

مدلسازی ریسک بیمه اتکایی حوادث فاجعه آمیز: دلایلی برای بازار اوراق قرضه حوادث فاجعه آمیز

عطیه پیامی کیا^۱

امروزه اوراق قرضه حوادث فاجعه آمیز بیمه اتکایی به عنوان منبعی جایگزین تامین بودجه برای بیمه اتکایی اموال و حوادث مشهور است. این امر در نتیجه ترکیب رشد جمعیت در نواحی در معرض مخاطرات حوادث فاجعه آمیز و ادغام صنعت بیمه اتکایی جهانی سبب گردید تا تقاضاهای بیشتری در خصوص منابع تامین بودجه کارآمد ارائه گردد. علاوه بر این افزایش در تکرار (فراوانی) وقوع حوادث فاجعه آمیز، خود تأکیدی بر این سناریو است.

خلاصه اقدامات انجام شده:

در این گزارش ما تغییرات این صنعت و نیز نقش اوراق قرضه‌های حوادث فاجعه آمیز بیمه اتکایی را مورد بررسی قرار می‌دهیم. عامل کلیدی در ارزیابی ریسک در اینگونه قراردادها، مدل‌سازی ریسک برای دفاتر تجاری بیمه‌گر بیان شده است. در این مقاله ما برخی از پژوهش‌های انجام شده در زمینه مدل‌سازی ریسک حوادث فاجعه آمیز را مرور کرده و ۲ شرکت مدل‌سازی‌کننده ریسک را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم. در پایان نیز ما به بررسی ۳۰ عنوان از گسترده‌ترین خسارات ناشی از حوادث فاجعه آمیز طی سال‌های ۱۹۷۰-۱۹۹۵ پرداخته و دوره‌های بازده برای آستانه‌های مختلف خسارت را با بکارگیری مدل بیشتر از (حد) آستانه^۲ 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 یک سال بوده است و میانگین دوره برگشت برای یک حادثه ۱۵ میلیارد دلاری (به دلار سال ۱۹۹۲ آمریکا) در حدود ۲۵ سال بوده است. از آنجایی که صنعت بیمه اتکایی در خصوص وقوع حوادث فاجعه آمیز اتفاق نظر داشته و امروزه بیمه‌گری بیمه‌های حوادث و اموال در حال رشد است، بیمه اتکایی می‌تواند منبع مناسبی برای تامین بودجه در صورت مواجهه با خسارات به حساب آمده و منبعی منطقی به جهت تامین مالی در بازار سرمایه است. اندازه‌گیری (ارزیابی) خسارت بالقوه در دفتر تجاری بیمه‌گر و احتمال وقوع این خسارت تنها بخشی از رویکرد تجربه و

^۱ - کارشناس مدیریت طرح و توسعه بیمه ملت

^۲ peak-over-threshold

تحلیلی موسسه رتبه بندی و تحقیقاتی Standard & Poor's به منظور رتبه بندی اوراق قرضه حوادث فاجعه آمیز است. لازم به ذکر است که این گزارش، یک ارائه مبسوط از فرآیند رتبه بندی محسوب نمی‌شود.

مقدمه

در مارس سال ۱۹۹۹، Standard & Poor's مقاله‌ای در شرح رویکرد رتبه‌بندی اوراق قرضه حوادث فاجعه آمیز به چاپ رساند. هدف از این مقاله تاکید بر وضعیت بازار بیمه اتکایی حوادث فاجعه آمیز است. همچنین میزان احتمال خسارات ناشی از وقوع حوادث فاجعه آمیز را با درجه اهمیت مختلف مدل‌سازی می‌کنیم. نتایج حاصل از این مدل‌سازی نشان داد که اوراق قرضه‌های حوادث فاجعه آمیز جایگزینی مناسب برای بیمه‌گری اتکایی به طریق سنتی است و صنعت بیمه به خوبی به این امر واقف بود. Standard & Poor's در سال ۱۹۹۶ برای اولین بار اوراق بهادار تامین کننده مالی مربوط به بیمه اتکایی حوادث فاجعه آمیز را تجزیه و تحلیل نمود. از آن پس، در سال ۱۹۹۷، معامله‌ای با ارزش کلی ۱ میلیارد دلار آمریکا به فروش رسیده است هشتمین معامله نیز به سال ۱۹۹۸ تقریباً با همان میزان منتشر شد. در حالی که این بازار هنوز در حال گسترش است، انتشار اوراق بهادار (تامین مالی به کمک اوراق بهادار) جایگزینی برای بیمه‌گری اتکایی و به عنوان راه‌حل‌های علمی و کارآمد برای بیمه‌گران اتکایی مهم در دنیا به حساب می‌آید. 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 یا افق در نظر گرفته شده، یک ساله بود، اما اخیراً در بیشتر معاملات چندین مخاطره از اقصی نقاط دنیا با استناد به برخی از اسناد چند ساله مورد بررسی قرار می‌دهد. در طی چندین سال، رشد جمعیت در نواحی که در معرض مخاطرات مختلف از قبیل تندبادهای شدید و زلزله‌ها سبب گردیده است که صنعت بیمه در معرض خسارات ناشی از اینگونه حوادث فاجعه آمیز قرار بگیرد. صنعت بیمه حوادث و اموال در ایالات متحده آمریکا طبق برآورد اداره خدمات بیمه‌ای (تامین اجتماعی)، بین سالهای ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۸ تورم تعدیل شده‌ی ۹۸ میلیارد دلاری را در پی وقوع خسارات ناشی از حوادث فاجعه آمیز تجربه کرد که نسبت به تورم تعدیل شده ۹۸ میلیارد دلاری در طی ۳۹ سال، از ژانویه سال ۱۹۵۰ تا دسامبر ۱۹۸۸، افزایشی ۱۰/۱۲٪ داشت. در طی ۳۰ ساله گذشته کالیفرنیا و فلوریدا با رشد جمعیتی بین ۲ و ۳ برابر میانگین نرخ رشد در ایالات متحده مواجه شده‌اند. مطالعات انجام شده توسط وزارت خدمات بیمه‌ای ISO و سایر موسسات حاکی از آن است که خسارات ناشی از وقوع حوادث فاجعه آمیز در پی وقوع تندباد یا زلزله با مبلغی بالغ بر ۷۵ میلیارد دلار می‌تواند رخ دهد. برای مثال، خسارات وارده به اموال بیمه شده که مبلغ خسارت ۷۵ میلیارد دلار یا بیشتر است می‌تواند در اثر وقوع تندبادهای شدید سواحل اقیانوسی رخ دهد. به طور مشابه، زلزله‌ای با ۸/۵ ریشتر در منطقه زلزله خیز مادرید نو می‌تواند بیش از

۱۱۵ میلیارد دلار به اموال بیمه شده خسارت آنها ۷۵ میلیارد دلار یا بیشتر است ممکن است که در پی وزش (رسیدن) تندبادهای شدید به سواحل مناطق اقیانوسی رخ دهد. (برخی از مناطق منطقه زلزله‌خیز عبارتند از: مادرید نو، آرکانزاس، ایلینویز، ایندیانا، کنتاکی، میسی‌سیپی و تنسی را شامل می‌شود). خوشبختانه امروزه در صنعت بیمه علت بالقوه وقوع چنین خسارات مادی مهمی شناسایی شده است. جدای از حمایت دولت تنها منبع دیگر سرمایه به منظور تامین مالی اینگونه ریسک‌ها همان بازارهای سرمایه است. گذشته از اینکه صنعت بیمه به طور فزاینده‌ای در معرض خسارات است، اتفاق نظر بیمه‌گران بزرگ در این خصوص باعث ایجاد بحث‌های سرمایه‌ای جدید شده است. تامین 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 شرکت و نیز هزینه ریسک (پرداخت خسارت) را در پی وقوع حادثه به سرمایه‌گذاران منتقل کنند. می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری کرد که در حال حاضر، انتشار اوراق بهادار یک جایگزین رایج‌تری در عوض بیمه‌گری اتکایی ریسک‌ها به روش سنتی است.

اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز:

اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز (کت باندزها)^۳ نوعی از اوراق بهادار محسوب می‌شوند که برای بیمه‌گران اتکایی اجازه ورود به بازارهای سرمایه را فراهم می‌کنند. (این نوع اوراق قرضه از نوع مشتقات (وابسته) محسوب شده و به منظور تامین مالی حوادث فاجعه‌آمیز بکار می‌روند). به هر حال، ما در این مقاله به اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز می‌پردازیم. در خصوص اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز معمول می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که اینگونه اوراق قرضه ابزار هدفمندی در دست بیمه‌گران اتکایی به منظور پرداخت بدهی خود در بازارهای سرمایه‌اند و به عنوان بیمه‌نامه اتکایی برای بیمه‌گر اتکایی واگذاری^۴ محسوب می‌گردد. به طور معمول محدوده اینگونه خسارات از پیش تعیین شده بیشتر از حدی است که بیمه‌گران اتکایی پوشش بیمه‌نامه را برای اوراق بهادار منتشر شده در نظر گرفته‌اند. هرگاه خسارات از پیش تعیین شده از محدوده خسارت که به عنوان فرانشیز عمل می‌کند، بیشتر باشد آن را به اصطلاح نقطه شروع^۵ می‌نامیم. این سوال 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 می‌بایست خسارت پرداخت کنند؟ روش رتبه بندی که Standard & Poor's برای اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز بکار گرفته است، در ۱۷ مارس ۱۹۹۹ در مقاله کریدیت ویک^۶ با جزئیات بیشتر در لیست منابع (اطلاعاتی) موجود است. جدای از نگرانی‌های مربوط به ساختار و بیمه‌گری مدل‌سازی ریسک‌ها در دفاتر ثبت تجاری

2-Catasrophe risk (cat bond)

3- ceding insurer

4- attachment Point

5- Credit Week

بیمه‌گران واگذاری به منظور تجزیه و تحلیل صحیح معاملات، اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز مورد انتقاد (بحث برانگیز) هستند. در ادامه این مقاله تاکید ما در خصوص مباحث مدل‌سازی خواهد بود. در ابتدا ما ۲ روش معمول بکار گرفته شده توسط شرکتهای مدل‌ساز را مورد بررسی قرار می‌دهیم. در نهایت از سال ۱۹۷۰ مدل حد آستانه پی. او. تی، POT برای خسارات بسیار گسترده بیمه شده از نوع سوم مناسب شناخته شد. مدل POT به عنوان شبیه سازی از ۱۰۰/۰۰۰ حادثه رخ داده برای آستانه خسارات متعدد بکار گرفته شد و به عنوان مبنای برآورد دوره‌های بازده و احتمالات عدم مواجهه با اینگونه خسارات در نظر گرفته شد.

مدلسازی حوادث فاجعه‌آمیز:

در حالی که فرآیند رتبه بندی اوراق قرضه حوادث فاجعه‌آمیز دارای بخشهای مختلف است، مدل‌سازی ریسک عاملی اصلی محسوب می‌شود. در سالهای گذشته موسسه رتبه بندی Standard & Poor's مدل‌های بکار گرفته شده توسط ۲ بیمه‌گر اصلی یعنی شرکت بیمه سرمایه‌گذاری هوایی آمریکایی که مختصراً AIR نامیده می‌شود و RMS (مرکز ارائه راه حل‌های مدیریت ریسک ملقب به RMS را مورد مطالعه قرار داد. در حالی که هر یک از این مدل‌ها دارای ویژگیهای مختص خود بوده و بنابراین تنها به طور کلی می‌توان در خصوص آنها بحث کرد. برخی از تفاوت‌های بین دو مدل عبارتند از روشی که توسط آن پارامترهای مدل ارزیابی می‌شود: اینکه مدل کاملاً اتفافی بوده یا اینکه تا حدی اجباری است و نیز اینکه توزیعی برای هر یک از پارامترهای مخاطره فرض شده است، (که برای مثال می‌تواند فشار مرکزی برای تندبادهای شدید یا وسعت زلزله‌ها اشاره نمود). معاملاتی که توسط Standard & Poor's مورد بررسی مجدد قرار گرفت مخاطرات جهانی از جمله تندبادهای شدید که به مناطق اقیانوسی می‌رسند، زلزله‌های رخ داده در مناطق کالیفرنیا و مادرید، نوظوفانهای اروپا، تندبادهای مهیب استرالیا و زمین لرزه‌های ژاپن و گردبادها را شامل می‌شود. در واقع این دو ریسک زلزله و تندباد، به یکدیگر مربوطند که در این مقاله به بررسی آنها می‌پردازیم. مدل‌های ساخته شده می‌بایست به چند منظور بکار گرفته شوند: اولاً وقایع را ایجاد کنند و سپس موقعیت جغرافیایی آنها را در دفتر تجاری بیمه گر ثبت کنند و همچنین خساراتی را که عامل ایجاد کننده آنها چنین وقایعی است را به عنوان ویژگی ساختاری و ویژگی‌های بیمه نامه در نظر بگیرند. برای مثال تندبادهای شدید که به سواحل اقیانوسی می‌رسند از این دسته‌اند. لازم به ذکر است که هر طوفانی اولاً می‌بایست از ویژگی‌های طوفان از نظر: سرعت وزش باد، فشار مرکزی و شعاع یا محدوده و دیگر خصوصیات طوفان برخوردار باشد. همچنین می‌بایست ویژگی‌های دیگری از جمله چگونگی به خشکی رسیدن این طوفانها برای مثال اینکه سختی زمین طبیعی و یا ساخت بشر است) را در نظر بگیریم. موقعیت‌های بیمه شده خاص نیز حائز اهمیت‌اند که از جمله می‌توان به حد فاصل آن با طوفان و ویژگی‌های خاص آن موقعیت اشاره کرد. خصائص مختصی که اموال دارند

تعیین کننده میزان خسارت وارده به اموال بیمه شده است. خسارت نهایی به پرتفو نتیجه تجمع خسارات جداگانه است. اگرچه بررسی مدل‌سازی حوادث فاجعه آمیز کار آسانی است ولیکن جزئیات مربوط به آن بسیار پیچیده است. در طی این سالها پژوهش‌های بسیاری در خصوص مدل‌سازی حوادث فاجعه آمیز مانند تندبادها و زلزله‌ها صورت گرفته است.

مدل‌سازی حوادث ناشی از زمین لرزه:

مقاله‌ی بریلینگر^۶ در سال ۱۹۹۳ به خوبی مباحث مربوط به مدل‌سازی ریسک زلزله و تاثیر آن بر بیمه را مورد بررسی قرار داد. جنبه‌های موقتی زمین لرزه‌ها به عنوان روش‌های نقطه احتمالی وقوع مدل‌سازی می‌شوند. احتمال رویداد حادثه ناشی از وقوع زمین لرزه بستگی به آخرین زمان وقوع حادثه در همان منطقه دارد. البته احتمال اینکه بلافاصله بعد از وقوع یک زلزله، زلزله‌ی مهیب دیگری رخ دهد کم است. تجمع خسارات مربوط به زمان رویداد زلزله‌ها سبب ایجاد یک روش ممیزی نشانه‌دار می‌شود. پس از وقوع حادثه جنبه‌های کیهانی زلزله از جمله شتاب و شدت وقوع آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. شدت زمین لرزه توسط ممیزهای وزنی رگرسیون هموار شده^۸ در مجاورت با مرکز زمین لرزه، مدل‌سازی شده است. خسارات رخ داده با توجه به انواع ساختار مدل‌سازی شده و عامل عدم اطمینان را برای سایر خسارات بیمه شده شامل می‌شود. برای مثال، بیمه‌گر ممکن است (پوشش) بیمه نامه کامل اتومبیل را برای (صاحبخانه‌ای که بیمه اموال خریداری نموده) ارائه دهد، علاوه بر این با توجه به بیمه نامه مالک می‌تواند ادعای خسارت کند. مبنای مدل‌سازی زمان‌های وقوع حوادث زمین لرزه و وسعت آن روش شناسی بایسین^۹ است که پروگیا^{۱۰} و سانتنر^{۱۱} به سال ۱۹۹۶ در مقالات خود ارائه داده‌اند. آنها از داده‌ها برای وقایع ناشی از زمین لرزه در ناحیه سانویو ماتز در جنوب ایتالیا استفاده کردند. این روش برای آنها این امکان را فراهم می‌کند تا از یک فهرست راهنما (کاتالوگ) که به سال ۱۶۰۰ پس از میلاد مسیح بازمی‌گردد استفاده کنند، حتی اگر داده چندان هم قابل اعتماد نباشند و از کاتالوگ‌های مناطق که از نظر جغرافیایی به هم شبیه‌اند استفاده می‌کنند. آنها همچنین توزیع‌های قابل پیش بینی را برای مقادیر جغرافیایی مهم ارائه می‌دهند و روشی را بکار می‌گیرند تا بتوانند همزمان زمان‌های وقوع زمین لرزه‌ها و وسعت و نیز موقعیت‌های وقوع آنها را مدل‌سازی کنند. هر دو مقاله فوق‌الذکر ماخذ گسترده‌ای برای تحقیق انجام شده در این زمینه است.

- 6-Brillinger
7- smoothed
8- Bayesian
9- Peruggia
10- Santner

بررسی دقیق‌تر تندبادهای شدید (سواحل) خلیج اقیانوس اطلس:

تا به حال تحقیقات زیادی در خصوص طوفانها و تندبادهای شدید مناطق حاره‌ای خلیج اقیانوس اطلس صورت گرفته است. بیمه‌گری اتکایی این ریسکها از سال ۱۹۹۷ به منظور مدل‌سازی حوادث قابل پیش‌بینی در اثر وقوع تندبادهای شدید در خلیج اقیانوس اطلس صورت گرفت که تا حد نسبتاً زیادی متحول کرد. با اصلاح مدل‌های پیش‌بینی، این اطلاعات را می‌توان همچنین برای روش مدل‌سازی خسارت بکار بست. خصوصاً این اطلاعات برای مناطقی که چندین سال است در معرض خسارت اند با ارزش بوده و همان گونه که ریسک هر سال را می‌توان بر اساس تعداد طوفانهای پیش بینی شده مدل‌سازی کرد. لوند¹² در سال 1994 رسیدن سالیانه چرخه‌های باد مناطق حاره‌ای را به عنوان یک روش پواسون¹³ غیر همگن با یک دوره زمانی دارای تابع شدت متفاوت مدل‌سازی نمود. از این داده‌ها برای همه تندبادهای شدیدی که از سال ۱۹۳۵ تا ۱۹۹۷ به خشکی رسیده‌اند بکار گرفته شد. پارسی¹⁴ و لوند در سال ۱۹۹۹ از این هم فراتر رفته و از مدل بالاتر از حد آستانه که POT نامیده می‌شود، برای بررسی تندبادهای شدید در خلیج اقیانوس اطلس بهره بردند. با استفاده از روش مدل بالاتر از حد آستانه POT و با در نظر گرفتن زمانهای رسیدن تندبادهای به خشکی و نیز برخی کمیت‌های مرتبط مانند سرعت وزش باد، فرارسی این تندبادهای از یک روش پواسون پیروی کرده و در صورتی که از آستانه بالای ارائه شده بیشتر باشد دارای توزیع پارتوست. سرعتهای وزش باد تا ۱۰۰۰۰ طوفان بیش از آستانه ارائه شده شبیه سازی شده است. همین روش برای هر یک از ۶ آستانه فشار اصلی بکار برده می‌شود. زمانهای رسیدن این تندبادهای به خشکی برای هر حادثه شبیه سازی شده، ثبت می‌گردد. با استفاده از زمانهای فرارسی طوفانهای شبیه سازی شده، می‌توان به برآورد دوره‌های بازگشت آنها و احتمالات مربوط به عدم مواجهه با این حوادث پرداخت. جدول شماره ۱ و ۲ حاکی از نتایج حاصل از این بررسی‌ها است. دوره بازگشت همان میانگین دوره حوادث با وسعت بیشتر است که محاسبه آن از صفر شروع میشود و از شبیه سازی‌های انجام شده به عنوان میانگین نمونه برآورد می‌شود. احتمال عدم مواجهه با این تندبادهای بدین معناست که حادثه با همان وسعت یا حتی وسعت بیشتر از حد پیش بینی در زمان مقرر، در این مطالعه یک سال، رخ ندهد. این احتمالات به عنوان بخشی از دوره‌های رویداد حوادث شبیه سازی شده بیش از یک سال برآورد می‌شود. از جدول شماره ۱ می‌توان اینگونه انتظار داشت که طوفانی با سرعت وزش (mph) ۱۲۵ متر در ساعت یا بیشتر به طور متوسط هر ۳/۶ سال به خشکی می‌رسد و احتمال یا شانس اینکه چنین حادثه‌ای در سال ذکر شده رخ ندهد در حدود ۰/۷۴ است به عبارت دیگر احتمال وقوع چنین حادثه‌ای در این سال ۰/۲۶ خواهد بود. در صورتی که هیچ

¹⁰Lund
11- Poisson
12- Parisi

طوفانی با سرعت وزش باد (mph) ۲۰۰ متر در ساعت به خشکی نرسد، نتیجه گیری و استنتاج از روش‌های آماری احتمالاً ارزش بی‌نهایت^{۱۵} است مانند روش POT، به مراتب از روش‌های مدل‌سازی سنتی مطمئن‌تر است. فشارهای اصلی با شدت طوفان به طور منفی همبسته است، به طوری که فشار مرکزی (اصلی) پایین‌تر به معنی شدت طوفان بیشتر است. جدول شماره ۲ به خوبی به مقایسه نتایج حاصل از فشارهای مرکزی به نسبت همان فشارها در جدول شماره ۱ می‌پردازد.

تجزیه و تحلیل خسارات حوادث فاجعه‌آمیزی که اخیراً رخ داده است:

با اینکه اطلاع از میانگین ساله‌هایی که در طی این سالها حوادث بزرگ رخ داده، در بسیاری موارد مفید است، با این حال آنچه که بیشتر از این امر برای بیمه‌گران اتکایی حوادث فاجعه‌آمیز حائز اهمیت است، نتیجه‌گیری مشابه از خسارات بیمه شده است. در این قسمت ما به تجزیه و تحلیل خسارات بیمه شده حوادث فاجعه آمیز می‌پردازیم. فهرست ۲ از Zanetti & Enz به سال ۱۹۹۶ جدولی از ۳۰ خسارت بزرگ بیمه شده بین سالهای ۱۹۷۰ و ۱۹۹۵ را نشان می‌دهد.

Table 1
Estimated Return Periods and Non-encounter Probabilities for Various Wind Speeds

Wind speed (mph)	Return period (years)	Std. err.	Non-encounter probability	Std. err.
75	0.86	.0055	.1845	.0039
100	1.54	.0127	.4767	.0050
125	3.60	.0339	.7434	.0044
150	10.70	.1044	.9114	.0028
175	43.90	.4397	.9780	.0015
200	320.04	3.1924	.9981	.0004

Source: Parisi and Lund (1999).

Table 2
Estimated Return Periods and Non-encounter Probabilities for Various Central Pressures

Central pressure (mb)	Return period (years)	Std. err.	Non-encounter probability	Std. err.
1002	0.86	.0054	.1856	.0039
980	1.44	.0116	.4402	.0050
965	2.45	.0223	.6410	.0048
940	8.86	.0879	.8869	.0032
920	42.11	.4252	.9757	.0015
910	139.07	1.3692	.9933	.0008

این خسارات به ارزش دلار سال ۱۹۹۲ محاسبه شده است. این اطلاعات در جدول شماره ۳ تکرار شده است. با بررسی این داده‌ها می‌توان فهمید که خسارات بزرگ از سال ۱۹۸۹ به بعد تکرار شده‌اند. از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۸ در

12-Extreme Value

عنوان مقاله: مدل‌سازی ریسک بیمه اتکایی حوادث فاجعه آمیز: دلایلی برای بازار اوراق قرضه حوادث فاجعه آمیز

طی ۱۹ سال ۱۱ حادثه فاجعه آمیز به وقوع پیوسته است. از سال ۱۹۸۹ به بعد نیز ۱۹ حادثه در طی مدت ۷ سال رخ داده است.

Table 3
The 30 Most Costly Insurance Losses 1970-1995

Millions of 1992 US dollars

Loss	Date	Event	Country
16,000	8/24/92	Hurricane Andrew	USA
11,838	1/17/94	Northridge EQ	USA
5,724	9/27/91	Tornado Mireille	Japan
4,931	1/25/90	Winter storm Daria	Europe
4,749	9/15/89	Hurricane Hugo	Puerto Rico
4,528	10/17/89	Loma Prieta EQ	USA
3,427	2/26/90	Winter storm Vivian	Europe
2,373	7/6/88	Explosion on Piper Alpha oil rig	UK
2,282	1/17/95	Hanshin EQ Kobe	Japan
1,938	10/4/95	Hurricane Opal	USA
1,700	3/10/93	East coast blizzard	USA
1,600	9/11/92	Hurricane Iniki	USA
1,500	10/23/89	Explosion Philips Petroleum	USA
1,453	9/3/79	Tornado Frederic	USA
1,422	9/18/74	Tornado Fifi	Honduras
1,320	9/12/88	Hurricane Gilbert	Jamaica
1,238	12/17/83	Snowstorms, frost	USA
1,236	10/20/91	Forest fires	USA
1,224	4/2/74	Tornadoes in 14 states	USA
1,172	8/4/70	Tornado Celia	USA
1,168	4/25/73	Mississippi flooding	USA
1,048	5/5/95	Wind, hail, floods	USA
1,005	1/2/76	NW Europe Storms	Europe
950	8/17/83	Hurricane Alicia	USA
923	10/26/93	Forest fires	USA
923	1/21/95	Northern Europe, storms, floods	Europe
894	2/3/90	Tornado Herta	Europe
870	9/3/93	Typhoon Yancy	Japan
865	8/18/91	Hurricane Bob	USA
851	2/16/80	Floods in CA and AZ	USA

EQ—Earthquake; Source: Swiss Reinsurance Co.

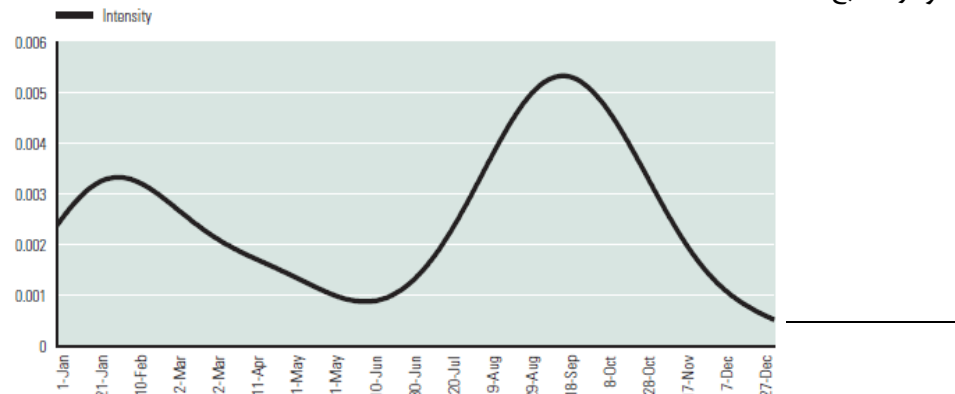
با بکارگیری مدل POT برای داده‌ها می‌توان مانند پارسی و لوند عمل نمود. تعدادی از این حوادث در سال مذکور از روش پواسون پیروی کنند و برآورد درست از شدت سالیانه همان تعداد وقایعی است که توسط زمان مشاهده شده رده بندی شده است. این جدول نشان دهنده شدت سالیانه وقوع حوادث فاجعه آمیز از حدود ۱,۱۵۴ در هر سال است. احتمال وقوع اینگونه حوادث به طور یکسان در طی یکسال توزیع نشده است. نمودار ۱ نشانگر تابع شدت در مقایسه با ماه‌های سال است. این تابع دو نمایی دارای مد اولیه حداکثر فراوانی است که از آگوست تا دسامبر به جریان افتاد و در سپتامبر به اوج خود رسید. مد^{۱۶} دوم در طی سال زودتر به اوج خود رسید. تابع شدت را می‌توان بر طبق احتمال وقوع حادثه توضیح داد. این نمودار شامل تاریخ‌هایی است که حوادث در آنها به وقوع پیوسته است. (جدول شماره ۳) شبیه سازی حوادث به شرح ذیل است. به منظور ایجاد زمان وقوع حوادث بزرگ در ابتدا ما یک متغیر توزیع پواسون

15-Mode

عنوان مقاله: مدل‌سازی ریسک بیمه اتکایی حوادث فاجعه آمیز: دلایلی برای بازار اوراق قرضه حوادث فاجعه آمیز

به طور اتفاقی ایجاد می‌کنیم که شامل تعدادی از حوادث رویداده در یک سال را در برمی‌گیرد. اگر این عدد صفر باشد، زمان را توسط یکسال افزایش می‌دهد و دوباره از نو شروع می‌شود. بسته (بشرط) به تعداد حوادثی که به وقوع پیوسته که آن را k بنامیم ما k مستقلی را ایجاد می‌کنیم و به طور همسان زمانهای رسیده $A_1, \dots, A_{(k)}$ (زمانهایی که تذبدها به خشکی می‌رسند و در پی آن حوادث فاجعه‌آمیز رخ می‌دهند) را بر اساس تابع شدت توزیع کرده و آنها را از $A_1, \dots, A_{(k)}$ رتبه‌بندی می‌کنیم. به کمک رتبه بندی (ردیف) ویژگی ایستای توزیع پواسون، توزیع مشروط به هم پیوسته زمانهای وقوع حوادث یکسان (مشابه) است مانند هر یک از ایستاهای رتبه بندی شده (ردیف شده) نمونه هر توزیع یکپارچه که بین (۱ و ۰) است. هر یک از زمانهایی که حوادث به وقوع می‌پیوندد (که اینجا k تلقی شده) از توزیع پارتو^{۱۷} برای هزینه‌های بیشتر از آستانه در نظر گرفته شده (ارائه شده) است. ما زمان وقوع اولین حادثه‌ای که از آستانه گذشته است را در نظر می‌گیریم. اگر چنین حادثه‌ای (در طول مدت در نظر گرفته شده) رخ ندهد، ما یکسال به زمان خود اضافه می‌کنیم. این امر مرتباً تکرار می‌شود، تا هنگامی که تعداد حوادثه مهیبی که رخ داده به $100/000$ برسد. نتایج شبیه سازی به طور خلاصه در جدول شماره ۴ مشهود است. نتایج شبیه سازی در جداول شماره ۲۰۱ و ۴ دارای ویژگیهای قانونمند بسیار زیادی هستند. اشتباهات استاندارد را می‌توان در برآوردها بکار گرفت و به کمک آنها فواصل (بازه‌های) قابل اطمینان را با توجه به ارزیابی‌هایی که کواتیل‌های معمول استاندارد را بکار می‌گیرند، ترسیم کرد. معیار خطای دارای دوره بازگشت ریشه مجذور^{۱۸} واریانس نمونه کمی است. برای احتمال عدم وقوع حادثه خطای معیار (خطای استاندارد) بر پایه توزیع دوجمله‌ای است. جدول شماره ۴ نشان می‌دهد که یک خسارت خاص بیمه شده ۱ میلیارد دلاری یا بیشتر به طور متوسط یکبار در سال رخ دهد. حوادث خاصی که خساراتی بالغ بر ۳ میلیارد دلار به بار می‌آورند، به طور متوسط در کمتر از ۳ سال رخ می‌دهند. احتمال عدم مواجهه با این حوادث تقریباً $0/68$ است، که در واقع یک حادثه ۱ میلیارد دلاری در هر سال به وقوع می‌پیوندد. در حالی 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 $0/39$ است.

نمودار ۱: تابع شدت خسارات سمه شده



13- Pareto
14- square

نتیجه گیری:

صنعت بیمه با ادامه توسعه مناطقی که در معرض حوادث فاجعه آمیزند، با ریسک فزاینده مواجه است. با توجه به تجزیه و تحلیل صورت گرفته در بخش قبل می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که حوادث خاصی که خسارات زیادی به بار می‌آورند شبیه به یکدیگر نیستند. 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 شماره ۴ به نمایش درآمده به هم شبیه‌اند. (لازم به ذکر است که نتایج ثبت شده در جدول شماره ۴ بر پایه دلار سال ۱۹۹۲ است.) در طی چندین سال گذشته صنعت بیمه اتکایی حوادث فاجعه آمیز 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 به عنوان منبع بودجه بندی (تامین بودجه) روبروست. بیمه اتکایی به عنوان منبعی مستدل برای تامین بودجه در بازار سرمایه در حال گسترش است. بیمه گران اتکایی اصلی به تلاش خود به منظور ارائه اوراق بهادارهای حوادث فاجعه آمیز موثرتر به بازار ادامه می‌دهند و چگونگی استفاده از این ابزارها را در حال رشدند. اخیراً، Standard & Poor's رتبه بندی BB+ برای اوراق قرضه حوادث فاجعه آمیز ۳ ساله داخل کشور اعمال می‌کنند که شرکتهای بیمه کمپر^{۱۹} از آن حمایت می‌کنند. چندین معامله دیگر نیز در دست بررسی است. Standard & Poor's کارشناسی در امر تجزیه و تحلیل اوراق قرضه های حوادث فاجعه آمیز را با بکارگیری بیمه و تحلیل گران مالی سازمان یافته گسترش داد و معتقد است که این رتبه بندی‌ها را می‌توان برای اینگونه معاملات به تناسب تأثیری که بر ریسکها دارند اعمال نمود.

Table 4
Estimated Return Periods and Non-encounter Probabilities
for Various Catastrophic Losses (Single Events)

Loss Amounts are billions of 1992 US dollars

Loss	Return period (years)	Std. err.	Non-encounter probability	Std. err.
1.0	0.88	.0028	.3174	.0015
2.0	1.10	.0035	.4000	.0015
3.0	2.68	.0084	.6881	.0015
5.0	6.05	.0192	.8466	.0011
10.0	15.42	.0485	.9382	.0008
15.0	25.15	.0792	.9611	.0006
20.0	35.46	.1125	.9718	.0005

15-Kemper Insurance Companies

References

- Brillinger, D. R. (1993). Earthquake risk and insurance. *Environmetrics*, 4(1), 1-21.
- Embrechts, P., Klüppelberg, C., and T. Mikosch (1997). *Modelling Extremal Events*. Springer-Verlag, Berlin.
- Froot, K. A. (1997). *The limited financing of catastrophic risk: An overview*. Working Paper 6025. NBER Working Paper Series, National Bureau of Economic Research.
- Gray, W. M., Knaff, J. A., Landsea, C. W., Mielke, P. W., Jr. and K. J. Berry (1997). Early April Forecast of Atlantic Basin Seasonal Hurricane. Technical Report, Colorado State University.
- Holzheu, T., ed. (1998). The global reinsurance market in the midst of consolidation. *Sigma No. 9*. Swiss Reinsurance Company, Zürich.
- Insurance Services Office, Inc. (1999). *Financing catastrophe risk: capital market solutions*. Technical Report.
- Levin, A. M., McWeeney, P. E., and R. Gugliada (1999). Criteria for insurance securitizations. *Standard & Poor's Credit Week*, 19, No. 11, 27-31.
- Lund, R. B. (1994). The annual arrival cycle of Atlantic tropical cyclones. *Journal of Applied Statistics*, 21, 195-204.
- Parisi, F. and R. B. Lund (1999). Seasonality and return periods of Atlantic basin hurricanes. Accepted for publication: *Australian & New Zealand Journal of Statistics*.
- Peruggia, M. and T. Santner (1996). Bayesian analysis of time evolution of earthquakes. *Journal of the American Statistical Association*, 91, 1209-1218.
- Zanetti, A. and R. Enz, eds. (1996). Natural catastrophes and major losses in 1995: decrease compared to previous year, but continually high level of losses since 1989. *Sigma No. 2*. Swiss Reinsurance Company, Zürich.