

ارزیابی رفتار حمل و نقلی کاربران شهر تهران پس از زلزله

مرتضی اسد امرجی (مسئول مکاتبات)، استادیار گروه ژئوتکنیک و حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست،

دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

E-mail: m_asadamraji@sbu.ac.ir

محمد رضا علیزادگان، دانشجوی نقشه برداری دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

زلزله با ایجاد اختلال در جریان‌های حیاتی حمل و نقل، فرایند امداد رسانی و بازگشت شهر به شرایط عادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با این حال، ارزیابی آمادگی این شبکه‌ها نیازمند درک پیچیدگی‌های ناشی از تعامل بین آسیب‌های فیزیکی و تغییرات رفتاری شهروندان است. در این راستا انتخاب مناسب شهروندان و مسیریابی و رفتار صحیح حمل و نقلی حائز اهمیت است. هدف این پژوهش بررسی آمادگی رفتار حمل و نقلی پس از زلزله در شهر تهران است. بدین منظور از یک پرسشنامه ۵ عامله استفاده شد و در آن اطلاعات جمعیت شناختی، ادراک کاربران، منابع اطلاعات حمل و نقلی، انتظارات از مدیریت شهری و خودارزیابی حمل و نقلی به صورت خود اظهاری مدنظر قرار گرفت. در این راستا کاربران مناطق مختلف شهر تهران مورد توجه قرار گرفت و در تحلیل‌ها روش توصیفی استفاده شد. نتایج نشان داد ۵۰ درصد کاربران پس از زلزله از وسیله نقلیه شخصی استفاده می‌کنند و نیمی از آن‌ها علیرغم آشنایی با مسیرهای اختصاصی امداد از آن برای تردد استفاده می‌کنند. ۷۰ درصد از آن‌ها در کارگاه‌های تخلیه و دسترسی به پناهگاه در شرایط زلزله شرکت نکرده‌اند و اکثریت آن‌ها در خودارزیابی رفتار حمل و نقلی خود پس از زلزله نمره متوسط می‌دهند. از نتایج این پژوهش در طراحی دوره‌های آموزش وظیفه محور رفتار حمل و نقلی پس از زلزله و تهیه محتوای مورد استفاده در رسانه‌ها و شبکه‌های اجتماعی برای افزایش آگاهی و طراحی اپلیکیشن‌های تلفن همراه برای آمادگی شهروندان می‌توان استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: زلزله، رفتار حمل و نقلی، آمادگی کاربران، مدیریت بحران، شبکه حمل و نقل

۱. مقدمه

شبکه حمل و نقل ممکن است به دلیل عوامل ثانویه دچار فلج کامل شود. در ساعات اولیه پس از وقوع زلزله که به «ساعات طلایی» معروف است، عملکرد صحیح شبکه برای انتقال نیروهای امداد و تخلیه مصدومان حیاتی است.

برای ارزیابی تاب‌آوری، پژوهشگران رویکردهای مختلفی از جمله توپولوژی شبکه، تاب‌آوری فیزیکی ساختارها و شبیه‌سازی ترافیک و سنجش آمادگی شهروندان تمرکز کرده‌اند. با این حال، بیشتر مطالعات یا فقط به جنبه‌های فیزیکی یا فقط به جنبه‌های ترافیک توجه داشته‌اند.

آمادگی شهروندان برای جابجایی پس از زلزله نقش کلیدی در کاهش تأخیرهای بحرانی و بهبود هماهنگی با نیروهای امدادی ایفا می‌کند. برنامه‌ریزی پیشین شامل تعیین مسیرهای ایمن خروج، آموزش روش‌های استفاده از وسایل نقلیه عمومی یا خودروهای شخصی و توزیع بسته‌های اضطراری (مانند آب، غذا، دارو) به خانوارها، می‌تواند به سرعت انتقال افراد به مناطق امن را تسهیل کند. همچنین، ارتقاء آگاهی عمومی درباره نقاط تجمع موقت (پناهگاه‌های نشیمن) و نحوه برقراری ارتباط با مراکز فرماندهی اضطراری، به شهروندان اجازه می‌دهد در ساعات طلایی پس از زلزله، به صورت منظم و منسجم حرکت کنند.

با توجه به شرایط ویژه شهر تهران در زمینه آمادگی جابجایی و دسترسی شهروندان پس از زلزله هدف تدوین این مقاله ارزیابی آمادگی آن‌ها با استفاده از یک پرسشنامه خود اظهاری در زمینه مذکور و تحلیل توصیفی آن است.

۲. ادبیات پژوهش

یکی از مسائل مهم در زمان وقوع زلزله موضوع حمل و نقل و جابجایی است. برای تردد به نقاط امن، امدادرسانی، آواربرداری، جابجایی آسیب‌دیدگان، تخلیه و سایر موارد مرتبط بحث حمل و نقل و جابجایی حائز اهمیت است. در این زمینه شاخص‌های مهم حمل و نقل نظیر دسترسی، سرعت، تراکم، سطح سرویس، مسیریابی، نوع وسیله نقلیه برای جابجایی و

حوادث طبیعی شامل زلزله، سیل، طوفان، سیلاب و آتش‌سوزی‌های جنگلی می‌شوند؛ هر یک می‌توانند به سرعت زیرساخت‌ها و زندگی مردم را مختل کنند. این حوادث بر اساس شدت می‌تواند تأثیرات مختلفی بر زیرساخت‌های حمل و نقلی ایجاد کنند. شبکه‌های حمل و نقل شهری یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های حیاتی در مدیریت بحران زلزله محسوب می‌شوند. اختلال در عملکرد این شبکه‌ها می‌تواند منجر به تأخیر در امدادرسانی، افزایش تلفات انسانی و تشدید خسارات اقتصادی می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که از کارافتادن تعداد محدودی از لینک‌های کلیدی می‌تواند موجب فروپاشی عملکردی کل شبکه حمل و نقل شود. همچنین تأکید می‌کنند که زمان بازبازی شبکه در بسیاری از موارد مهم‌تر از شدت آسیب اولیه است.

تهران بر روی چند گسل فعال، از جمله گسل شمالی البرز و گسل گنجه، قرار دارد؛ این گسل‌ها هر چند سال یک‌بار می‌توانند لرزش‌های قوی ایجاد کنند. تراکم جمعیت بالا، ساخت‌وسازهای ناهمگن و برخی ساختمان‌های قدیمی که مقاوم‌سازی کافی ندارند، خطر خسارات زلزله‌ای را افزایش می‌دهند. علاوه بر این، افزایش سطح زمین به دلیل رشد شهری و فضای سبز محدود، امکان جذب انرژی زلزله را به صورت محلی تقویت می‌کند.

تحقیقات نشان می‌دهد که الگوهای توزیع زمین‌لرزه در تهران به صورت ناهموار و غیرمتمرکز است، به طوری که نواحی شرقی شهر معمولاً بیشتر تحت تأثیر لرزش‌ها قرار می‌گیرند. برنامه‌های ملی مقاوم‌سازی بناها، ارتقاء استانداردهای ساخت و توسعه سامانه‌های هشدار زودهنگام و آمادگی شهروندان می‌توانند خطرات را به طور قابل توجهی کاهش دهند؛ اما اجرای جامع این طرح‌ها همچنان با چالش‌های مالی و مدیریتی مواجه است.

زمین‌لرزه‌های بزرگ در دهه‌های اخیر، درس‌های بزرگی در زمینه مدیریت بحران شهری به ما آموخته است. تجربه این حوادث نشان داده است که حتی در صورت طراحی صحیح سازه‌ها،

لینک‌های فعال شبکه مورد توجه قرار می‌گیرد. یکی از موضوعاتی که در کلان‌شهرهای بزرگ به آن توجه شده است آمادگی مردمی برای جابجایی است که البته در این راستا همکاری بین مردم و نهادهای امداد رسانی و آگاهی مردم بسیار حیاتی است. در این بخش مقالاتی در خصوص تاب‌آوری شبکه حمل‌ونقل در شرایط بحران‌ها علی‌الخصوص زلزله مورد بررسی قرار گرفته است.

مطالعات اخیر نشان می‌دهد که سیستم‌های حمل‌ونقل، نقش بسیار مهمی در فرایند تاب‌آوری جامعه پس از زلزله دارند. همچنین، با استفاده از تئوری گراف به این نتیجه رسیدند که توپولوژی شبکه و اولویت‌بندی گره‌ها بر اساس فاصله تا منابع حیاتی، حائز اهمیت است. تحقیقات اولیه بر مقاومت سازه‌ای متمرکز بودند. با این حال، مطالعات جدیدتر نشان داده‌اند که در مناطق شهری پرتراکم، عامل اصلی قطعیت شبکه همیشه خرابی خود جاده نیست. محققان با استفاده از شبکه‌های بی‌زی نشان دادند که تخریب غیرمستقیم ناشی از زباله و آوار ساختمان‌های مجاور، می‌تواند تاب‌آوری شبکه را بیش از خرابی مستقیم پل‌ها کاهش دهد. روش‌های سنتی مانند شبیه‌سازی مونته‌کارلو دقیق اما زمان‌بر هستند. محققان روشی را نشان دادند که با استفاده از شبکه‌های عصبی عمیق (DNN) می‌تواند سرعت ارزیابی تاب‌آوری را از ساعت‌ها به میلی‌ثانیه‌ها کاهش دهد. همچنین، مدل‌های مبتنی بر عامل (ABM) به عنوان ابزاری قدرتمند برای شبیه‌سازی رفتار رانندگان در شرایط بحران معرفی شده‌اند که می‌توانند پویایی‌های مقیاس کوچک را به خوبی بازتولید کنند.

بر اساس یافته‌ها، راهکارهای زیر برای افزایش آمادگی حمل‌ونقل شهری در شرایط زلزله پیشنهاد می‌شود:

۱-۲ راهکارهای پیشگیرانه

تقویت لرزه‌ای هدفمند: ارزیابی تاب‌آوری پل‌ها و سازه‌های راه‌سازی در برابر دنباله لرزه‌ها نشان داده است که پل‌های فرسوده بیشترین میزان کاهش عملکرد را تجربه می‌کنند. با توجه به محدودیت منابع، اولویت‌بندی تقویت‌ها باید بر اساس بیشترین منفعت برای جریان شبکه باشد. مدل‌های بهینه‌سازی (مانند مدل

طراحی شبکه NDP -) باید برای شناسایی پل‌ها و گره‌های کلیدی که تقویت آن‌ها بیشترین تأثیر را در افزایش «جریان حداکثر تخلیه» دارد، استفاده شوند.

مدیریت بافت شهری: طراحی شاخص‌های مکانی و سیستم‌های ارزیابی در برنامه‌ریزی بحران می‌تواند تاب‌آوری شبکه را به طور قابل‌توجهی افزایش دهد. در برنامه‌ریزی شهری، فاصله ساختمان‌های بلند از معابر اصلی باید کنترل شود تا ریسک بسته شدن جاده‌ها توسط آوار کاهش یابد.

۲-۲ راهکارهای واکنش‌گونه

مدیریت ترافیک هوشمند: ارائه اطلاعات دقیق و وضعیت جاده‌ها به رانندگان در زمان حقیقی (از طریق اپلیکیشن‌ها یا تابلوهای متغیر) می‌تواند از تشکیل گره‌گاه‌ها جلوگیری کرده و رفتار هجومی را تعدیل کند.

زمان‌بندی بهینه بازسازی: استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی برای تعیین اینکه در هر بازه زمانی پس از حادثه، کدام جاده باید بازسازی شود تا عملکرد کل جامعه در طول زمان بیشینه شود. مدیریت امداد: رسیدن به محل حادثه و افرادی که نیاز به کمک دارند چه از لحاظ مسیریابی رسیدن به آن نقطه و چه جابجایی به سمت بیمارستان‌ها بسیار مهم است و روش‌ها به سمت مدیریت هوشمند امداد و به کارگیری مسیریاب‌های مناسب، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی رفته است.

۳-۲ ارتقای آمادگی شهروندان

رفتار مسافران و آمادگی روانی: رفتار انسانی پس از زلزله از الگوهای عادی پیروی نمی‌کند. با استفاده از مدل لاجیت چندگانه، سفرهای پس از زلزله را به دسته‌های امداد رسانی، بازگشت به خانه و تخلیه اضطراری تقسیم می‌کنند؛ و همچنین، فاکتورهایی مانند جنسیت، داشتن فرزند و وضعیت مالکیت خانه بر انتخاب نوع سفر تأثیرگذار است. با این حال، پدیده‌هایی مانند هجوم (Panic) و عدم قطعیت در اطلاعات می‌تواند باعث ایجاد گلوگاه‌های ترافیکی شود که با مدل‌های تعادلی سنتی قابل توصیف نیستند.

آموزش و ادراک خطر: بر اساس مدل باور سلامت (HBM)، آموزش‌های عمومی در سایر کشورها برای افزایش خودکارآمدی شهروندان و کاهش واکنش‌های وحشت‌زده طراحی می‌شود تا الگوی سفر پس از بحران قابل پیش‌بینی‌تر شود. برنامه‌های آموزشی بر افزایش خودکارآمدی، کاهش ترس و ارتقای شناخت خطر تمرکز کنند تا واکنش‌های هیجانی کاهش یابد. شبیه‌سازی‌های زمان‌بندی‌شده برای آشنایی شهروندان با مسیرهای ایمن، نقاط تجمع موقت و روش‌های ارتباطی اضطراری در کشورهای مختلف مفید بوده است.

فناوری مشارکتی: در سایر کشورها در خصوص استفاده از اپلیکیشن‌های موبایلی برای دریافت هشدارهای لحظه‌ای، گزارش وضعیت مسیرها توسط خود شهروندان و دسترسی به نقشه‌های تعاملی مسیرهای باز همکاری می‌شود. این ابزارها هم‌زمان با افزایش آگاهی، داده‌های میدانی را برای بهبود تصمیم‌گیری مسئولین فراهم می‌کند.

۳. روش پژوهش

این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی است. جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از پرسشنامه خود اظهاری درباره آمادگی شهروندان برای جابجایی و حمل‌ونقل در شرایط زلزله در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران انجام شد. نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی ساده از میان ساکنان شهر تهران صورت گرفته و به‌طوری‌که نماینده‌ای از گروه‌های سنی، جنسیتی و شغلی مختلف در بر گرفته شود. پرسشنامه شامل بخش‌های زیر بود:

- اطلاعات دموگرافیک کاربران،
- اطلاعات پایه و ادراک
- منابع اطلاعاتی و اعتماد
- انتظارات از مدیریت شهری
- خودارزیابی کلی و رفتار جمعی

پس از تکمیل پرسشنامه‌ها، داده‌ها کد بندی شد و وارد نرم‌افزار SPSS شد. این داده‌ها تمیز شد و داده‌های نامناسب حذف شد. در مرحله بعد و با استفاده از آمار توصیفی

(شاخص‌های مرکز‌گرا و پراکندگی) و جدول-و-نمودارهای مناسب تجزیه و تحلیل شدند. محور سوا لاتی که در پرسشنامه خود اظهاری مدنظر قرار گرفت عبارت‌اند از:

- مشخصات جمعیت شناختی (سن، جنسیت، وضعیت تأهل، محل سکونت، نوع وسیله نقلیه و....)
- آشنایی با نزدیک‌ترین مکان باز و امن
- آشنایی با موانع فیزیکی جابجایی
- اولویت جابجایی در ابتدای زلزله
- نقطه ملاقات ثانویه پس از زلزله
- موارد مرتبط با حمل‌ونقل در کیت زلزله
- موارد اضطراری داخل خودرو
- استراتژی برای دسترسی به خانواده پس از زلزله
- منابع اطلاعاتی پس از زلزله
- مسیرهای اضطراری
- دریافت هشدارها و راهنمایی‌های ترافیکی
- انتظارات از مدیریت شهری
- خودارزیابی تصمیم‌گیری صحیح پس از زلزله
- رفتار شهروندان در ترافیک پس از زلزله
- جابجایی مصدومین پس از زلزله
- سابقه حضور در کارگاه‌های پناهگیری و تخلیه امن
- ترافیک پس از زلزله
- انتخاب وسیله جابجایی پس از زلزله

پرسشنامه ۲۵ سؤالی مورد استفاده از لحاظ روایی و پایایی مورد بررسی قرار گرفته است:

روایی محتوا: سؤالات به‌دقت بر مبنای ادبیات علمی و چارچوب‌های مدیریت بحران طراحی شده‌اند و تمام شش محور (دموگرافیک، ادراک، برنامه‌ریزی، منابع اطلاعاتی، انتظارات از مدیریت، خودارزیابی) را به‌صورت جامع پوشش می‌دهند. روایی سازه: تجزیه و تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی نشان می‌دهد که سؤالات هر محور به‌صورت واضح به یک عامل زیرساختی مرتبط هستند و بارهای عاملی مناسب ($\leq 0/6$) دارند.

پایایی داخلی: ضریب آلفای کرسکال (α) برای کل پرسشنامه ۰/۸۲ و برای هر زیرمقیاس بین ۰/۷۸ تا ۰/۸۴ است که نشانگر همسانی مناسب سؤال‌هاست.

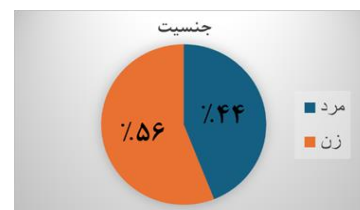
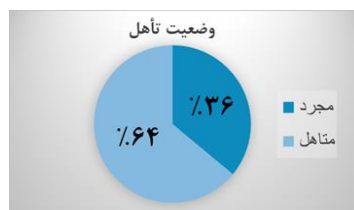
پایایی آزمون-باز آزمون: با فاصله دوهفته‌ای، ضریب همبستگی پیرسون (r) بین نمرات اول و دوم برای کل مقیاس ۰/۷۷ به دست آمده است که پایایی ثابتی را تأیید می‌کند.

به طور کلی، شواهد موجود نشان می‌دهد پرسشنامه از نظر روایی محتوا و سازه و همچنین از نظر پایایی داخلی و آزمون-باز آزمون، ابزار معتبری برای ارزیابی آمادگی جابجایی شهروندان در شرایط زلزله است.

۴. تحلیل داده‌ها

در این بخش یافته‌های پژوهش و ارزیابی انجام شده ارائه می‌شود.

۴-۱ مشخصات دموگرافیک



شکل ۱. جنسیت و تأهل نمونه آماری



شکل ۲. مناطق محل سکونت کاربران

جدول ۱. شاخص‌های گرایش به مرکز و پراکندگی آماری از سنین مختلف کاربران

میانگین	میان	مد	انحراف معیار	واریانس
۳۴,۴۲	۳۱	۲۰	۱۳,۵۸	۱۸۴,۳۷

یکی دیگر از موضوعات مهم در پرسشگری نوع وسیله نقلیه‌ای بود که به‌طور معمول در جابجایی در شهر از آن استفاده می‌کنند. نتایج پرسشگری در شکل ۳ نشان داده شده است.

وسيله نقلیه تردد روزمره

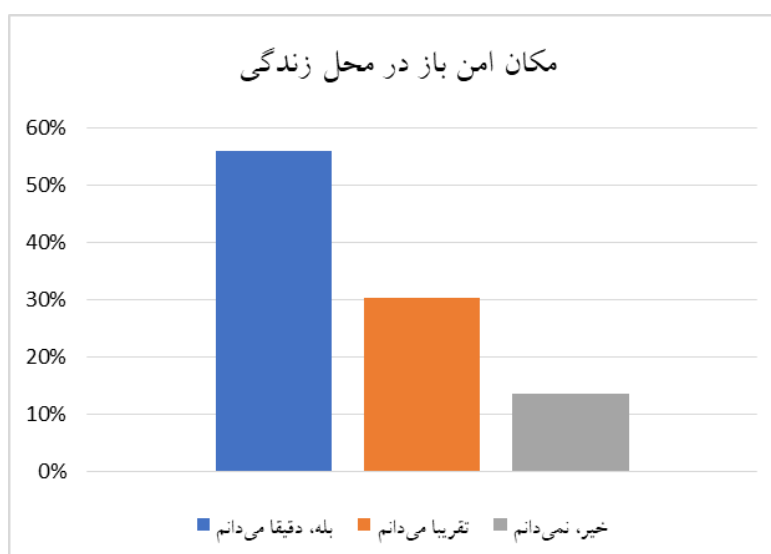


شکل ۳. نوع وسیله نقلیه مورد استفاده در جابجایی‌های شهری

همان‌طور که شکل ۳ نمایش می‌دهد، تقریباً نیمی از افراد شرکت‌کننده در پرسشگری با خودرو شخصی نقل مکان می‌کنند.

۲-۴ ادراک شرایط بحران

شکل ۴ آشنا بودن افراد با مکان امن باز در نزدیکی محل سکونتشان را نشان می‌دهد. در مورد تعداد افرادی که مکان امن باز در نزدیکی محل زندگی‌شان را اطلاع ندارند در اقلیت است و فقط ۱۳ درصد نمی‌دانند مکان امن باز در محدوده سکونتشان کجاست و همین‌طور ۵۶ درصد افراد دقیقاً می‌دانند این مکان در اطراف محل زندگی‌شان کجاست.

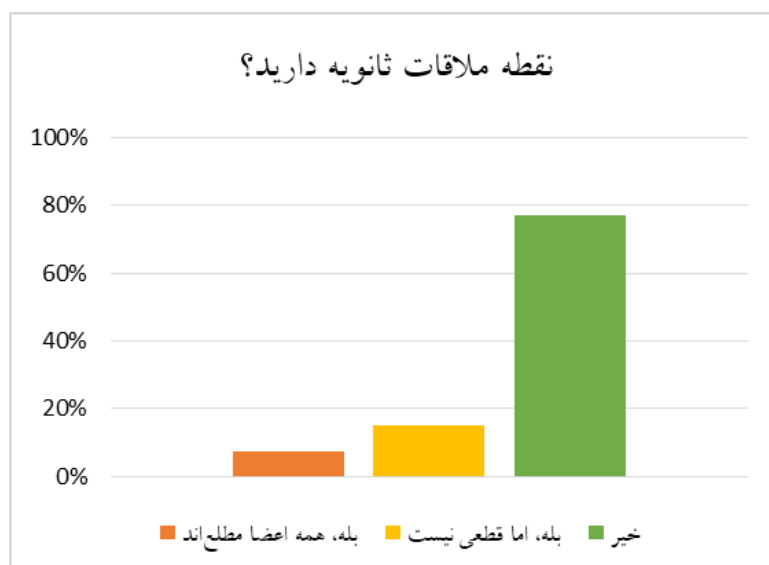


شکل ۴. اطلاع شهروندان از مکان امن باز در نزدیکی محل سکونتشان

بر اساس بررسی‌ها نیمی از افراد شرکت‌کننده (۵۰٪) ترسشان پس از وقوع زلزله، ریزش آوار و مسدود شدن معابر سطح شهر است و همین‌طور نزدیک به ۳۸٪ نگرانی از ترافیک پس از زلزله دارند. همین آمار نشان می‌دهد که مطالعه در مورد تاب‌آوری سیستم حمل‌ونقل شهری در مواجهه با زلزله بسیار مؤثر و ضروری است. اولویت اول افراد در ساعات اولیه پس از زلزله رفتن به سمت نقطه امن باز مانند پارک‌ها که از ساختمان‌ها دور

هستند، پناه ببرند (۴۴٪) و یا اینکه با سرعت به سمت خانه بروند و از وضعیت خانواده عزیزشان مطلع شوند (۳۲٪) و به همین ترتیب ۲۴٪ افراد اولویت‌های دیگری دارند. بررسی‌ها نشان می‌دهد نزدیک ۸۰ درصد افراد که اکثریت نمونه را شامل می‌شوند، اصلاً نقطه ملاقات ثانویه‌ای را با خانواده خویش هماهنگ نکرده‌اند (شکل ۵). تحلیل‌ها نشان می‌دهد نیمی از افراد در کیت زلزله خود هیچ‌چیز مرتبط با حمل‌ونقل و مسیریابی به

همراه ندارند و فقط نزدیک به ۳۰٪ افراد چراغ‌قوه همراه خود دارند.



شکل ۵. اطلاع شهروندان از مکان امن باز در نزدیکی محل سکونتشان

راهنمایی‌های ترافیکی ثبت‌نام کنند. ارزیابی‌ها نشان داد ۲۳ درصد افراد در خصوص مسیرهای ویژه (مخصوص عبور وسایل امدادی) آگاهی ندارند که البته درصد کمی محسوب نمی‌شوند و ۲۵ درصد افراد در شرایط بحران زلزله شهر تهران علیرغم آشنایی با مسیر مذکور برای عملیات‌ها و امدادرسانی برای تردد سریع‌تر و رسیدن به خانواده از آن استفاده می‌کنند.

۴-۴ انتظارات از مدیریت شهری

۲۵ درصد کاربران از مسئولین شهرداری انتظار دارند که با نصب تابلوهای شفاف و نورانی مسیر تخلیه و نقطه امن در محلات را مشخص کنند؛ و همان‌طور که قبلاً ذکر شد با اطلاع‌رسانی زنده و مداوم از طریق رادیو و پیامک در مورد وضعیت معابر به مردم خبر بدهند. بااینکه در مجموع ۵۰ درصد مردم پلیس راهور یا سازمان مدیریت بحران شهر را مسئول اصلی مدیریت ترافیک و هدایت مردم بلافاصله پس از زلزله می‌دانند؛ اما ۴۱ درصد مردم موافق یک ترکیبی از همه نهادهای ذی‌ربط را مسئول اصلی می‌دانند.

۴-۵ خودارزیابی کلی و رفتار جمعی

۳-۴ منابع اطلاعاتی و قابل اعتماد

یکی از موضوعات اساسی در زمان وقوع زلزله بحث منابع اطلاع‌رسانی و مورد اعتماد برای انتخاب روش‌ها و مسیرهای ایمن است. نتایج این موضوع در شکل ۶ انعکاس داده شده است.

منبع اطلاعاتی مسیرهای ایمن

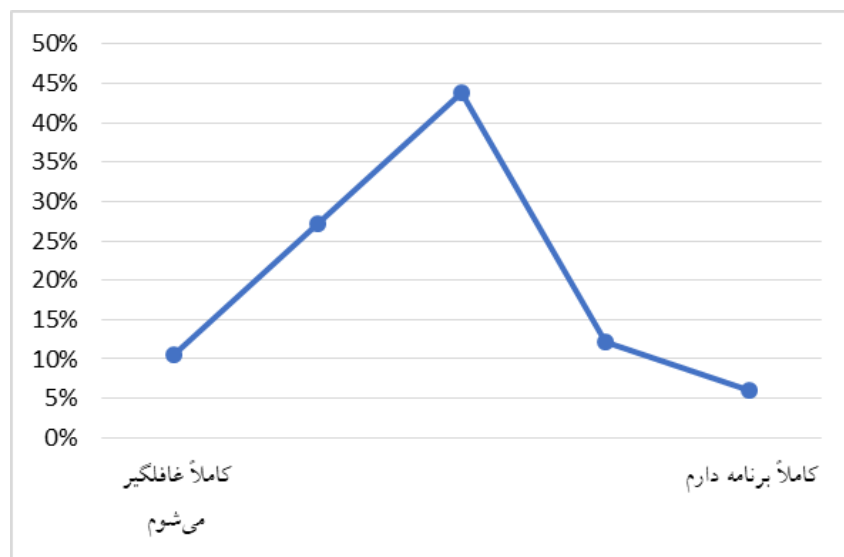


شکل ۶. نظرات کاربران منابع اطلاعاتی مسیرهای ایمن

همان‌طور که مشخص است اکثریت افراد منبع اطلاعاتی قابل اطمینانشان پس از وقوع زلزله شبکه‌های اجتماعی رسمی و تمایل به آگاهی از طریق کانال‌های رسمی برای انتخاب مسیرهای ایمن را دارند همچنین ۷۵ درصد کاربران افراد علاقه‌مند هستند که در گروه پیامکی محله‌ای برای دریافت هشدارها و

خودارزیابی امتیازی کلی شهروندان در خصوص آمادگی برای جابجایی پس از زلزله نشان می‌دهد تنها ۵ درصد می‌دانند چه رفتاری باید انجام دهند و بیشتر افراد برنامه دقیق و مشخصی

ندارند و حدود ۱۰ درصد نیز کاملاً غافلگیر می‌شوند. این ارزیابی‌ها در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷. خودارزیابی شهروندان در خصوص تصمیم‌گیری حمل‌ونقلی پس از زلزله

همچنین اکثریت مردم بر این باورند که پس از وقوع زلزله همشهری‌هایشان هرج‌ومرج و رقابت برای خروج سریع‌تر را پیش می‌گیرند و همین‌طور نیمی از افراد نگرانی گیر افتادن طولانی و دور ماندن از عزیزان را دارند و دلیل این نگرانی از همان هرج‌ومرج مردم نشئت می‌گیرد. در یک ارزیابی دیگر مشخص شد اگر کاربران در ترافیک پس از زلزله گیر کنند و فرد مجروحی در اطراف نیاز به رساندن به درمانگاه داشته باشد، نزدیک به ۹۰٪ آن‌ها به هر نحوی (سعی می‌کنند با کمک دیگران او را به نزدیک‌ترین مرکز درمانی برسانند یا از نیروهای امدادی کمک می‌گیرند). خود اظهاری کاربران نشان داد ۴۳ درصد آن‌ها سابقه شرکت در کارگاه یا مانور آموزشی «پناه‌گیری و تخلیه ایمن» ندارند و ۲۷٪ اطلاعاتی از طریق رسانه‌ها در این زمینه دریافت کرده‌اند و ۳۰٪ فقط سابقه حضور در این کارگاه‌ها را داشتند.

۵. نتیجه‌گیری

یکی از موضوعات مهم و ضروری در زلزله آمادگی جابجایی و حمل‌ونقلی کاربران و انتخاب‌ها و تصمیمات درست و صحیح

است. در این زمینه آگاهی شهروندان خیلی زیاد نیست و در خصوص ارزیابی موضوع با استفاده از یک پرسشنامه خود اظهاری سنجش در شهر تهران صورت گرفت و پس از تحلیل توصیفی داده‌ها نتایجی حاصل شد. برخی از این نتایج به شرح زیر است:

- بیشتر شهروندان در خودارزیابی رفتار حمل‌ونقلی پس از زلزله به خود نمره متوسط (۳) دادند و این موضوع نشان می‌دهد باید برنامه‌ریزی بهتری در خصوص افزایش آگاهی شهروندان به کار برد.
- اکثریت شهروندان در خصوص ملاقات ثانویه و نوع رفتار پس از زلزله اطلاعات کافی و صحیح ندارند.
- شهروندان در خصوص مدیریت حمل‌ونقل پس از زلزله آشنایی کافی ندارند و باید در این زمینه دانش و مهارت بیشتری پیدا کنند.
- نوع انتخاب مسیر عبور و همچنین امداد شهروندان نیاز به اصلاحات بیشتری دارد و اکثر آن‌ها برنامه دقیقی در این

geohazard risks. International journal of disaster risk reduction, 31, 832-843.

– Wu, Y., Hou, G., Chen, S., & Mountain-Plains Consortium. (2024). Resilience-Based Recovery Planning of Transportation Network Following Earthquakes (No. MPC-642). Mountain-Plains Consortium.

– Byun, J. E., & D'Ayala, D. (2022). Urban seismic resilience mapping: a transportation network in Istanbul, Turkey. Scientific reports, 12(1), 8188.

– Feng, K., Wang, C., & Li, Q. (2024). Evaluating the role of transportation system in community seismic resilience. Resilient Cities and Structures, 3(3), 65-78.

– Edrısı, A., Zeını, M., & Adresı, M. (2019). Travel demand behavioral model after disaster (earthquake) in Tehran, Iran. Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences, 37(2), 601-610.

– Feng, K., Li, Q., & Ellingwood, B. R. (2020). Post-earthquake modelling of transportation networks using an agent-based model. Structure and Infrastructure Engineering, 16(11), 1578-1592.

– Guan, X., Ran, X., Liu, Z., & Zhao, W. (2025, September). Real-time Seismic Emergency Resilience Assessment and Decision-making for Transportation Networks using Deep Learning Techniques. In Proceedings of the 2025 International Conference on Resilient City and Safety Engineering (ICRCSE 2025) (p. 70). Springer Nature.

– Afrin, T., Aragon, L. G., Lin, Z., & Yodo, N. (2023). An integrated data-driven predictive resilience framework for disaster evacuation traffic management. Applied Sciences, 13(11), 6850.

خصوص ندارند و همچنین بیش از ۷۰ درصد سابقه کارگاه‌های مرتبط با تخلیه و دسترسی به پناهگاه امن را ندارند.

• بهترین راه برای افزایش آگاهی آن‌ها و اطلاع‌رسانی منابع رسمی و پس‌از آن شبکه‌های اجتماعی است.

این پژوهش نشان داد در کنار آموزش‌های حضوری، بهره‌گیری از فناوری‌های دیجیتال نظیر اپلیکیشن‌های موبایلی و سامانه‌های هشداردهی هوشمند، می‌تواند اطلاعات لحظه‌ای درباره وضعیت جاده‌ها، مسدودیت‌ها و مسیرهای باز را به شهروندان ارائه دهد. این ابزارها به‌علاوه امکان ارسال گزارش‌های میدانی توسط خود مردم، به مقامات کمک می‌کند تا تصمیمات بهینه‌تری برای توزیع منابع و بازسازی سریع شبکه‌های حمل‌ونقل اتخاذ کنند. ترکیب آموزش‌های منظم، برنامه‌ریزی زیرساختی و استفاده هوشمندانه از فناوری، پایه‌ای مستحکم برای افزایش آگاهی و تاب‌آوری جامعه و کاهش خسارات انسانی در پی زلزله فراهم می‌آورد. بر اساس ارزیابی می‌توان گفت ترکیب بهبود زیرساخت‌های فیزیکی، مدل‌سازی پیشرفته و تقویت آمادگی روانی و تکنولوژیک شهروندان می‌تواند تاب‌آوری شبکه حمل‌ونقل شهری را پس از زلزله به‌طور ملموسی افزایش دهد.

۶. مراجع

– Chang, L., Peng, F., Ouyang, Y., Elnashai, A. S., & Spencer Jr, B. F. (2012). Bridge seismic retrofit program planning to maximize postearthquake transportation network capacity. Journal of Infrastructure Systems, 18(2), 75-88.

– Wu, Y. (2023). Resilience of Transportation Network During Post-Earthquake Emergency Response and Recovery Stages. Colorado State University.

– Aydin, N. Y., Duzgun, H. S., Heinimann, H. R., Wenzel, F., & Gnyawali, K. R. (2018). Framework for improving the resilience and recovery of transportation networks under

- Feng, R., Elghazouli, A. Y., Li, Y., Dong, Y., & Wang, Z. (2025). Life-cycle seismic resilience of deteriorating highway bridges under mainshock-aftershock sequences. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 23(5), 2137-2169.

- Shen, Z., Ji, C., & Lu, S. (2024). Transportation network resilience response to the spatial feature of hazards. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 128, 104121.

- Rostami-Moez, M., Rabiee-Yeganeh, M., Shokouhi, M., Dosti-Irani, A., & Rezapur-Shahkolai, F. (2020). Earthquake preparedness of households and its predictors based on health belief model. *BMC public health*, 20(1), 646.