



## A Financial Evaluation Model for Insurance Companies' Management of Claimed Loss Risks under Normal and Crisis Conditions

**Maryam Esna-Ashari**

Assistant Prof., Department of Property and Casualty Insurance, Iranian Insurance Research Center, Tehran, Iran. E-mail: esnaashari@irc.ac.ir

**Moslem Nilchi** \*

\*Corresponding Author, Assistant Prof., Department of Management, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran. E-mail: moslem.nilchi@gmail.com

**Farzan Khamesian**

Assistant Prof., Department of General Insurance, Iranian Insurance Research Center, Tehran, Iran. E-mail: khamesian@irc.ac.ir

### Abstract

#### Objective

While insurance companies operate with profit-maximization objectives similar to those of other economic sectors, they possess distinct structural characteristics in financial intermediation. Owing to their role in risk transfer and the resulting concentration of risk, their operational sustainability is uniquely vulnerable. Traditional financial solvency ratios, although effective in assessing capital adequacy, do not necessarily ensure short-term liquidity resilience during catastrophic, fat-tailed loss events. Accordingly, this study aims to develop a model for assessing the resilience of insurance companies in managing claims risk under both normal and critical scenarios, without reliance on restrictive prior assumptions regarding loss distributions.

**Citation:** Esna-Ashari, Maryam; Nilchi, Moslem & Khamesian, Farzan (2025). A Financial Evaluation Model for Insurance Companies' Management of Claimed Loss Risks under Normal and Crisis Conditions. *Financial Research Journal*, 27(4), 1036-1058 <https://doi.org/10.22059/FRJ.2026.404825.1007807> (in Persian)



### Methods

This study employs an applied, descriptive-analytical research design, focusing on the analysis of historical data from the insurance sector. The statistical population comprises all general insurance companies listed on the Tehran Stock Exchange (TSE) over the period from 2014 to 2024. Sample selection was contingent upon data accessibility and the availability of quarterly financial statements. The dataset incorporates quarterly financial reports and internal corporate records, specifically the total number of issued policies, total written and collected premiums, and the aggregate frequency and severity of paid claims on a quarterly basis. To mitigate inflationary distortions, monetary variables—specifically claim amounts and asset values—were adjusted for inflation using the Consumer Price Index (CPI). Subsequently, a logarithmic differencing filter was applied to detrend the data and ensure stationarity. In the final phase, optimal statistical distributions were fitted to the empirical data. The financial health of insurers was then evaluated by defining and calculating three novel metrics: the Risk Status Index, the Risk Coverage Ratio (Normal Condition), and the Risk Coverage Ratio (Critical Condition).

### Results

The results demonstrate that the proposed indicators exhibit significantly greater explanatory power than conventional regulatory solvency ratios. The findings indicate that even entities maintaining a standard regulatory solvency ratio (Level 1) may experience “hidden insolvency” as a result of inefficiencies in managing asset quality and liquidity.

### Conclusion

The proposed model establishes that liquidity risk management must be integrated as an essential complement to traditional solvency frameworks. Implementation of this model enables supervisory authorities to identify early warning signals prior to the onset of irreversible financial distress.

**Keywords:** Financial solvency, Liquidity risk management, Heavy-tailed distributions, Claimed losses.

## مدل ارزیابی مالی شرکت‌های بیمه در مدیریت ریسک خسارت‌های ادعا شده در شرایط عادی و بحرانی

مریم اثنی عشری

استادیار، گروه پژوهشی بیمه‌های اموال و مسئولیت، پژوهشکده بیمه، تهران، ایران. رایانامه: esnaashari@irc.ac.ir

مسلم نیلچی\*

\* نویسنده مسئول، استادیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران. رایانامه: m.nilchi@alzahra.ac.ir

فرزان خامسیان

استادیار، گروه پژوهشی بیمه‌های اموال و مسئولیت، پژوهشکده بیمه، تهران، ایران. رایانامه: khamesian@irc.ac.ir

### چکیده

**هدف:** شرکت‌های بیمه از جنبه بازرگانی، مانند سایر بخش‌های اقتصاد، برای حداکثرسازی سود خود فعالیت می‌کنند؛ اما شرکت‌های بیمه با دیگر شرکت‌ها و بنگاه‌های مالی تفاوت‌هایی دارند. به دلیل پوشش ریسک سایر بخش‌ها توسط این شرکت‌ها و در نتیجه، تمرکز ریسک در این بخش، عملکرد آن‌ها برای ماندگاری در فعالیت‌های اقتصادی آسیب‌پذیرتر می‌شود. بنابراین، حساسیت ارزیابی عملکرد این شرکت‌ها از منظر ریسک و مدیریت آن، در مقایسه با سایر بنگاه‌های اقتصادی و مالی دو چندان است. نسبت‌های سنتی توانگری مالی کفایت سرمایه را می‌سنجند؛ اما لزوماً تضمین‌کننده نقدینگی لحظه‌ای در زمان وقوع خسارت‌های فاجعه‌بار و دارای دم‌کلفت (Fat-tail) نیستند. هدف این پژوهش، توسعه مدلی برای ارزیابی تاب‌آوری شرکت‌های بیمه در مواجهه با ریسک خسارت‌های ادعا شده، تحت دو سناریو شرایط عادی و بحرانی، بدون پیش‌فرض‌های اولیه، روی توزیع خسارت‌های شرکت است.

**روش:** رویکرد این پژوهش توصیفی - تحلیلی است. جامعه آماری پژوهش، تمامی شرکت‌های بیمه عمومی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، در بازه زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۳ است. نمونه آماری، براساس امکان دسترسی به داده‌ها و صورت‌های مالی فصلی شرکت‌ها انتخاب شد. داده‌های استفاده شده در این پژوهش، عبارت‌اند از: صورت‌های مالی ۳ ماهه شرکت‌های بیمه و اطلاعات داخلی شرکت‌های بیمه، شامل تعداد کل بیمه‌نامه‌های صادره، کل مبلغ حق بیمه‌های صادره و دریافتی، تعداد کل و مبلغ کل خسارت پرداختی با تواتر فصلی. برای حذف اثر تورم، مقادیر متغیرهای مربوط به مبالغ خسارت و همچنین دارایی‌ها با استفاده از شاخص قیمت مصرف‌کننده، حقیقی‌سازی و سپس با فیلتر تفاضل‌گیری لگاریتمی، روندزدایی شدند. در مرحله بعد، توزیع‌های آماری مناسب به داده‌ها برازش شد و در نهایت با تعریف و محاسبه سه شاخص وضعیت خطر شرکت بیمه، نسبت پوشش ریسک در شرایط عادی و نسبت پوشش ریسک در شرایط بحرانی، وضعیت شرکت‌ها بررسی شد.

**استناد:** اثنی عشری، مریم؛ نیلچی، مسلم و خامسیان، فرزان (۱۴۰۴). مدل ارزیابی مالی شرکت‌های بیمه در مدیریت ریسک خسارت‌های ادعا شده در شرایط عادی و بحرانی. *تحقیقات مالی*، ۲۷(۴)، ۱۰۳۶-۱۰۵۸.

**یافته‌ها:** نتایج تحلیل از برتری قدرت توضیح‌دهندگی شاخص‌های پیشنهادی، در مقایسه با نسبت توانگری ساده حکایت می‌کند. بر اساس یافته‌ها، حتی در شرایط دستیابی به نسبت توانگری استاندارد (سطح یک)، ناتوانی در مدیریت کیفیت دارایی‌های نقدشونده می‌تواند به ورشکستگی پنهان منجر شود.

**نتیجه‌گیری:** مدل پیشنهادی اثبات می‌کند که مدیریت ریسک نقدینگی باید به‌عنوان یک مکمل ضروری برای نسبت توانگری در نظر گرفته شود. به کارگیری این مدل به نهادهای ناظر اجازه می‌دهد تا پیش از وقوع ورشکستگی، هشدارهای اولیه را شناسایی کنند.

**کلیدواژه‌ها:** توانگری مالی، مدیریت ریسک نقدینگی، توزیع‌های دم‌کلفت، خسارت‌های ادعا شده.

## مقدمه

صنعت بیمه، به‌عنوان یکی از ستون‌های اصلی ثبات مالی در اقتصادهای مدرن، مسئولیت انتقال و توزیع ریسک‌های متنوع را برعهده دارد. این صنعت با پذیرش تعهدهای بلندمدت در برابر حق بیمه‌های دریافتی، در حمایت از افراد، بنگاه‌ها و دولت‌ها نقشی کلیدی ایفا می‌کند (لبینی، داپولیتو و نینو<sup>۱</sup>، ۲۰۲۴). با این حال، ماهیت ذاتی تعهدهای بیمه‌ای که اغلب به‌صورت وعده پرداخت در آینده تعریف می‌شود، شرکت‌های بیمه را در برابر ریسک‌های منحصربه‌فردی مانند نوسان‌های خسارت، عدم تقارن اطلاعاتی و شوک‌های خارجی آسیب‌پذیر می‌سازد (کامو<sup>۲</sup>، ۲۰۲۳). برخلاف نهادهای بانکی که به‌طور عمده با ریسک اعتباری (مانند نکول وام) روبه‌رو هستند، شرکت‌های بیمه با ریسک بیمه‌گری<sup>۳</sup> مواجهند؛ ریسکی که ماهیت آن تصادفی، گاهی فاجعه‌بار و با عدم قطعیت زمانی - مکانی و ریالی همراه است (امبرشت، کلپلبرگ و میکوش<sup>۴</sup>، ۲۰۱۳).

در دهه‌های اخیر، تحولات جهانی نظیر تغییرات اقلیمی، همه‌گیری‌های عفونی و بحران‌های ژئوپلیتیکی، الگوهای خسارت را دگرگون کرده‌اند. توزیع‌های سنتی خسارت‌ها که اغلب نرمال یا لگ - نرمال فرض می‌شدند، جای خود را به پدیده‌های دم‌کلفت داده‌اند، جایی که رویدادهای نادر خسارت‌های عظیمی ایجاد می‌کنند (کلوگمن، پانجر و ویلموت<sup>۵</sup>، ۲۰۱۲). گزارش‌های اخیر نشان می‌دهند که فرکانس و شدت این رویدادها، از سیل‌های شدید تا حمله‌های سایبری، افزایش یافته و مدل‌های اکچوئری کلاسیک را ناکارآمد ساخته است (دلویت<sup>۶</sup>، ۲۰۲۴). این تغییرات، ضرورت ارزیابی مجدد چارچوب‌های نظارتی سلامت مالی شرکت‌های بیمه را برجسته می‌کند (پارک و شین<sup>۷</sup>، ۲۰۲۲).

در این زمینه، مفهوم توانگری مالی<sup>۸</sup>، به‌عنوان معیار محوری برای سنجش پایداری شرکت‌های بیمه ظهور یافته است. توانگری مالی، به‌طور عمده به نسبت سرمایه موجود بر سرمایه مورد نیاز (برای پوشش ریسک‌ها) اشاره دارد و هدف آن، تضمین ایفای تعهدها در سناریوهای مختلف است (گارایتا، دلانیا و تریگو<sup>۹</sup>، ۲۰۲۲ الف). چارچوب‌های بین‌المللی نظیر توانگری II در اروپا با ادغام ریسک‌های بیمه‌گری، بازار، اعتباری و عملیاتی، از طریق رویکرد سرمایه مبتنی بر ریسک (RBC)<sup>۱۰</sup>، نسبت واحدی برای کفایت سرمایه ارائه می‌دهند. به‌طور مشابه، سیستم RBC در آمریکای شمالی، بر متنوع‌سازی ریسک‌ها تأکید دارد (گارایتا و همکاران، ۲۰۲۲ ب). این رویکرد برای سنجش کلیت ساختار سرمایه مفید است؛ اما مطالعات اخیر نشان می‌دهند که تمرکز صرف بر کفایت سرمایه<sup>۱۱</sup>، می‌تواند گمراه‌کننده باشد. مؤسسه

1. Labini, D'Apollito &amp; Nyenno

2. Kamau

3. Underwriting risk

4. Embrechts, Klüppelberg &amp; Mikosch

5. Klugman, Panjer &amp; Willmot

6. Deloitte

7. Park &amp; Shin

8. Solvency

9. Garayeta, De la Peña &amp; Trigo

10. Risk-Based Capital

11. Capital Adequacy

مک‌کینزی<sup>۱</sup>، در گزارش سال ۲۰۲۴ خود، استدلال می‌کند که یک شرکت بیمه ممکن است از منظر ترازنامه‌ای توانگر باشد، یعنی دارایی‌هایش بیش از بدهی‌هایش باشد؛ اما به دلیل عدم تطابق نقدینگی دارایی‌ها با جریان نقدی خروجی ناشی از خسارت‌های سنگین، دچار ورشکستگی فنی شود. شکاف نظری اصلی در مدل‌های فعلی، نادیده گرفتن تفاوت ذاتی بین «دارایی حسابداری»<sup>۲</sup> و «توان پرداخت آنی» در شرایط بحرانی است. اکثر مدل‌های رایج توانگری، توزیع خسارت‌ها را نرمال یا لوگ نرمال فرض می‌کنند تا محاسبات ریاضی ساده‌سازی شود. این در حالی است که شواهد تجربی نشان می‌دهند که رفتار خسارت‌ها در شرایط بحرانی<sup>۳</sup>، از توزیع‌های دم کلفت، مانند توزیع کوشی یا پارتو پیروی می‌کند (کلوگمن، ۲۰۲۴). زمانی که یک شوک سیستماتیک رخ می‌دهد، هم‌بستگی بین ریسک‌ها افزایش می‌یابد و مدل‌های خطی توانایی پیش‌بینی جریان نقد خروجی را از دست می‌دهند. در چنین شرایطی، صرف داشتن دارایی‌های غیرنقد (مانند املاک و مستغلات) نمی‌تواند مانع ورشکستگی یا نکول شرکت در پرداخت خسارت‌های ادعا شده شود. ناتوانی در پرداخت به موقع خسارت، نه تنها یک چالش مالی، بلکه آغازگر ریسک شهرت<sup>۴</sup> است که می‌تواند به هجوم بیمه‌گذاران برای فسخ قراردادهای و تشدید بحران نقدینگی منجر شود (انگریه‌نی و نابابان<sup>۵</sup>، ۲۰۲۲ و ایگرز<sup>۶</sup>، ۲۰۲۳)؛ زیرا با منتشر شدن خبر ناتوانایی شرکتی در پرداخت خسارت‌های ادعا شده، چند مشکل برای آن شرکت به وجود می‌آید:

۱. افرادی که قصد خرید بیمه‌نامه جدید دارند، به آن شرکت مراجعه نمی‌کنند و همین موضوع باعث می‌شود

جریان نقد حاصل از بیمه‌نامه‌ها نیز کمتر شود و خود به بحرانی‌تر شدن وضعیت بینجامد؛

۲. ممکن است بسیاری از بیمه‌گذاران فعلی شرکت، به بازخرید بیمه‌نامه‌های منقضی‌نشده خود اقدام کنند و

مقداری از موجودی نقد شرکت از این طریق از آن خارج شود.

۳. بیمه‌گران اتکایی، دیگر اتکایی‌های مربوط به این شرکت را به صورت قسطی قبول نمی‌کنند.

۴. کسانی که با این شرکت به صورت اعتباری (چک یا هر سند معتبر دیگر) کار می‌کردند، کم‌کم احتیاط بیشتری

در کار خود اعمال می‌کنند و اسناد این شرکت اعتبار خود را در بازار از دست می‌دهد.

همه اینها و بسیاری از عوامل دیگر، باعث می‌شود که اگر شرکتی نتواند خسارت‌های ادعا شده از طرف بیمه‌گذاران

را به موقع و در یک زمان استاندارد پرداخت کند، در سراسیمگی ورشکستگی قرار گیرد.

با وجود اهمیت حیاتی مدیریت ریسک نقدینگی در کنار توانگری سرمایه، پژوهش‌های اندکی به تفکیک این دو

مقوله در شرایط حدی پرداخته‌اند. اغلب مطالعات داخلی و خارجی، ریسک بیمه‌گری را در درون فرمول‌های جامع

توانگری پنهان کرده‌اند و به صورت مستقل به ظرفیت تاب‌آوری جریان نقد در برابر خسارت‌های ادعا شده پرداخته‌اند.

این پژوهش با هدف پُر کردن این شکاف نظری، به دنبال پاسخ به این پرسش است که آیا می‌توان با استفاده از توزیع‌های

آماري حدی و بدون پیش‌فرض‌های محدودکننده توزیع نرمال، مدلی برای ارزیابی تاب‌آوری شرکت‌های بیمه در دو

1. McKinsey

2. Book Assets

3. Extreme Conditions

4. Reputational Risk

5. Anggriheny & Nababan

6. Eggers

سناریو «عادی» و «بحرانی» طراحی کرد؟ بر این اساس، مطالعه حاضر، مدلی را پیشنهاد می‌کند که به‌جای تمرکز صرف بر ارزش دارایی‌ها، بر کیفیت نقدشوندگی آن‌ها در مواجهه با تعهدهای احتمالی نیز تمرکز دارد. این مدل با بهره‌گیری از توزیع‌های دم‌کلفت و تأکید بر نقدشوندگی دارایی‌ها، از محدودیت‌های مدل سنتی فراتر می‌رود. همچنین وقتی فقط ریسک خسارت‌ها در سنجیدن توانایی شرکت در نظر گرفته شود، به‌نوعی اثر مدیریت شرکت و چگونگی تنظیم پرتفوی لحاظ شده است؛ زیرا ریسک‌هایی مانند ریسک نکول، در مواقعی از اختیارات مدیریت شرکت خارج است، ولی مدیریت می‌تواند با تنظیم صحیح پرتفوی خود، میزان خسارت پرداختی را کم کند. این رویکرد می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری‌های نهاد ناظر فراهم آورد.

### پیشینه پژوهش

پیشینه پژوهش در دو قسمت پیشینه نظری و پیشینه تجربی دسته‌بندی شده است. در قسمت پیشینه نظری به‌طور کلی به تئوری‌های مدیریت ریسک و توانگری شرکت‌های بیمه پرداخته می‌شود. در قسمت پیشینه تجربی نیز، به مطالعات مرتبط با محاسبات و بررسی وضعیت شرکت‌های بیمه در راستای عنوان پژوهش پرداخته شده است.

### پیشینه نظری

اولین هدف نهاد ناظر صنعت بیمه، حفظ منافع بیمه‌گذاران است. ایجاد قوانین مؤثر برای ارزیابی مناسب بدهی‌های شرکت‌ها و کفایت ذخایر آن‌ها برای پوشش مناسب این بدهی‌ها به‌ویژه در شرایط بحران، اساسی است. براساس چارچوب‌های تبیین‌شده توسط انجمن بین‌المللی ناظران بیمه (IAIS)<sup>۱</sup>، ملموس‌ترین گامی که نهاد ناظر بازار بیمه می‌تواند در جهت بهبود نظارت‌های مؤثر خود بر شرکت‌ها و فعالان این بازار بردارد، نظارت بر توانگری مالی شرکت‌های بیمه است. موضوع توانگری و محاسبه آن در کشورهای مختلف، همواره مورد توجه فعالان و نهاد ناظر صنعت بیمه بوده است؛ با این حال یک رویکرد استاندارد بین‌المللی برای محاسبه توانگری مالی شرکت‌های بیمه وجود ندارد. کشورها، معمولاً، برای محاسبه توانگری مالی شرکت‌های بیمه‌ای، یک سیستم مبتنی بر شاخص، مانند سیستم فعلی اتحادیه اروپا یا شکلی از سیستم سرمایه مبتنی بر ریسک که به محدوده آمریکای شمالی تعلق دارد یا ترکیبی از اینها را در نظر می‌گیرند (در مقدمه بیان شد). در این میان، برخی از نهادهای دیگر نظیر انجمن بین‌المللی اکچوئران<sup>۲</sup> نیز، رویکردهایی برای محاسبه توانگری مالی شرکت‌های بیمه ارائه می‌دهند. در کشور ما نیز مبنای آیین‌نامه توانگری مالی شرکت‌های بیمه مدل توانگری II است (بیمه مرکزی ج.ا.ا.)؛ اما آنچه مسلم است، این است که اساس نظری همه مدل‌های توانگری مالی، مقایسه سرمایه موجود و کل ریسک تعهد شده توسط شرکت بیمه است. به عبارت دیگر، نسبت توانگری شرکت بیمه، توانایی شرکت برای پوشش انواع ریسک‌هایی که در معرض آن قرار دارد (در محاسبه توانگری کل ریسک شرکت در صورت وقوع کران بالای همه ریسک‌هایی که شرکت در معرض آن قرار دارد)، محاسبه می‌شود و سپس توانایی

1. International Association of Insurance Supervisors

2. International Actuary Association (IAA)

شرکت برای پوشش این میزان از ریسک با استفاده از کل سرمایه موجود شرکت اندازه‌گیری خواهد شد (ووتیلینن<sup>۱</sup>، ۲۰۲۲). همچنین در محاسبه این شاخص فرض بر آن است که ذخایر نگهداری شده برای بیمه‌نامه‌های فروخته‌شده توسط شرکت اندک است و بیمه‌گر، برای پوشش ریسک میزان خسارت انتظاری<sup>۲</sup> کلیه بیمه‌نامه‌ها، ذخیره کافی دارد. اما شرکت‌های بیمه با شرکت‌ها و بنگاه‌های مالی دیگر تفاوت‌هایی دارند. نهادی مانند بانک، به مشتریان خود تسهیلات پرداخت می‌کند و ریسک برنگشتن آن را با ضمانت پوشش می‌دهد؛ ولی در بیمه خساراتی که از طرف بیمه‌گذاران ادعا می‌شود، تعهدهای شرکت است و باید توسط شرکت پرداخت شود. به همین دلیل ممکن است شرکت بیمه در شرایط عادی، نه لزوماً در صورت وقوع حوادث فاجعه‌آمیز، ضربه‌ای بخورد که در حالت معمول، برای بنگاه‌های مالی دیگر این اتفاق هرگز رخ نمی‌دهد. به عبارتی می‌توان گفت، مهم‌ترین ریسک یک شرکت بیمه که ریسک بیمه‌گری است و بیش از ۲۲ درصد ریسک‌های شرکت‌های بیمه را ریسک بیمه‌گری تشکیل می‌دهد (شهریار و صیادزاده، ۱۳۹۶)، در توانگری مالی در کنار سایر ریسک‌ها محاسبه و به آن پرداخته می‌شود و این شاخص وضعیت یک شرکت را در مواجهه با این ریسک به صورت جداگانه مورد بررسی قرار نمی‌دهد. ریسک بیمه‌ای به احتمال بالقوه زیانی اشاره دارد که ممکن است یک شرکت بیمه، به دلیل دست‌کم گرفتن ریسک مربوط به یک بیمه‌نامه خاص یا مجموعه‌ای از بیمه‌نامه‌ها با آن مواجه شود. این ریسک بیشتر از فرایند ارزیابی ریسک‌ها و تعیین حق بیمه‌های مربوط به آن‌ها ناشی می‌شود (بانی و بانی<sup>۳</sup>، ۲۰۲۲). عوامل متعددی از قبیل قیمت‌گذاری نامناسب، ارزیابی نادرست ریسک‌ها، تغییرات در شرایط بازار نظیر تغییرات اقتصادی، نظارتی و...، اقدامات کنترل ریسک ناکافی و رویدادهای فاجعه‌آمیز روی ریسک بیمه‌گری تأثیر می‌گذارند و شرکت‌های بیمه برای مدیریت این ریسک‌ها، می‌توانند از استراتژی‌های مختلفی مانند ارزیابی کامل و صحیح ریسک‌ها هنگام صدور بیمه‌نامه، متنوع کردن پرتفوی بیمه‌نامه‌های خود، بازنگری منظم و تعدیل حق بیمه و ترتیبات بیمه اتکایی با سایر بیمه‌گران برای تقسیم ریسک استفاده کنند (کامو، ۲۰۲۳). ارزیابی ریسک بیمه‌گری، به شرکت‌های بیمه این امکان را می‌دهد تا قیمت‌گذاری دقیق‌تری برای بیمه‌نامه‌ها و محصولات بیمه‌ای خود ارائه دهند. با درک ریسک‌های بالقوه مرتبط با هر بیمه‌گذار، بیمه‌گران می‌توانند حق بیمه مناسبی را محاسبه کنند و زیان‌ها و هزینه‌های احتمالی را پوشش دهند که این موضوع نیز به حفظ پایداری مالی شرکت بیمه کمک زیادی می‌کند (الصوفیانی<sup>۴</sup>، ۲۰۲۲). از دیگر مزایای محاسبه و بررسی ریسک بیمه‌گری، مدیریت ریسک صحیح است. ارزیابی مناسب ریسک‌های بیمه‌گری، باعث شناسایی به موقع ریسک‌های بالقوه می‌شود و در نتیجه به شرکت کمک می‌کند تا استراتژی‌های مناسب را برای مدیریت این ریسک‌ها اتخاذ و اجرا کند. همچنین شرکت را قادر می‌سازد تا منابع را به طور مؤثر تخصیص دهد و از قرار گرفتن بیش از حد در معرض انواع خطرات اجتناب کند. این موضوع نیز در نهایت به ثبات مالی بیمه‌گر منجر می‌شود و از منافع بیمه‌گر

1. Voutilainen

۲. خسارتی است که بر اساس رفتار گذشته پرتوی شرکت، انتظار وقوع آن را داریم و طبق معادله اساسی بیمه، در یک دوره زمانی معین، شرکت بیمه بایستی حداقل به اندازه این خسارات از بیمه‌گذاران حق بیمه دریافت کند.

3. Bunni & Bunni

4. Alsofiani

و بیمه‌گذاران محافظت می‌کند (ساسی کومار و فرناندو<sup>۱</sup>، ۲۰۲۲). با وجود همه این موارد، ریسک بیمه‌گری در شاخص توانگری مالی، در کنار سایر ریسک‌ها محاسبه و به آن پرداخته می‌شود و این شاخص وضعیت شرکت را در مواجهه با این ریسک به صورت جداگانه بررسی نمی‌کند. درحالی که می‌توان گفت زمانی یک شرکت بیمه در سراسی و رشکستگی قرار می‌گیرد که توان جبران ریسک‌های بیمه‌ای و پرداخت خسارت‌هایی را که از طرف بیمه‌گذاران ادعا می‌شود، در یک زمان معقول و استاندارد نداشته باشد؛ بنابراین شرکت بیمه باید ابزارها و شاخص‌های لازم برای دریافت پیش‌هشدارها قبل از وقوع بحران را داشته باشد.

### پیشینه تجربی

هالبلیب و پولمایر<sup>۲</sup> (۲۰۱۲) رویکردهای محاسبه ارزش در معرض خطر (VAR)<sup>۳</sup> را توسعه دادند و رویکردهایی مبتنی بر اصل ترکیب بهینه را پیشنهاد کردند. آن‌ها نشان دادند که این رویکرد پیش‌بینی‌های قوی و دقیقی را برای دوره‌هایی که بیشتر مورد نیاز هستند، مانند بحران مالی ۲۰۰۸، ارائه می‌دهند.

کوکوزا، دی لورنزو و سبیلو<sup>۴</sup> (۲۰۰۴) تحلیل یکپارچه‌ای از مشخصات ریسک یک کسب‌وکار بیمه‌ای بر اساس دستورالعمل‌های رایج محاسبه توانگری در اروپا ارائه دادند. هدف آن‌ها ایجاد روش مناسبی برای ترکیب صحیح منابع ریسک در محاسبه ذخایر ریاضی یک پرتفوی بیمه‌ای بود.

وانگ و ژو<sup>۵</sup> (۲۰۲۱) در پژوهش خود مدلی بر اساس معادلات دیفرانسیل تصادفی برای محاسبه توانگری شرکت‌های بیمه ارائه کردند. در مدل آن‌ها، جریان سرمایه شرکت بیمه به عنوان یک سیستم پویا در نظر گرفته شده است؛ سپس مدل معادلات دیفرانسیل تصادفی برای تشریح ویژگی‌های این جریان استفاده و در نهایت وجود نقطه تعادلی مثبت سیستم ثابت شده است. آن‌ها همچنین شرایط ثابت در نقطه تعادل، یعنی الزامات توانگری شرکت بیمه را بیان می‌کنند. در پایان آن‌ها با استفاده از روش شبیه‌سازی عددی یک استراتژی برای مقابله شرکت‌های بیمه با وضعیت عدم توانگری در شرایط تغییر شرایط خارجی و متغیرهای اقتصاد کلان را ارائه می‌کنند.

پژوهشگران داخلی و بیمه مرکزی جمهوری اسلامی ایران نیز، در سال‌های اخیر، همواره به این مهم توجه داشته‌اند و آیین‌نامه‌های لازم را نیز در این زمینه تدوین شده‌اند. از آن جمله صفری و شهریار (۱۳۹۱) ضریب ریسک آیین‌نامه توانگری بیمه مرکزی را با استفاده از سنج VAR محاسبه کردند؛ سپس با ضرب آن در ریسک نماهای مربوطه، ریسک‌های مختلف و در نهایت توانگری شرکت‌های بیمه را به دست آوردند.

قره‌خانی و ماجدی (۱۳۹۲) به محاسبه ضرایب ریسک دارایی، در دو بخش سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار و املاک و مستغلات، برای به کارگیری در محاسبه نسبت توانگری شرکت‌های بیمه پرداختند. آن‌ها ارزش در معرض خطر

1. Sasikumar & Fernando
2. Halbleib & Pohlmeier
3. Value At Risk
4. Cocozza, Di Lorenzo & Sibillo
5. Wang & Zhu

شاخص کل بورس را به عنوان ضریب ریسک دارایی در بخش بورس و اوراق بهادار و ارزش در معرض خطر شاخص کرایه مسکن های اجاره ای در مناطق شهری را به عنوان ضریب ریسک دارایی های مربوط به املاک و مستغلات را به روش EGARCH محاسبه و معرفی کردند.

شهریار، صیادزاده و امدادی (۱۳۹۵) در پژوهش خود، روش صفری و همکاران را به روزرسانی کردند. آن ها در این راستا، ابتدا ایرادهای اساسی آیین نامه موجود را بیان و عنوان کردند که بر اساس معتبرترین استانداردهای بین المللی دنیا، از جمله توانگری II، یکی از ایرادهای بسیار مهم این آیین نامه، نحوه محاسبه سرمایه الزامی و سرمایه موجود شرکت های بیمه است. آن ها توانگری را با استفاده از معیار VAR مجدداً محاسبه و بر اساس آن ها روش محاسبه نسبت توانگری شرکت های بیمه ایرانی را به روزرسانی کردند.

اسدی، البدوی و حسین زاده کاشان (۱۳۹۶) سرمایه الزامی ریسک بازار در مدل توانگری شرکت های بیمه را محاسبه کردند. هدف اصلی پژوهش آن ها، رفع کمبودها و ایرادهای آیین نامه توانگری شرکت های بیمه و دقیق تر کردن ضریب ریسک مربوط به ریسک بازار در این آیین نامه بود. آن ها برای این منظور، ابتدا با استفاده از رویکرد GARCH توزیع های حاشیه ای و همچنین با استفاده از روش فراابتکاری الگوریتم ژنتیک، دنباله های توزیع را مدل سازی کردند و در نهایت، از تابع مفصل برای ارتباط دادن توزیع های حاشیه ای استفاده کردند. در آخر نشان دادند که روشی که به کار گرفتند، نسبت به محاسبه VAR با رویکرد شبیه سازی تاریخی عملکرد بهتری دارد.

پارک و شین (۲۰۲۲) با استفاده از روش های یادگیری ماشین، متغیرهای اثرگذار بر توانگری شرکت های بیمه عمر را شناسایی و با پیش بینی این متغیرها، سرمایه مورد نیاز شرکت را محاسبه کردند. پژوهشگران در پژوهش خود برای شناسایی مهم ترین متغیرها و پیش بینی آن ها، از الگوریتم های جنگل تصادفی و شبکه عصبی تنظیم کننده بیزی بهره بردند.

## روش شناسی پژوهش

این پژوهش جزو پژوهش های کاربردی با رویکرد توصیفی - تحلیلی است و به تحلیل داده های تاریخی شرکت های بیمه می پردازد. جامعه آماری پژوهش، تمامی شرکت های بیمه عمومی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۳ است.

نمونه آماری به روش در دسترس و بر اساس امکان دسترسی به داده ها و صورت های مالی فصلی شرکت ها انتخاب شد که شامل ۲ شرکت است. گفتنی است که اسامی این دو شرکت، به دلیل حفظ محرمانگی بیان نمی شود.

داده های استفاده شده در این پژوهش، عبارت اند از: ۱. صورت های مالی ۳ ماهه شرکت های بیمه که در سامانه کدال منتشر می شود؛ ۲. اطلاعات داخلی شرکت های بیمه شامل تعداد کل بیمه نامه های صادره، کل مبلغ حق بیمه های صادره و دریافتی، تعداد کل و مبلغ کل خسارت پرداختی با تواتر فصلی که از سامانه سنها بیمه مرکزی ج.ا.ا دریافت شد.

صورت‌های مالی شرکت‌های بیمه برای محاسبه نقدشونده‌ترین دارایی‌های<sup>۱</sup> شرکت استفاده می‌شود. به این ترتیب، متغیرهای مورد استفاده در مدل‌سازی و شاخص‌ها عبارت‌اند از:

$L_t$ : مبلغ کل خسارت‌های پرداخت شده در فصل  $t$ ؛

$N_t$ : تعداد کل پرونده‌های خسارت در فصل  $t$ ؛

$P_t$ : مبلغ کل حق بیمه دریافتی در فصل  $t$ ؛

$Liq_t$ : نقد شونده‌ترین دارایی‌ها در فصل  $t$ ؛

$CPI_t$ : شاخص قیمت مصرف‌کننده در فصل  $t$  برای تعدیل اثر تورم از مبالغ و حقیقی کردن آن‌ها (موجود بر روی سامانه آماری بانک مرکزی ج.ا.ا.).

یکی از مسائل اصلی محاسباتی در اقتصادهایی مانند کشور ایران که با تورم بالا روبه‌رو هستند، وجود روند تورمی و رشد اسمی دارایی‌ها و مبالغ ریالی است و در صورتی که رفع نشود، می‌تواند به برآوردهای اریب<sup>۲</sup> منجر شود. از این‌رو، در این پژوهش، مقادیر متغیرهای مربوط به مبالغ خسارت و همچنین دارایی‌ها باید به مقادیر سال پایه تبدیل شوند. برای رسیدن به این منظور، این داده‌ها با استفاده از شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI)<sup>۳</sup> که از آمار بانک مرکزی استخراج می‌شود، تنزیل داده شده و همگی به مقادیر حقیقی سال پایه که با توجه به آمار موجود سال ۱۳۹۹ است، تبدیل می‌شوند (ادنل<sup>۴</sup>، ۱۹۸۷). بدین ترتیب:

$$Liq_{real,t} = \frac{Liq_{nominal,t}}{CPI_t} \quad \text{رابطه ۱}$$

این فرایند باعث می‌شود که قدرت واقعی دارایی‌های نقد شونده شرکت برای جبران خسارات در طول زمان سنجیده شود، نه فقط رشد حسابداری ناشی از تورم عمومی.

همچنین مبلغ کل خسارت تعدیل شده در هر فصل ( $X_t$ ) از رابطه<sup>۲</sup> به‌دست می‌آید:

$$X_t = \frac{L_t}{N_t \times CPI_t} \quad \text{رابطه ۲}$$

بنابراین تمام ورودی‌های مدل به ارزش‌های پایه تبدیل و اثرهای تورم و افزایش تعداد بیمه‌نامه، به‌دلیل افزایش طبیعی جمعیت از محاسبات نهایی حذف می‌شوند. در مرحله بعد، به‌منظور حذف روند زمانی<sup>۵</sup> و دستیابی به مانایی<sup>۶</sup>، مطابق رابطه<sup>۳</sup>، از تفاضل‌گیری لگاریتمی استفاده استفاده می‌شود:

۱. دارایی‌هایی که سرعت نقدشدن آن‌ها در مقایسه با سایر دارایی‌های شرکت، بیشتر است که برابر با «موجودی نقد + سرمایه‌گذاری‌های کوتاه مدت + حساب‌ها و اسناد دریافتی» در نظر گرفته شده است.

2. Biased

3. Consumer Price Index

4. O'Donnell

5. Trend

6. Stationarity

$$\Delta \ln(X_t) = \ln(X_t) - \ln(X_{t-1}) \quad \text{رابطه ۳}$$

پس از آماده‌سازی متغیرها و داده‌ها، به مدل‌سازی میزان کل خسارت پرداختی در هر دوره پرداخته شد. این کار به‌منظور برآورد میزان کل خسارتی انجام می‌شود که با توجه به سابقه و رفتار پرتفوی بیمه‌ای شرکت در دوره‌های مختلف، ممکن است مجبور شود برای بیمه‌نامه‌هایی پرداخت کند که هم‌اکنون منقضی نشده‌اند. همان گونه که پیش‌تر بیان شد، در محاسبات مربوط به شاخص توانگری، معمولاً توزیع خسارات را نرمال یا لگ نرمال<sup>۱</sup> فرض می‌کنند. اما توزیع نرمال احتمال وقوع مقادیر حدی (بحرانی) را ناچیز برآورد می‌کند، در صورتی که شواهد تجربی نشان می‌دهد که در عمل این مقادیر دارای توزیع‌هی دم‌کلفت هستند. بنابراین در این پژوهش هیچ فرض اولیه‌ای در مورد توزیع مقادیر خسارات در نظر گرفته نشد و توزیع‌های مختلفی نظیر کوشی<sup>۲</sup>، مقدار غایی تعمیم‌یافته<sup>۳</sup>، بار<sup>۴</sup> و... به داده‌ها برازش داده شد و در نهایت بهترین توزیع انتخاب شد.

برای برازش تابع چگالی احتمال به داده‌ها و انتخاب بهترین توزیعی که به داده‌ها برازش می‌شود، برای هر شرکت و هر خانواده توزیع، سه آزمون نیکویی برازش انجام شد: ۱. آزمون کولموگوروف - اسمیرنوف<sup>۵</sup>، ۲. آزمون اندرسون - دارلینگ<sup>۶</sup> و ۳. آزمون کای - دو<sup>۷</sup>. در همه این آزمون‌ها فرض صفر (توزیع برازش شده مناسب است) در سطوح مختلف  $\alpha$  آزمون شدند (کاکس<sup>۸</sup>، ۲۰۰۶).

برای انتخاب توزیع بهینه از دو معیار آکائیک (AIC)<sup>۹</sup> و بیزی (BIC)<sup>۱۰</sup> استفاده شد. هر مدلی که مقدار AIC و BIC کمتری داشته باشد، برازش بهتری برای داده‌ها است. به این ترتیب استخراج مدل مناسب برای میزان کل خسارت تعدیل شده‌ای که شرکت در هر دوره پرداخت کرده است ( $X_t$ ) با توجه به سابقه و رفتار پرتفوی، ممکن است مجبور شود برای بیمه‌نامه‌هایی که هم‌اکنون منقضی نشده‌اند نیز پرداخت کند، نهایی می‌شود. با استفاده از این تابع چگالی احتمال اطلاعات زیادی از جمله میزان خسارت مورد انتظار و شدیدترین خسارت ممکن (VAR) استخراج می‌شود و شاخص‌هایی برای بررسی توانایی شرکت در مواجهه با خسارت‌هایی که ممکن است در این دوره از طرف بیمه‌گذارانش ادعا شود، تعریف و محاسبه می‌شود. این شاخص‌ها می‌توانند مکمل نسبت توانگری رایج محسوب شوند.

### وضعیت خطر شرکت بیمه

وضعیت خطر شرکت بیمه وضعیتی است که مجموع نقدشونده‌ترین دارایی‌های شرکت از کل میزان خسارتی که از طرف بیمه‌گذاران مطالبه و شرکت مجبور به پرداخت آن می‌شود، کمتر باشد. پس از برآورد تابع چگالی احتمال  $f(c)$  برای

1. Log- normal
2. Cauchy
3. Generalized Extreme Value
4. Burr
5. Kolmogorov-Smirnov
6. Anderson-Darling
7. Chi-squared
8. Cox
9. Akaike information criterion
10. Bayesian Information Criterion

خسارت، احتمال اینکه کل خسارات ممکن بیش‌تر از نقدشونده‌ترین دارایی‌های شرکت باشد، به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P(\text{Danger}) = P(X_t > Liq_{real}) = \int_{Liq_{real}}^{\infty} f(c)dc \quad (\text{رابطه ۴})$$

که در آن  $Liq_{real}$  نقدشونده‌ترین دارایی‌های حقیقی دوره جاری شرکت است. به بیان دیگر، وضعیت خطر شرکت بیمه وضعیتی است که نقدشونده‌ترین دارایی‌های شرکت، نتواند کل میزان خسارتی را که ممکن است شرکت مجبور به پرداخت آن می‌شود، به‌طور کامل پوشش دهد. همان‌طور که در مقدمه بیان شد، این وضعیت را می‌توان به‌عنوان یک پیش‌هشدار برای شرکت بیمه در نظر گرفت؛ زیرا می‌توان گفت به‌دلیل عواقب این موضوع، شرکت در سرایشی ورشکستگی قرار گرفته است. بدیهی است که ماکزیمم مقدار این کمیت ۱ و کمترین مقدار ممکن آن صفر است و هرچه این مقدار کمتر باشد، می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به این شاخص شرکت در وضعیت بهتری قرار دارد.

### نسبت پوشش ریسک در شرایط عادی<sup>۱</sup>

منظور از نسبت پوشش ریسک در شرایط عادی، توانایی شرکت بیمه در پوشش میزان خسارت مورد انتظار است.

$$CR_{normal} = \frac{Liq_{real}}{E(X_t)} \quad (\text{رابطه ۵})$$

که در آن  $E(X_t)$  میانگین (یا میانه برای توزیع‌های دم‌کلفت) توزیع خسارت است.

اگر این نسبت برابر ۱ باشد، نشان‌دهنده توانایی کامل و کمتر از ۱ بودن نشان‌دهنده کمبود نقدینگی است.

### نسبت پوشش ریسک در شرایط بحرانی<sup>۲</sup>

منظور از نسبت پوشش ریسک در شرایط بحرانی، نسبت توانایی شرکت بیمه در پوشش خسارت‌های بزرگ است که با به‌کارگیری تابع چگالی احتمال برازش داده شده محاسبه می‌شود. برای محاسبه این شاخص، ابتدا با استفاده از تابع چگالی احتمال به‌دست‌آمده برای هر شرکت کران ۹۵ درصد بالایی میزان خسارت ممکن (به‌اختصار خسارت بزرگ نامیده می‌شود) آن استخراج و سپس نسبت پوشش ریسک در شرایط بحرانی برای شرکت بیمه، از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$CR_{stress} = \frac{Liq_{real}}{Var_{0.95}(X_t)} \quad (\text{رابطه ۶})$$

که در آن  $Var_{0.95}(X_t) = F^{-1}(0.95)$  صدک ۹۵م توزیع برازش شده است. این شاخص می‌تواند تاب‌آوری

شرکت در برابر شوک‌های احتمالی را بسنجد.

## یافته‌های پژوهش

این بخش به بررسی وضعیت عملکرد دو شرکت بیمه (یادآوری می‌شود که برای حفظ محرمانگی، نام شرکت‌ها ذکر نمی‌شود) با استفاده از شاخص‌های معرفی شده و سپس مقایسه آن با شاخص توانگری می‌پردازد. نتایج این بخش مربوط به داده‌ها و اطلاعات فصلی شرکت‌ها تا فصل زمستان ۱۴۰۳ است.

### شرکت بیمه الف

بررسی خسارت‌های پرداختی شرکت بیمه در طول دوره‌های فعالیت آن، نشان‌دهنده روند صعودی این متغیر است. با توجه به سابقه شرکت و رویدادهای پیشین، انتظار می‌رود میزان خسارت احتمالی که شرکت در دوره جاری ناگزیر به پرداخت آن برای بیمه‌نامه‌های منقضی نشده خود خواهد بود، افزایش یابد، در بازه ۳۸/۰۴ تا ۸۸/۲۷ هزار میلیارد ریال قرار گیرد. با انجام آزمون‌های نیکویی برازش، تابع چگالی احتمال مربوط به این شرکت برآورد شد. شکل ۱ این تابع چگالی احتمال را نمایش می‌دهد. توزیع کوشی (جانسون، کوتز و بالاکریشنان<sup>۱</sup>، ۱۹۹۵) به این داده‌ها برازش داده شد. تابع چگالی احتمال مربوط به این توزیع به صورت رابطه ۷ است.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\pi \left(1 + \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right)}, \quad \text{رابطه ۷}$$

$$-\infty < x < \infty, -\infty < \mu < \infty, \sigma > 0$$

نتایج مربوط به آزمون‌های آماری برازش این توزیع به داده‌ها، به صورت خلاصه در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به مطالبی که در قسمت قبل گفته شد و اینکه مقدار نقدشونده‌ترین دارایی‌های این شرکت بیمه در طول زمان بیمه‌نامه‌های منقضی نشده به طور متوسط ۱۰/۷۳ هزار میلیارد ریال است، احتمال اینکه در حال حاضر شرکت بیمه نتواند خسارت‌های خود را به وسیله نقدشونده‌ترین دارایی‌هایش به طور کامل پوشش دهد و در نتیجه، نتواند خسارت‌هایی که از طرف بیمه‌گذاران ادعا می‌شود را به موقع و به سادگی از محل نقدشونده‌ترین دارایی‌های خود پرداخت کند، برابر است با:

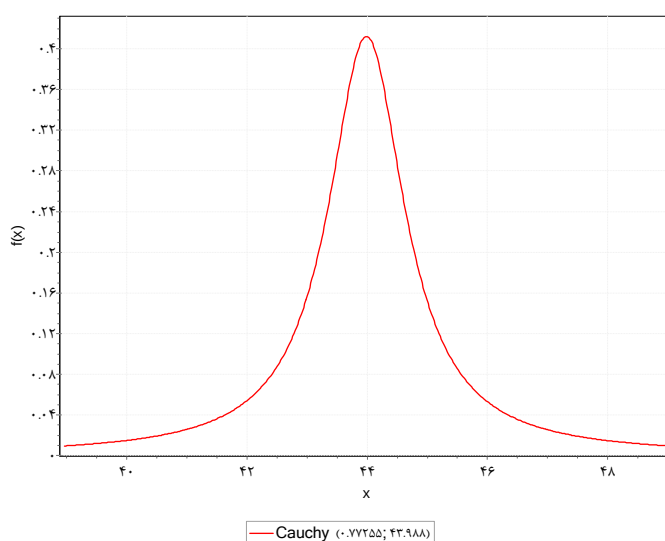
$$P(10.73 < \text{کل خسارت شرکت} < 88.27) = 0.98 \quad \text{رابطه ۸}$$

یعنی در حال حاضر، کل خسارت‌هایی که ممکن است این شرکت مجبور شود برای بیمه‌نامه‌های منقضی نشده خود پرداخت کند (با لحاظ شرایط بحرانی) با احتمال ۹۸ درصد از مقدار کل نقدشونده‌ترین دارایی‌هایش بیشتر است. به عبارت دیگر، مقدار کل نقدشونده‌ترین دارایی‌های شرکت تقریباً از هر میزان خسارتی که ممکن است در این دوره ناچار به پرداخت آن شود، کمتر است و احتمال اینکه شرکت بتواند همه خسارت‌های ممکن خود را به هر میزانی که باشند، به وسیله نقدشونده‌ترین دارایی‌هایش به طور کامل پوشش دهد و در نتیجه خسارت‌های ادعا شده از طرف بیمه‌گذاران را به موقع و به سادگی از محل نقدشونده‌ترین دارایی‌های خود پرداخت کند، ۲ درصد است. البته همان طور که گفته شد، این

احتمال محافظه کارانه است و در محاسبه آن شرایط بحرانی و خسارت‌های بزرگ شرکت نیز لحاظ شده است. در صورتی که اگر حادثه خاصی رخ ندهد، میزان کل خسارت‌های شرکت بیمه کمتر از خسارت مورد انتظار یعنی  $43/99$  است و در نتیجه احتمال عدم کفایت نقدینگی بسیار کمتر از مقدار بالا و در حدود  $50$  درصد است.

### جدول ۱. نتایج آزمون‌های نیکویی برازش مربوط به شرکت بیمه الف

| آزمون کولموگروف-اسمیرنوف |         |         |         |          |          |
|--------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|
| آماره آزمون              |         |         |         |          | $0/077$  |
| P- مقدار                 |         |         |         |          | $0/94$   |
| $\alpha$                 | $0/2$   | $0/1$   | $0/05$  | $0/02$   | $0/01$   |
| مقدار بحرانی             | $0/156$ | $0/178$ | $0/198$ | $0/220$  | $0/238$  |
| رد؟                      | خیر     | خیر     | خیر     | خیر      | خیر      |
| آزمون اندرسن-دارلینگ     |         |         |         |          |          |
| آماره آزمون              |         |         |         |          | $0/346$  |
| $\alpha$                 | $0/2$   | $0/1$   | $0/05$  | $0/02$   | $0/01$   |
| مقدار بحرانی             | $1/375$ | $1/939$ | $2/502$ | $3/289$  | $3/907$  |
| رد؟                      | خیر     | خیر     | خیر     | خیر      | خیر      |
| آزمون کای-دو             |         |         |         |          |          |
| درجه آزادی               |         |         |         |          | ۵        |
| آماره آزمون              |         |         |         |          | $4/619$  |
| P- مقدار                 |         |         |         |          | $0/464$  |
| $\alpha$                 | $0/2$   | $0/1$   | $0/05$  | $0/02$   | $0/01$   |
| مقدار بحرانی             | $7/289$ | $9/236$ | $11/07$ | $13/388$ | $15/086$ |
| رد؟                      | خیر     | خیر     | خیر     | خیر      | خیر      |



شکل ۱. تابع چگالی احتمال خسارت‌های شرکت بیمه الف

در ادامه به محاسبه دو شاخص نسبت توانایی پوشش ریسک در شرایط عادی و شرایط بحرانی برای این شرکت پرداخته شده است.

### نسبت توانایی پوشش ریسک در شرایط عادی

همان گونه که در قسمت قبل ذکر شد، میانگین تابع چگالی احتمال برازش داده شده به میزان خسارت پیش روی این شرکت بیمه یا همان خسارت مورد انتظار برای این شرکت برابر است با  $43/99$  هزار میلیارد ریال و بنابراین نسبت توانایی پوشش ریسک در شرایط عادی برای این شرکت بیمه، برابر  $0/24 = 43/99 \div 10/73$  است. یعنی نسبت توانایی شرکت برای پوشش کل میزان خسارت مورد انتظار از محل نقدشونده‌ترین دارایی‌هایش برابر با  $24$  درصد است. بنابراین می‌توان گفت، با توجه به رفتار گذشته این شرکت نقدشونده‌ترین دارایی‌های شرکت تقریباً توانایی پوشش کل میزان خسارتی که انتظار می‌رود از طرف بیمه‌گذارانش ادعا شود را ندارد و در حال حاضر این شرکت نمی‌تواند به‌خوبی از عهده پرداخت خسارت‌هایی که به‌طور معمول از طرف بیمه‌گذارانش ادعا می‌شود برآید.

### نسبت توانایی پوشش ریسک در شرایط بحرانی

با استفاده از تابع چگالی به‌دست آمده،  $5$  درصد احتمال دارد که میزان کل خسارت این شرکت بیمه بزرگتر از  $48/87$  هزار میلیارد ریال باشد. نسبت توانایی پوشش ریسک در شرایط بحرانی یا توانایی مالی این شرکت در پوشش این میزان از خسارت با استفاده از مجموع نقدشونده‌ترین دارایی‌هایش برابر با  $0/22 = 48/87 \div 10/73$  است. یعنی نسبت توانایی شرکت برای پوشش حد بالای خسارت ممکن از محل نقدشونده‌ترین دارایی‌هایش برابر با  $17$  درصد است. گفتنی است که منظور از خسارت بزرگ در اینجا، خسارت‌های حوادث فاجعه‌آمیز نیست و منظور فقط بالاترین حد خسارتی است که با توجه به تابع چگالی برآورد شده انتظار می‌رود شرکت در شرایط عادی مجبور به پرداخت آن شود. با توجه به مطالب گفته شده درمورد این شرکت بیمه و بررسی تابع چگالی احتمال مربوط به خسارت‌های آن مشخص می‌شود که نقدشونده‌ترین دارایی‌های شرکت توانایی پوشش کامل میزان خسارت مورد انتظار یا کران بالای میزان خسارت را ندارد و فقط می‌تواند کران‌های پایین میزان خسارتی را که این شرکت تاکنون پرداخت کرده است، پوشش دهد و بهتر است در تنظیم پرتفوی مناسب و کنترل بیشتر ریسک‌هایی که می‌پذیرد دقت بیشتری به عمل آورد.

### شرکت بیمه «ب»

با انجام آزمون‌های آماری، تابع چگالی احتمال مربوط به خسارات این شرکت نیز برآورد شد. برازش توزیع بار (تادیکامالا<sup>۱</sup>، ۱۹۸۰) بر داده‌ها صورت گرفت که نتایج آن در شکل ۲ ارائه شده است. تابع چگالی احتمال مربوط به این توزیع به‌صورت رابطه ۹ است. جدول ۲ نتایج مربوط به آزمون‌های آماری برازش این توزیع به داده‌ها را نشان می‌دهد.

$$f(x) = \frac{\alpha k \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1}}{\beta \left(1 + \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}\right)^{k+1}}, \quad \text{رابطه ۹}$$

$$x \geq 0, k, \alpha, \beta > 0$$

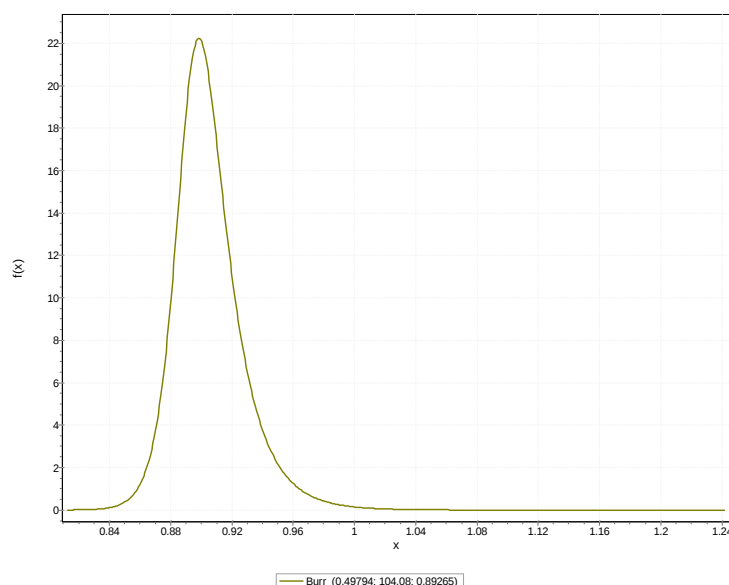
جدول ۲. نتایج آزمون‌های نیکویی برازش مربوط به شرکت بیمه ب

| آزمون کولموگروف-اسمیرنوف |       |       |       |        |        |
|--------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| آماره آزمون              |       |       |       |        | ۰/۰۹۳  |
| P- مقدار                 |       |       |       |        | ۰/۷۷۹  |
| $\alpha$                 | ۰/۲   | ۰/۱   | ۰/۰۵  | ۰/۰۲   | ۰/۰۱   |
| مقدار بحرانی             | ۰/۱۵۳ | ۰/۱۷۵ | ۰/۱۹۴ | ۰/۲۱۷  | ۰/۲۳۲  |
| رد؟                      | خیر   | خیر   | خیر   | خیر    | خیر    |
| آزمون اندرسن-دارلینگ     |       |       |       |        |        |
| آماره آزمون              |       |       |       |        | ۰/۵۱   |
| $\alpha$                 | ۰/۲   | ۰/۱   | ۰/۰۵  | ۰/۰۲   | ۰/۰۱   |
| مقدار بحرانی             | ۱/۳۷۵ | ۱/۹۳  | ۲/۵۰۲ | ۳/۲۸۹  | ۳/۹۰۷  |
| رد؟                      | خیر   | خیر   | خیر   | خیر    | خیر    |
| آزمون کای دو             |       |       |       |        |        |
| درجه آزادی               |       |       |       |        | ۵      |
| آماره آزمون              |       |       |       |        | ۴/۳۱۷  |
| P- مقدار                 |       |       |       |        | ۰/۵۰۵  |
| $\alpha$                 | ۰/۲   | ۰/۱   | ۰/۰۵  | ۰/۰۲   | ۰/۰۱   |
| مقدار بحرانی             | ۷/۲۸۹ | ۹/۲۳۶ | ۱۱/۰۷ | ۱۳/۳۸۸ | ۱۵/۰۸۶ |
| رد؟                      | خیر   | خیر   | خیر   | خیر    | خیر    |

مقدار نقدشونده‌ترین دارایی‌های این شرکت بیمه در طول زمان بیمه‌نامه‌های منقضی نشده، به‌طور متوسط برابر ۰/۹۷ هزار میلیارد ریال است. بنابراین احتمال اینکه این شرکت بیمه نتواند خسارت خود را، به‌وسیله نقدشونده‌ترین دارایی‌هایش به‌طور کامل پوشش دهد و در نتیجه نتواند خسارت‌هایی که از طرف بیمه‌گذاران ادعا می‌شود را به‌موقع و به‌سادگی از محل نقدشونده‌ترین دارایی‌های خود پرداخت کند، برابر است با:

$$P(0.97 < \text{کل خسارت شرکت}) = 0.013 \quad \text{رابطه ۱۰}$$

یعنی درحال حاضر، کل خسارت‌هایی که ممکن است این شرکت بیمه مجبور شود برای بیمه‌نامه‌های منقضی نشده خود پرداخت کند (با لحاظ شرایط بحرانی) با احتمال ۱/۳ درصد از مقدار کل نقدشونده‌ترین دارایی‌هایش بیشتر است.



شکل ۲. تابع چگالی احتمال خسارت‌های شرکت بیمه ب

### نسبت توانایی پوشش ریسک در شرایط عادی

میانگین تابع چگالی احتمال برازش داده شده، به میزان خسارت پیش روی شرکت بیمه «ب» یا همان خسارت مورد انتظار برای این شرکت برابر است با  $۰/۹۰$  هزار میلیارد ریال و بنابراین نسبت توانایی پوشش ریسک در شرایط عادی برای شرکت بیمه «ب» با توجه به نقدشونده‌ترین دارایی‌هایش برابر با  $۱/۰۷ = ۰/۹۷ \div ۰/۹۰$  است.

### نسبت توانایی پوشش ریسک در شرایط بحرانی

با استفاده از تابع چگالی به‌دست آمده، ۵ درصد احتمال دارد که میزان کل خسارت شرکت بیمه «ب» بزرگ‌تر از  $۰/۹۴$  هزار میلیارد ریال باشد. نسبت توانایی پوشش ریسک در شرایط بحرانی یا همان توانایی مالی شرکت در پوشش این میزان از خسارت با توجه به نقدشونده‌ترین دارایی‌هایش در سال ۹۵ برابر با  $۱/۰۳ = ۰/۹۴ \div ۰/۹۷$  است. یعنی نسبت توانایی شرکت برای پوشش حد بالایی خسارت ممکن از محل نقدشونده‌ترین دارایی‌هایش برابر با ۶۶ درصد است. نسبت توانگری مالی در دوره مورد مطالعه برای این شرکت برابر ۳۳ درصد است. نکته شایان توجه آن است که نسبت توانگری مالی این شرکت در دوره مورد بررسی، مشابه نسبت توانگری مالی شرکت بیمه توسعه در سال پیش از اعلام ورشکستگی آن است؛ با این حال، این شرکت همچنان به فعالیت خود ادامه می‌دهد و هیچ بحثی در خصوص ورشکستگی آن مطرح نشده است. این وضعیت می‌تواند ناشی از برقراری تعادل مناسب بین دارایی‌های غیرنقدشونده و نقدینگی در دسترس شرکت باشد.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله معیارها و شاخص‌هایی برای بررسی میزان آمادگی و توانایی یک شرکت بیمه در مواجهه با مهم‌ترین ریسک یعنی ریسک بیمه‌گری یا همان خسارت‌هایی که از طرف بیمه‌گذارانش ادعا می‌شود، معرفی شد. شاخص‌های پیشنهادی با بهره‌گیری از تابع توزیع خسارت‌های پرداختی شرکت در دوره‌های مختلف عملیاتی محاسبه شدند. همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، این شاخص‌ها چندین تفاوت کلیدی با نسبت توانگری مالی متداول دارند. نخست آنکه، برخلاف روش‌های رایج محاسبه ریسک بیمه‌گری در شاخص‌های توانگری، هیچ فرض اولیه‌ای بر توزیع خسارت‌های پرداختی شرکت اعمال نمی‌شود. دوم، در حالی که شاخص‌های توانگری سنتی، تاب‌آوری را در برابر ریسک‌های کرانه‌ای و حوادث فاجعه‌بار تخمین می‌زنند و ریسک کلی شرکت را در سناریوهای مختلف محاسبه و با سرمایه کل مقایسه می‌کنند. این شاخص‌ها ظرفیت شرکت را برای مقابله با ریسک‌های خسارتی ارزیابی می‌کنند که نه تنها خسارت‌های بزرگ، بلکه خسارت‌های روتین پرداختی در طول تاریخچه عملیاتی شرکت را نیز دربرمی‌گیرد.

یکی از دستاوردهای اصلی این مدل، کمی‌سازی فاصله میان دارایی‌های حسابداری و ظرفیت پرداخت نقدی است. نتایج نشان می‌دهد که در سناریوهای بحرانی، همبستگی میان دارایی‌های غیرنقد و توانایی پوشش خسارت به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. این یافته با گزارش اخیر مک‌کینزی در سال ۲۰۲۴ هم‌خوانی دارد. مک‌کینزی در تحلیل بازارهای بیمه تحت شرایط نوسانی، استدلال می‌کند که «ارزش‌گذاری دارایی‌ها در محیط‌های پایدار گمراه‌کننده است و شرکت‌ها در زمان نوسانات نرخ بهره و تورم، با بحران نقدینگی مواجه می‌شوند، حتی اگر ترازنامه‌شان نشان‌دهنده توانگری باشد». مدل پیشنهادی این پژوهش، دقیقاً مکانیسم ریاضی این پدیده را با نمایش کاهش شدید نسبت پوشش ریسک در شرایط بحرانی تبیین می‌کند.

برخلاف مدل‌های ایستای بررسی‌شده توسط گارایتا و همکاران (۲۰۲۲)، رویکرد این پژوهش اثبات می‌کند که بافر سرمایه باید تابعی از سرعت نقدشوندگی باشد، نه صرفاً ارزش دفتری. از طریق محاسبه و مقایسه شاخص‌های معرفی‌شده برای چندین شرکت، و سپس قیاس نتایج با نسبت‌های توانگری مربوطه، مشخص شد که در بسیاری موارد، تحت شرایط توانگری مالی یکسان، کاهش جریان نقدی شرکت منجر به انتشار اخبار عدم توانایی در تسویه خسارت‌های ادعایی می‌شود و این امر شرکت را در مسیر ورشکستگی قرار می‌دهد همانند آنچه برای شرکت بیمه توسعه رخ داد. با بروز نخستین موارد تأخیر یا ناتوانی در پرداخت به‌موقع خسارت‌ها، نهاد ناظر فروش بیمه‌نامه‌های شخص ثالث را (که یکی از کانال‌های اصلی ورود نقدینگی به شرکت‌های بیمه است) برای این شرکت ممنوع کرد. به عبارت دیگر، برتری شرکت ب نسبت به شرکت بیمه توسعه، که آن را از ورشکستگی نجات داد، ناشی از وضعیت برتر دارایی‌های نقدشونده و در نتیجه، توانایی پوشش ریسک بهتر در شرایط عادی است. همچنین تحلیل داده‌های خسارت در این پژوهش نشان داد که برآزش توزیع‌های حدی (مانند کوشی) بسیار دقیق‌تر از توزیع نرمال عمل می‌کند. این نتیجه، تاییدی تجربی بر مبنای نظری جدیدی است که کلوگمن در سال ۲۰۲۴ مطرح شده است. او نشان داد که استفاده از توزیع نرمال برای مدل‌سازی

ریسک‌های بیمه‌ای، منجر به کم‌برآورد<sup>۱</sup> شدید ریسک دنباله می‌شود. یافته‌های مدل فعلی نیز نشان می‌دهد که اگر شرکت‌ها بر اساس توزیع نرمال ذخیره‌گیری کنند، در مواجهه با خسارت‌های فاجعه‌بار (که احتمال وقوع کم، اما شدت بالایی دارند) احتمالاً کسری نقدینگی خواهند داشت. این تطابق اعتبار علمی مدل پیشنهادی را به‌عنوان ابزاری برای سنجش ریسک‌های دم‌کلفت تقویت می‌کند و نشان می‌دهد که مدل‌های رایج داخلی نیز نیاز به بازنگری در فروض آماری دارند.

مقایسه خروجی‌های مدل با چارچوب‌های نظارتی نشان می‌دهد که شاخص‌های فعلی مورد استفاده نهاد ناظر، به نقدشوندگی دارایی‌ها حساسیت کافی ندارند. این نقص در گزارش IAIS نیز به‌عنوان یک چالش جهانی مطرح شده است. انجمن بین‌المللی ناظران بیمه نیز در سند خود تأکید می‌کند که علاوه بر نظارت بر توانگری، نظارت بر جریان نقد نیز باید در دستور کار شرکت‌های بیمه قرار گیرد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد شرکت‌هایی که نسبت توانگری یکسانی طبق فرمول‌های سنتی دارند، در مدل پیشنهادی این پژوهش امتیازهای کاملاً متفاوتی در شاخص «نسبت توانایی پوشش ریسک در شرایط بحرانی» کسب می‌کنند. این تفاوت ناشی از ساختار پرتفوی دارایی‌هاست.

این پژوهش با هدف طراحی مدلی برای سنجش تاب‌آوری مالی شرکت‌های بیمه در برابر خسارت‌های ادعا شده، فراتر از الزامات حداقلی آیین‌نامه‌ها انجام شد. نتیجه‌گیری نهایی را می‌توان در سه محور اصلی خلاصه کرد:

۱. مدل‌سازی ریاضی نشان داد که رفتار خسارت‌های بیمه‌ای در ایران از توزیع نرمال پیروی نمی‌کند و دارای چولگی و کشیدگی چشمگیری است. بنابراین، مدل‌هایی که بر اساس میانگین و انحراف معیار ساده بنا شده‌اند، در پیش‌بینی تعهدات در زمان بحران ناتوان‌اند؛

۲. توانگری مالی و نقدینگی دو مفهوم مجزا هستند که هم‌بستگی آن‌ها در شرایط بحرانی به سمت صفر میل می‌کند. مدل پیشنهادی توانست با موفقیت شاخصی را ارائه دهد که ترکیبی از این دو مفهوم است و تصویر واقعی‌تری از عملکرد شرکت ارائه می‌دهد؛

۳. به‌کارگیری شاخص‌های «وضعیت خطر» و «پوشش ریسک در شرایط بحرانی» نشان داد که این مدل می‌تواند سیگنال‌های هشداردهنده را بسیار زودتر از کاهش نسبت توانگری رسمی صادر کند.

- بر اساس نتایج و تحلیل‌های فوق، پیشنهادهای زیر در دو سطح شرکت‌های بیمه و نهاد ناظر ارائه می‌شود:
- استقرار داشبورد مدیریت نقدینگی بحران: پیشنهاد می‌شود که مدیران به‌جای معطوف کردن توجه خود به شاخص توانگری، شاخص‌های مستخرج از این پژوهش را نیز در کمیته‌های ریسک شرکت پایش کنند؛
  - تجدید نظر در استراتژی سرمایه‌گذاری: با توجه به یافته‌های مک‌کینزی در سال ۲۰۲۴ و نتایج این مدل، پیشنهاد می‌شود که شرکت‌ها باید بخشی از دارایی‌های خود را از املاک و مستغلات با نقدشوندگی پایین به ابزارهای مالی با نقدشوندگی بالا (مانند اوراق خزانه یا سپرده‌های کوتاه‌مدت) تغییر دهند تا ظرفیت پرداخت آنی خود را با بخش انتهایی توزیع خسارت یعنی دم توزیع هماهنگ شود.

- اصلاح مدل نظارتی: پیشنهاد می‌شود که نهاد ناظر در کنار آیین‌نامه‌های فعلی، مدل پیشنهادی این پژوهش را به‌عنوان یک ابزار مکمل نظارتی مدنظر قرار دهد. این مدل می‌تواند شرکت‌های پرریسک را قبل از ورشکستگی شناسایی کند.
- این پژوهش بر داده‌های کمی و مالی تمرکز داشت. محدودیت اصلی، عدم دسترسی به داده‌های ریزتراکنش‌های خسارتی برخی رشته‌های خاص بود. به پژوهشگران آتی پیشنهاد می‌شود که تأثیر متغیرهای اقتصاد کلان (تورم و نرخ ارز) را به‌عنوان متغیرهای برون‌زا بر پارامترهای توزیع‌های دم‌کلفت بررسی کنند.

## منابع

- اسدی، سعید؛ البدوی، امیر و حسین‌زاده کاشان، علی (۱۳۹۶). محاسبه سرمایه الزامی ریسک بازار در مدل توانگری مالی شرکت‌های بیمه. *پژوهشنامه بیمه*، ۶(۳)، ۱۹۹-۲۱۰.
- شهریار، بهنام و صیادزاده، علی (۱۳۹۶). *طراحی الگوی راهنمای استقرار مدیریت ریسک بنگاه (ERM) در شرکت‌های بیمه*. طرح تحقیقاتی، تهران، پژوهشکده بیمه.
- شهریار، بهنام؛ صیادزاده، علی و امدادی، فاطمه (۱۳۹۵). *مدل آیین‌نامه نحوه محاسبه و نظارت بر توانگری مالی مؤسسات بیمه (آیین‌نامه ۶۹ شورای عالی بیمه)*. طرح تحقیقاتی، تهران، پژوهشکده بیمه.
- صفری، امیر و شهریار، بهنام (۱۳۹۱). *مطالعه و طراحی سیستم نظارت مالی بر مؤسسات بیمه ایرانی با استفاده از تجربه سایر کشورها*. طرح تحقیقاتی، تهران، پژوهشکده بیمه.
- قره‌خانی، محسن و ماجدی، زهرا (۱۳۹۲). محاسبه ضرایب ریسک دارایی در توانگری مالی مؤسسات بیمه با استفاده از ارزش در معرض خطر. *پژوهشنامه بیمه*، ۲(۴)، ۳۶۸-۳۸۴.

## References

- Alsofiani, A. (2022). A review of the empirical literature on the determinants of insurers' financial performance. *International Journal of Business and Globalisation*, 30(3-4), 478-487.
- Anggriheny, B. R. & Nababan, R. Y. (2022). Due to the Legal Failure to Pay by the Insurance of the Insurance Policy of the Insured. *Lambung Mangkurat Law Journal*, 7(1), 29-44.
- Asadi, S., Albadvi, A. & Hussein-zadeh Kashan, A. (2017). Determining capital requirement for market risk in the solvency assessment model of insurance companies. *Iranian Journal of Insurance Research*, 6(3), 199-210. doi: 10.22056/ijir.2017.03.05 (in Persian)
- Bunni, N. G. & Bunni, L. B. (2022). *Risk and insurance in construction*. Routledge.
- Cocoza, R., Di Lorenzo, E. & Sibillo, M. (2004). Methodological problems in solvency assessment of an insurance company. *Investment Management and Financial Innovations*, 2, 95-102. <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/27980>.

- Cox, D. R. (2006). *Principles of statistical inference*. Cambridge university press.
- Deloitte. (2024). *2025 global insurance outlook*. <https://www.ey.com/content/dam/ey-unified-site/ey-com/en-gl/insights/insurance/documents/ey-gl-global-insurance-outlook-01-2025.pdf>
- Eggers, P. M. (2023). Damages for Late Payment of Insurance Claims. In *Damages, Recoveries and Remedies in Shipping Law*, 174-194. Informa Law from Routledge.
- Embrechts, P., Klüppelberg, C. & Mikosch, T. (2013). *Modelling extremal events: for insurance and finance* (Vol. 33). Springer Science & Business Media.
- Garayeta, A., De la Peña, J. I. & Trigo, E. (2022a). Towards a global solvency model in the insurance market: a qualitative analysis. *Sustainability*, 14(11), 6465.
- Garayeta, A., De la Peña, J. I. & Trigo, E. (2022b). Exploratory Analysis of Solvency Regulations in the Three Main Latin American Insurance Markets. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 24, 516-532.
- Gharakhani, M. & Majedi, Z. (2013). Calculating risk coefficients in solvency of insurance companies using value at risk. *Iranian Journal of Insurance Research*, 2(4), 368-384. doi: 10.22056/ijir.2013.04.06 (in Persian)
- Halbleib, R. & Pohlmeier, W. (2012). Improving the value at risk forecasts: Theory and evidence from the financial crisis. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 36(8), 1212-1228. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2011.10.005>.
- <https://www.centinsur.ir/fa-IR/Portal/1/news/view/15628/5705/Staging>
- IAA (2004). *A Global Framework for Insurer Solvency Assessment*. Ottawa: IAA. [http://www.actuaries.org/LIBRARY/Papers/Global\\_Framework\\_Insurer\\_Solvency\\_Assessment-members.Pdf](http://www.actuaries.org/LIBRARY/Papers/Global_Framework_Insurer_Solvency_Assessment-members.Pdf).
- International Association of Insurance Supervisors (IAIS). (2009). *Issues paper on group-wide solvency assessment and supervision*. [https://www.iais.org/uploads/2022/01/Issues\\_paper\\_on\\_group\\_wide\\_solvency\\_assessment\\_and\\_supervision.pdf.pdf](https://www.iais.org/uploads/2022/01/Issues_paper_on_group_wide_solvency_assessment_and_supervision.pdf.pdf)
- Johnson, N. L., Kotz, S. & Balakrishnan, N. (1995). *Continuous univariate distributions, volume 2* (Vol. 289). John Wiley & sons.
- Kamau, A.M. (2023). Underwriting risk, firm size and financial performance of insurance firms in Kenya. *Eastern Journal of Economics and Finance*, 8(1).
- Klugman, S. A., Panjer, H. H. & Willmot, G. E. (2012). *Loss models: from data to decisions* (Vol. 715). John Wiley & Sons.
- Labini, S. S., D'Apolito, E. & Nyenno, I. (2024). Systemic Risk and the Insurance Sector: A Network Perspective. In *Systemic Risk and Complex Networks in Modern Financial Systems*, 211-228. Cham: Springer Nature Switzerland.
- O'Donnell, R. (1987). Real and Nominal quantities. In *The New Palgrave Dictionary of Economics*, 1-3. Palgrave Macmillan, London.

- Park, J. & Shin, M. (2022). An Approach for Variable Selection and Prediction Model for Estimating the Risk-Based Capital (RBC) Based on Machine Learning Algorithms. *Risks*, 10(1), 13. <https://doi.org/10.3390/risks10010013>
- Safari, A. & Shahriar, B. (2012). *Designing a Financial Supervision System for Iranian Insurance Companies Using Overseas Experiences*. Research project, Tehran: Insurance Research. (in Persian)
- Sasikumar, K. & Fernando, J. M. R. (2022). Risk Management and Firm Financial Performance: A Study on Listed Insurance Companies in Sri Lanka. *11<sup>th</sup> Students' Research Symposium 2022*.
- Shahriar, B. & Saiadzadeh, A. (2016). *Designing a Model for Running Enterprise Risk Management (ERM) in Insurance Companies*. Research project, Tehran: Insurance Research. (in Persian)
- Shahriar, B., Saiadzadeh, A. & Emdadi, F. (2016). *Providing a Regulation Model on Calculation and Supervision of Insurance Companies Solvency (By-law 69 of the Supreme Insurance Council)*. Research project, Tehran: Insurance Research. (in Persian)
- Tadikamalla, P. R. (1980). A look at the Burr and related distributions. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*, 337-344. <https://doi.org/10.2307/1402945>.
- Voutilainen, R. (2022). Notes on Insurance Company Solvency. *Journal of Insurance and Financial Management*, 6(5), 30-43.
- Wang, K. & Zhu, L. (2021). Solvency Evaluation Model of Insurance Company Based on Stochastic Differential Equation. *Complexity*, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2021/5594619>.