

## زلزله تهران و ارزیابی فضایی آسیب پذیری مناطق شهری

دکتر علی زنگی آبادی\* - گروه جغرافیا، استادیار برنامه ریزی شهری دانشگاه اصفهان

نازنین تبریزی - کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری جغرافیا، دانشگاه تبریز

پذیرش مقاله: ۸۳/۱۱/۱۲

تأیید نهایی: ۸۴/۹/۲۸

### چکیده<sup>۱</sup>

شهرهای امروزی در نقاط مختلف دنیا به دلایل متعدد از جمله نوع مکان گزینی، توسعه فیزیکی نامناسب، عدم رعایت استانداردهای لازم و... همواره در معرض خطرات ناشی از بلایای طبیعی قرار دارند. یکی از این خطرات که بسیاری از شهرهای جهان از جمله کشور ما را تهدید می کند، زمین لرزه است. ایران یکی از زلزله خیزترین کشورهای دنیا محسوب می شود و شهرهای آن در رابطه با این پدیده طبیعی آسیب های فراوان دیده اند. تهران نیز به عنوان کلانشهر اول کشور نه تنها از این قاعده مستثنی نمی باشد، بلکه با توجه به تراکم سازه ای، جمعیت متراکم، عدم رعایت استانداردها، توسعه فیزیکی نامناسب و... با خطر جدی تری روبروست.

در این پژوهش ابتدا با بررسی و تجزیه و تحلیل شرایط سازه ای مناطق مختلف شهر تهران (با توجه به آمار رسمی کشور) شاخص های توسعه، آسیب پذیری و مقاومت آنها محاسبه شده و سپس مناطق بر اساس میزان مقاومت و آسیب پذیری در برابر خطر احتمالی دسته بندی شده اند و در نهایت راهکارهایی جهت پیشگیری، برنامه ریزی مناسب و چگونگی مدیریت بحران در صورت بروز خطر ارائه گردیده و عوامل بر هم زننده معادلات محاسبه شده نظیر دوری و نزدیکی به گسل های تهران نیز مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش با استفاده از برنامه های SPSS و GIS به تحلیل و سطح بندی آماری مناطق شهری تهران با تأکید بر مقاومت مصالح و آسیب پذیری سازه ای در مقابل زلزله پرداخته شده است.

**واژگان کلیدی:** زلزله، تحلیل فضایی، آسیب پذیری، توسعه ساختمانی، شاخص.

### مقدمه

«برنامه ریزی شهری نارسای جهان سومی»، «برنامه ریزی ناقص مقابله با مشکلات» است و نه «برنامه ریزی برای پیشگیری از بروز معضلات شهری» و مسؤولان عمدتاً پس از بحران افسوس گذشته را می خورند که چرا قبل از بروز این حادثه، فکری نکرده اند. اما پیشرفت های علمی روز جهان، دنیای صنعتی را آماده مقابله با بحران های شهری قبل از

\* E-mail: Dr\_AD LZ@yahoo.com

<sup>۱</sup> - در دقایق پایانی چاپ رایانه ای این مقاله، زلزله ای با قدرت ۸/۹ ریشتر جنوب شرق آسیا را در امتداد یک شکستگی زیر اقیانوس هند لرزاند و نزدیک به ۲۰۰ هزار کشته و ناپدید برجای گذاشت (بزرگترین زلزله ۴۰ سال اخیر جهان) و اهمیت تحقیقات مرتبط با زلزله و بلایای طبیعی را چند برابر نمود.

وقوع بلایای طبیعی نموده است. شهرهای جهان توسعه یافته ضمن مقاوم سازی سازه ای، قدم های همه جانبه ای را برای مقابله با بحران برداشته اند، اما هنوز در ابتدای راهیم. در حال حاضر «مدیریت شهری و برنامه ریزی در زمینه های مرتبط با آن» چه به عنوان یک سیاست و چه به عنوان یک عامل محیطی از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و راهکاری مناسب جهت حل مشکلات و پاسخگویی به چالش های جامعه شهری بشمار می آید. بدیهی است معضلات شهرهای امروز تنها در مسایل اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی خلاصه نشده، بلکه عوامل طبیعی که سازنده بستر شهرها می باشند نیز در این روند تأثیر بسزایی دارد.

این موضوع در کشور ما به دلیل وجود ویژگی های فراوان و متفاوت طبیعی از اهمیت خاصی برخوردار است. بسیاری از شهرهای کشور به دلیل ارتباط نزدیک با عوامل طبیعی مانند: دریاها، رودخانه ها، ناهمواری ها، گسل ها و...، آسیب های فراوانی دیده و یا همواره در معرض آسیب می باشند. بنابراین به سادگی می توان دریافت که بررسی توانایی شهر در مقابله با بلایای طبیعی و برنامه ریزی مناسب جهت پیشگیری یا کاهش آثار مخرب آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. البته «امروزه خطر زلزله حداقل ۳۵ کشور را در سطح جهان در برمی گیرد و خود عامل ناکامی های زندگی و اکثر مرگ و میرهاست» (اسمیت، کیت، ۱۳۸۲، ص ۱۹۹).

تهران نیز به عنوان یکی از کلانشهرهای کشور، در زمره شهرهای مذکور قرار داشته و در معرض خطر شدید زلزله می باشد. زمانی این موضوع اهمیت بیشتری می یابد که بدانیم در صورت بروز خطر، تهران به دلیل ویژگی های منحصر به فرد خود مانند: تمرکز شدید ساختمانی، کمبود فضاهای باز، عدم رعایت استانداردهای لازم در اکثر سازه های مناطق مختلف (به خصوص بافت مرکزی)، جمعیت زیاد، عدم رعایت سرانه ها و...، با مشکلات عدیده و متفاوتی نسبت به سایر شهرها مواجه است. بنابراین شناخت محدوده های آسیب پذیر و مقاوم در سطح شهر و برنامه ریزی صحیح و مناسب جهت پیشگیری یا کاهش آثار خطر احتمالی بسیار حیاتی و مهم است. از سوی دیگر، چنین مطالعه ای می تواند مؤثرترین شیوه تخصیص بهینه اعتبارات مقاوم سازی شهری بشمار آید.

### عوامل خطر ساز و تهدیدات زلزله

زلزله چه به لحاظ روانی و چه به لحاظ مالی به دلیل سرعت وقوع و حجم تخریب، آثار ویرانگری را به همراه داشته و در صدر بلایای طبیعی قرار دارد. بحران ناشی از لرزش زمین وقتی بسیار حاد می شود که:

- ۱- درجه لرزش در مقیاس ریشتر بالا باشد؛
- ۲- مدت زمان لرزش طولانی باشد؛
- ۳- مجتمع های زیستی به کانون لرزش نزدیک باشد؛
- ۴- سازه های ساخته شده از استحکام کافی برخوردار نباشند؛
- ۵- در مجتمع زیستی محل وقوع زلزله، جمعیت و امکانات بیشتری مستقر باشد؛
- ۶- بستر طبیعی مجتمع های زیستی از جنس مناسب و مقاوم نباشند؛
- ۷- زمان وقوع زلزله زمان مناسب نباشد (مانند شب هنگام)؛
- ۸- و سایر عوامل.

پس در واقع درجه تخریب زلزله تابعی از عوامل هشتگانه فوق است که البته عوامل فرعی دیگری نیز در این موضوع دخیل می باشند.

### سوابق زلزله در ایران و تهران

کارشناسان زلزله معتقدند که ایران از مستعدترین کشورهای زلزله خیز دنیا محسوب می شود؛ به طوری که نواحی با خطر ناچیز، بسیار کم بوده و بخش وسیعی از کشور را پهنه های با خسارت زیاد تشکیل می دهد. این مناطق عمدتاً در اطراف گسل های مهم و در زون البرز واقع شده اند (آشتیانی و دیگران ۱۳۷۳، ص ۷).

بر پایه آمارهای رسمی ۲۵ سال گذشته، شش درصد از تلفات جانی کشور ناشی از زلزله بوده است. بررسی آمار لرزه های با بزرگی بیش از ۶/۵ ریشتر حاکی از آن است که در یکصد سال گذشته حدود چهار زمین لرزه در ایران رخ داده است. بنابراین باید توجه داشت که در کشور ما به طور متوسط هر ۲/۵ سال یک زمین لرزه شدید یا خیلی شدید رخ می دهد. (آرین، ۱۳۸۲، ص ۷).

طی پنج دهه گذشته چندین زلزله در کشور بوقوع پیوسته که تقریباً تمامی آنها به بروز فاجعه های هولناک منجر شده است. زلزله های بوئین زهرا (۱۳۴۱)، طبس (۱۳۵۷)، رودبار و منجیل (۱۳۶۹)، بم (۱۳۸۲) و زرنند در سال ۱۳۸۳ بیانگر این واقعیت تلخ می باشد. گویی ما از حوادث گذشته هیچ گونه پندی نگرفته ایم و فجایع مدام تکرار می شوند، در حالی که کشورهای دیگری (ژاپن، فیلیپین و آمریکا) که در معرض خطر دائمی وقوع زلزله هستند یا حتی زلزله های شدیدتر از ایران در آنها اتفاق می افتد در این زمینه به موفقیت های بزرگی دست یافته اند. وقوع زلزله در آن کشورها به معنای بروز فاجعه انسانی نیست و به طور نمونه و گویا در این زمینه، وقوع زلزله ۸ ریشتری پاییز سال جاری در ژاپن بود که تنها یک نفر مجروح بر جای گذاشت! (جامعه مهندسان شهرساز ایران ۱۳۸۲، ص ۱۲).

زلزله بم یکی از فاجعه بارترین زلزله های تاریخ ایران و حتی جهان از نظر درصد تلفات انسانی بود. بخشی از شمار زیاد تلفات این سانحه مربوط به زمان و مکان زلزله است؛ اما علت اصلی تلفات را می توان در دو مورد زیر خلاصه نمود:

۱- ساخت و سازهای ناکارآمد و غیر مقاوم.

۲- ناکارآمدی مدیریت بحران و امداد پس از وقوع زلزله و فقدان تشکیلات حساب شده و اصولی در این زمینه.

دسته بندی پهنه جغرافیای ایران بر اساس اطلاعات تاریخی نشان می دهد که استان خراسان با ۹۸ بار زلزله مخرب در طول تاریخ، لرزه خیزترین پهنه ایران است و تهران با پانزده بار در رتبه ششم کشور قرار دارد.

آنچه در بررسی سابقه زلزله در ایران اهمیت دارد، این نکته می باشد که مدت زیادی از آخرین فعالیت لرزه های شهرهای بزرگ ایران سپری شده و با توجه به دوره بازگشت آنها، بروز زلزله در این شهرها قریب الوقوع است. به عنوان مثال شهر تهران و ری تا کنون هشت بار به وسیله زلزله هایی با بزرگی بیش از ۷ ریشتر با خاک یکسان شده است. اکنون از آخرین زلزله تهران ۱۷۳ سال می گذرد و این در حالی است که دوره بازگشت آن ۱۵۰ سال برآورد شده و بنابراین ۲۳ سال از موعد زلزله در تهران گذشته است (احمدی و بوچانی ۱۳۸۲، ص ۱۳). با این اوصاف شناسایی دقیق مسأله و بررسی جوانب مختلف آن در تهران به عنوان پایتخت و کلانشهر اول کشور از اهمیت حیاتی برخوردار است.

### موقعیت تهران و مخاطرات زلزله

شهر تهران در دامنه جنوبی کوه های البرز مرکزی و بر روی نهشته های آبرفتی کواترنر بنا شده و قسمت جنوبی آن در کناره شمال باختری کویر بزرگ ایران مرکزی قرار دارد. اختلاف بلندی ناگهانی و شدید میان شهر تهران (با میانگین ارتفاع ۱۳۰۰ متر) و نزدیک ترین تیغ کوه به آن در یک فاصله کمتر از ده کیلومتر (تیغ توچال با بلندی ۳۹۳۳ متر) یکی از ویژگی های توپوگرافی این گسترده است (بربریان مانویل، ۱۳۷۱، ص ۷). دو شته گسل فعال در شمال شهر (یا جنوب کوه های البرز) و جنوب آن در حوالی کمر بندی جنوبی تهران این شهر را محصور ساخته و آن را تبدیل به یکی از مناطق پر خطر کشور کرده است (نقشه شماره ۱).

تهران اولین کلانشهر کشور است که جمعیت آن به تنهایی ۳/۶ برابر دومین شهر یعنی مشهد می باشد و در حال حاضر حدود هشت میلیون نفر جمعیت را در خود اسکان داده است. جمعیت مذکور در برخی از روزهای هفته یا روزهای خاص به ده میلیون نفر نیز می رسد. (این شهر در سال ۱۳۷۵ بالغ بر ۶/۷۷ میلیون نفر جمعیت مقیم داشته است). معضلات دیگر تهران که احتمال وقوع خطری عظیم را جدی ساخته است، عبارت اند از:

#### مخروط افکنه توچال

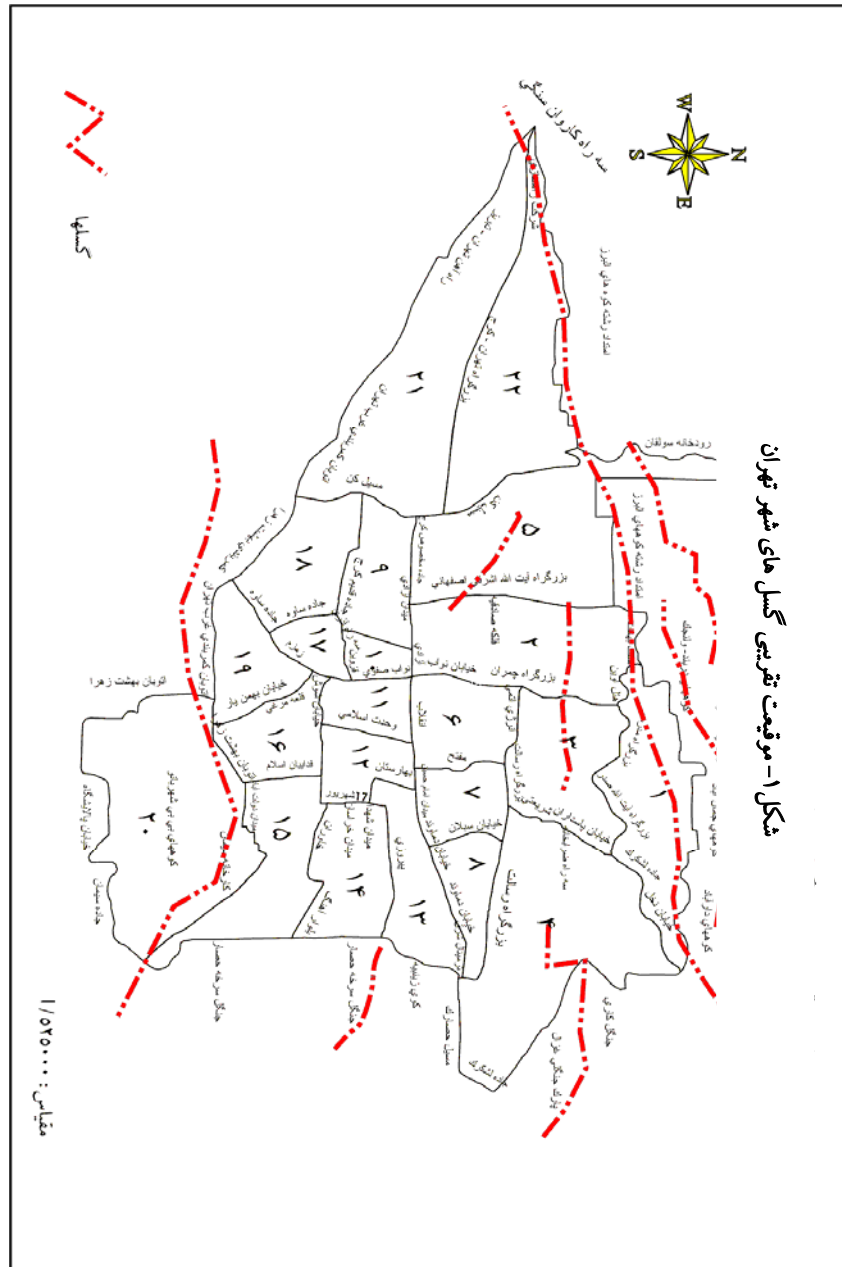
این مخروط افکنه که بستر استقرار شهر تهران است، به علت بافت کنگلومرایی از درجه مقاومت کمتری نسبت به سنگ بستر برخوردار می باشد. از طرف دیگر، تراکم بیش از حد ساختمان ها و سازه های انسانی در این سطح و فقدان یک سیستم فاضلاب مؤثر، موجب انتقال فاضلاب به بافت کنگلومرایی شده است. اشباع توده های بستر از آب و مواد شوینده و شیمیایی منجر به حالت صابونی و لغزنده در بافت خاک و رسوبات آن گردیده و درجه آسیب پذیری سازه های مستقر بر روی آن را به خصوص در مواقع لرزش زمین به شدت افزایش داده است. در نهایت قابل ذکر است که رسوبات آبرفتی تهران دارای پتانسیل لازم جهت تقویت امواج ناشی از زلزله می باشد (جعفرزاده، فردین و جعفری ۱۳۷۰، ص ۴۹).

#### بافت شهری تهران

بافت شهری تهران را می توان به پنج گروه زیر تقسیم نمود:

- ۱) بافت قدیمی، فرسوده و با آسیب پذیری بالا با مصالحی همچون خشت، چوب و گل.
- ۲) بافت میان ساز بدون استحکام (با آجر و آهن و سیمان).
- ۳) بافت نوساز بدون رعایت آیین نامه های مرتبط با زلزله (آیین نامه و دستورالعمل استاندارد ۲۸۰۰).
- ۴) بافت نوساز با استحکام متوسط (به ویژه بیشتر برج های دو دهه اخیر).
- ۵) بافت نوساز با استحکام بالا (مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۸۳).

گروه اول: عمدتاً سازه های عصر قاجار، روستاهای ادغام شده در تهران و زاغه های حاشیه و مرکز شهر را در بر می گیرد که در صورت وقوع زلزله بیشترین آسیب را خواهد دید.



گروه دوم: شامل بافت های میانی است که با میانگین حدود سی سال قدمت، عملاً کلنگی بشمار می روند و قابلیت استفاده ندارند (این امر که ساختمان های شهری کشور با عمر بیش از پانزده سال فاقد ارزش می شوند نیز جای تأمل فراوان دارد).

گروه سوم: شامل ساختمان های نوسازی است که توسط دلالان و بساز و بفروش ها بدون رعایت ضوابط و آیین نامه های مرتبط با ایمنی زلزله ساخته شده اند. این سازه ها با ظاهری آراسته و فریبنده از درجه آسیب پذیری بالایی برخوردارند و با کوچک ترین لرزشی از هم می پاشند. این گروه از ساختمان ها از نظر نوع، ترکیب و مقاومت مصالح، اتصالات سازه ای و مقاومت سازه های بتونی و فولادی فاقد اصول ایمنی هستند و حدود چهل درصد سازه های تهران را در بر می گیرند. این سازه ها فریبنده و خطرناک هستند و جای بسی تأسف است که با گذشت بیش از چهل سال از

تدوین اولین آیین نامه مقاوم سازی ساختمان ها در برابر زلزله، چنین درصدی از آنها بدون کنترل لازم (به ویژه در سه دهه اخیر) ساخته شده و در مقابل زلزله مقاوم نیست.

گروه چهارم: شامل برج هایی است که از استحکام سازه ای خوبی برخوردارند ولی بستر آنها فاقد ایمنی لازم است و بارگذاری بیش از حد بر بستر باعث انحراف از محور قائم شده، احتمال ریزش را افزایش داده، به طوری که ساکنان آنها را به شدت تهدید می کند. (مطالعات میدانی نگارندگان ۱۳۸۳).

گروه پنجم: شامل سازه های نوساز یا بعضاً قدیمی ساخت است که اصول ایمنی لازم در برابر زلزله در ساخت آنها به خوبی رعایت شده و خطر چندانی آنها را تهدید نمی کند.

### محدودیت های فضایی تهران

تراکم بالای سازه در تهران در بسیاری از مناطق شهری باعث کاهش شدید فضاهای باز شهری شده که در صورت وقوع بحران، به دلیل انباشتگی بیش از حد آوار در مسیرهای ارتباطی، امکان تردد را منتفی می سازد. بدین ترتیب خطر افزایش یافته، امداد رسانی با مشکلات فراوان مواجه خواهد شد.

### عدم کنترل سیستمی سازه های شهری

تاکنون نقشه های طرح تفصیلی متناسب با شرایط لرزه خیزی تهران تهیه نشده و مقاوم سازی سال های اخیر بیشتر در مورد ساختمان های خصوصی انجام پذیرفته است؛ در حالی که ساختمان های دولتی از کنترل جدی برخوردار نبوده اند.

از سوی دیگر، مقاوم سازی همراه با تمهیداتی در زمینه شهرسازی نظیر برنامه ریزی کاربری اراضی، برنامه ریزی تأسیسات شهری، برنامه ریزی شبکه عبور و مرور، تعیین تراکم ها و... نیز باید به مجموعه تدابیر و سیاست های ضد بحران اضافه گردد. به عبارت دیگر مقاومت شهر صرفاً مقاوم سازی بناها و ساختمان های شهری نیست؛ بلکه تدوین ضوابط و مقررات ساخت و سازه های شهری و تدارک فضاهای شهری متناسب، همجواری کاربری ها، تراکم های شهری، ... و نیز جلب مشارکت شهروندان در ساخت و اداره شهر می تواند فضاهای سکونتگاهی را به مجتمع های زیستی مقاوم و پایدار تبدیل نماید؛ همچون فضای کارگاهی که نه تنها به کار آموزش می آید، بلکه زمینه ای نیز برای تقویت شهروندی می شود. (شیخی ۱۳۸۲، ص ۱۷).

### سایر مسایل و مشکلات

عوامل روحی و روانی از جمله مسایلی هستند که حین وقوع بحران مانع از انجام صحیح کار می شوند و بحران پیش آمده را به شدت افزایش می دهند. دیگر مورد آن که این شهر در شرایط عادی روزانه صدها مورد عیب و نقص در شریان ها و مسیرهای حیاتی خود دارد که رسیدن آنها به هزار برابر در هنگام وقوع زلزله و بلافاصله پس از آن چندان دور از ذهن نیست (پور کرمانی، محسن و آریین ۱۳۷۷، ص ۱۷۲).

از سوی دیگر ضعف شدید مدیریت بحران در کشور عامل دیگری برای تشدید بحران می باشد که بحث مدیریت بحران و شیوه های امداد و نجات در تهران مقاله ای دیگر را می طلبد.

## بحث

## ۱- تهران، زلزله و فاجعه جهانی

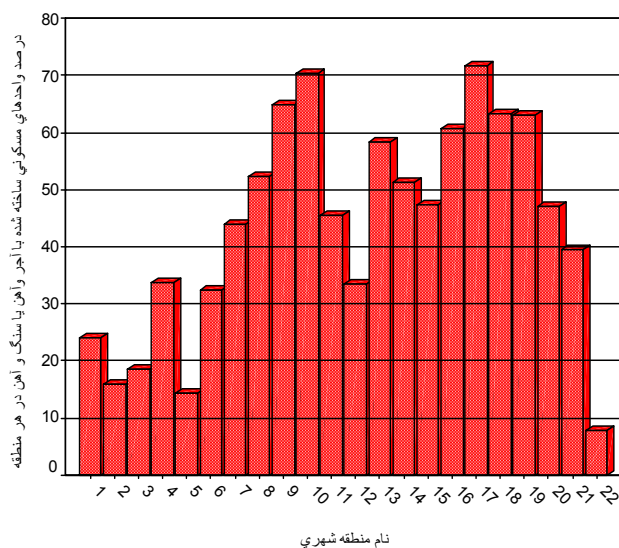
پس از زلزله بم شایعات بروز زلزله در تهران از یک سو و مستندات و مدارک علمی و برنامه های تلویزیونی گسترده از سوی دیگر باعث شد که احتمال وقوع زلزله در تهران و مخاطرات ناشی از آن به یک جریان جدی در کشور تبدیل شود و توجه محافل علمی و سیاسی داخلی و حتی خارجی را به خود جلب نماید و در مدتی کوتاه چند مانور مقابله با بحران در تهران تشکیل شود.

مطالعات آماری انجام شده و برآوردهای کارشناسانه نشان می دهد که حداقل تلفات جانی در چنین زلزله ای (با اندازه زلزله بم) حدود یک میلیون نفر کشته و ۲/۵ میلیون نفر زخمی خواهد بود! شاید تصور چنین واقعه ای در کلانشهر بزرگ و مترکم تهران با وجود گسل های مهیب تر از گسل بم- بروات، چندان دور از ذهن نباشد. وقوع چنین حادثه ای منتفی و دور از نظرگاه های علمی نیست. باشد که این پژوهش در اذهان عمومی و مسئولان خطر فاجعه را بیشتر مطرح کند تا قبل از وقوع بحران، با سیاست های تمرکز زدایی و مقاوم سازی سازه های موجود و آتی و نیز اتخاذ پاره ای از سیاست های اصولی در مقابله با بحران از بروز یک فاجعه انسانی جلوگیری شود.

## ۲- تحلیل آماری

همان طور که محاسبات نگارندگان نشان می دهد، متأسفانه درصد واحدهای مسکونی با اسکلت بتون آرمه در اکثر مناطق بسیار پایین بوده، در مناطق ۱۷، ۱۸، ۱۰، ۱۹، ۱۱ و ۱۲ به کمترین حد خود می رسد. مناطق ۵ و ۲۲ بالاترین درصد را به خود اختصاص داده اند (جدول شماره ۱). روند مذکور در ساختمان های با اسکلت فلزی و آجر، آهن و سنگ به نسبت قابل قبول تر است. متأسفانه مورد اخیر مقاومت چندانی در برابر لرزه های شدید نخواهد داشت (نمودار شماره ۱). با نگاه اجمالی به آخرین ستون جدول شماره (۱) به راحتی می توان دریافت که در ساخت درصد قابل ملاحظه ای از مسکن مناطق ۱۲ (بالاترین درصد)، ۱۱، ۱۶، ۱۴، ۲۰ و ۱۰ از چوب و خشت استفاده شده و این مورد در سایر مناطق نیز کم و بیش ادامه دارد و تنها در منطقه ۲۲ به صفر می رسد. بنابراین با توجه به مطالب بیان شده، مناطق ۱۰، ۱۱ و ۱۲ از لحاظ مقاومت مصالح ساختمانی آسیب پذیری بیشتری داشته که در صورت وقوع احتمالی زلزله با بحران شدیدتری نسبت به سایر مناطق روبرو خواهند بود. در نمودارهای (۲ و ۱) وضعیت نسبی ساختمان ها از نظر میزان مصالح نیمه مقاوم قابل مشاهده و بررسی است.

## نمودار ۱- درصد واحدهای مسکونی ساخته شده با آجر، آهن و سنگ در مناطق مختلف شهر تهران



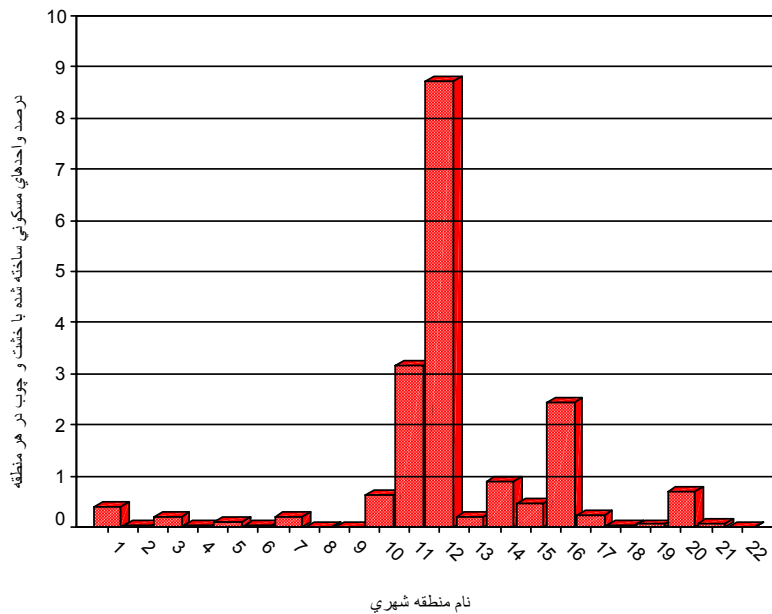
## جدول ۱- درصد مصالح ساختمانی بکار رفته در ساخت و سازهای مناطق ۲۲ گانه

نام منطقه شهری	درصد واحد مسکونی با اسکلت فلزی	درصد واحد مسکونی با اسکلت بتون آرمه	درصد واحد مسکونی ساخته شده با آجر، آهن و سنگ	درصد واحد مسکونی ساخته شده با خشت و چوب
۱	۴۶	۲۲	۲۴	۰/۴۰
۲	۵۱	۳۰	۱۶	۰/۰۲
۳	۵۹	۱۹	۱۸	۰/۲۰
۴	۴۹	۱۳	۳۴	۰/۰۴
۵	۴۷	۳۶	۱۴	۰/۰۹
۶	۵۴	۱۱	۳۲	۰/۰۳
۷	۴۶	۵	۴۴	۰/۲۰
۸	۴۱	۳	۵۲	۰/۰۱
۹	۲۵	۸	۶۵	۰/۰۱
۱۰	۲۳	۱	۷۰	۰/۶۱
۱۱	۳۶	۲	۴۶	۳/۱۶
۱۲	۳۲	۲	۳۴	۸/۷۰
۱۳	۳۳	۳	۵۸	۰/۲۰
۱۴	۳۷	۵	۵۱	۰/۸۷
۱۵	۳۷	۷	۴۷	۰/۴۶
۱۶	۲۴	۴	۶۱	۲/۴۴
۱۷	۲۲	۱	۷۲	۰/۲۳
۱۸	۳۲	۱	۶۳	۰/۰۴
۱۹	۳۳	۲	۶۳	۰/۰۵
۲۰	۳۸	۸	۴۷	۰/۶۸
۲۱	۴۵	۱۱	۳۹	۰/۰۵
۲۲	۵۵	۳۵	۸	۰

منبع: آمار اولیه: سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهر تهران، ۱۳۷۵. پردازش آماری و شاخص سازی: نگارندگان



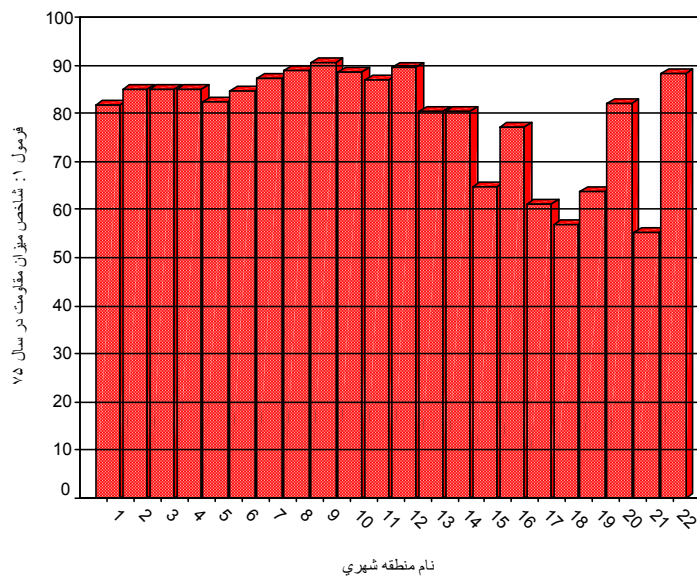
نمودار ۲- درصد واحدهای مسکونی ساخته شده با خشت و چوب در مناطق مختلف شهر



در ادامه مطالعات، روند ساخت و ساز ساختمانی تنها در سال ۱۳۷۵ مورد بررسی قرار گرفته و شاخص سازی گردیده است. محاسبات نشان داد که شاخص مقاومت مصالح در سال ۱۳۷۵ از روند رو به رشدی برخوردار بوده و اکثر ساختمان های نوساز در تمامی مناطق (حتی در منطقه ۱۲) از لحاظ مقاومت سازه ای نسبت به گذشته بهبود نسبی یافته اند (جدول شماره ۲).

روند رو به رشد مقاومت ساختمانی در سال ۱۳۷۵ در نمودارهای شماره (۴ و ۳) قابل ملاحظه است.

نمودار ۳- شاخص میزان مقاومت ساختمانی در مناطق مختلف شهر تهران در سال ۱۳۷۵

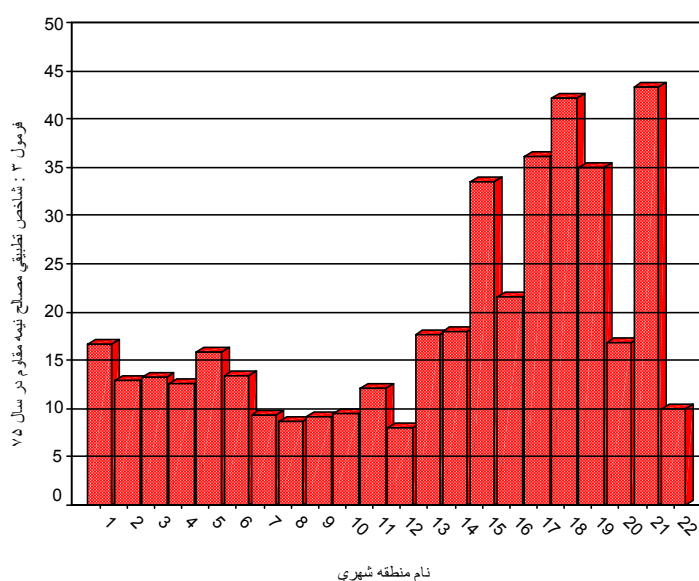


## جدول ۲- شاخص مقاومت مصالح در مناطق ۲۲ گانه تهران

(منبع: آمار اولیه: سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهر تهران، ۱۳۷۵. پردازش آماری و شاخص سازی: نگارندگان)

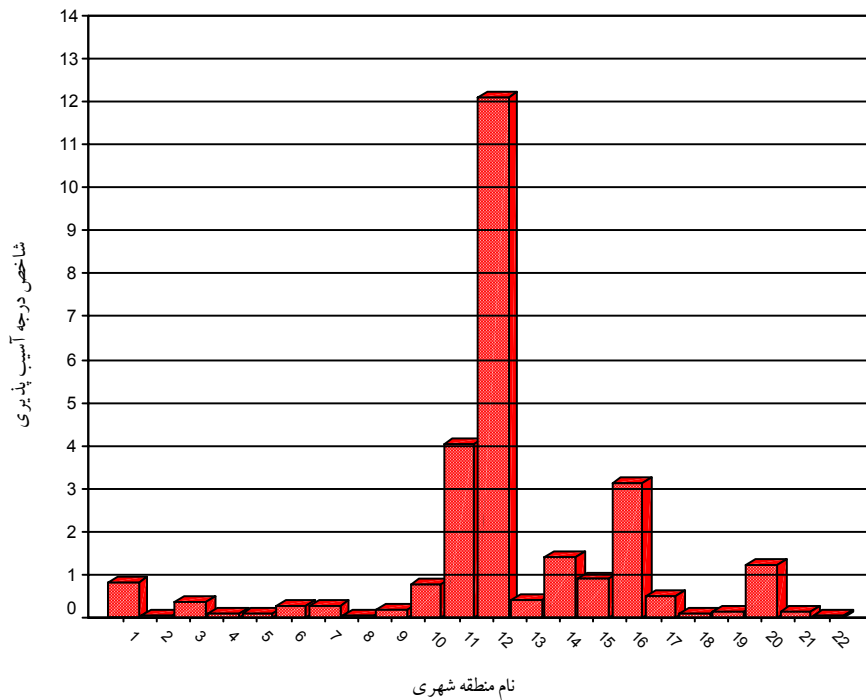
شاخص مصالح نیمه مقاوم در سال ۷۵	شاخص مصالح مقاوم در سال ۷۵	نام منطقه شهری
۱۷	۸۲	۱
۱۳	۸۵	۲
۱۳	۸۵	۳
۱۳	۸۵	۴
۱۶	۸۲	۵
۱۳	۸۵	۶
۹	۸۷	۷
۹	۸۹	۸
۹	۹۰	۹
۱۰	۸۹	۱۰
۱۲	۸۷	۱۱
۸	۹۰	۱۲
۱۸	۸۰	۱۳
۱۸	۸۰	۱۴
۳۴	۶۵	۱۵
۲۲	۷۷	۱۶
۳۶	۶۱	۱۷
۴۲	۵۷	۱۸
۳۵	۶۴	۱۹
۱۷	۸۲	۲۰
۴۳	۵۵	۲۱
۱۰	۸۸	۲۲

## نمودار ۴- شاخص تطبیقی مصالح نیمه مقاوم ساختمانی در مناطق مختلف شهر تهران در سال ۱۳۷۵



در مرحله پایانی پژوهش، با لحاظ کردن موارد موجود مطالعه شده در مناطق شهری و دستاوردهای فوق الذکر دو شاخص توسعه ساختمانی و درجه آسیب پذیری مورد محاسبه قرار گرفت و با توجه به دامنه نتایج بدست آمده، مناطق شهری تهران به چهار دسته ورا مقاوم، فرا مقاوم، میان مقاوم و فرومقاوم تقسیم گردید (جدول شماره ۳).  
 شاخص توسعه ساختمانی و درجه آسیب پذیری ساختمان ها در مناطق شهری تهران در نمودارهای شماره (۶ و ۵) قابل ملاحظه و بررسی است (نقشه های شماره ۲ و ۳).

نمودار ۵- شاخص درجه آسیب پذیری ساختمان ها در مناطق مختلف شهر تهران

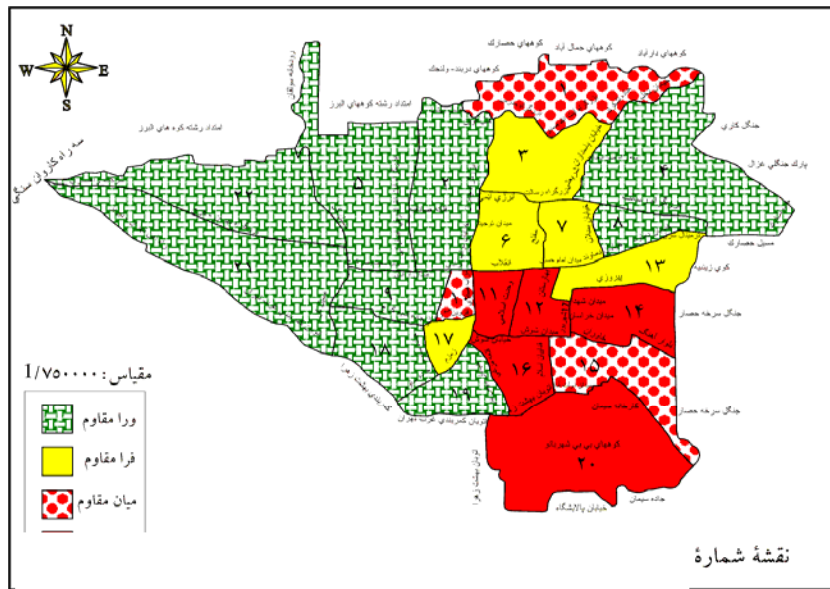


## جدول ۳- شاخص توسعه ساختمانی و درجه آسیب پذیری ساختمان ها در مناطق تهران

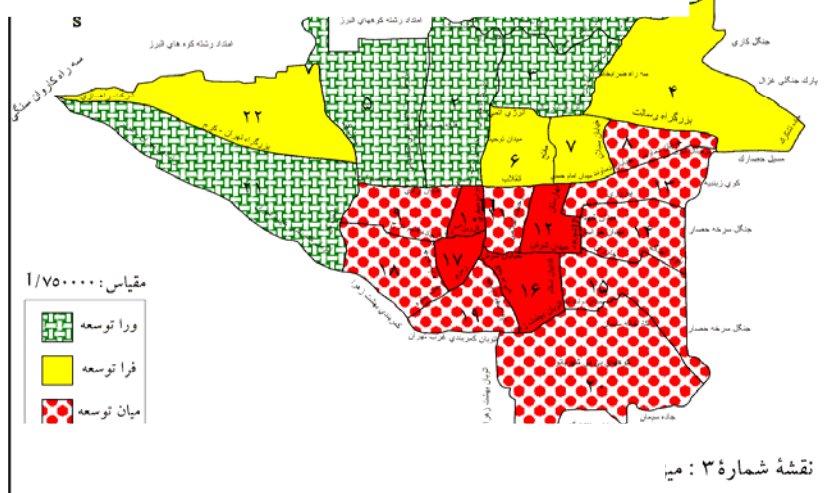
(منبع: آمار اولیه: سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهر تهران، ۱۳۷۵. پردازش آماری و شاخص سازی: نگارندگان)

نام منطقه شهری	شاخص توسعه ساختمانی	توسعه یافتگی منطقه	شاخص درجه آسیب پذیری ساختمان ها	مقاومت منطقه
۱	۰/۷۳	ورا توسعه	۰/۸۳	میان مقاوم
۲	۰/۸۶	ورا توسعه	۰/۰۵	ورا مقاوم
۳	۰/۸۴	ورا توسعه	۰/۳۶	فرا مقاوم
۴	۰/۶۸	فرا توسعه	۰/۱۰	ورا مقاوم
۵	۰/۸۹	ورا توسعه	۰/۱۱	ورا مقاوم
۶	۰/۶۲	فرا توسعه	۰/۲۹	فرا مقاوم
۷	۰/۵۸	فرا توسعه	۰/۲۹	فرا مقاوم
۸	۰/۵۲	میان توسعه	۰/۰۶	ورا مقاوم
۹	۰/۴۲	میان توسعه	۰/۱۹	ورا مقاوم
۱۰	۰/۳۳	فرو توسعه	۰/۷۵	میان مقاوم
۱۱	۰/۴۱	میان توسعه	۴/۰۲	فرو مقاوم
۱۲	۰/۱۰	فرو توسعه	۱۲/۱۲	فرو مقاوم
۱۳	۰/۴۴	میان توسعه	۰/۴	فرا مقاوم
۱۴	۰/۴۴	میان توسعه	۱/۴۳	فرو مقاوم
۱۵	۰/۴۷	میان توسعه	۰/۹۲	میان مقاوم
۱۶	۰/۳۰	فرو توسعه	۳/۱۵	فرو مقاوم
۱۷	۰/۳۳	فرو توسعه	۰/۴۹	فرا مقاوم
۱۸	۰/۴۳	میان توسعه	۰/۱۱	ورا مقاوم
۱۹	۰/۴۳	میان توسعه	۰/۱۵	ورا مقاوم
۲۰	۰/۵۳	میان توسعه	۱/۲۲	فرو مقاوم
۲۱	۰/۶۴	فرا توسعه	۰/۱۵	ورا مقاوم
۲۲	۰/۹۵	ورا توسعه	۰/۰۳	ورا مقاوم

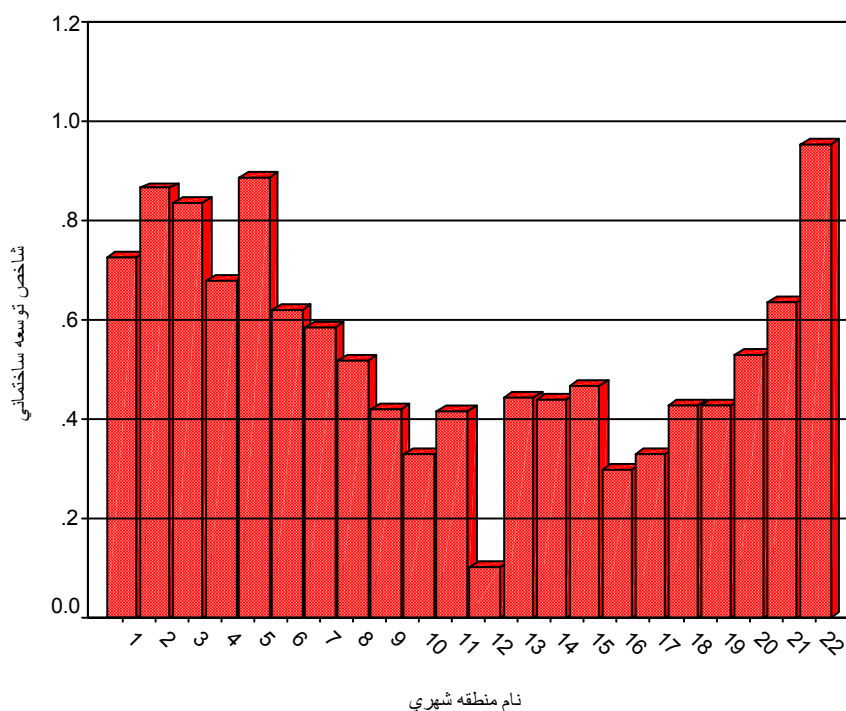
نقشه ۲- میزان مقاومت ساختمان ها در مناطق مختلف شهر تهران



نقشه ۳- میزان توسعه یافتگی ساختمان ها در مناطق مختلف شهر تهران



نمودار ۶- شاخص توسعه ساختمانی در مناطق مختلف شهر تهران



### نتیجه گیری

روند رو به رشد و فزاینده شهرنشینی و جمعیت شهری به عنوان عاملی برای خسارات زیاد به هنگام بروز بلایای طبیعی می باشد. گسترش شبکه های ارتباطی و زیرساخت های شهری از یک طرف و عدم رعایت ابتدایی ترین نکات ایمنی در ساخت و سازهای شهری و بدون برنامه بودن رشد و توسعه شهر از سوی دیگر زمینه ایجاد خسارات زیاد در زمان وقوع زلزله را فراهم می سازد (عبداللهی، ۱۳۸۲، ص ۱۱۱).

بررسی های انجام شده نشان می دهد که شهر تهران در مقوله فوق الذکر با بحران و مشکلات اساسی و عدیده ای روبرو است. با توجه به شاخص های بدست آمده در سطح مناطق، به راحتی قابل مشاهده است که منطقه ۱۲ آسیب پذیرترین منطقه شهر تهران می باشد و بدیهی است که در صورت بروز حادثه با مشکلات بی شماری مواجه خواهد گردید. مناطق ۱۱، ۱۶، ۱۴، و ۲۰ به ترتیب در رده های بعدی قرار می گیرند. از طرف دیگر منطقه ۲۲ از لحاظ شاخص آسیب پذیری مقاوم ترین منطقه شهر بوده و مناطق ۲، ۸، ۴، ۵ و ۲۱ به ترتیب بعد از آن قرار خواهند گرفت. البته این نتایج در شرایط عادی بدون دخالت دادن دوری و نزدیکی به کانون بحران محاسبه شده است. طبق محاسبات انجام شده، ساخت و سازهای جدیدتر (از سال ۱۳۷۵ به بعد) از کیفیت نسبی بیشتری برخوردارند؛ ولی به دلیل وجود سازه های نامناسب قبلی در اکثر مناطق، بحران به قوت خود باقی است.

### پیشنهادها و رهنمودها

همان طور که ذکر شد یکی از موضوعاتی که بیشتر شهرهای بزرگ از جمله تهران با آن روبرو هستند، موضوع زلزله است که ویژگی ها و شرایط طبیعی حاکم بر فضاهای شهری و تراکم سرمایه گذاری و بارگذاری های محیطی، لزوم توجه به برنامه ریزی های لازم پیرامون مصونیت شهرها و آسیب کمتر آنها را ضروری ساخته است.

از طرف دیگر هر توصیه ای در یک بستر سازمانی مناسب تحقق می یابد. بستر سازمان های موجود ممکن است بعضی از عناصر و اجزای لازم را داشته و یا فاقد برخی از آنها باشند. بنابراین در سیاست واگذاری وظایف جدید به شهرداری ها باید به شناسایی نقصان ها پرداخته و پیشنهادهای لازم ارایه گردد. بنابراین در جهت پیشگیری از آسیب های جبران ناپذیر و یا کاهش آن به حداقل، موارد زیر پیشنهاد می شود:

- ۱- ایجاد تعادل منطقه ای و عدالت اجتماعی پایدار (مشهدی زاده ۱۳۸۲، ص ۱۹).
- ۲- تهیه بانک اطلاعاتی گسل های نزدیک یا مؤثر در ایجاد خطر.
- ۳- ارایه مدیریت درست در مواقع خطر.
- ۴- مدیریت خطرات ثانویه مانند: آتش سوزی، نشت گاز، آب گرفتگی و... (در اکثر زلزله های بزرگ مانند زلزله های چین، عوامل خطر ثانویه تلفات زیادی به بار آورده اند).
- ۵- بررسی اطلاعات مربوط به حوادث مشابه در گذشته، نظارت دایمی بر نشانه های ظهور احتمالی و بکارگیری سیستم های قوی اعلام خطر. (گرانزر ۱۹۹۹، ص ۸)
- ۶- تعیین فضاهای باز مناسب در نقاط مختلف شهر.
- ۷- مقاوم سازی ساختمان های موجود تا حد ممکن.
- ۸- جلوگیری از احداث سازه ها، بدون بکار بردن ضوابط و استانداردهای زلزله.
- ۹- رعایت نکات ایمنی در سازه های حیاتی مانند: تأسیسات، نیروگاه ها، فرودگاه ها، بیمارستان ها، مراکز ارتباطی و... (در زلزله ها آسیب دیدگی سیستم های حمل و نقل، توزیع انرژی و انتقال آب از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و صدمات وارده بر آنها مشکلات فراوانی در امر نجات بوجود خواهد آورد) (عشقی ۱۳۷۰، ص ۳۶۹).
- ۱۰- تهیه نقشه نقاط ایمن در شهر (یا حومه) و تعیین شبکه ارتباطی سریع برای دسترسی به آنها در مواقع خطر.
- ۱۱- آموزش عمومی از طریق رسانه ها و مطبوعات.
- ۱۲- تشکیل گروه های ویژه امداد برای مقابله با خطر احتمالی.
- ۱۳- همکاری و تعامل کلیه سازمان های ذیربط. (مشهدی زاده ۱۳۸۲، ص ۱۹).

### منابع و مأخذ:

- ۱- آراین، مهران (۱۳۸۲)، ایران و دلایل زمین شناختی زمین لرزه، ماهنامه شهرداری ها، ویژه نامه شماره ۱۲.
- ۲- آشتیانی و دیگران (۱۳۷۳)، زمین لغزه در ایران گستردگی و اهمیت اقتصادی، انتشارات مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- ۳- احمدی دستجردی، حمید و بوچانی، محمد حسین (۱۳۸۲)، پیشینه زلزله در ایران، ماهنامه شهرداری ها، ویژه نامه شماره ۱۲.

- ۴- اسمیت، کیت (۱۳۸۲)، مخاطرات محیطی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی نژاد، انتشارات سمت.
- ۵- پور کرمانی، محسن و آراین، مهران (۱۳۷۷)، لرزه خیزی ایران، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- ۶- توکلی، بهروز (۱۳۷۲)، مبانی خطر زمین لرزه ای، انتشارات مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- ۷- جامعه مهندسان شهرساز ایران (۱۳۸۲)، بیانیه جامعه مهندسان شهرساز ایران در مورد فاجعه زلزله بم، مجله شهرساز شماره ۱، صص ۱۲-۱۴.
- ۸- جعفرزاده، فردین و جعفری، محمد کاظم (۱۳۷۰)، نحوه تأثیر رسوبات آبرفتی شهر تهران در مشخصات یک زلزله محتمل، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی، انتشارات مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، صص ۴۵-۵۵.
- ۹- شیخی، محمد (۱۳۸۲)، نگاهی شهرسازانه به بازسازی بم، مجله شهرساز، شماره ۱، صص ۱۵-۱۷.
- ۱۰- عبد الهی، معجد (۱۳۸۲)، مدیریت بحران در نواحی شهری، انتشارات سازمان شهرداریهای کشور.
- ۱۱- عشقی، ساسان (۱۳۷۰)، بررسی عملکرد تأسیسات و شریانهای حیاتی در زلزله ۳۱ خرداد ماه ۱۳۶۹ منجیل، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی، انتشارات مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، صص ۳۶۹-۳۸۷.
- ۱۲- بربریان، مانویل (۱۳۷۱)، پژوهش و بررسی زمین ساخت و بررسی ژرف نو زمین ساخت، و خطر زمین لرزه - گسلش در گسترش تهران، سازمان زمین شناسی کشور.
- ۱۳- مرکز آمار ایران (۱۳۷۵)، سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهر تهران.
- ۱۴- مرکز اطلاع رسانی ایران (۱۳۸۳)، نقشه گسل های تهران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۱۵- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، بی تا، نقشه شبکه شتابنگری تهران.
- ۱۶- مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری وزارت کشور (۱۳۸۱)، برنامه ریزی و مدیریت شهری، مسائل نظری و چالش های تجربی، انتشارات سازمان شهرداریهای کشور.
- ۱۷- مشهدی زاده دهقانی، ناصر (۱۳۸۲)، شهرسازی در زلزله یا زلزله در شهرسازی، مجله شهرساز، شماره ۱، صص ۱۸-۲۳.
- ۱۸- ن.ن. امبرسز، چ.پ. ملویل (۱۳۷۰)، تاریخ زمین لرزه های ایران، ترجمه ابوالحسن رده، موسسه انتشارات آگه، چاپ اول.
- ۱۹- واکابایاشی، مینورو (۱۳۷۴)، طراحی ساختمان های مقاوم در برابر زمین لرزه، ترجمه علی محمد معماری و فربرز ناطقی الهی، موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، چاپ اول.
20. Granger, ken (1999), Urban Geohazard Risk Assessment. Published by Elsevier Science Ltd.
21. Palm, Risa(1998), Urban Earthquake Hazards, Applied Geography, Vol.18, No.1, PP.35-46.
22. Zongjin, Ma (1990), Earthquake Prediction, Seismological Press Beijing