دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال پانزدهم، شماره‌ی ۵۲
زمستان ۱۳۹۴، صفحات ۲۶۶-۲۵۱

علیرضا سلطانی[۱]
احتشام حاجی پور[۲]
حسنعلی جهانتیغ[۳]

تحلیل توانمندی‌های شبکه‌های ارتباطی شهر تبریز در زمان وقوع زلزله با استفاده از GIS

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰٤/۱۷

چکیده

زلزله یکی از سوانحی است که به سبب شرایط خاص جغرافیایی، کشورمان را دائما مورد تهدید قرار می‌دهد و در این بین، شریان‌های ارتباطی عنصر کلیدی تخفیف یا تشدید دامنه‌های آسیب‌پذیری می‌باشند و بدون تردید عملکرد بهینه شبکه حمل‌ونقل می‌تواند باعث کاهش اثرات مستقیم و غیرمستقیم ناشی از بحران شود. در این راستا به‌منظور شناسایی آسیب‌پذیری و کارایی شبکه ارتباطی شهر تبریز در زمان وقوع زلزله، توان کشش‌پذیری این شبکه در قالب روش توصیفی–تحلیلی و در نرم‌افزار GIS مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از یافته‌های تحلیلی نرم‌افزار GIS گویای این است که به‌جز شبکه‌های ارتباطی نیمه شرقی شهر تبریز مابقی شبکه‌های ارتباطی نقاط مختلف شهر (غرب، شمال و جنوب) دارای آسیب‌پذیری بالایی در زمان وقوع احتمالی زلزله می‌باشند. در واقع از جمع‌بندی نتایج می‌توان این‌گونه استنباط نمود که به دلیل حجم بالای آسیب‌پذیری شریان‌های حمل‌ونقل شهر تبریز، گزینه‌های

۱- استادیار مرکز آموزش علمی کاربردی شهرداری تبریز و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. E-mail: alirezasoltani10@yahoo.com
۲- مربی گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.
۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه ملی زابل.

Archive of SID
www.SID.ir

خروج از وضعیت بحرانی و به تبع آن بازگشت به شرایط عادی در حد پایین بوده و شرایط خروج از وضعیت بحرانی با شریان‌های ارتباطی موجود به مراتب پیچیده‌تر می‌باشد.

کلید واژه‌ها: توانمندی، شریان‌های ارتباطی، زلزله، شهر تبریز.

مقدمه

در مناطق شهری، اثرات زیان‌بار ناشی از وقوع سوانح طبیعی، شامل تلفیقی از ویرانی‌های کالبدی و اخلال عملکرد عناصر شهری است. ویرانی سازه‌ها و ساختمان‌های مسکونی، شبکه راه‌ها و دسترسی‌ها، تأسیسات اساسی مثل مخازن آب، نیروگاه‌ها، خطوط ارتباطی تلفن، برق، آب، گاز و... از آن جمله هستند. در این بین شبکه حمل‌ونقل مهم‌ترین عنصر برای امدادرسانی و مدیریت بحران بعد از وقوع زلزله می‌باشد. شبکه حمل‌ونقل دارای نقش حیاتی در امدادرسانی و نجات جان انسان‌ها پس از وقوع زلزله می‌باشد. عملکرد بهینه شبکه حمل‌ونقل می‌تواند باعث کاهش اثرات مستقیم و غیرمستقیم بحران گردد. از این‌رو می‌توان به ارزش زمان امدادرسانی و کاهش زمان تاخیر برای کمک به مصدومین در شبکه پی برد (رشیدی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۰: ۱).

تجربه زلزله‌های گذشته نشان داده است که این شبکه می‌تواند در برابر زلزله‌های بزرگ به‌شدت آسیب‌پذیر باشد. بر این اساس ضروری است نسبت به ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای این شبکه‌ها در شهرهای لرزه‌خیز اقدام و بر اساس شناخت وضعیت شبکه ترابری شهر در شرایط بحرانی برای فعالیت‌های گروه‌های امداد و نجات برنامه‌ریزی کرد.

در زمینه ارزیابی عملکرد شبکه پس از بحران زلزله و تخمین خسارات ناشی از آن تحقیقات بسیاری صورت پذیرفته است (چو و همکاران[4]، ۲۰۰۱: ٤٤). در این مطالعات از معیارهایی چون طول باز بزرگراه، کل دسترسی بر مبنای فاصله و میزان بازیابی حجم ترافیک برای ارزیابی عملکرد شبکه حمل‌ونقل پس از زلزله استفاده شده است. معیارهای فوق به‌عنوان ابزاری برای مقایسه زلزله‌های بزرگ دنیا از جمله لوما پریتا، نورثریج و کوبه به کار رفته‌اند (چانگ و نوجیما، ۱۹۹۹: ۱۲). همچنین به‌منظور ارزیابی عملکرد شبکه از جمله نسبت حجم ترافیک به ظرفیت و نسبت حجم ترافیک کاهش یافته به ظرفیت جاده پس از بحران استفاده شده و این معیار در ارزیابی شبکه بزرگراهی توکیو استفاده گردیده است (کواکامی، ۲۰۰۰: ۷۲).

4- cho and et al

Archive of SID

www.SID.ir

شهر تبریز که اهمیت منطقه‌ای آن در شمال‌غرب ایران با وزنه اقتصادی و کارکردی خاص در طول تاریخ مهم بوده، با وسعت تقریبی ۲۵۲۱۳ هکتار، با خطر بالای زلزله روبه‌رو است. شبکه حمل‌ونقل این شهر که دارای بیش از ۳۳۲۳ کیلومتر گذرگاه می‌باشد، در شرایط عادی با مشکلات متعدد دست به گریبان می‌باشد و بدیهی است که در صورت وقوع زلزله، وضعیت بسیار نابهنجاری در آن به‌وجود خواهد آمد و چنان‌چه نسبت به پیش‌بینی مسیرهای مناسب برای استفاده نیروهای امداد و نجات از قبل برنامه‌ریزی نگردد، فعالیت این گروه‌ها با موانع فراوان روبه‌رو و چه‌بسا متوقف خواهد شد (مهندسان مشاور تهران پادیر، ۱۳۸۸: ۳۸).

در زمینه ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شبکه‌های ترابری درون‌شهری، تاکنون تحقیقات متعددی به‌ویژه توسط محققان آمریکایی و ژاپنی صورت گرفته است (نوزاکی و سوجیتا، ۲۰۰۰: ۳). در مطالعه‌ای که توسط مهندسان مشاور پردازش ترافیک پارس انجام گرفته، سعی گردیده با لحاظ کردن تمامی مطالعات پیشین در این زمینه و انجام بازدیدهای گسترده میدانی، در ابتدا شبکه معابر شهر تبریز، به‌روزرسانی و با توجه به نیازهای امروز ترافیکی و شهرسازی شبکه معابر آن مورد طبقه‌بندی قرار گیرد (شرکت پردازش ترافیک پارس، ۱۳۹۰: ۲۲).

در این مقاله سعی بر این است که بر اساس مطالعات انجام شده میزان آمادگی شبکه حمل‌ونقل شهر تبریز در برابر زلزله احتمالی آینده بررسی و با شناخت مشکلات ناشی از زلزله در این شبکه، به این سوالات پاسخ داده شود که آسیب‌های احتمالی در چنین شرایطی به چه صورت خواهد بود و چه راهکارهایی برای رویارویی با این پدیده می‌تواند موثر واقع شوند؟ در میان شبکه‌های گوناگون، شریان‌های حیاتی ترابری درون‌شهری، آسیب‌پذیرتری در برابر زلزله شناخته شده است. شهر پدیده‌ای اجتماعی، انسانی، فرهنگی، اقتصادی و کالبدی بوده و وجه کالبدی تنها یکی از وجوه شهر می‌باشد. عناصری مانند ساختار شهر، بافت شهر، فرم شهر، تراکم‌های شهری، شبکه ارتباطی شهر، تأسیسات و زیرساخت‌های شهری از جمله موضوعات کاربردی زمین بوده و در میزان آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله تأثیر دارند.

ساختار شهر و توزیع فضایی عناصر شهری، چگونگی کنار هم قرار گرفتن و ترکیب این عناصر و عملکردهای اصلی شهر، شکل، اندازه و چگونگی اجزای تشکیل دهنده آن، نسبت سطوح ساخته شده، اندازه قطعه‌ها، نوع بافت (نظم و پیوستگی)، فرم باز یا متراکم شهر، هم‌جواری‌ها و مکان کاربری‌های خطرناک، نسبت فضاهای باز شهری به‌کل فضاهای ساخته شده شهر، تراکم شهری و توزیع جمعیت، شبکه ارتباطی شهر و کیفیت آن، تأسیسات و زیرساخت‌های شهری و مکان‌گزینی آن‌ها از عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله می‌باشد. استقرار مناسب کاربری‌ها به‌ویژه کاربری‌هایی که در هنگام وقوع زلزله بایستی به آن‌ها دسترسی داشته باشیم و کاربری‌هایی که در هنگام وقوع زلزله به‌علت تراکم جمعیتی بیش‌ترین تلفات را موجب می‌گردند، بیش‌ترین نقش را در مدیریت

Archive of SID

www.SID.ir

بحران می‌تواند ایفا نماید و از اینجاست که شبکه‌های ارتباطی برای دسترسی سریع و ایمن در هنگام وقوع زلزله از ارزش بالایی برخوردار هستند و از آن‌جایی که خسارات ناشی از سوانح طبیعی در بیش‌تر موارد از خسارات دنیای تکنولوژی هم بیش‌تر است به همین خاطر قابل تامل و بررسی است (هادیانی و کاظمی‌زاد، ۱۳۸۸: ۱۲).

عوامل بحران‌زای ناشی از وقوع زلزله برای شبکه ترابری درون‌شهری شهر تبریز را می‌توان در موارد زیر دسته‌بندی نمود:

– آسیب دیدن پل‌ها که تعداد آن‌ها حدود ٥٤ مورد است و در صورت شدید بودن می‌تواند به مسدود شدن دو مسیر اصلی منجر گردد؛

– ناپایداری شیب‌های مشرف بر بسیاری از بزرگراه‌ها که می‌تواند منجر به مسدود شدن جزیی یا کامل مسیرها گردد و همین‌طور فروریزی ساختمان‌های بلند مجاور بزرگراه‌ها و بسیاری از خیابان‌های اصلی که می‌تواند مسیر را کاملاً مسدود و حداقل ناامن نماید؛

– آسیب دیدن شبکه‌های آب، گاز و فاضلاب که نه تنها خیابان‌ها و بزرگراه‌ها بلکه تونل‌های مترو را نیز تهدید می‌نماید؛

– سقوط دکل‌های برق و مخابرات که علاوه بر امکان مسدود نمودن مسیرها احتمال وقوع آتش‌سوزی را نیز افزایش می‌دهد؛

– رها شدن خودروها در سطح خیابان‌ها توسط مردم به علت عدم امکان حرکت و تمایل آن‌ها به دسترسی به منزل خود و نزدیکان جهت باخبر شدن از وضعیت خانواده و بستگان؛

– اختلال در عملکرد چراغ‌های راهنمایی به علت قطع برق که بی‌نظمی ناشی از بحران زلزله را تشدید می‌نماید.

عوامل فوق‌الذکر می‌توانند کارایی شبکه را به‌شدت کاهش و حتی آن‌را به صفر برسانند. توزیع ناهمگون مراکز امداد و نجات در سطح شهر تبریز از یک‌سو و عدم یکنواختی توزیع جمعیت در شهر از سوی دیگر نیز می‌توانند تشدیدکننده شرایط بحرانی باشند. هجوم گسترده مردم به خیابان‌ها جهت عزیمت به محل زندگی نزدیکان‌شان نیز می‌تواند حجم ترافیک را به‌طور ناگهانی و جهشی افزایش دهد که این موضوع خود می‌تواند به ایجاد گره‌های ترافیکی متعدد و عملاً متوقف شدن عملکرد شبکه منجر گردد.

یکی از ارکان مدیریت بحران در یک منطقه زلزله‌زده، پیشگیری و کاهش تلفات ناشی از زلزله است. برای حصول به این هدف، سریع‌تر رسیدن گروه‌های امداد به حادثه دیدگان، با توجه به کاهش عرضه ظرفیت راه‌ها بر اثر خرابی آن‌ها و افزایش تقاضای خروج از منطقه زلزله‌زده، ضروری به نظر می‌رسد. جهت داشتن برآورد هر چه دقیق‌تر از

Archive of SID

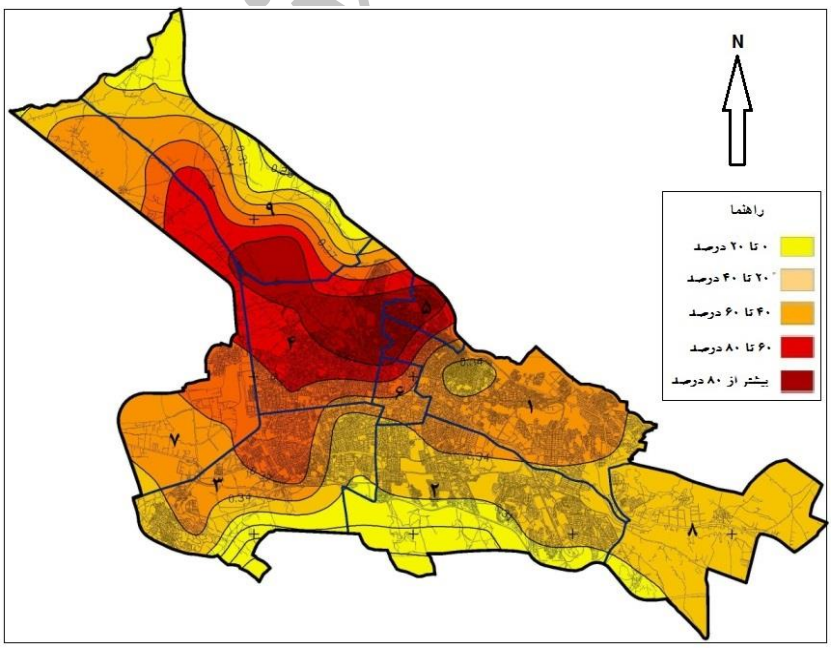
www.SID.ir

شرایط بحرانی بلافاصله پس از وقوع زلزله احتمالی در تبریز و یا به اصطلاح سناریوی بحران، باید اقدامات زیر صورت پذیرد:

الف؛ میزان خطر لرزه‌ای که شهر را تهدید می‌کند برآورد می‌گردد؛ برای این منظور از نقشه‌های ریز پهنه‌بندی خطر لرزه‌ای، اعم از نقشه خطوط هم شتاب، نقشه استعداد روانگرایی، نقشه استعداد زمین لرزی و غیره با توجه به سطوح خطر یا احتمال فراگذری در نظر گرفته شده استفاده می‌شود. به همین خاطر نمونه‌هایی از نقشه‌های خطر لرزه‌ای در اشکال ۱ و ۲ ملاحظه می‌گردد (مهندسان مشاور تهران پادیر، ۱۳۸۸: ۳۲).

ب؛ میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌ها و تأسیسات شهری، به‌ویژه پل‌ها، ساختمان‌های بلند مجاور بزرگراه‌ها و خیابان‌های اصلی، تأسیسات و خطوط لوله اصلی آب و گاز و فاضلاب، خطوط انتقال برق و سایر تأسیسات موجود در شبکه معابر که می‌توانند با آن شبکه کنش داشته باشند تعیین می‌شود؛ و بدیهی است برای این منظور مطالعات تحلیلی فراوان و گسترده لازم می‌باشد.

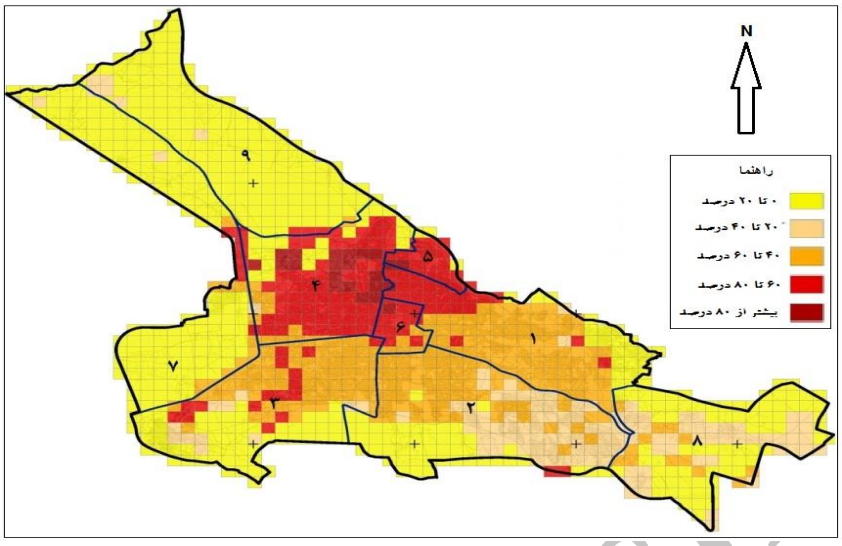
ج؛ برآورد میزان تأثیر آسیب‌دیدگی هر یک از مؤلفه‌های شهری فوق‌الذکر در سطح عملکرد معابر مجاور آن‌ها؛ در این رابطه نیاز به مطالعات گسترده تحلیلی بر اساس مدل‌سازی ریاضی شبکه ترابری بر اساس تعریف نقاط مبدأ و مقصد می‌باشد (شریعت مَحیمنی و همکاران، ۲۰۰٤: ۳)[۵].



شکل ۱: نقشه هم شتاب سطح زمین برای دوره بازگشت ٤٧٥ ساله شهر تبریز (مهندسان مشاور تهران پادیر، ۱۳۸۸)

5- Shariat Mohaymany and et al

www.SID.ir



شکل ۲: متوسط خسارات ساختمانی (تخریب ابنیه) در شهر تبریز (مهندسان مشاور تهران پادیر، ۱۳۸۸)

د؛ انتخاب معابر دارای سطح عملکرد مطلوب‌تر بر اساس نتایج تحلیلی مرحله قبل؛ در این بخش علاوه بر پارامترهای مورد استفاده در تحلیل، مواردی چون وجود راه‌های جایگزین، تعداد تقاطع‌ها، تعداد پل‌ها و سایر مستحدثات آسیب‌پذیر یا آسیب‌رسان نیز در نظر گرفته می‌شود و بر این اساس و با قضاوت مهندسی در مواردی که تحلیل در آن‌ها دخالتی نمی‌تواند داشته باشد، تصمیم نهایی در مورد شبکه اضطراری گرفته می‌شود.

جدول ۱- مشخصات کلی مناطق ۱۰ گانه شهرداری تبریز

نام منطقه	جمعیت	خانوار	مساحت (هکتار)	مساحت بافت فرسوده (هکتار)
منطقه ۱	۱۷۹۰۱۲	۵۳۶۷۰	۱۵۸٤	۲۰۰
منطقه ۲	۱۵۷۷۱۰	٤۹۲۵۰	۲۰۹۱	۲۱٦
منطقه ۳	۱۹۲۰۲٦	۵۸۹۰۵	۳۰۹۲	۲٦٦
منطقه ٤	۱۸٦۳٦۹	۵۹۱۰۵	۲۵۵۰	۱۱۰۰
منطقه ۵	۱۷۸۹۹۲	۵۲۱۰۰	۳٦۱۷	۵۵
منطقه ٦	۱۲۲۹۵۱	۳٦٤۰۱	۷۳٤۱	۸۵
منطقه ۷	۸۱۹٦۷	۲۳۵۵۸	۲۸۱۰	-
منطقه ۸	۱۰۸۷٦۵	۳۳۳۷۸	۳۸٦	۱٦۰
منطقه ۹	۳٦۲۱۹	۱۰۲۱۹	۷۲۰	-
منطقه ۱۰	۱۷۰٤۱٤	۵۱٤۵٤	۱۰۸۳	٤٤۰
جمع کل	۱٤۱٤٤۲۵	٤۲۸۰٤۰	۲۵۲۱۳	۲۵۲۲

ماخذ: (سالنامه آماری شهرداری تبریز، ۱۳۹۰)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- طول انواع گذرگاه شهر تبریز–کیلومتر

نوع معبر	طول معبر	درصد از کل شبکه
تند راه شهری (۱–۱)	۱۰۳۶۰۷	۱۵/۳
شریانی درجه‌یک (۲–۱)	۱۰۵۳۲۰	۱۵/۵
شریانی درجه‌دو (۱–۲)	٤۰۸۱۰	٦/۰۲
شریانی درجه‌دو (۲–۲)	۷۹۱۸۱	۱۱/۷
جمع کننده (۳–۲)	۲۷۹۰۲۹	٤۱/۲
محلی اصلی	۷۰۰۰٦	۱۰/۳
جمع	٦۷۷۹۵۳	۱۰۰

مأخذ: (سالنامه آماری شهرداری تبریز، ۱۳۹۰)

تبریز دارای شبکه‌ای متشکل از ٦۷۷۹۵۳ کیلومتر گذرگاه بوده و بزرگراه‌ها و آزادراه‌های داخل شهری آن حدود ۱۵/۳ از این شبکه را تشکیل می‌دهند. نوع و طول شبکه معابر شهر تبریز در جداول بعدی نشان داده شده است. این شبکه در سطح تبریز بزرگ که مساحتی در حدود ۱۰۳۰ کیلومترمربع زیرپوشش مستحدثات دارد گسترش یافته است. ۹۵۰ هزار نفر مسافر در هر شبانه‌روز از مبادی ورودی، خروجی شهر تبریز عبور می‌کنند. این شبکه هم اکنون در ساعت اوج سفرها در صبح ۵۵۰ هزار نفر سفر را پوشش می‌دهد (جدول ۲).

در جدول ۳ سهم هر یک از معابر شهری از نظر عملکرد ترافیکی نشان داده شده است. به‌موازات این ساختار به راحتی می‌توان در خصوص توانمندی‌های وضع موجود و همین‌طور اولویت‌های اقدام در ارتباط با موضوع؛ تجزیه‌وتحلیل و برای آینده برنامه‌ریزی کرد.

جدول ۳- سهم هر یک از معابر در سیستم‌های عملکردی شبکه معابر درون‌شهری

رده‌بندی	سهم جابجایی از کل سفرها (درصد)	سهم سیستم از کل طول شبکه (درصد)
سیستم شریانی اصلی	٤۰ تا ٦۵	۵ تا ۱۰
سیستم شریانی (اصلی) + سیستم شریانی (فرعی)	٦۵ تا ۸۰	۱۵ تا ۲۵
سیستم خیابان‌های جمع کننده	۵ تا ۱۰	۵ تا ۱۰
سیستم خیابان‌های محلی	۱۰ تا ۳۰	٦۵ تا ۸۰

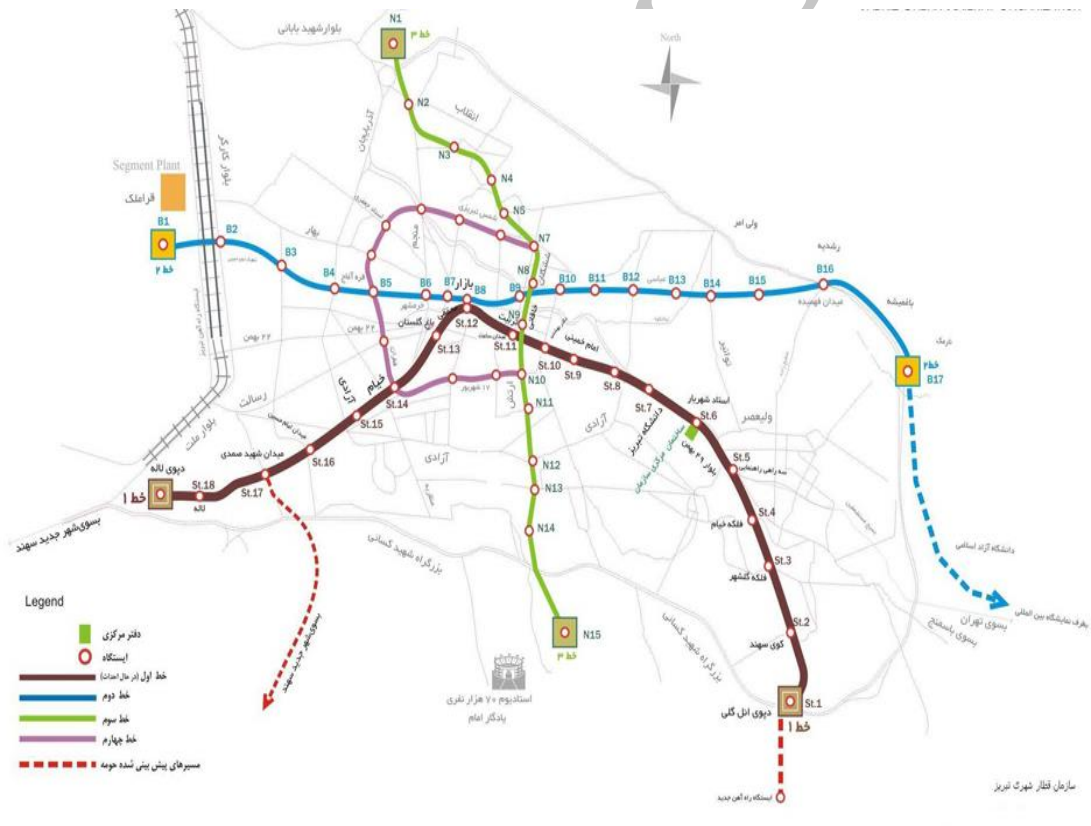
ماخذ: (شرکت پردازش ترافیک پارس، ۱۳۹۰)

Archive of SID

www.SID.ir

فارغ از مباحث مربوط به شبکه‌های یاد شده، متروی تبریز نیز عامل بزرگ دیگری در این راستا می‌باشد؛ که به‌نوعی با شبکه‌های ارتباطی و مباحث مربوط به زمین‌شناختی شهر تبریز ارتباط دارد. توجه به چگونگی گسترش، نحوه حفاری‌ها و توسعه آینده آن نیز در ارتباط مستقیم با موضوع می‌باشد. در صورت عدم توجه به این وضعیت، هرگونه زلزله می‌تواند در تشدید و ایجاد شرایط بحرانی، موثر واقع شود. در شکل (۳) شبکه خطوط مترو، ایستگاه‌ها و موقعیت هر یک از آن‌ها در قالب اشکال و جداول نشان داده شده است.

مطالعات مربوط به مترو در سال ۱۳۸۰ و عملیات اجرایی آن نیز از سال ۱۳۸٤ آغاز شده است. متروی تبریز از پنج خط (شامل چهار خط اصلی و یک خط حومه) به طول ۱۰۰ کیلومتر تشکیل شده و بعد از تهران و کرج دارای بیش‌ترین خطوط در بین شهرهای کشور است. مشخصات کلی خطوط مربوط به متروی تبریز به شرح زیر است (سازمان قطار شهری کشور، ۱۳۹۳).



شکل ۳: شبکه خطوط مترو تبریز (ماخذ: سازمان قطار شهری کشور، ۱۳۹۳)

خط ۱: به طول ۱۷/۲ کیلومتر با ۱۸ ایستگاه از میدان ائل گلی آغاز و از طریق بلوار شهید باکری و ۲۹ بهمن، خیابان امام خمینی، چهارراه محققی، باغ گلستان و خیابان خیام به کوی لاله ختم می‌شود. حدود ۸ کیلومتر از مسیر

www.SID.ir

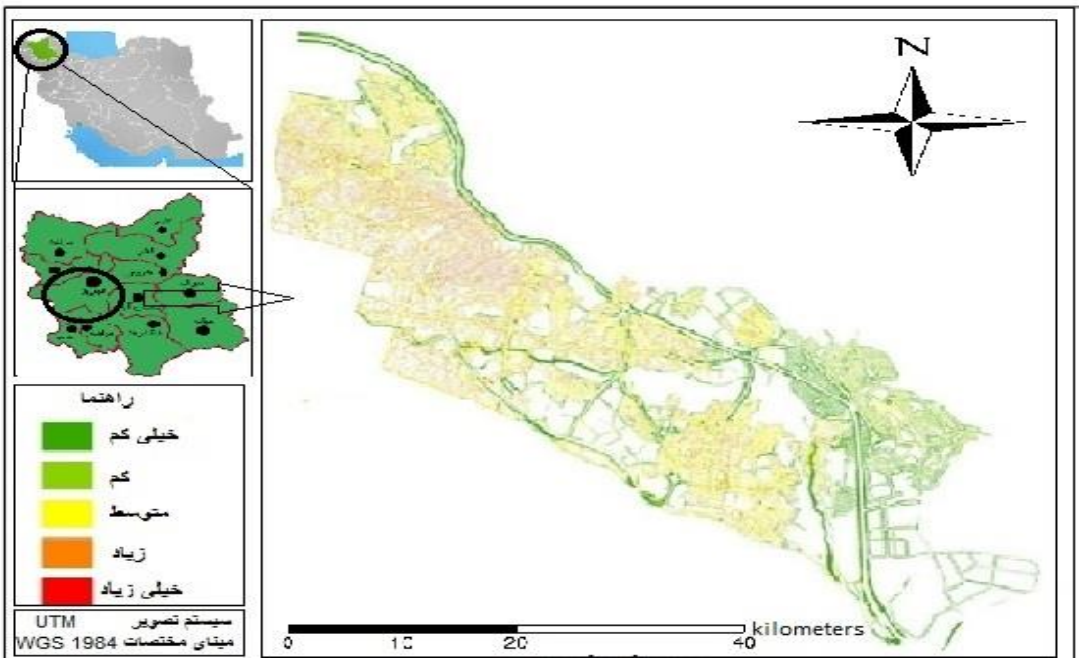
به‌صورت تونل عمیق طراحی و اجرا شده است. ظرفیت حمل مسافر در این خط و در قطار این مسیر ۱۰۷۰ نفر در هر دوره رفت‌وبرگشت می‌باشد (در هر واگن ۱۷۲ نفر ایستاده و ٤۲ نفر نشسته در نظر گرفته شده است).

خط ۲: به طول حدود ۲۲/٤ کیلومتر شامل ۲۰ ایستگاه از محدوده زمین‌های قراملک (کارخانه کود آلی) شروع شده، از طریق خیابان وحدت و میدان قراملک (اولین ایستگاه) و پس از عبور از زیر خیابان آخونی، خیابان قدس، سه راه امین، میدان دانشسرا، وارد خیابان عباسی شده و تا میدان شهید فهمیده امتداد یافته و در ادامه مسیر به سمت سه‌راهی ولیعصر، میدان استاد معین و در نهایت در میدان بسیج خاتمه می‌یابد.

خط ۳: به طول حدود ۱۵ کیلومتر و شامل ۱٤ ایستگاه از فرودگاه بین المللی تبریز آغاز و با عبور از میدان بزرگ آذربایجان و خیابان انقلاب، از طریق میدان دانشسرا و خیابان ارتش به پایانه بزرگ اتوبوس‌های بین‌شهری تبریز واقع در بزرگراه شهید کسائی ختم می‌شود.

خط ٤: به طول ۱۰ کیلومتر شامل ۱۰ ایستگاه به شکل حلقوی در مرکز شهر بوده که سه مسیر فوق را به هم ارتباط می‌دهد.

خط تبریز–سهند: در محل ایستگاه ۱۸ با خط یک دارای ایستگاه مشترک بوده و با عبور از مقابل کارخانه تراکتورسازی به سمت شهر جدید سهند ادامه خواهد یافت.



شکل ٤: میزان آسیب‌پذیری شبکه‌های ارتباطی تبریز در برابر زلزله

Archive of SID

www.SID.ir

به‌طور کلی در شهر تبریز ۱۳ بیمارستان، ۲ مرکز هلال احمر، ۲۰ ایستگاه آتش‌نشانی، در حدود ۲۲ مرکز پلیس (انتظامی) و مراکز مهم مربوط به سازمان آب و مخابرات و گاز و برق وجود دارد که باید امکان دسترسی به شبکه برای آن‌ها فراهم گردد (سازمان قطار شهری، ۱۳۹۳).

در جدول ٤ مشخصات کلی، مساحت زیربنا و تعداد ایستگاه‌های مترو تبریز آورده شده است (سازمان قطار شهری کشور، ۱۳۹۳).

جدول ٤- نام، نوع ایستگاه‌ها، تعداد طبقات، تعداد ورودی و مساحت زیر بنای ایستگاه‌های متروی تبریز

ردیف	شماره ایستگاه	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	تعداد طبقات	تعداد ورودی	مساحت زیربنا ایستگاه‌ها (مترمربع)
۱	ایستگاه ۱	ایل گلی	هم‌سطح	-	۲	٥٥٥٠
۲	ایستگاه ۲	سهند	کم‌عمق	۲	۲	٤٧٦٠
۳	ایستگاه ۳	امام رضا (ع)	کم‌عمق	۲	۲	٤٧٤٠
٤	ایستگاه ٤	خیام	کم‌عمق	۲	۲	٤٨٤٠
٥	ایستگاه ٥	۲۹ بهمن	ارتفاعی	۲	۲	٧٢٤٥
٦	ایستگاه ٦	استاد شهریار	ارتفاعی	۲	۲	٦٥٠٠
۷	ایستگاه ۷	دانشگاه	عمیق	۲	۲	٨٣١٩
۸	ایستگاه ۸	آبرسان	عمیق	۳	۲	٥٤٦٠
۹	ایستگاه ۹	میدان قطب	عمیق	۳	۲	٣٩٤١
۱۰	ایستگاه ۱۰	شهید بهشتی	عمیق	۲	۲	٨١٠٧
۱۱	ایستگاه ۱۱	میدان ساعت	عمیق	۳	۳	١٠٦٨٠
۱۲	ایستگاه ۱۲	شهید محققی	عمیق	۳	۳	١٣١٧٧
۱۳	ایستگاه ۱۳	قونقا	عمیق	۳	۳	١١٤١١
١٤	ایستگاه ١٤	گازران	عمیق	۳	۲	١٢٤٩٣
١٥	ایستگاه ١٥	لاله	عمیق	۳	۲	١٠٨٩٥
١٦	ایستگاه ١٦	امام حسین (ع)	عمیق	۲	۳	٩٥٩٣
١٧	ایستگاه ١٧	شهید باکری	کم‌عمق	۲	٤	٦٦٥٧
١٨	ایستگاه ١٨	نور	هم‌سطح	۲	۲	٥٤٨٣

مشاهدات حاصل از شکل ٤ گویای این است که مناطق غربی، شمالی و مرکزی شهر تبریز دارای آسیب‌پذیری بالایی در زمان وقوع احتمالی زلزله می‌باشند که در این بین بیش‌ترین آسیب‌پذیری متعلق به مناطق شمالی می‌باشد. دلایل

www.SID.ir

این امر عبارتند از: مناطق دارای تراکم ساختمانی و جمعیتی زیاد، مناطق با فاصله زیاد تا مراکز درمانی، وجود راه‌های ارتباطی با عرض کم، وجود ساختمان‌های قدیمی و دارای بافت کهنه و وجود ساختمان‌های عمودی. همچنین مشاهدات گویای این است مناطق شرقی شهر تبریز دارای میزان آسیب‌پذیری کم‌تری نسبت به مابقی مناطق می‌باشد. دلیل این امر را می‌توان وجود عرض مناسب برای راه‌های ارتباطی، ساختمان‌های مقاوم و تازه‌ساز و دور بودن از تراکم مسکونی مرکز شهر دانست. با توجه به این‌که خیابان‌های عریض نقش حیاتی در مواقع زلزله ایفا می‌کنند و آسیب‌پذیری کم‌تری نسبت به سایر معابر شهری دارند، در مواقع زلزله کمک زیادی در امر امدادرسانی به مناطق آسیب دیده می‌کنند. لذا خطوط ارتباطی که با رنگ سبز در نقشه مشخص شده‌اند به‌عنوان مناسب‌ترین راه‌های ارتباطی جهت امدادرسانی به سایر مناطق شهر تبریز می‌باشند.

مولفه‌های مهم برای واکنش و امدادرسانی سریع در شرایط بحرانی

ویژگی‌های شبکه اضطراری امدادرسانی که باید در مدل‌سازی شبکه امدادرسانی مدنظر مسئولان قرار گیرد به شرح زیر می‌باشند:

– ایجاد شبکه‌ای ارتباطی در مناطق شمالی، غربی و به‌ویژه مرکزی شهر تبریز تا امکان دسترسی به مراکز امداد و نجات، نیروهای انتظامی و بازسازی و کنترل بحران را فراهم نماید.

– ایجاد معابر متعدد ارتباطی با عرض زیاد و فاصله مناسب در نواحی مرکزی و غربی شهر.

– ایجاد مراکز پشتیبانی و حمایتی در کوتاه‌ترین مسیرهای ممکن که ارتباط بین نقاط آسیب دیده و مراکز امداد را فراهم آورند.

– گذرگاه‌هایی با عرض مناسب در مناطق مرکزی شهر و مناطقی که دارای بافت فرسوده و قدیمی می‌باشند طراحی شود. این عرض باید به‌گونه‌ای باشد که وسایل نقلیه امدادی امکان عبور از آن را داشته باشند. بر این اساس در تعیین مسیرهای امدادرسانی حداقل عرض عبور ۱۸ متر در نظر گرفته می‌شود.

– معابری مانند آزادراه‌ها که در مناطق جنوبی، شرقی و مرکزی شهر واقع شده‌اند و امکان کنترل بر روی آن‌ها بیش‌تر می‌باشد، دارای ارجحیت هستند، زیرا دسترسی به آن‌ها راحت‌تر می‌باشد و اعمال مقررات بر روی آن‌ها ساده‌تر از خیابان‌هایی است که دسترسی در تمام طول آن‌ها ممکن باشد.

– عامل دیگر وضعیت ترافیکی می‌باشد. برخی مسیرها شناسایی می‌شوند این مسیرها ممکن است بعضاً کم‌تر شناخته‌شده باشند ولی هنگامی که تفاوت وضعیت ترافیک این مسیرها با دیگر مسیرهای موازی شناخته شد، استفاده از این مسیرها قابل توجیه می گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد بیش‌تر تقاطع‌ها به‌ویژه در مراکز اداری، خدماتی و اقتصادی شهر می‌تواند احتمال بسته شدن مسیر در اثر ترافیک یا حوادث ترافیکی را افزایش دهد. بدیهی است که بروز ترافیک سنگین در مسیرهای متقاطع با مسیر اصلی می‌تواند سبب انسداد عبور مرور در مسیر اصلی گردد. مسیرهای مستقیم واقع در معابر شهر تبریز که بیش‌تر در مرکز و نیمه شرقی شهر وجود دارند نسبت به مسیرهای با تغییر جهت بیش‌تر ارجحیت دارند؛ زیرا اعلان مسیرهای تحت پوشش برای وسایل نقلیه امدادی میسرتر می‌گردد و نیروهای بازکننده مسیر و نیروهای انتظامی سریع‌تر می‌توانند در مسیرها مستقر شده و به وظایف خود عمل کنند. زلزله همواره باعث خسارات بزرگی در زندگی انسان می‌شود. یکی از این خسارت‌ها، آسیب‌پذیری شبکه‌های ارتباطی است که امکان نجات دادن آسیب‌دیدگان زلزله، به‌ویژه در ساعات اولیه را با مشکل جدی مواجه می‌سازد. شهر تبریز به دلیل گسترش کالبدی و افزایش تراکم شهری در هنگام وقوع احتمالی زلزله با وضعیت خطرناکی روبه‌رو خواهد شد. در واقع سلسله مراتب شبکه‌های ارتباطی معمولا در نقاط مرکزی، غربی و شمالی شهر رعایت نشده، عرض راه‌ها کم بوده و مراکز درمانی دور از دسترس شهروندان می‌باشند. بروز زلزله‌ای با شدت بالا در این شهر منجر به از بین رفتن کارایی شبکه‌های ارتباطی، حجم بالای تلفات انسانی و خسارت‌های مالی عمده خواهد شد. با این وجود به‌طور نمونه آسیب‌های احتمالی در شرایط وقوع زلزله عبارتند از:

- کاربری‌های مجاور تأسیسات برق، تأسیسات گاز و پمپ‌بنزین نیز به دلیل آتش‌سوزی بعد از وقوع زلزله آسیب‌پذیر خواهند بود.
- قرار نگرفتن اکثر بیمارستان‌ها و مراکز امداد و نجات در کنار معابر اصلی، دسترسی به این مراکز را در مواقع پس از زلزله سخت خواهد نمود.
- مرمتی و تخریبی بودن بعضی از ساختمان‌ها بدنه معابر، آسیب‌پذیری آن را بیش‌ترخواهد کرد.
- فشردگی بافت، کمبود فضاهای باز و بالا بودن تراکم ساختمانی در محدوده مرکزی منطقه آسیب‌پذیری آن را تشدید می‌کند.
- وجود معابر با طول بیش‌ترو تعدد تقاطع‌های چهارراهی و بعضاً کم‌عرض معابر مانند خیابان‌های مرکزی محدوده به علت احتمال مسدود شدن در نتیجه حجم رفت‌وآمد باعث افزایش زمان سفر و کندی عملیات امداد و نجات می‌شود.

نتیجه‌گیری

امروزه در سرتاسر دنیا به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته برای مقابله با شرایط بحرانی و جبران خسارات ناشی از بلایای طبیعی از قبیل سیل، زلزله، خشک‌سالی و ... تدابیر ویژه‌ای اندیشیده می‌شود. عمده‌ترین راهکار موجود در

Archive of SID

www.SID.ir

این زمینه سازماندهی و تشکیل ارگان‌های مدیریت و برنامه‌ریزی تحت عنوان مدیریت بحران می‌باشد. اعمال مدیریت بحران به‌منظور کاهش اثرات و پیامدهای ناشی از بحران و بازگرداندن شرایط به وضعیت عادی صورت می‌پذیرد. بر اساس مطالب ارائه شده می‌توان نتیجه گرفت که باید شبکه اضطراری حاصل از تحلیل شبکه، در اختیار گروه مدیران بحران مستقر در مرکز بحران استانداری و شهرداری تبریز از سطوح مدیریتی کلان تا خرد قرار داشته باشد. بازخوردهای اطلاعاتی حین بحران، بلافاصله پس از زلزله بایستی گزارش‌های خود را به مرکز مدیریت بحران ارسال تا مدیران بحران بتوانند در مورد استقرار نیروهای پلیس و امداد در مسیرهای منتخب از شبکه ترابری اضطراری به‌طور مناسب توزیع نمایند. شبکه اضطراری در تبریز هم اکنون به‌صورت اولیه شناسایی شده ولی برای اطمینان بیش‌تر از صحت آن نیاز به بررسی‌های دقیق‌تر می‌باشد. همچنین در ارزیابی اقتصادی این طرح‌ها عواملی نظیر عمر پروژه و هزینه‌های اولیه سرمایه‌گذاری شده دارای نقش عمده‌ای در تصمیم‌گیری می‌باشند. افزایش ناگهانی تقاضا و نبود سیستم‌های کنترل و مدیریت جاده می‌تواند تاثیر به سزایی بر عملکرد شبکه پس از بحران داشته باشد بدیهی است در صورت پیش‌بینی‌های لازم و صرف هزینه‌های نه چندان زیاد و آموزش نیروهای انتظامی و امدادی برای اعمال مقررات مناسب در هنگام وقوع بحران می‌توان شاهد کاهش چشمگیر زمان سفر و نجات انسان‌ها در مدت زمان کوتاه‌تری بود.

بنابراین در جهت پیشگیری از آسیب‌های جبران ناپذیر و یا کاهش آن به حداقل، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

– تهیهٔ بانک اطلاعاتی گسل‌های نزدیک یا مؤثر در ایجاد خطر شهر تبریز.

– تدوین چارچوبی مناسب برای مدیریت درست در مواقع خطر.

– تعریف شرایطی برای مدیریت خطرات ثانویه مانند آتش‌سوزی، نشت گاز، آب‌گرفتگی و ... (در اکثر زلزله‌های بزرگ مانند زلزله‌های چین، عوامل خطر ثانویه تلفات زیادی به بار آورده‌اند).

– بررسی اطلاعات مربوط به حوادث مشابه در گذشته، نظارت دایمی بر نشانه‌های ظهور احتمالی و به‌کارگیری سیستم‌های قوی اعلام‌خطر.

– تعبیهٔ فضاهای باز مناسب در نقاط مختلف شهر.

– ایجاد تسهیلاتی برای مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود تا حد ممکن.

– جلوگیری از احداث سازه‌ها، بدون به‌کار بردن ضوابط و استانداردهای زلزله.

– رعایت نکات ایمنی در سازه‌های حیاتی مانند تأسیسات، نیروگاه‌ها، فرودگاه‌ها، بیمارستان‌ها، مراکز ارتباطی و ... در زلزله‌ها آسیب‌دیدگی سیستم‌های حمل‌ونقل، توزیع انرژی و انتقال آب از اهمیت بیش‌تری برخوردار بوده و صدمات وارده بر آن‌ها مشکلات فراوانی در امر نجات به‌وجود خواهد آورد.

Archive of SID

www.SID.ir

- تهیهٔ نقشهٔ نقاط ایمن در شهر (یا حومه) و تعریف شبکهٔ ارتباطی سریع برای دسترسی به آن‌ها در مواقع خطر.
- آموزش عمومی از طریق رسانه‌ها و مطبوعات.
- تشکیل گروه‌های ویژه امداد برای مقابله با خطر احتمالی.
- همکاری و تعامل کلیه سازمان‌های ذیربط.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

– رشیدی‌فرد، نعمت‌اله؛ قیسوندی، آرمان؛ محیط، محمد؛ دانشی، صمد (۱۳۹۰)، «مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شبکه‌های ترافیکی درون‌شهری بر اثر وقوع زلزله نمونه موردی شهر دهدشت (استان کهگیلویه و بویراحمد)»، یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک، تهران.

– سالنامه آماری شهرداری تبریز (۱۳۹۰)، تبریز، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شهرداری تبریز.

– سازمان قطار شهری کشور (۱۳۹۳)، گزارش تفضیلی خطوط مترو شهر تبریز، تبریز، حوزه معاونت فنی.

– شرکت پردازش ترافیک پارس (۱۳۹۰)، «مطالعه تعیین و تنظیم سلسله مراتب معابر اصلی تبریز»، شهرداری تبریز.

– عشقی، ساسان (۱۳۷۰)، «بررسی عملکرد تأسیسات و شریان‌های حیاتی در زلزله ۳۱ خردادماه ۱۳۶۹ منجیل»، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی زلزله شناسی، صص ۳۶۹-۳۸۷.

– قربانی، رسول (۱۳۸٤)، «تحلیل پراکنش تراکم‌های جمعیتی شهر تبریز با استفاده از روش حوزه‌بندی آماری»، ***پژوهش‌های جغرافیایی***، شماره ٥٤، صص ۱۳٦– ۱۲۳.

– مشهدی‌زاده دهاقانی، ناصر (۱۳۸۲)، «شهرسازی در زلزله یا زلزله در شهرسازی»، ***مجله شهرسازی***، شماره ۱، صص ۱۸-۲۳.

– مهندسان مشاور تهران پادیر (۱۳۸۸)، «***طرح‌ریز پهنه‌بندی خطر زمین لرزه‌ای شهر تبریز***»، مطالعات شهرسازی (جلد سوم)، تبریز، سازمان مسکن و شهرسازی استان آذربایجان‌شرقی معاونت شهرسازی و معماری.

– هادیانی، زهره؛ کاظمی‌زاد، شمس‌اله (۱۳۸۸)، «مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از روش تحلیل شبکه و مدل AHP در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر قم)»، دومین کنفراس بین‌المللی شهرداری الکترونیکی.

Chang, E., Nojima, N., (1999), "Measuring Post-Disaster Transportation System Performance: The 1995 Kobe Earthquake in Comparative Perspective," ***Transportation Research*** , 35: 94 - 475.

Cho, S., Gordan, p., Moore, J., Richadson, H., Shinozuka, M., Chang, S., (2001)," Integrating Transportation Network and Regional Economic Models to Estimate the Costs of a Large Urban Earthquake", ***Journal of Regional Science***, 41 (1): 39-65.

Granger, k., (1999),"***Urban Geohazard Risk Assessment***", London, Elsevier Science Ltd.

-Hosseini, M., (2002), "A method for the seismic vulnerability and functionality assessment of transportation systems in Large cities", Proceedings of the 12th european contention on earthquake engineering", London, Elsevier Science Ltd.

-Kawakami, H., (2000), "Earthquake performance of highway system in Tokyo", Proceedings of the 12th World conference on earthquake engineering", Auckland, New Zealand, pp 795-786.

Archive of SID

www.SID.ir

-Nozaki, T., Sugita, H., (2000), "A metod to determine seismic performance of highway network system", Proceedings of 12th world Conference on Earthquake Engineering, auchland, New Zealand, pp 1140-1163.
-Shariat Mohaymany, A., Hosseini, M., Golroo, A., (2004), "Obtaining the Emergency transportation network for rescue and relief activities in large cities based on the Life7 loss mitigation criteria", 13th world conference on earthquake engineering Vancouver, B.C., Canada, August 1-6, 2004, pp 1-8.

Archive of SID

www.SID.ir