



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Analysis of the dependence structure among insurance risks in Iran's insurance company: Cointegration approach

Zeynolabedin Aghilifar¹, Sayed Yahya Abtahi^{2*}, Gholamreza Askarzadeh³, Hamid Khajeh Mahmoodabadi⁴¹Phd Student, Department of Financial Management, Ya. C., Islamic Azad University, Yazd, Iran.²Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Accounting and Management, Ya. C., Islamic Azad University, Yazd, Iran.³Assistant Professor, Department of Financial Management, Ya. C., Islamic Azad University, Yazd, Iran.⁴Assistant Professor, Department of Financial Management, Ya. C., Islamic Azad University, Yazd, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 23 February 2025

Revised: 2 May 2025

Accepted: 22 June 2025

Early online access: 26 June 2025

Published: 1 October 2025

Keywords:

Cointegration approach

Dependence structure insurance risks

Iran's insurance company

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Examining the long-term relationships and cointegration among different branches of insurance is crucial for understanding risk management and financial stability in the insurance industry. These relationships emerge due to factors such as the nature of similar risks, dependence on economic variables (e.g., interest rates, inflation, or economic growth), and shared capital management in the long term. Therefore, cointegration analysis is a powerful tool for identifying long-term relationships among different insurance branches. This method helps insurance companies to adopt better risk management strategies, allocate their capital optimally, and provide better services to customers. Since the insurance market is influenced by economic, social, and environmental factors, this analysis is of great importance for improving strategic decision-making. This study investigates the dependency structure among various insurance branches using nonlinear cointegration analysis.

METHODS: In this study, the dependency structure among different insurance branches is analyzed using Johansen's linear cointegration method and Hansen and Seo's nonlinear cointegration approach, as well as the existence of equilibrium processes in their long-term relationships. For this purpose, a dataset comprising monthly claim amounts (excluding recoveries) from liability insurance, third-party insurance, and automobile body insurance is used. These branches were selected due to their non-zero and similar order of integration. The dataset spans the period from January 2011 to December 2023.

FINDINGS: The results indicate the existence of at least one linear cointegration vector among the risks of different insurance branches. However, examining the presence of nonlinear relationships among the three branches within the framework of threshold vector error correction models (TVECM) reveals that adjustments toward long-term equilibrium occur when the gap between liability and automobile body insurance claims is within or beyond estimated threshold values. Moreover, when the loss gap exceeds the threshold, the adjustment towards long-term equilibrium occurs at a faster rate. Additionally, the error correction effect is significantly stronger for liability insurance compared to the other two branches. Automobile body insurance exhibits a higher error correction rate than third-party insurance, while third-party insurance demonstrates the weakest error correction effect. The estimation of the three equations related to the long-term relationships of insurance branches shows that the error correction component in the equations related to liability insurance and body insurance is significant in both the high and low regimes. However, the error correction component in the equations related to third-party insurance is not significant in either regime. On the other hand, the error correction coefficient in the equations for liability insurance and body insurance is much higher in the high regimes than in the low regimes. In other words, when the gap between the losses in liability and body insurance is estimated to be less than or greater than the threshold values, an adjustment towards the long-term equilibrium occurs, but the adjustment process towards the long-term equilibrium occurs more rapidly in cases where the loss gap is greater than the threshold. Also, there is a much stronger error correction effect for the liability insurance branch than for the other two branches. Then, body insurance has higher error correction than third-party insurance. Finally, third-party insurance has much lower error correction than the others.

CONCLUSION: Liability insurance is exposed to high systematic risk, and macroeconomic conditions—such as high inflation rates and economic constraints due to sanctions—have led to a decline in vehicle quality and an increase in claims for third-party and automobile body insurance. Consequently, the systematic risk in the liability insurance sector has also increased, as it exhibits a high adjustment speed in its relationships with third-party and automobile body insurance. A similar pattern is observed for automobile body insurance, where an increase in third-party insurance claims can raise the systematic risk of automobile body insurance, ultimately eliminating the risk gap between these two branches in the long term. Therefore, risk and capital management in insurance companies shall account for such dependencies among insurance branches. Ignoring the adjustments in inter-branch risk relationships could expose insurance firms to significant financial losses. It is suggested that since third-party insurance has less error correction than other branches, insurance companies and policymakers in the country's insurance sector pay special attention to risk management in this sector because increasing risk in this sector, given the high adjustment speed of other insurance branches compared to third-party, can also increase the risk of other sectors and create systematic risk in the entire insurance industry. On the other hand, to optimally manage the risk of liability and body insurance, insurance companies need to pay attention to the critical loss thresholds in this type of insurance and estimate these thresholds according to the long-term relationships among losses in different insurance branches in each company.

*Corresponding Author:

Email: Sy.abtahi@iaui.ac.ir

Phone: +9835 37240732

ORCID: 0000-0002-4034-5439

DOI: 10.22056/ijir.2025.04.06

This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



مقاله پژوهشی

تحلیل ساختار وابستگی بین ریسک‌های بیمه‌ای در شرکت سهامی بیمه ایران: رویکرد هم‌انباشتگی

زین‌العابدین عقیلی فر^۱، سید یحیی ابطی^{۲*}، غلامرضا عسکر زاده^۳، حمید خواجه محمودآبادی^۴

^۱ دانشجوی دکتری، گروه مدیریت مالی، دانشکده حسابداری و مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

^۲ دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده حسابداری و مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

^۳ استادیار، گروه مدیریت مالی، دانشکده حسابداری و مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

^۴ استادیار، گروه مدیریت مالی، دانشکده حسابداری و مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۵ اسفند ۱۴۰۳

تاریخ داوری: ۱۲ اردیبهشت ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۱ تیر ۱۴۰۴

تاریخ زودآیند: ۵ تیر ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۹ مهر ۱۴۰۴

کلمات کلیدی:

رویکرد هم‌انباشتگی

ریسک‌های بیمه‌ای

ساختار وابستگی

شرکت سهامی بیمه ایران

*نویسنده مسئول:

ایمیل: Sy.abtahi@iau.ac.ir

تلفن: ۰۳۵ ۳۷۲۴۰۷۳۲۲

ORCID: 0000-0002-4034-5439

DOI: 10.22056/ijir.2025.04.06

چکیده:

پیشینه و اهداف: بررسی روابط بلندمدت و هم‌انباشتگی میان شاخه‌های مختلف بیمه برای درک مدیریت ریسک و پایداری مالی در صنعت بیمه اهمیت زیادی دارد و این روابط به دلایلی همچون ماهیت ریسک‌های مشابه، وابستگی به متغیرهای اقتصادی (مانند نرخ بهره، تورم، یا رشد اقتصادی) و همچنین مدیریت سرمایه مشترک در بلندمدت پدیدار می‌شوند. در این مطالعه، ساختار وابستگی بین شاخه‌های مختلف بیمه‌ای بررسی می‌شود.

روش‌شناسی: در این مطالعه، ساختار وابستگی بین شاخه‌های مختلف بیمه‌ای از روش‌های هم‌انباشتگی خطی یوهانسن و هم‌انباشتگی غیرخطی هنس و سئو و وجود فرایندهای تعادلی در روابط بلندمدت بین آن‌ها مورد بررسی می‌شود. در این راستا مجموعه داده‌هایی شامل خسارت‌های ماهانه (بدون باز یافت) حاصل از رشته‌های بیمه غیرعمر مسئولیت، شخص ثالث و بدنه خودرو به دلیل ماهیت درجه انباشتگی غیر صفر و یکسان آن‌ها طی دوره ماهانه ۱۲:۱۴۰۲-۱۳۹۰:۰۱ به کار برده شده است.

یافته‌ها: نتایج به وجود حداقل یک بردار هم‌انباشتگی خطی بین ریسک شاخه‌های بیمه‌ای اشاره می‌کند. اما بررسی وجود روابط غیرخطی بین خسارت سه شاخه بیمه‌ای در قالب مدل‌های تصحیح خطای برداری آستانه‌ای نشان می‌دهد زمانی که شکاف بین خسارت‌ها در بیمه‌های مسئولیت و بدنه کمتر یا بیشتر از مقادیر آستانه‌ای برآورد شده باشد، تعدیل به سمت تعادل بلندمدت ایجاد می‌شود، اما فرایند تعدیل در مواردی که شکاف خسارت‌ها بیشتر از آستانه باشد تعدیل به سمت تعادل بلندمدت با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد. همچنین، اثر تصحیح خطای بسیار قوی‌تری برای شاخه بیمه مسئولیت نسبت به دو شاخه دیگر وجود دارد. پس از آن بیمه بدنه نسبت به بیمه شخص ثالث تصحیح خطای بالاتری دارد. در نهایت بیمه شخص ثالث از تصحیح خطای بسیار کمتری نسبت به بقیه برخوردار است.

نتیجه‌گیری: بیمه‌های مسئولیت از ریسک نظاممند بالایی برخوردارند و مجموعه شرایط اقتصادی کشور مانند نرخ‌های تورم بالا و تنگناهای اقتصادی ناشی از تحریم‌ها که به کاهش کیفیت خودروها و افزایش خسارات در بخش بیمه‌های ثالث و بدنه منجر شده است به افزایش ریسک نظاممند در بخش بیمه‌های مسئولیت نیز می‌انجامد، زیرا این شاخه از بیمه سرعت تعدیل بالایی در روابط خود با بیمه‌های ثالث و بدنه دارد. این موضوع در ارتباط با بیمه بدنه نیز صادق است و افزایش خسارت شخص ثالث می‌تواند ریسک نظاممند بیمه بدنه را نیز افزایش دهد و شکاف بین ریسک‌های شخص ثالث و بدنه را در بلندمدت از میان بردارد. بنابراین مدیریت ریسک و سرمایه در شرکت‌های بیمه مستلزم توجه به چنین وابستگی‌هایی در شاخه‌های بیمه‌ای است و مدیریت پرتفوی این شرکت‌ها بدون توجه به وجود تعدیل در روابط بین ریسک انواع شاخه‌های بیمه‌ای می‌تواند این شرکت‌ها را در معرض زیان‌های قابل توجهی قرار دهد.

توجه: مدت زمان بحث و انتقاد برای این مقاله تا ۱ ژانویه ۲۰۲۶ در وبسایت IJIR در «نمایش مقاله» باز است.

مقدمه

روابط بین شاخه‌های مختلف بیمه‌ای به دلایل مختلفی شکل می‌گیرد که معمولاً در زمینه‌های مدیریت ریسک، سرمایه‌گذاری، و اثرات اقتصادی قابل بررسی‌اند. وابستگی‌های ریسک و وجود ریسک‌های مشترک سبب می‌شود شاخه‌های مختلف بیمه (مانند بیمه مسئولیت، بیمه خودرو و بیمه اموال) تحت تأثیر رویدادی مشترک (مانند بلایای طبیعی یا نوسانات اقتصادی) قرار بگیرند. این وابستگی‌ها به‌ویژه در زمان وقوع رویدادهای بزرگ یا خسارت‌های هم‌زمان آشکار می‌شوند. از طرف دیگر، مدیریت سرمایه شرکت‌های بیمه را ملزم می‌کند از تنوع‌بخشی میان شاخه‌های بیمه‌ای مختلف استفاده کنند تا ریسک‌های خود را کاهش دهند. این تنوع‌بخشی می‌تواند به کاهش احتمال وقوع خسارت‌های بزرگ در یک شاخه بیمه‌ای خاص منجر شود (Haley, 1995). بنابراین، وجود هم‌انباشتگی و روابط بین شاخه‌های بیمه‌ای می‌تواند بر تخصیص سرمایه بین شاخه‌های مختلف تأثیر بگذارد.

شاخه‌های بیمه‌ای ممکن است تحت تأثیر عوامل اقتصادی مشابهی مانند رشد اقتصادی، نرخ بهره، یا تغییرات در بازارهای مالی قرار گیرند. مثلاً، کاهش نرخ بهره می‌تواند بر سرمایه‌گذاری بیمه‌گران در شاخه‌های مختلف تأثیر بگذارد و این موضوع می‌تواند زمینه‌هایی برای هم‌انباشتگی شاخه‌های مختلف بیمه‌ای فراهم کند. همچنین وجود انگیزه‌های هم‌افزایی درآمدی در شرکت‌های بیمه موجب می‌شود این شرکت‌ها غالباً خدمات بیمه‌ای مکمل ارائه دهند که باعث ایجاد هم‌افزایی در درآمد می‌شود. مثلاً، بیمه‌گران ممکن است محصولات بیمه عمر را با بیمه‌های بازنشستگی ترکیب کنند. درک وجود چنین روابطی نه تنها به شرکت‌های بیمه در مدیریت بهتر ریسک‌ها، سرمایه و تصمیم‌گیری استراتژیک در صنعت بیمه کمک می‌کند، بلکه باعث بهبود خدمات ارائه‌شده به مشتریان نیز می‌شود (Zamiri & Rabiei, 2024).

وجود روابط هم‌انباشتگی بین شاخه‌های بیمه‌ای می‌تواند در پی ریسک‌های مشترک اجتماعی نیز پدیدار شود. بحران‌های اقتصادی یا اجتماعی، مانند رکود اقتصادی، ممکن است بر بیمه‌های عمر، بازنشستگی، و مسئولیت تأثیرگذار باشد. شاخه‌های بیمه‌ای ممکن است به دلیل وابستگی به متغیرهای اقتصادی (مانند نرخ بهره، تورم، یا رشد اقتصادی) به طور بلندمدت هم‌انباشتگی داشته باشند. برای نمونه، در شرایط رکود اقتصادی، تقاضا برای بیمه عمر کاهش یافته و خسارت‌های بیمه اعتباری افزایش می‌یابد. این تغییرات ممکن است به مرور زمان روابط بلندمدتی را بین این دو شاخه ایجاد کند. همچنین، در رکود اقتصادی، ورشکستگی شرکت‌ها می‌تواند باعث افزایش خسارت در بیمه‌های اعتباری و کاهش تقاضا برای بیمه‌های اختیاری شود. سرانجام، دیجیتالی شدن صنعت بیمه باعث شده که بسیاری از شرکت‌ها بتوانند به راحتی محصولات متنوع را به مشتریان ارائه دهند و خدمات مختلف را ترکیب کنند و این موضوع روابط بلندمدت و هم‌انباشتگی‌های شاخه‌های بیمه‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در این مطالعه، از روش هم‌انباشتگی‌های غیرخطی برای درک ساختار وابستگی و روابط بلندمدت بین ریسک‌های بیمه‌ای بهره گرفته شده است و از این نظر در مقایسه با مطالعات پیشین دارای نوآوری است، زیرا بیشتر مطالعات گذشته در این خصوص، از روش کاپولا برای تحلیل ساختار وابستگی‌ها استفاده کرده‌اند. اما روش هم‌انباشتگی نسبت به کاپولا از مزایایی برخوردار است. نخست، قابلیت روش‌های هم‌انباشتگی در شناسایی روابط تعادلی بلندمدت و ارتباط پایدار ریسک‌های بیمه‌ای است. چنین تحلیل‌هایی برای تنظیم حق بیمه‌های بلندمدت یا مدیریت ذخایر ریسک به کار می‌روند. در حالی که کاپولا چنین رابطه ساختاری را شناسایی نمی‌کند و صرفاً به وابستگی‌های آماری می‌پردازد. دوم، روش‌های هم‌انباشتگی این قابلیت را دارد که انحراف از تعادل بلندمدت و تغییرات کوتاه‌مدت را مدل‌سازی کند. اما کاپولا چنین سازوکاری ندارد و عمدتاً برای شبیه‌سازی توأم ریسک‌ها یا محاسبه احتمال رویدادهای شدید استفاده می‌شود. سرانجام، برخلاف برخی کاپولا‌های پارامتریک که نیاز به فرض توزیع‌های حاشیه‌ای مشخص دارند روش‌های هم‌انباشتگی نیاز به فرضیات محدودکننده درباره توزیع متغیرها ندارد و این موضوع در تحلیل داده‌های بیمه‌ای با توزیع‌های ناشناخته یا پیچیده (مثل خسارت‌هایی با دنباله سنگین) مزیت مهمی محسوب می‌شود (Nelsen, 2006).

مبانی نظری پژوهش

ساختار وابستگی بین ریسک شاخه‌های مختلف بیمه‌ای به صورت چندلایه، پویا و تحت تأثیر عوامل متعددی به وجود می‌آید. این وابستگی‌ها می‌توانند از طریق رویدادهای طبیعی، شرایط اقتصادی، رفتار مشتریان و سیاست‌های نظارتی شکل بگیرند. مدل‌سازی دقیق و درک این ساختارها به شرکت‌های بیمه کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری در زمینه مدیریت ریسک، تنوع‌بخشی و طراحی محصولات بگیرند.

ساختار وابستگی نشان‌دهنده نحوه تعامل ریسک‌ها در این شاخه‌هاست. این وابستگی به روش‌های پیچیده‌ای از طریق عوامل مشترک، رویدادهای شدید، شرایط اقتصادی و تعاملات مشتریان شکل می‌گیرد. وابستگی ریسک‌ها به معنای تأثیرگذاری یا ارتباط بین خسارات و ریسک‌های مالی در شاخه‌های مختلف بیمه است. این وابستگی‌ها می‌توانند خطی یا غیرخطی، قوی یا ضعیف، کوتاه‌مدت یا بلندمدت باشند. در اینجا ساختار وابستگی می‌تواند از دو نوع وابستگی پدیدار شود. نخست، وابستگی آماری که از تحلیل داده‌های ریسک شاخه‌های مختلف بیمه‌ای به دست می‌آید. دوم، وابستگی ساختاری، که براساس رویدادها و سازوکارهای اقتصادی و اجتماعی شکل می‌گیرد (Cao, 2021). در این مطالعه، ساختار وابستگی بین شاخه‌های مختلف بیمه‌ای از طریق هم‌انباشتگی و وجود فرایندهای تعادلی در روابط بلندمدت بین آن‌ها بررسی می‌شود. تحلیل هم‌انباشتگی در صنعت بیمه از چند منظر دارای اهمیت اساسی است. نخست، این موضوع به درک پایداری روابط بین شاخه‌های

عملکرد شاخه های مختلف بیمه تأثیر بگذارد. بنابراین، تحلیل هموابستگی ابزار قدرتمندی برای شناسایی روابط بلندمدت بین شاخه های مختلف بیمه ای است. این روش به شرکت های بیمه کمک می کند تا استراتژی های مدیریت ریسک بهتری اتخاذ کنند، سرمایه خود را به طور بهینه تخصیص دهند و خدمات بهتری به مشتریان ارائه دهند. از آنجاکه بازار بیمه تحت تأثیر عوامل اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی قرار دارد، این تحلیل برای بهبود تصمیم گیری های استراتژیک اهمیت فراوانی دارد.

مروری بر پیشینه پژوهش

ضرابیه و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه خود با استفاده از کاپولا، وابستگی بین ریسک بیمه گری را در بیمه نامه های بدنه و شخص ثالث خودرو در شرکت بیمه سامان بررسی کرده اند. بر این اساس، روشی محاسباتی برای برآورد ارزش در معرض ریسک با استفاده از کاپولای برازش شده در مرحله قبل پیشنهاد شده است. همچنین در مطالعه **کشاورز حداد و حیرانی (۱۳۹۳)** شناسایی ساختار وابستگی بین دارایی های مالی و تأثیر آن در سنجه های ریسک همچون ارزش در معرض ریسک دارایی های مالی مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش با انواع مختلف توابع کاپولا و مدل های واریانس ناهمسانی شرطی تعمیم یافته، ساختار وابستگی بین دو شاخص قیمتی محصولات شیمیایی و دارویی بورس تهران در بازه زمانی دی ۱۳۸۳ تا اسفند ۱۳۹۱ ارزیابی می شود و تأثیر ساختار وابستگی در برآورد ارزش در معرض ریسک سبد دارایی متشکل از آن ها بررسی می شود. نتایج تجربی پژوهش نشان می دهد وابستگی ساختاری نامتقارنی بین محصولات شیمیایی و دارویی بورس تهران وجود دارد. همچنین، یافته ها حاکی از دقت و کفایت بیشتر رهیافت Copula-GARCH در مقایسه با مدل های رایج در پیش بینی ارزش در معرض ریسک سبد دارایی همچون EWMA، DCC-GARCH، M-GARCH و روش های شبیه سازی تاریخی است. **عقیلی فر و همکاران (۱۴۰۳)** حساسیت سرمایه مورد نیاز به ساختار وابستگی در بین خسارات بیمه های غیرزندگی در محیط های چندمتغیره را با استفاده از روش کاپولا مطالعه کردند. در این مطالعه، مدل سازی وابستگی در یک محیط واقعی با استفاده از پایگاه داده مربوط به خسارت های ماهانه (بدون بازیافت) حاصل از پنج رشته بیمه غیرعمر در شرکت سهامی بیمه ایران صورت گرفته است. نتایج نشان می دهد که توجه به وابستگی ضمنی بین زبان ها به طور چشمگیری بر کل سرمایه ریسک پذیر تأثیر می گذارد. مقادیر الزام سرمایه برآورد شده این نتیجه را تأیید می کند. در واقع، توجه به وابستگی ضمنی بین رشته های بیمه ای به کاهش سرمایه ۵/۱٪ درصدی برای VaR و ۳/۹٪ درصدی برای TVaR منجر می شود.

هالی در مطالعه خود هموابستگی شاخه های مختلف در حاشیه های بیمه گری و درآمد سرمایه گذاری در شاخه های مختلف بیمه اموال و مسئولیت را تحلیل کرده است. نتایج نشان می دهد که نرخ بهره بدون ریسک با سودآوری شاخه های مختلف بیمه

بیمه ای کمک می کند. اگر بین شاخه های بیمه ای رابطه هموابستگی وجود داشته باشد تغییرات در یک شاخه (مانند افزایش خسارات بیمه خودرو) می تواند به طور بلندمدت بر شاخه دیگر (مانند بیمه مسئولیت) تأثیر بگذارد. از طرف دیگر، شرکت های بیمه می توانند از این تحلیل ها برای شناسایی ارتباطات ریسک بین شاخه ها و بهبود استراتژی های مدیریت سرمایه استفاده کنند. همچنین، درک وابستگی ها به شرکت های بیمه کمک می کند تا تأثیر رویدادهای بزرگ (مانند بلایای طبیعی یا بحران های اقتصادی) بر کل پرتفوی خود را پیش بینی و مدیریت کنند. بنابراین چنین تحلیل هایی می تواند به مدیریت ریسک بهتر در این صنعت منجر شود. دوم، تحلیل های هموابستگی و روابط بلندمدت در صنعت بیمه می تواند به پیش بینی بهتر تقاضا و خسارت های احتمالی در شاخه های مختلف بیمه ای کمک کند. در واقع، با شناسایی روابط بلندمدت، شرکت های بیمه می توانند تقاضای آینده، نرخ خسارت، و تغییرات در شاخه های مختلف را به گونه ای بهتر پیش بینی کنند. سوم، تحلیل هموابستگی ها و روابط بلندمدت می تواند به طراحی محصولات ترکیبی در صنعت بیمه کمک کند. اگر شاخه های بیمه ای در بلندمدت به یکدیگر وابسته باشند، شرکت ها می توانند محصولات ترکیبی (مانند بیمه اموال و مسئولیت) طراحی کنند که به نیازهای متنوع مشتریان پاسخ دهد ([Jawadi et al., 2009](#)).

هموابستگی می تواند از چندین دیدگاه بر ریسک های بیمه ای اثرگذار باشد. دیدگاه نخست، به وابستگی بلندمدت مربوط می شود. اگر دو یا چند رشته بیمه ای (مثل بیمه آتش سوزی و بیمه مسئولیت) هموابسته باشند، به این معناست که رابطه ای پایدار بین آن ها در بلندمدت وجود دارد. دیدگاه دوم، معرفی اثرات نظام مند است. ریسک های بیمه ای که در حالت عادی مستقل به نظر می رسند، ممکن است تحت تأثیر عوامل کلان اقتصادی (تورم، نرخ بهره و رشد تولید) هم جهت حرکت کنند و سرانجام دیدگاه سوم، به موضوع مدل سازی ریسک توجه می کند. در صورت وجود هموابستگی، مدل های تک متغیره (مانند ARIMA) برای پیش بینی خسارت ها کافی نیستند و باید از مدل های چندمتغیره مانند مدل تصحیح خطای برداری (VECM) استفاده شود. این مدل ها می توانند رابطه بلندمدت و تعدیل های کوتاه مدت بین متغیرها را شناسایی کنند.

مطالعات انجام شده پیرامون هموابستگی ها و روابط هموابستگی بین شاخه های بیمه ای نشان داده است که برخی از شاخه های بیمه ای (مانند بیمه عمر و بیمه بازنشستگی) به دلیل تأثیر متغیرهایی مانند نرخ بهره و امید به زندگی، در بلندمدت هموابستگی دارند. همچنین خسارت های ناشی از بلایای طبیعی یا حوادث مشترک نیز می تواند به ارتباط بلندمدت برخی شاخه ها مانند بیمه اموال و بیمه خودرو کمک کند. از طرف دیگر، ارتباطات بلندمدت بعضی از شاخه های بیمه ای می تواند تحت تأثیر وابستگی به بازارهای مالی ایجاد شود. مطالعات نشان داده اند که شاخه های بیمه ای به دلیل سرمایه گذاری های مشابه (مانند اوراق قرضه و سهام) با بازارهای مالی هموابستگی دارند و تغییرات در بازارهای مالی می تواند به طور مستقیم بر سودآوری و

یک سیستم با وجود متغیرهایی که دارای هم‌انباشتگی هستند و می‌توان با یک مدل تصحیح خطا (ECM) نیز آن را توصیف کرد نشان می‌دهد چگونه متغیرها به انحرافات از تعادل واکنش نشان می‌دهند. از این طریق، مدل تصحیح خطا را نیز می‌توان فرایند تعدیلی توصیف کرد که در آن تعادل بلندمدت برقرار می‌شود. اگرچه روش‌های سنتی هم‌انباشتگی فرض می‌کند که وجود چنین تمایلی به حرکت به سمت تعادل بلندمدت در هر دوره زمانی وجود دارد، اما فومبی و بلیک تأکید می‌کنند که به دلیل وجود برخی هزینه‌های تعدیل از طرف عاملان اقتصادی ممکن است حرکت به سمت تعادل بلندمدت در هر دوره زمانی اتفاق نیفتد (Fomby & Balke, 1977). به عبارت دیگر، ممکن است تعدیل ناپیوسته‌ای به سمت تعادل وجود داشته باشد، به گونه‌ای که تنها زمانی که انحرافات از تعادل، از یک آستانه بحرانی عبور کند منافع تعدیل از هزینه‌های آن بیشتر می‌شود و عاملان اقتصادی سیستم را به سمت تعادل برمی‌گردانند. هم‌انباشتگی آستانه‌ای وجود چنین فرایند گسسته‌ای را توصیف می‌کند. در واقع، در اینجا رابطه هم‌انباشتگی در داخل محدوده‌ای مشخص برقرار نمی‌شود و تنها زمانی برقرار می‌شود که سیستم از آستانه مشخصی تجاوز کند (ابطحی، ۱۴۰۱).

هنسن و سنو یک مدل تصحیح خطای برداری دورژیمی یا یک مدل $VECM$ غیرخطی را از مرتبه $l + 1$ به صورت زیر در نظر گرفته‌اند (Hansen & Seo, 2002).

$$\Delta x_t = \begin{cases} A_1' X_{t-1}(\beta) + u_t & \text{if } w_{t-1}(\beta) \leq \gamma, \\ A_2' X_{t-1}(\beta) + u_t & \text{if } w_{t-1}(\beta) > \gamma, \end{cases} \quad (1)$$

که در آن

$$X_{t-1}(\beta) = \begin{pmatrix} 1 \\ w_{t-1}(\beta) \\ \Delta x_{t-1} \\ \Delta x_{t-2} \\ \vdots \\ \Delta x_{t-l} \end{pmatrix}$$

در مدل بالا x_t سری‌های زمانی p بعدی دارای ویژگی $I(1)$ است که در قالب بردار β هم‌انباشتگی دارند. $w_t(\beta) = \beta' x_t$ جمله تصحیح خطای $I(O)$ است و $X_{t-1}(\beta)$ بردار $k \times 1$ از رگرسورها و A بردار $k \times p$ با $k = pl + 2$ است. مدل بالا با وجود پارامتر آستانه γ را می‌توان به صورت زیر نیز تصریح کرد:

$$\Delta x_t = A_1' X_{t-1}(\beta) d_{1t}(\beta, \gamma) + A_2' X_{t-1}(\beta) d_{2t}(\beta, \gamma) + u_t \quad (2)$$

که در آن

$$d_{1t}(\beta, \gamma) = 1(w_{t-1}(\beta) \leq \gamma)$$

$$d_{2t}(\beta, \gamma) = 1(w_{t-1}(\beta) > \gamma)$$

هم‌انباشتگی ندارد و عوامل دیگری بر سودآوری تأثیر می‌گذارند (Halley, 1995). هو و اوهاگان در مطالعه خود به بررسی وابستگی‌های ریسک در شرکت‌های بیمه، به ویژه میان شاخه‌های مختلف بیمه و تأثیر رویدادهای زیان شدید بر شاخه‌های مختلف به طور هم‌زمان می‌پردازند (Hu & O'Hagan, 2021). این مطالعه از کاپولا برای مدل‌سازی وابستگی‌ها استفاده کرده و روشی مبتنی بر میانگین‌گیری مدل بیزی برای برآورد وابستگی دنباله‌ای ارائه می‌دهد. جوادی و همکاران در مطالعه خود پویایی تعدیل حق بیمه غیرزندگی و آزمون وابستگی آن به بازارهای مالی در پنج کشور را با استفاده از مدل‌های هم‌انباشتگی آستانه‌ای بررسی کرده‌اند. نتایج تجربی آن‌ها نشان می‌دهد مدل‌های تصحیح خطای آستانه‌ای بهتر از مدل تصحیح خطای خطی برای بازتولید پویایی‌های بیمه‌ای عمل می‌کند، به گونه‌ای که تعدیل حق بیمه غیرزندگی در فرانسه، ژاپن و ایالات متحده نسبتاً ناپیوسته، نامتقارن و غیرخطی است (Jawadi et al., 2009). مودیانگومبه و همکاران ساختار وابستگی شاخص‌های سوآپ پیش‌فرض اعتبار بیمه (CDS) را در جفت‌های بازار صنایع بیمه بریتانیا، منطقه یورو و ایالات متحده بررسی کرده‌اند. نتایج تجربی یک ساختار وابستگی قابل توجه با زمان را نشان می‌دهد، که حاکی از حرکت مشترک در بازارهای بیمه‌ای در طول دوره مورد مطالعه، تأثیر بر ریسک سرایت و نشان دادن وابستگی قوی در بین بیمه‌هاست (Mudiangombe et al., 2019). کلوپلبرگ و پرگلر در مطالعه خود به بررسی این موضوع می‌پردازند که چگونه وابستگی‌های بین ریسک‌های مختلف بر قرار گرفتن در معرض ریسک کل بیمه‌گر تأثیر می‌گذارد. این مطالعه نشان می‌دهد که شناخت و مدل‌سازی این وابستگی‌ها برای ارزیابی و مدیریت دقیق ریسک بسیار مهم است (Kluppelberg & Pergler, 2022). گوش و همکاران مدل‌سازی وابستگی دومتغیره در داده‌های بیمه‌ای از طریق کاپولا را مورد مطالعه قرار داده‌اند. در این مطالعه استفاده از مدل‌های کاپولا برای نمایش ساختار وابستگی بین دو یا چند متغیر در داده‌های بیمه‌ای بررسی شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کاپولاها ابزارهای انعطاف‌پذیری برای گرفتن وابستگی‌های پیچیده هستند که برای قیمت‌گذاری و مدیریت ریسک در بیمه حیاتی‌اند (Ghosh et al., 2022).

روش‌شناسی پژوهش

تحلیل هم‌انباشتگی یکی از روش‌های آماری و اقتصادسنجی است که برای بررسی روابط بلندمدت بین متغیرها به کار می‌رود. این روش به ما کمک می‌کند تا دریابیم آیا بین دو یا چند متغیر (مانند شاخه‌های مختلف بیمه) رابطه تعادلی بلندمدت وجود دارد یا خیر. در زمینه بیمه، هم‌انباشتگی می‌تواند نشان‌دهنده روابط پایدار بین شاخه‌های مختلف بیمه مانند بیمه خودرو، بیمه مسئولیت، بیمه اموال، و بیمه عمر باشد. هم‌انباشتگی آستانه‌ای به عنوان یک راه ممکن برای ترکیب ویژگی‌های غیرخطی سری‌های زمانی و هم‌انباشتگی را نخستین بار فومبی و بلیک معرفی کردند (Fomby & Balke, 1977).

$$\hat{u}_t(\beta, \gamma) = u_t(\hat{A}(\beta, \gamma), \hat{A}(\beta, \gamma), \beta, \gamma)$$

$$\hat{\Sigma}(\beta, \gamma) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n u_t(\beta, \gamma) u_t(\beta, \gamma)' \quad (5)$$

توجه شود که (۳) و (۴) رگرسیون‌های حداقل مربعات Δx_t بر $X_{t-1}(\beta)$ به‌ترتیب برای زیرنمونه‌های $w_{t-1}(\beta) \leq \gamma$ و $w_{t-1}(\beta) > \gamma$ است. این برآوردها تابع درست‌نمایی زیر را ارائه می‌دهد:

$$\mathcal{L}_n(\beta, \gamma) = \mathcal{L}_n(\hat{A}(\beta, \gamma), \hat{A}(\beta, \gamma), \hat{\Sigma}(\beta, \gamma), \beta, \gamma) = \log - \frac{n}{2} \log |\hat{\Sigma}(\beta, \gamma)| - \frac{np}{2} \quad (6)$$

بنابراین، برای حصول برآوردهای حداکثر درست‌نمایی $(\hat{\beta}, \hat{\gamma})$ با توجه به قید نرمال‌سازی تحمیل‌شده بر β و همچنین این قید که هر رژیم باید حداقل کسر ازپیش‌تعیین‌شده‌ای از کل نمونه را شامل شود:

$$\pi_0 \leq n^{-1} \sum_{t=1}^n 1(x_t' \beta \leq \gamma) \leq 1 - \pi_0$$

تابع $\log |\hat{\Sigma}(\beta, \gamma)|$ را به حداقل می‌رسانیم. باید توجه شود که در اینجا استنباط آماری پارامتر آستانه γ (پارامتر مزاحم) عناصری از استنباط غیراستاندارد را دربرمی‌گیرد. ازاین‌رو، مقادیر احتمال (p -values) محاسبه‌شده توسط آزمون $SupLM$ و روش‌های بوت‌استرپ را پیشنهاد کرده‌اند (Hansen & Seo, 2002). علاوه‌براین، آن‌ها دو آماره آزمون ML سازگار با واریانس ناهمسانی را برای آزمون اثر وجود هم‌انباشتگی آستانه‌ای پیشنهاد کرده‌اند. در این آزمون‌ها $\mathcal{H}_0$ به گروه مدل‌های $VECM$ خطی اشاره می‌کند و $\mathcal{H}_1$ معرف گروه مدل‌های آستانه‌ای دورژیمی است و $\mathcal{H}_0$ (هم‌انباشتگی خطی) را به‌عنوان فرضیه صفر در مقابل فرضیه مقابل $\mathcal{H}_1$ (هم‌انباشتگی آستانه‌ای) آزمون می‌کنیم. آماره آزمون نخست، زمانی به کار می‌رود که بردار هم‌انباشتگی واقعی معلوم باشد. در این صورت آماره عبارت است از

$SupLM^0 = \sup LM(\beta_0, \gamma)$ که در آن β_0 همان مقدار مشخص و معلوم β است. در آزمون دوم که بردار واقعی هم‌انباشتگی مشخص نیست، آماره آزمون به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$SupLM = \sup LM(\tilde{\beta}, \gamma)$ که در آن آماره در برآوردهای نقطه‌ای حاصل‌شده تحت فرضیه صفر $\mathcal{H}_0$ ارزیابی می‌شود. ازاین‌رو، $\tilde{\beta}$ برآورد β تحت فرضیه صفر است. در هر دو آزمون، $[\gamma_L; \gamma_U]$ ناحیه جست‌وجو است، به‌گونه‌ای که γ_L ، π_0 درصد و γ_U ، $1 - \pi_0$ درصد از W_{t-1} تنظیم می‌شود.

نتایج و بحث

زمینه کاربرد ما به شرکت سهامی بیمه ایران در چند رشته

و (.) 1 یک تابع شاخص است. فرض می‌شود که خطای u_t برداری از جملات تفاضل مارتینگلی با ماتریس کوواریانس محدود $E(u_t u_t')$ است. مدل بالا دارای دو رژیم است که توسط جمله تصحیح خطا تعریف شده است. ماتریس ضرایب A_1 و A_2 پویایی‌های این رژیم‌ها را توصیف می‌کنند. این مدل امکان می‌دهد تمام ضرایب (به‌جز بردار هم‌انباشتگی β) بین این دو رژیم چرخش کنند. در بسیاری از موارد ممکن است به‌منظور صرفه‌جویی در برآورد ضرایب، فقط بعضی از ضرایب بین رژیم‌ها چرخش کنند که به‌عنوان مورد خاص مدل بالا مطرح شود که در این صورت قیدها در (A_1, A_2) قرار می‌گیرند.

اثر آستانه فقط زمانی وجود دارد که $0 < P(w_{t-1} \leq \gamma) < 1$ در غیر این صورت مدل یک هم‌انباشتگی خطی را نشان می‌دهد. هنسن و سئو این قید وجود اثر آستانه‌ای را از طریق فرض زیر ارائه کرده‌اند (Hansen & Seo, 2002):

$$\pi_0 \leq P(w_{t-1} \leq \gamma) \leq 1 - \pi_0$$

که در آن $\pi_0 > 0$ یک پارامتر چیدمان است. برآورد مدل آستانه‌ای بالا به‌وسیله فرایند حداکثر درست‌نمایی انجام می‌شود. با فرض آنکه خطاهای u_t گوسی هستند تابع درست‌نمایی عبارت است از:

$$\mathcal{L}_n(A_1, A_2, \Sigma, \beta, \gamma) = - \frac{n}{2} \log |\Sigma| - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n u_t(A_1, A_2, \beta, \gamma)' \Sigma^{-1} u_t(A_1, A_2, \beta, \gamma)$$

که در آن

$$u_t(A_1, A_2, \beta, \gamma) = \Delta x_t - A_1' X_{t-1}(\beta) d_{1t}(\beta, \gamma) - A_2' X_{t-1}(\beta) d_{2t}(\beta, \gamma)$$

برآورد حداکثر درست‌نمایی $(\hat{A}, \hat{\Sigma}, \hat{\beta}, \hat{\gamma})$ مقادیری هستند که $\mathcal{L}_n(A_1, A_2, \Sigma, \beta, \gamma)$ را به حداقل می‌رسانند. برای این منظور ابتدا (β, γ) را ثابت در نظر می‌گیریم و برآورد حداکثر درست‌نمایی مقید را برای (A_1, A_2, Σ) محاسبه می‌کنیم. سپس کافی است حداقل مربعات زیر برآورد شود:

$$\hat{A}(\beta, \gamma) = \left(\sum_{t=1}^n X_{t-1}(\beta) X_{t-1}(\beta)' d_{1t}(\beta, \gamma) \right)^{-1} \left(\sum_{t=1}^n X_{t-1}(\beta) \Delta x_t' d_{1t}(\beta, \gamma) \right) \quad (3)$$

و

$$\hat{A}(\beta, \gamma) = \left(\sum_{t=1}^n X_{t-1}(\beta) X_{t-1}(\beta)' d_{2t}(\beta, \gamma) \right)^{-1} \left(\sum_{t=1}^n X_{t-1}(\beta) \Delta x_t' d_{2t}(\beta, \gamma) \right) \quad (4)$$

بنابراین،

جدول ۱. آماره های توصیفی
Table 1. Descriptive statistics

TP	EN	LA	AUT	FI	
7013926	49473.96	387276.7	1002839	209847.3	میانگین
4689295	22051.12	256133.7	430566.5	130706.6	میانه
42748523	1093276.	2408065.	5283541.	1983240	حداکثر
613807.9	656.5800	54955.99	144767.8	16121.63	حداقل
6734774	110285.0	348014.1	1146092.	243952.8	انحراف معیار
2.161148	7.104472	2.690193	1.980586	3.905435	چولگی
9.232359	64.59346	13.27103	6.170093	24.88029	کشیدگی
306.7975	21310.13	717.0275	137.2820	2878.704	جارج برا
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	احتمال جارج برا

جدول ۲. آزمون ریشه واحد فصلی هگی بر داده های ماهانه خسارات شاخه های بیمه ای
Table 2. HEGY Seasonal Unit Root Test on Monthly Data of Insurance Branch Losses

	EN		LA		FI		TP		AUT	
	آماره	مقدار بحرانی 5%	آماره	مقدار بحرانی 5%	آماره	مقدار بحرانی 5%	آماره	مقدار بحرانی 5%	آماره	مقدار بحرانی 5%
$t_{\pi 1}$	-5.89	-3.39	3.97	-3.39	-5.63	-3.39	9.57	-3.39	2.49	-3.39
$t_{\pi 2}$	-5.12	-3.39	2.93	-3.38	-5.26	-3.39	4.67	-3.38	3.16	-3.38
$t_{\pi 3}$	-9.09	-4.16	3.88	-4.16	-7.33	-4.16	6.07	-4.16	2.73	-4.16
$t_{\pi 4}$	-0.25	-1.95	0.17	-1.94	-1.07	-1.95	0.36	-1.94	-2.47	-1.94
$F_{3,4}$	41.43	9.77	7.56	9.77	28.09	9.77	18.48	9.77	5.28	9.77
$F_{2,4}$	36.48	9.09	5.52	9.10	29.54	9.09	13.84	9.10	4.19	9.11
$F_{1,4}$	35.67	8.69	5.60	8.71	29.26	8.69	24.18	8.71	4.80	8.72

برای این منظور، به دلیل وجود ماهیت تنابویی در داده های ماهانه خسارت های بیمه ای، از آزمون ریشه واحد فصلی هگی استفاده شده و نتایج در **جدول ۲** آورده شده است. با توجه به مقادیر آماره های محاسباتی t_{π} و F و مقایسه آن ها با مقادیر بحرانی در سطح معناداری ۵٪، فرض وجود ریشه واحد فصلی برای خسارت های بیمه ای مهندسی و آتش سوزی رد می شود، ولی برای سه شاخه دیگر بیمه های مسئولیت، بدنه و شخص ثالث رد نمی شود. بنابراین، امکان بررسی هم انباشتگی خسارت ها در بیمه های مهندسی و آتش سوزی وجود ندارد. از این رو، در مطالعه حاضر صرفاً از داده های سه شاخه بیمه ای مسئولیت، بدنه و شخص ثالث برای تحلیل های هم انباشتگی و وجود روابط بلندمدت استفاده شده است.

برای اجرای روش یوهانسن ابتدا لازم است با استفاده از معیارهای اطلاعاتی، طول وقفه مدل را تعیین کنیم. برای این منظور و با اجرای یک مدل خودرگرسیون برداری (VAR) بر داده ها، طول وقفه را بر پایه کمترین مقادیر آماره های اطلاعاتی آکائیک (AIC) و بیزین شوارتز (SC) به دست می آوریم. اکنون با اجرای آزمون های هم انباشتگی خطی یوهانسن می توانیم وجود رابطه هم انباشتگی از نوع خطی را بین سه شاخه بیمه ای منتخب آزمون کنیم. بدون وجود اطلاع قبلی، سه تصریح متفاوت از مدل (با روند، با عرض از مبدأ،

بیمه مربوط می شود که به عنوان پیشرو در بازار بیمه ایران در نظر گرفته می شود. در این راستا مجموعه داده هایی شامل خسارت های ماهانه (بدون بازیافت) حاصل از پنج رشته بیمه غیر عمر از جمله بیمه های مهندسی (EN)، مسئولیت (LA)، شخص ثالث (TP)، بدنه خودرو (AUT) و بیمه آتش سوزی (FI) به کار برده شده است. داده ها شامل شدت خسارت های وارده در هر رشته است و طی دوره ماهانه ۱۳۹۰:۰۱-۱۴۰۲:۰۱ گردآوری شده است. آمار توصیفی برای رشته های بیمه ای ذکر شده در **جدول ۱** گزارش شده است. توجه داریم که چهار متغیر تاحدودی پراکنده اند. علاوه بر این، نتایج آماره چولگی نشان می دهد که داده ها متقارن نیستند. این یافته توسط یک ضریب عدم تقارن مثبت بیشتر از صفر برای همه متغیرها، به ویژه برای بیمه های مهندسی و آتش سوزی پشتیبانی می شود که عدم تقارن توزیع و چوله بودن به راست را تأیید می کند. مقادیر ضرایب کشیدگی برای همه متغیرهای مورد مطالعه نشان می دهد که توزیع خسارت در تمامی رشته ها، نوک تیز و فراتر از نرمال بوده و دوباره در این میان بیمه های مهندسی و آتش سوزی قابل توجه است.

در این مقاله به موضوع هم انباشتگی خسارت بیمه ای در شاخه های مختلف پرداخته شده و نخستین گام برای بررسی هم انباشتگی، تشخیص درجه انباشتگی متغیرهای مورد مطالعه است.

برای مقدار مشخص $\beta = 1$ و

$$supLM = \sup_{\gamma_L \leq \gamma \leq \gamma_U} LM(\tilde{\beta}, \gamma)$$

برای مقدار β برآوردشده محاسبه شده است. در همه موارد مقادیر احتمال با استفاده از روش بوت‌استرپ (با مقدار تکرار شبیه‌سازی ۵۰۰۰) محاسبه شده و برای انتخاب طول وقفه بهینه مدل نیز معیار اطلاعاتی AIC به کار برده شده است. در مورد $\hat{\alpha}$ ثابت برابر با یک، برای روابط بلندمدت مسئولیتِ شخص ثالث و مسئولیتِ بدنه خودرو فرضیه صفر وجود هم‌انباشتگی خطی در مقابل هم‌انباشتگی آستانه‌ای رد نشده است. اما در رابطه شخص ثالث بدنه خودرو فرضیه صفر رد شده است. همچنین در مورد $\hat{\alpha}$ غیرثابت و برآوردشده، فرضیه صفر وجود هم‌انباشتگی خطی در مقابل هم‌انباشتگی آستانه‌ای برای تمام روابط بین شاخه‌های بیمه‌ای تعریف‌شده در سطح معناداری پنج درصد رد شده است. اگرچه این فرضیه صفر برای رابطه مسئولیتِ شخص ثالث در سطح معناداری ده درصد رد شده است.

نمودار مربوط به آزمون هنسن و سئو و توزیع مقادیر بوت‌استرپ آماره آزمون و مقادیر بحرانی آن برای هر سه رابطه هم‌انباشتگی تعریف‌شده نیز در نمودار ۱ نشان داده شده است. آماره آزمون از مقادیر بحرانی آن در سطوح معناداری یادشده در بالا بزرگ‌تر است و فرضیه صفر مبنی بر وجود هم‌انباشتگی خطی در مقابل هم‌انباشتگی آستانه‌ای رد شده است. سرانجام، نتایج مربوط به برآورد مدل تصحیح

بدون روند و عرض از مبدأ) در حالت‌های مختلف آزمون‌های حداکثر مقادیر ویژه (λ_{max}) و آزمون اثر (λ_{trace}) برآورد شده است. نتایج برآورد تمامی حالت‌های ممکن در جدول ۳ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که در هر دو آزمون در حالت وجود روند و عرض از مبدأ در مدل، آماره آزمون λ_{max} و λ_{trace} از تمام مقادیر بحرانی در سطوح معناداری ارائه‌شده بزرگ‌تر است و فرضیه صفر نبود هم‌انباشتگی ($r=0$) را رد می‌کند. اگرچه برای روابط شخص ثالث بدنه خودرو و مسئولیت بدنه خودرو فرضیه صفر وجود یک رابطه هم‌انباشتگی ($r=1$)، مقادیر آماره‌های آزمون در حد قابل توجهی کاهش می‌یابد و از تمام سطوح معناداری ارائه‌شده کمتر است. بنابراین هر دو آزمون به وجود حداقل یک بردار هم‌انباشتگی خطی بین این شاخه‌های بیمه‌ای اشاره می‌کند.

در اینجا امکان وجود روابط بلندمدت بین خسارت‌های سه شاخه بیمه‌ای منتخب در شرکت سهامی بیمه ایران بررسی شده و به دنبال پاسخ به این پرسش هستیم که آیا هم‌انباشتگی آستانه‌ای قادر است توصیف تجربی بهتری از رابطه بلندمدت بین خسارات بیمه‌ای نسبت به هم‌انباشتگی خطی ارائه دهد؟

برای پاسخ به این پرسش و برای بررسی وجود یک رابطه غیرخطی بین خسارت‌های سه شاخه بیمه‌ای منتخب و آزمون وجود تعدیل نامتقارن در ارتباط بلندمدت هرچفت از شاخه‌های بیمه‌ای، در اینجا از آزمون‌های هم‌انباشتگی آستانه‌ای هنسن و سئو استفاده شده است (Hansen & Seo, 2002).

$$supLM^0 = \sup_{\gamma_L \leq \gamma \leq \gamma_U} LM(\beta_0, \gamma)$$

جدول ۳. نتایج آزمون‌های هم‌انباشتگی یوهانسن بر خسارات بیمه‌ای
Table 3. Results of Johansen Cointegration Tests on Insurance Losses

آزمون	تصریح	آماره	مقادیر بحرانی		
			10%	5%	1%
مسئولیت- شخص ثالث		Johansen λ_{max}			
	$r < 1$	24.54	10.49	12.25	16.11
	$r = 0$	38.08	16.85	18.96	23.65
		Johansen λ_{trace}			
شخص ثالث- بدنه خودرو	$r < 1$	19.52	10.49	12.25	16.11
	$r = 0$	61.62	23.76	52.32	30.45
		Johansen λ_{max}			
	عرض از مبدأ	3.87	7.52	9.24	12.97
مسئولیت- بدنه خودرو	عرض از مبدأ	35.15	13.75	15.65	20.20
		Johansen λ_{trace}			
	$r < 1$	3.61	7.52	9.24	12.97
	$r = 0$	40.76	22.76	25.32	30.45
		Johansen λ_{max}			
	$r < 1$	3.61	7.52	9.24	12.97
	$r = 0$	23.18	16.85	18.96	23.65
		Johansen λ_{trace}			
	عرض از مبدأ	3.87	7.52	9.24	12.97
	عرض از مبدأ	36.82	22.76	25.32	30.45

خطای برداری آستانه‌ای در جدول ۴ آورده شده است.

با توجه به نتایج مربوط به برآورد مدل‌های تصحیح خطای برداری در جدول ۳، در رابطه بیمه مسئولیت-شخص ثالث آستانه برآورد شده $\hat{\gamma} = 79$ و جمله تصحیح خطا به صورت روابط بیمه شخص ثالث-بدنه خودرو و بیمه مسئولیت-بدنه خودرو نیز آستانه‌های برآورد شده به ترتیب $\hat{\gamma} = 24$ و $\hat{\gamma} = 88$ و جملات تصحیح خطا به ترتیب به صورت $w_t = \Delta TPA_{t-1} - 0.408 \Delta AUT_{t-1}$ و $w_t = \Delta LIB_{t-1} - 0.237 \Delta AUT_{t-1}$ بیان می‌شوند. معادلات متناظر تصحیح خطا در دو رژیم بالا و پایین در جدول ۵ آورده شده است.

در رابطه بیمه مسئولیت-شخص ثالث رژیم پایین یا رژیم نسبتاً رایج (که فقط شامل ۸۱٪ مشاهدات است) زمانی رخ می‌دهد که شکاف تغییرات بیمه مسئولیت و بیمه شخص ثالث کمتر از ۷۹ باشد. اما رژیم دوم یا رژیم بالا که تنها ۱۸٪ درصد از مشاهدات را نیز دربرمی‌گیرد زمانی رخ می‌دهد که شکاف تغییرات بیمه مسئولیت و بیمه شخص ثالث بیشتر از ۷۹ باشد. برآورد جزء تصحیح خطا نیز می‌تواند رفتار شکاف بین ریسک‌های بیمه‌ای و حرکت به سمت تعادل بلندمدت بین آن‌ها را نشان دهد. برآورد معادلات سه‌گانه مربوط به روابط بلندمدت شاخه‌های بیمه‌ای در جدول ۵ نشان می‌دهد که جزء تصحیح خطا در معادله‌های مربوط به بیمه مسئولیت و بیمه بدنه هم در رژیم‌های بالا و هم در رژیم پایین معنادار است. اما جزء تصحیح خطا در معادلات مربوط به بیمه شخص ثالث در هیچ‌یک از دو رژیم معنادار نیست. از طرف دیگر، ضریب تصحیح خطا در معادلات بیمه مسئولیت و بیمه بدنه در رژیم‌های بالا بسیار بیشتر از رژیم‌های پایین است. به عبارت دیگر زمانی که شکاف بین خسارت‌ها در بیمه‌های مسئولیت و بدنه کمتر یا بیشتر از مقادیر آستانه‌ای برآورد شده باشد، تعدیل به سمت تعادل بلندمدت ایجاد می‌شود، اما فرایند تعدیل

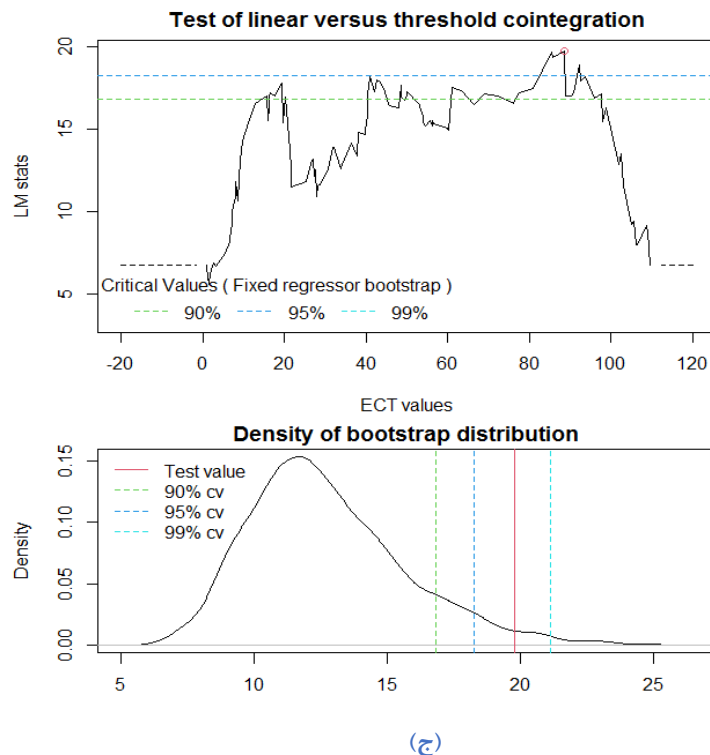
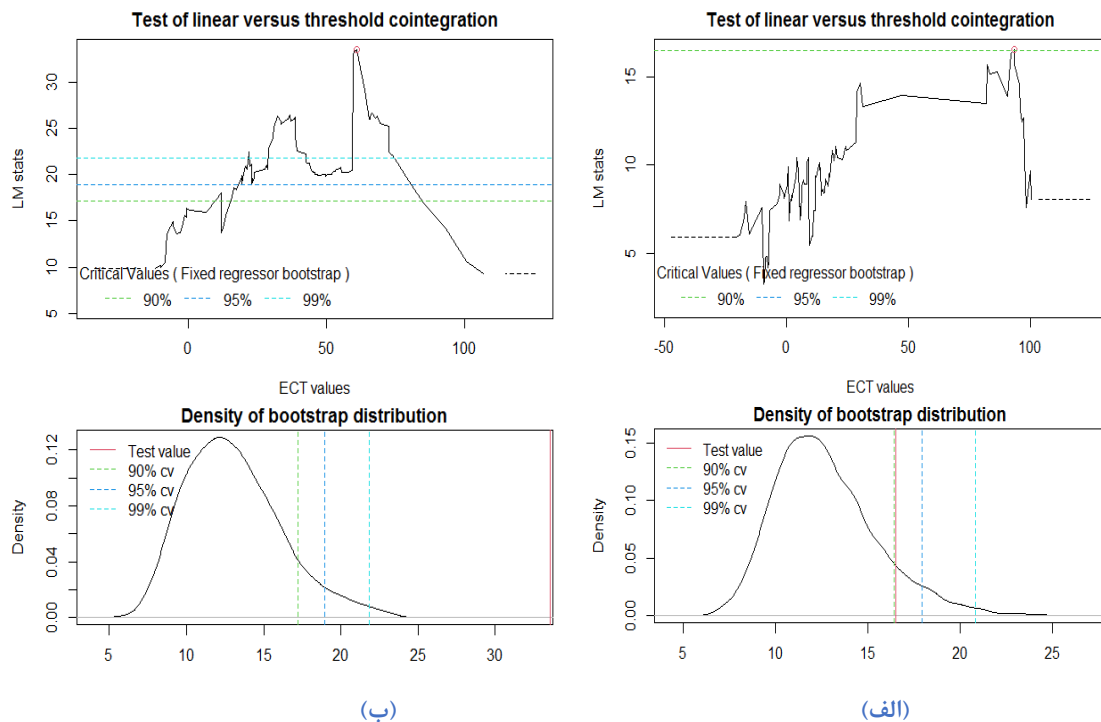
به سمت تعادل بلندمدت در مواردی که شکاف خسارت‌ها بیشتر از آستانه باشد با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد.

نمودار ۲ اثر تصحیح خطا و واکنش برآورد شده تغییرات خسارات شاخه‌های بیمه‌ای را به عنوان تابعی از w_t و با فرض ثبات دیگر پارامترها نشان می‌دهد. همان‌گونه که در نمودار ۲ نشان داده شده است اثر تصحیح خطای بسیار قوی‌تری برای شاخه بیمه مسئولیت نسبت به دو شاخه دیگر وجود دارد. پس از آن بیمه بدنه نسبت به بیمه شخص ثالث تصحیح خطای بالاتری دارد. در نهایت تصحیح خطای بیمه شخص ثالث از بقیه بسیار کمتر است.

مدل تصحیح خطای برداری را می‌توان به گونه‌ای دیگر برآورد کرد که در آن اجازه دهیم فقط ضرایب تصحیح خطای w_t بین دو رژیم چرخش کند و سایر ضرایب مدل وابسته به رژیم نباشند. نتایج این برآورد در جدول ۶ آورده شده است. در اینجا فقط ضرایب تصحیح خطای ECT وابسته به رژیم هستند و برآورد دو ضریب ECT^+ و ECT^- در آستانه‌های مشخص به ما امکان بررسی عدم تقارن تعدیل به سمت تعادل بلندمدت را فراهم می‌کند. برآورد ضرایب کاملاً معنادار ECT^- و ECT^+ در هر دو معادله مربوط به بیمه مسئولیت نشان می‌دهد که تعدیل به سمت تعادل بلندمدت در خسارت‌های بیمه مسئولیت متقارن است و زمانی که شکاف خسارت‌های محقق شده در این بخش بیشتر یا کمتر از حد آستانه تعیین شده باشد، تعدیل صورت می‌گیرد. ولی ضرایب تصحیح خطای مثبت و منفی مربوط به خسارات بیمه شخص ثالث در رابطه بیمه مسئولیت-شخص ثالث نشان می‌دهد که هیچ‌یک از ضرایب ECT^+ و ECT^- معنادار نیستند. بنابراین خسارت‌ها کمتر یا بیشتر از حد آستانه بیمه شخص ثالث تعدیل نمی‌شوند. فقط معناداری ضریب ECT^+ در رابطه بیمه شخص ثالث-بدنه نشان می‌دهد که در رابطه بلندمدت بین خسارت‌های شخص ثالث و خسارت‌های بدنه، مقادیر بیش از حد آستانه خسارت‌های شخص ثالث تعدیل می‌شوند.

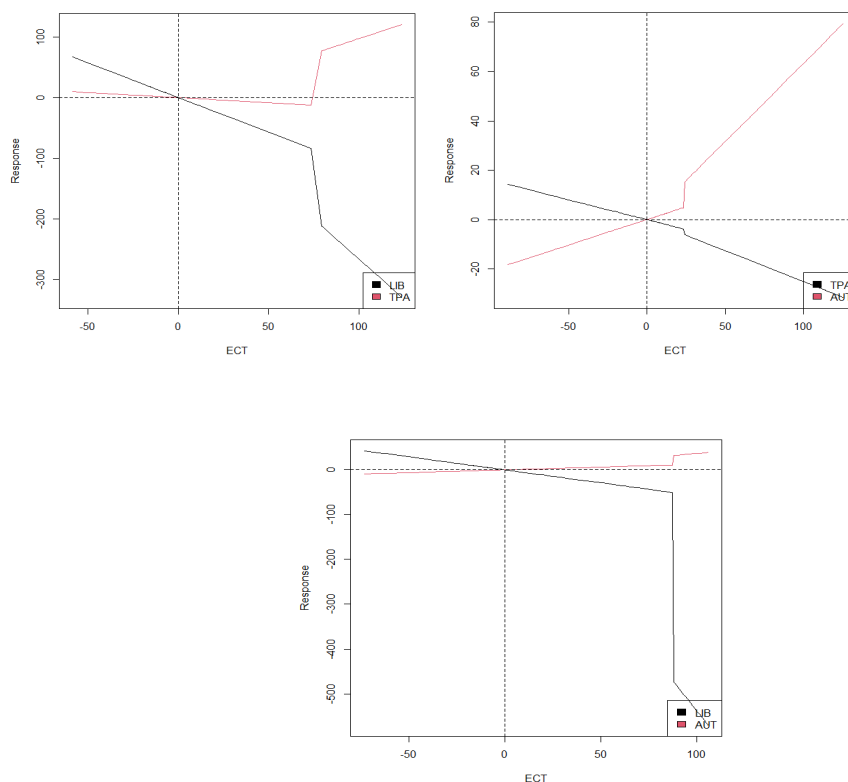
جدول ۴. آزمون هم‌انباشتگی آستانه‌ای هسن و سئو
Table 4. Hansen and Seo Threshold Cointegration Test

$supLM^0$	$supLM$	
$\beta = 1$	$\hat{\beta}$ برآورد شده	
15.21	16.53	آماره آزمون
0.162	0.097	مقادیر احتمال بوت‌استرپ
-0.651	93.32	پارامتر آستانه
-1	-0.868	برآورد بردار هم‌انباشتگی ($\hat{\beta}$)
17.09	23.54	آماره آزمون
0.062	0	مقادیر احتمال بوت‌استرپ
-23	60.90	پارامتر آستانه
-1	0.408	برآورد بردار هم‌انباشتگی ($\hat{\beta}$)
14.83	19.77	آماره آزمون
0.183	0.025	مقادیر احتمال بوت‌استرپ
73	88.63	پارامتر آستانه
-1	-0.237	برآورد بردار هم‌انباشتگی ($\hat{\beta}$)



نمودار ۱. آزمون های هم وابستگی آستانه ای هسن و سئو و توزیع مقادیر بوت استرپ آماری آزمون و مقادیر بحرانی آن در (الف) معادله بیمه مسئولیت و شخص ثالث؛ (ب) معادله بیمه شخص ثالث و بدنه؛ (ج) معادله بیمه مسئولیت و بدنه

Fig. 1. Hansen and Seo Threshold Cointegration Tests and the Distribution of Bootstrap Test Statistic Values and its Critical Values in (a) Liability and Third-Party Insurance Equation; (b) Third-Party and Automobile Body Insurance Equation; (c) Liability and Automobile Body Insurance Equation



نمودار ۲. واکنش خسارات بیمه‌ای به داده‌های ماهانه تصحیح خطا، ۱۳۹۵:۴-۱۳۹۶:۱.
Fig. 2. Response of Insurance Losses to Monthly Error Correction Data, 1369:1-1395:4

جدول ۵. برآورد مدل‌های تصحیح خطای برداری آستانه‌ای از رشته‌های بیمه‌ای شخص ثالث، بدنه خودرو و مسوولیت
Table 5. Estimation of Threshold Vector Error Correction Models for Third-Party, Automobile Body, and Liability Insurance Branches

	رژیم پایین		رژیم بالا	
	معادله LIB	معادله TPA	معادله LIB	معادله TPA
ECT	-1.1425(3e-08)***	-0.1637(0.4975)	-2.6630(8.8e-06)***	0.9716(0.1775)
Const	2.6134(0.4104)	-2.4758(0.5323)	221.8365(0.0001)***	-72.5278(0.2984)
LIB	0.0338(0.6998)	-0.0963(0.3806)	0.2886(0.2682)	-0.1496(0.6454)
TPA	-0.2113(0.0344)*	-0.3573(0.0045)**	0.0180(0.8869)	-0.0824(0.6025)
مقدار آستانه	79			
	81.70%		18.30%	
	AIC	1777.604	BIC	1825.821
	معادله TPA	معادله AUT	معادله TPA	معادله AUT
ECT	-0.1612(0.2981)	0.2063(0.0786).	-0.2516(0.3563)	0.6343(0.0024)**
Const	9.4999(0.0036)**	4.2106(0.0835).	-29.7535(0.2204)	-59.4277(0.0014)**
TPA	-0.1193(0.1801)	-0.0296(0.6577)	-0.1041(0.7333)	-0.0170(0.9411)
AUT	-0.2000(0.1705)	-0.5703(7.9e-07)***	0.1107(0.5749)	-0.1461(0.3267)
مقدار آستانه	24			
	85.70%		14.30%	
	AIC	1691.956	BIC	1740.173
	معادله LIB	معادله AUT	معادله LIB	معادله AUT
ECT	-0.5772(3.1e-06)***	0.1238(0.1903)	-5.3774(6.7e-05)***	0.3657(0.7250)
Const	6.4885(0.0414)*	-0.0292(0.9907)	500.1692(0.0001)***	-31.7478(0.7546)
LIB	0.0380(0.6753)	-0.2074(0.0048)**	0.1545(0.6092)	0.1437(0.5511)
AUT	-0.2144(0.0834).	-0.4744(3.8e-06)***	0.3109(0.1334)	-0.2206(0.1812)
مقدار آستانه	88			
	84.90%		15.10%	
	AIC	1705.31	BIC	1753.527

جدول ۶. برآورد مدل تصحیح خطای برداری در روابط خسارت‌های شاخه‌های بیمه‌ای در حالتی که تنها ضریب تصحیح خطا وابسته به رژیم است.
Table 6. Estimation of Vector Error Correction Model in the Relationships of Insurance Branch Losses in the Case Where Only the Error Correction Coefficient is Regime-Dependent

	معادله <i>LIB</i>	معادله <i>TPA</i>
<i>ECT</i> ⁻	-1.1203(1.5e-07)***	-0.1016(0.6664)
<i>ECT</i> ⁺	-0.4355(3.4e-06)***	0.1922(0.0686).
<i>Constant</i>	2.8738(0.3910)	-3.4866(0.3737)
<i>LIB</i> _{<i>t</i>-1}	0.0479(0.5774)	-0.1423(0.1585)
<i>TPA</i> _{<i>t</i>-1}	-0.1431(0.0832).	-0.2480(0.0108)*
<i>Threshold</i>	79	BIC
	معادله <i>TPA</i>	معادله <i>AUT</i>
<i>ECT</i> ⁻	-0.0787(0.6297)	0.2446(0.0623).
<i>ECT</i> ⁺	-0.7273(8.4e-10)***	-0.0998(0.2543)
<i>Constant</i>	9.9832(0.026)**	2.9118(0.2628)
<i>TPA</i> _{<i>t</i>-1}	-0.1590(0.0581).	-0.0822(0.2179)
<i>AUT</i> _{<i>t</i>-1}	-0.1200(0.2948)	-0.4696(9.9e-07)***
<i>Threshold</i>	17	
	معادله <i>LIB</i>	معادله <i>AUT</i>
<i>ECT</i> ⁻	-0.3107(0.0006)***	0.0779(0.2555)
<i>ECT</i> ⁺	-0.7250(1.4e-08)***	0.0805(0.3859)
<i>Constant</i>	7.4579(0.0203)*	-0.5144(0.8351)
<i>LIB</i> _{<i>t</i>-1}	-0.0399(0.6472)	-0.1762(0.0103)*
<i>AUT</i> _{<i>t</i>-1}	-0.0671(0.5357)	-0.4198(2.0e-06)***
<i>Threshold</i>	100	

اشاره می‌کند. اما بررسی وجود روابط غیرخطی بین خسارت‌های سه شاخه بیمه‌ای منتخب و آزمون وجود تعدیل نامتقارن در ارتباط بلندمدت هر جفت از شاخه‌های بیمه‌ای نشان می‌دهد که فرضیه صفر وجود هم‌انباشتگی خطی در مقابل هم‌انباشتگی آستانه‌ای برای تمام روابط بین شاخه‌های بیمه‌ای تعریف‌شده رد شده است. بنابراین، روابط بین خسارت‌های بیمه‌ای در قالب مدل‌های تصحیح خطای برداری آستانه‌ای برآورد شده است. نتایج این بخش نشان می‌دهد زمانی که شکاف بین خسارت‌ها در بیمه‌های مسئولیت و بدنه کمتر یا بیشتر از مقادیر آستانه‌ای برآورد شده باشد تعدیل به سمت تعادل بلندمدت ایجاد می‌شود، اما فرایند تعدیل در مواردی که شکاف خسارت‌ها بیشتر از آستانه باشد تعدیل به سمت تعادل بلندمدت با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد. همچنین، اثر تصحیح خطای بسیار قوی‌تری برای شاخه بیمه مسئولیت نسبت به دو شاخه دیگر وجود دارد. پس از آن بیمه بدنه نسبت به بیمه شخص ثالث تصحیح خطای بالاتری دارد. در نهایت تصحیح خطای بیمه شخص ثالث از بقیه بسیار کمتر است. سرانجام، نتایج بخش پایانی مقاله نیز نشان می‌دهد که تعدیل به سمت تعادل بلندمدت در خسارت‌های بیمه مسئولیت متقارن است و زمانی که شکاف خسارت‌های محقق‌شده در این بخش بیشتر یا کمتر از حد آستانه تعیین‌شده باشد، تعدیل صورت می‌گیرد. ولی خسارت‌های کمتر یا بیشتر از حد آستانه بیمه شخص ثالث تعدیل نمی‌شوند. بنابراین بیمه‌های مسئولیت از ریسک نظام‌مند بالایی برخوردارند و مجموعه شرایط اقتصادی کشور مانند نرخ‌های تورم بالا

اما نگاهی به ضرایب تصحیح خطای مربوط به خسارت‌های بیمه بدنه نشان می‌دهد که ضرایب تصحیح خطای مثبت و منفی مربوط به خسارت‌های بیمه بدنه نیز معنادار نیست و الزامی برای تعدیل خسارت‌های کمتر یا بیشتر از حد آستانه بیمه شخص ثالث وجود ندارد.

جمع‌بندی و پیشنهادها

ساختار وابستگی بین ریسک‌ها در انواع شاخه‌های بیمه‌ای می‌تواند تحت تأثیر روابط هم‌انباشتگی بین شاخه‌های بیمه‌ای قرار گیرد. این روابط به دلایلی همچون ماهیت ریسک‌های مشابه، وابستگی به متغیرهای اقتصادی (مانند نرخ بهره، تورم، یا رشد اقتصادی) و همچنین مدیریت سرمایه مشترک در بلندمدت پدیدار می‌شوند. در این مطالعه، ساختار وابستگی بین شاخه‌های مختلف بیمه‌ای از طریق روش‌های هم‌انباشتگی خطی یوهانسن و هم‌انباشتگی غیرخطی هنسن و سئو و وجود فرایندهای تعادلی در روابط بلندمدت بین آن‌ها بررسی می‌شود. در این راستا مجموعه داده‌هایی شامل خسارت‌های ماهانه (بدون بازیافت) حاصل از رشته‌های بیمه غیرعمر مسئولیت، شخص ثالث و بدنه خودرو به دلیل ماهیت درجه انباشتگی غیر صفر و یکسان آن‌ها به کار برده شده است.

نتایج مقاله بر پایه به کارگیری روش هم‌انباشتگی خطی یوهانسن به وجود حداقل یک بردار هم‌انباشتگی خطی بین ریسک شاخه‌های بیمه‌ای

تشکر و قدردانی

با تشکر از مدیران و کارشناسان شرکت سهامی بیمه ایران که نویسندگان را در این تحقیق یاری فرمودند.

تعارض منافع

نویسنده(گان) اعلام می‌دارند که در خصوص انتشار این مقاله تضاد منافع وجود ندارد. علاوه بر این، موضوعات اخلاقی شامل سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، سوء رفتار، جعل داده‌ها، انتشار و ارسال مجدد و مکرر از سوی نویسندگان رعایت شده است.

دسترسی آزاد

کپی‌رایت نویسنده(ها): © 2025 این مقاله تحت مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution 4.0 و CC BY اجازه استفاده، اشتراک‌گذاری، اقتباس، توزیع و تکثیر را در هر رسانه یا قالبی مشروط بر درج نحوه دقیق دسترسی به مجوز CC منوط به ذکر تغییرات احتمالی در مقاله می‌داند. از این رو، به استناد مجوز یادشده، درج هرگونه تغییرات در تصاویر، منابع و ارجاعات یا سایر مطالب از اشخاص ثالث در این مقاله باید در این مجوز گنجانده شود، مگر اینکه در راستای اعتبار مقاله به اشکال دیگری مشخص شده باشد. در صورت درج نکردن مطالب یادشده یا استفاده‌ای فراتر از مجوز بالا، نویسنده ملزم به دریافت مجوز حق نسخه‌برداری از شخص ثالث است.

به‌منظور مشاهده مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution 4.0 به نشانی زیر مراجعه شود:
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

یادداشت ناشر

ناشر نشریه پژوهشنامه بیمه با توجه به مرزهای حقوقی در نقشه‌های منتشرشده بی‌طرف باقی می‌ماند.

منابع

- ابطحی، س. ی. (۱۴۰۱). اقتصادسنجی مدل‌های چرخش رژیم (نظریه و کاربرد): مدل‌های آستانه‌ای. انتشارات نورعلم. <https://ketab.ir/Book/5EA29E27-E714-4FE9-A58F-46ADD39CF19B>
- ضرابیه، ا.، ملک‌پور، س.، جناتی کاشانی، ر.، و آراء، ش. (۱۳۹۴). مدل‌سازی وابستگی ریسک‌های بیمه‌گری توسط کاپولا و کاربرد آن در محاسبه توانگری مالی [مقاله کنفرانسی]. بیست و دومین همایش ملی و هشتمین همایش بین‌المللی بیمه و توسعه، تهران، ایران <https://civilica.com/doc/825790>
- عقیلی‌فر، ز.، ابطحی، س. ی.، عسگرزاده، غ.، و خواجه محمودآبادی، ح. (۱۴۰۳). مدل‌سازی ریسک‌های بیمه غیرعمر و الزامات سرمایه در شرکت سهامی بیمه ایران: رویکرد کاپولا. پژوهشنامه بیمه، ۱۴(۱)، ۳۷-۴۸. <https://doi.org/10.22056/ijir.2025.01.03>
- کشاوری حداد، غ.، و حیرانی، م. (۱۳۹۳). برآورد ارزش در معرض ریسک با وجود ساختار وابستگی بین بازدهی‌های مالی: رهیافت مبتنی بر توابع کاپولا. فصلنامه تحقیقات اقتصادی، ۴۹(۴)، ۸۶۹-۹۰۲. <https://doi.org/10.22059/jte.2014.53191>
- Abtahi, S. Y. (2022). *Econometrics of regime switching models: Theory and application of threshold models*. Noor Elm

و تنگناهای اقتصادی ناشی از تحریم‌ها که به کاهش کیفیت خودروها و افزایش خسارت‌ها در بخش بیمه‌های ثالث و بدنه منجر شده است به افزایش ریسک نظام‌مند در بخش بیمه‌های مسئولیت نیز می‌انجامد، زیرا این شاخه از بیمه سرعت تعدیل بالایی در روابط خود با بیمه‌های ثالث و بدنه دارد. این موضوع در ارتباط با بیمه بدنه نیز صادق است و افزایش خسارت‌های شخص ثالث می‌تواند ریسک نظام‌مند بیمه بدنه را نیز افزایش دهد و شکاف بین ریسک‌های شخص ثالث و بدنه را در بلندمدت از میان بردارد. بنابراین مدیریت ریسک و سرمایه در شرکت‌های بیمه مستلزم توجه به چنین وابستگی‌هایی در شاخه‌های بیمه‌ای است و مدیریت پرتفوی این شرکت‌ها بدون توجه به وجود تعدیل در روابط ریسک بین انواع شاخه‌های بیمه‌ای می‌تواند این شرکت‌ها را در معرض زیان‌های قابل توجهی قرار دهد. همچنین، مدیریت ریسک پرتفوی بیمه‌ای مستلزم توجه بیشتری به بیمه‌های شخص ثالث و مدیریت ریسک این بخش از بیمه است.

پیشنهاد می‌شود از آنجاکه بیمه شخص ثالث در مقایسه با شاخه‌های دیگر تصحیح خطای کمتری دارد، شرکت‌های بیمه‌ای و سیاست‌گذاران بخش بیمه کشور، توجه ویژه‌ای به مدیریت ریسک این بخش داشته باشند، چراکه افزایش ریسک در این بخش با توجه به سرعت تعدیل بالای دیگر شاخه‌های بیمه‌ای نسبت به شخص ثالث می‌تواند ریسک دیگر بخش‌ها را نیز افزایش دهد و موجب ایجاد ریسک نظام‌مند در کل صنعت بیمه شود. از طرف دیگر، شرکت‌های بیمه به‌منظور مدیریت بهینه ریسک بیمه‌های مسئولیت و بدنه لازم است به آستانه‌های بحرانی خسارت در این نوع بیمه‌ها توجه کنند و این آستانه‌ها را با توجه به روابط بلندمدت بین خسارت‌ها در شاخه‌های بیمه‌ای متفاوت در هر شرکت برآورد کنند.

مشارکت نویسندگان

زین العابدین عقیلی‌فر: جمع‌آوری مطالعات مرتبط و مبانی نظری. سید یحیی ابطحی: مدل‌سازی اقتصادسنجی و برآورد مدل. غلامرضا عسگرزاده: روش‌شناسی پژوهش و تحلیل نتایج. حمید خواجه محمودآبادی: مروری بر ادبیات پژوهش.

- Publishing. <https://ketab.ir/Book/5EA29E27-E714-4FE9-A58F-46ADD39CF19B> [In Persian].
- Aghilifar, Z., Abtahi, S. Y., Askarzadeh, G., & Khajeh mahmood-abadi, H. (2024). Modeling non-life insurance risks and capital requirements in Iran's insurance company: Copola's approach. *Iranian Journal of Insurance Research*, 14(1), 37-48. <https://doi.org/10.22056/ijir.2025.01.03> [In Persian].
- Balke, N. S., & Fomby, T. S. (1997). Threshold cointegration. *International Economic Review*, 38(3), 627-645. <https://doi.org/10.2307/2527284>
- Cao, Y. (2021). Modeling the dependence structure and systemic risk of all listed insurance companies in the Chinese insurance market. *Risk Management and Insurance Review*, 24(4), 367-399. <https://doi.org/10.1111/rmir.12186>
- Esteve, V., Gil-Pareja, S., Martinez-Serrano, J., & Llorca-Vivero, R. (2006). Threshold cointegration and

- nonlinear adjustment between goods and services inflation in the United States. *Economic Modelling*, 23(6), 1033–1039. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2006.04.011>
- Ghosh, I., Watts, D., & Chakraborty, S. (2022). Modeling bi-variate dependency in insurance data via copula: A brief study. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(8), 1–20. <https://doi.org/10.3390/jrfm15080329>
- Gudmundarson, R. L., Guerra, M., & Moura, A. B. (2022). On some effects of dependencies on an insurer's risk exposure. *European Actuarial Journal*, 13(1), 341–373. <https://doi.org/10.1007/s13385-022-00326-0>
- Haley, J. D. (1995). A by-line cointegration analysis of underwriting margins and interest rates in the property-liability insurance industry. *The Journal of Risk and Insurance*, 62(4), 755–768. <https://doi.org/10.2307/253594>
- Hansen, B. E., & Seo, B. (2002). Testing for two-regime threshold cointegration in vector error-correction models. *Journal of Econometrics*, 110(2), 293–318. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(02\)00097-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(02)00097-0)
- Hu, S., & O'Hagan, A. (2021). Copula averaging for tail dependence in insurance claims data [Preprint]. *arXiv*, 2103.10912. Top of Form Bottom of Form <https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.10912>
- Iturria, C. A. A., Godin, F., & Mailhot, M. (2020). Modeling and measuring incurred claims risk liabilities for a multi-line property and casualty insurer. *The Journal of Risk Management*, [Preprint]. *arXiv*, 2007.07068. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2007.07068>
- Jawadi, F., Bruneau, C., & Sghaier, N. (2009). Nonlinear cointegration relationships between non-life insurance premiums and financial markets. *Journal of Risk and Insurance*, 76(3), 753–783. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2009.01314.x>
- keshavarz Haddad, G., & Heyrani, M. (2014). Estimation of value at risk in the presence of dependence structure in financial returns: a copula based approach. *Journal of Economic Research*, 49(4), 869–902. <https://doi.org/10.22059/jte.2014.53191> [In Persian].
- Mudiangombe, B., & Muteba Mwamba, J. W. (2019). Dependence structure of insurance credit default swaps. *Munich Personal RePEc Archive*, 97335. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/97335/>
- Nelsen, R. B. (2006). *An introduction to copulas* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/0-387-28678-0>
- Zarabieh, A., Malekpour, S., Janati Kashani, R., & Ara, S. (2015). *Modeling the Dependence of Insurance Risks by Copula and Its Application in financial solvency* [Conference presentation]. The 22th National Conference and Eighth International Conference on Insurance and Development. Tehran, Iran. <https://civilica.com/doc/825790> [In Persian].
- Zamiri, A. & Rabiei, M. (2024). Investigating the effect of macroeconomic variables on insurance industry performance. *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, 15(7), 253–262. <https://doi.org/10.22075/ijnaa.2023.30657.4463>

AUTHOR(S) BIOSKETCHES	معرفی نویسندگان
زین‌العابدین عقیلی فر (Zeynolabedin Aghilifar)، دانشجوی دکتری، گروه مدیریت مالی، دانشکده حسابداری و مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران. - Email: Aghilifar.z@iau.ac.ir - ORCID: 0009-0007-5449-8923	سید یحیی ابطی (Sayed Yahya Abtahi)، دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده حسابداری و مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران. - Email: Sy.abtahi@iau.ac.ir - ORCID: 0000-0002-4034-5439
غلامرضا عسکرزاده (Gholamreza Askarzadeh)، استادیار، گروه مدیریت مالی، دانشکده حسابداری و مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران. - Email: Gr.askarzadeh@iau.ac.ir - ORCID: 0000-0002-5788-4260	حمید خواجه محمودآبادی (Hamid Khajeh Mahmoodabadi)، استادیار، گروه مدیریت مالی، دانشکده حسابداری و مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران. - Email: khajeh.h@iau.ac.ir - ORCID: 0000-0002-2393-6448

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Aghilifar, Z., Abtahi, S. Y., Askarzadeh, G., & Khajeh Mahmoodabadi, H. (2025). Analysis of the dependence structure between insurance risks in Iran's insurance company: Cointegration approach. *Iranian Journal of Insurance Research*, 14(4), 347–360.

DOI: 10.22056/ijir.2025.04.06

URL: https://ijir.irc.ac.ir/article_160356.html

