

محاسبه نرخ بیمه خالص زلزله ساختمان‌های مهندسی اسکلت فلزی

و بتن آرمه در ایران با استفاده از آنالیزهای سازه‌ای

مرتضی بسطامی^۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۳/۰۱

غدیر مهدوی^۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۶/۲۷

محمد شاهرخ عبدی^۳

چکیده

روش‌های بیمه‌گری رایج در صنعت بیمه ایران و بیمه‌نامه‌های ارائه‌شده از سوی شرکت‌های بیمه در ارتباط با ساختمان و روش‌ها و شیوه‌های مقاوم‌سازی و ایمن‌سازی ساختمان‌ها در کشور، به‌نظر می‌رسد با توجه به ریسک‌های شناسایی‌شده و موجود در سطح کشور از تناسب فنی و مناسبی برخوردار نیستند. لذا به‌کارگیری روش‌ها و ارائه محصولات بیمه‌ای متناسب که بتوان به کمک آنها توانمندی شرکت‌های بیمه در جبران خسارت‌های ناشی از سوانح طبیعی چون زلزله یا سایر خسارت‌های تهدیدکننده ساختمان را بالا برد، ضروری و انکارناپذیر است. یکی از مشکلاتی که در این زمینه وجود دارد، عدم وجود مدل‌های تحلیلی است که شامل پارامترهای مؤثر در کیفیت عملکرد ساختمان‌ها با در نظر گرفتن شرایط بومی ایران است. استفاده از مدل‌هایی که در کشورهای دیگر استفاده شده‌اند، نیز وقتی منطقی است که براساس پارامترهای بومی اصلاح گردند. در این مقاله ضرورت ورود بیمه به برنامه‌های مقاوم‌سازی و انبوه‌سازی ساختمان‌ها و جایگاه بیمه ساختمان برای ریسک زلزله بیان شده و در ادامه با ارائه مدل تحلیلی و آنالیزهای سازه‌ای ساختمان، نرخ بیمه زلزله ساختمان در ایران محاسبه شده است.

واژگان کلیدی: بیمه‌نامه، زلزله، ساختمان، خسارت مالی، مدل تحلیلی

۱. استادیار دانشگاه کردستان و پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله (نویسنده مسئول)

(Email: m.bastami@uok.ac.ir)

(Email: mahdavi@eco.ac.ir)

۲. استادیار دانشگاه علامه طباطبائی

(Email: msabdi@bpc.co.ir)

۳. کارشناس ارشد مهندسی زلزله، دانشگاه کردستان

۱. مقدمه

برخی از پوشش‌های بیمه‌ای، نقش مهمی در تأمین نیازهای خانواده ایفا می‌کنند؛ به‌عنوان مثال، بیمه‌نامه‌هایی که ریسک‌های ناشی از محل اسکان خانواده را تحت پوشش قرار می‌دهند. گرچه عمده سرمایه‌گذاری خانواده‌ها در ایران در زمینه ساختمان است، بیمه‌های مربوط به ساختمان در ایران مهجور مانده‌اند.

کشور ایران، سال‌های متمادی است که از پدیده‌های طبیعی همچون زلزله، زمین‌لغزش و سیل، متحمل خسارت‌های بیشماری می‌گردد. یکی از این پدیده‌های طبیعی که سالیان اخیر مورد توجه خاص هم قرار گرفته، پدیده زمین‌لرزه است. برای کاهش این عوارض و جبران این خسارت‌ها یکی از سازمان‌هایی که در کنار دیگر سازمان‌ها و بخش‌های مسئول دارای توان بالقوه مناسبی است، صنعت بیمه و شرکت‌های بیمه است. اقدامات صنعت بیمه می‌تواند در راستای سه هدف کلی (پیشگیری، پذیرش و انتقال ریسک) در جهت کاهش خسارت و پرداخت غرامت به خسارت‌دیدگان مؤثر باشد و همچنین با ارائه نرخ‌های مناسب و به‌کارگیری معیارهای بازدارنده از جمله طراحی برای زلزله در کاهش آثار سوء ناشی از این قبیل سوانح بسیار مؤثر باشد.

ارائه خدمات بیمه‌ای متنوع که مستلزم پیش‌شرط‌های مقاوم‌سازی و ایمن‌سازی ساختمان است و همچنین مسئولیت‌پذیری هریک از عوامل دخیل در ساخت‌وساز ساختمان (اعم از مجری، طراح، محاسب، ناظر، پیمانکار اصلی و پیمانکاران فرعی، تولیدکنندگان و فروشندگان مصالح و تجهیزات و تأسیسات ساختمانی) متناسب با سهمشان در کیفیت ساختمان احداث شده، می‌تواند به بهبود کیفیت ساختمان‌ها و عمر مفید آنها و مقاوم‌سازی و ایمن‌سازی ساختمان کمک قابل ملاحظه‌ای نماید. در ایران بیمه زلزله به‌عنوان زیرمجموعه‌ای از بیمه‌های دیگر از قبیل آتش‌سوزی ارائه می‌شود. متأسفانه در این مورد نیز دیدگاه فقط دیدگاه جبران خسارت است، بدون

توجه به اینکه در صورت ارائه بیمه‌نامه‌ای که بتواند خسارات ناشی از وقوع زلزله را کاهش دهد، می‌تواند در جهت اصلاح شرایط ساخت‌وساز و تشویق به بهسازی لرزه‌ای مفید واقع شود. البته پس از پیش‌آمد زلزله بم این پوشش بیمه‌ای بیشتر مورد توجه قرار گرفت.

در برخی کشورها، حق بیمه زلزله برای یک سازه براساس درجه ایمن‌سازی آن برآورد می‌شود و مالک هر ساختمان براساس اینکه ساختمان وی تا چه حد در مقابل زلزله آسیب‌پذیر است، حق بیمه پرداخت می‌کند که مهم‌ترین نتیجه آن تشویق مالکان به انتخاب دقیق‌تر ساختگاه‌های ایمن و رعایت هرچه بیشتر مقررات و ضوابط تعیین‌شده از سوی مراجع ذیصلاح خواهد بود. در این زمینه، کیفیت سازه و مراحل ساخت در تمامی کشورهای لرزه‌خیز جهان یکی از مهم‌ترین فاکتورها در تعیین نرخ بیمه زلزله است. تخمین دقیق میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌ها برای تعیین نرخ بیمه مناسب به همراه بالابردن توان مالی شرکت‌های بیمه از مبانی گسترش صنعت بیمه در بخش ساختمان است.

۲. مروری بر پیشینه پژوهش

در خصوص بیمه زلزله ساختمان، پژوهش‌هایی هر چند انگشت‌شمار در کشورهای دیگر انجام شده است. این پژوهش‌ها در زمینه‌های مختلف مانند زلزله‌های تاریخی، تاریخچه بیمه زلزله، بیمه حوادث مصیبت بار همچون زلزله، تسونامی، سیل، طوفان و ... صورت گرفته‌اند. برخی از محققان نیز میزان تمایل افراد برای خرید بیمه زلزله در کشورهای مختلف را بررسی کرده‌اند و برخی دیگر روش‌های مدیریت ریسک زلزله را تجزیه و تحلیل کرده‌اند.

اندرسون^۱، کانریدر^۲، گلتز^۳، گریس، کلین و کلیندورفر^۴، پالم و هودسون^۵، بومر و همکاران^۶، فوجیمی و تاتانو^۷، هوالی و ای سای^۸، یوسمن، ییلماز و اردیک^۹، والکر^{۱۰}، کینگ^{۱۱}، لاتوریت و همکاران^{۱۲}، غفوری آشتیانی (۱۳۸۹) و غفوری آشتیانی و ناصر اسدی (۱۳۹۰) تحقیقاتی در ارتباط با عوامل تأثیرگذار بر میزان تقاضای بیمه زلزله و بررسی نرخ بیمه انجام داده‌اند.

به‌عنوان مثال پالم و هودسون نمونه‌ای از ۳۵۰۰ مالک خانه را در ایالت‌های کنترا کوستا، لس‌آنجلس و سان برناردینو در تابستان ۱۹۸۹ مورد بررسی قرار دادند. یک نمونه تصادفی از افراد به کمک لیست مالیات مالکین خانه در بخش‌های مذکور گرفته شد. این مطالعه به‌منظور تعیین ویژگی‌های اجتماعی، جمعیتی و نگرشی بیمه‌شدگان انجام گرفته است. به‌طوری‌که نتایج برای خانه‌داران بیمه‌شده و بیمه‌نشده متفاوت بوده است. نتایج نشان می‌دهد که خرید بیمه به‌صورت معناداری مرتبط با ریسک ژئوفیزیکی نیست و همچنین خرید بیمه به‌صورت منظم با میزان درآمد و همسان‌بودن خانه‌ها، سن سرپرست خانوار و سایر ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی مرتبط نبوده است. میزان شناخت ریسک، اولین فاکتور مرتبط با خرید بیمه است.

فوجیمی و تاتانو به‌طور تجربی تأثیر ابهام مالکین خانه و همچنین ویژگی‌های فردی خانه‌داران را در خرید بیمه زلزله براساس ماکسیمم کردن مینیمم مطلوبیت مورد

-
1. Anderson, 1976
 2. Kunreuther, 1984
 3. Goltz, 1985
 4. Grace, Klein and Kleindorfer, 2000
 5. Palm and Hodgson, 1992
 6. Bommer et al., 2002
 7. Fujimi and Tatano, 2007
 8. Hua Lai and Hsieh, 2007
 9. Yüçemen, Yılmaz and Erdik, 2008
 10. Walker, 2009a, 2009b, 2009c
 11. King, 2010
 12. La Tourrette et al., 2010

انتظار افراد بررسی کردند. مهم‌ترین نتایج این تحقیق عبارت‌اند از: متقاضیان بیمه بیش از ۵۰٪ کاهش در حق‌بیمه برای جبران ریسک ارزیابی ارزیابان خسارت انتظار دارند. ابهام مردان برای خرید بیمه زلزله بیش از زنان است و با افزایش سن و تحصیلات فرد افزایش می‌یابد.

یوسمن، ییلماز و اردیک یک مدل احتمالی ساده برای تعیین نرخ‌های بیمه زلزله برای ساختمان‌های مهندسی مهم پیشنهاد کردند. این مدل اطلاعاتی در مورد خطرات زلزله و اطلاعاتی در زمینه خسارت مورد انتظار زلزله برای ساختمان‌های مهندسی به روش سیستماتیک و برآوردهای حاصل از حق‌بیمه‌های زلزله را جمع‌آوری می‌کند. مدل پیشنهادی جهت برآورد حق‌بیمه‌های زلزله برای ساختمان‌های واقع در تقاطع کوه بولو و شاهراه گوموسوا در ترکیه مطرح شده است. مدل به دو نوع مطالعه می‌پردازد: تجزیه و تحلیل خطر زلزله و برآورد خسارت نهانی برای ساختمان‌ها براساس ماتریس‌های احتمال خسارت.

غفوری آشتیانی (۱۳۸۹) قیمت‌گذاری بیمه حوادث مصیبت بار را با ارائه یک تعریف جامع از مدیریت ریسک و با استناد به حالت‌های ریسک فاجعه‌آمیز در ایران و فرایندهای تعیین ریسک بررسی کرده است. ابتدا، با تعریف اصول مدیریت ریسک و فاکتورهای مؤثر، در مورد فرایند برآورد ریسک و نحوه استفاده از نتایج در تعیین فرایندها برای بیمه ساختمان در ایران بحث شده است. همچنین با ارائه بیمه جبران خسارت در ایران، چالش‌های فراروی صنعت بیمه برای کاهش ریسک بیان شده است. همچنین غفوری آشتیانی و ناصر اسدی (۱۳۹۰) مطالعه جامعی در ارتباط با بررسی نرخ بیمه در ایران انجام دادند و نرخ‌های بیمه‌ای را برای تیپ‌های مختلف ساختمانی برای شهرهای کشور با ریسک مختلف لرزه‌ای ارائه کردند. در این پژوهش، بررسی‌هایی در ارتباط با عوامل تأثیرگذار بر میزان تقاضای بیمه زلزله و بررسی نرخ بیمه انجام شده است. عمده ایراد مشترک این تحقیقات عدم استفاده از

روش‌های دقیق مهندسی سازه و آنالیزهای سازه‌ای غیرخطی در برآورد خسارات ساختمان‌های مورد مطالعه است. در این تحقیق سعی شده است تا این ایراد برطرف شود و با کمک روش‌های دقیق مهندسی سازه، مدل‌سازی ساختمان‌های مورد بررسی، انجام شده است.

۳. الگوی خسارات مالی زلزله در کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته و نقش بیمه زلزله‌ها به‌ویژه در مناطق شهری، خسارات مالی زیادی را ایجاد می‌کنند. این موضوع به‌ویژه برای کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته متفاوت است. جدول ۱ مقایسه خسارات اقتصادی و نسبت خسارات به درآمد ناخالص ملی کشورها در تعدادی از زلزله‌های دنیا است. همان‌طور که مشخص است در کشورهای توسعه‌یافته گرچه شاید میزان خسارت‌ها به‌صورت مطلق بالا باشد ولی اگر به صورت نسبی از درآمد ناخالص ملی این کشورها سنجیده شود، بسیار کوچک‌تر از همین نسبت برای کشورهای درحال توسعه است. این تفاوت طبیعتاً به‌خاطر درآمد ناخالص ملی بالای این کشورهای زلزله‌خیز به نسبت کشورهای درحال توسعه زلزله‌خیز است.

به‌عنوان مثال زلزله بزرگ رودبار و منجیل در سال ۱۳۶۹، بیش از ۴۰,۰۰۰ نفر کشته داشت و خسارات مالی آن در همان سال وقوع، معادل ۷/۲٪ از تولید ناخالص ملی بود. از زلزله کشورهای درحال توسعه می‌توان به زلزله ۱۹۷۶ گواتمالا نام برد که ۱/۱ میلیارد دلار خسارت مالی داشت که برابر با ۱۸٪ درآمد ناخالص ملی آن کشور بود، یا زلزله ۱۹۸۶ السالوادور که ۱/۵ میلیارد دلار خسارت مالی داشت که برابر با ۳۱٪ درآمد ناخالص ملی آن کشور بود یا زلزله ۱۹۷۲ نیکاراگوئه، ۵ میلیارد دلار خسارت مالی داشت که برابر با ۴۰٪ درآمد ناخالص ملی آن کشور بود.

جدول ۱. مقایسه خسارات اقتصادی و نسبت خسارات به درآمد ناخالص ملی کشورها در تعدادی از

زلزله‌های دنیا

| کشور | سال | خسارت (میلیارد ریال) | درصد خسارت از GNP |
|---------------------|------|-------------------------|----------------------|
| نیکاراگوئه | ۱۹۷۲ | ۲/۰ | ۴۰/۰ |
| گواتمالا | ۱۹۷۶ | ۱/۱ | ۱۸/۰ |
| چین | ۱۹۷۶ | ۶/۰ | ۱/۵ |
| رومانی | ۱۹۷۷ | ۰/۸ | ۳/۰ |
| یوگسلاوی | ۱۹۷۹ | ۲/۲ | ۱۰/۰ |
| ایتالیا | ۱۹۸۰ | ۴۵/۰ | ۶/۸ |
| مکزیک | ۱۹۸۵ | ۵/۰ | ۳/۰ |
| یونان | ۱۹۸۶ | ۰/۸ | ۲/۰ |
| السالوادور | ۱۹۸۶ | ۱/۵ | ۳۱/۰ |
| ارمنستان | ۱۹۸۸ | ۱۷/۰ | ۳/۰ |
| آمریکا | ۱۹۸۹ | ۸/۰ | ۰/۲ |
| ایران | ۱۹۹۰ | ۷/۲ | ۷/۲-۸/۰ |
| فیلیپین | ۱۹۹۰ | ۱/۵ | ۲/۷ |
| ایالات متحده آمریکا | ۱۹۹۴ | ۳۰ | ۱/۰ |
| ژاپن | ۱۹۹۵ | ۱۰۵ | ۲/۵-۳ |
| تایوان | ۱۹۹۹ | ۱۴/۱ | * |
| ایران (\$۱۳۸b) | ۲۰۰۳ | ۱/۵-۳ | ۱/۱-۲/۲ |
| ژاپن | ۲۰۰۴ | ۲۸ | |
| چین (\$۴,۵۸۹b GDP) | ۲۰۰۸ | ۱۴۶ | ۳/۲ |
| شیلی | ۲۰۱۰ | ۱۵-۳۰ | ۷/۵-۱۵ |
| هائیتی | ۲۰۱۰ | ۶/۵ | ۱۵ |

*آمار تایوان توسط بانک جهانی جزء آمار چین ارائه شده است.

از زلزله‌های کشورهای توسعه‌یافته می‌توان به زلزله ۱۹۸۰ ایتالیا با ۴۵ میلیارد دلار خسارت مالی اشاره کرد که برابر با ۶/۸٪ درآمد ناخالص ملی آن کشور بود، یا زلزله ۱۹۸۷ لوما پریتا در کالیفرنیا آمریکا، ۸ میلیارد دلار خسارت مالی داشت که برابر با

۰/۲٪ درآمد ناخالص ملی و ۰/۶٪ خلیج سانفرانسیسکو بود یا زلزله ۱۹۹۴ نورث‌ریج، ۳۰ میلیارد دلار خسارت مالی داشت که برابر با ۰/۱٪ درآمد ناخالص ملی آن کشور و ۰/۸٪ منطقه لس‌آنجلس بود. از این مقایسه‌ها نتیجه می‌گیریم که ساختار اقتصادی کشورهای در حال توسعه بر خلاف کشورهای توسعه‌یافته، در زلزله‌های ویرانگر بسیار آسیب‌پذیر است و قابلیت برگشت‌پذیری این نوع اقتصادها کند بوده و آثار آن سال‌ها باقی می‌ماند. طبیعتاً یکی از راه‌حل‌هایی که به خوبی در کشورهای توسعه‌یافته استفاده شده است، توسعه بیمه زلزله توسط شرکت‌های بیمه و دولت‌ها (بیشتر به صورت اتکایی) است.

البته بعضی از کشورهای در حال توسعه نیز به خاطر تجربه خسارتی زلزله‌های گذشته، پیشرفت‌های نسبتاً خوبی داشته‌اند که می‌توان به ترکیه یا شیلی اشاره کرد. به عنوان نمونه می‌توان به تجربه بیمه در آخرین زلزله‌های خسارتی مهم دنیا اشاره کرد که طی دو سال اخیر در شیلی و ترکیه رخ داد (مک‌گایر، ۱۳۸۹). در زلزله سال ۲۰۱۰ شیلی در برآوردهای اولیه این زلزله ۸/۸ ریشتری که در یک منطقه ساحلی رخ داد، حجم خسارت‌ها تا ۳۰ میلیارد دلار برآورد گردید. خسارات پرداختی بیمه‌ای از ۸ میلیارد دلار برآورد گردید که حدود ۲۵٪ کل خسارات است، که در تأمین بودجه بازسازی این رقم ۸ میلیارد دلار در نظر گرفته شد. این حجم خسارت بیانگر ۴۰٪ تعهدات شرکت‌های بیمه برای پوشش خسارات زلزله است. البته عمده بازار بیمه زلزله در شیلی در اختیار شرکت‌های بیمه خارجی است. حق‌بیمه‌های پرداختی در یک سال حدود ۴ میلیارد دلار بوده است. تعهدات پوشش خسارت ناشی از زلزله چند برابر حق‌بیمه سالانه است. یکی از دلایل تأخیر در اعلام دقیق خسارات پرداختی توسط شرکت‌های بیمه، تعیین دقیق خسارت‌های زیرساخت‌های شهری است که به علت گسترده‌بودن و قرارگیری در زیر زمین است. سرعت بازسازی

می‌تواند خسارات شرکت‌های بیمه‌ای را کاهش دهد که خود این امر تابع سرعت بازیابی و بازسازی زیرساخت‌های شهری از جمله شبکه حمل و نقل است.

۴. مشکلات بیمه زلزله ساختمان در ایران

یکی از عمده مشکلاتی که در زمینه بیمه ساختمان وجود دارد، عدم وجود مدل‌های تحلیلی است که شامل پارامترهای مؤثر در کیفیت عملکرد ساختمان است، در کشور ما با توسعه روش‌ها و ارائه مدل‌های تحلیلی با پارامترهای مؤثر در کیفیت عملکرد ساختمان‌ها که شرایط بومی ایران را در نظر بگیرد، توصیه شایانی می‌توان به شرکت‌های بیمه کرد. با کمک این مدل‌ها، شرکت‌های بیمه می‌توانند برآورد منطقی و مستندی از ریسک‌های مرتبط با آسیب‌پذیری ساختمان‌ها از جمله وضعیت زلزله‌خیزی شهر و محل احداث ساختمان، پارامترهای مؤثر در کیفیت عملکرد ساختمان‌ها، آیین‌نامه و مقررات ملی کشور، کیفیت اجرا، نوع سیستم سازه‌ای، سال احداث ساختمان و ... داشته باشند.

شرکت‌های بیمه نیز می‌توانند با به‌کارگیری خدمات مؤسسه‌های کنترل کیفیت ساختمان یا نظارت مستقیم بر عملیات ساخت و ساز، بر کیفیت ساخت نظارت داشته باشند و با توجه به کیفیت مصالح و تأسیسات به‌کارگرفته‌شده در ساختمان و همچنین کیفیت سازه، نرخ بیمه مناسب را تعیین کنند. به بیانی دیگر این وظیفه بر عهده شرکت‌های بیمه است که با در نظر گرفتن تمامی جوانب، بیمه‌نامه‌ای مناسب با شرایط موجود و مورد پذیرش برای بیمه‌گذاران ارائه کنند تا نه تنها به جبران خسارت پردازد، بلکه به‌عنوان عاملی تشویقی، سازندگان و پیمانکاران را بر استفاده از مقررات ملی ساختمان‌سازی در ساخت و ساز متعهد سازد. در کنار این نوع بیمه‌نامه‌ها، می‌توان بیمه‌های دیگری متناسب با نیاز کشور همچون بیمه‌های خدمات ساختمان و پیمانکاری را ارائه کرد.

- شاید بتوان عمده مشکلات بیمه زلزله در ایران را به این صورت خلاصه کرد:
- عدم کاربرد قانون اعداد بزرگ (تجربه‌های زیاد) و آنالیزهای آماری مرسوم در سایر بیمه‌ها به خاطر تعداد کم زلزله‌ها؛
 - عدم گردآوری دقیق داده‌های خسارات زلزله‌های گذشته؛
 - وقوع اکثر زلزله‌ها در مناطق غیرشهری؛
 - فواصل زمانی زیاد زلزله‌ها؛
 - حجم بسیار زیاد خسارت‌های مالی؛
 - نسبت زیاد تلفات انسانی؛
 - برخورد احساسی با موضوع بیمه زلزله (بعد از زلزله تمایل به بیمه بیشتر است)؛
 - عدم مطالعات تفکیکی باتوجه به یکسان نبودن ریسک در همه نقاط کشور، استان و حتی یک شهرستان؛
 - یک شهر بزرگ و حتی متوسط نباید صرفاً توسط یک یا دو شرکت بیمه تحت پوشش قرار داده شود؛
 - عدم وجود تنوع بیمه‌نامه‌های زلزله ساختمان در بازار بیمه کشور؛
 - عدم تبلیغ کافی توسط شرکت‌های بیمه و عدم استفاده از متخصصین مرتبط با مباحث زلزله در فرهنگ‌سازی این مسئله.

۵. روش محاسبه نرخ

همان‌طور که در بخش‌های مختلف مقاله بیان شده است، هدف برآورد خسارت مالی و تعیین نرخ با کمک مدل‌های تحلیل مهندسی است، که برای این منظور چهارچوب روش استفاده شده در شکل ۱ آورده شده است. از بین روش‌های مختلف تحلیل مهندسی، روش آنالیز استاتیکی غیرخطی (پوش‌آور) استفاده شده است. روش استفاده شده یکی از دقیق‌ترین و پیشرفته‌ترین روش‌های مهندسی زلزله است که در آخرین ویرایش‌های آیین‌نامه‌های معتبر کشورهای پیشرو، این روش به‌عنوان روشی با دقت بالا براساس سطح

عملکرد در زلزله ارائه شده است. روش آنالیز استاتیکی غیرخطی (پوش آور) براساس صدها طرح تحقیقاتی و مقالات معتبر در بهترین دانشگاه‌های دنیا ارزیابی و تأیید شده و در آیین‌نامه‌های رسمی مورد پذیرش واقع شده است.

شکل ۱. روش ارائه شده برای محاسبه نرخ بیمه زلزله ساختمان



در بخش‌های بعدی هر یک از مراحل چهارچوب مذکور تشریح شده است.

۶. مدل‌های سازه‌ای

در این تحقیق ساختمان‌های فلزی و بتنی متعددی براساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ ویرایش‌های ۱، ۲ و ۳ طراحی گردیدند. برای بررسی عملکرد آنها، ویرایش سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰، ملاک عمل قرار گرفت. در این راستا سه سیستم مهاربندی فولادی، قاب خمشی فولادی و قاب خمشی بتنی در آنالیزها مورد توجه قرار گرفتند. به ازای هر سیستم سازه‌ای ذکرشده، سه مدل ۳، ۵ و ۷ طبقه از سیستم‌های مذکور تهیه گردید. بنابراین در کل ۲۷ ساختمان برای بررسی در دستور کار قرار گرفت. ضرایب برش پایه برای هرکدام از مدل‌های سازه‌ای باتوجه به استاندارد مربوطه محاسبه گردید. پس از طراحی سازه‌ها براساس ویرایش‌های مختلف، جهت ارزیابی لرزه‌ای آنها، تمامی سازه‌ها بر اساس ویرایش سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰ مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین به جهت بررسی بهتر رفتار مدل‌ها، تمامی مدل‌ها با استفاده از آنالیز پوش‌آور بررسی گردیدند. در خاتمه نیز برآوردی از هزینه‌های ساخت (فقط سفت‌کاری) و بازسازی سازه‌ها جهت قیاس اقتصادی ارائه گردیده است.

ساختمان‌های مورد بررسی در این پروژه براساس مشخصات زیر تجزیه و تحلیل و طراحی شدند:

- کاربری تمامی ساختمان‌ها، مسکونی فرض شده است؛
- ساختمان‌های مورد بررسی در سه دسته ۳، ۵ و ۷ طبقه تجزیه و تحلیل و طراحی شده‌اند؛
- از یک مدل معماری برای تمامی ساختمان‌ها استفاده گردید؛
- تمامی ویرایش‌های آیین‌نامه ۲۸۰۰ برای طراحی ساختمان‌ها مورد استفاده قرار گرفت؛

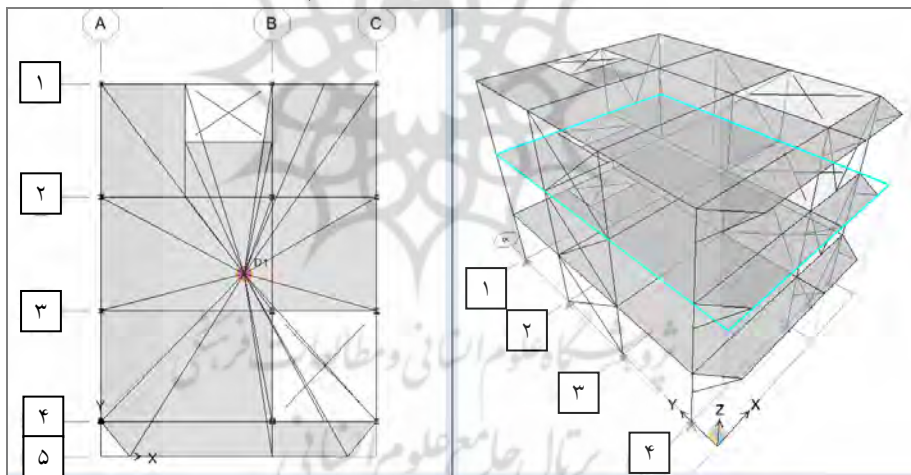
- ساختمان‌های مورد بررسی در سه دسته مهاربندی شده، قاب خمشی فولادی و بتنی مدل‌سازی شدند؛

- در این طرح فرض گردیده است که ساختمان‌های مورد بررسی در ناحیه لرزه خیزی زیاد (براساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم) قرار گرفته‌اند. با استفاده از ویرایش‌های مختلف آیین‌نامه ۲۸۰۰، ضرایب برش پایه اعمالی به مدل‌های سازه‌ای محاسبه و اعمال گردیده‌اند.

۷. آنالیز سازه‌ای مدل‌های مورد بررسی

در این تحقیق از سه نوع سیستم سازه‌ای مهاربندی شده فولادی، قاب خمشی فولادی و قاب خمشی بتنی استفاده شده است. در تمامی مدل‌های مورد بحث در این پروژه، بادبندهای مورد استفاده از نوع همگرا بوده و در محورهای ۱، ۴، A و C واقع شده‌اند. به علاوه در سیستم‌های قاب خمشی نیز تمامی اتصالات از نوع صلب فرض شده اما تکیه‌گاه‌ها از نوع مفصلی طراحی شده‌اند. شکل ۲ پلان و مدل سه بعدی یکی از سازه‌های مورد بررسی را در حالت سیستم مهاربندی، برای مدل سه طبقه نشان می‌دهد.

شکل ۲. پلان ساختمان و نمای سه بعدی آن در سیستم مهاربندی سه طبقه



باتوجه به روش ارائه‌شده در آیین‌نامه ۲۸۰۰، نیروهای زلزله ساختمان‌های مذکور با تعداد طبقات ۳، ۵ و ۷ طبقه براساس ویرایش‌های اول تا سوم آیین‌نامه، تجزیه و تحلیل و طراحی شدند. به جهت مقایسه اثر ویرایش‌های مختلف آیین‌نامه زلزله ایران بر مقدار فولاد مصرفی در هر یک از مدل‌ها، خلاصه‌ای از مقدار فولاد مصرفی در اسکلت این مدل‌ها در جدول‌های ۴-۲ ارائه گردیده است.

طبق جدول ۲، میزان تناژ آهن‌آلات مصرفی در مدل‌های سه طبقه مهاربندی‌شده در ویرایش‌های اول تا سوم، اختلاف زیادی با هم ندارند، اما با افزایش تعداد طبقات، این اختلاف تناژ نمود بیشتری پیدا کرده به‌طوری‌که در مدل‌های ۷ طبقه نسبت تناژ آهن‌آلات مصرفی در ویرایش اول نسبت به ویرایش سوم به حدود ۰/۷۶۱ می‌رسد. با مروری بر نتایج جدول ۳ در رابطه با سازه‌های دارای قاب خمشی فولادی متوجه می‌شویم که اختلاف مورد بحث در تناژ آهن‌آلات مصرفی حتی در مدل‌های ۳ طبقه نیز به شدت خود را نشان می‌دهد. نکته قابل توجه در این جدول، روند آهن‌آلات مصرفی در طبقات بالاتر است، به‌نحوی‌که حتی در مدل‌های ۷ طبقه طراحی‌شده براساس ویرایش دوم آیین‌نامه زلزله ایران، مقدار آهن‌آلات مصرفی نسبت به ویرایش سوم به میزان ۰/۷٪ بیشتر است که این موضوع به راحتی از ضرایب برش پایه آنها و مقدار برش پایه آنها قابل تحقیق است. در رابطه با وزن میلگرد مصرفی در سازه‌های بتنی قاب خمشی نیز همان‌طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، روندی مشابه سازه‌های فولادی مهاربندی‌شده صادق است.

جدول ۲. مقایسه وزن آهن آلات مصرفی در مدل های با سیستم مهاربندی شده فولادی

| استاندارد | تعداد طبقات | وزن آهن آلات مصرفی (تن) | وزن آهن آلات مصرفی در هر ویرایش نسبت به ویرایش سوم |
|-----------|-------------|-------------------------|--|
| ۲۸۰۰-Rev۳ | ۳ | ۱۲/۸۴۵ | ۱/۰۰۰ |
| ۲۸۰۰-Rev۲ | | ۱۲/۷۲۷ | ۰/۹۹۱ |
| ۲۸۰۰-Rev۱ | | ۱۱/۹۹ | ۰/۹۳۳ |
| ۲۸۰۰-Rev۳ | ۵ | ۲۸/۲۹۵ | ۱/۰۰۰ |
| ۲۸۰۰-Rev۲ | | ۲۶/۴۱۴ | ۰/۹۳۴ |
| ۲۸۰۰-Rev۱ | | ۲۳/۰۶ | ۰/۸۱۵ |
| ۲۸۰۰-Rev۳ | ۷ | ۴۶/۳۸۲ | ۱/۰۰۰ |
| ۲۸۰۰-Rev۲ | | ۴۲/۰۶۷ | ۰/۹۰۷ |
| ۲۸۰۰-Rev۱ | | ۳۵/۲۷۴ | ۰/۷۶۱ |

جدول ۳. مقایسه وزن آهن آلات مصرفی در مدل های با سیستم قاب خمشی فولادی

| استاندارد | تعداد طبقات | وزن آهن آلات مصرفی (تن) | وزن آهن آلات مصرفی در هر ویرایش نسبت به ویرایش سوم |
|-----------|-------------|-------------------------|--|
| ۲۸۰۰-Rev۳ | ۳ | ۱۸/۵۷۵ | ۱/۰۰۰ |
| ۲۸۰۰-Rev۲ | | ۱۸/۵۳۸ | ۰/۹۹۸ |
| ۲۸۰۰-Rev۱ | | ۱۳/۰۶۷ | ۰/۷۰۳ |
| ۲۸۰۰-Rev۳ | ۵ | ۳۶/۳۲۷ | ۱/۰۰۰ |
| ۲۸۰۰-Rev۲ | | ۳۶/۲۱۵ | ۰/۹۹۷ |
| ۲۸۰۰-Rev۱ | | ۲۶/۱۵۳ | ۰/۷۲۰ |
| ۲۸۰۰-Rev۳ | ۷ | ۵۵/۹۸۳ | ۱/۰۰۰ |
| ۲۸۰۰-Rev۲ | | ۵۶/۳۸۵ | ۱/۰۰۷ |
| ۲۸۰۰-Rev۱ | | ۴۴/۹۱۲ | ۰/۸۰۲ |

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۴. مقایسه وزن میلگرد مصرفی در مدل‌های با سیستم قاب خمشی بتنی

| استاندارد | تعداد طبقات | وزن آهن‌آلات مصرفی (تن) | وزن آهن‌آلات مصرفی در هر ویرایش نسبت به ویرایش سوم |
|-----------|-------------|-------------------------|--|
| ۲۸۰۰-Rev۳ | ۳ | ۷/۹۵ | ۱/۰۰۰ |
| ۲۸۰۰-Rev۲ | | ۷/۵۴ | ۰/۹۴۸ |
| ۲۸۰۰-Rev۱ | | ۷/۲۵ | ۰/۹۱۲ |
| ۲۸۰۰-Rev۳ | ۵ | ۱۴/۱۳ | ۱/۰۰۰ |
| ۲۸۰۰-Rev۲ | | ۱۳/۷۸ | ۰/۹۷۵ |
| ۲۸۰۰-Rev۱ | | ۱۲/۶۹ | ۰/۸۹۸ |
| ۲۸۰۰-Rev۳ | ۷ | ۲۰/۳۸ | ۱/۰۰۰ |
| ۲۸۰۰-Rev۲ | | ۱۹/۲۲ | ۰/۹۴۳ |
| ۲۸۰۰-Rev۱ | | ۱۸/۳۳ | ۰/۸۹۹ |

در راستای بررسی رفتار مدل‌های مورد بررسی در این پروژه در اثر زلزله، برای هرکدام از آنها آنالیزهای غیرخطی (آنالیز پوش‌آور) انجام گرفت. این آنالیزها از آنالیزهای متداول که برای تجزیه و تحلیل ساختمان‌ها در کشور انجام می‌شوند، دقیق‌تر و پرهزینه‌تر هستند. با کمک این آنالیزها می‌توان محل‌های خسارت در سازه ساختمان را پیش‌بینی کرد. باتوجه به آیین‌نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم، مفصلی را که در مدل‌ها از حالت حد جلوگیری از خرابی^۱ فراتر رفتند را به‌عنوان خسارت وارده به سازه معرفی می‌کنیم. به‌علاوه تمامی مدل‌های ساخته‌شده براساس ویرایش‌های مختلف آیین‌نامه ۲۸۰۰، براساس ویرایش سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰ مورد آنالیز قرار گرفتند تا مقاطع مورد استفاده در مدل‌ها مورد بررسی قرار گیرد. در آنالیز باتوجه به نتایج، حالت‌های بحرانی تشخیص داده شدند. شکل‌های ۶-۱ بخش پیوست نیز محل تشکیل مفاصل پلاستیک بعضی از مدل‌ها را نشان می‌دهند.

1. Collapse Prevention

نتایج حاصل از آنالیز پوش‌آور و تحلیل براساس ویرایش سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰ برای تمامی مدل‌های مورد بحث به خوبی ضعف سازه‌های طراحی شده براساس ویرایش‌های اول و دوم آیین‌نامه ۲۸۰۰ را نشان می‌دهد. براساس نتایج به دست آمده، اعضای که دارای نسبت تنش بزرگ‌تر از یک در آنالیز براساس ویرایش سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰ می‌باشند در مدل‌های طراحی شده براساس ویرایش‌های دوم و اول به ترتیب ۰/۷۶ تا ۴/۵۵ و ۷/۵۸ تا ۲۰/۴۵ درصد از کل اعضای موجود در مدل‌های مربوطه را در سازه‌های سه‌الی هفت طبقه با سیستم مهاربندی شده فولادی تشکیل می‌دهند. این نتایج برای سیستم‌های قاب خمشی فولادی به ترتیب ۰/۹۳ تا ۲/۷۸ درصد و ۷۰/۳۷ تا ۷۴/۶۰ درصد است. برای سیستم‌های دارای قاب خمشی بتنی، این نتایج به ترتیب برابر با ۲/۷۸ تا ۸/۳۳ و ۱۸/۵۲ تا ۱۹/۴۴ درصد به دست آمد.

۸. برآورد خسارت مالی مدل‌های ساختمانی مورد بررسی

جهت مقایسه مالی خسارات وارده به سازه‌ها، با استفاده از اطلاعات حاصل از نتایج آنالیزهای صورت گرفته و براساس آخرین نسخه فهرست بهای ابنیه توسط معاونت برنامه‌ریزی، هزینه‌های ساخت و بازسازی مدل‌ها فقط برای عملیات سفت‌کاری، برآورد گردید. در این برآوردها هزینه ساخت سازه‌ها براساس فهرست بهای اشاره شده محاسبه می‌گردد. همچنین هزینه‌های تحمیلی به سازه برای مواردی همانند ضعف اعضای سازه‌ای، تشکیل مفاصل پلاستیک و ... براساس فهرست مذکور محاسبه گردید. جداول ۷-۵ مقادیر ریالی هزینه‌های مورد اشاره را نشان می‌دهد.

جدول ۵. هزینه ساخت و بازسازی مدل‌های مورد بررسی براساس ویرایش اول آیین‌نامه ۲۸۰۰

| نسبت هزینه بازسازی به هزینه ساخت (%) | هزینه بازسازی (ریال) | هزینه ساخت (ریال) | نام مدل |
|---|----------------------|-------------------|--------------|
| ۳۶/۰۵ | ۹۳۲۷۷۷۸۷ | ۲۵۸۷۱۸۷۲۶ | Brace_۳ |
| ۴۷/۲۱ | ۲۱۰۶۰۲۸۷۰ | ۴۴۶۰۷۶۱۳۸ | Brace_۵ |
| ۵۰/۴۱ | ۳۳۱۲۷۵۹۵۶ | ۶۵۷۱۸۷۴۸۱ | Brace_۷ |
| ۷۲/۵۷ | ۲۰۳۰۲۱۸۲۵ | ۲۷۹۷۵۳۶۸۴ | M_Steel_۳ |
| ۷۹/۶۴ | ۳۹۱۶۹۸۹۷۹ | ۴۹۱۸۶۶۲۵۱ | M_Steel_۵ |
| ۸۵/۰۱ | ۶۵۹۵۹۴۱۸۸ | ۷۷۵۸۶۷۸۴۰ | M_Steel_۷ |
| ۳۸/۹۳ | ۹۴۰۹۶۸۲۵ | ۲۴۱۶۹۸۹۸۴ | M_Concrete_۳ |
| ۳۹/۱۰ | ۱۶۵۰۶۴۷۶۵ | ۴۲۲۱۷۶۹۲۰ | M_Concrete_۵ |
| ۳۹/۶۱ | ۲۳۵۹۱۴۹۸۶ | ۵۹۵۵۵۴۶۴۳ | M_Concrete_۷ |

جدول ۶. هزینه ساخت و بازسازی مدل‌های مورد بررسی بر اساس ویرایش دوم آیین‌نامه ۲۸۰۰

| نسبت هزینه بازسازی به هزینه ساخت (%) | هزینه بازسازی (ریال) | هزینه ساخت (ریال) | نام مدل |
|---|----------------------|-------------------|--------------|
| ۳۲/۷۷ | ۸۶۹۷۹۰۸۲ | ۲۶۵۴۳۴۱۸۶ | Brace_۳ |
| ۳۳/۵۸ | ۱۶۰۱۱۲۲۰۶ | ۴۷۶۷۵۲۲۰۶ | Brace_۵ |
| ۳۲/۹۹ | ۲۳۷۶۶۳۷۴۱ | ۷۲۰۳۹۹۷۲۱ | Brace_۷ |
| ۲۴/۹۷ | ۸۲۶۰۴۰۶۰ | ۳۳۰۷۶۸۶۸۵ | M_Steel_۳ |
| ۲۱/۷۹ | ۱۲۷۸۴۲۴۱۰ | ۵۸۶۶۴۴۴۰۰ | M_Steel_۵ |
| ۲۱/۳۱ | ۱۸۱۶۵۹۵۲۰ | ۸۸۵۳۳۳۶۲۳ | M_Steel_۷ |
| ۳۳/۱۷ | ۸۱۲۹۵۴۹۱ | ۲۴۵۰۶۴۷۷۲ | M_Concrete_۳ |
| ۳۱/۵۲ | ۱۳۵۹۳۴۰۹۲ | ۴۳۱۲۰۹۲۰۷ | M_Concrete_۵ |
| ۳۵/۲۲ | ۲۱۳۱۶۱۹۱۶ | ۶۰۵۲۵۸۳۸۵ | M_Concrete_۷ |

نتایج حاصل از جداول ۷-۵ نشان می‌دهند که نسبت هزینه بازسازی به ساخت برای تمامی مدل‌های طراحی شده براساس ویرایش اول تا سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰ روند کاهشی داشته است. به طوری که در مدل‌های مربوطه ویرایش اول، حداکثر هزینه و در مدل‌های مربوطه ویرایش سوم، حداقل هزینه را برای بازسازی مصرف خواهیم کرد. این نتایج همچنان بیانگر آن است که هزینه‌های تحمیلی به سازه‌های دارای سیستم قاب خمشی فولادی بیشتر از سیستم قاب خمشی بتنی و بیشتر از مهاربندی شده فولادی است.

جدول ۷. هزینه ساخت و بازسازی مدل‌های مورد بررسی براساس ویرایش سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰

| نام مدل | هزینه ساخت (ریال) | هزینه بازسازی (ریال) | نسبت هزینه بازسازی به هزینه ساخت (%) |
|--------------|-------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Brace_۳ | ۲۶۶۴۹۴۹۹۲ | ۸۹۶۲۲۰۹۳ | ۳۳/۶۳ |
| Brace_۵ | ۴۹۴۵۲۴۷۱۲ | ۱۴۲۷۵۰۲۲۲ | ۲۸/۸۷ |
| Brace_۷ | ۷۵۹۵۱۳۹۴۴ | ۲۰۱۳۸۳۴۶۱ | ۲۶/۵۱ |
| M_Steel_۳ | ۲۸۵۴۶۶۵۹۶ | ۲۸۰۷۴۶۶۲ | ۹/۸۳ |
| M_Steel_۵ | ۵۸۵۱۷۶۵۲۶ | ۱۲۷۸۴۲۴۱۰ | ۲۱/۸۵ |
| M_Steel_۷ | ۸۸۱۰۶۱۹۶۸ | ۱۸۰۷۱۷۰۳۸ | ۲۰/۵۱ |
| M_Concrete_۳ | ۲۴۷۸۲۸۸۲۸ | ۷۸۹۳۹۵۸۵ | ۳۱/۸۵ |
| M_Concrete_۵ | ۴۳۵۳۸۵۵۶۵ | ۱۳۱۵۶۵۹۷۵ | ۳۰/۲۲ |
| M_Concrete_۷ | ۶۱۵۲۱۱۳۸۱ | ۱۸۴۱۹۲۳۶۶ | ۲۹/۹۴ |

۹. تعیین نرخ بیمه زلزله ساختمان

در این پژوهش برای تعیین نرخ بیمه از رابطه زیر استفاده شد:

(۱) دوره بازگشت زلزله طراحی ساختمان $(100 \times \text{نسبت خسارت مالی}) = \text{نرخ بیمه}$
 دوره بازگشت زلزله طراحی که ساختمان مورد نظر طبق آن طرح شده است، در
 آیین‌نامه به‌طور مستقیم ارائه نشده است. آیین‌نامه ۲۸۰۰ عوض ارائه دوره بازگشت
 زلزله طراحی، احتمال وقوع آن را به این صورت ارائه کرده است:
 «زلزله طرح، زلزله‌ای است که احتمال وقوع آن یا زلزله‌های بزرگ‌تر از آن در ۵۰ سال
 عمر مفید ساختمان بیشتر از ۹۹/۵٪ باشد».

بر اساس این تعریف و با استفاده از رابطه ۲ می‌توان دوره بازگشت را محاسبه کرد
 (مک‌گایر، ۱۳۸۹):

$$P = 1 - e^{(-\sigma t)} \quad (2)$$

این رابطه با فرض فرایند پواسون برای وقوع جنبش زمین به‌دست آمده است.

- P: احتمال رویداد؛

- σ : فراوانی سالیانه فزونی یافتن جنبش زمین؛

- t: بازه زمانی.

با جایگذاری احتمال ۱۰٪ و بازه زمانی ۵۰ سال به‌عنوان عمر مفید ساختمان در
 معادله فوق، دوره بازگشت زلزله طراحی برابر با ۴۷۵ سال به‌دست می‌آید. این امر به
 معنای بزرگ‌ترین زلزله‌ای است که در طول ۴۷۵ سال در محل احداث ساختمان
 مورد نظر امکان وقوع دارد. نسبت خسارت مالی را برای هر تپ از ساختمان‌های
 آنالیز شده و بر اساس ویرایش‌های اول تا سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰ باید به ترتیب از جداول
 ۷-۵ محاسبه کرد.

نرخ‌های خالص نتیجه محاسبات است که باید شرایط کیفیت اجرا و قضاوت‌های
 مهندسی را بر آنها اعمال کرد تا بتوان نرخ‌هایی مبتنی بر شرایط ساختمان‌های موجود

را به دست آورد. این اصلاح البته تابع سیاست‌های شرکت‌های بیمه، شهر و محل احداث، شرایط ژئوتکنیکی محل احداث و ... است. این اعداد ابتدا براساس قضاوت‌های مهندسی گرد و سپس با اعمال ضرایب $1/3$ و $1/15$ به عنوان ضریب کاهش کیفیت در فاصله سال‌های ۱۳۶۹-۱۳۷۹ و ۱۳۸۴-۱۳۷۹ نسبت به دوره بعد از سال ۱۳۸۴ تاکنون و نرخ‌های به دست آمده از محاسبات به شرح جدول ۸ اصلاح گردیدند. به نرخ به دست آمده از رابطه (۱)، باید عوامل سربار مانند هزینه‌های اداری، کارمزد و ضریب احتیاط نیز اضافه شود.

۱۰. نتیجه‌گیری

- ساختار اقتصادی کشورهای در حال توسعه بر خلاف کشورهای توسعه یافته، در زلزله‌های ویرانگر بسیار آسیب‌پذیر است و قابلیت برگشت‌پذیری این نوع اقتصادها کند بوده و آثار آن سال‌ها باقی می‌ماند. طبیعتاً یکی از راه‌حل‌هایی که به خوبی در کشورهای توسعه یافته استفاده شده است، توسعه بیمه زلزله توسط شرکت‌های بیمه و دولت‌ها (بیشتر به صورت اتکایی) است.

- پیشنهاد می‌شود روش‌های ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌ها برای زلزله‌های احتمالی آینده توسعه یابد، که این امر مستلزم استفاده از روش‌های نوین است. انتخاب روش بستگی به نظر بیمه‌گذار، مالک، ارزش اقتصادی ملک، نوع سازه ساختمان، کامل بودن مدارک فنی ساختمان و هزینه و مدت زمانی دارد که می‌توان صرف ارزیابی کرد.

- از اساسی‌ترین نیازهای صنعت بیمه ساختمان در ایران، وجود مدل‌های تحلیلی است که بتوان براساس آن، ریسک‌های مرتبط و پارامترهای مؤثر در کیفیت عملکرد ساختمان‌ها در برابر زلزله را با در نظر گرفتن شرایط بومی ایران تحلیل کرد.

- شرکت‌های بیمه برای بیمه حوادث غیرمترقبه از جمله زلزله با مشکلات خاصی روبرو هستند. این شرکت‌ها در روند محاسبه نرخ بیمه سوانح طبیعی، با انواع

عدم قطعیت‌ها روبرو هستند. این عدم قطعیت‌ها بعضاً دارای پیچیدگی‌های خاصی در برآورد عادلانه حق بیمه هستند که نیاز به مطالعات تیمی و چند تخصصی دارند. یکی از تخصص‌های مورد نیاز در این زمینه تخصص مهندسی سازه و زلزله به همراه مباحث مربوط به برآورد ریسک‌های اقتصادی و مالی ساختمان است.

- در این پژوهش در راستای اهداف فوق، برای اولین بار در ایران پارامترهای مهندسی دخیل در تعیین نرخ خالص بیمه زلزله ساختمان‌های مهندسی اسکلت فلزی و بتن آرمه براساس استانداردها و آیین‌نامه‌های رسمی کشور به صورت تحلیلی بررسی و آنالیز گردید. این محاسبات برای هر چهار منطقه با ریسک بسیار زیاد، زیاد، متوسط و کم خطر زلزله ایران انجام شد. ساختمان‌های اسکلت فلزی با اتصالات خمشی دارای بیشترین نرخ بیمه هستند. به طوری که نرخ بیمه آنها در مناطق با خطر بسیار زیاد تا ۱۹/۵ در هزار محاسبه شده است. ساختمان‌های اسکلت فلزی مهاربندی شده در رده دوم قرار می‌گیرند و نرخ بیمه آنها تا ۱۵/۶ در هزار به دست آمده است. ساختمان‌های با قاب خمشی بتن آرمه با کمترین نرخ بیمه دارای بهترین وضعیت‌اند. همان‌طور که از نتایج مشخص است هرچه از عمر ساختمان گذشته باشد، نرخ بیمه آن بیشتر است. به طوری که ساختمان‌های قبل از سال ۱۳۷۹ دارای بالاترین نرخ بیمه زلزله و ساختمان‌های بعد از سال ۱۳۸۴ دارای کمترین نرخ هستند.

جدول ۸. شاخص نرخ بیمه خالص ساختمان بر حسب ۱۰۰۰۰م قیمت بنای ساختمان

در صورت جبران کل هزینه

| شماره تیپ | نوع ساختمان | سال ساخت ساختمان | تعداد طبقات | منطقه خطر | | | |
|--------------|-------------------------|---------------------|----------------|------------|------|-------|------|
| | | | | بسیار زیاد | زیاد | متوسط | کم |
| ۱ | فلزی مهاریندی شده | ۱۳۶۹-۱۳۷۹ | ۳ | ۱۱/۱ | ۹/۸ | ۷/۸ | ۶/۵ |
| ۲ | | ۱۳۶۹-۱۳۷۹ | ۵ | ۱۴/۳ | ۱۲/۴ | ۱۰/۴ | ۸/۵ |
| ۳ | | ۱۳۶۹-۱۳۷۹ | ۷ | ۱۵/۶ | ۱۳/۰ | ۱۱/۱ | ۹/۱ |
| ۴ | | ۱۳۷۹-۱۳۸۴ | ۳ | ۸/۶ | ۷/۵ | ۶/۳ | ۵/۲ |
| ۵ | | ۱۳۷۹-۱۳۸۴ | ۵ | ۹/۲ | ۸/۱ | ۶/۳ | ۵/۲ |
| ۶ | | ۱۳۷۹-۱۳۸۴ | ۷ | ۹/۲ | ۸/۱ | ۶/۳ | ۵/۲ |
| ۷ | | ۱۳۸۴ تا کنون | ۳ | ۷/۰ | ۶/۰ | ۵/۰ | ۴/۰ |
| ۸ | | ۱۳۸۴ تا کنون | ۵ | ۷/۰ | ۶/۰ | ۵/۰ | ۴/۰ |
| ۹ | | ۱۳۸۴ تا کنون | ۷ | ۶/۵ | ۵/۵ | ۴/۵ | ۳/۵ |
| ۱۰ | فلزی قاب خمش | ۱۳۶۹-۱۳۷۹ | ۳ | ۱۸/۲ | ۱۵/۶ | ۱۳/۰ | ۱۱/۷ |
| ۱۱ | | ۱۳۶۹-۱۳۷۹ | ۵ | ۱۹/۵ | ۱۶/۹ | ۱۴/۳ | ۱۳/۰ |
| ۱۲ | | ۱۳۶۹-۱۳۷۹ | ۷ | ۱۹/۵ | ۱۶/۹ | ۱۴/۳ | ۱۳/۰ |
| ۱۳ | | ۱۳۷۹-۱۳۸۴ | ۳ | ۶/۳ | ۵/۸ | ۵/۲ | ۴/۰ |
| ۱۴ | | ۱۳۷۹-۱۳۸۴ | ۵ | ۵/۸ | ۵/۲ | ۴/۶ | ۴/۰ |
| ۱۵ | | ۱۳۷۹-۱۳۸۴ | ۷ | ۵/۸ | ۵/۲ | ۴/۶ | ۳/۵ |
| ۱۶ | | ۱۳۸۴ تا کنون | ۳ | ۳/۵ | ۳/۰ | ۲/۵ | ۲/۰ |
| ۱۷ | | ۱۳۸۴ تا کنون | ۵ | ۵/۰ | ۴/۰ | ۳/۵ | ۳/۰ |
| ۱۸ | | ۱۳۸۴ تا کنون | ۷ | ۵/۰ | ۴/۰ | ۳/۵ | ۳/۰ |
| ۱۹ | بتنی قاب خمش | ۱۳۶۹-۱۳۷۹ | ۳ | ۱۱/۱ | ۹/۸ | ۸/۵ | ۷/۲ |
| ۲۰ | | ۱۳۶۹-۱۳۷۹ | ۵ | ۱۱/۱ | ۹/۸ | ۸/۵ | ۷/۲ |
| ۲۱ | | ۱۳۶۹-۱۳۷۹ | ۷ | ۱۱/۱ | ۹/۸ | ۸/۵ | ۷/۲ |
| ۲۲ | | ۱۳۷۹-۱۳۸۴ | ۳ | ۸/۶ | ۷/۵ | ۶/۳ | ۵/۲ |
| ۲۳ | | ۱۳۷۹-۱۳۸۴ | ۵ | ۸/۶ | ۷/۵ | ۶/۳ | ۵/۲ |
| ۲۴ | | ۱۳۷۹-۱۳۸۴ | ۷ | ۸/۶ | ۷/۵ | ۶/۳ | ۵/۲ |
| ۲۵ | | ۱۳۸۴ تا کنون | ۳ | ۷/۰ | ۶/۰ | ۵/۰ | ۴/۰ |
| ۲۶ | | ۱۳۸۴ تا کنون | ۵ | ۷/۰ | ۶/۰ | ۵/۰ | ۴/۰ |
| ۲۷ | | ۱۳۸۴ تا کنون | ۷ | ۷/۰ | ۶/۰ | ۵/۰ | ۴/۰ |

منابع

۱. آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۶۷-۲۸۰۰)، ۱۳۶۷. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ویرایش اول.
۲. آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۷۹-۲۸۰۰)، ۱۳۷۹. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ویرایش دوم، ۱۳۷۹.
۳. آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۸۴-۲۸۰۰)، ۱۳۸۴. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ویرایش سوم.
۴. بسطامی، م.، ۱۳۸۹. الگوی توسعه بیمه زلزله در ژاپن برای بخش ساختمان و مسکن. هفدهمین همایش ملی و سومین همایش بین‌المللی بیمه و توسعه.
۵. غفوری آشتیانی، م.، ۱۳۸۹، مدیریت ریسک سوانح طبیعی و بیمه در ایران. هفدهمین همایش ملی و سومین همایش بین‌المللی بیمه و توسعه.
۶. غفوری آشتیانی م. و ناصراسدی ک.، ۱۳۹۰. شاخص‌های پایه‌ای نرخ بیمه زلزله ساختمان‌های ایران، گزارش موردی، ش ۵۰، پژوهشکده بیمه.
۷. لالیان‌پور، ن.، دوستی، ن. و محمدزاده، آ.، ۱۳۸۹. راهکارهای توسعه بیمه در بخش ساختمان و مسکن. هفدهمین همایش ملی و سومین همایش بین‌المللی بیمه و توسعه.
۸. مک‌گایر، ر.ک.، ۱۳۸۹. تحلیل خطر و ریسک زمین‌لرزه. ترجمه مهدی زارع و مجید میبدیان، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
۹. مهدوی، غ.، بسطامی، م. و زارعی، ص.، ۱۳۹۰. امکان‌سنجی عرضه بیمه زلزله در ایران (مورد بررسی شهر تهران). پژوهشنامه بیمه، سال بیست‌وششم، ش ۲، شماره مسلسل ۱۰۲.
10. Anderson, D.R., 1976. All-risks rating within a catastrophic insurance system. *Journal of Risk And Insurance*, 4, pp. 629-51.
11. Askan, A. and Yucemen, M.S., 2010. Probabilistic methods for the estimation of potential seismic damage: application to reinforced concrete buildings in Turkey. *Science Direct*, 32, pp. 262-71.
12. Bastami, M., and Takada, S., 2010. Earthquake insurance of urban lifelines and infrastructures by case study of Tehran power network. 17th National and 3rd International Conference of Insurance & Development, Tehran, Iran.

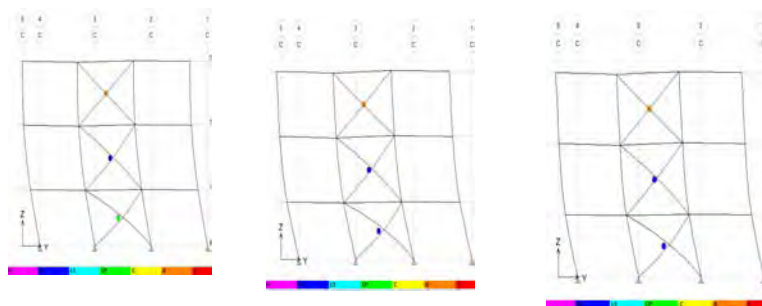
13. Bommer, J., Spence, R., Erdik, M., Tabuchi, S.h., Aydinoglu, N., Both, E., Del Re, D. and Peterken, O., 2002. Development of an earthquake loss model for Turkish catastrophe insurance. *Journal of seismology*, 6, pp.431-46.
14. Fujimi, T. and Tatano, H., 2007. An empirical analysis of individual heterogeneity effect on ambiguity aversion. *Disaster Prevention Research Institute Annuals*, 50, pp. 129-39 .
15. Goltz, J.D., 1985. Earthquake insurance: a public policy Dilemma. *The Southern California Earthquake Preparedness Project*.
16. Grace .M.F., Klein R.W. and Kleindorfer, P. R., 2000, The demand for homeowners insurance with bundled catastrophe coverages. *This Research is Supported by the Wharton Project on Managing Catastrophic Risks*.
17. Hua Lai, L. and Yi Hsieh, H., 2007. Assessing the demand factors for residential earthquake insurance in Taiwan: empirical evidence on spatial econometrics. *Contemporary Management Research*, 3(4), pp. 347-58.
18. King, R.O., 2010. *Earthquake risk, insurance, and recovery: issues for congress congressional*. Report for Congressional Research Service.
19. Kunreuther, H., 1984. Causes of underinsurance against natural disasters, *The Geneva Papers On Risk And Insurance*, 9(31), pp. 206-20.
20. La Tourette, T., Dertouzos, J.N., Steiner, C.E. and Clancy, N., 2010. *Earthquake insurance and disaster assistance (the effect of catastrophe obligation guarantees on federal disaster-assistance expenditures in California)*. Published 2010 by the RAND Corporation.
21. Palm, R. and Hodgson, M., 1992. *Earthquake insurance: mandated disclosure and homeowner response in California*. by Association of American Geographer.
22. Walker, G., 2009a. *Creating a technical foundation for earthquake insurance in China*. Risk Management Solutions, Inc.
23. Walker, G., 2009b. *Earthquake insurance system in New Zealand*, Risk Management Solutions, Inc.
24. Walker, G., 2009c. *Earthquake insurance system in Taiwan*, Risk Management Solutions, Inc.
25. Yüçemen, M.S., Yilmaz, C. and Erdik, M., 2008. Probabilistic assessment of earthquake insurance rates for important structures: application to gumusova gerede motorway. *Structural Safety*, Elsevier, 30, pp. 420–35.

پیوست

شکل ۱. مکان تشکیل مفاصل در مدل‌های سه طبقه مهاربندی شده فولادی طراحی شده براساس ویرایش سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰

شکل ۲. مکان تشکیل مفاصل در مدل‌های سه طبقه مهاربندی شده فولادی طراحی شده براساس ویرایش دوم آیین‌نامه ۲۸۰۰

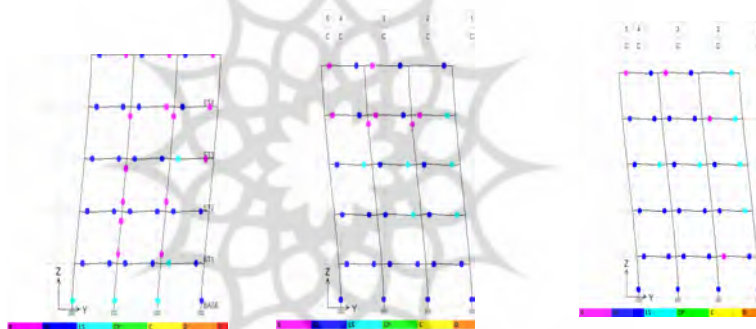
شکل ۳. مکان تشکیل مفاصل در مدل‌های سه طبقه مهاربندی شده فولادی طراحی شده براساس ویرایش اول آیین‌نامه ۲۸۰۰



شکل ۴. مکان تشکیل مفاصل در مدل‌های پنج طبقه قاب خمشی بتنی طراحی شده براساس ویرایش سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰

شکل ۵. مکان تشکیل مفاصل در مدل‌های پنج طبقه قاب خمشی بتنی طراحی شده براساس ویرایش دوم آیین‌نامه ۲۸۰۰

شکل ۶. مکان تشکیل مفاصل در مدل‌های پنج طبقه قاب خمشی بتنی طراحی شده براساس ویرایش اول آیین‌نامه ۲۸۰۰



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی