Designing insurance linked securities in Iran's insurance industry

Mojtaba montazeri shourekchali[12], Seyed shamsodin Hosseini[34], Ali nassiri aghdam[56], Teymour mohamadi[78]

abstract

Insurance linked securities (ILS) as financial derivatives are one of the common tools in the financial economy that risk management specialists in the insurance industry use to finance and transfer risk to the capital market. Nevertheless, despite the fact that these bonds have been used in the global financial markets for more than 30 years, in Iran, due to the lack of infrastructure, some ambiguities in interpretation, the complex and technical nature of insurance operations, and as a result The complexity of ILS bonds, this financial instrument has not been used in the insurance industry. On the other hand, with the start of sanctions on the insurance industry since 2009 and the withdrawal of brokers and reinsurers from the country's insurance industry, it was not possible to transfer large and catastrophic risks outside the geographical borders of Iran, and this accumulation of risk in Inside the country, the risk of bankruptcy of insurance companies has increased in the event of a major and catastrophic accident. Based on this, in this article, by using Markov-switching, value at risk (VAR) approaches, and scenario building, the design of excess damage coefficient bonds as one of the types of ILS in the field of fire and in The country's insurance industry has been addressed. Based on the findings of this study, it can be said that the papers designed in this study meet three conditions; Guaranteeing the principal of the buyers of ILS bonds (with the aim of solving the jurisprudential problem), the expected return higher than the risk-free return rate in the market, as well as the attractive premium rate (proportion between the commitment limit and the premium rate), can be the basis for issuing these bonds in provide Iran's capital market.

Key words: **insurance linked securities, Markov-switching, value at risk, scenario building, fire insurance.**

JEL Classification: G22, G23, K22.

(In Press)

1- Ph.D. Student, Department of Economic Planning and Development, Faculty of Economics, Allameh Tabatabaei University, Tehran, Iran, Email: montazeri.mojtaba@gmail.com

[2] https://orcid.org/0000-0002-6247-1567

3- Associate Professor of Economics, Department of Business Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabatabaei University, Tehran, Iran, Email: economics1967@gmail.com

[4] https://orcid.org/0009-0000-0533-004X

5- Associate Professor of Economics, Department of Economic Planning and Development, Faculty of Economics, Allameh Tabatabaei University, Tehran, Iran, Email: alin110@atu.ac.ir

[6] https://orcid.org/0000-0002-2989-2271

7- Professor of Economics, Department of Theoretical Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabatabaei University, Tehran, Iran, Email: mohammadi@atu.ac.ir

[8] https://orcid.org/0000-0003-4394-774X

Extended abstract

1. Introduction

With global climate changes and the growing intensity and frequency of natural disasters since the 1990, such as Hurricane Andrew and the North Ridge Earthquake, a new financial instrument was designed by financial engineers to save the insurance industry from bankruptcy. This financial tool is "Insurance linked Securities" (ILS), which later became one of the prominent tools in risk management and financing for the insurance industry. The first successful ILS of ۸۵$ million was issued by Hanover in 1994 in the form of excess catastrophic loss insurance bonds (Gürtler and et al, 2001). Initially, due to barriers to entering the market, unfamiliarity of investors, base risk and uncertainty of the loss parameter (Cummins and Weiss, 2009, Lee and Yu, 2007, 2002). the ILS market experienced slow growth and the volume of this market increased during the year. From 1998 to 2, it was around 1 to 2 billion dollars. But after the 11 September in ۲۰۰۱, the ILS market grew to more than 2 billion $ a year. After hurricanes Katrina, Rita and Wilma, the market volume reached more than ۷billion dollars per year in 2007. The damage caused by Hurricane Katrina, which occurred in 2005, is estimated at 60 billion dollars.

In this article, one of the types of insurance securities named "Excess Loss Quotient Securities" has been designed in the field of fire and in the insurance industry. An important issue that is answered in this article is how insurance securities can be designed to include the following features:

Is the original capital of the buyers of these bonds guaranteed so that it does not have legal problems?

2.Method

In general, the value at risk is defined as the maximum expected loss during a certain period of time and a certain level of probability. Value at risk is a family of adverse risk measurement metrics. This risk measurement method was first proposed by Tim Goldman and then extended by J.P. Morgan in the late 1980s. This method expresses the maximum expected loss of a portfolio (the worst possible loss) for a certain time horizon according to a certain confidence interval. The maximum possible loss of a portfolio is measured according to the loss distribution function, denoted by f.

The value at risk is actually the quantile of f function at critical levels (0.05 and α=0.01). So by definition:

$$P(Loss \leq VaR) = \int_0^{VaR} f(L)dl = 1 - \alpha$$

$$VaR_{1-\alpha} = F^{-1}(1-\alpha)$$

3.Results

Different types of ILS are issued by a subsidiary of the insurance company, which in return for receiving additional interest, the holder of the ILS bond assumes the risk of the reinsurance contract. According to the conditions of these bonds, the interest rate or principal amount of the loan can be subject to a financial claim. Usually, the holders of ILS bonds receive a higher interest rate compared to the normal interest rate, and on the other hand, there is a small possibility that it will impose a huge loss on him.

Currently, various types of insurance securities are being issued in the world, and the diversity of this type of securities in the global capital market has increased significantly. In this section, we will discuss the design of ILS bonds within the framework of the excess loss contract for a certain period and in the field of fire and for the entire insurance industry. Calculations of insurance premiums and contract capital of excess damage are calculated based on scenario creation and historical data method. The calculations were done in such a way that, firstly, the jurisprudential problem of printing these papers is solved; It means that the principal capital of the bond holders should not be harmed and it is considered as a guarantee of the principal capital. Second, the expected income of these bonds should be higher than the risk-free interest rate in the capital market so that buyers are encouraged to buy these bonds. Third, the ratio of insurance coverage to insurance premium is attractive for the insurance industry.

4.conclusion

(In Press)

If investment in ILS bonds comes with a high yield commensurate with the underlying risk, it will be more popular. Based on historical data and forecast based on these data, the expected return rate of bonds designed for ILS bond holders is equal to 34.1%. This rate of return is higher than the risk-free rate of return in the capital market. In the calculations, the risk-free rate of return is 32%. This higher yield can make ILS bonds attractive to investors in the capital market. Also, the minimum yield of these bonds is equal to 0%, which means that the capital of the buyers of ILS bonds is guaranteed, and the legal objection of these bonds that the principal of the buyers of ILS bonds will be reduced will also be removed.

On the other hand, the insurance industry will have coverage up to 20.4% (after deducting the reinsurance premium) by paying 1.1 units of the premium. The relevant papers cause the loss coefficient to fluctuate around its long-term average number with a very low variance and prevent large fluctuations in the loss coefficient. Insurance securities will allow insurance companies to transfer part of the risk to other people and companies active in the capital market. The amount of the commitment limit that will be transferred from the insurance industry to the capital market in the field of fire through ILS bonds is equal to 20.5% of the insurance premium. In fact, the resilience of the insurance industry in the field of fire will increase by 20.5% after using the ILS tool.

Funding

There is no funding support.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Authors' Contribution

The authors contributed to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest Authors

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to the journal officials and referees.

(In Press)

طراحی اوراق بهادار بیمه‌ای در صنعت بیمه ایران[1]

مجتبی منتظری شورکچالی[2,3]، سید شمس‌الدین حسینی[4,5]، علی نصیری اقدم[6,7]، تیمور محمدی[8,9]

چکیده

اوراق بهادار بیمه‌ای (ILS) به عنوان مشتقه‌ای مالی، یکی از ابزارهای رایج در اقتصاد مالی است که متخصصان مدیریت ریسک در صنعت بیمه، با هدف تأمین مالی و انتقال ریسک به بازار سرمایه، از این اوراق استفاده می‌کنند. با این وجود و علیرغم اینکه از عمر استفاده از این اوراق در بازارهای مالی جهانی بیش از ۳۰ سال می‌گذرد، در کشور ایران، به دلیل مهیا نبودن برخی زیرساخت‌ها، برخی ابهامات در تفسیر، ماهیت پیچیده و فنی عملیات بیمه‌گری و به تبع آن پیچیدگی اوراق ILS، از این ابزار مالی در صنعت بیمه استفاده نشده است. از سویی دیگر، با شروع تحریم‌های صنعت بیمه از سال ۱۳۸۹ و خروج کارگزاران و بیمه‌گران اتکایی از صنعت بیمه کشور، امکان انتقال ریسک‌های بزرگ و فاجعه‌آمیز به خارج از مرزهای جغرافیایی ایران مهیا نشد و این انباشت ریسک در داخل کشور، ریسک ورشکستگی شرکت‌های بیمه را در صورت وقوع حادثه بزرگ و فاجعه‌آمیز افزایش داده است. بر این اساس، در این مقاله با استفاده از رهیافت‌های مارکوف-سوئیچینگ، ارزش در معرض ریسک (VAR) و سناریوسازی، به طراحی اوراق مازاد ضریب خسارت به عنوان یکی از انواع ILS در رشته‌ی آتش‌سوزی و در صنعت بیمه کشور پرداخته شده است. بر اساس یافته‌های این مطالعه، می‌توان گفت که اوراق طراحی شده در این مطالعه به دلیل تأمین سه شرط؛ تضمین اصل سرمایه خریداران اوراق ILS (با هدف رفع مشکل فقهی)، بازدهی انتظاری بالاتر از نرخ بازده بدون ریسک در بازار و همچنین نرخ حق‌بیمه جذاب (تناسب بین حد تعهد و نرخ حق بیمه)، می‌تواند زمینه انتشار این اوراق در بازار سرمایه ایران را فراهم کند.

واژگان کلیدی: اوراق بهادار بیمه‌ای، مارکوف- سوئیچینگ، ارزش در معرض ریسک، سناریوسازی، بیمه آتش‌سوزی.

(In Press) در حال انتشار

---

۱ - مقاله برگرفته از رساله دکتری در دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی است.

۲-دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی، ایمیل: Montazeri.Mojtaba@Gmail.Com

[3] https://orcid.org/0000-0002-6247-1567

۴ -دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی، ایمیل: Economics1967@Gmail.Com

[5] https://orcid.org/0009-0000-0533-004X

۶ - دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی، ایمیل: Alin110@Atu.Ac.Ir

[7] https://orcid.org/0000-0002-2989-2271

۸- استاد دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی، ایمیل: Mohammadi@Atu.Ac.Ir

[9] https://orcid.org/0000-0003-4394-774X

۱.مقدمه

بحران مالی ۲۰۰۸ گرچه در اکثر کشورهای جهان اثر منفی بر بخش واقعی اقتصاد داشته است اما اثر آن در برخی کشورها شدیدتر و در برخی دیگر ملایم‌تر بود. برای توضیح این تفاوت اثرگذاری، توجه‌ها به بحث تاب آوری در بخش مالی معطوف گردید، زیرا هر سیستم مالی تاب آور، می‌تواند در زمان شوک‌ها، وظایف کلیدی خود از جمله؛ تخصیص منابع، توزیع ریسک و تسویه پرداخت‌ها را به صورت کارآمد انجام دهد (برونکین و همکاران[۱]، ۲۰۱۹). در صنعت بیمه، تاب آوری به معنای «توانایی جذب خسارت‌های بزرگ به نحوی که صنعت بیمه به فعالیت و ارائه خدمات خود ادامه دهد» است(نوی و یانسن، ۲۰۱۸)[۲].صنعت بیمه از طریق تحت پوشش قرار دادن ریسک‌های خانوارها و بنگاه‌ها، به عنوان یک چتر حمایتی عمل کرده و یکی از عوامل افزایش تاب آوری جامعه در برابر حوادث محسوب می‌شود. عملکرد صنعت بیمه در بازگشت شرایط عوامل اقتصادی به قبل از حادثه در بسیاری از ریسک‌ها به صورت کارا است (سورمینسکی و همکاران[۳]، ۲۰۱۶). یکی از سؤالات مهم در صنعت بیمه چگونگی افزایش سطح تاب آوری صنعت بیمه در برابر حوادث بزرگ و فاجعه آمیز است؟

با تغییرات اقلیم جهانی و رشد شدت[۴] و تواتر[۵] حوادث فاجعه آمیز[۶] طبیعی از دهه ۱۹۹۰ به این طرف و حوادثی همچون طوفان اندرو ۱۹۹۲ و زمین لرزه نورت ریج[۷]۱۹۹۴، ابزار مالی جدیدی توسط مهندسان مالی طراحی شد تا صنعت بیمه را از ورشکستگی[۸] نجات دهد. این ابزار مالی «اوراق بهادار بیمه‌ای» (ILS)[۹] است که بعدها تبدیل به یکی از ابزارهای مطرح در مدیریت ریسک[۱۰] و تأمین مالی[۱۱] برای صنعت بیمه شده است (وانگ[۱۲]، ۲۰۲۰). اولین ILS موفق به مبلغ ۸۵ میلیون دلار، توسط هانوفرری[۱۳] در سال ۱۹۹۴ و در قالب اوراق بیمه‌ای مازاد خسارت فاجعه آمیز[۱۴] منتشر شد (گورتلر و همکاران[۱۵]، ۲۰۰۱). در ابتدا به دلیل موانع ورود به بازار، ناآشنایی سرمایه گذاران، ریسک پایه و عدم قطعیت پارامتر زیان[۱۶] (کامینز و ویس[۱۷]،۲۰۰۹؛ لی و یو[۱۸]، ۲۰۰۲،۲۰۰۷)، بازار ILS رشد کندی را تجربه کرد و حجم این بازار طی سال‌های ۱۹۹۸ الی ۲۰۰۱، در حدود ۱ تا ۲ میلیارد دلار بود. اما پس از حمله ۱۱ سپتامبر در سال ۲۰۰۱، حجم بازار ILS به بیش از ۲ میلیارد دلار در سال افزایش یافت (کامینز،

1 -Bruneckiene et al
2- Noy and Yonso
3 -Surminski et al
4- Severity
5- Frequency
6 - Catastrophic Events
7 - Northridge Earthquake
8 - Bankruptcy
9 - Insurance-Linked Securities
10 - Risk Management
11 - Financing
12 - Wang
13 - Hanover Re
14 - Catastrophe Excess Of Loss
15 - Gürtler et al
16- Loss Parameter
17 - Cummins and Weiss
18 -Lee and Yu

در حال انتشار (In Press)

۲۰۰۴). بعد از طوفان کاترینا[1]، ریتا[2] و ویلما[3]، حجم این بازار در سال ۲۰۰۷ به بیش از ۷ میلیارد دلار در سال رسید. خسارت ناشی از طوفان کاترینا که در سال ۲۰۰۵ به وقوع پیوست، به میزان ۶۰ میلیارد دلار برآورد شده است. بعد از طوفان کاترینا نزدیک به ۶۰ شرکت بیمه و بیمه اتکایی به ورشکستگی یا مرز ورشکستگی رسیدند. این حوادث بزرگ فاجعه آمیز، کارایی بیمه اتکایی[4] سنتی را زیر سؤال برد و نقش ILS را به عنوان جایگزین، پر رنگ تر نمود (مورمن[5]، ۲۰۰۸). بیمه اتکایی سنتی در مدیریت مخاطرات با شدت خسارت نسبتاً کم و ناهمبسته[6] و نیز در اشتراک‌گذاری اطلاعات بین واگذارکنندگان بیمه و بیمه‌گران اتکایی به طور کارآمد عمل می‌کند. اما اگر شدت خسارت‌های بالقوه و ارتباط و همبستگی مخاطرات افزایش یابد، کارایی مدل بیمه اتکایی سنتی با شکست مواجه شده و هزینه سرمایه‌ای آن غیر اقتصادی می‌شود (گوتزه و گورتلر[7]، 2020). با خروج کارگزاران و بیمه‌گران اتکایی از صنعت بیمه ایران بعد از تحریم‌ها، ریسک‌های بزرگ و فاجعه آمیز، امکان انتقال به خارج از مرزهای جغرافیایی ایران را پیدا نکردند. این انباشت ریسک در داخل کشور، ریسک ورشکستگی شرکت‌های بیمه را در صورت وقوع حادثه بزرگ و فاجعه‌آمیز افزایش داده است. شروع تحریم‌های صنعت بیمه از سال ۱۳۸۹، عملکرد این صنعت را دستخوش تغییرات فراوانی کرد. اهم آثار تحریم بر صنعت بیمه به شرح زیر است:

- عدم حضور بیمه گران خارجی
- عدم انتقال ریسک به خارج از مرزهای جغرافیایی
- کمبود ظرفیت نگهداری از هر ریسک
- عدم حضور کارگزاران[8]خارجی همچون ناسکو[9]و لویدز[10]
- عدم انجام تعهدات مالی بیمه گران اتکایی، علی رغم دریافت حق بیمه‌ها مانند شرکت شدید ری[11]

باتوجه به مشکلاتی که بعد از تحریم‌ها برای صنعت بیمه کشور ایجاد شده است، انتشار اوراق بهادار بیمه‌ای از طریق انتقال ریسک از صنعت بیمه به بازار سرمایه، می‌تواند آثار تحریم‌های صنعت بیمه را کاهش داده و ریسک ورشکستگی شرکت‌های بیمه را کاهش دهد. علاوه بر صنعت بیمه، بازار سرمایه نیز ذینفع انتشار ILS خواهد بود. توسعه ILS با ایجاد شفافیت و افزایش مشارکت فعالان بازار سرمایه، عمق بخشیدن به بازار سرمایه از طریق متنوع سازی اوراق و همچنین جذب گستره بیشتری از سرمایه‌گذاران، می‌تواند به توسعه این بازار کمک کند (گوتزه و

1 - Katrina
2 - Rita
3 - Wilma
4 - Reinsurance
5 - Muermann
6- No Correlation

7- Götze and Gürtler
8 - Brokers
9 - Nasco
10- Lloyd's
11 -Chedid Re

(In Press) در حال انتشار

گورتلر، ۲۰۱۹). از آنجایی که این اوراق هیچ ریسک سیستماتیکی ندارند، لذا می‌توان با تنوع بخشی مناسب، کل ریسک آن‌ها را در یک سبد سرمایه-گذاری بزرگ به طور کامل حذف کرد.

در این مقاله یکی از انواع اوراق بهادار بیمه‌ای با نام «اوراق مازاد ضریب خسارت»[1] در رشته آتش-سوزی و در صنعت بیمه، مورد طراحی قرار گرفته است. مسأله مهمی که در این مقاله به آن پاسخ داده می‌شود این است که اوراق بهادار بیمه‌ای را چگونه می‌توان طراحی کرد تا ویژگی‌های زیر در آن لحاظ شود:

اصل سرمایه خریداران این اوراق تضمین گردد تا دارای مشکل فقهی نباشد؟

بازده انتظاری این اوراق بالاتر از بازده بدون ریسک در بازار سرمایه باشد تا جذابیت خرید برای سرمایه-گذاران در بازار سرمایه ایجاد گردد؟

در راستای رشد سطح تاب آوری صنعت بیمه، انتقال ریسک از صنعت بیمه به بازار سرمایه با نرخ حق بیمه جذاب برای صنعت بیمه، انجام پذیرد؟

این مقاله در ۶ بخش تنظیم شده است. در ادامه و در بخش دوم به بررسی ادبیات نظری در حوزه اوراق بهادار بیمه‌ای خواهیم پرداخت. در بخش سوم پیشینه پژوهش در داخل و خارج از کشور مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در بخش چهارم روش‌شناسی بیان خواهد شد. در بخش پنجم به برآورد مدل و تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش پرداخته خواهد شد. در انتها در بخش ششم به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری خواهیم پرداخت.

۲.ادبیات نظری

در علوم اجتماعی، تاب آوری سرعتی تعریف می‌شود که سیستم بعد از یک شوک شدید، حالت مطلوبش را به دست می‌آورد. این مفهوم همچنین شامل مفهوم ثبات سیستم است زیرا دلالت بر این دارد که سیستم توانایی بازگشت به عقب را دارد (نوی و جانسن[2]، 2018). شرکت FM global یک شرکت بیمه‌ای است که هر ساله گزارش‌هایی را در ارتباط با شاخص تاب‌آوری جهانی کشورها، منتشر می‌کند. برای شاخص تاب آوری جهانی، شرکت FM سه سطح؛ اقتصاد، کیفیت ریسک و زنجیره تأمین را در نظر می‌گیرد (جدول ۱):

1 -Excess of Loss Ratio

2 - Noy and Yonson

(In Press) در حال انتشار

جدول (۱). ساختار شاخص تاب آوری FM

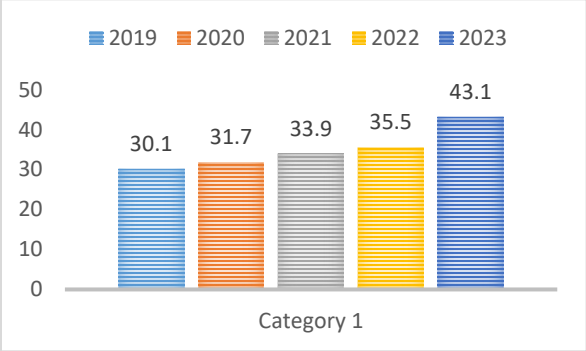
سطح	اقتصاد	کیفیت ریسک	زنجیره تأمین
زیر سطح	بهره‌وری	قرار گرفتن در معرض خطرهای طبیعی	کنترل فساد
	ریسک سیاسی	کیفیت ریسک بلایای طبیعی	کیفیت زیر ساخت‌ها
	شدت انرژی	کیفیت ریسک آتش سوزی	حکمرانی شرکت‌ها
	نرخ شهرنشینی	ریسک سایبری	میدان دید زنجیره تأمین

(مأخذ:سایت شرکت FM global ، ۲۰۲۴)[1]

همان گونه که ملاحظه می‌شود، کیفیت ریسک و چگونگی مدیریت آن در یک کشور به عنوان شاخصی مهم در سنجش تاب آوری محسوب می‌شود. طراحی اوراق ILS و انتقال ریسک از صنعت بیمه به بازار سرمایه از طریق آن، می‌تواند موجب افزایش سطح تاب‌آوری صنعت بیمه هنگام حوادث بزرگ و فاجعه-آمیز شود. ILS در اقتصاد مالی جزء مشتقات[2] مالی محسوب می‌شود. مشتقات به قراردادی بین دو یا چند طرف گفته می‌شود که ارزش آن، به یک دارایی پایه وابسته است. این اوراق ارزش مستقلی ندارند و ارزش آن‌ها از عملکرد دارایی پایه مشتق می‌شود. دارایی پایه می‌تواند دارایی واقعی (محصولات کشاورزی، فلز، نفت و غیره) و یا یک دارایی مالی (سهام، اوراق قرضه، وام، ارز و غیره) باشد (هال، ۱۳۸۴).

بازار اوراق بهادار بیمه‌ای که از دهه ۱۹۹۰ شروع به کار نمود، در سال‌های اخیر همواره روند رو به رشدی را تجربه کرده است؛ به طوریکه تا پایان سال ۲۰۲۳ سرمایه اوراق صادر شده در این سال و اوراق صادر شده در سال‌های گذشته که بازخرید نشده‌اند به ۴۳/۱ میلیارد دلار رسیده است.

نمودار1. حجم اوراق بهادار بیمه‌ای در بازار جهانی



(مأخذ:سایت سوئیس ری، ۲۰۲۴)[3]

همان گونه که ملاحظه می‌شود، علی رغم روند صعودی میزان استفاده از ابزار مالی ILS در بازارهای مالی جهانی، در کشور ایران هنوز این اوراق منتشر نشده است. وجود طیف گسترده‌ای از ابزارهای مالی بیمه‌ای در بازارهای جهانی، این بازار را به فرصتی مناسب برای سرمایه‌گذاری و همچنین تأمین مالی و توزیع ریسک تبدیل کرده است. موضوعاتی که در کشور ما نیز از اهمیت بالایی برخوردارند و ایجاد چنین بازاری و پیدایش فضایی مناسب برای نوآوری و تولید محصول را در این بازار لازم می‌نماید.

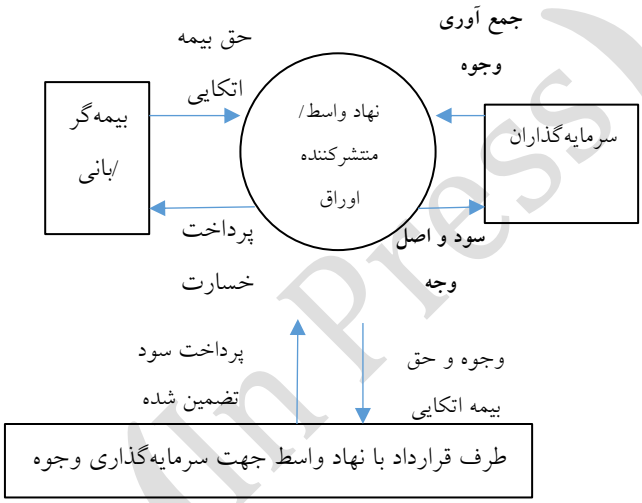
1 - WWW.FM.COM
2 .Derivative
3 - WWW.SWISSRE.COM

در حال انتشار (In Press)

اوراق ILS با دو هدف اصلی تأمین مالی و پوشش ریسک انتشار می‌یابد (مکمین و ریکتر[1]، ۲۰۱۷). هدف اول از انتشار اوراق ILS، تأمین مالی است. امروزه بیمه‌گران در رشته‌های زندگی به دنبال این هدف هستند که بخشی از رشته‌های بیمه‌ای خود را به اوراق بهادار تبدیل کنند و از طریق کارایی سرمایه، بازده سهامشان را افزایش دهند. شرکت‌های بیمه از طریق فروش ریسک به سرمایه‌گذاران، نیازشان به نگهداری سرمایه را تقلیل و قدرت و توانایی خود برای ورود به رشته‌های جدید بیمه‌ای را افزایش می‌دهند. برخی از تبدیل به اوراق بهادارکردن بیمه‌های زندگی، البته منافع مالیاتی را نیز به همراه دارد. تبدیل به اوراق بهادارکردن در بیمه‌های زندگی ابزاری برای مدیریت سرمایه برای بیمه‌گران و شرکت‌های بیمه اتکایی است. (دهقان و همکاران، ۱۳۹۷). دومین هدف، انتقال ریسک با هدف مدیریت ریسک است. اوراق بهادار بیمه‌های غیرزندگی عموما با همین هدف منتشر می‌شوند. امروزه مهمترین هدف از انتشار اوراق ILS، افزایش در ظرفیت بیمه‌گری اتکایی است. از این رو، قیمت‌های بیمه اتکایی یکی از عوامل کلیدی در امکان‌پذیری انتشار این اوراق است. به صورت سنتی شرکت‌های بیمه و فعالان صنعت بیمه به منظور مدیریت ریسک پورتفوی خود، از بیمه‌گران اتکایی استفاده می‌کنند.

بیمه‌گران اتکایی طی توافقی با بیمه‌گران دیگر تعهد می‌کنند که در ازای دریافت مبلغ حق بیمه اتکایی، بیمه‌گر (یا واگذارنده) را در مقابل تمامی یا بخشی از زیان‌هایی که او از بیمه نامه‌های صادر شده متحمل می‌شود، مجدداً بیمه کنند. یک تفاوت و در واقع مزیت عمده این اوراق نسبت به بیمه اتکایی سنتی آن است که این نوع اوراق به عنوان پوشش و حمایت وثیقه‌دار برای ریسک‌های حوادث فاجعه آمیز به کار می‌روند (مکمین و ریچتر، ۲۰۱۷). در شکل زیر مدل متعارف انتشار اوراق ILS در جهان نشان داده شده است؛

شکل۱: اجزا تشکیل دهنده اوراق بهادار بیمه‌ای



(منبع، سویس ری، ۲۰۱۲)

۱. **بانی یا بیمه‌گر**: شرکت‌های بیمه یا شرکت‌های بیمه اتکایی که از طریق نهاد واسط ریسک بیمه نامه‌های مربوط به بلایای

1 - Macminn and Richter

در حال انتشار (In Press)

طبیعی یا سایر قراردادهای اتکایی خود را به اوراق بهادار یا درآمد ثابت تبدیل می‌کنند.

۲. **نهاد واسط**: همان منتشرکننده اوراق بیمه‌ای هستند که اقدام به انتشار این اوراق و جمع‌آوری وجوه می‌نمایند.

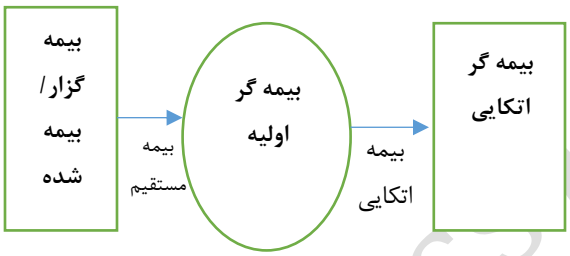
۳. **سرمایه‌گذاران**: افرادی هستند که با هدف کسب سود، اقدام به خرید اوراق بهادار بیمه-ای می‌کنند.

۴. **طرف قرارداد با نهاد واسط جهت سرمایه‌گذاری وجوه:** نهادی مالی است که متعهد به پرداخت سود ثابت در انتهای دوره به سپرده وجوه می‌باشد. این نهاد می‌تواند بانک یا شرکت‌های سرمایه‌گذاری باشد.

قابل ذکر است که در کنار این ارکان اصلی انتشار اوراق **ILS** که ارکان معمول انتشار اوراق با درآمد ثابت در بازار سرمایه می‌باشند. از آنجا که این اوراق به دلیل ریسک ذاتی و نهفته در آن‌ها بازدهی بالاتری نسبت به سایر اوراق با درآمد ثابت دارند، رتبه‌بندی آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین نهاد دیگری که در کنار مؤسسات رتبه‌بندی نقش بسیار مهمی را بر عهده دارد، مؤسسه مدل ساز احتمال وقوع زیان است (وانگ،۲۰۲۰).

مهم ترین بخش در انتشار ILS، قرارداد بیمه اتکایی بین بانی (بیمه گر) و نهاد واسط می‌باشد، که این قرارداد یکی از انواع مختلف قرارداد بیمه اتکایی خواهد بود. در واقع مشتقه ILS روی یکی از قراردادهای اتکایی تنظیم خواهد شد. شرکت‌های بیمه مستقیم به منظور کاهش آثار مخرب خسارات بزرگ و تحت پوشش قرار گرفتن بخشی از تعهدات، سراغ بیمه گران اتکایی می‌روند. هیچ رابطه قراردادی قانونی بین بیمه‌گر اتکایی و بیمه گزاران وجود ندارد. در نتیجه هیچ تعهد مستقیمی نسبت به بیمه گزار بر عهده بیمه گر اتکایی نیست (احدی، ۱۳۹۵). در نمودار زیر روابط بیمه‌گر اولیه، اتکایی و بیمه گزار نشان داده شده است؛

شکل۲.روابط بیمه‌گر اولیه، بیمه‌گر اتکایی و بیمه‌گزار



(مأخذ: احدی، ۱۳۹۵)

در این مقاله اوراق بهادار بیمه‌ای در چارچوب قرارداد مازاد زیان در مدت معین و در رشته آتش سوزی و برای کل صنعت بیمه طراحی شده است. در قرارداد مازاد زیان در صورتی که مجموع خسارات در طول یک زمان مشخص از درصد معینی از ضریب خسارت بیشتر شود، این مقدار اضافی تا حد تعهد به بیمه‌گر اتکایی منتقل خواهد شد. به این قرارداد بیمه اتکایی مازاد ضریب خسارت نیز گفته می‌شود (شاوجیا[1]، ۲۰۱۷).

1 .Shaojia et al

در حال انتشار (In Press)

۳.پیشینه پژوهش

براندون[1] (۲۰۰۵) با استفاده از رهیافت مونت کارلو[2]، میزان ارزش سیل در ایالت‌های در معرض ریسک سیل آمریکا را برای یک دوره ده ساله بررسی کرد. نتایج پژوهش او نشان داد که با توجه به حق-بیمه‌های عاید شده از بیمه‌گزاران، در صورت تحقق یک سیل قوی، تمامی بیمه‌گران محلی ورشکست شده و بیمه گزاران نخواهند توانست میزان خسارت وارده به خود را دریافت نمایند.

می[3] (۲۰۰۷)، چانگ و لین[4] (2011) نشان دادند که می‌توان به جای انواع مختلف بیمه اتکایی، از ابزارهای انتقال ریسک ILS استفاده نمود. در این تحقیقات به ناتوانی بیمه اتکایی سنتی در پوشش ریسک‌های فاجعه آمیز و بزرگ اشاره شده است و بر ضرورت انتشار ILS تأکید شده است.

زونگ و چائو[5] (۲۰۱۳) در مقاله خود با استفاده از رهیافت تقریب مختلط[6] و در ادامه مدل لی و یو، به قیمت گذاری ILS پرداختند و یک راه حل عددی برای قیمت گذاری ILS ارائه کردند. همچنین آن‌ها با استفاده از آزمایشات عددی[7] نشان دادند که خطرات مالی و فاجعه آمیز چگونه بر قیمت ILS تأثیر گذار خواهد بود.

شاوجیا و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله‌ای تحت عنوان "قیمت‌گذاری و شبیه سازی اوراق قرضه خطر فاجعه آمیز "، با استفاده از رهیافت مونت کارلو، یک مدل ادعای احتمالی را برای قیمت گذاری اوراق قرضه خطر فاجعه آمیز پیشنهاد دادند. در این مدل آنها ابتدا با استفاده از یک فرآیند دو بعدی نیمه مارکوف، فرمول قیمت‌گذاری پیوند تحلیلی را در یک محیط نرخ بهره تصادفی بدست آورده و در مرحله بعدی، پارامترهای مدل قیمت‌گذاری را با استفاده از داده‌های خسارت فاجعه آمیز طی سال‌های ۱۹۸۵ الی ۲۰۱۳ کالیبره کردند. در انتها برای تجزیه و تحلیل نتایج عددی بدست آمده از شبیه سازی مونت کارلو استفاده کردند.

ژائو و یو[8] (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان "پیش بینی ریسک خطرهای فاجعه آمیز: شواهدی از بازار اوراق قرضه فاجعه آمیز" نشان می‌دهند که پیش بینی‌های مبتنی بر بازار، پیش بینی کننده قوی تری در مقایسه با پیش بینی کننده‌های حرفه‌ای است که از مدل‌های طبیعی ریسک فاجعه آمیز استفاده می-کنند. همچنین شواهد پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که پیش‌بینی‌های مبتنی بر بازار اوراق فاجعه آمیز، در پیش بینی خسارات آتی و بازده انتظاری کارا عمل می‌کنند.

1 - Brandon
2 - Monte-Carlo
3 - Mey
4 - Chang and Lin

5 - Zong and Chao
6 - Mixed Approximation Method
7 - Numerical Experiments
8- Zhao and Yu

در حال انتشار (In Press)

لیو و همکاران[1] (۲۰۲۲) در مقاله‌ای با عنوان "قیمت گذاری بی‌تفاوتی اوراق بهادار بیمه‌ای در مدل چند دوره‌ای" به بررسی قیمت‌گذاری اوراق بهادار بیمه‌ای پرداختند. در این پژوهش، نویسندگان با استفاده از رویکرد بی‌تفاوتی، ابزاری طراحی کردند تا به قیمت گذاری ILS در یک مدل چند دوره‌ای بپردازند و بین ریسک بیمه و بازده مرتبط با ILS و نرخ قابل معامله ارتباط برقرار کنند. این مدل به بسط مدل‌های تک دوره‌ای در قیمت‌گذاری پرداخته است.

پیکارجو (۱۳۸۸) در مقاله خود به بررسی امکان جانشینی اوراق بهادار فاجعه‌آمیز با بیمه‌های اتکایی رایج در صنعت بیمه پرداخت. با بررسی وضعیت حوادث فاجعه آمیز در ایران مشخص می‌شود که تعداد حوادث فاجعه آمیز در ایران بالاتر از متوسط استانداردهای جهانی است، اما شدت این حوادث از لحاظ خسارت مالی و جانی از متوسط آمار جهانی کمتر است؛ البته این امر باعث شده تا این ریسک به طور مرسوم از راه عملیات بیمه اتکایی واگذار شود و حجم بسزایی از آن به بازارهای خارج منتقل شود. این امر موجب انتقال سودهای هنگفت به بیمه‌گران اتکایی خارجی شده است. استفاده از روش‌های دیگر در انتقال ریسک مانند انتشار اوراق بهادار بیمه‌ای، می‌تواند این سود را در داخل کشور توزیع نماید.

عسگری و همکاران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با عنوان "طراحی اوراق ریسک‌های نفتی مبتنی بر اوراق بهادار بیمه‌ای با هدف بیمه‌گری" بیان کردند که انتشارهایی که تاکنون در خصوص این اوراق انجام شده است، داخل صنعت بیمه بوده است و مدل‌ها و الگوهای عملیاتی برای انتشار این اوراق بر روی ریسک‌های بخش نفت و گاز وجود ندارد. با توجه به اهمیت بخش نفت و گاز و همچنین تنوع و گستردگی بالای ریسک‌های مربوط به آن و به منظور ایجاد تنوع در ابزارهای در اختیار صنعت نفت و بیمه برای مدیریت ریسک، این مقاله کوشیده است با تکیه بر منطق اقناع سایمون (۱۹۹۶)، الگویی برای انتشار اوراق ریسک‌های نفتی ارائه نماید. این الگو متناسب با شرایط صنعت نفت و بیمه ایران بوده و همچنین ملاحظات شرعی در سرمایه گذاری‌های مربوطه نیز لحاظ شده است.

دهقان و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای تحت عنوان "اوراق بهادار سازی بیمه بلایای طبیعی در صنعت بیمه ایران"، مروری بر ادبیات نظری اوراق بهادار بلایای طبیعی (CAT) داشتند. در این پژوهش نشان داده است که، با توجه به ظرفیت های خوب موجود در بازار سرمایه و ارکان فعال در حوزه انتشار اوراق با درآمد ثابت و همچنین نیاز صنعت بیمه برای دستیابی به بازارهای جدید جهت تأمین منابع مالی و انتقال ریسک، امکان طراحی و انتشار اوراق بلایای طبیعی وجود داد.

پیوندی و همکاران (۱۴۰۲) در مقاله‌ای با عنوان "ارائه مدل اوراق بهادارسازی بیمه با استفاده از روش دلفی فازی و تکنیک دیمتل در شرایط محیطی

1- Liu

در حال انتشار (In Press)

ایران" با هدف بررسی و ارایه الگو مدل سازی اوراق بهادارسازی بیمه در شرایط محیطی ایران، به بررسی موضوع فوق پرداختند. پژوهش آن‌ها از جمله تحقیقات اکتشافی می‌باشد. از این رو با متخصصان و صاحب نظران در اوراق بهادارسازی بیمه مصاحبه‌ای صورت دادند و بر اساس تحلیل مضمون، محتوای مصاحبه‌ها تجزیه و تحلیل شد و مدل پیشنهادی ارایه گردید. بر اساس مدلی که به دست آمده، ۱۰ عامل اصلی به عنوان عوامل موثر بر اوراق بهادارسازی بیمه شناسایی شدند. با استفاده از روش دلفی فازی، شاخص‌های استخراج شده اعتبار سنجی شدند. در گام بعدی با استفاده از روش دیمتل فازی اقدام به طراحی الگوی ارتباط بین عوامل در اوراق بهادار بیمه‌ای گردید.

مطالعات انجام شده در کشور ایران در زمینه اوراق ILS جنبه مروری بر ادبیات نظری داشته و وارد بحث‌های مدل‌سازی و طراحی این اوراق با پشتوانه آماری و محاسباتی نشده‌اند. در این مقاله ما با استفاده از داده‌های سری زمانی صنعت بیمه در رشته آتش‌سوزی، حق بیمه دوره بعد را با رهیافت مارکوف-سوئیچینگ پیش‌بینی کرده و سپس با استفاده از مدل ارزش در معرض ریسک و سناریو سازی، به طراحی اوراق مازاد ضریب خسارت پرداخته‌ایم.

۴.روش شناسی پژوهش

به طور کلی، ارزش در معرض ریسک، به صورت حداکثر زیان مورد انتظار، طی دوره زمانی مشخص و سطح احتمال معین تعریف می‌شود. ارزش در معرض ریسک، از خانواده معیارهای اندازه‌گیری ریسک نامطلوب است. این روش اندازه گیری ریسک را ابتدا تیم گالدیمان ارائه کرد و سپس جی.پی مورگان آن را در اواخر دهه ۱۹۸۰ گسترش داد. این روش حداکثر خسارت انتظاری یک پرتفوی (بدترین زیان ممکن) را برای افق زمانی مشخص با توجه به فاصله اطمینان معین بیان می‌کند (هاشمی نژاد و عبداللهی، ۱۳۹۴). حداکثر خسارت ممکن یک پرتفوی با توجه به تابع توزیع خسارت، که با f نمایش داده شده، اندازه‌گیری می‌شود. ارزش در معرض ریسک در حقیقت کوانتیل تابع f در سطوح بحرانی (۰.۰۵ و ۰.۰۱ =α) است. بنابراین طبق تعریف:

$$P(Loss \leq VaR) = \int_0^{VaR} f(L)dl = 1-\alpha \quad (1)$$

$$VaR_{1-\alpha} = F^{-1}(1-\alpha) \quad (2)$$

مفهوم VaR به عنوان یک شیوه پذیرفته شده برای درک نحوه اندازه‌گیری ریسک یک پرتفوی است. اصولاً هدف از به کارگیری شیوه ارزش در معرض ریسک، حداکثر کردن ارزش پورتفوی است که در یک دوره زمانی مشخص با یک سطح اطمینان مشخص و معین ممکن است دچار سود یا زیان شود. برای بیان این مفهوم فرض بر آن است که پورتفوی

در حال انتشار (In Press)

اولیه (در این مقاله پرتفوی مربوط به رشته آتش سوزی در صنعت بیمه می‌باشد) به صورت W_1 است که در دورهٔ زمانی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این صورت در پایان دوره، پرتفوی ما با r درصد رشد می‌کند و به W_0 می‌رسد (r ممکن است مثبت یا منفی باشد):

$$W_1 = W_0(1 + r_1) \quad (3)$$

در رابطه بالا، r نرخ رشد و یا به عبارتی ضریب سود یا زیان پورتفوی است.

$$\Delta W = W_1 - W_0 = r_1 W_0 \quad (4)$$

حال اگر فرض شود که دوره‌های زمانی محاسبه بازده بیشتر شود، در این صورت یک سری زمانی از بازده وجود خواهد داشت. طبق تعریف VaR در سطح اطمینان $1-\alpha$ برابر است با:

$$P(\Delta W \leq VaR) = 1 - \alpha \quad (5)$$

$$P(r - VaR_r) = \int_0^{VaR} f(r)d(r) = 1 - \alpha$$

$$VaR_r = F^{-1}(1 - \alpha) \quad (6)$$

در رابطه بالا $f(r)$ تابع توزیع احتمال نرخ تغییرات پورتفوی است. شایان ذکر است که اگر r منفی باشد، به عنوان درصد خسارت پورتفوی محسوب می‌شود. VaR_r برابر با نرخ تغییرات بحرانی است و در حقیقت کوانتیل سطح اطمینان $1-\alpha$ است. می‌توان گفت که در ازای هر نرخ تغییر r، تغییرات مقدار پورتفوی وجود دارد و به ازای نرخ بازده بحرانی r^* نیز مقدار پورتفوی بحرانی در سطح اطمینان $1-\alpha$ وجود دارد که اگر با W^* نمایش داده شود، آنگاه خواهیم داشت (بروکز، ۲۰۰۸):

$$VaR = E[W] - W^* = -W_0(r^* - \mu) \quad (7)$$

در این مطالعه با استفاده از مدل ارزش در معرض ریسک و داده‌های سری زمانی رشته آتش سوزی، حداکثر میزان ضریب خسارت در سطح ۹۹٪ به عنوان سنجه ریسک شرکت بیمه، پیش بینی خواهد شد. از دو روش شبیه‌سازی تاریخی و GARCH برای محاسبه ارزش در معرض ریسک در این مقاله استفاده شده است.

روش رایج برای مطالعه رفتار پویای متغیرهای اقتصادی و مالی، استفاده از مدل‌های گوناگون سری زمانی می‌باشد. جهت پیش بینی داده‌های سری زمانی، مدل‌های خطی همانند مدل‌های خود رگرسیونی (AR) و میانگین متحرک (MA) و یا ترکیبی از این مدل‌ها (ARMA) دارای شهرت بیشتری می‌باشند. گرچه این مدل‌ها در بسیاری از موارد موفق عمل نموده‌اند، ولی در توضیح رفتارهای غیرخطی همچون عدم تقارن ناتوان هستند. در دو دهه‌ی اخیر، شاهد رشد سریع مدل‌های سری زمانی غیرخطی بوده‌ایم. البته مدل‌های غیرخطی نیز مدل‌های ایده‌آلی نبوده و محدودیت‌های خاص خود را دارند. از جمله مدل‌های غیرخطی می‌توان به مدل‌های آستانه‌ای اشاره کرد. مدل‌های آستانه‌ای بر حسب چگونگی تعدیل متغیر حول سطح آستانه طبقه‌بندی می‌شوند. برخی از مدل‌های خود رگرسیونی آستانه‌ای (TAR) به صورت ملایم از یک رژیم به رژیم دیگر انتقال می‌یابند، مانند مدل‌های خودرگرسیونی آستانه‌ای ملایم (STAR)؛ و برخی به

در حال انتشار (In Press)

سرعت انتقال می‌یابند، مانند مدل‌های مارکوف-سویچینگ (MS). مدل مارکوف-سویچینگ که توسط همیلتون در سال ۱۹۸۹ مطرح شد و به مدل تغییر رژیم نیز شناخته می‌شود، یکی از مشهورترین مدل‌های سری زمانی غیرخطی می‌باشد. این مدل از چندین معادله برای توضیح رفتار متغیرها در رژیم‌های مختلف استفاده می‌کند. علت اینکه از واژه تغییر رژیم استفاده می‌شود این است که، یک متغیر سیاستی ممکن است در دوره‌ای از زمان معین دارای یک رفتار و فرآیند باشد و در دوره‌ای دیگر رفتار دیگری از خودش نشان دهد. لذا چنانچه در بررسی فرآیند متغیر مورد نظر، این موضوع نادیده گرفته شود، نتایج تورش داری بدست خواهد آمد.

در روش مارکوف، وقایع به m واقعه تقسیم می‌شوند که s_t، واقعه‌ی امt و $(t = 1،2،\dots m)$ می‌باشد. در اینجا هر واقعه می‌تواند بیانگر یک تغییر رژیم باشد. همچنین که s_t می‌تواند واقعه‌ای باشد که در زمان t رخ داده است و منجر به تغییر متغیر مورد نظر (مثلاً Y_t) در زمان t می‌شود. به عبارت دیگر فرض می‌شود که Y_t همراه با متغیر غیرقابل مشاهدهٔ s_t تغییر جهت می‌دهد. s_t نیز متغیری است که اعداد ۲،۱ و ... را اختیار می‌کند، بنابراین می‌توان نوشت (فلاحی و رودریگز[1]، ۲۰۰۷):

$$P(Y_t|Y_1،Y_2، \dots . Y_{t-1}) = P(Y_t|Y_{t-1}) \qquad (8)$$

معادله‌ی فوق بیان می‌کند که توزیع احتمال Y در هر زمانی مانند t، فقط بستگی به وضعیت آن در زمان t-1 دارد، لذا در فرآیندهای مارکوف، وابستگی مسیر برای متغیرها قابل تصور نمی‌باشد. قوت این مدل در انعطاف‌پذیری است که امکان در نظر گرفتن تغییرات واریانس بین فرآیندها را همراه با تغییر در میانگین فراهم می‌سازد.

تابع چگالی شروطی y_t نسبت به s_t با فرض توزیع نرمال را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$f(y_t|s_t) = \frac{1}{\sigma_{st}\sqrt{2\pi}} exp\left(\frac{-(y_t-\mu_{st})^2}{2\sigma_{st}^2}\right) \qquad (9)$$

برای $s_t = 0،1$

در این مقاله با استفاده از مدل مارکوف-سوئیچینگ و داده‌های سری زمانی رشته آتش-سوزی، حق بیمه تولیدی برای سال بعد پیش بینی خواهد شد.

۵. برآورد مدل و تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش

۵– ۱. آزمون پایایی متغیرهای پژوهش

قبل از تخمین با روش‌های ارزش در معرض ریسک و مارکوف-سوئیچینگ، لازم است مانایی متغیرهای پژوهش یعنی ضریب خسارت و رشد حق بیمه مورد آزمون قرار گیرد. لازم به ذکر است در مورد الگوهای آستانه‌ای نظیر الگوی مارکوف سوئیچینگ (MS)، باید این دو نکته اساسی را مد نظر قرار داد: اولاً، فرانسیس و وندیک (۲۰۰۰)[2] به این نکته اشاره می‌کنند که شواهد اندکی وجود دارد که این الگوها بتواند سری‌های زمانی مانا خلق کنند

1 -Fallahi and Rodriguez

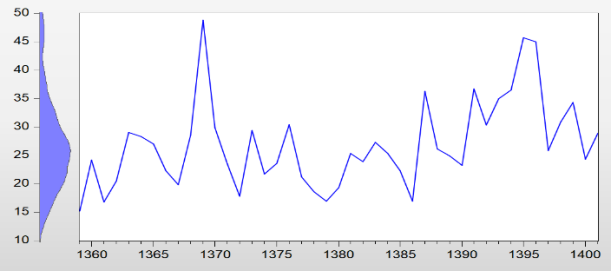
2. Franses and Van Dijk

در حال انتشار (In Press)

(زاپاتا و گوتیر[1]، ۲۰۰۳). بنابراین، قبل از بررسی روابط غیرخطی، انجام آزمون‌های ریشه واحد جهت بررسی مانایی متغیرها کاملاً ضروری است. ثانیاً، در اکثر کارهای تجربی با روش غیرخطی به منظور بررسی مانایی متغیرها از آزمون‌های ریشه واحد با رویکرد خطی استفاده می‌شود. در استفاده از نتایج این آزمون‌ها در روش‌های غیرخطی باید در نظر داشت که چون ممکن است رفتار آزمون‌های ریشه واحد در روش‌های غیرخطی تغییر کند، بنابراین این احتمال وجود دارد که نتایج عاری از ایراد نباشند. بنابراین استفاده از آزمون ریشه واحد غیرخطی - که توانایی لحاظ شکست‌های ساختاری را داشته باشند - هنگام استفاده از الگوهای غیرخطی و نامتقارن کاملاً ضروری می‌باشد (رودریگوئز و اسلوبدا[2]، ۲۰۰۵ و منتظری شورکچالی، ۱۴۰۰).

در این مطالعه از داده‌های سری زمانی (حق بیمه و نسبت خسارت) رشته آتش سوزی در صنعت بیمه طی سال‌های ۱۳۵۹ الی ۱۴۰۱ استفاده شده است. در نمودار زیر سری زمانی نسبت خسارت رشته آتش‌سوزی نمایش داده شده است؛

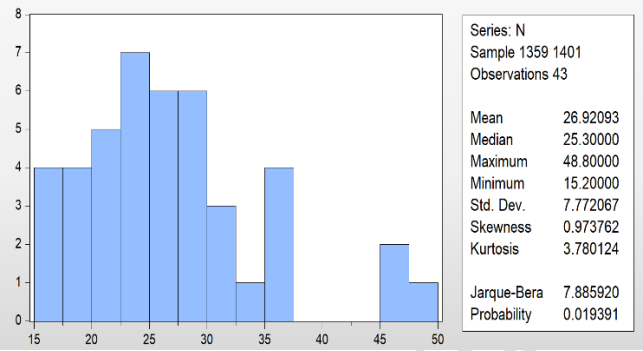
نمودار۲. سری زمانی نسبت خسارت رشته آتش-سوزی صنعت بیمه



مأخذ: محاسبات پژوهش

همچنین در نمودار ۲ آمار توصیفی متغیر نسبت خسارت به تصویر کشیده شده است؛

نمودار۳. آمار توصیفی نسبت خسارت رشته آتش-سوزی صنعت بیمه



مأخذ: محاسبات پژوهش

همان گونه که ملاحظه می‌شود شاخص چولگی توزیع نسبت خسارت برابر با ۰.۹۷۳ است که نشان می‌دهد توزیع دارای چولگی مثبت و به اصطلاح چوله به راست است. همچنین شاخص کشیدگی برابر با ۳.۷۸ است که نشان می‌دهد توزیع مربوطه از توزیع نرمال (کشیدگی۳) کشیده‌تر است.

بر این اساس در مطالعه حاضر نیز پایایی متغیرها با استفاده از آزمون دیکی – فولر تعمیم‌یافته با لحاظ

1. Zapata and Gauthier

2. Rodriguez and Sloboda

در حال انتشار (In Press)

شکست ساختاری[1] مورد بررسی قرار گرفته که نتایج در قالب جدول شماره ۲ گزارش شده است. بر اساس نتایج گزارش شده در این جدول، متغیرهای ضریب خسارت و رشد حق بیمه رشته آتش‌سوزی صنعت بیمه مانا می‌باشند و استفاده از مقادیر سطح این متغیرها در قالب الگوی‌های رگرسیونی بلامانع خواهد بود؛

جدول ۲: نتایج آزمون ریشه واحد دیکی – فولر تعمیم‌یافته با لحاظ شکست ساختاری

نام متغیر	t-statistic	Breakpoint	Prob. (Breakpoint)
ضریب خسارت	-۵/۴۲	۱۳۹۰	< ۰/۰۱
رشد حق بیمه	-۴/۸۹	۱۳۶۸	۰/۰۱۳

مأخذ: محاسبات پژوهش

* اعداد داخل پرانتز سال مربوط به شکست ساختاری را نشان می‌دهند.

مقادیر بحرانی

نوع آزمون	۱٪	۵٪	۱۰٪
ADF Test with a Breakpoint	-۴/94	-۴/۴۴	-۴/19

مأخذ: محاسبات پژوهش

۵-۲.تخمین ارزش در معرض ریسک برای ضریب خسارت

دو روش اصلی برای پیش‌بینی VAR وجود دارد: روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک. در برخی موارد خاص ممکن است ترکیبی از این دو روش را نیز ببینیم. پیش‌بینی ریسک به روش ناپارامتریک، همان روش شبیه سازی تاریخی[2] (HS) است. و از توزیع تجربی داده‌ها برای به دست آوردن پیش‌بینی ریسک استفاده می‌کند. شبیه سازی تاریخی، روشی ساده برای پیش‌بینی ریسک است و بر پایه این فرض است که تاریخ خودش را تکرار می‌کند. بدین معنی که انتظار بر این است بازده دوره بعد، یکی از بازده‌های مشاهده شده در گذشته باشد. در پیش‌بینی به روش تاریخی، همه‌ی مشاهدات تاریخی وزنی برابر دارند. این روش به مشاهدات پرت کمتر حساس است و خطاهای برآورد را مثل روش‌های پارامتریک ندارد. مزایای دیگر این روش، به خصوص هنگام کار کردن با پورتفوی مشخص می‌شود. زیرا این روش از راهی که دیگر روش‌ها نمی‌توانند، وابستگی‌های غیرخطی را اندازه می‌گیرد (هاشمی نژاد و عبداللهی، ۱۳۹۵). در جدول زیر نتایج استفاده از روش داده‌های تاریخی گزارش شده است؛

جدول3.تخمین ارزش در معرض ریسک با استفاده از روش شبیه سازی تاریخی

مقدار ارزش در معرض ریسک در سطح ۹۹٪	٪ ۴۷/۴

مأخذ: محاسبات پژوهش

1. Augmented Dickey-Fuller (ADF) Tests with A Breakpoint

2 -Historical Simulation

(In Press) در حال ویرایش

در روش‌های ناپارامتریک، به مدل‌های آماری و برآورد کردن پارامترها نیازی نیست. در مقابل، روش-های پارامتریک بر پایه برآورد توزیع بازده‌ها و سپس پیش بینی ریسک با استفاده از توزیع برآورد شده هستند. برای اغلب موارد، اولین گام پیش بینی ماتریس واریانس-کواریانس است. معمولا روش‌های MA، EWMA، GARCH، برای پیش بینی ماتریس واریانس-کواریانس استفاده می‌شوند. این روش‌ها اغلب با توزیع نرمال و به ندرت نیز با توزیع t استیودنت استفاده می‌شوند و برای دیگر توزیع‌های شرطی به کار نمی‌روند. اغلب روش پارامتریک را روش واریانس-کواریانس نیز می‌نامند. از آنجا که یکی از حقایق آشکار شده در بازارهای مالی، خوشه-های نوسان است؛ محاسبه ارزش در معرض ریسک با استفاده از مدل‌های با وابستگی زمانی نوسان، در مقایسه با دیگر مدل‌های پارامتریک، دارای پیش بینی قوی‌تری است. در مدل‌های با وابستگی زمانی نوسان، روش GARCH جهت محاسبه VAR در مقایسه با MA و EWMA پیش بینی قوی تری را خواهد داشت (سوری، ۱۴۰۰).

در مدل‌های اقتصاد سنجی سنتی، ثابت بودن واریانس جملات اخلال همواره یکی از فروض اصلی و کلاسیک به حساب می‌آید؛ در صورتی که جهت استفاده از مدل GARCH باید جملات اخلال دارای ناهمسانی واریانس باشند. جهت آزمون ناهمسانی واریانس از آزمون LM-TEST استفاده می‌شود. در جدول زیر نتایج آزمون LM-TEST گزارش شده است؛

جدول4.نتایج آزمون LM-TEST

	مقدار عددی	مقدار احتمال
آماره F	۳/۶۲	۰/۰۳
آماره کای دو	۶/۵۹	۰/۰۳
ARCH1	۰/۳۸	۰/۰۱
ARCH2	۰/۰۱	۰/۹۳

مأخذ: محاسبات پژوهش

با توجه به مقدار آمارهF و کای دو و همچنین سطح معناداری، وجود ARCH تایید می‌شود. همچنین مدل‌های مختلف GARCH مورد تخمین قرار گرفت که با توجه به آماره‌های آکائیک، شواترز و هنان کوئین، بهترین تصریح مدل GARCH(1.1) می‌باشد. نتایج تخمین مدل GARCH(1.1) در جدول ۵ نمایش داده شده است؛

جدول5.نتایج تخمین GARCH(1.1)

	ضریب	مقدار احتمال
ARCH1	-۰/۰۹	۰/۰۲
GARCH1	۱/۰۵	۰/۰۰
GARCH = 1.74861787175 - 0.0902781539329*RESID(-1)^2 + 1.05069097402*GARCH(-1)		

مأخذ: محاسبات پژوهش

در مرحله بعد با استفاده از نتایج مدل GARCH، ارزش در معرض ریسک محاسبه گردید که نتایج در جدول ۶ گزارش می‌شود؛

جدول6.تخمین ارزش در معرض ریسک با استفاده از روش GARCH

مقدار ارزش در معرض ریسک در سطح ۹۹٪	٪ ۵۷/۷

مأخذ: محاسبات پژوهش

حال سؤالی که مطرح می‌شود، این است که بهترین مدل پیش‌بینی ریسک بین مدل تاریخی و GARCH چگونه انتخاب می‌شود؟ شاید بتوان مدل-های مختلف را با آزمون معناداری پارامترها و یا تحلیل پسماندها تشخیص داد، اما این روش‌ها در اکثر موارد برای مشخصه‌ی پیش‌بینی ریسک مناسب نیستند. یکی از روش‌هایی که می‌توان برای مقایسه‌ی مدل‌های ریسک مختلف استفاده کرد، پس‌آزمایی[1] است. در این روش، پیش‌بینی‌های ارزش در معرض ریسک مدل‌های تاریخی و GARCH با نتایج واقعی مقایسه می‌شود و هر زمان که زیان‌ها از VAR بیشتر شد، یک تخطی از VAR رخ داده است (هاشمی نژاد و عبداللهی، ۱۳۹۵). نسبت تخطی[2] برابر است با:

VR=تعداد تخطی مورد انتظار/تعداد تخطی مشاهده شده

جدول7.نسبت تخطی

نسبت تخطی برای روش داده‌های تاریخی	۲
نسبت تخطی برای روش GARCH	۰

مأخذ: محاسبات پژوهش

همچنین اختلاف Var محاسباتی و حداکثر مقدار مشاهده متغیر واقعی، به عنوان بیش برآورد ریسک محسوب می‌شود. که در جدول ۸ نتایج گزارش شده است؛

جدول۸.بیش برآورد ریسک

نسبت تخطی برای روش داده‌های تاریخی	-۱/۳۵
نسبت تخطی برای روش GARCH	۸/۹

مأخذ: محاسبات پژوهش

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، روش GARCH به اندازه ۸.۹ واحد بالاتر از حداکثر مقدار مشاهده واقعی ضریب خسارت محاسبه شده است. در مجموع و با بررسی دو شاخص پس آزمایی و مدل‌سازی اوراق بهادار بیمه‌ای در دو روش، روش داده‌های تاریخی نتایج بهتری را به ما می‌دهد و مبنای محاسبات بخش طراحی اوراق بهادار بیمه‌ای خواهد بود.

۵-۳.تخمین و نتایج پیش‌بینی حق بیمه با استفاده از روش مارکوف-سوئیچینگ

از نظر همیلتون[3] (۱۹۹۴) رفتار بسیاری از متغیرهای سری زمانی در دوره‌های مختلف و حسب مقتضیات زمانی متفاوت خواهد بود. همیلتون (۱۹۹۴) تأکید کرده است که عواملی نظیر بحران‌های اقتصادی، تغییر در سیاست‌های دولت، جنگ و هراس مالی، می‌توانند رژیم‌ها یا وضعیت‌های متفاوتی را برای متغیرهای اقتصادی ایجاد نمایند.

1 -Backtesting
2 -Violation Ratio

3. Hamilton

در حال انتشار (In Press)

بنابراین مطالعه رفتار متغیرها در چنین بستری در قالب رویکردهای خطی ممکن است عاری از خطا نباشد (دسچامپس[1]، ۲۰۰۸). بر این اساس و با توجه به اینکه در دوره زمانی تحت مطالعه (۱۴۰۱-۱۳۵۹) به دلیل وقوع جنگ تحمیلی، اصلاحات اقتصادی مختلف و وقوع تحریم‌های متعدد در سال‌های مختلف، احتمال بروز رفتار نامتقارن از متغیرهای اقتصادی در اقتصاد ایران بالا است، در این مطالعه جهت پیش‌بینی نرخ رشد حق بیمه تولیدی در سال ۱۴۰۲ از روش مارکوف-سوئیچینگ بهره گرفته شده است.

بر اساس روش‌شناسی الگوهای مارکوف سوئیچینگ، الگوی بهینه بین چهار حالت الگوهای مارکوف سوئیچینگ در میانگین (MSM)، عرض از مبدأ (MSI)، ضرایب جملات خود رگرسیون (MSA) و ناهمسانی در واریانس (MSH) و یا ترکیب آن‌ها، با کمک معیارهای اطلاعاتی شوارتز (SC) و آکائیک (AIC) انتخاب می‌شود. برای این منظور، در این مطالعه الگوهای مختلف مارکوف سوئیچینگ با لحاظ رژیم‌ها و وقفه‌های مختلف برآورد و بر اساس مقدار معیارهای اطلاعاتی شوارتز و آکائیک مقایسه شدند و نهایتاً الگوی MSA(2)-AR(3) به عنوان الگوی بهینه انتخاب شد که نتایج برآورد آن در جدول ۹ ارائه شده است. لازم به ذکر است با هدف ارزیابی الگوی برآورد شده، آزمون‌های تشخیصی لازم انجام گرفته که نتایج در قالب همین جدول گزارش شده است. بر اساس ارزش احتمال‌های آماره کای دو آزمون‌های Portmanteau و Normality فرضیه صفر این آزمون‌ها مبنی بر عدم وجود خطای خود همبستگی و نرمال بودن پسماندها و بر اساس ارزش احتمال آماره F آزمون ARCH فرضیه صفر این آزمون مبنی بر عدم وجود ناهمسانی واریانس مشروط به خود رگرسیونی (ARCH) در سطح اعتماد مناسبی رد نمی‌شود. بنابراین و مطابق با آزمون‌های تشخیصی، الگوی تخمین زده شده از نظر کیفی قابل قبول ارزیابی می‌شود.

جدول ۹: نتایج برآورد الگوی MSA(2)-AR(3) مربوط به رشد حق بیمه

متغیر	ضریب	tآماره	سطح احتمال tآماره
رژیم صفر			
عرض از مبدأ	۳۱/۹۸	۷/۰۰	۰/۰۰۰
PRE (-1)	۰/۲۸	۲/۷۳	۰/۰۱۱
PRE (-2)	۰/۴۲	۴/۷۲	۰/۰۰۰
PRE (-3)	-۰/۴۵	-۴/۲۶	۰/۰۰۰
رژیم یک			
عرض از مبدأ	۱۸/۰۵	۲/۸۸	۰/۰۰۸
PRE (-1)	۰/۳۰	۲/۸۳	۰/۰۰۸
PRE (-2)	۰/۱۴	۰/۷۷۶	۰/۴۴۵

1. Deschamps

PRE (-3)	-۰/۳۱	-۱/۷۹	۰/۰۸۵

AIC= ۸/۱۶ SC= ۸/۶۳

Linearity LR-test Chi^2(6) = ۱۴/۶۲ [۰/۰۲۳]

p_ {0|0} = ۰/۵۷۴۸ p_ {1|1} = ۰/۵۹۲۰

p_ {0|1} = ۰/۴۲۵۲ p_ {1|0} = ۰/۴۰۸۰

Normality Test: Chi^2(2) = ۰/۰۳ [۰/۹۸۶]

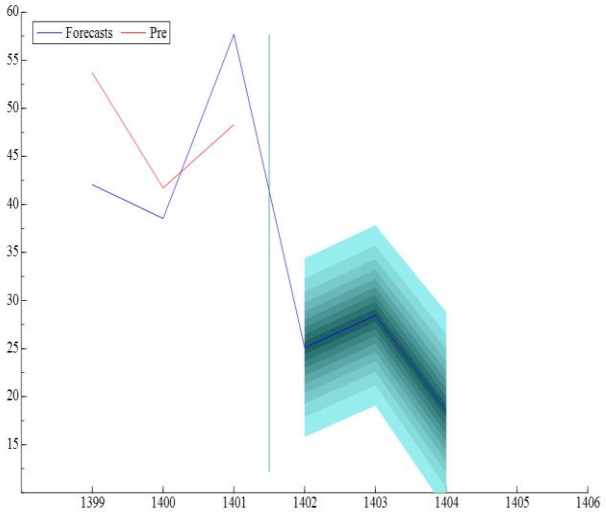
ARCH 1-1 Test: F (1,25) = ۰/۰۰ [۰/۹۹۷۷]

Portmanteau (6): Chi^2(6) = ۳/۰۵ [۰/۸۰۲]

مأخذ: محاسبات پژوهش

در گام بعد و با استفاده از الگوی MSA(2)-AR(3) برآورده شده، به پیش‌بینی نرخ رشد حق بیمه تولیدی پرداخته شده که نتایج در قالب نمودار ۵ ارائه شده است. بر اساس نمودار، نرخ رشد حق بیمه تولیدی در سال ۱۴۰۲ معادل ۲۵/۲۱۹ درصد برآورد شده است؛

نمودار۴: پیش‌بینی نرخ رشد حق بیمه تولیدی با استفاده از الگوی MSA(2)-AR(3)



مأخذ: محاسبات پژوهش

۵-۴.طراحی اوراق ILS

انواع مختلف ILS توسط یک شرکت تابعه شرکت بیمه منتشر می‌شوند که در مقابل دریافت بهره‌ی اضافی، دارنده اوراق ILS ریسک قرارداد بیمه اتکایی را بر عهده می‌گیرد. با توجه به شرایط این اوراق، نرخ بهره یا اصل مبلغ قرضه می‌تواند مورد ادعای مالی (مطالبه) قرار گیرد. معمولاً دارندگان اوراق ILS، نرخ بهره‌ی بیشتری را در مقایسه با نرخ بهره عادی دریافت می‌کنند و از طرف دیگر احتمال کمی وجود دارد که زیان هنگفتی را بر وی تحمیل نماید (گوتزه و گورتلر، ۲۰۱۹).

در حال حاضر انواع مختلفی از اوراق بهادار بیمه‌ای در جهان در حال انتشار است و تنوع این نوع از اوراق بهادار در بازار سرمایه جهانی به نحو چشم‌گیری افزایش یافته است. در این بخش، ما در چارچوب قرارداد مازاد زیان در مدت معین و در رشته آتش سوزی و برای کل صنعت بیمه، به طراحی اوراق ILS خواهیم پرداخت. محاسبات حق بیمه و سرمایه قرارداد مازاد خسارت، بر اساس سناریو سازی و روش داده‌های تاریخی محاسبه شده است. محاسبات به گونه‌ای بوده که اولاً، مشکل فقهی چاپ این اوراق رفع گردد؛ یعنی به اصل سرمایه دارندگان اوراق، خدشه‌ای وارد نشود و به نوعی تضمین اصل سرمایه محسوب می‌شود. دوم اینکه، عایدی انتظاری این اوراق بیشتر از نرخ سود بدون ریسک در بازار سرمایه باشد تا خریداران ترغیب به خرید این اوراق گردند. سوم اینکه نسبت پوشش اتکایی به حق بیمه برای

صنعت بیمه جذاب باشد. در جدول ۱۰ با استفاده از نتایج مارکوف-سوئیچینگ و ارزش در معرض خطر در مراحل قبلی و به کارگیری رهیافت سناریو سازی، به طراحی اوراق مازاد ضریب خسارت پرداختیم؛

جدول۹. طراحی اوراق مازاد ضریب خسارت

	مقدار
پیش‌بینی رشد حق بیمه با استفاده از مدل مارکوف-سوئیچینگ در سال ۱۴۰۲	۲۵.۲٪
حق بیمه ۱۴۰۱	۷۸.۵۸۶ میلیارد ریال
پیش‌بینی حق بیمه ۱۴۰۲	۹۸.۳۸۹ میلیارد ریال
ارزش در معرض ریسک ضریب خسارت با استفاده از روش تاریخی	۴۷.۴٪
لنگرگاه ضریب خسارت صنعت بیمه برابر با میانگین	26.9%
میزان حد تعهد مورد نیاز صنعت بیمه (تفاوت لنگرگاه و ارزش در معرض ریسک)	۲۰.۵٪
عدد ریالی حد تعهد (حاصل ضرب پیش‌بینی حق بیمه۱۴۰۲ در ۲۰.۵٪)	۲۰.۱۷۰ میلیارد ریال
سرمایه قرارداد بیمه‌ای ۲.۵ برابر حد تعهد (بخشی از سرمایه در معرض ریسک باشد)	۵۱.۲٪
عدد ریالی سرمایه قرارداد بیمه‌ای	۵۰.۴۲۵ میلیارد ریال
میانگین انحراف مثبت از میانگین (حق بیمه سر به سر در روش داده‌های تاریخی)	۲.۹
حق بیمه مازاد بر سربه سر (جهت پوشش ریسک‌های فاجعه آمیز و سود دارنده اوراق)	۱.۱
حق بیمه کل (با روش سناریو سازی)	۴
حق بیمه مجدد (در صورت حادث شدن خسارت به اندازه کل حد تعهد)	۰.۱
پاداش عدم خسارت	۲۰٪
سود ثابت اوراق (با نرخ ۳۲٪ سود)	۱۶.۴٪

مأخذ: محاسبات پژوهش

۶.جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این قسمت، با استفاده از داده‌های تاریخی و استفاده از سناریو سازی در حالت‌های ۳گانه بدبینانه، خوش‌بینانه و مورد انتظار، حداکثر سود، حداکثر زیان و سود انتظاری دارندگان اوراق بهادار مازاد ضریب خسارت پیش‌بینی شده است؛

جدول۱۰. پیش‌بینی نرخ بازدهی دارندگان اوراق

	طبق ضریب خسارت کل	تقسیم بر ۵۱/۲٪ سرمایه (معیار بازدهی)
سود متغیر انتظاری	٪ ۱/۱	
سود کل انتظاری	٪ ۱۷/۵	٪ ۳۴/۱
حداکثر سود (بدون خسارت بودن قرارداد در پایان دوره)	٪ ۱۹/۶	٪ ۳۸/۲
حداکثر زیان (حادث شدن خسارت به اندازه کل حد تعهد،)	۰٪	۰٪

مأخذ: محاسبات پژوهش

اگر سرمایه‌گذاری در اوراق ILS با بازدهی بالا متناسب با ریسک پایه همراه باشد، مورد استقبال بیشتری قرار خواهد گرفت (دمیروگلو، ۲۰۱۲). همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، بر اساس داده‌های تاریخی و پیش‌بینی بر اساس این داده‌ها، نرخ بازده انتظاری اوراق طراحی شده برای دارندگان اوراق ILS برابر با ۳۴.۱٪ می‌باشد. این نرخ بازده، بالاتر از نرخ بازده بدون ریسک در بازار سرمایه است. در محاسبات نرخ بازده بدون ریسک ۳۲٪ در نظر گرفته شده است. این بازدهی بیشتر می‌تواند اوراق ILS را برای سرمایه گذاران در بازار سرمایه جذاب کند. همچنین حداقل بازده این اوراق برابر با ۰٪ می‌باشد، یعنی اصل سرمایه خریداران اوراق ILS تضمین می‌گردد و ایراد فقهی این اوراق مبنی بر کاهش اصل سرمایه خریداران اوراق ILS نیز مرتفع خواهد شد.

از سمت دیگر صنعت بیمه با پرداخت ۱.۱ واحد از حق بیمه، تا ۲۰.۴٪ (بعد از کسر حق‌بیمه اتکایی مجدد) دارای پوشش خواهد بود. اوراق مربوطه موجب می‌شود ضریب خسارت حول عدد میانگین بلند مدت خود با واریانس بسیار پایین نوسان کند و از نوسانات زیاد در ضریب خسارت جلوگیری کند. اوراق بهادار بیمه‌ای این امکان را به شرکت‌های بیمه خواهد داد تا بخشی از ریسک را به افراد و شرکت‌های دیگر فعال در بازار سرمایه انتقال دهند. میزان حد تعهدی که در رشته آتش‌سوزی از طریق اوراق ILS از صنعت بیمه به بازار سرمایه انتقال خواهد یافت، برا با ۲۰.۵٪ حق‌بیمه حق بیمه می‌باشد. در واقع میزان تاب آوری صنعت بیمه در رشته آتش‌سوزی بعد از استفاده از ابزار ILS، به میزان ۲۰.۵٪ رشد خواهد داشت.

در سمت بازار سرمایه نیز، به دلیل عدم ریسک سیستماتیک این اوراق، متنوع سازی پرتفوی با هدف کاهش مقدار ریسک، با کارایی بیشتری قابل پیاده سازی می‌باشد. از جمله مزایای ILS برای سرمایه‌گذاران، متنوع‌سازی مناسب پرتفوی اوراق با درآمد ثابت خود، با این اوراق می‌باشد؛ زیرا همبستگی بازدهی این اوراق با همبستگی بازده‌های بازار سرمایه بسیار کم است و از طرف دیگر همبستگی[1] زیادی نیز با ریسک نرخ بهره[2] و ریسک اعتباری[3] سایر اوراق ندارد. وجوه دریافتی از سرمایه‌گذاران توسط نهاد واسط، در سرمایه‌گذاری‌های باکیفیت سرمایه‌گذاری شده و ریسک اعتباری آن بسیار کم است.

تامین مالی

نویسندگان اعلام کردند که هیچ حمایت مالی برای این پژوهش وجود ندارد.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام کردند که هیچگونه تضاد منافع برای این پژوهش وجود ندارد.

1- Correlation
2- Interest Rate Risk
3- Credit Risk

در حال انتشار (In Press)

مشارکت نویسندگان

نویسندگان در مفهوم‌سازی و نگارش مقاله مشارکت داشتند. همه نویسندگان محتوای مقاله را تایید کردند و در مورد تمام جنبه‌های کار توافق داشتند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از مسئولین و داوران مجله تشکر می‌کنند.

۷.منابع

1. Ahadi, A (2015). The nature and application of reinsurance, *Insurance Research Institute Publications* (in persian). https://www.gisoom.com/book/11279540
2. Asgari M, M Mehdi, Sadeghi Shabhani M & Siflo S (2016), "Designing oil risk bonds based on insurance securities with the purpose of insurance", *Islamic Financial Research Journal*, 12(32), page of 224 to 193 (in Persian). https://www.noormags.ir/view/en/articlepage/1278654.
3. Brandon, K., & Fernandez, F. (2005). Financial innovation and risk management: An introduction to credit derivatives. *Journal of Applied Finance*, *15*(1). https://papers.ssrn.com/sol۳/papers.cfm?abstract_id=۷۸۰۷۲۶
4. Braun, A., Ammar, S. B., & Eling, M. (2019). Asset pricing and extreme event risk: Common factors in ILS fund returns. *Journal of Banking & Finance*, *102*, 59-78. https://ideas.repec.org/a/eee/jbfina/v۱۰۲y۲۰۱۹icp۵۹-۷۸.html
5. Bruneckiene, J., Pekarskiene, I., Palekiene, O., & Simanaviciene, Z. (2019). An assessment of socio-economic systems' resilience to economic shocks: The case of Lithuanianregions. *Sustainability*, *1 1*(3), 566. https://www.mdpi.com/۲۰۷۱-۵۶۶/۳/۱۱/۱۰۵۰
6. Chang, C. C., Lin, S. K., & Yu, M. T. (2011). Valuation of catastrophe equity puts with Markov-modulated Poisson processes. *Journal of Risk and Insurance*, *78*(2), 447-473. https://fin.nkust.edu.tw/uploads/journal_paper_file/journal_file/۵ea۲bac۴۱d۴۱c۸۶۱۸۹۰۰۹ac۱۲۵/۶_faa۷a۷e۵.pdf
7. Chris Brooks, translated by Badri Ahmad, Abdul Baghi Abdul Majid and Peymani Muslim (۲۰۰۸). An introduction to financial econometrics, *Mehraban Publishing House*. https://new.mmf.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/03/brooks_econometr_finance_2nd.pdf
8. Clark, S. P., Dickson, M., & Neale, F. R. (2016). Portfolio diversification effects of catastrophe bonds. *Available at SSRN 2806432*. https://papers.ssrn.com/sol۳/papers.cfm?abstract_id=۲۸۰۶۴۳۲
9. Cummins, J. D., & Weiss, M. A. (2009). Convergence of insurance and financial markets: Hybrid and securitized risk-transfer solutions. *Journal of Risk and Insurance*, *76*(3), 493-545. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/۱۰/۱۱۱۱/j.۱۵۳۹-۶۹۷۵/۲۰۰۹/۰۱۳۱۱.x
10. Cummins, J. D., Lalonde, D., & Phillips, R. D. (2004). The basis risk

of catastrophic-loss index securities. *Journal of Financial Economics*, *71*(1), 77-111. https://ideas.repec.org/a/eee/jfinec/v٧١y٢٠٠٤i١p٧٧-١١١.html

11. De Mey, J. (2007). Insurance and the capital markets. *The Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice*, *32*(1), 35-41. https://link.springer.com/article/١٠.١٠٥٧/palgrave.gpp.٢٥١٠١١٤
12. Dehghan A, Fahimi A & Fernia Pone (2017), Securitization of natural disaster insurance in Iran's insurance industry, *Science Investment Research Quarterly, 7th year, number* 27. Page 277-298 (in Persian). https://www.sid.ir/paper/188101/fa
13. Fallahi, F. & Rodríguez, G. (2007). Using Markov-Switching Models to Identify the Link between Unemployment and Criminality. *Working Paper University of Ottawa.* https://ideas.repec.org/p/ott/wpaper/0701e.html
14. Franses, P. H., & Van Dijk, D. (2000). Non-linear time series models in empirical finance. *Cambridge university press.* https://pzs.dstu.dp.ua/DataMining/times/bibl/Franses.pdf
15. Götze, T., & Gürtler, M. (2020). Risk transfer and moral hazard: An examination on the market for insurance-linked securities. *Journal of Economic Behavior & Organization*, *180*, 758-777. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S٠١٦٧٢٦٨١١٩٣٠٢٠٠٨
16. Gürtler, M., Hibbeln, M., & Winkelvos, C. (2016). The impact of the financial crisis and natural catastrophes on CAT bonds. *Journal of Risk and Insurance*, *83*(3), 579-612. https://papers.ssrn.com/sol٣/papers.cfm?abstract_id=٢١٤٠٦٥٣
17. Hashminejad M & Abdullahi M, R (2014), "Prediction of financial risk", *Bors Publications* (in Persian). https://www.gisoom.com/book/11212548
18. Lee, J. P., & Yu, M. T. (2002). Pricing default-risky CAT bonds with moral hazard and basis risk. *Journal of Risk and Insurance*, 25-44. https://www.researchgate.net/publication/٢٢٨٢٨٩٨٤٩_Pricing_Default-Risky_Cat_Bonds_With_Moral_Hazard_and_Basis_Risk
19. Lee, J. P., & Yu, M. T. (2007). Valuation of catastrophe reinsurance with catastrophe bonds. *Insurance: Mathematics and Economics*, *41(2), ٢٦٣-278.* https://www.researchgate.net/publication/٢٢٢١٢٨٧٣٦_Valuation_of_Catastrophe_Reinsurance_With_Catastrophe_Bonds
20. Liu, H., Tang, Q., & Yuan, Z. (2021). Indifference pricing of insurance-linked securities in a multi-period model. *European Journal of Operational Research*, *289*(2), 793-805. https://ideas.repec.org/a/eee/ejores/v٢٨٩y٢٠٢١i٢p٧٩٣-٨٠٥.html
21. Ma, Z. G., & Ma, C. Q. (2013). Pricing catastrophe risk bonds: A mixed approximation method. *Insurance: Mathematics and Economics*, *52*(2), 243-254. https://econpapers.repec.org/article/

27. Panter A, (2011). Risk Management and Financing, *Insurance Research Institute Publications* (in Persian). https://www.gisoom.com/book/1930904.
28. Pikarjo K & Rostami H (2008). Investigating the possibility of replacing catastrophic event risk securities with common reinsurance in the country's insurance industry, *Journal of Financial Studies*, 2(3), page 1-25 (in Persian). https://sanad.iau.ir/Journal/jfksa/Article/803002/FullText
29. Rai R & Saidi A (2014), "Fundamentals of Financial Engineering and Risk Management", *Samt Publications* (in Persian). https://www.gisoom.com/book/11300334
30. Rodríguez, G., & Sloboda, M. J. (2005). Modeling nonlinearities and asymmetries in quarterly revenues of the US telecommunications industry. *Structural Change and Economic Dynamics*, *16*(1), 137-158. https://ideas.repec.org/a/eee/streco/v١۶y٢٠٠۵i١p١٣٧-١۵٨.html
31. Shao, J., Papaioannou, A. D, & Pantelous, A. A. (2017). Pricing and simulating catastrophe risk bonds in a Markov-dependent environment. *Applied Mathematics and Computation*, 309, 68-84. https://ideas.repec.org/a/eee/apmaco/v٣٠٩y٢٠١٧icp۶٨-٨۴.html
32. Sterge, A. J., & van der Stichele, B. (2016). Understanding cat bonds. *The Journal of Alternative Investments*, *19*(1), 27. https://www.researchgate.net/publication/٣٠۴۶١٠۶٩١_Understanding_Cat_Bonds

eeeinsuma/v_٣a۵٢_٣ay_٣a٢٠١٣_٣ai_٣a٢_٣ap_٣a٢۴٣-٢۵۴.htm
22. MacMinn, R., & Richter, A. (2018). The choice of trigger in an insurance linked security: The mortality risk case. *Insurance: Mathematics and Economics*, *78*, 174-182. https://ideas.repec.org/a/eee/insuma/v٧٨y٢٠١٨icp١٧۴-١٨٢.html
23. Mahshid P, Zinali M, Salehi M, Seyyed A, & Badavar Nahandi Y (2023). Presentation of insurance securitization model using fuzzy Delphi method and Dimtel technique in environmental conditions of Iran, *Journal of Financial Engineering and Securities Management*, 14(55), page 108-130 (in Persian). https://sanad.iau.ir/Journal/fej/Article/1079021
24. Montazeri Shorkchali, J (2022). Investigating the effect of government financing methods on economic growth in Iran: Markov-switching approach. *Journal of Economic Policy*, 14(27), pp. 113-153 (in Persian). https://ep.yazd.ac.ir/article_2849.html
25. Muermann, A. (2008). Market price of insurance risk implied by catastrophe derivatives. *North American Actuarial Journal*, *12*(3), 221-227. https://ideas.repec.org/a/taf/uaajxx/v١٢y٢٠٠٨i٣p٢٢١-٢٢٧.html
26. Noy, I., & Yonson, R. (2018). Economic vulnerability and resilience to natural hazards: A survey of concepts and measurements. *Sustainability*, *10*(8), 2850. https://www.mdpi.com/٢٠٧١-٢٨۵٠/٨/١٠/١٠۵٠

https://ideas.repec.org/a/eee/ecofin/v٥٤y٢٠٢٠ics١٠٦٢٩٤٠٨٢٠٣٠١٠٨x.html

36. Zapata, H. O., & Gauthier, W. M. (2003). Threshold models in theory and practice. https://ideas.repec.org/p/ags/saeatm/٣٥١٤٧.html
37. Zhao, Y., & Yu, M. T. (2020). Predicting catastrophe risk: Evidence from catastrophe bond markets. *Journal of Banking & Finance*, *121*, 105982. https://www.researchgate.net/publication/٣٤٧٢٧٩٥٦٢_Predicting_catastrophe_risk_Evidence_from_catastrophe_bond_markets.
33. Suri, A (2021), Advanced Econometrics, *Noor Alam Publishing* (in Persian). https://www.novinbook.net/advanced-econometrics-sori-norelm
34. Surminski, S., Tanner, T., & Surminski. (2016). Realising the Triple Dividend of Resilience - A New Business Case for Disaster Risk Management '. *Berlin: Springer*. https://www.researchgate.net/publication/٣١١٤٢٥٤٤٣_Realising_the_Triple_Dividend_of_Resilience_-_A_New_Business_Case_for_Disaster_Risk_Management
35. Wang, X. (2020). Catastrophe equity put options with floating strike prices. *The North American Journal of Economics and Finance*, *54*, 101211.

(In Press)