

## Research Paper

# The Effect of Diversification of Virtual Currencies on Reducing Systemic Risk Using the Soft Transfer Regression Model Approach

Vahid Mahbobi Matin<sup>1</sup> , Yazdan Gudarzi Farahani<sup>\*2</sup> , Seyedabbas Borhani<sup>3</sup> , Hossein Moghadam<sup>4</sup> 

<sup>1</sup> Ph.D. student, Department of Management and Accounting, Qom branch, Islamic Azad University, Qom, Iran, Email: v. [mahbobi@iau.ac.ir](mailto:mahbobi@iau.ac.ir)

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Islamic Economics, Faculty of Economic and Administrative Sciences, University of Qom, Qom, Iran, Email: [y.gudarzi@qom.ac.ir](mailto:y.gudarzi@qom.ac.ir)

<sup>3</sup> Assistant Professor, Accounting Department, Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran, Email: [sa.sborhani1352@iau.ac.ir](mailto:sa.sborhani1352@iau.ac.ir)

<sup>4</sup> Assistant Professor, Accounting Department, Qom branch, Islamic Azad University, Qom, Iran, Email: [h.moghadam@iau.ac.ir](mailto:h.moghadam@iau.ac.ir)



[10.22080/mrl.2024.27081.2078](https://doi.org/10.22080/mrl.2024.27081.2078)

**Received:**

May 4, 2024

**Accepted:**

August 18, 2024

**Available online:**

May 31, 2025

**Keywords:**

Systemic risk, Financial crisis, Bitcoin, Conditional value at risk, Smooth transition regression model

**JEL Classification:**

G32, G01, P24, C58, B28

## Abstract

Cryptocurrencies such as Bitcoin, Ethereum, and Tether are known as coins, and by using encryption protocols or very complex coding systems, they encrypt the transfer of sensitive information and secure their exchange unit. The transactions of these currencies are recorded in the blockchain system, and their integrity can be verified. One of the most important topics raised in the financial markets is the awareness of the market's systemic risk, as it plays a significant role in the investors' decision-making. The purpose of this study was to estimate the effect of diversification of virtual currencies on reducing systemic risk from 2017 to 2024. In this regard, the CoVaR method was used to estimate the systemic risk. Smooth transition regression (STR) was also used to estimate the research model. The population of the present study was from the cryptocurrency market, and the statistical sample included Bitcoin, Ethereum, Tether, Litecoin, and Binance Coin. The results showed that the systemic risk in Bitcoin was much higher than in other cryptocurrencies. In addition, it was observed that the effect of the cryptocurrency portfolio diversification index on systemic risk is negative and non-linear, and an increase in the diversification of the cryptocurrency asset portfolio has led to a decrease in the systemic risk of all studied cryptocurrencies.

**\*Corresponding Author:** Yazdan Gudarzi Farahani

**Address:** Faculty of Economic and Administrative Sciences, University of Qom, Qom, Iran

**Email:** [y.gudarzi@qom.ac.ir](mailto:y.gudarzi@qom.ac.ir)



This work is licensed under the Creative Commons—Attribution—Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

© *University of Mazandaran*

## Extended Abstract

### 1. Introduction

Systemic risk refers to the risk of failure of the financial system or failure of the entire market. This risk can originate from instability or crisis in a financial market and be transferred to the entire financial system as a result of contagion. In other words, systemic risk refers to the degree of interconnectedness in a financial system where the failure of a financial institution can lead to the crisis of the entire system. The banking crises of decades ago and the 2008 financial crisis at the head of them caused macroeconomic policymakers to notice the discussion of systemic risk in financial markets.

The failure of financial institutions (defaulting on their obligations) causes systemic crises and imposes side effects on the rest of the economy, including the real sector. Therefore, systemic risk measurement is highly dependent on bankruptcy and related laws in other companies. Of course, the difference is that systemic risk measures the decrease in the value of shares of financial companies with high leverage.

Knowing that the virtual currency market has affected the economic and financial relations in the world and its influence is gradually increasing, and knowing that returns are associated with risk and none of the financial markets is not without risk, the current research aims to study and investigate the systemic risk of the virtual currency market by studying several currencies that are in high demand and have a high market value. In this regard, in this research, the systemic risk index was first estimated and calculated, then the limit and threshold effects in the systemic risk of virtual

currencies were estimated using non-linear and threshold models, and finally, the transmission and contagion of this risk between other virtual currencies was investigated. Also, using the diversification index of the asset portfolio of cryptocurrencies, its effect on systemic risk was estimated.

### 2. Method

The purpose of this study was to estimate the effect of diversification of virtual currencies on reducing systemic risk from 2017 to 2024. In this regard, the CoVaR method was used to estimate the systemic risk. Smooth transition regression (STR) was also used to estimate the research model. The population of the present study was from the cryptocurrency market, and the statistical sample included Bitcoin, Ethereum, Tether, Litecoin, and Binance Coin.

### 3. Results and Discussion

In the first equation, it was observed that the effect of cryptocurrency asset portfolio diversification on the systemic risk of Ethereum is equal to  $-0.34$  in the linear part of the regression equation and  $-0.41$  in the non-linear part. In the second equation, it was observed that the effect of cryptocurrency asset portfolio diversification on the systemic risk of Tether is equal to  $-0.28$  in the linear part of the regression equation and  $-0.35$  in the non-linear part. In the third equation, it was observed that the effect of cryptocurrency asset portfolio diversification on the systemic risk of Litecoin in the linear part of the regression equation is equal to  $-0.19$ , and in the non-linear part, it is equal to  $-0.24$ . In the fourth equation, it was observed that the effect of cryptocurrency asset portfolio diversification on the systemic risk of Bitcoin in the linear part of the regression

equation is equal to  $-0.56$ , while in the non-linear part, it is equal to  $-0.63$ . In the fifth equation, it was observed that the effect of cryptocurrency asset portfolio diversification on the systemic risk of Binance Coin is equal to  $-0.12$  in the linear part of the regression equation and  $-0.19$  in the non-linear part.

#### 4. Conclusion

The purpose of this study was to estimate the effect of diversification of virtual currencies on reducing systemic risk from 2017 to 2024. In this regard, the CoVaR method was used to estimate the systemic risk. Also, smooth transition regression (STR) was used to estimate the research model. The statistical population of the current cryptocurrency market study and the statistical sample included Bitcoin, Ethereum, Tether, Litecoin, and Binance Coin. The results showed that the systemic risk in Bitcoin was much higher than in other cryptocurrencies. In addition, it was observed that the effect of the cryptocurrency portfolio diversification index on systemic risk is negative and non-linear, and an increase in the diversification of the

cryptocurrency asset portfolio has led to a decrease in the systemic risk of all studied cryptocurrencies. According to the results, the best approach that investors can take in this area is to do this according to the amount of their capital. In addition, investors are suggested to invest in each of the available cryptocurrencies according to the volume of transactions and their statistical correlation with each other and try to create an asset portfolio to reduce investment risk.

#### Funding

There is no funding support.

#### Conflict of Interest Authors

The authors declare 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.

#### Acknowledgments

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

علمی

## اثر متنوع‌سازی ارزش‌های مجازی بر کاهش ریسک سیستمیک با استفاده از رویکرد مدل رگرسیون انتقال ملایم

وحید محبوبی متین<sup>۱</sup>، یزدان گودرزی فراهانی<sup>۲\*</sup>، سیدعباس برهانی<sup>۳</sup>، حسین مقدم<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری مدیریت مالی، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قم، قم، [v.mahbobi@iau.ac.ir](mailto:v.mahbobi@iau.ac.ir)

۲. استادیار گروه اقتصاد اسلامی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه قم، [y.gudarzi@qom.ac.ir](mailto:y.gudarzi@qom.ac.ir)

۳. استادیار گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران، [sa.sborhani1352@iau.ac.ir](mailto:sa.sborhani1352@iau.ac.ir)

۴. استادیار گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران، [h.moghadam@iau.ac.ir](mailto:h.moghadam@iau.ac.ir)

 [10.22080/mrl.2024.27081.2078](https://doi.org/10.22080/mrl.2024.27081.2078)

### چکیده

رمزارها مانند بیت‌کوین، اتریوم و تتر به‌عنوان کوین‌های شناخته می‌شوند و با استفاده از پروتکل‌های رمزنگاری و یا سیستم‌های کدگذاری بسیار پیچیده، انتقال اطلاعات حساس را رمزنگاری کرده و واحد مبادله خود را ایمن می‌سازند. تراکنش‌های این ارزها در سیستم بلاک‌چین ثبت می‌شوند و یکپارچگی آن‌ها قابل تأیید است. یکی از مهم‌ترین مباحث و موضوعات مطرح در بازارهای مالی، آگاهی از میزان ریسک سیستمیک بازار است؛ چراکه نقش بسزایی در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران دارد. هدف این مطالعه برآورد اثر متنوع‌سازی ارزش‌های مجازی بر کاهش ریسک سیستمیک در بازه زمانی ۲۰۲۴ - ۲۰۱۷ بود. در این راستا به منظوری برآورد ریسک سیستمیک از روش CoVaR استفاده شد. همچنین به منظور برآورد مدل تحقیق از رگرسیون انتقال ملایم (STR) استفاده شد. جامعه آماری مطالعه حاضر بازار رمزارها و نمونه آماری شامل بیت‌کوین، اتریوم، تتر، لیت‌کوین و بایننس کوین بوده است. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر این بود که ریسک سیستمیک در بیت‌کوین به مراتب بالاتر از سایر رمزارها بیشتر بوده است. علاوه بر این مشاهده گردید که اثر شاخص متنوع‌سازی سبب رمزارز بر ریسک سیستمیک منفی و غیرخطی بوده و با افزایش در متنوع‌سازی سبب دارایی رمزارز منجر به کاهش در ریسک سیستمیک تمامی رمزارزهای مورد مطالعه شده است.

تاریخ دریافت:

۱۵ اردیبهشت ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش:

۲۸ مرداد ۱۴۰۳

تاریخ انتشار:

۲۸ مرداد ۱۴۰۳

کلیدواژه‌ها:

ریسک سیستمیک؛ بحران مالی؛ بیت‌کوین؛ ارزش در معرض خطر شرطی؛ مدل رگرسیون انتقال ملایم طبقه‌بندی:

G32, G01, P24, C58, B28

\* نویسنده مسئول: یزدان گودرزی فراهانی

آدرس: دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه قم، قم، ایران ایمیل: [y.gudarzi@qom.ac.ir](mailto:y.gudarzi@qom.ac.ir)



© این اثر تحت مجوز بین‌المللی Creative Commons-Attribution-Non Commercial 4.0 می‌باشد

© تمام حقوق برای ناشر (دانشگاه مازندران) محفوظ است

## ۱ مقدمه

مشارکت‌کنندگان بازارهای مالی فراهم کرد. تعریف جامعی از ریسک سیستمیک توسط مؤسسه فدرال رزرو ارائه شده است. این تعریف عبارت است از: مؤسسه مالی به صورت سیستمی مهم هستند؛ چراکه اگر شرکت‌ها در برابر تسهیلات ایجاد شده شکست بخورند و یا مؤسسات مالی در برابر تعهدات خود شکست بخورند، این امر اثر مهمی برای سیستم مالی داشته و باعث وخیم‌تر شدن اوضاع خواهد شد.

در این تعریف توجه به شکست به صورت سیستمی مهم است؛ چراکه شکست شرکت‌ها در برابر تعهداتشان دلیلی بر بحران سیستم بوده و به همان اندازه اثرات منفی به باقی اقتصاد خواهد گذاشت. بنابراین اندازه‌گیری ریسک سیستمیک با ورشکستگی شرکت یا شرکت در حال ورشکستگی همراه شده است.

مؤسسه مالی هنگامی که ارزش حقوق صاحبان سهامش به میزان زیادی به کم‌تر از ارزش بدهی‌های ایجادشده خود برسد، در این صورت اگر اقتصاد کل در یک وضعیت خوب باشد، مؤسسه مالی دو راه پیش رو خواهد داشت. از طریق افزایش سرمایه به بالابردن ارزش حقوق صاحبان سهام خود اقدام خواهد کرد و یا با یک رویه منظم، ورشکستگی خود را اعلام کرده و به کارهای مربوط به انحلال شرکت دست خواهد زد. اگر این کمبود سرمایه در مواقع بحرانی اقتصاد کل به وقوع بپیوندد، آیا درآمدهای دولت آن قدری است که بتواند بخشی از آن را برای نجات این مؤسسات خرج کند؟ و همچنین از سرایت این بحران به بخش واقعی اقتصاد جلوگیری کند؟

شرکت‌ها با بالاترین ریسک سیستمیک، نقش بالاتری هنگام بحران دارند. پس در نتیجه به صورت سیستمی دارای ریسک هستند. جمع ریسک سیستمیک مجموعه مؤسسات مالی نشان‌دهنده کل پتانسیل کمبود سرمایه است. در نتیجه، دولت ممکن است به تأمین آن بپردازد تا از فشار بحران سیستمی بکاهد.

نظریه‌های مختلف اقتصادی، سرمایه‌گذاری را یکی از موارد ضروری در مسیر رشد و توسعه اقتصادی کشورها می‌دانند. در این میان از عوامل مهم اثرگذار بر سرمایه‌گذاری، ریسک و بازده مربوط به سرمایه‌گذاری است. به این منظور سرمایه‌گذاران در تلاش هستند منابع مالی و سرمایه‌های خود را به فعالیت‌هایی اختصاص دهند و در جایی سرمایه‌گذاری کنند که بالاترین بازده را به همراه نازل‌ترین ریسک داشته باشد (سعیدی و رامشه، ۱۳۹۰).

براساس روند گذشته قیمت دارایی‌ها، بازدهی آن تحلیل و تبیین می‌شود که می‌تواند برای پیش‌بینی بازده آتی کمک‌کننده باشد (خاوری و میرجلیلی، ۱۳۹۸). از سویی دیگر یکی از اطلاعات مهم و حساس برای تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری، اطلاع یافتن از ریسک سرمایه‌گذاری است. بنابراین سرمایه‌گذاران علاوه بر تمرکز بر بازدهی سرمایه‌گذاری، بر ریسک آن نیز تمرکز دارند. به جهت اینکه ریسک مفهومی انتزاعی است، بسیاری از صاحب‌نظران حوزه اقتصاد مالی بر شناخت ریسک و یافتن روش‌هایی برای اندازه‌گیری آن تمرکز داشته‌اند.

ریسک سیستمیک به خطر شکست سیستم مالی یا شکست کل بازار اطلاق می‌شود. این ریسک می‌تواند از بی‌ثباتی یا بحران در یک بازار مالی نشأت بگیرد و در اثر سرایت به کل نظام مالی انتقال یابد. به عبارتی ریسک سیستمیک به میزان به‌هم‌پیوستگی در یک سیستم مالی اشاره دارد جایی که شکست در یک نهاد مالی می‌تواند به بحران کل سیستم منجر شود. [بحران‌های بانک‌داری](#) دهه‌های پیش و در رأس آن‌ها [بحران مالی ۲۰۰۸](#)، سبب شد تا بحث ریسک سیستمیک در بازارهای مالی، مورد توجه سیاست‌گذاران کلان اقتصادی قرار گیرد.

رکود بزرگ سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۸، انگیزه لازم را برای درک هرچه بیشتر ریسک سیستمیک برای

مؤسسات مالی از درون بخش مالی به بیرون آن یعنی بخش واقعی اقتصاد کشیده خواهد شد. پس در نتیجه مؤسسات مالی به صورت سیستمی ریسکی هستند (البته اگر احتمال آن رود که در صورت کمبود سرمایه بخش مالی به بحران کشیده شود).

اما با تعمیم این مفهوم از بازارهای مالی به بازار ارزشهای مجازی می‌توان بیان کرد که از زمان ایجاد بیت‌کوین به عنوان اولین ارز مجازی تاکنون، ارزش و بهای ارزشهای مذکور نوسانات زیادی را تجربه کرده است؛ اما در یک نگاه کلی و کلان به روند حرکتی قیمت بیت‌کوین و ارزش بازار ارزشهای مجازی، نشان از صعودی بودن ارزش آن و بزرگتر شدن بازار مربوطه است (ارغوانی پیرسلامی و میراحمدی، ۱۳۹۸). نوسانات ارزش بیت‌کوین به عنوان شاخصی برای تقاضای آن و روند تقاضایی در بازار ارز مجازی در نظر گرفته می‌شود. به تعبیری با افزایش ارزش بیت‌کوین، تعداد متقاضیان این ارز و کاربران بازار ارزشهای مجازی رو به فزونی می‌گذارد.

با آگاهی از این موضوع که بازار ارزشهای مجازی، مناسبات اقتصادی و مالی را در دنیا تحت تأثیر قرار داده و رفته رفته گستره نفوذ آن بیشتر می‌شود و با شناخت نسبت به این موضوع که بازدهی با ریسک همراه بوده و هیچ یک از بازارهای مالی بدون ریسک نیست، پژوهش حاضر درصدد مطالعه و بررسی ریسک سیستمیک بازار ارزشهای مجازی با مطالعه چند ارز پرمتقاضی و دارای ارزش بازاری بالا است. در واقع در پی بررسی این موضوع هستیم که آیا یک سرمایه‌گذار می‌تواند با تنوع‌بخشی بین ارزشهای دیجیتال، ریسک خاص ارزشهای دیجیتال را کاهش دهد؟ این موضوع در هنگام ارزیابی سرمایه‌گذاری در ارزشهای مجازی می‌تواند مهم باشد. اول اینکه، سرمایه‌گذاری در ارزشهای مجازی، هنوز در مراحل اولیه خود با تمرکز بر رفتارهای قیمت بیت‌کوین شکل

بحران‌های بزرگ اقتصادی چه به صورت جهانی و چه به صورت منطقه‌ای، بنا به دلایل مختلف رخ می‌دهد که از جمله آن می‌توان به بحران جهانی طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ اشاره کرد. نتایج مهم این بحران‌ها، فهم ریسک سیستمیک به مشارکت‌کنندگان بازار، دانشگاهیان و قانون‌گذاران بود. یکی از مدیران فدرال رزرو به نام دنیل تاریلو تعریف خوبی از ریسک سیستمیک داشته است که عبارت است از:

مؤسسات مالی به‌طور سیستمیک و فزاینده‌ای بسیار مهم هستند؛ چراکه اگر این مؤسسات در عمل به تعهداتشان با شکست مواجه شوند، اثر مهمی در بحران‌های اقتصادی و سیستم‌های مالی دارند.

با توجه به تعریف بالا، شکست مؤسسات مالی (نکول تعهداتشان) باعث وقوع بحران‌های سیستمیک شده و به همان اندازه اثرات جانبی به باقی اقتصاد از جمله به بخش واقعی اقتصاد تحمیل می‌کند. بنابراین اندازه‌گیری ریسک سیستمیک وابستگی بسیار زیادی با ورشکستگی و قوانین مرتبط با آن در سایر شرکت‌ها دارد. البته با این تفاوت که ریسک سیستمیک، میزان کاهش ارزش سهام شرکت‌های مالی را با اهرم بالا می‌سنجد. ایده ریسک سیستمیک از دید تئوری پیش‌تر توسط آچاریا و همکاران (۲۰۱۰) توسعه داده شده است. به‌طور کلی مؤسسات مالی هنگامی که ارزش سهامشان کاهش پیدا می‌کند، ممکن است از عمل به تعهداتشان ناتوان شوند و اینکه چه شرایطی در اقتصاد حاکم باشد مقابله با آن متفاوت خواهد بود. اگر شرایط اقتصادی خوب باشد، مانند شرکت‌های دیگر می‌توانند افزایش سرمایه و یا راه‌های دیگر مواجهه با ورشکستگی را انجام دهند. اما اگر کاهش ارزش سهام در زمان‌های بد اقتصادی منجر شود، سؤال اصلی دولت و اقتصاددانان این است که از چه راهی می‌توان منابع لازم را جهت ختم این قائله فراهم کرد.

چنین کمبود سرمایه‌ای یا کاهش ارزش سهامی، مخرب بخش واقعی اقتصاد بوده و هنگام شکست

چهارم مدل تجربی برآورد و در نهایت به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد پرداخته شده است.

## ۲ ادبیات تحقیق

### ۲/۱ مبانی نظری

ریسک سیستمیک به احتمال سقوط سیستم مالی یا شکست کل بازار گفته می‌شود. این ریسک می‌تواند ناشی از بی‌ثباتی یا بحران در بخش مالی اقتصاد نشأت گرفته و به کل نظام مالی سرایت پیدا کند. به عبارت دیگر ریسک سیستمیک ناشی از پیوستگی و ارتباط ساختاری و مالی بین مؤسسات فعال در بازارهای مالی است (هوانگ و همکاران، ۲۰۱۹).

تعاریف متعددی از ریسک سیستمیک در ادبیات مالی مطرح شده است. مهم‌ترین ویژگی در نظر گرفته شده در این تعاریف این است که مؤسسه مالی باید به صورت سیستمی در نظر گرفته شود؛ چراکه اگر مؤسسه در برابر اعتبارات ایجاد شده دچار ناتوانی و شکست شود و یا مؤسسه مالی قادر به پرداخت تعهدات خود نباشد، این موضوع اثر مهمی برای سیستم مالی در پی داشته است و منجر به وخیم‌تر شدن اوضاع می‌گردد (گانگ جین و همکاران، ۲۰۲۲).

در یک مؤسسه مالی اگر ارزش حقوق صاحبان کم‌تر از میزان ارزش بدهی‌های ایجاد شده توسط آن مؤسسه باشد، در این شرایط اگر اقتصاد دارای وضعیت باثبات و مناسبی باشد، مؤسسه مالی در درجه اول باید از طریق افزایش سرمایه، زمینه‌ساز رشد ارزش حقوق صاحبان سهام شود و یا اقدام به اعلام ورشکستگی خود کند. در شرایطی که این کمبود سرمایه در زمان بحرانی اقتصاد رخ دهد، نکته قابل توجه این است که آیا دولت توانایی و قدرت کافی به منظور رفع این مشکل و تأمین مالی شرکت

می‌گیرد (بالسیلار و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۷؛ آلوارز رامیرز و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۸؛ براونیس و مستل<sup>۳</sup>، ۲۰۱۸؛ جیانگ و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۸؛ کوتموس<sup>۵</sup>، ۲۰۱۸؛ تاکایشی<sup>۶</sup>، ۲۰۱۸). دوم اینکه، قیمت ارزهای مجازی و به خصوص بیت‌کوین به دلیل تأثیرپذیری از اخبار، به شدت در معرض تغییرات است (کان و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۹). بنابراین برای اینکه یک سرمایه‌گذار بتواند ریسک خاص بیت‌کوین را در هنگام در نظر گرفتن این نوع دارایی مالی به همراه سایر دارایی‌ها در پرتفوی خود، از بین ببرد، نیازمند درک پویایی قیمت ارزهای مجازی و ارتباط متقابل آن‌هاست.

با آگاهی از این موضوع که بازار ارزهای مجازی، مناسبات اقتصادی و مالی را در دنیا تحت تأثیر قرار داده و رفته رفته گستره نفوذ آن بیشتر می‌شود و با شناخت نسبت به این موضوع که بازدهی با ریسک همراه بوده و هیچ یک از بازارهای مالی بدون ریسک نیست، پژوهش حاضر درصدد مطالعه و بررسی ریسک سیستمیک بازار ارزهای مجازی با مطالعه چند ارز پرمتقاضی و دارای ارزش بازاری بالا است. در این راستا در مطالعه حاضر ابتدا به برآورد و محاسبه شاخص ریسک سیستمیک پرداخته شده، سپس با استفاده از مدل‌های غیرخطی و آستانه‌ای اثرات حدی و آستانه‌ای در ریسک سیستمیک ارزهای مجازی برآورد شده و در نهایت به بررسی انتقال و سرایت این ریسک بین سایر ارزهای مجازی پرداخته می‌شود. همچنین با استفاده از شاخص تنوع‌بخشی سید دارایی رمززارها، اثر آن بر ریسک سیستمیک برآورد می‌گردد.

ساختار مقاله حاضر از پنج بخش تشکیل شده است. در ادامه و در بخش دوم به بررسی ادبیات نظری تحقیق پرداخته شده است. بخش سوم اختصاص به روش‌شناسی تحقیق دارد. در بخش

<sup>5</sup> Koutmos

<sup>6</sup> Takaishi

<sup>7</sup> Canh et al.

<sup>1</sup> Balcilar et al.

<sup>2</sup> Alvarez-Ramirez et al.

<sup>3</sup> Brauneis and Mestel

<sup>4</sup> Jiang et al.

اهمیت بررسی بازده دارایی از آن جهت است که هدف سرمایه‌گذاران از سرمایه‌گذاری، کسب سود و منفعت می‌باشد. بدین جهت، سرمایه‌گذاران دارایی‌هایی را برای سرمایه‌گذاری انتخاب می‌کنند که بازدهی بالا و ریسک نسبتاً پایینی داشته باشند (براتی و همکاران، ۱۳۹۹). سرمایه‌گذاران و فعالین بازارهای مالی سعی در انتخاب دارایی‌هایی دارند که در کنار بازدهی بالا، ریسک پایینی نیز داشته باشد. با توجه به اجتناب‌ناپذیر بودن ریسک، سرمایه‌گذاران از طریق تنوع‌بخشی به سبد دارایی سعی در کاهش ریسک آن هستند. اما بخشی از ریسک سبد دارایی حتی با تنوع بخش آن نیز قابل کنترل نیست. این نوع ریسک تحت تأثیر عواملی همچون شاخص‌های کلان اقتصادی ایجاد می‌شود که بازده کل بازار را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. این ریسک با عنوان ریسک سیستمیک شناخته می‌شود که آن بخش از نوسان‌های بازده دارایی است که ناشی از تأثیر هم‌زمان عوامل مختلف در قیمت دارایی است.

در زمینه سبد دارایی، تشخیص شکست ساختاری سیستمیک نشان‌دهنده یکپارچگی بازار است که به نوبه خود سود تنوع‌سازی را محدود می‌کند. این موضوع به دو دلیل در هنگام ارزیابی سرمایه‌گذاری در ارزهای مجازی مهم است. اول، دانش در زمینه سرمایه‌گذاری در ارزهای مجازی هنوز در مراحل اولیه خود با تمرکز محدود بر رفتارهای قیمت بیت‌کوین بوده است (کان و همکاران، ۲۰۱۹، آلوارز-رامیرز و همکاران، ۲، ۲۰۱۸، بالسیلار و همکاران، ۳، ۲۰۱۷، برندولد و همکاران، ۴، ۲۰۱۵، برونیس و مستل، ۵، ۲۰۱۸، جیانگ و همکاران، ۶، ۲۰۱۸، کوتموس، ۷، ۲۰۱۸، تاکایشی، ۸، ۲۰۱۸). دوم، همان‌طور که توسط چندین مطالعه اشاره شد، قیمت بیت‌کوین خود به‌شدت در معرض ریسک و حدس و گمان بوده است. در دسترس بودن ارزهای مجازی فراتر از بیت‌کوین نشان

را به منظور افزایش سرمایه خواهد داشت یا خیر؟ در شرایط بحرانی، شرکت‌ها و مؤسساتی که دارای ریسک سیستمیک بالاتری باشند، منجر به سرایت شدید و بیشتر بحران به کل بازارهای مالی می‌شوند. جمع ریسک سیستمیک تمامی مؤسسات بیانگر کل پتانسیل کمبود سرمایه در اقتصاد است. لذا در این شرایط، دولت ممکن است اقدام به تأمین آن کرده تا فشار بحران سیستمی را کاهش دهند (رحیمی باغی و همکاران، ۱۳۹۸).

جهانی‌شدن مقوله‌ای است که به وابستگی متقابل کشورهای جهان به یکدیگر منجر شده است و نمونه بارز آن در حوزه اقتصاد به چشم می‌خورد که نتیجه آن روند رو به رشد تجارت بین‌المللی کالاها و خدمات، جریان بین‌المللی سرمایه و گسترش سریع و وسیع در حوزه فناوری اقتصاد است. نتیجه جهانی‌شدن، ادغام مرزهای اقتصادی و ادغام مرزهای بازارها است و بازار جهانی نسبت به این موضوع که کالا و یا خدمتی دقیقاً در کجا تولید می‌شود، بی‌تفاوت شده است.

چنین تغییراتی در سطح بین‌المللی و از بین رفتن مرزهای اقتصادی، باعث شکل‌گیری مفاهیم و پایه‌های بازاری جدید در شاخه اقتصاد و به‌خصوص اقتصاد مالی شده است (ارغوانی پیرسلامی و میراحمدی، ۱۳۹۸). یکی از مکاتب فکری جدید شکل گرفته در حوزه ارزهای دیجیتال است که قواعد جغرافیایی و مرزهای ملی اقتصادی کشورها را به چالش کشیده و کارکرد سنتی بازارهای مالی و به‌طور کل اقتصاد را دگرگون نموده است (گانگ جین و همکاران، ۲۰۲۲). شکل‌گیری ارزهای دیجیتال نظیر بیت‌کوین چنان سریع شکل گرفت که جنبه‌های تئوریک و محتوایی آن، اثرگذاری آن بر سایر بخش‌های اقتصادی و ویژگی‌های منحصربه‌فرد آن چندان نتوانسته مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد.

<sup>5</sup> Brauneis and Mestel

<sup>6</sup> Jiang et al.

<sup>7</sup> Koutmos

<sup>8</sup> Takaishi

<sup>1</sup> Canh et al.

<sup>2</sup> Alvarez-Ramirez et al.

<sup>3</sup> Balcilar et al.

<sup>4</sup> Brandvold et al.

جهانی سهام به ترتیب از اتریوم و بیت کوین بوده است. بزرگ‌ترین سرریزهای نزولی و صعودی CoVaR از بازارهای مالی به اتریوم صورت گرفته است. بزرگ‌ترین سرریزهای صعودی نیز در بازارهای مالی مربوط به بیت کوین و اتریوم است. سرایت ریسک و انتقال در آن از طریق متنوع‌سازی در سبد دارایی می‌تواند منجر به افزایش در امنیت سرمایه-گذار شود (ژانگ و دینگ، ۲۰۲۱).

بررسی روابط و اثرگذاری‌های نااطمینانی‌های موجود در بخش حقیقی و اسمی حوزه اقتصادی و مالی به صورت همزمان بر یکدیگر مسأله بسیار مهمی برای تحلیل رفتار این بخش‌ها و ارتباط نامتقارن بین آنها است. شناخت صحیح این روابط در تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌های اقتصادی بسیار شایان توجه بوده و برای اتخاذ سیاست بهینه در زمان مناسب بسیار مهم است. بر اساس دیدگاه ژانگ و دینگ (۲۰۲۱) موضوعات مختلف از جمله متنوع‌سازی سبد دارایی می‌تواند اثرات نامتقارن و غیرخطی بر ریسک سیستمیک ارزهای مجازی داشته باشد. در این دیدگاه اعمال انتخاب سبد دارایی با ترکیب وزنی متفاوت و ابعاد متفاوتی از دارایی مالی با توجه به شرایط صعودی و رکودی در بازار مالی می‌تواند منجر به واکنش متفاوتی در ریسک سیستمیک دارایی مالی گردد. این موضوع منجر به رابطه نامتقارن بین متغیرهای اقتصادی و مالی و ریسک سیستمیک در بازار مالی می‌شود. نکته‌ای که باید بدان در زمینه تصریح مدل‌های غیرخطی توجه کرد این است که وقتی فرض ارتباط خطی بین متغیرها کنار گذاشته شود، انواع فراوانی از فرآیندهای غیرخطی بالقوه ظاهر خواهند شد. لذا تعیین مناسب‌ترین الگوی غیرخطی بسیار مهم خواهد بود. از همه مهم‌تر اینکه، استفاده از یک تصریح غیرخطی نادرست ممکن است مشکلات بیشتری را به بار آورد. از آنجاکه انتخاب یک مدل

می‌دهد که یک سرمایه‌گذار ممکن است بتواند ریسک خاص بیت‌کوین را با در نظر گرفتن این نوع دارایی مالی نوظهور، متنوع کند. با این حال، یکی از پیش‌نیازهای قبل از چنین عملی، با این حال درک پویایی قیمت ارزهای مجازی و ارتباط آن‌ها با ریسک سیستمیک نیازمند سنجش ارتباط متقابل و پیچیده سایر گروه‌های دارایی در سبد دارایی سرمایه‌گذار است. این ارتباط به دلیل ماهیت بازارهای مالی نوعی رابطه غیرخطی بوده است (هنیف و همکاران، ۲۰۲۲، کان و همکاران، ۲۰۱۹).

با تأکید روزافزون بر ارز مجازی به‌عنوان یک ابزار مالی جایگزین، تحلیل‌گران مالی بر این باورند که رشد روزافزون ارزهای مجازی صرفاً بازتابی از ایمان سرمایه‌گذاران به این ارز به‌عنوان یک دارایی پوششی است. با توجه به وجود نوسانات شدید در بازار دارایی‌های سنتی مانند طلا، سرمایه‌گذاران به دنبال یک دارایی پوشش‌دهی مؤثر یا دارایی امن فراتر از سرمایه‌گذاری‌های سنتی مانند سهام و اوراق قرضه هستند (کلین و همکاران، ۲۰۱۸). ادبیات بر نقش مهم بیت کوین برای تنوع بخشیدن و پوشش ریسک سایر طبقات دارایی در طول ریسک نزولی شدید تأکید می‌کند (هنیف و همکاران، ۲۰۲۲). بوری و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۸) نشان دادند بازار ارزهای مجازی هنوز در مراحل ابتدایی خود قرار دارد و ویژگی‌هایی مانند خوشه‌بندی قیمت<sup>۴</sup>، اهرم، نوسانات تصادفی و حافظه طولانی را نشان می‌دهد که این موضوع سبب شده تنوع‌بخشی در سبد دارایی ارزهای مجازی ارتباطی غیرخطی با ریسک سیستمیک در بازار مالی داشته باشد (فلیپ و همکاران، ۲۰۱۸).

مطالعات ذکرشده نشان می‌دهد که پویایی وابستگی سبد ارزهای مجازی هم ویژگی‌های متقارن و هم نامتقارن را نشان می‌دهد که دینامیک نامتقارن غالب است. بزرگ‌ترین سرریزهای نزولی و صعودی در شاخص ریسک سیستمیک CoVaR در شاخص

<sup>4</sup> Price clustering

<sup>5</sup> Phillip et al.

<sup>6</sup> Zhang and Ding

<sup>1</sup> Hanif et al.

<sup>2</sup> Klein et al.

<sup>3</sup> Bouri et al.

طی فروردین ۱۳۹۰ تا مرداد ۱۴۰۰ با استفاده از رویکرد خود رگرسیون برداری داده‌های تابلویی پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد که تابع ریسک سیستمیک در دوره اول نسبت به تغییرات فناوری زنجیره بلوکی واکنش مثبت با شیب صعودی اما بعد از دوره دوم تأثیر شوک‌های فناوری زنجیره بلوکی بر ریسک سیستمیک شرکت‌ها مثبت با شیب ثابت بوده است. خاتمی و همکاران (۱۴۰۲) به بررسی تأثیر رمزارزها بر بازار بورس اوراق بهادار با استفاده از روش فراتحلیل پرداختند. این مطالعه پژوهش‌های انجام شده از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ را مورد بحث و بررسی قرار داده است. نتایج این مطالعه نشان داد که اندازه اثر کشف شده برای اکثر مطالعات معنادار است. با توجه به اینکه خطای اندازه‌گیری آزمون همگن بودن کم‌تر از ۰/۰۵ بوده بنابراین مطالعات همگن هستند و ناهمگن یا نامتجانس نیستند و این امر نشان از تأیید مدل اثرات ثابت می‌دهد. از طرفی اندازه اثر مدل اثرات ثابت مطابق با جدول رزنتال متوسط ارزیابی گردید. میرزایی بادیزی و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی سازوکار سرایت ریسک سیستمی در نظام مالی ایران پرداختند. در این مطالعه، با استفاده از مدل عامل محور، رفتار بانک‌های تجاری و صندوق‌های سرمایه‌گذاری، شبیه‌سازی وسیعی شده نحوه سرایت ریسک سیستمیک از بازار پول به بازار سرمایه، از طریق تحولات ترازنامه نشان داده شد.

مروری بر مطالعات پیشین داخلی و خارجی بیانگر این موضوع است که در طبقه‌بندی صورت گرفته اکثر مطالعات به برآورد ریسک سیستمیک و موضوع سرایت‌پذیری ریسک سیستمیک در حوزه رمزارز و بازارهای مالی پرداخته‌اند. موضوع تنوع‌سازی سبد دارایی در حوزه رمزارز و نقش آن بر ریسک سیستمیک کم‌تر مورد توجه بوده است و در این مطالعه این موضوع از طریق مدل‌های رگرسیونی غیرخطی مورد برآورد و ارزیابی قرار گرفته است که بیان‌کننده جنبه نوآوری موضوع بوده است.

مناسب کار بسیار مشکلی است؛ لذا نباید تعجب نمود که چرا این حوزه از اقتصادسنجی کماکان جزء حوزه‌های مهم تحقیقات اخیر به شمار می‌رود.

## ۲/۲ مروری بر مطالعات پیشین

با توجه به اهمیت ریسک سیستمیک در سرمایه‌گذاری، مطالعات متعددی به بررسی این موضوع و نقش آن در بازارهای مالی مختلف پرداخته‌اند. همچنین به جهت نوظهور بودن بازار ارزهای مجازی، این بازار هم بسیار مورد استقبال سرمایه‌گذاران است. در ادامه به چند مورد از مطالعات صورت گرفته در این حوزه اشاره خواهد شد.

مینگ یوآن و همکاران (۲۰۲۲) به انتشار ریسک در بازار ارزهای مجازی بر اساس تجزیه و تحلیل شبکه پرداختند. این مطالعه بر اساس تجزیه و تحلیل، شبکه انتشار ریسک در بازار رمزارزها را طی ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۱ بررسی می‌کند. این مطالعه نشان داد که رمزارزها متناسب با حجم بازاری نقش متفاوتی در سرایت ریسک دارند. لی و وانگ (۲۰۲۱) به بررسی ریسک سیستمیک و متنوع‌سازی سبد دارایی با رویکرد شبکه پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که تأثیر تنوع پرتفوی بر ریسک سیستمیک بانکی به ساختارهای شبکه بین بانکی و انواع شوک بستگی دارد. گکلاس<sup>۱</sup> (۲۰۲۲) به مطالعه نوسانات واقعی بازده بیت‌کوین و پیش‌بینی آن توسط فعالیت‌ها و تراکنش‌ها در شبکه بیت‌کوین پرداخت. این مطالعه نشان داد تراکنش‌های روی بلاکچین، دقت پیش‌بینی خارج از نمونه را در تمام افق‌های پیش‌بینی در نظر گرفته شده، بهبود می‌بخشد. آنته و فیدلر<sup>۲</sup> (۲۰۲۱) در مطالعه خود نشان دادند که بازار ارزهای مجازی امکان سرایت نوسانات و ریسک را دارا است.

معصوم‌زاده و همکاران (۱۴۰۲) به بررسی تأثیر فناوری زنجیره بلوکی بر تلاطم ریسک کل و سیستمیک در ۸۴ شرکت منتخب بازار بورس کشور

<sup>۲</sup> Ante and Fiedler

<sup>۱</sup> Gkillas et al.

عادی قرار دارد؛ درواقع، معیار  $a^i$  نشان‌دهنده این است که بازده دارایی در محدوده  $\mu - \sigma \leq R \leq \mu + \sigma$  قرار می‌گیرد که حالت نرمال وضعیت دارایی مالی را بیان می‌کند.

در این پژوهش رگرسیون غیرخطی انتقال ملایم از گروه دوم مدل‌های پرکاربرد تعویض رژیم به کار گرفته شده است که به دلیل ویژگی خاص خود در فراهم آوردن این امکان که روابط بین متغیرها برحسب شرایط حاکم دارای چندین نظام باشد، مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. در این مدل رژیم حاکم توسط متغیر انتقال و فاصله آن با حد آستانه مشخص می‌شود. به عبارت دیگر، میزان اثرگذاری متغیرهای الگو بر یکدیگر، به وضعیت متغیر انتقال و میزان تفاوت آن از حد آستانه منوط است. به کار بستن اینچنین مدلی بر روی بازدهی رمزارزها، امکان شناسایی رژیم‌ها و عامل تعویض رژیم رفتاری بازده را فراهم می‌نماید، همچنین علاوه بر این سرعت انتقال یا تعویض رژیم‌ها می‌تواند منعکس‌کننده سرعت فرآیند انطباق سرمایه‌گذاران باشد. به‌عنوان مثال با چه سرعتی سرمایه‌گذاران به اخبار مالی واکنش نشان می‌دهند، یک انتقال ملایم نشان‌دهنده انطباق‌پذیری پایدار و آهسته‌تر، درحالی‌که یک انتقال تند (ناگهانی) از یک رژیم به رژیم دیگر نشانه‌ای از انطباق‌پذیری سریع‌تر و چابک‌تر به اخبار یا شوک‌های مالی است (جیانگ و همکاران، ۲۰۱۸).

مدل غیرخطی رگرسیون انتقال ملایم (STR) به شکل استاندارد زیر تعریف می‌شود؛

$$y_t = \beta' z_t + \theta' z_t G(s_t; \gamma, c) + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T \quad (3)$$

که در آن  $y_t$  متغیر وابسته،  $z_t$  بردار متغیرهای مستقل که نقش توضیحی آن‌ها می‌تواند در میان دو رژیم به واسطه ضرایب  $\beta'$  متفاوت باشد،  $\beta'$  بردار ضرایب متغیرهای قسمت خطی مدل،  $\theta'$  بردار ضرایب متغیرهای قسمت غیرخطی مدل،  $G(s_t; \gamma, c)$  تابع انتقال تعیین‌کننده رژیم و محدود به

### ۳ روش‌شناسی تحقیق

در قسمت اول به برآورد شاخص ریسک سیستمیک پرداخته شده است. ارزش در معرض خطر شرطی در مقاله گاردی و آرگون (۲۰۱۳) با استفاده از الگوهای نوسان شرطی پویا به‌دست‌آمده و به صورت زیر تعریف شده است:

(۱)

$$\Pr(R_{a,t} \leq CoVaR_{q,t}^{a|i} | VaR_{q,t}^i) = q$$

با توجه به رابطه (۱) توجه شود که ارزش در معرض خطر شرطی ارائه شده از طرف آدرین و برانیرمیر (۲۰۱۶) وقایع سیستمی به وسیله ارزش در معرض خطر شرطی و با استفاده از رگرسیون‌های چندکی است. حال آنکه تعریف گاردی و آرگون (۲۰۱۳) از ارزش در معرض خطر شرطی متفاوت است. به‌طوری‌که الگوی ارائه شده از طرف آن‌ها به دست آوردن بک تست‌ها را تسهیل می‌کند و تابعی پیوسته از وابستگی میان بازار  $(CoVaR_{q,t}^{m|i})$  و دارایی مالی  $(CoVaR_{q,t}^{m|a^i})$  به دست می‌آورد؛ درنهایت، میتوان ریسک سیستمیک هر دارایی مالی را از طریق تفاضل ارزش در معرض خطر شرطی به دست آورد که با رابطه زیر نمایش داده می‌شود:

(۲)

$$\Delta CoVaR_{q,t}^{m|i} = 100 \times (CoVaR_{q,t}^{m|i} - CoVaR_{q,t}^{m|a^i}) / CoVaR_{q,t}^{m|a^i}$$

درواقع، تفاضل ارزش در معرض خطر شرطی، تفاوت میان ارزش در معرض خطر شرطی بازار است، مشروط بر اینکه دارایی مالی در بحران قرار دارد (کوانتایل ۹۰ درصدی بازده دارایی مالی) و ارزش در معرض خطر شرطی است، زمانی که دارایی مالی در وضعیت عادی (کوانتایل ۵۰ درصدی بازده دارایی مالی) قرار دارد. باید توجه داشت که نماد  $CoVaR_{q,t}^{m|a^i}$  نشان می‌دهد دارایی مالی در وضعیت

خواهد گردید. تابع انتقال با توجه به متغیر انتقال محدود به مقدار بین صفر و یک است و پارامتر  $c$  مقدار آستانه متغیر است که با توجه به موقعیت متغیر انتقال نسبت به آن، مقدار تابع انتقال تعیین می‌گردد. به طور مثال تابع انتقال در صورتی برابر  $5/0 = G(s_t; \gamma, c)$  خواهد بود که  $s_t = \gamma$  باشد. نکته مهم در خصوص این مدل‌ها عددی است که برای متغیر  $k$  انتخاب می‌شود و بر اساس آن رفتار تابع انتقال لاجیت تعیین می‌گردد. دو انتخاب متداول در ادبیات تعویض رژیم برای متغیر  $k$  در نظر گرفته می‌شود؛  $k=1$  و  $k=2$ . در مدل انتقال ملایم لاجیت با  $k=1$  و به عبارتی  $(LSTR(1))$  بردار پارمترها به طور یکنواخت به صورت تابع  $s_t$  از  $\beta$  به  $\beta + \theta$  تغییر می‌نمایند. این توانایی مدل  $LSTR(1)$  را در مشخص و توصیف نمودن ویژگی‌ها پویا نشان می‌دهد که در یک رژیم بالا از آن چه که در رژیم پایین است، متفاوت است. مدل  $LSTR(2)$  با  $k=2$  نشان‌دهنده وجود سه رژیم است، به گونه‌ای که دو رژیم بالا و پایین و یک رژیم میانی است. این نوع مدل برای شرایط مناسب است که فرآیند پویایی در مقادیر بالا و پایین متغیر انتقال، رفتاری مشابه داشته و فقط در مقادیر میانی رفتاری متفاوت از خود نشان دهد.

دوره زمانی مطالعه حاضر بازه ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۴ بوده است. بازه زمانی منتخب به این دلیل است که بعد از سال ۲۰۱۷ بیشترین توجه‌ها به این بازار جلب شده و افزایش قیمت بالایی داشته‌اند. اطلاعات مورد استفاده در این مطالعه از پایگاه‌های اطلاعاتی استخراج خواهد شد. لازم به ذکر است که اطلاعات مورد نیاز از وبسایت MarketCap استخراج خواهند شد. همچنین لازم به ذکر است که رمزارزهای مورد مطالعه شامل بیت کوین، اتریوم، تتر، لیت کوین و بایننس کوین بود که در طی بازه زمانی ذکر شده بالاترین حجم معاملات را به خود اختصاص داده‌اند.

عدد بین ۰ و ۱ خواهد بود،  $s_t$  ضریب متغیر انتقال،  $\gamma$  تعیین‌کننده شکل تابع انتقال،  $c$  مقدار آستانه متغیر انتقال است.

لازم به ذکر است مهم‌ترین مرحله در مدل‌های خودرگرسیون، انتقال ملایم تشخیص و تعیین متغیر انتقال ( $s_t$ ) برای تابع انتقال ( $G$ ) است، بدین علت که متغیر یا متغیرهای انتقال پویایی‌های متغیر وابسته (در این تحقیق بازده رمزارز) را توضیح می‌دهند. عموماً تحقیقات صورت‌گرفته به علت رویکرد کاملاً آماری از جزء خودرگرسیون متغیر وابسته (بازده رمزارز) به‌عنوان متغیر انتقال استفاده نموده‌اند. در این پژوهش از مجموعه متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده در مدل بهترین متغیر انتقال برای تابع انتقال که به شرح زیر است، انتخاب خواهد گردید (رشديه و فرزاد، ۲۰۲۴).

(۴)

$$G(s_t; \gamma, c) = \left( 1 + \exp \left\{ -\gamma \prod_{i=1}^k (s_t - c_i) \right\} \right)^{-1} \quad \gamma > 0$$

$k$ ؛ تعداد دفعات تغییر رژیم؛ در صورت برابر بودن با عدد یک به معنی وجود دو رژیم است.

تابع انتقال در این مدل به‌عنوان یک تابع لاجیت تعریف گردیده است. دلیل استفاده از این مدل این است که حالت S شکل تابع لاجیت بیشتر به لحاظ بصری قابلیت شناسایی رژیم‌های رشدی و ریزشی یا رونق در برابر رکود را دارد، این در حالی است که در مقابل حالت U شکل تابع نمایی این قابلیت تشخیص را ندارد.

تابع انتقال که رژیم‌ها را تعیین می‌نماید، خودش تابع متغیر انتقال  $s_t$  است. سرعت انتقال در این تابع به وسیله  $\gamma$  تعیین می‌گردد. هنگامی که  $\gamma \rightarrow \infty$  انتقال بیشتر و بیشتر ناگهانی و تند خواهد شد و تابع انتقال تبدیل به تابع پله‌ای (شبهه به متغیر مجازی محدود به مقدار صفر یا یک) و درواقع مدل STR به مدل TAR (مدل رگرسیون آستانه) تبدیل

<sup>1</sup> Roshdih & Farzad

## ۴ برآورد مدل تجربی

### ۴/۱ آمار توصیفی

یکی از موضوعات مهم در خصوص متغیرهای مورد استفاده در محاسبه ریسک سیستمیک، بررسی ویژگی‌های آماری آن‌ها از قبیل میانگین، انحراف معیار و همبستگی آن‌ها با بازدهی شاخص کل بازار رمزارزها بوده است. جدول (۱) آمار توصیفی متغیرها طی دوره زمانی ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۴ را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده مشاهده گردید که

بالاترین میانگین بازدهی مربوط به بیت کوین و کمترین مقدار آن مربوط به لیت کوین است. شواهد آماری بیانگر این بوده که میانگین بازدهی شاخص کل برابر با ۰/۰۰۱۰ و انحراف معیار آن ۰/۰۰۷ است که این موضوع بیانگر پایین بودن میزان نوسانات و پراکندگی در بازدهی شاخص کل بوده است. در مقایسه میانگین بازدهی جامعه آماری با شاخص مشاهده گردید که بازدهی جامعه آماری مورد مطالعه کم‌تر از شاخص کل بازار بوده، اما میزان نوسانات و پراکندگی در آن‌ها بیشتر از شاخص انحراف معیار در شاخص کل بوده است.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

نام	میانگین بازدهی روزانه	انحراف معیار
بیت کوین	۰/۰۰۱۷	۰/۰۱۱
اتریوم	۰/۰۰۱۲	۰/۰۱۵
تتر	۰/۰۰۱۳	۰/۰۲۲
لیت کوین	۰/۰۰۰۸	۰/۰۱۸
بایننس کوین	۰/۰۰۰۹	۰/۰۲۳
بازدهی شاخص کل	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۷

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

واریانس شرطی با وقفه ۱ و ۱ استفاده شده است. تعداد وقفه‌های بهینه بر اساس آماره اطلاعاتی شوارتز انتخاب گردید. نتایج حاصل از برآورد در جدول (۲) گزارش شده است.

در راستای برآورد ریسک سیستمیک از رویکرد همبستگی پویا شرطی استفاده می‌شود. برای این منظور برای برآورد معادله میانگین بازدهی از مدل خودهمبسته میانگین متحرک با وقفه ۱ و ۲ و همچنین برای معادله واریانس نیز از مدل آستانه‌ای

جدول ۲. نتایج برآورد مدل همبستگی پویا شرطی

Volatility			ARMA		
GJR(1)	GARCH(1)	ARCH(1)	MA(1)	AR(1)	
۰/۱۵ - ۰/۰۳	۰/۱۸ ۰/۰۱	۰/۲۹ ۰/۰۲	۰/۱۵ ۰/۰۵	۰/۳۹ ۰/۰۱	بیت کوین
۰/۱۸ ۰/۰۲	۰/۲۷ ۰/۰۳	۰/۳۵ - ۰/۰۴	۰/۲۱ ۰/۰۱	۰/۵۷ ۰/۰۴	اتریوم
۰/۴۲ - ۰/۰۱	۰/۱۹ - ۰/۰۲	۰/۴۲ ۰/۰۳	۰/۳۴ ۰/۰۳	۰/۱۹ ۰/۰۱	تتر
۰/۲۸ ۰/۰۳	۰/۲۵ ۰/۰۱	۰/۲۱ - ۰/۰۱	۰/۲۹ ۰/۰۴	۰/۳۸ ۰/۰۳	لیت کوین
۰/۱۵ ۰/۰۲	۰/۲۴ - ۰/۰۴	۰/۵۷ ۰/۰۳	۰/۲۸ ۰/۰۱	۰/۵۳ ۰/۰۴	بایننس کوین
۰/۲۲ - ۰/۰۳	۰/۱۳ ۰/۰۳	۰/۳۹ ۰/۰۲	۰/۱۷ ۰/۰۴	۰/۴۲ ۰/۰۲	شاخص بازارهای مالی

منبع: نتایج حاصل از تحقیق (اعداد داخل پرانتز بیانگر انحراف معیار است)

شده است. جدول (۳) پارامترهای برآورد شده برای مقادیر ذکر شده را نمایش داده است. لازم به ذکر است که مانایی سری‌های مورد استفاده با استفاده از آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته مورد سنجی و بررسی قرار گرفت و متغیرهای مورد استفاده در سطح مانا هستند. در جدول (۳) بر اساس مقادیر محاسبه‌شده برای ریسک سیستمیک با استفاده از روش ارزش در معرض خطر شرطی به رتبه‌بندی رمازرها پرداخته شده است. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر این بود که بیشترین ریسک مربوط به اتریوم و کم‌ترین ریسک سیستمیک مربوط به بیت کوین بوده است.

در مدل برآورد شده از طریق مدل ARMA و GARCH به منظور برآورد معادله میانگین و واریانس در بازدهی هر یک رمازرهاى مورد مطالعه مشاهده گردید که تمامی ضرایب در سطح خطای ۵ درصدی معنی‌دار بوده است و به این ترتیب شاخص‌های مورد نظر به منظور محاسبه ریسک سیستمیک طبق مدل برآوردی ایجاد شده است.

## ۴/۲ برآورد شاخص ریسک سیستمیک

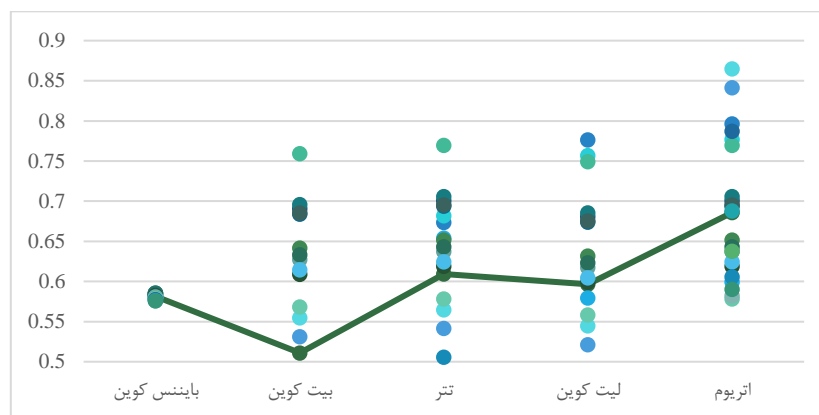
به منظور محاسبه و نمایش شاخص ریسک سیستمیک با استفاده از روش ارزش در معرض خطر شرطی از مقادیر میانگین شرطی، واریانس شرطی و همچنین ضریب همبستگی برآورد شده استفاده

جدول ۳. رتبه ریسک سیستمیک رمازرها توسط معیار ارزش در معرض خطر شرطی

نام ارز	میانگین ارزش در معرض خطر شرطی
اتریوم	۰/۷۱
تتر	۰/۶۶
لیت کوین	۰/۵۹
بایننس کوین	۰/۵۲
بیت کوین	۰/۴۷

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

در ادامه نمودارهای مربوط به شاخص ریسک سیستمیک با استفاده از روش ارزش در معرض خطر شرطی ترسیم شده است:



نمودار ۱. روند شاخص ریسک سیستمیک ارزهای مجازی با روش ارزش در معرض خطر شرطی

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

### ۴/۳ برآورد شاخص متنوع‌سازی سبد رمزارز

از آنجایی که متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارزها تحت تأثیر سطوح مختلف تنوع سایر ارزها یا سیستم مالی قرار می‌گیرد، در این راستا در جدول (۴) نتایج مربوط به متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارزها نمایش داده شده است.

همان‌گونه که در نمودار (۱) مشاهده شده است، میزان روند شاخص ریسک سیستمیک برآورد شده برای رمزارزها طبق جدول (۳) ترسیم شده و در مقایسه میزان ریسک سیستمیک هر یک از رمزارزها نمایش داده شده است. روند مربوط به شاخص ریسک سیستمیک استخراج شده بیانگر این است که به دلیل پر نوسان بودن بازار رمزارزها شاهد نوسان بالای شاخص استخراج شده در این بخش بوده و این میزان ریسک از هر رمزارز به رمزارز دیگری متفاوت بوده است.

جدول ۴. برآورد مدل متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز

بازدهی	ریسک	وزن در سبد	رمزارز
۰/۰۰۱۶	۰/۰۳۵۱	۰/۱۵	اتریوم
۰/۰۰۱۹	۰/۰۳۱۴	۰/۱۳	تتر
۰/۰۰۱۳	۰/۰۲۱۹	۰/۱۹	لیت کوین
۰/۰۰۱۰	۰/۰۱۵۷	۰/۲۴	بایننس کوین
۰/۰۰۲۶	۰/۰۱۸۶	۰/۲۹	بیت کوین
	۰/۰۰۱۷		بازدهی کل سبد
	۰/۰۲۵۳		ریسک کل سبد

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

فرض صفر خطی بودن را نسبت به سایر متغیرهای گذار با قدرت بیشتری رد می‌کند. در این تحقیق پس از تخمین مدل با متغیرهای گذار مختلف متغیر متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز به‌عنوان متغیرگذار انتخاب شد؛ زیرا نتایج تخمین برای آن رضایت‌بخش-تر از سایر متغیرها بود. پس از انتخاب متغیرگذار، گام بعدی برای تخمین مدل غیرخطی، انتخاب نوع مدل است که باید در بین مدل‌های STR مختلف برای تصریح مدل یکی را انتخاب و استفاده نمود. همان‌طور که گفته شد نوع تابع به دو صورت LSTR1 و LSTR2 است. نتایج حاصل از انجام آزمون در این خصوص در جدول (۵) خلاصه شده است. لازم به ذکر است که مقادیر ارائه‌شده در جدول (۵) سطح عدم اطمینان آماره F را نشان می‌دهد. بر اساس این، ستون اول نشان‌دهنده سطح عدم اطمینان در رد

پس برآورد شاخص متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز در ادامه به برآورد تأثیر ریسک سیستمیک هر یک از رمزارزها بر شاخص متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز با استفاده از روش رگرسیون انتقال ملایم پرداخته شده است. مهم‌ترین مرحله مدل‌سازی انتخاب متغیر انتقال از میان مجموعه متغیرهای گذار یا انتقال بالقوه است؛ زیرا این امکان نیز وجود دارد که تئوری-ها به محدود کردن برخی متغیرها (حذف برخی از متغیرها) و یا به معرفی برخی متغیرهای جدید بپردازند. پس از تعریف متغیر گذار، آزمون بدین شکل انجام می‌شود که هر بار یکی از متغیرهای موجود در بردار S تابع انتقال به‌عنوان متغیرگذار استفاده می‌شود. اگر فرض صفر مبنی بر خطی بودن برای بیشتر از یک متغیر گذار رد شد، همان‌طور که قبلاً بیان گردید، متغیری انتخاب می‌شود که مقدار سطح معنی‌داری آزمون برای آن حداقل باشد؛ زیرا

از سه ستون دیگر حاکی از رد فرضیات  $H_{02}$ ،  $H_{03}$  و  $H_{04}$  با در نظر گرفتن متنوع‌سازی رمزارز به‌عنوان متغیر انتقال است. بر اساس این، فرم تابعی مناسب پیشنهاد شده برای تابع انتقال به صورت LSTR1 است. تأیید این فرم تابعی برای تابع انتقال نشان‌دهنده وجود یک حد آستانه است. بنابراین رابطه بین متغیرها حول یک سطح از متنوع‌سازی رمزارز که همان نقطه حد آستانه است، دچار تغییر رژیم شده و این تغییر رژیم به صورت ملایم تحت تابع انتقال اتفاق می‌افتد.

فرضیه خطی بودن و ستون بعدی به ترتیب مربوط به سطح اطمینان رد فرضیات  $H_{02}$ ،  $H_{03}$  و  $H_{04}$  است. بر اساس نتایج ستون اول، فرضیه  $H_0$  مبنی بر خطی بودن مدل با در نظر گرفتن متنوع‌سازی رمزارز به‌عنوان متغیر انتقال در سطح اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود. همچنین مقدار P-value در این آزمون برای متغیر متنوع‌سازی رمزارز کم‌تر از سایر متغیرها است. بنابراین متغیر متنوع‌سازی رمزارز به‌عنوان متغیر انتقال مناسب انتخاب می‌شود. نتایج حاصل

جدول ۵. نتایج آزمون‌های خطی بودن، تعیین متغیر انتقال و فرم تابعی مناسب

فرم تابعی	سطح معنی‌داری				متغیر انتقال
	فرضیه $H_{04}$	فرضیه $H_{03}$	فرضیه $H_{02}$	فرضیه $H_0$	
پیشنهادی LSTR1	۰/۰۲۵۱	۰/۰۵۶۳	۰/۰۲۱۶	۰/۰۱۱۴	متنوع‌سازی رمزارز

منبع: نتایج حاصل از تحقیق

تخمین این مدل غیرخطی در جدول (۶) به شرح زیر نمایش داده شده است.

با توجه به انتخاب نوع مدل LSTR1 مبنی بر وجود دو رژیم حاکم بر ریسک سیستمیک رمزارزها تحت متغیر متغیر گذار نرخ ارز، نتایج نهایی حاصل از

جدول ۶. نتایج برآورد مدل (متغیر وابسته: ریسک سیستمیک رمزارزها)

معادله ریسک سیستمیک	معادله ریسک سیستمیک	معادله ریسک سیستمیک	معادله ریسک سیستمیک	معادله ریسک سیستمیک	بخش خطی مدل	بخش غیرخطی مدل
بایننس کوین	بیت کوین	لیت کوین	تتر	اتریوم		
-۰/۱۲ [۰/۰۰۵] (۰/۰۰۳)	-۰/۵۶ [۰/۰۱۲] (۰/۰۰۰)	-۰/۱۹ [۰/۰۱۶] (۰/۰۰۱)	-۰/۲۸ [۰/۰۱۴] (۰/۰۰۲)	-۰/۳۴ [۰/۰۱۵] (۰/۰۰۱)	ضریب متنوع‌سازی پورتنفوی	بخش خطی مدل
-۰/۱۹ [۰/۰۰۸] (۰/۰۰۱)	-۰/۶۳ [۰/۰۰۹] (۰/۰۰۳)	-۰/۲۴ [۰/۰۱۱] (۰/۰۰۲)	-۰/۳۵ [۰/۰۱۷] (۰/۰۰۴)	-۰/۴۱ [۰/۰۰۸] (۰/۰۰۰)	ضریب متنوع‌سازی پورتنفوی	بخش غیرخطی مدل

منبع: نتایج حاصل از تحقیق (اعداد داخل پرانتز بیانگر سطح معنی‌داری و اعداد داخل کروشه بیانگر انحراف معیار هستند.)

-۰/۳۴ شده و در بخش غیرخطی برابر با -۰/۴۱ است. به این ترتیب زمانی که نرخ رشد شاخص متنوع‌سازی سبب دارایی رمزارز کم‌تر از ۲۵٪ داشته باشد، اثر متنوع‌سازی سبب دارایی بر ریسک سیستمیک اتریوم برابر -۰/۴۱ شده و با افزایش یک درصدی در متنوع‌سازی سبب دارایی، ریسک سیستمیک اتریوم

در مدل برآوردشده، ضریب اثرگذاری شاخص متنوع‌سازی پورتنفوی رمزارز بر ریسک سیستمیک ارزهای مجازی منفی و در تمامی ۵ مدل برآوردشده به لحاظ آماری در سطح خطای ۵ درصدی معنی‌دار بوده است. در معادله اول مشاهده گردید که اثرگذاری متنوع‌سازی سبب دارایی رمزارز بر ریسک سیستمیک اتریوم در بخش خطی معادله رگرسیون برابر با

باشد، اثر متنوع‌سازی سبد دارایی بر ریسک سیستمیک بیت کوین برابر  $0/56$ - شده و با افزایش یک درصدی در متنوع‌سازی سبد دارایی، ریسک سیستمیک بیت کوین معادل  $0/56$  کاهش یافته و اگر رشد شاخص متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز بیشتر از  $0/25$  داشته باشد، اثرگذاری متنوع‌سازی سبد دارایی بر ریسک سیستمیک بیت کوین برابر با  $1/25$ - می‌شود.

در معادله پنجم مشاهده گردید که اثرگذاری متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز بر ریسک سیستمیک بایننس کوین در بخش خطی معادله رگرسیون برابر با  $0/12$ - شده و در بخش غیرخطی برابر با  $0/19$ - است. به این ترتیب زمانی که نرخ رشد شاخص متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز رشد از  $0/25$  داشته باشد، اثر متنوع‌سازی سبد دارایی بر ریسک سیستمیک بایننس کوین برابر  $0/12$ - شده و با افزایش یک درصدی در متنوع‌سازی سبد دارایی، ریسک سیستمیک بایننس کوین معادل  $0/12$  کاهش یافته و اگر رشد شاخص متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز بیشتر از  $0/25$  داشته باشد، اثرگذاری متنوع‌سازی سبد دارایی بر ریسک سیستمیک بایننس کوین برابر با  $0/31$ - می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون‌های تشخیصی مدل بیانگر عدم وجود خودهمبستگی و مشکل واریانس ناهمسانی در جملات اخلال مدل بوده است.

## ۵ نتیجه‌گیری

هدف این مطالعه برآورد اثر متنوع‌سازی ارزشهای مجازی بر کاهش ریسک سیستمیک در بازه زمانی ۲۰۲۴ - ۲۰۱۷ بود. در این راستا به منظور برآورد ریسک سیستمیک از روش CoVaR استفاده شد. همچنین به منظور برآورد مدل تحقیق از رگرسیون انتقال ملایم (STR) استفاده شد. جامعه آماری مطالعه حاضر، بازار رمزارزها و نمونه آماری شامل بیت کوین، اتریوم، تتر، لیت کوین و بایننس کوین بوده است. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر این بود که ریسک سیستمیک در بیت کوین به مراتب بالاتر از

معادل  $0/41$  کاهش یافته و اگر رشد شاخص متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز بیشتر از  $0/25$  داشته باشد، اثرگذاری متنوع‌سازی سبد دارایی بر ریسک سیستمیک اتریوم برابر با  $0/75$ - می‌شود.

در معادله دوم مشاهده گردید که اثرگذاری متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز بر ریسک سیستمیک تتر در بخش خطی معادله رگرسیون برابر با  $0/28$ - شده و در بخش غیرخطی برابر با  $0/35$ - است. به این ترتیب زمانی که نرخ رشد شاخص متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز رشد از  $0/25$  داشته باشد اثر متنوع‌سازی سبد دارایی بر ریسک سیستمیک تتر برابر  $0/28$ - شده و با افزایش یک درصدی در متنوع‌سازی سبد دارایی، ریسک سیستمیک تتر معادل  $0/28$  کاهش یافته و اگر رشد شاخص متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز بیشتر از  $0/25$  داشته باشد، اثرگذاری متنوع‌سازی سبد دارایی بر ریسک سیستمیک تتر برابر با  $0/63$ - می‌شود.

در معادله سوم مشاهده گردید که اثرگذاری متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز بر ریسک سیستمیک لیت کوین در بخش خطی معادله رگرسیون برابر با  $0/19$ - شده و در بخش غیرخطی برابر با  $0/24$ - است. به این ترتیب زمانی که نرخ رشد شاخص متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز رشد از  $0/25$  داشته باشد، اثر متنوع‌سازی سبد دارایی بر ریسک سیستمیک لیت کوین برابر  $0/19$ - شده و با افزایش یک درصدی در متنوع‌سازی سبد دارایی، ریسک سیستمیک لیت کوین معادل  $0/19$  کاهش یافته و اگر رشد شاخص متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز بیشتر از  $0/25$  داشته باشد، اثرگذاری متنوع‌سازی سبد دارایی بر ریسک سیستمیک لیت کوین برابر با  $0/43$ - می‌شود.

در معادله چهارم مشاهده گردید که اثرگذاری متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز بر ریسک سیستمیک بیت کوین در بخش خطی معادله رگرسیون برابر با  $0/56$ - شده و در بخش غیرخطی برابر با  $0/63$ - است. به این ترتیب زمانی که نرخ رشد شاخص متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز رشد از  $0/25$  داشته

گرفته در مورد ریسک سیستمیک رمزارزها و با توجه به اینکه بازار رمزارزها به شدت پرنوسان بوده و ممکن است قیمت در مدت زمان کوتاهی تغییرات زیادی داشته باشد. قبل از ورود به بازار باید وضعیت ارزشی مورد نظر بررسی گردد که برای این منظور باید از تحلیل‌های تکنیکال و بنیادی استفاده شود.

### تأمین مالی

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

### تضاد منافع

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

### مشارکت نویسندگان

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

### تشکر و قدردانی

نویسندگان از مسؤولین و داوران مجله تشکر می‌کنند.

سایر رمزارزها بیشتر بوده است. علاوه بر این مشاهده گردید که اثر شاخص تنوع‌سازی سبد رمزارز بر ریسک سیستمیک منفی و غیرخطی بوده و با افزایش در متنوع‌سازی سبد دارایی رمزارز منجر به کاهش در ریسک سیستمیک تمامی رمزارزهای مورد مطالعه شده است. نتایج به دست آمده از این مطالعه بیانگر هم‌راستای بودن موضوع ریسک سیستمیک و سرایت آن در بازار ارزشی مجازی با نتایج مطالعات گانگ جین و همکاران (۲۰۲۲)، جاکوب (۲۰۱۵)، براتی و همکاران (۱۳۹۹) و عیوضلو و رامشک (۱۳۹۸) است. با توجه به نتایج به دست آمده، بهترین رویکردی که سرمایه‌گذاران در این حوزه می‌توانند داشته باشند این است که باید با توجه به میزان سرمایه خود به این کار پردازند. علاوه بر این به سرمایه‌گذاران پیشنهاد می‌گردد که در هر یک از رمزارزهای موجود متناسب با حجم معاملات و همچنین میزان همبستگی آماری آن‌ها با یکدیگر سرمایه‌گذاری کرده و سعی در ایجاد یک سبد دارایی به منظور کاهش در ریسک سرمایه‌گذاری داشته باشند. همچنین با متنوع‌سازی در سبد دارایی و استفاده از رمزارزهای با وزن‌ها و ترکیب‌های مختلف در سبد دارایی منجر به کاهش در ریسک سرمایه‌گذاری خود شوند. همچنین با توجه به برآورد صورت

## منابع

- Alvarez-Ramirez, J., Rodriguez, E., & Ibarra-Valdez, C. (2018). Long-range correlations and asymmetry in the Bitcoin market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 492(3), 948-955.  
<https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.11.025>
- Ante, L., & Fiedler, I. (2021). The impact of transparent money flows: Effects of stablecoin transfers on the returns and trading volume of Bitcoin. *Technological Forecasting and Social Change*, 170(3), 45-69.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120851>
- Arghavani, F., & Mirahmadi, S. (2020). Globalization of Virtual Currencies and Economic Governance of State. *Journal of Politics and International Relations*, 3(6), 29-68 (In Persian).  
<https://doi.org/10.22080/jpir.2020.2804>
- Balcilar, M., Bouri, E., Gupta, R., & Roubaud, D. (2017). Can volume predict Bitcoin returns and volatility? A quantiles-based approach. *Economic Modelling*, 64(3), 74-81.  
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2017.03.019>
- Barati, L., Falah Shams, M., Ghaffari, F., & Heydarzadeh Hanzaei, A. (2019). Pervasive risk of financial crisis in Iran's banking system with ARFIMA-FIGARCH-Delta CoVaR approach and expected marginal drop. *Financial Engineering and Securities Management*, 11(45), 587-611 (In Persian).  
<https://doi.org/10.22059/frj.2019.260749.1006682>
- Brandvold, M., Molnár, P., Vagstad, K., & Andreas Valstad, O. (2015). Price discovery on Bitcoin exchanges. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 36(3), 18-35.  
<https://doi.org/10.1016/j.intfin.2015.02.010>
- Brauneis, A., & Mestel, R. (2018). Price discovery of cryptocurrencies: Bitcoin and beyond. *Economics Letters*, 165(3), 58-61.  
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.02.001>
- Canh, N. P., Wongchoti, U., Thanh, S. D., & Thong, N. T. (2019). Systematic risk in cryptocurrency market: Evidence from DCC-MGARCH model. *Finance Research Letters*, 29(2), 90-100.  
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.03.011>
- Eyvzalo, R., & Ramsheg, M. (2018). Measuring systemic risk using expected final deficit and conditional value at risk and banks' ratings. *Asset Management and Financing*, 7(4), 1-16 (In Persian).  
<https://doi.org/10.3390/su12104000>

- Gang-Jin, W., Yusen, F., Yufeng, X., & Chi, X. (2022). Connectedness and systemic risk of the banking industry along the Belt and Road. *Journal of Management Science and Engineering*, 7(2), 303-329.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmse.2021.12.002>.
- Gkillas, K., Manickavasagam, J., & Visalakshmi, S. (2022). Effects of fundamentals, geopolitical risk and expectations factors on crude oil prices. *Resources Policy*, 78(3), 25-36.  
<https://doi.10.1016/j.resourpol.2022.102887>
- Hanif, W., Hernandez, J. A., Troster, V., Kang, S. H., & Yoon, S. M. (2022). Nonlinear dependence and spillovers between cryptocurrency and global/regional equity markets. *Pacific-Basin Finance Journal*, 47(3), 87-99.  
<https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2022.101822>
- He, F., & Chen, X. (2016). Credit networks and systemic risk of Chinese local financing platforms: Too central or too big to fail?—based on different credit correlations using hierarchical methods. *Statistical Mechanics and its Applications*, 6(461), 158-170.  
<https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.05.032>
- Huang, X., Zhou, H., & Zhu, H., (2019). A framework for assessing the systemic risk of major financial institutions. *Journal of Banking and Finance*, 33, 2036-2049.  
<https://ssrn.com/abstract=1335023>
- Jakob, B. (2015). Dueling policies: Why systemic risk taxation can fail. *Euro-pean Economic Review*, 87(6), 132-147.
- Jiang, Y., Nie, H. & Ruan, W. (2018). Time-Varying Long-Term Memory in Bitcoin Market. *Finance Research Letters*, 25, 280-284.  
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.12.009>
- Khatami, S., Khodai Waleh Zakard, M. & Abdolahi Kiwani, M. (2023). Investigating the impact of cryptocurrencies on the stock market using meta-analysis. *Financial Economics*, 17(63), 375-390. (In Persian).  
<https://doi.10.30495/FED.2023.702199>
- Klein, T., Thu, H. P., & Walther, T. (2018). Bitcoin is not the New Gold – A comparison of volatility, correlation, and portfolio performance. *International Review of Financial Analysis*, 59, 105-116.  
<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.07.010>
- Koutmos, D. (2018). Bitcoin Returns and Transaction Activity. *Economics Letters*, 167, 81-85.

- <https://doi.org/10.1016/j.econ-let.2018.03.021>
- Masoomzadeh, S., Haghghat, J., & Salmani, B. (2023). Blockchain Tecknology and Volatility of Stock Returns in Iran. *Journal of Economic Research and Policies*, 31 (105), 241-276 (In Persian).  
<http://qjerp.ir/article-1-3334-fa.html>
- Mir Jalili, H., & Dehghan Khavari, S. (2018). The interaction of systematic risk with stock returns in Tehran Stock Exchange. *Economic and Financial Quarterly*, 13(2), 257-282 (In Persian).  
<https://doi.20.1001.1.25383833.139.8.13.49.9.6>
- Mirzaeibadizi, V., Suri, A., Naji, M., & Baharadmehr, N. (2023). Mechanism of systemic risk contagion in Iran's financial system. Money and Capital Market. *Financial Economics*, 17(62), 49-70.  
<https://doi.10.30495/FED.2023.70.0118>
- Phillip, A., Chan, J., & Peiris, SH. (2018). A new look at Cryptocurrencies. *Economics Letters*, 163(3), 6-9.  
<https://doi.10.1016/j.econ-let.2017.11.020>
- Rahimi Baghi, A., Arabsalehi Nasrabadi, M., & Vaez Barzani, M. (2018). Evaluation of systemic risk in financial subsystems of the country using non-linear Granger method. *Asset Management and Financing*, 7(2), 59-80 (In Persian).  
<https://doi.org/10.3390/su12104000>
- Roshdieh, N., & Farzad, G. (2024). The Effect of Fiscal Decentralization on Foreign Direct Investment in Developing Countries: Panel Smooth Transition Regression. *International Research Journal of Economics and Management Studies*, 3(7), 133-140.  
<https://doi.0.56472/25835238/IRJEMS-V3I7P114>
- Saeedi, A., & Ramsheh, M. (2011). The Systematic Risk Determinants in Tehran Stock Exchange. *Financial Accounting Research*, 3(1), 125-142 (In Persian).  
<https://doi.20.1001.1.23223405.139.0.3.1.8.7>
- Statistical reports of Central Bank of Iran. (2023). *Statistical Quarterly*.
- Takaishi, T. (2018). Statistical Properties and Multifractality of Bitcoin. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 506, 507-519.  
<https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.04.046>
- Zhang, X., & Ding, Zh. (2021). Multiscale Systemic Risk and Its Spillover Effects in the Cryptocurrency Market. *Complexity*, 22(2), 23-46.  
<https://doi.10.1155/2021/5581843>