

# مشکلات تهران در مقابله با زلزله از دیدگاه برنامه‌ریزی و طراحی شهری و راهکارهایی برای حل آنها

محمود حسینی، دانشیار پژوهشکده مهندسی سازه پژوهشگاه و عضو قطب علمی مدیریت خطرپذیری کشور

## ۱- چکیده

در این مقاله با توجه به اهمیت فوق‌العاده شهر تهران از جنبه‌های سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و غیره از یک سو و لرزه‌خیزی زیاد آن از سوی دیگر، ابتدا اهم مطالعات انجام شده در خصوص برنامه‌ریزی و طراحی شهری با در نظر گرفتن سوانح طبیعی و نیز مطالعات خاص تهران در این رابطه به اختصار مرور گردیده، سپس مشکلات تهران از دیدگاه‌های برنامه‌ریزی و طراحی شهری، بویژه مشکلاتی که نحوه مقابله با زلزله احتمالی آینده را بشدت تحت تأثیر قرار می‌دهند، معرفی و تشریح و نهایتاً راهکارهای کوتاه مدت و بلندمدت برای رفع آنها ارائه شده است. از اهم مطالبی که به آنها پرداخته شده می‌توان مسائل جمعیتی، کمبود امکانات زیربنایی، توسعه نامناسب، توزیع ناهمگون مراکز خدمات شهری و عدم تناسب بافت ساختمانها با شرایط ساختمانی را نام برد. در راهکارهای ارائه شده، هم جنبه‌های اصلاح وضع موجود و هم بازنگری طرح جامع شهر تهران مورد بررسی قرار گرفته است. بی‌تردید بکارگیری این راهکارها می‌تواند آمادگی این شهر را برای رویارویی با زلزله محتمل آینده بیشتر نماید و پیامدهای ناگوار آن را کاهش دهد.

و طراحی شهری

## ۲- مقدمه

شهر تهران با جمعیتی حدود ۱۰ میلیون نفر براساس نقشه درشت پهنه‌بندی خطرلرزه‌ای کشور در پهنه خطر بسیار زیاد زلزله قرار گرفته است. این در حالی است که براساس مطالعات انجام شده، توسط غفوری آشتیانی [۱] و نیز آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن و مرکز مطالعات زلزله و زیست‌محیطی تهران [۲] در صورت وقوع زلزله در تهران حدود ۵۹۰,۰۰۰ ساختمان بشدت آسیب دیده و حدود ۲۲۰ بیلیون دلار خسارت مستقیم به شهر وارد خواهد شد.

تمرکز حدود ۱۵٪ جمعیت کشور (۲۵٪ جمعیت شهرنشین کشور)، ۲۵٪ تولید ناخالص ملی (GDP)، ۳۱٪ صنایع و ۳۳٪ تولید صنعتی کشور، ۶۰٪ تولید ماشین‌آلات صنعتی، ۴۱٪ صنعت ساختمان کشور، ۳۰٪ تولید مواد غذایی (۱۵٪ مواد پروتئینی و لبنیاتی)، ۳۹٪ دانشگاهها و مراکز پژوهشی و نهایتاً ۲۹٪ دانشجویان [۳] و نیز حضور بخش

عمده دولتمردان کشور در این شهر، آسیب‌پذیری آن را از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار ساخته‌است؛ به طوری که می‌توان گفت هرگونه آسیب برپیکره این شهر، آسیبی جبران‌ناپذیر به کل کشور خواهد بود. با توجه به این مطالب، اصلاح هرچه سریعتر ساختارهای فیزیکی و جمعیتی آن به منظور کاهش آسیب‌پذیری لرزه‌ای از اهمّ واجبات در توسعه پایدار کشور می‌باشد.

در زمینه برنامه‌ریزی و طراحی شهری (Urban Planning and Design) با در نظر گرفتن سوانح طبیعی از جمله زلزله و نیز تأثیر سوانح طبیعی در برنامه‌ریزی و طراحی شهری تاکنون مطالعات و تحقیقات فراوانی در سطح جهان صورت گرفته که در این قسمت به تعدادی از اهمّ آنها اشاره شده‌است.

اولین مطالعات انجام شده در این زمینه در سال ۱۹۷۱ انجام پذیرفته است [۴]. به موضوع برنامه‌ریزی برای بازسازی پس از زلزله از اوایل دهه ۸۰ میلادی توجه گردیده‌است [۵]. طراحی و برنامه‌ریزی شهری به صورت توأم در کاهش سوانح زلزله در شهرها نیز در اواسط دهه ۸۰ میلادی مورد توجه قرار گرفته‌است [۶]. همچنین اولین راهنمای برنامه‌ریزی شهری، که در آن به زلزله به عنوان یک سانحه طبیعی توجه گردیده، در اواسط دهه ۸۰ میلادی منتشر شده‌است [۷].

در زمینه طراحی شهری برای زلزله اولین مطالعات در اواخر دهه ۷۰ میلادی انجام شده‌است [۸]. مطالعات مشترکی توسط آمریکا و ژاپن از طریق همکاری دانشگاه هاوایی و مؤسسه معماری ژاپن [۹] و همچنین توسط آمریکا و ایتالیا از طریق همکاری دانشگاه‌های واشنگتن و رم صورت گرفته‌است [۱۰]. در آن مطالعات، موضوع کاربری زمین و ارتباط آن با کاهش مخاطرات زلزله و اندرکنش

مؤلفه‌های گوناگون شهری در رفتار سامانه شهری مورد توجه قرار گرفته‌اند. در اواسط دهه ۸۰ میلادی به موضوع طراحی شهری و زلزله بیشتر توجه شده و موضوعاتی چون آسیب‌پذیری مؤلفه‌های شهری [۱۱] و طراحی شهری و برنامه‌ریزی منطقه‌ای با در نظر گرفتن خطر زلزله [۱۲] مورد بحث قرار گرفته‌است.

در خصوص تهران اولین مطالعات از دیدگاه آسیب‌پذیری شهری در اوایل دهه ۹۰ میلادی صورت گرفته‌است [۱۳]. مطالعات ریز پهنه‌بندی خطر زلزله در تهران نیز از اوایل دهه ۹۰ آغاز و نتایج آن به صورت نقشه‌های گوناگون منتشر شده‌است [۱۴]. مطالعات ریز پهنه‌بندی تهران از لحاظ خطر روانگرایی نیز صورت گرفته‌است [۱۵]. می‌توان گفت اولین مطالعات انجام شده در رابطه با برنامه‌ریزی شهری در مورد تهران در اواخر دهه ۹۰ میلادی در پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله انجام شده‌است [۱۶]. در خصوص مشکلات ترافیکی پس از زلزله در تهران و تأثیرات آن بر پاسخ اضطراری آتش‌نشانی نیز در اواخر دهه ۹۰ میلادی (دهه ۷۰ شمسی) مطالعه‌ای صورت گرفته‌است [۱۷].

آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن در تکمیل مطالعات پیشین خود [۱۸] مطالعه‌ای نسبتاً جامع را با همکاری مرکز مطالعات و مدیریت شهر تهران به انجام رسانده‌است [۲] که در آن سعی شده تمام جنبه‌های برنامه‌ریزی و طراحی شهری مورد توجه قرار گیرد. این مطالعه هر چند نسبت به مطالعات دیگر از جامعیت نسبی برخوردار است، اما با توجه به مبانی مورد استفاده و فرضیات در نظر گرفته شده در موضوعات آسیب‌پذیری، خالی از اشکال نیست و لازم است مطالعاتی جامع‌تر در خصوص تهران با فرضیات و مبانی واقع‌بینانه‌تری صورت گیرد.

با عنایت به مطالب مزبور، در بخش‌های بعدی مقاله ضمن اشاره به اهداف اصلی مطرح در برنامه‌ریزی و طراحی شهری به مشکلات موجود در این زمینه در شهر تهران پرداخته، سپس راهکارهایی در دو دسته کوتاه مدت و دراز مدت برای اصلاح ساختار فعلی و حل مشکلات ارائه شده است.

### ۳- برنامه‌ریزی شهری و مشکلات تهران

با توجه به اینکه هدف در برنامه‌ریزی شهری تصمیم‌گیری درباره کمیّت و چگونگی توزیع جمعیت و مؤلفه‌های شهری، کاربری زمین و هدایت توسعه و یا نوسازی شهر است، در مورد شهرهای موجود، این هدف به صورت اصلاح توزیع مؤلفه‌ها در سطح شهر و نیز رفع کمبودها در می‌آید. مواردی که به طور خاص در تهران نیازمند اصلاح و رفع مشکل و یا تکمیل و توسعه می‌باشند عبارتند از:

**الف - جمعیت و میزان رشد بسیار زیاد آن به علت مهاجرت بی‌رویه -** شاید در نظر اول میزان جمعیت و رشد آن به زلزله بی‌ارتباط تصور شود؛ ولی باید دقت نمود که شدت بحران زلزله به صورت تصاعدی با تعداد جمعیت ارتباط دارد و از این رو، هرگونه کاهش و حتی متوقف نمودن رشد جمعیت، کمک قابل توجهی به مدیریت بحران زلزله در شهری مانند تهران می‌نماید.

**ب - توزیع نامناسب جمعیت -** توزیع نامناسب جمعیت در بخش‌های گوناگون شهر نیز مسأله امداد رسانی پس از زلزله را دچار مشکل می‌سازد. در واقع واکنش مردم در اولین دقایق پس از زلزله به تنهایی می‌تواند حرکت وسایل نقلیه امدادی را مختل نماید و مطمئناً این مشکل در مناطق پرتراکم که نیاز به کمک‌رسانی بیشتر دارند جدی‌تر خواهد بود.

**پ - آلودگی‌های زیست‌محیطی -** انواع آلودگی اعم از

آلودگی هوا، آلودگی‌های صوتی و تصویری بویژه آلودگی ناشی از جمع‌آوری غیر بهداشتی زباله نیز می‌تواند پس از وقوع زلزله، شیوع بیماری‌های عفونی را شدت بخشد.

**ت - تمرکز بیش از حد برخی امکانات کشور در تهران -** تمرکز بیش از حد امکانات، از جمله بسیاری از ساختمانهای دولتی که لزوماً مورد استفاده ساکنان شهر نیستند، در تهران می‌تواند در صورت بروز زلزله بزرگ در این شهر، کل کشور را فلج نماید.

**ث - کمبود برخی امکانات اساسی -** کمبود فضاهای اساسی مورد نیاز، از جمله فضای سبز و فضاهای تفریحی علاوه بر اینکه شهر را از نظر کیفی تنزل می‌دهد، می‌تواند به کمبود فضای لازم برای اسکان موقت زلزله‌زدگان نیز منجر گردد.

**ج - متناسب نبودن میزان ارائه خدمات زیربنایی شهری با تراکم جمعیت در بخش‌های گوناگون شهر -** کمبود خدمات زیربنایی شهری از جمله برق و گاز در برخی مناطق نیز می‌تواند موضوع کمبود انرژی در شرایط پس از زلزله را جدی‌تر و وخیم‌تر نماید.

**چ - عدم کارایی سامانه‌های ترابری بویژه ترابری درون شهری -** عدم کفایت خدمت‌رسانی سامانه ترابری درون شهری بوضوح می‌تواند امداد رسانی پس از زلزله را با مشکلات بسیار جدی روبرو و حتی آن را متوقف نماید.

**ح - توسعه بی‌رویه -** توسعه بدون توجه به ظرفیتها و منابع شهر تهران و تجاوزات زیست‌محیطی بویژه به بالاتر از تراز ۱۶۰۰ متر علاوه بر لطمه وارد کردن به محیط زیست، خدمت‌رسانی شهری به نقاط خارج از محدوده تعریف شده را مشکل می‌کند و باعث کاهش خدمت‌رسانی به سایر نقاط شهر می‌گردد.

**خ - گسترش فیزیکی فضاهای شهری بدون توجه به انواع و سطوح مختلف خطرهای ناشی از زلزله -** موضوع گسترش فیزیکی شهر بدون توجه به خطرهای زلزله جنبه‌های گوناگون دارد. این

امر اولاً باعث شده است بسیاری از ساختمانها و تأسیسات فعلی شهر در محدوده گسلش گسلهای بزرگ و کوچک قرار گیرند که در صورت رسیدن گسیختگی آبرفت به سطح زمین، مشکلات بسیار جدی برای سازه‌ها و تأسیسات به وجود می‌آورد. ثانیاً چون توسعه شهر بدون توجه به نقشه ریز پهنه‌بندی خطرهای زلزله صورت گرفته و با توجه به اینکه پیشینه شتاب در برخی بخشهای شهر بیشتر است و پیروید غالب خاک نیز در بخشهای گوناگون متفاوت می‌باشد، می‌توان احتمال داد که بافت ساختمانها و تراکم آنها متناسب با سطح شتاب و پیروید غالب خاک نباشد که این موضوع خود به خود باعث افزایش آسیب‌پذیری آنها می‌گردد.

د - عدم کفایت مراکز حیاتی، شامل بیمارستانها، مراکز آتش‌نشانی و مراکز پلیس - تعداد کم مراکز ارائه خدمات بهداشتی و درمانی از جمله بیمارستانها، در شرایط عادی باعث تراکم مراجعان به آن مراکز و اتلاف وقت فراوان می‌گردد. این مسأله در شرایط بحرانی پس از زلزله حتی با فرض سالم ماندن ساختمانهای آن مراکز و قابلیت ارائه خدمات به مراجعان، اوضاع را وخیم‌تر می‌نماید و جان تعداد بسیاری از مجروحان احتمالی به همین دلیل به خطر می‌افتد.

تعداد کم مراکز آتش‌نشانی در حالت عادی باعث می‌شود این خدمت نتواند در سطح استاندارد، کلیه نقاط شهر را زیر پوشش قرار دهد. در شرایط بحرانی، با فرض اینکه ساختمانهای این مراکز سالم بمانند و قادر به خدمت‌رسانی باشند، یقیناً گسترش آتش‌سوزیهای پس از زلزله را که در اغلب زلزله‌های شهری گذشته روی داده است، در پی خواهد داشت. مشکلات تردد ناشی از آسیب‌دیدگی سامانه ترابری درون شهری نیز این موضوع را تشدید می‌کند [۱۷].

کمبود مراکز پلیس نیز که در حالت عادی ناامنی‌های موردی را باعث می‌گردد، در شرایط بحرانی پس از زلزله، به طور قطع ناامنی‌های متعدد اجتماعی را به دنبال خواهد داشت. در عین حال باید توجه داشت که تعداد کثیری از مراکز انتظامی از لحاظ استحکام و پایداری در برابر زلزله احتمالی وضع بسیار نامطلوبی دارند.

ذ - توزیع نامناسب مراکز درمانی - توزیع نامناسب مراکز درمانی، از جمله بیمارستانها که در واقع به علت عدم توجه به جایابی آنها نسبت به مراکز جمعیتی بوده (به طوری که هم اکنون برخی مناطق تهران فاقد بیمارستان بزرگ هستند)، علاوه بر اینکه در شرایط عادی سفرهای درون شهری متعددی را بر سامانه ترابری تهران تحمیل می‌نماید، باعث می‌گردد که در شرایط بحرانی (با فرض خدمت‌رسان باقی ماندن ساختمانهای بیمارستانها)، انتقال مصدومین به بیمارستان با تأخیر زیاد صورت پذیرد. این امر، به نوبه خود احتمال تلفات را زیاد می‌کند. این موضوع بویژه با توجه به اینکه زمان سفرها بر اثر آسیبهای وارده به سامانه ترابری طولانی‌تر از معمول خواهد بود، از اهمیت بسیاری برخوردار است.

ر - عدم تناسب ظرفیت خدمت‌رسانی شبکه آب شهر با نیاز بخشهای مختلف - عدم کفایت سطح خدمت‌رسانی شبکه آب شهر نیز حتی با فرض اینکه این شبکه در زلزله خدمت‌رسان باقی بماند، گسترش آتش‌سوزی پس از زلزله را به دنبال خواهد داشت. این در حالی است که بسیاری از بخشهای این شبکه به علت فرسودگی یا عدم طراحی لریزه‌ای بشدت آسیب‌پذیر می‌باشند.

ز - عدم استقرار ساختمانهای در برگیرنده متصدیان امور شریانهای حیاتی در نزدیکی مرکز مدیریت بحران - آخرین مشکل از دیدگاه برنامه‌ریزی شهری که توجه به آن لازم است

واقع نبودن مراکز استقرار متصدیان امور شریانهای حیاتی شهر در نزدیکی مرکز مدیریت بحران (محل استقرار اتاق فرماندهی بحران) است. این امر دسترسی سریع و آسان متصدیان این مراکز به اتاق بحران را با مشکل مواجه می‌سازد و باعث افزایش وخامت اوضاع به‌طور قابل ملاحظه‌ای شده، سرعت واکنش اضطراری برای مدیریت عملیات مهار بحران را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد. در شرایط فعلی اگر متصدیان امور شریانهای حیاتی بخواهند خود را پس از وقوع زلزله به دفتر بحران برسانند، در صورتی که غیرممکن نباشد، بسیار مشکل و وقت‌گیر خواهد بود و عملیات مدیریت بحران را با عدم موفقیت مواجه خواهد ساخت.

#### ۴- طراحی شهری و مشکلات تهران

هدف در طراحی شهری، تصمیم‌گیری در مورد ویژگیهای کیفی مؤلفه‌های کالبدی شهر، اعم از ساختمانها، فضاهای باز و سایر عناصر تشکیل دهنده فضاهای شهری می‌باشد. از ویژگیهای کالبدی می‌توان به حجم توده، نحوه و محل استقرار، اندازه و شکل ظاهری هر یک از مؤلفه‌های شهری یا مجموعه آنها اشاره نمود که می‌توانند در آسیب‌پذیری لرزه‌ای آن مؤلفه‌ها نیز تأثیر قابل توجهی داشته باشند. از سوی دیگر، موقعیت قرارگیری برخی مؤلفه‌ها در گستره شهر در تشدید وخامت اوضاع پس از زلزله مؤثر است و با کمی دقت می‌توان تصور نمود که تهران از نظر طراحی شهری چه مشکلاتی دارد. این مشکلات عبارتند از:

**الف - ترکیب نامناسب و ناهمگن بافتهای مسکونی و غیرمسکونی (تجاری، دولتی، تفریحی، ...)** - اولین مشکلی که در طراحی شهر تهران به چشم می‌خورد ترکیب نامناسب بافتهای مسکونی و غیرمسکونی آن می‌باشد. وجود برخی از مراکز

پرمراجعه‌کننده دولتی در میان بافتهای مسکونی، نمونه‌ای بارز در این مورد می‌باشد. نمونه دیگر، وجود کارگاههای فنی در مجاورت منازل و حتی در طبقات پایین ساختمانهایی است که طبقات فوقانی آنها مسکونی می‌باشد. عدم ترکیب مناسب بافتها علاوه بر اینکه آسایش مردم را سلب می‌نماید، از نظر برآورد سطح آسیب‌پذیری و میزان آسیب‌دیدگان احتمالی ناشی از زلزله در ساعات گوناگون شبانه‌روز و توزیع آسیب‌دیدگان در سطح شهر که دانستن آن برای عملیات امداد رسانی ضروری است، مشکل‌ساز می‌باشد.

**ب - عدم تناسب بافت ساختمانها با شرایط ساختگاهی -**  
عدم تناسب بافت ساختمانها با شرایط ساختگاهی که ناشی از صدور جواز ساخت با تعداد طبقات مختلف در مناطق گوناگون تهران بوده است، باعث ناهمگونی چشم‌اندازها در گستره شهر و کاهش زیبایی آنها شده است (تصویر ۱). علاوه بر آن، موجب شده که بسیاری از ساختمانها از لحاظ پیوند اصلی ارتعاش با خاک ساختگاهشان هماهنگ باشند که این نیز به نوبه خود به معنای آسیب‌پذیری زیاد آنها می‌باشد. فروش تراکم نیز که بدون توجه به ظرفیت پذیرش جمعیت، بویژه ظرفیت معابر صورت گرفته، مشکل نامتناسب بودن میزان جمعیت با میزان خدمات شهری را تشدید نموده، وخامت اوضاع را از لحاظ خدمت‌رسانی اضطراری پس از زلزله احتمالی می‌افزاید.



تصویر (۱): حضور نازیبای چند ساختمان بلند در میان ساختمانهای کوتاه

ب - عدم خوانایی و فقدان هویت شهری - اگر شخصی که شهر تهران را بخوبی نمی‌شناسد با چشمان بسته به یکی از خیابانها برده و در آنجا چشمانش را باز نموده، از او خواسته شود مسیری را که به سوی مرکز شهر می‌رود مشخص نماید، به احتمال بسیار زیاد قادر به این کار نخواهد بود. به عبارت دیگر، شهر تهران به علت تداخل بافت‌های کوتاه مرتفع و یاسنتی و نودرکنار هم (تصویر ۲) و قرار گرفتن مؤلفه‌های دارای عملکردهای ناهمساز در مجاورت یکدیگر فاقد خوانایی کافی و هویت کامل می‌باشد.



تصویر (۲): عدم خوانایی و فقدان هویت کامل شهری

ت - عدم تناسب عرض معابر با تراکم ساختمانها در بخشهای مختلف شهر - عدم تناسب عرض معابر با تراکم و بافت ساختمانها یا به عبارت دیگر محصوریت نامناسب در معابر و فضاهاى شهری از دیگر مواردی است که به مشکل شدن و یا حتی عدم موفقیت عملیات امداد رسانی به بسیاری از مراکز جمعیتی منجر خواهد شد. واقع بودن بسیاری از مدارس در انتهای کوچه‌های بن بست با عرض ناچیز، یکی از موارد مشهود در این زمینه می‌باشد. در بسیاری از بخشهای مسکونی نیز قسمتهای مرکزی محلات فقط از طریق کوچه‌های باریک و پرپیچ و خم قابل دسترسی است که با آسیب دیدن ساختمانها، عملاً دسترسی را غیرممکن خواهد ساخت.

ث - از میان رفتن فضای سبز و باغها و تبدیل آنها به

مجموعه‌های پتراکم - این موضوع علاوه بر اینکه سبب افت کیفیت زیستی و نابودی منابع زیست محیطی می‌گردد، توزیع نامناسب فضاهاى باز (که البته تعداد کل آنها نسبت به نیاز شهر کم است) را نیز باعث می‌گردد و موجب می‌شود که برای استقرار آسیب دیدگان زلزله به صورت اسکان موقت، در برخی مناطق کمبودهای جدی به وجود آید و انتقال زلزله زدگان به فواصل بسیار دور از منازلشان لازم آید. این امر آرامش فکری زلزله زدگان را که به طور طبیعی مایل به حضور در نزدیکی منازل آسیب دیده خود و مراجعات مکرر به آنها هستند سلب می‌نماید. علاوه بر آن، لزوم سفرهای درون شهری بسیاری را در شرایطی که شبکه ترابری درون شهری وضع بحرانی دارد، به همراه خواهد داشت. عدم توزیع مناسب فضاهاى باز شهری از قبیل پارکها، میادین ورزشی و مراکز تفریحی رو باز نیز در این راستا قابل توجه است.

ج - نبود دسترسی مناسب به بسیاری از مراکز حیاتی مانند برخی از بیمارستانها - موضوع عدم دسترسی مناسب به مراکز حیاتی، از قبیل بیمارستانها یکی از مشکلاتی است که از عدم توجه به لزوم دسترسی سریع و آسان به چنین مراکزی در هنگام جایابی این مراکز در سطح شهر و یا حتی پس از آن هنگام، ناشی گردیده است. این مشکل همانند مشکل قبلی، زمان رسیدن خودروهای امدادی را طولانی می‌نماید. در برخی موارد ممکن است به علت نامناسب بودن مسیر و حضور عناصر ساختمانی و یا غیر ساختمانی آسیب پذیر، برخی از مسیرها کاملاً مسدود گردد و باز کردن برخی از آنها می‌تواند مدتها به طول بینجامد.

چ - واقع بودن بسیاری از مراکز حیاتی در پهنه‌های با خطر زیاد و بسیار زیاد بر اساس نقشه ریز پهنه بندی خطر لرزه‌ای - واقع بودن مراکز حیاتی در نقاط با خطر زیاد نکته دیگری است

که به افزایش احتمال آسیب دیدگی آنها منجر می‌گردد. واضح است که حتی اگر ساختمان مهمی طبق ضوابط آیین‌نامه با شتاب مبنای  $0.35g$ ، طراحی و درست هم اجرا شده باشد، واقع بودن آن در پهنه‌ای با شتاب بیشینه  $0.60g$  یقیناً آن را آسیب‌پذیر خواهد ساخت. واقع بودن بر روی شیبه‌های مستعد لغزش و یا در نزدیکی پهنه‌های گسلش نیز در این مورد مزید بر علت می‌باشد (تصویر ۳).



تصویر (۳): ساخت و ساز بی‌رویه در پهنه‌های خطر زمین‌لغزش

ح - واقع بودن بسیاری از سازه‌های کلیدی شریانهای حیاتی، مانند مخازن آب، در مجاورت یا روی پهنه‌های گسلش - واقع بودن سازه‌های کلیدی سامانه‌های شریانهای حیاتی در مجاورت یا روی پهنه‌های گسلش که نمونه بارز آن مخازن آب شبکه آبرسانی تهران، بویژه در مناطق شمالی شهر، می‌باشد احتمال قطع آب پس از وقوع زلزله را بر اثر تخریب مخازن بشدت افزایش می‌دهد. علاوه بر آن، احتمال به وجود آمدن سیل را نیز مطرح می‌سازد. برخی پلها و بزرگراهها نیز در مجاورت پهنه‌های گسلش واقع هستند که احتمال آسیب‌پذیری آنها را بسیار افزایش می‌دهد.

## ۵- راهکارهایی برای حل مشکلات

این راهکارها را می‌توان به دو دسته کوتاه مدت (یا میان

مدت) و بلند مدت تقسیم نمود.

## ۵-۱- راهکارهای کوتاه مدت

منظور از راهکارهای کوتاه مدت اقداماتی است که عمدتاً در مدتی کمتر از پنج سال بتواند به انجام برسد و رویکرد آنها بیشتر به اقداماتی است که بدون ایجاد تغییرات عمده در وضعیت زندگی عادی مردم موارد پرخطر را مرتفع نماید و امکانات امداد رسانی و مهار بحران را افزایش دهد. در مورد اهم این اقدامات در ادامه بحث شده است.

### ۵-۱-۱- جلوگیری از رشد جمعیت

این اقدام، اساسی‌ترین اقدام ممکن در راستای کاهش خطرپذیری لرزه‌ای از نظر تلفات انسانی می‌باشد و می‌تواند با اعمال سیاستهای مناسب از سوی دولت صورت گیرد. متوقف نمودن رشد محدوده شهری از یک سو و پایین نگه داشتن تراکم ساخت و ساز از سوی دیگر، دو عامل بسیار مؤثر در این راستا می‌باشند.

### ۵-۱-۲- بهسازی لرزه‌ای بیمارستانها واحداث بیمارستانهای

#### جدید در مناطق دارای کمبود

در این امر باید سه دیدگاه معماری، سازه‌ای و غیرسازه‌ای مورد توجه باشد. پیش‌بینی امکان وسیع کردن بخش اورژانس بیمارستان در شرایط اضطراری و انتقال اتاقهای عمل بیمارستان به طبقات پایین دو موضوع اساسی از دیدگاه معماری فرآیند بهسازی لرزه‌ای می‌باشد. بازنگری حیاط بیمارستان برای استفاده از آن به عنوان بیمارستان صحرائی نیز موضوع دیگری است که در این راستا باید به آن توجه گردد. بهسازی لرزه‌ای سازه بیمارستان باید بر اساس سطح عملکرد "خدمت رسانی بی‌وقفه" و یا حداقل "اشغال بی‌درنگ پس از زلزله" صورت گیرد. در هر حال، اتاق عمل باید برای سطح عملکرد خدمت رسانی بی‌وقفه بهسازی گردد. بهسازی عناصر

غیرسازه‌ای نیز در این مورد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تجهیزات بیمارستانی باید به صورت کاملاً قابل بهره‌برداری حفظ گردند.

بیمارستانهای جدید نیز باید با ویژگیهای معماری خاص از لحاظ فضای اورژانس، اتاقهای عمل و فضای حیاط طراحی گردند و از لحاظ طراحی سازه‌ای و غیرسازه‌ای نیز باید از بالاترین سطح عملکرد برخوردار باشند.

#### ۵-۱-۳- بهسازی مراکز آتش‌نشانی موجود و احداث مراکز جدید در مناطق دارای کمبود

این اقدام نیز مشابه با اقدامات بخش ۵-۱-۱ و ۵-۱-۲ باید با اصول طراحی ویژه معماری، سازه‌ای و غیرسازه‌ای و با در نظر گرفتن معیارهای حوزه خدمت‌رسانی و دسترسی‌های مناسب صورت گیرد.

#### ۵-۱-۴- احداث منابع آبی متعدد در سطح شهر

این منابع که حجم کل آنها باید حداقل برابر با مصرف یک هفته شهر باشد می‌تواند در هر فضای خالی موجود، اعم از پارک‌ها، میادین ورزشی، فضای با اطراف ساختمانهای دولتی و غیره و حتی الامکان متناسب با توزیع جمعیت احداث شوند و البته باید به صورت کاملاً مقاوم در برابر زلزله طراحی و اجرا گردند. روند ورود و خروج آب آنها نیز باید به گونه‌ای باشد که در شرایط عادی، منبع همواره پر بماند. ورود آب از پایین برداشت آب از تراز بالای مخزن، تحت فشار شبکه می‌تواند این امکان را فراهم آورد. برای شرایط اضطراری می‌توان از شیرهای پیش‌بینی شده خاصی که برای این شرایط خروج آب را از تراز پایین مخزن، تحت فشار ثقلی امکان‌پذیر می‌سازد، استفاده نمود.

#### ۵-۱-۵- ممنوعیت ساخت و ساز در پهنه‌های گسلش و ناپایداری خاک

این اقدام، که باید بر اساس نقشه‌های ریز پهنه‌بندی صورت گیرد، بوضوح می‌تواند از آسیبهای ناشی از جابه‌جایی شدید

در زیر ساختمانها جلوگیری نماید. در صورتی که عوامل دیگری ساخت در چنین پهنه‌هایی را الزامی نمایند، حتماً باید علاوه بر بکارگیری راهکارهای پایدارکننده ساختگاه، تمهیدات ویژه در پی ساختمانها نیز اعمال گردد.

#### ۵-۱-۶- عدم فروش تراکم در بخشهای پر خطر شهر و محدود ساختن تعداد طبقات

در بخشهایی که با توجه به نقشه ریز پهنه‌بندی خطر در پهنه‌های خطر زیاد قرار می‌گیرند، نباید اجازه افزایش تراکم داده شود؛ بویژه در این بخشها ساختمانهای مهم و حیاتی نیز نباید ساخته شود. همچنین برای احداث ساختمان با تعداد طبقات خاصی، که بر اساس نقشه ریز پهنه‌بندی پیرو غالب تعیین می‌گردد، نباید مجوز صادر شود.

#### ۵-۱-۷- احداث مراکز محلی چند منظوره برای ارتقاء و حفظ آمادگی مردم در برابر زلزله

در زلزله‌های گذشته ثابت شده است که اولین کسانی که قادر به امداد رسانی به آسیب دیدگان هستند افراد محلی می‌باشند؛ بنابراین احداث مراکز خود امدادی محله‌ای می‌تواند کمک بسیار مؤثری در تقویت توان واکنش اضطراری پس از زلزله باشد. این مراکز باید معماری ویژه‌ای داشته باشند تا بتوانند عملکرد چندگانه آنها را تأمین نمایند [۱۹].

#### ۵-۱-۸- ارتقاء سطح آمادگی جامعه برای واکنش اضطراری

آموزش در سطوح مختلف از کودکان [۲۰] تا مدیران شرایط اضطراری [۲۱]، گروههای منتخب از مردم به صورت رده‌بندی شده [۲۲] از جمله رانندگان تاکسی [۲۳] و حتی ساکنان مجتمع‌های بزرگ مسکونی [۲۴]، یکی از اقدامات اساسی برای بالا بردن سطح آمادگی جامعه برای شرایط اضطراری پس از زلزله می‌باشد. راهکار دیگر، تهیه طرحهای مدیریت سانه برای فضاهای گوناگون شهر از جمله مدارس می‌باشد [۲۵].



## ۵-۱-۹- ارتقاء توان انجام عملیات واکنش اضطراری پس از زلزله

یک اقدام اساسی در این خصوص شناسایی و مشخص نمودن مسیرهای با احتمال ایمنی بیشتر برای امداد رسانی پس از زلزله می باشد. این اقدام بر اساس مطالعات ترافیکی و با استفاده از سناریوهای گوناگون زلزله در تهران قابل انجام است و مطالعات اولیه در این مورد نیز انجام گرفته است [۲۶]. دیگر اقدام لازم در این خصوص طراحی اسکان اضطراری با توجه به ویژگیهای خاص شهر از جمله دسترسی ها می باشد [۲۷].

## ۵-۱-۱۰- تهیه طرح جامع بازسازی پس از زلزله

این طرح باید مبتنی بر سناریوهای مختلف تهیه گردد و در آن علاوه بر مسائل اساسی برنامه ریزی و طراحی شهری، مسائلی چون جابه جایی مواد زائد (مخروبه ها) و اسکان موقت نیز با دقت کامل مورد توجه قرار گیرد [۲۸].

## ۵-۲- راهکارهای بلند مدت

منظور از راهکارهای بلند مدت، اقداماتی است که انجام آنها قاعدتاً بیش از پنج سال، حتی ده تا بیست سال به طول می انجامد و تغییراتی بعضاً فاحش در وضعیت فعلی شهر را به همراه دارد. در ادامه اهم این اقدامات معرفی شده است.

## ۵-۲-۱- تطبیق بافت ساختمانها با شرایط ساختگاهی

این کار بر اساس توضیحات بخشهای ۵-۱-۵ و ۵-۱-۶ با کمک نقشه های ریزپهنه بندی خطر زلزله بخوبی امکان پذیر است.

## ۵-۲-۲- جابه جانی نمودن ساختمانهای مراکز حیاتی واقع در ساختگاههای پرخطر

در صورت واقع بودن ساختمانهای مهم از قبیل بیمارستان یا مرکز آتش نشانی و یا ساختمانهای دولتی مهم در پهنه های پرخطر، باید در صورت امکان با تغییر کاربری، آن ساختمانها را حفظ و ساختمانهای دیگری در نزدیکترین محل قبلی (در صورتی که از دیدگاه طرح جامع مجاز باشد) در پهنه های با خطر

کمتر احداث نمود.

## ۵-۲-۳- اصلاح معماری ساختمانهای ویژه

ساختمانهای ویژه از قبیل مراکز نجات و امداد و پلیس، ساختمانهای عمومی مانند مراکز خرید، ورزشگاهها، ساختمانهای مهم دولتی و غیره باید از طراحی معماری ویژه برخوردار باشند تا علاوه بر بالا بودن ایمنی آنها در برابر زلزله قابلیت های عملیاتی آنها پس از زلزله نیز افزایش یابد [۲۹].

## ۵-۲-۴- اصلاح دسترسی های مراکز حیاتی

چنانچه محل مراکز حیاتی مناسب باشد ولی دسترسی به آنها برای شرایط بحران مطلوب نباشد، باید با تعریض معابر و رفع موانع فیزیکی احتمالی نسبت به اصلاح دسترسی ها اقدام نمود.

## ۵-۲-۵- تنظیم عرض معابر با بافت ساختمانها و میزان تراکم

بافتهای متراکم تر یا پررفت و آمد تر باید دارای معابر عریض تر باشند. بویژه راههای دسترسی به مجتمع های بزرگ و بلند مرتبه باید برای دسترسی سریع و مطمئن در شرایط اضطراری دارای عرض کافی باشند.

## ۵-۲-۶- انتقال مراکز استقرار متصدیان امور شریانیهای حیاتی به نقاطی نزدیک به مرکز مدیریت بحران

در شرایط بحران ضروری است که متصدیان شریانیهای حیاتی بسرعت در دفتر فرماندهی بحران حاضر شوند. با توجه به شرایط ترافیکی پس از زلزله، اگر فواصل محل استقرار این متصدیان به دفتر فرماندهی بحران زیاد باشد، به احتمال زیاد حضور به موقع آنها در دفتر فرماندهی بحران امکان پذیر نخواهد بود؛ بنابراین ضروری است که این مراکز به نقاطی نزدیک به دفتر بحران در محلهای مناسب با دسترسی سریع و مطمئن به دفتر بحران منتقل گردند [۳۰].

## ۵-۲-۷- بهسازی شریانیهای حیاتی آب، فاضلاب، برق، گاز و

## ترابری درون شهری

به منظور کاهش اندرکنشهای آسیبی سامانه های شریانیهای

حیاتی با یکدیگر بویژه با سامانه ترابری درون شهری [۳۱] ضروری است که سامانه‌های آب، فاضلاب، برق و گاز بهسازی گردند و در آنها امکانات رفتارنگری و هشدار سریع نیز پیش‌بینی گردد [۳۲].

## ۵-۲-۸- انتقال بخش عمده دولت به شهرکهای مقاوم در مجاورت تهران

این امر، اقدامی بسیار بنیادین است که می‌تواند مسائل و مشکلات تهران را چه از لحاظ موضوعات کلی و روزمره شهری و چه از لحاظ مقابله با زلزله تا حد بسیار زیادی حل نماید، البته می‌تواند بسیار هم بحث‌انگیز باشد. انتقال بخش عمده دولت با در نظر گرفتن وزارتخانه‌ها و نهادهایی که کمتر با مراجعه روزمره مردم روبرو هستند به همراه تمام ابواب جمعی آنها به چند شهرک در نزدیکی تهران که باید طبق اصول مقاوم در برابر زلزله طراحی و اجرا گردند بخوبی امکانپذیر است [۳۳]. با این انتقال، علاوه بر اینکه تهران خلوت می‌شود و آلودگیهای آن کاهش می‌یابد، دولت نیز در بحران گرفتار نمی‌گردد و به عکس می‌تواند از خارج شهر در زمانی کوتاه عملیات امداد و مهار بحران را آغاز و آنها را بخوبی مدیریت نماید و نیاز به بهره‌گیری از استانهای معین را که استفاده از آنها خود مسائل متعددی در بردارد، به حداقل برساند.

## ۶- نتیجه‌گیری

با عنایت به مطالب مندرج در بخشهای پیشین می‌توان گفت که وضعیت فعلی شهر تهران از دیدگاه برنامه‌ریزی و طراحی شهری به هیچ‌وجه با آنچه که باید باشد تطابق ندارد. به منظور حفظ جانها و داراییهای شهروندان تهران از یک سو و کاستن از ضربه ناشی از زلزله تهران بر پیکره کشور از سوی دیگر و در یک کلام برای داشتن آینده بی‌سازمانه یا حداقل کم‌سازمانه

که شرط توسعه پایدار کشور است، باید به "برنامه‌ریزی و طراحی شهری سازمان‌گریز" و حتی سازه‌ستیز روی آورد که دستیابی به آن با بکارگیری راهکارهای ارائه شده در این مقاله امکانپذیر است.

شایان ذکر است که بسیاری از راهکارهای ارائه شده جنبه کلی دارند و تشریح و تفصیل آنها نیاز به مقالات جداگانه دارد. البته برخی از راهکارهای ارائه شده در قالب گزارش و مجموعه دستورات عملیاتی تدوین شده توسط پژوهشگاه برای شهرداری تهران، که نگارنده نیز در تهیه آن سهم کوچکی به عهده داشت، به صورت نسبتاً تفصیلی مورد توجه قرار گرفته‌اند و امید است در مورد سایر راهکارها نیز در متون تفصیلی توسط مؤلف و همکاران در آینده نزدیک به رشته تحریر درآید.

## ۷- سپاسگزاری

نویسنده بر خود لازم می‌داند که از سرکار خانم مهندس سولماز حسینیون که از نظریات ارزشمندشان در بهبود کیفیت این مقاله بهره گرفته شده، سپاسگزاری نماید.

## ۸- مراجع

۱. غفوری آشتیانی، محسن. (۱۳۸۰). کاهش خطرپذیری لرزه‌ای شهر تهران. تهران: کمیته ملی کاهش اثرات بلایای طبیعی.
2. 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.
3. [www.ostan-th.ir/tehran/stuts.asp](http://www.ostan-th.ir/tehran/stuts.asp), Accessed in March 2007
4. Calik, R. (1971). Regional and urban planning and designing on seismic active regions. *Interregional*

16. Visseh, Y., Amini-Hosseini, K., Nateghi-A., F. (1998). Urban planning for the mitigation of earthquake vulnerability in Tehran's. no. 20 subdivision. *Proceedings of the eleventh European conference on earthquake engineering [computer file]*.
۱۷. میرزا حساسی، علی؛ حسینی، محمود. (اردیبهشت ۱۳۷۷). مشکلات ترافیکی در واکنش اضطراری آتش نشانی تهران پس از وقوع زلزله احتمالی. مجموعه مقالات اولین همایش مهندسی زلزله شریانهای حیاتی. تهران: پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
۱۸. آژانس همکاریهای بین المللی ژاپن (جایکا) و مرکز مطالعات زلزله و زیست محیطی تهران. (۱۳۸۰). مطالعه آسیب پذیری شهر تهران در برابر زلزله. تهران: مؤلف.
19. Hosseini, M. (2007). Creating multi-purpose complexes with special architectural and structural design for community-based disaster risk management in large cities. *Proc. of the 1st Conf. on Structure and Architecture*. Tehran: School of Architecture, Univ. of Tehran.
20. Izadkhah, Y. O., Hosseini, M. (2005). Towards resilient communities in developing countries through education of children for disaster preparedness. *Int'l J. of Disaster Management*, 2, No. 3.
21. Hosseini, M. Izadkhah, Y. O. (2006). Training the authorities for earthquake emergency response: Challenges and opportunities. *Proc. of the 1st Int'l Conf. on Integrated Natural Disaster Management*. Tehran.
22. Izadkhah, Y. O. Hosseini, M. (2007). Disaster preparedness strategy through earthquake education and training of classified target groups. *Proc. of The 2nd Int'l Conf. on Integrated Natural Disaster Management*. Tehran.
23. Hosseini, M. Izadkhah, Y. O. (2007). Training Tehran telephone taxi drivers as emergency seminar on low-cost construction resistant to earthquakes and hurricanes.
5. Jones, B. G. (1982). Planning for the reconstruction of earthquake stricken communities. *Proc. of the P.R.C. - U.S.A. Joint workshop on earthquake disaster mitigation through architecture, urban planning and engineers* (240-255).
6. Ye, Y. (1984). Urban earthquake disaster mitigation through architectural design and urban planning. *Proc. of the 8WCEE* (557-564).
7. American Society of Civil Engineers. (1986). *Urban planning guide*. ASCE.
8. Lagorio, H. J., Botsai, E. (1978). Urban design and earthquakes. *Proc. of the 2nd Int'l conf. on microzonation for safer construction -- Research and Application* (193-202).
9. Urban Design and Seismic Safety: US/Japan Joint Research Seminar, Dept. of architecture, Univ. of Hawaii, and City Planning Committee of Architectural Inst. of Japan, 1979.
10. Heikkala, S. G. (1982). Urban scale vulnerability. *Proc. of the U.S.-Italy colloquium on urban design and earthquake hazard mitigation*. Univ. of Washington and Univ. of Rome.
11. Lagorio, H. J. (1984). Urban design vulnerability components. *Proc. of the 8WCEE* (623-630).
12. Rossi-Crespi, G. (1984). Urban design and regional planning in seismic areas. *Proc. of the 8WCEE*. (827-834).
13. Ghafory-Ashtiany, M., Hosseini, M., Jafari, M. K., Eshghi, S., Qureishi, M., Shaditalab, J. (1992). Tehran vulnerability analysis. *Proc. of the 10WCEE*.
14. Jafari, M. K., Bahavar, M., Kamalian, M. (1996). Seismic microzonation of south east Tehran. *Proceedings of the 11 WCEE*.
15. Hosseini, M. (1996). Microzonation of a southern part of Tehran to liquefaction. *Proceedings of the 11 WCEE*.

seismic evaluation methods and upgrading techniques for gas and water lifelines. *Proc. of SEE-4, IIEES*. Tehran, Iran: IIEES.

۳۳. حسینی، محمود. (خرداد ۱۳۸۵). بررسی احداث شهرکهای مقاوم در برابر زلزله در مجاورت تهران و انتقال بخش عمده دولت به آنها به عنوان راه حلی اساسی برای حل مشکلات تهران. مجموعه مقالات دومین سمینار ساخت و ساز در پایتخت، تهران: دانشکده فنی دانشگاه تهران. ▶

reporters in the aftermath of earthquakes. *Proc. of SEE-5*. Tehran: IIEES.

24. Hosseini, M. Izadkhah, Y. O. (2006). Training people for disasters in residential complexes – from risk to opportunities. *Proc. of the 1st ECEES*. Geneva, Switzerland.
25. Hosseini, M. Izadkhah, Y. O. (Aug 2006). Earthquake disaster risk management planning in schools. *Int'l J. of Disaster Prevention and Management*, 15, No. 4, 649-661.
26. Shariat Mohaymany, A., Hosseini, M. Motevalli Habibi, H. (2003). Obtaining the emergency transportation network for rescue and relief activities in large cities based on the life loss mitigation criteria. *Proc. of the 6th US Conf. on Lifeline Earthquake Engineering*. Long Beach.
27. Hosseini, M., Shariat Mohaymany, A., Bahrami Movini, M. (2006). Post-Earthquake emergency shelters in large cities based on their accessibility. *Proc. of the 8th US National Conf. on Earthquake Engineering*. San Francisco.
28. Hosseini, M. (2007). Reconstruction of towns and cities after destructive earthquakes: Challenges and possibilities from the urban design point of view. *Proc. of the 9th Canadian Conf. on Earthquake Engineering*. Ottawa.
29. Hosseini, M. (May 2003). Seismic Considerations in architectural design of special buildings. *Proc. of the 6th International Conf. on Civil Eng.* Isfahan, IRAN.
30. Hosseini, M. Niazi Shemirani, L. (2003). The role of urban planning and design in lifeline-related seismic risk mitigation. *Proc. of the 6th US Conf. on Lifeline Earthquake Engineering*. Long Beach.
31. Hosseini, M. Mirza-Hessabi, A. (1999). Lifeline interaction effects on the earthquake emergency response of fire departments in Tehran metropolis. *Proc. of the 5th US Conf. on Lifeline Earthquake Engineering*. Seattle.
32. Hosseini, M. (2003). The latest achievements in the