

بررسی وضعیت خطرپذیری لرزه‌ای شهر تهران

کامبد امینی حسینی، استادیار پژوهشکده مدیریت خطرپذیری / محمد کاظم جعفری، دانشیار پژوهشگاه

۱- چکیده

وزمین‌شناختی، بسیار محتمل می‌باشد. متخصصان زلزله‌شناسی با انجام مطالعات برآورد خطر زلزله باروشهای مختلف تعیینی یا احتمالاتی وقوع زمین‌لرزه‌ای مخرب در این شهر را در آینده‌ای نه چندان دور محتمل می‌دانند. با وجود این، اقدامات اساسی و کافی به منظور کاهش تلفات و خسارات ناشی از زلزله در این شهر در طول سالیان گذشته صورت نپذیرفته است. رشد ناهماهنگ و غیراصولی شهر تهران بویژه در چند دهه اخیر، ساخت و ساز در حریم گسلها و مناطق مستعد ناپایداریهایی زمین‌شناختی، طراحی و اجرای ساختمانها و تأسیسات حیاتی نامتناسب با شدت لرزه‌خیزی در تهران، نبود توانمندیهای عملیاتی کافی برای مدیریت بحران در مرحله پاسخ و مقابله با تبعات وقوع زلزله، وجود بافتهای آسیب‌پذیر و فرسوده متعدد و پراکنده در سطح شهر و بسیاری موارد دیگر نشان می‌دهند که در صورت وقوع زلزله‌ای شدید در تهران، تلفات و صدمات جبران‌ناپذیری به این شهر و به کل کشور وارد خواهد گردید.

رشد ناهماهنگ و غیراصولی شهر تهران بویژه طی چند دهه اخیر، به افزایش آسیب‌پذیری آن در برابر زلزله‌ای شدید منجر گردیده است. به منظور کاهش صدمات و تلفات ناشی از زلزله در تهران، لازم است خطرپذیری لرزه‌ای این شهر بررسی گردد تا براساس آن بتوان نسبت به انجام مطالعات تکمیلی و کارهای اجرایی اقدام نمود. در این مقاله، ضمن مرور و مقایسه اجمالی مطالعاتی که در رابطه با موضوعات مرتبط با خطرپذیری لرزه‌ای شهر تهران از دیدگاههای مختلف (برآورد خطر زلزله، مطالعات ژئوتکنیک لرزه‌ای، برآورد آسیب‌پذیری مستحذات و وضعیت مدیریت خطرپذیری) انجام شده است، وضعیت موجود در هر بخش بررسی و تحلیل شده و پیشنهادهایی نیز برای انجام مطالعات تکمیلی در بخشهای مرتبط ارائه گردیده است.

کلیدواژه‌ها: تهران، زلزله، آسیب‌پذیری، مخاطرات زمین‌شناختی، مدیریت بحران

۲- مقدمه

به منظور ارتقای ایمنی در برابر خطر زلزله در تهران و تدوین سیاستها و راهبردهای مربوطه برای تهیه طرح جامع تهران، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله مطالعاتی را در قالب پروژه مطالعات خطر زلزله تهران برای مرکز مطالعات

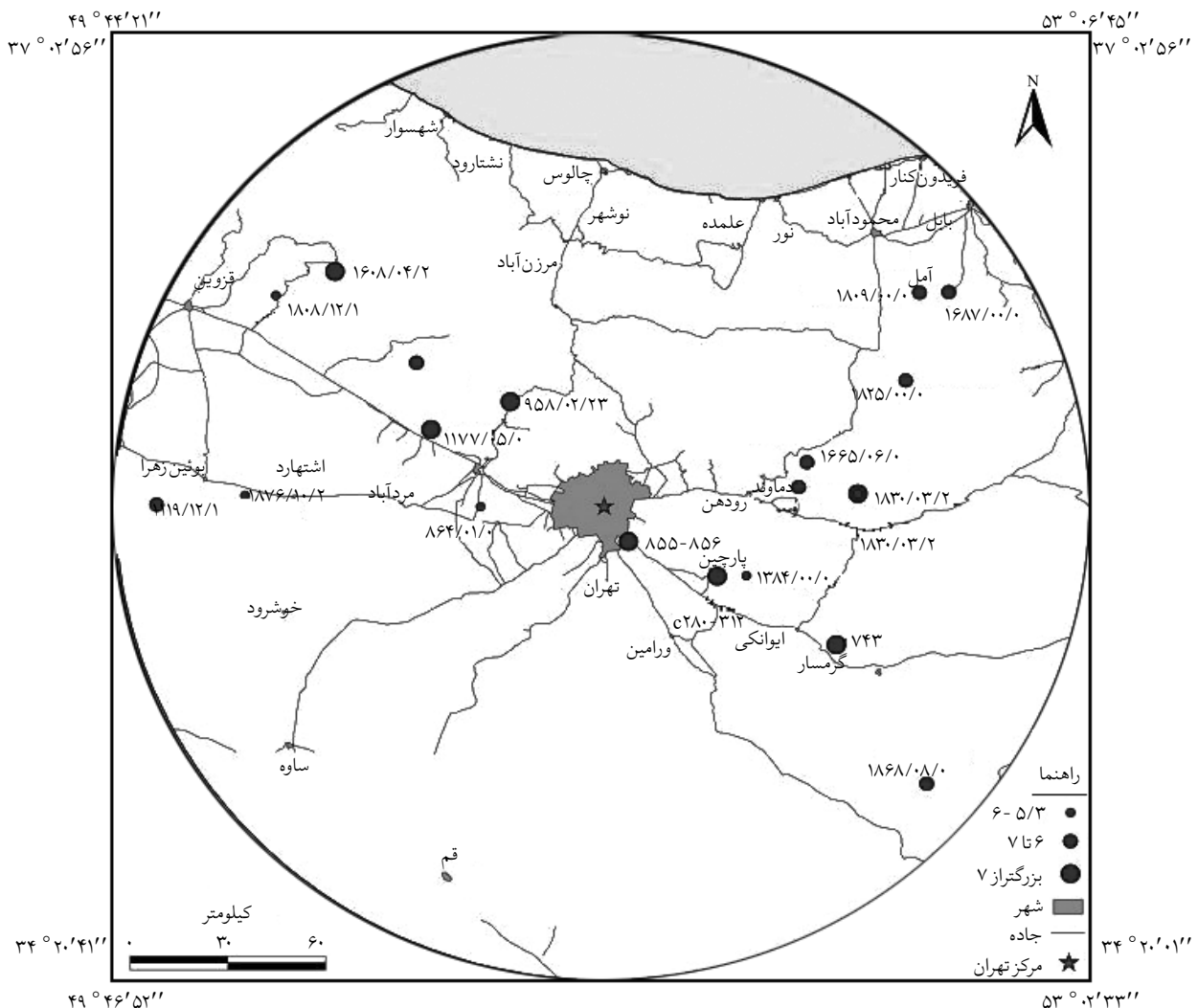
خطر زمین لرزه در شهر تهران به واسطه موقعیت جغرافیایی و زمین‌ساختی، وجود گسلهای فعال متعدد در اطراف آن، وقوع زلزله‌های مخرب تاریخی در محدوده آن و سایر شواهد زمین‌ساختی

اقتصادی کشور پتانسیل لرزه‌خیزی زیادی دارد. نگاهی به تاریخچه زمین‌لرزه‌های ایران نشان می‌دهد که تهران با نام قدیمی ری چندین بار در زمین‌لرزه‌های بزرگ تاریخی ویران شده است. علاوه بر آن، مناطق اطراف آن مانند گرمسار، ایوانکی، غار، طالقان، قزوین، بویین زهرا و دماوند نیز در گذشته چندین بار بر اثر زمین‌لرزه‌های بزرگ آسیب دیده‌اند (شکل ۱). علی‌رغم فعال بودن پهنه تهران و ثبت زمین‌لرزه‌های متعدد کوچک در این پهنه، در قرن حاضر زمین‌لرزه‌های مخربی در این گستره رخ نداده است و این نبود لرزه‌ای را باید نشانه‌ای از تجمع انرژی در زمین دانست که احتمال وقوع

و برنامه‌ریزی شهر تهران به انجام رساند. در این مطالعه و به منظور شناخت وضع موجود، کلیه مطالعاتی که در رابطه با موضوعات مرتبط با خطر زلزله در تهران توسط سازمانها، نهادهای اجرایی و تحقیقاتی به صورت مجزا انجام شده‌بود، بررسی و تجزیه و تحلیل گردیده که خلاصه‌ای از آنها در این مقاله ارزیابی شده است.

۳- برآورد خطر زلزله و پتانسیل گسلش سطحی تهران

شهر تهران به عنوان مهمترین مرکز اجتماعی، سیاسی و



شکل (۱): رومرکز و بزرگای زمین‌لرزه‌های تاریخی در محدوده تهران [۱]

زمین لرزه‌ای ویرانگر را افزایش می‌دهد.

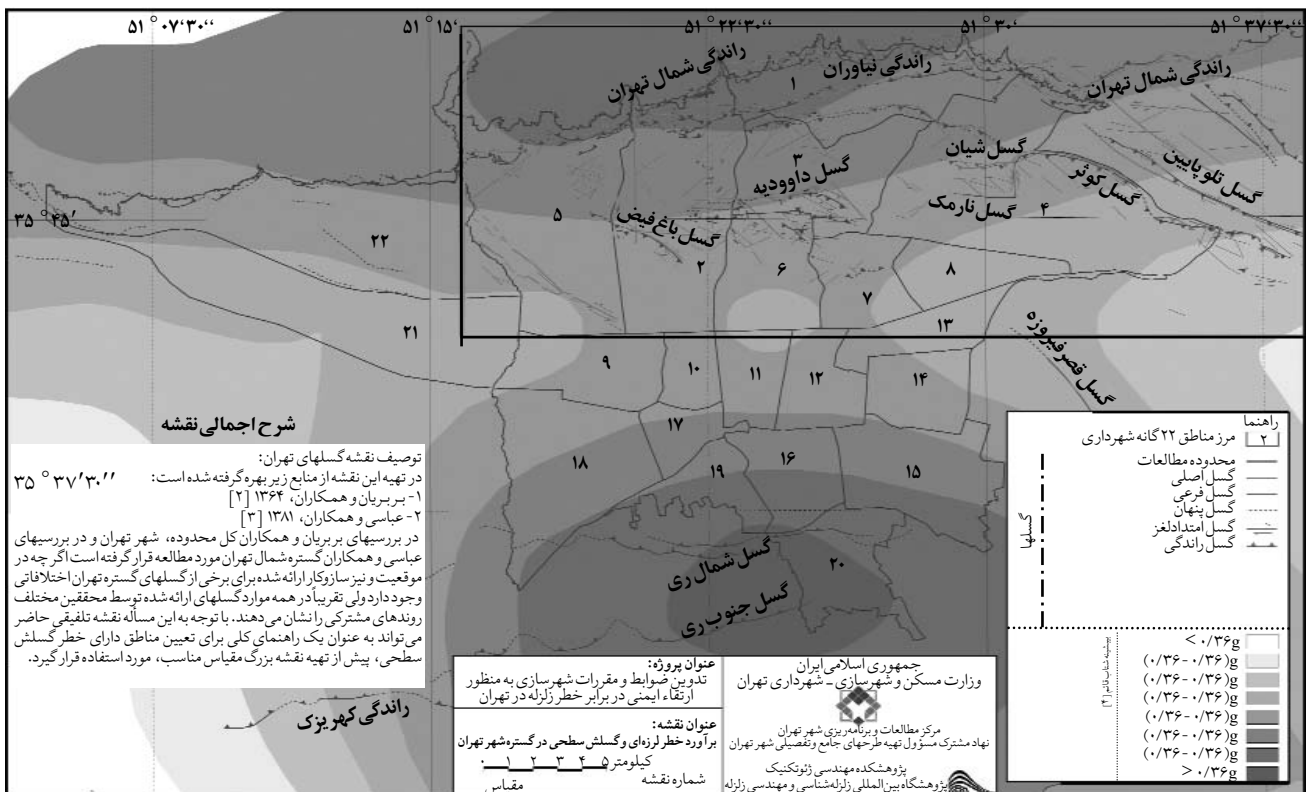
گزارشها و نقشه‌های سازمان زمین‌شناسی کشور و پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله به‌عنوان مراجع اصلی به‌منظور شناخت موقعیت و مشخصات این گسلها استفاده و نتایج کار در نقشه‌ای با مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نمایش داده شده است (شکل ۲).

۴ - خطرهای ژئوتکنیک لرزه‌ای تهران

نگاهی به زمین لرزه‌های اخیر در کشور و نیز در سایر نقاط جهان نشان می‌دهد که زمین لرزه‌ها معمولاً با اثرهای ژئوتکنیکی متعددی همراه می‌باشند که می‌توانند شدت آسیبهای ناشی از زلزله را تا میزان زیادی افزایش دهند. این اثرها شامل تشدید شتاب زمین لرزه به واسطه شرایط ساختگاه، روانگرایی، زمین لغزشهای تحریک لرزه‌ای و ... می‌باشند. مطالعات انجام شده در رابطه با خطرهای ژئوتکنیک

به‌منظور شناخت وضعیت لرزه‌خیزی تهران، پتانسیل لرزه‌ای گسلهای اصلی در شعاعی به‌اندازه ۱۵۰ کیلومتر از مرکز تهران بررسی گردیده است. بدین منظور، مطالعات پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، سازمان زمین‌شناسی کشور و آژانس همکاریهای بین‌المللی ژاپن ارزیابی شده و جمع‌بندی نهایی به‌صورت توزیع شتاب پی سنگ در تهران ارائه گردیده است (شکل ۲).

پتانسیل گسلش سطحی در شهر تهران نیز به موازات مطالعات برآورد خطر مطالعه گردیده است. اطلاعات نشان می‌دهند که علاوه بر گسلهای اصلی شمال تهران، شمال و جنوب ری گسلهای متعدد ولی با ابعاد کوچکتری نیز در سطح شهر پراکنده می‌باشند که در صورت وقوع زمین لرزه‌ای بزرگ امکان جابه‌جایی در آنها وجود دارد. در این مطالعات، از



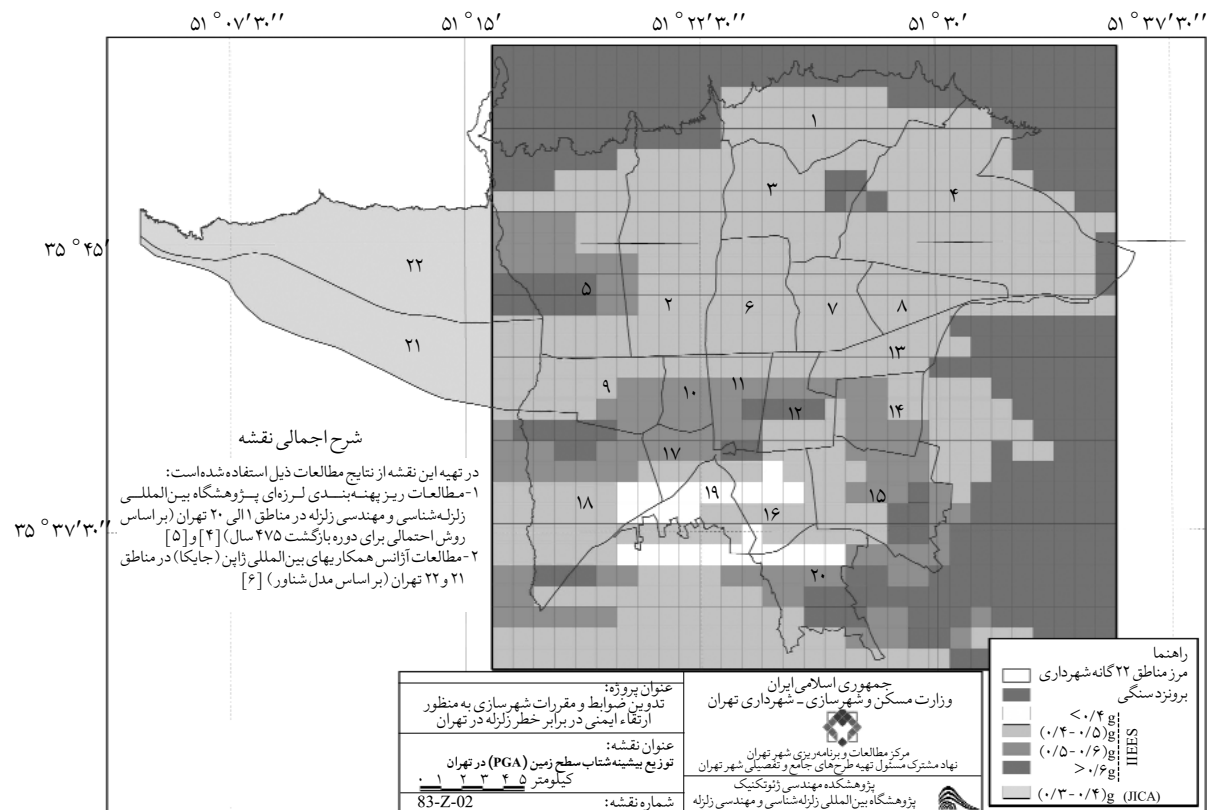
شکل (۲): موقعیت گسلهای اصلی و فرعی و میزان شتاب در سنگ بستر لرزه‌ای در محدوده تهران [۱]

ساختمان و مسکن، جایکا، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، سازمان زمین‌شناسی کشور و وزارت جهاد و کشاورزی به انجام رسیده است که در این طرح مورد تحلیل قرار گرفته‌اند (شکل ۴). شکل (۴) مبین آن است که در مناطق شمالی و شرقی شهر و بخصوص در حاشیه رشته کوه‌های شمال تهران و نیز محدوده دره فرحزاد خطر سنگریزش و زمین لغزش وجود دارد که امکان تشدید آنها بر اثر وقوع زلزله و در نتیجه افزایش صدمات و تلفات ناشی از زلزله وجود خواهد داشت.

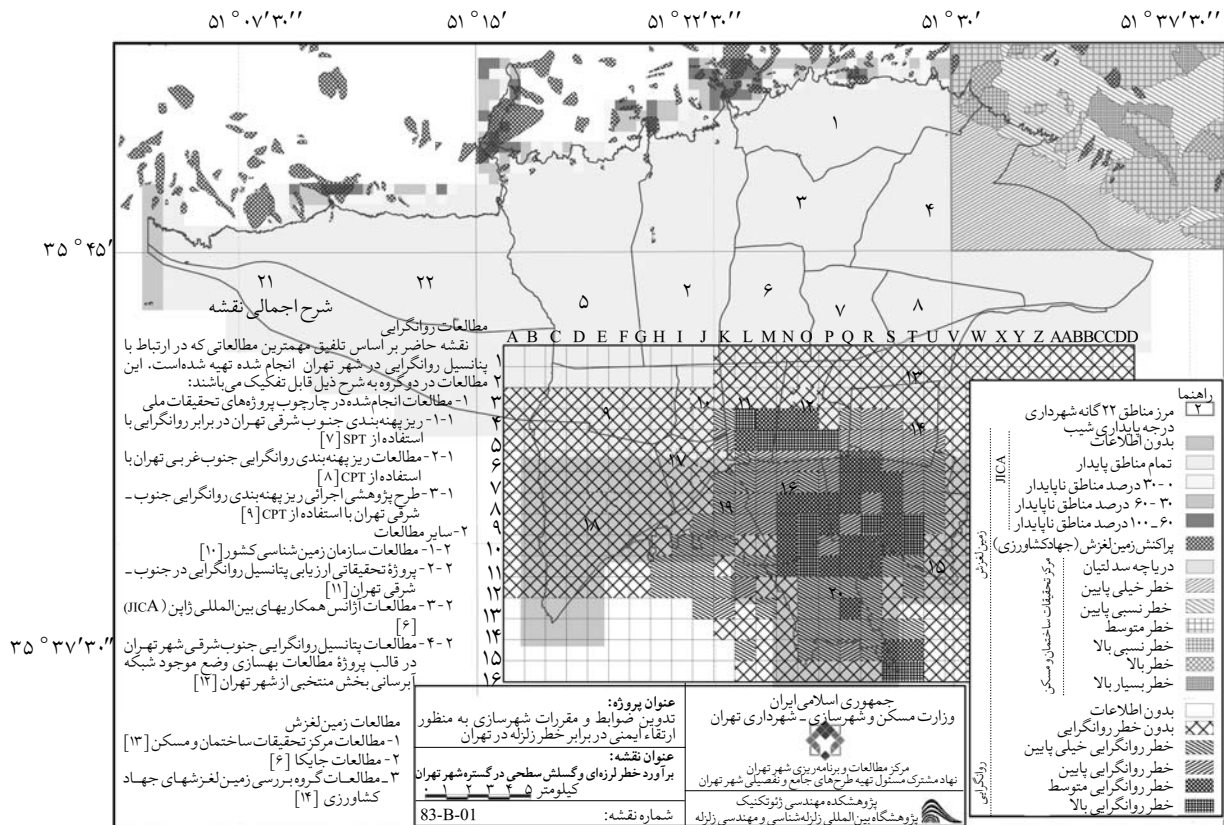
خطر روانگرایی در تهران نیز توسط مراکز نظیر پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، دانشگاه‌های صنعتی شریف، علم و صنعت و تربیت مدرس و آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن مطالعه شده است. در این طرح این مطالعات بررسی و تحلیل و نقاط قوت و ضعف هر یک

لرزه‌ای در تهران نیز نشان می‌دهد که در صورت وقوع زمین لرزه در این شهر، امکان تشدید جنبش زمین ناشی از اثرهای ساختگاه وجود دارد و مخاطراتی از قبیل روانگرایی و زمین لغزش نیز بر اثر زمین لرزه‌های قوی دور از انتظار نمی‌باشد. به منظور شناخت وضعیت تشدید جنبش زمین در این مطالعه از گزارش‌های پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله [۴] و [۵] و آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن (جایکا) [۶] استفاده شده است. این نتایج نشان می‌دهند که وجود لایه آبرفتی در بسیاری از مناطق تهران و بویژه جنوب شهر می‌تواند باعث تشدید حرکت قوی در سطح زمین و در نتیجه افزایش صدمات ناشی از زلزله گردد. میزان تشدید در نقاط مختلف شهر متفاوت و گاهی قابل توجه می‌باشد (شکل ۳).

در مورد خطر زمین لغزش در تهران نیز مطالعاتی توسط برخی سازمان‌های علمی و اجرایی کشور نظیر مرکز تحقیقات



شکل (۳): توزیع بیشینه شتاب سطح زمین (PGA) در تهران [۱]



شکل (۴): نواحی با خطر زمین لغزش و پتانسیل روانگرایی در تهران [۱]

تنها جبران خسارات و ضایعات مادی ناشی از چنین رویدادی نیاز به منابع عظیم و زمان طولانی خواهد داشت. به منظور کاهش خسارات و در نتیجه تلفات ناشی از چنین زلزله احتمالی لازم است برنامه‌های مدونی برای بهسازی و مقاوم‌سازی ساختمانها و تأسیسات حیاتی تدوین و اجرا گردند و در ابتدا باید وضعیت آسیب‌پذیری در شهر تهران مورد بررسی قرار گیرد. آسیب‌پذیری تهران را می‌توان در سه بخش آسیب‌پذیری ساختمانها، بافت‌های فرسوده و شریانهای حیاتی بررسی نمود.

۵-۱- آسیب‌پذیری ساختمانها

کاهش آسیب‌پذیری ساختمانها (خصوصی و عمومی) با روشهای مختلف مقاوم‌سازی، بهسازی و نوسازی مهمترین رکن در مرحله پیشگیری از بحران زلزله در تهران محسوب می‌گردد؛ ولی بدون شناخت وضعیت و موقعیت ساختمانهای

تعیین شده است (شکل ۴). نتایج حاصل از این بررسی مبین آن است که خطر روانگرایی تنها در بخشهایی از قسمتهای مرکزی شهر تهران با توجه به نوع رسوبات و سطح بالای آب زیرزمینی می‌تواند وجود داشته باشد.

۵- آسیب‌پذیری شهر تهران

توسعه شهر تهران و ساخت و سازها در چندین دهه گذشته غالباً سازگار با میزان خطر زلزله صورت نپذیرفته است. مطالعات علمی و دقیق تحلیلی و آزمایشگاهی ثابت کرده است که بسیاری از ساختمانهای موجود در تهران در برابر زلزله‌های قوی آسیب‌پذیر هستند. برآوردهایی که توسط مراکز پژوهشی و سازمانهای اجرایی در رابطه با آسیب‌پذیری لرزه‌ای تهران انجام شده است نیز وضعیت تکان‌دهنده‌ای از میزان تلفات و خسارات ناشی از زلزله احتمالی در تهران را نشان می‌دهند که

آسیب‌پذیر عملاً این امکان وجود ندارد.

تاکنون مطالعات موردی متعددی برای شناسایی آسیب‌پذیری برخی از ساختمانهای خاص توسط مراکز علمی یا اجرایی انجام شده است؛ ولی متأسفانه مطالعات معدودی برای شناخت آسیب‌پذیری ساختمانهای شهر تهران در مقیاس کلان و به صورت یک مجموعه واحد انجام شده است. به عنوان نمونه می‌توان به مطالعات آژانس همکاریهای بین‌المللی ژاپن و مرکز پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران اشاره نمود که آسیب‌پذیری شهر تهران را در مقیاسی وسیع و برحسب پهنه‌های آماری ارائه نموده‌اند. هر چند که این مطالعات نقاط ضعف قابل توجهی دارد (عدم دقت کافی بانکهای اطلاعاتی مورد استفاده، تحلیل بر مبنای واحد آماری به جای ساختمان و...) ولی با ارائه تصویری از توزیع بافتهای آسیب‌پذیر در شهر

تهران به عنوان الگوی برآورد خسارات ناشی از زلزله احتمالی تهران می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهاد می‌گردد این مطالعات با مقیاس مناسب شهری (۱:۲۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰) و با انجام مطالعات میدانی، تدقیق گردند تا تصویر واقعی‌تری از آسیب‌پذیری شهر تهران در برابر زلزله‌های احتمالی ارائه گردد.

۵-۲- بافتهای فرسوده

آسیب‌پذیرترین نواحی شهری در برابر زلزله، مناطق با بافتهای فرسوده می‌باشند. تعریف بافت فرسوده از دیدگاه خطر زلزله با تعاریف متعارف در شهرسازی متفاوت است. عواملی نظیر وجود ساختمانهای قدیمی، معابر تنگ و باریک، عدم وجود فضاهای باز، عدم دسترسی به امکانات نجات، امداد و درمان و وجود تأسیسات خطرناک از شاخصهایی هستند که در طبقه‌بندی بافتهای فرسوده از دیدگاه مدیریت بحران زلزله اهمیت دارند.

بافتهای فرسوده در شهر تهران تاکنون توسط مراجع

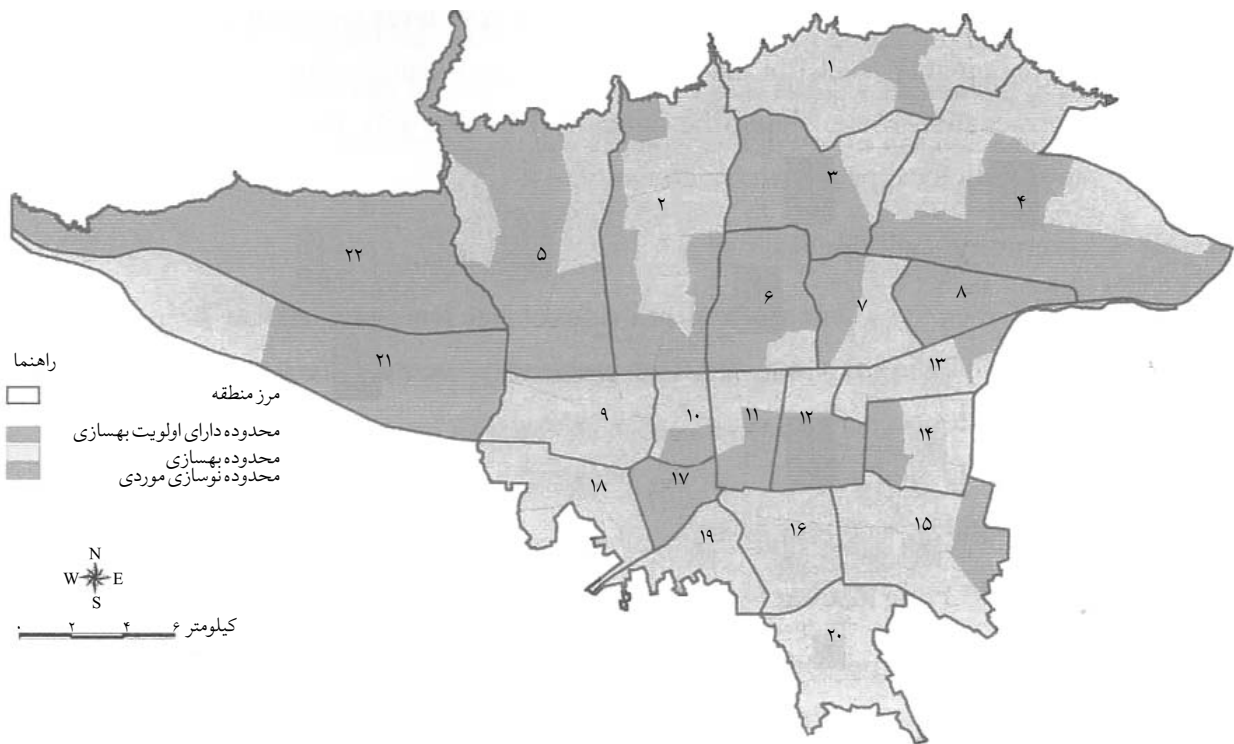
مختلف و با دیدگاههای متفاوت مطالعه شده‌اند که از آن جمله می‌توان به مطالعات آژانس همکاریهای بین‌المللی ژاپن، مرکز پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، مشاورین مناطق شهرداری تهران و مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران اشاره نمود. از میان این مطالعات تنها در دو مورد اول خطر زلزله در تعیین و شناسایی بافتهای فرسوده مورد توجه بوده است. بدین لحاظ به نظر می‌رسد که نتایج این مطالعات را می‌توان به عنوان یک مبنای اولیه در این بخش مورد استفاده قرار داد. البته با توجه به اینکه این مطالعات در مقیاس مناسب برای برنامه‌ریزی شهری تهیه نشده‌اند، لازم است با انجام مطالعات تکمیلی تدقیق گردند. نمایی از بافتهای فرسوده با اولویت بهسازی در شهر تهران که توسط سازمانهای مذکور پیشنهاد شده، در (شکل ۵) نشان داده شده است.

۵-۳- شریانهای حیاتی

وضعیت شریانهای حیاتی در شهر تهران از پیچیدگی و آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار است. گستردگی شریانهای حیاتی، وابستگی و نحوه عملکرد آنها باعث شده است که شناخت آسیب‌پذیری شریانهای حیاتی کار دشوار و پیچیده‌ای باشد و به همین دلیل، تاکنون مطالعات جامع محدودی در این زمینه انجام شده است. نتایج این مطالعات حاکی از آسیب‌پذیری زیاد شریانهای حیاتی تهران در برابر زلزله است.

۵-۳-۱- شبکه آب

اغلب بخشهای شبکه آب تهران بیش از ۳۰ سال قبل ساخته شده‌اند و در شرایط معمولی نیز هر روز شکستگی لوله‌ها و نشت آب در برخی نواحی شهر مشاهده می‌گردد. می‌توان تصور نمود که در صورت وقوع زلزله این شبکه کارایی خود را از دست داده و مشکلات موجود را دو چندان نماید. وجود آب بعد از زلزله برای انجام عملیات اطفای حریق، کاربردهای بیمارستانی و



شکل (۵): اولویت بندی شهر تهران بر اساس معیارهای آسیب پذیری بافت های شهری در برابر زلزله بر اساس مطالعات جایکا و مرکز پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران [۱۵]

بهداشتی بسیار حائز اهمیت است.

وضعیت موجود بهبود می یابد.

۵-۳-۲- شبکه برق

۵-۳-۴- شبکه حمل و نقل

شبکه برق تهران و ایستگاه های فرعی آن در برابر زلزله احتمالی مقاومت کافی ندارند و احتمال قطع برق بعد از زلزله چندان دور از ذهن نیست که این امر می تواند عملیات نجات و امداد و فعالیتهای پزشکی اضطراری را تحت تأثیر قرار دهد. چنین وضعیتی برای شبکه مخابراتی شهر تهران نیز متصور است که به واسطه نقش اطلاع رسانی بعد از بحران اهمیتی ویژه در مباحث مدیریت خطر پذیری زلزله دارد.

شبکه حمل و نقل تهران که پیچیدگی و عدم کشش بار تردد آن در شرایط عادی بر هیچ کس پوشیده نیست در برابر زلزله بشدت آسیب پذیر است. بسیاری از راهها بر اثر ریزش ساختمانهای مجاور و یا تخریب پلها مسدود خواهند شد و این امر موجب اختلال در عملیات نجات و امداد و در نتیجه افزایش آمار تلفات و خسارات ناشی از زلزله خواهد شد.

۵-۳-۳- شبکه گاز

شبکه گاز تهران نیز در برابر زلزله فاقد ایمنی لازم بخصوص در سطح محلات می باشد. پیچیدگی شبکه گازرسانی بخصوص در مناطق پر جمعیت ابعاد آسیب پذیری را گسترده تر نموده است. البته، اخیراً اقداماتی توسط سازمانهای ذی ربط در حال انجام می باشد که در صورت اجرا

این برآوردها بر اساس تحلیل نتایج مطالعات آژانس همکاریهای بین المللی ژاپن، مرکز پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران و پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله انجام شده است. با توجه به اینکه این مطالعات نیز اغلب با مقیاس وسیع انجام شده اند، فاقد جزئیات لازم برای استفاده در طرحهای بهسازی و توسعه شهری می باشند. بدین ترتیب لازم است که مطالعات تکمیلی به منظور تدقیق نتایج

موجود و مقاوم‌سازی سیستم‌های فعلی در دستور کار سازمانهای ذی‌ربط قرار گیرد.

۶- مؤلفه‌های مؤثر در کاهش اثرهای بحران زلزله در تهران از دیدگاه برنامه ریزی شهری

مدیریت بحران زلزله به مفهوم وسیع مجموعه‌ای از مؤلفه‌های مختلف از پیشگیری تا آمادگی، واکنش اضطراری و بازسازی و بازتوانی را شامل می‌گردد. از دیدگاه برنامه ریزی شهری بجز مباحث مرتبط در بخش پیشگیری (شامل مقاوم‌سازی ساختمانها و شریانهای حیاتی و بهسازی بافتهای شهری) مباحث دیگری نیز حائز اهمیت می‌باشند که عمدتاً مربوط به توزیع و نحوه خدمات‌رسانی امکانات و زیرساختهای شهری لازم برای پاسخ به بحران هستند. برخی از این زیرساختها عبارتند از:

- امکانات جستجو و نجات؛

- امکانات امدادی و پزشکی - بهداشتی اضطراری؛

- امکانات اسکان موقت؛

- راههای اضطراری.

وجود و توزیع مناسب این امکانات می‌تواند به ارائه خدمات سریع پس از بحران منجر شود و در نتیجه از صدمات و تلفات ناشی از زلزله بکاهد.

۶-۱- امکانات جستجو و نجات

عملیات جستجو و نجات مهمترین بخش از عملیات واکنش اضطراری محسوب می‌گردد که باید در زمان کوتاهی بعد از زلزله آغاز شود و با سرعت و دقت انجام شود. جمعیت هلال احمر جمهوری اسلامی ایران در کشور متولی اصلی این امر می‌باشد که البته برحسب مورد از توانمندی سایر سازمانها نظیر نیروهای مسلح و سازمان آتش‌نشانی نیز بهره

می‌برد. در شهر تهران نیز علاوه بر جمعیت هلال احمر سازمان آتش‌نشانی نیز در امر جستجو و نجات بعد از زلزله فعال خواهد بود. توانمندی، امکانات و پایگاههای این سازمانها اهمیت زیادی برای پاسخگویی به نیازهای بعد از زلزله در تهران خواهد داشت. مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهند که تعداد کل پایگاههای جستجو و نجات قابل استفاده بعد از زلزله در شهر تهران بسیار محدود می‌باشند و حداکثر نیروهای جمعیت هلال احمر و سازمان آتش‌نشانی تهران که می‌توان در حال حاضر برای عملیات جستجو و نجات در تهران بسیج نمود نسبت به حجم اقدامات مورد نیاز بسیار محدود می‌باشد. به نظر می‌رسد که با احداث پایگاههای پشتیبانی مدیریت بحران که توسط سازمان مدیریت بحران شهر تهران در مرحله ساخت هستند، این وضعیت می‌تواند تا حدودی بهبود یابد؛ ولی لازم است هماهنگیهای لازم نیز بین نهادهای ذی‌ربط و نیروهای بالقوه (نظیر بسیج) تقویت گردد.

۶-۲- امکانات امدادی و پزشکی - بهداشتی اضطراری

خدمات امدادی و پزشکی اضطراری به موقع می‌تواند باعث کاستن میزان تلفات، کاهش معلولیتها و مشکلات روحی - جسمی بازماندگان گردد. بدین منظور ضروری است که پرسنل، امکانات و تجهیزات لازم برای این گونه امور قبل از وقوع رویداد لرزه‌ای تأمین و برنامه‌های لازم در این راستا تدوین شده باشند. در رابطه با شهری نظیر تهران وضعیت بسیار نگران کننده است و اقدامات زیادی باید در جنبه‌های مختلف برای آمادگی در این بخش صورت پذیرد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که به واسطه آسیب‌پذیری ساختمان بسیاری از بیمارستانهای و مراکز درمانی و نیز مشکلات مربوط به شریانهای حیاتی تنها برخی از بیمارستانها شهر پس از وقوع زلزله قابل بهره‌برداری خواهند بود که نمی‌تواند تأمین کننده

زلزله باشند و امکان دسترسی به آنها نیز از طریق راههایی امن میسر باشد. مطالعاتی در این راستا در شهر تهران توسط مراکز نظیر مرکز پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران و آژانس همکاریهای بین‌المللی ژاپن، انجام شده است که کلیه آنها نشان دهنده کمبود و توزیع نامناسب فضاهای قابل استفاده بدین منظور در سطح شهر تهران است. توزیع فضاهای باز قابل استفاده بدین منظور در سطح شهر تهران در شکل (۶) نشان داده شده است.

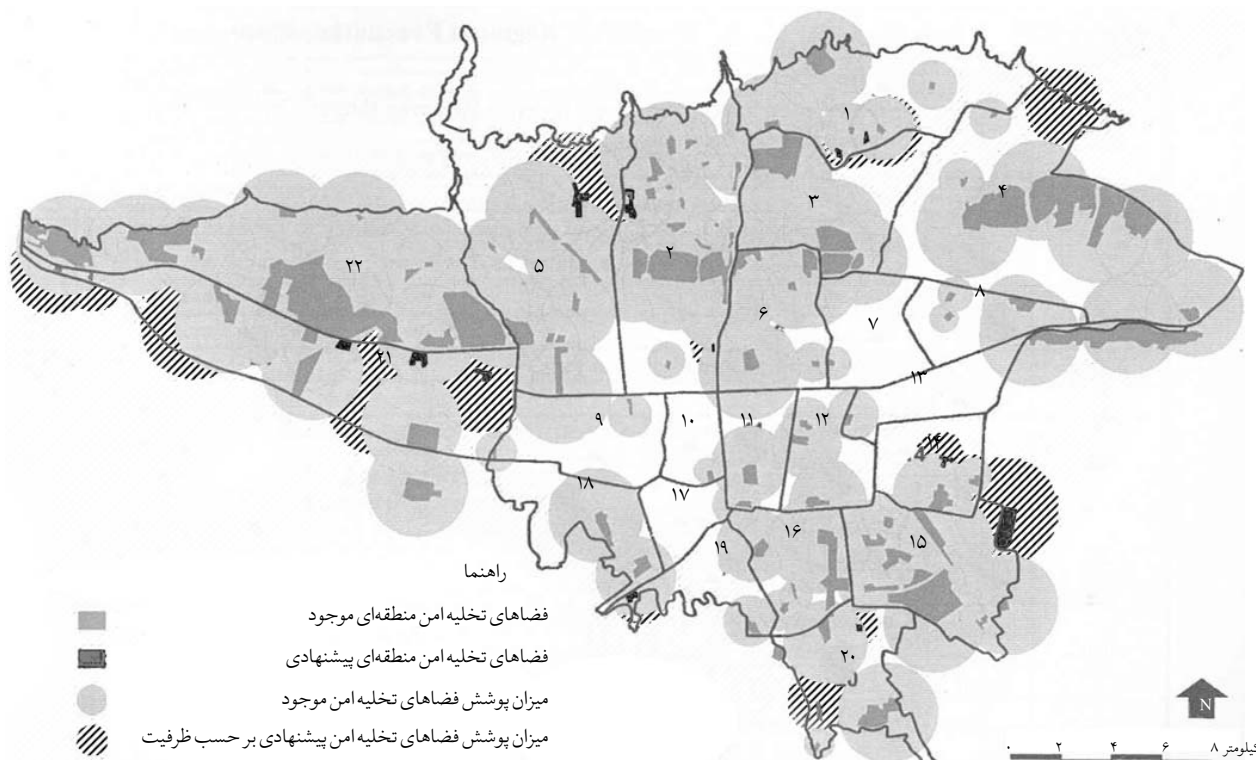
۶-۴- راههای اضطراری

شبکه حمل و نقل شهری نقش مهمی در مدیریت بحران زلزله دارد و دسترسی سریع نیروهای نجات و امداد به نقاط آسیب دیده بر اثر زلزله بدون وجود این زیرساختها امکانپذیر نیست. در این راستا، شبکه معابر فعلی توسط سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران و مرکز پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران و نیز آژانس همکاریهای بین‌المللی ژاپن مطالعه شده اند

نیازهای تعداد زیاد مصدومین زلزله احتمالی باشد. در این شرایط لازم است بیمارستانهای شهرهای دارای فرودگاه، برای پذیرش مصدومین تجهیز شوند و بیمارستانهای صحرائی نیز در اسرع وقت احداث گردند. علاوه بر آن، استقرار بیش از ۳۰۰۰ پایگاه پزشکی (AMP) برای تریاژ در محله‌ها، محله‌های خاکبرداری و محوطه بیمارستانها ضروری به نظر می‌رسد تا امکان خدمات‌رسانی به حدود ۱,۲۰۰,۰۰۰ نفر را در ۲۴ ساعت اول پس از وقوع زلزله فراهم نماید. علاوه بر آن، باید نسبت به تأمین بیش از ۶۰۰۰ گروه امدادی شامل ۱۸,۰۰۰ پزشک برای استقرار در این پایگاهها اقدام نمود [۱۵].

۶-۳- اسکان اضطراری و موقت

اماکن تخلیه امن و مراکز اسکان موقت از مهمترین مؤلفه‌های شهری در مدیریت بحران زلزله می‌باشد که باید با توجه به تراکم جمعیت و وضعیت دسترسی تعیین محل گردند. این اماکن باید دارای امکانات کافی برای اسکان بازماندگان



شکل (۶): فضاهایی که می‌توانند برای تخلیه امن منطقه‌ای مورد استفاده قرار گیرند [۱۵].

۸- سپاسگزاری

این تحقیق در قالب پروژه مطالعاتی مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران و نهاد تهیه طرحهای جامع و تفصیلی شهر تهران با مشارکت همکاران در پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله انجام شده است که بدینوسیله از حسن نظر مرکز و نهاد به خاطر نگاه راهبردی در راستای ملحوظ نمودن اثر زلزله در تدوین طرحهای جامع و تفصیلی تهران در کنار دیگر مؤلفه های مؤثر در طراحی شهری قدردانی می گردد.

۹- مراجع

۱. جعفری، محمدکاظم؛ امینی حسینی، کامبد. (۱۳۸۴). گزارش نهایی مطالعات زلزله در طرح جامع تهران. تهران: پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
۲. بربریان، مانوئل؛ قرشی، منوچهر؛ ارژنگ روش، بهرام؛ مهاجر اشجعی، ارسلان. (۱۳۶۴). پژوهش و بررسی ژرف نوزمین ساخت، لرزه زمین ساخت و خطر زمین لرزه- گسلس در گستره تهران و پیرامون [گزارش شماره ۵۶]. تهران: سازمان زمین شناسی کشور.
۳. عباسی، محمدرضا؛ شبانیان، اسماعیل؛ فرید، یاسمن؛ فقهی، خلیل الله؛ طبسی، هادی. (۱۳۸۱). وضعیت جهت تنش نوزمین ساختی در لبه جنوبی البرز مرکزی [گزارش]. تهران: پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
۴. جعفری، محمدکاظم. (۱۳۸۱). مطالعات تکمیلی ریز پهنه بندی لرزه ای جنوب تهران. تهران: پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
۵. جعفری، محمدکاظم. (ب- ۱۳۸۱). گزارش نهایی ریز پهنه بندی لرزه ای شمال تهران از دیدگاه شرایط ساختگاه. تهران: پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و

و امکان استفاده از آنها در شرایط اضطراری بررسی شده است. نتایج این مطالعات نشان می دهند که شبکه حمل و نقل شهر تهران جوابگوی نیازهای زمان بعد از زلزله نمی باشد و در بسیاری از مناطق به سبب ریزش ساختمانها، تردد و ... دسترسی نیروهای امدادی با مشکل مواجه خواهد بود. بدین منظور طرحهایی ارائه شده که ضمن بهینه سازی وضعیت تردد در خیابانهای اضطراری، مقررات ویژه ای را برای عبور و مرور در شرایط بحران برقرار می کند. البته لازم است نسبت به گسترش شبکه راههای اضطراری و ایمن سازی شبکه موجود براساس نتایج مطالعات تکمیلی نیز اقدامات لازم در اسرع وقت انجام شود.

۷- نتیجه گیری

مرور اجمالی مطالب مطروحه، بیانگر لرزه خیزی زیاد شهر تهران، آسیب پذیری شدید آن در برابر زمین لرزه های بزرگ و عدم کفایت امکانات و زیرساختهای لازم و کافی برای مدیریت بحران در زلزله ای شدید می باشد. کلیه این شرایط می تواند ابعاد زلزله محتمل در تهران را به میزان چشمگیری افزایش دهد و تلفات انسانی و خسارات اقتصادی سنگینی را بر جای گذارد. بدین منظور انجام اقدامات جدی و اساسی در راستای پیشگیری و کاهش خطر پذیری ناشی از زلزله در تهران هر چه سریعتر باید در دستور کار شهرداری و سازمانهای ذی ربط قرار گیرد و این امر بدون حرکت در قالب یک برنامه جامع کاهش خطر پذیری و با اولویت حفظ جان انسانها میسر نیست. با توجه به تأثیرات مستقیم و یا غیرمستقیم ناشی از تلفات انسانی و خسارات اقتصادی و اجتماعی زمین لرزه شدید در تهران در امنیت ملی و توسعه پایدار کشور، باید بالاترین سطح اولویت در چشم اندازها و برنامه های توسعه کشور ملحوظ گردد.

مهندسی زلزله و شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک وزارت راه و ترابری.

۱۲. پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

(۱۳۸۰). مطالعات بهسازی وضع موجود شبکه آبرسانی

بخش منتخبی از شهر تهران در برابر زلزله [گزارش].

تهران: مؤلف.

۱۳. منطق، افشین؛ هاشمی طباطبایی، سعید. (۱۳۸۰). تحلیل

و بررسی پتانسیل زمین لغزش در ارتفاعات گستره

تهران (محدوده لشکرک). [گزارش تحقیقاتی شماره ک-

۳۵۰]. تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

۱۴. گروه بررسی زمین لغزش وزارت جهاد کشاورزی (در حال

انجام). تهیه نقشه پراکنش زمین لغزشهای استان تهران با

استفاده از عکسهای هوایی در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰. تهران: مؤلف.

15. Japan International Cooperation Agency and Tehran Disaster Mitigation and Management Center. (2004). *The comprehensive master plan study on urban seismic disaster prevention and management for the greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran, GE, JR, 04-039*. ◀

6. Japan International Cooperation Agency and Tehran Disaster Mitigation and Management Center. (2000). *The study on seismic microzonation of the Greater Tehran Area in the Islamic Republic of Iran, SSF, JR, 00-186*.

۷. میرمحمد حسینی، سیدمجدالدین؛ قاسمی، امیر؛

عارف پور بابک؛ قاسمی، مصطفی؛ سهرابی بیدار،

عبدالله. (۱۳۸۱). ریزپهنه‌بندی جنوب شرق تهران در

برابر روانگرایی [پروژه برنامه ملی تحقیقات]. تهران:

پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

۸. کمک پناه، علی. بوستانی ماوی، داود؛ حافظی مقدس،

ناصر؛ موحدی، احمد. (۱۳۸۰). ریزپهنه‌بندی جنوب

تهران در برابر روانگرایی [پروژه برنامه ملی تحقیقات].

تهران: دانشگاه تربیت مدرس.

۹. صالح زاده، حسین؛ اثنی عشری، مهدی. قاضی شیراز،

محمدرضا؛ بازیار، محمدحسن. (۱۳۸۲). پهنه‌بندی خطر

روانگرایی منطقه جنوب شرق تهران با استفاده از آزمون نفوذ

مخروط و ارزیابی عددی نتایج. مجموعه مقالات چهارمین

کنفرانس بین‌المللی زلزله و مهندسی زلزله. تهران:

پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

۱۰. بربریان، مانوئل. قرشی، منوچهر. ارژنگ‌روش، بهرام؛

مهاجر اشجعی، ارسلان. (۱۳۷۱). پژوهش و بررسی ژرف

نوزمین ساخت و خطر زمین لرزه - گسلش در گستره تهران

و پیرامون [گزارش شماره ۵۶] تهران: سازمان

زمین‌شناسی کشور.

۱۱. میرمحمد حسینی، سیدمجدالدین؛ کمک پناه، علی؛

اسماعیلی، علی محمد؛ عارف پور، بابک؛ قاسمی، امیر.

(۱۳۷۸). ریزپهنه‌بندی جنوب شرق تهران در برابر

روانگرایی. تهران: پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و