

بررسی آسیبهای محتمل شبکه معابر منتهی به شهر تهران در برابر خطر لرزه ای و راهکارهای مدیریت ترافیک در آن

مقصود پوریاری^۱، عبدالرضا ناظری^۲، محمودخوش نشان^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۰

از صفحه ۴۳ تا ۶۶

فصلنامه علمی - تخصصی دانش انتظامی شرق استان تهران
سال چهارم، شماره شانزدهم، زمستان ۱۳۹۶

چکیده

در صورت وقوع زلزله در تهران، نقش و کارکرد شریان های ارتباطی و دسترسی به این شهر در حوزه امداد رسانی و خدمات رسانی از سوی استانهای معین بسیار تأثیرگذار است. چنانچه این شبکه ناکارآمد، باشد خسارت های ناشی از زلزله صد چندان می شود و امکان امداد رسانی به آسیب دیدگان از میان خواهد رفت. هرچقدر آسیب پذیری شهر تهران در برابر زلزله بیشتر باشد، نقش عملکرد شبکه راههای دسترسی با توجه به تأثیر تقاضای ترافیک بر آن بیشتر خواهد بود.

با توجه به واقع شدن شهر تهران بین دو گسل عمده: گسل شمالی تهران و گسل شهر ری، خطر زلزله در تهران بسیار جدی است. به علاوه گسلهای فرعی تری نیز از درون شهر عبور می کنند. توجه به گستردگی این گسلها در سطح شهر تهران و قطع شبکه بزرگراهی توسط این گسلها، در بسیاری از نقاط، خرابی زیادی در سطح راه می تواند در اثر این حادثه بوجود آید.

در این مقاله ضمن بیان ویژگیهای شبکه معابر منتهی به شهر تهران و مشخص نمودن دروازه ورود شهر، پهنه خطر زلزله شهر تهران با توجه به گسلهای مطرح مشخص شده است. در نهایت راهکارهای دسته بندی شده مبتنی بر بهبود مدیریت عرضه و تقاضا ارائه شده است.

کلید واژه ها

خطر لرزه ای، شبکه راهها، مدیریت ترافیک.

۱- عضو هیات علمی پژوهشکده حمل و نقل. نویسنده مسئول: mpooryari@yahoo.com

۲- دکترای مدیریت بحران از دانشگاه دفاع ملی

۳- عضو هیات علمی پژوهشگاه علوم انتظامی و مطالعات اجتماعی ناجا

۱- مقدمه

استان تهران با توجه به واقع شدن مرکزیت سیاسی، اقتصادی در آن با وسعتی بالغ بر ۱۸۹۰۹ کیلومتر مربع سطحی معادل ۱/۲ درصد وسعت ایران را به خود اختصاص داده است. این استان دارای ۱۳ شهرستان، ۴۳ شهر و ۱۳۵۸ آبادی می باشد. این استان در شمال به استان مازندران، در غرب به استان قزوین، در جنوبغرب به استان مرکزی، در جنوب به استان قم و در جنوب شرق به استان سمنان محدود شده است. بر اساس سرشماری سال ۱۳۸۵، جمعیتی معادل ۱۳/۴ میلیون نفر که ۱۹٪ جمعیت کشور را در بر می گیرد، در این استان واقع است [۱].

شهر تهران به عنوان پایتخت کشور با جمعیتی معادل ۷۷۰۵۰۳۶ نفر و مساحتی برابر ۷۳۰ کیلومتر مربع، در این استان قرار گرفته است که خطر زلزله مهمترین تهدید حوادث غیرمترقبه آن محسوب می شود [۱].

براساس آمار سالیانه حمل و نقل جاده ای استان تا پایان سال ۱۳۹۲، استان تهران با دارا بودن ۲۰۳۰ کیلومترمراه (شامل انواع آزادراه، بزرگراه، راه اصلی و فرعی از شبکه راههای کشور از تراکم ۰/۱۱ کیلومتر راه در هر کیلومترمربع وسعت استان برخوردار بوده که در طول این راهها، ۱۹ دستگاه تونل به طول ۹۱۲۹ متر، ۳۷۵۹ دستگاه پل (با سهم ۱/۱ درصد)، وجود دارند [۲].

مهمترین اعضای شبکه راههای دسترسی به شهر تهران که نقش لجستیک در هنگام بحران دارند عبارتند از: محور فیروزکوه-تهران، محور آمل-تهران و محور چالوس-تهران که راههای مواصلاتی از استان مازندران می باشند. محور قزوین- کرج و آزادراه قزوین- کرج و محور بوئین زهرا- شهریار به عنوان راههای مواصلاتی از استان قزوین، بزرگراه رباط کریم- اسلامشهر و اتوبان ساوه- تهران به عنوان راههای مواصلاتی از استان مرکزی، جاده قم-تهران و آزادراه قم- تهران به عنوان معابر مواصلاتی از استان قم و جاده سمنان- تهران و بزرگراه ورامین- تهران به عنوان محور مواصلاتی از استان سمنان می باشند.

با توجه به نقطه اتصال راههای شریانی مواصلاتی به شهر تهران ۱۱ دروازه ورودی اصلی تعیین کردو این تعداد در مرز استان نیز به ۱۱ دروازه محدود می گردد. در این



میان دو دروازه مربوط به غرب، یک دروازه مربوط به شرق و بقیه مربوط به جنوب و جنوبغربو جنوبشرق می باشند. این دروازه ها عبارتند از :

۱- آزادراه کرج- تهران که شامل ترافیک چالوس- کرج و قزوین کرج و همچنین شهرکها و حوزه های جمعیتی کرج و حومه را شامل می شوند. نقش ارتباطی این محور پر رنگ است.

۲- محور مخصوص کرج: که علاوه بر تردد کلیه ماشینهای سنگین مسیرهای فوق الذکر راه دسترسی حوزه جمعیتی غرب تهران به تهران می باشد. نقش این محور دسترسی و ارتباطی است.

۳- محور اشتهارد - تهران اندیشه که در سمت جنوبغرب منطقه تهران به محور قدیم کرج- تهران ملحق می شود. نقش دسترسی این محور پررنگ است

۴- دروازه دیو سعید آباد که شاخه دیگری از مسیر محور اشتهارد بوده که در منطقه سعیدآباد به محور قدیم کرج در جنوب منطقه ملحق می شود. نقش دسترسی این محور پررنگ است

۵- آزادراه ساوه - تهران که به کمربندی آزادگان ملحق می گردد. نقش ارتباطی این محور پر رنگ است.

۶- بزرگراه رباط کریم - اسلامشهر - تهران که در راستای جنوبغرب- شمال شرق به کمربندی آزادگان منتهی می گردد.

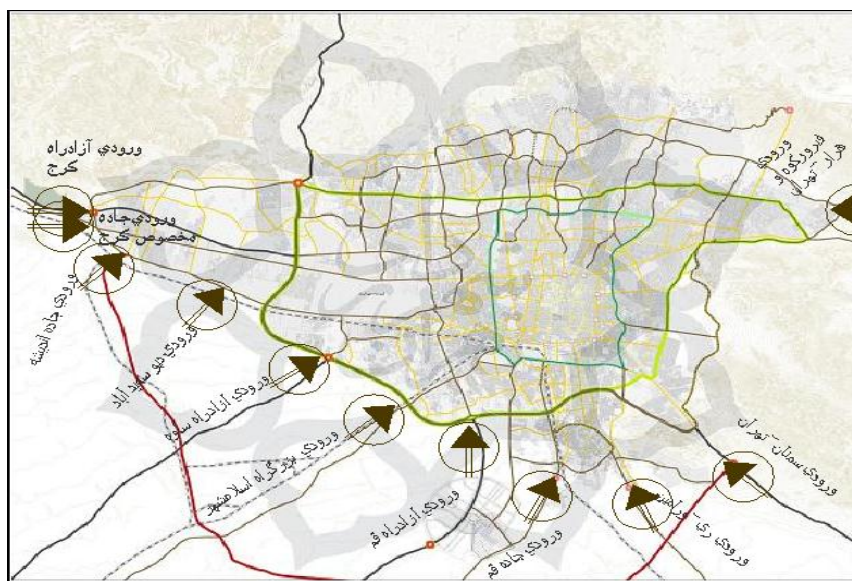
۷- آزادراه قم- تهران که در جنوب تهران به عنوان مهمترین راه شریانی و ارتباطی جنوب و مرکز ایران به تهران است. نقش ارتباطی این محور پر رنگ است.

۸- محور قدیم قم- تهران که با عبور از منطقه حسن آباد در جنوب تهران و منطقه تهران به سه راهی منتهی می گردد.

۹- دروازه بزرگراه ری- ورامین که با محوریت نقش دسترسی و همچنین ارتباطی به تهران در سمت جنوب شرق است.

۱۰- دروازه محور سمنان - تهران که مهمترین محور شریانی استانهای شرق و جنوبشرق کشور به تهران است و پس از فیروز آباد به منطقه تهران منهی می گردد. نقش ارتباطی این محور پر رنگ است.

۱۱- دروازه ورودی محور فیروز کوه و هراز به تهران به عنوان محور مواصلاتی استان مازندران به تهران در محدوده پل شهید بابایی می باشد. نقش ارتباطی این محور پر رنگ است. در تصاویر زیر این موقعیت نشان داده شده است.



شکل ۱- دروازه ورودی محورهای دسترسی و ارتباطی به شهر تهران

۲- سوابق زلزله های اخیر در تهران

شدیدترین زلزله ای که تهران را تکان داده است و از نظر مسافت به آن نزدیک بوده است، در فاصله ۲۵ کیلومتری منطقه تهران و در سال ۱۸۳۰ میلادی، یعنی حدود ۱۷۸ سال پیش و در زمان فتحعلیشاه قاجار برابر فروردین ۱۲۰۹ شمسی و به قدرت بیش از ۷ درجه در مقیاس ریشتر به وقوع پیوسته است. مرکز این زلزله مهیب، منطقه لواسانات در شمال غرب تهران بوده است. کارشناسان، دوره بازگشت زلزله های بزرگ اطراف تهران را



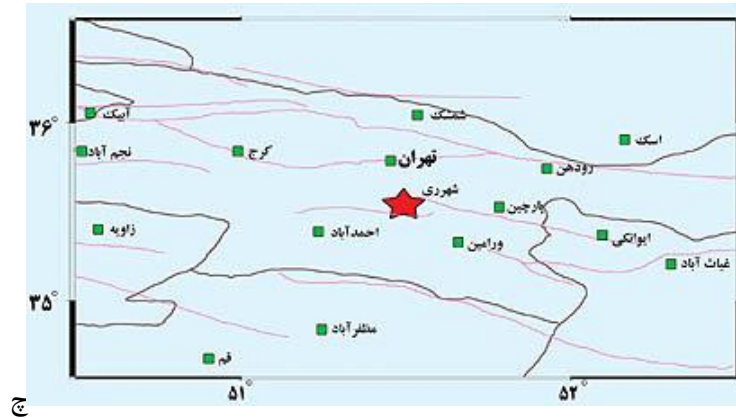
بین ۱۵۰ تا ۱۹۰ سال برآورد می‌کنند، ضمن اینکه انتظار می‌رود طی هر دوره ۳۰۰۰ ساله، یک زمین‌لرزه بالای ۸ ریشتر، در داخل شهر تهران، اتفاق بیفتد [۳]؛

زلزله های خفیفی نیز در سالهای اخیر تهران را لرزانده است که مشخصات کلی برخی از آن به شرح ذیل است [۴]:

۱- زلزله بلده: در ساعت ۱۷ و ۸ دقیقه و ۴۶ ثانیه روز جمعه ۸ خرداد ماه سال ۱۳۸۳، زلزله ای به قدرت ۶/۳ ریشتر تهران را لرزاند. مرکز این زلزله یوش و بلده در استان مازندران بود. در حالی که صدمات جانی و مالی این زمین لرزه به دلیل تراکم کم جمعیت در پیرامون مرکز زمین لرزه محدود بود، اما لرزش ناشی از این رویداد در بخش‌های وسیعی از کشور حس شد. در تهران نیز مردم را دچار چنان وحشتی کرد که تا چند روز به دور از خانه‌های‌شان و در پارک‌ها زندگی می‌کردند. بر اثر این حادثه جاده کرج-چالوس به مدت ۱۵ روز مسدود شد. این زلزله در مناطق ۲ و ۵ شهرداری تهران با خساراتی همراه بود. در نقاطی از تهران دیوار و ستونها شکافت، شیشه های ساختمانها شکست و تاسیسات ساختمانها خسارت دید. همچنین باعث شکستن لوله ها و قطع کانال برق در بعضی نقاط شد [۴].

۲- زلزله کهک قم: در ساعت ۱۷:۵۹:۵۰ روز ۱۳۸۶/۳/۲۸ در حدود ۱۲ کیلومتری جنوب قم و در نزدیکی روندهای گسله های با راستای شمال غربی - جنوب شرقی زمین لرزه ای با بزرگای $ML=5/6$ در مقیاس محلی به وقوع پیوست. تکانهای حاصل از این زلزله در شمال تهران بویژه در طبقات بالای منازل کاملا احساس گردید. ژرفای محاسبه شده اولیه ۱۷ کیلومتر برآورد گردید. این زلزله بیش از ۱۰ پس لرزه تا ساعت ۱۹:۲۰ داشته است که بزرگترین آن بزرگایی برابر $ML=3/3$ دارد.

۳- زلزله ایوانکی: در ساعت ۱۴ و ۲۳ دقیقه و ۵۶ ثانیه روز شنبه ۲۵ مهرماه، زلزله به قدرت ۴ ریشتر در مقیاس امواج درونی تهران را لرزاند. مرکز این زلزله جنوب شرق تهران و حوالی شهرستان ری واقع در استان تهران بود. این زلزله با خسارتی همراه نبود.



شکل ۲- موقعیت کانون زلزله ۲۵ مهرماه ۱۳۸۸ تهران

۳- خرابی ها و آسیبهای یک زلزله محتمل

در اثر وقوع زلزله حوادث محتمل دیگر به شرح ذیل رخ داده و خرابیهایی را در سطح شبکه معابر بوجود می آورد.

رائش زمین: این حادثه در اثر زلزله می تواند با توجه به نوع خرابی (لغزش از رو و یا لغزش از زیر) و یا با هجوم جریان گل و لای به سطوح راه و یا ایجاد خرابی عمومی، اختلال در عملکرد یک خیابان و یا بزرگراه را فراهم آورد.

تخریب خاکریز: با توجه به نوع شبکه حمل و نقل استان تهران، برخی از اجزای شبکه بزرگراهی بر اثر پخش شدگی جانبی خاک در اثر زلزله، خرابی های وسیعی در بدنه راه ایجاد می کنند .

گسیختگی گسل: شهر تهران بین دو گسل عمده: گسل شمالی تهران و گسل شهر ری- قرار دارد و گسلهای فرعی تری نیز از درون شهر عبور می کنند. با توجه به گستردگی این گسلها در سطح شهر تهران و قطع شبکه راههای منتهی به تهران توسط این گسلها، در بسیاری از نقاط، خرابی زیادی در سطح راه می تواند در اثر این حادثه بوجود آید.



شکل ۶- گسیختگی گسل در منطقه شمال تهران (حصارک [۵])

لغزش شیبها: ناپایداری شیبهای مشرف به برخی از بزرگراههای می تواند منجر به مسدود شدن جزئی یا کامل مسیرها گردد. زلزله های شدید غالباً موجب زمین لغزه می شوند. گرچه عمده این زمین لغزه ها کوچک می باشند، لیکن زلزله ها بعضاً لغزشهای بسیار بزرگی در شیروانیها ایجاد کرده اند. در برخی از این حالات، متأسفانه زمین لغزه ایجاد شده در اثر زلزله، تمامی شهر و روستاها را مدفون ساخته است. زمین لغزه های ناشی از زلزله گاهی با ویرانی ساختمانها، پلها و سایر تأسیسات، موجب بروز خسارات زیادی شده اند. تعداد زیادی زمین لغزه های ناشی از زلزله به علت پدیده روانگرایی ایجاد می شوند و تعداد قابل ملاحظه دیگری از آنها بعلت گسیختگی شیروانی بوده که در شرایط استاتیکی هم پایداری ضعیفی داشته اند.

خروج قطارها از ریل: خطر ارتعاش در اثر زلزله در متروی تهران چندان مطرح نیست اما امواج زلزله می تواند منجر به خروج قطارها از ریل شود.

آتش سوزیهای گسترده: به دنبال زلزله، آتش سوزی گسترده ای می تواند در محل پمپ بنزینها و یا در محل ترکیدگی خطوط گاز و یا در اثر اتصال جریان الکتریسته رخ

دهد. با توجه به حجم این نوع حوادث هجوم مردم و هجوم نیروهای امدادرسانی، می تواند اختلال در شبکه را بوجود آورد.

سیل: در اثر وقوع زلزله با توجه به تغییرات صفحات تکتونیکی و همچنین تغییر سفره های زیر زمینی در مواقعی به علت سرباز شدن محل آب جمع شدگیها، می تواند سیل موضعی رخ دهد.

هجوم مردم به خیابانها: علاوه بر تاثیر منفی زلزله بر سیستم عرضه حمل و نقل ، با توجه به هجوم افراد برای خروج از شهرها، تقاضای زیادی بر سستم حمل و نقل پدید می آید که با توجه به ظرفیت محدود شبکه حمل و نقل، مشکلات ترافیکی زیادی بوجود خواهد آمد. از طرفی شبکه حمل و نقل باید تقاضای ناشی از عملیات امدادرسانی ، کمک رسانی و کمکهای مردمی جهت ارسال محموله ها باشد.

علاوه بر آن زلزله خرابیهای زیادی را در زیرساختها در پی دارد. این خرابیها مشتمل بر خرابی انواع سازه ها و ابنیه فنی موجود (پل، تونل، دیوار حائل، انواع پایه روشنایی و تاسیساتی، انواع پایه تابلو و علائم، انواع پل عابر پیاده و غیره) در شبکه حمل و نقل و همچنین جسم راه نیز می باشد. با توجه به اینکه موقعیت پل و تونل و سایر ابنیه فنی و علائم به سبب محدودیتی که در عرض راه و همچنین عرض شانه راه و فاصله موانع تا لبه سواره رو ایجاد می کنند در ظرفیت راه تاثیر دارند و از طرفی هرچقدر تعداد این ابنیه بیشتر باشد، این مقاطع به عنوان گلوگاه عمل کرده و در کاهش ظرفیت راه تاثیر می گذارند. در شرایط بحران این عناصر آسیب پذیر بوده و شرایط گلوگاهی بوجود می آورند. با توجه به احتمال انسداد فیزیکی خطوط، کاهش ظرفیت رخ می دهد. در این راستا پل یکی از اجزای اصلی آسیب پذیر در هنگام زلزله است. اهمیت یک پل بدان سبب است که وقتی این عضو در زلزله از کار بیفتد کل مسیر غیرقابل استفاده خواهد بود. از آنجا که ترمیم پل زمان بر است، مدیریت امداد و نجات را با مشکل جدی مواجه می سازد. در صورت وقوع زمین لرزه در مناطق شهری و به خصوص شهر بزرگ تهران، به علت تراکم بیشتر پلها در این مناطق، امکان وقوع خرابیهای قابل توجه در پلها دور از انتظار نخواهد بود.



۴- مشخصات شبکه راههای منتهی به شهر تهران و گسترش پهنه خطر زلزله

۴-۱- مشخصات فیزیکی محورها

مشخصات فیزیکی محورهای موصلاتی مهم استان تهران به شرح ذیل معرفی می گردد:

۱- محور آزاد راه قزوین- کرج- تهران: این محور به عنوان آزادراه به طول حدود ۶۰ کیلومتر از مرز غربی منطقه ۲۲ تهران شروع و تا محل پل بهشت سکینه به محدوده استان قزوین منتهی می گردد. این محور به صورت آزاد راه بوده و در هر سمت ۳ خط عبور دارد. عرض این معبر ۳۲ متر می باشد و به عنوان مهمترین راه شریانی شمال، شمالغرب و تا حدودی غرب کشور به تهران عمل می کند. این محور نقش کلیدی در امداد رسانی استان معین قزوین به تهران را ایفا می کند. همچنین این معبر مهمترین و کوتاهترین محور ارتباطی شهر پرجمعیت کرج به تهران است که در شرایط بحران نقش آن از لحاظ مختلف امداد، اسکان قابل توجه است.

۲- جاده قزوین- کرج- تهران: این جاده به عنوان یک راه شریانی اصلی به موازات آزاد راه قزوین به طول تقریبی ۵۰ کیلومتر و عرض ۱۸ متر است.

۳- جاده اشتهارد- تهران: این جاده از استان قزوین عبور و وارد استان مرکزی شده و از مرز این استان در غرب تهران شروع و پس از طی ۴۰ کیلومتر به منطقه موسوم به راشته می رسد سپس یک شاخه آن در امتداد شمال شرق با عبور از منطقه پاکدشت به طول ۲۵ کیلومتر به آزادراه قزوین- کرج- تهران منتهی می گردد. امتداد اصلی جاده در راستای غرب- شرق با عبور از منطقه ملارد مجدداً به دوشاخه اصلی منجر شده و یکی از مسیر شهریار- و منطقه سعید آباد و دیگری با عبور از شهرک اندیشه به جاده قدیم کرج- تهران منتهی می گردد.

۴- جاده رباط کریم- اسلامشهر- تهران: این جاده به طول حدود ۴۰ کیلومتر از مرز استان مرکزی در جنوبغرب تهران شروع و با عبور روگذر از آزادراه تهران- ساوه، به صورت بزرگراه با عرض ۲۳ متر، با عبور از مناطق رباط کریم، سلطان آباد و اسلامشهر به کمربندی آزادگان در جنوبغرب تهران منتهی می گردد.

۵- آزادراه تهران- ساوه: این محور شریانی مهمترین معبر ارتباطی استانهای غرب کشور (همدان، مرکزی و ...) به شهر تهران بوده که به طول ۳۷ کیلومتر در مرز استان تهران واقع است. عرض این معبر ۳۱ متر می باشد. این معبر در جنوبغرب تهران از پل رودخانه شور در مرز استان مرکزی شروع و به کمربندی جنوب (آزادگان) منتهی می گردد و یکی از دروازه های اصلی ورودی شهر محسوب می گردد.

۶- جاده قم- تهران: این جاده از جنوب استان تهران و از مرز استان قم در منطقه نعلبندان با عبور از آزادراه تهران - قم به صورت زیرگذر به سمت شمال متمایل و سپس در راستای جنوبغرب- شمالشرق مجدداً به صورت زیرگذر آزادراه مزبور را قطع نموده و به پل غریب می رسد. طول معبر در حفاصل مذکور ۲۸ کیلومتر و عرض آن ۱۱ متر است. این معبر سپس به صورت بزرگراه با دو خط عبور در هر سمت و به عرض ۲۰ متر از منطقه حسن آباد، عبور و به منطقه تپه شهرداری می رسد و سپس با طی ۱۴ کیلومتر به سه راهی در شهر ری منتهی می گردد. طول این مسیر به صورت بزرگراه ۸۰ کیلومتر و به صورت راه اصلی دو خطه ۲۸ کیلومتر است.

۷- آزادراه قم- تهران: این معبر شریانی اصلی مهمترین محور ارتباطی جنوب کشور و همچنین جنوبغرب کشور به تهران است. علی الخصوص استان معین اصلی (اصفهان) از این محور می باید امداد جاده ای به تهران داشته باشد. طول این محور ۶۲ کیلومتر از نعلبندان در مرز استان قم تا میدان جهاد در کمربندی جنوب (آزادگان) است. عرض این معبر ۳۲ متر و به صورت ۳ خط عبور در هر سمت می باشد.

۸- جاده ری- ورامین: این جاده به صورت بزرگراه به طول ۱۴ کیلومتر و با عرض عبور ۱۱ متر و با دو خط عبور در هر سمت، معبر دسترسی مناطق جمعیتی جنوب استان تهران به شهر تهران می باشد. آبادیهایی نظیر جوادآباد، پیشوا، باقرآباد، قرچک، قلعه نو و فیروزآباد از جمله این آبادیهاست. هرچند این جاده به عنوان یک راه ارتباطی با سایر استانهای همجوار نبوده لیکن در



شرایط بحران برخی از ترافیک جاده‌سمنان-تهران از طریق جاده شریف آباد-پیشوا-ورامین به طول ۷ کیلومتر و عرض ۹ متر از این جاده تغذیه می‌شوند.

۹- جاده سمنان-تهران: این جاده نقش ارتباطی اساسی تهران با استانهای شرق و جنوبشرق کشور و شمال است. این جاده از حدفاصل مرز با استان سمنان شروع و در راستای جنوبشرق-شمالغرب پس از طی ۵۱ کیلومتر با عبور از مناطق شریف آباد، پاکدشت و فیروزآباد به کمربندی جنوب تهران (آزادگان) منتهی میگردد. عرض این معبر بزرگراهی ۱۵ متر می‌باشد و در هر سمت دارای دو خط عبور است. اهمیت این جاده در شرایط بحران علاوه بر ارتباط با استان معین (سمنان) یکی از معابر ارتباطی استان مازندران از طریق دو معبر آبسرد-ایوانکی و جاده شه میرزاد است که در نهایت ترافیک آنها به این جاده منتهی می‌گردد. اهمیت این نکته با توجه به راههای دسترسی استان مازندران به تهران که در مواقع بروز زلزله از آسیب پذیری بالایی برخوردارند، چند برابر می‌گردد.

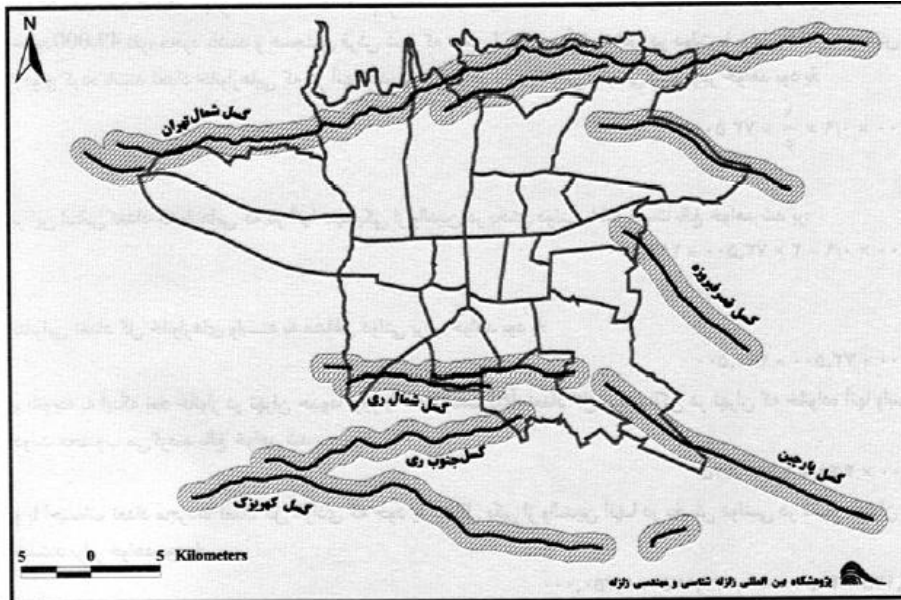
۱۰- جاده فیروزکوه - تهران: این جاده طولانی ترین جاده مواصلاتی بوده که از استان مازندران از سمت مرز شرقی استان تهران (گردنه گدوک) وارد استان تهران شده و به صورت بزرگراه با دو خط عبور در هر سمت به عرض ۱۱ متر (هر سمت) به شهر فیروزکوه می‌رسد. این جاده با عبور از شهر فیروزکوه به صورت بزرگراه تا تونل دلیچایی ادامه یافته سپس عرض معبر به ۹ متر تقلیل یافته تا به منطقه اوزنه می‌رسد. در ادامه به صورت بزرگراه به عرض ۲۷ متر تا دماوند امتداد می‌یابد. سپس با عبور از رودهن، جاجرود به پل بابایی در بزرگراه شهیدبابایی در شرق تهران ختم می‌گردد. طول کل این مسیر ۱۲۷ کیلومتر است. حدفاصل رودهن تا پل مذکور به آزادراه پردیس با دو خط عبور در هر سمت قرار گرفته است. که در حال حاضر یک سمت به بهره برداری رسیده است.

۱۱- جاده هراز- تهران: این جاده در امتداد شمالی - جنوبی از استان مازندران وارد استان تهران شده و پس از طی ۱۷ کیلومتر به منطقه رودهن به جاده فیروزکوه- تهران ختم می‌شود. عرض این جاده در این حدفاصل ۷/۳ متر رو سازی شده و با شانه خاکی تا ۹ متر هم می‌رسد.

۱۲- جاده کرج- چالوس: این جاده در راستای شمال جنوب، جاده ارتباطی تهران با استان همجوار شمال (مازندران) است. این جاده در مسیری کوهستانی به طول ۸۷ کیلومتر از دهانه شمالی کندوان شروع و به آزادراه کرج- تهران منتهی می گردد. عرض این معبر ۱۰ متر می باشد.

۴-۲- مشخصات لرزه ای

شهر تهران در دامنه جنوبی رشته کوه البرز واقع شده است و به واسطه وجود گسلهای متعدد فعال در محدوده شهر، استعداد لرزه خیزی بالایی دارد. به منظور شناخت وضعیت آسیب پذیری شهر تهران در برابر زلزله احتمالی، در طی سالهای ۱۳۷۸-۱۳۷۹ مطالعه طرح جامع ریز پهنه بندی لرزه ای برای تهران بزرگ با همکاری آژانس همکاریهای بین المللی ژاپن (جایکا) و شهرداری تهران انجام پذیرفت. این مطالعه نشان داد که امکان ایجاد زلزله شدیدی در اثر فعال شدن گسل ری و یا شمال تهران وجود دارد که خسارات فراوانی را به ساختمانها وارد نموده و تلفات انسانی گسترده ای را حاصل خواهد کرد. بر اساس نظر کوبا یاشی، مسوول گروه مطالعاتی رسمی دولت ژاپن در زلزله تهران، نتایج بررسیها نشان داد که در صورت وقوع زلزله در تهران از حدود ۹۰۰ هزار ساختمان مسکونی که در سال ۱۳۷۵ از سوی اداره ای آمار اعلام شده - حدود ۴۸۰ هزار ساختمان (معادل ۵۵ درصد کل ساختمانهای مسکونی) به طور کامل ویران خواهد شد و از حدود شش میلیون و ۴۰۰ هزار نفر ساکنان این شهر، بیش از ۴۰۰ هزار نفر در اثر وقوع زلزله کشته خواهند شد که این میزان حدود شش درصد کل جمعیت تهران است. این تنها بخشی از صدمات ناشی از زلزله در تهران است. در این مطالعات سه سناریو زلزله به نامهای مدل گسل ری، مدل گسل مشاع و مدل گسل شمال تهران برای تحلیل خطر زلزله انتخاب شدند [۱۱].



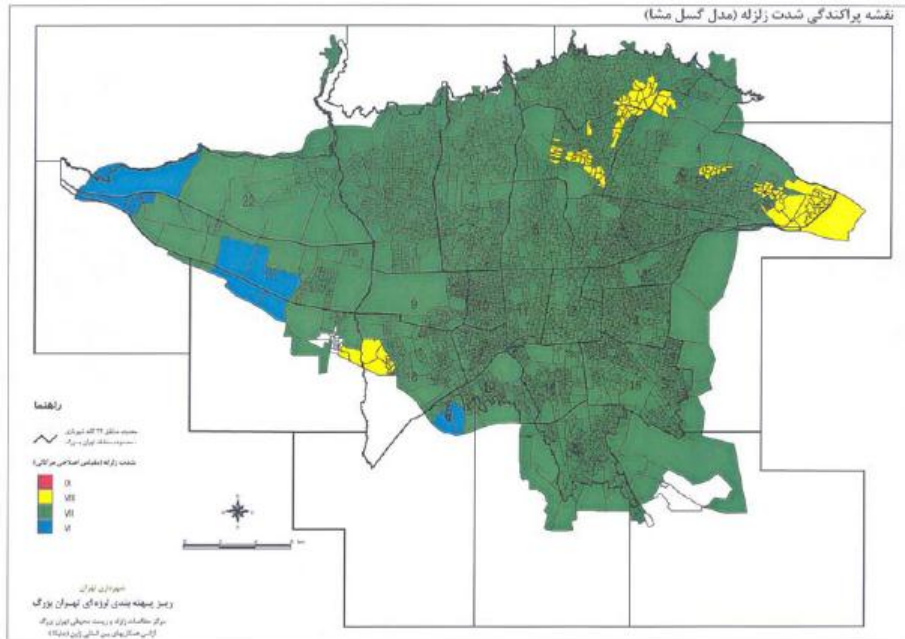
شکل ۲۲- گسلهای اصلی و فرعی شهر تهران [۶]

جدول ۲۳- مشخصات گسلهای عمده در تهران [۶]

نام گسل	طول گسل	طول موثر گسل در تهران	بیشینه بزرگای زلزله در مقیاس ریشتر
مشا	۲۰۰ کیلومتر	۶۸	۷/۲
شمال تهران	۹۰	۵۸	۷/۲
گسل ری	۲۸	۲۶	۶/۷



مطابق پراکندگی شدت خطر لرزه ای این گسل محور سمنان-تهران و ری-ورامین در محدوده خطر لرزه ای متوسط و سایر محورها در محدوده خطر لرزه ای زیاد قرار دارند.



شکل ۲۵- پراکندگی شدت زلزله در مدل گسل مشا [۱۰ و ۱۱]

مطابق پراکندگی شدت خطر لرزه ای این گسل محور آزادراه کرج-تهران و جاده قدیم کرج-تهران در محدوده خطر لرزه ای کم و محوره‌های هراز-تهران و فیروزکوه تهران در محدوده خطر لرزه ای زیاد و سایر محوره‌های منتهی در محدوده خطر لرزه ای متوسط قرار دارند.

وضعیت قرارگیری ابنیه با در نظر گرفتن جمیع گسله‌های اصلی و فرعی به لحاظ قرار داشتن در محدوده خطر لرزه ای به صورت زیر ارائه شده است [۷].

مطابق جدول وضعیت پله‌های با دهانه بالاتر از ۶ متر و پایین تر از ۶ متر در محدوده خطر لرزه ای خیلی زیاد، زیاد، متوسط و کم مطابق جدول زیر برای استان تهران بوده است.

جدول ۱۸- مشخصات پلهای بالای ۶متر شبکه راههای استان تهران در محدوده لرزه ای [۷]

استان	خطر لرزه ای خیلی زیاد	خطر لرزه ای زیاد	خطر لرزه ای متوسط	خطر لرزه ای کم
تهران	۴۲	۱۸۶	۵۰	۰

همانطور که ملاحظه می گردد از تعداد پلهای با دهانه بالاتر از ۶ متر، ۶۷ درصد در محدوده خطر زیاد و حدود ۱۵ درصد در محدوده خطر خیلی زیاد قرار گرفته اند..

از میان پلهای با دهانه ۶ متر نیز به همان ۶۷ درصد در محدوده خطر زیاد و حدود ۱۰ درصد در محدوده خطر خیلی زیاد قرار گرفته اند. اهمیت دسته بندی پلها با دهانه بالاتر و پایین تر از ۶ متر می تواند در مدیریت بحران و زمان بر بودن ترمیم پلهای با دهانه بالاتر مورد مذاقه قرار گیرد.

جدول ۱۹- مشخصات پلهای با دهانه کمتر از ۶متر شبکه راههای استان تهران در محدوده لرزه ای [۷]

استان	خطر لرزه ای خیلی زیاد	خطر لرزه ای زیاد	خطر لرزه ای متوسط	خطر لرزه ای کم
تهران	۳۱۴	۲۰۲۰	۷۱۶	۰

موقعیت قرار گیری پلها و نقشه پهنه بندی لرزه ای در شکل و نشان داده شده است.

تونل: وضعیت تونلها نیز براساس موقعیت قرارگیری آن در شبکه راهها طبق نقشه GIS مذکور و انطباق آن با نقشه پهنه بندی لرزه ای نشان می دهد که استان تهران با دارا بودن بیش از ۵۰ درصد تونلهای کشور در محدوده خطر لرزه ای بسیار بالا پرخطرترین استان از این لحاظ است. ۶۰ درصد تونلهای استان تهران در محدوده خطر لرزه ای خیلی زیاد و حدود ۴۰ درصد در محدوده خطر لرزه ای زیاد قرار گرفته اند. از طرفی با توجه به اینکه استان تهران بیشترین تعداد تونل را در کشور دارد این نکته می تواند حائز اهمیت باشد. در جدول زیر این اطلاعات نمایان است.

جدول ۲۰ مشخصات تونلهای شبکه راههای استان تهران در محدوده لرزه ای [۷]

استان	خطر لرزه ای خیلی زیاد	خطر لرزه ای زیاد	خطر لرزه ای متوسط	خطر لرزه ای کم
تهران	۲۳	۱۵	۰	۰



دیوار حائل: اسنان تهران پس از استان مازندران با تعداد ۱۹۷ دیوار حائل در محدوده خطر لرزه ای خیلی بالا دومین استان پر خطر در این زمینه است. دیوار حائل به دو صورت کلی وزنی و طره ای می باشند. آسیبهای وارده به این ابنیه در زلزله عمدتاً شامل موارد زیر است:

۱- عدم پایداری در اثر زلزله : پایداری دیوار با مشکل مواجه شده و ممکن است لغزش، کج و یا شکستگی در آن اتفاق بیفتد.

۲- واژگونی : دیوارهای حائل ممکن است بر اثر بارهای زلزله و رانش خاک و یا بهمن دچار واژگونی شده و یا بعد از بروز زلزله بین دیوار حائل و توده خاک فاصله هایی ایجاد شود. در جدول وضعیت دیوارهای حائل استان تهران و در شکل وضعیت دیوارها در پهنه خطر لرزه ای کشور نشان داده شده است.

جدول ۲۱- مشخصات دیوارهای حائل شبکه راههای استان تهران در محدوده لرزه ای [۷]

استان	خطر لرزه ای خیلی زیاد	خطر لرزه ای زیاد	خطر لرزه ای متوسط	خطر لرزه ای کم
تهران	۱۹۷	۱۰۴	.	.

بدنه راه: بدنه راه در اثر زلزله آسیبهای متفاوتی از قبیل (رانش و تخریب خاکریز راه، آبشستگی، گسلش سطحی رویه، تغییر مسیر رودخانه ها و عبور آنها از مسیر جاده، تورم یا نشست زیاد سطح جاده ها و روانگرایی، انسداد های ناشی از ریزش کوه یا بهمن، بالا آمدن سطح آب در اثر بارندگی و به زیر آب رفتن بدنه راه، تخریب روسازی در اثر ریزش سنگ و غیره را نام برد.



شکل ۱۸- آسیب روسازی راه در زلزله ۱۹۹۱ کاستاریکا [۷]

انطباق صورت پذیرفته طول شبکه راههای کشور با نقشه پهنه بندی لرزه‌های نشان میدهد که در استان تهران ۴۲۱ کیلومتر از راهها در محدوده خطر زیاد، ۱۳۹۳ کیلومتر در محدوده زیاد، و تنها ۴۹۰ کیلومتر در محدوده متوسط بوده اند.

جدول ۲۲- وضعیت شبکه راههای استان تهران در محدوده لرزه ای [۷]

استان	خطر لرزه ای خیلی زیاد	خطر لرزه ای زیاد	خطر لرزه ای متوسط	خطر لرزه ای کم
تهران	۴۲۱ کیلومتر	۱۲۹۳ کیلومتر	۴۹۰ کیلومتر	۰

۵- راهکارهای افزایش توان پاسخگویی و بهبود مدیریت ترافیک [۸و۹]

۲-۵-۴- اعمال مدیریت ترافیک

داشتن طرح مدیریت اضطراری از قبل و استقرار نیروهای انتظامی و نظامی در معابر ورودی و منتهی به شهر تهران و استفاده از علائم و تجهیزات فیزیکی (نظیر موانع فیزیکی، برای کنترل ترافیک و جلوگیری از سفرهای زاید ضرورت دارد و این بر میزان تقاضا تاثیر گذاشته و می توان آن را مدیریت نمود. این وضع ضرورتی اجتناب ناپذیر در کارآمدی مدیریت ترافیک و کمک به تنظیم تقاضا در شرایط بحران است. اما داشتن برنامه و لزوم هماهنگی مناسب در این راستا شرط لازم در موفقیت این روش می باشد. در حوادث قبلی این تجربه حاصل شده که حتی مدیران ارشد و مرتبط که می باید در امداد رسانی و بازگشایی مسیر پیش قدم می شده در اثر اعمال محدودیت از سوی عوامل انتظامی، عملیات امدادی با تاخیر چندین ساعت انجام پذیرفته است. لذا آموزش و همچنین داشتن برنامه و تمرین از طریق مانورهای متنوع شرط موفقیت این روش است.

در هنگام بحران (با توجه به شدت زلزله در تهران که ابعاد آن وسیع و حمایت‌های فرمانطقه ای را می طلبد)، توجه به مدیریت ترافیک ضرورت دارد. علی‌الخصوص در مبادی ورودی جریان ترافیک تاثیرگذار در شبکه، اعمال مدیریت ترافیک حیاتی است. لذا داشتن برنامه برای هدایت ترافیک، شناسایی مبادی اصلی ورودی و خروجی، اولویت بندی معابر از لحاظ امداد و نجات و به طور کلی فراهم نمودن شرایطی که امداد و نجات به درستی انجام پذیرفته و از طرفی مدیران و دست اندرکاران با کمترین تاخیر بتوانند ایفای نقش نمایند، ضرورت دارد.



به منظور بهره مندی از یک مدیریت ترافیک منسجم در شرایط بحران زلزله تهران توجه به اهم موارد ذیل ضرورت دارد:

نیروی انسانی: نیروی انسانی جهت مدیریت ترافیک در شرایط بحران شامل پلیس راه، نیروی انتظامی و نیروی نظامی، نیروی سپاه و بسیج خواهد بود. از طرفی نیروهای اطلاعات و مقامات امنیتی نیز ممکن است فراخور نیاز وارد عمل شوند. آموزش و برگزاری انواع مانور در مقیاس دور میری تا با مقیاس تمام جهت افزایش کارآیی این عوامل ضرورت دارد.

قوانین و دستورالعمل: پیش بینی فرماندهی و سلسله مراتب، تشخیص افراد مسئول و امدادگر، مشخص بودن جزئیات وظایف محوله، برنامه حفاظت شخصی هر یک دستورالعملی را می طلبد در این راستا پیش بینی لازم باید انجام گیرد.

تجهیزات و امکانات: با توجه به وظایف محوله عوامل مدیریت ترافیک، تجهیزات و امکانات شامل: تابلو و علائم ترافیکی، انواع حفاظهای ترافیک، امکانات مخابراتی و اطلاع رسانی، ماشین آلات و تجهیزات مرتبط، تجهیزات ایمنی شخصی، علائم مشخص کننده افراد مسئول می باشد.

تابلو و علائم ترافیکی: این تجهیزات برای اعمال مدیریت ترافیک در مبادی ورودی و در طول مسیر مواصلاتی در مقاطع زمانی چند روز پس از بحران جهت هدایت ترافیکی کاربرد دارد. همچنین جهت مشخص نمودن مسیرهای ویژه امداد رسانی می توانند کاربرد داشته باشند. استفاده از مسیرهای ویژه امداد در آزادراهها و بزرگراههای منتهی به تهران باید از طریق تجهیزات فیزیکی و علائم در دستور کار قرار گیرد. همچنین تابلوهای متغیر خبری نیز به عنوان یکی از ابزارهای اطلاع رسانی و هدایت ترافیک جهت اطلاع رسانی بموقع به خودروهای در حال حرکت و راهنمایی رانندگان جهت تصمیم گیری درست و نمایش اطلاعات خروجی دوربین های کنترل ترافیک و سایر تجهیزات نظارتی در قالب پیام های خبری و مسیرنما در شرایط بحران می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

انواع حفاظهای ترافیک: با توجه به حاکم بودن شرایط اضطرار خصوصا در ساعات اولیه بحران، حفاظهای صلب و موانع فیزیکی از جمله جان پناههای صلب باید در

مبادی ورودی پیش بینی شود. خصوصا اگر معابری جهت ماموریت خاص باید انسداد گردند و یا کاربرد آن محدود گردد به منظور جلوگیری از تردد زائد این اقدام ضرورت دارد. همچنین استفاده از ظرفیت خط عبوری روبروی آزادراه های منتهی به تهران در شرایطی که تعادل حجم در دو طرف به هم می خورد و استفاده از حفاظهای ایمنی قابل حمل بدین منظور می تواند کارآمد باشد. در این راستا ضرورت دارد در فواصل مشخص در آزادراههای منتهی به تهران در میانه این معابر تمهیدات لازم اندیشیده شود. بدین صورت که در مقاطعی حفاظهای قابل حمل با حفاظهای گاردریل میانه راه جایگزین گردد.

تجهیزات مخابراتی: جهت برقراری سیستم اطلاع رسانی برای هماهنگی نیروهای مدیریت ترافیک و همچنین اطلاع رسانی به مردم جهت همکاری و تعامل با عوامل مدیریت ترافیک در مبادی ورودی ضرورت دارد. همچنین برگزاری مانور مشترک جهت سنجش کارایی این سیستمها لازم است. در این راستا معمولا بیشترین اتکا به موبایلهای ماهواره ای می شود که در برخی موارد بی سیمهای باند *VHF* و *UHF* نیز مورد استفاده قرار می گیرد. ضرورت دارد این امکانات بر اساس معیارهایی چون پایداری، ظرفیت، انعطاف پذیری (قدرت مانور و پوشش) مورد ارزیابی قرار گرفته و آموزش لازم در خصوص کارکرد آن داده شود.

ماشین آلات و تجهیزات مرتبط: از آنجا که خطر رها کردن ماشین در سطح سواره روی یکی از مسائل و مشکلاتی است که در شرایط بحران زلزله تهران اتفاق می افتد پیش بینی جرثقیل برای انتقال این ماشینها به حاشیه راه ضرورت دارد. لذا یکی از تمهیداتی که در این راستا باید اندیشیده شود حمل ماشینهای سرگردان در مسیر راه می باشد. در این راستا باید سازوکار قانونی نیز پیش بینی شود. همچنین دستگاههای برش فلزات و گاردریل کنار و یا میانه راه در رسته این تجهیزات بوده و پیش بینی آن ضرورت دارد.

تجهیزات ایمنی شخصی: تردیدی نیست ایمنی عوامل درگیر در اعمال مدیریت و کنترل ترافیک در شرایط بحران با تهدیدات زیادی ممکن است مواجه باشند. علاوه بر دارا بودن تجهیزات ایمنی از قبیل لباس ایمنی، کلاه و کفش ایمنی، مشعلهای مخصوص و غیره که در شرایط طبیعی استفاده می گردد با توجه به انواع تهدیدات و برخوردهای فیزیکی باید تمهیدات برای حفاظت شخصی با هماهنگی عوامل انتظامی پیش بینی شود.



علائم مشخص کننده افراد مسئول: گاه در حوادث بحرانهای گذشته پیش آمده که عوامل مدیریت ترافیک به لحاظ عدم هماهنگی اجازه ورود عوامل کلیدی مسئول را به صحنه نمی دهند. لذا باید با ارائه علائم و مشخصه ویژه ای افراد مسئول و همچنین نیروهای امدادگر و کسانی که حضور آنان در شهر تهران ضرورت دارد خصوصا در لحظات اولیه بحران، پیش بینی شود و آموزشهای لازم در این زمینه داده شود.

در مجموع استفاده همزمان از روشهای انتظامی و فرهنگ سازی مدیریت ترافیک گامی موثر است. هرچند فرهنگ سازی در شرایط بحران بیشتر صورت گیرد و اطلاع رسانی مناسب باشد در هنگام مدیریت ترافیک استفاده از روشهای انتظامی کمتر خواهد بود و هزینه های کمتری در این راستا صورت خواهد گرفت و حتی سیستمهای هوشمند نیز در این شرایط کارآتر خواهند بود.

۵- جمع بندی و نتیجه گیری

در هنگام وقوع زلزله در تهران، شبکه راههای زمینی با مشکلات متعددی مواجه خواهد شد. هرچند شدت زلزله بیشتر باشد، این مشکلات بیشتر خواهد بود. زمان وقوع زلزله نیز در عملکرد شبکه راهها تاثیر به سزایی خواهد داشت. اگر وقوع زلزله به ساعات اوج ترافیک معابر منتهی نزدیک باشد، عملیات امداد و نجات از طریق راههای زمینی امکان پذیر نخواهد بود.

مع الوصف پیشگیری موثرترین روش در کاهش خسارات ناشی از تاخیر در اقدامات لجستیکی برای زلزله تهران خواهد بود. برنامه ریزی صحیح و سپس اجرای آن برای هر یک از اجزای مدیریت بحران مشتمل بر مدیریت حادثه، اعزام نیروی امداد، مداوای مصدومین، تدفین اجساد، اسکان موقت، راه اندازی تاسیسات و بازسازی اولیه، ارتباطات و مخابرات و مسایل بسیار مرتبط دیگر، هر یک در عملکرد شبکه راهها تاثیر گذار خواهند بود. به عنوان مثال اگر از امکانات فضای داخل شهر تهران اعم از پارکها و سالنهای ورزشی و غیره برای اسکان موقت استفاده گردد، ترافیک ناشی از اسکان موقت متوجه راههای مواصلاتی نخواهد بود. همچنین مقاوم سازی فرودگاهها بخش قابل توجهی از مسائل ترافیکی شبکه راههای جاده ای را در پی نخواهد داشت و از همه

مهمتر با مدیریت ترافیک می توان عملکرد شبکه راههای زمینی را تا حد قابل توجهی ارتقا داد.

در اثر زمین لرزه در تهران احتمال آسیب جاده های منتهی بر اثر آسیب ابنیه فنی و یا ریزش آوار و همچنین زمین لغزشهای ناشی از زلزله وجود دارد. مواردی مانند خرابی پلها، ریزش دیوارهای حایل، تصادف ماشین ها، رها کردن ماشینها در سطح جاده از جمله دلایل بسته شدن جادهها می تواند باشد. از طرفی بعد از زلزله عدهای زیاد برای نجات، امداد و برقراری نظم به ناچار می باید از راهها استفاده نمایند وعدهای دیگر به عنوان افراد آسیب دیده برای اطلاع از وضعیت خانواده، تخلیه شهر و با کمک رسانی، از سطح شبکه استفاده خواهند کرد. در این راستا دو گام اساسی ذیل باید در چرخه مدیریت بحران پیگیری شود تا آسیب پذیری کمتری رخ دهد:

- طرح مبتنی بر بهبود شرایط عرضه: بهسازی معابر، افزایش ظرفیت از طریق تعریض راهها و جدا کردن مسیرهای رفت و برگشت، تعریض شانه های راه، ایجاد لینکهای جدید، اختصاص خطوط ویژه امداد رسانی، کنترل و محدود سازی دسترسی وسایل نقلیه خصوصی به مسیرهای اضطراری
- طرح مبتنی بر بهبود شرایط تقاضا: مدیریت ترافیک، تهیه و تدوین دستورالعمل محدودیتهای ترافیکی در شرایط بحران، تجهیز مرکز مدیریت ترافیک جاده ای، تجهیز ناوگان اتوبوسرانی، تاکسی ون، آمبولانس به سیستم ردیابی و کنترل مرکزی، طرح مکان یابی و استقرار تجهیزات لازم جهت مونیتورینگ راههای جاده ای.



منابع

- پرتال استانداری تهران *www.ostan-th.ir*
- سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای، دفتر فن آوری اطلاعات، سالنامه آماری ۱۳۹۲
- سایت علمی دانشجویان ایران *www.daneshju.ir*
- سایت مهندسی عمران " ده زلزله مهم ایران، انتشار یافته در تاریخ ۱۶ مهرماه ۱۳۸۶
<http://www.civilstudent.blogspot.com/۱۳۸۶/۰۷/۱۶/post-۷>
- پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور. وب سایت *http://www.ngdir.ir*
- گزارش خلاصه طرح جامع پیشگیری و مدیریت بحران شهری، ناشی از رویداد زلزله برای تهران بزرگ، مکاتبه صورت گرفته با سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران
- پروژه تحقیقاتی " امکان سنجی مدیریت بحران در شبکه حمل و نقل کشور " کارفرما : پژوهشکده حمل و نقل ، مجری: معاونت پژوهشی دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۵
- مقصود پوریاری و همکاران " بررسی نقش و کارکرد سیستم مدیریت حمل و نقل اضطراری " سومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیر مترقبه تهران، ۱۳۸۶
- پروژه تحقیقاتی " تحلیل راههای دسترسی به شهر تهران " کارفرما: پژوهشکده حمل و نقل، مجری: مقصود پوریاری ۱۳۸۸
- پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، *www.iiees.ac.ir*

