

مدل‌های حوادث فاجعه آمیز، رویکردی جدید در مدیریت ریسک

دکتر بیژن صادق^۱

هادی احمدی^۲

ندا قاضی مرادی^۳

محیا کاوه^۴

چکیده

در طول کمتر از نیم قرن اخیر، استفاده از مدل‌سازی کامپیوتری برای تخمین هزینه‌های تلفات ناشی از فجایع طبیعی به‌عنوان استاندارد جهانی تکنولوژی ارزیابی ریسک مورد توجه قرار گرفته است. به‌عبارتی دیگر در نتیجه زیان‌های بی‌سابقه و غیرمنتظره ناشی از وقایع فجایع واقعی شرکت‌های بیمه اولیه و اتکایی را تشویق به استفاده از این مدل‌ها نمود که از مهمترین آن‌ها می‌توان به سری طوفان‌های زمستانی در سال ۱۹۹۰ در اروپا، طوفان اندرو در سال ۱۹۹۲ و زلزله نورث‌ریچ در سال ۱۹۹۲ اشاره کرد. امروزه مدل‌سازی فجایع نقش مهمی را در قیمت‌گذاری، انتخاب ریسک، فعالیت‌های بیمه‌گری، فعالیت‌های کاهش آسیب‌پذیری، تصمیم‌گیری در مورد بیمه اتکایی و مدیریت پورتنفوی شرکت‌های بیمه ایفا می‌کند. این مقاله نگاهی به تاریخچه‌ای از تکنولوژی مدل‌سازی فاجعه و نیز چگونگی استفاده از این مدل‌ها در تجزیه و تحلیل ریسک و نیز پیشرفت‌های اخیر در مدل‌سازی فاجعه پرداخته و با بحث درباره اینکه بیمه‌گران اولیه و اتکایی چگونه می‌توانند حداکثر ارزش را از این فناوری کسب نمایند به ارائه نتیجه‌گیری می‌پردازد.

واژگان کلیدی: بیمه، ریسک، حوادث فاجعه‌آمیز، مدل‌های کامپیوتری

sadegh@dana-insurance.com

hadi.ahmadi62@gmail.com

Nedaghazimoradi81@yahoo.com

mkaveh@yahoo.com

۱. پزشکی حرفه‌ای، نایب رئیس هیئت‌مدیره و مدیرعامل شرکت بیمه دانا

۲. سرپرست مدیریت دفتر مطالعات و تحقیقات بیمه‌ای

۳. کارشناس مدیریت دفتر مطالعات و تحقیقات بیمه‌ای

۴. کارشناس ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

مقدمه

فاجعه یا بلای ناگهانی به اتفاق‌های ناگواری اطلاق می‌شود که منتج به ویرانی و یا از دست رفتن انبوهی از دارایی‌ها، جان‌ها، محیط زیست و یا اقتصاد شود. به عبارت ساده تر حوادث طبیعی و یا انسانی می‌توانند مسبب ایجاد فاجعه‌ها باشند ولی به هر اتفاقی که در هر ناحیه اتفاق افتد و جان انسان‌ها را به مخاطره نیندازد، فاجعه و یا بلا گفته نمی‌شود. همچنین افزایش تراکم جمعیت و ارزش املاک در مناطقی که مستعد ابتلا به بلاهای طبیعی هستند، منجر به افزایش تلفات و خسارات ناگوار در حوادث طبیعی و انسانی می‌شود. بر اساس مطالعه بانک جهانی در مورد شرق آسیا در سال ۲۰۱۵، در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰، برای مناطق شهری با بیش از ۱۰۰،۰۰۰ نفر، تراکم جمعیت از ۵۴۰۰ تا ۵۸۰۰ در هر کیلومتر مربع افزایش یافته است. همچنین طبق مطالعات سازمان جمعیت و رشد ارزش اموال، ارزش املاک ساحلی در ایالات متحده در سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۴ چهار برابر شده است. (Clark, 2015)

بر اساس آخرین آمارهای منتشره توسط شرکت اتکایی مونیخ ری در سال ۲۰۱۶ تعداد حوادث فاجعه‌آمیز به ۷۷۲ مورد رسید و بیش از ۹۶۰۰ نفر جان خود را بر اثر این حوادث از دست دادند. که البته در مقایسه با سال ۲۰۱۵ (۲۵۰۰۰ نفر) کاهش قابل توجهی داشته است. میزان خسارت اقتصادی ناشی از حوادث فاجعه‌آمیز در این سال به ۱۸۰ میلیارد دلار رسید. صنعت بیمه ۵۰ میلیارد دلار از این خسارت‌ها یعنی ۳۰ درصد را جبران کرده است.

جدول شماره ۱- حوادث فاجعه‌آمیز جهان در سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۶ (مونیخ ری - ۲۰۱۶)^۱

خسارات بیمه شده	خسارات کلی	نرخ مرگ‌ومیر	تعداد رویدادها	قاره‌ها
۴۵۶ میلیارد دلار آمریکا	۱۸۰۰ میلیارد دلار آمریکا	۹۸۴۷۲۹	۴۰۰	
%۶۶,۷	%۳۶,۵	%۱۷,۱	%۱۶,۸	آمریکای شمالی و مرکزی
%۲	%۲,۸	%۰,۳	%۴,۲	آمریکای جنوبی
%۶,۷	%۸,۱	%۱۲,۸	%۸,۸	اروپا
۰	%۰,۸	%۰,۷	%۷,۲	آفریقا
%۱۸,۲	%۴۸,۹	%۶۹,۱	%۶۰,۸	آسیا
%۶,۴	%۲,۹	۰	%۲,۲	استرالیا-اقیانوسیه

جدول شماره ۲- حوادث فاجعه‌آمیز قاره آسیا در سال ۲۰۱۶ (مونیخ ری - ۲۰۱۶)

B	خسارات کلی	نرخ مرگ‌ومیر	تعداد رویدادها	قاره‌ها
	۶۹ میلیارد دلار آمریکا	۱۲۸۶	۱۵	
%۷۰,۴	%۴۶,۶	%۱۵,۹	%۶,۷	وقایع ژئوفیزیکی (زلزله، سونامی، فعالیت آتشفشانی)
%۸,۲	%۹	%۲۳,۵	%۴۰	رویدادهای هواشناسی (طوفان‌های گرمسیری، طوفان‌های محلی و ...)
%۸,۷	%۳۷,۶	%۶۰,۶	%۳۳,۳	رویدادهای هیدرولوژیکی (سیل، جنبش توده)
%۱۲,۷	%۶,۸	۰	%۲۰	حوادث اقلیمی (دمای شدید - خشکسالی - آتش‌سوزی جنگل)

1 <http://natcatservice.munichre.com/>

امروزه در کشور ما نیز با توجه به گستردگی و شدت آسیب پذیری در برابر حوادث طبیعی، نیاز است تدابیر ویژه ای برای رویارویی کارآمد با چنین حوادثی اندیشیده شود. از ۴۳ نوع بلایای طبیعی در جهان، ۳۳ نوع آن در ایران رخ می دهد. بدین ترتیب ایران جزء ۱۰ کشور بلاخیز جهان محسوب می شود و به لحاظ خطرپذیری حوادث طبیعی در معرض خطراتی از قبیل زلزله، سیل، طوفان، رانش زمین و خسارت های ناشی از سنگینی برف قرار دارد. در همین راستا سالانه به دلیل نبود ساز و کار بیمه ای برای مقابله با این خطرات، دولت مجبور است از طریق بودجه، در قالب اعتبارات ماده ۱۰ قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت، بخشی از این خسارت ها را از طریق وزارت کشور و سازمان مدیریت بحران جبران کند. ایجاد و راه اندازی سازوکارهای بیمه ای، ضمن سامان دهی و بهینه سازی اقدامات دولت در جبران خسارت های اینگونه حوادث می تواند در تأمین مالی و برنامه ریزی برای کاهش زیان های ناشی از آنها نقش بسیار مؤثری داشته باشد.

البته یکی از محصولات صنعت بیمه برای پوشش ریسک های مربوط به حوادث غیرمترقبه بیمه خطرات بلایای طبیعی شامل سیل، زلزله، طوفان و رعد و برق در قالب بیمه نامه های آتش سوزی است. که نسبت تعداد بیمه نامه های آتش سوزی صادره به تعداد واحدهای مسکونی زیر ۱۰ درصد است. به عبارت دیگر ۹۰ درصد واحدهای مسکونی در ایران فاقد پوشش بیمه ای در برابر بلایای طبیعی هستند. یکی دیگر از محصولات بیمه ای که حوادث طبیعی را نیز پوشش می دهد، بیمه مهندسی است که در این رشته دو نوع بیمه نامه دوره عملیات ساخت و دوره بهره برداری عرضه می شود. با این وجود نقش ریسک حوادث طبیعی در آن بسیار کم است. پوشش بیمه عیوب اساسی و پنهان ساختمان با هدف بهبود کیفیت ساخت و رعایت استانداردهای نظام تضمین کیفیت ساختمان نیز یکی دیگر از پوشش های بیمه ای مرتبط با حوادث طبیعی است. با این حال به دلیل نادر بودن نسبی حوادث فاجعه آمیز و کمبود داده های خسارت و در نتیجه غیرممکن بودن تخمین خسارات احتمالی بالقوه آتی با استفاده از تکنیک های استاندارد آماری، پوشش بیمه ای ریسک های فاجعه آمیز در کشور ما با مشکلات متعددی روبروست. لذا اتخاذ رویکردی جامع جهت شناسایی، ارزیابی، انتقال و کاهش ریسک برای حوادث فاجعه بار ضروری است.

تکنولوژی مدل سازی فاجعه و استفاده از شبیه سازی های کامپیوتری فزاینده در حال حاضر و در طی چند دهه اخیر تقریباً توسط تمامی بیمه گران اولیه و اتکایی در سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفته است. در واقع با به کارگیری دانش مدیریت ریسک، سیستم های پیش هشدار و الگوهای پیش بینی آب و هوایی و ... تعداد کسانی که بر اثر حوادث طبیعی آسیب دیده اند از ۴,۴ درصد به ۲,۶ درصد کاهش یافته است. (Clark, 2015) مدل سازی فاجعه در صنعت بیمه جهت ارزیابی و برآورد کمی خطرات ناشی از حوادث فاجعه بار و در نتیجه بهبود تصمیمات مرتبط با مدیریت ریسک مورد استفاده قرار می گیرد. (Kumar, 2009)

بنابراین این وظیفه بیمه گران صنعت بیمه کشور است تا از طریق همکاری با جوامع علمی، دانشگاهی، و انجمن ها و سازمان های مدل سازی بین المللی، درک درستی از عدم قطعیت های مربوط به تغییرات اقلیمی و محیط طبیعی کسب نموده و چگونگی اندازه گیری و کمی سازی این تغییرات را جهت ارائه پوشش های بیمه ای با کیفیت فراگیرند.

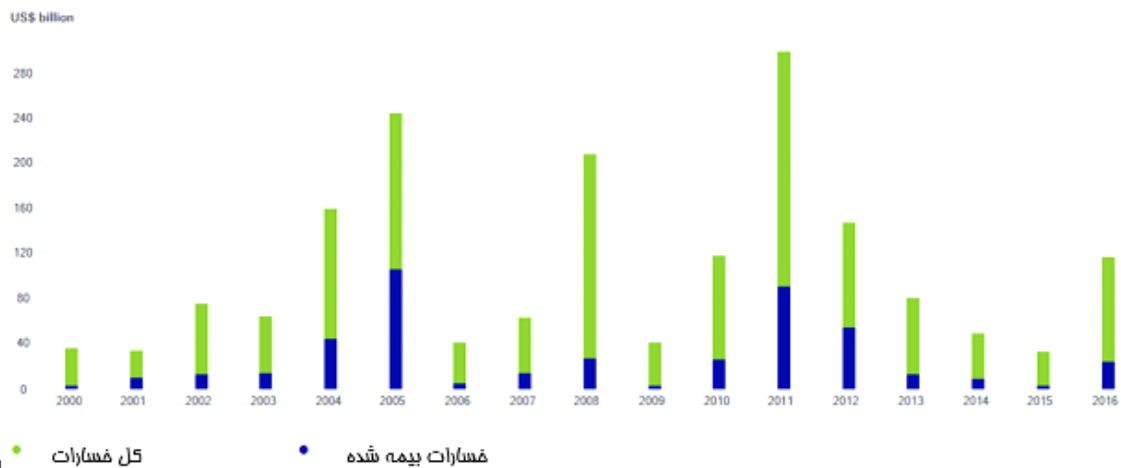
تاریخچه تکنولوژی مدل سازی فاجعه

شرکت های بیمه به راحتی قادر به مدیریت تلفات بالقوه مرتبط با خسارت های آتش سوزی و حوادث اتومبیل هستند. در واقع داده های زیادی در ارتباط با چنین ضرر و زیان هایی وجود دارد که اکچوئرها را قادر می سازد تا با درجه بالایی از اطمینان به پیش بینی خسارت آتی بپردازند. با این حال، نادر بودن نسبی حوادث فاجعه آمیز و کمبود داده های

خسارت، باعث می‌شود که تخمین خسارات احتمالی بالقوه آتی با استفاده از تکنیک‌های استاندارد آماری و اکچوئری تقریباً غیرممکن باشد. قبل از ظهور مدل‌سازی فاجعه، بیمه‌گران مجبور به استفاده از محاسبات تخمینی جهت محاسبه PML^۱ بودند و یا اینکه حدس و گمان‌ها درباره اینکه چه میزان خسارات ممکن است از چند سناریوی جبرگرایبی ذهنی حاصل شود، راهگشای آنان بود. (Kunreuther, 2005)، با توجه به ارقام منتشرشده در AIRAC^۲، در سال‌های قبل از طوفان اندرو (۱۹۹۲)، خرد حاکم در صنعت بیمه حاکی از این بود که بالاترین خسارات بیمه‌شده از یک طوفان می‌تواند ۷ حداکثر میلیارد دلار باشد این به رغم این واقعیت است که در سال ۱۹۸۷، تحقیقات بیمه کاربردی (AIR)^۳ برای اولین بار یک مدل فاجعه کاملاً احتمالی را به صنعت بیمه معرفی کرد که توانایی تخمین خسارات را به شیوه‌هایی معتبر و علمی از هزاران سناریوی بالقوه - که بیانگر توزیع احتمالی کامل خسارات بود - داشت. این برآورد احتمالاتی به وضوح نشان داد که این صنعت می‌تواند خسارات ناشی از طوفان‌های ۲۰ تا ۳۰ میلیارد دلاری را با احتمال قابل توجهی تجربه کند. (Toumi, 2014)

در نتیجه خسارات طوفان اندرو، مدل‌سازی فاجعه آغاز و با وجود این‌که تکنولوژی مدل‌سازی فاجعه برای شرکت‌ها قبل از طوفان اندرو نیز در دسترس بود، این رویداد شرکت‌ها را متقاعد به استفاده از آن نمود. از زمان طوفان اندرو، خسارات اقتصادی ناشی از بلایای طبیعی همچنان رو به افزایش گذاشت به طوری که منجر به این گردید که تقاضا برای ابزارهای ارزیابی ریسک مؤثر و قابل اعتماد افزایش یابد. (Grossi, 2005)

نمودار زیر تلفات فاجعه در سراسر جهان در طول دو دهه گذشته را نشان می‌دهد. هنگام مشاهده این نمودار، توجه به این نکته دارای اهمیت است که افزایش قابل توجه ارقام خسارت در چند سال گذشته، به دلیل روند صعودی در فراوانی و یا شدت رویدادهای خطر طبیعی نیست، بلکه به دلیل افزایش تمرکز جمعیت و ارزش اموال در مناطق پرخطر است.



نمودار (۱) - خسارات بیمه‌شده ناشی از فجایع طبیعی جهانی ۲۰۰۰-۲۰۱۶ - (مونیک ری ۲۰۱۶)^۴

با افزایش هر ساله خسارات، بیمه‌گران اولیه و اتکایی به شدت از نیاز به ارزیابی دقیق خطرات فاجعه خود آگاه شده‌اند. در نتیجه، تکنولوژی مدل‌سازی فاجعه در حال حاضر توسط تقریباً تمامی بیمه‌گران اولیه و اتکایی در سراسر جهان استفاده

1. Probable Maximum Loss (PML)
 2. The All-Industry Research Advisory Council (AIRAC)
 3. Applied Insurance Research (AIR)
 4. <http://Natcatservice.Munichre.com/>

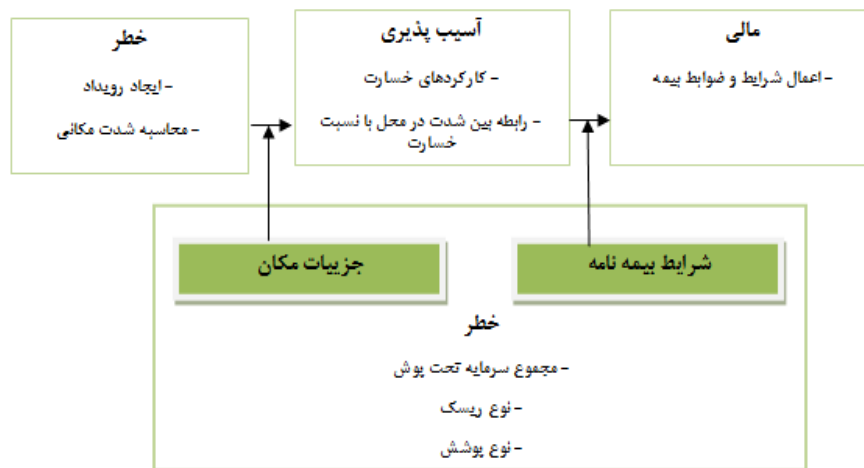
می‌شود. همراه با AIR، دو شرکت دیگر مدل‌سازی فاجعه شناخته‌شده در سطح جهان، راه‌حل‌های مدیریت ریسک (RMS)^۱ و EQECAT در خدمت بازار جهانی برای محصولات و خدمات مدیریت ریسک فجايع می‌باشند.

چگونگی کارکرد مدل‌های فاجعه

با استفاده از ترکیب نمایه‌های ریاضی الگوهای طبیعی رویدادها و ویژگی‌های طوفان‌ها، گردبادها، طوفان‌های شدید زمستانی، زمین لرزه‌ها و سایر فجايع به همراه اطلاعات مربوط به ارزش املاک و انواع ساختمان‌ها، این مدل‌های شبیه‌سازی، به ارائه اطلاعاتی در مورد احتمال وقوع زیان‌های بزرگ می‌پردازند. به این ترتیب، هدف از مدل‌سازی فاجعه، پیش‌بینی احتمال و شدت فجايع احتمالی آینده است تا شرکت‌ها بتوانند به‌طور مناسب برای مقابله با تأثیرات مالی آنها آماده باشند. (Toumi, 2014)

با توجه به محدودیت‌های داده‌های تاریخی، مدل‌سازان فاجعه روش‌های جایگزین را بر اساس تکنیک‌های شبیه‌سازی تصادفی پیچیده توسعه داده‌اند که در واقع به جهت ایجاد طیف کاملی از تجربه خسارات ناشی از فجايع طبیعی و جمع خسارات کل سالانه آنان طراحی شده‌اند. مدل‌های حاصل در واقع برنامه‌های کامپیوتری هستند که به ارائه پدیده‌های فیزیکی وقایع فاجعه‌بار به شکل ریاضی می‌پردازند. اطلاعات تولید شده توسط مدل‌های فاجعه (به‌عنوان مثال برآورد خسارات بالقوه) می‌تواند برای اهداف مختلف مدیریت ریسک، مانند موارد زیر بکارگرفته شود:

۱. تعیین سطوح مناسب پوشش‌های بیمه‌ای و بیمه‌های اتکایی؛
 ۲. اطلاع‌رسانی تصمیمات مرتبط با بیمه‌گری؛
 ۳. قیمت‌گذاری قراردادهای بیمه و بیمه اتکایی؛
 ۴. مدیریت و بهینه‌سازی پورتهوی؛
 ۵. ارائه اطلاعات به سازمان‌های رتبه بندی؛
 ۶. طراحی عوامل و محرک‌ها جهت مکانیزم‌های انتقال خطر جایگزین. (Michel-Kerjan, 2012)
- مؤلفه‌های اصلی مدل تجزیه و تحلیل ریسک فاجعه در زیر نشان داده شده است.



نمودار (۲) - اجزای مدل فاجعه (Dlugolecki et al., 2009)

ایجاد رویداد

مکان احتمالی رویداد، بزرگی و شدت احتمالی، و نیز فراوانی احتمالی رویداد از موضوعات مورد توجه در جزء اول مدل است. بیشتر مدل‌سازان فاجعه، کارکنان داخلی خود را از دانشمندان، متشکل از دانشمندان هواشناسی، زلزله‌شناسی و ژئوفیزیک، که دانش خود را از فیزیک زیربنایی خطرات طبیعی با اطلاعات تاریخی رویدادهای گذشته ترکیب می‌کنند، استخدام می‌کنند. در واقع در این مرحله به این سوال پاسخ داده می‌شود که در صورت وقوع مجدد یک رویداد مشخص تاریخی، با چه میزان خسارت روبرو خواهیم شد.

به هر روی آنچه که در این مرحله انجام می‌شود عبارت است از: تولید انواع سناریوهای ممکن و در عین حال واقع‌بینانه. علاوه بر این، به دلیل تولید این رویدادها با استفاده از رایانه‌های با سرعت بالا، هزاران رویداد بالقوه را می‌توان با توجه به احتمال نسبی آنها شبیه‌سازی کرد. در حقیقت تجزیه و تحلیل‌های علمی دقیقی بر روی داده‌های تاریخی و ژئوفیزیکی برای توسعه پیش‌بینی‌های احتمالی انجام می‌شود. از طریق این نمونه بزرگ یا فهرستی از رویدادهای شبیه‌سازی شده، مؤلفه تولید رویداد، به تعیین فراوانی، اندازه و سایر ویژگی‌های اولیه وقایع بالقوه فاجعه‌آمیز بر اساس موقعیت جغرافیایی می‌پردازد. (Toumi, 2014)

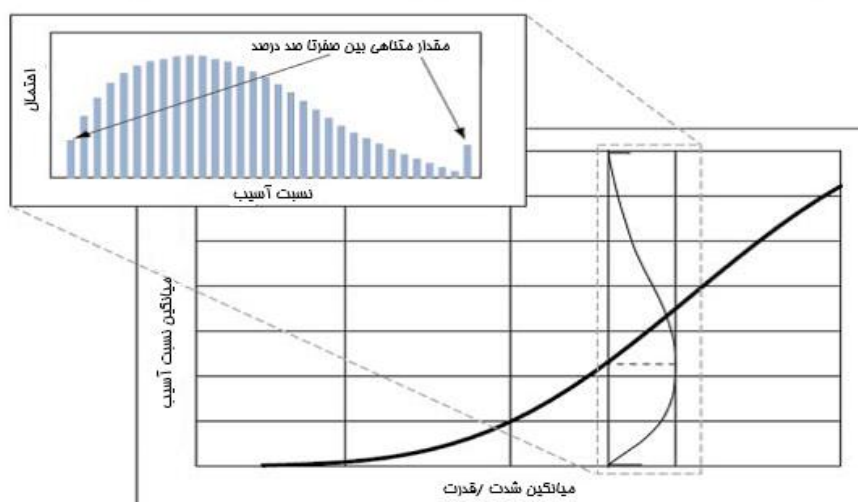
محاسبه شدت مکانی

به محض اینکه مدل، یک رویداد آتی بالقوه را ایجاد کرد، آن رویداد را در سراسر منطقه آسیب دیده منتشر می‌کند. برای هر مکان در منطقه آسیب‌دیده، شدت مکانی (به‌عنوان مثال، سرعت باد، حرکت زمین) تخمین زده می‌شود. در این جزء نیز همچون مؤلفه ایجاد رویداد، داده‌های علمی و ژئوفیزیک و الگوریتم‌های دقیق برای مدل‌سازی اثرات محلی هر رویداد شبیه‌سازی شده مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌عنوان مثال، مدل‌های windstorm با استفاده از داده‌های دیجیتال پوشش زمین با وضوح بالا به محاسبه اثرات اصطکاک سطحی می‌پردازند. برآوردهای زبری سطح زمین، به‌طور جزئی، رفتار سرعت باد در سطح زمین را تعیین می‌کنند. مدل‌های زلزله از داده‌های جزئی و کامل خاک که حاوی اطلاعاتی در مورد خواص مادی خاک است و از طریق آن امواج لرزه‌ای عبور می‌کنند استفاده می‌کنند. اینها، به نوبه خود، درجه تقویت خاک و پتانسیل روان شدن در مکان‌های خاصی که تحت تأثیر این رویداد است را تعیین می‌کنند. (Toumi, 2014)

تخمین آسیب

شدت‌های مکانی هر رویداد شبیه‌سازی شده، بر روی یک پایگاه داده از خواص و ویژگی‌های در معرض، اضافه شده و سپس مؤلفه برآورد خسارت، آسیب مالی منتهی به آن را محاسبه می‌کند. شدت ممکن است برحسب سرعت باد، انرژی تأثیر تگرگ، جابجایی طیفی ساختمان‌های در معرض لرزش و تکان زمین، تعداد و شدت آتش‌سوزی‌های حاصل از زلزله، عمق آب‌های ناشی از سیل و غیره تعریف شود. روابط ریاضی، به نام توابع آسیب‌شناسی، رابطه بین شدت رویداد را توصیف می‌کنند که با مکان و ساختمان‌ها و محتویات در معرض آنها تغییر می‌کنند. طراحان مدل‌های فاجعه همچنین مهندسان مجربی را استخدام می‌کنند که توابع خسارت را برای بسیاری از انواع ساخت و سازهای مختلف و اشغال ساختمان‌ها، محتویات و خسارت عنصر زمان توسعه می‌دهند.

توابع آسیب نه تنها برآورد میانگین یا نسبت آسیب مورد انتظار مربوط به هر سطح شدت را تعیین می‌کنند، بلکه توزیع احتمالی کاملی را در حدود و اطراف میانگین ارائه می‌دهند. از آنجایی که ساختارهای مختلف، درجات متفاوتی از آسیب را برای سطح مشخصی از شدت تجربه می‌کنند، لذا این توابع می‌بایست این تغییرات و گوناگونی‌ها را به دست آورند. (Grossi et al 2005)



نمودار (۳) - نمونه‌ای از یک تابع آسیب

محاسبه خسارات بیمه‌شده

در این جزء آخر از مدل فجایع طبیعی، خسارات بیمه‌شده از طریق اعمال کردن شرایط یک بیمه‌نامه خاص به تخمین‌های کلی آسیب، محاسبه می‌شود. شرایط بیمه‌نامه ممکن است شامل کسر مجاز توسط پوشش (فرانشیز)، محدودیت‌های پوشش، بیمه مشترک^۱، نقاط پیوند و محدودیت‌های بیمه‌نامه‌های تک و یا چند مکانی، و شرایط بیمه اتکایی مرتبط با بیمه‌نامه‌ها باشد. مدل‌سازی صریح و شفاف عدم قطعیت، هم در محاسبات شدت و هم محاسبات آسیب، امکان محاسبه احتمالی مفصل و جزء به جزء اثرات شرایط بیمه‌نامه را فراهم می‌کند. (Grossi et al 2005)

اعتبارسنجی مدل

دانشمندان و مهندسانی که به طراحی این مدل‌ها می‌پردازند در هر مرحله از توسعه، با مقایسه نتایج مدل با داده‌های واقعی ناشی از وقایع تاریخی، به اعتباردهی این مدل‌ها می‌پردازند. مشخصه‌های رویداد شبیه‌سازی شده، الگوهای موجود در داده‌های تاریخی را برابر و موازی کرده و برآوردهای خسارات ناشی از آن، باید به داده‌های خسارات واقعی ارائه شده توسط بیمه‌گران نزدیک باشد.

ساخت این مدل‌ها به تخصص بسیاری از رشته‌های علمی مانند لرزه‌نگاری، هواشناسی، مهندسی عمران، آمار و تجزیه و تحلیل آماری متکی است. بنابراین تخصص مورد نیاز برای ساختن این مدل‌ها وسیع‌تر از دامنه آماری سنتی است. (Born, 2006) علاوه بر تجزیه و تحلیل دقیق داده‌های واقعی خسارت، مدل‌های مذکور از طریق استفاده از داده‌های گسترده تحقیقاتی پس از فاجعه نیز کالیبره و اعتباردهی می‌شوند. همچنین این مدل‌ها تحت بررسی دقیق و فشرده داخلی و خارجی قرار می‌گیرند. به‌عنوان بخشی از روند بررسی، مدل‌ها و فرضیه‌های اساسی آنها توسط کارشناسان استخدام شده از سوی آژانس‌های رتبه‌بندی مورد بررسی دقیق قرار گرفته، تحلیل حساسیت‌های جزئی اجزای اصلی مدل‌ها انجام و برای هر یک از مدل‌ها، تست استرس نیز انجام می‌شود. (Born, 2016)

پیشرفت‌های اخیر در تکنولوژی مدل‌سازی فجایع

امروزه یکی از وظائف مهم دانشمندان و مهندسان توسعه مدل‌های فاجعه‌آمیز این است که تحقیقات اصلی خود را بر اساس آخرین منابع علمی و ارزیابی یافته‌های تحقیق‌های مرتبط همگام سازند. به عبارت دیگر، برای دستیابی به تخمین‌های قابل اطمینان خسارات، نتایج تحقیقات و دانش علمی فعلی در علوم زیست محیطی، هواشناسی، زلزله شناسی و مهندسی باد و زلزله برای استفاده در فناوری‌های جدید مدل‌های فاجعه‌آمیز باید به‌طور مداوم به روز رسانی شود.

تا همین اواخر، به روزرسانی مدل‌ها با استفاده از داده‌های جدید و با تنظیم مناسب پارامترها در فرمول‌ها و یا توابع بهینه‌سازی صورت می‌گرفت، مانند استفاده از توابع آسیب پس از رویدادهای واقعی. در گذشته تمام مدل‌های تولید شده توسط شرکت‌های مدل‌سازی در ساختار و طراحی کاملاً مشابه بودند و از داده‌های تاریخی مشابه برای توسعه مدل استفاده می‌کردند. دلیل نزدیکی این شباهت این بود که نسل اول مدل‌های فاجعه، مدل‌های آماری منحصرأ تاریخی مبتنی بر داده‌ها بودند، در نتیجه با مشخص کردن مجموع‌های محدود از پارامترها یا متغیرها، رویدادهای واقعی به مدلی ساده تبدیل می‌شدند. به عبارت ساده تر، توزیع‌های احتمالی برای داده‌های تاریخی استفاده شده در پارامترهای رویداد، محاسبه و برای تولید حوادث یا لقوه آتی استفاده می‌شدند. علاوه بر این، توابع آسیب مدل به‌طور دقیق تنظیم شده و با داده‌های خسارت واقعی ناشی از حوادث اخیر کالیبره و اندازه‌گیری می‌شوند. (McSharry, 2014)

در سال ۲۰۰۰، تکنولوژی مدل‌سازی توسط شرکت‌های مختلف، به شیوه‌های بسیار اساسی تبدیل شد. در تلاش برای کاهش عدم اطمینان موجود در اجزای مدل‌های مختلف، یک تکنولوژی مدل‌سازی مبتنی بر قوانین فیزیک معرفی شد. این تکنولوژی جدید با اجزای بسیار واقع‌گرایانه‌ای که فیزیک واقعی وقایع و همچنین خسارات وابسته به آنها را توصیف می‌کند جایگزین برخی از اجزای ساده شده مدل‌های پیشین که بر اساس برداشت‌های محدود داده‌های تاریخی بودند، شدند. به عبارت دیگر، در استفاده از تکنولوژی جدید، حوادث با استفاده از قوانین فیزیکی طبیعت و معادلاتی که آنها را تجسم می‌کنند، شبیه‌سازی می‌شوند. این مدل‌ها می‌توانند واقعیت بسیار بیشتری از تکامل حوادث را در مقایسه با روش‌های

سنتی که رویدادهای در فضای دو بعدی را با استفاده از مجموعه‌ای از پارامترهای نسبتاً کوچک شبیه‌سازی می‌کردند، در فضای سه بعدی نشان دهند.

این بدان معنی است که امروزه تفاوت‌های بسیار زیادی بین مدل‌ها وجود دارد که باید توسط کاربران آنها درک و ارزیابی شود. مزیت استفاده از یک مدل فاجعه بر اساس تکنولوژی جدید، قطعاً کاهش عدم قطعیت در مدل و در نتیجه افزایش قطعیت در تخمین خسارات است. این کاهش در عدم قطعیت قبلاً توسط گروه‌های مختلف خارجی مانند آژانس‌های رتبه بندی اوراق بهادار به رسمیت شناخته شده است.

علی‌رغم کاهش در عدم قطعیت، مدل‌سازی فاجعه بصورت یک مدل فیزیکی کامل از یک خطر طبیعی توسعه داده نمی‌شود چرا که چنین مدل‌هایی بسیار پیچیده و به‌طور معمول نیاز به صدها سال زمان برای توسعه و همچنین ایجاد یک زیرساخت پشتیبانی بسیار تخصصی دارند. در نتیجه یک مدل‌ساز می‌تواند یک مدل فیزیکی را توسط محققان و دانشمندان علمی توسعه داده و آن را با نیازهای کاربران صنعت بیمه سازگار نماید. به‌عنوان نمونه، فناوری پیش‌بینی آب و هوا، تصویر خوبی از این دیدگاه است. (Pol, 2003)

پیش‌بینی عددی آب و هوا

فناوری پیش‌بینی عددی آب و هوا (NWP)¹ با کمک حل معادلات پویا و منعطف حاکم بر سیستم‌های فیزیکی زمین، توسط دانشمندان جو زمین برای ارائه پیش‌بینی‌های آب و هوایی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت مورد استفاده قرار می‌گیرد. به بیانی ساده‌تر NWP به‌عنوان نقطه تمرکز ده‌ها سال تحقیق متمرکز و مشتاقانه جامعه علمی جهانی که میلیاردها دلار در توسعه آن سرمایه‌گذاری شده است امروزه به‌عنوان یکی از فناوری پیشرفته هواشناسی توسط تمام سازمان‌های پیشرفته هواشناسی در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حال حاضر، بیمه‌گران می‌توانند به‌طور مستقیم از این فناوری بسیار پیشرفته بهره‌مند شوند.

حوادث اخیر نشان می‌دهد که طوفان‌های زمستانی اروپا می‌تواند موجب وارد آمدن خسارت قابل توجهی به اموال شود که بیشتر آنها توسط شرکت‌های بیمه پرداخت می‌شود. این سیستم‌های طوفان زمستانی به‌طور معمول شامل مناطق متعدد پرفشار و کم فشار است که مکان‌های آن می‌توانند به سرعت و به‌طور مرتب تغییر کنند. با تکامل طوفان، تعامل این سطوح فشار پایین و بالا، منجر به ایجاد تغییرات در میدان مغناطیسی افقی شده که به نوبه خود منجر به ایجاد یک میدان بادی پیچیده و پویا می‌شود. تفاوت‌های کوچک در شرایط اولیه که باعث ایجاد چنین طوفانی می‌شود، می‌تواند منجر به تفاوت‌های زیادی در تکامل طوفان شود. با توجه به ماهیت پیچیده و دینامیکی آن‌ها، این طوفان‌ها برای مدل‌ها فاجعه بسیار چالش برانگیز هستند.

با استفاده از تکنولوژی NWP و از طریق جمع‌آوری مجموعه داده‌هایی مشتمل بر فیلدهای فشار اولیه مربوط به طوفان‌های گذشته، مجموعه بزرگی از طوفان‌های بالقوه آتی ایجاد می‌شود و سپس آن‌ها را به‌طور موقت و فضایی برآشفته نموده و در طی زمان از طریق استفاده از مجموعه‌ای از معادلات دیفرانسیل جزئی حاکم بر جریان سیال رو به جلو حرکت می‌دهند. مجموعه رویدادهای حاصل به‌طور جدی تست می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که نمایش مناسبی از کل طیف تجربه بالقوه طوفان را فراهم می‌کند- نه تنها رویدادهایی با احتمال متوسط، بلکه رویدادهای شدید با احتمال پایین که در واقع دم نمودار توزیع خسارات را می‌سازند را در بر می‌گیرد.

1. Numerical Weather Prediction) www.metu.govt.uk/research/nwp/index.html.(

فرایندها و رویدادهای شبیه‌سازی شده‌ای که از طریق مدل‌های فاجعه ایجاد می‌شوند، از مقادیر محدودی از داده‌های تاریخی استفاده می‌کنند. این مدل‌ها، از تعداد محدودی از متغیرها برای تعریف یا مشخص کردن خطرات فاجعه استفاده کرده و داده‌های علمی موجود در رابطه با این متغیرها جمع‌آوری، تمیز و مورد تایید قرار می‌گیرند. ابتدا توزیع احتمالات برای هر متغیر ایجاد و سپس توسعه و در نهایت این توزیع‌ها برای تولید ویژگی‌های رویدادهای بالقوه آتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

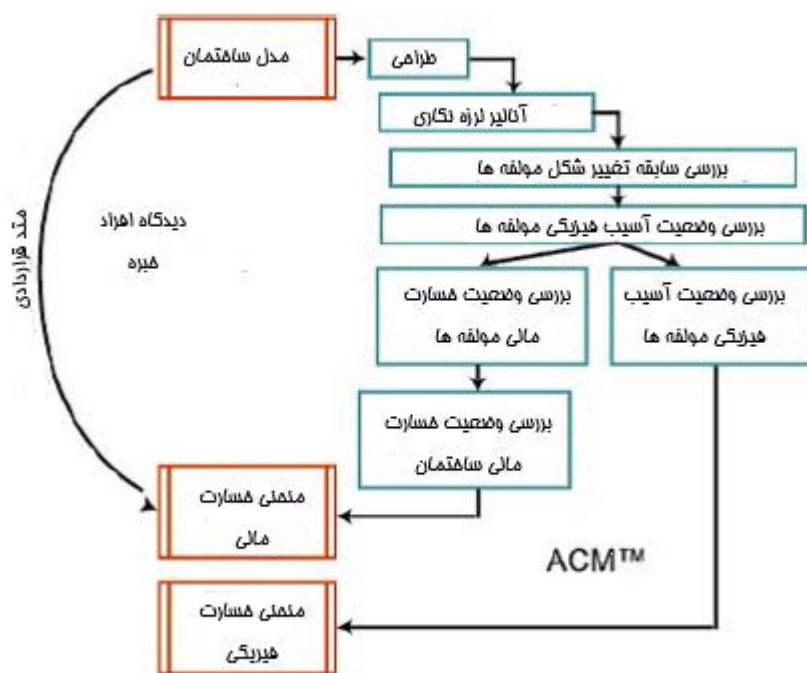
چنین مدل‌های پارامتریکی برای بسیاری از خطرات بسیار مؤثر عمل می‌کنند. با وجود آنکه این مدل‌ها ساختار نسبتاً ساده و متقارن طوفان را مشخص می‌کنند ولی با این حال، آن‌ها قادر نیستند به‌طور واقع‌گرایانه‌ای میدان‌های شیب‌دار پیچیده طوفان‌هایی در اوج متوسط مانند طوفان‌های زمستانی که باعث تلفات زیادی در اروپا می‌شوند را مدل‌سازی کنند. با توجه به مطالعات اخیر NWP و تکنیک‌های مدل‌سازی دینامیکی آب و هوا که در آن معادلات دیفرانسیل مبتنی بر قوانین فیزیکی عمومی جایگزین بسیاری از پارامترهای آماری شده‌اند، برای تطابق با پیچیدگی این نوع حوادث فاجعه‌بار بسیار مناسب‌تر می‌باشند. (Dlugolecki, 2009)

روش مؤلفه پیشرفته^۱

به‌طور سنتی، مدل‌سازان فاجعه میزان تخریب ساختمان‌ها را با توجه به شدت زمین‌لرزه‌ها بر اساس برخی از اندازه‌گیری‌های شدت زمین لرزه متناسب با فاصله از مرکز وقوع زلزله مانند MMI یا بر روی یک پارامتر از حرکت زمین، مانند شتاب زمین زمین (PGA)^۲ تخمین زده‌اند. اما اثرات پارامتر حرکت زمین بر ویژگی‌های ساختاری یک ساختمان نمی‌تواند تنها به‌عنوان شاخص شدت در نظر گرفته شود. به‌عنوان مثال، PGA به‌طور ضمنی فرض می‌کند که برای تمام ساختمان‌ها، بالای ساختمان دقیقاً به صورت یکنواخت با پایین حرکت می‌کند، یعنی همانند حرکت زمین. با توجه به اینکه این ویژگی ممکن است تقریبی معقول برای ساختمان‌های محکم و با ارتفاع کم باشد، ولی یک تصویر گمراه‌کننده در مورد نحوه ساخت انواع ساختمان‌های مختلف و حرکت و تغییر شکل آنها در پاسخ به حرکت زمین ایجاد می‌کند. به عبارت دیگر، دانستن اینکه چگونه زمین در طول زلزله حرکت می‌کند، تنها یک تصویر جزئی از نحوه حرکت ساختمان (و تغییر شکل) در پاسخ به حرکت زمین است. بیشتر مدل‌های زلزله‌قادر به پیش‌بینی تنوع وسیعی از خسارت‌های مختلف وارد آمده پس از زمین لرزه واقعی نیستند. روش ACM در شکل زیر خلاصه شده است. انواع ساختمان‌های معمول هر منطقه مدل‌شده شناسایی می‌شوند و پیکربندی و خصوصیات عمومی آنها تعریف می‌شود. شرکت‌های طراحی محلی برای اطمینان از انطباق با شیوه‌های ساخت و ساز محلی و منطقه‌ای، ابعاد فیزیکی و خواص مواد و قدرت عملکرد آن‌ها را در برابر زلزله بررسی می‌کنند. تنوع در هر یک از این ویژگی‌ها و سایر ویژگی‌ها به‌طور صریح مدل‌سازی می‌شود.

تجزیه و تحلیل لرزه‌نگاری غیرخطی بر روی هر ساختمان مجازی انجام می‌شود. بدین معنی که با استفاده از یک نرم‌افزار کاربردی شناخته‌شده مهندسی نرم‌افزار، مدل‌های کامپیوتری ساختمان‌های سه بعدی، به مقدار بار افزایشی جانبی تا زمانی که ساختمان سقوط می‌کند، تحت افزایش قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، در هرافزایش، تیرها و ستون‌هایی که با شکست مواجه می‌شوند، بار بر روی ستون‌هایی که باقی می‌مانند، توزیع می‌شود.

1. The Advanced Component Method™
2. Peak Ground Acceleration (PGA)



1

نمودار (۴) - ACM در مقابل نظر خبرگان (Kishi,2000)

ACM نسبت خسارت به اجزای جزئی هر نوع ساختمان را محاسبه می‌کند. به بیان دیگر با کمک سیستم وزن‌دهی، اهمیت هر یک از اجزای سازنده ساختمان به نسبت خسارت کلی ساختمان و اینکه این جز در آن قرار دارد مشخص می‌شود. هنگامی که نسبت خسارت برای هر نوع جزء تخمین زده می‌شود، برای رسیدن به میزان خسارت کلی از ترکیب آنها استفاده می‌شود.

برای انتقال آسیب فیزیکی به آسیب‌های مالی، ACM یک مدل کارآمد هزینه را به کار می‌گیرد. بدین صورت که تخمین هزینه تعمیر برای هر مؤلفه آسیب‌دیده با توجه به وضعیت آسیب فیزیکی آن تعیین می‌شود. در نهایت، هزینه‌های تعمیر هر یک از اجزا برای برآورد خسارت مالی کلی ساختمان به‌طور کامل ترکیب می‌شوند و داده‌های واقعی نیز در مورد هزینه‌های تعمیر و تعویض گنجانده شده است. بنابراین اطمینان حاصل می‌شود که مدل می‌تواند هر ساله با استفاده از آخرین اطلاعات هزینه به روز رسانی شود. ACM یک روش مبتنی بر قوانین فیزیک جهت تخمین آسیب زلزله است و تلاش می‌کند تا پویایی ساختمان‌ها را بدست بیاورد. و بسیار واقع‌گرایانه تر از رویه‌های سنتی، در مورد پیچیدگی رویدادها کسب اطلاع می‌نماید. (Kishi,2000)

کسب حداکثر ارزش از مدل‌سازی فاجعه

انواع مدل‌های شبیه‌سازی، انواع مختلفی از خروجی‌ها را فراهم می‌کنند که می‌توانند در برنامه‌های متعددی استفاده شوند. توزیع احتمالی خسارات و مکمل‌های آنها - منحنی EP¹ - برای سطوح بالقوه خسارات کلی سالانه و خسارت‌های احتمالی که ممکن است یک شرکت در پورتفوی سالانه خود با آنها مواجه شود مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل‌های فاجعه مدل‌های بسیار انعطاف‌پذیری هستند که بوسیله آن‌ها می‌توان اطلاعات را تا سطح مورد نظر به لحاظ جغرافیایی تفکیک کرد. (مکان یا سایت، خط یا زمینه کسب‌وکار، و در خط کسب‌وکار، طبقه یا کلاس ساخت و ساز، پوشش، و غیره)

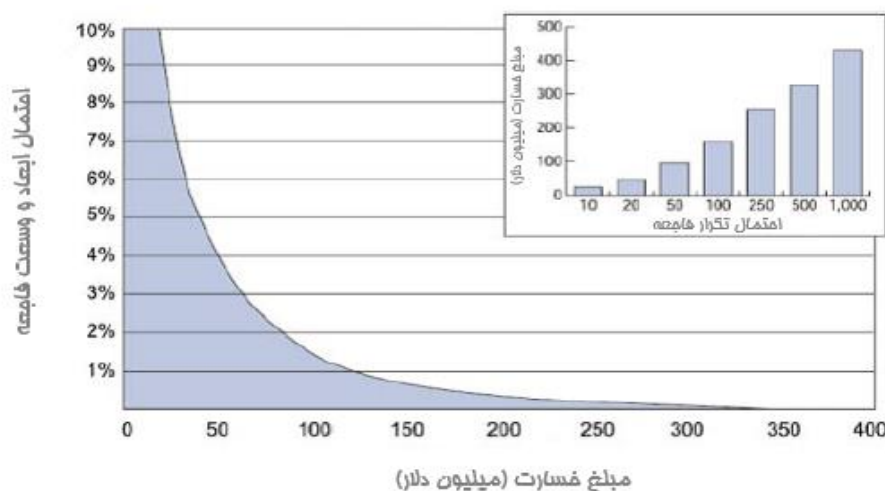
1. Exceedance Probability curve (EP)

همچنین نتایج ارزیابی ریسک فاجعه، جزئیات لازم برای تعیین خطرات، مناطق، خط مشی های تجاری، اشکال و رویه های سیاست گذاری و غیره را که منجر به خسارات بالقوه احتمالی یک شرکت می شود را فراهم می کند. (از جمله نمودار حداکثر خسارات احتمالی (PML)^۱)

همان گونه که در شکل شماره ۵ مشاهده می شود احتمال درجه های مختلف خسارت رو به افزایش است، به عبارت ساده تر اگر به عنوان مثال طوفان سهمگینی که هر ۱۰۰۰۰ سال یکبار اتفاق می افتد را شبیه سازی کنیم، بیشترین تلفات و خسارات ناشی از آن تنها احتمالی برابر با ۰,۰۱ خواهد داشت. این به این دلیل است که یک رویداد با زیان بزرگتر یا مساوی با این ضرر در ۱۰۰۰۰ سال با احتمال (رابطه ۱) امکان وقوع خواهد داشت.

$$1/10000 = 0.01\%$$

رابطه (۱)



نمودار (۵) - نمودار Ep (Fisher, 2001)

مدل سازی فاجعه با دسترسی به اطلاعات دقیق ریسک، می تواند برای بیمه گران اولیه ارزش فوق العاده ای به ارمغان بیاورد. تجزیه و تحلیل های اجرایی در سطح محلی (به عنوان مثال، کد جغرافیایی) می توانند به طور کامل از اطلاعات مربوط به جزئیات ساختاری مربوط به ریسک، اشتغال، سن و قد، و ویژگی های موقعیتی و محلی، مانند اطلاعات مربوط به ویژگی های جغرافیایی و زمین شناسی یک محل، و بیمه نامه ها و شرایط تعهدنامه های بیمه های اتکایی استفاده نمایند. به هر روی، حتی اگر اطلاعات دقیقی در مورد ریسک های انفرادی در دسترس نباشد، باز هم ارزش قابل توجهی حاصل می شود. این به این دلیل است که طراحان مدل های فاجعه آمیز، برنامه ها و اپلیکیشن های تجمیع کننده ای را توسعه می دهند که می توانند نتایج را حتی زمانی که اطلاعات دقیقی در دسترس نباشد فراهم کنند. این برنامه های جمع آوری کننده، مبتنی بر مفروضات "میانگین" در رابطه با ماهیت اموال بیمه شده می باشند و نتایج قابل اعتمادی برای بسیاری از شرکت ها ارائه می کنند.

علاوه بر این، برخی از مدل سازان، پایگاه های اطلاعاتی جامعی از ارزش کلی اموال در اختیار دارند. به عبارتی دیگر مدل های فاجعه ای بسیار انعطاف پذیر می باشند به این صورت که اطلاعاتی سفارشی را بر اساس مناطق جغرافیایی مدنظر و حتی موقعیت مکانی، شغلی و منطقه ای می توانند در پایگاه داده خود ذخیره نمایند. این اطلاعات همچنین می تواند توسط بیمه گرانی که اطلاعات دقیقی در مورد کسب و کار خودشان ندارند، اقتباس شده و مورد استفاده قرار گیرد. (Fisher, 2001)

استفاده از خروجی مدل

هدف اولیه مدل‌سازی فاجعه این است که تا حد امکان تصویر دقیقی از پتانسیل خسارت حوادث فاجعه‌آمیزی که ناشی از فعالیت‌های تجاری و بیمه‌گری شرکت‌های بیمه است را در اختیار آنان قرار داده و ابزارهایی جهت اتخاذ استراتژی‌های جایگزین در فرایند مدیریت ریسک به آنان ارائه دهد. همچنین خروجی‌های مدل جهت تست حساسیت، توسعه دستورالعمل‌های بیمه‌گری، تحلیل شرایط بیمه‌نامه، تصمیم‌گیری صحیح در مورد خرید بیمه اتکایی، تخمین هزینه‌های خسارت ثابت برای مناطق پر حادثه، و برای مدیریت ریسک فاجعه به‌طور کلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. سایر برنامه‌های مهم کاربردی عبارتند از:

مدیریت قرار گرفتن در معرض ریسک

کسب بینش در مورد روش‌های مؤثر مدیریت ریسک‌های فاجعه‌آمیز، یکی از مهم‌ترین مزایای مدل‌سازی فاجعه است. خروجی این مدل‌ها تصویری واضح از توزیع جغرافیایی ریسک‌های در معرض وقوع و خسارات احتمالی آن‌ها را برای یک شرکت فراهم می‌کند. در واقع محرک‌های اصلی ریسک فاجعه از جمله اینکدام خطرات، مناطق و خطوط کسب‌وکار بیشترین تأثیر حاشیه‌ای را بر ماکسیم خسارات احتمالی (PML) دارند برای شرکت تعیین می‌شوند. چنین اطلاعاتی می‌تواند به بیمه‌گران کمک کند تا رویه‌های بیمه‌گری و استراتژی‌های رشد خود را به خوبی مدیریت نموده و به راحتی به مدیریت و پیش‌بینی خسارات احتمالی شرکت بپردازند. به عبارتی دیگر، با به‌کارگیری چنین تجزیه و تحلیل‌هایی می‌توان به وضوح مناطقی را که در آن کسب‌وکار می‌تواند بدون افزایش پتانسیل تلفات بزرگ، گسترش یابد نمایش داده و مناطقی را که در آن یک شرکت در حال حاضر بیش از حد در معرض تلفات و خسارات فاجعه‌بار قرار دارد را نیز نشان داد. (Grossi et al 2005)

توسعه استراتژی‌های کاهش

تجزیه و تحلیل دقیق در مورد اینکه چگونه ویژگی‌های ساختاری اموال، آسیب‌پذیری آنان را در مقابل خطرات طبیعی تحت تأثیر قرار می‌دهد و اینکه چگونه اعمال تغییر و اصلاحات در آن ویژگی‌ها بر میزان خسارات احتمالی تأثیر می‌گذارد می‌تواند به مشتریان در برنامه‌ریزی جهت کاهش خسارات فاجعه‌بار خود کمک نماید. ویژگی‌های خاص مرتبط با طوفان و باد شامل هندسه سقف، زمین، پوشش و سیستم‌های مربوطه، جنس مواد تشکیل‌دهنده بیرونی دیوارها، میزان پوشش بیرونی ساختمان از شیشه، نوع حفاظ پنجره و غیره می‌باشند. ویژگی‌های خاص زمین‌لرزه عبارتند از: شکل ساختمان، نوع بنا و فوندانسیون، اتصالات پایه ساختمانی، حضور سیستم مقاوم در برابر زلزله و غیره.

از طریق تجزیه و تحلیل گسترده اصول مهندسی، نتایج بررسی خسارات و دانش خبرگان، اصلاح‌کننده‌های توابع آسیب، توسعه یافته است که تمامی ترکیبات احتمالی و همبستگی بین ویژگی‌های خطرات ثانویه را در نظر می‌گیرد. نتایج این تجزیه و تحلیل‌های دقیق حساسیت در ارائه راهنمایی جهت ارتقای استراتژی‌های قیمت‌گذاری و بیمه‌گری، شامل تعیین سطح مناسب اعتبار برای حضور ابزارهای مختلف کاهش خسارات استفاده می‌شوند. (Grossi et al 2005)

بهبودسازی پورتفو

شرکت‌ها اغلب به دنبال راه‌هایی برای رشد کسب‌وکار خود و بهبود سودآوری هستند. برای جلوگیری از شوک‌های درآمدی آینده، آنان می‌بایست در تعیین استراتژی‌های رشد خود، به حوادث فاجعه‌آمیز نیز بپردازند. خروجی مدل‌های

فاجعه‌ای به شرکت‌ها کمک می‌کنند تا تکنیک‌های بهینه‌سازی پورتفوی را با برنامه‌های کلی استراتژیک و اهداف رشد بر حسب مناطق جغرافیایی، سودآوری غیرفاجعه‌ای و سایر زمینه‌های تجاری ترکیب و همسو نمایند.

شناسایی، ارزیابی و تعیین دقیق ریسک فاجعه، اساس تجزیه و تحلیل بهینه‌سازی پورتفوی را تشکیل می‌دهد. اطلاعات جزئی و دقیق خسارت که از طریق تجزیه و تحلیل کامل ریسک در معرض بدست می‌آید می‌تواند برای توسعه یک برنامه بهینه‌سازی رسمی متشکل از این دو مرحله استفاده شود: ساماندهی چارچوب مفهومی و ایجاد و استفاده از یک مدل بهینه‌سازی ریاضی. بسیار مهم است که اهداف یک شرکت به خوبی تعریف شده و مسائل مربوط به کسب‌وکار مانند رشد، ثبات، توانگری مالی، امکان‌سنجی و سودآوری مورد توجه قرار گیرد. به‌عنوان مثال، رشد سودآور ممکن است بوسیله عوامل بازار و هزینه‌هایی که توانایی یک شرکت را برای تغییر و اصلاح سریع پورتفوی در معرض خطر تحت تأثیر قرار می‌دهند محدود شود. با در نظر گرفتن همه موارد ذکر شده، الگویی برای گوناگونی بهینه پورتفوی یک شرکت می‌تواند مشتق شود. (Grossi et al 2005)

نگهداری و نرخ دهی

خروجی مدل‌های فاجعه شامل تخمین حق‌بیمه خالص یا خسارات بلندمدت مورد انتظار ناشی از فاجعه می‌باشد. این اطلاعات بر حسب طبقه کسب‌وکار و منطقه جغرافیایی و نیز بیمه‌نامه‌های فردی در دسترس است. حق بیمه خالص باید در نرخ واقعی محاسبه شده، و به‌منظور پرداخت خسارت مشتریان در طول زمان و حفظ یک صورت مالی سودآور از بیمه‌گذاران دریافت شود. راه دیگر جهت مشاهده خسارات بلندمدت مورد انتظار، مبلغی است که می‌بایست هر ساله جهت پرداخت خسارات ناشی از حوادث فاجعه‌آمیز آتی کنار گذاشته شود.

یکی از جنبه‌های مهم فرایند بایگانی نرخ، محاسبه و توجیه اجزاء ریسک فاجعه نرخ‌های پیشنهادی است. مدل‌سازی فاجعه‌آمیز از یک سو در پر کردن شکاف اطلاعاتی بین شرکت‌های بیمه و بخش‌های مختلف بیمه و حوزه‌های انتخابی آن، و از سوی دیگر، در مورد ماهیت و اهمیت خطر فاجعه‌بار نقش مهمی بازی می‌کند. این‌ها فقط نمونه‌هایی از راه‌های مختلفی هستند که بیمه‌گذاران اولیه و اتکایی با استفاده از مدل‌های فاجعه‌ای برای مدیریت بهتر ریسک و بهبود نتایج مالی خود، از آن‌ها استفاده می‌کنند. هر روزه شرکت‌های بیشتری این فناوری را در حوزه‌های مربوط به تعهدات داخلی، قیمت‌گذاری و در مدیریت ریسک شرکت خود ادغام می‌کنند. ارزش زیادی را می‌توان از نصب و استفاده از این فناوری در خانه به دست آورد، حتی اگر PML برای خرید بیمه اتکایی پیش‌بینی شده باشد. (Grossi et al 2005)

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

امروزه مدل‌سازی فجایع و مدل‌های پیش‌بینی‌کننده ریسک در صنعت بیمه در زمینه‌های قیمت‌گذاری، ارزیابی و انتخاب ریسک و فعالیت‌های بیمه‌گری، فعالیت‌های کاهش آسیب‌پذیری، تصمیم‌گیری در مورد بیمه اتکایی و مدیریت پورتفوی شرکت‌های بیمه مورد استفاده قرار می‌گیرد. با وجود آنکه فن‌آوری مدل‌سازی فاجعه‌ای از همان سال‌های ابتدایی و به ویژه پس از سال ۱۹۸۷ شاهد پیشرفت بسیار چشمگیری بوده است ولی مدل‌های فاجعه‌ای برابر نبوده و تمایزهای قابل توجهی میان آنان وجود دارد که می‌بایست توسط کاربران آنها به رسمیت شناخته شده و ارزیابی شوند. به بیانی دیگر این فن‌آوری، مبتنی بر تکنیک‌های پیشرفته علمی و دانش موجود در فیلدهای هواشناسی، لرزه‌نگاری، مهندسی باد و زلزله بوده و به علت ماهیت دینامیکی‌اش و با کمک الگوریتم‌های یادگیرنده، به تکامل خود از لحاظ بررسی بیشتر جزئیات، انطباق‌پذیری با

محیط واقعی و مدل‌سازی با دقت بالا می‌پردازد. در واقع مدل‌سازی فاجعه‌ای به‌عنوان یکی از اجزای ضروری فرایند مدیریت ریسک در هر شرکت باعث تصمیم‌گیری مستمر و برنامه‌ریزی استراتژیک شده است.

کشور ما ایران نیز جزء ۱۰ کشور بلاخیز جهان محسوب می‌شود و به لحاظ خطرپذیری حوادث طبیعی در معرض خطراتی از قبیل زلزله، سیل، طوفان، رانش زمین و خسارت‌های ناشی از سنگینی برف قرار دارد. به همین خاطر سالانه به دلیل نبود ساز و کار بیمه‌ای برای مقابله با این خطرات، دولت مجبور است بخشی از این خسارت‌ها را از طریق وزارت کشور و سازمان مدیریت بحران جبران کند. ایجاد و راه‌اندازی سازوکارهای بیمه‌ای، ضمن سامان‌دهی و بهینه‌سازی اقدامات دولت در جبران خسارت‌های اینگونه حوادث می‌تواند در تأمین مالی و برنامه‌ریزی برای کاهش زیان‌های ناشی از آنها نقش بسیار مؤثری داشته باشد. این مدل‌سازی و استفاده از شبیه‌سازی‌های کامپیوتری فجایع در حال حاضر و در طی چند دهه اخیر تقریباً توسط تمامی بیمه‌گران اولیه و اتکایی در سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفته است. در حالی که صنعت بیمه ایران محروم از نتایج ارزنده حاصل از پیاده‌سازی چنین فناوری پویا و منعطف می‌باشد. در واقع کشورهای در حال توسعه نیز باید مدل‌سازی فاجعه را به‌عنوان یک روش کلیدی جهت مدیریت خطرات تغییرات اقلیمی و طبیعی مورد استفاده قرار دهند.

لذا به نظر می‌رسد که در شرایط فعلی - با توجه به عدم امکان به‌کارگیری این مدل‌های پیچیده در زمان کوتاه از سوی شرکت‌های بیمه و نیز ضرورت مدیریت ریسک حوادث فاجعه‌آمیز و نرخ بالای خسارات وارده - بهره‌برداری از مدل‌هایی با دسترسی باز^۱، ارائه‌شده از سوی سازمان‌های مختلف بین‌المللی، همچون WRN^۲، شبکه ریسک Lighthill^۳، GEM^۴، بانک جهانی و UNISDR^۵ و نیز سازمان ارزیابی ریسک احتمالی آمریکای مرکزی^۶ (McSharry, 2014) برای شرکت‌های بیمه اولیه و اتکایی ایران بسیار کارگشا و مفید خواهد بود. بنابراین شرکت‌های بیمه ایرانی نیز می‌بایست از طریق همکاری با جوامع علمی، دانشگاهی، و انجمن‌ها و سازمان‌های مدل‌سازی بین‌المللی، درک درستی از عدم قطعیت‌های مربوط به تغییرات اقلیمی و محیط طبیعی کسب نموده و چگونگی اندازه‌گیری و کمی‌سازی این تغییرات را جهت ارائه پوشش‌های بیمه‌ای با کیفیت فراگیرند. همچنین تا حد امکان با به اشتراک گذاشتن داده‌ها و اطلاعات مجاز، در پایگاه‌های تحقیقاتی مذکور، به بهره‌برداری از خروجی‌های مدل‌های فاجعه‌پرداخته و با در نظر گرفتن این امر که بسیار محتمل است که این مدل‌ها یک منبع جایگزین اطلاعات در آینده باشند در راستای شفافیت هر چه بیشتر فرایندهای تصمیم‌گیری در مدیریت ریسک حوادث فاجعه‌آمیز گام بردارند.

1. Open access models

2. The Willis Research Network)www.willisresearchnetwork.com(

3. The Lighthill Risk Network (www.lighthillrisknetwork.org)

4. The Global Earthquake Model) www.globalquakemodel.org(

5. UN International Strategy for Disaster Reduction

6. The Central American Probabilistic Risk Assessment (www.ecapra.org)

منابع

۱. نمن الحسینی، مهدی. جعفری، علی، ۱۳۸۶، راهکارهای بازار سرمایه برای بیمه حوادث فاجعه‌آمیز، فصلنامه صنعت بیمه، شماره ۲، ص ۵-۳۵.
۲. شهریار، بهنام، ۱۳۹۵، مدل آیین‌نامه نحوه محاسبه و نظارت بر توانگری مالی موسسات بیمه (آیین نامه ۹۶ شورای عالی بیمه)، تحت نظر گروه پژوهشی مطالعات اقتصادی و مالی بیمه، پژوهشکده بیمه.
۳. پیامی کیا، عطیه، ۱۳۹۰، مدل‌سازی ریسک بیمه اتکایی حوادث فاجعه‌آمیز: دلایلی برای بازار اوراق قرضه حوادث فاجعه آمیز، تازه‌های جهان بیمه، شماره ۱۳۲.
4. Clark, K. Manghnani, V., 2015, IAA Risk Book, the Insurance Regulation Committee of the IAA, International Actuarial Association.
5. Grossi, P. Kunreuther, H. Windeler, D., 2005, Catastrophe Modeling: A New Approach to Managing Risk, Springer publication. In book: Catastrophe Modeling: A New Approach to Managing Risk, pp.23-42
6. A Decade of Advances In Catastrophe Modeling and Risk Financing, MARSH & MCLENNAN COMPANIES, 2015.
7. Fisher, W. FCAS, MAAA, 2001, Actuarial Issues Related to Catastrophe Reserves, Catastrophe Management Work Group American Academy of Actuaries.
8. Kumar Jain, V. Guin, J., 2009, Modeling Business Interruption Losses for Insurance Portfolios, American conference on wind engineering – San Juan, Puerto Rico.
9. Pol, R., 2003, Natural Disaster Risk Management and Financing Disaster Losses in Developing Countries, the University of Fridericiana to Karlsruhe.
10. Relevant natural loss events worldwide 2016, Munich Re.
11. Relevant natural loss events ASIA, 2016, Munich Re.
12. Relevant natural loss events worldwide 2000 – 2016, Munich Re.
13. Relevant natural loss events, ASIA, 2000 – 2016, Munich Re.
14. McSharry, P., 2014, The role of scientific modelling and the insurance industry in providing innovative solutions for climate change, Springer.
15. Kunreuther, H., 2015, Reducing Losses From Catastrophes: Role of Insurance and Other Policy Tools, Environment: Science and Policy for Sustainable Development, ISSN: 0013-9157 (Print) 1939-9154 (Online) Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/venv20>
16. Born, P., Klein, R., 2016, The catastrophic effects of natural disasters on insurance markets, Florida State University.
17. Born, P., Viscusi, W., 2006, The catastrophic effects of natural disasters on insurance markets, Volume 33, Issue 1–2, pp 55–72.
18. Michel-Kerjan, E., Hochrainer-Stigler, S. Kunreuther, H., Linnerooth-Bayer, J. Mechler, R. Muir-Wood, R. Ranger, N. Vaziri, P. and Young M., 2012, Catastrophe Risk Models for Evaluating Disaster Risk Reduction Investments in Developing Countries, Risk analysis.
19. Grossi, P., Kunreuther, H., 2005, Catastrophe modeling: a new approach to managing risk, Springer.
20. Clark, K.M., 2002, The Use of Computer Modeling in Estimating and Managing Future Catastrophe Losses, The Geneva Papers on Risk and Insurance Vol. 27 No. 2.
- Toumi, R., Restell, L., 2014, Catastrophe Modelling and Climate Change, LLOYD'S.
21. Kishi N, Yakut, A., Byeon, J., 2000, Advanced Component Method (ACMTM) - An Objective Methodology for the Assessment of Building Vulnerability, Applied Insurance Research, Inc., 101 Huntington Ave., Boston, MA 02199, USA.
22. Dlugolecki, A., 2009, Climate change and its implications for catastrophe modeling, Chartered Insurance Institute, London.