مجلهٔ جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای
شمارهٔ سوم، پاییز و زمستان ۱۳۸۳

دکتر سیدرضا حسین‌زاده
استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه فردوسی مشهد

برنامه ریزی شهری همگام با مخاطرات طبیعی با تأکید بر ایران

چکیده :

طی سه ماههٔ چهارم سال ۱۳۸۲، ایران با مخاطرات طبیعی و تکنولوژیکی قابل توجهی روبرو گردید و تلفات جانی و مالی فراوانی را متحمّل شد. وقوع زمین لرزهٔ مهلک شهر بم که حدود چهل هزار قربانی گرفت و بیش از ۸۰ درصد بافت شهر را تخریب کرد؛ طوفانهای شدید شمال و شمالغرب کشور که علاوه برکشتن تعدادی از هموطنان ما خسارات مالی سنگینی بر جای گذاشت و بالاخره انفجار قطار باربری درایستگاه نیشابور که جان چند صد تن را گرفت و آلودگیهای ناشی از آن تا چند ماه پس از انفجار منطقه را متأثر ساخت، نمونه هایی از این مخاطرات است. درشرایط محیطی پر خطر ایران، اگر مسألهٔ مخاطرات طبیعی به‌طور جدّی‌تر در برنامه‌ها و طرحهای توسعه مورد توجه قرار نگیرد، به هزینه‌های بسیار سنگین‌تر اجتماعی- اقتصادی و روان‌شناختی نیاز خواهیم داشت تا اثرات این وقایع را از بین ببریم. در این نوشتار سعی شده است ضمن توجه به ماهیّت مخاطرات طبیعی با تأکید بر ایران به بررسی و تبیین نقش برنامه ریزی شهری در کاهش اثرات مخرّب زمین لرزه و ارائه روشهای مناسب بنای یک شهر پایدار در برابر زلزله پرداخته شود.

درآمد:

کشور ما ایران از نظر موقعیت تکتونیکی و اقلیمی و همچنین شرایط مرفولوژیکی در پهنه‌ای از پر خطرترین نواحی کره زمین واقع شده و از نظر فراوانی و وقوع مخاطرات و تنوّع آن و به‌عبارتی از نظر درجهٔ خطرپذیری

جغرافیایی[1] جایگاه ویژه‌ای دارد. از بین حدود ۳۰ نوع مخاطرهٔ طبیعی که در ایران رخ می دهد، وقوع زمین لرزه وسیل بیشترین تلفات جانی و خشکسالی و سیل به‌ترتیب بالاترین خسارات مالی را داشته‌اند.(جدول شماره ۱)

جدول شماره۱- مخاطرات طبیعی در ایران طی سالهای ۲۰۰۴-۱۹۰۹

نوع مخاطره	تعداد	تعداد کل کشته‌ها	تعداد آسیب‌دیدگان	تعداد بی‌خانمان	کل افراد متأثر از مخاطره	زیانهای مالی به هزار دلار
خشکسالی	٤	۰	۰	۰	٦٢٦٢٥۰۰۰	۹۵۰۰۰۰۰
زمین‌لرزه	۸۱	١٤٦٥٣٧	١٧٣٩٣٤	٢٧٦٨١٥	٢٢٦١٥٧٥	١۰٥٧٢٢٤١
سیل	٦۰	٧٥٤٤	٥٣٩	١٩۰٦٢۰	٣٥٥٢٦٦۰	٣٧٢٧٢٢۰
طوفان	۹	٣۰٨	٨٥	٥٥۰۰	١١٧٨٥	٢٨٥٤۰
زمین‌لغزه	٤	١١٦	٤٤	۰	١٤٤	نامشخص
اپیدمی‌ها	٣	٣٧٢	۰	۰	٢٥۰۰	نامشخص
درجه حرارتهای بحرانی	١	١٥٨	۰	۰	۰	نامشخص
آتش‌سوزی	١	۰	۰	۰	۰	نامشخص
کل	١٦٣	١٥٥۰٣٥	١٧٤٦۰٢	٤٧٢٩٣٥	٦٨٤٥٣٦٦٤	٢٣٨٢٨۰۰١

مأخذ: منبع شماره ۲۸

بر اساس آمارهای موجود طیّ سالهای۱۹٦۳- ۱۹۰۰ ، در ایران ٥٥٧٦٧ تن و در سالهای ۲۰۰٤-۱۹٦٤ حدود ۹۹۲٦۸ تن بر اثر وقوع مخاطرات طبیعی جان باخته اند (منابع شماره ۲۸ و ۲۷) هر چند که این آمار چندان صحیح به نظر نمی رسد، لیکن اگر به‌طور خوشبینانه آن‌را بپذیریم، در این مدّت ایران حدود یک تا دو درصد جمعیت جهان را داشته ولی سهم تلفات جانی آن بر اثر بلایای طبیعی ده درصد بوده است. در حال حاضر یکی از دلایل اساسی بالا بودن تلفات ناشی از مخاطرات طبیعی در کشور ، نحوهٔ مدیریت بلایای طبیعی است که در آخرین زمین لرزهٔ ایران یعنی زمین لرزه بم و زمین‌لرزه خردادماه ۱۳۸۳ شمال کشور ضعفهای اساسی آن کاملاً آشکار گردید. اصولاً مدیریت مخاطرات طبیعی یا مدیریت بحران را می توان به سه نوع فعّال، انفعالی و آشفته تقسیم کرد.در روش مدیریت فعّال قبل از هر چیز تلاش می شود، اندازه خطر و میزان

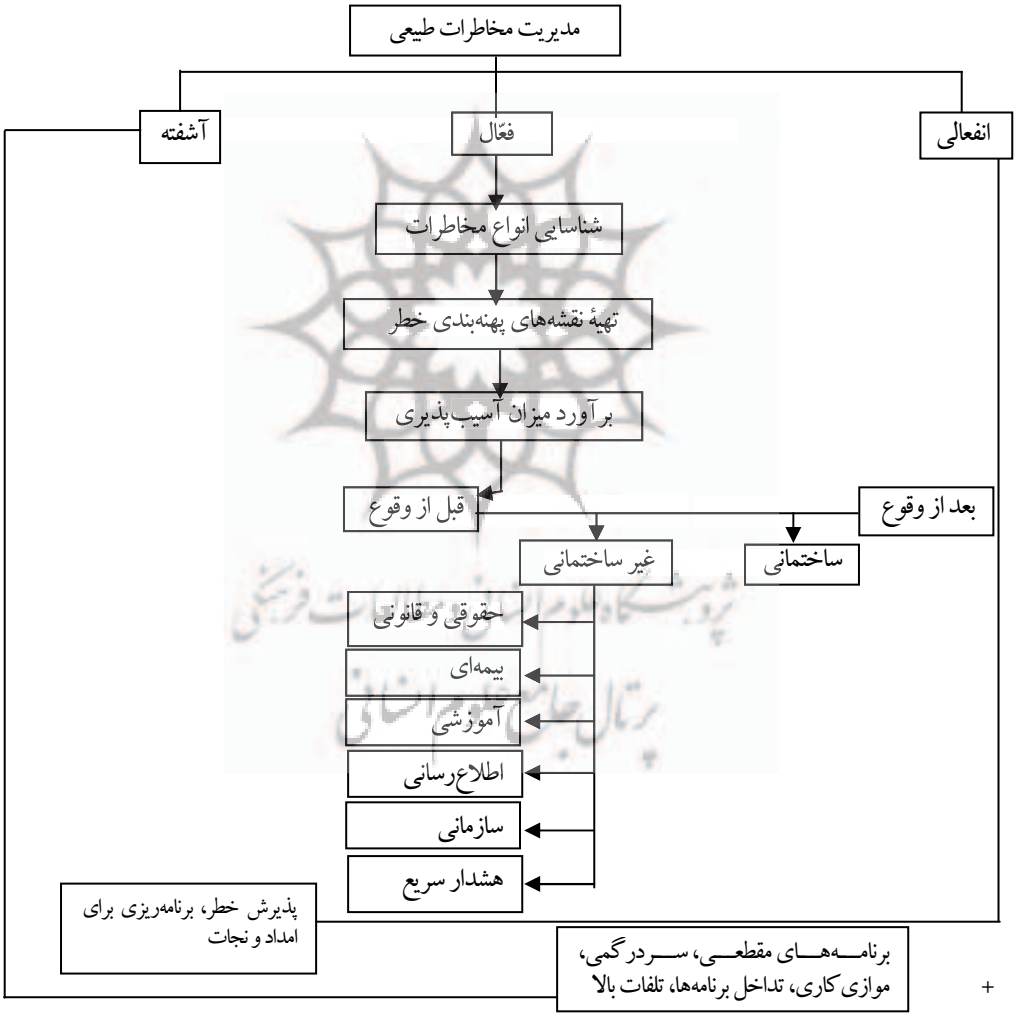
۱. Geographically hazardous

آسیب‌پذیری تعیین گردد و سپس اقدامات در دو قلمرو ساختمانی و غیر ساختمانی به مرحلهٔ اجرا درآید. همان‌گونه که در شکل شماره۱ مشاهده می شود در این نوع مدیریت تمام اقدامات بایستی قبل از رخداد بلا، اتخاذ شوند تا مقاومت دربرابر مخاطرات آینده را افزایش دهند. در روش انفعالی برای به کنترل درآوردن و یا کاهش بلا هیچ اقدامی انجام نمی‌گیرد و در حقیقت با قبول خطر، تمام اقدامات به بعد از وقوع مخاطره موکول می شود. این اقدامات شامل نجات جان افراد ، امداد رسانی و تأمین خسارات است. در نوع سوم یعنی مدیریت مخاطرات طبیعی از نوع آشفته در هیچ‌یک از زمینه های پیشگیری و یا امداد و نجات برنامه‌های پایدار ارائه و اجرا نمی‌شود و اصولاً به طور مقطعی و روزمره تلاشهایی آغاز و بی پایان رها می‌شود و به‌هنگام حادثه سردرگمی حاکم می گردد.

در ایران بلافاصله پس از رخداد زمین لرزهٔ مهلک سال ۱۳٦۹ شمال کشور قانون تشکیل کمیتهٔ ملی کاهش اثرات بلایای طبیعی به تصویب رسید و دو سال بعد آیین نامهٔ اجرایی آن با ١٤ ماده پس از تصویب ابلاغ گردید. هر چند که هدف اصلی تشکیل کمیتهٔ ملی کاهش اثرات بلایای طبیعی، انجام مطالعات و تحقیقات دامنه‌دار روی بلایای طبیعی کشور، تاریخچه آنها، پیش آگاهی و همچنین اعلام وضعیت اضطراری و نحوهٔ مقابله یا جبران خسارتها بود لیکن در عمل تاکنون نتوانسته گامی اساسی در زمینه های مزبور بردارد. با نگاهی به ساختار سازمانی کمیته مزبور متوجه می‌شویم که مسؤولیّت اصلی و نهایی مدیریت بلایای طبیعی در ایران نامشخص بوده و کمیته‌های مشابه با مسؤولیتهای مشابه، هم در سطح ملی و هم سطح استانی، بنا شده‌اند و برخی از سازمانهایی که عضو کمیته هستند، خصوصاً پس از ادغام وزارتخانه‌ها با یکدیگر، هنوز وضعیت و جایگاه مشخصی ندارند. نبود یک سازمان واحد با اختیارات و بودجهٔ کافی در بخش مدیریت مخاطرات طبیعی ، عدم حمایتهای قانونی گسترده، سیاستهای مقطعی، عدم هماهنگی بین طرحها و اهداف مدیریت بلایای طبیعی با برنامه های توسعهٔ ملی، عدم تطابق در مرز بندیهای سازمانی و اداری و درگیری در عملیات امداد رسانی و اسکان موقّت، سردرگمی سازمانها در امر تصمیم گیری و نبود توجه کافی به برنامه ریزی در جهت کاهش یا تعدیل اثرات بلایای طبیعی و ... ، از مشکلات وضع موجود مدیریت بحران در کشور است. به‌عبارت دیگر مدیریت مخاطرات طبیعی در کشور ما تاکنون نه در امر پیشگیری و نه در امر امداد و نجات از توانایی کافی برخوردار بوده است. در چنین شرایطی کاملاً واضح است که آمار کشته‌شدگان ناشی از یک زلزله حدود هفتاد درصد ساکنان یک شهر را شامل شود. تا زمانی‌که یک تحوّل جدّی در شرایط فعلی ساختار مدیریتی

مخاطرات طبیعی کشور به‌وجود نیاید قطعاً اوضاع تکاندهنده سیلهای ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ گلستان و زمین‌لرزه ۱۳۸۲ بم تکرار خواهد شد. برنامه‌ریزی شهری همگام با مخاطرات طبیعی در چارچوب یک مدیریت فعّال قادر خواهد بود تا حدّ زیادی مرگ و میر و خسارات ناشی از مخاطرات طبیعی را کاهش دهد. در این نوشتار ابتدا به بررسی موضوع زمین‌لرزه در ارتباط با بافت موجود و سمت توسعهٔ شهرها پرداخته و سپس به کاهش اثرات زمین‌لرزه با بهره‌گیری از برنامه‌ریزی شهری اشاره می‌شود.

شکل شماره۱- انواع مدیریت مخاطرات طبیعی



مأخذ: اقتباس از منبع شماره ۲۳ و تغییرات آن

ماهیّت مخاطرات طبیعی:

ارائهٔ یک تعریف دقیق و جامع از مخاطرات طبیعی چندان ساده نیست. در برخی فرهنگهای جغرافیایی *مخاطرات طبیعی* و *مخاطرات محیطی* با مفهوم مشابه چنین تعریف یا توصیف شده‌اند:

«حادثه یا واقعه طبیعی که سکونتگاههای انسان، ساختمانهای ساختهٔ دست انسان نظیر جاده‌ها و سدها، فعّالیتهای اقتصادی وی مانند کشاورزی، معدنکاری و . . . را تهدید یا عملاً موجب خسارت رساندن و نابودی آنها می شود. از جمله معروفترین مخاطرات طبیعی ،طغیان رودخانه‌ها، زمین لرزه‌ها، تسونامی‌ها، فورانهای آتشفشانی و طغیانهای یخچالی را می‌توان نام برد» (جان اسمیل و وایتریک، ۱۹۸۹: ۷٤).

همچنین کتزو برتون[1] (۱۹٦٤) مخاطرات طبیعی را به عنوان عناصری از محیط طبیعی که برای انسان خطرناک (مضر) بوده و از نیروهای خارجی منشأ می گیرند، تعریف کرده‌اند. مخاطرات طبیعی همچنین به‌عنوان اعمال خداوند[2] معرفی شده‌اند (به نقل از کیت اسمیت، ۱۱:۲۰۰۱). در کشور ما سازمانهای مسؤول مخاطرات طبیعی را بدین گونه تعریف کرده‌اند:

«وقوع عملی در طبیعت با چنان شدّتی که وضعی فاجعه انگیز ایجاد کند و شیرازهٔ زندگی روزمره ناگهان از هم گسیخته شده و مردم دچار رنج و درماندگی شوند و به غذا و پوشاک و سرپناه و مراقبتهای بهداشتی و پزشکی و سایر ضروریّات زندگی محتاج گردند» (منبع شماره ۱: ۳).

این تعاریف یا برداشتها چندان مناسب به‌نظر نمی‌رسد، زیرا چنین دریافت می‌شود که انسانها هیچ نقشی درایجاد مخاطرات ندارند و همچنین امید اندکی برای تعدیل آنها وجود دارد، این در حالی است که خصوصاً طیّ سالهای اخیر نقش انسان در تشدید، تسریع و یا تعدیل رخداد بلایای طبیعی کاملاً آشکار می‌شود، لذا امروزه سعی می شود از واژهٔ *مخاطرات محیطی* که مفهوم عامتری دارد به جای اصطلاح مخاطرات طبیعی استفاده نمایند. در طیف انواع مخاطرات محیطی، بسیاری از آنها در حقیقت هم منشأ طبیعی دارند و هم منشأ انسانی. به‌عنوان مثال مشکلات ناشی از یک سیل ممکن است به‌واسطهٔ نوسانهای اقلیمی که منشأ طبیعی دارد و هم به واسطهٔ فعالیتهای انسان نظیر جنگل زدایی و زهکشی غیر اصولی تشدید شود. تلفات جانی و خسارتهای مالی حاصل از یک زمین لرزه علاوه بر عمق وقوع و شدّت آن، بیش از همه به ویژگیهای کالبدی و ساختمانی بافتهای شهری و روستایی بستگی دارد. این اثرات متقابل منجر به آن شده که امروزه از مخاطرات به‌عنوان

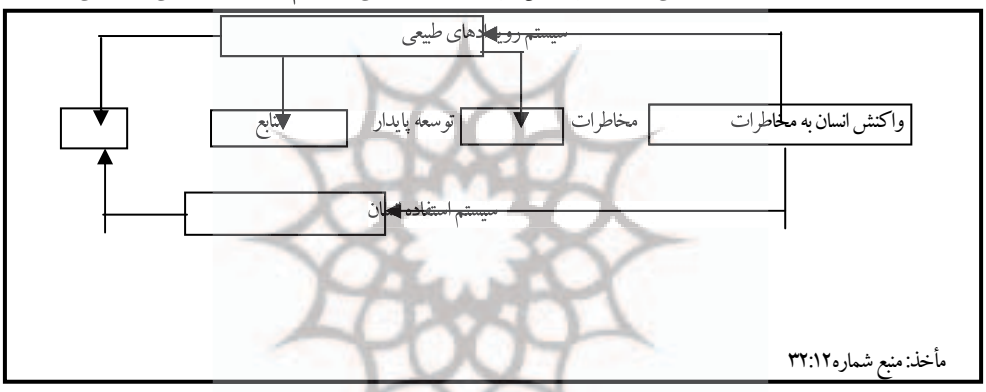
---

۱. Kates and Burton

۲. Acts of God

حوادث با منشأ چندگانه که از تلفیق فرایندهای محیطی، تکنولوژیکی و اجتماعی حاصل می‌آید، یاد شود (جونز،۱۹۹۳، به نقل از منبع شماره ۳۲). گاهی نیز از اصطلاحات ترکیبی مانند «شبه-طبیعی»[1] و مخاطرات «طبیعی-تکنولوژیکی»[2] استفاده شده است.بنابراین اگر این تفکّر را بپذیریم، می‌توان گفت: مخاطرات طبیعی حقیقتاً وجود ندارند و در واقع، ما با پدیده‌های عادی کرهٔ زمین سرو کار داریم که تحت شرایط خاصی اصطلاح خوش کاربردی «مخاطرات طبیعی» را برای بیان آنها به‌کار می‌بریم. در شکل شماره ۲ که شمای اکولوژی انسانی را نشان می‌دهد، بین رویدادهای طبیعی و تفسیر این وقایع به‌عنوان مخاطرات طبیعی(یا منابع) تفاوت آشکاری دیده می‌شود.

شکل شماره ۲-مخاطرات محیطی در واکنش متقابل بین رویدادهای طبیعی و سیستم‌های استفاده انسانی وجود می‌یابد.



مأخذ: منبع شماره۱۲:۳۲

کرهٔ زمین یک سیارهٔ بسیار دینامیک است وانرژی و ماده در فرایندهای محیطی و در طول زمان از یک دامنهٔ نسبتاً وسیع تغییر پذیری برخوردارند. حدود بیرونی این رفتار ناهنجاریها نامیده شده‌اند که بر مبنای روشهای آماری، از جمله روابط شدّت و مدت، تفسیر می‌شوند. بنابراین رویدادهای طبیعی شدید، زمانی به‌عنوان بلایا یا مخاطرات طبیعی برداشت می‌شوند که باعث مرگ ومیر یا خسارات گسترده برای انسانها شوند. بیشتر اوقات بین مخاطرات طبیعی و منابع طبیعی فقط یک خط نازک وجود دارد، به عنوان مثال بین آب خارج از کنترل که سیل و آب تحت کنترل منابع ذخیره‌ای را به‌وجود می‌آورند. اتمسفر زمین وقتی آفتاب تعطیلات را تأمین

۱. quasi- Natural

۲. Na-tech

می‌نماید، مهربان ولی وقتی طوفانهای خطرآفرین را تولید می‌کند، دشمن به حساب می‌آید. در حالی که واقعاً محیط نه مهربان و نه خاصم بلکه بی طرف است و فقط موقعیّت انسان، نیازها و ادراکات اوست که تعیین کننده منابع و مخاطرات در محدودهٔ رویدادهای طبیعی است (برتون و دیگران، ۱۹۹۳ به نقل از منبع شماره ۳۲). در داخل این دامنه تعداد اندکی از رویدادهای ژئوفیزیکی با شدت بالا به‌صورت بلایا ظهور می‌یابند.

حساسیّت پذیری انسان به مخاطرات طبیعی ناشی از ترکیب دو متغیّر بی حفاظی فیزیکی[1] و آسیب‌پذیری[2] انسانی است که اولی منعکس کننده دامنه وقایع بالقوه مخاطره آمیز و تغییر پذیری آماری آنها و دیگری منعکس کننده دامنهٔ انعطاف پذیری اجتماعی- اقتصادی نسبت به رویدادهای فوق در یک مکان مشخص است.

در شکل شماره ۳، نوار نقطه‌چین یک دامنهٔ قابل قبول از تغییرپذیری یک متغیّر فیزیکی مرتبط با حیات انسان (مثلاً بارندگی) را نشان می‌دهد. بیشتر فعالیتهای اقتصادی و اجتماعی در این محدوده و در اطراف شرایط میانگین انجام می‌گیرد. تا زمانی که تغییر پذیری عنصر محیطی از این نوار فراتر نمی‌رود، عنصر عمدتاً سودمند تلقی می‌شود ولی زمانی که تغییر پذیری از آستانه حد عادی انعطاف‌پذیری اقتصادی- اجتماعی فراتر رود همین متغیّر شروع به تحمیل خسارت می‌کند و یک مخاطره را به‌وجود می‌آورد.

تجاوز از آستانهٔ خسارت، دو بعد اساسی از یک مخاطره را تعیین می‌کند، شدّت مخاطره[3] و دورهٔ مخاطره[4] که اولی به‌واسطهٔ حداکثر انحراف از میانگین در وراء آستانهٔ خسارت بر یک مقیاس عمودی و دومی به‌واسطهٔ مدّت زمان تجاوز از آستانه روی یک مقیاس افقی مشخص می‌شوند. در نتیجه میزان خطرپذیری یک بلا در طول زمان و در یک منطقهٔ مشخص ممکن است با تغییر در میزان تماس فیزیکی و آسیب‌پذیری انسان، افزایش یا کاهش یابد.

پرتال جامع علوم انسانی

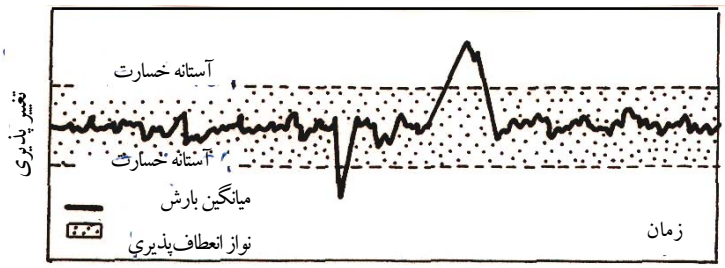
۱.Physical exposure

۲. human vulnerability

۳. Magnitude

٤. Duration

شکل شماره۳- حساسیت‌پذیری به مخاطره محیطی تابعی از تغییرپذیری عناصر ژئوفیزیکی و درجهٔ انعطاف‌پذیری اجتماعی-اقتصادی است. در داخل باند انعطاف‌پذیری وقایع به عنوان منابع هستند، در حالی که در وراء آستانه‌های خسارت، مخاطرات را به‌وجود می‌آورند.



مأخذ: هویت و برتون، ۱۹۷۱، به نقل از منبع شماره ۳۲: ۱۳

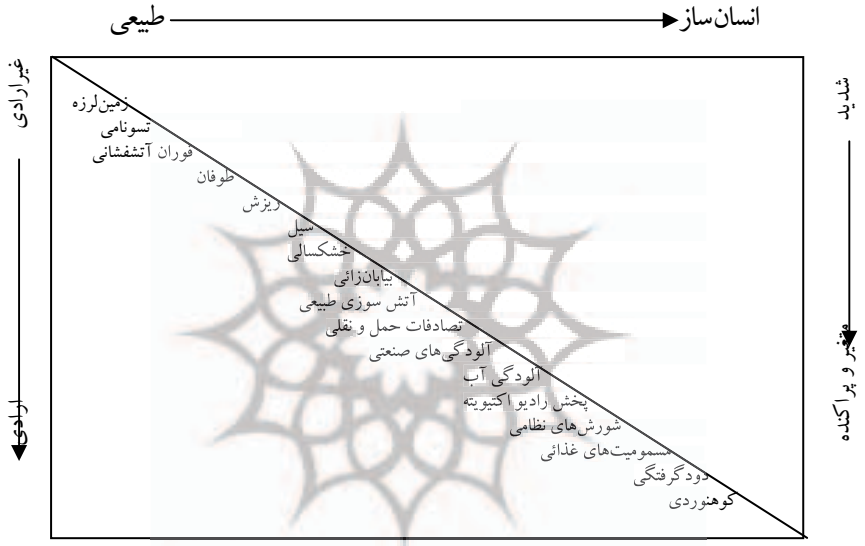
اجتماعات انسانی که در حواشی نوار انعطاف پذیری قرار دارند، از آسیب پذیری بالاتری برخوردارند زیرا در این بخش تغییرات فیزیکی کوچک فشارهای اجتماعی-اقتصادی عظیمی را به‌وجود می‌آورد. به‌عنوان مثال کاهش بارندگی کشورطی دورهٔ خشکسالی اخیر، مشکلات اجتماعی- اقتصادی شدیدی را درمناطق خشک و نیمه خشک آن به‌بار آورد.

مخاطرات محیطی شامل تنوع وسیعی از انواع مخاطرات است که از رویدادهای طبیعی (ژئوفیزیکی) تا حوادث تکنولوژیکی (ساختهٔ دست انسان) تا وقایع اجتماعی (رفتارهای انسانی) را شامل می‌شود.(شکل شماره٤)

در این طیف بهتر است عمدتاً اصطلاح مخاطرات طبیعی را تنها به رویدادهای ژئوفیزیکی اطلاق کنیم، زیرا این واژه با ماهیت آنها سنخیّت بیشتری می‌یابد. بنابراین «مخاطرات طبیعی عبارت است از وقوع ناگهانی و یا نامحسوس ومرموزانهٔ پدیده‌هایی که منشأ طبیعی داشته و جزو خصوصیات ذاتی سیستم کرهٔ زمین بوده و به خاطر نحوهٔ عملکرد در قلمرو وسکونتگاههای انسان و تأسیسات وی موجب کشتار، تخریب و خسارات مستقیم و غیر مستقیم در ابعاد مختلف می‌شوند». (حسین‌زاده، ۱۳۸۲) اصولاً این فرایندها به‌دنبال عدم تعادل موقتی در اجزاء سیستم محیط طبیعی رخ داده و در مقیاس زمانی طولانی پدیده‌هایی عادی به شمار می‌روند (رجائی، ۱۳۸۰: ۱۲). در تمام تقسیم‌بندیها فرایندهای ژئوفیزیکی ازاهمیت و تقدّم بالاتری برخوردار است. به‌عنوان مثال برتون و دیگران (۱۹۷۱) مخاطرات محیطی را به پنج دستهٔ اتمسفریک، هیدرولوژیک،

ژئولوژیک، بیولوژیک و تکنولوژیک تقسیم کرده‌اند (به نقل از اسمیت۲۰۰۱: ۱۹). تمام مخاطرات طبیعی از دینامیک درونی و یا دینامیک بیرونی زمین منشأ می‌گیرند. تعدادی از مخاطرات نیز به دنبال وقوع یک مخاطرهٔ شدید و یاهمزمان با آن شکل می‌گیرند که می‌توان آنها را مخاطرات ثانوی نامید. علاوه بر آن از ترکیب متغیّرهای متعدد محیط طبیعی نیز مخاطراتی شکل می‌گیرند. بر این اساس نگارنده انواع مخاطرات طبیعی را به شرح جدول شماره ۲ تفکیک و دسته بندی نموده است.

شکل شماره ٤- یک طیف عمومی از مخاطرات محیطی شامل وقایع ژئوفیزیکی تا فعّالیتهای انسانی



(مأخذ: با تغییراتی از اسمیت ۲۰۰۱: ١٦)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره۲- دسته بندی انواع مخاطرات طبیعی

منشأ مخاطرات	گروه مخاطرات	نوع مخاطره	مخاطرات همزمان یا ثانوی	نحوه وقوع	محدوده‌های تحت عملکرد
دینامیک درونی زمین	تکتونیکی	زمین لرزه	روانگرائی، لغزش، ریزش، تسونامی. سیل، جریانهای گلی، آتش‌سوزی	ناگهانی	سیستم‌های چین خورده آلپی، نواحی مجاور شکست‌ها
		فوران آتشفشانی	لاهار، زمین لغزه، تسونامی، آتش سوزی جنگلها، بادهای گرم	ناگهانی-سریع	سیستم‌های چین خورده آلپی، مرز صفحات
		سوبسیدانس و فرورانش	پیشروی دریا و آبگرفتگی	تدریجی و کند	حوضه‌های داخلی-مرز صفحات
دینامیک بیرونی زمین	حرکات توده‌ای	لغزش	سیل، جریان مواد	سریع	کوهستانهای پرشیب و مرطوب
		ریزش		ناگهانی	پرتگاهها و شیب‌های تند کوهستانی، سواحل پرشیب
		بهمن	سیل	سریع	کوهستانهای مرتفع و پرشیب
		جریان مواد	شیت فلودها	سریع	دامنه‌های پرشیب، رودخانه‌های مناطق خشک
	مخاطرات نمکی	هوازدگی نمکی	-	تدریجی و کند	سواحل مناطق خشک و بیابان‌های نمکی یا کویرها
		پیشروی آب شور	تخریب خاک و آلودگی آب	تدریجی	سواحل، جزایر و بیابانها
	مخاطرات ماسه‌های روان	حرکت تپه‌های ماسه‌ای	طوفانهای ماسه‌ای و گرد و خاکی	سریع وهم تدریجی	بیابان‌ها و برخی سواحل ماسه‌ای
	هیدرولوژیک	سیل	آلودگی‌های محیطی	سریع وهم ناگهانی	در تمام مناطق
		خشکسالی	کم آبی-جزایر حرارتی، بیابان‌زائی،	آرام و دوره‌ای	عمدتاً در اقالیم خشک و نیمه خشک
		بالا آمدن سطح دریا	سیل، امواج ساحلی، تخریب خاک و آلودگی آب، باتلاق زائی	تدریجی ودوره‌ای	سواحل دریاها و اقیانوسها
	اتمسفری	سیلکونهای حاره‌ای	-	سریع	مناطق حاره
		طوفان	-	سریع	مناطق حاره و جنب حاره و بیابانی
		موج گرمائی	تشدید آتش سوزی‌ها	تدریجی	پراکنده
		بارش‌های اسیدی	آلودگی آب و خاک	ناگهانی	پراکنده
	بیوفیزیکی	آتش سوزی طبیعی جنگل‌ها	بادهای شدید گرم	-	عرصه‌های جنگلی
		یخ زدگی در کشاورزی	-	-	عرصه‌های زراعی وباغی

زمین لرزه و شهرهای ناپایدار:

از نظر تکتونیکی ایران سرزمینی چین خورده، شکسته و ناپایدار است و تقریباً تمام شهرهای موجود آن در قلمرو عملکرد زمین لرزه‌های شدید استقرار یافته‌اند. بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد که از دورهٔ بازگشت زلزله در شهرهای مختلف مدّت زیادی می گذرد و هنوز فعالیت لرزه خیزی مهمّی در آنها رخ نداده است.(۱) چون در این شهرها زلزله‌های خفیف فراوانی به ثبت نرسیده، این خود یک پیش‌نشانه است و ما باید منتظر وقوع زمین‌لرزه‌های شدید باشیم. زمین لرزه‌های مهلک شهریور ماه ۱۳۵۷ طبس و دی ماه ۱۳۸۲ بم ثابت نمود که نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین لرزه(۲) کشور از دقّت و صحّت کافی برخوردار نبوده وحتی در پهنه‌های با خطر کم، امکان وقوع زمین لرزه‌هایی با بزرگی زیاد وجود دارد. تا کنون مشخص گردیده که هرگاه در یکی از شهرهای ایران زمین لرزه‌یی با بزرگی ٦ ریشتر به بالا رخ می دهد، تلفات جانی و خسارات مالی فراوانی برجای می گذارد. این مسأله تا حدّ زیادی ناشی از نبود نظارت کافی بر اجرای طرحهای توسعه، عدم نظارت بر ساخت و سازهای شهری و نبود یک مدیریت بحران کار آمد شهری است. امکان پیش بینی وقوع زمین لرزه هم نه تنها در کشور ما که در تمام دنیا هنوز همچنان با شکست روبرو است و حرکت عمومی دنیا در جهت کاربرد روشهایی برای کنترل وکاهش آثار کوتاه مدت و بلند مدت زمین لرزه‌هاست.(۳) در چنین وضعیتی کاملاً واضح است که شهرهای موجود بالاخره در آینده با زمین لرزه‌های مخرّب روبرو خواهند بود و چنانچه توسعهٔ شهرنشینی تشدید یافتهٔ سالهای اخیر همچنان تداوم یابد، بر وخامت اوضاع افزوده خواهد شد. (حسین‌زاده، ۲۰۰٤)

در حال حاضر باید تمام سازمانهای مسؤول و مراکز تحقیقاتی برای نجات شهرها، اولویت را به مطالعهٔ پهنه‌بندی زلزله در بافتهای موجود شهری داده و به‌دنبال آن سازمانهای مجری نسبت به اجرای سریع یافته‌های آن اقدام نمایند. اصولاً میزان تلفات و خسارات ناشی از زلزلهٔ بافتهای شهری به متغیّرهای متعددی به شرح جدول شماره ۳ بستگی دارد:

جدول شماره ۳- متغیرهای مؤثر بر تلفات و خسارات ناشی از زلزله در شهرها

متغیر	انواع و شرح
طبیعی	- ویژگی زمین لرزه یعنی عمق، بزرگی، مدت لرزش و زمان وقوع - شرایط زمین‌شناسی و مرفولوژی ساختمانی زیربنای شهر شامل: دوری و نزدیکی به گسل، ویژگی و عمق مواد سطحی، ویژگیهای سنگ بستر - توپوگرافی و شیب
کالبدی و ساختمانی	- شبکه معابر - توزیع انواع کاربریها یا رعایت همجواریها - تراکم واحدهای مسکونی در سطح و طبقات - کیفیت ابنیه - طرح ساختمان
اجتماعی- اقتصادی	- تراکم جمعیت - مدیریت بحران - سطح سواد و فرهنگ - وضعیت مالی ساکنان

در اینجا به توضیح بیشتر برخی از این متغیّرها، که دارای ارتباط بیشتری با جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری است، می‌پردازیم:

مدت زمان لرزش و زمان وقوع زمین لرزه:

طول مدّت لرزش زمین به هنگام زلزله یکی از عوامل تعیین کننده میزان خطرات و آسیب‌های وارده به ساختمان‌است. این متغیّر عامل مهمّی در فرسودگی و از بین رفتن مقاومت ساختمان و در نتیجه ویرانی آن دراثر نیروهای تکراری وارده است. بنابراین با افزایش مدت زمان لرزش، امکان این‌که ساختمانهای مقاوم نیز دچار آسیب شوند زیاد است. بیشترین مدت لرزش زلزله در سال ۱۹٦٤ در آنکوریج آلاسکا با بزرگی ۸/٦ ریشتر برابر سه دقیقه بوده و بقیه زمین لرزه‌ها بین چند ثانیه تا دو دقیقه لرزش داشته‌اند.

زمان وقوع زمین لرزه نیز بسیار اهمیت دارد. تعداد تلفات ارتباط مستقیم با زمان وقوع و نوع کاربری از نظر ساعات اشغال دارد. به‌عنوان مثال تعداد تلفات در کاربریهای با اشغال پیوسته مانند کاربریهای مسکونی بیشترین درصد را در شب داشته و در همین زمان کاربریهای خالی بدون تلفات خواهند بود. در صورت وقوع زلزله در روز این نتایج عکس خواهد شد. ساعت ۸ الی ١٤ بحرانی‌ترین زمان برای کاربریهای ویژه است و ساعات ۲۰ الی ٦ صبح بحرانی ترین زمان برای کاربریهای مسکونی و بیمارستانهاست. برای کاربریهای آموزشی زمان وقوع زلزله از ساعت ۸ الی ١٦ بحرانی ترین زمان به حساب آمده است (منبع شماره ٤: ۱۹۰).

شرایط زمین شناسی و ژئومرفولوژی زیربنای شهر:

وجود گسلهای مهم و فعّال[٤] در مجاورت و یا زیربنای ساختمانها و تأسیسات، یکی از شرایط زمین شناسی است که به هنگام وقوع زمین لرزه در میزان تلفات و خسارات مؤثر واقع می‌شود. انواع گسلها از نظر لرزه‌خیزی وبر مبنای طول خط گسل به سه گروه به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

۱- گسلهای اصلی و لرزه زا با طول بیش از ۱۰ کیلومتر

۲- گسلهای متوسط و لرزه زا با طول بین ۱۰-۲ کیلومتر

۳- گسلهای فرعی با طول کوتاهتر از ۲ کیلومتر

گسلهای دستهٔ اول عامل اصلی بروز زلزله هستند و یا این که حداقل به هنگام بروز زلزله فعّال شده و باعث ایجاد جابجایی‌هایی در سطح زمین می‌شوند. گسلهای دسته دوم به خودی خود لرزه‌زا نیستند، ولی چون وابسته به سیستم گسلهای اصلی نوع اول هستند، بر اثر حرکت آنها دچار لغزش و جابجایی می‌شوند. گسلهای نوع سوم نیز تحت تأثیر دو نوع دیگر گسل و به سبب آزاد شدن انرژی در راسته‌های گسلهای مهمتر مجاور ممکن است دچار جابجایی شده و نقاط یا خطوط سستی را در زیر سازه‌ها به وجود آورند. آنچه تا کنون مسلّم گردیده زیربنای بیشتر شهرهای ایران دارای انواع گسلهای مذکور بوده که بسیاری از آنها شناخته شده و تعدادی نیز به صورت ناشناخته باقی مانده‌اند. در زمین لرزهٔ شهر بم احتمالاً فعّالیت یکی از همین گسلها در زیر بنای شهر به‌همراه گسل مهم شرق شهر، که فاصلهٔ اندکی با بافت شهری دارد، منجر به چنان فاجعهٔ عظیمی گردید. گسترش کلان شهرهای ایران شامل تهران، مشهد، اصفهان، تبریز و شیراز بدون هیچ گونه در نظر گرفتن حریم مشخص برای گسلها به هر طرف صورت پذیرفته و در مکان گزینی اغلب کاربریها به این

موضوع توجهی نشده است.(حسین‌زاده،۲۰۰٤) میزان خطرناک بودن گسلها به نوع آن نیز بستگی دارد. از این نظر می‌توان گفت در گسلهای فشاری (یا معکوس) ویرانگری زمین لرزه تقریباً دو برابر می‌شود، زیرا گسلهای فشاری در مقایسه با گسلهای راستا لغز و کششی (عادی) پر انرژی‌تراند و زمان بازگشت در آنها طولانیتر است و می‌توانند زلزله‌های بزرگ و مخرّبی را به‌وجود آورند.

نوع خاک یا رسوبهای سطحی نیز در افزایش خطرات زمین لرزه تأثیر دارد. بخشهایی از شهرها که در آنجا سطح آب زیر زمینی بالاست و بافت خاک زیربنا سیلتی، رسی و ماسه‌ای می‌باشد، زمین لرزه با یک مخاطره ثانوی تحت عنوان روانگرایی[1] یا آبگونگی خاک همراه می‌شود. در اثر این پدیدهٔ اتصال دانه‌های خاک از بین رفته و خاک نشست می‌کند و به تبع آن ساختمانهایی که روی آنها ساخته شده نیز به داخل زمین نشست کرده یا کج می‌شوند و فرو می‌ریزند. در زلزله سال ۱۳٦۹ شمال کشور، بسیاری از ساختمانها در شهرهای ساحلی با زیربنای ماسه‌ای بر اثر این پدیده تخریب گردیدند (رجائی،۱۳۸۱:۲۸). خاک زیر ساختمانها با درجهٔ تخلخل بالا حتی بدون آب نیز مشکلاتی را به بار می آورد، زیرا بر اثر حرکات افقی ناشی از زلزله فضاهای خالی بین ذرات خاک کم می شود واز حجم خاک کاسته می گردد. در نتیجه خاک زیر ساختمان نشست کرده و احتمال فرو ریختن آن زیاد می‌شود. (بحرینی، ۱۳۷۹: ۷۱) در دشتهای داخلی ایران و همچنین جلگه‌های ساحلی، از پای کوه به سمت حوضه‌های انتهایی و خط ساحلی بافت رسوبهای ضخیم سطحی کاهش یافته و سطح آب زیر زمینی افزایش می‌یابد. سطح وسیعی از فضاهای شهری روی چنین مناطقی گسترش یافته که درصورت بروز زمین لرزه شدید، خسارات سنگینی را متحمل خواهند شد.

جنس سنگ بستر و میزان درز و شکافهای موجود در سنگ زیربنای ساختمانها در افزایش یا کاهش خطرات ناشی از زمین لرزه تأثیر دارد. اصولاً در سنگهای متراکم و یکپارچه امواج زمین لرزه سریعتر و شدیدتر حرکت می‌کنند و هر چه سنگهای زیر ساختمان شکستگی بیشتری داشته باشند، سریعتر مقاومت خود را در برابر امواج زلزله از دست می‌دهند. شکستگیهای اولیه (قبل از وقوع زمین لرزه)، سطوح چینه بندی و تنوّع سنگ‌شناسی در حکم نقاط ضعف سنگ در هنگام وقوع زلزله به شمار می‌روند.

---

۱. Liqufaction

توپوگرافی و شیب:

هر چند که از دیدگاه زلزله شناسی مهندسی شدّت خسارتها در مناطق کوهستانی بعد از وقوع زمین لرزه متغیّر است، لیکن در زمین لرزه‌های مخرّب منجیل(۱۳۶۹) اردبیل (۱۳۷۵) و بیرجند(۱۳۷۶) ثابت شده که سازه‌های واقع بر روی خط‌الرأسها و یا دامنه‌های پرشیب نسبت به سازه‌های واقع در پایکوه در معرض خسارت بیشتری بوده‌اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت تقویت موجهای لرزه‌ای تنها ناشی از اثر موادّ منفصل سطحی نیست بلکه این اثر باتوپوگرافی ترکیب می‌شود. در مطالعات انجام شده توسط لرزه شناسان متعدد تشدید امواج زمین لرزه در نواحی ناهموار نسبت به مناطق هموار و همچنین در جهت افزایش ارتفاع که نهایتاً میزان خسارات و تلفات بیشتر را به‌همراه دارد، تأیید گردیده است. (توکلی و دیگران، ۱۳۷۶: ٦)

به طور کلّی از آستانه شیب ۱۵ درصد به بالا میزان تلفات نیز رو به افزایش می‌گذارد. به‌عنوان مثال میزان تخریب در شهر لوشان که میانگین شیب آن به حدود ۲۸ درصد می‌رسد طی زلزله سال **۱۳٦۹** بیش از شهرهای منجیل و رودبار بوده است (منبع شماره ۳: ۸۸) علاوه بر آن در مناطق کوهستانی وقوع مخاطرات ثانوی نظیر ریزش، لغزش، بهمن و جریان مواد محتمل است. همان‌گونه که در زمین لرزه ۱۳٦۹ شمال کشور تعداد ٦۷ مورد لغزش و تعداد بسیار زیادی ریزشهای سنگی رخ داد (منبع شماره۳: ۷۱) و همچنین در زمین‌لرزه هشتم خردادماه ۱۳۸۳ ریزشهای سنگی بی‌شماری در جاده کرج–چالوس منجر به از بین رفتن دهها خودرو و کشته شدن سرنشینان آنها شد.

متغیّرهای کالبدی و ساختمانی

متغیّرهای کالبدی و ساختمانی، اعمّ از شبکهٔ معابر، توزیع انواع کاربریها، همجواری کاربریها، تراکم و استحکام ساختمانی و... با هم و به صورت یک سیستم، واکنش بافت در مقابل زمین لرزه را تعیین می‌کنند. به‌عنوان مثال تنها متغیّر استحکام ساختمانها یا نوساز بودن آنها نمی‌تواند میزان تلفات را به طور کامل کاهش دهد، همان‌گونه که در زمین لرزه شمال ایران این مسأله به اثبات رسید. در این زلزله هیچ ارتباط معنی دار و مستقیم خطی بین شاخص تخریب، عمر ساختمان و مرغوبیّت مصالح در سطح محلاّت شهر منجیل وجود ندارد و تقریباً در کلیهٔ محلاّت چه نوساز و چه قدیمی تخریبهای بسیار زیادی صورت گرفته است (منبع شماره ٤: ۳۸). این شرایط بیانگر متغیّر بودن رفتار زمین لرزه‌های ایران و بخصوص حساسیّت بالای مناطقی که در کانون

زمین لرزه قرار می گیرند، می‌باشد که بایستی به کل سیستم کالبدی توجه نمود. عناصر شهری و اجزاء تشکیل دهندهٔ آن از لحاظ سازگاری و همجواری در بافت به هنگام بروز خطر می‌توانند برروی یکدیگر اثرات مثبت یا منفی داشته باشند. به‌عنوان مثال همجواری مدرسه و منبع آب هنگام وقوع زلزله می‌تواند خطرناک باشد، خصوصاً اگر زمان وقوع زلزله مقارن با ساعات کار مدرسه باشد. همچنین همجواری صنایع شیمیایی با فضاهای مسکونی می‌تواند خطر را تشدید نموده و فاجعه به‌بار آورد (بحرینی، ۱۳۷۵: ۱۹۱). در مقابل، وجود فضاهای باز یا فضای سبز در کنار ساختمانهای عمومی یا حدفاصل ساختمانهای مرتفع مسکونی، میزان تلفات را کاهش داده و امکان امدادرسانی و نجات را فراهم می‌نماید.

برای سهولت در تردّد درون‌شهری و خروج سریع، نیاز به عبورگاههای عریض اصلی، ورودی و خروجی‌های زیاد، تفکیک دسترسی‌های پیاده از سواره،نبود گره‌ها و پیچهای ترافیکی، رعایت عرض مناسب نسبت به ارتفاع و تراکم سطحی ساختمانهاست. متأسفانه بیشتر شهرهای ایران و بخصوص کلان‌شهرهای کشور از یک شبکه گذرگاهی نسبتاً ضعیف و متراکم برخوردارند که در صورت بروز زمین‌لرزه وضعیت بسیار اسف‌باری را به‌وجود خواهد آورد. با توجه به ناپایدار بودن جداره‌های بسیاری از معابر، انسداد معابر در سطحی بسیار وسیع اتفاق خواهد افتاد. زمانی که در کلان شهر تهران بارش یک باران پاییزی و یا افتادن یک درخت باعث به‌وجود آمدن ترافیکهای سنگین چند ده دقیقه‌ای می‌شود، آیا در جریان یک زمین‌لرزه مخرّب بیش از نیم میلیون تن فقط در شلوغی فرار، جان خود را از دست نخواهند داد؟

وضع موجود ورودیها و خروجی‌های کلان‌شهرهای ایران از نظر تعداد و نوع طرّاحی نیز یک متغیّر نگران‌کننده است، زیرا در شرایط عادی امکان کافی برای عبور وسائط نقلیه را فراهم نمی‌آورند و در شرایط بحرانی به‌طور کلی مسدود خواهند شد. این در حالی است که معرفی لوس‌آنجلس به‌عنوان امن‌ترین شهر زلزله‌خیز جهان در حقیقت ناشی از باز بودن بافت و امکانات زیاد شهر می‌باشد. شبکهٔ کامل و گسترده در همه‌جا، توسعهٔ کم تراکم به همراه شبکه‌ای از بزرگراههای کارا، جادّه‌های عریض و بناهای مقاوم در برابر زمین‌لرزه از بهترین مزایای فرم آن به شمار می‌رود.

ایجاد پراکندگی نسبی در کاربریهای ویژه و یا کاربریهای عمومی، علاوه بر تأمین دسترسی آسانتر به آنها، باعث پراکندگی جمعیت در طول روز در سطح شهر می‌شود و بدین ترتیب در کاهش میزان تلفات به هنگام زمین‌لرزه مؤثر واقع می‌شود.

از نظر ساختمانی تعداد تلفات ارتباط مستقیم با تراکم طبقاتی دارد. تراکم مساحت ساختمانی یا سطح اشغال ساختمان ارتباط مستقیم با تلفات دارد، بدین صورت که هرچه سطح اشغال ساختمان بیشتر باشد تعداد تلفات هم بیشتر می‌شود. تعداد تلفات در ساختمانهای با مصالح سنگین بیشتر از تلفات در ساختمانهای با مصالح سبک است و تکنیک ساخت ارتباط مستقیم با تلفات دارد(بحرینی، ۱۳۷۵: ۱۹۰)

برنامه‌ریزی برای کاهش خطر زمین‌لرزه در محدودهٔ بافتهای موجود شهری

کاهش خطر زمین‌لرزه در محدودهٔ بافتهای موجود شهری یک فعالیّت بین رشته‌ای است که معمولاً به کمک یک گروه کارشناسی متشکّل از تخصص‌های ذی‌ربط و با نقش محوری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری انجام می‌گیرد. مهمترین بخش از این فعالیت تهیهٔ نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه یا پیش‌بینی خسارات ناشی از زمین‌لرزه‌هاست.

با توجه به دخالت متغیّرهای مختلف در تعیین میزان آسیب‌پذیری بافتهای شهری در مقابل زمین‌لرزه، الگوسازی اثرات وقوع آن در شهرها یکی از کارهای اساسی است که می‌تواند در این زمینه مؤثر واقع شود. الگوی ارائه شده از سوی تاکاماسانا کانو[1] و ایوارماتسودا[2] استادان گروه جغرافیای دانشگاه متروپولتین توکیو که در سال ۱۹۸۰ برای شهر توکیو ارائه گردید، در عین سادگی نتایج پرباری را به همراه دارد. در این الگو فرض شده است که زلزله‌ای مشابه زلزلهٔ کانتوی بزرگ(۵) و با همان مرکزیت در یک شب زمستانی به بزرگی ۷/۹ ریشتر آغاز می‌شود.

برمبنای این روش نواحی آسیب‌پذیر شهر توکیو مشخص و میزان خسارات مالی و تلفات جانی با دقّت نسبتاً بالایی پیش‌بینی گردیده است. سپس برمبنای نتایج بالا اقدامهای مقابله‌ای به منظور کاهش خسارات ناشی از زلزله در این شهر به مرحله اجرا درآمده است. (منبع شماره۱۹)

ارائه دو الگوی مختلف توسط سازمانهای مسؤول و کارشناسان ایالت کالیفرنیای امریکا که به خوبی توسط دبلیو.جی.کاکلمن در یک مقاله با عنوان «گامهایی در زمینه کاهش خطرات زمین‌لرزه» به چاپ رسیده نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در یکی از این روشها با تصور تکرار زلزله بزرگ ژانویه ۱۹۶۷ جنوب کالیفرنیا

---

۱. Takamasa nakano

۲. I Ware Matsuda

با بزرگی ۸/۳ ریشتر به تهیه نقشه‌های هم‌شدّت و پیش‌بینی خسارات وارده بر شریانهای حیاتی پرداخته و در روش دیگری برمبنای زلزله سال ۱۹۷۱ کالیفرنیا برنامه بازنشانی پلهای بزرگراهها ارائه گردیده است.(٦)

روش مناسبتری که خصوصاً می‌توان برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر بافت در کلان‌شهرها از آن بهره‌گیری نمود، روشی است که توسط انجمن برنامه‌ریزی آمریکایی برای شهرهای لس‌آنجلس، سانتامونیکا[۱]، شهر جدید سانتاکالاریتا[۲] و پالم دال[۳] به‌کار رفته و به‌وسیلهٔ روبرتا بولشانسکی[٤] در سال ۲۰۰۱ منتشر شده است. در این روش با استفاده از عکسهای هوایی سالهای ۱۹۷٤ تا ۱۹۹٤، گسترش شهرهای مذکور به تفکیک انواع کاربری بر روی مناطق گسلی، نواحی با خطر روانگرایی و نواحی با خطر زمین‌لغزه تعیین گردیده است. این مطالعه پس از زمین‌لرزه سال ۱۹۷۱ سان فرناندو[٥] انجام شده و برمبنای آن نواحی خطرناک بافت و نوع کاربری در این نواحی به‌طور دقیق مشخص گردیده است. (منبع شماره ۲۵) همچنین مطالعهٔ ارزشمندی که با کمک سازمان ملل و همکاری بنیاد مسکن انقلاب اسلامی و محقّقان دانشگاهی برای مناطق زلزله‌خیز شمال کشور انجام و نتایج آن در قالب یک گزارش منتشر گردیده نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این مطالعه برای اولین‌بار در کشور با حضور متخصصین رشته‌های مختلف صورت گرفته و به نتایج بسیار مهمّی دست یافته است.

با تغییراتی در روشهای بالا می‌توان با استفاده از عکسهای هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی و همچنین تحقیقات گسترده میدانی و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به تهیه نقشه‌های مناطق آسیب‌پذیر بافتهای موجود و درجهٔ آسیب‌پذیری آنها اقدام نمود. همانگونه که اطلاع داریم قدیمی‌ترین عکسهای هوایی پوششی کشور ما در دهه‌های ۱۳۳۰ و ۱۳٤۰ تهیه گردیده که می‌توان از آنها به‌عنوان عکسهای پایه استفاده نمود و طی مراحل زیر نقشه‌های خطرپذیری بافتهای موجود شهری در برابر زلزله را تهیه کرد:

پرتال جامع علوم انسانی

۱. Santa monica
۲. Santa clarita
۳. Palmdal
٤. Roberta Bolshansky
٥. Sanfernando

۱- *تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر برمبنای متغیرهای طبیعی یعنی گسل‌ها، رسوبهای ریزدانه سطحی، سطح آب زیرزمینی و شیب*: در این مرحله مناطق مختلف خطر شامل پهنه‌های همراه با گسیختگی، پهنه‌های با ویرانیهای خیلی شدید، ویرانی شدید و تکانهای شدید، مناطق با توان روانگرایی خاک و مناطق با خطر زمین‌لغزه مشخص و تعیین حدود می‌شود. در این زمینه باید توجه داشت که مقیاس نقشه‌ها کمتر از ۱:۲۰۰۰۰ انتخاب نشود زیرا در غیر این‌صورت از دقّت کافی برخوردار نخواهد بود؛

۲- *تعیین روند توسعهٔ بافت فیزیکی شهر بر روی مناطق همراه با خطر و تعیین سطح و در صد انواع کاربری در پهنه‌های مذکور*: در این مرحله با استفاده از عکسهای هوایی سالهای مختلف و انتقال اطلاعات آن روی نقشه‌های پایه و تعیین نوع کاربری آنها یک شناخت جامع از نحوهٔ گسترش کاربریهای شهری در محدوده‌های مخاطره‌آمیز را خواهیم داشت. به‌عبارت دیگر روشن می‌شود که در مرحلهٔ بعد باید چه مناطقی به‌طور تفصیلی مورد بررسی قرار گیرد و در کل چه درصدی از بافت در معرض خطر قرار دارد؛

۳- تعیین تراکم جمعیت، تراکم واحدهای ساختمانی، مقاومت ساختمانها، کارایی معابر، مقاومت جداره‌های معابر و کیفیت شریانهای حیاتی در لکّه‌های خطرپذیر؛

٤- تلفیق داده‌های طبیعی با اطلاعات حاصل از مرحلهٔ سوم و برآورد کمی آسیب‌پذیری به منظور تعیین نوع عملیات اجرایی در محدودهٔ بافتهای موجود شهری.

پیشنهادهای اجرایی برای کاهش خطر زمین‌لرزه در بافتهای موجود شهری:

پس از تهیهٔ نقشه‌های خطرپذیری بافت، اقدامات اجرایی اصلاح بافت به شرح زیر در بافت موجود شهرها منجر به کاهش خسارات زلزله‌های احتمالی خواهد شد.

۱- **اصلاح معابر**: در برنامه‌های اصلاح بافت با هدف تأمین دسترسی آسانتر به مراکز امداد و نجات و جلوگیری از انسداد معابر به‌هنگام زمین‌لرزه نسبت به تعریض و از بین بردن گره‌های ترافیکی اقدام می‌شود. در این برنامه‌ها توصیه می شود، عرض معابر حداقل یک و نیم تا دو برابر ارتفاع جداره باشد. (جدول شماره ٦) هرچند که ممکن است یک تخریب وسیع و گسترده در همه معابر برای رسیدن به این تناسب امکانپذیر نباشد. بنابراین با تعیین اهمیت معابر از حیث سلسله مراتب دسترسی، وجود کاربریهای خاص،تراکم انسانی و به‌طور خلاصه نقش معابر در زلزله می‌توان اولویت‌بندی صحیحی از لزوم و یا نحوهٔ دخالت طرّاحان در شبکهٔ معابر را به‌دست آورد.

ضوابط و معیارهای زیر نمونه‌هایی است که می‌توان در تعیین ایمن‌سازی معابر و بافتهای شهری در برابر زلزله به کار گرفت:[۷]

الف) تعیین و رعایت سلسله مراتب معابر در تقسیمات کالبدی شهر و مشخص کردن دسترسی‌های سریع جهت امدادرسانی در هر رده کالبدی؛

ب) نفوذ دسترسی‌های سریع و مناسب به داخل بافتهای متراکم و ایجاد دسترسی مضاعف برای محلاّت و مراکزی که دسترسی آنها فقط از یک محور صورت می‌گیرد؛

پ) امتداد مسیرهای سریع‌الوصول تا کاربریهای ویژه (مدارس، بیمارستانها و ...) جهت امدادرسانی سریع بعد از وقوع زلزله و کاهش اثرات آن؛

ت) مقاوم‌سازی جداره‌های سست و بی‌دوام در برابر زلزله و تخریب ساختمانهای سست و بی‌دوام؛

ث) تعدیل شیب معبر در صورت امکان به لحاظ خطر لغزش مصالح در معبر؛

ج) حذف موانع موجود برسر راه فرار مردم به هنگام زلزله یا امداد (نظیر باجه‌ها، تابلوها، تیرها و ...)؛

چ) اتصال کوچه‌های موازی نزدیک بهم، باز نمودن کوچه‌های بن‌بست و گشایش گره‌های شبکه معابر شامل تقاطع‌ها، پیچ‌ها و نظایر آن به منظور افزایش راههای فرار و امداد و ایجاد دسترسی مضاعف؛

ح) ایجاد فضاهای باز و نیمه‌باز در معابری که امکان گشایش سرتاسری آنها وجود ندارد.

۲- تغییر کاربریها:

الف) با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی خطر بافت بایستی خطرناکترین محلها یعنی کاربریهای روی خطوط گسلی یا چسبیده به آن خریداری شده و به پارک، فضای سبز، فضای ورزشی و تفریحی و امثال آن اختصاص یابد. کاربریهای ویژه یا عمومی مانند کاربریهای آموزشی، بهداشتی، درمانی و اداری اگر در محدوده‌های پرخطر هستند به مناطق امن‌تر انتقال یابد و محل آنها به واحدهای مسکونی یک واحدی یا چند واحدی مقاوم تبدیل گردد؛

ب) تا حدّ امکان نزدیکی و ارتباط کاربریهای حسّاس شهری با یکدیگر و با معابر سریع برقرار گردد، به‌عنوان مثال نزدیکی آتش‌نشانی با کارخانه و مدرسه با اورژانس؛

پ) انتقال کاربریهای خطرساز که منجر به ایجاد آتش‌سوزی یا پخش آلودگیهای شیمیایی می‌شوند به خارج از بافت و یا حداقل اصلاح همجواری کاربریها در داخل بافت؛

ت) ایجاد فضاهای باز امدادی در تمام بافت و پیوند این فضاها با مراکز امدادی دیگر به منظور خدمات‌رسانی به مصدومین احتمالی زلزله.

۳- مقاوم‌سازی ساختمانها: مقاوم‌سازی ساختمانها یکی از اساسی‌ترین اقدامات در کاهش خسارات زمین‌لرزه است که باید در یک زمانبندی چندساله و با نظارت کامل به اجرا درآید. در مقاوم‌سازی ساختمانها ضوابط و معیارهای مندرج در آیین‌نامهٔ طرح ساختمانها در برابر زلزله (منبع شماره ۲۲) بایستی به‌کار گرفته شود. در این آیین‌نامه ساختمانها از نظر درجه اهمیت به سه گروه کلی ساختمانهای با اهمیت زیاد، ساختمانهای با اهمیت متوسط و کم تقسیم‌بندی می‌شوند که خود می‌تواند مبنای اولویت‌بندی برای مقاوم‌سازی نیز قرار گیرد. متأسفانه مطالعات نشان می‌دهد که در شهرهای بزرگ حتی تا ۷۰ درصد ساختمانهای نوع اول از مقاومت کافی در برابر زمین‌لرزه برخوردار نیستند (منبع شماره ۱۱). در مقاوم‌سازی ساختمان‌های نوع دوم که ساختمانهای مسکونی را نیز شامل می‌شود در شرایط فعلی بدون کمکهای مالی و پرداخت وام به ساکنان امکان اجرای برنامه وجود ندارد. لذا باید تا حدّ امکان تسهیلات لازم را به این امر اختصاص داد.

همانگونه که در این آیین‌نامه به روشنی تذکر داده شده و همچنین در زمین‌لرزه‌های طبس و بم به خوبی ثابت شده است، باید از احداث مجدّد بناهای خشتی و گلی خودداری گردیده و بناهای موجود نیز به‌دقت مورد بازسازی و یا دوباره‌سازی با مصالح مقاوم قرار گیرد.

٤- اصلاح و تغییر در مسیر شریانهای حیاتی: شریانهای حیاتی در یک شهر شامل شبکه‌های توزیع آب، برق، گاز و ... است. هریک از این شریانها از اجزاء مختلفی تشکیل شده که به هنگام وقوع زمین‌لرزه دچار آسیب‌دیدگی می‌شوند. در زلزله سال ۱۳۶۹ شمال کشور به شبکه‌های توزیع آب شهرهای رشت، بندرانزلی، آستانه اشرفیه، منجیل و لوشان و همچنین شبکه گازرسانی و برق‌رسانی شهرهای منجیل و لوشان خسارات بسیار زیادی وارد گردید (منبع شماره ۱۷: ۱۳۷-۱۲۳). آسیب‌پذیری این تأسیسات به عوامل مختلفی بستگی دارد و خرابی آنها باعث اختلال در امدادرسانی، بروز بلاهای ثانوی و طولانی شدن شرایط بحرانی می شود. قدر مسلّم آن است که حداقل شبکه‌های توزیع آب به‌عنوان یکی از مهمترین شریانهای حیاتی در بافتهای قدیمی شهرها، به‌دلیل خوردگی، تعمیرات متعدد، قطعات و اجزاء ناهمگن در مقابل ارتعاشات زمین‌لرزه آسیب‌پذیری بالایی دارند. لازم است که در طرحهای اصلاح معابر و تغییرات کاربری، نسبت به نوسازی و مقاوم‌سازی این شبکه‌ها نیز اقدام شود. در مورد شبکه‌های توزیع برق نیز اصولاً تغییر شرایط موجود و کار گذاشتن تأسیسات و

مسیرهای انتقال در داخل زمین نتایج مطمئن‌تری را به‌همراه خواهد داشت. خوشبختانه با توجه به جدید بودن شبکه‌های گازرسانی در شهرها این شبکه‌ها به‌نظر می‌رسد از مشکلات کمتری برخوردار باشد.

۵- تشکیل سیستم جامع مدیریت مخاطرات طبیعی در شهرها: در هر شهر یک کمیتهٔ تخصصی به‌دور از هرگونه فعالیتها و خطوط سیاسی لازم است تا با تخصصهای مختلف نسبت به برآورد آسیب‌پذیری و ارزشیابی خطر مناطق مختلف شهر، بنا نهادن فرضیات کلیدی در خصوص شهر، تشکیل کمیته‌های فرعی، برقراری بیمه بلایای طبیعی و نظارت بر آن را عهده‌دار شوند و برتمام طرحهای توسعهٔ فیزیکی نظارت و یا در تهیهٔ آن نقش مؤثری داشته باشند.

زمین‌لرزه و انتخاب و طرّاحی سمت توسعهٔ شهری

بررسی شرح خدمات طرحهای هادی و جامع شهری ایران نشان می‌دهد که متأسفانه پهنه‌های ریز خطر زمین‌لرزه در سمت توسعه مورد توجه قرار نمی‌گیرد. در حالی که هم انتخاب سمت توسعه و هم نحوهٔ طرّاحی آن در برابر زمین‌لرزه ارتباط تنگاتنگی با ایجاد یک شهر امن دارد. در مکانیابی یا انتخاب آلترنایتوهای مختلف توسعهٔ شهر، تهیهٔ نقشه‌های خطر براساس متغیّرهای طبیعی از ضروریترین فعالیتهاست. درواقع نقشه‌های بالا تعیین کننده الگوی کلی طرّاحی شهر خواهد بود و برنامه‌ریز و طراح شهر را در مسیر صحیح آن هدایت می‌کند. در این نقشه‌ها اطلاعات مربوط به انواع گسل‌ها، مناطق با درجات خطرپذیری مختلف، مناطق همراه با خطر روانگرایی و شیبهای محدود کننده گنجانده می‌شود.

در طرّاحی سمت توسعه اولین گام استفاده از تجاربی است که از زمین‌لرزه‌های قبلی به‌دست آمده است. از این طریق می‌توان بافتهای مختلف شهری را از نظر کارایی در برابر زمین‌لرزه مورد نقد و تجزیه و تحلیل قرار داد. تا کنون زلزله‌های مخربی در بویین‌زهرا، طبس، گیلان و بم و بسیاری از روستاهای بزرگ رخ داده که می‌توان از آثار زمین‌لرزه‌ها و ارتباط آن با توزیع کاربریها، همجواریها، الگوی معابر، تأسیسات زیربنایی، کاربریهای ویژه و ... بهره‌برداری نمود. سپس با درنظر گرفتن شاخصهایی چون امکانات بازگشت سریع به وضع عادی، امکان خدمات‌رسانی سریع، امکان تخلیهٔ سریع، کاهش به مخاطره افتادن تأسیسات زیربنایی و درنظر گرفتن حوزه‌های ساکنان ویژه در طراحی، میزان آسیب‌پذیری بافت در برابر زمین‌لرزه و نهایتاً تلفات جانی و خسارات مالی را کاهش داد.

الگوی طرّاحی شهری و تقسیمات کالبدی شهر زلزله‌خیز:

جدول شماره ٤ مشخصات تقسیمات کالبدی شهر، عناصر شهری نسبت به درجهٔ آسیب‌پذیری از زلزله، امکان پناهگیری در مواقع خطر، امداد و امکان تخلیهٔ بافت و در نهایت درمان و اسکان موقّت را دسته‌بندی می‌نماید. در جدول شماره ٥ کاربریهای شهری براساس تقسیمات کالبدی شهر در ارتباط با به حداقل رساندن آسیبهای ناشی از زلزله و امکان خدمات‌رسانی که براساس عوامل زیر تعیین می‌شوند، رده‌بندی شده‌اند:

۱- **دامنهٔ نوسان**: تقسیمات کالبدی شهر در هر رده‌ای لازم است بین حداقل و حداکثر جمعیتی نوسان داشته باشد تا طرح از نظر اجرایی دارای قابلیت انعطاف باشد. تراکم براساس تراکم ویژه در محله و بر مبنای ٦٠ تن در هکتار درنظر گرفته شده است.

۲- **شعاع دسترسی**: شعاع دسترسی هم براساس فاصله به متر و هم مدت زمان لازم برای طی آن به صورت پیاده بیان می‌شود.

۳- **فعالیت شاخص محفوظ در برابر زلزله**: هر تقسیم کالبدی-فضایی نظر به نیازهای انسانی برای مقابله با سوانحی مانند پناه‌گیری و امدادرسانی در مقیاسهای متفاوت با فعالیت شاخص تبیین می‌گردد. این فعالیت در عین حال مبیّن ردهٔ خدماتی خاص خود، مقیاس مطلوب و همچنین ضوابط مورد نیاز از نظر همجواری با دیگر فعّالیتهاست. فعالیت شاخص در حقیقت یکی از فعّالیتهای اصلی است که می‌تواند قلب کالبدی-اجتماعی هر تقسیم را تشکیل دهد و براساس ضوابط پیشنهاد شده با کاربریهای دیگر همجوار باشد.

٤- **عناصر توزیعی**: عناصری هستند که در هر تقسیم‌بندی کالبدی مورد نیاز بوده و برحسب ضوابط فعالیت شاخص و همچنین جدول سازگاری کاربری با کاربری می‌توان همجواری و درجه سازگاری کاربریها را نسبت به یکدیگر و فعالیت شاخص مشخص نمود.

پرتال جامع علوم انسانی

۵- **دسترسی شاخص محفوظ در برابر زلزله**: در هر رده خدماتی یک دسترسی (پیاده یا سواره) به عنوان دسترسی سریع شاخص امدادرسانی هنگام وقوع زلزله تعریف شده است. این دسترسی‌ها براساس ضوابط تعریف شده در هر رده خدماتی و مقیاس مطلوب آن، قابل طراحی و پیش‌بینی در جوار هر کاربری است.

٦- **رفت و آمد**: در هر رده لازم است سلسله‌مراتب دسترسی پیاده و سواره مشخص باشد و براساس این سلسله مراتب و ضوابط به دست آمده، معابر در سطح شهر و در کنار کاربریهای ویژه طراحی می‌شوند.

جدول شماره ٤ – تعداد زیرتقسیمات کالبدی شهر مقاوم در برابر زلزله

ردیف	نام تقسیم	واحد مسکونی	گروه مسکونی	واحد همسایگی	محله	برزن	ناحیه	منطقه
۱	واحد مسکونی							
۲	گروه مسکونی	۵۰–۱۰۰						
۳	واحد همسایگی	۲۵۰–۳۰۰	۳–۵					
٤	محله	٤۵۰–٦۵۰	٦–۹	۲–۳				
۵	برزن	۹۵۰–۱٤۵۰	۱۵–۱۹	٤–۵	۲			
٦	ناحیه	۲۰۰–۲۷۰۰	۲۷–٤۰	۸–۹	۳–٤	۲		
۷	منطقه	۷۵۰۰–۱۰۰۰۰	۱۰۰–۱۵۰	۳۰–۳۳	۱۰–۱۵	۵–۸	۳–٤	
۸	شهر	٤۰۰۰۰–۵۰۰۰۰	۵۰۰–۸۰۰	۱۱٦۰–۱٦۵	۵۵–۸۰	۲۸–٤۰	۱٤–۲۰	۵

(مأخذ: منبع شماره ٤: ۲۷٤)

توجه: این جدول برای شهر ۲۰۰ تا ۲۵۰ هزار نفری تهیه گردیده و تراکم انسانی آن ٦۰ تن در هکتار است. در صورت بزرگ یا کوچک شدن شهر تعداد نواحی و مناطق شهری آن قابل تغییر می‌باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره ۵– **الگوی تقسیمات کالبدی یک شهر نمونهٔ مقاوم در برابر زلزله** (مأخذ: منبع شماره ٤)

ردیف	نام تقسیم	دامنهٔ نوسان		شعاع دسترسی	رفتار در زلزله	فضای شاخص محفوظ در برابر زلزله		
		خانوار	نفر	به متر و دقیقه		عنصر شاخص	عنوان	مقیاس
۱	واحد مسکونی	۱	٤–۵	۰	فرار و پناه‌گیری	فضای باز	حیاط	حداکثر اشغال ساختمان ۵۰٪ سطح زمین تفکیکی
۲	گروه مسکونی	۵۰–۱۰۰	۲۵۰–۵۰۰	۱۰۰–۱۵۰ متر / ۱–۲ دقیقه		فضای باز	پارکینگ جمعی	برای حداقل ۸۰–۳۰ ماشین
۳	واحد همسایگی	۲۵۰–۳۰۰	۱۲۵۰–۱۵۰۰	۲۲۰–۲۵۰ متر / ۲–۲/۵ دقیقه		فضای باز	پارک کودک	حداقل مساحت یک هشتم هکتار
٤	محله	۲۵۰–۶۵۰	۲۲۵۰–۳۲۵۰	۲۷۵–۳۰۰ متر / ۲–۳ دقیقه		فضای باز	پارک محله‌ای	حداقل مساحت یک‌چهارم هکتار
۵	برزن	۹۵۰–۱۳۵۰	۳۷۵۰–۷۲۵۰	۵۵۰–۲۵۰ متر / ٤–۶ دقیقه	امداد رسانی و درمان	درمانی	مرکز بهداشت یا خانه بهداشت	حداقل مساحت ۱۵۰۰ مترمربع
۶	ناحیه	۲۰۰۰–۲۷۰۰	۱۰۰۰۰–۱۳۵۰۰	۷۵۰–۶۵۰ متر / ۶–۸ دقیقه		درمانی	درمانگاه	حداقل مساحت ۵۰۰۰ متر مربع
۷	منطقه	۷۵۰۰–۱۰۰۰۰	۳۷۰۰۰–۵۰۰۰۰	۱۴۵۰–۱۲۵۰ متر		درمانی	بیمارستان	به ازاء هر هزار نفر ۱/۳ تخت بیمارستان
۸	شهر	۲۰۰۰۰–۵۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰–۲۵۰۰۰۰	۳۲۵۰–۳۰۰۰ متر		اداری انتظامی	فرمانداری، شهرداری، آب–برق، مخابرات	——

ادامه جدول شماره ۵-

فضای شاخص محفوظ در برابر زلزله	عناصر توزیعی	دسترسی شاخص ملحوظ در برابر زلزله			
ضوابط		عنوان	مقیاس	ضوابط	آمد و شد
نسبت ارتفاع ساختمان به طول حیاط حداقل برابر یک باشد. ابعاد مناسب حیاط به جهت فرار از خطر	خواب، پذیرائی نشیمن، آشپزخانه، انباری، سرویسها	راه‌پله‌ها و راهروهای ارتباطی منتهی به فضای باز	حداقل عرض پلکان ۹۰ سانتی‌متر	قرارگیری فضای پله در تقل بنا. مقاوم‌سازی دیوارهٔ جانبی فضای راه‌پله. دسترسی نزدیک گشایشها و پنجره‌ها. عدم استفاده از مصالح ناهموار و اندود نشده و آسیب‌رسان	ورودی‌ها. خروجی‌ها.
نزدیکی به شبکهٔ سواره قرار گرفتن در کانون مسکونی. در معرض دید رانندگان قرار گیرد.	شیر آتش‌نشانی. صندوق پست.	معبر پیادهٔ درون.	عرض معادل ٤/٥ متر	در ارتباط با شبکهٔ سواره‌ی به پارکینگهای جمعی باشد. در مواقع خطر بعنوان معبر سواره استفاده شود. (برای عبور وسائل امداد سریع). نزدیکی به پارکینگهای جمعی.	دسترسی پیاده. شبکهٔ سواره بن‌بست ۹-۶ متری.
نزدیکی به شبکهٔ سواره با فاصلهٔ زمانی یک دقیقه. نزدیکی به مراکز محلات و کانونهای خاطره‌گی واقع شدن در مرکز واحد همسایگی. محفوظ ماندن از دکلهای برق و منابع آبی هوائی. واقع شدن در حوزهٔ تحت پوشش خود. واقع شدن در سایتهائی که ساخت و ساز در آنها ممنوع می‌باشد.	مهد کودک و کودکستان. حسینیه و تکیه. واحدهای تجاری روزانه.	دسترسی اصلی پیاده	عرض معادل ٤/٥ متر	ایجاد یخ در تقاطع معابر فرعی. پوشاندن جوی آب. همجواری با عناصر توزیعی. جایگیری مناسب تأسیسات و تجهیزات شهری. حداقل نسبت عرض کوچه به ارتفاع جداره برابر یک باشد.	دسترسی سوارهٔ درون محله‌ای.
عدم استقرار در مجاورت دکلهای برق و منابع آبی واقع شدن در حوزهٔ تحت پوشش خود. دوری از لبه‌های طبیعی شهری (پرتگاهای عمیق) واقع شدن در مسیر گذر اصلی و دسترسی سواره. واقع شدن در سایتهائی که از نظر زلزله، ساخت در آن ممنوع می‌باشد. نزدیکی به فضاهای توزیعی محله‌ای	دبستان. مسجد. مطب پزشکی مستقل. باجهٔ پست. واحدهای تجاری خرید. هشتگی، حمام عمومی	دسترسی سواره درون محله‌ای	عرض معادل ۱۲-۹ متر	نسبت توصیه‌ای عرض سواره به ارتفاع جداره برابر دو به یک است. انتخاب کوتاهترین مسیر شهری به معبر اصلی ایجاد پیاده‌روهای مناسب و نسبتاً عریض	پیاده‌رو. گذر پیاده عبوری از درون محله. سوارهٔ دور محله‌ای.
خالی ماندن فضاهای پیرامونی. عبور گذر پیاده از درون سایتهای بهداشتی. همجواری با خیابان دور محله‌ای. همجواری با پارک برزن و زمین‌های ورزشی. واقع شدن در سایتهای کم‌خطر.	راهنمائی. شهرداری برزن. زمینهای کوچک ورزشی. واحدهای تجاری ماهانه. پارک برزن	سوارهٔ دور محله‌ای	عرض معادل ۱۵-۱۲ متر	نسبت پیشین عرض به ارتفاع توصیه می‌شود. در نزدیکی با پارکینگهای محله‌ای باشد. واقع شدن مکانهای تجاری و اداری بر بدنهٔ این خیابان به جهت تخلیهٔ سریعتر واقع شدن ایستگاههای اتوبوس در بدنهٔ خیابان. دارا بودن مسیر دوچرخه‌رو.	جمع کنندهٔ درجهٔ ۲ با ملحوظ داشتن مسیر دوچرخه‌رو.
مجاورت فضائی با محیطهای سرسبز پارک ناحیه‌ای. همجواری با سواره درجهٔ ۲. دسترسی مستقیم به شبکهٔ اصلی پیاده. دوری از سایتهای پرخطر. همجواری با بافت کم تراکم.	دبیرستان. مراکز تولیدی. کتابخانه‌های عمومی، پمپ بنزین، مراکز اداری و انتظامی. پارک ناحیه	جمع کنندهٔ درجهٔ ۲	عرض معادل ۱۸-۱۵ متر	دسترسی مستقیم به عملکردهای توزیعی. ایجاد پیاده‌روهای مناسب و نسبتاً عریض. پوشاندن جوی آب-ایجاد یخی در تقاطع‌ها مسیر حفاظت شده برای دوچرخه. دسترسی سریع به کاربری ویژه جهت امدادرسانی. در تقاطع‌ها به جهت رعایت سلسله‌مراتب حداقل عرض یک معبر نسبت به دیگری ۱/۵ باشد.	جمع کنندهٔ درجهٔ یک.
در ارتباط مستقیم با شریانی دو و یا جمع کنندهٔ یک باشد. دوری از سایتهای خطرناک. همجواری با فضاهای سبز. قرارگیری در بافتهای کم‌تراکم شهری.	مدارس حرفه‌ای و هنرستانها. ایستگاه آتش‌نشانی. باشگاههای ورزشی. مراکز فرهنگی-آموزشی. مراکز خرید سالیانه. سینما. کارگاههای صنعتی سبک.	جمع کنندهٔ درجهٔ ۱	عرض معادل ۲٤-۲۱ متر	استفاده از محورهای درختکاری شده و سرسبز. عدم ارتباط شبکه دسترسی محله‌ای به جمع کننده درجهٔ یک. ایجاد پیاده‌روهای مناسب و نسبتاً عریض. قرارگیری کاربریهای توزیعی در کنار آن نزدیکی به مراکز فرود اضطراری هلیکوپتر	شریانی درجهٔ دو.
همجواری با پارک شهر. دوری از سایتهای پرخطر از نظر زلزله. همجواری با سایر مراکز اداری-خدماتی.	دانشکده و مدارس عالی. مجموعه‌های ورزشی. مراکز فرهنگی اداری. بازار خرید-پارک شهر. مسجد جامع. (قبرستان-ترمینال در بیرون شهرند).	شریانی درجه ۲	عرض معادل ۳۵-۳۰ متر	عبور کانالهای تأسیساتی از زیر مسیرهای شریانی تقاطع غیرهم‌سطح استفاده از زیرگذر و یا روگذر پیاده. جدائی مناطق مسکونی بوسیلهٔ فضای سبز ایمن‌سازی این گونه معابر در مقابله با مسئلهٔ ریزش سنگ (Rock Fall)	شریانی درجه یک.

یادداشت‌ها:

۱. مثلاً از آخرین زلزله مهم: تهران حدود ۱۷۵، تبریز ۲۲۵، نیشابور ۳۳۰، قزوین ۸۳۰، مشهد ۳۲۰، دامغان ۱۲۰، سبزوار ۹۵۰ و کاشان ۲۲۵ سال می گذرد. (منبع شماره ۲)

۲. تا کنون دو نقشهٔ پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه توسط وزارت مسکن و شهرسازی در کشور تهیه گردیده که یک برگ آن با مقیاس ۱:۷۵۰۰،۰۰۰ ضمیمهٔ آیین‌نامه طرح ساختمانها در برابر زمین‌لرزه طی سال ۱۳٦٦ منتشر شده و دیگری با مقیاس ۱:۱۰۰۰،۰۰۰ ده سال بعد منتشر و در منبع شماره ۵ و ۲۰ نیز ارائه گردیده است.

۳. نگاه کنید به کلودالگر، ترجمهٔ درویش زاده. ۱۳۷۷

٤. به طور کلی گسلی که توان ایجاد زلزله را داشته باشد، گسل فعّال می نامند.

۵. زلزلهٔ کانتوی بزرگ در سال ۱۹۲۳ در توکیو و نواحی اطراف رخ داد. شمار کشته‌شدگان و مفقودین آن ۱٤۳۰۰۰ تن و تعداد ساختمانهای ویران شده و خسارت دیده به ترتیب ۱۲۸۰۰۰ و ۱۲٦۰۰۰ و ساختمانهایی که در آتش‌سوزی از بین رفتند، ٤٤۷۰۰۰ واحد گزارش شده است. طیّ مدت ٤۰ ساعت آتش‌سوزی وسیع ٦۰۰۰۰ تن در آتش‌سوزی از بین رفتند و در ناحیهٔ هونجوکوی این شهر ۹۸ درصد از خانه‌ها براثر آتش‌سوزی ویران و ۸۵ درصد از ساکنان آن کشته یا مفقود شدند. آتش‌سوزی ناشی از این زمین‌لرزه موجب پیدایش تندبادهایی شد که درختانی به قطر ٤۰ تا ۵۰ سانتی‌متر را از ریشه می کندند و مردم، گاریها و سقف ساختمانها را به آسمان پرتاب می کردند. (منبع شماره ۱۹، صص ۸٤ و ۸۳)

٦. به منبع شماره ۱۹، صص ۱۱۰-۹۷ نگاه کنید.

۷. این ضوابط و معیارها با تغییراتی از منبع شماره ٤ ص ۲۳۸ و ۲۳۹ گرفته شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ

۱. استانداری خراسان، **ستاد حوادث غیرمترقبه**، گزارش منتشر نشده بلایای طبیعی، ۱۳۷۵.

۲. اَمبرسرز. ن.ن و ملیول، چ پ، **تاریخ زمین‌لرزه‌های ایران**، ترجمهٔ ابوالحسن رَده، چاپ اول، مؤسسه انتشارات آگاه، ۱۳۷۰.

۳. بحرینی، سیدحسین و آخوندی عباس، **مدیریت بازسازی مناطق آسیب‌دیده از سوانح طبیعی**، انتشارات دانشگاه تهران، تابستان ۱۳۷۹.

٤. بحرینی سیدحسین و همکاران، **برنامه‌ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله‌خیز** (نمونه: شهرهای منجیل، لوشان و رودبار)، انتشارات بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، ۱۳۷۵

۵. پورکرمانی، محسن و آرین مهران، **لرزه‌خیزی ایران**، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۷۷.

٦. توکلی. بهروز و همکاران، **اثر توپوگرافی محلی بر تقویت موجهای لرزه‌ای** (زمین‌لرزهٔ ٤ اسفند ۱۳۷۲ سفیدآبه). پژوهشنامهٔ مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله سال ششم شماره دوم، تابستان ۱۳۷٦.

۷. حسین‌زاده، سیدرضا، جزوهٔ درسی **مخاطرات طبیعی در برنامه‌ریزی شهری**، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۲.

۸. حسینی محمود و هروی غلامرضا، **مطالعه‌ای بر رفتار سیستم‌های آبرسانی در برابر زلزله**، پژوهشنامهٔ مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله سال ششم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۷٦.

۹. رجائی. عبدالحمید، **تحلیل برخی از حوادث مختل کننده محیط از دیدگاه جغرافیای طبیعی**، مجلهٔ فضای جغرافیایی شماره ۱، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، ۱۳۸۱.

۱۰. سازمان جهاد سازندگی خراسان، **مدیریت آبخیزداری**، نمودار خسارات سیل در استان خراسان به انضمام خسارات سیل‌های هفتاد سال اخیر کشور، ۱۳۷۵.

۱۱. سازمان مسکن و شهرسازی خراسان، **شناسایی ساختمانهای با اهمیت و حساس مشهد و بررسی میزان مقاومت آنها در برابر زلزله**، مجری طرح کاظم مسلم، تابستان ۱۳۷۷.

۱۲. شهبازی. پرویز، **زلزله در ایران و آمادگیهای فردی**،فصلنامهٔ تخصصی بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، شماره ۹۹ پاییز ۱۳۸۱.

۱۳. عسکری، فرج‌الله و سهرابی بیداد، عبدالله، **پهنه‌بندی زمین‌شناسی مهندسی استان لرستان** (مطالعه موردی پهنه‌بندی خاکهای واگرا). پژوهشنامهٔ زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، سال سوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۷۹.

۱٤. عظیمی دو بخشری. ناصر، **بررسی نقش سوانح و حوادث طبیعی در تخریب واحدهای مسکونی**، فصلنامهٔ اقتصاد و مسکن، شماره ۲۸، ۱۳۷۷.

۱۵. عکاشه. بهرام، **روزنامه همشهری**، مورخ ۲٤ تیرماه ۱۳۷۷

۱٦. کلود. الگر، **ناآرامی‌های زمین (زلزله و آتشفشان)**، ترجمهٔ علی درویش‌زاده، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۱۳۷۷.

۱۷. مجلس شورای اسلامی، مجموعه قوانین سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۷۲.

۱۸. مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، **گزارش تحلیلی شماره ۱**، زلزله منجیل-رودبار، خردادماه ۱۳۷۰.

۱۹. ناطقی الهی. فریبرز. **برنامه‌ریزی برای دستیابی به سیستم جامع مدیریت بحران**، پژوهشنامهٔ مؤسسهٔ بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، سال دوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۷۸.

۲۰. وزارت مسکن و شهرسازی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، **سوانح، پیشگیری و امداد**. ترجمه. چاپ اول ۱۳٦۸.

۲۱. وزارت مسکن و شهرسازی، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، **پهنه‌بندی خطر نسبی زمین‌لرزه در ایران**، گروه لرزه زمین‌ساخت و برآورد خطر نسبی زمین‌لرزه، ۱۳۷٦.

۲۲. وزارت مسکن و شهرسازی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، **آیین‌نامه طرح ساختمانها در برابر زلزله**، بهمن ۱۳٦٦.

۲۳. Bahrainy, Hossein. ۱۹۹۹-Natural disaster management in Iran during ۱۹۹٦'s. INCEDE Rcport ۱٤ wwis. Bangkok workshop on seismic Risk management

۲٤. Berberian. Manuel. Continental Deformation in the Iranian plateau. par III. Geological and mining survey of Iran No ٤۰. ۱۹۷۷.

۲۵. Bolshansky, Roberta ۲۰۰۱:Landuse plannning for Seismic safety: the los Angeles county experience ۱۹۷۱-۱۹۹٤. Jurnal of the American planning Association. chicago. volume ٦۷.

۲٦. Chester. David.K. Hazard and Risk, Applied Geomorphology, R.J Allison (Editor). John wiley and son's. ltd. pages ۲۵۱-۲٦۳

۲۷. EM_DAT: the ofD/ CRED. International disaster database, www.dat.universite Catolique de louvain-Brussels-Belgium ۲۰۰٤.

۲۸. EM-DAT: the OFD/CRED International disaster Database, universite catolique de Louvain, Brusels, Belgium ۲۰۰۲. http:www.cred.be/emdat/ profiles/contries/Iran.htm.

۲۹. Hosseinzadeh Seyed Reza. Environmental Crises in Iranian Metropolitan Cities. Sustainable planning and development ۱-۳ oct ۲۰۰۳ Greece-Published in Susttainable City book ۲۰۰٤- wit press England.

۳۰. Mecurie Bill, Jan Mason, Christopher Killburn ۲۰۰۲. Natural hazards and Environmental change. first published in Great Britain By Arnold

۳۱. Small John and Michael Witherick ۱۹۸۹. Amodern Dictionary of Geography- Second edition by Arnold Edward. england.

۳۲. Smith Keith ۲۰۰۱. Environmental hazards, third Edition by Rutledge England.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی