بررسی آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در شبکه‌های ارتباطی تهران بزرگ مطالعه‌ی موردی: خیابان ولی‌عصر (عج) شمالی (میدان ولی‌عصر (عج) تا چهارراه پارک‌وی)

محمدجواد مهدوی‌نژاد*- استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری دانشگاه تربیت مدرس تهران، Mahdavinejad@modares.ac.ir
کاوان جوانرودی - دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشکده هنر و معماری دانشگاه تربیت مدرس تهران

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۲/۷ | تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۱۵

چکیده

شهر تهران بر روی چهار گسل بزرگ قرار گرفته است و در نتیجه به طور مداوم بر اثر خطرات ناشی از زلزله تهدید می شود. یکی از مهم‌ترین بخش‌ها در امدادرسانی به آسیب‌دیدگان پس از سوانح طبیعی، خیابان‌ها و شبکه‌های ارتباطی هستند. در این مقاله شبکه‌های ارتباطی شهر تهران، با مطالعه‌ی موردی خیابان ولی‌عصر (عج) شمالی، مورد مطالعه قرار می‌گیرد. میزان آسیب‌های احتمالی خیابان پس از زلزله و امکان امدادرسانی احتمالی از آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته، و راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در آن ارائه می‌گردد. این مطالعه به روش شبیه‌سازی و مدل‌سازی ریاضی انجام پذیرفت. همچنین مطالعه و مشاهده‌ی شبکه‌ی ارتباطی و تحلیل نقشه‌های موجود آن بخشی دیگر از مطالعه‌ی حاضر را تشکیل می‌دهد. مناطق بحرانی با تعریف شاخص ریسک‌پذیری ناشی از بیشینه‌ی ارتفاع و کمینه‌ی عرض خیابان ولی‌عصر (عج) شمالی مشخص گردید. نتایج مطالعات بیانگر این نکته بود که این خیابان با توجه به عدم رعایت تناسبات ارتفاع ساختمان به عرض معبر در ۳۱ درصد مناطق مورد بررسی، در وضعیت نامناسب قرار دارد و متأسفانه اغلب ضوابط و معیارهای استانداردسازی مناطق پرخطر در طراحی رعایت نشده است. بنابراین شبکه‌ی ارتباطی در صورت بروز فاجعه‌ای چون زلزله، لغزش و حتی آتش‌سوزی عملاً نمی‌توانند نقش چندان مؤثری در کاهش آسیب‌پذیری ایفا نمایند.

واژه‌های کلیدی: شبکه‌های ارتباطی، تهران بزرگ، آسیب‌پذیری، زلزله، خیابان ولی‌عصر (عج)

Assessment of Reducing Earthquake Damage in Transportation Networks of Great Tehran

Case Study: The Northern Vali-Asr Street

Mohammad Javad Mahdinejad [1*], **Kavan Javanrudi** [2]

Abstract

Tehran is located on an earthquake belt, thus it is faced with permanent threats. Streets and transportation networks are one of the main factors in aiding the injured after natural disasters. This paper focuses on assessing the transportation networks of Tehran city, and the ways of reducing earthquake damage in the northern Valiasr street as a case study. The probable damages to the street and the possibility of aiding through it after the earthquake, is analyzed and damage reduction strategies are presented. We have applied mathematical modeling techniques and survey method in this research. In addition, the transportation network was observed and studied and the existent maps were analyzed. The crisis points have been selected by definition of risky indicators such as maximum of buildings height and minimum of street width. Results of the study indicate that Valiasr Street in ۳۱percent of analyzed region has unsuitable status because of disregarding the ratio of building height to the street width and unfortunately most of standards and principles of seismic regions and urban planning areas have been ignored. Thus the transportation network might not be able to play a positive and effective role in reducing damage if disasters such as earthquakes, landslides and even fires occur in the area.

Keywords: Transportation Networks, Great Tehran, Damage, Earthquake, Vali-Asr Street

1* Assistant Professor at Department of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, Mahdavinejad@modares.ac.ir
2 MA student, Department of Architecture, Faculty of Art and Architecture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

www.SID.ir

مقدمه

زلزله به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ناملایمات طبیعی زمین، همواره در مدت زمان کوتاهی، خسارات غیر قابل جبرانی را به پیکره‌ی سکونت‌گاه‌های بشری وارد ساخته است. امروزه با وجود پیشرفت‌های تکنولوژیکی و افزایش دانش و توانایی انسان در کنترل بلایای طبیعی، شهرها هنوز هم با خطر زلزله مواجه هستند و از این منظر آسیب‌پذیرند. اگرچه جلوگیری از پدیده‌ی زلزله امری غیرممکن است، اما با اندیشیدن تدابیری می‌توان آسیب‌های ناشی از آن را به حداقل ممکن رسانید. امروزه رشد شهرنشینی و توسعه‌ی آن باعث به وجود آمدن تسهیلات فراوانی شده اما باید در نظر داشت که با رشد شهرنشینی، عوامل بحران‌زا هم افزایش می‌یابد. [۱] بدون شک از عوامل مؤثر در کاهش آسیب‌پذیری شهرها، به‌ویژه خسارات ناشی از زلزله، شکل و ساختاری است که شهر دارا بوده و می‌توان با استفاده از برنامه‌ریزی و طراحی شهری اصولی و توجه مدیریت بحران، در کاهش آسیب‌پذیری شهر گامی مؤثر برداشت. کاهش آسیب‌پذیری جوامع شهری در برابر زلزله زمانی به‌وقوع خواهد پیوست که ایمنی در برابر زلزله در تمام سطوح برنامه‌ریزی مدنظر قرار گیرد. [۲] که در میان تمامی سطوح، سطح میانی برنامه‌ریزی کالبدی (شهرسازی) یکی از کارآمدترین سطوح برنامه‌ریزی برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله است.

استان تهران با توجه به قرارگیری بر روی چندین گسل فعال، از گذشته‌ی دور شاهد زلزله‌های کوچک و بزرگ بوده است. با توجه به این امر که امروزه مطالعات زلزله‌شناسی، زلزله را پدیده‌ای چند وجهی معرفی می‌نماید، باید دانست که تنها با تمرکز بر روی پدیده‌ی مقاوم‌سازی، آن‌هم با اجرای ناتمام آیین‌نامه ۲۸۰۰، نمی‌توان آسیب‌های ناشی از آن را به حداقل ممکن رسانید. متأسفانه نبود نظام کارآمد برنامه‌ریزی شهری در کلان‌شهرها و به اصطلاحی شهرهای مدرن کشور، از مهم‌ترین دلایل آسیب‌پذیری فراوان آن‌ها در برابر زلزله‌های احتمالی خواهد بود. با چنین رویکردی، مقاله‌ی حاضر با بهره‌گیری از اطلاعات شهرسازی و مهندسی زلزله و با استفاده از مدل‌سازی ریاضی و شتاب بیشینه‌ی افقی زمین، به بررسی آسیب پذیری راه‌های ارتباطی کلان‌شهر تهران در برابر زلزله با مطالعه‌ی موردی خیابان ولی‌عصر تهران می‌پردازد.

پیشینه و بیان مسئله

در طول قرن ۲۰، بیشتر از ۱۱۰۰ زلزله‌ی مخرب در ۷۵ کشور دنیا رخ داده و جان بیش از ۱ میلیون نفر را گرفته و خسارات مالی و جانی فراوانی را بر پیکره‌ی بشریت وارد نموده است. پیش‌بینی می‌شود در قرن ۲۱ حداقل ۲ میلیون نفر دیگر جان خود را از دست داده و خسارات ناشی از زلزله نیز با روندی بسیار سریع رشد پیدا کند. [۳] با وقوع هر زلزله هزاران نفر قربانی می‌شوند و با توجه به عدم آمادگی کافی در برابر اثرات سوء ناشی از زلزله، این مسئله در کشور ما به مراتب بیشتر قابل توجه است. ایران با داشتن حدود ۱ درصد جمعیت دنیا، بیش از ۶ درصد تلفات در بلایای طبیعی جهان را دارد. [۴] همچنین در سال ۲۰۰۳، دفتر برنامه‌ریزی سازمان ملل، رتبه‌ی نخست تعدد زلزله‌های بالای ۵/۵ ریشتری را به ایران اختصاص داد و در همان سال ایران جزء کشورهایی که بیشترین درصد آسیب‌پذیری ناشی از زلزله را دارند، قرار گرفت. [۵] کریمر[1] تخمین می‌زند که بیش از ۹۰ درصد قربانیان بلایای طبیعی در جهان از کشورهای در حال توسعه باشند و تلفات ناشی از زلزله در این کشورها بیش از ۲۰ برابر کشورهای توسعه یافته است. [۶] مقایسه‌ی تلفات جانی و خسارات ناشی از زلزله در ایران با کشوری چون ژاپن، گویای کاستی‌های بسیاری است که پیش روی مسئولان، مدیران، متخصصان و به‌طور کلی دست اندرکاران امور جامعه است. به‌عنوان نمونه زلزله‌ی کانتو ژاپن در سال ۱۹۲۳، هزاران کشته بر جای گذاشت. در پی این‌گونه حوادث دولت ژاپن لایحه‌ی "مقابله با بلایای طبیعی" را در ۱۹۶۱ برای جلوگیری از آسیب‌پذیری ناشی از زلزله به تصویب رساند. تأثیر این لایحه به‌گونه‌ای بود که زلزله‌ی کوبه با بزرگای ۷/۵ در مقیاس ریشتر، با وجود نیم میلیون جمعیت، تنها ۵ هزار تلفات جانی بر جای گذاشت. [۷] بی‌تردید در چنین وضعیتی، کاهش تلفات و افزایش ضریب امنیت اجتماعی و مهم‌تر از آن حفظ سرمایه‌های انسانی و غیرانسانی مجتمع‌های زیستی در سطح شهر و روستا جزو وظایف و اولویت‌های اصلی هر حکومت محسوب می‌شود.

امروزه در تمامی کشورهای پیشرفته، پیش‌گیری از فاجعه و حرکت از فرهنگ واکنشی به فرهنگ پیش‌گیری یک ضرورت جدی و به‌عنوان بخش جدایی‌ناپذیر توسعه‌ی پایدار محسوب می‌گردد. [۸] از نظر جغرافیایی ۱ درصد از کل پهنه‌ی کشور در معرض خطر بسیار بالا، ۸ درصد در پهنه‌ی خطر بالا، ۷ درصد در پهنه‌ی خطر نسبتاً بالا، ۳۱ درصد در پهنه‌ی خطر متوسط، ۲۲ درصد در پهنه‌ی خطر نسبتاً پایین و ۱۱ درصد در پهنه‌ی خطر پایین قرار دارد. [۹] با این وجود متأسفانه در طی چند دهه‌ی گذشته تلفات ناشی از زلزله در ایران نه تنها کاهش نداشته بلکه به‌طور کلی در هر دهه به موازات رشد شهرنشینی ۱۰ هزار نفر بر تعداد تلفات منجر به فوت افزوده شده است. جدول شماره‌ی ۱ میزان این تلفات را نشان می‌دهد.

مکان زلزله	تلفات انسانی (واحد: نفر)	تاریخ وقوع	بزرگای زلزله (در مقیاس ریشتر)
بوئین زهرا	۱۰ هزار	۱۳۴۱/۰۶/۱۰	۷/۲
طبس	۱۸ هزار	۱۳۵۷/۰۶/۲۵	۷/۴
رودبار	۳۰ هزار	۱۳۶۹/۰۳/۳۱	۷/۴
بم	۳۴ هزار	۱۳۸۲/۱۰/۰۵	۶/۶

جدول شماره‌ی ۱: آمار پرتلفات‌ترین زلزله‌های کشور [نگارندگان]

این در حالی است که کشور ما صرف‌نظر از برخی از مشکلات اداری و اجرایی خاص، احتمالاً در برخی از جنبه‌ها، ساده‌تر از کشورهای توسعه‌یافته می‌تواند مسئله‌ی زلزله را از حیث برنامه‌ریزی فیزیکی سر و سامان دهد؛ چرا که قدرت مداخله‌ی دولت در امور شهر بیشتر بوده و برخلاف کشورهای غربی، دخالت در امور کار و زندگی مردم تلقی نمی‌شود؛ بنابراین، با ایجاد مدیریت واحد و منسجم می‌توان شهرهای کوچک و بزرگ را در جهت مورد نظر هدایت نمود.

Archive of SID
www.SID.ir

مبانی نظری تحقیق

زلزله به معنی لرزش شدید زمین است (لغت‌نامه دهخدا)، که به‌طور معمول تحت فشار وارده باعث گسیختگی زمین شده است. این گسیختگی از چند میلی‌متر تا ده‌ها متر نوسان داشته و انرژی آزاد شده از سنگ‌های گسیخته به صورت امواج خارج و گاه به صورت زلزله نمایان می‌شود. کانون‌های زلزله، که در هر جایی از سطح زمین و تقریباً تا عمق ۷۰۰ کیلومتری زمین شکل می‌گیرد، از علت‌های اصلی این گسیختگی‌ها هستند. با این حال بیشتر از ۷۵ درصد زلزله‌ها کمتر از ۶۰ کیلومتر عمق دارند. [۱۰] پذیرش زندگی در مناطق آسیب‌پذیر باعث همراهی خسارت و خطر با زندگی انسان گردیده است. ضرورت ایمنی ساختمان و حفظ جان و مال مردم و تأسیسات مربوطه در برابر حوادث همواره جزو دغدغه‌های اصلی مجتمع‌های زیستی بوده که خوشبختانه در دوره‌ی معاصر، به‌دنبال افزایش آگاهی و توانایی انسان و بالطبع رشد علوم و فنون، تا حد زیادی محقق شده است. از نظر برنامه‌ریزان و طراحان شهری، ایمنی ابعاد گسترده داشته و در قالب برنامه‌ی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت می‌تواند باعث حفظ جان و مال مردم شود. در این میان سه عنصر اصلی کاربری‌ها، شبکه‌های ارتباطی و فضاهای باز بیشترین تأثیر را در کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله دارد.

الف. کاربری: شامل مسکونی، تجاری، آموزشی، مذهبی، بهداشتی- درمانی، اداری، نظامی، فرهنگی- ورزشی، تأسیسات حیاتی و صنعتی است. میزان تراکم، نحوه‌ی قطعه‌بندی اراضی، نظم و اندازه و جلوگیری از ساخت و ساز در نزدیکی گسل‌های فعال شهری بسیار مهم است.

ب. شبکه‌ی ارتباطی: به‌طور کلی شبکه‌های ارتباطی مجموعه‌ای است برای عبور و مرور وسایل نقلیه‌ی موتوری، دوچرخه و پیاده. [۱۱] با این تعریف، طبیعی است که شبکه‌های ارتباطی در کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله نقش کلیدی دارند. علاوه بر امکان گریز از موقعیت‌های خطرناک و تسهیل امداد و کمک‌رسانی به مصدومان، بستر لازم را برای عملیات مختلف نجات و بازسازی فراهم می‌نمایند. در اغلب مناطق زلزله‌زده تعداد تلفات الزاماً ناشی از خود زلزله نیست بلکه مشکل عمده به قفل یا مسدود شدن شبکه‌های ارتباطی بر می‌گردد. به هر حال، نکته‌ی مهم این است که شبکه‌های ارتباطی و جهات آن‌ها با در نظر گرفتن عوامل توپوگرافی، لغزش، آب‌های سطحی، زلزله و کدهای مرتبط به عوامل زمین‌شناسی و نظایر آن تعیین گردند تا بدین ترتیب ضریب ایمنی مسیرها افزایش یابد. [۱۲] درخصوص شبکه‌های ارتباطی، میزان انطباق با گسل‌ها، عرض و ارتفاع معبر و همچنین تعداد گره‌ها و پل‌ها در طول شبکه و فرم معابر شهری از لحاظ مستقیم و یا پیچ‌دار بودن از اهمیت برخوردار است. [۱۳] از این رو در طراحی و احداث شبکه‌های ارتباطی، بررسی گسل‌های زلزله نقش مؤثری دارند.

ج. فضاهای باز: فضاهای باز نقش مهمی در کاهش وسعت میزان عمل و نتایج اکثریت حوادث طبیعی و زلزله دارند. از عمده‌ترین عملکردهای آن در هنگام بروز زلزله جداسازی یک منطقه با پتانسیل خطرزا از دیگر مناطق و جلوگیری از توسعه‌ی زنجیره‌ای مناطق است. [۱۳] پرلوف[۲] می‌نویسد: فضاهای باز، نواحی اجتماعی درون یا مجاور شهر هستند؛ مالکیت عمومی داشته و تحت اشغال بناها و ساختمان‌ها نیستند. [۱۴] به‌طور کلی، کاهش تراکم‌ها و تغییرات کاربردی در طول بازسازی در مناطق پرخطر می‌تواند در تخفیف خطر مؤثر واقع شود. در مناطقی با تراکم جمعیت شهری بالا، آواربرداری از بناهای مخروبه برای ایجاد فضاهای باز و پارک‌ها گرچه پرهزینه است اما خطرات آینده را کاهش می‌دهد و فضاهایی برای تخلیه‌ی اضطراری مجروحان فراهم می‌آورد که در عین حال می‌توانند به‌عنوان اماکن آماده برای برپایی سرپناه‌های اضطراری استفاده شوند.

در دو دهه‌ی گذشته چندین مدل برای میزان آسیب‌پذیری بافت برای جهت دادن به تصمیمات جوامع به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله ارائه شده است. کوا[۳] برای تهیه‌ی یک نقشه‌ی آسیب‌پذیری از (GIS) استفاده کرد و در مدل خود از اطلاعاتی مانند توپوگرافی و محل گسل‌های منطقه، محل تأسیسات زیربنایی حساس و پراکنش جمعیت برای مدل‌سازی آسیب‌پذیری بهره جست. [۱۵] گیووینازی[۴] در پژوهش خود ابتدا به بررسی مدل‌های مختلف آسیب‌پذیری از جمله مدل (RISK-UK) و سناریوهای مختلف آسیب‌پذیر پرداخته و سپس با استفاده از این مدل ارزیابی آسیب‌پذیری منطقه‌ی لیگوریا[۵] در ایتالیا را بررسی نموده و سناریوهای آسیب را انجام داده است. [۱۶] راشد[۶] برای مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله، شاخص‌هایی مانند حداقل عملکرد پل‌ها، خدمات فوریت پزشکی، بیمارستان‌ها، بزرگراه‌ها و غیره را انتخاب و با روش (AHP) و نرم‌افزار (GIS) مدل‌سازی کرده است. [۱۷] احدنژاد با استفاده از دو مدل (RISK-UE) و (AHP) آسیب‌پذیری شهر زنجان را در برابر زلزله، مدل‌سازی نموده و در نهایت با ارائه‌ی سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف و با استفاده از مدل‌های موجود در زمینه‌ی تخمین خسارات، به ارزیابی خسارات انسانی و اقتصادی و اجتماعی شهر زنجان پرداخت. [۱۸] توکلی با بررسی ساختمان‌های مختلف شهرهای رودبار و منجیل، به بررسی آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر زلزله براساس شتاب بیشینه‌ی زمین و شتاب مبنای زمین پرداخته و ساختمان‌ها را به سه دسته‌ی مهندسی ساز، نیمه مهندسی ساز و غیرمهندسی تقسیم نموده است. [۱۹] با این وجود مدل‌سازی ساختمان‌های یک شبکه‌ی ارتباطی با روش این مقاله تاکنون در ایران صورت نگرفته و این بحث، مطالعه‌ای جدید در این زمینه در کشور است.

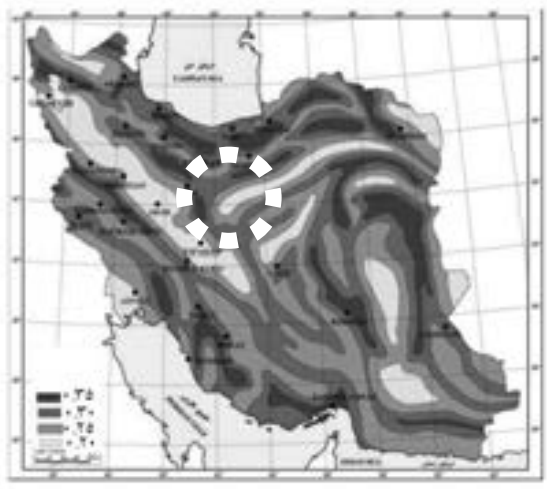
منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح
۱	پهنه با خطر نسبی زیاد	./۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	./۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	./۲۵
۴	پهنه با نسبی کم	./۲۰

جدول شماره‌ی ۲: شتاب مبنای طرح در مناطق مختلف ایران، [۲۰]

Archive of SID
www.SID.ir

روش تحقیق و شیوه‌ی نتیجه‌گیری

این مقاله به بررسی کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در شبکه‌های ارتباطی شهر تهران، نمونه مطالعاتی میدان ولی‌عصر (عج) تا میدان تجریش می‌پردازد. این تحقیق به روش مدل‌سازی عددی و داده‌های شهرسازی و سازه‌ای به روش پیمایشی انجام پذیرفت. همچنین بررسی منابع کتابخانه‌ای، مقالات و غیره بخش دیگری از روش این مطالعه است. نقشه‌ها و تصاویر مناطق مورد مطالعه نیز به وسیله نگارندگان تهیه گردید. پارامتر اصلی مورد مطالعه در این مقاله، شتاب افقی بیشینه زمین است. در ادامه به‌منظور تبیین روش تحقیق، کم و کیف روش مورد استفاده به اختصار مطرح می‌گردد. شتاب مبنای طرح به نسبت میزان زلزله‌خیزی مناطق مختلف توسط وزارت مسکن و شهرسازی محاسبه شده است (نقشه‌ی شماره‌ی ۱). بر این مبنا این شتاب به ۴ دسته تقسیم شده است (جدول شماره‌ی ۲). با توجه به قرارگیری شهر تهران در پهنه‌ی با خطر نسبی بسیار زیاد، بنابراین شتاب مبنای طرح در این مطالعه عدد ۳۵/. فرض خواهد شد.



نقشه‌ی شماره‌ی ۱: پهنه‌بندی کشور براساس شتاب مبنای طرح، [۲۰]

(PGA) از معیارهای مهم در طراحی و علت اصلی آسیب‌ها در هنگام زلزله بوده که براساس ضریبی از g شتاب جاذبه و بر حسب cm/s^2 سنجیده می‌شود. [۲۱] جعفری و همکاران در مطالعه‌ای شتاب بیشینه‌ی شهر تهران را از ۰،۴ تا ۰،۶۵ محاسبه نمودند. [۲۲] همچنین کمالیان و همکاران این عدد را برای شهر قم ۰،۳ تا ۰،۶۵ اعلام کردند. [۲۳]

بنابراین با توجه به عدد ذکر شده می‌توان مدل پیشنهادی زیر را ارائه نمود (نمودار شماره‌ی ۱) که در آن متغیرها برابرند

با رابطه‌ی (۱-۱):

$$\frac{b}{a} = 0/35$$

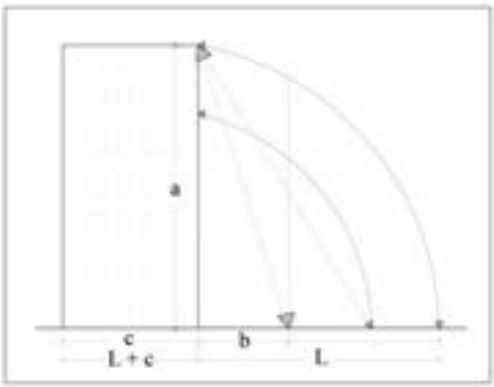
عرض ساختمان مورد نظر: c

بیشترین فاصله‌ی پرتاب مصالح ساختمان: a

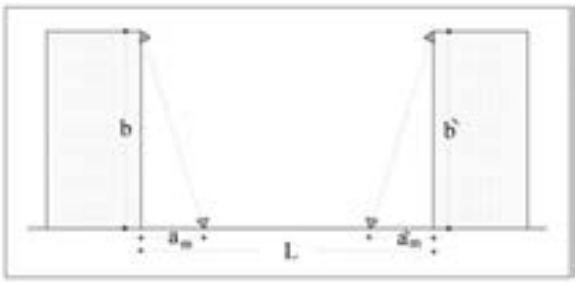
طول پیاده‌رو و خیابان: L

ارتفاع ساختمان مورد نظر: b

با توجه به محاسبات فوق می‌توان مدل توسعه یافته‌ی زیر را ارائه نمود (نمودار شماره‌ی ۲). در این مدل می‌توان فاصله‌ی انباشت مصالح تخریبی از ساختمان‌ها را در دو طرف یک خیابان فرضی محاسبه نمود. در این نمودار روابط زیر حاکم است:



نمودار شماره‌ی ۱: مدل نمونه گرافیکی پرتاب مصالح



نمودار شماره‌ی ۲: مدل محاسبه‌ی انباشت مصالح ناشی از تخریب زلزله در دو طرف یک خیابان

رابطه‌ی (۲-۲)

$$\begin{cases} 1)\ am + a`m > L \\ 2)\ am + a`m = L \\ 3)\ am + a`m < L \end{cases}$$

اگر حالت ۱ رخ دهد، به این معنی خواهد بود که در هنگام تخریب ساختمان در خلال زلزله‌ی فرضی، شبکه‌ی ارتباطی مورد نظر کاملاً مسدود شده و امکان امدادرسانی و استفاده از این معبر غیرممکن خواهد بود. این حالت بدترین حالت ممکن خواهد بود. در صورتی که حالت ۲ اتفاق بیفتد نیز معبر مورد نظر امکان مسدود شدن در زلزله‌های با بزرگای زیاد را خواهد داشت.

این حالت نیز نامناسب و به دور از شرایط مناسب مورد نظر طراحان است. اما اگر حالت ۳ رخ دهد، امکان کمک‌رسانی از معبر مورد نظر طی شرایطی برقرار خواهد بود. بدین معنی که جمع a و a` باید به نحوی باشد که امکان عبور وسایل نقلیه‌ی امدادی وجود داشته باشد. بنابراین برای سنجش عرض باقی‌مانده‌ی مفید پس از تخریب معبر، میزان سازگاری از طیف‌های: ۱. بسیار مناسب (۹،۵ متر به بالا) ۲. نسبتاً مناسب (۷،۵ تا ۹،۵ متر) ۳. مناسب (۶،۵ تا ۷،۵ متر) ۴. نسبتاً نامناسب (۵،۵ تا ۶،۵) ۵. کاملاً نامناسب (۵،۵

Archive of SID
www.SID.ir

متر به پایین) سنجیده می‌شود. با این شرایط این مطالعه با بررسی میدانی طول خیابان ولی‌عصر (عج) تهران، از میدان ولی‌عصر (عج) تا چهارراه پارک‌وی، و مکان‌یابی نقاط بحرانی به محاسبه‌ی این عدد می‌پردازد.

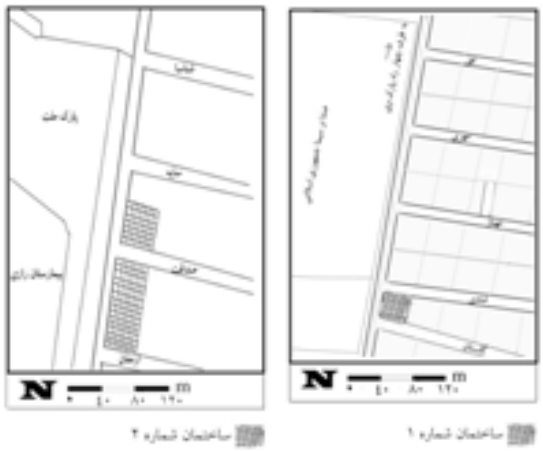
بررسی منطقه‌ی مورد مطالعه

تهران بزرگ در حد فاصل طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲ دقیقه‌ی شرقی تا ۵۱ درجه و ۳۶ دقیقه‌ی شرقی به طول تقریبی ۵۰ کیلومتر مربع و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه‌ی شمالی تا ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقه‌ی شمالی به عرض تقریبی ۳۰ کیلومتر، و با مساحت ۷۳۰ کیلومتر مربع، در قالب ۲۲ منطقه و ۱۱۲ ناحیه، در شمال کشور و در جنوب دامنه‌ی البرز گسترده شده است. [۲۴] منطقه‌ی مورد مطالعه‌ی این مقاله، گستره‌ی خیابان ولی‌عصر (عج) تهران از میدان ولی‌عصر (عج) تا چهارراه پارک‌وی است. این محدوده به ترتیب در منطقه‌ی ۶ و ۳ تهران بزرگ قرار گرفته است (نقشه‌ی شماره‌ی ۲).

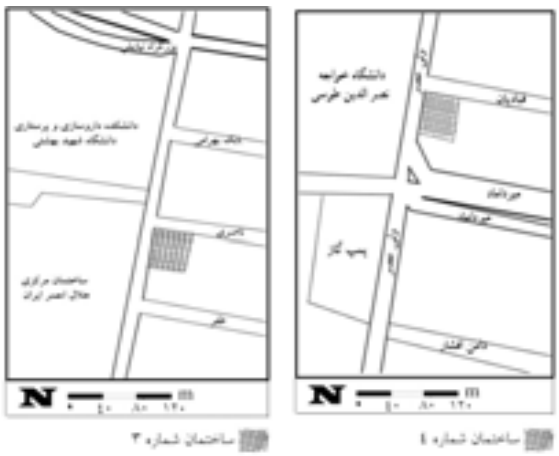
منطقه‌ی شش شهرداری تهران با حدود ۲۲۰ هزار نفر جمعیت، معادل ۳/۶ جمعیت شهر و با ۲۰ کیلومتر مربع مساحت (معادل ۳ درصد مساحت شهر) از مهم‌ترین مناطق شهر تهران به‌شمار می‌آید. وجود کاربری‌های مهمی نظیر وزارتخانه‌ها، سفارتخانه‌ها، مؤسسات آموزش عالی، مراکز درمانی و بیمارستان‌های عمومی و غیره نشان‌دهنده‌ی اهمیت شهری و کشوری این منطقه است. [۴] منطقه‌ی ۳ شهرداری تهران نیز با مساحتی بالغ بر ۳ هزار هکتار و جمعیت هزار نفر با ۶ ناحیه و ۱۱ محله در پهنه‌ی شمال شرقی شهر تهران واقع شده است و یکی از بزرگ‌ترین مناطق شهری تهران است.

خیابان ولی‌عصر (عج) نام طولانی‌ترین خیابان شهر تهران و همچنین طولانی‌ترین خیابان خاورمیانه است که در سال‌های اول حکومت رضاشاه ساخته شد. طول آن ۱۸/۶ کیلومتر است که از میدان راه‌آهن تهران شروع و به میدان تجریش در منطقه‌ی شمیرانات ختم می‌شود. [۲۵] این خیابان دارای پیاده‌رو، جوی بزرگ آب و حدود یازده هزارچنار در دو طرف خود است. محدوده‌ی مورد مطالعه‌ی این تحقیق از میدان ولی‌عصر (عج) تا چهارراه پارک‌وی است.

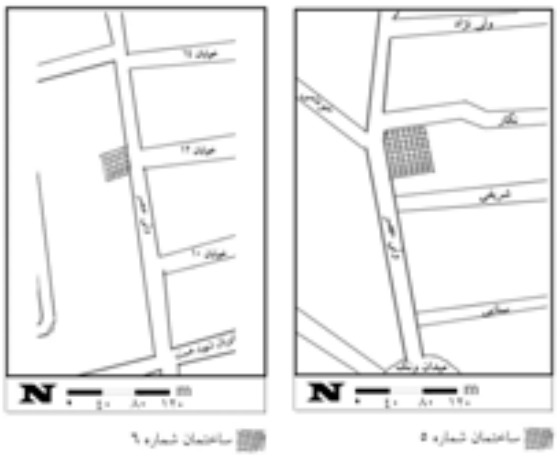
نقشه‌ی شماره‌ی ۲: تهران بزرگ و منطقه‌ی مورد مطالعه، [۲۴]



نقشه‌ی شماره‌ی ۳: منطقه‌ی بحرانی ۱ و ۲



نقشه‌ی شماره‌ی ۴: منطقه‌ی بحرانی ۳ و ۴



نقشه‌ی شماره‌ی ۵: منطقه‌ی بحرانی ۵ و ۶

تحلیل داده‌ها:

با بررسی این نقاط و تحلیل داده‌های شهرسازی و معماری ساختمان‌های آن، مشخص شد که در ۸ نقطه از مسیر انتخاب‌شده عرض معبر با ارتفاع ساختمان رو به آن تناسب نداشته و امکان آسیب پذیری این نقاط در هنگام وقوع زلزله بسیار بالا است. نقشه‌های نقاط بحرانی منطقه با توجه به ارتفاع ساختمان‌ها و عرض خیابان در قالب ۷ منطقه‌ی بحرانی، ارائه شده است

www.SID.ir

(نقشه‌ی ۳، ۴ و ۵). این نقشه‌ها در مطالعات میدانی نگارندگان، با مکان‌یابی تمامی ساختمان‌های ۵ طبقه و بیشتر و کمینه‌های عرض خیابان تهیه گردید.

در منطقه‌ی بحرانی ۱، ساختمانی به ارتفاع ۳۶ متر، تخریبی در حدود ۱۲،۲۵ متر خواهد داشت. و معبری به عرض ۸،۱۵ متر بدون انباشت مصالح باقی خواهد ماند. بنابراین این معبر می‌تواند پاسخ‌گوی شرایط اضطراری باشد. در منطقه‌ی بحرانی ۲، ساختمانی به طول ۴۴ متر، تخریبی در حدود ۱۵،۵ خواهد داشت که با توجه به عرض معبر ۳،۵ باقی‌مانده، این معبر عملاً توانایی ارائه خدمات به امدادرسانی پس از واقعه را نخواهد داشت (نمودار۱).

رابطه (۱-۶) نمودار شماره ۱

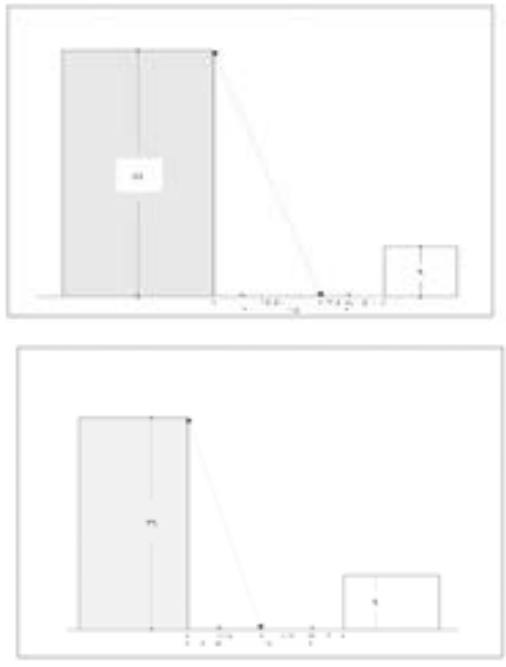
$25 > 18.65 \qquad L > a + a'$

$L-(a-c)=6.35$ و $15.5+3.16=18.65$

رابطه (۲-۶) نمودار شماره ۲

$25 > 15.41 \quad L > a + a'$

$L-(a-c)=9.59$ و $12.25+3.16=15.41$



نمودار شماره‌ی ۳: منطقه‌ی بحرانی ۱ (بالا) شماره ۲ (پایین)

منطقه‌ی بحرانی ۳، با داشتن ساختمانی به طول ۵۶ متر، و عرض معبر پیاده ۹ متری (فاصله‌ی بنا تا لب خیابان)، تخریب مصالح ۱۹،۹۵ متری داشته و کاملاً سطح خیابان را مسدود خواهد نمود. این معبر قطعاً توانایی ارائه‌ی خدمات به امدادرسانی پس از واقعه را نخواهد داشت. منطقه‌ی بحرانی ۴، ساختمان ۸۳ متری لب معبر، با ۹ متر فاصله از لبه، حدود ۲۶،۵ متر است. این معبر نیز در صورت وقوع زلزله کاملاً مسدود خواهد شد (نمودار۳).

رابطه‌ی (۳-۶) نمودار شماره‌ی ۳

$25 > 23.11 \qquad L > a + a'$

$19.95+3.16=15.41$

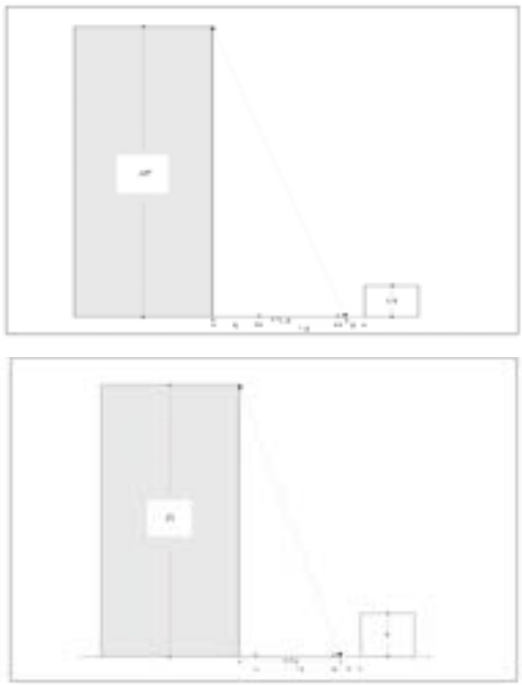
$L-(a-c)=-2.5$

رابطه‌ی (۴-۶) نمودار شماره‌ی ۴

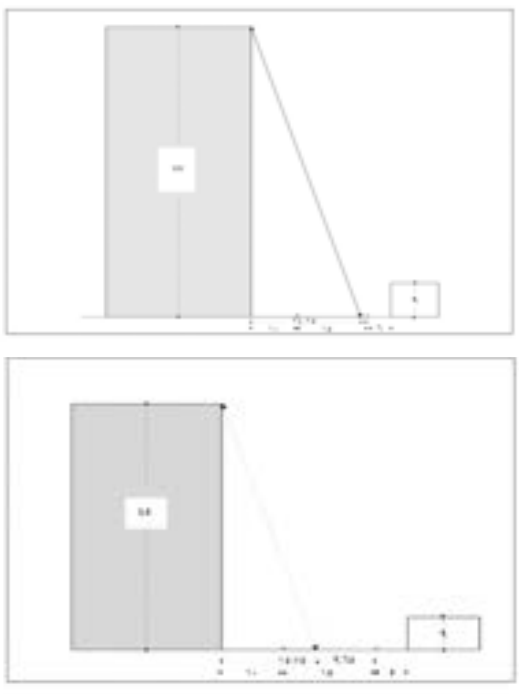
$30.7 > 29 \qquad L < a + a'$

$26.5+4.2=15.41$

$L-(a-c)=-1.60$



نمودار شماره‌ی ۴: ساختمان شماره‌ی ۳ (بالا)، شماره‌ی ۴ (پایین)



نمودار شماره‌ی۵: ساختمان شماره‌ی ۵ (بالا) شماره‌ی ۶ (پایین)

www.SID.ir

نام ساختمان	ارتفاع (m)	مصالح نما	سازه‌ی اصلی	عرض باقی مانده‌ی معبر	ارزیابی	نام ساختمان	ارتفاع (m)	مصالح نما	سازه اصلی	عرض باقی مانده‌ی معبر	ارزیابی
ساختمان شماره‌ی ۱	۳۶	سنگ پلاک	فلزی	۸,۱۵	نسبتاً مناسب	ساختمان شماره‌ی ۹	۳۱	کامپوزیت	بتنی	۱۹,۱۵	کاملاً مناسب
ساختمان شماره‌ی ۲	۴۴	کامپوزیت	فلزی	۳,۵	کاملاً نامناسب	ساختمان شماره‌ی ۱۰	۳۳	کامپوزیت	بتنی	۱۵,۴۵	کاملاً مناسب
ساختمان شماره‌ی ۳	۵۶	سنگ پلاک	فلزی	۰	کاملاً نامناسب	ساختمان شماره‌ی ۱۱	۴۶	کامپوزیت	بتنی	۵,۴۴	کاملاً نامناسب
ساختمان شماره‌ی ۴	۸۳	کامپوزیت	فلزی	۰	کاملاً نامناسب	ساختمان شماره‌ی ۱۲	۳۷	آجرنما	فلزی	۶,۴۲	نسبتاً مناسب
ساختمان شماره‌ی ۵	۷۷	کامپوزیت	بتنی	۰,۵	کاملاً نامناسب	ساختمان شماره‌ی ۱۳	۲۷	سنگ پلاک	بتنی	۶,۸۸	نسبتاً مناسب
ساختمان شماره‌ی ۶	۴۵	کامپوزیت	فلزی	۹,۶۵	کاملاً مناسب	ساختمان شماره‌ی ۱۴	۳۰	سنگ پلاک	فلزی	۷,۵	مناسب
ساختمان شماره‌ی ۷	۲۴	کامپوزیت	فلزی	۱۱,۶	کاملاً مناسب	ساختمان شماره‌ی ۱۵	۳۴	کامپوزیت	فلزی	۶,۱	نسبتاً مناسب
ساختمان شماره‌ی ۸	۳۶	آجرنما	بتنی	۲۳,۴	کاملاً مناسب	ساختمان شماره‌ی ۱۶	۲۸	آجرنما	بتنی	۷,۲	نسبتاً مناسب

جدول شماره‌ی ۳: ارزیابی آسیب‌پذیری خیابان ولی‌عصر (عج)

در منطقه‌ی بحرانی ۵، ساختمان با ۷۷ متر ارتفاع، ۲۴,۲۵ متر تخریب مصالح خواهد داشت. این ساختمان ۱۰ متر از لبه‌ی خیابان فاصله دارد. اما باز هم تقریباً کل معبر مسدود خواهد شد. منطقه‌ی بحرانی ۶، ساختمان با ارتفاع ۴۵ مترو فاصله ۱۰ متری از لبه‌ی خیابان، حدود ۱۵,۷۵ متر تخریب مصالح خواهد داشت. با این حال معبری به عرض ۹,۶۵ متر طول در این خیابان باقی خواهد ماند که برای عبور وسایل امدادی و اورژانسی نسبتاً مناسب خواهد بود (نمودار شماره‌ی ۴).

رابطه‌ی (۵-۶) نمودار شماره‌ی ۵

$L > a + a'$

$31 > 27.41$

$24.25 + 3.16 = 27.41$

$L - (a - c) = 2.59$

رابطه (۶-۶) نمودار شماره ۶

$30 > 18.91 \quad L > a + a'$

$15.75 + 3.16 = 18.91$

$L - (a - c) = 6.35$

در مجموع می‌توان اذعان نمود که خیابان ولی‌عصر (عج) تهران (از میدان ولی‌عصر (عج) تا چهارراه پارک‌وی) متأسفانه فاقد استانداردهای لازم در طراحی بوده و ساخت و سازهای غیراصولی و همچنین عدم توجه به تناسبات عرض به ارتفاع را می‌توان مشاهده نمود. در این میان، به‌جز ساختمان شماره‌ی ۱ و ۶، تمامی ساختمان‌های مورد بررسی نامناسب هستند (جدول شماره‌ی ۳). حدود ۳۰ درصد ساختمان‌های بررسی‌شده در این مطالعه، کاملاً نامناسب، ۲۹ درصد نسبتاً مناسب، ۰,۰۶ درصد مناسب و ۳۰ درصد کاملاً مناسب است.

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه‌گیری

تهران به‌عنوان یکی از شهرهای مهم ایران به واسطه‌ی قرار گرفتن چندین گسل فعال در اطراف و درون آن از ریسک بالایی در برابر خطر زلزله برخوردار است، بر این اساس بررسی‌های مربوط به آسیب‌پذیری لرزه‌ای این شهر یکی از ضروریات مدیریت شهری تهران است. تاکنون مدل‌های زیادی جهت تحلیل و ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله ارائه شده است و تحقیقات مختلفی نیز چه در داخل و چه در خارج از کشور صورت گرفته است. بررسی‌های داخلی تاکنون در پهنه‌های کوچک قرار نگرفته و بیشتر به بررسی مناطق و یا کل شهر تهران پرداخته‌اند. باید دانست که زلزله یک پدیده‌ی چند وجهی یا چند بعدی است و برخلاف آنچه که غالباً در کشور ما مشاهده می‌شود صرفاً به مقاوم‌سازی (آن هم اجرای ناقص آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰) محدود نمی‌شود. با وجود این‌که نقش برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای به دلیل ماهیت، گستردگی و نیز ارتباط کاری در کاهش تلفات ناشی از زلزله به نوبه‌ی خود بسیار اساسی و در عین حال پایدار است متأسفانه باید گفت که در اغلب کشورهای در حال توسعه از قابلیت‌ها و ظرفیت‌های این دانش در کلیه‌ی سطوح شهری، منطقه‌ای و ملی غفلت می‌شود. همچنین شریان‌های ارتباطی که از مهم‌ترین فاکتورهای کاهش آسیب‌پذیری شهرهای سانحه‌دیده در برابر زلزله است، به‌صورت تخصصی مورد مطالعه قرار نگرفته است.

خیابان ولی‌عصر (عج) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شریان‌های شهری تهران، و طولانی‌ترین خیابان خاورمیانه در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق بیانگر این بود که متأسفانه این خیابان از بدو تأسیس تا به امروز شاهد ساخت و سازهای بی‌توجه به آیین‌نامه‌های پس از زلزله در مقیاس معماری و شهرسازی بوده است. بررسی‌های صورت گرفته در این مقاله نشان داد که بیش از ۳۰ درصد ساختمان‌های بلندمرتبه‌ی ارزیابی‌شده، بدون در نظر گرفته شدن تناسبات استاندارد و آیین‌نامه‌های زلزله و بی‌توجه به مدیریت بحران طراحی شده‌اند. در این راستا این مقاله پیشنهادات طراحی را در سه حوزه اصلی ارائه می‌نماید:

طراحی و ساخت دسترسی‌های کمکی: با توجه به بررسی نقاط بحرانی منطقه‌ی مورد مطالعه، و ویژگی‌های اقتصادی و انسانی آن، تخریب ساختمان‌های موجود امری نامعقول است. بنابراین با تعبیه‌ی دسترسی‌های کمکی در جوار مناطق پرخطر می‌توان از آسیب‌پذیری ناشی از زلزله کاست و به امداد بعد از بحران افزود. این دسترسی‌ها می‌تواند با تملک دولتی و تخریب ساختمان‌های بافت قدیمی و فرسوده اطراف ساختمان‌های بلندمرتبه و ایجاد دسترسی‌ها و شریان‌های فرعی کمکی با رعایت تمامی ضوابط و آیین‌نامه‌های زلزله طراحی و اجرا گردد.

جلوگیری از بلندمرتبه‌سازی و توجه به حریم‌ها: بزرگ‌ترین مشکل موجود در خیابان ولی‌عصر (عج) تهران، ساخت و سازهای بلندمرتبه و عدم توجه به حریم‌های ایمنی شریان‌های ارتباطی است. برای جلوگیری از افزایش تعداد مناطق بحرانی جدید، ساخت و سازهای بلندمرتبه یا باید به مناطق حاشیه‌ای شریان‌ها انتقال یابد و یا ساخت آن‌ها با رعایت حریم‌های ایمنی صورت گیرد. این مهم در ساخت و سازهای منطقه‌ی مورد مطالعه تا حدی رعایت شده اما حریم‌های رعایت شده، بسیار کمتر از استانداردهای ملی و جهانی است.

توجه به مدیریت شهری و کنترل فرآیند صدور جواز ساختمانی: نقش و اهمیت مدیریت شهری در کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله در محافل علمی بارها مورد تأکید قرار گرفته است. در این بین نقش مجوزهای ساخت و ساز بسیار پررنگ است. باز تعریف فرآیند صدور جواز ساختمانی در تمامی شهرها و کلان‌شهرهای کشور، به‌ویژه مناطق زلزله‌خیز با خطر بسیار بالا امری بسیار ضروری است. صدور جواز ساخت بایستی منوط به رعایت تمامی استانداردهای زلزله در مقیاس معماری و شهرسازی گردد. توجه بیشتر به حریم‌های شهری نیز بایستی در دستور کار شهرداری‌ها و سازمان‌های ذی‌صلاح قرار گیرد.

پی‌نوشت

1. Kreimer
2. Perlov
3. Cova
4. Giovinazzi
5. Liguira
6. Rashed

منابع و مآخذ

1. Nakabayashi, itsuki "Urban Planning Based on Disater Risk Assessment", In Disaster Management in Metropolitan Areas for the 21st Century, Proceedings of the IDNDR Aichi /Nagoya International Conference, Nagoya, Japan, 1994, 225-239.

۲. حبیبی و همکاران، "تعیین عوامل ساختمانی مؤثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از GIS و FUZZY LOGIC"، هنرهای زیبا، شماره ۲۲، ۱۳۸۷، ص ۳۶-۲۷

3. NicholsJohn M. "A major urban earthquake: planning for Armaged-don", Landscape and Urban Planning, Volume 73,Issues 2-3, 15 October, 2005, Pp. 136-154.

۴. شیعه، اسماعیل، "بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) و GIS مطالعه موردی منطقه ۶ شهرداری تهران"، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافی‌دانان جهان اسلام، ۱۳۸۹، ص ۵-۱۴.

5. UNDP, reducing disaster Risk, A challenge for Development, 2004.

6. Kreimer, A. Arnold ,A and Carlin ,A, "Building safer cities, The future of disaster risk", World bank. Disaster risk management series,2003, Vol.3

7. Fluchte Winfried, Tokyo Before the Next Earthquake:Agglomeration-Related Risks Town Planning and Disaster Prevention, TPR, 2003, 74 (2),PP213-238.

8. Song Jeanhwa and Nishimura Yukio, Urban Open-Space for a Sustainable City: Application to the Tokyo Area, Department of Urban Engineering Graduate School of Engineering, University Tokyo, 2005

۹. تشکر، زهرا، بلایای طبیعی در کمین شهرها: تا چه حد شهرهای ما ایمن هستند؟ مجله‌ی تخصصی شهرداری‌ها، شماره ۵، ۱۳۸۷، ص۵-۱۳.

۱۰. پورکرمانی، محسن، "زمین‌ریخت شناسی و ریخت زمین ساخت دره رودخانه لردگان در میان تاقدیس بادامستان"، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۹ و ۵۰، ۱۳۷۷، ص ۱۷۵-۱۸۱.

۱۱. زریونی، محمدرضا، آیین‌نامه طراحی راه‌های شهری: بخش ۱، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۷۴، تهران.

12. Banergee Tridib, EarthquakeUrban Scale Vulnerability and City Design

Archive of SID
www.SID.ir

Some Observation, University of Southern California, Los Angles, 1980.
۱۳. زبردست، اسفندیار، "مکان‌یابی مراکز امدادرسانی (در شرایط وقوع زلزله) با استفاده از GIS و روش ارزیابی چند معیاری AHP"، هنرهای زیبا، شماره ۲۱، ۱۳۸۱، ص ۵ – ۱۶.
14. Perloff, Harvey S, The Quality of the Urban Environment, Published Resources for Future, (in paper"Open Space as a Newurban Resources" Marion Clawson), Inc, Johns Hopkins Press, Baltimore and London, 1981.
15. Cova,T. j, "GIS in emergency management". Geographic Information Systems: Principle Techniques, 2005, Pp. 845–858.
16. Giovinazzi, S Lagomarsino, S &Pampanin, S, Vulnerability Methods and Damage Scenario for Seismic Ris; Analysis as Support to Retrofit Strategies: a European Perspective, NZSEE Conference, 2005
17. Rashed, K and Weeks, J, Assessing to earthquake hazards through spatial international Gournal of Geographic Information Science multi criteria analysis of urban areas. Vol 17, 2005, Pp: 547–576.
۱۸. احد نژاد، محسن، مدل‌سازی آسیب پذیری شهرها در برابر مطالعه موردی شهر زنجان، رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری به راهنمایی مهدی قرخلو، دانشگاه تهران، ۱۳۸۸.
19. Tavakoli, B &Tavakoli, S, "Estimating the Vulnerability and Loss functions of Residential Buildings" Journal of the international society for the Presentational Mitigation of Natural Hazard, 1993.
۲۰. آیین‌نامه ۲۸۰۰، طراحی ساختمان در برابر زلزله، آیین کار، ۱۳۹۰.
۲۱. قدرتی امیری، غلامرضا، "تحلیل خطر پذیری سازه‌ها در برابر زلزله"، پلی کپی دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۶.
۲۲. جعفری، محمد کاظم؛ رزمخوا، آرش؛ پورآذین، خشایار؛ کشاورز، بخشایش؛ سهرابی، عبدالله، ریزپهنه بندی لرزه‌ای شمال تهران از دیدگاه ساختگاه، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ۱۳۸۱.
۲۳. کمالیان، محسن؛ جعفری، محمد کاظم؛ عسگری، فرج الله؛ شفیعی، علی؛ سهرابی، عبدالله؛ مهدوی فر، محمدرضا؛ کشاورز بخشایش، محمد؛ آزادی، اصغر؛ قائمقامیان، محمدرضا، مطالعات ریزپهنه بندی ژئوتکنیک لرزه‌ای شهر قم، شهرداری قم، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ۱۳۸۴.
24. Japan International Cooperation Agency (JICA), Micro Zoning Project of the Great Tehran, 2001.
25. www.tehran.ir

Archive of SID
www.SID.ir