره ۳، صص ۱۱۸-۹۹.

۴- حسین زاده دلیر، کریم. ملکی، کیومرث. شفاعتی، آرزو. حیدری فر، محمد رئوف (۱۳۹۱): پدافند غیرعامل و توسعهٔ پایدار شهری با تأکید بر کاربری‌های تهدید پذیر کلان‌شهر تبریز از منظر جنگ نشریه جغرافیا و پایداری محیط، شماره ۵، صص ۲۴-۱.

۵- حسینی امینی، حسن. موسی زاده، حسین. کریمی، شیما. تبریزی، امید. قیاسی، سمیرا (۱۳۹۶): واکاوی آسیب‌پذیری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در شهرهای منطق‌هایی یک، مطالعه موردی در شهر گرگان –نشریه جغرافیا، شماره ۵۲، صص ۲۹۰-۲۸۰.

۶- رفیعی دهکردی، مهیار (۱۳۹۶): بررسی سیاست‌های موفق حمل‌ونقل عمومی (درون‌شهری) پایدار به‌منظور ارائه راهکارهای مناسب (مورد پژوهی: شهرهای اصفهان و فرایبورگ)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه هنر، دانشکده معماری و شهرسازی، صص ۸۷.

۷- رهگذر، محمدعلی. حق‌شناس، حسین. رحیمی، شیرین (۱۳۹۷): اولویت‌بندی نقش پل‌ها در شبکه معابر شهری از منظر مدیریت بحران در زمان تخلیه مطالعه موردی: شبکه شهر اصفهان، دو فصل‌نامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، دوره ۷، صص ۶۳-۵۱.
۸- سعیدی، احمد (۱۳۸۸): مدیریت شهری، سازمان شهرداری‌های کشور، جلد یازدهم، تهران.
۹- قائد رحمتی، صفر. صباح الخیر، حاج تبیان (۱۳۹۰): ارزیابی وضعیت دسترسی به بیمارستان‌های شهر اصفهان در بحران زلزله. مجله نما، شماره ۱۹۷-۱۹۶.
۱۰- کاظمی، شهربانو. تبریزی، نازنین (۱۳۹۴): ارزیابی ایمنی فضای شهری با تأکید بر شاخص‌های پدافند غیرعامل (نمونه موردی شهر آمل)، نشریه مطالعات ساختار و کارکرد شهری، شماره ۹، صص ۲۶-۱۱.
۱۱- کامران، حسین. مرادی، مرتضی. حسینی امینی، حسن (۱۳۹۱): ارزیابی بافت قدیم شهرها مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل، فصل‌نامه مطالعات مدیریت شهری، سال چهارم، شماره ۱۲، صص ۱۳-۱.
۱۲- مجتهد زاده، فهیمه (۱۳۹۱): مدیریت بحران شهری، چاپ اول، قزوین، انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.
۱۳- محمدی، سعید (۱۳۹۶): الگوی پدافند غیرعامل در مدیریت ترافیک شهری (مطالعه موردی: شهر اصفهان) پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد رشته مهندسی پدافند غیرعامل – گرایش طراحی. استاد راهنما، دکتر حبیبا... سهامی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
۱۴- مدیری، محمود. نصرتی، شهریار. کریمی شیرازی، حامد (۱۳۹۴): برنامه‌ریزی مدیریت بحران در حوزه مدیریت شهری با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از روش SWOT و MCDM. ویژه‌نامه هفته پدافند غیرعامل ۹۴، دوره ۴، صص ۱۴-۵.
۱۵- مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران (۱۳۷۵): ساختار نهایی مدل حمل و نقل شهر تهران در محیط نرم‌افزار، گزارش شماره ۱۱۷، شرکت مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک تهران.
۱۶- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، مرکز ملی آمار ایران. سرشماری نفوس و مسکن، ۱۳۹۵.

17- Baghdadi, A. And Eghtedar Bakhtyary, S. (2014): An Analytical Approach To The Issue Of Passive Defense In Relation With Preservation Of Urban Elements Current World Environment Vol. 9(2), 350-360
18- Brandon, P. (2011): Extreme Management In Disaster Recovery. Journal Of Procedia Engineering. No. 14. Pp 14-21
19- Eckert, N And E. Parent And T. Faug And M. Naaim (2008): Optimal Design Under Uncertainty Of A Passive Defense Structure Against Snow Avalanches: From A General Bayesian Framework To A Simple Analytical Model, Natural Hazards And Earth System Sciences. Pp.1067-1081.
20- Najafnezhad Asl,S. Mohammadi Moghadam,Y. Poormoosavi. S.M (2019): The Role Of Passive Defense In Urban Crisis Management From Urban Managers Perspective. International Journal Of Human Capital In Urban Management. Int. J. Hum. Capital Urban Manage. 4(3): 205-212
21- National Cooperative Highway Research Program, A Transportation Guide For All-Hazards Emergency Evacuation, 2013, TRANSPORTATION RESEARCH BOARD
22- Nazeran. R, Rafati Sokhango. N. Nasiri Kalat. A. Ostad-Ali-Askari. K.*, Saeid Eslamian. S. Vijay P. Singh. Nicolas R. Dalezios (2018): Urban Network Analysis And Pathology In Central Texture Of Mashhad Metropolis From A Passive Defense Point Of View, Case Study Of Mashhad Municipality, Mashhad, Iran. International Journal Of Constructive Research In Civil Engineering (IJCRCE) Vol. 4, Issue 1, PP 44-48
23- Recchia, F (2005): Immigration, Politics And Violence In Urban France: Between Fiction And Facts. Journal Of Environmental Crisis, 12 (9): 20-42
24- Sigrid Johansen Rennemo, Kristina Fougner Rø, Lars Magnus Hatton, Gregorio Tirado (2014): A Three-Stagestochastic Facility Routing Model For Disaster Response Planning, Transportation Research, Part E,62, PP 116-135.