مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هشتم، شماره بیست و یکم، پاییز ۱۳۹۸
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۵/۰۵
تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۷/۰۸/۲۸
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۱/۲۰
صفحات: ۲۰۸ - ۱۸۹

ارزیابی آسیب‌پذیری تأسیسات شهری درمقابل زلزله، نمونه موردمطالعه: محله قدغون بروجرد

علی حسینی[۱*]، فرشیده امیدواری ابرقوئی[۲]، علیرضا فلاحی[۳]، زهرا اهری[۴]، شریف مطوف[۵]

چکیده

از شرایط حیات محلات در شهر، وجود زیرساخت‌های تأسیساتی چون آب، فاضلاب، برق، گاز و ... می‌باشد. وجود نقصان در عملکرد هر بخش از این تأسیسات، موجب خدشه‌دار شدن زندگی در محله می‌شود و آسیب‌پذیری کل محله را به دنبال خواهد داشت؛ بنابراین سنجش میزان آسیب‌پذیری تأسیسات شهری و شناخت وضع موجود آن‌ها، از اولین گام‌های کاهش آسیب‌پذیری شهر است. پژوهش حاضر با هدف کاربردی کردن دانش بنیادین ارزیابی آسیب‌پذیری، به روش توصیفی و با رویکرد کمی به ارزیابی میزان آسیب‌پذیری تأسیسات در مقابل زلزله در دو دسته شاخص‌های عینی و مدیریتی (که هرکدام دارای زیرشاخص‌هایی هستند که به روش دلفی-AHP وزن‌گذاری و نقشه‌هایشان در محیط GIS تولیدشده‌اند)، در مقیاس محله قدغونِ بروجرد می‌پردازد. نتایج حاصل از مطالعات میدانی و مصاحبه با مسئولین ذیربط نشان‌می‌دهد که پس از گذشت ۱۲ سال از آغاز فرایند بازسازی این محله، ۲۷٪ لوله‌های فاضلاب، ۳۵٪ لوله‌های آب شهری، ۸۰٪ سیم‌های برق، ۲۴٪ تیرهای چوبی، ۵۱٪ لوله‌های گاز تعویض شده است، از طرفی عدم لحاظ استانداردهای لرزه‌ای سیستماتیک و برنامه مدیریت بحران در تاسیسات، کاهشی جزئی در آسیب‌پذیری آن‌ها را منجر شده است. نتایج حاصل از ارزیابی آسیب‌پذیری تأسیسات در شاخص‌های عینی نشان می‌دهد، تمامی ۵ شاخص لوله‌های فاضلاب، آب شهری، برق، گاز و مخابرات، عددی بالاتر از ۳ از ۵ را کسب نموده؛ و در شاخص‌های مدیریتی از میان ۶ مورد بررسی شده، شاخص‌های وجود استاندارد و برنامه‌ریزی با عدد بالاتر از ۴ و شاخص‌های تراکم و عمرتاسیسات در بازه ۲-۳ از ۵ ارزیابی شده‌اند. درمجموع عدد آسیب‌پذیری تأسیسات در دودسته شاخص‌های عینی و مدیریتی به ترتیب برابر ۳,۴۷ و ۲,۸۰۵ از بازه ۰-۵ است که در ترکیبی وزنی، عدد آسیب‌پذیری تأسیسات محله ۳,۲۴۹۶ با آسیب‌پذیری متوسط روبه بالا ارزیابی می شود.

واژگان کلیدی: تأسیسات شهری، ارزیابی آسیب‌پذیری، محله قدغون بروجرد، زلزله.

[۱]- مربی، گروه مهندسی معماری، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز(نویسنده مسئول) ali.hosseini@scu.ac.ir
[۲]- مربی، گروه هنر و معماری، موسسه غیرانتفاعی آموزش عالی کارون اهواز Farshideh.omidvari@karoon.ac.ir
[۳]- استاد، گروه سوانح و بازسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی تهران alifallahi30@gmail.com
[۴]- دانشیار، گروه مستندنگاری و مطالعات معماری ایران، دانشگاه شهید بهشتی تهران ahari@sbu.ac.ir
[۵]- استادیار مدعو، گروه سوانح و بازسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی تهران Sm_1332@yahoo.com

مقدمه

در شهرهای کنونی، جریان‌هایی ملموس از منابع انرژی، اطلاعات و برطرف‌کننده نیازهای اولیه برقرار است. کافی است برای درک میزان آسیب‌پذیری این شهرها در مقابل تغییر جریان منابع، تصور کنیم به مدت ۲۴ ساعت شبکه آبرسانی شهر، یا حتی یک ساعت در گرمای طاقت فرسای تابستان، جریان برق قطع شود. این مسائل نمونه‌ای از بحران‌های معاصر شهرها می‌باشند. وجود آسیب‌پذیری در شبکه تأسیسات و اخلال در جریان منابع به شهرها و محلّات، به‌خصوص در مواقع وقوع بحران‌هایی چون زلزله، علاوه بر مختل کردن زندگی مردم، زمان و هزینه‌های بسیاری در تعمیر و بازسازی زیرساخت‌ها را به دنبال خواهد داشت.

با وقوع زلزله فروردین ماه ۱۳۸۵ با شدّت ۶,۱ در مقیاس ریشتر، بافت مرکزی شهر بروجرد به دلیل آسیب‌پذیری بالا و عدم کاهش آن پیش از سانحه، آسیب‌های فراوانی را در شبکه زیرساخت‌ها متحمل شد. مرحله بازسازی پس از زلزله و اختصاص منابع مالی و انسانی، فرصت استثنایی کاهش آسیب‌پذیری در مقابل سوانح آتی را برای شهر به وجود آورد. درحالی‌که به نظر می‌رسد بازسازی زیرساخت‌های شهری، پس از گذشت بیش از یک دهه از لحظه وقوع سانحه، نتوانسته موجبات کاهش آسیب‌پذیری را ایجاد نمایند. هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی میزان آسیب‌پذیری تأسیسات شهری پس از اتمام بازسازی پس از زلزله سال ۸۵ می‌باشد و در پی پاسخ‌گویی به پرسش‌های زیر است: میزان آسیب‌پذیری تأسیسات محله در مقابل زلزله آتی چقدر است؟ این عدد نسبت به دوران پیش از وقع زلزله ۸۵ کاهش/ افزایش داشته است؟ آیا این میزان، با توجّه به چرخه فنری مدیریت بحران که بایستی با طی هر دوره از چرخه، آسیب‌پذیری‌ها کاهش چشمگیری داشته باشد، قابل‌قبول است یا خیر؟ نتایج حاصل از این پژوهش به افزایش آگاهی سازمان‌های مرتبط با زیرساخت‌های شهری از فاکتورهای کاهنده آسیب‌پذیری خواهد انجامید.

در ادامه مقاله به ارائه تعریفی اجمالی از آسیب‌پذیری شهری پرداخته و سپس برخی از تجارب مهم در این زمینه را مطرح خواهد نمود: واژه آسیب‌پذیری[1] شهری به میزان خساراتی اطلاق می‌شود که در صورت بروز سانحه بر اجزا و عناصر شهری وارد شده و مقدار آن برحسب ماهیت و کیفیت آن‌ها متفاوت است همچنین این مفهوم به‌عنوان یک پدیده گسترده و همه‌جانبه بوده که تمامی عوامل موجود در یک شهر را در بر می‌گیرد و به دلیل وابستگی عناصر به یکدیگر در یک شهر به‌عنوان یک سیستم عظیم، میزان آن به سرعت افزایش می‌یابد (احد نژاد، جلیل‌پور، ۱۳۹۰). بهترین زمان ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شهری درچرخه مدیریت بحران، پیش از وقوع سانحه و به همراه اقدامات آمادگی می‌باشد. البته بایستی به این نکته توجّه داشت که ارزیابی وضع موجود در سایر مقاطع چرخه نیز مورد نیاز بوده و بایستی مورد توجه قرار گیرد، یکی از این زمان‌ها پس از وقوع سانحه است. در ارتباط با ارزیابی آسیب‌پذیری در برابر زلزله، پژوهش‌های چندی در سطح ایران و جهان صورت پذیرفته است. همچنین در دو دهۀ گذشته، چندین مدل برای محاسبۀ میزان آسیب‌پذیری بافت شهری برای جهت دادن به تصمیمات جوامع به‌منظور کاهش

1- Vulnerability

آسیب‌پذیری ناشی از زلزله ارائه شده است که خلاصه‌ای از اهم روش‌های بکار گرفته‌شده برای اندازه‌گیری میزان آسیب‌پذیری شهری در جدول شماره ۱ آمده است (حسینی، ۱۳۹۶):

جدول ۱: مروری بر روش‌های اندازه‌گیری آسیب پذیری

روش‌های اندازه‌گیری میزان آسیب‌پذیری	پایه‌های نظری	فرآیند تحقیق و اجرا	منبع
استفاده از روش AHP و نرم‌افزار GIS مدل‌سازی کرده	به هزینه در بازسازی بایستی توجه شود	استفاده از شاخص‌های آسیب‌پذیری و تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور	(Rashed& weeks, ۲۰۰۳ -)
تأثیرات زلزله بر تأسیسات صنعتی با استفاده از اطلاعات زلزله‌های پیشین بررسی و الگوریتمی ارائه	تأسیسات صنعتی در آسیب پذیری شهری نقش تعیین کننده‌ای دارند	استفاده از اطلاعات زلزله‌های پیشین بررسی و الگوریتمی ارائه	(Antonioni, &spandoni cozzani, ۲۰۰۷)
رسم گرافیکی خصوصیات مختلف مقیاس آسیب‌پذیری شهر معیاری برای تعیین آسیب‌پذیری‌هاست	ساده‌ترین شکل آسیب‌پذیری شهری تابعی است خطی و امتیازی که امتیاز نهایی میانگین وزنی امتیازهای هریک از شاخص‌هاست	استفاده از رسم گرافیکی برای بیان خصوصیات مختلف- از طریق کار میدانی برای هریک از شاخص‌ها نقشه تهیه‌شده و نواحی آسیب‌پذیر آن شاخص را مشخص کرده است.	(بنرجی، ۱۳۷۳)
استفاده از روش inversion hierarchical weight process که به‌اختصار IHWP نام دارد. تلفیقی است از روش منطق فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی	تحلیل نقشه‌های بدست آمده از اهمیت فراوانی در این روش از محاسبه میزان آسیب‌پذیری دارد نقشه‌های تولید شده حتماً بایستی توصیف شوند تا برای عموم قابل‌درک شوند.	این روش تلفیقی است از روش منطق فازی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی. مراحل روش: ارائه شاخص‌های انتخاب‌شده، ارائه تحلیل سلسله‌مراتبی معکوس با استفاده از AHP امتیازدهی می‌شود و تلفیق نقشه‌ها و تهیه نقشه آسیب‌پذیری	(شیعه، حبیبی و ترابی ۱۳۸۹)
استفاده از امکانات تحلیلی و نمایشی سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS و ارائه سناریوهای زلزله مدل‌سازی و ریز پهنه‌بندی آسیب وارده به ساختمان‌ها، تلفات انسانی و خسارات اقتصادی به ساختمان‌های شهر زنجان	برای بررسی میزان آسیب پذیری شهری بایستی مدل سازی کرد. دسته‌بندی عوامل آسیب‌پذیر شهری به دودسته عوامل بیرونی (جانبی) و درونی (ذاتی)، توجه به دیدگاه سامانه‌ای تعیین آسیب پذیری شهر تنها با یک شاخص گویا نبوده بلکه باید شاخص‌های مختلف و در کنار همدیگر مطالعه گردند.	به‌کارگیری روش سلسله‌مراتبی AHP- روش معیاری، تجربی و روش‌های کمی به‌عنوان روش تحقیق، وزن دهی از ۱ تا ۹ به شاخص‌ها و استفاده از امکانات تحلیلی و نمایشی سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS و ارائه سناریوهای زلزله، استفاده از AHP در تولید نقشه کاربری، توجه به دو عامل فاصله و شعاع دسترسی برای فضاهای باز	(احد نژاد و جلیل پور ۱۳۸۸)

شناخت زمینه‌ها و عوامل اصلی آسیب پذیری فضاها و بافت‌های قدیمی، شناخت الگوی توزیع جمعیت و تأثیر آن در آسیب پذیری فضاها و بافت‌های فرسوده از زلزله، شناخت نوع و نظام فعالیت و تأثیر آن در آسیب‌پذیری فضاها و بافت‌های فرسوده از زلزله، شناخت تأثیر قدمت بنا و مصالح در آسیب‌پذیری فضاها و بافت‌های شهری، تلاش در جهت تدوین چارچوبی مفهومی	برای توسعه بخش‌های مرکزی شهرهای پرمخاطره الگوی شهر فشرده، توجه به ریزدانگی، تراکم ساختمانی و تراکم جمعیتی توصیه‌شده تحلیل و تفسیر جامع برداده‌ها و نتیجه‌گیری و سعی بر ارائه چارچوب مفهومی تقسیم نظام‌های آسیب به دودسته آسیب‌زا و آسیب‌پذیر	تقسیم به دودسته شاخص زمین‌ساخت و انسان‌ساخت، وزن دهی در دو مرحله به‌صورت ذاتی و مقایسه‌ای که در دومی با استفاده ازنظر کارشناسان و AHP و مدل‌سازی با استفاده از GIS استفاده از مدل وزنی برای هرکدام از معیارها مجموع حاصل‌ضرب وزن زیرمعیارها در مقادیر آن زیر معیار در محله ضرب شده و از مجموع اعداد بدست آمده زیرمعیارها عدد آسیب‌پذیری آن معیار بدست می‌آید.	(منزوی و همکاران، ۱۳۸۹)
شناخت و تحلیل عناصر ساختار کالبدی شهر و عناصر طبیعی و اثرات این دو بر یکدیگر **ارزیابی آسیب‌پذیری عناصر تشکیل‌دهنده شهر یعنی ساختمان، ترکیب قطعه‌بندی بافت، راه‌ها و الگوی استفاده و تبیین نحوه ارزیابی هرکدام از این عناصر**	شناخت و تحلیل کارایی شهر در مقاطع مختلف زلزله درچرخه مدیریت بحران جهت تعیین میزان آسیب‌پذیری ضروری است. ارزیابی آسیب‌پذیری عناصر تشکیل‌دهنده شهر یعنی ساختمان، ترکیب قطعه‌بندی بافت، راه‌ها و الگوی استفاده و تبیین نحوه ارزیابی هرکدام از این عناصر ضروری است. در بررسی بایستی به عملکرد شاخص‌ها درچرخه مدیریت بحران توجه شود	استفاده از تجربه بازسازی و مطالعه میدانی مرحله‌بندی ارزیابی آسیب‌پذیری به سه مرحله ارزیابی هم‌جواری عناصر ساختار کالبدی، ارزیابی ترکیب عناصر ساختار کالبدی و توالی مراحل وقوع زلزله، ارزیابی ترکیب‌های عناصر فرم شهر (بافت، ساخت، موقعیت) و دادن نمره در چهار رده به آسیب‌پذیری هریک از این عناصر درچرخه مدیریت بحران، ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شهری در مقاطع مختلف و تبدیل آن به اعداد کمی‌ای در شاخصی خاص و در آسیب‌پذیری کلی شهر	(حمیدی ۱۳۷۳)
تعیین عوامل ساختمانی مؤثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان	عوامل ساختمانی در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری مؤثراست.	استفاده از GIS و FUZZY LOGIC	(حبیبی، پورا حمد، مشکینی، عسگری، نظری عدلی،۱۳۸۷)

داده‌ها و روش‌ها

آنچه این بخش به دنبال پاسخ به آن است؛ بررسی فنون و ابزارهای ارزیابی میزان آسیب‌پذیری است، فراوانی فن‌های بدست آمده از این بررسی در جداول ۲ ارائه‌شده است (حسینی، ۱۳۹۶):

جدول ۲: فراوانی فن‌های ارزیابی آسیب‌پذیری

انواع فن در ارزیابی آسیب‌پذیری	فراوانی
تعیین میزان آسیب‌پذیری شهری به شکل ساده و به‌صورت خطی که امتیاز نهایی میانگین وزنی امتیازهای هریک از شاخص‌هاست.	۱
استفاده از روش inversion hierarchical weight process که به‌اختصار IHWP خوانده می‌شود.	۱
توجه به چرخه مدیریت بحران در تعیین میزان آسیب‌پذیری و توجه به عملکرد شاخص‌ها درچرخه	۱
استفاده از FUZZY LOGIC	۱
استفاده از پرسشنامه، طیف لیکرت	۱
به‌کارگیری روش سلسله‌مراتبی AHP	۲
وزن دهی با استفاده ازنظر کارشناسان و AHP و مدل‌سازی با استفاده از GIS	۵
ریخت‌شناسی توسعه و توجه به سن و مرحله توسعه در منطقه جغرافیایی	۲
توجه به دیدگاه سامانه‌ای تعیین آسیب‌پذیری شهر	۱

بنابراین با توجّه به جدول ۳ مشاهده می‌شود، فن وزن‌دهی با استفاده ازنظر کارشناسان و پس از آن مدل‌سازی با استفاده از نرم‌افزار GIS بیشترین فروانی را در میان مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته دارد. از مهم‌ترین مزیت‌های این روش می‌توان به امکان استفاده از تعداد زیادی از شاخص‌ها اشاره نمود که نتیجتاً دقت در مطالعه را افزایش خواهد داد، انواع ابزارهای برداشت داده‌های مکانی در ارزیابی آسیب‌پذیری بر اساس مطالعات حاصل از روش‌های ذکرشده در جدول ۲ به شرح جدول ۳ است (حسینی، ۱۳۹۶).

جدول ۳: انواع ابزارهای برداشت داده در ارزیابی‌ها

انواع ابزار مطالعه	فراوانی
ارزیابی آسیب‌پذیری بدون استفاده از نرم‌افزار و بامطالعه میدانی	۲
تهیه یک نقشه آسیب‌پذیری از GIS با استفاده از مطالعه میدانی	۸
تهیه یک نقشه آسیب‌پذیری از GIS با استفاده از سنجش از راه دور و گرداوری اطلاعات بناهای شهری با استفاده از تحلیل تصاویر، استفاده از گوگل برای دیدن شهرها	۶
ارائه از طریق رسم گرافیکی خصوصیات مختلف	۱
تکیه‌بر زیرساخت داده مکانی، مطالعات موجود مکان‌ها و به‌کارگیری آمارهای استنتاج شده	۴
استفاده از بررسی اطلاعات زلزله‌های پیشین و ارائه الگوریتمی	۱

روش انجام تحقیق:

روش انجام پژوهش، عملی و با رویکرد کمی می‌باشد. در ابتدا با مطالعه اسنادی به استخراج شاخص‌های تعیین‌کننده میزان آسیب‌پذیری تأسیسات شهری در مقابل زلزله در یک محله مرکزی شهر پرداخته و آن‌ها را در دو دسته شاخص‌های عینی و مدیریتی قرار می‌دهد. تحلیل داده‌های بدست آمده از مطالعات میدانی و مصاحبه عمیق و پرسشنامه‌ای با مسئولین و ذی‌نفعان با استفاده از نرم‌افزار GIS و در قالب لایه‌های برگرفته از تحلیل تصاویر و استفاده از گوگل مپ برای دیدن شهر و به‌کارگیری آمارهای استنتاج شده، استفاده از دیتابیس‌های داده‌های مکانی با

اوزانی که از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) تعیین‌شده‌اند انجام‌شده است. داده‌های به کار گرفته‌شده در این پژوهش به چند بخش اصلی داده‌های برآمده از اسناد و مدارک، داده‌های برآمده از مطالعات میدانی و در نهایت داده‌های برآمده از مصاحبه[1] با شهروندان، متخصصین و مسئولین (با مراجعه به ادارات مربوطه مانند شهرداری، فرمانداری، میراث فرهنگی، هلال‌احمر، اداره‌های برق، آب، گاز و تلفن) تقسیم می‌شود. لازم به ذکر است که به منظور گردآوری اطلاعات تکمیلی از اطلاعات زلزله‌های پیشین نیز استفاده شده است. از آنجا که زیر شاخص‌های عینی تعیین‌کننده میزان آسیب‌پذیری، به‌صورت تخصصی و به تفکیک هریک از انواع تأسیسات مطرح می‌باشند، میزان وجود این شاخص‌ها در مطالعات میدانی و در قالب نقشه در یافته‌های تحقیق ارائه خواهد شد؛ بنابراین در ادامه شاخص‌های مدیریتی تعیین‌کننده میزان آسیب‌پذیری تأسیسات شهری برگرفته از مطالعه متون تخصصی و تجربیات و تحقیقات مشابه با ذکر منبع از قرار جدول ۴ ارائه می‌شوند:

جدول ۴: شاخص‌های مدیریتی تعیین‌کننده میزان آسیب‌پذیری

شاخص	زیر شاخص	سؤالات	توضیحات	مقطع اثرگذار درچرخه مدیریت بحران	منابع
تراکم جمعیتی (تعداد کاربر)	- تعداد افراد بر هکتار در تفصیلی	جمعیت ساکن در محله مساوی یا کمتر از ۳۰۰ نفر در هکتار، ۳۰۰-۴۰۰، ۴۰۰-۵۰۰ نفر در هکتار، ۵۰۰-۶۰۰، مساوی یا بالاتر از ۶۰۰	تراکم بالا برابر با تلفات و خسارات بالاست: و این به این دلیل است که امکان گریز از خطر و امکان تخلیه مصدومان را کم و موجب کمبود فضای برای اسکان موقت است	کلیه مقاطع	(UN-HABITAT ۲۰۰۷)؛ (Mittal، 2007)؛ (k.jha و barenstein، 2010)؛ (Luthra، 2009)؛ (منزوی و همکاران، ۱۳۸۹)
میزان ایمنی تأسیساتی (میزان رعایت استانداردها، دستورالعمل‌های لازم، میزان بازدید از تأسیسات، نحوه مدیریت زیرساخت‌ها)	- تعداد استانداردهای رعایت نشده در تأسیسات محله، - دستورالعمل‌هایی جهت انجام عملیات ایمنی، بازدید تسهیلات زیر بنایی - تعداد مدیریت و برنامه‌های موجود از میان مدیریت‌های زیر در محله: - مدیریت آب، مدیریت فاضلاب، مدیریت	چه استانداردهایی رعایت نشده است؟ چه دستورالعمل‌هایی در سامانه‌های تأسیساتی رعایت نشده است؟ چه تعداد بازدید به منظور کنترل از تأسیسات شهری در بازه زمانی مشخص انجام می‌شود؟ کدامیک از مدیریت‌های تأسیسات وجود ندارد؟ مدیریت آب، مدیریت فاضلاب، مدیریت زباله	برخی از استانداردهای قابل‌طرح: قرار گرفتن در مسیر دسترسی سریع جلوگیری از توسعه نامناسب برای شریان‌های حیاتی	کلیه مقاطع	(حبیب، ۱۳۷۱)؛ (بنرجی، ۱۳۷۳)؛ (فتحی رشید و قلی زاده، ۱۳۸۷)؛ (کاشانی جو، ۱۳۷۸)؛ (شیعه و دیگران، ۱۳۸۹)؛ (ابوطالبی، ۱۳۸۷)؛ (قشقایی، ۱۳۹۰)؛ (احمدی، ۱۳۷۶)؛ (Bahrainy، 1998)؛ (Cheng و Sheu، 1995)؛ (Brown، 2010)؛ (Luthra، 2009)؛ (Sengupta و

۱- پرسشنامه‌های مختلف به تفکیک سه مخاطب اصلی: مطلعین محلی، مسئولین محلی و متخصصین طراحی و تکمیل گردید.

	زباله خشک، مدیریت بخارآب، منابع انرژی، شبکه‌های ارتباطی	خشک، مدیریت بخارآب، منابع انرژی، شبکه‌های ارتباطی.			(Benerji، 2009)؛ (k.jha و barenstein، 2010)؛ (R. Wolfe و G. Heikkala)
میزان ناسازگاری (میزان کاربری‌های ناسازگار موجود در مجاورت معبر، کاربری‌های عمومی، فضاهای باز شهری به تفکیک، میزان تمرکز زیرساخت‌ها در محله)	- تعداد و جانمایی تأسیسات (آب‌رسانی، گاز، برق، مخابرات) ناسازگار با اطراف - تعداد و جانمایی عدم رعایت حریم‌های تأسیسات - تعداد کاربری‌های خطرزا و فاصله با کاربری‌های مسکونی - تعداد و جانمایی هم‌جواری تأسیسات و تجهیزات پرخطر با کاربری‌های عمومی، فضاهای باز، معابر	چه تأسیسات و تجهیزات شهری در محله وجود دارد؟ کجاها و به چه تعداد؟ آیا هم‌جواری‌ها رعایت شده است؟ جانمایی کاربری‌های ناسازگار مجاور مناطق مسکونی چگونه است؟ فاصله شعاعی تا کاربری پرخطر چقدر است؟ بالای ۳۰۰ متر با فضاهای پرخطر امتیاز ۱، بین ۳۰۰ تا ۱۵۰، ۱۵۰ تا ۵۰، کمتر از ۵۰ متر جانمایی کاربری‌های مجاور تأسیسات حیاتی چگونه است؟ آیا کاربری‌ها ناسازگار در مجاورت وجود دارند؟ حریم این تأسیسات و تجهیزات شهری با سایر کاربری‌ها رعایت نشده است؟ فاصله شعاعی تأسیسات و تجهیزات شهری پرخطر با کاربری‌های عمومی، فضاهای باز، معابر و محلات مسکونی چقدر است؟ بالای ۳۰۰ متر با فضاهای پرخطر امتیاز ۱، بین ۳۰۰ تا ۱۵۰، ۱۵۰ تا ۵۰، کمتر از ۵۰ متر	دوری کاربری مسکونی و کاربری‌های ویژه شهری (مانند آموزشی، بهداشتی، درمانی) از لوله‌های گازرسانی و نفت، مسیل‌ها و نهرهای عمومی و دکل‌های برق طرح شبکه‌ها و تخصیص زمین و جانمایی برای زیرساخت‌ها محفوظ ماندن از حریم دکل‌های برق و منابع آب هوایی عدم هم‌جواری با دکل‌های برق و منابع آب هوایی، کاربری صنعتی، کارخانه‌های مواد شیمیایی و راکتورهای اتمی، ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز، ایستگاه‌های برق فشارقوی، ایستگاه بازیافت زباله، پمپ‌بنزین	اضطراری ساماندهی	(حبیب، ۱۳۷۱)؛ (بنرجی، ۱۳۷۳)؛ (قادری مطلق و شورجه، ۱۳۸۷)؛ (امینی و دیگران، ۱۳۸۹)؛ (محمد زاده، ۱۳۸۹)
فرسودگی تأسیسات شهری و شریان‌های حیاتی (میزان عمر تأسیسات، نسبت استفاده از تأسیسات به ظرفیت آن‌ها)	- تعداد تأسیسات و شریان‌های حیاتی فرسوده - عمر شریان‌ها - تعداد استفاده‌کنندگان - تعداد ظرفیت مجاز تأسیسات و شریان‌های حیاتی به تفکیک	چه تعداد تأسیسات و تجهیزات فرسوده در محله وجود دارد؟ هرکدام از تأسیسات شهری و شریان‌های حیاتی چقدر عمر کرده‌اند؟ آیا این تأسیسات برای استفاده کنونی پاسخگو هستند؟ چند نفر استفاده می‌کنند؟ چند نفر برای استفاده مجازاست؟	تأسیسات و مراکز ذخیره آب، پمپ‌بنزین، شیر آتش‌نشانی، باند فرودگاه، پایانه‌ها (راه‌آهن، اتوبوس) سدهای بزرگ، خطوط انتقال نفت و گاز، شبکه‌های به‌هم‌پیوسته برق و مخابرات استفاده بیش‌ازحد و کوچک بودن برای رفع نیازهای جدید موجب فرسودگی	پیش از وقوع، اضطراری	(Grazia De Paoli، 2012)

نقشه‌های میزان آسیب‌پذیری تأسیسات شهری در محله

با توجّه به شاخص‌ها و زیرشاخص‌های پیش‌گفته و دسته‌بندی آن‌ها، در ادامه نحوه تولید هر نقشه در شاخص عینی و مدیریتی ارائه شده است:

نقشه آسیب‌پذیری تأسیسات (آب‌رسانی، گاز، برق، مخابرات) و کاربری‌های خطرزای ناسازگار با اطراف: این نقشه‌ها به تفکیک برای فاضلاب شهری، آب شهری، تیرهای برق، لوله‌های گاز و دریچه[1]های آدم‌روی مخابرات، تهیه شده و با روی‌هم قرارگیری لایه‌ها، نقشه نهایی تأسیسات محله تولید شده است. عدد آسیب‌پذیری موارد مورد بررسی در هر نقشه از طریق مصاحبه با متخصصین به روش دلفی و به تفکیک تأسیسات و فراوانی وجود آن‌ها در سطح محله، تعیین شده است. (به عنوان مثال در نقشه لوله‌های فاضلاب شهری، عدد آسیب‌پذیری انواع لوله‌های پلی اتیلن PE200، چدنی ۵۰۰C و چدنی ۳۰۰C به ترتیب ۲، ۵ و ۴ از ۵ برآورد شده است)

نقشه تراکم جمعیتی محلّه: ابتدا با استفاده از آمارهای شبکه بهداشت، آمار جمعیت محله و بعد خانوار آن تخمین زده شد و در ادامه با استفاده از نقشه تعداد واحد و اختصاص متوسط بعد خانوار که در این محله ۳،۵ برآورد شده بود این نقشه تهیه گردید. با توجّه به مصاحبه‌های صورت گرفته با مسئولین و بیان اینکه معمولاً تأسیسات با توجّه به محدودیت‌های ساختاری قابلیت اضافه کاربرد را نداشته و حتماً بایستی ارتقا یابند، بنابراین در این محله توسعه لازم برای تأسیسات، با شتاب افزایش تراکم جمعیت، همگام نبوده و نتوانسته به حدّ مطلوب برسد.

استانداردهای رعایت نشده در تأسیسات: استاندارد خاصی در اجرای تأسیسات محله در مورد سوانح، وجود نداشته و به تعویض این تأسیسات پس از فرسایش کفایت می‌شود. لذا با توجّه به عدم در نظرگیری استانداردهای متناسب با سوانح از این حیث، آسیب‌پذیری بالایی وجود دارد.

تعداد مدیریت و برنامه‌های موجود برای مقابله با سوانح: به دلیل فقدان مدیریت و یا برنامه خاص از پیش تعریف شده‌ای، درزمینه سوانح طبیعی همچون زلزله، در این شاخص آسیب‌پذیری بسیار بالا ارزیابی می‌شود.

جانمایی موارد عدم رعایت حریم تأسیسات: به دلیل عدم نقض حریم تأسیسات در محله، از تولید این نقشه صرف نظر شد.

میزان سازگاری و یا ناسازگاری تأسیسات در محله: در مواقع وقوع زلزله بیشترین تأثیر را بر آسیب‌پذیری دارد. در حالت کلی ناسازگاری خاصی در تأسیسات محله وجود ندارد و نقشه آن برای محله قدغون ارائه نشده است.

عمر تأسیسات شهری: برای تولید داده‌های این شاخص، تمامی آنچه در مورد تأسیسات عینی محله پیش از سانحه وجود داشته و متعاقباً با استفاده از مصالح آسیب‌پذیر اجرا می شده است به‌عنوان تأسیسات با عمر بالا و پرخطر لحاظ شده است.

1- manhole

یافته‌های تحقیق

بروجرد واقع در استان لرستان به‌عنوان یکی از زلزله خیزترین شهرهای ایران، دارای بافت تاریخی مرکزی وسیعی به قدمت صدها سال است. این شهر در پهنه پنجم پهنه‌بندی سطحی خطر نسبی زلزله در ایران شناسایی‌شده است. از دلایل این امر می‌توان به وجود گسل‌های فراوان در اطراف این شهر و وقوع زلزله‌های با شدّت بالا در ۱۰۰ سال اخیر اشاره کرد. از طرفی احتمال وقوع حوادث ثانویه پس از زلزله مانند روانگرایی و فرونشست بیش از سایر سوانح این شهر را تهدید می‌کنند.

محله قدغون به‌عنوان یکی از محلات تاریخی این شهر در مرکز آن واقع است. پیش از وقوع زلزله، ویژگی‌های این محله به مانند سایر محلات تاریخی منحصربه فرد بوده و قابل بازشناسی است. با وقوع زلزله ۱۳۸۵ بروجرد، این محله به دلیل آسیب‌پذیری بالا، دچار تخریب‌های فراوان شد. تخریب‌هایی که در فرایند بازسازی با شدّت بیشتر ادامه یافت تا در نهایت بافت همگون محله را از میان برد. هم اکنون پس از مدت ۱۲ سال از وقوع زلزله و نوسازی بناها در محله، مطابق اسناد فرا دست محلی و ملّی، همچنان مسائل و مشکلاتی در آن وجود دارد که بیانگر آسیب‌پذیری بالاست. در ادامه وضعیت محلّه در شاخص‌های عینی و مدیریتی تعیین‌کننده میزان آسیب‌پذیری تأسیسات در قالب نقشه و جدول آمده است.

شاخص‌های عینی میزان آسیب‌پذیری تأسیسات شهری در محله

نقشه جانمایی تأسیسات فاضلاب در سطح محله (دسته‌بندی‌شده بر اساس میزان آسیب‌پذیری): این شاخص بر کلیه مقاطع چرخه مدیریت بحران اثرگذار است؛ این در حالی است که با توجّه به مسائل بهداشتی و بیماری‌های واگیردار ایجادشده پس از وقوع بحران‌ها به نظر می‌رسد در بازه اضطراری و ساماندهی اثرگذاری بیشتری داشته باشد. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده لوله‌های فاضلاب موجود در این محله از دو نوع پلی‌اتیلن و چدنی می‌باشند. این جدول نشان می‌دهد، درمجموع ۷۴٪ از طول لوله‌های فاضلاب موجود در محله از جنس چدن بوده و آسیب‌پذیری بالایی را در محله موجب شده است.

جدول ۵: نوع تأسیسات فاضلاب و میزان آسیب‌پذیری آن‌ها

نوع لوله فاضلاب	عدد آسیب‌پذیری	وزن (عدد فراوانی)	عدد آسیب‌پذیری وزن‌دار
پلی‌اتیلن PE200	۲	۰,۲۷	۰,۵۴
چدنی C۵۰۰	5	0.39	۱,۹۵
چدنی C۳۰۰	4	0.34	۱,۳۶
جمع		۱	۳,۸۵

شایان‌ذکر است که لوله‌های ترسیم شده در نقشه زیر فقط لوله‌های با اهمّیت محلی و شهری می‌باشد. از طرفی مجموعاً ۷ عدد دریچه فاضلاب در محلّه وجود دارد که ازنظر اهمیت ۵ عدد از آن‌ها در سطح محلی و ۲ عدد در سطح شهری اهمیت دارند.

شکل ۱: آسیب‌پذیری تأسیسات فاضلاب در سطح محله؛ منبع: نگارندگان

نقشه جانمایی لوله‌های آب شهری در محلّه (دسته‌بندی‌شده بر اساس میزان آسیب‌پذیری): دسترسی به آب آشامیدنی بهداشتی یکی از نیازهای اولیه جامعه است که با وقوع زلزله در شهرها، تأمین این نیاز با مشکل مواجه می‌شود. وجود آسیب‌پذیری در این شاخص در مقاطع پس از وقوع بحران به ویژه مقطع اضطراری و ساماندهی اثرگذاری بالایی دارد.

جدول ۶: انواع لوله‌های آب شهری در محله و میزان آسیب‌پذیری آن‌ها

نوع لوله آب	عدد آسیب‌پذیری	وزن (عدد فراوانی)	عدد آسیب‌پذیری وزن‌دار
پلی‌اتیلن PE75	۱,۵	۰,۳۵	۰,۵۲۵
پلی‌اتیلن PE160			
چدنی ۱۰۰AC	4	۰,۵۵	۲,۲
چدنی ۱۵CL			
چدنی ۲۰۰CL	5	۰,۱	۰,۵
جمع		۱	۳,۲۲۵

شکل ۲: آسیب‌پذیری لوله‌های آب شهری؛ منبع: نگارندگان.

نقشه جانمایی تیرهای برق در محله (دسته‌بندی‌شده بر اساس میزان آسیب‌پذیری): عدم تأمین انرژی الکتریسیته در نحوه زندگی امروزی، علاوه بر اختلال در کلیه سامانه‌های شهری، مسائل عدیده معیشتی نیز ایجاد می‌کند. بیشترین تأثیر این شاخص در مقطع اضطراری پس از وقوع بحران می‌باشد. در محله قدغون، با توجّه به تعویض کلیه خطوط انتقال برق در این محلّه آسیب‌پذیری این خطوط به‌خودی‌خود کاهش چشمگیری یافته و درنتیجه آسیب‌پذیری تأسیسات برقی محله بستگی مستقیم به میزان آسیب‌پذیری تیرهای برق آن دارد. به همین دلیل در این نقشه این تیرها بررسی خواهد شد. داده‌های مربوط به تیرهای برق موجود در محله که از طریق برداشت میدانی گردآوری‌شده است حاکی از آن است که درمجموع ۲۴۷ تیر برق در محله وجود دارد.

جدول ۷: نوع تیرهای برق در محله و میزان آسیب‌پذیری آن‌ها

نوع تیر چراغ‌برق	عدد آسیب‌پذیری	وزن (عدد فراوانی)	عدد آسیب‌پذیری وزن‌دار
چوبی	۴	۰,۶۲	۲,۴۸
بتنی قدیمی	۳	۰,۱۴	۰,۴۲
بتنی جدید	۱,۵	۰,۲۴	۰,۳۶
جمع		۱	۳,۲۶

شکل ۳: آسیب‌پذیری تیرهای برق بافت؛ منبع: نگارندگان.

نقشه جانمایی لوله‌های گاز در سطح محله (دسته‌بندی‌شده بر اساس میزان آسیب‌پذیری): سوخت‌رسانی به شهرها به‌ویژه در مناطق سردسیر و کوهستانی اثرات ثانویه وقوع زلزله را کاهش خواهد داد؛ این شاخص به دو روش بر آسیب‌پذیری شهری اثرگذار است، نخست آسیب‌پذیری سامانه گازرسانی که خدمات‌رسانی را در بازه اضطراری و ساماندهی مختل می‌کند و دوم که اهمیت بیشتری نیز دارد، آسیب‌زایی سیستم و احتمال وقوع انفجار و آتش‌سوزی بلافاصله پس از وقوع زلزله لوله‌های گاز موجود در محله به دو گروه پلی‌اتیلن و فلزی تقسیم‌شده است.

جدول ۸: انواع لوله‌های گاز محله و میزان آسیب‌پذیری آن‌ها

نوع لوله گاز	عدد آسیب‌پذیری	وزن (عدد فراوانی)	عدد آسیب‌پذیری وزن‌دار
پلی‌اتیلن	۲	۰/۴۹	۰/۹۸
فلزی	۵	۰/۵۱	۲/۵۵
جمع		۱	۳/۵۳

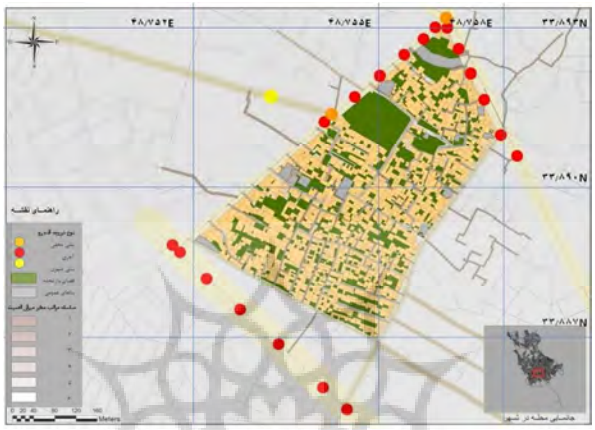
شکل ۴: آسیب‌پذیری لوله‌های گاز موجود در محله؛ منبع: نگارندگان.

نقشه آسیب‌پذیری دریچه‌های مخابرات: امروزه نیاز به تداوم ارتباط با سایر افراد و نقاط در مواقع وقوع بحران به منظور ایجاد ارزیابی دقیق از تلفات و خسارات سانحه و مشخص شدن میزان نیاز به امداد و نجات از اهمیّت فراوان برخوردار است؛ از طرفی یکی از خسارات عمده وقوع زلزله در مناطق آسیب‌پذیر قطع خطوط ارتباطی می‌باشد؛ بنابراین این شاخص علاوه بر مقطع هنگام وقوع و اضطراری بر سرعت بازتوانی نیز اثرگذار است. مطابق با اطلاعات موجود در نقشه سه نوع دریچه در این منطقه وجود دارد، دریچه‌های از جنس آجر با ابعاد ۲*۲ که در سطح محلی سرویس‌دهی کرده و نیز آسیب‌پذیری بالایی دارند. دریچه‌های نوع دوم که در سطح بخشی از شهر خدمات‌رسانی می‌کنند از جنس بتن و دارای ابعاد ۳*۳ بوده و آسیب‌پذیری متوسطی دارند و در نهایت دریچه‌های بتنی شهری که ابعاد متغیر ولی بیش از ۴*۴ داشته و به دلیل نظارت مهندسی بر ساختشان آسیب‌پذیری بسیار پائینی دارند.

جدول ۹: جنس دریچه‌های مخابرات محله و میزان آسیب‌پذیری آن‌ها

نوع دریچه مخابرات	عدد آسیب‌پذیری	وزن (عدد فراوانی)	عدد آسیب‌پذیری وزن‌دار
آجری	۴	۰/۸۶	۳/۴۴
بتنی	۳	۰/۰۹	۰/۲۷
بتنی مهندسی	۲	۰/۰۵	۰/۱
جمع		۱	۳/۸۱

از طرفی لازم به بیان است که سیم‌کشی‌های مخابراتی انعطاف‌پذیری بالایی داشته و در مقابل زلزله آسیب‌پذیری بسیار پائینی را از خود نشان داده‌اند بنابراین آسیب‌پذیری تأسیسات مخابراتی با آسیب‌پذیری دریچه‌ها (همان تقاطع سیم‌های انعطاف‌پذیری) گره‌خورده است.



شکل۵: آسیب‌پذیری دریچه‌های مخابراتی؛ منبع: نگارندگان.

نقشه آسیب‌پذیری عینی تأسیسات محله:

این نقشه از روی‌هم قرارگیری وضعیت محله در شاخص‌های عینی وضعیت آسیب‌پذیری محله را از منظر شاخص‌های عینی تعیین‌کننده، نشان‌می‌دهد؛ که در آن رنگ‌های گرم به‌ویژه رنگ قرمز نشان‌دهنده آسیب‌پذیری بسیار بالا و بالا در تأسیسات بوده و رنگ‌های سرد (رنگ سبز و آبی) بیانگر آسیب‌پذیری کم تأسیساتی است.

شکل۶: آسیب‌پذیری بافت از ناحیه تأسیسات موجود در آن؛ منبع: نگارندگان.

جدول ۱۰ بر اساس روش AHP اوزان شاخص‌های عینی را نسبت به یکدیگر مشخص و عدد آسیب‌پذیری تأسیسات را در بازه ۰-۵ محاسبه می‌کند.

جدول ۱۰: وزن دهی و محاسبه عدد آسیب‌پذیری شاخص‌های عینی آسیب‌پذیری تأسیسات درون محله به روش AHP

نوع تأسیسات	لوله‌های فاضلاب	لوله‌های آب شهری	الکتریسیته	لوله‌های گاز	دریچه‌های مخابرات	میانگین هندسی	بردار ویژه	عدد آسیب‌پذیری	عدد وزنی آسیب‌پذیری
لوله‌های فاضلاب	۱	۰/۵	۰/۵	۰/۲۵	۱/۵	۰/۶۲۲۹	۰/۱۰۴۵	۳/۸۵	۰/۴۰۲۳
لوله‌های آب شهری	۲	۱	۰/۸	۰/۵	۳	۱/۱۹۱۴	۰/۲	۳/۲۲۵	۰/۶۵۴
تأسیسات الکتریکی	۲	۱/۲۵	۱	۰/۵	۳	۱/۳۰۲۶	۰/۲۱۸۶	۳/۲۶	۰/۷۱۲۶
لوله‌های گاز	۴	۲	۲	۱	۵	۲/۴۰۲۲	۰/۴۰۳۱	۳/۵۳	۱/۴۲۲۹
دریچه‌های مخابرات	۰/۷۵	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۲	۱	۰/۴۳۹۲	۰/۰۷۳۸	۳/۸۱	۰/۲۸۰۷
جمع						۵/۹۵۸۳	۱		۳/۴۷۲۵

شاخص‌های مدیریتی میزان آسیب‌پذیری تأسیسات شهری در محله

تراکم جمعیتی محله (تعداد کاربر): بالا بودن تراکم جمعیتی محلّه موجب بالا بردن بار وارده بر تأسیسات شده که این امر حتّی در شرایط به‌جز بحران نیز آسیب‌پذیری تأسیسات محلّه را افزایش خواهد داد. این مسئله همچنین در مقطع پس از سانحه در زمان اضطراری به دلیل بالا بودن حجم مصدومان و تلفات در محلّه، آسیب‌پذیری محله را افزایش داده و بازسازی را با تأخیر و مشکل مواجه خواهد کرد.

جدول ۱۱: آسیب‌پذیری بر اساس تراکم به‌صورت نسبی و بر اساس سرانه متوسط خانوار در محله تدوین‌شده است.

جمعیت ساکن در بنا (نفر)	عدد آسیب‌پذیری	وزن (عدد فراوانی)	عدد آسیب‌پذیری وزن‌دار
۴	۲	۰/۴۵	۰/۹
۷	۳	۰/۳۷	۱/۱۱
۱۰	۳/۵	۰/۱۵	۰/۵۲۵
۱۴	۴	۰/۰۲	۰/۰۸
۲۴ به بالا	۵	۰/۰۱	۰/۰۵
جمع		۱	۲/۶۶۵

نتیجتاً پهنه‌های با پراکندگی جمعتی بالا، در حاشیه جنوب غربی، شمال و شمال شرقی محله ارزیابی شده.

شکل ۷: جانمایی تراکم جمعیتی محله؛ منبع: نگارندگان.

لازم به توضیح است که نقشه‌ها یا جداولی که بیانگر وجود استاندارد، وجود مدیریت و برنامه‌ریزی مقابله با بحران و رعایت حریم تأسیسات، در محلّه باشد (دو شاخص نخست در کلیه مقاطع چرخه و شاخص سوم بر آسیب‌پذیری در مقطع اضطراری اثرگذار است)، در محله قدغون موضوعیت نداشته و تنها در جدول ۱۰ و با توجّه به پرسشنامه‌های مأخوذه از مطلعین و مسئولین، عدد آسیب‌پذیری هرکدام استخراج شده است.

وجود کاربری‌های ویژه و زیرساخت‌های ناسازگار: این شاخص در مقطع اضطراری و ساماندهی بر میزان آسیب‌پذیری شهری اثرگذار است. در مورد تأسیسات محله، در حالت کلی ناسازگاری خاصی در محلّه وجود نداشته و تنها می‌توان به وجود لوله‌های گاز، تأسیسات برق رسانی، تأسیسات آب‌رسانی و مخابرات که برخی از آن‌ها آسیب‌رسانی بیشتری دارند؛ مانند لوله‌های گاز و یا تأسیسات برق اشاره کرد.

عمر تأسیسات شهری: این شاخص بر میزان آسیب‌پذیری و خسارات در هنگام وقوع سانحه و همچنین در شرایط عادی اثرگذار می‌باشد.

جدول ۱۲: عمر تأسیسات محله و میزان آسیب‌پذیری آن‌ها

عنوان تأسیسات	درصد تأسیسات فرسوده	عدد آسیب‌پذیری	عدد آسیب‌پذیری وزن‌دار	بردار ویژه	عدد آسیب‌پذیری نرمال شده
فاضلاب	٪۷۳	۴/۵	۳/۲۸۵	۰/۱۰۴۵	۰/۳۴۳۲
آب	٪۶۵	۴/۵	۲/۹۲۵	۰/۲	۰/۵۸۵
تیر برق	٪۶۲	۴	۲/۴۸	۰/۲۱۸۶	۰/۵۴۲۱
گاز	٪۵۱	۵	۲/۵۵	۰/۴۰۳۱	۱/۰۲۸
دریچه مخابرات	٪۹۵	۳/۵	۳/۳۲۵	۰/۰۷۳۷	۰/۲۴۵۰
میانگین	٪۶۹/۲(غیر وزنی)	۴/۳(غیر وزنی)	۲/۹۱۳(غیر وزنی)	**جمع**: ۱	جمع وزن‌دار:۲/۷۴۳۳

جدول ۱۳ شاخص‌های مدیریتی آسیب‌پذیری تأسیسات محله را با روش AHP وزن‌دهی کرده و عدد آسیب‌پذیری محله را در این دسته شاخص، محاسبه می‌کند.

جدول ۱۳: وزن دهی و محاسبه عدد آسیب‌پذیری شاخص‌های مدیریتی تأسیسات درون محله به روش AHP

نوع تأسیسات	تعداد کاربر	وجود استاندارد	وجود مدیریت و برنامه‌ریزی	رعایت حریم تأسیسات	وجود کاربری‌های ویژه و زیرساخت‌های ناسازگار	عمر تأسیسات	میانگین هندسی	بردار ویژه	عدد آسیب‌پذیری	عدد وزنی آسیب‌پذیری
تعداد کاربر	۱	۳	۱/۲۵	۳	۲	۰/۸	۱/۷۳۲۱	۰/۲۴۲۵	۲/۶۶۵	۰/۶۴۶۲
وجود استاندارد	۰/۳۳	۱	۰/۳۳	۱/۲۵	۰/۷۵	۰/۲۵	۰/۵۴۲۶	۰/۰۷۶	۴	۰/۳۰۴
وجود مدیریت و برنامه‌ریزی	۰/۸	۳	۱	۳	۲	۰/۷۵	۱/۴۸۶۷	۰/۲۰۸۳	۵	۱/۰۴۱۵
رعایت حریم تأسیسات	۰/۳۳	۰/۸	۰/۳۳	۱	۰/۷۵	۰/۲۵	۰/۵۰۳۷	۰/۰۷۰۵	۰	۰
کاربری‌های ویژه و زیرساخت‌های ناسازگار	۰/۵	۱/۵	۰/۵	۱/۵	۱	۰/۳۳	۰/۷۵۵۳	۰/۱۰۵۸	۰	۰
عمر تأسیسات	۱/۲۵	۴	۱/۵	۴	۳	۱	۲/۱۱۶۹	۰/۲۹۶۵	۲/۷۴۳۳	۰/۸۱۳۳
جمع							۷/۱۳۷۳	۱	-	۲/۸۰۵

ازآنجاکه تأسیسات شهری به‌صورت یک سیستم واحد عمل می‌کنند و با نقص در یک عضو کلیه عملکرد سیستم از هم می‌پاشد، گرچه آسیب‌پذیری در شاخص‌ها در قالب عدد آسیب‌پذیری بیان می‌شود ولی این عدد درک کاملاً درستی از وضعیت آن سیستم خاص ارائه نخواهد داد. به‌عنوان‌مثال هرچقدر که سیستم آب‌رسانی در درون محلّه پیشرفته و انعطاف‌پذیر باشد، زمانی که لوله ورودی آب به محلّه آسیب‌پذیری بالایی دارد و در اثر تکان‌های لرزه‌ای با شکست مواجه می‌شود، عملاً آب محله قطع خواهد شد این در حالی است که ممکن است عدد آسیب‌پذیری درونی محلّه در این شاخص آسیب‌پذیری پائینی را نشان دهد. به همین دلیل در تمامی سامانه‌های تأسیسات، به ترتیب سلسله‌مراتب، بایستی آستانه تحمّل ریسک به‌صورت حداقلی در نظر گرفته شود تا در مواقع بحران، با قطع خدمات‌رسانی در این سیستم ها مواجه نشویم. در ادامه به‌منظور ارائه مکانی مطالعات انجام گرفته، در بلوک‌های موجود محلّه قدغون و آسیب‌پذیری آن‌ها در شاخص‌های عینی و ذهنی نقشه جانمایی بلوک‌های محله ارائه‌شده است.

شکل۸: جانمایی بلوک‌های بافت؛ منبع: نگارنگان.

جدول ۱۴: عدد آسیب‌پذیری بلوک‌های محله با توجه به نوع تأسیسات

نوع تأسیسات		شماره بلوک‌های با آسیب‌پذیری بسیار بالا	شماره بلوک‌های کمتر آسیب‌پذیر	عدد آسیب‌پذیری
لوله‌های فاضلاب		۱،۴،۱۰،۱۲	سایر بلوک‌ها	۳/۸۵
لوله‌های آب شهری		سایر بلوک‌ها	۶ ،۵ ،۱۰،۱۲	۳/۲۲۵
تأسیسات الکتریکی		سایر بلوک‌ها	۱۵ ،۱،۲،۳،۱۴	۳/۲۶
لوله‌های گاز		سایر بلوک‌ها	۵،۱۰،۲،۴	۳/۵۳
دریچه‌های مخابرات		۱،۲،۱۴،۱۵،۵	سایر بلوک‌ها	۳/۸۱
تعداد کاربر		۱۲ ،۱،۴،۵،۶	سایر بلوک‌ها به‌ویژه ۱۳، ۱۴	۲/۶۶۵
وجود استاندارد		تمامی بلوک‌ها	-	۴
وجود مدیریت و برنامه‌ریزی		تمامی بلوک‌ها	-	۵
رعایت حریم تأسیسات		-	تمامی بلوک‌ها	۰
وجود کاربری‌های ویژه و زیرساخت‌های ناسازگار		-	تمامی بلوک‌ها	۰
عمر تأسیسات	گاز	سایر بلوک‌ها	۲،۴،۵،۱۰	۲/۷۴۳۳
	برق	سایر بلوک‌ها	۱،۲،۳،۱۴،۱۵	

در مورد آسیب‌پذیری بلوک‌های محله قدغون، مجموعاً در شاخص‌های عینی و مدیریتی می‌توان این‌گونه بیان کرد که بلوک شماره ۱ با بیشترین فراوانی آسیب‌پذیری (۸ شاخص در میان شاخص‌های ۱۲ گانه فوق) بیشترین آسیب‌پذیری تأسیساتی را داشته و در اولویت نخست کاهش آسیب‌پذیری قرار دارد. پس‌ازآن بلوک‌های ۶،۷،۸،۹،۱۲،۱۳ و ۱۶ با فراوانی ۷ شاخص از ۱۲، مشترکاً در رتبه دوم آسیب‌پذیری در میان بلوک‌ها قرارگرفته و اولویت دوم کاهش آسیب‌پذیری را به خود اختصاص داده‌اند و بلوک شماره ۲ با عدد ۴ از ۱۲ و بلوک‌های شماره ۳ و ۱۰ با عدد ۵ از ۱۲ کمترین میزان آسیب‌پذیری تأسیساتی را در میان بلوک‌های محله قدغون دارا هستند.

جدول شماره ۱۵ این اوزان و نتیجتاً عدد آسیب‌پذیری تأسیسات محله را ارائه می‌کند. ازآنجاکه شاخص‌های آسیب‌پذیری تأسیسات محله در دو دسته عمده عینی و مدیریتی دسته‌بندی شده‌اند، لازم است با هدف محاسبه عدد آسیب‌پذیری محله، وزن این دو دسته نسبت به یکدیگر سنجیده شوند، در جدول شماره ۱۵ این امر صورت گرفته است.

جدول ۱۵: وزن دهی و محاسبه میزان آسیب‌پذیری تأسیسات محله در دو شاخص عینی و مدیریتی

دسته شاخص	عینی	مدیریتی	میانگین هندسی	بردار ویژه	عدد آسیب‌پذیری	عدد آسیب‌پذیری وزنی
عینی	۱	۲	۱/۴۱۴۲	۰/۶۶۶۶	۳/۴۷۲۵	۲/۳۱۴۷
مدیریتی	۰/۵	۱	۰/۷۰۷۱	۰/۳۳۳۳	۲/۸۰۵	۰/۹۳۴۹
جمع		۱	۲/۱۲۱۳	۱		۳/۲۴۹۶

نتیجه‌گیری

در این بخش به پرسش‌های تحقیق به شرح زیر پاسخ داده می‌شود: میزان آسیب‌پذیری تأسیسات محله در مقابل زلزله آتی چقدر است؟ این عدد نسبت به دوران پیش از وقع زلزله ۸۵ کاهش/ افزایش داشته است؟ میزان کاهش آسیب‌پذیری (افزایش ایمنی) تأسیسات محله قدغون پس از طی ۱۲ سال از فرایند بازسازی، چقدر است؟ و آیا این میزان، با توجه به چرخه فنری مدیریت بحران که بایستی با طی هر دوره از چرخه آسیب‌پذیری‌ها کاهش چشمگیری داشته باشد، قابل‌قبول است یا خیر؟

میزان آسیب‌پذیری تأسیسات محله قدغون

با توجّه به اقدامات صورت گرفته، مانند تعویض ۲۷٪ از لوله‌های فاضلاب و تبدیل آن‌ها از چدنی به پلی‌اتیلن، تعویض ۳۵٪ لوله‌های آب شهری و تبدیل آن‌ها به لوله‌های پلی‌اتیلن، تعویض ۸۰٪ سیم‌های برق فرسوده محله و تبدیل آن‌ها به کابل باقابلیت انعطاف‌پذیری بالا، تعویض ۲۴٪ از کل تیرهای چوبی برق و تبدیل آن‌ها به تیرهای بتنی، تعویض ۵۱٪ از کل لوله‌های گاز موجود در محله و تبدیل آن‌ها به لوله‌های پلی‌اتیلن، آسیب‌پذیری تأسیسات تا حدّی کاسته شده است، از طرفی عدم توجّه به فرسودگی بیش از حدّ لوله‌های آب و ترکیدگی مداوم آن‌ها در سطح محله، عدم تدوین استانداردهای لرزه‌ای برای تأسیسات و عدم توجه به لزوم وجود برنامه مدیریت بحران در تأسیسات ازجمله عواملی است که در ارزیابی میزان کاهش آسیب‌پذیری اثری منفی دارد. درمجموع میزان آسیب‌پذیری کالبدی محله با توجه به تأسیسات شهری، در مقابل زلزله آتی کاهش جزئی یافته است.

منابع

احدنژاد، محسن و جلیل پور، شهناز (۱۳۹۰). ارزیابی عوامل بیرونی تاثیرگذار در آسیب پذیری ساختمانی بافت قدیم شهرها در برابر زلزله (مطالعه موردی: ناحیه ۱ شهر خوی)، سمینار ملی کاربرد GIS در برنامه ریزی اقتصادی، اجتماعی و شهری: صص۱–۱۲.

ابوطالبی، صابر (۱۳۸۷). مروری بر اصول کلی شهرسازی، فنی، بهداشتی و زیر ساختی برای برنامه‌ریزی شهری و اجرا در ساخت بنا، ماهنامه اطلاع رسانی- آموزشی و پژوهشی شوراها، شورای عالی استان ها، شماره ۲۴، صص ۳۶-۵۰.

احمدی، حسن. (۱۳۷۶). نقش شهرسازی در کاهش آسیب‌پذیری شهر. مسکن و انقلاب، فصلنامه تخصصی بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، شماره ۸۰، صص ۶۱-۷۰.

امینی، الهام؛ حبیب، فرح و مجتهد زاده، غلامحسین (۱۳۸۹). برنامه‌ریزی کاربری زمین و چگونگی تأثیر آن در کاهش آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۱۲، شماره ۳، صص ۱۶۱-۱۷۴.

آیسان، یاسمین و دیویس، یان (۱۳۸۵). معماری و برنامه‌ریزی بازسازی. علیرضا فلاحی، تهران: دانشگاه شهید بهشتی، ۲، ص۷۰.

بنرجی، تردیب (۱۳۷۳). طراحی شهری و زلزله، ترجمه‌ی. فرح حبیب، مجله علمی و پژوهشی مسکن و انقلاب، شماره ۵۷، صص ۴۲-۶۰.

حبیبی، کیومرث؛ پوراحمد، احمد؛ مشکینی، ابوالفضل؛ عسگری، علی و نظری عدلی، سعید(۱۳۸۷). تعیین عوامل ساختمانی مؤثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از GIS و FUZZY LOGIC، هنرهای زیبا، ۱۳۸۷، شماره ۳۳، صص ۲۷-۳۶.

حبیب، فرح (۱۳۷۱). نقش فرم شهر در کاهش خطرات ناشی از زلزله. بنیاد مسکن انقلاب اسلامی. مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله تهران، ۱۳۷۱، شماره ۴۵، صص ۱۳-۱۶.

حسینی، علی (۱۳۹۶). «مروری بر تجارب ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی شهری در مقابل زلزله»، پنجمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، معماری و توسعه شهری. تهران، دانشگاه شهید بهشتی، صص ۱-۱۴.

حسینی، علی و امیدواری، فرشیده (۱۳۹۷)، واکاوی نقش طراحی شهری در مدیریت بحران، معماری اندیشی، شماره ۲، صص۴۶-۵۳

حمیدی، ملیحه (۱۳۷۳). نقش فرم، الگو اندازه سکونتگاه‌ها در کاهش خطرات ناشی از وقوع زلزله (شناخت و تحلیل فرم شهر رودبار در آسیب‌پذیری و کارایی هنگام وقوع زلزله). تهران: مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، ص۷۰.

شیعه، اسماعیل، حبیبی، کیومرث و ترابی، کمال. (۱۳۸۹). «بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله مطالعه موردی منطقه ۶ شهرداری تهران». چهارمین کنفرانس بین‌المللی جغرافی‌دانان جهان اسلام: ص۱۲.

فتحی رشید، علی و قلی زاده، الهام (۱۳۸۷). دفاع غیرعامل در بافت‌های فرسوده. دومین همایش جامعه ایمن شهر تهران، ۳۳–۴۹.

قادری مطلق، قرنی و شورجه، محمود (۱۳۸۷). جایگاه شوراها در مدیریت تعدیل بحران شهری، ص۷.

قشقایی، پریسا (۱۳۹۰) بررسی میزان آسیب‌پذیری بافت شهری و ارائه راهکارهای پیشنهادی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی قزوین.

کاشانی جو، خشایار (۱۳۷۸). بررسی نقش طراحی شهری در رویدادهای غیرمترقبه. شورای عالی استان‌ها، شماره ۲۴، ص۱۶.

محمد زاده، رحمت (۱۳۸۹) بررسی نقش فضاهای باز در شبکه ارتباطی در کاهش آسیب زمین‌لرزه (موردمطالعه محله باغمیشه تبریز). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.

منزوی، مهشید؛ سلیمانی، محمد؛ تولایی، سیمین و چاوشی، اسماعیل (۱۳۸۹). آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده بخش مرکزی شهر تهران در برابر زلزله (مورد منطقه ۱۲)، پژوهشهای جغرافیای انسانی (پژوهش های جغرافیایی)، شماره۷۳، صص۱–۱۸.

Antonioni, G. Gigliola, S. and Cozzani, V.)2007(A Methodology for the Quantitative Risk Triggered by Seismic Events, Journal of Hazardous Materials, Vol. 147, No. 1-2, PP. 48-59.

Bahrainy, Hossein. (1998). Urban Planning and Design in a Seismic- Prone Region (the Case of Rasht in Northern Iran). Journal Og Urban Planning and Development, p 148.

Brown, Courtney. (2010). The 21st Century Urban Disasters. CHF International: pp 1–6.

Cheng, F.Y. and M.S. Sheu. (1995). Urban Disaster Mitigation: The Role of Engineering and Technology. Elsevier (July)p 86.

Cozzani V, Gubinelli G, Antonioni G, Spadoni G, Zanelli S. (2005). The assessment of risk caused by domino effect in quantitative area risk analysis, J Hazard Mater. 127(1-3):pp14-30 .

Grazia De Paoli, Rosa. (2012). Urban Heritage and Methodologies of Renewal. Hellenic Association of Regional Scientists:p 15.

k.jha, abhas, and Jennifer duyne Bernstein. (2010). Safer Homes, Stronger Communities (aA Handbook for Reconstructing After Natural Disasters). Washington DC: The International Bank for Reconstruction and Development/ The World Bank, p:408.

Luthra, Ashwani. (2009). DISASTER RISK REDUCTION to Be the Worst Hazards Causing Widespread.pdf. Guru Ramdas School of Planning Guru Nanak Dev University, Amritsar (November):p 10.

Mittal, Ved. (2007). Amendments in Town & Country Planning Legislations for Safety in Natural Hazard: p36.

Rashed T, Weeks John. (2003). Assessing Vulnerability to Earthquake Hazards Through Spatial Multi-Criteria Analysis of Urban Areas. Geographical Information Science 17 (6): pp547–576.

R.Wolfe, Myer, and Susan G. Heikkala. (1981). Urban Scale Vulnerability: Proceedings of the U.S.Italy Colloquium on Urban Design and Earthquake Hazard Mitigation. University of Rome: p 161.

Sengupta, b.k, and Haimanti Benerji. (2009). DISASTER MITIGATION STRATEGIES THROUGH LAND USE PLANNING AND ZONING IN AN URBAN CONTEXT (November): p20.

UN-HABITAT. (2007). Enhancing Urban Safety And Security Global Report on Human Settlement. Earthscan in the UK and US: p 448.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Research Article

Urban Facilities Earthquake Vulnerability assessment, Case Study: Ghodghun neighborhood of Borujerd

Ali Hosseini*[1], Farshideh Omidvari[2], Alireza Fallahi[3], Zahra Ahari[4], Sharif Motawaf[5]

Received: 27-07-2018 Revised: 19-11-2018 Accepted: 09-04-2019

Abstract

Infrastructures such as water, sewage, electricity, gas and etc. are some of the crucial living conditions of neighborhoods in cities. The deficiency of the performance in any part of the facility disrupts the life of the neighborhood. Therefore, measuring the vulnerability of urban facilities and their current status are the first steps in reducing the urban vulnerability. The purpose of this study is applying the fundamental knowledge of vulnerability assessment in practical and quantitative approach to assessing the vulnerability of the facility against earthquake in two categories of objective and managerial indicators (each of which has sub-indicators weighed in the Delphi-AHP method and their maps are generated in the GIS software) in the scale of the Ghodghun neighborhood of Borujerd. The results of field studies and interviews with relevant authorities indicate that after 12 years since the beginning of the reconstruction process, 27% of sewage pipes, 35% of urban water pipes, 80% of electrical wires, 24% of wooden beams, 51% Of gas pipes replaced, while due to the lack of systematic seismic standards and the facility disaster management plans, has led to a slight decrease in the facility vulnerability. The vulnerability assessment results of the facility in the objective indicators show that all five indicators of sewage pipes, urban water, electricity, gas and telecommunication have a number higher than 3 out of 5; and in management indicators of 6 The index, the existence of standard and planning indicators above 4, the indicators of congestion and utilities in the range of 2-3 out of 5 have been evaluated. In total, the vulnerability number of the facility in the two categories of objective and managerial indicators is 3.47 and 2.805, out of 0-5 range, which, in the weighted combination facility vulnerability, are estimated 3.2496 which evaluated a Medium upward.

Keywords: Urban facilities, vulnerability assessment, Borujerd Ghodghun Neighborhood, Earthquake.

[1]*- Lecturer at Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran Email: Ali.hosseini@scu.ac.ir
[2]- Lecturer at Karoon Higher Education Institute, Ahvaz, Iran
[3]- Professor at Shahid Beheshti University of Tehran, Tehran, Iran
[4]- Associate Professor at Shahid Beheshti University of Tehran, Tehran, Iran
[5]- Assistant professor at Shahid Beheshti University of Tehran, Tehran, Iran

References

References (in Persian)

Ahad Nezhad, M, Jalil pour, S (1390). Evaluation of External Impact Factors on Structural Vulnerability of Old Towns Against Earthquake (Case Study: District 1 of Khoy City), National Seminar on the Application of GIS in Economic, Social and Urban Planning, pp 1-12.[In Persian].

Aboutalebi, S. (1387). An Overview on the General Principles of Urban Planning, Technical, Health, and Infrastructure for Urban Planning and Implementation in Construction, Journal of Information, Education and Research Councils, high province council, No. 24, pp 36-50. [In Persian].

Ahmadi, H. (1376). The role of urbanization in reducing urban vulnerability. Housing and Revolution, Specialized Quarterly of the Islamic Revolutionary Housing Foundation .no:80, p: 61-70. [In Persian].

Amini, E., Habib, F., and Mojtahed Zadeh, .Gh. (1389). Land Use Planning and its Impact on Reducing City Vulnerability to Earthquake, Journal of Environmental Science and Technology, Vol. 12, No. 3, pp 161-174. [In Persian].

Isan, Y., and Davis, I. Architecture and Planning Reconstruction. Alireza Fallahi. Tehran: Shahid Beheshti University, 2006, 2, 70. [In Persian].

Bannerji, T. (1373). Earthquakes, urban scale vulnerability, and urban design. Translation Farah Habib, Journal of Housing and Revolution Scientific and Research, No. 57 pp 42-60. [In Persian].

Habibi, K. Pour Ahmad, A, Meshkini, A, Asgari, A, and Nazari Adli, S(1387). Determining the Construction Factors Effective on the Impact of Zanjan's Old Town Texture Vulnerability Using GIS and FUZZY LOGIC, Fine Arts, No. 33, pp 27-36. [In Persian].

Habib, F. (1371). The role of city form in reducing the risks of earthquakes. Islamic Revolution Housing Foundation. Proceedings of the 2nd International Conference on Seismology and Earthquake Engineering, Tehran. No:45, pp13-16. [In Persian].

Hosseini, A. (1396) A Review on the Experiences of Urban Earthquake Vulnerability Assessment, 5th International Conference on Civil Engineering, Architecture, and Urban Development, Tehran, Shahid Beheshti University, pp1-14. [In Persian].

Hosseini, A and Omidvari, F (1396). Analysis of the role of urban planning in disaster management, understanding architecture, vol 2, pp 46-53. [In Persian].

Hamidi, M. (1373). Role of form, pattern, and size of rest in decreasing the risks of earthquake occurrence (recognition and analysis of the shape of the city of Roudbar inability and efficiency during the earthquake). Tehran: Iran Natural Disaster Studies Center p 70. [In Persian].

Shi'e, I., Habibi, K., and Torabi, K. (1389). Investigating the vulnerability of cities against earthquakes using the method of analysis of the case study of the 6th district of Tehran, the International Conference of Geographers of the Islamic World:p 12. [In Persian].

Fathi Rashid, A., and Gholizadeh, E. (1387). Passive defense in urban exhausted tissues. The second safe city conference in Tehran, 33-49. [In Persian].

Ghadiri Motlagh, Q., and Shorjeh, M. (1387). The position of councils in managing the adjustment of the urban crisis, p7. [In Persian].

Qashqai, P. "Investigating the Rate of Urban Textile Vulnerability and Proposed Recommendations", M.Sc Imam Khomeini International University, Qazvin, 2011. [In Persian].

Kashani Joo, Kh. (1378). Investigating the role of urban design in unexpected events. Supreme Council of the Provinces, No. 24, p16. [In Persian].

Mohammad Zadeh, R. Investigating the role of open spaces in the communication network in reducing earthquake damage (Case study of Baghmeshehah neighborhood of Tabriz). Masters, Shahid Beheshti University, 2010. [In Persian].

Monzavi, M, Soleymani, M. Tavallaii, S and Chavoshi, E (1389). The vulnerability of endangered tissues in the central part of Tehran against earthquakes (Case 12), Human Geography Research No. (73), pp1-18[In Persian]..

References (in English)

Antonioni, G., Gigliola, S. and Cozzani, V.,)2007(, A Methodology for the Quantitative Risk Triggered by Seismic Events, Journal of Hazardous Materials, Vol. 147, No. 1-2, PP. 48-59.

Bahrainy, H. (1998). Urban Planning and Design in a Seismic- Prone Region (the Case of Rasht in Northern Iran). Journal Og Urban Planning and Development (December).

Brown, C. (2010). The 21st Century Urban Disasters. CHF International: 1–6.

Cheng, F.Y., and M.-S. Sheu. (1995). Urban Disaster Mitigation: The Role of Engineering and Technology. Elsevier (July).

Cozzani V, Gubinelli G, Antonioni G, Spadoni G, Zanelli S. (2005). The assessment of risk caused by the domino effect in quantitative area risk analysis, J Hazard Mater., 127(1-3):14-30.

Grazia De Paoli, R. (2012). Urban Heritage and Methodologies of Renewal. Hellenic Association of Regional Scientists: 15.

k.jha, A., and Bernstein J. (2010). Safer Homes, Stronger Communities (aA Handbook for Reconstructing After Natural Disasters). Washington DC: The International Bank for Reconstruction and Development/ The World Bank. p408.

Luthra, A. (2009). DISASTER RISK REDUCTION to Be the Worst Hazards Causing Widespread.pdf. Guru Ramdas School of Planning Guru Nanak Dev University, Amritsar (November): 10.
Mittal, V. (2007). Amendments in Town & Country Planning Legislations for Safety in Natural Hazard: 36.
Rashed T, Weeks J. (2003). Assessing Vulnerability to Earthquake Hazards Through Spatial Multi-Criteria Analysis of Urban Areas. Geographical Information Science 17 (6): 547–576.
Wolfe R, Myer, and Susan G. Heikkala. (1981). Urban Scale Vulnerability: Proceedings of the U.S.-Italy Colloquium on Urban Design and Earthquake Hazard Mitigation. University of Rome: 161.
Sengupta, b.k, and Haimanti Benerji. (2009). DISASTER MITIGATION STRATEGIES THROUGH LAND USE PLANNING AND ZONING IN AN URBAN CONTEXT (November): 20.
UN-HABITAT. (2007). Enhancing Urban Safety And Security Global Report on Human Settlement. Earthscan in the UK and US: 448.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی