



## Modeling systemic risk and dependence structure between cryptocurrency and stock markets using a variational mode decomposition-based copula method (VMD- Copula)

Roghayeh Mohseninia<sup>1</sup> | Ali Rezazadeh<sup>2\*</sup> | Yousef Mohammadzadeh<sup>3</sup> | Shahab Jahangiri<sup>4</sup>

1. PhD Student in Economics, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran  
E-mail: [r.mohseninia@urmia.ac.ir](mailto:r.mohseninia@urmia.ac.ir) (0009-0006-9038-7780)
2. Corresponding Author, Associate Professor in Economics, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: [a.rezazadeh@urmia.ac.ir](mailto:a.rezazadeh@urmia.ac.ir) (0000-0003-4165-1523)
3. Associate Professor in Economics, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: [yo.mohammadzadeh@urmia.ac.ir](mailto:yo.mohammadzadeh@urmia.ac.ir) (0000-0002-4364-5832)
4. Associate Professor in Economics, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: [kh.jahangiri@urmia.ac.ir](mailto:kh.jahangiri@urmia.ac.ir) (0000-0001-9755-1981)

| Article Info                                                                                                                                   | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Article type:</b><br>Research Article                                                                                                       | <p>The fundamental aim of this study is to investigate the structural dependence between the cryptocurrency and the stock market index. In this study, the total index of Tehran Stock Exchange has been used as a representative of the developing stock market and the index (S&amp;P500) has been used as a representative of the developed stock market. using daily data during the period from 8 August 2015 to 21 February 2023. The results show that there is no structural dependence between the return Bitcoin and Iran stock market, either in the short term or in the long term. In other words, the changes domain in return of Bitcoin during the low and high ranges on the return of the mentioned index are insignificant. The results indicates that the cryptocurrency market is separated from the main class of financial and economic assets and hence offers various benefits to investors. Also, in the long term, for the return of Bitcoin cryptocurrency and the S&amp;P500 stock index, Clayton's copula function was chosen in the first place as the appropriate model to explain the correlation. There is no correlation between the returns of Bitcoin and the s&amp;p500 stock index in the short term. The findings of this study indicate the important role of cryptocurrencies in investors' portfolios as they act as a diversified option for investors and confirm that cryptocurrencies are a new investment asset class. Furthermore, it analyzes the upside and downside risk spillovers between stock markets and the cryptocurrency market by quantifying market risk measures, namely the conditional VaR (CoVaR) and the delta CoVaR (<math>\Delta</math>CoVaR). The results indicate that</p> |
| <b>Article history:</b><br>Received:<br>16 Nov. 2024                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Received in revised form:<br>17 Jan. 2025                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Accepted:<br>3 Feb. 2025                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Keywords:</b><br>Cryptocurrencies,<br>Stock market Index,<br>copula function,<br>Variational mode<br>Decomposition,<br>the risk spillovers. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>JEL:</b><br>G12, C14, C20, C22, F3                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

---

Bitcoin, Ethereum and Ripple cannot be considered a strong hedge during the time of crisis. The speculative nature of cryptocurrencies and risks embedded in Bitcoin, Ethereum, and Ripple increases the risk flow to stock markets during a crisis, thus rendering the hedging costlier.

---

**Cite this article:** Mohseninia, Roghayeh, Rezazadeh, Ali, Mohammadzadeh, Yousef & Jahangiri, Shahab. (2024). Modeling systemic risk and dependence structure between cryptocurrency and stock markets using a variational mode decomposition-based copula method (VMD- Copula). *Journal of Economic Modeling Research*, 15 (55), 1-60. DOI: 00000000000000000000



© The Author(s).

Publisher: Kharazmi University

DOI: 00000000000000000000000000000000

*Journal of Economic Modeling Research*, Vol, 15, No. 55, 2024, pp. 1-60.

---



Kharazmi University

## مدل سازی ریسک سیستمی و بررسی وابستگی ساختاری بین بازارهای رمزارز و سهام با استفاده از روش ترکیبی تجزیه مود متغیر - کاپولا

رقیه محسنی نیا<sup>۱</sup> | علی رضازاده\*<sup>۲</sup> | یوسف محمدزاده<sup>۳</sup> | شهاب جهانگیری<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی (اقتصاد مالی)، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه

رایانامه: [r.mohseninia@urmia.ac.ir](mailto:r.mohseninia@urmia.ac.ir) (0009-0006-9038-7780)

۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه

رایانامه: [a.rezazadeh@urmia.ac.ir](mailto:a.rezazadeh@urmia.ac.ir) (0000-0003-4165-1523)

۳. دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه

رایانامه: [yo.mohammadzadeh@urmia.ac.ir](mailto:yo.mohammadzadeh@urmia.ac.ir) (0000-0002-4364-5832)

۴. دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه

رایانامه: [kh.jahangiri@urmia.ac.ir](mailto:kh.jahangiri@urmia.ac.ir) (0000-0001-9755-1981)

### چکیده

### اطلاعات مقاله

هدف اصلی این پژوهش، بررسی وابستگی ساختاری بین بازدهی بازارهای رمزارز و شاخص سهام است. در این مطالعه از شاخص کل بورس تهران به عنوان نماینده بازار سهام در حال توسعه و شاخص (S&P500) به نمایندگی از بازار سهام توسعه یافته استفاده شده است. دوره مورد بررسی شامل داده های روزانه از ۸ آگوست ۲۰۱۵ تا ۲۱ فوریه ۲۰۲۳ مورد استفاده قرار گرفت. نتایج مطالعه حاکی از آن است که بین بازدهی رمزارز بیت کوین و شاخص سهام ایران هیچ گونه وابستگی ساختاری چه در کوتاه مدت و چه در بلندمدت وجود ندارد. به عبارت دیگر تغییرات بازدهی رمزارز بیت کوین در طول دامنه های پایینی و بالا بر بازده شاخص مذکور ناچیز است. این بیانگر این است که بازارهای رمزارزها از طبقه اصلی دارایی های مالی و اقتصادی جدا شده اند و از این رو مزایای متنوعی را برای سرمایه گذاران ارائه می دهند. همچنین در بلندمدت برای بازدهی رمزارز بیت کوین و شاخص سهام (S&P500)، تابع کاپولای کلاتون در رتبه اول به عنوان مدل مناسب توضیح دهنده همبستگی انتخاب شد. بین بازدهی رمزارز بیت کوین و شاخص سهام (S&P500) در کوتاه مدت هیچ گونه همبستگی وجود ندارد. یافته های این مطالعه نشان دهنده نقش مهم رمزارزها در سبد سرمایه گذاران است.

#### نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

#### تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۸/۲۶

#### تاریخ ویرایش:

۱۴۰۳/۱۰/۲۸

#### تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۱۱/۱۵

#### واژه های کلیدی:

رمزارزها،

شاخص سهام،

توابع کاپولا،

تجزیه مود متغیر،

سرریز ریسک.

**طبقه‌بندی JEL:**

G12, C14, C20,  
C22, F3

زیرا آن‌ها به عنوان یک گزینه متنوع برای سرمایه‌گذاران عمل می‌کنند و تأیید می‌کنند که رمزارزها یک طبقه دارایی سرمایه‌گذاری جدید هستند. همچنین از اندازه‌گیری‌های  $(\Delta\text{CoVaR})$  و  $(\text{CoVaR})$  برای تعیین اثر نامتقارن سرریز ریسک در جهت صعودی و نزولی بین بازارهای سهام و رمزارزها استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که رمزارزهای بیت‌کوین، اتریوم و ریپل نمی‌توانند در زمان بحران (شرایط بازار نزولی) به عنوان یک محافظ قوی در نظر گرفته شوند. ماهیت سوداگرانه رمزارزها و ریسک‌های تعبیه‌شده در رمزارزها، جریان ریسک به بازارهای سهام را در شرایط بازار نزولی افزایش می‌دهد و بنابراین هزینه‌های پوشش ریسک را گران‌تر می‌کند.

**استناد:** محسنی نیا، رقیه، رضازاده، علی، محمدزاده، یوسف و جهانگیری، شهاب. (۱۴۰۳). مدل‌سازی ریسک سیستمی و بررسی وابستگی ساختاری بین بازارهای رمزارز و سهام با استفاده از روش ترکیبی تجزیه مود متغیر - کاپولا. تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۱۵ (۵۵)، ۶۰-۱. DOI: 00000000000000000000



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه خوارزمی.

## ۱. مقدمه

رمزارزها به طور فزاینده‌ای در بین سرمایه‌گذاران محبوب شده‌اند و مطالعات فزاینده‌ای از سوی سرمایه‌گذاران، مؤسسات مالی، سیاست‌گذاران، تنظیم‌کننده‌ها و رسانه‌ها انجام شده است (بالسیلار و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۷). رمزارزها برای مدت معینی توسط تعدادی از محققان به عنوان "بزرگترین نوآوری مالی قرن" مورد استقبال قرار گرفته‌اند (لی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۲۱). گسترش روزافزون رمزارزها در سبد سرمایه‌گذاران و مؤسسات مالی مسائلی را در رابطه با اثربخشی آنها از نظر تنوع پرتفوی و پوشش ریسک ایجاد می‌کند.

یک بحث مداوم در ادبیات، مربوط به سهم رمزارزها در سبد سهام از نظر تنوع و بازدهی تعدیل شده به ریسک وجود دارد. بسیاری از مطالعاتی که نقش بیت‌کوین را از منظر ریسک - بازده بررسی می‌کنند، نشان می‌دهند که رمزارزها همبستگی پایینی با سایر کلاس‌های دارایی دارند که نشان می‌دهد بیت‌کوین ممکن است نقش فعالی در تنوع بخشی پرتفوی داشته باشد. بسیاری از مطالعاتی که به بررسی خواص پناهگاه امن و اثرات سرریز رمزارزها و سایر دارایی‌ها می‌پردازند، نتایج متفاوتی را گزارش می‌کنند. برای اینکه رمزارزها به عنوان پناهگاه یا پوششی امن در برابر رکود بازار در نظر گرفته شوند، باید در دوره‌هایی که با تلاطم و عدم اطمینان مشخص می‌شوند، با بازده بازار ارتباط منفی داشته باشند. از سوی دیگر، یک همبستگی نزدیک به صفر، مزایای تنوع بخشی از گنجاندن رمزارزها به سبد دارایی‌های سنتی را نشان می‌دهد (گامبرلی و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۲۳). با این حال، ادبیات موجود در پرداختن به این نکته مهم ناکام است.

برخی از مطالعات افزایش همبستگی متقابل بین بیت‌کوین و سایر دارایی‌ها را در طول زمان تشخیص می‌دهند که منجر به احتمال زیاد، زیان همزمان در دوره‌های آشفته می‌شود (لی و همکاران، ۲۰۲۱). تنوع ریسک پرتفوی یکی از دغدغه‌های اصلی سرمایه‌گذاران و مدیران پرتفوی است. تئوری مدرن پورتفولیو پیشنهاد می‌کند که سرمایه‌گذاران می‌توانند با تخصیص وجوه به دارایی‌هایی که همبستگی منفی یا کمتر از همبستگی کاملاً مثبت دارند، ریسک کلی پرتفوی خود

1. Balcilar et al

2. Li et al.

3. Gambarelli et al.

را کاهش دهند (بکیروس و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۷). با توجه به نقش رمزارزها در پرتفوی سرمایه‌گذاران، می‌توان به طور گسترده بین دو رشته ادبیات تمایز قائل شد. مورد اول، تأثیر رمزارزها بر بازده سهام را از منظر ریسک - بازده در یک سبد بهینه با استفاده از تحلیل میانگین-واریانس مارکوویتز و نسبت شارپ بررسی می‌کند. در حالی که مورد دوم نقش رمزارزها را به عنوان دارایی‌های پناهگاه امن بررسی می‌کند. مطالعات در رشته اول ادبیات به طور کلی ادعا می‌کنند که افزودن رمزارز به یک سبد متنوع متشکل از سهام و سایر داراییهای سنتی (مانند ارزها، طلا، نفت، املاک و مستغلات و اوراق قرضه) می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای پروفایل ریسک - بازده را بهبود بخشد (بریر و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۵؛ لی و همکاران، ۲۰۲۱). سیمیتسی و چالواتزیس<sup>۳</sup> (۲۰۱۹) دریافتند که مزایای ناشی از گنجاندن بیت‌کوین در پرتفوی بیشتر از سایر دارایی‌های سنتی مشهود است. همچنین نشان می‌دهند که نوسانات بالای بیت‌کوین به دلیل همبستگی پایین بین بیت‌کوین و سایر دارایی‌ها، ریسک کلی پرتفوی را افزایش نمی‌دهد. کجتازی و مورو<sup>۴</sup> (۲۰۱۹) استدلال می‌کنند که با گنجاندن بیت‌کوین، عملکرد پرتفوی بهبود می‌یابد. اما نتیجه عمدتاً به افزایش بازده پرتفوی به دلیل عملکرد مثبت بیت‌کوین در سال ۲۰۱۳ نسبت داده می‌شود. اخیراً، نگرانی‌های جدی در مورد گنجاندن بیت‌کوین در پرتفوی توسط سیمیتسی و چالواتزیس (۲۰۱۸) بیان شده است. زیرا آنها شواهدی از سرریزهای نزولی بین بیت‌کوین و شاخص‌های سهام پیدا کرده‌اند.

مطالعات در رشته دوم ادبیات، یافته‌های متناقضی را در مورد ویژگی‌های پناهگاه امن بیت‌کوین گزارش می‌دهند. به طور خاص، چندین مطالعه شواهدی از سرریز بازده بین بیت‌کوین و دارایی‌های سنتی پیدا کردند که ویژگی‌های پناهگاه امن آن را زیر سوال برده است. وانگ و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۲) سرایت بین بازارهای سهام و بازارهای رمزارز را بررسی کرده‌اند و شواهدی مبنی بر وابستگی دنباله متغیر با زمان، با وابستگی دنباله سمت چپ در مقایسه با وابستگی دم سمت راست ارائه کرده‌اند که بیت‌کوین و دارایی‌های سنتی وابستگی شدیدی با یکدیگر دارند و وابستگی دنباله سمت چپ بین

4. Bekiros et al.

1. Briere et al.

2. Symitsi and Chalvatzis

3. Kajtazi and Moro

4. Wang et al.

بیت کوین و دارایی های سنتی مهم تر از وابستگی دنباله سمت راست است. علاوه بر این، لی و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه ای استدلال می کنند که انتقال نوسانات در کوتاه مدت بیشتر است که نشان می دهد نگهداری دارایی ها برای بلندمدت احتمالاً ریسک را کاهش می دهد، در حالی که مبادله دارایی های مالی در کوتاه مدت می تواند به دلیل نوسانات بیشتر، ریسک را افزایش دهد. به طور مشابه، کومار و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که همبستگی بین بازدهی رمزارزها و دارایی های مالی سنتی در افق های کوتاه مدت (از یک روز تا یک هفته) زیاد است و در طول همه گیری بیماری کووید ۱۹ تشدید شده است. نقش پناهگاه امن بیت کوین برای بازار سهام نیز در برخی از بازارهای نوظهور رد شده است (تامپانیا و همکاران، ۲۰۲۰، برای بازار سهام تایلند و نگو و نگوین<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱، برای بازار سهام ویتنام). مطالعه تان و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۳) استفاده از رمزارز را به عنوان یک دارایی پوشش دهنده در بازارهای سهام آسیا نشان می دهد.

به طور مشابه، جیانگ و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۱) نشان داده اند که رمزارز دارای قابلیت های متنوع سازی و پوشش ریسک در بازارهای سهام است. برخی از مطالعات اخیر انجام شده توسط اصلانیدیس و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۹)، جی و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۰)، چمخا و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۲۱) و لی و میو<sup>۷</sup> (۲۰۲۳) انجام شده نتایجی را به دست آورده اند که بیت کوین به عنوان یک دارایی پناهگاه امن برای بازارهای سهام عمل نمی کند. کوربت و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که در زمان بحران اقتصادی و مالی جدی، رمزارزها به عنوان پوشش یا پناهگاه امن عمل نمی کنند. کانلون و همکاران

1. Ngo and Nguye
2. Tan et al.
3. IJiang et al.
4. Aslanidis et al.
5. Ji et al.
6. Chemkha et al.
7. Li and Miu
8. Rao et al.

(۲۰۲۰) همچنین به این نتیجه رسیدند که رمزارزها به عنوان پناهگاه‌های امن برای بازارهای سهام بین‌المللی در طول شیوع بیماری همه گیر عمل نمی‌کند.

در نهایت، مطالعاتی که ارتباط بین بیت‌کوین و کلاس‌های دارایی سنتی را در طول دوره‌های قبل و بعد از بیماری کووید ۱۹ بررسی می‌کند به عنوان نمونه مطالعات (رائو و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۲) نشان می‌دهد که سرریزها از بازده و نوسانات بیت‌کوین به بازارهای دیگر به طور قابل توجهی در مرحله پس از بیماری کووید ۱۹ افزایش یافته است. در نتیجه، مزایای فرضی متنوع‌سازی سرمایه‌گذاری با بیت‌کوین دیگر برای اهداف پوشش‌دهی کافی نیست. با توجه به این مطالعات، یک موقعیت کوتاه در بازار بیت‌کوین امکان پوشش ریسک سرمایه‌گذاری برای همه دارایی‌های مالی مختلف را فراهم می‌کند. در نهایت، استراتژی‌های پوشش ریسک شامل طلا، نفت، سهام و بیت‌کوین به طور قابل توجهی ریسک پرتفوی را در مقایسه با ریسک سبد متشکل از طلا، نفت و سهام کاهش می‌دهد (گسمی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹). در رشته دوم ادبیات نیز مطالعاتی وجود دارد که از نقش رمزارزها و بیت‌کوین به عنوان یک متنوع‌کننده مؤثر فقط در شرایط مختلفی از بازار حمایت می‌کنند (بوری و همکاران، ۲۰۱۷)، زیرا آنها کمتر با سیستم جهانی یکپارچه شده‌اند (عمرو همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۲۱). باور و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۸) نشان دادند که بیت‌کوین با دارایی‌های سنتی ارتباطی ندارد و می‌تواند مزایای تنوع را در هر دو از شرایط بازار عادی و نزولی ارائه دهد.

هانگ<sup>۵</sup> (۲۰۲۱) نشان داد که رابطه بازار سهام - بیت‌کوین هم به چرخه بازار سهام و هم به ماهیت شوک‌های تأثیرگذار بر بیت‌کوین بستگی دارد. شواهدی از متغیر با زمان برای اهداف پناهگاه امن نیز توسط شهزاد و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۹) گزارش شده است. هر ابزار مالی مانند سهام و رمزارزها که در بازارها معامله می‌شود ممکن است بر اساس عوامل متعددی در معرض نوسانات قیمتی باشد. عواملی مانند اخبار مثبت و منفی، وضعیت مالی شرکت‌های سهامی معامله شده در بازارهای بورس، حوادث سیاسی، تغییرات جهانی و شرایط محیطی از جمله ریسک‌های بازار. با جهانی

1. Guesmi et al.

2. Umar et al.

3. Baur et al.

4. Hung

5. Shahzad et al.

شدن استفاده از رمزارزها، در کشور ایران نیز طی چند سال اخیر محبوبیت و استفاده از رمزارزها به طور پیوسته بیشتر می شود. در این شرایط جدید، سرمایه گذاران بیشتر به دنبال کاهش ریسک سرمایه گذاری خود و دستیابی به تنوع پرتفوی بهینه با مشارکت داراییهای مالی جدید (رمزارزها) هستند. همچنین با افزایش استفاده از رمزارزها شاهد وضع مقررات بیشتر دولت و بانک مرکزی در خصوص کنترل استخراج این رمزارزها برای کنترل شرایط حاکم بر دنیای رمزارزها هستیم و از آنجا که رمزارزها امکان تبادل منابع مالی خارج از سیستم مالی تنظیم شده را نیز فراهم می کنند بر این اساس، با توجه به تأثیرپذیری مستقیم و غیر مستقیم اقتصاد ایران از بازارهای مالی جهانی و گسترش فعالیت مربوط به رمزارزها در شرایط تحریم بین المللی این سؤال مطرح می شود که آیا رابطه ای بین بازده سهام و بازده رمزارزها وجود دارد؟ تشخیص نوع همبستگی در بازدهی های شاخص های بازارهای مالی از اهمیت فراوانی برای سرمایه گذاران و سیاست گذاران مالی برخوردار است. به طور مشابه، به تعیین اینکه آیا رمزارزها می توانند به عنوان یک دارایی پوششی یا پناهگاه امن یا تنوع برای بازارهای سهام عمل کنند، کمک می کند. از طرفی با توجه به اینکه سری های زمانی مالی دارای ویژگی های ابعادی فرکانسی نیز می باشند، سرمایه گذاران بین المللی که به دنبال پوشش ریسک قیمت خود در بازارهای سهام با استفاده از رمزارزها هستند، باید به افق های متفاوت سرمایه گذاری توجه کنند. با توجه به ادبیات بالا، نقش ارزشمند رمزارزها در تنوع پرتفوی برای شاخص های سهام، عدم وجود یا ضعیف بودن ارتباط بین بازارها را برجسته می کند، که مزایای متنوعی را برای سرمایه گذاران فراهم می کند و همچنین ادبیات مربوط به رمزارزها و ادغام با بازارهای سهام را گسترش می دهد.

تفاوت مطالعه حاضر با مطالعات انجام شده در این است که این مطالعه از روش تجزیه مود متغیر برای تجزیه سری های زمانی بازدهی رمزارزها و شاخص سهام به افق های کوتاه مدت و بلندمدت استفاده می کند. با تجزیه و تحلیل وابستگی مبتنی بر کاپولا، سرمایه گذاران می توانند ریسک خود را کاهش دهند، به خصوص زمانی که بازار دچار آشفتگی می شود. بر خلاف روش های سنتی، مدل های (VaR) و (CoVaR) مبتنی بر توابع کاپولا قادر به گسستن رابطه بین این دو بازار هستند و منجر به تخصیص و تصمیم گیری بهتر می شوند. همچنین به اندازه کافی وابستگی دارایی های مالی

را در شرایط بازار صعودی و نزولی ارزیابی نمی‌کنند. در این مطالعه لحاظ وابستگی ساختاری بین بازارهای رمزارز و سهام با اشکال مختلفی همچون توابع کاپولای متقارن، نامتقارن بررسی خواهد شد. به‌طوری که علاوه بر در نظر گرفتن توابع کاپولای  $t$  (تی استیودنت) و کاپولای نرمال<sup>۱</sup> از توابع کاپولای ارشمیدسی<sup>۲</sup> شامل کاپولای گامبل<sup>۳</sup>، فرانک<sup>۴</sup> و کاپولای کلایتون<sup>۵</sup> برای بررسی وابستگی ساختاری بین بازارهای سهام توسعه یافته ایالات متحده و در حال توسعه ایران و بازار رمزارز و بالعکس استفاده خواهد شد. همچنین از اندازه‌گیری‌های  $(CoVaR)$  و  $(\Delta CoVaR)$  برای تعیین اثر نامتقارن سرریز ریسک در جهت مثبت و نزولی بین بازارهای سهام و رمزارز استفاده خواهد شد. در این راستا مقاله در پنج بخش سازماندهی شده است. پس از ارائه مقدمه در بخش دوم ادبیات موضوع و در بخش سوم داده‌های آماری و روش تحقیق معرفی شده‌اند. بخش چهارم به گزارش یافته‌های تجربی و تفسیر نتایج اختصاص یافته و سرانجام در بخش پنجم نتیجه‌گیری کلی ارائه شده است.

## ۲. مبانی نظری

### ۲-۱. وابستگی بین بازارهای رمزارز و شاخص سهام

پیوندهای بین بازاری، همانطور که با سرریزهای بازده و نوسان سنجیده می‌شود، جنبه مهمی از امور مالی بین‌المللی را نشان می‌دهد و پیامدهای مهمی برای تصمیمات پرتفوی و پوشش ریسک دارد. این موضوع در ادبیات تجربی با شواهدی از افزایش یکپارچگی بازار که ناشی از باز بودن بازارها، جهانی شدن، مالی شدن و تحولات تکنولوژیکی است، توجه قابل توجهی را به خود جلب کرده است. با توجه به اهمیت دارایی‌های جایگزین در تنوع بخشیدن به ریسک‌های دارایی سنتی، هم سرمایه‌گذاران و هم محققان دانشگاهی به طور مستمر بررسی رمزارزها را دنبال می‌کنند. اخیراً، ادبیات مربوط به رمزارزها به طور قابل توجهی رشد کرده است تا دو جنبه مهم از رمزارزها، یعنی اهمیت به عنوان یک دارایی سرمایه‌گذاری جایگزین (باریورا و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۷) و انتقال ریسک و بازده بین رمزارزها و سایر دارایی‌های سنتی را پوشش دهد (دایبرگ، ۲۰۱۶؛ کربت و همکاران،

1. Normal Copula
2. Archimedian Copula
3. Gumbel Copula
4. Frank Copula
5. Clayton Copula
1. Bariviera et al.

۲۰۱۸، ۲۰۲۰، ۲۰۱۹؛ کانلون و مک گی (۲۰۲۱). رمزارزها به سرعت سرمایه گذارانی را که به دنبال جایگزین های پولی جدید بین المللی هستند و همچنین معامله گران و تأمین کنندگانی که به دنبال فرصت های سرمایه گذاری بهتر هستند جذب کرده اند. ویژگی های منحصر به فرد رمزارزها نه تنها آن ها را از همتایان سنتی خود متمایز می کند، بلکه آن ها را برای تنوع پرتفوی با سایر دارایی ها مانند سهام جذاب می کند. مزایای تنوع بیشتر به این دلیل است که بازده رمزارزها با سایر طبقات دارایی مرتبط نیست (شهزاد و همکاران، ۲۰۲۰).

بریر و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود نشان داد که چگونه سرمایه گذاری ها در رمزارز می تواند به مزایایی برای پرتفوی های متنوع منجر شود. این مزایا برای محافظت از پرتفوی ها در برابر نوسانات بالا به دلیل داشتن سطح سودآوری بالا و سطح پایین همبستگی با دارایی های سنتی کافی است. استدلال نظری نشان می دهد که سه کانال وجود دارد که انگیزه گنجاندن بیت کوین و بازارهای سهام را فراهم می کند. در واقع بیت کوین از طریق سه کانال یعنی مجموع های پولی، نرخ ارز خارجی و تورم بر سیستم پولی و کل بازارهای سهام تأثیر می گذارد. تقاضای پول، تورم و نرخ ارز سه کانالی هستند که بیت کوین از طریق آنها بر سیستم پولی و بازارهای مالی تأثیر می گذارد. رشد قیمت بیت کوین به طور قابل توجهی بر افزایش نرخ ارز، کاهش گردش پول و همچنین افزایش تورم تأثیر می گذارد. مطابق مطالعات، هنگامی که بیت کوین جایگزین پول می شود، عملکرد پول را تغییر می دهد. این پدیده منجر به کاهش گردش پول و در نتیجه از بین رفتن نظریه مقداری پول می شود. پژوهشگران این اثر مهم را به اثر ثروت ناشی از رشد قیمت بیت کوین نسبت دادند. کاهش تقاضا برای پول از طریق کاهش هزینه های نهایی، ارزش دارایی سهام را تحت تأثیر قرار می دهد.

نارایان و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۹) اشاره می کند که بیت کوین می تواند بر هزینه نهایی و تورم تأثیر بگذارد، زیرا بیت کوین نه تنها به عنوان یک دارایی سرمایه گذاری استفاده می شود، بلکه به عنوان ذخیره ارزش نیز تلقی می شود. بنابراین، با افزایش ارزش بیت کوین ممکن است تقاضا برای کالاها و خدمات افزایش یابد و فشار صعودی بر قیمت این کالاها و خدمات وارد کند. در نتیجه ارزش پولی سهام شرکت ها را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار دهد.

1. Narayan et al.

سومین کانال اثرگذاری بیت کوین بر بازار سهام از طریق نرخ ارز خارجی است. نرخ ارز خارجی بر تحولات کلان اقتصادی و مالی تأثیر می‌گذارد که به نوبه خود بر کاربران سرمایه‌گذاران بیت کوین برای تجارت و مبادله تأثیر می‌گذارد. نرخ ارز خارجی تجارت بیت کوین را تقویت می‌کند و از این رو باعث افزایش قیمت می‌شود. با افزایش قیمت داخلی بیت کوین به دنبال افزایش نوسانات قیمت ارز خارجی، منجر به افزایش ارزش داخلی این دارایی در سبد دارایی سرمایه‌گذار می‌شود و با توجه به اعتبار بین‌المللی این دارایی در شرایط نوسانات شدید ارزی، تمایل به خرید دارایی‌های داخلی از جمله سهام را کاهش می‌دهد و قیمت سهام را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر این، افزایش محبوبیت بیت کوین در میان سبد سرمایه‌گذاران، همراه با افزایش ارزش بازار، بیت کوین را مستعد تأثیرگذاری بر کل فعالیت‌های اقتصادی کرده است.

از نظریه‌های رفتاری نیز می‌توان برای بحث در مورد ارتباط بین رمزارزها و سهام استفاده کرد. فرضیه انتشار تدریجی اطلاعات و محافظه‌کاری سرمایه‌گذار هر دو تغییرات قیمت را در یک دارایی به دلیل نوسان قیمت دیگری توضیح می‌دهند (نارایان و همکاران، ۲۰۱۹). طبق این دو نظریه، رمزارزها ممکن است رفتار متفاوتی با سهام سنتی داشته باشند. فرضیه انتشار اطلاعات هونگ و استین<sup>۱</sup> (۱۹۹۹) را می‌توان برای نشان دادن اینکه رمزارزها ویژگی‌های متفاوتی با سهام سنتی دارند و بنابراین به تغییرات قیمت بازار سهام واکنش متفاوتی نشان می‌دهند به کار برد. علاوه بر این، سرمایه‌گذاران در بازارهای سنتی محافظه‌کارانه‌تر هستند و بر اساس محافظه‌کاری سرمایه‌گذاران، واکنش‌های کم یا بیش از حد به شوک‌های وارده به سایر دارایی‌ها نشان می‌دهند. این فرضیه بر اساس عدم تقارن اطلاعاتی است که در بازارهای دارایی سنتی بارزتر است. بنابراین، پیش‌بینی می‌شود که این پدیده در بین سرمایه‌گذاران رمزارزها متفاوت باشد و این دو دارایی را برای تنوع سبد مناسب کند.

ریحمان و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۰) در مطالعه‌ی خود نشان می‌دهند که بیت کوین به دلیل همبستگی کم آن با بازارهای سهام متعارف و اسلامی، فرصت متنوع‌تری را ارائه می‌دهد. برخی از ادبیات موجود نشان می‌دهند که گنجاندن بیت کوین در یک سبد متنوع، سود مورد انتظار آن را علی‌رغم

2. Hong and Stein

1. Rehman et al.

رفتار بی ثبات بیت کوین افزایش می دهد (ماریانا و همکاران، ۲۰۲۱). با بررسی ادبیات پژوهش رابطه اقتصادی و نظری بین رمزارزها و بازارهای سهام توسط نارایان و همکاران (۲۰۱۹)، منسی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۰)، ریحمان و همکاران (۲۰۲۰) برآورد شده است که نشان می دهد که این رابطه بیشتر غیرمستقیم است تا مستقیم. ایوانوسکی و هایلماریام<sup>۲</sup> (۲۰۲۳) شواهدی مبنی بر غیرخطی بودن و تداوم نوسانات بین رمزارزها و بازارهای سهام نشان داده اند. با این حال، میزان وابستگی متغیر زمانی بین دو طبقه دارایی از کم تا متوسط متغیر است.

به همین ترتیب، با استفاده از رویکرد (MF-ADCCA) در داده های روزانه، کریستجانپولر و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۰) چند فراکتی نامتقارن را در بین بازارهای سهام رمزارزها بررسی کرده اند. آن ها دریافتند که همبستگی متقابل بین اکثر جفت رمزارزها و سهام نامتقارن است.

علاوه بر این، ساجیو و افجل<sup>۴</sup> (۲۰۲۲) اثر سرایت بیت کوین را بر روی بورس های عمده جهانی بررسی کرده اند. یافته های مطالعه نشان می دهد که همبستگی ضعیف متغیر زمانی و نوسانات نامتقارن بین بازار سهام و بیت کوین وجود دارد. این بررسی به نقطه عطفی برای بررسی رابطه غیرخطی بین نوسانات رمزارزها و بازار سهام تبدیل شده است. ادبیات موضوع سعی در درک بهتر وابستگی های متقابل بین طبقات مختلف دارایی دارد. برای ایجاد پرتفوی با ریسک کمتر و انتخاب کانال های سرمایه گذاری جایگزین، درک تفاوت در ماهیت و میزان سرریز ریسک می تواند مفید باشد. مدیران پورتفولیو می توانند سبدهایی با تعادل بهینه ایجاد کنند که بر اساس آن رمزارزها بیشتر در معرض شوک های بازار در رابطه با افزایش یا کاهش قیمت سهام هستند. علاوه بر این، آگاهی از سرریز ریسک در طول حرکت های صعودی و نزولی بازارهای سهام، انتخاب سرمایه گذاران از استراتژی های ریسک را بهتر راهنمایی می کند. سرایت بازارهای مالی و وابستگی متقابل موضوعی است که به طور گسترده در امور مالی به صورت تجربی مورد مطالعه قرار گرفته است.

2. Mensi et al .

3. Ivanovski and Hailemariam

4. Kristjanpoller et al.

5. Sajeev and Afjal

### ۳. پیشینه تجربی تحقیق

#### ۳-۱. مطالعات خارجی

یرماک<sup>۱</sup> (۲۰۱۵) به بررسی پویایی‌های بیت‌کوین و ارتباط آن با بازارهای مالی پرداخت. نتایج حاکی از آن است که اطلاعات مربوط به متغیرهای مالی، در طول زمان به یکدیگر سرایت می‌کنند، این موضوع با گسترش سیستم‌های ارتباطی و وابستگی بیش‌ازپیش بازارهای مالی به یکدیگر، اهمیت بیشتری یافته است.

آندریان‌تو و دیپوترا<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) با هدف بررسی تأثیر رمزارز بر پرتفوی متنوع (اوراق بهادار، ارز و طلا) از سه رمزارز بیت‌کوین، لایت‌کوین و ریپل استفاده کردند. آنان با استفاده از مدل میانگین - واریانس با حداکثر کردن نسبت شارپ نتیجه گرفتند که اضافه‌شدن رمزارز به پرتفوی متنوع باعث افزایش نسبت شارپ پرتفوی می‌شود و رمزارز بازده بالایی را برای افراد با تحمل ریسک بالا فراهم می‌کند.

ون د کلاشورست<sup>۳</sup> (۲۰۱۸) به بررسی سرایت‌پذیری نوسانات و پویایی بازارها بین پنج رمزارز رایج مانند بیت‌کوین، لایت‌کوین، دش، ریپل، و مونرو و شاخص‌های سهام (S&P500) و نیکی<sup>۴</sup> پرداخت. شواهد قانع‌کننده‌ای حاکی از آن است که نوسانات رمزارزها به شدت تحت تأثیر پویایی بازار سهام قرار دارد، درحالی که برعکس این امر ممکن نیست. همچنین نتایج بیانگر وجود یک سرایت‌پذیری دوطرفه بین بازارهای ذکر شده است. همبستگی پویا در طی زمان بین بازارها وجود نداشته و این انتقال‌پذیری در لحظه صورت گرفته است.

تیواری و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۹) به مطالعه همبستگی‌های متغیر زمانی بین شش رمزارز و شاخص سهام ایالات متحده (S&P500) با استفاده از مدل کاپولا (Copula - ADCC - EGARCH) می‌پردازند. نتایج مطالعه حاکی از همبستگی‌های پایین و نزدیک به صفر است که نشان می‌دهد رمزارز به عنوان یک دارایی پوششی در برابر ریسک بازار سهام (S&P500) عمل می‌کند. همچنین نوسانات نسبت به شوک مثبت در هر دو بازار، بیشتر به شوک منفی واکنش نشان می‌دهند.

1. Yermack

2. Andrianto and Diputra

3. Van de Klashorst

4. Nikkei

5. Tiwari et

یوزانون<sup>۱</sup> (۲۰۲۱) به بررسی سرریزهای بازده و نوسان در پنج بازار عمده سهام و بازار بیت کوین با استفاده از داده‌های روزانه از مارس ۲۰۱۳ تا مارس ۲۰۱۸ می‌پردازد. یک مدل چند متغیره (VARMA-AGARCH) برای مدل‌سازی همبستگی‌های شرطی، مکانیسم انتقال میانگین بازده، سرریزهای بازدهی و سرریزهای نوسان بین جفت‌های بازار استفاده شده‌است. نتایج مطالعه حاکی از معنی دار بودن سرریزهای بازدهی و نوسانات بین این جفت‌های بازار است. همچنین سرریزهای نوسانات دوطرفه و یک‌طرفه در برخی از بازارها نشان می‌دهد.

گربل و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۲) با استفاده از مدل (NARDL) در دوران همه‌گیری بیماری کووید ۱۹، رابطه نامتقارن بین شش رمزارز (Bitcoin، Litecoin، Bitcoin، Gold، Dash، Maker و Ethereum) و هفت شاخص قیمت بازار سهام (S&P500، CAC40، DAX30، NIKKEI، FTSE، SPTSX، FTSEMIB)، اثرات قیمت طلا و قیمت (WTI) را بررسی کردند. در بلندمدت، نتایج در بیشتر موارد، یک رابطه نامتقارن مثبت بین دارایی‌های دیجیتال و مالی را نشان داد که نشان‌دهنده نقش ضعیف پناهگاهی امن برای رمزارزها است.

بجائویی و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۳) ارتباط پویا بین بازارهای سهام کشورهای خلیج فارس و (BRICS) را با نمونه‌ای از ارزهای رمزنگاری شده و همچنین دو دارایی دیجیتال جدید توسعه یافته، یعنی (NFT) و (DeFi) و طلا را بررسی می‌کند. نتایج تجربی ارتباط غیرمعمول با متغیر طی زمان بین دارایی‌های مختلف و بازارهای سهام را نشان می‌دهد. حرکات بین بازارهای سهام نوظهور و دارایی‌های فوق‌الذکر در برابر یک رویداد بسیار استرس‌زا و غیرمنتظره متفاوت و در برخی موارد ضعیف یا ناچیز است.

بالسیلار و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۲۲) در مطالعه خود با استفاده از رویکرد ارتباط زمان - فرکانس مبتنی بر تحلیل شبکه به بررسی ارتباط نوسان بین ۲۷ بازار سهام در حال ظهور و هفت رمزارز می‌پردازند. با استفاده از داده‌های روزانه طی دوره زمانی ۲ اکتبر ۲۰۱۷ تا ۲۰ می ۲۰۲۲ بررسی می‌کنند. نتایج

1. Bejaoui et al.  
2. Balcilar et al.

مطالعه نشان می‌دهد که رمزارزها نمی‌توانند به عنوان تنوع‌دهنده برای بازارهای سهام در حال ظهور در کوتاه‌مدت و بلندمدت استفاده شوند.

جانا و ساهو<sup>۴</sup> (۲۰۲۳) به مطالعه بررسی روابط متقابل پویا بین چهار رمزارز (بیت‌کوین، اتریوم، دوج‌کوین<sup>۲</sup> و کاردانو<sup>۳</sup>) و بازار سهام هند می‌پردازند. این مطالعه از تکنیک (ADCC-GARCH) و رویکرد موجک، با استفاده از داده‌های روزانه از ۴ ژانویه ۲۰۱۷ تا ۲۸ فوریه ۲۰۲۳ استفاده می‌کند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که بازده سهام و بازده رمزارزهای ناپایدار در بلندمدت دارای نوسانات بالایی هستند. ارتباط بین بازده سهام و رمزارز یک رابطه مثبت قوی در طول دوره‌های پریشانی مالی است.

جانا و ساهو<sup>۴</sup> (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای به بررسی درجه یکپارچگی بین بازده بازار سهام و رمزارزها با استفاده از داده‌های روزانه از ۲۵ جولای ۲۰۱۷ تا ۸ ژوئن ۲۰۲۲ و رویکرد (ADCC-GARCH) و تجزیه موجک می‌پردازند. نتایج مطالعه حاکی از آن است که اکثر جفت‌های بازده بازار در طول دوره مورد مطالعه همچنان دارای ثبات بالا و مقادیر بتای قابل توجهی هستند که نشان‌دهنده انتقال دو طرفه نوسان بین بازارهای سهام و رمزارزها است.

آیدوگان و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۴)، در مطالعه خود رابطه بین رمزارزها و شاخص‌های سهام کشورهای (E7) و (G7) با استفاده از روش (VAR-GARCH) را تجزیه و تحلیل کرده‌اند. نتایج مطالعه حاکی از آن است که بازدهی یک‌طرفه و سرریز نوسان از رمزارزها به بازارهای سهام در کشورهای (E7) و بازده دو طرفه و سرریز نوسان بین رمزارزها و بازارهای سهام در کشورهای (G7) وجود دارد.

### ۲-۳. مطالعات داخلی

کیوانیان و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای به بررسی اثر تغییرات قیمت سکه بهار آزادی، نرخ ارز، نفت و شاخص سهام بر میزان تقاضای بیت‌کوین در کشور ایران با استفاده از داده‌های ماهانه در بازه زمانی

4 Jana & Sahu

5. Dogecoin

6. Cardano

1. Jana & Sahu

2. Aydogan et al.

فروردین ماه ۱۳۹۳ الی شهریور ماه ۱۳۹۷ و با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری (VAR) می پردازند. نتیجه به دست آمده نشان می دهد که در کوتاه مدت قیمت سکه، سهام و نفت درصد بسیار کمی از تغییرات تقاضای بیت کوین در ایران را توضیح می دهند؛ اما در بلندمدت مقدار توضیح دهی این متغیرها از تغییرات میزان تقاضای بیت کوین در ایران افزایش می یابد.

صالحی فر (۱۳۹۸) در مطالعه ای به بررسی رفتار بازده و ریسک بیت کوین در مقایسه با بازارهای طلا، ارز و بورس با رویکرد مدل های (GJR-GARCH) و گارچ آستانه با استفاده از داده های روزانه طی ۵ سال (از ۱۳۹۲/۶/۲۸ لغایت ۱۳۹۷/۶/۲۷) می پردازد. نتایج نشان دهنده این است که اگرچه بازده و ریسک بیت کوین نسبت به سایر فرصت های سرمایه گذاری مانند ارز، طلا، سکه و بورس در داخل کشور به طور قابل ملاحظه ای بیشتر است، اما نمی توان رفتار آن را از نظر ریسک و بازدهی با بازارهای رقیب مرتبط دانست.

محمدی شاد و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی روابط پویای حسابداری و مالی بین بازارهای کامودیتی، بازارهای مالی و رمزارزها با رویکرد مدل خودهمبسته با وقفه های توزیعی با استفاده از داده های روزانه طی دوره زمانی ۲۰۲۰ - ۲۰۱۴ می پردازند. نتایج نشان دهنده این است که سرایت پذیری نوسانات بین بازارهای مالی وجود داشته است. همچنین شاخص کل بازار سهام رابطه ی مستقیم با تمامی بازارهای دارایی های دیگر داشته است.

بنیادآباد و صمدی (۱۴۰۰) در مطالعه ای به مقایسه سری زمانی بازارهای بورس و بیت کوین و تاثیر آن بر بازده این بازارها با استفاده از رویکرد فرکتال طی دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۳۹۰ می پردازند. نتایج نشان می دهد مقیاس با لگاریتم در پایه دو مقیاس برای شاخص بازار با افزایش مقیاس لگاریتم بر پایه آن نیز افزایش پیدا می کند و شیب این نمودار برابر با نمای هرست دارای شیب مثبت می شود. حیدری اشترینانی و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه ای به بررسی رابطه پویا بین بیت کوین با شاخص سهام، طلا و دلار در ایران با استفاده از رویکرد همدوسی و تحلیل موجک برای دوره زمانی شهریور ۱۳۹۰ تا دی ماه ۱۴۰۰ می پردازند. نتایج مطالعه نشان می دهد که حرکت مشترک میان بازار بیت کوین و سهام در ایران در دوره های مختلف در جهت های متفاوتی بوده است و همدوسی نسبتاً پایین بین بیت کوین و بازدهی سهام وجود دارد.

یوسفی بهزاد فرخی و قاسمی فر (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای به تحلیل رابطه نوسانات بیت‌کوین و نوسانات بورس اوراق بهادار تهران در خلال پاندمی کرونا و ویروس با رویکرد مارکف سویچینگ بیزینور و با استفاده از داده‌های ماهانه از آبان ماه سال ۱۳۹۲ تا دی ماه ۱۴۰۰ می‌پردازند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که در هر دو رژیم همبستگی مثبتی بین ریسک بازدهی شاخص سهام و بیت‌کوین و ارزش وجود دارد. همچنین نوسانات قیمتی بیت‌کوین بر نوسانات شاخص سهام اثر مثبتی دارد. همچنین واکنش شاخص بازار سهام به تکانه قیمتی بیت‌کوین بعد از وقوع کرونا نسبت به حالت پیش از وقوع کرونا بسیار شدیدتر است. اکثر پژوهش‌های انجام گرفته در مطالعات با تأکید بر همبستگی بین بازارها در طول بعد زمان، انجام گرفته‌اند و به ویژگی‌های بعد زمان - فرکانس که جزئی از سری‌های زمانی مالی است توجه کافی نشده است. علائم و ویژگی‌های موجود در بعد زمان - فرکانس به منظور درک اطلاعات بازار از ابعاد مختلف مفید خواهد بود.

تعامل میان بازارهای مالی و تأثیرگذاری این بازارها بر یکدیگر باعث می‌شود تا سرمایه‌گذاران در این بازارها نسبت به تغییرات بازارهای دیگر حساسیت خاصی داشته باشند. این پدیده به ویژه در اقتصاد ایران که در دهه‌های اخیر چندین موج تورمی شدید را تجربه کرده است اهمیت بسیاری دارد. با توجه به افزایش روزافزون قیمت‌ها و تحریم‌ها، ارزش پول در طول زمان کاهش یافته و به همین ترتیب قدرت خرید افراد هم کاهش می‌یابد. افراد باید از طریق سرمایه‌گذاری آگاهانه با پول نقد و راکد خود در بازارهای متفاوت به حفظ ارزش پول خود کمک کرده و قدرت خرید خود را حفظ کنند. به همین خاطر بسیاری از افراد به دنبال بهترین راه برای سرمایه‌گذاری می‌باشند که ضمن حفظ ارزش پول، بازده بالا داشته باشد و یکی از دلایلی که رمزارزها به مبادلات جذابی برای سرمایه‌گذاران تبدیل شده‌اند این است که نرخ رشد آن‌ها فزاینده است. با در نظر گرفتن این مسائل است که این مطالعه ساختار وابستگی و سرریز ریسک بین بازارهای رمزارز و سهام را در افق‌های متفاوت سرمایه‌گذاری (کوتاه‌مدت و بلندمدت) با ترکیب روش تجزیه مود متغیر و توابع کاپولا مورد بررسی قرار می‌دهد.

#### ۴. روش تحقیق

##### ۴-۱. مدل توزیع حاشیه‌ای

برای بررسی ساختار وابستگی بین بازارهای رمزارز و سهام، ابتدا توزیع‌های حاشیه‌ای هر سری زمانی مالی تخمین زده می‌شود. به نحوی که نخست یک معادله میانگین که می‌تواند به صورت مدل ARMA یا ARFIMA باشد، برای هر سری بازدهی برآورد می‌شود تا از پسماندهای حاصل از آن (این پسماندها را در اصطلاح سری بازدهی با میانگین صفر و ماتریس کوواریانس می‌نامند)، یک مدل از نوع GARCH تک متغیره برای واریانس شرطی همه بازدهی‌ها انتخاب و از پسماندهای حاصل از این مدل‌ها برای بررسی ساختار همبستگی بین سری‌های زمانی استفاده کرد (منسی و همکاران، ۲۰۱۶). ابتدا مدل میانگین ARMA(p,q) را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$r_t = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i r_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_i \varepsilon_{t-i} \quad \varepsilon_t = \sigma_t^{1/2} v_t \quad (1)$$

در مدل فوق  $r_t$  بازده سری زمانی،  $p$  و  $q$  وقفه‌های فرآیند AR (p) و MA(q)،  $\varepsilon_t$  جزء اخلال یا جزء خطای مدل میانگین،  $c$  متغیر ثابت مدل،  $v_t$  جزء خطای استاندارد شده مدل و  $\sigma_t$  واریانس شرطی مدل هستند. از مدل فیگارچ<sup>۱</sup> (FIGARCH) برای نشان دادن حافظه بلندمدت تلاطم بازارهای مالی استفاده می‌شود. در یک فرآیند  $I(0)$  اثر شوک‌ها با نرخ نمایی در حال کاهش است که گفته می‌شود سری دارای حافظه‌ی کوتاه مدت است. در حالیکه در یک فرآیند  $I(1)$  اثر شوک در یک دوره‌ی بسیار بلندمدت باقی می‌ماند که گفته می‌شود سری فاقد بازگشت به میانگین است. ولی با فرض اثر شوک‌ها در طول زمان با نرخ بسیار کم هیپربولیک کاهش می‌یابد (یعنی حافظه‌ی بلند مدت وجود دارد). اگر  $d=1$  باشد این مدل تبدیل به IGARCH و اگر  $d=0$  باشد تبدیل به مدل GARCH می‌شود. روش شبه حداکثر راستنمایی نیز روش تخمین پارامترهای مدل است (کشاورز حداد و صمدی، ۱۳۸۸). به طور خلاصه مدل FIGARCH به صورت رابطه‌ی (۲) نوشته می‌شود:

$$h_{iit} = w[1 - \beta_i(L)]^{-1} + \{1 - [1 - \beta_i(L)]^{-1}(1 - L)^d \varphi(L)\} \varepsilon_{it}^2 \quad (2)$$

1. The Glosten-Jagannathan-Runkle GARCH Model

که در آن  $\varphi < 1$  و  $\beta > 0$  و  $w > 0$  و  $0 \leq d \leq 1$  می‌باشد و عملگر تفاضل کسری  $(1-L)^d$  است. در مدل GARCH متقارن، تغییرپذیریها (واریانس) برای شوکهای مثبت و منفی یکسان است؛ درحالی که دلیلی بر متقارن فرض کردن شوکهای مثبت و منفی وجود ندارد. به منظور اصلاح این نقص در مدل GARCH و ایجاد تمایز بین شوکهای مثبت و منفی بر واریانس شرطی، گلوستن، جگاناتان و رانکل (۱۹۹۳)<sup>۱</sup> مدل گارچ نامتقارن را معرفی کردند. بنابراین واریانس شرطی مدل GJR(1,1) را به شرح زیر میتوان تعریف کرد:

$$h_{iit} = w + \alpha_{it-1}^2 + \beta_i h_{iit-1} + \gamma_i \varepsilon_{it-1}^2 I_{t-1} \quad , \quad I = \begin{cases} 1 & \varepsilon < 0 \\ 0 & \text{در غیراین صورت} \end{cases} \quad (۳)$$

اگر  $\gamma$  معنادار نباشد، بدین معناست که اثر شوکها بر واریانس، کاملاً متقارن است و چنانچه  $\gamma$  معنادار و مثبت باشد، یعنی اثر شوکهای منفی بیشتر از شوکهای مثبت است. به‌طور کلی، اثر شوکهای منفی برابر با  $\varphi + \gamma$  و اثر شوکهای مثبت برابر  $\varphi$  است. اگر  $\gamma$  منفی (مثبت) باشد در این صورت اثر شوکهای منفی کمتر (بیشتر) از شوکهای مثبت خواهد بود یا به عبارت ساده‌تر، اگر  $\gamma \neq 0$  باشد، اثر اهرمی وجود دارد. در این مطالعه، توزیع خطای تعمیم یافته (GED) (نلسون، ۱۹۹۰) برای تخمین سری‌های باقیمانده از مدل‌های نوع GARCH در نظر گرفته شده است. تابع چگالی احتمال GED را می‌توان به صورت زیر فرموله کرد:

$$f(\varepsilon) = \frac{k \cdot \exp(-\frac{1}{2}|\varepsilon/\lambda|^k)}{\lambda^{k+2} \Gamma(1/k)} \quad , \quad (0 \leq k \leq \infty) \quad , \quad \lambda = \left[ \frac{2^{(-2/k)} \Gamma(1/k)}{\Gamma(3/k)} \right]^{1/2} \quad (۴)$$

$\Gamma$  تابع گاما است و  $k$  پارامتر GED است و درجه آزادی آن نیز نامیده می‌شود که نشان می‌دهد دنباله چقدر کلفت است. به‌طور خاص،  $k = 2$  نشان می‌دهد که GED تبدیل به توزیع نرمال استاندارد می‌شود.  $k > 2$  نشان می‌دهد دنباله آن نازک‌تر از توزیع نرمال استاندارد است. در حالی که  $k < 2$  نشان می‌دهد دنباله آن کلفت‌تر است.

2. Jagannathan & Runkle

#### ۲-۴. روش تجزیه مود متغیر

در سال ۲۰۱۳ روشی به نام تجزیه مود متغیر توسط (دراگومیرتسکی و زوسو<sup>۱</sup>، ۲۰۱۳) ارائه شد. یک مدل تجزیه مود متغیر کاملاً غیربازگشتی که در آن مودها در یک مرحله استخراج می شوند. هدف اصلی تجزیه مود متغیر تجزیه کردن سیگنال ورودی به تعدادی زیر سیگنال  $u_k$  (مود) است که ضمن بازیابی سیگنال ورودی دارای ویژگی های پراکندگی<sup>۲</sup> نیز هست. در اینجا پراکندگی هر مود به عنوان پهنای باند همان مود انتخاب می شود. به عبارت دیگر، فرض می شود که هر مود  $k$  بیشتر حول فرکانس مرکزی  $\omega_k$  با پهنای باند فشرده است که این فرکانس مرکزی در دوره تجزیه تعیین می شود. به منظور به دست آوردن مودها و فرکانس مرکزی آنها، مسئله بهینه سازی زیر باید حل شود:

$$\left\{ \min_{\{u_k\}, \{\omega_k\}} \left\{ \sum_{k=1}^K \left\| \partial_t \left[ \left( \delta(t) + \frac{j}{\pi t} \right) * u_k \right] e^{-j\omega_k t} \right\|_2^2 \right\} \right\} \quad (5)$$

$$s.t. \quad \sum_k u_k = f$$

در رابطه بالا،  $\{u_k\} = \{u_1, \dots, u_k\}$  و  $\{\omega_k\} = \{\omega_1, \dots, \omega_k\}$  نمایش کوتاه شده (تجزیه شده) تمام مودها و فرکانس های مرکزی هستند.  $\sum_{k=1}^K$  بیانگر جمع تمام مودها است. همچنین  $\delta(t)$  پاسخ ضربه و  $*$  نشان دهنده عملگر کانولوشن است. برای حل مسئله بهینه سازی از ضرایب پنالتی درجه دو و ضرایب لاگرانژ استفاده می شود؛ در نتیجه مسئله بهینه سازی اصلی (۴) به رابطه زیر تبدیل می شود:

1. Dragomiretskiy and Zosso  
2. Sparsity

$$L(u_k, \omega_k, \lambda) = \alpha \sum_k \left\| \partial_t \left[ \left( \delta(t) + \frac{j}{\pi t} \right) * u_k(t) \right] e^{-j\omega_k t} \right\|_2^2 + \|f(t) - \sum_k u_k(t)\|_2^2 + \langle \lambda(t), f(t) - \sum_k u_k(t) \rangle \quad (6)$$

که  $\alpha$  پارامتر پنالتی و  $\lambda$  نشان دهنده ضریب لاگرانژی است. نقطه زینی<sup>۱</sup> دستگاه بالا پاسخ مسئله بهینه سازی معادله (۵) است. حالت‌های تجزیه به‌طور دلخواه روی ده تنظیم می‌شوند. تجزیه حالت به حالت از طریق (VMD) این قابلیت را دارد تا بین وابستگی پویای کوتاه‌مدت (VMD 10) و بلندمدت (VMD 1) بین بازارهای در نظر گرفته شده تمایز قائل شد.

### ۳-۴. توابع کاپولا

روابط همبستگی بین متغیرها یک موضوع مهم در مطالعات مالی بوده و تابع کاپولا نیز یک ابزار سودمند برای بیان وابستگی بین متغیرها است. نلسن<sup>۲</sup> (۱۹۹۱) با استفاده از توابع کاپولا به تحلیل همبستگی و ضرایب مربوط به آن پرداخت. واژه کاپولا اولین بار در علم آمار و ریاضی توسط اسکالر<sup>۳</sup> (۱۹۵۹) به‌عنوان توابع متصل‌کننده توابع توزیع حاشیه‌ای یک‌بعدی به‌منظور تشکیل توابع توزیعی توأم چند متغیره، معرفی شدند و دارای حاشیه‌های یک‌بعدی یکنواخت در بازه  $[0, 1]$  می‌باشند.

کاپولا اتصال‌دهنده توابع توزیع حاشیه‌ای  $P$  متغیر تصادفی  $(F_1(x_1), F_2(x_2), \dots, F_p(x_p))$  و تابع توزیع توأم  $F(x_1, x_2, \dots, x_p)$  بوده، به‌طوری‌که با داشتن یک تابع توزیع توأم مجموعه توابع حاشیه‌ای محتمل تشکیل‌دهنده آن قابل ارزیابی است و برعکس (روابط ۷ تا ۹).

$$F(x_1, x_2, \dots, x_p) = C(F_1(x_1), F_2(x_2), \dots, F_p(x_p)) \quad (7)$$

$$F(x_1) = U_1, F(x_2) = U_2, \dots, F(x_p) = U_p \quad (8)$$

$$C(u_1, u_2, \dots, u_p) = \Pr(U_1 \leq u_1, U_2 \leq u_2, \dots, U_p \leq u_p) \quad (9)$$

1. Saddle point

2. Nelsen

3. Sklar

هر جفت  $(U1, U2)$  منجر به یک نقطه  $F(x)$  و  $G(y)$  در مربعی به ابعاد واحد  $[1,0] \times [1,0]$  می شود و این جفت داده، به نوبه خود دارای مقداری در بازه  $[1,0]$  به عنوان توزیع توأم  $H(x,y)$  می باشند. توابع کاپولایی که در این پژوهش استفاده شده است، عبارتند از: کاپولای بیضوی<sup>۱</sup> از قبیل نرمال و تی استیودنت و خانواده کاپولای ارشمیدسی از قبیل کلایتون، فرانک و گامبل<sup>۲</sup>. خانواده کاپولای ارشمیدسی را لینگ<sup>۳</sup> (۱۹۶۵) معرفی کرد. مهم ترین ویژگی کاپولای ارشمیدسی این است که از نوع کاپولای بیضی نیستند و اجازه می دهند انواع مختلفی از ساختارهای وابستگی مدل سازی شود. کاپولاهای ارشمیدسی، از پرکاربردترین توابع کاپولا به شمار می روند.

#### ۴-۴. اندازه گیری ریسک سیستمی

با استفاده از نتایج کاپولا جهت بررسی سرریز ریسک بین بازارهای رمزارز و سهام از رهیافت ارزش در معرض ریسک (VAR)، ارزش در معرض ریسک شرطی (CoVaR) و ارزش در معرض ریسک شرطی تفاضلی ( $\Delta CoVaR$ ) استفاده می شود. ارزش در معرض ریسک (VAR) یک معیار اندازه گیری ریسک است که حداکثر زیان مورد انتظار را در یک موقعیت سرمایه گذاری خاص و سطح اطمینان مشخص با حفظ یک موقعیت خرید<sup>۴</sup> (ریسک در جهت نزولی) یا یک موقعیت فروش<sup>۵</sup> (ریسک در جهت صعودی) تخمین می زند. ارزش در معرض ریسک (VAR) در جهت نزولی در زمان  $t$  و در سطح اطمینان  $(1 - \alpha)$  به صورت زیر تعریف می گردد:

$$Pr(r_t \leq VaR_{\alpha,t}) = \alpha \quad (10)$$

که در آن  $VaR_{\alpha,t}^{downside} = \mu_t + t^{-1}_{v,\eta}(\alpha)\sigma_t$ ، که  $\sigma_t$  و  $\mu_t$  به ترتیب بیانگر میانگین شرطی و انحراف از استاندارد بازده دارایی ها هستند که بر اساس مدل (ARMA-FIGARCH-GED) برای اقتصاد ایران و بر اساس مدل (ARMA-GJRARCH-GED) برای اقتصاد ایالات متحده آمریکا محاسبه می شوند. همچنین  $t^{-1}_{v,\eta} \alpha$  بیانگر کوانتیل  $\alpha$  ام برای توزیع GED است. به

1. Elliptical

۲. شکل ریاضی این توابع در قسمت ضمایم ارائه شده است.

3. Ling

4. long position

5. short position

طور مشابه برای ارزش در معرض ریسک (VAR) در جهت صعودی نیز به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$Pr(r_t \geq VaR_{1-\alpha,t}) = \alpha, VaR_{\alpha,t}^{upside} = \mu_t + t^{-1}_{v,\eta} (1 - \alpha) \sigma_t \quad (11)$$

در این مطالعه برای بررسی اثرات سرریز از معیار (CoVaR) پیشنهاد شده توسط آدریان و برانرمایر<sup>۱</sup> (۲۰۱۱) و جیراردی و آرگون<sup>۲</sup> (۲۰۱۳) استفاده شده است. آدریان و برانرمایر (۲۰۱۱) یک روش پیشگام در ریسک سیستمی به نام (CoVaR) پیشنهاد دادند، (CoVaR) درواقع (VAR) یک سیستم مالی است به شرطی که بازارها در بحران باشند. آن‌ها پویایی مشترک بازده سهام مؤسسات مالی و سیستم مالی را با روش رگرسیون چندک مدل‌سازی کردند. درواقع سهم یک شرکت در ریسک سیستمی را تفاوت بین (CoVaR) در حالتی که موسسه در بحران باشد با هنگامی که در حالت نرمال باشد، تعریف کردند و این تفاوت را با  $\Delta CoVaR$  نشان دادند. (CoVaR) به طور گسترده‌ای در محاسبات ریسک سیستمی در اقتصادهای متنوع به کار رفته شد. یکی از مهم‌ترین پژوهش‌ها در این زمینه توسط جراردی و آرگان (۲۰۱۳) انجام شد که برای توجه بیشتر به پدیده‌های بحرانی شدید و یکنواختی بیشتر متغیرهای وابسته، مفهوم بحران را در مؤسسات مالی از "برابر با VaR" به "بیشتر از VaR" تغییر دادند. آن‌ها از مدل چندمتغیره گارچ برای نمایش ریسک سیستمی متغیر با زمان در مؤسسات مالی استفاده کردند. معیار (CoVaR) برای دارایی  $i$  به عنوان (VAR) برای دارایی  $i$  مشروط به اینکه دارایی  $j$  در معرض خطر بحران باشد، می‌باشد.

CoVaR نزولی برای بازده سهام مشروط بر اینکه بازار رمزارز تحت وقایع و آشوب‌های کمتر<sup>۳</sup> قرار داشته باشد با سطح اطمینان  $(1-\beta)$ ، کوانتیل  $\beta$  ام بازده بازار سهام  $r_t^s$  در صورتی که این رویداد شرطی تحقق یابد، به شکل رابطه (۱۲) محاسبه می‌شود.

$$Pr(r_t^s \leq CoVaR_{\beta,t}^{s,downside} | r_t^c \leq VaR_{\alpha,t}^{c,downside}) = \beta \quad (12)$$

1 Adrian and Brunnermeier

2. Girardi and Ergün

3. extreme downward

که در آن  $r_t^s$  بیانگر بازده سهام و  $r_t^c$  بازده رمزارز و  $\text{Var}_{\alpha,t}^c$  کوانتیل  $\alpha$  ام توزیع بازده قیمت رمزارز است. حداکثر ضرری را که بازده رمزارز ممکن است برای سطح اطمینان  $1-\alpha$  و یک افق زمانی خاص تجربه کند را می توان به صورت زیر نشان داد.

$$Pr(r_t^c \leq \text{Var}_{\alpha,t}^c) = \alpha$$

به طور مشابه، CoVaR صعودی برای بازده سهام مشروط بر اینکه بازار رمزارز تحت شرایط بحرانی<sup>۱</sup> باشد به صورت زیر تعریف می شود.

$$Pr(r_t^s \geq \text{CoVaR}_{\beta,t}^{s,upside} | r_t^c \geq \text{Var}_{1-\alpha,t}^{c,upside}) = \beta \quad (۱۳)$$

که  $\text{Var}_{1-\alpha,t}^{c,upside}$  با در نظر گرفتن یک موقعیت فروش برای سطح اطمینان  $1-\alpha$  و برای یک افق زمانی خاص، حداکثر ضرر را اندازه گیری می کند. سنجه های CoVaR را می توان بر حسب توابع کاپولا نشان داد، زیرا احتمالات شرطی را می توان به ترتیب به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\begin{aligned} C(F_{r_t^s}(\text{CoVaR}_{\beta,t}^s), F_{r_t^c}(\text{CoVaR}_{\alpha,t}^c)) &= \alpha\beta \quad (۱۴) \\ 1 - F_{r_t^s}(\text{CoVaR}_{\beta,t}^s) - F_{r_t^c}(\text{Var}_{1-\alpha,t}^c) \\ + C(F_{r_t^s}(\text{CoVaR}_{\beta,t}^s), F_{r_t^c}(\text{CoVaR}_{1-\alpha,t}^c)) &= \alpha\beta \end{aligned}$$

$F_{r_t^s}$  و  $F_{r_t^c}$  به ترتیب توزیع های حاشیه ای سهام و بازده رمزارز هستند. در این مطالعه برای محاسبه (CoVaR) از یک روش دو مرحله ای طبق مطالعات ربوردو و اوگولینی<sup>۲</sup> (۲۰۱۵) استفاده می گردد. مرحله اول: با توجه به سطح معنی داری  $\alpha$  و  $\beta$  به ترتیب برای VaR و CoVaR و با فرض  $\alpha = Pr(r_t^c \leq \text{Var}_{\alpha,t}^c)$  می توان مقدار  $F_{r_t^s}(\text{CoVaR}_{\beta,t}^s)$  و اشکال خاص تابع کاپولا را به دست آورد. مرحله دوم: با استفاده از تابع توزیع برای بازده بازار سهام (برآورد شده از مدل حاشیه ای در معادلات توزیع حاشیه ای)، (CoVaR) برای بازار سهام را به صورت زیر محاسبه کرد.

$$F_{r_t^s}^{-1}(F_{r_t^s}(\text{CoVaR}_{\beta,t}^s)) \quad (۱۵)$$

با این تعریف، ( $\Delta\text{CoVaR}$ ) به عنوان سهم بازار سهام در ریسک سیستمی به صورت زیر است.

$$\Delta\text{CoVaR}_t^{s|c} = \frac{(\text{CoVaR}_{\beta,t}^{s|c} - \text{CoVaR}_{\beta,t}^{s|c, \alpha=0.5})}{\text{CoVaR}_{\beta,t}^{s|c, \alpha=0.5}} \quad (۱۶)$$

4.extreme upward movement

1. Rebored and Ugolini

معیار ( $\Delta\text{CoVaR}$ ) اختلاف بین ارزش در معرض خطر بازار سهام مشروط بر تحت شرایط بحرانی بودن بازار رمزارز و ارزش در معرض خطر بازار سهام مشروط بر تحت شرایط نرمال استاندارد بودن بازار رمزارز است.

استفاده از کوپولا برای به دست آوردن  $\text{CoVaR}$  به دلیل انعطاف‌پذیری آن‌ها در اجازه دادن به مدل‌سازی حاشیه‌ای و ساختار وابستگی جذاب است. این بسیار مهم است زیرا حاشیه‌ها و توابع وابستگی ممکن است ویژگی‌های وابستگی دنباله‌ای متفاوتی داشته باشند که بر  $\text{CoVaR}$  تأثیر می‌گذارند. اهمیت  $\Delta\text{CoVaR}$  در این واقعیت نهفته است که سهم حاشیه‌ای ریسک سیستمیک بازار را در ریسک کلی نشان می‌دهد. برای تحلیل بیش‌تر، از تست بوت استرپینگ ( $KS$ ) آزمون کولموگروف اسمیرنوف که توسط آبادی<sup>۱</sup> (۲۰۰۲) برای مقایسه مقادیر  $\text{CoVaR}$  و آزمایش عدم تقارن سرریزهای ریسک به کار می‌رود استفاده می‌شود.

$$KS_{mn} = \left( \frac{mn}{m+n} \right)^{1/l} \sup_x |F_m(\text{CoVaR}) - G_n(\text{VaR})| \quad (17)$$

که در آن  $F_m(\text{CoVaR})$  و  $G_n(\text{VaR})$  به ترتیب توابع توزیع تجمعی  $\text{CoVaR}$  و  $\text{VaR}$  را نشان می‌دهند.

## ۵. تجزیه و تحلیل نتایج تجربی پژوهش

در این بخش از پژوهش به معرفی داده‌ها و تجزیه و تحلیل یافته‌های تجربی پرداخته می‌شود.

### ۵-۱. متغیرهای پژوهش

متغیرهای مورد مطالعه شامل شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران به عنوان نماینده‌ای از بازار سهام ایران است. این شاخص بیانگر روند عمومی قیمت سهام همه شرکت‌های پذیرفته در بورس اوراق بهادار تهران است که با نماد (TEPIX) نمایش داده شده است. داده‌های آن از سایت بورس اوراق بهادار تهران به دست آمده است. شاخص (S&P500) یکی از شاخص‌های مهم و مشهور بازارهای سهام آمریکاست که شامل سهام ۵۰۰ شرکت بزرگ آمریکایی می‌شود. این شاخص گزارشی از وضعیت ریسک و بازدهی شرکت‌های بزرگ آمریکایی است و تصویر خوبی از عملکرد بازار سهام

1. Abadie

آمریکا به نمایش می گذارد. داده های آن طریق پایگاه داده بلومبرگ به دست آمده است. در این مطالعه از شاخص کل بورس تهران به عنوان نماینده بازار سهام در حال توسعه و شاخص (S&P500) به نمایندگی از بازار سهام توسعه یافته استفاده شده است.

در این مطالعه سه رمزارز محبوب دنیا در میان رمزارزها شامل بیت کوین، اتریوم، ریپل در نظر گرفته شده است. اطلاعات مربوط به رمزارزها از سایت کوین دسک<sup>۱</sup> استخراج شده است. به دنبال عدم همزمانی روزهای معاملاتی شاخص های بازار بورس ایران و ایالات متحده و رمزارزها تنها روزهای مشترک کاری در مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. بدین منظور، از قیمت روزانه این بازارها در بازه زمانی ۸ آگوست ۲۰۱۵ تا ۲۱ فوریه ۲۰۲۳ برای بازار ایران و در بازه زمانی ۱۲ دسامبر ۲۰۱۵ تا ۲۱ فوریه ۲۰۲۳ برای بازار ایالات متحده استفاده شده است. انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل با برنامه نویسی در محیط نرم افزار RStudio و همچنین از نرم افزار Eviews12 استفاده شده است. برای محاسبه بازدهی از رابطه زیر استفاده شده است. در این رابطه  $P_t$  و  $P_{t-1}$  به ترتیب بازدهی، قیمت در دوره  $t$  و قیمت در دوره  $t-1$  برای هر دو شاخص سهام و رمزارز است.

$$R_t = \ln \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \times 100 \quad (1)$$

## ۲-۵. آمار توصیفی داده ها

### ۲-۵-۱. آمار توصیفی داده های کشور در حال توسعه (ایران)

جدول شماره (۱) آماره های توصیفی مربوط به سری های بازدهی رمزارزهای اتریوم، بیت کوین، ریپل و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران را نشان می دهد. آماره های توصیفی مربوط به اقتصاد توسعه یافته در قسمت ضمایم ارائه شده است.

جدول ۱: ویژگیهای آماری بازده متغیرهای مورد بررسی

|              | ETH       | TEPIX     | BTC       | XRP       |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| میانگین      | ۰/۰۰۴۲۴۵  | ۰/۰۰۱۷۸۰  | ۰/۰۰۲۵۰۱  | ۰/۰۰۲۱۲۲  |
| میان         | ۰/۰۰۰۸۰۹  | ۰/۰۰۰۶۳۱  | ۰/۰۰۲۲۴۹  | -۰/۰۰۲۸۱۹ |
| حداکثر       | ۰/۵۴۳۵۹۷  | ۰/۵۸۱۱۰   | ۰/۲۵۱۲۴۶  | ۱/۱۸۴۵۷۸  |
| حداقل        | -۰/۴۸۲۱۷۵ | -۰/۰۴۸۲۷۷ | -۰/۴۱۹۵۷۹ | -۰/۵۵۰۴۰۳ |
| انحراف معیار | ۰/۰۷۱۱۱۲  | ۰/۰۱۲۵۶۷  | ۰/۰۴۸۳۱۰  | ۰/۰۸۰۰۵۴  |

2. [www.coindesk.com](http://www.coindesk.com)

|              |          |          |           |          |
|--------------|----------|----------|-----------|----------|
| چولگی        | ۰/۱۸۷۷۲۹ | ۰/۲۴۸۹۶۷ | -۰/۳۶۶۷۱۰ | ۲/۸۴۶۶۹۶ |
| کشیدگی       | ۹/۴۹۳۳۵۱ | ۵/۲۹۰۲۶۲ | ۱۰/۰۰۷۹۹  | ۳۸/۸۵۰۴۸ |
| آماره جاک بر | ۳۱۹۲/۲۳۳ | ۴۱۴/۵۱۰۶ | ۳۷۴۶/۴۹۵  | ۹۹۴۲۹/۲۹ |
| احتمال       | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ |
| LM-ARCH      | ۱۵/۴۴۳   | ۸/۷۶۹۰   | ۲۰/۲۳۲    | ۵/۲۲۰۲   |
| احتمال       | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰ |

منبع: یافته های تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۱) ضریب کشیدگی بازدهی سری های مورد بررسی بیشتر از ضریب کشیدگی تابع چگالی نرمال است، بنابراین تابع چگالی بازدهی این دارایی ها، دارای دنباله پهن بوده و قله بلند دارد. آماره جاک بر بیانگر آن است که تابع توزیع بازدهی های مورد بررسی نرمال نیست. مقدار میانگین بازده رمزارز اتریوم نسبت به مقدار میانگین رمزارزهای بیت کوین و رپل بالاتر است. همچنین، مقایسه مقادیر انحراف معیار بازده ها نشان می دهد که بازارهای رمزارز رپل و اتریوم نسبت به بازار رمزارز بیت کوین ثبات کمتری را تجربه کرده اند. ضریب چولگی بازده رمزارز بیت کوین مقداری منفی است که بیانگر متداول بودن شوک های منفی در مقایسه با شوک های مثبت است. همچنین بر اساس نتایج آزمون (LM-ARCH) فرضیه صفر مبنی بر همسانی واریانس ها رد شده و فرضیه مقابل یعنی وجود واریانس ناهمسانی تأیید می شود.

### ۳-۵. بررسی نتایج آزمون ها

#### ۳-۵-۱. بررسی نتایج آزمون های مانایی

مطابق ادبیات اقتصادسنجی، قبل از هر گونه تخمین و به منظور جلوگیری از بروز رگرسیون های کاذب، باید ابتدا از مانا بودن متغیرها اطمینان حاصل کرد. چنانچه متغیرهای ملحوظ در مدل مانا باشند، تخمین های انجام شده مشکل رگرسیون ساختگی را نخواهند داشت. جهت بررسی آزمون مانایی متغیرها از آزمون های دیکی فولر تعمیم یافته و آزمون فیلیپس - پرون استفاده شده است. خلاصه نتایج این آزمون ها در جدول (۲) و (۳) ارائه شده است که نشان می دهند که همه متغیرهای بازدهی در سطح مانا بوده و فرضیه صفر مبنی بر نامانایی این متغیرها رد می شود.

جدول ۲: آزمون مانایی متغیرهای مورد بررسی برای اقتصاد در حال توسعه

| متغیر | آزمون دیکی فولر تعمیم یافته<br>با عرض از مبدا و روند |            | آزمون فیلیپس - پرون<br>با عرض از مبدا و روند |            |
|-------|------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------|------------|
|       | آماره آزمون ADF                                      | سطح احتمال | آماره آزمون PP                               | سطح احتمال |
| ETH   | -۶/۶۸۱۷                                              | ۰/۰۰۰۰     | -۶/۷۱۴                                       | ۰/۰۰۰      |
| TEPX  | -۵/۹۳۲                                               | ۰/۰۰۰      | -۷/۲۶۷                                       | ۰/۰۰۰      |
| BTC   | -۱۰/۹۱۱                                              | ۰/۰۰۰      | -۱۰/۹۱۱                                      | ۰/۰۰۰      |
| XRP   | -۴/۳۹۷                                               | ۰/۰۰۳      | -۴/۳۵۴                                       | ۰/۰۰۴      |

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۳: آزمون مانایی متغیرهای مورد بررسی برای اقتصاد توسعه یافته

| متغیر | آزمون دیکی فولر تعمیم یافته<br>با عرض از مبدا و روند |            | آزمون فیلیپس - پرون<br>با عرض از مبدا و روند |            |
|-------|------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------|------------|
|       | آماره آزمون ADF                                      | سطح احتمال | آماره آزمون PP                               | سطح احتمال |
| ETH   | -۴۱/۹۳۹۳                                             | ۰/۰۰۰۰     | -۴۲/۱۸۹۹                                     | ۰/۰۰۰      |
| SPX   | -۱۳/۱۴۹۲                                             | ۰/۰۰۰      | -۴۹/۹۱۹۸                                     | ۰/۰۰۰      |
| BTC   | -۴۳/۰۰۸۷                                             | ۰/۰۰۰      | -۴۳/۱۳۵۰                                     | ۰/۰۰۰      |
| XRP   | -۲۶/۶۰۴۹                                             | ۰/۰۰۰      | -۴۰/۹۲۷۹                                     | ۰/۰۰۰      |

منبع: یافته‌های تحقیق

#### ۴-۵. مدل سازی توزیع‌های حاشیه‌ای

از آنجا که بازدهی سری‌های زمانی مورد آزمون دارای نوسانات خوشه‌ای می‌باشند، برای سازگاری توزیع تجربی بازدهی‌ها لازم است توزیع حاشیه‌ای برای آن‌ها در نظر گرفت. برای بررسی ساختار وابستگی بین بازارهای رمزارز و سهام، ابتدا توزیع‌های حاشیه‌ای هر سری زمانی مالی تخمین زده می‌شود. همانگونه که در بالا مشاهده شد متغیرها در سطح مانا بوده و از این جنبه برآورد مدل‌های گارچ مشکل عدم وجود حافظه بلندمدت را ندارد. پس اگر چنانچه شوک‌های مالی سری داده‌ها را تحت تاثیر قرار دهند، به دلیل باثبات بودن یا مانا بودن متغیرها اثر این قبیل شوک‌ها بر متغیرهای مورد نظر میرا است و به تدریج از بین می‌رود. بنابراین نبود حافظه بلندمدت در میانگین شرطی

بازده‌ها به دلیل باثبات بودن یا مانا بودن داده‌ها تأیید می‌شود. نتایج تجربی بسیار زیادی وجود حافظه بلند مدت تلاطم (واریانس) در بازارهای مالی را تأیید می‌کنند (دینگ<sup>۱</sup>، ۱۹۹۳). با توجه به اینکه داده‌های مورد نظر از لحاظ آماری دارای توزیع نرمال نیست و از طرفی اثرات ARCH نشان می‌دهد که سری‌های مورد نظر نیازمند مدل‌سازی واریانس است. در این مطالعه برای برازش نیکویی تابع توزیع متغیرها از آزمون کولموگروف و اسمیرنف<sup>۲</sup> استفاده شده است. با توجه به این آزمون، بهترین برازش توزیع برای متغیرها، توزیع<sup>۳</sup> GED می‌باشد. در نتیجه بهترین مدل برای اقتصاد در حال توسعه رویکرد ARMA-FIGARCH با توزیع GED و برای اقتصاد توسعه‌یافته رویکرد ARMA-GJR با توزیع GED می‌باشد. نتایج حاصل از برآوردها برای متغیرهای اقتصاد در حال توسعه و اقتصاد توسعه‌یافته در قسمت ضمایم ارائه شده است.

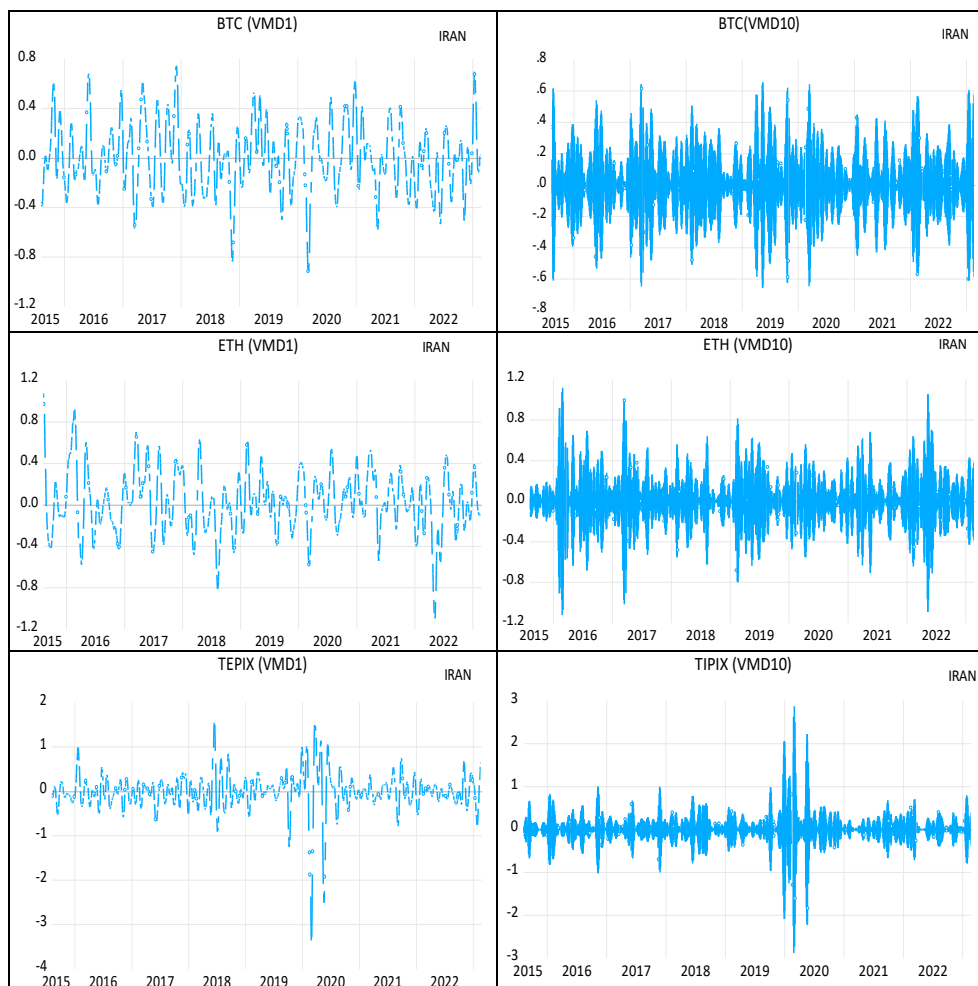
#### ۵-۵. نتایج تجزیه مود متغیر

با اعمال تجزیه مود متغیر (VMD) بر روی باقیمانده‌های استاندارد شده مدل‌های حاشیه‌ای، سری به اجزای کوتاه‌مدت و بلندمدت تجزیه می‌شود. در این مطالعه تعداد مودها، ۱۰ به طور دلخواه طبق مطالعات لاهمیری (۲۰۱۵) و (۲۰۱۶) در نظر گرفته می‌شود. باقیمانده‌های استاندارد شده در واقع می‌توانند ویژگی‌های تغییرات در سری‌های زمانی را نشان دهند که تحت تأثیر عوامل دیگر مانند همبستگی سریالی و ناهمسانی در سری‌های بازدهی خام قرار نمی‌گیرند. شکل (۱) نتایج حاصل از تجزیه مود متغیر برای بازارهای رمزارز و شاخص سهام برای اقتصاد در حال توسعه (ایران) را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود سری تجزیه شده با بالاترین فرکانس مرکزی (VMD10) به عنوان سری کوتاه مدت و سری تجزیه شده را با کمترین فرکانس مرکزی (VMD1) به عنوان سری بلندمدت در نظر گرفته می‌شود. در دوره‌های کوتاه مدت (VMD 10) سری زمانی دارای واریانس کمتری است؛ درحالی‌که در دوره‌های بلندمدت (VMD 1) سری زمانی دارای واریانس بیشتری است. همچنین سری بلندمدت (VMD1) الگوهای دینامیکی هموارتر و با خوشه‌بندی نوسانات کمتر نشان می‌دهد.

1. Ding

2. Kolmogorov-Smirnov

3. Generalized error distributions



شکل (۱): تجزیه مود متغیر برای اقتصاد در حال توسعه

منبع: یافته‌های تحقیق

## ۵-۶. رویکرد ترکیبی (Copula - VMD)

در واقع، مدل سازی و پیش بینی داده‌های اقتصادی و مالی برای دولت برای تعیین سیاست‌های اقتصادی و برای شرکت‌ها به منظور مدیریت پرتفوی و کنترل ریسک بسیار مهم است. این رویکرد ترکیبی (Copula - VMD) به عنوان یکی از روشهای جامع چند مقیاسی می‌تواند راهنمایی برای مدلسازی ساختار پنهان ناشناخته در بازارهای مالی باشد. نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که در

کوتاه‌مدت برای بازدهی رمزارز بیت‌کوین و اتریوم، تابع کاپولای تی‌استیودنت و کاپولای فرانک بهترین توضیح‌دهندگی را برای ساختار وابستگی کوتاه‌مدت بین آن‌ها نشان می‌دهد. آزمون رتبه‌بندی وونگ و کلارک و همچنین معیار اطلاعاتی آکائیک صحت نتایج را تأیید می‌کند. کاپولای فرانک به عنوان مدل مناسب توضیح دهنده همبستگی بین بازدهی رمزارز بیت‌کوین و اتریوم انتخاب شد. به عبارتی اثر سرایت بیت‌کوین در بازدهی مثبت و منفی ناچیز است. در این رابطه می‌توان بیان داشت که تغییرات بیت‌کوین در طول دامنه‌های پایینی و بالا بر بازده اتریوم ناچیز و تا حدودی اثرگذاری آن در دامنه پایین است. بعد از کاپولای فرانک در رتبه دوم کاپولای تی‌استیودنت به عنوان مدل مناسب توضیح دهنده همبستگی بین بازدهی رمزارز بیت‌کوین و اتریوم در کوتاه‌مدت انتخاب شد. به عبارتی اثر سرایت قیمت بیت‌کوین در بازدهی مثبت برابر با بازدهی منفی است. همچنین در بلندمدت بر اساس آزمون وونگ و کلارک، کاپولای تی‌استیودنت به عنوان مدل مناسب توضیح دهنده همبستگی بین بازدهی رمزارز بیت‌کوین و اتریوم انتخاب شد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که هم در کوتاه‌مدت و هم بلندمدت برای بازدهی رمزارز بیت‌کوین و رپل، تابع کاپولای تی‌استیودنت در رتبه اول و کاپولای فرانک در رتبه دوم بهترین توضیح‌دهندگی را برای ساختار وابستگی بین آن‌ها نشان می‌دهد. آزمون رتبه‌بندی وونگ و کلارک و همچنین معیار اطلاعاتی آکائیک صحت نتایج را تأیید می‌کند. به عبارتی اثر سرایت قیمت رپل در بازدهی مثبت برابر با بازدهی منفی است. این نتیجه گویای این واقعیت است که هر دو جفت از بازدهی وابستگی به دنباله‌ی بالایی و پایینی یکسانی دارند. این مهم نشان دهنده وجود سرایت در نوسانات این بازارها است. بدین ترتیب می‌توان بیان داشت که در بازدهی‌های منفی و مثبت حدی بین بازدهی شاخص‌های مورد بررسی وابستگی بیشتری رخ می‌دهد. در بلندمدت برای بازدهی رمزارز بیت‌کوین و شاخص بورس ایران، تابع کاپولای تی‌استیودنت در رتبه اول و کاپولای کلایتون در رتبه دوم بر اساس آزمون کلارک به عنوان مدل مناسب توضیح دهنده همبستگی بین بازدهی رمزارز بیت‌کوین و شاخص بورس ایران انتخاب شد. به عبارتی اثر سرایت قیمت بیت‌کوین در بازدهی مثبت کمتر از بازدهی منفی است. بر اساس آزمون وونگ بین بازدهی رمزارز بیت‌کوین و شاخص بورس ایران چه در کوتاه‌مدت و چه در بلندمدت هیچ‌گونه همبستگی وجود ندارد. نتایج

برآورد وابستگی کوتاه مدت و بلندمدت ساختاری بازدهی رمز ارز (BTC) با رمز ارزهای (ETH) و (XRP) و بازدهی شاخص بورس ایالات متحده (S&P500) در قسمت ضمایم ارائه شده است.

جدول ۴: برآورد وابستگی کوتاه مدت و بلندمدت ساختاری بازدهی رمز ارز BTC با رمز ارزهای ETH و XRP و بازدهی شاخص بورس ایران TEPIX

| کاپولا            | ETH       |          | XRP       |          | TEPIX     |          |
|-------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|                   | Short-run | Long-run | Short-run | Long-run | Short-run | Long-run |
| Normal            |           |          |           |          |           |          |
| rho               | ۰/۵۷۱     | ۰/۴۷۷    | ۰/۵۴۵۴    | ۰/۴۰۲    | ۰/۰۱۱     | -۰/۰۵۳   |
| Std. Error        | ۰/۰۱۴     | ۰/۰۱۶    | ۰/۰۱۵     | ۰/۰۱۸    | ۰/۰۲۴     | ۰/۰۲۴    |
| LLF               | ۳۵۴/۵     | ۲۳۱/۴    | ۳۱۶/۶     | ۱۵۸      | ۰/۱۱۹     | ۲/۵۵۱    |
| AIC               | -۷۰۶/۹۸۸  | -۴۶۰/۷۷  | -۶۳۱/۲۹۰  | ۳۱۴/۰۸   | ۰/۷۶۱۵    | -۳/۱۰۲   |
| Vuong             | ۰         | -۱       | ۰         | -۳       | ۰         | ۱        |
| Clarke            | -۲        | -۳       | -۲        | -۴       | -۳        | -۴       |
| T                 |           |          |           |          |           |          |
| rho               | ۰/۵۹۲     | ۰/۵۰۷    | ۰/۵۸۰۱    | ۰/۴۵۰    | ۰/۰۰۴     | -۰/۰۵۱   |
| Std. Error        | ۰/۰۱۵     | ۰/۰۱۸    | ۰/۰۱۶     | ۰/۰۲۱    | ۰/۰۲۵     | ۰/۰۲۱    |
| وابستگی دمی بالا  | ۰/۲۲۰۱۱   | ۰/۱۸۲    | ۰/۲۵۴۶    | ۰/۲۵۵۸   | ۰/۰۰۰۹    | ۵/۰۸۶    |
| وابستگی دمی پایین | ۰/۲۲۰۱۱   | ۰/۱۸۲    | ۰/۲۵۴۶    | ۰/۲۵۵۸   | ۰/۰۰۰۹    | ۵/۰۸۶    |
| LLF               | ۳۸۰/۱     | ۲۷۰/۶    | ۳۶۳/۱     | ۲۳۶/۴    | ۳/۹۷۷     | ۲/۳۴     |
| AIC               | -۷۵۶/۲۸۶  | -۵۳۷/۲۰  | -۷۵۶/۲۸۶  | ۴۶۸/۷۶   | -۳/۹۵۴    | -۰/۶۷۹۸  |
| Vuong             | ۵         | ۴        | ۵         | ۶        | ۰         | -۱       |
| Clarke            | ۴         | ۴        | ۴         | ۶        | ۶         | ۶        |
| Clayton           |           |          |           |          |           |          |
| alpha             | ۱/۴۱۶     | ۱/۰۹۶    | ۱/۳۶۴     | ۰/۸۶۲    | ۰/۰۰۲     | -۰/۰۲۸۸  |
| Std. Error        | ۰/۰۵۴     | ۰/۰۴۸    | ۰/۰۵۳     | ۰/۰۴۵    | ۰/۰۱۸     | ۰/۰۲۷    |
| وابستگی دمی بالا  | ۰/۰۰۰     | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰     | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰     | ۰/۰۰۰    |

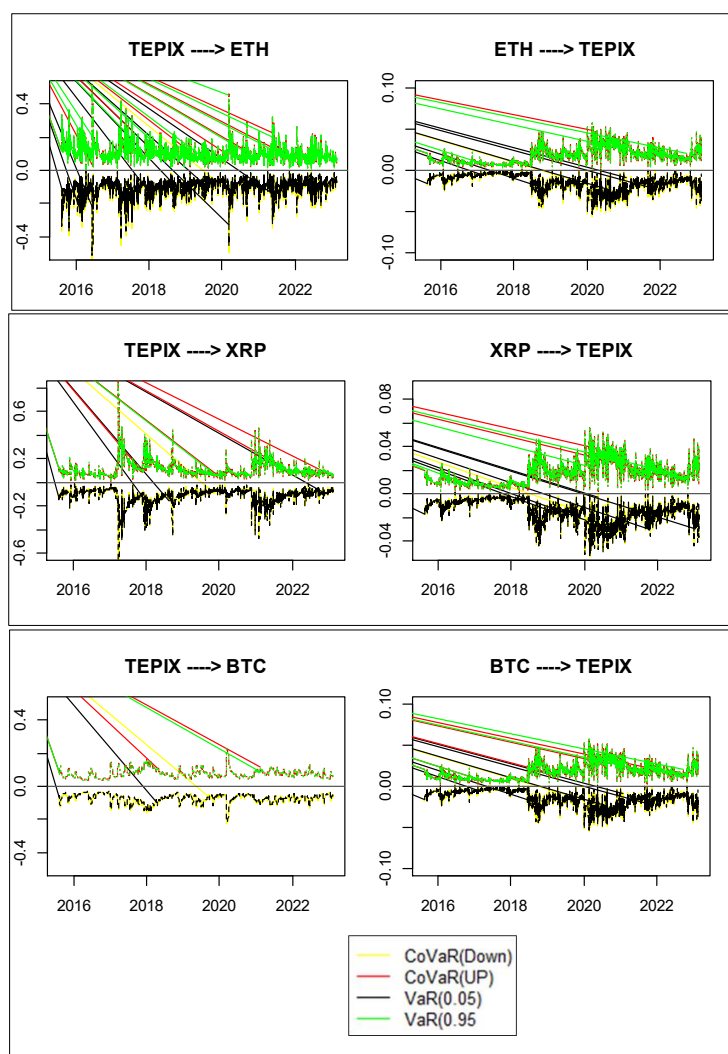
|                   |          |         |          |         |        |        |
|-------------------|----------|---------|----------|---------|--------|--------|
| وابستگی دمی پایین | ۰/۶۱۲۹۹  | ۰/۵۳۱۱  | ۰/۶۰۱۶   | ۰/۴۴۷۵  | ۰/۰۸۹۵ | ۰/۶۱۲  |
| LLF               | ۲۲۲/۷    | ۲۲۳/۱   | ۲۰۰      | ۱۷۶/۱   | ۰/۳۶۷  | ۲/۲۱۷  |
| AIC               | -۴۴۳/۳۰۱ | -۴۴۴/۲۳ | -۳۹۷/۹۱۰ | -۳۵۰/۱۶ | ۱/۲۶۴  | -۲/۴۳۳ |
| Vuong             | -۵       | ۰       | -۵       | ۱       | ۰      | ۰      |
| Clarke            | -۵       | -۳      | -۵       | -۲      | ۳      | -۶     |
| Gumbel            |          |         |          |         |        |        |
| alpha             | ۱/۶۱۲    | ۱/۴۴۳   | ۱/۵۸۱    | ۱/۳۶۲   | ۱      | ۱      |
| Std. Error        | ۰/۰۲۶    | ۰/۰۱۹   | ۰/۰۲۴    | ۰/۰۱۹   | ۰/۰۱۵  | ۰/۰۱۵  |
| وابستگی دمی بالا  | ۰/۴۶۲۵۶  | ۰/۰۰۰   | ۰/۴۶۲۵   | ۰/۳۷۸۱  | ۲/۰۶۵۷ | ۲/۰۶۵۷ |
| وابستگی دمی پایین | ۰/۰۰     | ۰/۳۷۸۱  | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰   | ۰/۰۰۰  | ۰/۰۰۰  |
| LLF               | ۳۴۷/۷    | ۱۹۸/۳   | ۳۲۲/۹    | ۱۵۵/۷   | -۸/۹۲۳ | -۲/۸۵۷ |
| AIC               | -۶۹۳/۳۳۹ | -۳۹۴/۴۶ | -۶۴۳/۸۲۲ | -۳۰۹/۴۰ | ۲/۰۰۰  | ۲/۰۰۰  |
| Vuong             | ۰        | -۴      | ۰        | -۳      | ۰      | ۰      |
| Clarke            | ۱        | ۰       | ۱        | ۰       | -۲     | ۱      |
| Frank             |          |         |          |         |        |        |
| alpha             | ۴/۴۵۸    | ۳/۶۳۶   | ۴/۳۴۸    | ۳/۰۲۳   | ۰/۰۰۵  | -۰/۰۱۳ |
| Std. Error        | ۰/۱۶۸    | ۰/۱۶۱   | ۰/۱۶۸    | ۰/۱۵۷   | ۰/۱۴۲  | ۰/۱۴۱  |
| وابستگی دمی بالا  | ۰/۰۰     | ۰/۰۰    | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰   | ۰/۰۰۰  | ۰/۰۰   |
| وابستگی دمی پایین | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰   | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰   | ۰/۰۰۰  | ۰/۰۰۰  |
| LLF               | ۳۷۸/۳    | ۲۶۵/۵   | ۳۵۷/۳    | ۱۸۹/۳   | ۰/۰۰۰  | ۰/۴۲۲۱ |
| AIC               | -۷۵۴/۵۱۸ | ۵۲۹/۰۹۵ | -۷۱۲/۶۶۱ | -۳۷۶/۶۰ | ۱/۹۹۸۷ | ۱/۱۵۵  |
| Vuong             | ۵        | ۳       | ۵        | ۱       | ۰      | ۰      |
| Clarke            | ۶        | ۶       | ۶        | ۴       | -۳     | ۱      |

منبع: یافته‌های تحقیق

## ۷-۵. آنالیز سرریزهای ریسک

با استفاده از نتایج حاصل از کاپولا در این بخش به تحلیل سرریزهای ریسک صعودی و نزولی (ریسک سیستمی) بین بازارهای رمزارز و سهام و برعکس با استفاده از رهیافت ارزش در معرض

خطر (VaR)، ارزش در معرض خطر شرطی (CoVaR) و ارزش در معرض خطر شرطی تفاضلی  $\Delta\text{CoVaR}$  پرداخته می شود. نمودار (۱) VaR ها و CoVaR های صعودی و نزولی را از بازار رمزارزها به سهام و بالعکس را نشان می دهد.



نمودار (۱) ارزش در معرض ریسک صعودی و نزولی (VaR) و ارزش در معرض ریسک شرطی (CoVaR) بین بازارهای رمزارز و سهام S&P500 و بالعکس

منبع: یافته های تحقیق

این شواهد گرافیکی با آمار توصیفی گزارش شده در جدول (۵) مطابقت دارد. در واقع، میانگین و انحراف استاندارد مقادیر VaR برای بازار رمزارز ریپل بیشتر از همتایان خود برای بازار سهام ایران است. همانطور که ملاحظه می‌شود سیر صعودی و نزولی VaR و CoVaR روند مشابهی را برای همه موارد با تفاوت‌های جزئی در بزرگی در بازارها نشان می‌دهد. بنابراین با محاسبه مقدار VaR و CoVaR و انجام آزمون بین رمزارزها و بازده بازار سهام می‌توان مکانیسم سرریز ریسک بین آنها را درک کرد. جدول (۵) آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) را برای VaR و CoVaRهای نزولی و صعودی برآورد شده برای همه جفت رمزارز- سهام ارائه می‌دهد. بالاترین میانگین و انحراف معیار مربوط به رمزارز ریپل می‌باشد که بالاترین میانگین در شرایط نزولی ۰/۱۱۷۴- و در شرایط صعودی ۰/۱۱۳۹ و بالاترین انحراف معیار در شرایط نزولی ۰/۰۷۱۴ و در شرایط صعودی ۰/۰۷۱۴ را دارد. در مورد سرریزهای ریسک از بازار سهام به بازده رمزارزها خاطر نشان می‌شود که رمزارز ریپل بیشترین تأثیر را از بازار سهام دارد، در حالی که رمزارز بیت‌کوین کمترین تأثیر را از بازار سهام دارد. شواهد تجربی نشان می‌دهد که ریپل و بیت‌کوین به ترتیب بیشترین میانگین CoVaR صعودی و کوچکترین میانگین CoVaR نزولی را در کشور در حال توسعه (ایران) دارند. این نشان می‌دهد که تأثیرات سیستمی بر بازارهای رمزارز ریپل و بیت‌کوین بیشترین تأثیر را دارد، یعنی زمانی که بازار سهام تمایلی صعودی نشان می‌دهد، تأثیر مثبت بیشتری بر بازارهای رمزارز ریپل و بیت‌کوین خواهد داشت در حالی که در طول بحران، زمانی که بازار سهام با مشکل مواجه می‌شود، این بازارهای رمزارز به شدت آسیب می‌بینند. همانطور که تفاوت‌های بین معیارهای VaR و CoVaR صعودی و نزولی ملاحظه می‌شود می‌توان بیان کرد که میانگین مطلق و انحراف استاندارد برای VaR و CoVaR صعودی بزرگتر از مقادیر نزولی در مورد سرریزهای ریسک از بازار سهام به بازده اتریوم است، که به این معنی است که سرریز ریسک نزولی (بازار نزولی) کوچکتر از سرریز ریسک صعودی (بازار صعودی) به بازار رمزارز اتریوم است.

جدول ۵: میانگین و انحراف معیار استاندارد مقدار VaR و CoVaR صعودی و نزولی

|                                              | Downside VaR        | Upside VaR         | Downside CoVaR      | Upside CoVaR       |
|----------------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| الف) از بازار سهام (TEPIX) به بازده رمزارزها |                     |                    |                     |                    |
| ETH                                          | -۰/۱۰۵۳<br>(۰/۰۵۲۳) | ۰/۱۰۸۲<br>(۰/۰۵۲۳) | -۰/۱۱۴۴<br>(۰/۰۵۶۸) | ۰/۱۰۹۱<br>(۰/۰۵۲۸) |
| BTC                                          | -۰/۰۷۲۵<br>(۰/۰۲۶۳) | ۰/۰۷۶۸<br>(۰/۰۲۶۳) | -۰/۰۷۵۷<br>(۰/۰۲۷۴) | ۰/۰۷۷۱<br>(۰/۰۲۶۴) |
| XRP                                          | -۰/۱۱۷۴<br>(۰/۰۷۱۴) | ۰/۱۱۳۹<br>(۰/۰۷۱۴) | ۰/۱۱۴۸<br>(۰/۰۶۹۹)  | ۰/۱۱۱۴<br>(۰/۰۶۹۹) |
| ب) از بازار رمزارز به بازده سهام (TEPIX)     |                     |                    |                     |                    |
| ETH                                          | -۰/۰۱۴۱<br>(۰/۰۰۹۵) | ۰/۰۱۷۷<br>(۰/۰۰۹۵) | -۰/۰۱۴۹<br>(۰/۰۱۰۰) | ۰/۰۱۷۸<br>(۰/۰۰۹۶) |
| BTC                                          | -۰/۰۱۴۱<br>(۰/۰۰۹۵) | ۰/۰۱۷۷<br>(۰/۰۰۹۵) | -۰/۰۱۴۵<br>(۰/۰۰۹۸) | ۰/۰۱۷۸<br>(۰/۰۰۹۵) |
| XRP                                          | -۰/۰۱۴۱<br>(۰/۰۰۹۵) | ۰/۰۱۷۷<br>(۰/۰۰۹۵) | -۰/۰۱۳۹<br>(۰/۰۰۹۴) | ۰/۰۱۷۵<br>(۰/۰۰۹۴) |

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به ستون اول جدول (۶)، آزمون‌های KS فرضیه سرریزهای ریسک برابر که برابری مقادیر VaR نزولی با مقادیر CoVaR نزولی را نشان می‌دهد. این آزمون رمزارز بیت کوین و اتریوم را در سطح معنی‌دار ۱٪ برای رمزارز بیت کوین و اتریوم رد می‌کنند. همچنین این فرضیه را در سطح ۱۰ درصد برای رمزارز ریپل رد می‌کند. اگرچه فرضیه سرریزهای ریسک نزولی برابر از قیمت سهام (TEPIX) به بازده رمزارزها در سطح معنادار ۵ درصد برای بازده رمزارز بیت کوین و اتریوم رد شده است. با این حال، یک استثنا وجود دارد: آزمون K-S نمی‌تواند فرضیه صفر CoVaR و VaR یکسان برای رمزارز ریپل را رد کند. این یافته ممکن است نشان دهد که سرمایه‌گذاران در بازار رمزارز ریپل به نوسانات قیمت سهام در تصمیم‌گیری‌های خود اهمیت چندانی نمی‌دهند. بنابراین، نوسانات قیمت سهام ممکن است باعث توجه اندک سرمایه‌گذاران در بازار رمزارز ریپل و در نتیجه سرریز ناچیز ریسک به بازار رمزارز ریپل شود.

جدول ۶: آزمون های متقارن و نامتقارن بودن VaR – CoVaR صعودی و نزولی

|                                              | Downside<br>Ho: CoVaR = VaR<br>H1: CoVaR ≠ VaR | Upside<br>Ho: CoVaR = VaR<br>H1: CoVaR ≠ VaR | $\Delta CoVaR$<br>Ho: CoVaR (Down) / VaR Down = CoVaR(Up) / VaR(Up)<br>H1: CoVaR (Down) / VaR Down < CoVaR(Up) / VaR(Up) |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| الف) از بازار سهام (TEPIX) به بازده رمزارزها |                                                |                                              |                                                                                                                          |
| TEPIX → ETH                                  | ۰/۰۸۸۹<br>[۰/۰۰۰]                              | ۰/۰۱۳۸<br>[۰/۹۹۵۳]                           | ۰/۰۰۷۱۷<br>[۰/۹۱۰۹]                                                                                                      |
| TEPIX → BTC                                  | ۰/۰۶۳۵<br>[۰/۰۰۰]                              | ۰/۰۰۹۹<br>[۱/۰۰۰]                            | ۱/۰۰۰۰<br>[۰/۰۰۰]                                                                                                        |
| TEPIX → XRP                                  | ۰/۰۲۸۷۱۳<br>[۰/۲۲۴۷]                           | ۰/۰۲۸۷۱۳<br>[۰/۴۴۴۳]                         | ۰/۹۰۲۸<br>[۰/۰۰۰]                                                                                                        |
| ب) از بازار رمزارز به بازده سهام (TEPIX)     |                                                |                                              |                                                                                                                          |
| ETH → TEPIX                                  | ۰/۰۴۱۴<br>[۰/۰۸۹۵]                             | ۰/۰۰۷۷<br>[۱/۰۰۰]                            | ۰/۹۹۵۰<br>[۰/۰۰۰]                                                                                                        |
| BTC → TEPIX                                  | ۰/۰۲۵۴<br>[۰/۰۶۰۳۱]                            | ۰/۰۰۵۵<br>[۱/۰۰۰]                            | ۰/۹۹۴۴<br>[۰/۰۰۰]                                                                                                        |
| XRP → TEPIX                                  | ۰/۰۱۳۲<br>[۰/۹۹۷۳]                             | ۰/۰۱۳۲<br>[۰/۹۹۷۳]                           | ۰/۹۹۳۹<br>[۰/۰۰۰]                                                                                                        |

منبع: یافته های تحقیق

همچنین ملاحظه می شود که تفاوت های معناداری بین VaRs و CoVaR ها برای سری خام (برای سرریز ریسک از بازار رمزارزها به بازار سهام) وجود ندارد و به شدت فرضیه صفر برابری مقادیر VaR نزولی با مقادیر CoVaR نزولی برای بازارهای رمزارز بیت کوین و اتریوم و ریپل مورد پذیرش واقع می شود. بنابراین، نوسانات قیمت رمزارزها ممکن است باعث توجه اندک سرمایه گذاران در بازار سهام و در نتیجه سرریز ناچیز ریسک به بازار سهام شود. با توجه به ستون دوم جدول (۶)، فرضیه صفر که برابری مقادیر VaR صعودی با مقادیر CoVaR صعودی را نشان می دهد. ملاحظه می شود که تفاوت های معناداری بین VaRs و CoVaR ها برای سری خام (برای سرریز ریسک از سهام به بازار رمزارز و بالعکس) وجود ندارد و به شدت فرضیه صفر برابری مقادیر VaR صعودی با مقادیر CoVaR صعودی برای بازارها مورد پذیرش واقع می شود. برای بررسی

پیامدهای سرریز ریسک بین رمزارزها و بازده بازار سهام، بررسی می‌شود که آیا سرریز ریسک صعودی و نزولی نامتقارن است یا خیر. آخرین ستون جدول (۶) نشان‌دهنده نامتقارن بودن سرریزهای ریسک صعودی و نزولی از بازارهای رمزارز به بازار سهام و برعکس است. فرضیه صفر که برابری معیارهای  $CoVaR$  نزولی /  $VaR$  نزولی کمتر از  $CoVaR$  صعودی /  $VaR$  صعودی برای سرریز ریسک از بازار سهام به بازارهای رمزارز (پانل الف) و سرریز ریسک از بازارهای رمزارز به بازار سهام (پانل ب) را نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج تفاوت یا عدم تقارن معنادار بین معیارهای  $CoVaR$  نزولی /  $VaR$  نزولی کمتر از  $CoVaR$  صعودی /  $VaR$  صعودی برای سرریز ریسک از بازار سهام به بازارهای رمزارز فقط برای رمزارز بیت کوین و ریپل مورد تأیید است که نشان می‌دهد تأثیرات سیستمی بازار سهام بر رمزارز بیت کوین و ریپل نامتقارن است و سرریزهای ریسک صعودی به طور قابل توجهی بیشتر از سرریزهای ریسک نزولی و برای رمزارز اتریوم سرریز ریسک صعودی و نزولی به صورت متقارن است و فرضیه صفر مورد پذیرش است. همچنین نتایج نشان‌دهنده رفتار نامتقارن سرریزهای ریسک صعودی و نزولی از بازارهای رمزارز به بازار سهام است. نتایج این فرضیه را تأیید می‌کند که  $CoVaR$  نزولی /  $VaR$  نزولی کمتر از  $CoVaR$  صعودی /  $VaR$  صعودی است. با توجه به نتایج که  $CoVaR$  نزولی /  $VaR$  نزولی کمتر از  $CoVaR$  صعودی /  $VaR$  صعودی است که به نظر می‌رسد برای پوشش ریسک ناکارآمد باشد. سرمایه‌گذاری در رمزارزها به دلیل ریسک ناشی از نوسانات رمزارزها با مشکل مواجه می‌شود.

این یافته نتایج سرریز ریسک را تأیید می‌کند که بیت کوین و اتریوم و ریپل نمی‌توانند با پوشش ریسک بازارهای سهام در طول حرکت‌های نزولی شدید بازار، سودهای افزایشی ایجاد کنند. در نهایت، نتایج آزمون تقارن گزارش می‌دهد که همه بازارها به استثنای اتریوم، فرضیه صفر را برای سری خام هنگام تجزیه و تحلیل سرریزهای ریسک سهام به بازارهای رمزارز رد می‌کنند که نشان می‌دهد تأثیرات سیستمی این بازار بر سهام ایران نامتقارن است و سرریزهای ریسک صعودی به طور قابل توجهی بیشتر از سرریزهای ریسک نزولی است. علاوه بر این، سرریزهای ریسک نامتقارن نیز حساسیت نامتقارن دارندگان سرمایه بین‌المللی را نشان می‌دهد، زیرا مدیران پرتفوی و سرمایه‌گذاران

جهانی تمایل دارند در مقایسه با بازارهای نزولی به بازارهای صعودی کمتر پاسخ دهند. یافته‌های تجربی گزارش شده تا کنون نشان‌دهنده سرریز ریسک نامتقارن بین رمزارزها و بازارهای سهام است. هر گونه اطلاعاتی در مورد ماهیت ریسک و انتقال آن از یک دارایی به دارایی دیگر به آنها اجازه می‌دهد تا به طور استراتژیک سرمایه‌گذاری‌ها را در بین دارایی‌ها برای تنوع بهتر ریسک تخصیص دهند.

جدول ۷: میانگین و انحراف معیار مقدار VaR و CoVaR صعودی و نزولی

|                                               | Downside VaR        | Upside VaR         | Downside CoVaR      | Upside CoVaR       |
|-----------------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| الف) از بازار سهام (S&P500) به بازده رمزارزها |                     |                    |                     |                    |
| ETH                                           | -۰/۱۱۲۹<br>(۰/۰۴۵۱) | ۰/۱۱۳۲<br>(۰/۰۴۵۱) | ۰/۶۵۳۷<br>(۰/۰۰۰۰)  | ۰/۱۲۳۳<br>(۰/۰۴۹۲) |
| BTC                                           | -۰/۰۷۰۶<br>(۰/۰۲۶۶) | ۰/۰۷۴۲<br>(۰/۰۲۶۶) | -۰/۱۲۵۳<br>(۰/۰۴۶۷) | ۰/۰۸۰۰<br>(۰/۰۲۸۷) |
| XRP                                           | -۰/۱۱۰۳<br>(۰/۰۷۲۱) | ۰/۱۰۶۳<br>(۰/۰۷۲۱) | -۰/۱۵۴۰<br>(۰/۱۰۱۲) | ۰/۱۵۰۰<br>(۰/۱۰۱۲) |
| ب) از بازار رمزارز به بازده سهام (S&P500)     |                     |                    |                     |                    |
| ETH                                           | -۰/۰۱۴۱<br>(۰/۰۰۹۵) | ۰/۰۱۷۷<br>(۰/۰۰۹۵) | -۰/۰۲۶۸<br>(۰/۰۲۰۴) | ۰/۰۱۷۸<br>(۰/۰۰۹۶) |
| BTC                                           | -۰/۰۱۴۱<br>(۰/۰۰۹۵) | ۰/۰۱۷۷<br>(۰/۰۰۹۵) | -۰/۰۱۴۵<br>(۰/۰۰۹۸) | ۰/۰۱۷۸<br>(۰/۰۰۹۵) |
| XRP                                           | -۰/۰۱۴۱<br>(۰/۰۰۹۵) | ۰/۰۱۷۷<br>(۰/۰۰۹۵) | -۰/۰۱۳۹<br>(۰/۰۰۹۴) | ۰/۰۱۷۵<br>(۰/۰۰۹۴) |

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۷) آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) را برای متغیرهای VaR و CoVaR های نزولی و صعودی برآورد شده برای همه جفت رمزارز- سهام ارائه می‌دهد. تحلیل گرافیکی با میانگین و انحراف استاندارد VaR و CoVaR برای بازارهای سهام و رمزارز تأیید می‌شود. در کل، این نتیجه سرریزهای ریسک دوسویه را بین بازارهای رمزارز و سهام نشان می‌دهد. در مورد سرریز ریسک از بازار سهام S&P500 به بازارهای رمزارز، رمزارز رپل بیشترین تأثیر را از بازار سهام دارد،

در حالی که رمزارز بیت کوین کمترین تأثیر را از بازار سهام دارد. در مورد سرریز ریسک از بازارهای رمزارز به بازار سهام S&P500، بازار سهام S&P500 بیشترین تأثیر را از رمزارز اتریوم دارد، در حالی که کمترین تأثیر را از رمزارز رپبل دارد. از سوی دیگر، صرف نظر از سرریز ریسک صعودی یا نزولی، میانگین ها و انحرافات CoVaR ها از VaR های متناظر آنها در پانل الف برای همه رمزارزها بزرگتر است. نشان می دهد که نوسان قیمت بازار سهام S&P500 ممکن است به عنوان یک محرک و شتاب دهنده برای نوسانات بیشتر و ریسک بالاتر در بازار رمزارز عمل کند.

جدول ۸: آزمون های متقارن و نامتقارن بودن VaR – CoVaR صعودی و نزولی

|                                               | Downside<br>Ho: CoVaR = VaR<br>H1: CoVaR ≠ VaR | Upside<br>Ho: CoVaR = VaR<br>H1: CoVaR ≠ VaR | ΔCoVaR<br>Ho: CoVaR (Down) / VaR Down =<br>CoVaR(Up) / VaR(Up)<br>H1: CoVaR (Down) / VaR Down <<br>CoVaR(Up) / VaR(Up) |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| الف) از بازار سهام (S&P500) به بازده رمزارزها |                                                |                                              |                                                                                                                        |
| S&P500 → ETH                                  | ۰/۶۵۳۷<br>[۰/۰۰۰]                              | ۰/۱۲۶۱<br>[۰/۰۰۰]                            | ۰/۰۰۳۸<br>[۰/۹۷۳۱]                                                                                                     |
| S&P500 → BTC                                  | ۰/۵۹۳۳<br>[۰/۰۰۰]                              | ۰/۰۹۷۲<br>[۰/۰۰۰]                            | ۱/۰۰۰۰<br>[۰/۰۰۰]                                                                                                      |
| S&P500 → XRP                                  | ۰/۳۵۵۲<br>[۰/۰۰۰]                              | ۰/۳۵۵۲<br>[۰/۰۰۰]                            | ۰/۰۰۰۰<br>[۱/۰۰۰]                                                                                                      |
| ب) از بازار رمزارز به بازده سهام (S&P500)     |                                                |                                              |                                                                                                                        |
| ETH → S&P500                                  | ۰/۴۰۰۲<br>[۰/۰۰۰]                              | ۰/۰۸۰۶<br>[۰/۰۰۰]                            | ۱/۰۰۰۰<br>[۰/۰۰۰]                                                                                                      |
| BTC → S&P500                                  | ۰/۳۷۲۹<br>[۰/۰۰۰]                              | ۰/۰۷۲۸<br>[۰/۰۰۱]                            | ۰/۹۹۸۳<br>[۰/۰۰۰]                                                                                                      |
| XRP → S&P500                                  | ۰/۲۵۰۱<br>[۰/۰۰۰]                              | ۰/۲۵۰۱<br>[۰/۰۰۰]                            | ۱/۰۰۰۰<br>[۰/۰۰۰]                                                                                                      |

پراکت ها نشانگر مقادیر p برای آمار K-S است. منبع: یافته های تحقیق

برای استحکام، از آزمون کولموگروف اسمیرنف (K-S) که در آن فرضیه صفر عدم تفاوت بین دو توزیع احتمال تجمعی توابع متکی بر توزیع های تجربی، یعنی بدون ریسک سیستمیک تأثیر

از بازار سهام (S&P500) به بازده رمزارزها استفاده می‌شود. برای تأیید شواهد گرافیکی و برای آزمون معناداری ریسک سیستمیک که آیا ریسک سیستمی صعودی و نزولی بین بازار سهام و بازارهای رمزارز برای سری خام، نامتقارن هستند. علاوه بر این، برای آزمون اهمیت آماری CoVaRهای بزرگتر از VaR ها در سری بازده خام، سرریز ریسک از بازار سهام (S&P500) به بازده رمزارزها استفاده می‌شود. نتایج تخمین آزمون (K-S) در جدول (۸) ارائه شده است. با توجه به جدول (۸)، فرضیه صفر که برابری مقادیر نزولی / صعودی VaR و مقادیر CoVaR نزولی / صعودی را نشان می‌دهد. تفاوت‌های معناداری بین VaRs و CoVaRها برای سری خام (برای هر دو سرریز ریسک از سهام به بازار رمزارز و از بازار رمزارز به بازار سهام) را نشان می‌دهد و به شدت فرضیه صفر برابری مقادیر نزولی / صعودی VaR و مقادیر CoVaR نزولی / صعودی برای همه بازارها رد می‌شود که اهمیت نظارت بر سرریزهای ریسک را برای فعالان بازار نشان می‌دهد. برای بررسی پیامدهای سرریز ریسک بین رمزارزها و بازده بازار سهام، بررسی می‌شود که آیا سرریز ریسک صعودی و نزولی نامتقارن است یا خیر. آخرین ستون جدول (۸) نشان‌دهنده رفتار نامتقارن سرریزهای ریسک صعودی و نزولی از بازارهای رمزارز به بازار سهام S&P500 است. فرضیه صفر که برابری معیارهای CoVaR نزولی / VaR نزولی کمتر از CoVaR صعودی / VaR صعودی برای سرریز ریسک از بازار سهام به بازارهای رمزارز (پانل الف) و سرریز ریسک از بازارهای رمزارز به بازار سهام (پانل ب) را نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج تفاوت یا عدم تقارن معنادار بین معیارهای CoVaR نزولی / VaR نزولی کمتر از CoVaR صعودی / VaR صعودی برای سرریز ریسک از بازار سهام به بازارهای رمزارز فقط برای رمزارز بیت کوین مورد تأیید است که نشان می‌دهد تأثیرات سیستمی بازار سهام بر رمزارز بیت کوین نامتقارن است و سرریزهای ریسک صعودی (بازار صعودی) به طور قابل توجهی بیشتر از سرریزهای ریسک نزولی (بازار نزولی) و برای بقیه موارد سرریز ریسک صعودی و نزولی به صورت متقارن است و فرضیه صفر مورد پذیرش است. نشان می‌دهد ریسک‌های بیشتری از بازار سهام به بازار رمزارز بیت کوین منتقل شده است.

همچنین نتایج نشان دهنده رفتار نامتقارن سرریزهای ریسک صعودی و نزولی از بازارهای رمزارز به بازار سهام است. نتایج این فرضیه را تأیید می کند که  $CoVaR$  نزولی /  $VaR$  نزولی کمتر از  $CoVaR$  صعودی /  $VaR$  صعودی است. یعنی سرریزهای ریسک نامتقارن قابل توجهی از بازارهای رمزارز به بازار سهام وجود دارد. نتایج نشان می دهد که رمزارزهای بیت کوین، اتریوم و رپل نمی توانند در زمان بحران (شرایط بازار نزولی) به عنوان یک محافظ قوی در نظر گرفته شوند. ماهیت سوداگرانه رمزارزها و ریسک های تعبیه شده در بیت کوین و اتریوم و رپل، جریان ریسک به بازارهای سهام را در شرایط بازار نزولی افزایش می دهد و بنابراین هزینه های پوشش ریسک را گران تر می کند. این یافته با نتایج کوربت و همکاران، (۲۰۲۰) و کولون و مک گی، (۲۰۲۰) مطابقت دارد. این یافته ها همچنین از استدلال گلاسرو و همکاران (۲۰۱۴) و یرماک (۲۰۱۵) حمایت می کند که سرمایه گذاری های بیت کوین و اتریوم به عنوان سرمایه گذاری سوداگرانه در نظر گرفته می شوند. این ماهیت سوداگرانه ممکن است منجر به فشار فروش در بازارهای نزولی شدید شود و اثربخشی محدودی را به عنوان ذخیره ارزش ارائه دهد. این یافته نتایج سرریزهای ریسک را تأیید می کند که رمزارزها نمی توانند با پوشش ریسک بازار سهام در طول رکود بازار، سودهای افزایشی ایجاد کنند (گلسر و همکاران، ۲۰۱۴؛ یرماک، ۲۰۱۳؛ بوری و همکاران، ۲۰۱۷؛ کانلون و مک گی، ۲۰۲۰). بازار نزولی ناشی از همه گیری کووید-۱۹، زمینه آزمون اولیه را برای خواص پناهگاه امن بیت کوین فراهم می کند.

به طور کلی، قابلیت تنوع بخشی رمزارزها مستعد تغییر در طول زمان است. همراه با نتایج مطالعات قبلی، این یافته ها شواهد تجربی قوی ارائه می دهند که بیت کوین و اتریوم و رپل به طور مداوم به عنوان پناهگاه امن برای S&P 500 در زمان های بحران عمل نمی کند. هرگونه گنجاندن بیت کوین در سبد سهام با S&P 500، سطح ریسک نزولی که سرمایه گذار در معرض آن قرار دارد را افزایش می دهد. جالب توجه است که نه دارای خاصیت پناهگاه امن و نه ویژگی پوششی برای بازارهای سهام هستند.

## ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج حاصل از اثر سرایت ریسک بین بازارهای رمزارز و بازارهای سهام اقتصاد در حال توسعه (ایران) و اقتصاد توسعه یافته (ایالات متحده) نشان‌دهنده سرریز ریسک نامتقارن بین رمزارزها و بازارهای سهام است. ممکن است پیامدهایی برای مدیران پورتفولیو، سرمایه‌گذاران و مدیران صندوق داشته باشد. یافته‌های مربوط به وابستگی به ریسک و پیامدهای پرتفوی بین رمزارزها و بازارهای سهام نشان می‌دهد که بیت‌کوین و اتریوم و ریپل نمی‌توانند در زمان بحران به عنوان یک محافظ قوی در نظر گرفته شوند. ماهیت سفته‌بازی رمزارزها و ریسک‌های تعبیه‌شده در آنها، جریان ریسک به بازارهای سهام را در طول بحران افزایش می‌دهد و بنابراین هزینه‌های پوشش ریسک را گران‌تر می‌کند. این یافته‌ها با نتایج مطالعات کوربت و همکاران، (۲۰۲۰) و کولون و مک‌گی، (۲۰۲۰) مطابقت دارد. این یافته‌ها همچنین از استدلال گلاسرو همکاران (۲۰۱۴) و یرماک (۲۰۱۵) حمایت می‌کند که سرمایه‌گذاری‌های بیت‌کوین و اتریوم به عنوان سرمایه‌گذاری سوداگرانه در نظر گرفته می‌شوند. این ماهیت سوداگرانه ممکن است منجر به فشار فروش در بازارهای نزولی شدید شود و اثربخشی محدودی را به عنوان ذخیره ارزش ارائه دهد.

همچنین نتایج مطالعه حاکی از آن است که بین بازدهی رمزارز بیت‌کوین و شاخص بورس ایران هیچگونه وابستگی ساختاری چه در کوتاه‌مدت و چه در بلندمدت وجود ندارد. نتایج بیانگر این است که ارتباط رمزارزها با دارایی‌های مالی و اقتصادی قطع شده است. این عدم وجود رابطه بین بازارهای رمزارزها و شاخص‌های بازار سهام در مطالعات گیل - آلانا و همکاران (۲۰۲۰)؛ تیواری و همکاران (۲۰۱۹)، کوربت و همکاران (۲۰۱۸) مشهود است. به بیان بهتر، نتیجه مذکور بیانگر این است که بازارهای رمزارزها از طبقه اصلی دارایی‌های مالی و اقتصادی جدا شده‌اند و از این رو مزایای متنوعی را برای سرمایه‌گذاران ارائه می‌دهند. در نتیجه می‌توانند به عنوان ابزارهای مالی مستقل تعبیر شوند که به هیچ وجه ریسک سیستماتیک ندارند و به جذابیت خود برای سرمایه‌گذاران بیافزایند و رمزارزها بیش‌تر به عنوان یک دارایی پوششی در برابر ریسک بازار سهام عمل می‌کند. همبستگی ضعیف آنها با سایر دارایی‌های مالی آنها را بیش‌تر متمایز می‌کند و فرصتی را برای سرمایه‌گذاران فراهم می‌کند تا پرتفوی خود را متنوع کنند و از مزایای متنوع‌سازی بهره‌مند شوند.

از آنجایی که سرمایه‌گذاران بازار سهام شروع به اضافه کردن ارزشهای رمزنگاری‌شده به پرتفوی سرمایه‌گذاری خود می‌کنند، سرمایه‌همچنان به بازار رمزارزها سرازیر می‌شود که نه تنها اندازه آن را افزایش می‌دهد، بلکه ارتباط بیشتری بین دو بازار ایجاد می‌کند. در نتیجه، سرایت ریسک از بازار رمزارزها به سهام سستی افزایش خواهد یافت. یافته‌های این مطالعه پیامدهای سیاستی مهمی دارد:

- ارتباط بین بازارهای سهام و رمزارزها بسته به شرایط مختلف بازار متفاوت است. از این‌رو، می‌توان آن را به عنوان یک عامل اقتصادی مهم در نظر گرفت که سرمایه‌گذاران، تصمیم‌گیرندگان و سایر فعالان بازار باید آن را بررسی کنند. اول اینکه، زمانی که سرمایه‌گذاران تصمیم می‌گیرند رمزارز را در پرتفوی خود بگنجانند، باید درک روشنی از عملیات و مبانی رمزارز داشته باشند، اساساً اینکه آیا این رمزارز پایدار یا ناپایدار است. دوم، سرمایه‌گذاران نیاز به ایجاد سیاست‌های سرمایه‌گذاری متمایز برای دوره‌های عادی و آشفته‌گی مالی دارند.

- با این حال، رمزارزها در پوشش ریسک یا تنوع بخشیدن به ریسک مرتبط با بازارهای سهام در دوره‌های آشفته‌گی بازار بی‌اثر هستند. بنابراین، توصیه می‌شود که سرمایه‌گذاران بازده - ریسک را به دقت بررسی کنند در رابطه مربوط به ترکیب رمزارزها در سبد سهام، به‌ویژه در دوره‌های پریشانی بازار. از این‌رو، به سرمایه‌گذاران اکیداً توصیه می‌شود که گزینه‌های سرمایه‌گذاری جایگزین را بررسی کنند یا ابزار پوشش ریسک مناسب‌تری را با هدف به حداقل رساندن ریسک و به حداکثر رساندن بازده سرمایه‌گذاری بیابند.

- نتایج در مورد اثرات سرریز بین رمزارزها و نوسانات در بازارهای سهام نشان‌دهنده نیاز سیاست‌گذاران به توسعه سیاست‌های آگاهانه حاکم بر این عرصه است. با توجه به آشفته‌گی‌های اخیر در بازارهای دارایی‌های رمزارز، رگولاتورها به‌طور فزاینده‌ای نگران تنظیم این بازار هستند، از جمله پلتفرم‌هایی که تجارت در ابزارهای رمزنگاری را تسهیل می‌کنند. بنابراین یافته‌های مطالعه برای سرمایه‌گذاران و معامله‌گرانی که در نظر دارند از ارزشهای رمزنگاری‌شده برای مصون‌سازی استفاده کنند، مهم است.

▪ سطح پایین پیوندهای دوجانبه بین بازار رمزارزها و شاخص‌های سهام به دلیل استقلال قیمت ممکن است پیامدهایی بر انتخاب طبقه دارایی سرمایه‌گذار برای سرمایه‌گذاری داشته باشد. سیاست‌گذاران و قانون‌گذاران باید تدابیری را اجرا کنند که روابط ساختاری پراکنده در بازار رمزارزها و سایر طبقه دارایی اقتصادی و مالی دیرینه را تعمیق بخشند، تا اطمینان حاصل شود که سرمایه‌گذاران با بازده‌های متنوعی که ناشی از تفاوت بین شاخص‌های رمزارز و بازار سهام است از مزایای آن بهره ببرند.

از این رو مطابق نتایج پژوهش پیشنهاد می‌شود به منظور سرمایه‌گذاری و ایجاد یک پورتفوی مناسب با مطالعه انواع مختلفی از رمزارزها و استفاده از داده‌های با فرکانس بالا (به عنوان مثال، ساعتی یا روزانه) برای تجزیه و تحلیل بیش‌تر کلیه عوامل از جمله همبستگی نوسانات بازارهای مالی و اثرگذاری آن‌ها بر یکدیگر و همچنین شرایطی از جمله ریسک‌های بازار و نا اطمینانی سیاست‌های اقتصادی در تشکیل سبد دارایی سرمایه‌گذاران بیشتر مد نظر قرار داده شود. تجزیه و تحلیل بیش‌تر ممکن است یافته‌های پربارتری را به همراه داشته باشد. همچنین در تحقیقات آینده به عوامل تعیین‌کننده سرریزهای بازده و نوسانات معنی‌دار بین رمزارزها و دارایی‌های دیگر توجه گردد.

با توجه به اینکه ماهیت بازارهای سهام آسیایی با بازارهای سهام اروپا و ایالات متحده متفاوت است، ماهیت سرریز ریسک و تجزیه و تحلیل پوشش ریسک، بینشی را ارائه می‌دهد که از طریق آن سرمایه‌گذاران می‌توانند ارزیابی کنند که کدام رمزارزها برای یک بازار بهتر هستند و کدام یک برای بازار دیگر مناسب‌تر هستند. بنابراین، تلاش‌های تحقیقاتی آینده ممکن است از گنجاندن بازارهای سهام بیشتر در قاره‌های مختلف سود ببرند. این گسترش در به دست آوردن بینش دقیق‌تر و جامع‌تر در مورد نقش رمزارز در بازارهای جهانی سهام می‌تواند کمک بسزایی داشته باشد. علاوه بر این، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده از رویکردهای QVAR یا TVP-VAR برای تعیین کمیت سرریز نوسانات و جهت نوسانات در این بازارها استفاده شود.

## ۷. تقدیر و تشکر

با تشکر از اساتید گرامی دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه ارومیه آقای دکتر علی رضازاده، آقای دکتر یوسف محمدزاده و آقای دکتر شهاب جهانگیری که با راهنمایی و مشاوره ایشان تدوین این مطالعه میسر گردید.

## References

- Abadie, A., 2002. Bootstrap tests for distributional treatment effects in instrumental variables models. *Journal of American Statistical Association* 97, 284–292.
- Adrian, T., & Brunnermeier, M. K. (2011). CoVaR (No. w17454). National Bureau of Economic Research.
- Andrianto, Y., & Diputra, Y. (2017). The effect of cryptocurrency on investment portfolio effectiveness. *Journal of finance and accounting*, 5(6), 229-238.
- Aslanidis, N., Bariviera, A. F., & Martínez-Ibañez, O. (2019). An analysis of cryptocurrencies conditional cross correlations. *Finance Research Letters*, 31, 130-137.
- Aydoğan, B., Vardar, G., & Taçoğlu, C. (2024). Volatility spillovers among G7, E7 stock markets and cryptocurrencies. *Journal of Economic and Administrative Sciences*, 40(2), 364-387.
- Balcilar, M., Bouri, E., Gupta, R., & Roubaud, D. (2017). Can volume predict Bitcoin returns and volatility? A quantiles-based approach. *Economic Modelling*, 64, 74-81.
- Bariviera, A. F., Zunino, L., & Rosso, O. A. (2018). An analysis of high-frequency cryptocurrencies prices dynamics using permutation-information-theory quantifiers. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 28(7).
- Baur, D. G., Hong, K., & Lee, A. D. (2018). Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 54, 177–189.
- Bejaoui, A., Frikha, W., Jeribi, A., & Bariviera, A. F. (2023). Connectedness between emerging stock markets, gold, cryptocurrencies, DeFi and NFT: Some new evidence from wavelet analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 619, 128720.
- Bekiros, S., Boubaker, S., Nguyen, D. K., & Uddin, G. S. (2017). Black swan events and safe havens: The role of gold in globally integrated emerging markets. *Journal of International Money and Finance*, 73, 317-334.
- Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier?. *Finance Research Letters*, 20, 192-198.

- Briere, M., Oosterlinck, K., & Szafarz, A. (2015). Virtual currency, tangible return: Portfolio diversification with bitcoin. *Journal of Asset Management*, 16, 365-373.
- Chemkha, R., BenSaïda, A., Ghorbel, A., & Tayachi, T. (2021). Hedge and safe haven properties during COVID-19: Evidence from Bitcoin and gold. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 82, 71-85.
- Conlon, T., & McGee, R. (2020). Safe haven or risky hazard? Bitcoin during the COVID-19 bear market. *Finance Research Letters*, 35, 101607.
- Corbet, S., Larkin, C., & Lucey, B. (2020). The contagion effects of the covid-19 pandemic: Evidence from gold and cryptocurrencies. *Finance Research Letters*, 35, Article 101554.
- Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018). Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets. *Economics Letters*, 165, 28-34.
- Dragomiretskiy, K., & Zosso, D. (2013). Variational mode decomposition. *IEEE transactions on signal processing*, 62(3), 531-544.
- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, gold and the dollar—A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85-92.
- Gambarelli, L., Marchi, G., & Muzzioli, S. (2023). Hedging effectiveness of cryptocurrencies in the European stock market. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 84, 101757.
- Ghorbel, A., Frikha, W., & Manzli, Y. S. (2022). Testing for asymmetric nonlinear short-and long-run relationships between crypto-currencies and stock markets. *Eurasian Economic Review*, 12(3), 387-425.
- Girardi, G., & Ergün, A. T. (2013). Systemic risk measurement: Multivariate GARCH estimation of CoVaR. *Journal of Banking & Finance*, 37(8), 3169-3180.
- Guesmi, K., Saadi, S., Abid, I., & Ftiti, Z. (2019). Portfolio diversification with virtual currency: Evidence from bitcoin. *International Review of Financial Analysis*, 63, 431-437.
- Hedariashtarenani, S., Khochiany, R., & Khorsandzak, M. (2022). Investigating the Dynamic Relationship between Bit coin and Stock Index, Gold and Dollar in Iran: An Application of the Wavelet Coherency Approach. *Journal of Development and Capital*, 7(2), 91 -109. (In Persian).
- Hong, H., & Stein, J. C. (1999). A unified theory of underreaction, momentum trading, and overreaction in asset markets. *The Journal of finance*, 54(6), 2143-2184.
- Hung, N. T. (2021). Bitcoin and CEE stock markets: fresh evidence from using the DECO-GARCH model and quantile on quantile regression. *European Journal of Management and Business Economics*, 30(2), 261-280.

- Ivanovski, K., & Hailemariam, A. (2023). Forecasting the stock-cryptocurrency relationship: Evidence from a dynamic GAS model. *International Review of Economics & Finance*, 86, 97-111.
- Jana, S., & Sahu, T. N. (2023). Can diversification be improved by using cryptocurrencies? Evidence from Indian equity market. *Journal of Financial Economic Policy*, 15(6), 551-573.
- Jana, S., Sahu, T. N., & Pandey, K. D. (2024). Revisiting the cryptocurrencies role in stock markets: ADCC-GARCH and Wavelet Coherence. *Macroeconomics and Finance in Emerging Market Economies*, 17(1), 110-135.
- Ji, Q., Zhang, D., & Zhao, Y. (2020). Searching for safe-haven assets during the COVID-19 pandemic. *International Review of Financial Analysis*, 71, 101526.
- Kajtazi, A., & Moro, A. (2019). The role of bitcoin in well diversified portfolios: A comparative global study. *International Review of Financial Analysis*, 61, 143-157.
- keshavarz Haddad, G., & Heyrani, M. (2014). Estimation of Value at Risk in the Presence of Dependence Structure in Financial Returns: A Copula Based Approach. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, 49(4), 869-902. (In Persian).
- Keyvanian, S., Jahangard, F., & Ashrafi, Y. (2018). The Effect of Coin Price, Exchange Rate, Oil and Tehran Stock Exchange Index on Bitcoin Demand in Iran by Self-Regression Model. *Defense Economics*, 3(8), 109-124. (In Persian).
- Kristjanpoller, W., Bouri, E., & Takaishi, T. (2020). Cryptocurrencies and equity funds: Evidence from an asymmetric multifractal analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 545, 123711.
- Kumar, A., Iqbal, N., Mitra, S. K., Kristoufek, L., & Bouri, E. (2022). Connectedness among major cryptocurrencies in standard times and during the COVID-19 outbreak. *Journal of International*.
- Lahmiri, S. (2015). Long memory in international financial markets trends and short movements during 2008 financial crisis based on variational mode decomposition and detrended fluctuation analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 437, 130-138.
- Lahmiri, S. (2016). Intraday stock price forecasting based on variational mode decomposition. *Journal of Computational Science*, 12, 23-27.
- Li, J. P., Naqvi, B., Rizvi, S. K. A., & Chang, H. L. (2021). Bitcoin: The biggest financial innovation of fourth industrial revolution and a portfolio's efficiency booster. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120383.
- Mensi, W., Rehman, M. U., Maitra, D., Al-Yahyaee, K. H., & Sensoy, A. (2020). Does bitcoin co-move and share risk with Sukuk and world and regional Islamic stock markets? Evidence using a time-frequency approach. *Research in International Business and Finance*, 53, 101230.

- Mohammadishad, H., Keyghobadi, A., & Madanchi, Z. M. (2021). Dynamic Accounting and Financial Relationships between Commodity Markets, Financial Markets and Digital Currencies with the ARDL Model Approach. (In Persian).
- Narayan, P. K., Narayan, S., Rahman, R. E., & Setiawan, I. (2019). Bitcoin price growth and Indonesia's monetary system. *Emerging Markets Review*, 38, 364-376.
- Nasire bonyad abad, Z., & Samadi, F. (2021). compare time series stock markets and bit coin and effect markets returns with fractal approach. *Journal of Investment Knowledge*, 10(38), 411-428. (In Persian).
- Nelsen, R.B. 2006. An introduction to copulas. Springer, New York. 269 pp.
- Nelson, D.B., 1990. ARCH models as diffusion approximations. *Journal of Econometrics* 45, 7-38.
- NGO, N. S., & NGUYEN, H. T. M. (2021). A Safe-haven Property of Cryptocurrencies: Evidence in Vietnam Stock Market During Pandemic Crisis. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(12), 465-471.
- Platanakis, E., & Urquhart, A. (2019). Portfolio management with cryptocurrencies: The role of estimation risk. *Economics Letters*, 177, 76-80.
- Rao, A., Gupta, M., Sharma, G. D., Mahendru, M., & Agrawal, A. (2022). Revisiting the financial market interdependence during COVID-19 times: a study of green bonds, cryptocurrency, commodities and other financial markets. *International Journal of Managerial Finance*, 18(4), 725-755.
- Reboredo, J. C., & Ugolini, A. (2016). Quantile dependence of oil price movements and stock returns. *Energy economics*, 54, 33-49.
- Rehman, M. U., Asghar, N., & Kang, S. H. (2020). Do Islamic indices provide diversification to bitcoin? A time-varying copulas and value at risk application. *Pacific-Basin Finance Journal*, 61, 101326.
- Sajeev, K. C., & Afjal, M. (2022). Contagion effect of cryptocurrency on the securities market: A study of Bitcoin volatility using diagonal BEKK and DCC GARCH models. *SN Business & Economics*, 2(6), 57.
- Salehifar, M. (2019). Risk and Return Behavior of Bitcoin in comparison with Gold, Currency, and Stock Markets by application of GJR-GARCH and TGARCH Models. *Financial Engineering and Portfolio Management*, 10(40), 152-168. (In Persian).
- Shahzad, S. J. H., Bouri, E., Roubaud, D., & Kristoufek, L. (2020). Safe haven, hedge and diversification for G7 stock markets: Gold versus bitcoin. *Economic Modelling*, 87, 212-224.
- Shahzad, S. J. H., Bouri, E., Roubaud, D., Kristoufek, L., & Lucey, B. (2019). Is Bitcoin a better safe-haven investment than gold and commodities?. *International Review of Financial Analysis*, 63, 322-330.
- Sklar, M. (1959). Fonctions de répartition à n dimensions et leurs marges. In *Annales de l'ISUP* (Vol. 8, No. 3, pp. 229-231).

- Symitsi, E., & Chalvatzis, K. J. (2019). The economic value of Bitcoin: A portfolio analysis of currencies, gold, oil and stocks. *Research in International Business and Finance*, 48, 97-110.
- Tan, C. C., Ling, P. S., Sim, S. L., & Ming, K. L. Y. (2023). Hedge and safe-haven properties of Cryptocurrencies: evidence in east asia-5 market. *Cogent Economics & Finance*, 11(1), 2183640.
- Thampanya, N., Nasir, M. A., & Huynh, T. L. D. (2020). Asymmetric correlation and hedging effectiveness of gold & cryptocurrencies: From pre-industrial to the 4th industrial revolution☆. *Technological Forecasting and Social Change*, 159, 120195.
- Tiwari, A. K., Raheem, I. D., & Kang, S. H. (2019). Time-varying dynamic conditional correlation between stock and cryptocurrency markets using the copula-ADCC-EGARCH model. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 535, 122295.
- Umar, M., Su, C. W., Rizvi, S. K. A., & Shao, X. F. (2021). Bitcoin: A safe haven asset and a winner amid political and economic uncertainties in the US?. *Technological Forecasting and Social Change*, 167, 120680.
- Uzonwanne, G. (2021). Volatility and return spillovers between stock markets and cryptocurrencies. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 82, 30- 36.
- Van de Klashorst .(2018) .Volatility Spillovers and Other Market Dynamics between cryptocurrencies and The Equity Marketz. Workong paper.
- Wang, H., Wang, X., Yin, S., & Ji, H. (2022). The asymmetric contagion effect between stock market and cryptocurrency market. *Finance Research Letters*, 46, 102345.
- Yermack, D. (2015). Is Bitcoin a real currency? An economic appraisal. In *Handbook of digital currency* (pp. 31-43). Academic Press.
- Yousefi Behzad Farokhi, M. A., & Qasemifar, S. (2023). Analysis of the Relationship between Bitcoin Fluctuations and Tehran Stock Exchange Fluctuations During the Coronavirus Epidemic (Markov Switching Bayesian VAR). *Financial Management Strategy*, 11(1), 101-120. (In Persian).

## ضمایم

## ضمیمه ۱. شکل ریاضی توابع کاپولای مورد استفاده در این مطالعه

|                                                                                                                                                               |                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| $C(u, v) = (u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1)^{-1/\theta}, \theta \geq 0$                                                                                        | رابطه تابع کاپولای کلاپتون         |
| $C(u, v) = -\frac{1}{\theta} \ln \left[ 1 + \frac{(e^{-\theta u} - 1)(e^{-\theta v} - 1)}{e^{-\theta} - 1} \right], \theta \neq 0$                            | رابطه تابع کاپولای فراتک           |
| $C(u, v) = \exp\{ -[(-\ln u)^\theta + (-\ln v)^\theta]^{1/\theta} \}, \theta \geq 1$                                                                          | رابطه تابع کاپولای گامبل           |
| $C_p(u, v) = \int_{-w}^{F^{-1}(u)} \int_{-w}^{F^{-1}(u)} \frac{1}{2\pi(1-\rho^2)^{0.5}} \exp\left\{ -\frac{x^2 - 2\rho xy + y^2}{2(1-\rho^2)} \right\} dx dy$ | رابطه تابع کاپولای نرمال           |
| $c_{vp}^t(u_1, u_2) = T_{vp}$<br>$(t_v^{-1}(u_1), t_v^{-1}(u_2)) \quad p \in (-1, 1), v > 0$                                                                  | رابطه تابع کاپولای تی-<br>استیودنت |

منبع: نلسن (۲۰۰۶)

## ضمیمه ۲. ویژگیهای آماری بازده متغیرهای مورد بررسی برای کشور توسعه یافته

|                 | ETH       | SPX       | BTC       | XRP       |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| میانگین         | ۰/۰۰۴۱۹۱  | ۰/۰۰۰۳۶۲  | ۰/۰۰۲۲۳۶  | ۰/۰۰۲۳۰۴  |
| میان            | ۰/۰۰۰۹۰۶  | ۰/۰۰۰۶۴۳  | ۰/۰۰۲۰۴۴  | -۰/۰۰۱۷۲۸ |
| حداکثر          | ۰/۵۱۰۸۲۶  | ۰/۰۸۹۶۸۳  | ۰/۲۲۵۱۱۹  | ۰/۷۵۰۷۸۱  |
| حداقل           | -۰/۵۵۰۷۱۴ | -۰/۱۲۷۶۵۲ | -۰/۴۶۴۷۳۰ | -۰/۵۵۰۴۰۳ |
| انحراف معیار    | ۰/۰۶۸۹۵۲  | ۰/۰۱۲۱۶۷  | ۰/۰۴۶۱۵۳  | ۰/۰۷۶۵۰۲  |
| چولگی           | ۰/۲۶۱۶۶۹  | -۰/۸۴۶۹۰۹ | -۰/۶۸۳۴۴۹ | ۱/۴۸۲۳۸۴  |
| کشیدگی          | ۱۰/۷۳۴۳۸  | ۱۸/۷۸۱۵۰  | ۱۲/۱۳۶۷۲  | ۲۰/۹۴۱۱۳  |
| آماره جارتک برا | ۴۵۰۴/۵۸۲  | ۱۸۸۸۳/۸۷  | ۶۳۹۷/۵۴۸  | ۲۴۷۸۶/۷۷  |
| احتمال          | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  |
| LM-ARCH         | ۹/۱۹۷۵    | ۲۰۷/۸۷    | ۷/۵۷۵۲    | ۳۲/۸۷۲    |
| احتمال          | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰  |

منبع: یافته های تحقیق

با توجه به نتایج ضریب کشیدگی بازدهی سری های مورد بررسی بیشتر از ضریب کشیدگی تابع چگالی نرمال است، بنابراین تابع چگالی بازدهی این دارایی ها، دارای دنباله پهن بوده و قله بلند دارد. آماره جارتک برا

بیانگر آن است که تابع توزیع بازدهی‌های مورد بررسی نرمال نیست. مقدار میانگین بازده رمزارز اتریوم نسبت به مقدار میانگین رمزارزهای بیت‌کوین و ریپل بالاتر است. همچنین، مقایسه مقادیر انحراف معیار بازده‌ها نشان می‌دهد که بازارهای رمزارز ریپل و اتریوم نسبت به بازار رمزارز بیت‌کوین ثبات کمتری را تجربه کرده‌اند. ضریب چولگی بازده رمزارز بیت‌کوین مقداری منفی است که بیانگر متداول بودن شوک‌های منفی در مقایسه با شوک‌های مثبت است. همچنین بر اساس نتایج آزمون (LM- ARCH) فرضیه صفر مبنی بر همسانی واریانس‌ها رد شده و فرضیه مقابل یعنی وجود واریانس ناهمسانی تأیید می‌شود.

ضمیمه ۳. نتایج مدل FIGARCH-GED برای متغیرهای بیت‌کوین و ریپل (اقتصاد در حال توسعه)

| XRP                                                              |         |         |        | BTC     |         |         |
|------------------------------------------------------------------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| پارامتر                                                          | ضریب    | آماره t | احتمال | ضریب    | آماره t | احتمال  |
| mu                                                               | -۰/۰۰۳  | -۲۸/۴۶  | ۰/۰۰۰  | ۰/۰۰۲   | ۸/۹۶    | /۰۰۰۰   |
| omega                                                            | ۰/۰۰۰   | ۰/۵۹۳   | ۰/۰۵۵  | ۰/۰۰۰   | ۱/۸۵    | ۰/۰۶۴   |
| alpha1                                                           | ۰/۵۰۲   | ۱۴/۵۲   | ۰/۰۰۰  | ۰/۱۲۴   | ۱/۷۸    | ۰/۰۷۴   |
| beta1                                                            | ۰/۱۴۸   | ۱۱۹/۲۶  | ۰/۰۰۰  | ۰/۶۲۸   | ۶/۸۵    | ۰/۰۰۰   |
| beta2                                                            | ۰/۴۲۱   | ۲۳۴۳/۰۳ | ۰/۰۰۰  |         |         |         |
| delta                                                            | ۰/۳۸۷   | ۱۹۱/۱۴  | ۰/۰۰۰  | ۰/۵۵۰   |         | ۰/۰۰۰   |
| Shape                                                            | ۰/۷۳۵   | ۳۲/۸۰   | ۰/۰۰۰  | ۰/۸۳۷   |         | ۰/۰۰۰   |
| معیارهای اطلاعاتی آکائیک و شوارتز - بیزین برای انتخاب وقفه بهینه |         |         |        |         |         |         |
| (AIC)                                                            |         | -۲/۹۹۰۲ |        | (AIC)   |         | -۳/۶۳۵۰ |
| (SBC)                                                            |         | -۲/۹۶۸۹ |        | (SBC)   |         | -۳/۶۱۶۸ |
| آزمون لجاژنگ - باکس برای بررسی خودهمبستگی                        |         |         |        |         |         |         |
| وقفه                                                             | آماره Q |         | احتمال | آماره Q |         | احتمال  |
| Lag[1]                                                           | ۰/۶۳۳   |         | ۰/۴۲۶  | ۰/۶۵۸   |         | ۰/۴۱۷   |
| Lag[2]                                                           | ۱/۷۴۳   |         | ۰/۳۰۹  | ۱/۰۴۴   |         | ۰/۴۸۴   |
| Lag[4]                                                           | ۶/۷۴۵   |         | ۰/۰۵۹  | ۵/۱۳۱   |         | ۰/۱۴۲   |
| آزمون ARCH برای بررسی ناهمسانی واریانس                           |         |         |        |         |         |         |
| وقفه                                                             | آماره   |         | احتمال | آماره   |         | احتمال  |
| ARCH Lag[4]                                                      | ۰/۰۶۳   |         | ۰/۸۰۱  | ۰/۷۷۵   |         | ۰/۳۷۸   |
| ARCH Lag[6]                                                      | ۲/۸۳۹   |         | ۰/۳۳۲  | ۱/۵۴۵   |         | ۰/۵۸۰   |
| ARCH Lag[8]                                                      | ۳/۳۲۹   |         | ۰/۴۸۳  | /۲۰۲    |         | ۰/۶۷۴   |

منبع: یافته‌های تحقیق

ضمیمه ۴. نتایج مدل FIGARCH-GED برای متغیرهای شاخص سهام و اتریوم

| TEPIX                                                           |         |          |        | ETH     |          |         |
|-----------------------------------------------------------------|---------|----------|--------|---------|----------|---------|
| پارامتر                                                         | ضریب    | آماره t  | احتمال | ضریب    | آماره t  | احتمال  |
| mu                                                              | ۰/۰۰۱   | ۵۴۸۰/۳۱  | ۰/۰۰۰  | ۰/۰۰۱۴  | ۲۴/۹۴    | ۰/۰۰۰   |
| ar1                                                             | ۰/۵۷۱   | ۷۳۵۶/۰۷  | ۰/۰۰۰  | ۰/۵۳۰   | ۱۶۲۵/۸۰  | ۰/۰۰۰   |
| ar2                                                             | ۰/۳۰۸   | ۷۷۵۲/۴۱  | ۰/۰۰۰  | -۰/۲۱۸  | -۵۵۷۸/۵۵ | ۰/۰۰۰   |
| ar3                                                             |         |          |        | ۰/۰۰۳   | ۲۴/۴۲    | ۰/۰۰۰   |
| ar4                                                             |         |          |        | ۰/۰۵۴   | ۳۱۳/۵۹   | ۰/۰۰۰   |
| ma1                                                             | -۰/۱۷۰  | -۷۱۶۶/۵۴ | ۰/۰۰۰  | -۰/۴۷۲  | -۴۸۲/۳۱  | ۰/۰۰۰   |
| ma2                                                             | -۰/۵۱۸  | -۷۱۱۶/۷۸ | ۰/۰۰۰  | ۰/۳۲۶   | ۴۹۶۱/۱۰  | ۰/۰۰۰   |
| omega                                                           | ۰/۰۰۰   | ۱/۱۶۸    | ۰/۲۴۲  | ۰/۰۰۰   | ۰/۱۲     | ۰/۸۹۸   |
| alpha1                                                          | ۰/۰۲۵   | ۵۷۱۴/۳۴  | ۰/۰۰۰  | ۰/۳۸۰   | ۷۸/۰۴۷   | ۰/۰۰۰   |
| Alpha2                                                          | ۰/۰۲۵   | ۴۵۵۶/۴۹  | ۰/۰۰۰  |         |          |         |
| beta1                                                           | ۰/۲۲۷   | ۶۰۰۳/۴۰  | ۰/۰۰۰  | ۰/۱۶۴   | ۳۴۸/۶۳   | ۰/۰۰۰   |
| beta2                                                           | ۰/۴۵۰   | ۶۶۹۳/۷۸  | ۰/۰۰۰  | ۰/۴۳۵   | ۱۱۰۵/۴۳  | ۰/۰۰۰   |
| delta                                                           | ۰/۵۱۷   | ۶۹۹۳/۰۹  | ۰/۰۰۰  | ۰/۵۲۸   | ۲۵۸/۷۵   | ۰/۰۰۰   |
| Shape                                                           | ۲/۰۰۰   | ۵۱۱۳/۴۳  | ۰/۰۰۰  | ۰/۸۵۳   | ۰/۰۲     | ۰/۰۰۰   |
| معیارهای اطلاعاتی آکانیک و شوارتز - یزین برای انتخاب وقفه بهینه |         |          |        |         |          |         |
| (AIC)                                                           |         | -۴/۹۴۸۰  |        | (AIC)   |          | -۲/۵۴۱۸ |
| (SBC)                                                           |         | -۴/۹۱۱۶  |        | (SBC)   |          | -۲/۵۰۲۳ |
| آزمون لجانگ - باکس برای بررسی خودهمبستگی                        |         |          |        |         |          |         |
| وقفه                                                            | آماره Q |          | احتمال | آماره Q |          | احتمال  |
| Lag[1]                                                          | ۰/۰۴۹   |          | ۰/۸۲۳  | ۰/۴۳۱   |          | ۰/۵۱۱   |
| Lag[2]                                                          | ۴/۶۲۷   |          | ۰/۹۹۲  | ۱۲/۶۸۵  |          | ۰/۰۰۰   |
| Lag[4]                                                          | ۹/۲۰۷   |          | ۰/۶۰۳  | ۱۷/۲۴۹  |          | ۰/۲۱    |
| آزمون ARCH برای بررسی ناهمسانی واریانس                          |         |          |        |         |          |         |
| وقفه                                                            | آماره   |          | احتمال | آماره   |          | احتمال  |
| ARCH Lag[4]                                                     | ۰/۰۱۵   |          | ۰/۹۰۰  | ۱/۶۵۳   |          | ۰/۱۹۸   |
| ARCH Lag[6]                                                     | ۰/۱۳۵   |          | ۱/۰۰۰  | ۱/۷۳۸   |          | ۰/۵۵۱   |
| ARCH Lag[8]                                                     | ۰/۲۱۸   |          | ۱/۰۰۰  | ۲/۵۷۴   |          | ۰/۶۲۵   |

این نتایج شامل برآورد پارامترهای مدل، انحراف معیار، آماره t و ارزش احتمال می‌باشد. همچنین آزمون

خودهمبستگی سریالی و آزمون اثرات ARCH برای عدم ناهمسانی واریانس در بین پسماندهای مدل مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از آزمون آرچ برای بررسی ناهمسانی واریانس در مدل برآورد شده نشان دهنده عدم ناهمسانی واریانس بین پسماندهای مدل است و برازش صحیح این مدل را تضمین می کند. همچنین آزمون لجانگ - باکس برای بررسی خودهمبستگی سریالی برای وقفه های انتخابی نیز نشان می دهد که فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی بین پسماندها رد نشده است.

**ضمیمه ۵. نتایج مدل GJR - GED برای متغیرهای متغیرهای بیت کوین و ریپل (اقتصاد توسعه یافته)**

| XRP                                                             |        |         |        | BTC     |         |         |
|-----------------------------------------------------------------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|
| پارامتر                                                         | ضریب   | آماره t | احتمال | ضریب    | آماره t | احتمال  |
| mu                                                              | -۰/۰۰۱ | -۱۱/۳۹۹ | ۰/۰۰۰  | ۰/۰۰۱   | ۴/۶۹۷   | ۰/۰۰۰   |
| ar1                                                             | -۰/۰۹۳ | -۱۷/۹۸۲ | ۰/۰۰۰  |         |         |         |
| ma1                                                             | -۰/۰۱۲ | -۵/۸۶۴  | ۰/۰۰۰  | -۰/۰۲۸  | -۸/۱۳۲  | ۰/۰۰۰   |
| omega                                                           | ۰/۰۰۰  | ۳/۳۵۵   | ۰/۰۰۰  | ۰/۰۰۰   | ۲/۲۱۸   | ۰/۰۲۶   |
| alpha1                                                          | ۰/۲۱۶  | ۴/۱۸۵   | ۰/۰۰۰  | ۰/۱۳۸   | ۴/۸۰۶   | ۰/۰۰۰   |
| beta1                                                           | ۰/۷۸۶  | ۱۹/۲۰۱  | ۰/۰۰۰  | ۰/۸۸۰   | ۳۹/۲۵۸  | ۰/۰۰۰   |
| gamma1                                                          | -۰/۰۳۹ | -۰/۸۶۸  | ۰/۳۸۵  | -۰/۰۴۰  | -۱/۴۴۲  | ۰/۱۴۹   |
| shape                                                           | ۰/۸۲۶  | ۲۶/۴۶۵  | ۰/۰۰۰  | ۰/۸۴۸   | ۲۵/۳۷۶  | ۰/۰۰۰   |
| معیارهای اطلاعاتی آکائیک و شوارتز - یزین برای انتخاب وقفه بهینه |        |         |        |         |         |         |
| (AIC)                                                           |        | -۳/۰۶۵۱ |        | (AIC)   |         | -۳/۸۹۶۹ |
| (SBC)                                                           |        | -۳/۰۴۰۷ |        | (SBC)   |         | -۳/۸۶۳۷ |
| آزمون شاپرو - ویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع باقیمانده‌ها     |        |         |        |         |         |         |
| آماره                                                           |        | احتمال  |        | آماره   |         | احتمال  |
| ۰/۸۵۳۰                                                          |        | ۰/۰۰۰   |        | ۰/۸۹۲۰  |         | ۰/۰۰۰   |
| آزمون لجانگ - باکس برای بررسی خودهمبستگی                        |        |         |        |         |         |         |
| وقفه                                                            |        | آماره Q |        | آماره Q |         | احتمال  |
| Lag[1]                                                          |        | ۰/۹۵۲   |        | ۰/۷۵۵   |         | ۰/۳۸۴   |
| Lag[2]                                                          |        | ۳/۸۸۵   |        | ۲/۰۸۵   |         | ۰/۲۵۳   |
| Lag[4]                                                          |        | ۸/۰۷۱   |        | ۵/۶۴۴   |         | ۰/۳۱۹   |
| آزمون ARCH برای بررسی ناهمسانی واریانس                          |        |         |        |         |         |         |
| وقفه                                                            |        | آماره   |        | آماره   |         | احتمال  |
| ARCH Lag[3]                                                     |        | ۰/۰۷۶   |        | ۲/۶۳۹   |         | ۰/۱۰۴   |
| ARCH Lag[5]                                                     |        | ۰/۸۶۶   |        | ۳/۴۹۲   |         | ۰/۲۲۵   |
| ARCH Lag[7]                                                     |        | ۱/۲۷۵   |        | ۴/۱۹۱   |         | ۰/۳۱۹   |

منبع: یافته های تحقیق

ضمیمه ۶. نتایج مدل GJR - GED برای متغیرهای شاخص سهام و اتریوم (اقتصاد توسعه یافته)

| SPX                                                              |        |         |        | ETH     |         |         |
|------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|
| پارامتر                                                          | ضریب   | آماره t | احتمال | ضریب    | آماره t | احتمال  |
| mu                                                               | ۰/۰۰۰  | ۴/۷۷۹   | ۰/۰۰۰  | ۰/۰۰۰   | ۱/۴۵۸   | ۰/۱۴۴   |
| ar1                                                              | ۰/۲۲۸  | ۵/۰۶۱   | ۰/۰۰۰  |         |         |         |
| ar2                                                              | ۰/۳۸۰  | ۷/۶۹۵   | ۰/۰۰۰  |         |         |         |
| ma1                                                              | -۰/۲۹۵ | -۶/۵۷۶  | ۰/۰۰۰  | -۰/۰۴۷  | -۷/۵۰۷  | ۰/۰۰۰   |
| ma2                                                              | -۰/۳۵۷ | -۷/۳۰۵  | ۰/۰۰۰  |         |         |         |
| omega                                                            | ۰/۰۷۸  | ۱/۷۵۳   | ۰/۰۷۹  | ۰/۰۰۰   | ۲/۷۱۵   | ۰/۰۰۶   |
| alpha1                                                           | ۰/۸۰۵  | ۳/۱۰۵   | ۰/۰۰۱  | ۰/۱۳۰   | ۳/۶۶۷   | ۰/۰۰۰   |
| beta1                                                            | ۰/۲۱۸  | ۳۱/۴۱۴  | ۰/۰۰۰  | ۰/۸۲۳   | ۱۸/۵۴۱  | ۰/۰۰۰   |
| gamma1                                                           | ۱/۲۴۵  | ۴/۴۵۶   | ۰/۰۰۰  | -۰/۰۰۹  | -۰/۲۸۱  | ۰/۷۷۸   |
| shape                                                            | ۱/۲۴۶۹ | ۲۳/۴۰۷  | ۰/۰۰۰  | ۰/۸۹۵   | ۲۴/۲۸۰  | ۰/۰۰۰   |
| معیارهای اطلاعاتی آکائیک و شوارتز - بیزین برای انتخاب وقفه بهینه |        |         |        |         |         |         |
| (AIC)                                                            |        | -۶/۶۸۸۱ |        | (AIC)   |         | -۲/۸۷۲  |
| (SBC)                                                            |        | -۶/۶۵۷۶ |        | (SBC)   |         | -۲/۸۵۱۲ |
| آزمون لجانگ - باکس برای بررسی خودهمبستگی                         |        |         |        |         |         |         |
| وقفه                                                             |        | آماره Q | احتمال | آماره Q |         | احتمال  |
| Lag[1]                                                           |        | ۰/۷۵۸   | ۰/۳۸۳  | ۱/۷۸    |         | ۰/۲۹۷   |
| Lag[2]                                                           |        | ۲/۶۷۳   | ۱/۰۰۰  | ۱/۶۴    |         | ۰/۳۰۰   |
| Lag[4]                                                           |        | ۵/۳۶۱   | ۰/۹۸۸  | ۱/۶۰    |         | ۰/۳۲۱   |
| آزمون شاپیرو - ویلک برای بررسی نرمال بودن توزیع باقیمانده‌ها     |        |         |        |         |         |         |
| آماره                                                            |        | احتمال  |        | آماره   |         | احتمال  |
| ۰/۹۵۵۷                                                           |        | ۰/۰۰۰   |        | ۰/۹۲۵۰  |         | ۰/۰۰۰   |
| آزمون ARCH برای بررسی ناهمسانی واریانس                           |        |         |        |         |         |         |
| وقفه                                                             |        | آماره   | احتمال | آماره   |         | احتمال  |
| ARCH Lag[3]                                                      |        | ۰/۶۴۰   | ۰/۴۲۳  | ۰/۰۰۹   |         | ۰/۹۲۳   |
| ARCH Lag[5]                                                      |        | ۲/۵۸۹   | ۰/۳۵۵  | ۰/۰۳۶   |         | ۰/۹۹۶   |
| ARCH Lag[7]                                                      |        | ۳/۷۸۱   | ۰/۳۷۹  | ۰/۰۵۴   |         | ۰/۹۹۹   |

منبع: یافته‌های تحقیق

ضمیمه ۷. بر آورد وابستگی کوتاه مدت و بلند مدت ساختاری بازدهی رمز ارز BTC با رمز ارزهای ETH و XRP و بازدهی شاخص بورس ایالات متحده S&P500

| کاپولا               | ETH       |           | XRP       |          | S&P500    |          |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
|                      | Short-run | Long-run  | Short-run | Long-run | Short-run | Long-run |
| Normal               |           |           |           |          |           |          |
| rho                  | ۰/۷۰۶     | ۰/۶۳۸     | ۰/۵۲۶     | ۰/۵۴۲    | ۰/۰۵۸     | ۰/۲۴۸    |
| Std. Erro            | ۰/۰۱      | ۰/۰۱۲     | ۰/۰۱۵     | ۰/۰۱۵    | ۰/۰۲۴     | ۰/۰۲۲    |
| LLF                  | ۶۱۷/۴     | ۴۶۷/۵     | ۲۸۸/۷     | ۳۱۰/۷    | ۳/۰۸۷     | ۵۶/۷     |
| AIC                  | -۱۲۳۲/۸۹۴ | -۹۳۳/۰۹۴  | -۵۷۵/۳۹۳  | -۶۱۹/۴۶۶ | -۴/۱۷۳    | -۱۱۱/۳۹۴ |
| Vuong                | ۵         | -۱        | ۰         | -۲       | ۰         | ۰        |
| Clarke               | ۲         | -۲        | -۲        | -۴       | -۴        | -۳       |
| T                    |           |           |           |          |           |          |
| rho                  | ۰/۷۰۷     | ۰/۶۶۹     | ۰/۵۵۲     | ۰/۵۷۸    | ۰/۰۴۵     | ۰/۲۵۳    |
| Std. Error           | ۰/۰۱۱     | ۰/۰۱۴     | ۰/۰۱۷     | ۰/۰۱۷    | ۰/۰۲۶     | ۰/۰۲۲    |
| وابستگی<br>دمی بالا  | ۰/۱۳۷۸    | ۰/۳۷۲۹    | ۰/۱۸۵۴    | ۰/۳۳۴۲   | ۰/۰۰۴۲    | ۰/۰۰۱    |
| وابستگی<br>دمی پایین | ۰/۱۳۷۸    | ۰/۳۷۲۹    | ۰/۱۸۵۴    | ۰/۳۳۴۲   | ۰/۰۰۴۲    | ۰/۰۰۱    |
| LLF                  | ۶۲۲/۷     | ۵۵۱/۹     | ۳۱۳/۹     | ۳۹۱      | ۷/۵۴۷     | ۵۸/۷۹    |
| AIC                  | -۱۲۴۱/۳۴۴ | -۱۰۹۹/۸۵۱ | -۶۲۳/۷۳۱  | -۷۷۸/۰۰  | -۱۱/۰۹۳   | -۱۱۳/۵۷۷ |
| Vuong                | ۵         | ۵         | ۵         | ۴        | ۰         | ۰        |
| Clarke               | ۴         | ۶         | ۴         | ۶        | ۶         | ۰        |
| Clayton              |           |           |           |          |           |          |
| alpha                | ۲/۰۰۱     | ۱/۷۸۴     | ۱/۲۵۲     | ۱/۳۰۷    | ۰/۰۶۶     | ۰/۴۱۶    |
| Std. Error           | ۰/۰۶۵     | ۰/۰۶۱     | ۰/۰۵۱     | ۰/۰۵۳    | ۰/۰۲۶     | ۰/۰۳۶    |
| وابستگی دمی<br>بالا  | ۰/۰۰۰     | ۰/۰۰۰     | ۰/۰۰۰     | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰     | ۰/۰۰۰    |
| وابستگی دمی<br>پایین | ۰/۷۰۷۲    | ۰/۶۷۸۰    | ۰/۵۷۴۹    | ۰/۵۸۸۴   | ۲/۷۵۱     | ۰/۱۸۸۹   |
| LLF                  | ۳۹۱       | ۴۴۹/۱     | ۱۷۸/۹     | ۳۵۴/۲    | ۳/۷۶۸     | ۷۳/۴۹    |
| AIC                  | -۷۸۰/۰۰۶  | -۸۹۶/۲۲۷  | -۳۵۵/۷۳۷  | -۷۰۶/۴۸۱ | -۵/۵۳۵    | -۱۴۴/۹۸۱ |
| Vuong                | -۵        | -۱        | -۵        | ۲        | ۰         | ۴        |

|                      |           |          |          |          |         |          |
|----------------------|-----------|----------|----------|----------|---------|----------|
| Clarke               | -۵        | -۴       | -۵       | -۲       | ۱       | ۳        |
| Gumbel               |           |          |          |          |         |          |
| alpha                | ۱/۸۹۲     | ۱/۷۵۹    | ۱/۵۲۹    | ۱/۵۴۴    | ۱/۰۳۷   | ۱/۱۳۳    |
| Std. Error           | ۰/۰۳۸     | ۰/۰۲۴    | ۰/۰۲۳    | ۰/۰۲۳    | ۰/۰۱۴   | ۰/۰۱۸    |
| وابستگی<br>دمی بالا  | ۰/۵۵۷۵۳   | ۰/۵۱۷۱   | ۰/۵۵۷۵   | ۰/۵۱۷۱   | ۰/۰۴۸۳  | ۰/۱۵۵۸   |
| وابستگی<br>دمی پایین | ۰/۰۰۰     | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰   | ۰/۰۰۰    |
| LLF                  | ۵۷۴/۳     | ۴۴۶/۵    | ۲۸۴/۱    | ۲۸۰/۹    | ۴/۹۴۲   | ۲۶/۲     |
| AIC                  | -۱۱۴۶/۵۷۲ | -۸۹۰/۹۴۶ | -۵۶۶/۲۶۶ | -۵۵۹/۷۲۴ | -۷/۸۸۳  | -۵۰/۴۰۱  |
| Vuong                | ۰         | -۲       | ۰        | -۴       | ۰       | -۴       |
| Clarke               | -۱        | ۰        | ۱        | ۰        | ۱       | -۳       |
| Frank                |           |          |          |          |         |          |
| alpha                | ۵/۷۷۴     | ۵/۳۴۴    | ۳/۹۹۸    | ۴/۲۱۲    | ۰/۲۰۹   | ۱/۵۸۲    |
| Std. Error           | ۰/۱۸۱     | ۰/۱۷۹    | ۰/۱۶۳    | ۰/۱۶۷    | ۰/۱۴۴   | ۰/۱۴۴    |
| وابستگی<br>دمی بالا  | ۰/۰۰۰     | ۰/۰۰     | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰   | ۰/۰۰۰    |
| وابستگی<br>دمی پایین | ۰/۰۰۰     | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰    | ۰/۰۰۰   | ۰/۰۰۰    |
| LLF                  | ۵۷۰/۴     | ۴۹۲/۹    | ۳۱۷/۳    | ۳۳۶/۱    | ۱/۰۵۲   | ۶۰/۳۸    |
| AIC                  | -۱۱۳۸/۵۰۹ | -۹۸۳/۸۱۴ | -۶۳۲/۵۰۱ | -۶۷۰/۲۳۸ | -۰/۱۰۳۹ | -۱۱۸/۷۶۰ |
| Vuong                | ۰         | ۰        | ۵        | ۱        | ۰       | ۲        |
| Clarke               | ۶         | ۴        | ۶        | ۳        | -۶      | ۳        |

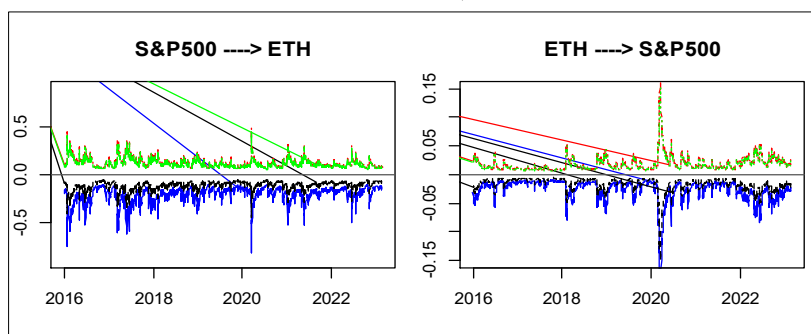
منبع: یافته‌های تحقیق

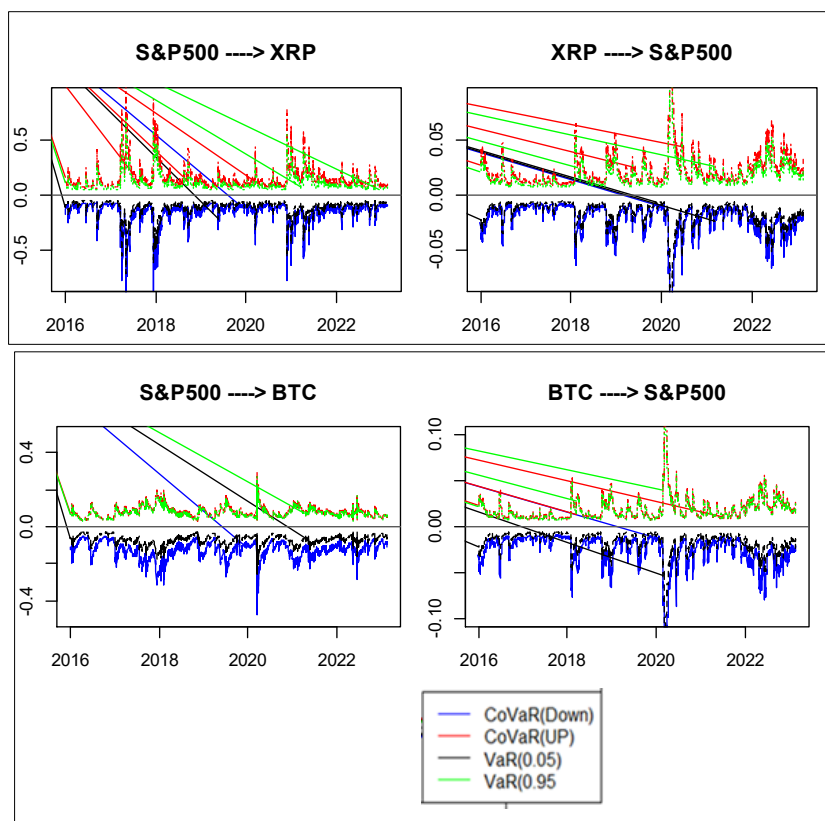
نتایج برآورد وابستگی کوتاه‌مدت و بلندمدت ساختاری بازدهی رمز ارز (BTC) با رمز ارزهای (ETH) و (XRP) و بازدهی شاخص بورس ایالات متحده (S&P500) نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت برای بازدهی رمز ارز بیت کوین و اتریوم، تابع کاپولای تی‌استیودنت در رتبه اول و کاپولای نرمال در رتبه دوم بهترین توضیح‌دهندگی را برای ساختار وابستگی کوتاه‌مدت بین آنها نشان می‌دهد. آزمون رتبه‌بندی وونگ و کلارک صحت نتایج را تأیید می‌کند. کاپولای تی‌استیودنت به عنوان مدل مناسب توضیح دهنده همبستگی بین بازدهی بازدهی رمز ارز بیت کوین و اتریوم در کوتاه‌مدت انتخاب شد. وابستگی دنباله‌ای بالایی و پایینی

مشابه هستند. بر این اساس در بازدهی‌های مثبت و منفی شدید وابستگی بین نوسانات این دو شاخص هم سو بوده است و در یک زمان بازدهی شدید مثبت و منفی وابستگی آنها بیشتر خواهد شد. بدین ترتیب باید در نظر داشت در رونق‌های شدید و رکودهای شدید ریسک و نوسانات این بازارها دارای وابستگی ساختاری بیشتری هستند، بر این اساس می‌توان اظهار داشت که در هر دو بخش (بازار صعودی و نزولی) ساختار وابستگی این بازارها بیشتر شود و نوسانات و ریسک بین آنها بر یکدیگر سرایت کند. به عبارتی اثر سرایت در بازدهی مثبت برابر با بازدهی منفی است. همچنین در بلندمدت بر اساس آزمون وونگ و کلارک، کاپولای تی‌استیودنت به عنوان مدل مناسب توضیح دهنده همبستگی بین بازدهی بازدهی رمزارز بیت‌کوین و اتریوم انتخاب شد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که هم در کوتاه‌مدت و هم بلندمدت برای بازدهی رمزارز بیت‌کوین و رپل، تابع کاپولای تی‌استیودنت در رتبه اول و کاپولای فرانک در رتبه دوم بهترین توضیح‌دهندگی را برای ساختار وابستگی بین آنها نشان می‌دهد. آزمون رتبه‌بندی وونگ و کلارک و همچنین معیار اطلاعاتی آکائیک صحت نتایج را تأیید می‌کند.

در بلندمدت برای بازدهی رمزارز بیت‌کوین و شاخص سهام (S&P500)، تابع کاپولای کلاینتون در رتبه اول و کاپولای فرانک در رتبه دوم بر اساس آزمون رتبه‌بندی وونگ و کلارک به عنوان مدل مناسب توضیح دهنده همبستگی انتخاب شد. به عبارتی اثر سرایت بازدهی مثبت کمتر از بازدهی منفی است. این نشان می‌دهد که در مواقعی که بازار سهام با نوسانات نزولی شدید روبرو می‌شود و بازده بازار سهام تمایل به رسیدن به حد پایین خود دارد، احتمال زیادی وجود دارد که بازده بیت‌کوین نیز به حد پایین خود نزدیک شود. بر اساس آزمون وونگ بین بازدهی رمزارز بیت‌کوین و شاخص سهام (S&P500) در کوتاه‌مدت هیچ‌گونه همبستگی وجود ندارد.

**ضمیمه ۸.** نمودار ارزش در معرض ریسک صعودی و نزولی (VaR) و ارزش در معرض ریسک شرطی (CoVaR) بین بازارهای رمزارز و سهام S&P500 و بالعکس را نشان می‌دهد.





منبع: یافته‌های تحقیق

نمودارهای گرافیکی نشان می‌دهد که VaR های نزولی برای بازار سهام S&P500 و بازارهای رمزارز بالاتر است. به این معنی که بازار سهام و رمزارزها در شرایط بازار نزولی ریسک بیشتری دارند. از سوی دیگر، مشاهده می‌شود که سیر صعودی و نزولی VaR و CoVaR روند مشابهی را برای همه موارد با تفاوت‌های جزئی در بزرگی در بازارها نشان می‌دهد. جالب‌تر، تأثیر شروع بیماری کووید ۱۹ بر روی سهام و بازارهای رمزارز به وضوح مشهود است زیرا تغییرات ناگهانی قابل توجهی در طول دوره ۲۰۱۹-۲۰۲۱ مشاهده می‌شود.