پژوهشنامهٔ بیمه (صنعت بیمهٔ سابق)/سال‌بیست‌وهفتم/شمارهٔ ۲/تابستان ۱۳۹۱/شماره‌مسلسل ۱۰۶/صفحات ۵۵تا۷۹

محاسبهٔ نرخ بیمهٔ خالص زلزلهٔ ساختمان‌های مهندسی اسکلت فلزی و بتن‌آرمه در ایران با استفاده از آنالیزهای سازه‌ای

مرتضی بسطامی[۱]
غدیر مهدوی[۲]
محمد شاهرخ عبدی[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۳/۰۱
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۶/۲۷

چکیده

روش‌های بیمه‌گری رایج در صنعت بیمهٔ ایران و بیمه‌نامه‌های ارائه‌شده از سوی شرکت‌های بیمه در ارتباط با ساختمان و روش‌ها و شیوه‌های مقاوم‌سازی و ایمن‌سازی ساختمان‌ها در کشور، به‌نظرمی‌رسد باتوجه 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 تهدیدکنندهٔ ساختمان را بالا برد، ضروری و انکارناپذیر است. یکی از مشکلاتی که دراین‌زمینه وجود دارد، عدم‌وجود مدل‌های تحلیلی است که شامل پارامترهای مؤثر در کیفیت عملکرد ساختمان‌ها با درنظرگرفتن 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 بیمهٔ ساختمان برای ریسک زلزله بیان شده و در ادامه با ارائه مدل تحلیلی و آنالیزهای سازه‌ای ساختمان، نرخ بیمهٔ زلزلهٔ 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)
۲. استادیار دانشگاه علامه طباطبائی (Email: mahdavi@eco.ac.ir)
۳. کارشناس‌ارشد مهندسی زلزله، دانشگاه کردستان (Email: msabdi@bpc.co.ir)

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

برخی از پوشش‌های بیمه‌ای، نقش مهمی در تأمین نیازهای خانواده ایفا می‌کنند؛ به‌عنوان‌مثال، بیمه‌نامه‌هایی که ریسک‌های ناشی از محل اسکان خانواده را تحت پوشش قرار می‌دهند. گرچه عمده سرمایه‌گذاری خانواده‌ها در ایران در زمینهٔ ساختمان است، بیمه‌های مربوط‌به 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، پدیدهٔ زمین‌لرزه است. برای کاهش این عوارض و جبران این خسارت‌ها یکی از سازمان‌هایی که در کنار دیگر سازمان‌ها و بخش‌های مسئول دارای توان بالقوهٔ 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 ارائهٔ نرخ‌های مناسب و به‌کارگیری معیارهای بازدارنده از جمله طراحی برای زلزله در کاهش آثار سوء ناشی از این قبیل سوانح بسیار مؤثر باشد.

ارائهٔ 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 احداث‌شده، می‌تواند به بهبود کیفیت ساختمان‌ها و عمر مفید آنها و مقاوم‌سازی و ایمن‌سازی ساختمان کمک قابل ملاحظه‌ای نماید. در ایران بیمهٔ زلزله به‌عنوان زیرمجموعه‌ای از بیمه‌های دیگر از قبیل آتش‌سوزی ارائه می‌شود. متأسفانه در این مورد نیز دیدگاه فقط دیدگاه جبران خسارت است، بدون

Archive of SID

www.SID.ir

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

۲. مروری بر پیشینهٔ پژوهش

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

Archive of SID

www.SID.ir

اندرسون[۱]، کانریدر[۲]، گلتز[۳]، گریس، کلین و کلیندورفر[۴]، پالم و هودسون[۵]، بومر و همکاران[۶]، فوجیمی و تاتانو[۷]، هوا لی 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 بیمهٔ زلزله و بررسی نرخ بیمه انجام داده‌اند.

به‌عنوان‌مثال 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 نمونهٔ 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 بیمهٔ زلزله براساس ماکسیمم‌کردن 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. Yücemen , Yilmaz and Erdik, 2008
10. Walker, 2009a, 2009b, 2009c
11. King, 2010
12. La Tourrette et al., 2010

Archive

www.SID.ir

انتظار افراد بررسی کردند. مهم‌ترین نتایج این تحقیق عبارت‌اند از: متقاضیان بیمه بیش از۵۰٪ کاهش در حق‌بیمه برای جبران ریسک ارزیابی ارزیابان خسارت انتظار دارند. ابهام مردان برای خرید بیمهٔ 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 بیمهٔ زلزله برای ساختمان‌های مهندسی مهم پیشنهاد کردند. این مدل اطلاعاتی در مورد خطرات زلزله و اطلاعاتی در زمینهٔ 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: تجزیه‌وتحلیل خطر زلزله و برآورد خسارت نهانی برای ساختمان‌ها براساس ماتریس‌های احتمال خسارت.

غفوری آشتیانی (۱۳۸۹) قیمت‌گذاری بیمهٔ حوادث مصیبت‌بار را با ارائهٔ 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 نحوهٔ استفاده از نتایج در تعیین فرایندها برای بیمهٔ ساختمان در ایران بحث شده است. همچنین با ارائهٔ بیمهٔ جبران خسارت در ایران، چالش‌های فراروی صنعت بیمه برای کاهش ریسک بیان شده است. همچنین غفوری آشتیانی و ناصر اسدی (۱۳۹۰) مطالعهٔ 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 بیمهٔ زلزله و بررسی نرخ بیمه انجام شده است. عمده ایراد مشترک این تحقیقات عدم‌استفاده از

Archive of SID

www.SID.ir

روش‌های دقیق مهندسی سازه و آنالیزهـای سـازه‌ای غیرخطـی در بـرآورد خـسارات ساختمان‌های مورد مطالعه است. در این تحقیق سعی شده است تا این ایراد برطـرف شود و با کمک روش‌های دقیق مهندسـی سـازه، مـدل‌سـازی سـاختمان‌هـای مـورد بررسی، انجام شده است.

۳. الگوی خسارات مالی زلزله در کشورهای درحال‌توسعه و توسعه‌یافته و نقش بیمه

زلزله‌ها به‌ویژه در مناطق شهری، خسارات مالی زیادی را ایجاد می‌کنند. این موضوع به‌ویژه برای کشورهای درحال‌توسعه و توسعه‌یافته متفاوت است. جدول ۱ مقایسهٔ خسارات اقتصادی و نسبت خسارات به درآمد ناخالص ملی کشورها در تعدادی از زلزله‌های دنیاست. همان‌طور که مشخص است در کشورهای توسعه‌یافته گرچه شاید میزان خسارت‌ها به‌صورت مطلق بالا باشد ولی اگر به صورت نسبتی از درآمد ناخالص ملی این کشورها سنجیده شود، بسیار کوچک‌تر از همین نسبت برای کشورهای درحال‌توسعه است. این تفاوت طبیعتاً به‌خاطر درآمد ناخالص ملی بالای این کشورهای زلزله‌خیز به نسبت کشورهای درحال‌توسعهٔ زلزله‌خیز است.

به‌عنوان‌مثال زلزلهٔ 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 درحال‌توسعه 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 السالوادر 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.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. مقایسهٔ 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
السالوادر	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 (GDP ۴,۵۸۹b)	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 زلزلهٔ 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 کالیفرنیای آمریکا، ۸ میلیارد دلار خسارت مالی داشت که برابر با

Archive of SID

www.SID.ir

۰/۲٪ درآمد ناخالص ملی و ۶٪ خلیج سانفرانسیسکو بود یا زلزلهٔ ۱۹۹۴ نورثریج، ۳۰ میلیارد دلار خسارت مالی داشت که برابر با ۱٪ درآمد ناخالص ملی آن کشور و ۸٪ منطقه لس‌آنجلس بود. از این مقایسه‌ها نتیجه می‌گیریم که ساختار اقتصادی کشورهای درحال‌توسعه 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، توسعهٔ بیمهٔ زلزله توسط شرکت‌های بیمه و دولت‌ها (بیشتر به‌صورت اتکایی) است.

البته بعضی از کشورهای درحال‌توسعه نیز به‌خاطر تجربهٔ خسارتی زلزله‌های گذشته، پیشرفت‌های نسبتاً خوبی داشته‌اند که می‌توان به ترکیه یا شیلی اشاره کرد. به‌عنوان نمونه می‌توان به تجربهٔ بیمه در آخرین زلزله‌های خسارتی مهم دنیا اشاره کرد که طی دو سال اخیر در شیلی و ترکیه رخ داد (مک گایر، ۱۳۸۹). در زلزلهٔ سال ۲۰۱۰ شیلی در برآوردهای اولیهٔ این زلزلهٔ ۸/۸ ریشتری که در یک منطقهٔ 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 بودجهٔ بازسازی این رقم ۸ میلیارد دلار درنظرگرفته‌شد. این حجم خسارت بیانگر ۴۰٪ تعهدات شرکت‌های بیمه برای پوشش خسارات زلزله است. البته عمده بازار بیمهٔ زلزله در شیلی در اختیار شرکت‌های بیمهٔ خارجی است. حق‌بیمه‌های پرداختی در یک سال حدود ۴ میلیارد دلار بوده است. تعهدات پوشش خسارت ناشی از زلزله چند برابر حق‌بیمهٔ سالیانه 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

Archive of SID

www.SID.ir

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

۴. مشکلات بیمهٔ زلزله ساختمان در ایران

یکی از عمده مشکلاتی که در زمینهٔ بیمهٔ ساختمان وجود دارد، عدم‌وجود مدل‌های تحلیلی است که شامل پارامترهای مؤثر در کیفیت عملکرد ساختمان است، در کشور ما با توسعهٔ 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 ساخت‌وساز، بر کیفیت ساخت نظارت داشته باشند و باتوجه به کیفیت مصالح و تأسیسات به‌کارگرفته‌شده در ساختمان و همچنین کیفیت سازه، نرخ بیمهٔ مناسب را تعیین کنند. به بیانی دیگر این وظیفه بر عهده شرکت‌های بیمه است که با درنظرگرفتن تمامی جوانب، بیمه‌نامه‌ای مناسب با شرایط موجود و مورد پذیرش برای بیمه‌گذاران ارائه کنند تا نه تنها به جبران خسارت بپردازد، بلکه به‌عنوان عاملی تشویقی، سازندگان و پیمانکاران را بر استفاده از مقررات ملی ساختمان‌سازی در ساخت‌وساز متعهد سازد. در کنار این نوع بیمه‌نامه‌ها، می‌توان بیمه‌های دیگری متناسب با نیاز کشور همچون بیمه‌های خدمات ساختمان و پیمانکاری را ارائه کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

شاید بتوان عمده مشکلات بیمهٔ زلزله در ایران را به‌این‌صورت خلاصه کرد:

– عدم‌کاربرد قانون اعداد بزرگ (تجربه‌های زیاد) و آنالیزهای آماری مرسوم در سایر بیمه‌ها به‌خاطر تعداد کم زلزله‌ها؛

– عدم‌گردآوری 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 بیمهٔ زلزله (بعد از زلزله تمایل به بیمه بیشتر است)؛

– عدم‌مطالعات تفکیکی باتوجه به یکسان‌نبودن 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؛

– عدم‌وجود تنوع بیمه‌نامه‌های زلزلهٔ ساختمان در بازار بیمهٔ کشور؛

– عدم‌تبلیغ کافی توسط شرکت‌های بیمه و عدم‌استفاده از متخصصین مرتبط با مباحث زلزله در فرهنگ‌سازی این مسئله.

۵. روش محاسبهٔ نرخ

همان‌طورکه 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 استفاده‌شده در شکل۱ آورده شده است. از بین روش‌های مختلف تحلیل مهندسی، روش آنالیز استاتیکی غیرخطی (پوش‌آور) استفاده شده است. روش استفاده‌شده 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

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد در زلزله ارائه شده است. روش آنالیز استاتیکی غیرخطی (پوش‌آور) 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 ارائه‌شده برای محاسبهٔ نرخ بیمهٔ زلزلهٔ ساختمان

Archive of SID

www.SID.ir

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

۶. مدل‌های سازه‌ای

در این تحقیق ساختمان‌های فلزی و بتنی متعددی براساس آیین‌نامهٔ ۲۸۰۰ ویرایش‌های ۱، ۲و ۳ طراحی گردیدند. برای بررسی عملکرد آنها، ویرایش سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰، ملاک عمل قرار گرفت. دراین‌راستا 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 آیین‌نامهٔ 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 تجزیه‌وتحلیل و طراحی شدند:

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

Archive of SID

www.SID.ir

– ساختمان‌های مورد بررسی در سه دسته مهاربندی‌شده، قاب خمشی فولادی و بتنی مدل‌سازی شدند؛

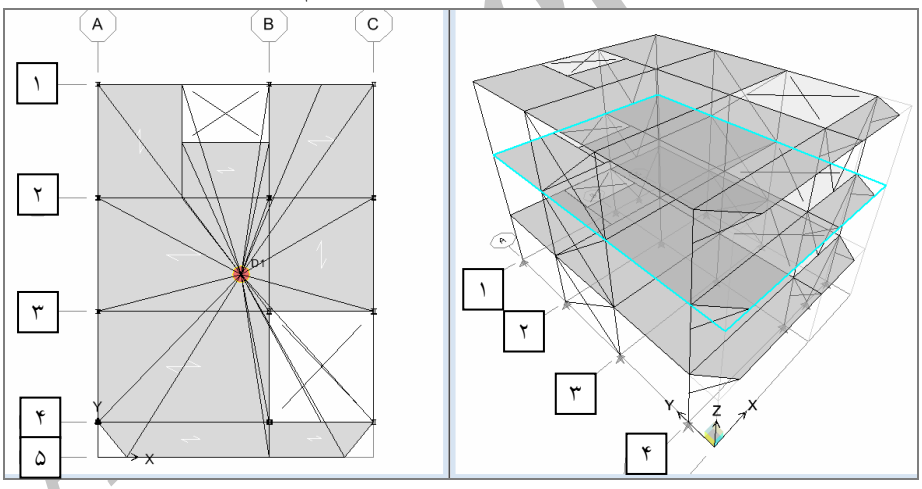
– در این طرح فرض گردیده است که ساختمان‌های مورد بررسی در ناحیه لرزه‌خیزی زیاد (براساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم) قرار گرفته‌اند.

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 مهاربندی‌شدهٔ 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. به‌علاوه در سیستم‌های قاب خمشی نیز تمامی اتصالات از نوع صلب فرض شده اما تکیه‌گاه‌ها از نوع مفصلی طراحی شده‌اند. شکل۲ 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



Archive of SID

www.SID.ir

باتوجه به روش ارائه‌شده در آیین‌نامه ۲۸۰۰، نیروهای زلزلهٔ ساختمان‌های مذکور با تعداد طبقات ۳، ۵ و ۷ طبقه براساس ویرایش‌های اول تا سوم آیین‌نامه، تجزیه و تحلیل و طراحی شدند. به جهت مقایسهٔ اثر ویرایش‌های مختلف آیین‌نامهٔ زلزلهٔ 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 جدول۲، میزان تناژ آهن‌آلات مصرفی در مدل‌های سه طبقهٔ 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 طبقهٔ طراحی‌شده براساس ویرایش دوم آیین‌نامهٔ زلزلهٔ ایران، مقدار آهن‌آلات مصرفی نسبت به ویرایش سوم به میزان ۰/۷٪ بیشتر است که این موضوع به راحتی از ضرایب برش پایهٔ آنها و مقدار برش پایهٔ 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 مشابهٔ سازه‌های فولادی مهاربندی‌شده صادق است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. مقایسه وزن آهن‌آلات مصرفی در مدل‌های با سیستم مهاربندی‌شده فولادی

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

جدول ۳. مقایسه وزن آهن‌آلات مصرفی در مدل‌های با سیستم قاب خمشی فولادی

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

Archive of SID

www.SID.ir

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 تجزیه‌وتحلیل ساختمان‌ها در کشور انجام می‌شوند، دقیق‌تر و پرهزینه‌تر هستند. با کمک این آنالیزها می‌توان محل‌های خسارت در سازهٔ ساختمان را پیش‌بینی کرد. باتوجه به آیین‌نامهٔ ۲۸۰۰ ویرایش سوم، مفاصلی را که در مدل‌ها از حالت حد جلوگیری از خرابی[1] 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

Archive of SID

www.SID.ir

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

۸. برآورد خسارت مالی مدل‌های ساختمانی مورد بررسی

جهت مقایسهٔ مالی خسارات وارده به سازه‌ها، با استفاده از اطلاعات حاصل از نتایج آنالیزهای صورت‌گرفته و براساس آخرین نسخهٔ فهرست بهای ابنیه توسط معاونت برنامه‌ریزی، هزینه‌های ساخت و بازسازی مدل‌ها فقط برای عملیات سفت‌کاری، برآورد گردید. در این برآوردها هزینهٔ ساخت سازه‌ها براساس فهرست بهای اشاره‌شده 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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

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

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

نام مدل	هزینه ساخت(ریال)	هزینه بازسازی(ریال)	نسبت هزینه بازسازی به هزینه ساخت (٪)
Brace_۳	۲۶۵۴۳۴۱۸۶	۸۶۹۷۹۰۸۲	۳۲/۷۷
Brace_۵	۴۷۶۷۵۲۲۰۶	۱۶۰۱۱۲۲۰۶	۳۳/۵۸
Brace_۷	۷۲۰۳۹۹۷۲۱	۲۳۷۶۶۳۷۴۱	۳۲/۹۹
M_Steel_۳	۳۳۰۷۶۸۶۸۵	۸۲۶۰۴۰۶۰	۲۴/۹۷
M_Steel_۵	۵۸۶۶۴۴۴۰۰	۱۲۷۸۴۲۴۱۰	۲۱/۷۹
M_Steel_۷	۸۸۵۳۳۳۶۲۳	۱۸۸۶۵۹۵۲۰	۲۱/۳۱
M_Concrete_۳	۲۴۵۰۶۴۷۷۲	۸۱۲۹۵۴۹۱	۳۳/۱۷
M_Concrete_۵	۴۳۱۲۰۹۲۰۷	۱۳۵۹۳۴۰۹۲	۳۱/۵۲
M_Concrete_۷	۶۰۵۲۵۸۳۸۵	۲۱۳۱۶۱۹۱۶	۳۵/۲۲

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج حاصل از جداول ۷-۵ نشان می‌دهند که نسبت هزینهٔ بازسازی به ساخت برای تمامی مدل‌های طراحی‌شده براساس ویرایش اول تا سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰ روند کاهشی داشته است. به‌طوری‌که در مدل‌های مربوطبه ویرایش اول، حداکثر هزینه و در مدل‌های مربوطبه 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 مهاربندی‌شده 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

Archive of SID

www.SID.ir

۹. تعیین نرخ بیمهٔ زلزلهٔ ساختمان

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

(۱) دورهٔ بازگشت زلزله طراحی ساختمان/(۱۰۰ × نسبت خسارت مالی) = نرخ بیمه

دورهٔ بازگشت زلزلهٔ طراحی که ساختمان مورد نظر طبق آن طرح شده است، در آیین‌نامه به‌طورمستقیم ارائه نشده است. آیین‌نامه ۲۸۰۰ عوض ارائه دورهٔ بازگشت زلزله طراحی، احتمال وقوع آن را به‌این‌صورت 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».

براساس این تعریف و بااستفاده از رابطه ۲ می‌توان دورهٔ بازگشت را محاسبه کرد (مک گایر، ۱۳۸۹):

$$P = ۱ - e^{(-\sigma t)} \qquad (۲)$$

این رابطه با فرض فرایند پواسون برای وقوع جنبش زمین به‌دست‌آمده‌است.

- P: احتمال رویداد؛
- σ: فراوانی سالیانهٔ فزونی یافتن جنبش زمین؛
- t: بازه زمانی.

با جایگذاری احتمال ۱۰٪ و بازهٔ زمانی ۵۰ سال به‌عنوان عمر مفید ساختمان در معادله فوق، دورهٔ بازگشت زلزله طراحی برابر با ۴۷۵ سال به‌دست‌می‌آید. 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 تیپ از ساختمان‌های آنالیزشده و براساس ویرایش‌های اول تا سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰ باید به ترتیب از جداول ۷-۵ محاسبه کرد.

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

Archive of SID

www.SID.ir

را به‌دست‌آورد. 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 ۱/۳ و ۱/۱۵ به‌عنوان ضریب کاهش کیفیت در فاصله سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۶۹ و ۱۳۸۴-۱۳۷۹ نسبت به دوره بعد از سال ۱۳۸۴ تاکنون و نرخ‌های به‌دست‌آمده از محاسبات به‌شرح جدول ۸ اصلاح گردیدند. به نرخ به‌دست‌آمده از رابطه (۱)، باید عوامل سربار مانند هزینه‌های اداری، کارمزد و ضریب احتیاط نیز اضافه شود.

۱۰. نتیجه‌گیری

- ساختار اقتصادی کشورهای درحال‌توسعه 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، توسعهٔ بیمهٔ زلزله توسط شرکت‌های بیمه و دولت‌ها (بیشتر به‌صورت 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 سازهٔ ساختمان، کامل‌بودن مدارک فنی ساختمان و هزینه و مدت زمانی دارد که می‌توان صرف ارزیابی کرد.

- از اساسی‌ترین نیازهای صنعت بیمهٔ 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 درنظرگرفتن شرایط بومی ایران تحلیل کرد.

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

Archive of SID

www.SID.ir

عدم‌قطعیت‌ها روبرو هستند. این عدم‌قطعیت‌ها بعضاً دارای پیچیدگی‌های خاصی در برآورد عادلانهٔ حق‌بیمه هستند که نیاز به مطالعات تیمی و چندتخصصی دارند. یکی از تخصص‌های مورد نیاز دراین‌زمینه تخصص مهندسی سازه و زلزله به همراه مباحث مربوط‌به 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 بیمهٔ زلزلهٔ ساختمان‌های مهندسی اسکلت فلزی و بتن آرمه براساس استانداردها و آیین‌نامه‌های رسمی کشور به‌صورت 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. به‌طوری‌که نرخ بیمهٔ آنها در مناطق با خطر بسیار زیاد تا ۱۹/۵ در هزار محاسبه شده است. ساختمان‌های اسکلت فلزی مهاربندی‌شده در رده دوم قرار می‌گیرند و نرخ بیمهٔ آنها تا ۱۵/۶ در هزار به‌دست‌آمده‌است. ساختمان‌های با قاب خمشی بتن آرمه با کم‌ترین نرخ بیمه دارای بهترین وضعیت‌اند. همان‌طورکه از نتایج مشخص است هرچه از عمر ساختمان گذشته باشد، نرخ بیمه آن بیشتر است. به‌طوری‌که ساختمان‌های قبل از سال ۱۳۷۹ دارای بالاترین نرخ بیمهٔ زلزله و ساختمان‌های بعد از سال ۱۳۸۴ دارای کمترین نرخ هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۸. شاخص نرخ بیمهٔ خالص ساختمان بر حسب ۱۰۰۰ام 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 مهاربندی شده	۱۳۷۹ -۱۳۶۹	۳	۱۱/۱	۹/۸	۷/۸	۶/۵
۲		۱۳۷۹ -۱۳۶۹	۵	۱۴/۳	۱۲/۴	۱۰/۴	۸/۵
۳		۱۳۷۹ -۱۳۶۹	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 خمشی	۱۳۷۹ -۱۳۶۹	۳	۱۸/۲	۱۵/۶	۱۳/۰	۱۱/۷
۱۱		۱۳۷۹ -۱۳۶۹	۵	۱۹/۵	۱۶/۹	۱۴/۳	۱۳/۰
۱۲		۱۳۷۹ -۱۳۶۹	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 خمشی	۱۳۷۹ -۱۳۶۹	۳	۱۱/۱	۹/۸	۸/۵	۷/۲
۲۰		۱۳۷۹ -۱۳۶۹	۵	۱۱/۱	۹/۸	۸/۵	۷/۲
۲۱		۱۳۷۹ -۱۳۶۹	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

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. *آیین‌نامهٔ 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 بین المللی بیمه و توسعه*.

۵. غفوری آشتیانی، م.، ۱۳۸۹، مدیریت ریسک سوانح طبیعی و بیمه در ایران. *هفدهمین همایش ملی و سومین همایش بین المللی بیمه و توسعه*.

۶. غفوری آشتیانی م. و ناصراسدی ک.، ۱۳۹۰. شاخص‌های پایه‌ای نرخ بیمه زلزله ساختمان‌های ایران، *گزارش موردی*، ش ۵۰، پژوهشکدهٔ بیمه.

۷. لالیان‌پور، ن.، دوستی، ن. و محمدزاده، آ.، ۱۳۸۹. راهکارهای توسعه بیمه در بخش ساختمان و مسکن. *هفدهمین همایش ملی و سومین همایش بین المللی بیمه و توسعه*.

۸. مک گایر، 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.

Archive of SID

www.SID.ir

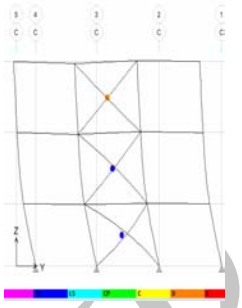
13. Bommer, J., Spence, R., Erdik, M., Tabuchi, S.h., Aydinoglu, N., Both, E., Del Re, D. and Peterken, O., 2002. Development of an earthquake loss model for Turkish catastrophe insurance. *Journal of seismology*, 6, pp.431-46.
14. Fujimi, T. and Tatano, H., 2007. An empirical analysis of individual 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 Tourrette, 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. Yücemen, 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.

Archive of SID

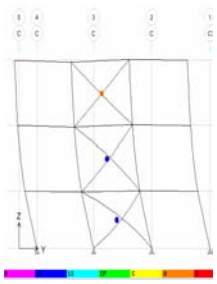
www.SID.ir

پیوست

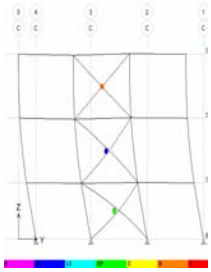
شکل۱. مکان تشکیل مفاصل در مدل‌های سه طبقه مهاربندی‌شده فولادی طراحی‌شده براساس ویرایش سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰



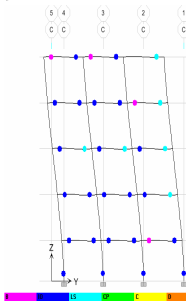
شکل۲. مکان تشکیل مفاصل در مدل‌های سه طبقه مهاربندی‌شده فولادی طراحی‌شده براساس ویرایش دوم آیین‌نامه ۲۸۰۰



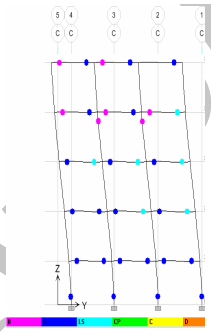
شکل۳. مکان تشکیل مفاصل در مدل‌های سه طبقه مهاربندی‌شده فولادی طراحی‌شده براساس ویرایش اول آیین‌نامه ۲۸۰۰



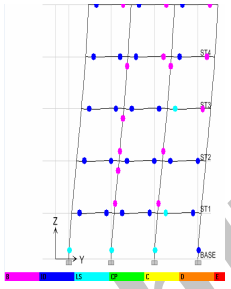
شکل۴. مکان تشکیل مفاصل در مدل‌های پنج طبقه قاب خمشی بتنی طراحی‌شده براساس ویرایش سوم آیین‌نامه ۲۸۰۰



شکل۵. مکان تشکیل مفاصل در مدل‌های پنج طبقه قاب خمشی بتنی طراحی‌شده براساس ویرایش دوم آیین‌نامه ۲۸۰۰



شکل۶. مکان تشکیل مفاصل در مدل‌های پنج طبقه قاب خمشی بتنی طراحی‌شده براساس ویرایش اول آیین‌نامه ۲۸۰۰



Archive of SID

www.SID.ir