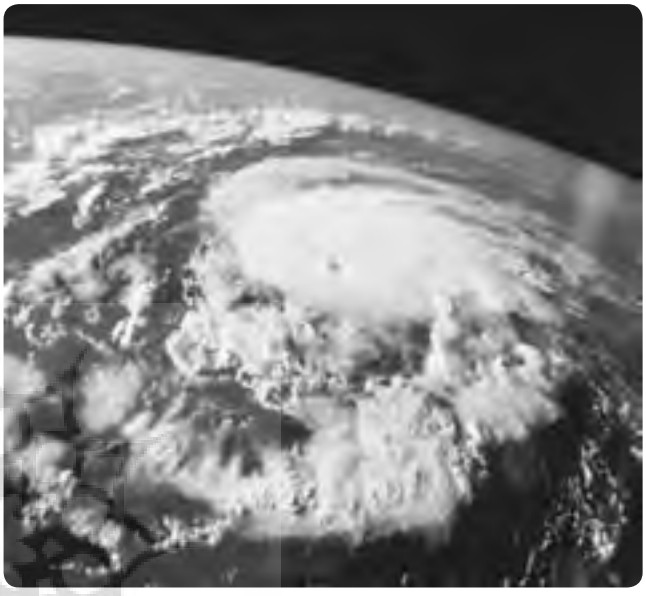
مدل‌سازی ریسک بیمه اتکایی حوادث فاجعه‌آمیز:
دلایلی برای بازار اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز

مترجم: عطیه پیامی کیا [1]



چکیده

امروزه اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز بیمه اتکایی به‌عنوان منبعی جایگزین برای تأمین بودجه بیمه اتکایی اموال و حوادث مورد توجه قرار گرفته است. این امر در نتیجه ترکیب رشد جمعیت نواحی در معرض مخاطرات حوادث فاجعه‌آمیز و ادغام صنعت بیمه اتکایی جهانی سبب گردید تا تقاضاهای بیشتری در خصوص منابع تأمین بودجه کارآمد ارائه گردد. علاوه‌براین افزایش در تکرار (فراوانی) وقوع حوادث فاجعه‌آمیز، خود تأکیدی بر این سناریو است.

در این گزارش، تغییرات این صنعت و نیز نقش اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز بیمه اتکایی را بررسی می‌کنیم. عامل کلیدی در ارزیابی ریسک در این گونه قراردادها، مدل‌سازی ریسک برای دفاتر تجاری بیمه‌گر بیان شده است. در این مقاله، برخی از پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه مدل‌سازی ریسک حوادث فاجعه‌آمیز را مرور کرده و ۲ شرکت مدل‌سازی‌کننده ریسک را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم. در پایان نیز به بررسی ۳۰ حادثه بزرگ فاجعه‌آمیز طی سال‌های ۱۹۷۰-۱۹۹۵ پرداخته و دوره‌های بازده برای آستانه‌های مختلف خسارت را با به‌کارگیری مدل POT، ارزیابی می‌کنیم. برای مثال، برآورد ما این است که میانگین دوره برگشت برای یک حادثه ۱ میلیارد دلاری (به دلار سال ۱۹۹۲ آمریکا) کمتر از ۱ سال بوده است و میانگین دوره برگشت برای یک حادثه ۱۵ میلیارد دلاری (به دلار سال ۱۹۹۲ آمریکا) در حدود ۲۵ سال بوده است. ازآنجایی که صنعت بیمه اتکایی در خصوص وقوع حوادث فاجعه‌آمیز اتفاق نظر داشته و امروزه بیمه‌گری بیمه‌های حوادث و اموال در حال رشد است، بیمه اتکایی می‌تواند منبع مناسبی برای تأمین بودجه در صورت مواجهه با خسارات به‌حساب‌آمده و منبعی منطقی برای تأمین مالی در بازار سرمایه باشد. ارزیابی خسارت بالقوه در دفتر تجاری بیمه‌گر و احتمال وقوع این خسارت تنها بخشی از رویکرد تجزیه‌وتحلیلی S&P به‌منظور رتبه‌بندی اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز است. لازم به ذکر است که این گزارش، یک ارائه مبسوط از فرآیند رتبه‌بندی محسوب نمی‌شود.

مقدمه

در مارس سال ۱۹۹۹، مؤسسه رتبه‌بندی و تحقیقاتی استاندارد اند پورز [2] مقاله‌ای در شرح رویکرد رتبه‌بندی اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز [3] به‌چاپ‌رساند. هدف از این مقاله، تأکید بر وضعیت بازار بیمه اتکایی حوادث فاجعه‌آمیز است. همچنین میزان احتمال خسارات ناشی از وقوع حوادث فاجعه‌آمیز را با درجه اهمیت مختلف مدل‌سازی می‌کند. نتایج حاصل از این مدل‌سازی نشان داد که اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز، جایگزینی مناسب برای بیمه‌گری اتکایی

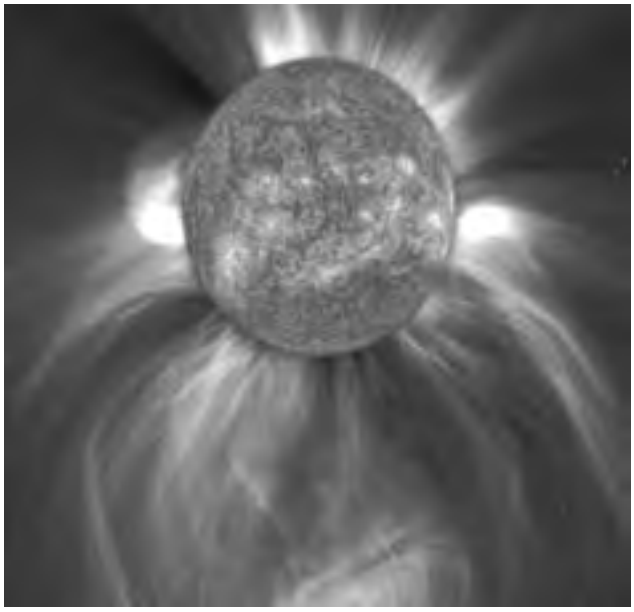
۱. کارشناس مدیریت طرح و توسعه شرکت بیمه ملت

2. Standard & Poor's (S&P)
3.Catasrophe Risk (Cat Bond)

به طریق سنتی است و صنعت بیمه به‌خوبی به این امر واقف است. S&P در سال ۱۹۹۶ برای اولین بار اوراق بهادار تأمین کننده مالی مربوط‌به بیمه اتکایی حوادث فاجعه‌آمیز را تجزیه‌وتحلیل کرد. از آن پس، در سال ۱۹۹۷، ۷ معامله به ارزش کلی ۱ میلیارد دلار آمریکا به فروش رسید و هشتمین معامله نیز در سال ۱۹۹۸ تقریباً با همان ارزش بسته شد. درحالی‌که این بازار هنوز در حال گسترش است، انتشار اوراق بهادار (تأمین مالی به کمک اوراق بهادار) جایگزینی برای بیمه‌گری اتکایی و به‌عنوان راه‌حل‌های علمی و کارآمد برای بیمه‌گران اتکایی مهم دنیا به‌حساب‌می‌آید. در آغاز این معاملات، S&P تنها به بررسی یک مخاطره برای یک منطقه می‌پرداخت (برای مثال، طوفان‌های سواحل اقیانوسی)؛ در این بررسی، طول مدت درنظرگرفته‌شده، یک‌ساله بود؛ اما اخیراً در بیشتر معاملات چندین مخاطره از اقصی نقاط دنیا با استناد به برخی از اسناد چندساله بررسی می‌شود. در طی چندین سال، رشد جمعیت در نواحی‌ای که در معرض مخاطرات مختلف از قبیل تندبادهای شدید و زلزله بوده‌اند، سبب گردیده است که صنعت بیمه در معرض خسارات ناشی از این‌گونه حوادث فاجعه‌آمیز قرار گیرد. صنعت بیمه حوادث و اموال در ایالات متحده آمریکا طبق برآورد اداره خدمات بیمه‌ای(تأمین اجتماعی)، بین سال‌های ۱۹۹۸-۱۹۸۹ تورم تعدیل‌شده ۹۸ میلیارد دلاری را در پی وقوع خسارات ناشی از حوادث فاجعه‌آمیز تجربه کرد که نسبت به تورم تعدیل‌شده ۹۸ میلیارد دلاری در طی ۳۹ سال، از ژانویه سال ۱۹۵۰ تا دسامبر ۱۹۸۸، افزایشی ۱۰۱/۲٪ داشته است. در طی ۳۰ سال گذشته کالیفرنیا و فلوریدا، رشد جمعیتی بین ۲ و ۳ برابر میانگین نرخ رشد در ایالات متحده داشته‌اند. تحقیقات اداره خدمات بیمه‌ای[1] و سایر مؤسسات حاکی از آن است که خسارات ناشی از وقوع حوادث فاجعه‌آمیز در پی وقوع تندباد یا زلزله با مبلغی بالغ بر

اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز، نوعی اوراق بهادار محسوب می‌شوند که برای بیمه‌گران اتکایی اجازه ورود به بازارهای سرمایه را فراهم می‌کنند.

1. Insurance Services Office (ISO)



۷۵ میلیارد دلار می‌تواند رخ دهد؛ برای مثال، خسارات وارده به اموال بیمه‌شده که مبلغ خسارت ۷۵ میلیارد دلار یا بیشتر است، می‌تواند در اثر وقوع تندبادهای شدید سواحل اقیانوسی رخ دهد. به‌طور مشابه، زلزله‌ای با ۸/۵ ریشتر در منطقه زلزله‌خیز مادرید نو[1] می‌تواند بیش از ۱۱۵ میلیارد دلار به اموال بیمه‌شده خسارت وارد آورد (برخی از مناطق منطقه زلزله‌خیز عبارت‌اند از: مادرید نو، آرکانزاس[2]، ایلینویز[3]، ایندیانا[4]، کنتاکی[5]، می‌سی‌سی‌پی[6]، می سوری[7] و تنسی[8]). خوشبختانه امروزه در صنعت بیمه، علت بالقوه وقوع چنین خسارات مادی مهمی درنظرگرفته‌شده‌است. درحالی‌که یک دهه پیش کسی به این مسئله فکر نمی‌کرد؛ جدای از حمایت دولت، تنها منبع دیگر سرمایه به‌منظور تأمین مالی این‌گونه ریسک‌ها همان بازارهای سرمایه است. گذشته از اینکه صنعت بیمه به‌طور فزاینده‌ای در معرض خسارات است، اتفاق نظر بیمه‌گران بزرگ دراین‌خصوص باعث ایجاد بحث‌های سرمایه‌ای جدید شده است. تأمین مالی به کمک اوراق بهادار (انتشار اوراق بهادار) ریسک حوادث فاجعه‌آمیز اموال، برای بیمه‌گران این امکان را فراهم می‌سازد تا از میزان ریسک خود کاسته و ریسک

1. New Madrid
2. Arkansas
3. I llionis
4. Indiana
5. Kentucky
6. Mississippi
7. Missouri
8. Tennessee

شرکت و نیز هزینه ریسک (پرداخت خسارت) را در پی وقوع حادثه به سرمایه‌گذاران منتقل کنند. می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که درحال‌حاضر، انتشار اوراق بهادار، جایگزینی رایج‌تر در مقابل بیمه‌گری اتکایی ریسک‌ها به روش سنتی است.

۱. اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز

اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز، نوعی اوراق بهادار محسوب می‌شوند که برای بیمه‌گران اتکایی اجازه ورود به بازارهای سرمایه را فراهم می‌کنند (این نوع اوراق قرضه از نوع مشتقات محسوب شده و به‌منظور تأمین مالی حوادث فاجعه‌آمیز به‌کارمی‌روند). در خصوص اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز معمول می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که این‌گونه اوراق قرضه، ابزار هدفمندی در دست بیمه‌گران اتکایی به‌منظور پرداخت بدهی خود در بازارهای سرمایه‌اند و به‌عنوان بیمه‌نامه اتکایی برای بیمه‌گری که به آن واگذار شده[9]، محسوب می‌گردد. به‌طورکلی محدوده خسارات ازپیش‌تعیین‌شده بیشتر از اوراق بهاداری است که بیمه‌گران اتکایی برای پوشش آن منتشر کرده‌اند. هرگاه خسارات از پیش‌تعیین‌شده از محدوده خسارت که به‌عنوان فرانشیز عمل می‌کند، بیشتر باشد آن را به اصطلاح نقطه شروع[10] می‌نامیم. این سؤال مطرح است که آیا باید حادثه‌ای بیش از نقطه آغازین خسارت به بارآید تا در صورت وقوع آن به جای اینکه دارندگان اوراق بهادار سود ببرند، متحمل ضرر شوند و آیا در صورت وقوع، دارندگان اوراق بهادار باید خسارت پرداخت کنند؟ روش رتبه‌بندی که S&P برای اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز به‌کاربرده، در مقاله لوین و همکارانش[11] ذکر شده است. جدای از نگرانی‌های ساختاری و مسائل مربوط‌به بیمه، مدل‌سازی ریسک‌ها در دفاتر ثبت تجاری بیمه‌گران واگذارنده به‌منظور تجزیه‌وتحلیل صحیح معاملات، اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز بسیار مهم و بحث‌برانگیز است. در ادامه این مقاله تأکید ما در خصوص مباحث مدل‌سازی خواهد بود. در ابتدا، ۲ روش معمول شرکت‌های مدل‌ساز را بررسی می‌کنیم. سپس در

9. Ceding Insurer
10. Attachment Point
11. Levin et al, 1999

مورد پژوهشی که در رابطه با زلزله و تندباد است، بحث می‌کنیم. در پایان می‌بینیم که مدل حداکثر آستانه[1] برای ۳۰ خسارت عمده بیمه‌شده قابل تعمیم است. با استفاده از مدل POT در شبیه‌سازی ۱۰۰,۰۰۰ حادثه برای آستانه‌های خسارات متعدد، مبنای تخمین دوره بازگشت و احتمالات عدم‌مواجه را به‌دست‌می‌آوریم.

۲. مدل‌سازی حوادث فاجعه‌آمیز

درحالی‌که فرآیند رتبه‌بندی اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز، بخش‌های مختلفی دارد، مدل‌سازی ریسک، عاملی اصلی محسوب می‌شود. در سال‌های گذشته، مؤسسه رتبه‌بندی S&P، مدل‌های دو بازیگر اصلی و بزرگ‌تر بحث مدل‌سازی (مرکز پژوهش‌های عملی بیمه و مرکز راه‌حل‌های مدیریت ریسک)[2] را بررسی کرده است. درحالی‌که هریک از این مدل‌ها نقاط قوت و خصوصیات خاص خود را دارند، بنابراین تنها به‌طورکلی می‌توان در خصوص آنها بحث کرد. برخی از تفاوت‌های بین دو مدل عبارت‌اند از: روشی که توسط آن پارامترهای مدل ارزیابی می‌شود: اینکه مدل کاملاً اتفاقی بوده یا اینکه تا حدی قطعی است و نیز اینکه توزیعی برای هریک از پارامترهای مخاطره فرض شده است (که برای مثال می‌تواند به فشار مرکزی تندبادهای شدید یا وسعت زلزله‌ها اشاره کرد). معاملاتی را S&P مورد بررسی مجدد قرار داد، عبارت‌اند از: مخاطرات جهانی از جمله تندبادهای شدیدی که به مناطق اقیانوسی می‌رسند، زلزله‌های رخداده در مناطق کالیفرنیا و مادرید نو، طوفان‌های اروپا، تندبادهای مهیب استرالیا، زمین لرزه‌های ژاپن و گردبادها. در واقع این دو ریسک زلزله و تندباد، به یکدیگر مربوط‌اند و در این مقاله به بررسی آنها می‌پردازیم. مدل‌های ساخته‌شده باید به چند منظور به‌کاررروند: اولاً وقایع را ایجاد کنند و سپس موقعیت جغرافیایی آنها را در دفتر تجاری بیمه‌گر ثبت کنند و همچنین خساراتی را که عامل ایجادکننده آنها چنین وقایعی است را به‌عنوان ویژگی ساختاری و ویژگی‌های بیمه‌نامه درنظربگیرند؛ برای مثال تندبادهای شدید سواحل اقیانوس اطلس از این دسته‌اند. لازم به ذکر است که هر طوفانی باید از ویژگی‌هایی از قبیل سرعت وزش باد، فشار مرکزی و شعاع یا محدوده و دیگر خصوصیات طوفان برخوردار باشد و همچنین باید ویژگی‌های دیگری از جمله چگونگی به خشکی رسیدن این طوفان‌ها (برای مثال اینکه سختی زمین طبیعی و یا ساخت بشر است) را درنظربگیریم. موقعیت‌های خاص بیمه‌شده نیز حائز اهمیت‌اند که از جمله می‌توان به حد فاصل آن با طوفان و ویژگی‌های خاص آن موقعیت اشاره کرد. خصوصیات مختصی که اموال دارند، تعیین‌کننده میزان خسارت وارده به اموال بیمه‌شده است. خسارت نهایی به پرتفوی، نتیجه تجمع خسارات جداگانه است. در اینجا دیدگاهی ساده و گذرا از حوادث فاجعه‌آمیز ارائه گردید؛ درحالی‌که جزئیات آن بسیار پیچیده است. در طی

خصوصیات مختصی که اموال دارند، تعیین‌کننده میزان خسارت وارده به اموال بیمه‌شده است.

1. Peak-Over-Threshold (POT)
2. Applied Insurance Research (AIR)

این سـالها پژوهش‌های بسـیاری در خصوص مدل‌سازی حوادث فاجعه‌آمیز مانند تندبادها و زلزله‌ها صورت گرفته است.

۳. مدل‌سازی حوادث ناشی از زمین‌لرزه

مقالـه بریلینگر[1] به‌خوبی مباحث مربوط‌به مدل‌سـازی ریسـک زلزله و تأثیر آن بر بیمه را بررسی کرد. جنبه‌های موقتی زمین‌لرزه‌ها به‌عنوان روش‌های نقطه احتمالی وقوع مدل‌سازی می‌شوند. احتمال رویداد حادثه ناشی از وقوع زمین‌لرزه بستگی به آخرین زمان وقوع حادثه در همان منطقه دارد. البته احتمال اینکه بلافاصله بعد از وقوع یک زلزله، زلزله مهیب دیگری رخ دهد، کم است. وابستگی خسارات بـا زمان‌های وقوع زلزله، نقطه مشـخصی از فرآیند را معلوم می‌کند. پس از وقوع حادثه، جنبه‌های کیهانی زلزله از جمله شـتاب و شدت وقوع آن بررسـی می‌شود. شـدت زمین‌لرزه توسط ممیزهای وزنی رگرسیون هموارشـده[2] در مجاورت با مرکز زمین‌لرزه، مدل‌سازی شده است. خسارات رخداده با توجه به انواع ساختار مدل‌سازی‌شده، شـامل عامل عدم‌اطمینان برای سـایر خسـارات بیمه‌شده می‌شود؛ برای مثال، بیمه‌گر ممکن اسـت (پوشـش) بیمه‌نامـه کامل اتومبیل را برای صاحب‌خانه‌ای کـه بیمه اموال خریداری نموده، ارائه دهد، علاوه‌براین با توجه به بیمه‌نامه، مالک می‌تواند ادعای خسارت کند. مبنای مدل‌سـازی زمان‌های وقوع حوادث زمین‌لرزه و وسـعت آن روش‌شناسی بایسین[3] اسـت که پروگیا و سانتنر[4] در مقاله خود ارائه داده‌اند. آنها از داده‌ها برای وقایع ناشـی از زمین‌لرزه در ناحیه سانیو ماتز[5] در جنوب ایتالیا استفاده کردند. این روش برای آنها این امکان را فراهم می‌کند تا از یک فهرسـت راهنما که به سال ۱۶۰۰ پس از میلاد مسیح بازمی‌گردد، استفاده کنند، حتی اگر داده چندان هم قابل اعتماد نباشـند و از فهرست راهنمای مناطقی که ازنظر جغرافیایی به هم شبیه‌اند، استفاده کنند، آنها همچنین توزیع‌های قابل پیش‌بینی را بـرای کمیت‌های جغرافیایی مهم ارائه می‌دهند و با اسـتفاده از این روش می‌توان هم‌زمان، زمان‌های وقوع زمین‌لرزه‌ها و وسـعت و نیز موقعیت‌های وقوع آنها را مدل‌سـازی کرد. هر دو مقاله ذکرشـده ماخذ گسترده‌ای برای تحقیق دراین‌زمینه‌اند.

۴. بررسی دقیق‌تر تندبادهای شدید حوضه اقیانوس اطلس

تا به حـال تحقیقات زیادی در خصـوص طوفان‌ها و تندبادهای شـدید مناطق حاره‌ای[6] حوضه اقیانوس اطلس صورت گرفته است. گـری و همکارانش[7] شـیوه پیش‌بینی تندبادهـای حوضه اطلس را گسـترش دادند که دقت قابـل توجه‌ای دارد. بـا تقویت مدل‌های پیش‌بینی، این اطلاعات را می‌توان همچنین برای روش مدل‌سـازی خسارت به‌کاربرد. به‌خصوص این اطلاعات برای مناطقی که چندین سـال است در معرض خسـارت‌اند با ارزش بوده و طبق آن می‌توان ریسک هر سال را براساس تعداد طوفان‌های پیش‌بینی‌شده مدل‌سازی کرد. لوند[8] رسـیدن سالیانه چرخه‌های باد مناطق حاره‌ای را به‌عنوان یک روش پواسون[9] غیرهمگن با یک دوره زمانی دارای تابع شدت متفاوت مدل‌سازی کرد. از این داده‌ها برای همه تندبادهای شدیدی که از سال ۱۹۹۷-۱۹۳۵ به خشکی رسیده‌اند، استفاده شد. پاریسی و لوند[10] از این هم فراتر رفته و از مدل POT برای بررسی تندبادهای شدید در حوضه اقیانوس اطلس بهره بردند. با استفاده از روش مدل POT و با درنظرگرفتن زمان‌های رسـیدن تندبادها به خشکی و نیز برخی کمیت‌های مرتبط مانند سرعت وزش باد، فرارسی این تندبادها از یک روش پواسـون پیروی کرده و درصورتی‌که از آستانه بالای ارائه‌شده بیشتر باشد، دارای توزیع پارتوست. سرعت‌های وزش باد تا ۱۰۰۰۰ طوفان بیش از آستانه ارائه‌شده شبیه‌سازی شده است. همین روش برای هر یک از ۶ آسـتانه فشار اصلی به‌کارمی‌رود. زمان‌های رسیدن این تندبادها به خشکی برای هر حادثه شبیه‌سازی‌شده، ثبت می‌گردد. با استفاده از زمان‌های فرارسی طوفان‌های شبیه‌سازی‌شده، می‌توان به برآورد دوره‌های بازگشـت آنهـا و احتمالات مربوط‌به عدم‌مواجهـه با این حوادث پرداخـت. جدول ۱ و ۲ حاکی از نتایج حاصل از این بررسی‌هاست.

1. Brillinger, 1993
2. Smoothed
3. Bayesian
4. Peruggia & Santner, 1996
5. Sannio Matese
6. Tropical Storms and hurricanes
7. Gray, et al, 1997
8. Lund, 1994
9. Poisson
10. Parisi & Lund, 1999

جدول ۱. برآورد دوره‌های بازگشت و احتمال عدم‌مواجهه برای تندبادهایی با سرعت‌های مختلف

خطای استاندارد	احتمال عدم مواجهه	خطای استاندارد	دوره بازگشت	سرعت تندباد
۰/۰۰۳۹	۰/۱۸۴۵	۰/۰۰۵۵	۰/۸۶	۷۵
۰/۰۰۵۰	۰/۴۷۶۷	۰/۰۱۲۷	۱/۵۴	۱۰۰
۰/۰۰۴۴	۰/۷۴۳۴	۰/۰۳۳۹	۳/۶۰	۱۲۵
۰/۰۰۲۸	۰/۹۱۱۴	۰/۱۰۴۴	۱۰/۷۰	۱۵۰
۰/۰۰۱۵	۰/۹۷۸۰	۰/۴۳۹۷	۴۳/۹۰	۱۷۵
۰/۰۰۰۴	۰/۹۹۸۱	۳/۱۹۲۴	۳۲۰/۰۴	۲۰۰

(Parisi & Lund, 1999)

جدول ۲. برآورد دوره‌های بازگشت و احتمال عدم‌مواجهه برای فشارهای مرکزی مختلف

خطای استاندارد	احتمال عدم مواجهه	خطای استاندارد	دوره بازگشت	فشار مرکزی
۰/۰۰۳۹	۰/۱۸۵۶	۰/۰۰۵۴	۰/۸۶	۱۰۰۲
۰/۰۰۵۰	۰/۴۴۰۲	۰/۰۱۱۶	۱/۴۴	۹۸۰
۰/۰۰۴۸	۰/۶۴۱۰	۰/۰۲۲۳	۲/۴۵	۹۶۵
۰/۰۰۳۲	۰/۸۸۶۹	۰/۰۸۷۹	۸/۸۶	۹۴۰
۰/۰۰۱۵	۰/۹۷۵۷	۰/۴۲۵۲	۴۲/۱۱	۹۲۰
۰/۰۰۰۸	۰/۹۹۳۳	۱/۳۶۹۲	۱۳۹/۰۷	۹۱۰

(Parisi & Lund, 1999)

دوره بازگشت همان میانگین دوره حوادث با وسعت بیشتر است که محاسبه آن از صفر شروع می‌شود و از شبیه‌سازی‌های انجام‌شده به‌عنوان میانگین نمونه برآورد می‌شود. احتمال عدم‌مواجهه با این تندبادها بدین معناست که حادثه با همان وسعت یا حتی وسعت بیشتر از حد پیش‌بینی در زمان مقرر- در این تحقیق یک سال- رخ ندهد. این احتمالات به‌عنوان بخشی از دوره‌های رویداد حوادث شبیه‌سازی‌شده بیش از یک‌سال برآورد می‌شوند. از جدول ۱ می‌توان این‌گونه انتظار داشت که طوفانی با سرعت وزش ۱۲۵ مایل در ساعت یا بیشتر به‌طور متوسط هر ۳/۶ سال به خشکی می‌رسد و احتمال یا شانس اینکه چنین حادثه‌ای در سال ذکرشده رخ ندهد در حدود ۰/۷۴ است؛ به‌عبارت‌دیگر احتمال وقوع چنین حادثه‌ای در این سال ۰/۲۶ خواهد بود. اگرچه هیچ طوفانی با سرعت وزش ۲۰۰ مایل در ساعت در داده‌ها مشاهده نمی‌شود، شیوه‌های بی‌نهایت باارزشی مانند مدل‌های POT نسبت به تکنیک‌های سنتی توانایی برون‌یابی مطمئن‌تری دارند. فشارهای مرکزی با شدت طوفان به‌طور منفی همبسته است، به طوری که فشار مرکزی (اصلی) پایین‌تر به معنی شدت طوفان بیشتر است. جدول ۲ به‌خوبی به مقایسه نتایج حاصل از فشارهای مرکزی به نسبت همان فشارها در جدول ۱ می‌پردازد.

۵. تجزیه‌وتحلیل خسارات حوادث فاجعه‌آمیز سال‌های اخیر

اطلاع از میانگین سال‌های بین حوادث بزرگ رخ‌داده در بسیاری از موارد مفید است؛ بااین‌حال آنچه که بیشتر از این امر برای بیمه‌گران اتکایی حوادث فاجعه‌آمیز حائز اهمیت است، نتیجه‌گیری مشابه برای خسارات بیمه‌شده است. در این قسمت به تجزیه‌وتحلیل خسارات بیمه‌شده حوادث فاجعه‌آمیز می‌پردازیم.

در شماره‌ای از مجله سیگما[1]، جدولی از ۳۰ خسارت بزرگ بیمه‌شده بین سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۷۰ آمده است. این خسارات به ارزش دلار سال ۱۹۹۲ محاسبه شده است (جدول ۳).

1. Sigma, 1996

جدول ۳. ۳۰ خسارت بزرگ بیمه‌شده در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۱۹۷۰

کشور	حادثه	تاریخ	خسارت
آمریکا	تندباد اندرو	۸/۲۴/۹۲	۱۶۰۰۰
آمریکا	زلزله نورتریج	۱/۱۷/۹۴	۱۱۸۳۸
ژاپن	گردباد میریل	۹/۲۷/۹۱	۵۷۲۴
اروپا	طوفان زمستانی داریا	۱/۲۵/۹۰	۴۹۳۱
پرتوریکو	تندباد هوگو	۹/۱۵/۸۹	۴۷۴۹
آمریکا	زمین لرزه لوماپریت	۱۰/۱۷/۸۹	۴۵۲۸
اروپا	طوفان زمستانی ویویان	۲/۲۶/۹۰	۳۴۲۷
انگلستان	انفجار لوله‌های نفتی آلپا	۷/۶/۸۸	۲۳۷۳
ژاپن	زمین‌لرزه کوبه هان‌شین	۱/۱۷/۹۵	۲۲۸۲
آمریکا	تندباد اپال	۱۰/۴/۹۵	۱۹۳۸
آمریکا	کولاک ساحلی شرقی	۳/۱۰/۹۳	۱۷۰۰
آمریکا	تندباد اینیکی	۹/۱۱/۹۲	۱۶۰۰
آمریکا	انفجار نفتی فیلیپس	۱۰/۲۳/۸۹	۱۵۰۰
آمریکا	گردباد فردریک	۹/۳/۷۹	۱۴۵۳
هونداروس	گردباد فیفی	۹/۱۸/۷۴	۱۴۲۲
جامائیکا	تندباد گیلبرت	۹/۱۲/۸۸	۱۳۲۰
آمریکا	طوفان‌های برفی، سرما زدگی	۱۲/۱۷/۸۳	۱۲۳۸
آمریکا	آتش‌سوزی‌های جنگل	۱۰/۲۰/۹۱	۱۲۳۶
آمریکا	گردبادها در ۱۴ ایالت	۴/۲/۷۴	۱۲۲۴
آمریکا	گردباد سلیا	۸/۴/۷۰	۱۱۷۲
آمریکا	سیل می‌سی‌سی‌پی	۴/۲۵/۷۳	۱۱۶۸
آمریکا	باد، سیل، تگرگ	۵/۵/۹۵	۱۰۴۸
اروپا	طوفان‌های شمال غربی اروپا	۱/۲/۷۶	۱۰۰۵
آمریکا	تندباد آلیسیا	۸/۱۷/۸۳	۹۵۰
آمریکا	آتش‌سوزی‌های جنگل	۱۰/۲۶/۹۳	۹۲۳
آمریکا	طوفان‌ها، سیل‌های شمال اروپا	۱/۲۱/۹۵	۹۲۳
اروپا	گردباد هرتا	۲/۳/۹۰	۸۹۴
ژاپن	طوفان شدید یانسی	۹/۳/۹۳	۸۷۰
آمریکا	تندباد باب	۸/۱۸/۹۱	۸۶۵
آمریکا	سیل در کالیفرنیا و آریزونا	۲/۱۶/۸۰	۸۵۱

(Sigma, 1996)

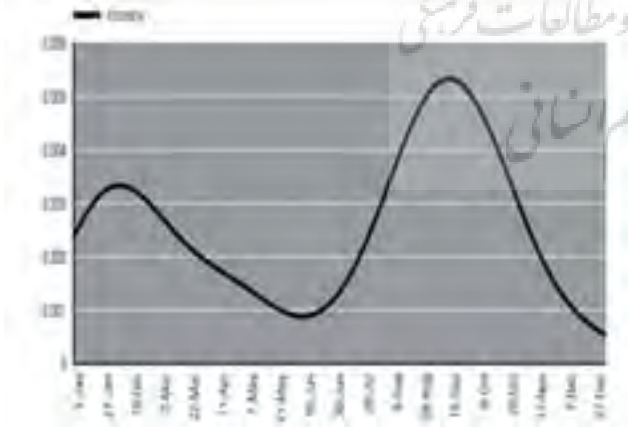
صنعت بیمه با ادامه توسعه مناطقی که در معرض حوادث فاجعه‌آمیزند، با ریسک فزاینده مواجه است.

بـا بررسـی این داده‌ها می‌تـوان فهمید که خسـارات بزرگ از سـال ۱۹۸۹ به بعد تکرار شده‌اند. از سـال ۱۹۸۸-۱۹۷۰ در طی ۱۹ سـال، ۱۱ حادثه فاجعه‌آمیز به وقوع پیوسـته است. از سال ۱۹۸۹ به بعد نیز ۱۹ حادثه در طی مدت ۷ سال رخ داده است.

بـا به‌کارگیری مدل POT برای داده‌ها می‌توان مانند پاریسـی و لوند عمـل نمود. تعدادی از این حوادث در سـال مذکور از روش پواسـون پیروی می‌کنند و برآورد درست از شدت سالیانه از تقسیم تعداد وقایع بر زمان مشـاهده به‌دست‌می‌آید. این نشان‌دهنده شدت سـالیانه وقوع حـوادث فاجعه‌آمیز یعنی حدود ۱,۱۵۴ در هر سـال است. احتمال وقوع این‌گونه حوادث به‌طور یکسان در طی یک‌سال توزیع نشده است.

نمودار ۱ نشانگر تابع شدت در مقایسه با ماه‌های سال است.

نمودار ۱. تابع شدت خسارت‌های بیمه‌شده



ایـن تابع دو نمایی دارای مد اولیه حداکثر فراوانی اسـت که از آگوسـت تا دسـامبر به جریان افتاد و در سپتامبر به اوج خود رسید. مد[1] دوم در طی سال زودتر به اوج خود رسید. تابع شدت را می‌توان

1. Mode

برطبق احتمال وقوع حادثه توضیح داد. این نمودار شامل تاریخ‌هایی است که حوادث در آنها به وقوع پیوسته است (جدول ۳) که شبیه‌سازی حوادث به شرح ذیل است. به‌منظور ایجاد زمان وقوع حوادث بزرگ در ابتدا یک متغیر توزیع پواسون به‌طور اتفاقی ایجاد می‌شود که شامل تعدادی از حوادث رویداده در یک سال است. اگر این عدد صفر باشد، زمان را یک‌سال افزایش داده و دوباره از نو شروع می‌شود. بسته به تعداد حوادثی که به وقوع پیوسته -که آن را K می‌نامیم- ما k مستقلی ایجاد می‌کنیم و به‌طور همسان زمان‌های رسیده A_1 و....و $A_{(k)}$ (زمان‌هایی که تندبادها به خشکی می‌رسند و در پی آن حوادث فاجعه‌آمیز رخ می‌دهند) را براساس تابع شدت توزیع کرده و آنها را از A_1 و....و $A_{(k)}$ رتبه‌بندی می‌کنیم. به‌وسیله ویژگی رتبه‌بندی توزیع پواسون، شرایط مشترک توزیع زمان‌های حادثه مانند رتبه‌بندی آمارهای نمونه‌ای از توزیع یکسان (۱ و ۰) پیروی می‌کند. برای هرکدام از زمان‌های وقوع (K) که از روش توزیع پارتو به‌دست‌آمده برای مازادهای بیشتر از آستانه استفاده شده است. البته زمان اولین حادثه که بیشتر از آستانه است باید مدنظر باشد. اگر چنین حادثه‌ای (در طول مدت درنظرگرفته‌شده) رخ ندهد، ما یک‌سال به زمان خود اضافه می‌کنیم. این امر مرتباً تکرار می‌شود، تا هنگامی که تعداد حوادث مهیبی که رخداده به ۱۰۰،۰۰۰ برسد. نتایج شبیه‌سازی به‌طور خلاصه در جدول شماره ۴ مشهود است. نتایج شبیه‌سازی در جدول‌های ۱و۲ و ۴ خطای استاندارد دوره بازگشت از تقسیم جذر واریانس تعداد نمونه بر اندازه نمونه به‌دست‌می‌آید. برای احتمال عدم‌وقوع حادثه، خطای استاندارد بر پایه توزیع دوجمله‌ای است. جدول ۴ نشان می‌دهد که از یک خسارت خاص بیمه‌شده ۱ میلیارد دلاری یا بیشتر انتظار می‌رود که به‌طور متوسط یک‌بار در سال رخ دهد.

جدول ۴. برآورد دوره‌های بازگشت و احتمال عدم‌مواجهه برای خسارات فاجعه‌آمیز مختلف

خطای استاندارد	احتمال عدم مواجهه	خطای استاندارد	دوره بازگشت	خسارت
۰/۰۰۱۵	۰/۳۱۷۴	۰/۰۰۲۸	۰/۸۸	۱/۰
۰/۰۰۱۵	۰/۴۰۰۰	۰/۰۰۳۵	۱/۱۰	۲/۰
۰/۰۰۱۵	۰/۶۸۸۱	۰/۰۰۸۴	۲/۶۸	۳/۰
۰/۰۰۱۱	۰/۸۴۶۶	۰/۰۱۹۲	۶/۰۵	۵/۰
۰/۰۰۰۸	۰/۹۳۸۲	۰/۰۴۸۵	۱۵/۴۲	۱۰/۰
۰/۰۰۰۶	۰/۹۶۱۱	۰/۰۷۹۲	۲۵/۱۵	۱۵/۰
۰/۰۰۰۵	۰/۹۷۱۸	۰/۱۱۲۵	۳۵/۴۶	۲۰/۰

حوادث خاصی که خساراتی بالغ بر ۳ میلیارد دلار به‌بارمی‌آورند، به‌طور متوسط در کمتر از ۳ سال رخ می‌دهند. طبق احتمالات عدم‌مواجه، به احتمال ۰/۶۸، در هرسال ۱ میلیارد دلار حادثه اتفاق می‌افتد. درحالی که حوادث ۱۵ میلیارد دلاری یا بیشتر دارای دوره بازگشتی در حدود ۲۵ سال است (هر ۲۵ سال یکبار تکرار می‌شود) و شانس وقوع چنین حادثه‌ای در هر سال ۰/۰۳۹ است.

۶. نتیجه‌گیری

صنعت بیمه با ادامه توسعه مناطقی که در معرض حوادث فاجعه‌آمیزند، با ریسک فزاینده مواجه است. با توجه به بررسی‌های قسمت قبل، بسیار مهم است که درنظرداشته‌باشیم خسارات بزرگ هر واقعه دور از انتظار نیست. در حقیقت، وقتی که میزان خسارت را نسبت به دلار روز بررسی می‌کنیم، حوادثی که خسارات ناشی از وقوع آنها میلیارد دلاری است، بیشتر از آنچه که در جدول ۴ آمده است، محتمل‌اند (لازم به ذکر است که نتایج ثبت‌شده در جدول ۴ بر پایه دلار سال ۱۹۹۲ است). در طی چندین سال گذشته صنعت بیمه اتکایی حوادث فاجعه‌آمیز از ثبات بیشتری برخوردار شده است. در همین زمان بیمه اموال و حوادث نیز بیشتر در معرض ریسک‌ها و خسارات قرار گرفته‌اند. اگر این روند ادامه یابد، بیمه

اتکایی نیز با تقاضای بیشتری به‌عنوان منبع بودجه‌بندی (تأمین بودجه) روبروست. بیمه اتکایی به‌عنوان منبعی مستدل برای تأمین بودجه در بازار سرمایه در حال گسترش است. بیمه‌گران اتکایی عمده، به تلاش خود به‌منظور ارائه اوراق بهادار حوادث فاجعه‌آمیز به شکل مؤثرتر به بازار ادامه می‌دهند و تلاش می‌کنند با رشد آگاهی از این ابزارها برای تأمین هرچه بیشتر منابع مالی خود استفاده کنند. اخیراً S&P رتبه‌بندی +BB برای اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز ۳ ساله داخل کشور اعمال می‌کند که شرکت‌های بیمه کمپر[1] از آن حمایت می‌کنند. چندین معامله دیگر نیز در دست بررسی است. S&P کارشناسی در امر تجزیه‌وتحلیل اوراق قرضه‌های حوادث فاجعه‌آمیز را با به‌کارگیری بیمه و تحلیل‌گران مالی سازمان‌یافته گسترش داد و معتقد است که این رتبه‌بندی‌ها را می‌توان برای این‌گونه معاملات به تناسب تأثیری که بر ریسک‌ها دارند، اعمال نمود. تعداد زیاد دیگری از معاملات تحت بررسی هستند. S&P تخصص‌اش را در زمینه بررسی اوراق بهادار حوادث فاجعه‌آمیز در قالب گروه تخصصی بیمه‌ای و بررسی‌های ساختاری مالی گسترش می‌دهد و معتقد است که رده‌ای که به این معاملات داده می‌شود ریسک آن را به درستی نشان می‌دهد.

1. Kemper Insurance Companies

منبعی که مقاله از آن برگرفته شده است:

Standard & Poor's 1999, 'Modeling catastrophe reinsurance risk: implications for the CAT Bond market', *Special Report*, June.

منابع مورد استفاده در اصل مقاله:

1. Brillinger, DR 1993, 'Earthquake risk and insurance', *Environmetrics*, vol. 4, no.1, pp. 1-21.

2. Embrechts, P, Kluippelberg, c & Mikoschy, T

of Atlantic tropical cyclones', *Journal of Applied Statistics*, vol. 21, pp. 195-204.

8. Parisi, F & Lund, RB 1999, 'Seasonality and return periods of Atlantic basin hurricanes. Accepted for publication', *Australian & New Zealand Journal of Statistics,* vol. 42, pp.271.82.

9. Peruggia, M & Santner, T 1996, 'Bayesian analysis of time evolution of earthquakes', *Journal of the American Statistical Association*, vol. 91, PP. 1209-18.

10. *Sigma* 1996, 'Natural catastrophes and major losses in 1995: decrease compared to previous year, but continually high level of losses since 1989', Swiss Re insurance Company, no.2.

11. *Sigma* 1998, 'The global reinsurance market in the midst of consolidation', Swiss Re insurance Company, no.9.

1997, *Modelling extremal events*, Springer-Verlag, Berlin.

3. Froot, KA 1997, *The limited financing of catastrophic risk: an overview*, Working Paper 6025, NBER Working Paper Series, National Bureau of Economic Research.

4. Gray, W M, Knaff, J A, Landsea, C W, Mielke, P W, Jr & Berry, kJ 1997, Early april forecast of atlantic basin seasonal hurricane, Technical Report, Colorado State University.

5. Insurance Services Office, Inc 1999, *Financing catastrophe risk: capital market solutions*, Technical Report.

6. Levin, AM, McWeeney, PE & Gugliada, R 1999, 'Criteria for insurance securitizations', *Standard & Poor's Credit Week*, vol, 19, no. 11, pp. 21-31.

7. Lund, RB 1994, 'The annual arrival cycle