

آسیب پذیری بافت تاریخی شهر یزد در برابر زلزله

مهندس حسین کلانتری خلیل آباد

عضوهیات علمی جهاددانشگاهی ودانشجوی دکتری برنامه ریزی شهری دانشگاه تهران

دکتر حسین حاتمی نژاد

عضوهیات علمی دانشگاه تهران

مهندس عارف آقاصفیری

عضوهیات علمی جهاددانشگاهی ودانشجوی دکتری برنامه ریزی شهری دانشگاه تهران

چکیده

در بافت تاریخی شهر یزد بخش اعظم ساختمانها دارای مقاومت کافی در برابر زلزله نبوده و ضوابط مقررات و معیارهای لازم در طراحی آنها رعایت نشده است. اغلب این ساختمانها قدیمی بوده و برخی از آنها نیز نوسازی نشده اند. وقوع زلزله باعث وارد آمدن آسیبهای جدی و جبران ناپذیر به ساختمانها، تأسیسات، تجهیزات، منابع طبیعی، نظم اجتماعی، میراث تاریخی و فرهنگی، فعالیتها، اشتغال و درآمد سازمانها و دستگاههای اجرایی، سیستم حمل و نقل و کارکردهای تجاری در مسانی، بهداشتی، آموزشی، مذهبی و... شده و بحران ایجاد خواهد کرد. برای مدیریت بحران اقداماتی قبل از بحران، در آغاز بحران، حین بحران و پس از بحران لازم است، اجرا شود. **واژگان کلیدی:** بافت تاریخی، زلزله، بحران، آسیب پذیری، یزد

مقدمه

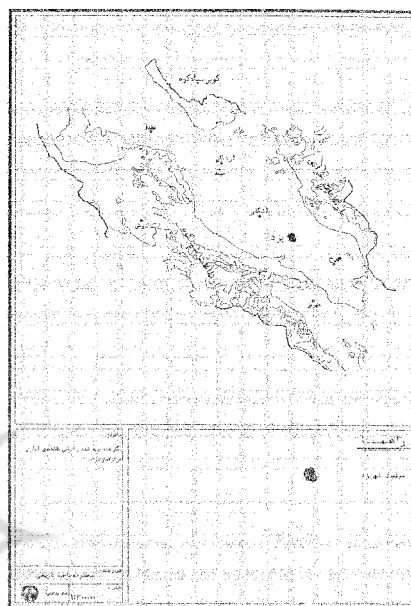
بافت تاریخی شهرها که مورد بی مهری قرار گرفته، روزگاری محیطی امن توأم با آسایش و رفاه برای مردمی بود که سالیان متمادی در آن زندگی کرده و با توجه به فرهنگ، معیشت و تکنولوژی آن دوران جوایبگویی نیازهای اساسی آنها بوده و از یک نظم ارگانیک برخوردار بوده است. این بافتها علاوه بر دارا بودن آثار و بناهای فرهنگی - تاریخی، محل سکونت و معیشت میلیونها نفر از شهروندان هستند که در مقابل سوانح و پدیدههای طبیعی به خصوص زلزله ناپایدار و آسیب پذیرند. به نحوی که تقریباً تمامی بافتهای تاریخی کشور در معرض پدیدههای گوناگون طبیعی قرار دارند (تیموری، سال ۱۳۸۳، ص ۱۸). از ۱۵۳ زلزله ویرانگر طی سالهای ۱۲۷۱ تا ۱۳۶۸ هجری شمسی تعداد ۲۷ مورد (۱۷/۶ درصد) در ایران رخ داده است. رشد جمعیت، دگرگونی ساختار معیشت، توسعه شهرها و روستاها زمینههای آسیب پذیری و خسارات ناشی از بروز زلزله را گسترده نموده است. (هادی زاده کاخکی، ۱۳۸۴، ص ۱۷). بطوری که ۹۷ درصد شهرهای کشور در معرض خطر نسبی زلزله قرار دارند (تیموری، ۱۳۸۳، ص ۱۸). در میان شهرهای ایران بافت تاریخی شهر یزد هرچند در مسیر دگرگونیهای تاریخ حیات خود از انسجام کالبدی و عملکردی تبعیت نموده است ولی از خطر زلزله در امان نیست. هر چند شهر یزد در محدوده با خطر نسبی کم واقع شده است ولی باید گفت اندرکنش حرکات زمین با

محیطهای ساختمانی و تأسیسات شهری موجب خسارات و تلفات می گردد. بنابراین مطالعه آسیب پذیری در برابر وقوع سوانح طبیعی به خصوص زلزله احتمالی و در نهایت کنترل محیطهای ساختمانی و شریانهای حیاتی ضروری است. روشهای متعددی جهت ارزیابی آسیب پذیری و مقاومت ساختمانها در برابر زلزله وجود دارد. در این مقاله با استفاده از روش ارزیابی کیفی به صورت بازدید میدانی و مطالعه اسناد و مدارک به مطالعه پرداخته شده است، نتایج این تحقیق نشان می دهد که با توجه به بافت فرسوده، شبکه ارتباطی ضعیف و تأسیسات زیربنایی فرسوده و ناپایدار در برابر بحران زلزله، نبود دانش و تجربه کافی جهت مقاوم سازی شهر و ابنیه در الگوهای ساخت و ساز سنتی باید راهبردهایی برای کاهش تأثیر زمین لرزه در بافت تاریخی شهر یزد ارائه نمود. هرچند به نظر ممکن نیست ولی با مدیریت و برنامه ریزی صحیح می توان به درستی به آن پرداخت.

۱ - طرح مسئله

بافت تاریخی شهر یزد از خانههای یک یا دو طبقه که بصورت متراکم در کنار یکدیگر ساخته شده تشکیل شده است. این خانهها که از دو طرف چسبیده به خانههای مجاور هستند توسط کوچههای باریک به خیابانهای متصل هستند که بطور عمده با هیچ کدام از استانداردهای شهری سازگار نیستند. همان خانهها نیز غالباً مطابق با استانداردهای فنی نبوده و صد البته ایستایی لازم را در برابر زلزله ندارند. خیابانها و شبکه معابر هم دارای عملکرد مناسبی نیستند. تأسیسات زیربنایی شهر نیز دارای مشکلات عدیده است، شبکه فاضلاب شهری پیش بینی نشده و هزار مشکل و مسئله دیگر که هر چند در نگاه اول ممکن است با مشکل مسکن متفاوت باشند اما در واقع مشکلات همان بافت شهری هستند و علت وجودی آنها بطور عمده ناشی از ناهماهنگی و عدم تطابق بافت شهری موجود با نیازهای امروزی انسان شهرنشین در آستانه قرن بیست و یکم است که بحران خاموشی را در بافت تاریخی بوجود آورده است و تنها یک زلزله، کافی است تا این بحران خاموش و خفته را شعله ور سازد. شهر یزد در گذشته دور براساس مقتضیات معماری و اقلیم و تا اندازه ای ضروریات اقتصادی - اجتماعی تکوین یافته و به مقاوم سازی آن توجه نشده است. در چند دهه گذشته نیز با افزایش

جمعیت شهرنشین و ورود اتومبیل و همه گیر شدن آن از یک طرف و مهاجرت گسترده روستائیان از طرف دیگر شهر به سرعت و بدون ضابطه و یا طرح و اندیشه معینی گسترش یافته و به شکل امروزی درآمده است و توسعه آن براساس همان بافت قدیمی و تنها با اندک اصلاحاتی که ضرورت استفاده از اتومبیل ایجاب می‌کرد، شکل گرفت.



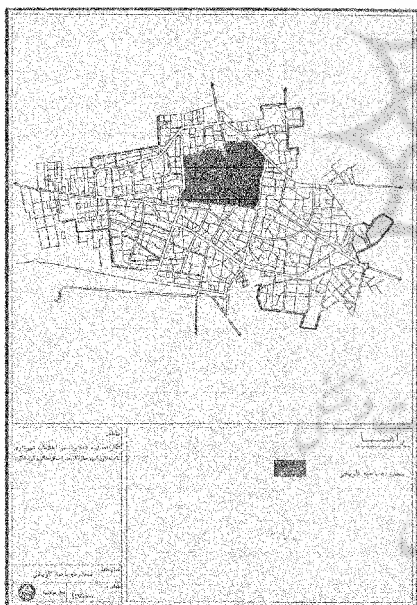
نقشه (۱): موقعیت شهر یزد

حال اگر بافت شهری یزد منطبق با اصول فنی و شهرسازی نبوده و آیین نامه ۲۸۰۰ در خصوص آن رعایت نشده است امر طبیعی است و آنچه در رودبار، منجیل و بم اتفاق افتاده به شکل مشابه می‌تواند برای یزد و سایر شهرهای کشور اتفاق افتد. بنابراین بهسازی و یا تغییر بافت موجود شهر یزد براساس نیازها و شرایط زندگی بشر امروزی و یا حتی انسانهای فردا کاملاً ضروری است. بافت موجود را با تدابیری موضعی می‌توان بهسازی نمود و با سیاست‌گذاری‌های صحیح به سمت مورد نظر هدایت کرد. اما این روش در بسیاری از مناطق مؤثر نبوده و به یک بهسازی اساسی و یا تغییر بافت احتیاج است. در گذشته، معماری بافت براساس نیازهای ساکنین و ویژگیهای فرهنگی طی قرون متمادی شکل گرفته، و پاسخگوی مشکلات زمان خویش بود. اما در حال حاضر که این محدوده دارای جمعیت ۴۶۵۵۳ نفر (مرکز آمار ایران، سال ۱۳۷۵) با ۱۱۲۰۰ واحد مسکونی (کلانتری خلیل آباد، ۱۳۷۸، ص ۱۶۸) است به لحاظ کالبدی فرسوده‌ترین و آسیب پذیرترین بخش شهر محسوب می‌شود. بنابراین مشکل بافت تاریخی و فرسوده شهر یزد، مشکل دامن گیر عموم شهرهای قدیمی کشور است که سالها در پیچ و تاب برنامه‌های اجرا شده به گره‌ای ناگشودنی تبدیل گشته است که با زمین لرزه‌ای بیش از ۶ ریشتر فرو خواهد ریخت. ساماندهی، مرمت و در برخی موارد نوسازی بافت تاریخی شهر یزد و رعایت آیین نامه "مقاوم سازی ساختمان‌ها در برابر زلزله" از اولویتهای درجه اول طرحها و برنامه‌های توسعه شهری این شهر است که

باید رعایت شود. هر چند دولت در سال ۱۳۶۹ براساس آیین نامه "مقاوم سازی ساختمان‌ها در برابر زلزله" شهرداری‌ها را ملزم نمود تا فروردین ماه ۱۳۷۱، برای کلیه ساختمان‌های دارای اهمیت زیاد و متوسط شناسنامه وضعیت مقاومت آنها در برابر زلزله را تهیه کنند (جهانگیر، ۱۳۷۹، ص ۴۵۲-۴۵۱). ولی در بافت تاریخی شهر یزد، این اقدام رعایت نشده است. عدم توجه به مقاوم سازی ساختمان‌ها، کمبود خدمات، امکانات و... باعث شده که محلات بافت تاریخی به عنوان محله‌های ناپایدار در سطح محلات شهر یزد قلمداد شود (حکمت‌نیا و زنگی آبادی، ۱۳۸۳، ص ۳۷).

۲- بافت تاریخی شهر یزد

شهر یزد در ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی در فاصله ۶۷۰ کیلومتری شهر تهران در مسیر تهران - بندرعباس در ارتفاع ۱۲۳۰ متر از سطح دریا در میانه فلات مرکزی ایران قرار گرفته است. (نقشه (۱)) بافت تاریخی شهر بصورت محلات به هم پیوسته در مرکز شهر قرار دارد. (نقشه (۲))



نقشه (۲): محدوده ناحیه تاریخی

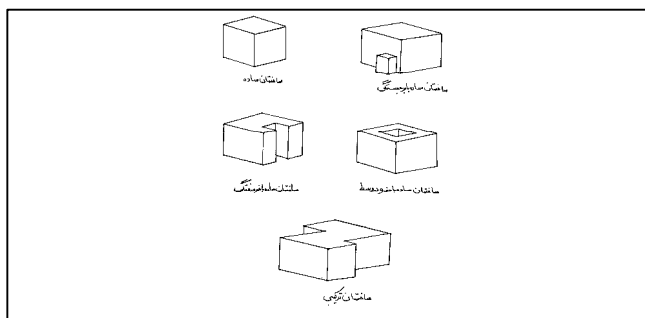
فرم اولیه شهر به دلیل موقعیت استقرار آن و ضرورت‌های تدافعی به صورت قلعه‌ای بوده و گسترش یزد در دوره پیش از اسلام محدود به بافت تاریخی آن نیست بلکه کانونهای عمده زیستی در مسیر ری- کرمان شکل گرفته و یزد نقش مرزبانی مجتمع‌های زیستی را ایفا نموده است. این شهر در دوره آل کاکویه، اتابکان، گورکانیان، صفویه، زندیه، قاجاریه و پهلوی رشد نموده و اوج شکوفایی آن در دوره صفویه و قاجاریه بوده است (نقشه (۳)). بافت تاریخی دارای هفت محله اصلی (فهادان، گودال مصلی، شش بادگیر، گازرگاه، شیخداد، دولت آباد و گنبدسبز) (نقشه (۴)) و چهل و دو زیرمحله است. وجود آثار و ابنیه تاریخی و گذرهای با ارزش در این بافت باعث شده تا سازمان جهانی فرهنگی ملل متحد (یونسکو) یزد را در سال

۳- پیشینه لرزه خیزی منطقه

ایران از لرزه خیزترین کشورهای جهان است و سابقه لرزه خیزی در آن به ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح می‌رسد (مرندی و همکاران، ۱۳۸۲، ص ۱۹). در ایران به طور متوسط هر سال یک زلزله به بزرگی ۶ ریشتر و هر ۱۰ سال یک زلزله به بزرگی ۷ درجه در مقیاس ریشتر رخ می‌دهد (علیدوستی، ۱۳۷۱، ص ۵۰). طی نود سال گذشته در سراسر کشور ایران، بیش از بیست زمین لرزه بزرگ و فاجعه ساز رخ داده که هر یک شدتی بالای شش ریشتر داشته است (پاک سرشت، ۱۳۸۳، ص ۳۰۹). پراکندگی وقوع زلزله در ایران نشان می‌دهد که منطقه خراسان با ۹۸ زلزله مخرب در طول تاریخ لرزه خیزترین پهنه ایران و استانهای اصفهان و یزد با ۹ زلزله آسیب پذیری کمتری در برابر زلزله داشته‌اند (احمدی و بوچانی، ۱۳۸۲، ص ۱۳-۱۱).

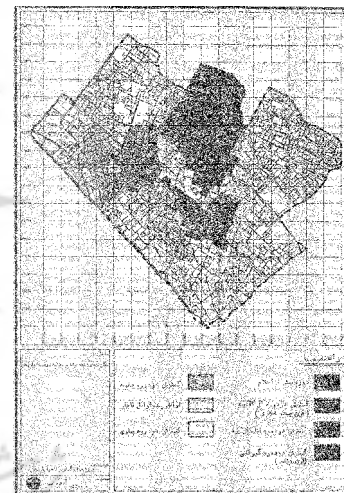
استان یزد با قرارگیری در ناحیه تکتونیکی ایران مرکزی وارث بیشتر ویژگیهای زمین ساختی سایر نواحی تکتونیکی ایران می‌باشد. در مقیاس کلی از روند تکتونیکی منطقه مسیر دو گسل بزرگ ایران مرکزی را در شرق و غرب منطقه می‌توان مشاهده نمود (سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۵۱). گسل دهشیر-بافت با قرارگیری در امتداد شیرکوه، فرورفتگی ابرقو-سیرجان را در غرب خود قرار داده و در گرانش جانبی نیز از قسمت شمالی به نایین و از بخش جنوبی به گسل مروست - ندوشن رابطه پیدامی‌کند. گسل دیگری که به یک مفهوم امتداد گسل پشت بادام می‌باشد بنام گسل چابودنی، شرق منطقه را تا انار و رفسنجان دربرمی‌گیرد.

در بررسی نقشه‌های سایزمو تکتونیک ایران، محدوده مورد مطالعه از نظر جنبش‌های زمین ساختی یک ناحیه کم خطر به شمار می‌رود. (سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۵۱). ولی باتوجه به مطالعاتی که به ناچار وجود هر گسلی را در هر مقیاس به مثابه نقطه خطر و منشأ تحریک و تقویت می‌دانیم (کلانتری خلیل آباد، ۱۳۷۵، ص ۱۶) باید هر آن منتظر وقوع زلزله بود. در محدوده شهر یزد تنها یک گسل شناخته شده وجود دارد، در ۳ کیلومتری شمال شرق یزد رسوبات مارنی و ماسه‌ای و کنگلومرای گچ دار و نمک دار نئوژن با جهت شمال غربی- جنوب شرقی بیرون زدگی دارند. طول این گسل ۴۷ کیلومتر و از نوع فشاری است (کلانتری، ۱۳۷۸، ص ۱۱۴). شهر یزد با توجه به این که تقریباً در موقعیت مرکزی ناحیه تکتونیکی ایران مرکزی قرار دارد، وارث بیشتر ویژگیهای زمین ساختی سایر نواحی تکتونیکی ایران می‌باشد.

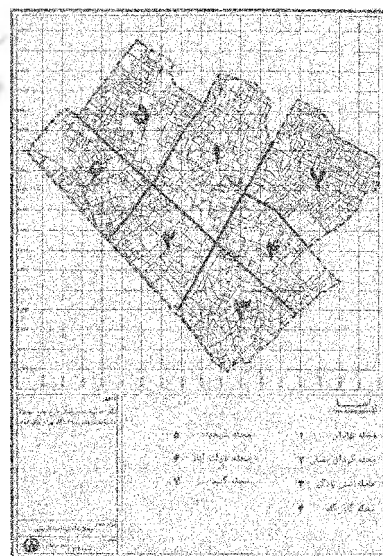


نگاره (۱): انواع ساختمان از حیث فرم و حجم

۱۳۵۱ شمسی به عنوان یک شهر تاریخی معرفی نماید (کلانتری خلیل آباد، ۱۳۷۸، ص ۱۰۳-۹۷). جمعیت بافت تاریخی شهر یزد در سال ۱۳۶۵ برابر ۵۱۲۸۲ نفر بوده که با نرخ رشد ۱/۷- درصد در سال ۱۳۷۰ به ۴۷۱۲۴ نفر و با نرخ رشد ۰/۲- درصد در سال ۱۳۷۵ به ۴۶۵۵۳ نفر کاهش یافته است. این محدوده ۶۰۷ هکتار از مساحت شهر یزد و ۱۴ درصد جمعیت شهر را به خود اختصاص داده است. در بافت تاریخی شهر یزد ۱۱۲۰۰ واحد مسکونی وجود دارد که مساحت آنها ۴۱۱ هکتار است. بنابراین متوسط مساحت فضاهای ساخته شده نسبت به مساحت کل بافت تاریخی (۶۰۷ هکتار) در حدود ۶۷/۶ درصد است. متوسط مساحت واحدهای ساختمانی در کل بافت ۴۰۴/۴ مترمربع و مساحت زیربنای ساختمان‌ها حدود ۱۸۲/۴ مترمربع است. از کل بناهای بافت تاریخی ۲۸۸ واحد با ارزش، ۵۴۶۶ واحد مرمتی، ۳۸۲۳ واحد نوساز، ۱۱۷۸ واحد تخریبی و ۴۴۵ واحد مخروبه می‌باشد. (کلانتری خلیل آباد، ۱۳۷۸، ص ۶۸ و ۱۶۷-۱۳۰)



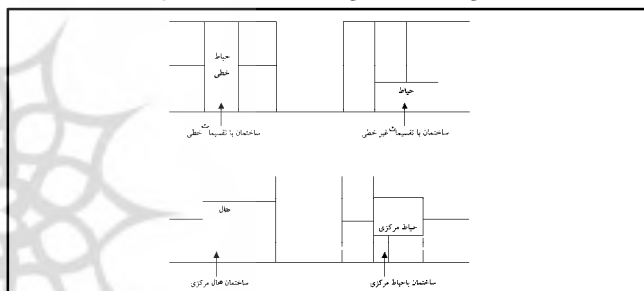
نقشه (۳): سیر تحول و گسترش ناحیه تاریخی



نقشه (۴): محلات اصلی ناحیه تاریخی

بطور کلی موقعیت جغرافیایی محدوده باعث شده است که این منطقه در طول دوره‌های زمین‌شناسی کانون انواع فعالیتهای تکتونیکی و محل برخورد انواع گسلها، با روندها و سنین مختلف از یکسو، و انواع لرزه‌های تکتونیکی، با روندها و شدتهای فرسایش و رسوبگذاری متفاوت از سوی دیگر باشد (مهرشاهی و مهرنهاد، ۱۳۸۳، ص ۲۲).

۴ - گونه‌شناسی ساختمان‌های بافت تاریخی از حیث فرم و حجم
عوامل مؤثر در شکل و حجم یک ساختمان به عوامل اصلی و فرعی قابل تقسیم است. صاف یا شیب دار بودن بستر زمین، شکل پلان و سقف فضاهای پر و خالی از نظر فرورفتگی و ملحقات موجود در نمای ساختمان، نحوه دیوار چینی و تقسیم بندی فضاهای داخلی خانه جزء عوامل اصلی شکل هندسی ساختمان محسوب می‌شوند. نحوه همجواری ساختمان از نظر طول، عرض و ارتفاع، شکل و ابعاد بازشوها، اتاق‌ها و... جزء عوامل فرعی شکل هندسی ساختمان محسوب می‌شوند (بحرینی و آخوندی، ۱۳۷۹، ص ۳۲).



نگاره (۲): انواع ساختمان‌ها از حیث تقسیمات داخلی

ساختمان‌های موجود در بافت تاریخی شهریزد از حیث بستر زمین عمدتاً بر روی بستری صاف و مسطح واقع شده‌اند. از حیث فرم و حجم، ساختمان‌ها به ساختمان‌های با حجم هندسی ساده بدون برجستگی و با فرورفتگی، ساده با برجستگی، ساده با فرورفتگی، ساده باخفیه به صورت حیاط در وسط و ساختمان‌های با احجام ترکیبی قابل تقسیم است. (نگاره ۱) از حیث تقسیمات داخلی، ساختمان‌ها را می‌توان به حیاط مرکزی، حال مرکزی، قرارگیری یک یا چند اتاق در مجاورت حیاط، با تقسیمات خطی و با تقسیمات غیرخطی تقسیم نمود. (نگاره ۲)

۵ - گونه‌شناسی ساختمان‌ها و آسیب پذیری آنها

در بافت تاریخی شهریزد تعداد ۱۱۲۰۰ واحد ساختمانی وجود دارد که سطح کل ساختمان‌ها برابر ۴۱۲۰۰۶ متر مربع می‌باشد (کلانتری خلیل آباد، ۱۳۸۰، ص ۱۶۸). مصالح ساختمانی این بناها متأثر از شرایط اقلیمی، محیطی و اقتصادی موجب ایجاد گونه‌های متفاوتی در بافت شده است بطوری که از تعداد کل واحد ۶۰۰۳ واحد از خشت و گل، ۴۶۶۰ واحد با مصالح بنایی، ۱۰۱ واحد از بتن و ۴۳۶ واحد از اسکلت فلزی ساخته شده است.

ساختمان‌های خشت و گلی

ساختمان‌های خشت و گلی که دارای سقف‌های سنگین می‌باشند، بدلیل افزایش نیروی زلزله و از سوی دیگر کمی مقاومت خشت و گل و عدم انسجام کافی اجزاء ساختمان بیشترین آسیب پذیری را دارند. این ساختمان‌ها از مقاومت پوششی چشمگیری برخوردارند، ولی به دلیل نبود

شکل پذیری فرو می‌ریزند (مقدم ۱۳۸۳، ص ۶).

طاقهایی گهواره‌ای که در برخی ساختمان‌ها مشاهده می‌شود هر چند به توزیع بهتر نیروها کمک می‌کند اما پایداری چنین سقف‌هایی مستلزم حمایت دیوارهای باربر آن است. نبود انسجام بین دیوارها و سقف‌ها در زلزله معمولاً سبب تخریب کامل می‌شود. در برخی ساختمان‌ها که سقف‌ها سبک و شیب دار است، ممکن است در دیوارها ترک خوردگی ایجاد شود و تلفات جانی و مالی کمتری ایجاد کند. گاهی هم ممکن است با خراب شدن ساختمان‌های خشت و گلی و حرکت آوار ناشی از این خرابیها، خرابی به خانه‌های مجاور گسترش یافته و تلفات انسانی را افزایش دهد.

ساختمان‌های با مصالح بنایی

ساختمان‌های با مصالح بنایی غیر مسلح طبق آیین نامه ۲۸۰۰، ساختمان‌هایی هستند که با آجر، بلوک سیمانی و یا با سنگ ساخته می‌شوند و در آنها تمام یا قسمتی از بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بنایی تحمل گردد و بعبارتی ساختمان‌هایی که در آن قسمتی از بارهای قائم توسط دیوارهای با مصالح بنایی و قسمت دیگر توسط عناصر فلزی و یا بتن آرمه تحمل شود. تعداد این ساختمان‌ها در بافت تاریخی شهریزد ۴۶۶۰ واحد است. این ساختمان‌ها به دلایل زیر در برابر زلزله آسیب‌پذیر هستند: عدم اجرای شناژهای قائم، عدم اجرای شناژهای افقی و یا اجرا بصورت ناقص، وجود خرده آجر در بتن، بکاربردن بتن نامناسب، عدم یکپارچگی بین شناژهای قائم و دیوارها، عدم بکارگیری میلگردهای مناسب، عدم استفاده از خاموت‌های مناسب، به عمل آوردن نامناسب بتن، عدم اتصال کافی جان پناه با ساختمان، عدم درگیری دیوارهای نما با دیوارهای باربر و شناژها، عدم درگیری دیوارها با شناژهای افقی و قائم، عدم استفاده از شناژهای قائم و افقی، عدم استفاده از آجر مناسب، عدم قفل آجرها با همدیگر، عدم دوغاب ریزی دیوارها و عدم بکارگیری ملات مناسب که بیشتر موارد ذکر شده نتیجه بررسیهای میدانی در سال ۱۳۷۸ می‌باشد (کلانتری خلیل آباد، ۱۳۷۸).

ساختمان‌های بتنی

طبق بررسیهای انجام شده تعداد ۱۰۱ واحد از ساختمان‌های بافت تاریخی شهریزد از بتن ساخته شده‌اند. این ساختمان‌ها در برابر زلزله مقاوم هستند و احتمال ویرانی آنها کمتر است. البته فقط رعایت آیین نامه ۲۸۰۰ برای کاهش خسارت ناشی از زلزله کافی نیست بلکه دستگاه نظارت بایستی باید‌ها و نبایدهای آیین نامه را رعایت کنند. این ساختمان‌ها در برابر زلزله‌های با شدت بالا بدلیل عدم اتصال شناژ با دیوارهای ساختمان، درهم شکستن شناژ در اثر زیادبودن اتصال شناژ، عدم اتصال کافی دیوارنما با دیوارهای پیرامونی، بتن ریزی منقطع، عدم مهاربندی میلگردهای تیرها در اتصال تیر به ستون، عدم پوشش کافی بتن روی میلگردها، فاصله زیادبودن خاموت گذاری، عدم قالب بندی مناسب، بکارگیری مصالح نامناسب، طول مهاری ناکافی جهت میلگردها، عدم اجرای کامل آرماتوربندی و عدم آزمایش کنترل کیفیت مصالح، ناپایدار و آسیب‌پذیر هستند.

ساختمان‌های با اسکلت فلزی

این نوع ساختمان‌ها ۴۳۶ ساختمان بافت را در برمی‌گیرند که طبق آیین

نامه ۲۸۰۰ چنانچه برابر دستورالعمل‌های طراحی ساختمان ساخته شوند دارای مقاومت خوبی هستند ولی در بافت تاریخی شهریزد ساختمان‌های با اسکلت فلزی به دلیل عدم نظارت صحیح بر اجرا و نبودن مجریان ذیصلاح در برابر زلزله آسیب‌پذیر هستند. از مشخصات عمده این گونه ساختمان‌ها ابعاد نامناسب کف ستونها و جوشکاری آنها، استقرار نامناسب ستون بر کف ستون، اتصال نامناسب تیر به ستون و کیفیت بد جوشکاری آنها، انتخاب نامناسب ابعاد و فاصله بستها در ستونها و کیفیت بد جوشکاری آنها، تقویت‌های برشی و خمشی نامناسب در تیرهای لانه زنبوری، قرارگیری نامناسب مهاربندها، انتخاب مهاربندهای لاغر، انتخاب موقعیت نامناسب برای استقرار بادبندها، اجرای نامناسب دیوارهای نما و دیوارهای پیرامونی، قالب بندی نامناسب، پوشش نامناسب بتن روی میلگردها، عدم دقت کافی در بعمل آوری بتن، اجرای بدخاموها، عدم کلاف بندی شناژهای افقی و قائم بتنی، انتخاب قالب بندی نامناسب برای باربری جانبی، عدم بکارگیری درز انقطاع در ساختمان‌های مجاور، استفاده مشترک از ستونهای همجوار است که ناپایداری آنها را در برابر زلزله بیشتر نموده است.

جدول (۱): آسیب پذیری عناصر بافت تاریخی بر اثر زلزله

عوامل	اثرات
زیست محیطی	-بروز شکستگی زمین -بروز گسلش سطحی -جابجایی زمین -آلوده شدن منابع محیطی
اجتماعی - فرهنگی	- برهم ریختن جمعیت بافت تاریخی - آشکار شدن نابرابریهای اجتماعی - از بین رفتن میراثهای ملی و فرهنگی
اقتصادی	- متوقف شدن فعالیت بخشهای تولیدی بویژه صنعت و خدمات - بروز اختلال در سیستمهای توزیع و بازاریابی - اثر بر اشتغال و درآمد افراد - تأثیر بر منابع سرمایه‌ای نظیر کارخانه‌ها و صنایع سنگین
سازمانی / مدیریتی	- فروپاشی سازمانهای رسمی - عدم دسترسی به اطلاعات مناسب برای تصمیم‌گیری - بروز مشکلات اجرایی - نادیده گرفتن حقوق و قوانین شهری
زیرساختی	- فروریختن ساختمان‌ها - وارد آمدن خسارت به آثار و ابنیه تاریخی - از گلفزاد سیستم‌های تأمین انرژی، برق، آب و گاز - عدم امکان جابجایی وسایل نقلیه - از کار افتادن سیستم‌های مخابراتی - متوقف شدن فعالیت کارکردهای تجاری، آموزشی، درمانی و...

۶- آسیب پذیری تأسیسات، تجهیزات و سایر زیرسیستم‌ها

زلزله بر کارکرد تأسیسات، تجهیزات، ابنیه فنی و سایر زیرسیستم‌های شهری تأثیر می‌گذارد و فعالیت آنها را مختل می‌کند. بروز اختلال در هر یک از زیرسیستم‌ها ادامه کارکرد سیستم را با مشکل مواجه می‌سازد.

آسیب‌پذیری بر اثر زلزله مختص بخشی از شهر (بافت تاریخی) نیست بلکه کل سیستم شهری (شهریزد) آسیب می‌بیند و بحران ایجاد می‌شود. تأسیسات، تجهیزات ابنیه فنی و سایر عناصری که بر اثر زلزله در بافت تاریخی آسیب خواهند دید به شرح زیر است:

راه‌ها: ریزش دیوارهای گلی در راه‌های اصلی و فرعی و همچنین ایجاد شکاف و فرورفتگی در آسفالت و یاسنگفرش معابر موجب مسدود شدن معابر می‌شود. مسدود شدن معابر باعث کندی و وقفه در کارآمدن رسانی بعد از زلزله گردیده و حمل و نقل سایر امکانات و وسایل مورد نیاز را مشکل مواجه می‌سازد.

سیستم‌های تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی: بر اثر زلزله نیروگاههای برق، پست‌های فشارقوی، خطوط انتقال نیرو و شبکه وسیع توزیع برق شهر و بافت تاریخی آسیب می‌بیند و احتمال انفجار و آتش سوزی و... را شدت می‌بخشد.

سیستم‌های تأمین، انتقال و توزیع آب: بر اثر زلزله سیستم‌های تأمین و انتقال آب مورد نیاز کشاورزی، صنعتی، بهداشتی، آشامیدنی و سفره‌های آب زیرزمینی آسیب خواهد دید. همچنین موجب کور شدن قنات‌ها و پر شدن چاهها از ماسه می‌شود و لوله‌های انتقال آب خسارت می‌بیند.

تأسیسات نفت و گاز: تأسیسات و لوله‌های انتقال نفت و گاز بر اثر زلزله آسیب خواهند دید. این آسیب دیدگی احتمال وقوع آتش سوزی، آلودگی محیط زیست، انفجار، پخش بوی گاز و نفت را شدت می‌بخشد.

سیستم‌های مخابراتی: مراکز و سیستم‌های مخابراتی، ساختمان‌های اداری و دفاتر مخابراتی بر اثر زلزله صدمه دیده و ارتباط تلفنی قطع خواهد شد. دکل‌های مخابراتی و شبکه ماکروویو نیز تحت اثر زلزله آسیب می‌بیند.

تأسیسات صنعتی: در اثر زلزله کلیه کارخانه‌ها و صنایع موجود در شهر و بافت تاریخی دچار آسیب‌سازهای و تأسیساتی خواهند شد. خسارات به تجهیزات و ماشین آلات، برج‌های فولادی آب، مخازن، دودکش‌ها و... زیاد خواهد بود.

سایر زیرسیستم‌ها: زلزله به سیستم‌های طبیعی چون آب، خاک، اقلیم، زمین‌شناسی و...، سیستم‌های اجتماعی و فرهنگی چون جمعیت و ویژگیهای آن، قوم‌شناسی، آداب، سنن و کارکردهای جامعه و سیستم‌های اقتصادی چون منابع تولید، توزیع و مصرف، اشتغال و درآمد و سایر زیرسیستم‌ها تأثیر می‌گذارد.

۷- برنامه‌ها و اقدامات اجرایی

مدیریت بحران فرایندی است که مجموعه اقدامات در زمینه پیشگیری، پیش بینی، برنامه ریزی، مطالعه و تحقیق در زمان قبل از فاجعه و فعالیتهای مربوط به امداد، نجات، بازسازی، توسعه و... پس از فاجعه (ناطقی الهی، ۱۳۷۹، ص ۸۶-۶۱) را در بافت تاریخی شامل می‌شود. مجموعه اقدامات در بافت تاریخی به چهارگروه قابل تقسیم است که عبارتند از:

۷-۱ - قبل از وقوع زلزله

قبل از وقوع زلزله فعالیتهایی چون پیش‌بینی، پیشگیری، کاهش آسیب‌پذیری و آمادگی در برابر زلزله باید انجام گیرد که جزئیات آن در زیر ارائه شده است:

● پیش‌بینی احتمالی زمان و مکان وقوع زلزله

عمده فعالیتهایی که در این زمینه باید انجام شود عبارتند از:
- انجام تحقیق و پژوهش به منظور پیش‌بینی زمان، مکان، نوع و بزرگی زلزله
- تعیین دوره زمانی زلزله
- تهیه نقشه پهنه بندی خطر زلزله
- تهیه نقشه ریزپهنه بندی بر ای نواحی مختلف شهر و بافت تاریخی و محلات.

● پیشگیری برای رفع خطر

عمده‌ترین فعالیتهای در این زمینه به شرح زیر است:
- بررسی و مطالعه آسیب‌پذیری سیستم مدیریتی و تشکیلاتی شهر و بافت تاریخی
- بررسی و مطالعه آسیب‌پذیری سیستم اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی شهر و بافت تاریخی (جمعیت، گروه‌های سنی، نحوه معیشت، شیوه زندگی، درآمد و...)
- بررسی و ارزیابی سیمای فیزیکی بافت تاریخی (شبکه ارتباطی، کالبدی، کاربریها، فضاهای باز و...)
- ایمنی و آسیب‌پذیری انواع کاربریها
- بالابردن تکنیک‌های اجرایی جهت افزایش مقاومت و شکل‌پذیری بجای سختی
- مطالعه تراکم جمعیت در کاربریها (تراکم جمعیت در منازل در طول روز و شب، تراکم جمعیت در بازارها در طول روز و شب و...)

- استفاده از مصالح سبک در سقف و دیوارها
- مطالعه مکان تأسیسات و کاربریهای مهم

- مقاوم سازی ساختمان‌ها و تأسیسات موجود در حال احداث و جدید
- مقاوم سازی آثار، ابنیه و تأسیسات زیربنایی قدیمی مثل قناتها، مساجد، میادین، خانه‌های قدیمی با ارزش و...
● کاهش آسیب‌پذیری

عمده اقدامات در این زمینه به شرح زیر است:

- اصلاح شبکه ارتباطی (افزایش تعداد تقاطع‌ها، افزایش نسبت سطح معابر به سطح ساخته شده، کاهش معابر بن بست، متناسب سازی عرض معابر نسبت به ارتفاع بدنه آن، مقاوم سازی مصالح بکار رفته در بدنه معابر و...)
- اصلاح فضای باز (افزایش تناسب فضای در فضای باز، افزایش سازگار کاربریهای محاط بر فضای باز و...)

- اصلاح کاربریهای مسکونی (برقراری سازگاری بیشترین کاربریهای مسکونی و کاربریهای همجوار، افزایش میزان سرعت تخلیه در کاربریهای مسکونی و...)
- اصلاح کاربریهای غیرمسکونی (تغییر کاربری مکانها و کاربریهای ناسازگار با همجواری، استحکام بخشی و تقویت مراکز و کاربریهای اصلی بافت تاریخی مثل مدارس، مساجد و بیمارستانها، تقویت ارتباط بین کاربریهای غیرمسکونی با شبکه معابر و...)
- اصلاح نماها و بدنه‌های شهری (یکنواخت سازی توزیع جرم در نما،

کاهش شفافیت در نما، ساده سازی و همگن نمودن نما، افزایش پیش‌آمدگی و الحاقات به نما و...)

● کاهش آسیب‌رسانی به مصنوعات بر اثر زلزله

اقداماتی که در این زمینه باید انجام شود به شرح زیر است:

- چیدمان وسایل منزل در نقاط امن
- محکم نمودن قفسه‌ها، لوسترها و کلیه وسایل سنگین در جای خود
- شیروانی، لوله‌های بخاری، وسایل گاز سوز و نفت سوز در جای خود محکم شوند.
- جمع‌آوری اشیایی که در نمای خارجی ساختمان احتمال ریزش دارند
- کنترل اتصالات لوله‌های نفت و گاز

● آمادگی و اتخاذ تدابیر در برابر زلزله

یکی از مهمترین عوامل در کاهش ضایعات زلزله وجود آمادگی قبلی برای برخورد با پدیده زلزله می‌باشد. آمادگی برای برخورد با زلزله جنبه‌های گوناگونی دارد، که یکی از آنها مقاوم سازی سازه‌هاست (عبداللهی، ۱۳۸۲، ص ۶۹). همچنین تهیه یک برنامه مدیریت بحران، بر آورد دقیق منابع و آموزش پرسنل (ناطقی الهی، ۱۳۷۸، ص ۱۴) و اقداماتی به شرح زیر در این مرحله انجام می‌شود:

- محافظت و کنترل مناسب از منابع تأمین آب شهر و بافت تاریخی
- کاهش امکان انفجار و آتش سوزی در منابع و مواضع اصلی تأسیسات زیربنایی مثل پست‌های تقلیل و تقویت فشار گاز
- استفاده از سیستم‌های قطع‌کننده در شبکه‌های آب، برق و گاز شهری

۷-۲ - در آغاز وقوع زلزله

در ابتدای وقوع زلزله اقداماتی چون مصونیت از خطر، هشدار به مردم و مسئولان، ارزیابی از دامنه و ابعاد زلزله و بسیج عمومی نیروها و سازمانها ضروری است.

● مصونیت و بکارگیری راهکارهای عملی برای رفع خطر

- حفظ آرامش خود و دیگران
- مواظبت در برابر سقوط آجر، لوستر، قفسه‌ها و...
- رفتن به زیرمیز در ساختمان‌های اداری و مدارس
- پاسخگویی و امدادرسانی
- برقراری شرایط عادی زندگی

● هشدار به مردم و مسئولان برای آغاز برنامه‌های عملیاتی

- اطلاع‌رسانی و هشدار در شرایط قبل از وقوع زلزله امکان آمادگی عمومی را مهیا ساخته و در زمان وقوع زلزله امکان ارائه تصمیمات مدیریتی و انتقال آنها به مسئولان و ساکنان شهر و بافت تاریخی را فراهم می‌سازد.

● ارزیابی مقدماتی از دامنه و ابعاد زلزله

اطلاعات لازم از ابعاد و حجم تخریب باید به اطلاع مردم رسانده شود.

● آغاز بسیج عمومی نیروها و سازمانها

کلیه نیروهای بسیجی و پرسنل سازمانها و ادارات شهر را باید در امر کمک‌رسانی بسیج نمود.

۷-۳ - در حین وقوع زلزله

در حین وقوع زلزله اقدامها و فعالیتهای زیر باید انجام شود.

- کنترل بحران و تهدید دامنه آن
- استقرار نظم در جامعه
- ارزیابی دامنه بحران
- ارزیابی و بازنگری برنامه
- برنامه ریزی

۴-۷ - پس از بحران زلزله

آخرین مرحله، بهبود شرایط و بازسازی است که دربرگیرنده کلیه اقداماتی است که پس از وقوع زلزله و به منظور برقراری شرایط و وضعیت عادی زندگی به بافت تاریخی به اجرا گذاشته می‌شود.

● بهسازی

عمده اقدامات در این مرحله به شرح زیر است:

- ارزیابی دقیق خسارتهای وارده به شهر و بافت تاریخی (خسارتهای واردشده به اماکن عمومی، ساختمان‌های مسکونی، شریانهای حیاتی، کشاورزی، دام و...)
- استقرار نظم در شهر و بافت تاریخی (کنترل ورود و خروج، فهرست برداری در خروجی‌ها، برخورد قانونی با بزهکاران، بازداشت افراد شرور و...)
- شناسایی افراد مصیبت‌دیده (شناسایی افراد و خانواده‌ها و تأمین سرپناه و...)
- راه‌اندازی مراکز خدمات عمومی (شناسایی مراکز عمومی قابل بازگشایی، مراکز برق، انرژی، مخابراتی، آب شرب و...)
- تأمین وسایل ضروری زندگی (تأمین وسیله پخت و پز، خواب و استراحت، پوشاک، روشنایی و...)

● بازسازی

عمده اقدامات در این مرحله به شرح زیر است:

- ارزیابی برنامه‌های بخش بهسازی (ارزیابی برنامه‌های مدون شده و عملکرد آنها، کارایی برنامه‌ها، ارزیابی عملکرد سازمانها، تداخل‌های موجود و...)
- اجرای برنامه‌های بازسازی (مقاوم سازی ساختمان‌های آسیب دیده، تخریب سازه‌های غیرمقاوم، برنامه ریزی برای ساخت و سازهای جدید و...)

● توسعه زیربنایی

عمده اقدامات در این مرحله عبارتند از:

- ترمیم و بازسازی شبکه‌های مخابراتی
- ترمیم و بازسازی شبکه‌های برق
- ترمیم و بازسازی شبکه‌های گاز
- ترمیم سایر شبکه‌ها و معابر و...

● استقرار وضع عادی

عمده اقدامات در این زمینه عبارتند از:

- بازگشایی ادارات دولتی
- بازگشایی مدارس
- بازگشایی مراکز خدماتی، درمانی، بهداشتی
- بازگشایی مراکز تجاری و بازرگانی
- بازگشایی سایر مراکز
- راه‌اندازی صنایع و کارخانجات.

● ارزیابی و بازنگری برنامه‌ها

ارزیابی و بازنگری برنامه‌ها یک اصل کلیدی است که در طول برنامه‌ها بایستی هر چند وقت یکبار انجام شود.

● مطالعه و تحقیق

مطالعه و تحقیق به منظور حذف اشتباهات قبلی و جلوگیری از تکرار آنها، کوشش جهت ارتقاء ظرفیتهای و تواناییهای مدیریت بحران، کاهش آسیب پذیری‌ها و مستندسازی فعالیتها بایستی انجام گیرد.

منابع و مآخذ

- ۱- احمدی، حمید و بوچانی، محمدحسین، پیشینه زلزله در ایران، ضمیمه ماهنامه شماره ۵۸، شهرداریها، اسفندماه ۱۳۸۲، صفحه ۱۱-۱۱.
- ۲- بحرینی، سیدحسین و آخوندی، عباس، مدیریت بازسازی، انتشارات دانشگاه تهران، سال ۱۳۷۹.
- ۳- پاک سرشت، افشین، پدیده زلزله و مقابله با آن، مجموعه مقالات اولین همایش ملی نظام مهندسی ساختمان و ضرورتها، انتشارات بلند آسمان، سال ۱۳۸۳.
- ۴- توماس ای. درابک و جرالد جی هواتر، مدیریت بحران ترجمه مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، انتشارات پردازش و برنامه ریزی شهری، پاییز ۱۳۸۳.
- ۵- تیموری، محمود، مدیریت بحران در بافتهای تاریخی، ویژه‌نامه ماهنامه شهرداریها سال ۱۳۸۳.
- ۶- جهانگیر، منصور، قوانین و مقررات مربوط به شهر و شهرداریها (آیین نامه مقاوم سازی ساختمان‌ها در برابر زلزله، مصوب ۱۳۶۹/۱۱/۳۰، ماده ۱ و ماده ۲) نشر دیدار، سال ۱۳۷۹.
- ۷- حکمت نیا، حسن و زنگی آبادی، علی، بررسی و تحلیل سطوح پایداری در محلات شهریزد و ارائه راهکارهایی در بهبود روند آن، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۲، بهار ۱۳۸۳.
- ۸- سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه سایزموکتونیک ایران (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰) سال ۱۳۵۱.
- ۹- عبدالهی، مجید، مدیریت بحر ان‌درنواحی شهری، انتشارات سازمان شهرداریها، سال ۱۳۸۲.
- ۱۰- علیدوستی، سیروس، کاربرد مدیریت بحران در کاهش ضایعات زلزله، دانشگاه تهران، سال ۱۳۷۱، صفحه ۵۰.
- ۱۱- کلاتری خلیل آباد، حسین، برنامه ریزی مرمت بافت تاریخی شهرها مطالعه موردی شهریزد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرداری، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهیدبهشتی، سال ۱۳۷۸.
- ۱۲- کلاتری خلیل آباد، حسین، ژئومورفولوژی اقلیمی حوزه‌مهریززد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، گرایش اقلیم هیدرولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، سال ۱۳۷۵.
- ۱۳- مرکز آمار ایران، سرشماری عمومی نفوس و مسکن، سال ۱۳۷۵.
- ۱۴- مرندي، سیدمرتضی و همکاران، تحلیل ساختمان‌های آسیب دیده زلزله شهر بم و حومه، شرکت ساختمانی و راهسازی ۱۱۵، زمستان ۱۳۸۲.
- ۱۵- مقدم، حسن، نابودی ۲۷۰۰ سال تاریخ در ۷ ثانیه، فصل‌نامه شهرسازی و معماری، سال سیزدهم، شماره ۴۱ و ۴۰، زمستان ۱۳۸۲.
- ۱۶- مهرشاهی، داریوش و مهرنهاد، حمید، مورفوتکتونیک و مناطق عمده گسلی استان یزد، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۲، بهار ۱۳۸۳، صفحه ۲۲.
- ۱۷- ناطق الهی، فریبرز، مدیریت بحران زمین لرزه ابرشهرها، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، سال ۱۳۷۹.
- ۱۸- ناطق الهی، مدیریت بحران زمین لرزه در ایران، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله سال ۱۳۷۸.
- ۱۹- هادی زاده کاخکی، سعید، آسیب‌شناسی فنی - کالبدی زمین لرزه بم، ماهنامه علمی-تخصصی راه و ساختمان، سال ۱۳۸۴، صفحه ۱۷.