

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۰۸

بررسی و ارزیابی میزان آسیب پذیری بافت فرسوده شهر ایلام در برابر زلزله

امیر محمودزاده

رییس پژوهشگاه شاخص پژوه، اصفهان، ایران

ایران غازی

دانشیار و عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان

مریم عسکری*

دانشجوی دکترا جغرافیا و برنامه ریزی شهری، پژوهشگاه مهندسی بحران های طبیعی شاخص پژوه-اصفهان

چکیده

تراکم جمعیت، عرض معابر و مساحت قطعات ساختمانی بررسی شده اند. نتایج حاصله نشان می دهد که مصالح ساختمانی بیشترین وزن را به خود اختصاص داده و بقیه عوامل تابعی از وضعیت مصالح بکار رفته در سازه بوده است. هر چقدر در ساخت و سازهای شهری از مصالح ساختمانی بادوام و با رعایت اصول مهندسی استفاده شود به همان اندازه آسیب پذیری بناهای ایجاد شده در برابر زلزله کمتر خواهد بود. نقشه خروجی آسیب پذیری نشان داد که از کل مساحت محدوده به استثنای معابر، ۹/۸ درصد دارای آسیب پذیری خیلی زیاد، ۵۹ درصد دارای آسیب پذیری زیاد، ۲۳ درصد دارای آسیب پذیری متوسط، ۶/۳ درصد دارای آسیب پذیری کم، و ۵/۵ درصد آسیب پذیری بسیار کم بوده است و در مجموع ۹/۶۷ درصد محدوده بافت فرسوده بر اساس شاخص های موجود آسیب پذیر می باشند.

زلزله به عنوان مخرب ترین حادثه طبیعی، عامل تلفات بشری و خسارات اقتصادی قابل توجه در کشور تلقی می شود که این مسأله در بافت های فرسوده شهری به مراتب شدیدتر است. چرا که بافت های فرسوده، ساختاری متمایز و منحصر به فرد داشته و در عین حال جزئی از پیکره، شهریند که نمادی از تمدن پیشین بشریت محسوب می شوند از آنجایی که این بافت ها در برابر سوانح طبیعی بویژه زلزله بسیار آسیب پذیر بوده، توجه به ترمیم، ساماندهی و نگهداری از آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. مساحت محدوده بافت فرسوده شهر ایلام، ۳۷۴ هکتار است که نسبت مساحت آن، ۱۹٪ سطح کل محدوده هست که محلات قدیمی و بافت مرکزی شهر را در بر گرفته است. روش تحقیق انتخاب شده برای این پژوهش روش توصیفی تحلیلی و میدانی است. هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی میزان آسیب پذیری در بافت فرسوده شهر ایلام است که شاخص هایی همچون نوع مصالح، قدمت ساختمان ها، تعداد طبقات، نوع کاربری، سطح اشغال، کیفیت ابنیه،

کلمات کلیدی: آسیب پذیری، بافت فرسوده، زلزله، GIS، AHP.

۱- مقدمه و بیان مساله:

شهر ایلام با مساحت ۹/۷ کیلومتر مربع، شمالی‌ترین شهر و مرکز استان ایلام با جمعیت ۱۷۲۲۱۳ هزار نفر هست. (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰) شهر ایلام بر روی سازند زاگرس چین‌خورده قرار دارد که به دلیل وجود گسل‌های اصلی در عمق استان، در باند با خطر نسبی بالا قرار می‌گیرد اگر تاریخ وقوع زلزله در منطقه معیاری برای زلزله‌خیزی باشد در این صورت تاریخ زلزله‌های گذشته را باید مرور کرد اولین زلزله حدود سال ۲۵۰ هجری قمری با حدود بیست هزار نفر کشته، در منطقه ایلام کنونی رخ می‌دهد. هشتاد سال بعد، زلزله‌ای مهیب‌تر از گذشته اتفاق می‌افتد که کل شهر سیمره (دره شهر کنونی) را از بین می‌برد. از این تاریخ به بعد تا سال ۱۳۵۰ هجری شمسی گزارشی از زلزله در منطقه داده نشده است. در سال ۱۳۵۱، زلزله‌ای با قدرت حدود شش ریشتر یکصد خانه از ایلام را با کل سکنه‌ی آن‌ها نابود می‌کند. در سال ۱۳۵۴، ۱۳۵۶ و ۱۳۵۷ چهار زلزله و در سال ۱۳۶۸ دو زلزله، با شدت کمتر از پنج ریشتر در ایلام رخ داد (حیدری، ۱۳۸۸: ۴۹) طی سال‌های اخیر نیز زلزله‌هایی در سطح شهر ایلام به وقوع پیوسته که بزرگی آن‌ها ۶ ریشتر بوده که خسارات این زلزله‌ها قابل توجه نبود (www.iiees.ac.ir) مساحت محدوده بافت فرسوده شهر ایلام، ۳۷۴ هکتار است که نسبت مساحت آن، ۱۹٪ سطح کل محدوده می‌باشد که محلات قدیمی و بافت مرکزی شهر را در بر گرفته است. از عمده‌ترین دلایل توجه به مدیریت بافت فرسوده و لزوم پژوهش در این بافت در شهر ایلام می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- وجود قلعه تاریخی والی در محدوده بافت فرسوده که در سال ۱۳۲۶ هجری قمری و در زمان حکومت محمدعلی شاه قاجار و حکمرانی والیان محلی پشتکوه، به دستور غلامرضا خان ابوقداره بنا شده است.
- وجود جمعیت زیاد این محدوده (بالغ بر ۵۰ هزار نفر).
- قرارگیری ایلام بر روی گستره زاگرس و وجود گسل‌های زیر تنگ، گوار در این منطقه.

- وقوع زمین‌لرزه‌های خفیف و متوسط در ایلام طی سال‌های اخیر که خوشبختانه خسارت جانی نداشته است از جمله آن‌ها؛ زمین‌لرزه ۵.۷ ریشتری در تاریخ ۹۲/۱۰/۸ و زمین‌لرزه ۴ ریشتری در تاریخ ۹۲/۹/۲۸ و نیز چندین مورد دیگر که در فاصله زمانی نزدیک رخ داده‌اند. لزوم توجه به بررسی شهر ایلام و به ویژه بافت فرسوده را از نظر آسیب‌پذیری در برابر زلزله آشکار می‌سازد.

- اکثر واحدهای مسکونی این محدوده دارای قدمتی بیش از ۱۵ سال داشته و از مصالح کم دوام ساخته شده‌اند. هدف از انجام این پژوهش بررسی میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر ایلام در برابر خطر زلزله و اعمال برنامه‌های مدیریتی جهت کاهش خطرپذیری این محدوده هست.

۲- سوال‌های تحقیق:

میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر ایلام در برابر بحران زلزله تا چه اندازه است؟

۳- پیشینه تحقیق و مبانی نظری:

الف- منابع داخل کشور:

امیریان و همکاران (۱۳۹۴)، در مقاله‌ای با عنوان "تخمین آسیب‌پذیری شهر گرگان در برابر زلزله با تاکید بر فاصله از تاسیسات شهری با روش منطق فازی" به این نتایج دست می‌بندد که: پراکنش تاسیسات شهری در شهر گرگان به خوبی انجام نگرفته و بر حسب فاصله از تاسیسات شهری، ساختمان‌های موجود در جنوب و شرق شهر شامل محله‌های واقع در محور ناهارخوران و بلوار کاشانی در مقایسه با بقیه محدوده مورد مطالعه آسیب‌پذیری بیشتری دارند که با استقرار تجهیزات و امکانات شهری در این مناطق از میزان آسیب‌پذیری شهر در بحران زلزله کاسته خواهد شد.

فلاح علی‌آبادی و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای تحت عنوان "ارزیابی آسیب‌پذیری بافت تاریخی شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش AHP و GIS (مطالعه موردی: محله فهردان یزد) به این نتایج دست می‌یابد که: توزیع مناطق با آسیب‌پذیری بالا، حدود ۶۵ درصد از مساحت محله را در بر گرفته است ۲۰

یک ابزار موثر در تغییرات جهت گیری ها در تایوان در برابر بلایای طبیعی هست.

Mamoura Murata (۲۰۱۴)، در مقاله ای به عنوان آموزش علوم برای پیشگیری و کاهش فاجعه زلزله در توکوشیمای ژاپن به بررسی اقدامات مناسب در پیشگیری از خطرات زلزله پرداخته است. نتایج نشان می دهد که پیشگیری همانند دوباره سازی کدهای مناسب ساختمان نیاز به زمان و هزینه بسیار دارد.

Wu et al (2013)، در تحقیقی به مروری اجمالی خطر لرزه در مقیاس چندبعدهی کشور چین با مفهوم آمادگی، پیشگیری و مدیریت سوانح زلزله پرداختند. به این نتیجه رسیدند که درک از زلزله و حوادث طبیعی در چین با سایر کشورهای جهان وجود ندارد و مقابله با چالش ها در ابعاد متفاوت سلسله مراتبی علم و فناوری و تبدیل اعمال مردم برای پیشگیری، آمادگی و مدیریت کاهش سوانح زلزله را ترویج دادند که هنوز نیاز به طراحی دقیق دارد.

بافت فرسوده:

بافت فرسوده به بافت هایی گفته می شود که در داخل محدوده شهر و یا روستا و یا حاشیه آن شکل گرفته اند و به دلیل قدمت و یا نبودن برنامه توسعه و نظارت فنی بر شکل گیری آنها و نبود شرایط زیستی و ایمنی و نیز نابه سامانی های کالبدی اجتماعی و اقتصادی فرسوده شده اند و از نظر برخورداری از ایمنی استحکام و خدمات شهری دچار کمبود هستند (حییبی و همکاران، ۱۳۸۶: ۶۷)

بافت های فرسوده شهری و سکونتگاه های حاشیه ای و غیر استاندارد در کشورهای در حال توسعه بنابه دلایلی از قبیل عدم رعایت معیارهای فنی و مهندسی، شبکه ارتباطی ناکارآمد، عدم وجود تأسیسات و تجهیزات شهری، بیشتر از سایر بافت های شهری در معرض خطر زلزله قرار دارند. چرا که شهرهای دارای بافت فرسوده و تاریخی به دلیل قدمت زیاد این بافت ها و فرسودگی ناشی از گذر زمان و نگهداری نامطلوب و استفاده نامناسب از آنها در برابر زلزله بسیار آسیب پذیر می باشند. توجه به این نکته ضروری است که از بروز زلزله نمی توان جلوگیری

درصد از آن دارای آسیب پذیری متوسط و بقیه مساحت محله را فضاهای دارای آسیب پذیری کم به خود اختصاص داده است.

مرادی، بهزاد (۱۳۹۱)، در پایان نامه خود با عنوان "ارزیابی بهسازی بافت های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (۱۳۷۵-۱۳۸۸)، بهسازی های صورت گرفته در بافت قدیم شهر زنجان، طی یک دوره ۱۳ ساله با رویکرد مدیریت بحران با استفاده از شاخص های (تراکم، سطح اشغال، دسترسی به فضاهای باز، نوع سقف، سازگاری و ...) مورد ارزیابی قرار گرفته و بعد از تحلیل های انجام گرفته AHP و به کمک روش Gis در محیط مشخص گردید که بهسازی صورت گرفته بافت قدیم مطلوب نمی باشد.

پیشگاهی فرد و همکارانش (۱۳۹۱)، در پژوهشی با نام مدل سازی جهت GIS در محیط AHP مناطق خطرپذیر با استفاده از مدل مدیریت بحران شهری (مطالعه ای موردی: منطقه ی ۸ شهرداری تبریز) مؤلفه هایی چون فاصله از گسل، کیفیت ابنیه، تراکم جمعیت، مراکز درمانی و اماکن نظامی را مهم ترین مؤلفه های تأثیرگذار در آسیب پذیری نواحی شهر انتخاب کردند و بر اساس آن پهنه ی آسیب پذیری شهر تبریز را استخراج کردند.

رزاقی و همکاران (۱۳۹۰)، در مقاله خود تحت عنوان «مدیریت بحران شهری در زلزله با استفاده از روش سلسله مراتبی AHP» به تعریف و بررسی بحران و طرح معیارها و شاخص های اساسی برای یک سیستم مدیریت بحران پرداخته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که تمام سه مرحله قبل، حین و بعد از بحران دارای اهمیت می باشند و تنها میزان اهمیت آنها با یکدیگر متفاوت هست.

ب- منابع خارج از کشور:

Cheryl chui et al (۲۰۱۴)، در پژوهشی به عنوان آمادگی کافی برای تشکیل جهت گیری هادر حوزه مدیریت بحران زلزله در تایوان به بررسی تغییر جهت گیری ها در زمینه مدیریت بحران پرداخته اند. نتایج این پژوهش نشان می دهد که ACF

را به فرمت asc تبدیل و برای گرفتن نقشه آسیب‌پذیری مربوط به هر معیار وارد محیط IDRISI کرد در ماتریس مقایسه دوتایی وزن‌دهی شدند و وزن نهایی هر یک از شاخص‌ها به دست آمد و در نهایت برای به دست آوردن نقشه نهایی آسیب‌پذیری در محیط ArcGIS از طریق Weighted Overlay لایه‌ها با هم ترکیب شده است.

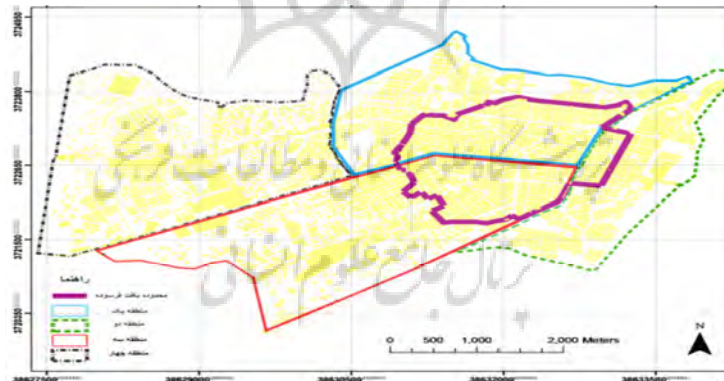
۵- معرفی محدوده مورد مطالعه

استان ایلام با مساحتی بالغ بر ۲۰۱۵۰ کیلومتر مربع حدود ۱/۲ درصد مساحت کل کشور را اشغال کرده، از نظر موقعیت جغرافیایی بین ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد (گزارش توجیهی طرح جامع ایلام، ۱۳۹۱: ۶). محدوده بافت فرسوده شهر ایلام که ۳۷۴ هکتار هست عمدتاً بخش مرکزی شهر را در بر گرفته است. بخش از این محدوده عمدتاً در منطقه یک، منطقه سه و میزان اندکی از آن نیز در منطقه دو واقع گردیده است.

کرد اما می‌توان میزان تلفات و خسارات آن را کاهش داد (Lewis, 1981: p33)

۴- روش انجام پژوهش (داده‌ها و روش‌ها)

روش تحقیق انتخاب شده برای این پژوهش روش توصیفی تحلیلی و میدانی است در این پژوهش ابتدا شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری تعیین می‌گردند این شاخص‌ها شامل: نوع مصالح، قدمت ساختمان‌ها، تعداد طبقات، نوع کاربری، سطح اشغال، کیفیت ابنیه، مساحت قطعات، عرض معابر و جمعیت می‌باشد. در مرحله دوم؛ پس از تعیین معیارها، اقدام به تهیه یکسری زیرمعیارها می‌گردد و بر اساس استانداردهای موجود و نظریات کارشناسی و متخصصان امر در این زمینه برای هر کدام از این زیرمعیارها بر اساس میزان آسیب‌پذیری آنها وزن‌هایی از ۱ تا ۹ داده می‌شود تیم متخصص دلفی متشکل از ۷ کارشناس و نیز بهره‌گیری از مقالات و پایان‌نامه‌های مرتبط با موضوع می‌باشد و از مشارکت کنندگان خواسته شد که میزان موافقت خود را در قالب طیف لیکرت (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد) اعلام نمایند که بر اساس این وزن‌ها نقشه هر کدام از معیارها و شاخص‌های مورد استفاده تهیه می‌گردد. بعد از این مرحله در محیط ArcView این نقشه‌ها



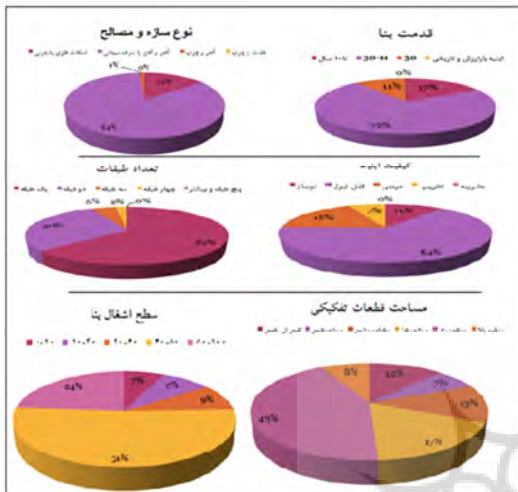
نقشه (۱): محدوده بافت فرسوده شهر ایلام-منبع: شهرداری ایلام

باتوجه به جمعیت ۵۱۲۲۴ نفری محدوده بافت فرسوده، بعد خانوار ۲/۴ نفر به دست می‌آید که این رقم برای کل شهر ۴/۴ نفر می‌باشد. همچنین شاخص خانوار در واحد مسکونی برای محدوده ۱/۱ و برای شهر ۱ می‌باشد.

در سال ۱۳۹۵، تعداد ۵۱۲۲۴ نفر یعنی نزدیک به ۷/۲۹ درصد از کل جمعیت شهر در محدوده بافت فرسوده سکونت دارند. متوسط تراکم ناخالص جمعیتی محدوده بافت فرسوده ۱۳۶ نفر در هکتار است که در مقایسه با تراکم ناخالص جمعیتی در کل شهر ایلام ۸/۹۶ نفر در هکتار تراکم بالایی محسوب می‌شود.

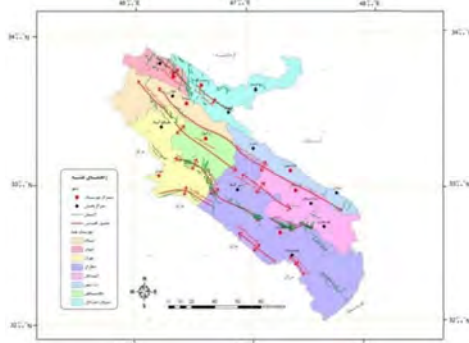
از نظر تراکم جمعیتی، در محدوده بافت فرسوده ۱۰۷۲۷ واحد مسکونی وجود دارد که از این تعداد، ۳/۱۲ درصد ۳ نفره، ۷۹ درصد آنها ۴-۸ نفره و ۸/۷ درصد آنها خانوارهای ۸ نفر به بالا بوده‌اند که از تراکم بالایی برخوردار است.

نمودار (۱): ویژگی‌های کالبدی بافت فرسوده



از نظر وضعیت زلزله خیزی، استان ایلام به لحاظ قرار گرفتن در کمربند زلزله، یکی از استان‌های زلزله خیز کشور است. اما وجود کوه‌های بزرگ و قرارگیری در میان رشته کوه‌های زاگرس از شدت و تأثیرات زیاد آن کاسته است. بر اساس نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زمین لرزه کشور، استان ایلام در پهنه خطر نسبی متوسط قرار دارد ولی با توجه به زمین لرزه‌های ثبت شده در استان و اطراف آن، پتانسیل استان را از نظر زلزله خیزی بالا برده و درجه آن را به متوسط تا زیاد تغییر داده است. (مهندسان مشاور شهریک، ۱۳۹۲: ۶۴)

نقشه (۲): پراکندگی گسل‌ها در استان ایلام



مأخذ: مهندسان مشاور شهریک، ۱۳۹۲: ۶۱

جدول (۱): ویژگی‌های جمعیتی محدوده بافت فرسوده در سال ۱۳۹۵

شماره	جمعیت	تعداد خانوار	تعداد واحد مسکونی	پد خانوار	خانوار در واحد مسکونی
۱	۱۷۲۲۱۳	۴۲۶۱۳	۴۲۳۲۱	۰/۴/۴	۱
	۵۱۲۲۴	۱۱۹۶۸	۱۰۷۲۷	۲/۴	۱۱/۱

مأخذ: مهندسان مشاور بهاوند مهرز، ۱۳۸۸: ۱۳ و مرکز آمار ایران ۱۳۹۰

از نظر نوع سازه و مصالح در محدوده مورد مطالعه، ۷/۱۴ درصد از واحدها اسکلت فلزی یا بتونی ساخته شده و ۸/۸۳ درصد آنها از مصالح آجر و آهن یا بلوک سیمانی و ۲/۱ درصد از مصالح آجر و چوب و ۰/۶ درصد نیز از خشت و چوب ساخته شده‌اند. از نظر قدمت، حدود ۲۴/۱۷ درصد واحدها دارای قدمتی کمتر از ۱۰ سال داشته و ۸/۷۱ درصد دارای قدمتی با ۳۰-۱۱ سال و ۸/۱۰ درصد دارای عمر بیش از ۳۰ ساله هستند.

از نظر تعداد طبقات، در محدوده بافت فرسوده، ۹/۶۲ درصد واحدها یک طبقه، ۵/۲۹ درصد دو طبقه، ۷/۴ درصد سه طبقه و ۰/۳۲ درصد آنها نیز چهار طبقه و ۷۹/۰ درصد بالای پنج طبقه بوده‌اند.

از نظر کیفیت ابنیه، ۹/۱۷ درصد واحدها مرمتی، ۴/۶۴ درصد قابل قبول، ۶/۱۰ درصد نوساز ۶/۷۶ درصد تخریبی و ۱۸/۰ مخروبه می‌باشند.

از نظر سطح اشغال، در محدوده بافت فرسوده بیشترین فراوانی مربوط به سطح اشغال ابنیه ۶۰ درصد تا ۱۰۰ درصد بوده که تراکم بالایی را در محدوده نشان می‌دهد. بدین ترتیب که ابنیه‌هایی با سطح اشغال ۲۰-۰، ۹۱/۶ درصد، ابنیه ۴۰-۲۰، ۷/۸ درصد، ۴۰-۶۰، ۹ درصد، ۶۰-۸۰، ۴۹/۵۱ درصد و ۱۰۰-۸۰، ۲۴ درصد را تشکیل می‌دهند که نشان‌دهنده تراکم بالایی ساختمانی در محدوده می‌باشد.

از نظر مساحت قطعات تفکیکی، ۴/۵۱ درصد محدوده دارای قطعاتی زیر ۲۰۰ متر، ۴۴ درصد ۲۰۰-۵۰۰ متر و ۸/۳ درصد بالای ۵۰۰ متر بوده‌اند.

۶- فرآیند انجام تحلیل سلسله مراتبی

نخستین گام جهت انجام فرآیند تحلیل سلسله مراتبی تعیین شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری هست برای این منظور با توجه به داده‌های در دسترس و همچنین داده‌های مورد نیاز برای این امر، تعداد ۹ شاخص مشخص شد. این شاخص‌ها شامل:

نوع مصالح، قدمت ساختمان‌ها، تعداد طبقات، نوع کاربری، سطح اشغال، کیفیت ابنیه، مساحت قطعات، عرض معابر و جمعیت است.

در مرحله دوم؛ پس از تعیین معیارها، اقدام به تهیه یکسری زیرمعیارهای گردد و بر اساس استانداردهای موجود و نظریات کارشناسی و متخصصان امر در این زمینه برای هر کدام از این زیرمعیارها بر اساس میزان آسیب‌پذیری آن‌ها وزن‌هایی از ۱ تا ۹ داده می‌شود که بر اساس این وزن‌ها نقشه هر کدام از معیارها و شاخص‌های مورد استفاده تهیه می‌گردد. این روش شامل سه گام اساسی الف- تولید ماتریس مقایسه‌ای ب- محاسبه وزن‌های معیار و ج- تخمین نسبت توافق است که در ادامه این مراحل برای تعیین وزن معیارها و تهیه نقشه نهایی آسیب‌پذیری محدود بافت فرسوده در برابر زلزله، دنبال می‌شود.

الف- ایجاد ماتریس مقایسه دوتایی:

این روش یک مقیاس اساسی را با مقادیر از ۱ تا ۹ برای تعیین میزان اولویت‌های نسبی دو معیار به کار می‌گیرد. در واقع برای تعیین ضریب اهمیت (وزن) معیارها، دوه دو آن‌ها را باهم مقایسه می‌کنیم. مقایسه‌های دو به دو در یک ماتریس $n \times n$ (در این حالت 9×9) ثبت می‌شوند و این ماتریس، ماتریس مقایسه دودویی [معیارها] $[A_{ji}] = a^{n \times n}$ نامیده می‌شود. عناصر این ماتریس همگی مثبت بوده و با توجه به اصل «شروط معکوس» در فرایند تحلیل سلسله مراتبی (اگر اهمیت i نسبت به j برابر k باشد اهمیت عنصر j نسبت به i برابر $\frac{1}{k}$ خواهد بود).

در هر مقایسه دودویی، دو مقدار عددی $\frac{1}{a_{ij}}$ را خواهیم داشت. (زبردست، ۱۳۸۰: ۳) در جدول (۴) ماتریس مقایسه دودویی معیارها برای مسئله مورد نظر ارائه شده است. برای تعیین عوامل و معیارهای ساختمانی مؤثر در امر آسیب‌پذیری در برابر زلزله و میزان اهمیت‌ای معیارها نسبت به هم نیز از کتب، مطالعات و گزارش‌های انجام گرفته در این زمینه و همچنین نظرات مسئولین و متخصصین مربوطه استفاده گردیده که نتیجه آن استخراج عوامل یا معیارهایی هست که در جدول (۲) آمده است و در محیط GIS هر کدام به عنوان یک لایه وارد شده و در امر تحلیل آسیب‌پذیری کلی مورد استفاده واقع شده‌اند.

- محاسبه وزن‌های معیار (جزئیات این مرحله و نحوه محاسبه): این مرحله شامل مراحل زیر است:

۱- ضرب کردن مقادیر هر ردیف از ستون‌های ماتریس مقایسه دوتایی به همدیگر: که شرح آن در رابطه زیر آورده شده است (thapalia, 2006, p.52)

$$V = \text{Factor } 1 \times \text{Factor } 2 \times \dots \times \text{Factor } n \quad (1)$$

$$N = 9 \times 9 \times 9 \times \dots \times 9 = 43046721$$

۲- محاسبه وزن‌های نرمال نشده که برای انجام این مورد باید

مجموع حاصل ضرب هر ردیف از ستون‌ها به توان $\frac{1}{n}$ یعنی تعداد معیارها شود.

$$= (43046721)_{10=5.799}^{\frac{1}{n}} \times \frac{RMV}{\text{factor}} \quad (2)$$

۳- در نهایت وزن معیارها در این مطالعه، از تقسیم وزن‌های نرمال شده هر ردیف به مجموع وزن‌های نرمال نشده به دست می‌آید.

جدول (۲): معیارها و زیرمعیارها و کدبندی آسیب پذیری آنها با استفاده از روش دلفی

عوامل و معیارهای اصلی	زیرمعیارها	آسیب پذیری خیلی کم	آسیب پذیری کم	آسیب پذیری متوسط	آسیب پذیری زیاد	آسیب پذیری خیلی زیاد
		۲	۳	۵	۷	۹
نوع مصالح	اسکلت فلزی	*				
	بتنی		*			
	آجر و آهن			*		
	آجر و چوب				*	
	خشت و گل					*
قدمت	۱-۱۰	*				
	۱۱-۳۰			*		
	۳۱-۵۰				*	
	۵۱-۱۰۰				*	
	۱۰۰-۲۰۰					*
کیفیت بنا	نوساز	*				
	قابل قبول			*		
	مرمتی				*	
	تخریبی					*
	مخروبه					*
کاربری اراضی	مسکونی			*		
	تجاری		*			
	مراکز فرهنگی-آموزشی		*			
	گاراژ		*			
مساحت قطعات تفکیکی	۰-۵۰					*
	۵۰-۱۰۰				*	
	۱۰۰-۲۰۰			*		
	۲۰۰-۵۰۰		*			
	۵۰۰ و بیشتر		*			
عرض معابر	کمتر از ۴ متر					*
	۴-۶ متر				*	
	۶-۸			*		
	۸-۱۲		*			
	۱۲-۲۵		*			
تراکم جمعیتی	کمتر از ۴ نفر		*			
	۴-۸		*			
	۸-۱۰		*			
	۱۱-۱۸	*				
	۱۸ و بیشتر	*				
تعداد طبقات	۱ طبقه				*	
	۲ طبقه			*		
	۳ طبقه			*		
	۴ طبقه و بیشتر		*			
سطح اشغال بنا	۰-۲۰	*				
	۲۰-۴۰		*			
	۴۰-۶۰			*		
	۶۰-۸۰				*	
	۸۰-۱۰۰					*

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵

جدول (۳): مقیاس ۹ کمیته ساعتی برای مقایسه دودویی گزینه‌ها

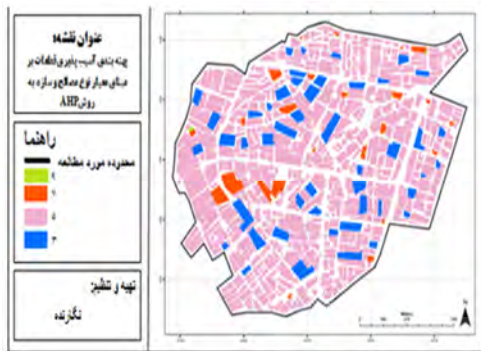
میزان اهمیت	تعریف
۱	اهمیت برابر
۲	اهمیت برابر تا متوسط
۳	اهمیت متوسط
۴	اهمیت متوسط تا قوی
۵	اهمیت قوی
۶	اهمیت قوی تا بسیار قوی
۷	اهمیت بسیار قوی
۸	اهمیت بسیار قوی تا فوق‌العاده قوی
۹	اهمیت فوق‌العاده قوی

مأخذ: زبردست، ۱۳۸۰: ۱۷.

جدول (۴): تعیین وزن نهایی معیارها

معیارها	مصلح ساختمانی	کیفیت ابنیه	قدمت بنا	عرض معابر	تراکم جمعیتی	تعداد طبقات	سطح اشغال	کاربری اراضی	مساحت قطعات	حاصل ضرب وزنها	وزنهای نرمال نشده	وزن نهایی معیارها
مصلح ساختمانی	۱	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۳۳۰۴۶۷۷۱	۶۰۹۱۴	۰/۴۸۷
کیفیت ابنیه	$\frac{1}{9}$	۱	۲	۲	۲	۴	۴	۵	۷	۴۹۲۸	۱۰۹۷۷	۰/۱۳۹
قدمت بنا	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{2}$	۱	۲	۲	۳	۲	۴	۵	۲۶۴	۱۰۴۳	۰/۱۰۰
عرض معابر	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	۱	۳	۲	۲	۲	۲	۱۰۳۲	۱۰۰۳۱	۰/۰۷۲
تراکم جمعیتی	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	۱	۲	۲	۲	۲	۰/۱۴۵۲	۰/۸۰۸	۰/۰۵۶
تعداد طبقات	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	۱	۲	۲	۲	۰/۰۱۸۱۵	۰/۶۴۳	۰/۰۴۵
سطح اشغال	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	۱	۲	۲	۰/۰۰۶۸۷۵	۰/۵۷۸	۰/۰۴۰
کاربری اراضی	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	۱	۲	۰/۰۰۰۶۸۷۵	۰/۴۴۸	۰/۰۳۱
مساحت قطعات	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	۱	۰/۰۰۰۰۹۶۲۵	۰/۳۶۱	۰/۰۲۵
										۴۳۰۴۷۲۹۱.۶۹۱	۱۴.۱۹۳	۱

خشت و چوب، تعداد ۱۴۳ واحد آجر و چوب، تعداد ۹۴۱۲ واحد آجر و آهن و تعداد ۱۶۶۰ واحد فلزی و بتنی است. همان گونه که در شکل (۱) آورده شده است بر طبق وزن‌های داده شده محدوده بافت فرسوده دارای تعداد ۱۵۰ واحد با آسیب پذیری زیاد بوده و تعداد ۹۴۱۲ واحد دارای آسیب پذیری متوسط و تعداد ۱۶۶۰ دارای آسیب پذیری کم بوده‌اند.



شکل (۱): پهنه بندی آسیب پذیری ساختمان‌ها به روش AHP بر مبنای معیار نوع سازه و مصالح

۷-۲- آسیب پذیری ناشی از قدمت بنا

به طور عمومی، هر چه قدمت بنا بیشتر باشد از کیفیت بنا کاسته می‌شود میانگین عمر مفید بنا در ایران ۳۰ سال است. بناهایی که دارای قدمتی بیش از ۳۰ سال است جزو ساختمان‌های فرسوده بوده و از نظر آسیب پذیری در درجه بالای آسیب پذیری قرار می‌گیرد. بر اساس بررسی‌های انجام شده و همچنین نقشه آسیب پذیری به دست آمده بر مبنای قدمت بنا، تعداد ۱۹۳۶ واحد دارای آسیب پذیری کم، ۸۰۶۸ دارای آسیب پذیری متوسط و تعداد ۱۲۲۱ واحد دارای آسیب پذیری زیاد است.



شکل (۲): پهنه بندی آسیب پذیری ساختمان‌ها به روش AHP بر مبنای معیار قدمت آن‌ها

با توجه به رابطه بالا، مصالح ساختمانی بیشترین وزن را به خود اختصاص داده و بقیه عوامل تابعی از وضعیت مصالح بکار رفته در سازه بوده است. هر چقدر در ساخت و سازه‌های شهری از مصالح ساختمانی بادوام و با رعایت اصول مهندسی استفاده شود به همان اندازه آسیب پذیری بناهای ایجاد شده در برابر زلزله کمتر خواهد بود. سایر معیارهای بکار گرفته شده در این پژوهش به ترتیب دارای وزن‌های متوسط تا ضعیف بوده‌اند.

تخمین نسبت سازگاری:

الف- محاسبه بردار سازگاری

$$L = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{Aw_i}{Wi} \right) \right]$$

$$L = \frac{1}{9} \left[\frac{5.059}{0.487} + \frac{1.318}{0.139} + \frac{0.943}{0.100} + \frac{0.695}{0.072} + \frac{0.534}{0.056} + \frac{0.422}{0.045} + \frac{0.376}{0.040} + \frac{0.293}{0.031} + \frac{0.240}{0.025} \right] = 9.590$$

پس از محاسبه بردار سازگاری و به دست آوردن مقدار آن، باید شاخص سازگاری برای معیارهای مورد نظر محاسبه شود.

برای محاسبه این شاخص از رابطه زیر استفاده شده است:

$$CI = \frac{L-n}{n-1} = \frac{9.590-9}{9-1} = 0.0737 = 0.0737 = \frac{9.590-9}{9-1}$$

ب- محاسبه ضریب سازگاری: که از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0737}{1.45} = 0.589$$

چنانچه مقدار $CR \leq 0.1$ باشد نشان‌دهنده این است که سازگاری در قضاوت‌ها رعایت شده و در صورتی که این مقدار از ۱/۱۰ بیشتر باشد در آن صورت باید تجدیدنظر در قضاوت‌ها رعایت گردد. در مطالعه حاضر مقدار نسبت سازگاری برابر ۵۸۹/۱۰ برآورد گردیده است که حاکی از آن است که سازگاری لازم در قضاوت‌ها صورت گرفته است.

۷- یافته‌های تحقیق

۷-۱- آسیب پذیری ناشی از مصالح

مصالح خشت و گل، خشت و چوب، آجر و چوب و تمام چوب کاملاً کم مقاومت می‌باشند و آسیب پذیری آن‌ها نیز بالا است؛ و از طرفی ساختمان‌های فلزی و بتنی به دلیل مقاومت بالای مصالح کمترین درجه آسیب پذیری را دارند. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که از نظر نوع مصالح دارای ۷ واحد

۳-۷- آسیب‌پذیری ناشی از کیفیت ابنیه

کیفیت ابنیه نیز از عوامل مؤثر دیگر در آسیب‌پذیری هست. احتمال مقاومت ساختمان‌های با کیفیت بالا (نوساز) در مقابل زلزله نسبت به ساختمان‌های مرمتی و مخروبه بیشتر است. (ابراهیمی، ۱۳۹۴: ۱۲۰) همان‌گونه که شکل (۳) گنجانده شده است در سطح محدوده بافت فرسوده، تعداد ۱۱۹۵ واحد دارای آسیب‌پذیری کم، تعداد ۷۲۳۶ واحد دارای آسیب‌پذیری متوسط و تعداد ۲۰۱۵ واحد دارای آسیب‌پذیری زیاد و تعداد ۷۸۰ قطعه دارای آسیب‌پذیری خیلی زیاد است.



شکل (۳): پهنه بندی آسیب‌پذیری ساختمان‌ها به روش AHP بر مبنای معیار کیفیت ابنیه

۵-۷- آسیب‌پذیری ناشی از تعداد طبقات

در شرایط یکسان از نظر مصالح و کیفیت ابنیه هر چه تعداد طبقات بیشتر باشد آسیب‌پذیری بیشتر است اما با توجه به ویژگی‌های بافت کالبدی محدوده فرسوده اکثریت واحدهای یک طبقه و دوطبقه از نظر کیفیت ابنیه تخریبی و مخروبه بوده و واحدهای با طبقات بالا نوساز می‌باشند. در محدوده مورد مطالعه نزدیک به ۹/۶۲ درصد واحدها ساختمانی دارای آسیب‌پذیری بسیار زیاد و ۵/۲۹ درصد دارای آسیب‌پذیری زیاد، ۷/۴ درصد آسیب‌پذیری متوسط و ۸۹/۲ درصد دارای آسیب‌پذیری کم هستند که میزان بحران و خسارت را در زمان وقوع زلزله بالا می‌برد.



شکل (۵): پهنه بندی آسیب‌پذیری ساختمان‌ها به روش AHP بر مبنای معیار تعداد طبقات

۴-۷- آسیب‌پذیری ناشی از تراکم جمعیتی

تراکم جمعیتی یکی از فاکتورهای مؤثر در آسیب‌پذیری می‌باشد. هر چه تراکم جمعیتی بیشتر باشد، در هنگام رخداد زلزله، امکان امداد رسانی محدودتر می‌شود. همان‌گونه که در شکل (۴) آورده شده است ۳/۱۲ درصد دارای آسیب‌پذیری کم، ۷۹ درصد دارای آسیب‌پذیری متوسط و تعداد ۷/۸ درصد دارای آسیب‌پذیری زیاد است.



شکل (۴): پهنه بندی آسیب‌پذیری ساختمان‌ها به روش AHP بر مبنای معیار تراکم جمعیتی

۶-۷- آسیب‌پذیری ناشی از عرض معابر

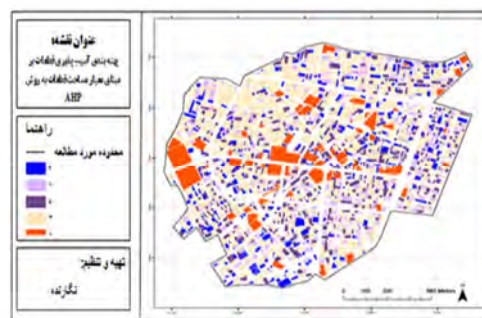
آسیب‌پذیری شبکه معابر به عنوان یکی از عناصر کلیدی کالبد شهری، به دلیل تأثیر مستقیمی که بر عملکرد سایر عناصر شهری می‌گذارد، حائز اهمیت است. (عزیزی و همافر، ۱۳۹۱: ۶) در محدوده بافت فرسوده درصد معابر با عرض کمتر از ۶ متر بالا بوده و تهدیدی جهت این محدوده در برابر بحران زلزله احتمالی محسوب می‌گردد.



شکل (۶): آسیب‌پذیری ساختمان‌ها به روش AHP بر مبنای معیار عرض معابر

۷-۷- مساحت قطعات

هر چه مساحت قطعات کوچکتر، میزان آسیب پذیری بالاتر می رود بنابراین در محدوده مورد مطالعه ۴/۱۲ درصد قطعات دارای آسیب پذیری خیلی زیاد، ۷ درصد آسیب پذیری زیاد، ۲۸ درصد آسیب پذیری متوسط و ۴۴ درصد دارای آسیب پذیری کم و ۷/۳ درصد آسیب پذیری خیلی کم بوده اند.



شکل (۷): پهنه بندی آسیب پذیری ساختمان ها به روش AHP بر مبنای معیار مساحت قطعات

۷-۹- آسیب پذیری ناشی از نوع کاربری

کاربری های شهری از نظر نوع آسیب پذیری متفاوت اند بدین صورت که کاربری مسکونی دارای آسیب پذیری زیاد، کاربری تجاری دارای آسیب پذیری متوسط و سایر کاربری ها دارای درجات آسیب پذیری از کم تا زیاد می باشند. در تحلیلی موجود، کاربری مسکونی با ۶/۴۷ درصد بیشترین سطح کاربری ها را شامل شده که دارای درجه بالایی از آسیب پذیری است و نیز کاربری تجاری با ۵۴/۶ درصد دارای آسیب پذیری کم می باشند و سایر کاربری ها نیز دارای درجاتی از آسیب پذیری هستند.



شکل (۹): پهنه بندی آسیب پذیری ساختمان ها به روش AHP بر مبنای نوع کاربری

۸- ارزیابی آسیب پذیری کلی محدوده بافت فرسوده

ارزیابی آسیب پذیری کلی محدوده مورد مطالعه، پس از آنکه وزن معیارها با استفاده از روش AHP مورد محاسبه قرار گرفت هر کدام از وزن ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در لایه های مربوطه اعمال شده و بدین ترتیب نقشه آسیب پذیری کلی محدوده مورد مطالعه در برابر بحران احتمالی زلزله تهیه گردیده است. با توجه به شکل (۱۰)، می توان گفت که واحدهای تازه احداث و نوساز به دلیل برخورداری از مصالح مقاوم در ساخت و ساز و همچنین رعایت استانداردهای ساخت و ساز به طور پراکنده در سطح محدوده، دارای آسیب پذیری کم هستند در حالی که واحدهای واقع شده در بخش مرکزی به دلیل استفاده از مصالح کم دوام در ساخت و ساز، بالابودن عمر ساختمان های موجود و دارابودن معابر با عرض کم از درجه آسیب پذیری بالایی برخوردار می باشند. نقشه آسیب پذیری کلی محدوده مورد مطالعه نشان

۷-۸- آسیب پذیری ناشی از سطح اشغال بنا

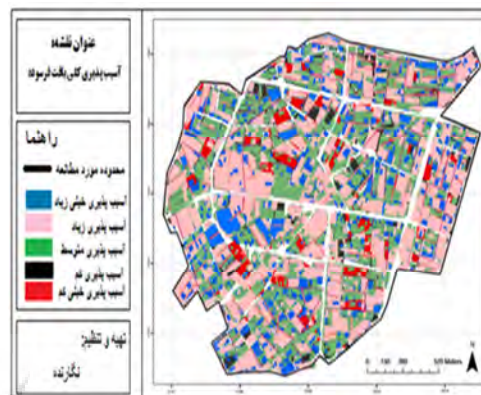
سطح اشغال بناها یکی از عوامل موثر بر آسیب پذیری است که اگر ضریب آن را از ۰ تا ۱۰۰ در نظر بگیریم، هر چه سطح اشغال بیشتر و به ۱۰۰ نزدیکتر باشد به علت کوچکتر شدن کاربری فضای باز و افزایش تراکم و فشردگی ساخت و سازها در سطح منطقه، بیانگر آسیب پذیری بالاتری است. (کلانتری خلیل آباد و همکاران، ۱۳۹۵: ۶۶). بنابراین در محدوده بافت فرسوده میزان ۹۱/۶ درصد دارای آسیب پذیری خیلی کم، ۷ درصد آسیب پذیری کم، ۹ درصد آسیب پذیری متوسط، ۴۹/۵۱ درصد دارای آسیب پذیری زیاد و ۲۴ درصد دارای آسیب پذیری خیلی زیاد بوده اند.



شکل (۸): پهنه بندی آسیب پذیری ساختمان ها به روش AHP بر مبنای معیار سطح اشغال ابنیه

شهر ایلام در پهنه بزرگ زلزله‌خیزی غرب ایران و با خطر نسبی بالا قرار دارد. مساحت محدوده بافت فرسوده شهر ایلام، ۳۷۴ هکتار است که نسبت مساحت آن، ۱۹٪ سطح کل محدوده می‌باشد که محلات قدیمی و بافت مرکزی شهر را در بر گرفته است. نقشه آسیب‌پذیری کلی محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد که از کل مساحت محدوده به استثنای معابر، ۹/۸ درصد دارای آسیب‌پذیری خیلی زیاد، ۵۹ درصد دارای آسیب‌پذیری متوسط، ۲۳ درصد دارای آسیب‌پذیری کم و ۵/۵ درصد دارای آسیب‌پذیری خیلی کم است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که در مجموع ۹/۶۷ درصد محدوده براساس شاخص‌های مذکور آسیب‌پذیر هستند.

می‌دهد که از کل مساحت محدوده به استثنای معابر، ۹/۸ درصد دارای آسیب‌پذیری خیلی زیاد، ۵۹ درصد دارای آسیب‌پذیری متوسط، ۲۳ درصد دارای آسیب‌پذیری کم و ۵/۵ درصد دارای آسیب‌پذیری خیلی کم است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که در مجموع ۹/۶۷ درصد محدوده براساس شاخص‌های مذکور آسیب‌پذیر هستند.



شکل (۱۰): آسیب‌پذیری کلی محدوده بافت فرسوده

پیشنهادات

پیشنهادات این پژوهش در سه محدوده متناسب با میزان آسیب‌پذیری ارائه شده است که به شرح جدول ذیل می‌باشد.

۹- نتیجه‌گیری و پیشنهادات:

پیشنهادات	محدوده
<ul style="list-style-type: none"> بررسی پهنه بندی آسیب‌پذیری مسکن شهری نوسازی و بازسازی واحدهای مخروبه و تخریبی و استفاده از مصالح بادوام و بهسازی قطعات مرمتی محدوده ایجاد بانک اطلاعاتی جامع و مدون از تمام جزئیات و عناصر شهری بر پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی. جلوگیری از افزایش تراکم‌های جمعیتی و ساختمانی و توزیع مناسب کاربری‌ها جهت کاهش سفرو افزایش دسترسی همراه با تخریب و بازسازی «مرمت و مقاوم‌سازی ساختمان‌های فرسوده و آسیب‌پذیر» آگاهی رساندن به مردم در مورد میزان خطرپذیری محدوده و تلاش در جهت مشارکت آنها تجمع و بلند مرتبه سازی جهت ایجاد شرایط کالبدی مناسب تهیه و تدوین طرح جامع مدیریت بحران متناسب با میزان آسیب‌پذیری مناطق ساماندهی سلسله مراتب معابر و فضاهای باز شهری جهت کاهش آسیب‌پذیری توسعه و گسترش فضاهای باز و سبز که از مهم‌ترین راه‌ها برای گسترش فضاهای امن، هنگام زلزله و کاهش آسیب‌پذیری می‌باشد. ایجاد انگیزه در میان ساکنان برای جلب مشارکت آنان، آسان‌سازی مراحل دریافت تسهیلات و آگاهی دادن متقاضیان جهت سیر مراحل قانونی، طولانی کردن زمان بازپرداخت تسهیلات اعطایی و نیز توسعه و تشویق سرمایه‌گذاری بخش خصوصی. شناسایی زمین‌های بایر و مالکیت آنها و جایگزینی آنها با کاربری فضای سبز و باز و نیز تامین تاسیسات و تجهیزات شهری انتقال انبارها و کارگاه‌ها به بیرون از منطقه و جایگزین کردن آنها با فضای سبز و عمومی. تشکیل تعاونی‌ها و نهادهای مشارکت مردمی 	آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد
<ul style="list-style-type: none"> بهسازی قطعاتی که نیاز به مرمت دارند. نظارت بیشتر بر ساخت و سازها و ترویج فرهنگ استفاده از مصالح مقاوم توانمندسازی ساکنان بافت‌های فرسوده تقسیم بندی اراضی بر اساس خطر ناشی از زمین لرزه و مشخص کردن نوع کاربری مجاز اختصاص فضاهای رهاشده و بلااستفاده به کاربری فضاهای باز و سبز شهری جلب مشارکت مردم جهت بهبود شرایط و کیفیت محیط مسکونی خود 	آسیب‌پذیری متوسط
<ul style="list-style-type: none"> رعایت استانداردهای شهرسازی و ساختمانی در مورد ساخت و سازهای جدید استفاده از مصالح بادوام در ساخت و سازها نظارت بیشتر بر ساخت و سازها و عملکرد سازمان نظام مهندسی جلوگیری از ساخت و سازهای جدید بر روی گسل‌ها و مسیل‌های شهر 	آسیب‌پذیری کم و خیلی کم

منابع:

۱. افشار سیستانی، ایرج، (۱۳۷۲)، ایلام و تمدن دیرینه آن، چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، چاپ اول.
۲. امیریان و همکاران (۱۳۹۴)، "تخمین آسیب پذیری شهر گرگان در برابر زلزله با تاکید بر فاصله از تاسیسات شهری با روش منطق فازی" فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، شماره هشتم.
۳. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۴)، ارزیابی آسیب پذیری لرزه‌ای شهر بردسکن در برابر زلزله با استفاده از مدل سلسله مراتبی وارون، مجله مخاطرات محیط طبیعی
۴. پورطاهری، مهدی و همکاران (۱۳۹۰)، سنجش و ارزیابی مؤلفه‌های مبنایی مدیریت ریسک زلزله (مطالعه موردی: مناطق روستایی شهرستان قزوین)، پژوهش‌های روستایی، سال دوم، شماره یکم.
۵. پیشگاهی فرد و همکارانش (۱۳۹۱)، مدل‌سازی تعیین مناطق خطرپذیر با استفاده از مدل AHP در محیط GIS جهت مدیریت بحران شهری، (مطالعه موردی: منطقه ۸ شهرداری تبریز)، فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، سال دوازدهم، شماره ۳۷.
۶. ربیعیان، مصطفی، و همکاران (۱۳۹۲)، ارزیابی عوامل موثر در میزان آمادگی برای مقابله با خطر زلزله در بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی تهران. پی‌اورد سلامت مرداد و شهریور.
۷. رزاقی، مهران و همکاران (۱۳۹۰) مدیریت بحران شهری در زلزله با استفاده از روش سلسله مراتبی AHP، ششمین کنفرانس بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، پژوهشگاه بین‌المللی مهندسی زلزله و زلزله‌شناسی، تهران.
۸. زبردست، اسفندیار، (۱۳۸۰)، کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۰، دانشگاه تهران.
۹. خواجه شاهکوهی، علیرضا و همکاران (۱۳۹۰)، مدیریت بحران و پدافند غیرعامل، مجموعه چکیده مقالات سومین همایش ملی پدافند غیرعامل، دانشگاه ایلام.
۱۰. شمس، مجید و همکاران (۱۳۹۰)، بررسی مدیریت بحران زلزله در بافت‌های فرسوده شهر کرمانشاه، مطالعه موردی: محله فیض‌آباد، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره ۱۳.
۱۱. سازمان مسکن و شهرسازی، (۱۳۹۱)، گزارش توجیهی طرح جامع ایلام
۱۲. فلاح علی آبادی و همکاران (۱۳۹۲) ارزیابی آسیب‌پذیری بافت تاریخی شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مطالعه ی موردی: محله ی فهادان یزد، فصلنامه مدیریت بحران، شماره سوم.
۱۳. کلانتری خلیل آبادی، حسین و همکاران (۱۳۹۵)، راهبردهای مرمت در بافت‌های تاریخی شهرها با تاکید بر مدیریت بحران زلزله (مطالعه موردی: محله ی سیروس تهران)، فصلنامه شهر ایرانی اسلامی، شماره ۲۳.
۱۴. عزیزی، محمدمهدی و همکاران، (۱۳۸۷)، ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب‌پذیری شهرها از زلزله، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۴، دانشگاه تهران.
۱۵. عزیزی، محمدمهدی و میلاد همافر (۱۳۹۱)، آسیب‌شناسی لرزه‌ای معابر شهری (مطالعه موردی: محله کارمندان، کرج)، نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، دوره ۱۷، شماره ۳.
۱۶. حیدری، شاهین، (۱۳۸۸)، در جستجوی هویت شهری ایلام، مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری، تهران.
۱۷. ملکی، سعید و الیاس مودت، (۱۳۹۲)، ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهرها بر اساس سناریوهای شدت مختلف با استفاده از مدل MD، TOPSIS و GIS (مطالعه موردی: شهر یزد)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره پنجم.
۱۸. محمد صالحی و دیگران، (۱۳۹۳)، مدیریت بحران در نواحی شهری، وزارت کشور، مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری، تهران.
۱۹. مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰.
۲۰. مرادی، بهزاد (۱۳۹۱)، ارزیابی بهسازی بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (۱۳۸۸-۱۳۷۵)، پایان نامه کارشناسی ارشد.
۲۱. مهندسان مشاور شهرینگ (۱۳۹۲)، مطالعات طرح آمایش سرزمین استان ایلام، استانداری ایلام.
۲۲. مهندسان مشاور بهاوند مهراز، (۱۳۸۸)، طرح بهسازی و نوسازی بافت فرسوده شهر ایلام، اداره مسکن و شهرسازی ایلام.

23-Botero Fernandez V. (2009). Geo-information formeasuring vulnerability to earthquake: a fitness for useapproach. PhD thesis, ITC, Netherland.

24- Chui, CH. Y Feng, Joyce. Jordan, Lucy. (2014). From good practice to policy

- 28-Rashed, T. (2003) Measuring the Environmental Context of Urban Vulnerability to Earthquake Hazards: An Integrative Remote Sensing and GIS Approach. Uc santa Barbara and San Diego State University.
- 29-Thapalia.R(2006);Assessing Vulnerability for Earthquake Using Field SurveyData and Development control Data,Msc Thesis in ITC.Netherlands.
- 30- Wu, W. Ma, T. Jiang, H. and Jiang, CH. (2013). Multi-scale seismic hazard and risk in the China mainland with implication for the preparedness, mitigation, and management of earthquake disasters: An overview. International Journal of Disaster Risk Reduction 4, 21-33.
- 31-www.iiees.ac.ir
- formation—The impact of third sector on disaster management in Taiwan. International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 10, Part A, December 2014, Pages 28-37.
- 25 -Kreimer, A. Arnold,A. Carlin,A.(2003). Building safer cities, The future of disaster risk, Disaster risk management series, Vol. 3, The World bank.
- 26-Murata, Mamoru, (2014). A Science Instruction for the Prevention and Reduction of 2020 Nankai Earthquake Disaster in Tokushima, Southwest Japan, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 143, August 2014, Pages 404-406.
- 27-Rattien,S, (1990),The Role of Media in Hazard Mitigation and Disaster Management,Disaster press,Vol 1.

