هفت حصار شماره اول/ سال اول/ پاییز ۱۳۹۱
صفحات ۶۰-۴۵

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021

بررسی مقاومت ساختمان‌های مسکونی شهری در برابر زلزله
(مطالعه موردی: شهر همدان)

دکتر حمید رضا وارثی*، امیر اکبری مهام**

تاریخ دریافت مقـاله: ۹۱/۲/۲۵
تاریخ پذیرش نهایی: ۹۱/۴/۲۴

چکیده

در دهه‌های اخیر علی‌رغم پیشرفت‌های علمی و فناوری گسترده در پیش‌بینی حوادث، ساختمان‌سازی و مدیریت بحران، بلایای طبیعی همچنان هزینه‌های سنگینی را به جوامع انسانی وارد می‌سازند. از میان بلایای طبیعی زمین‌لرزه در ایران، بنا به ماهیت خاص خود از اهمیت و توجه بیشتری برخودار است، چرا که نسبت به بلایای طبیعی دیگر فراوانی آن بیشتر بوده و از سویی تلفات و صدمات فراوانی نیز به همراه دارد. این موضوع به دلیل وجود بافت‌های نامتجانس و فرسوده شهرها از اهمیتی دوچندان دارد. هدف پژوهش حاضر شناسایی میزان مقاومت ساختمان‌های مسکونی شهر همدان در برابر زلزله است. جامعه آماری، ساختمان‌های مسکونی شهر همدان و روش نمونه برداری به شیوه تصادفی است و در تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای SPSS و EXCEL و ARCGIS استفاده شده است. برای دستیابی به هدف پژوهش و شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زلزله معیارهای مساحت زیربنا، تعداد طبقات، عرض معبر، وضعیت بافت، موقعیت ساختمان در شهر، وضعیت نما، وضعیت دیوار، وضعیت سقف، عمر بنا، کیفیت مصالح، اسکلت ساختمان و وضعیت پی را، با استفاده از روش های اسنادی-کتابخانه‌ای، توصیفی-تحلیلی و مطالعات میدانی مورد بررسی قرار دادیم. یافته‌های حاصل از این پژوهش بیان‌گر آن است که غالب ساختمان‌های مسکونی شهر همدان در برابر زلزله مقاومت ندارند و مناطق مختلف شهر از نظر شاخص‌های مورد بررسی تفاوت داشته که این امر به خاطر وجود بافت‌های فرسوده بیشتر این مناطق است.

کلید واژه‌ها

زلزله، مقاومت بنا، مسکن، شهر همدان

* دانشیار دانشگاه اصفهان
E-mail:varesi@ltr.ui.ac.ir
** کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه اصفهان
E-mail: Amir_mh86@yahoo.com

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021

مقدمه

کشور ایران با ویژگی‌های خاص زمین‌ساختی، همواره در بسیاری از نقاط با خطر زلزله مواجه است. نقاط کانونی زلزله‌های چند سال اخیر نشان می‌دهد که به ندرت نقاطی در کشور پهناور ایران یافت می‌شود که از آسیب زلزله‌های کوچک یا بزرگ در امان باشد و به همین دلیل هیچ منطقه‌ای از آن را نمی‌توان در مقابل زلزله مصون فرض نمود. بر پایه آمارهای رسمی در ۲۵ سال گذشته، ۶ درصد از تلفات کشور ناشی از زلزله بوده است و به طور میانگین هر ۶ سال یک زلزله ۶ ریشتری و هر ده سال یک زلزله به بزرگی ۷ درجه در مقیاس ریشتر در کشور رخ می‌دهد(رنجبر و همکاران، ۱۳۸۵). مقابله با حوادث طبیعی در کشور ما تاکنون بیشتر به صورت موردی و مقطعی انجام می‌گرفته و عمدتاً شامل اقدامات تسکینی پس از وقوع حادثه بوده است. افزایش سریع جمعیت، رشد شهرنشینی و عدم به‌کارگیری فناوری‌های نوین در مقابله با حوادث طبیعی باعث شده تا پس از وقوع هر زلزله شدید تلفات و خسارات فراوانی برجای بماند(پاپلی‌یزدی و وثوقی، ۱۳۷۵). خسارات اقتصادی ناشی از این وقایع نیز بسیار زیاد است؛ به عنوان مثال، خسارات اقتصادی ناشی از زلزله رودبار و منجیل در سال ۶۹ معادل ۸ درصد از تولید ناخالص ملی آن سال برآورد شده است(ابلقی، ۱۳۸۳). اما زلزله یک پدیده، همانند سایر پدیده‌های طبیعی نظیر سیل و طوفان است که در تبدیل آن به یک فاجعه آسیب‌رسان، مجتمع‌های مسکونی نقش بسزایی دارند(فلاحی، ۱۳۸۳). مدتی قبل از زلزله بم، زلزله‌ای با همین مقیاس در شهرهای آمریکایی تنها ۱۵ نفر کشته، ۲۰۰ نفرزخمی و حجم محدودی تخریب برجا گذاشت(پورمحمدی و مصیب زاده، ۱۳۸۷). اما آنچه که در این رابطه باعث خسارات جانی و مالی در کشور ما می‌شود بیشتر مربوط به تمرکز جمعیت در محله‌های پرتراکم شهری، ببندمتربه‌سازی بدون مطالعه، حضور افراد غیرمتخصص در صنعت ساختمان‌سازی، استفاده از مصالح نامرغوب و غیراستاندارد و بدون برنامه بودن این ساخت سازهاست(نگارش ، ۱۳۸۲) که همگی قابلیت لرزه‌پذیری شهرها را افزایش داده است، تا جایی که ۹۰ شهر کشور در برابر زلزله ۵/۵ ریشتری آسیب‌پذیر گشته‌اند(عکاشه، ۱۳۸۳). این در حالی است که می‌توان با شناخت نواحی آسیب‌پذیر شهرها و پهنه‌بندی و سیاست‌گذاری درست، زمینه کاهش اثرات منفی ناشی از مخاطرات را فراهم آورد(خاکپور، ۱۳۸۷). بدیهی است واحدهای مسکونی در سکونتگاه‌های انسانی گسترده‌ترین سطح کاربری‌ها را دارند. مسکن به علت تداوم بهره‌برداری، در زمره حساس‌ترین و آسیب-پذیرترین کاربری‌ها قرار دارد، بنابراین باید برای مقابله با آسیب‌پذیری آن در برابر خطرات طبیعی برنامه‌ریزی صحیح و به موقع صورت گیرد. شاید اولین قدم برای این منظور شناخت مناطق آسیب‌پذیر باشد(پاپلی‌یزدی و وثوقی، ۱۳۷۵). بنابراین به سادگی می‌توان دریافت که بررسی توانایی شهر در مقابله با بلایای طبیعی و برنامه‌ریزی مناسب جهت پیشگیری یا کاهش آثار مخرب آن، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است(زنگی آبادی و تبریزی، ۱۳۸۵). شهر همدان نیز از نظر زلزله در منطقه با خطر لرزه‌خیزی متوسط قرار گرفته است، اما به دلیل وجود مناطقی با بافت‌های فرسوده و تراکم بالا و مسکن‌های کم‌دوام در برابر زلزله، آسیب‌پذیری زیادی دارد. بنابراین با توجه به این که شهر همدان در پهنه خطر زلزله واقع شده است، لذا بررسی میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی این شهر، درصورت وقوع زلزله احتمالی از اهمیت به سزایی برخوردار است. این پژوهش به دنبال تعیین میزان مقاومت ساختمان‌های مسکونی شهر همدان در برابر زلزله و تعیین مناطق با مقاومت کمتر و همچنین تدوین معیارهای لازم برای شناسایی این مناطق است.

پیشینه تحقیق

در مورد مدیریت بحران زلزله و رابطه آن با مقاومت بافت شهری در برابر زلزل مطالعاتی انجام شده که به چند مورد اشاره‌ای کوتاه می‌شود(علی دوستی، ۱۳۶۹) آشتیانی و همکاران به بررسی جنبه‌های طبیعی زلزله از جمله اثرات زلزله بر انسان و زیستگاه و جامعه انسانی پرداخته و همچنین به بررسی بحران و مدیریت بحران از جنبه نظری و سازماندهی در مدیریت بحران می‌پردازد(آشتیانی و همکاران، ۱۳۷۲). مفاخریان و ملکی با بررسی مسئله آسیب‌پذیری شهر تهران با توجه به ساختار زمین‌شناسی و همچنین سوابق زلزله دراین پهنه با نگاه خاص به شرایط ژئوتکتونیکی شهر، وضعیت ساختمان‌ها و شریان‌های حیاتی را در حد قضاوت مهندسی با تأکید بر مطالعات موجود برآورد کرده-اند. ایشان همچنین سعی بر دسته‌بندی سازه‌های موجود و تخمین رفتار آن‌ها در زمان زلزله نیز کرده‌اند(مفاخریان و ملکی، ۱۳۸۴). حبیبی و همکاران به بیان کلی ویژگی‌های لرزه‌خیزی و حداکثر میزان زلزله قابل رخداد در یک منطقه پرداخته‌اند. ایشان با انتخاب یازده شاخص و با کمک GIS پهنه‌های ناپایدار در مقابل زلزله را شناسایی نموده‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بخش اعظمی از بافت کهن شهر زنجان در مقابل زلزله ناپایدار بوده و لزوم نوسازی و بهسازی آن به شدت احساس می‌گردد(حبیبی و همکاران، ۱۳۸۷). ناطقی الهی به بررسی پتانسیل آسیب‌پذیری کلان شهر تهران پرداخته است. در این مقاله ۱۴ پارامتر مختلف آسیب‌پذیری در رابطه با ۲۰ منطقه شهر و نواحی دو منطقه مورد بررسی قرار گرفته است و هر منطقه از لحظات آسیب‌پذیری سطح‌بندی شده است.

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021

روش تحقیق

با استناد به بررسی‌های تاریخی از منطقه و مشاهدات محلی به نظر می‌رسد واحدهای مسکونی شهر همدان در برابر مخاطرات طبیعی بالاخص زلزله مقاومت ندارد. برای دستیابی به اهداف مورد نظر در این تحقیق، شناخت متغیرها و تجزیه و تحلیل آنها از روش توصیفی ـ تحلیلی استفاده شده است. روش گردآوری اطلاعات به صورت ترکیبی از روش‌های پیمایشی[1] و اسنادی-کتابخانه‌ای[2] است. روش تحلیل داده‌ها استدلال استقرایی است؛ ابزار تجزیه و تحلیل در این تحقیق نیز، استفاده از مدل‌ها و روش‌های آماری در زمینه تحلیل آسیب‌پذیری با استفاده از نرم افزارهای آماری و گرافیکی و نقشه کشی مانند ، SPSS وExcelو استفاده نرم افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی «GIS » نظیرARCGIS ، ARC VIEWونقشه‌کشی AUTO CAD برای تهیه نقشه‌ها و تحلیل داده‌ها استفاده شده است. جامعه آماری تحقیق حاضر ساختمان‌های مسکونی شهرهمدان و حجم نمونه با استفاده از فرمول کوچران[3] و با سطح اطمینان ۹۵ تعداد ۳۸۳ نمونه محاسبه شده است. روش نمونه‌گیری به صورت نمونه‌گیری احتمالی طبقه‌بندی شده می‌باشد. روش توزیع پرسشنامه‌ها به صورت سهمیه‌ای[4]است که از الگوی ترکیبی سازمان سلسله مراتبی در چارچوب تقسیمات درون‌شهری یا محلات تبعیت می‌کند(جدول ۱).

$$n = \frac{\frac{t^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N}(\frac{t^2 pq}{d^2} - 1)}$$

$$n = \frac{\frac{(1/96)^2.(/5).(/5)}{(/05)^2}}{1 + \frac{1}{118767}(\frac{(1/96)^2.(/5).(/5)}{(/05)^2})} = 383$$

جدول ۱. بررسی حجم نمونه مأخذ: نگارندگان (با استفاده از سازمان مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۵)

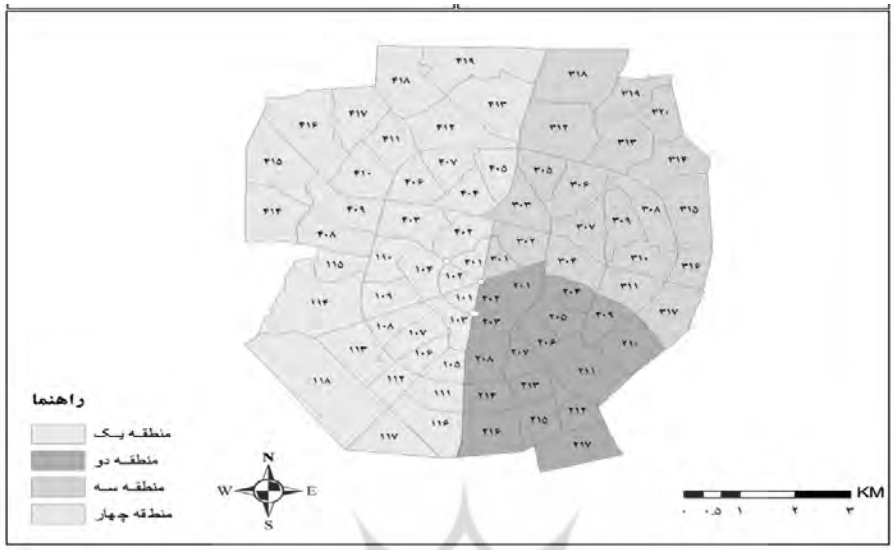
مناطق شهری	تعداد واحد مسکونی	حجم نمونه	سهم در جامعه	تعداد نمونه ها در هر منطقه
منطقه یک	۳۱۴۵۲	۳۸۳	۲۶/۴	۱۰۱/۴
منطقه دو	۳۳۹۸۱		۲۸/۶	۱۰۹/۵
منطقه سه	۲۵۵۳۶		۲۱/۵	۸۲/۳
منطقه چهار	۲۷۷۹۸		۲۳/۴	۸۹/۶
کل شهر	۱۱۸۷۶۷		۱۰۰	۳۸۳

محدوده مورد مطالعه

همدان یکی از شهرهای غربی و کوهستانی ایران است که در دامنه رشته کوه الوند واقع شده است. این شهر در سیصد و شصت کیلومتری جنوب‌غربی تهران، در ارتفاع ۱۸۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد. جمعیت شهر نیز طبق آخرین سرشماری نفوس مسکن سال ۱۳۸۵، ۴۸۳۸۱۵ نفر است و در مرداد سال ۱۳۸۸ به عنوان یازدهمین کلانشهر ایران معرفی شده است و هم اکنون «مجموعه بزرگ شهری همدان» شامل شهرهای همدان، اسدآباد، بهار، لالجین، جورقان، صالح‌آباد و مریانج می‌شود(جنیدی وعصاری، ۱۳۸۲، ۸). شهر همدان دارای چهار منطقه شهرداری و ۷۵ محله است که منطقه دو با ۱۳۴۵۶۶ نفر جمعیت و ۱۲۳۶/۶ هکتار متراکم‌ترین منطقه شهر همدان می‌باشد. تعداد واحدهای مسکونی شهر ۱۱۸۷۶۷ واحد که از این تعداد ۳۱۴۵۲ واحد متعلق به منطقه یک و مناطق دو تا چهار نیز به ترتیب دارای۳۳۹۸۱، ۲۵۵۳۶، ۲۷۷۹۸ واحد مسکونی می‌باشند(سازمان برنامه و بودجه استان همدان، ۱۳۸۶، ۱۲۶). از نظر زمین‌ساختی قسمت اعظم استان همدان در ایالات زمین‌ساختی ایران مرکزی قرار گرفته و تنها بخش کوچکی از جنوب باختری این استان در ایالات زاگرس واقع شده است. از دیدگاه لرزه‌زمین ساختگی شهر همدان در ایالت لرزه‌زمین ساخت ایران مرکزی و در ایالت تکاب ـ اصفهان قرار دارد. گرچه این زیر ایالت یکی از ایالت‌های نسبتاً آرام از نظر لرزه‌خیزی است، ولی شهر همدان و محدوده جنوب و جنوب‌باختری آن فعالیت بیشتری نسبت به مناطق دیگر این ایالت دارد(عباس‌زاده و همکاران، ۱۳۸۴، ۲۳). براساس مطالعات انجام شده گروه گسل‌های جنوب همدان، از جمله گسل یلفان، ورگانه و همچنین گسل ابرو مهم‌ترین گسل‌هایی هستند که از نزدیکی شهر همدان می‌گذرند و حتی احتمال دارد که این گسل‌ها بویژه گسل یلفان و ابرو از داخل شهر همدان عبور کنند. به علت ساخت و سازهای انجام شده، بررسی گسترش یا عدم گسترش این گسل‌ها در داخل شهر نیاز به انجام مطالعات دقیق ژئوفیزیکی و کندو کاوهای زمین‌شناسی دارد. در صورت جنبش هر یک از این

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021

گسل‌ها احتمال دارد بیشینه شتاب جنبش زمین در شهر همدان به حدود g ۰/۵ برسد. از دیدگاه تاریخی نیز در شهر همدان زمین‌لرزه‌های نسبتاً بزرگی روی داده است که مهم‌ترین آن‌ها زمین‌لرزه سال ۱۰۸۷ میلادی با بزرگی ۵/۹ می‌باشد که سبب ویرانی بخش‌هایی از شهر همدان شده است(رمضی و همکاران، ۱۳۸۰، ۷۴).



تصویر ۱. تقسیمات شهری همدان مأخذ: شهرداری همدان، ۱۳۸۵

شناخت و تحلیل شاخص ها

۱- شاخص زیربنای واحد مسکونی

در تحلیل آسیب‌پذیری زیربنای مسکن شناخت میزان زیربنای مسکن در محاسبه نیروی حاصل از زلزله مهم می‌باشد. در تحلیل‌های صورت گرفته بیشترین فراوانی مربوط به ساختمان‌های مسکونی با زیربنای ۱۲۰ تا ۱۵۰ متر تعلق دارد که ۲۷/۹ درصد از ساختمان‌های مسکونی را دربرمی‌گیرد. این امر نشان‌دهنده گرایش به ساخت مسکن با زیربنای کم است که در واقع افزایش تراکم مسکونی را به دنبال دارد. به‌طور کلی تفکیک اراضی در ابعاد کوچک باعث خرد شدن فضاهای باز شده و عملاً از مفید بودن فضای باز برای گریز و پناهگیری کاسته می‌شود. بنابراین هر چه مساحت قطعات کوچک‌تر باشد، آسیب‌پذیری ناشی از زلزله بیشتر می‌شود. پس از آن ساختمان‌های مسکونی بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر با ۲۵/۴ درصد قرار دارد.

جدول ۲. زیربنای ساختمان‌های مسکونی شهر همدان مأخذ: نگارندگان

مناطق		مساحت (متر)						جمع
		۱۵-۳۰	۵۰-۸۰	۸۰-۱۰۰	۱۰۰-۱۲۰	۱۲۰-۱۵۰	۱۵۰-۲۰۰	+۲۰۰	
منطقه یک	تعداد	۱	۲	۶	۱۲	۱۹	۲۸	۳۶	۱۰۴
	درصد	/۲	/۵	۱/۵	۳	۴/۷	۷	۹	۲۵/۹
منطقه دو	تعداد	۰	۱	۶	۱۹	۳۴	۲۳	۳۱	۱۱۴
	درصد	۰	/۲	۱/۵	۴/۷	۸/۵	۵/۷	۷/۷	۲۸/۴
منطقه سه	تعداد	۰	۳	۵	۹	۲۸	۲۵	۱۹	۸۹
	درصد	۰	۰/۷	۱/۲	۲/۲	۷	۶/۲	۴/۷	۲۲/۱
منطقه چهار	تعداد	۰	۱	۰	۲۴	۳۱	۲۶	۱۳	۹۵
	درصد	۰	۰/۲	۰	۶	۷/۷	۶/۵	۳/۲	۲۳/۶
جمع	تعداد	۱	۷	۱۷	۶۴	۱۱۲	۱۰۲	۹۹	۴۰۲
	درصد	/۲	۱/۷	۴/۲	۱۵/۹	۲۷/۹	۲۵/۴	۲۴/۶	۱۰۰

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021

۲- شاخص تعداد طبقات واحدهای مسکونی

تعداد طبقات اگر با اصول ایمنی نباشد، قطعاً آسیب را بالا خواهد برد. حتی اگر افزایش ارتفاع با رعایت ضوابط و محاسبات مناسب انجام گیرد، به هنگام تخلیه، جستجو و نجات با سختی همراه است. لذا افزایش تعداد طبقات یک عامل منفی محسوب می‌شود و آسیب‌پذیری را بالا می‌برد. از نظر تعداد طبقات اکثر واحدهای مسکونی شهر همدان یک طبقه و دو طبقه هستند و ساختمان‌های مسکونی با تعداد طبقات بالاتر بیشتر در محلاتی از شهر که در حلقه دوم و سوم شهر قرار دارد، واقع شده‌اند. از کلیه ساختمان‌های مسکونی شهر ۴۵ درصد آن‌ها یک طبقه‌اند که منطقه چهار با ۱۷/۴ درصد بیشترین درصد فراوانی را از این نظر دارد.

جدول ۳. تعداد طبقات ساختمان‌های مسکونی شهر همدان مأخذ: نگارندگان

مناطق		تعداد طبقات					جمع
		یک طبقه	دو طبقه	سه طبقه	چهار طبقه	پنج طبقه و بالاتر	
منطقه یک	تعداد	۲۷	۴۸	۱۰	۱۶	۳	۱۰۴
	درصد	۶/۷	۱۱/۹	۲/۵	۴	۷	۲۵/۹
منطقه دو	تعداد	۲۳	۴۹	۱۴	۱۷	۱۱	۱۱۴
	درصد	۵/۷	۱۲/۲	۳/۵	۴/۲	۷/۲	۲۸/۴
منطقه سه	تعداد	۴۷	۲۵	۸	۶	۳	۸۹
	درصد	۱۱/۷	۶/۲	۲/۰	۱/۵	۷	۲۲/۱
منطقه چهار	تعداد	۵۷	۱۹	۱۱	۶	۲	۹۵
	درصد	۱۴/۲	۴/۷	۲/۷	۱/۵	۵	۲۳/۶
جمع	تعداد	۱۵۴	۱۴۱	۴۳	۴۵	۹۱	۴۰۲
	درصد	۳۸/۳	۳۵/۱	۱۰/۷	۱۱/۲	۷۴	۱۰۰.۰

در تحلیل روابط بین تعداد طبقات و عرض معبر مجاور مسکن مشخص می‌شود تناسب چندانی بین تعداد طبقات و عرض معبر رعایت نشده است به نحوی که در ۱۰/۲ درصد از ساختمان‌های سه طبقه و بیشتر عرض معبر کمتر از ۸ متر دیده می‌شود. به‌طور کلی ۴۵/۳ درصد از ساختمان‌های مسکونی شهر همدان در معابری با عرض کمتر از ۸ متر واقع شده‌اند.

جدول ۴. رابطه بین تعداد طبقات و عرض معبر مجاور مسکن مأخذ: نگارندگان

مناطق		عرض معبر						جمع
		۸-۰	۱۲-۸	۱۸-۱۲	۲۴-۱۸	۳۰-۲۴	۳۵-۳۰	
یک طبقه	تعداد	۸۶	۴۵	۱۳	۷	۷	۱	۱۵۹
	درصد	۲۱/۴	۱۱/۲	۳/۲	۱/۷	۱/۷	۲	۳۹/۶
دو طبقه	تعداد	۶۰	۵۰	۱۴	۸	۹	۰	۱۴۱
	درصد	۱۴/۹	۱۲/۴	۳/۵	۲	۲/۲	۰	۳۵/۱
سه طبقه	تعداد	۱۶	۱۵	۵	۳	۲	۰	۴۱
	درصد	۴	۳/۷	۱/۲	۷	۵	۰	۱۰/۲
چهار طبقه	تعداد	۱۲	۱۶	۷	۳	۴	۱	۴۳
	درصد	۳	۴	۱/۷	۷	۱	۲	۱۰/۷
پنج طبقه و بیشتر	تعداد	۸	۳	۴	۰	۳	۰	۱۸
	درصد	۲	۷	۹	۰	۷	۰	۴/۴
جمع	تعداد	۱۸۲	۱۲۹	۴۳	۲۱	۲۵	۲	۴۰۲

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021

تحلیل روابط بین وضعیت تعداد طبقات واحدهای مسکونی و وضعیت قرار گیری ساختمان‌های مسکونی در کوچه‌های بن‌بست شهر همدان از وضعیت نسبتاً خوبی برخودار است به طوری که ۲/۲ درصد از ساختمان‌های مسکونی سه طبقه و بیشتر شهر در کوچه‌های بن بست قرار دارند. از کل ساختمان‌های مسکونی نیز ۱۰ درصدآن‌ها در چنین موقعیتی واقع شداند.

جدول۵. رابطه بین تعداد طبقات و وضعیت قرارگیری ساختمان‌های مسکونی در کوچه‌های بن‌بست مأخذ: نگارندگان

مناطق		موقعیت ساختمان در شهر				جمع
		اصلی	فرعی	کوچه باز	کوچه بن بست	
یک طبقه	تعداد	۲۷	۲۶	۸۸	۱۸	۱۵۹
	درصد	۶/۷	۶/۵	۲۱/۹	۴/۵	۳۹/۶
دو طبقه	تعداد	۲۱	۳۳	۷۴	۱۳	۱۴۱
	درصد	۵/۲	۸/۲	۱۸/۴	۳/۲	۳۵/۱
سه طبقه	تعداد	۷	۱۳	۱۹	۲	۴۱
	درصد	۱/۷	۳/۲	۴/۷	۵	۱۰/۲
چهار طبقه	تعداد	۱۲	۹	۱۹	۳	۴۳
	درصد	۳	۲/۲	۴/۷	۷	۱۰/۷
پنج طبقه و بیشتر	تعداد	۵	۳	۵	۴	۱۷
	درصد	۱/۲	۷	۱/۲	۱	۴/۲
جمع	تعداد	۷۲	۸۵	۲۰۵	۴۰	۴۰۲
	درصد	۱۷/۹	۲۱/۱	۵۱	۱۰	۱۰۰

۳- شاخص عرض معابر در مناطق مسکونی

عرض معابر به هنگام گریز، پناه، تخلیه و امدادرسانی نقش مهمی دارد چرا که حجم بیشتری از بازماندگان یا گروه‌های امدادگری می‌توانند منتقل شوند. هرچه عرض معابر بیشتر باشد امکان ایجاد ترافیک عبوری کمتر است. همان‌طور که محاسبات عرض معابر در مناطق نشان می‌دهد، درصد ساختمان‌های مسکونی پیرامون عرض زیر ۸ متر در مناطق بالاست و در مناطق چهار و دو به بالاترین حد می‌رسد. در کل معابر بخش مرکزی شهر و محلات نزدیک آن به علت دارای بودن وسعت بیشتری از بافت قدیمی شهر و متراکم بودن بافت آن‌ها معابر با عرض کم بیشتری را دارا می‌باشند.

جدول ۶ وضعیت عرض معابر در مناطق مسکونی شهر همدان مأخذ: نگارندگان

مناطق		عرض معبر						جمع
		۸-۰	۱۲-۸	۱۸-۱۲	۲۴-۱۸	۳۰-۲۴	۳۵-۳۰	
منطقه یک	تعداد	۳۶	۴۷	۱۲	۴	۵	۰	۱۰۴
	درصد	۹	۱۱/۷	۳	۱	۱/۲	۰	۲۵/۹
منطقه دو	تعداد	۴۷	۲۸	۱۶	۵	۱۶	۲	۱۱۴
	درصد	۱۱/۷	۷	۴	۱/۲	۴	۵	۲۸/۴
منطقه سه	تعداد	۴۳	۲۵	۹	۸	۴	۰	۸۹
	درصد	۱۰/۷	۶/۲	۲/۲	۲	۲	۰	۲۲/۱
منطقه چهار	تعداد	۵۶	۲۹	۶	۴	۰	۰	۹۵
	درصد	۱۳/۹	۷/۲	۱/۵	۱	۰	۰	۲۳/۶
جمع	تعداد	۱۸۲	۱۲۹	۴۳	۲۱	۲۵	۲	۴۰۲
	درصد	۴۵/۳	۳۲/۱	۱۰/۷	۵/۲	۶/۲	۵	۱۰۰

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Sunday June 30th 2021

۴- شاخص وضعیت بافت

شکل، اندازه و چگونگی ترکیب کوچک‌ترین اجزاء تشکیل‌دهنده شهر را بافت شهری مشخص می‌سازد. هر نوع بافت شهری به هنگام وقوع زلزله، مقاومت خاصی را در برابر آن دارد. به عنوان مثال، بافت منظم مقاومت بیشتری در برابر زلزله نسبت به بافت نامنظم دارد. همین طور درجه ایمنی بافت گسسته در برابر خطرهای زلزله، بیش از درجه ایمنی بافت پیوسته است(احمدی، ۱۳۷۶، ۶۵). علاوه بر این واکنش هر نوع بافت شهری بلافاصله بعد وقوع زلزله نیز حائز اهمیت می‌باشد، چراکه در هنگام وقوع زلزله در قابلیت‌های گریز و پناه‌گیری ساکنان، در امکانات کمک‌رسانی، در چگونگی پاک‌سازی و بازسازی و حتی اسکان موقت، دخالت مستقیم دارد(بحرینی، ۱۳۷۹، ۹۸). دامنه تأثیر این ویژگی‌ها نه تنها در طراحی ساختمان، بلکه در طراحی شهری و در مدیریت بحران نیز گسترده شده و حائز اهمیت است. در ارزیابی و قطعه‌بندی اراضی، شکل هندسی قطعه (منظم یا نامنظم)، مساحت قطعه، ابعاد و اندازه قطعه، تناسبات طول و عرض قطعه در رابطه با کاربری زمین و نوع مالکیت(اختصاصی یا مشاع) ملاک سنجش قرار می‌گیرد (عبداللهی، ۱۳۸۳، ۷۶). به طور کلی، بافت پیوسته و منظم در اراضی هموار که راه‌های آن نیز از درجه محصوریت متوسط یا کم برخوردارند و به ویژه نسبت سطح ساخته شده به فضای باز آنها متوسط و یا کم است و دارای بلوک‌هایی با یک یا دو ردیف منظم ساختمان هستند، دارای آسیب‌پذیری کمتر و کارایی بیشتر بعد از وقوع سانحه بوده‌اند. بافت ناپیوسته، منظم و پلکانی در اراضی کوهپایه‌ای، بافتی است که در مجموع می‌توان آن را بافت متوسط به لحاظ آسیب‌پذیری و کارایی به حساب آورد. بافت پیوسته و نامنظم که بیشتر در نواحی هموار قابل مشاهده است از نظر آسیب‌پذیری بافت دارای کارایی کم و آسیب‌پذیری زیاد می‌باشد.

جدول ۷. وضعیت بافت شهر همدان مأخذ: نگارندگان

مناطق		وضعیت بافت			جمع
		پیوسته و منظم	ناپیوسته و منظم	پیوسته و نامنظم	
منطقه یک	تعداد	۲۸	۵۳	۲۳	۱۰۴
	درصد	۷	۱۳/۲	۷/۵	۲۵/۹
منطقه دو	تعداد	۲۹	۴۱	۴۴	۱۱۴
	درصد	۷/۲	۱۰/۲	۱۰/۹	۲۸/۴
منطقه سه	تعداد	۲۳	۲۱	۴۵	۸۹
	درصد	۵/۷	۵/۲	۱۱/۲	۲۲/۱
منطقه چهار	تعداد	۳۴	۱۶	۴۵	۹۵
	درصد	۸/۵	۴	۱۱/۲	۲۳/۶
جمع	تعداد	۱۱۴	۱۳۱	۱۵۷	۴۰۲
	درصد	۲۸/۴	۳۲/۶	۳۹/۱	۱۰۰

۵- شاخص نظام استقرار ساختمان‌های مسکونی در کوچه بن‌بست

درجه محصوریت معابر، پارامتر بسیار مهمی است. با بالارفتن درجه محصوریت و ریختن آوار در خیابان در اثر زلزله و یا مشکلات سایر بلایای طبیعی، تعداد انسداد بیشتر خواهد شد و در نتیجه در سرعت و نحوه گریز و پناه و امدادرسانی به هنگام بحران تأثیرگذار خواهد بود. در شهرهایی چون همدان که دارای بافت قدیمی می‌باشند، از نظر دسترسی به بافت قدیم که عموماً مناطق مرکزی شهر را نیز شامل می‌شود وجود کوچه‌های بن بست و شبکه ارتباطی تنگ و کم‌عرض در این گونه بافت‌های شهری مشکل‌ساز می‌باشد. حتی در ساخت و سازهای جدید به دلیل رعایت نکردن تناسب بین تراکم ارتفاعی و عرض معبر، شبکه ارتباطی در بافت جدید نیز با مشکل مواجه است. تحلیل‌های صورت گرفته نشان می‌دهد در کل شهر ۱۰ درصد ساختمان‌های مسکونی در کوچه بن‌بست قرار گرفته‌اند که در تحلیل‌های منطقه‌ای منطقه سه با ۳/۲ درصد بیشترین ساختمان‌های مسکونی با موقعیت بن‌بست را دارد(Nateghi, 2001).

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021

جدول ۸. وضعیت قرارگیری ساختمان‌های مسکونی در کوچه بن بست مأخذ: نگارندگان

مناطق		موقعیت ساختمان در شهر				جمع
		اصلی	فرعی	کوچه باز	کوچه بن بست	
منطقه یک	تعداد	۹	۳۰	۵۷	۸	۱۰۴
	درصد	۲/۲	۷/۵	۱۴/۲	۲	۲۵/۹
منطقه دو	تعداد	۳۷	۳۳	۳۵	۹	۱۱۴
	درصد	۹/۲	۸/۲	۸/۷	۲/۲	۲۸/۴
منطقه سه	تعداد	۱۴	۱۶	۴۶	۱۳	۸۹
	درصد	۳/۵	۴	۱۱/۴	۳/۲	۲۲/۱
منطقه چهار	تعداد	۱۲	۶	۶۷	۱۰	۹۵
	درصد	۳	۱/۵	۱۶/۷	۲/۵	۲۳/۶
جمع	تعداد	۷۲	۸۵	۲۰۵	۴۰	۴۰۲
	درصد	۱۷/۹	۲۱/۱	۵۱	۱۰	۱۰۰

۶- شاخص نوع مصالح نمای ساختمان

مصالح نما باید در اتصال کامل با ساختمان باشند. سقوط این عناصر می‌تواند خطرات زیادی برای افرادی که در کنار ساختمان در حال عبور و مرور هستند، ایجاد کند و همچنین خسارات اقتصادی زیادی برای مالکان ساختمان‌ها به همراه دارد. در سالیان اخیر استفاده از نمای شیشه بسیار چشمگیر است، ولی در اکثر موارد نکات ایمنی جهت اتصال آن و همچنین نکات مربوط به کنترل ارتعاشات آن لحاظ نمی‌شود. بیش از آنچه که در قسمت‌های دیگر بنا باید به پایین آوردن وزن توجه شود، این کار برای اجرای نماسازی‌ها ضرورت دارد، زیرا هنگام زلزله نمای سنگین بنا، به خصوص اگر درست اجرا نشده باشد برای افراد داخل بنا و خارج از آن خطرات جدی را ایجاد می‌نماید. در مورد نمای ساختمان‌های مسکونی باید گفت، نماهای با خطر زیاد که اغلب شامل نمای آینه و شیشه است بیشتر مربوط به ساخت و سازهای سال‌های اخیر است این روند در ساخت و سازهای اخیر باعث آسیب‌پذیری بیشتر فضاهای شهری (معابر) شده است. تحلیل‌ها نشان می‌دهد در سطح شهر همدان ۴ درصد ساختمان‌های مسکونی دارای نمای شیشه‌ای هستند که مناطق یک و دو بیشترین درصد فراوانی را دارا می‌باشند.

جدول ۹. وضعیت نما واحدهای مسکونی شهر همدان مأخذ: نگارندگان

مناطق		نما						جمع
		کاهگلی	آجری	سنگی	سنگ و آجر	شیشه ای	سیمان	سایر	
منطقه یک	تعداد	۳	۴۴	۲۵	۰	۷	۳	۲۲	۱۰۴
	درصد	۷	۱۰/۹	۶/۲	۰	۱/۷	۷	۵/۵	۲۵/۹
منطقه دو	تعداد	۵	۴۳	۳۳	۳	۷	۲	۲۱	۱۱۴
	درصد	۱/۲	۱۰/۷	۸/۲	۷	۱/۷	۵	۵/۲	۲۸/۴
منطقه سه	تعداد	۴	۳۸	۱۵	۰	۲	۹	۲۱	۸۹
	درصد	۱	۹/۵	۳/۷	۰	۵	۲/۲	۵/۲	۲۲/۱
منطقه چهار	تعداد	۱	۳۹	۱۴	۰	۰	۱۰	۳۱	۹۵
	درصد	۲	۹/۷	۳/۵	۰	۰	۲/۵	۷/۷	۲۳/۶
جمع	تعداد	۱۳	۱۶۴	۸۷	۳	۱۶	۲۴	۹۵	۴۰۲
	درصد	۳/۲	۴۰/۸	۲۱/۶	۷	۴	۶	۲۳/۶	۱۰۰

۷- شاخص وضعیت دیوارهای

دیوارهای موجود ساختمان‌های مسکونی شهر را می‌توان به دیوارهای محوطه، دیوارهای ساختمان‌های اسکلت فلزی و بتنی، دیوارهای باربر تقسیم کرد. هر یک به نوبه خود دارای میزان آسیب‌پذیری می‌باشد.

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021

الف) دیوارهای محوطه‌ای: دیوارهای محوطه، با ارتفاع کم، متوسط و یا زیاد، بدون توجه به آیین‌نامه‌ها بدون هیچ‌گونه تمهید ویژه‌ای جهت انتقال جانبی (مانند پشت‌بند)، نسبت مناسب ضخامت دیوار به ارتفاع و یا هر گونه کلاف‌بندی ساخته شده‌اند. ریشه‌دار نبودن دیوار در زمین از مهم‌ترین علل آسیب‌پذیری دیوار محوطه است. عدم اجرای درز انقطاع در طول دیوارها به ویژه دیوارهای طویل نیز باعث آسیب‌پذیری آنها شده است. در برخی موارد هم عدم اجرای دقیق آجرچینی، پیوستگی دیوار را کاهش داده و امکان بروز آسیب را افزایش داده است.

ب) دیوارهای درون قابی: این گونه از دیوارهای غیرباربر پرکننده یا جدا کننده هستند به موارد متعددی از آسیب‌پذیری می‌توان اشاره کرد، که در مجموع ناشی از عدم هماهنگی میان واکنش دیوار و قاب در برابر کنش‌های ناشی از زلزله است. عدم اتصال و مهار مناسب دیوار به ستون و باربند موجب استقلال دیوار از سایر عناصر ساختمان شده و با توجه به چگونگی حرکت مجموعه ساختمان، آسیب‌پذیری کل ساختمان افزایش پیدا می‌کند.

ج) دیوارهای باربر: در این دیوارها عدم توجه به توصیه‌های آیین‌نامه در مورد قرار نگرفتن لرزه‌های قائم آجرها در امتداد یکدیگر، داشتن قفل و بست و پرشدن درزه‌های قائم ملات (هرزه ملات) موجب شده است که دیوارها در همین امتداد و محل آسیب‌پذیر باشند.

د) دیوارهای نما سازی شده روکار: دیوارهای نماسازی شده به دیوار باربر آن موجب شده است که با توجه به شکل ابعاد دیوار و نیز حرکت سازه ساختمان، آسیب‌پذیری نما زیاد شود(قائد رحمتی، ۱۳۸۷).

با توجه به مطالب ذکر شده در تحلیل آسیب‌پذیری دیوارهای ساختمان‌های مسکونی نشان می‌دهد که اکثر دایوارهای ساختمان‌های مسکونی شهر از نوع آجر معمولی بوده و ۵۴/۷ درصد از آنها را شامل می‌شود. و منطقه چهار نیز با ۱۴/۲ درصد بیشترین درصد فراوانی را از نظر منطقه‌ای دارد. ساختمان‌های مسکونی با دیوار از نوع آجر مشبک نیز با ۲۵/۱ درصد بعد از آجر معمولی بیشتر درصد از دیوار ساختمان‌های مسکونی شهر را در شامل می‌شوند. ساختمان‌های مسکونی با دیوارهای کم دوام‌تر یعنی خشتی و سنگی نیز ۱۴/۴ درصد از دیوار ساختمان‌های مسکونی را تشکیل می‌دهد.

جدول ۱۰. وضعیت دیوار واحدهای مسکونی شهر همدان مأخذ: نگارندگان

مناطق		دیوار							جمع
		خشتی	سنگی	بتونی	آجر معمولی	آجر مشبک	بلوکی	سایر	
منطقه یک	تعداد	۶	۱۱	۳	۵۳	۲۹	۱	۱	۱۰۴
	درصد	۱/۵	۲/۷	۷	۱۳/۲	۷/۲	۲	۲	۲۵/۹
منطقه دو	تعداد	۸	۱۴	۵	۵۶	۲۸	۰	۲	۱۱۴
	درصد	۲	۳/۵	۱/۲	۱۳/۹	۷	۰	۵	۲۸/۴
منطقه سه	تعداد	۴	۴	۵	۵۴	۲۲	۰	۰	۸۹
	درصد	۱	۱	۱/۲	۱۳/۴	۵/۵	۰	۰	۲۲/۱
منطقه چهار	تعداد	۷	۴	۵	۵۷	۲۲	۰	۰	۹۵
	درصد	۱/۷	۱	۱/۲	۱۴/۲	۵/۵	۰	۰	۲۳/۶
جمع	تعداد	۲۵	۳۳	۱۸	۲۲۰	۱۰۱	۱	۳	۴۰۲
	درصد	۶/۲	۸/۲	۴/۵	۵۴/۷	۲۵/۱	۲	۷	۱۰۰

۸- شاخص سقف ساختمان‌های مسکونی

در تحلیل آسیب‌پذیری نوع سقف می‌توان گفت که در ساختمان‌های مسکونی سنتی ساخته شده از خشت و گل، سقف‌های گنبدی (با پلان مربع) و یا نیم استوانه‌ها (با پلان مستطیل) بدون هیچ‌گونه عنصر متصل‌کننده کششی یا مهاری روی دیوار قرار گرفته‌اند. دراین صورت است که با عدم انسجام و یکپارچگی سقف، عدم وجود تکیه‌گاه‌های مطمئن برای سقف و مصالح سنگین با مقاومت نسبی بسیار کم (عدم مقاومت در کشش اعمال شده)، آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی را زیاد می‌کند(قائد رحمتی، ۱۳۸۷). بر اساس تحلیل‌های صورت گرفته اکثر ساختمان‌های مسکونی شهر دارای سقفی از نوع آجر و آهن‌اند که منطقه چهار با ۱۵/۲ درصد بیشترین فراوانی را در این زمینه دارد. سقف‌های خشتی، شیروانی و چوبی نیز به ترتیب با ۶/۷ ۱۰ و ۵/۲ درصد از سقف‌های ساختمان‌های مسکونی شهر را تشکیل می‌دهند؛ و از آنجا که سقف‌های مذکور به علت سنگینی و عدم اتصال درست آسیب‌پذیرترند، بنابراین مناطق یک و دو به علت داشتن فراوانی بیشتر از آسیب‌پذیری نسبی بیشتر برخوردارند.

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021

جدول ۱۱. وضعیت سقف واحدهای مسکونی شهر همدان مأخذ: نگارندگان

مناطق		مصالح و نوع سقف						جمع
		آجر و آهن	تیرچه بلوک	چوب و گل	شیروانی	سقف سبک	خشتی	
منطقه یک	تعداد	۵۳	۲۱	۷	۱۶	۱	۶	۱۰۴
	درصد	۱۳/۲	۵/۲	۱/۷	۴	۲	۱/۵	۲۵/۹
منطقه دو	تعداد	۵۸	۳۵	۵	۹	۰	۷	۱۱۴
	درصد	۱۴/۴	۸/۷	۱/۲	۲/۲	۰	۱/۷	۲۸/۴
منطقه سه	تعداد	۴۳	۲۴	۴	۱۰	۰	۸	۸۹
	درصد	۱۰/۷	۶	۱	۲/۵	۰	۲	۲۲/۱
منطقه چهار	تعداد	۶۱	۱۸	۵	۵	۰	۶	۹۵
	درصد	۱۵/۲	۴/۵	۱/۲	۱/۲	۰	۱/۵	۲۳/۶
جمع	تعداد	۲۱۵	۹۸	۲۱	۴۰	۱	۲۷	۴۰۲
	درصد	۵۳/۵	۲۴/۴	۵/۲	۱۰	۲	۶/۷	۱۰۰

۹- شاخص عمر بنا

عمر مفید ساختمان در آیین نامه‌های طراحی ۵۰ سال در نظر گرفته می‌شود(دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۵، ۹۳). عمر بنا (شاخص سال اتمام بنا) در ارتباط با مصالح به کار گرفته شده در ساخت آن گویای میزان استهلاک و فرسودگی واحد مسکونی است و یا دوام و استحکام واحد مسکونی را بیان می‌دارد. در تحلیل‌های صورت گرفته ۵۵/۹ درصد ساختمان‌های مسکونی عمر کمتر از ۲۰ سال را دارند و بیشترین فراوانی مربوط به ساختمان‌های مسکونی با عمر بین ۲۰ تا ۳۰ سال می‌باشد.

جدول ۱۲. وضعیت عمر ساختمان‌های مسکونی شهر همدان مأخذ: نگارندگان

مناطق		عمر بنا						جمع
		۰-۵	۵-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	+۴۰	
منطقه یک	تعداد	۱۲	۱۱	۲۸	۳۹	۸	۶	۱۰۴
	درصد	۳	۲/۷	۷	۹/۷	۲	۱/۵	۲۵/۹
منطقه دو	تعداد	۴۱	۱۴	۲۷	۲۴	۵	۳	۱۱۴
	درصد	۱۰/۲	۳/۵	۶/۷	۶	۱/۲	۷	۲۸/۴
منطقه سه	تعداد	۱۰	۲۱	۱۹	۲۵	۸	۲	۸۹
	درصد	۲/۵	۵/۲	۴/۷	۶/۲	۲	۱/۵	۲۲/۱
منطقه چهار	تعداد	۱۰	۱۴	۲۹	۳۶	۴	۲	۹۵
	درصد	۲/۵	۳/۵	۷/۲	۹	۱	۵	۲۳/۶
جمع	تعداد	۷۳	۶۰	۱۰۳	۱۲۴	۲۵	۱۷	۴۰۲
	درصد	۱۸/۲	۱۴/۹	۲۵/۶	۳۰/۸	۶/۲	۴/۲	۱۰۰

۱۰- شاخص کیفیت بنا

تأثیرگذارترین شاخص در میزان آسیب‌پذیری یک ساختمان و در نهایت بافت شهری از زلزله کیفیت آن ساختمان است. معمولاً رابطه نزدیکی بین مصالح به کار رفته در یک ساختمان و کیفیت آن وجود دارد. در مقایسه ساختمان‌های مشابه ساختمانی که از کیفیت ساخت پایین‌تری برخوردار است، از احتمال تخریب بیشتری در مقایسه با دیگر ساختمان‌ها برخوردار می‌باشد. جنس مصالح ساختمانی باید به نسبت شرایط آب و هوایی و کیفیت شیمیایی خاک و آب مورد توجه قرار گیرد، تا از فرسودگی سریع بناها که دارای زیان‌های مالی نیز می-باشد و در ارتفاعات طبیعی میزان مخاطرات را بالا می‌برد، جلوگیری به عمل آید. در یک تقسیم‌بندی می‌توان برای ساختمان‌ها را بر اساس نوع کیفیت آن‌ها به پنج گروه نوساز، قابل نگهداری، مرمتی، دردست ساخت و تخریبی تقسیم‌بندی نمود. ساختمان‌هایی که در دو گروه آخر (مرمتی و تخریبی) قرار می‌گیرند، نامقاوم‌ترین ساختمان‌ها می‌باشند که در صورت عدم رسیدگی در زمان وقوع زلزله آسیب‌پذیر و آسیب‌رسان می‌باشند. این ساختمان‌ها علاوه بر اینکه ممکن است، خودشان آسیب ببینند به ساختمان‌های مجاور خود نیز آسیب می‌رسانند.

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Tuesday June 30th 2021

تحلیل‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد بیشتر ساختمان‌های شهر همدان در گروه قابل نگهداری قرار گرفته‌اند و بیشترین ساختمان‌های با کیفیت مرمتی به ترتیب در مناطق یک و چهار و با کیفیت تخریبی در منطقه سه واقع شده‌اند

جدول ۱۳. کیفیت ساختمان‌های مسکونی شهر همدان مأخذ: نگارندگان

مناطق		کیفیت					جمع
		نوساز	قابل نگهداری	مرمتی	در دست ساخت	تخریبی	
منطقه یک	تعداد	۸	۴۸	۳۳	۴	۱۱	۱۰۴
	درصد	۲	۱۱/۹	۸/۲	۱	۲/۷	۲۵/۹
منطقه دو	تعداد	۳۴	۴۸	۱۵	۱۰	۷	۱۱۴
	درصد	۸/۵	۱۱/۹	۳/۷	۲/۵	۱/۷	۲۸/۴
منطقه سه	تعداد	۱۶	۳۴	۲۲	۳	۱۴	۸۹
	درصد	۴	۸/۵	۵/۵	۷	۳/۵	۲۲/۱
منطقه چهار	تعداد	۱۶	۴۵	۳۰	۰	۴	۹۵
	درصد	۴	۱۱/۲	۷/۵	۰	۱	۲۳/۶
جمع	تعداد	۷۴	۱۷۵	۱۰۰	۱۷	۳۶	۴۰۲
	درصد	۱۸/۴	۴۳/۵	۲۴/۹	۴/۲	۹	۱۰۰

۱۱- شاخص نوع اسکلت ساختمان‌های مسکونی

نوع سازه به کار رفته در یک ساختمان یکی از عوامل بسیار تأثیرگذار در میزان آسیب‌پذیری آن ساختمان در برابر زلزله می‌باشد. در یک تقسیم‌بندی مصالح به کار رفته در اسکلت بنا را می‌توان به پنج گروه اسکلت بتنی و فلزی، آجر و آهن، آجر و چوب، خشت و گل و سایر مصالح تقسیم‌بندی نمود. این طبقه‌بندی براساس استانداردهای موجود انجام گرفته است. در بررسی‌های صورت گرفته ۳۷/۳ درصد ساختمان‌های مسکونی شهر اسکلت فلزی ۲۲/۱ درصد، اسکلت بتنی و ۲۶/۴ درصدآن‌ها دارای اسکلت از نوع آجر و آهن هستند. در تحلیل‌های منطقه‌ای نیز منطقه یک به دلیلی نوسازتر بودن ساختمان‌های مسکونی و وجود شهرک‌های تازه‌ساز، بیشترین فراوانی اسکلت فلزی را دارد. بیشترین درصد ساختمان‌های مسکونی با اسکلت بتونی نیز مربوط به منطقه دو است. تحلیل دیگری که در مورد وضعیت نوع اسکلت انجام گرفته است، تحلیل دو متغیره و رابطه‌سنجی بین قدمت و نوع مصالح آن‌ها می‌باشد.

جدول ۱۴. وضعیت نوع اسکلت ساختمان‌های مسکونی شهر همدان مأخذ: نگارندگان

مناطق		اسکلت ساختمان						جمع
		اسکلت فلزی	اسکلت بتنی	آجر و آهن	آجر و چوب	خشت و گل	تمام آجر	
منطقه یک	تعداد	۴۳	۱۶	۲۸	۱۰	۷	۰	۱۰۴
	درصد	۱۰/۷	۴	۷	۲/۵	۱/۷	۰	۲۵/۹
منطقه دو	تعداد	۳۸	۳۸	۲۵	۷	۵	۱	۱۱۴
	درصد	۹/۵	۹/۵	۶/۲	۱/۷	۱/۲	۲	۲۸/۴
منطقه سه	تعداد	۳۱	۱۹	۱۹	۱۵	۴	۱	۸۹
	درصد	۷/۷	۴/۷	۴/۷	۳/۷	۱	۲	۲۲/۱
منطقه چهار	تعداد	۳۸	۱۶	۳۵	۲	۲	۲	۹۵
	درصد	۹/۵	۴	۸/۷	۵	۵	۵	۲۳/۶
جمع	تعداد	۱۵۰	۸۹	۱۰۷	۳۴	۱۸	۴	۴۰۲
	درصد	۳۷/۳	۲۲/۱	۲۶/۶	۸/۵	۴/۵	۱	۱۰۰

تحلیل‌ها نشان می‌دهد بین عمر بنا و نوع اسکلت رابطه معکوس وجود دارد به نحوی که هر چه ساختمان‌های مسکونی قدمت بیشتری داشته باشند از مصالح با مقاومت کمتری در ساخت اسکلت آن‌ها استفاده شده است.

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021

جدول ۱۵. رابطه بین قدمت ساختمان‌های مسکونی و اسکلت ساختمان مأخذ: نگارندگان

اسکلت ساختمان		عمر بنا						جمع
		۰-۵	۵-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	+۴۰	
اسکلت فلزی	تعداد	۱۵	۳۶	۶۸	۲۷	۴	۰	۱۵۰
	درصد	۳/۷	۹	۱۶/۹	۶/۷	۱	۰	۳۷/۳
اسکلت بتونی	تعداد	۵۶	۲۴	۹	۰	۰	۰	۸۹
	درصد	۱۳/۹	۶	۲/۲	۰	۰	۰	۲۲/۱
آجر و آهن	تعداد	۲	۰	۲۲	۷۸	۵	۰	۱۰۷
	درصد	۵	۰	۵/۵	۱۹/۴	۱/۲	۰	۲۶/۶
آجرو چوب	تعداد	۰	۰	۴	۱۳	۸	۹	۳۴
	درصد	۰	۰	۱	۳/۲	۲	۲/۲	۸/۵
خشت و گل	تعداد	۰	۰	۰	۵	۶	۷	۱۸
	درصد	۰	۰	۰	۱/۲	۱/۵	۱/۷	۴/۵
تمام آجر	تعداد	۰	۰	۰	۱	۲	۱	۴
	درصد	۰	۰	۰	۲	۵	۲	۱
جمع	تعداد	۷۳	۶۰	۱۰۳	۱۲۴	۲۵	۱۷	۴۰۲
	درصد	۱۸/۲	۱۴/۹	۲۵/۶	۳۰/۸	۶/۲	۴/۲	۱۰۰

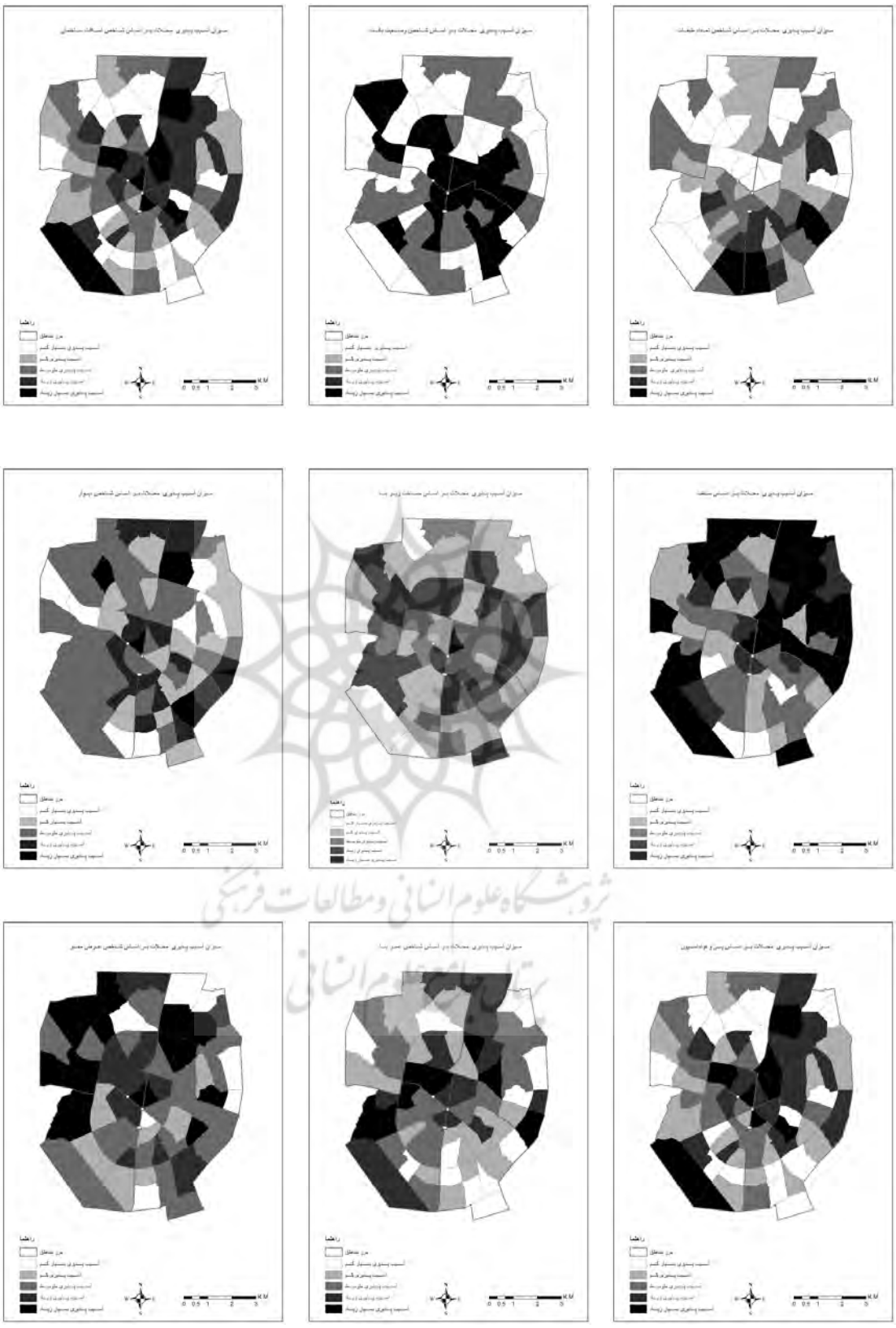
۱۲- شاخص پی

پی ساختمان بخشی از زیر سازه است که با تماس مستقیم با زمین، بارها را به آن منتقل می‌سازد. زیر سازه بخشی از ساختمان یا سازه است که در زیر سطح طبیعی یا مصنوعی زمین قرار دارد و تکیه‌گاه روسازه را فراهم می‌کند. در عمل پایه‌ی بتنی دیوارها، جرزها، و ستون‌ها و پی‌های گسترده و شمعی را پی می‌نامند. طراحی پی یک ساختمان برای انتقال بارها به زمین طوری صورت می‌گیرد که با محدود شدن حرکات، تأثیر منفی بر مشخصات عملکردی ساختمان گذاشته نشود. حرکت پی‌ها می‌تواند از بار ساختمان بر روی زمین یا از حرکات زمین مستقل از بار ناشی شود(بری، ۱۳۷۱، ۳). فونداسیون‌ها را نسبت به نوع مصالح و سیستم ساخت آن می‌توان به دو گروه تقسیم کرد: گروه اول شامل انواع فونداسیون از نظر نوع مصالح آن مانند فونداسیون‌های سنگی، آجری، شفته‌ای و بتنی؛ گروه دوم، شامل انواع فونداسیون از نظر سیستم ساخت آن مثل ، فونداسیون‌های تکی، نواری، صفحه‌ای، فونداسیون مشترک و فونداسیون‌های کلاف شده می‌باشد. در تحلیل صورت گرفته بیشترین درصد فروانی مربوط به فونداسیون سنگی با ۵۶/۵ درصد می‌باشد و ساختمان‌های مسکونی منطقه چهار نیز به دلیل داشتن بیشترین درصد ساختمان‌های مسکونی با فونداسیون سنگی و خشتی آسیب‌پذیرترین منطقه شهر همدان از لحاظ این شاخص است.

جدول ۱۶. وضعیت پی و فونداسیون ساختمان‌های مسکونی شهر همدان مأخذ: نگارندگان

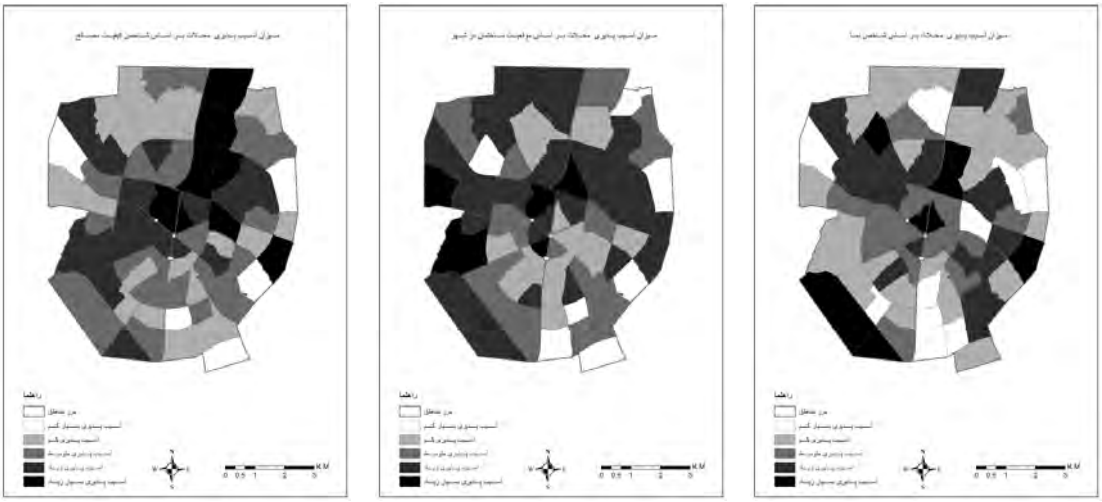
مناطق		پی و فونداسیون				جمع
		خشتی	سنگی	بتونی	سایر	
منطقه یک	تعداد	۲۰	۶۲	۲۱	۱	۱۰۴
	درصد	۵	۱۵/۴	۵/۲	۲	۲۵/۹
منطقه دو	تعداد	۱۲	۵۸	۴۴	۰	۱۱۴
	درصد	۳	۱۴/۴	۱۰/۹	۰	۲۸/۴
منطقه سه	تعداد	۱۸	۴۳	۲۸	۰	۸۹
	درصد	۴/۵	۱۰/۷	۷	۰	۲۲/۱
منطقه چهار	تعداد	۱۴	۶۴	۱۷	۰	۹۵
	درصد	۳/۵	۱۵/۹	۴/۲	۰	۲۳/۶
جمع	تعداد	۶۴	۲۲۷	۱۱۰	۱	۴۰۲
	درصد	۱۵/۹	۵۶/۵	۲۷/۴	۲	۱۰۰

برای تبیین و تحلیل بهتر موضوع برای هر یک از شاخص‌های مورد بررسی در محیط GIS براساس تحلیل داده‌های پرسش‌نامه نقشه‌هایی به شرح ذیل تهیه شده است.



Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021



تصویر۲ . توزیع شاخص های مورد مطالعه در نقشه شهر همدان مأخذ: نگارندگان

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحلیل شاخص های موثر در مقاوت مصالح در شهر همدان نشان می‌دهد، از لحاظ شاخص مساحت زیربنا شهر همدان بیشترین فراوانی مربوط به ساختمان‌های مسکونی با زیربنای ۱۲۰ تا ۱۵۰ متر تعلق دارد که ۲۷/۹ درصد از ساختمان‌های مسکونی را دربرمی‌گیرد. این امر نشان دهنده گرایش به ساختن مسکن با زیربنای کم است و در کل در آسیب پذیری متوسط قرار دارد. از نظر تعداد طبقات اکثر واحدهای مسکونی شهر همدان یک طبقه و دو طبقه هستند و ساختمان‌های مسکونی با تعدادطبقات بالاتر بیشتر در محلاتی از شهر که در حلقه دوم و سوم شهر قرار دارد، واقع شده‌اند. از لحاظ شاخص عرض معابر، درصد ساختمان‌های مسکونی پیرامون عرض زیر ۸ متر در مناطق بالا بوده، در مناطق چهار و دو به بالاترین حد می‌رسد. در کل معابر بخش مرکزی شهر و محلات نزدیک آن معابر با عرض کم بیشتری را دارا می‌باشند. در کل شهر ۱۰ درصد ساختمان‌های مسکونی در کوچه بن‌بست قرار گرفته‌اند که در تحلیل‌های منطقه‌ای منطقه سه با ۳/۲ درصد بیشترین ساختمان‌های مسکونی با موقعیت بن‌بست را دارد. تحلیل‌ها نشان می‌دهد در سطح شهر همدان ۴ درصد ساختمان‌های مسکونی دارای نمای شیشه‌ای هستند که مناطق یک و دو بیشترین درصد فراوانی را دارا می‌باشند. از لحاظ شاخص دیوار، ساختمان‌های مسکونی با دیوار از نوع آجر معمولی و آجر مشبک به ترتیب با ۵۴/۷ و ۲۵/۱ درصد بیشترین درصد فراوانی را شامل می‌شود. ساختمان‌های مسکونی با دیوارهای کم دوام‌تر یعنی خشتی و سنگی نیز ۱۴/۴ درصد از دیوار ساختمان‌های مسکونی را تشکیل می‌دهد.

براساس تحلیل‌های صورت گرفته اکثر ساختمان‌های مسکونی شهر دارای سقفی از نوع آجر و آهن‌اند سقف‌های خشتی، شیروانی و چوبی نیز به ترتیب با ۶/۷، ۱۰ و ۵/۲ درصد از سقف‌های ساختمان‌های مسکونی شهر را تشکیل می‌دهند؛ و از آنجا که سقف‌های مذکور به علت سنگینی و عدم اتصال درست آسیب‌پذیرترند بنابراین مناطق یک و دو به علت داشتن فراوانی بیشتر از آسیب‌پذیری نسبی بیشتر برخوردارند. از لحاظ شاخص عمر بنا، در تحلیل‌های صورت گرفته ۵۵/۹ درصد ساختمان‌های مسکونی عمر کمتر از ۲۰ سال را دارند و بیشترین فراوانی مربوط به ساختمان‌های مسکونی با عمر بین ۲۰ تا ۳۰ سال می‌باشد. از لحاظ شاخص کیفیت مصالح، بیشتر ساختمان‌های شهر همدان در گروه قابل نگهداری قرار گرفته‌اند و بیشترین ساختمان‌های با کیفیت مرمتی به ترتیب در مناطق یک و چهار و با کیفیت تخریبی در منطقه سه واقع شده‌اند. در بررسی‌های صورت گرفته ۳۷/۳ درصد ساختمان‌های مسکونی شهر اسکلت فلزی ۲۲/۱ درصد اسکلت بتنی و ۲۶/۴ درصدآن‌ها دارای اسکلت از نوع آجر و آهن هستند. در تحلیل صورت گرفته بیشترین درصد فروانی مربوط به فونداسیون سنگی با ۵۶/۵ درصد می‌باشد. و ساختمان‌های مسکونی منطقه چهار نیز به دلیل داشتن بیشترین درصد ساختمان‌های مسکونی با فونداسیون سنگی و خشتی آسیب‌پذیرترین منطقه شهر همدان از لحاظ این شاخص است.

براساس نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر و با تکیه بر راهکارهای برنامه‌ریزی شهری پیشنهادهای زیر ارائه می شود:

- پژوهش و مطالعه در زمینه‌ی مقاومت ساختمان‌های مسکونی شهری به ویژه در مورد شهرهایی که احتمال وقوع زلزله در آنها وجود دارد، اصل اولیه در زمینه‌ی ایمنی شهری است؛
- در ساخت و سازهای جدید علاوه بر مقاوم‌سازی مصالح، به ایمن‌سازی نمای ساختمان‌های شهری نیز توجه بسیار شود؛
- بررسی و تهیه سناریوهای مختلف زمین‌لرزه و اثرات آنها بر بافت شهری و برآورد صدمات، تلفات و خسارات حاصله؛

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021

- در مورد وضعیت نوع اسکلت و نوع مصالح ساختمان‌های مسکونی استفاده از مصالح با وزن کمتر و مقاومت خمشی بیشتر؛ استفاده از مصالح مرغوب در ساخت و سازها؛نظارت و کنترل دقیق بر روش‌های اجرا و ساخت مسکن؛دقت در اجرای جزئیات و اتصالات سازه‌ای ساختمان؛ توصیه می‌شود.
- ۵- در مورد وضعیت دیوارها اجرای کلاف‌بندی و تقویت اتصال بین دیوارها؛ اجرای پشتبند و ستون در دیوارها در مورد دیوارهایی که طول مجاز آنها رعایت نشده است؛ در مورد خیز برون صفحه‌ای برخی دیوارها و شاقول نبودن دیوار؛ تخریب موضعی و بازسای دیوارهای معیوب باعث افزایش مقاومت آنها در برابر زلزله می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

1. Survey
2. Documentary
3. Cochran
4. Quota

فهرست مراجع

۱. ابلقی، علیرضا، (۱۳۸۳)، **بافت های فرسوده در سکونتگاه‌های شهری و روستایی و خطر زلزله**"، هفت شهر، سال پنجم، شماره ۱۷، تهران.

۲. احمدی، حسن، (۱۳۷۶)، **نقش شهرسازی درکاهش آسیب‌پذیری شهری**"، انتشارات مسکن و انقلاب اسلامی، تهران.

۳. آشتیانی، م ناطق الهی و همکاران ، (۱۳۷۲)، **برنامه ریزی شهری تهران برای زمین‌لرزه آینده**"، موسسه بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

۴. بحرینی، سید حسین، (۱۳۷۹)،" **فرآیند طراحی شهری**"، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۵. بری، رابین، (۱۳۷۱)، **ساختمان سازی**"، ترجمه اردشیر اطیابی، چاپ اول، جلد چهارم، انتشارات شفق، تهران.

۶. پابلی یزدی، محمد حسین، فاطمه وثوقی، (۱۳۷۵)، **منطقه بندی استان خراسان از نظر بهسازی واحدهای مسکونی با توجه به وضعیت زلزله**"، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۳۴ ، مشهد.

۷. پورمحمدی، محمد رضا، علی مصیب‌زاده ، (۱۳۸۷)، **آسیب‌پذیری شهرهای ایران در برابر زلزله و نقش مشارکت محله‌ای در امدادرسانی آن‌ها**"، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، پاییز و زمستان ۱۳۸۷.

۸. جنیدی جعفری، احمد، محمد جواد عصاری، (۱۳۸۲)، **بررسی غلظت بعضی از هیدرو کربن‌های موجود در هوای همدان در تابستان و پاییز ۱۳۸۰**"، فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، سال هفتم، شماره دوم، کرمانشاه.

۹. حبیبی، کیومرث، احمد پوراحمد، ابولفضل مشکینی، علی عسگری، سعید نظری عدلی، (۱۳۸۷)، **تعیین عوامل سازه‌ای ساختمانی موثر در آسیب‌پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از FUZZY LOGIC &GIS**"، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۳. ، تهران.

۱۰. خاکپور، براتعلی، احمد مقدمی ، (۱۳۸۷)، **تحلیل میزان آسیب‌پذیری فیزیکی ـ کالبدی منطقه ۹شهر مشهد از دیدگاه زلزله‌خیزی**"، همایش اطلاعات مکانی و مدیریت یکپارچه، مشهد.

۱۱. دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، (۱۳۸۵)، **دستورالعمل تحلیل آسیب‌پذیری و بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های بنایی غیر مسلح موجود**"،وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت امور مسکن و ساختمان، انتشارات توسعه ایران، تهران.

۱۲. رمضی، حمید رضا، نوشین، حیدری، قاسم، حیدری، (۱۳۸۰)، **لرزه‌خیزی و پهنه‌بندی خطر نسبی زمین‌لرزه در استان همدان**"، مرکز تحقیقات مسکن و ساختمان، انتشارات سازمان مسکن و شهرسازی استان همدان، همدان.

۱۳. رنجبر، محسن، مهدی اشراقی، فاضل ایرانمنش، (۱۳۸۵)، **تهیه الگو پایگاه اطلاعات مکانی‌یابی محل‌های استقرار موقت جمعیت‌های آسیب دیده ناشی از زلزله**"، اولین همایش مقابله با سوانح طبیعی، پردیس فنی دانشگاه تهران، تهران.

۱۴. زنگی آبادی، علی ، نازنین تبریزی، (۱۳۸۵)، **زلزله تهران و ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری مناطق شهری**"، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۶، تهران.

۱۵. سازمان برنامه و بودجه استان همدان ، (۱۳۸۶)، **سالنامه آماری استان همدان**"، چاپ اول، استانداری همدان، همدان.

۱۶. عباس‌زاده شهری عباس، حبیب نامداری، فرانک باقرزاده، محسن گودرزی، (۱۳۸۷)، **اثر زلزله بر شریان‌های حیاتی استان همدان با نگاه ویژه به خطوط انتقال گاز**"، همایش مقاوم سازی ایران، دانشگاه یزد، یزد.

۱۷. عبدالهی، مجید، (۱۳۸۳)، **مدیریت بحران در نواحی شهری**"، انتشارات سازمان شهرداری¬های کشور، چاپ دوم، تهران.

۱۸. عکاشه، بهرام ، (۱۳۸۳)، **آماده نبودن ما بحران می‌آفریند**"، ویژه نامه همایش علمی کاربری توسعه محله‌ای چشم انداز توسعه پایدار شهرتهران، شهرداری تهران، تهران.

۱۹. علی دوستی، سیروس، (۱۳۶۹)، **کاربرد مدیریت بحران در کاهش ضایعات ناشی از زلزله**"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

۲۰. فلاحی، علیرضا (۱۳۸۳)، **نقش خود امدادی محله‌ای در مدیریت سوانح شهری**"، همایش علمی کاربرد توسعه محله‌ای چشم انداز توسعه پایدار شهرتهران، شهرداری تهران، تهران.

۲۱. قائد رحمتی، صفر، (۱۳۸۷)، **تحلیل شاخص¬های آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابرخطر زلزله نمونه موردی مساکن شهر اصفهان**"، رساله دکترا دانشگاه اصفهان، اصفهان.

۲۲. مفاخریان، سید علی، زهرا ملکی ، (۱۳۸۴)، **مبانی لرزه‌شناسی و زلزله‌خیزی در ایران**"، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد، خرم آباد.

۲۳. نگارش، حسین ، (۱۳۸۲)، **زلزله، شهرها و گسل‌ها**"، پژوهش‌های جغرافیا، شماره ۵۲، تهران،

سازمان آمار و فن آوری شهرداری همدان، (۱۳۸۶)، **"طرح محله بندی شهر همدان"**، همدان.

23. Nateghi-A, Fariborz, **Earthquake Seenario for Th Mega-City of Tehran, Disaste Prevention and management**, Volume10, Number 2. MCB University, 2001, ISSN 0965-3562.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir at 14:33 +0430 on Wednesday June 30th 2021