The Journal of Economic Policy
Biquarterly Journal of Economic Research
Yazd University
Original Research Article/ Vol. 18, No. 35, Spring and Summer 2026, P: 246-271

Explanation of the dynamic model of systemic risk contagion of cryptocurrency in global and Iranian financial markets

Reza Karimi[1], Shadi Shahverdiani*[2], Mirfeiz Falahshams[3], Gholamreza Zomorodian[4]

Received: 15-07-2023 Accepted: 15-10-2023

Extended Abstract

Purpose: The financial contagion phenomenon has been one of the issues of concern all over the world. As globalization increased the financial dependence of different institutions, this relationship was considered as a determinant of financial contagion. Systemic risk in financial terminology means the possibility of a sudden fall in the entire financial system, which can lead to instability or chaos in financial markets. It refers to the possibility of failure in the entire system due to a failure or crisis in a sector or part of the market. This risk is caused by simultaneous movement or correlation among market segments. Another important issue in the discussion of systemic risk is the risk of contagion; which means the possibility of spreading important economic changes in one country to other countries. Contagion is classified into two types, transaction party contagion and information contagion. Each type of contagion in the financial market in question will eventually lead to a systemic risk.
It is not appropriate to use unadjusted correlation to evaluate the different effects of large returns. In the calculation of (unadjusted) correlations, the spread of large returns is hidden because correlations place equal weight on small and large returns. Therefore, having small returns in a large number of days eliminates the effects of large returns in a small number of days. Examining the contagion of cryptocurrencies is essential because it helps the stakeholders to have a better understanding of the systemic risk caused by cryptocurrencies in financial markets and currency markets. In this way, investigating the contagion of cryptocurrencies helps policymakers and participants in currency markets to predict the imminence of widespread risk in their

[1] Phd Student. Department of Financial Management. Islamic Azad University, Central Tehran Branch. Tehran, Iran. Email: r.karimi@iauctb.ac.ir
[2]. Corresponding Author. Assistant Professor, Department of Business Administration, Quds City Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: sh.shahverdiani@iauctb.ac.ir
[3]. Professor, Department of Financial Management. Islamic Azad University, Central Tehran Branch. Tehran, Iran. Email: m.falahshams@iauctb.ac.ir
[4]. Associate Professor, Department of Financial Management. Islamic Azad University, Central Tehran Branch. Tehran, Iran. Email: gh.zomorodian@iauctb.ac.ir

The Journal of Economic Policy
Biquarterly Journal of Economic Research
Original Research Article/ Vol. 18, No. 35, spring and summer 2026, P: 246-271

vicinity and, thus, helps them to better manage the risk of cryptocurrencies. The main purpose of this study is to design and explain the dynamic model of systemic risk contagion of cryptocurrency in the financial markets of the world and Iran.

Methodology: In order to achieve the main goal of this study, namely to measure systemic risk, the criteria of adverse risk approach including "differential conditional value at risk" (ΔCoVaR) and "marginal expected loss" (MES) are used. In addition, to determine the effects of yield contagion and volatility contagion among cryptocurrencies and to determine the effect of the relationship between the yield and volatility of cryptocurrencies with the performance of global financial markets, the multivariable GARCH model will be used, and the MATLAB software will serve to analyze and calculate the research models.
The statistical population of this research is the historical data of the Bitcoin cryptocurrency under the title of cryptocurrency market index and the data of NASDAQ, New York, Toronto, London, Frankfurt, Madrid, Shanghai, Hong Kong, Tokyo, Tehran and Mumbai stock market indices. . In this research, due to the lack of information on the early years of this market and especially the data related to Bitcoin, all the data available in the Coin Market Cap database are used. The data related to financial markets have been used for a period from July 2012 to July 2022.

Findings and Discussion: The results obtained from this study indicated that the relationship between the changes in the financial markets were non-linear. In addition, the systemic risk in the virtual currency market was lower than that in the financial markets, which indicates the shallowness of this market. There was also a positive correlation between the systemic risk of Bitcoin and other financial markets, as well as some risk contagion between these financial markets. According to the estimated coefficients in the variance-covariance matrix, risk sharing existed among financial markets. Based on the estimation, the virtual currency market was found as the recipient of the spillover effects, and the shock affected the financial status of other markets.

Conclusions and Policy Implications: The aim of the present study was to design and explain the dynamic model of cryptocurrency systemic risk contagion in the financial markets of the world and Iran. Based on the results, it can be suggested that, due to the spread of risk between the virtual currency market and the financial markets in Iran and the world, especially the stock market, investors should consider this issue in their asset portfolios and the assets related to negative covariance. Also, considering the existence of contagion between the virtual currency market and systemic risk in Tehran stock market, the existence of institutional rules and regulations and the existence of a risk warning system can reduce the effects of this risk on the domestic financial market.
Keywords: Systemic Risk Contagion, Cryptocurrency, Conditional Value at Risk, Multivariate Conditional Heteroscedastic Variance Autocorrelation Method (MGARCH)
JEL Classification: O33, M20, K11, O22.

سیاست‌گذاری اقتصادی

مقاله پژوهشی/ سال هجدهم، شماره سی و پنجم، بهار و تابستان ۱۴۰۵، ص: ۲۴۶-۲۷۱

تبیین مدل پویا انتقال ریسک فراگیر رمز ارز در بازارهای مالی جهانی و ایران

رضا کریمی[۱]، شادی شاهوردیانی*[۲]، میرفیض فلاح شمس[۳]، غلامرضا زمردیان[۴]

دریافت: ۱۴۰۲-۰۸-۱۲ پذیرش: ۱۴۰۲-۱۲-۱۱

چکیده

هدف این مقاله ارائه مدلی پویا و دینامیک برای تبیین چگونگی انتقال ریسک فراگیر رمز ارزها در بازارهای مالی جهان و ایران بود. در این راستا از اطلاعات آماری شاخص بازارهای رمز ارز و داده‌های شاخص‌های بازارهای سهام نزدک، نیویورک، تورنتو، لندن، فرانکفورت، مادرید، شانگ‌های، هنگ کنگ، توکیو، تهران و بمبئی برای دوره جولای ۲۰۱۲ تا جولای ۲۰۲۲ استفاده شده است. ابتدا بر اساس فراوانی داده‌های ماهانه برای بازارهای مالی، معیار ریسک فراگیر با روش ارزش در معرض خطر شرطی تفاضلی و زیان مورد انتظار محاسبه شده است. سپس با روش خودهمبسته واریانس ناهمسان شرطی چند متغیره (MGARCH) اثرات برون‌ریزِ ریسک فراگیر مربوط به رمز ارز بر روی بازارهای مالی برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد اثرات سرریز بین بازارهای مالی وجود داشته و افزایش در ریسک فراگیر در هر یک از بازارهای مالی منجر به افزایش در ریسک فراگیر در سایر بازارهای مالی می‌شود.

واژگان کلیدی: ریسک فراگیر، سرایت پذیری، رمز ارز، ارزش در معرض ریسک شرطی، روش خودهمبسته واریانس ناهمسان شرطی چند متغیره (MGARCH).

طبقه‌بندی JEL: O33, M20, K11, O22

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت مالی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران r.karimi@iauctb.ac.ir

۲. نویسنده مسئول. استادیار، گروه مدیریت بازرگانی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران sh.shahverdiani@iauctb.ac.ir

۳. استاد، گروه مدیریت بازرگانی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران m.falahshams@iauctb.ac.ir

۴. دانشیار، گروه مدیریت بازرگانی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران gh.zomorodian@iauctb.ac.ir

۱- مقدمه

بررسی فرصت‌های سرمایه‌گذاری در بیت کوین به عنوان یکی از شناخته‌شده‌ترین رمزارزها و نخستین ارز رمزپایه‌ای که در سال ۲۰۰۸ میلادی توسط ساتوشی ناکاموتو به دنیای مالی و پولی دنیا معرفی شد، می‌تواند دریچه‌ای به سوی تنوع‌بخشی به سبد سرمایه‌گذاری دولت‌ها، نهادهای قانونی و اشخاص حقیقی و حقوقی درکشورهای مختلف قلمداد شود. طی سال‌های اخیر، به دلیل توسعه روزافزون دادوستد ارزهای رمزپایه خصوصاً بیت کوین و تمرکز اخبار و رسانه‌ها به این ابداع نوین بشری، توجه دولت‌ها، مردم، سیاست‌گذاران، قانون‌گذاران و اقتصاددانان نیز به این موضوع جلب شده است. آن‌ها به شدت علاقه‌مند هستند تا به کاربرد بیت کوین در حوزه اقتصاد پی ببرند. بیت کوین یکی از مهمترین رمزارزهایی است که بیشترین حجم مبادلات در بازار رمزارزها را به خود اختصاص داده است. این نوع رمزارز از یک سو بخشی از ویژگی‌های کلیدی طلا نظیر مبادله در سطح جهانی، دارا نبودن پشتوانه دولتی و ... را دارا است و از سوی دیگر دارای خواصی نظیر واسطه‌گری در معاملات است که آن را به سمت ویژگی‌های یک ارز سوق می‌دهد.

بازار ارز دیجیتال بازار پر ریسکی است؛ در این بازار سرمایه‌گذار اگر قدرت ریسک بالایی نداشته باشد، پیشنهاد می‌شود اقدام به سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی دیگر کند. نوسانات و تحرکات قیمتی در بازار رمز ارزها به شدت بالا است. ممکن است رمز ارزها با همین سرعتی که رشد می‌کنند سقوط کنند. بر اساس شواهد آماری در سال‌های گذشته نوسانات بالایی در ارزهای مجازی به دلایل اقتصادی، سیاسی و مالی مختلف رخ داده است. سال ۲۰۱۸ بیش از ۲ میلیارد دلار ارز دیجیتال مفقود شده است. سال ۲۰۱۱ هک ارز دیجیتال توسط Mt. Gox موجب افت ۹۵ درصدی قیمت آن شد. در خصوص اقتصاد ایران نیز لازم به ذکر است که تحریم کشور از سوی قدرت‌های بزرگ مشکلاتی را برای کاربران ایرانی به بار آورده و باعث این موضوع شده که کاربران ایرانی از فعالیت در برخی از سکوها دچار مشکل باشند. در حوزه ارزهای دیجیتال، فشار کشورهایی مانند آمریکا به صرافی‌ها برای تحریم ایران باعث شده بیشتر صرافی‌ها ایران را تحریم

کنند و منجر به ایجاد خللی در معاملات بازار ارزهای مجازی برای سرمایه‌گذاران ایرانی شود.

موضوع پدیده سرایت مالی یکی از مسایل مورد توجه در سراسر جهان بوده است. همان‌طور که جهانی شدن وابستگی مالی بین نهادهای مختلف را افزایش داد، این همبستگی یکی از عوامل تعیین‌کننده سرایت مالی نام گرفت. ریسک فراگیر[1] در دانش مالی، به معنای احتمال سقوط ناگهانی، در کل یک سیستم مالی است این ریسک می‌تواند منجر به بی‌ثباتی یا آشوب در بازارهای مالی شود[2].

ریسک فراگیر به احتمال از کارافتادگی در کل سیستم در اثر ایجاد شکست یا بحران در یک بخش یا قسمتی از بازار اطلاق می‌شود. این ریسک در اثر حرکت هم‌زمان یا همبستگی بین بخش‌های بازار ایجاد می‌شود (قدمیاری و اسلامی[3]، ۱۳۹۹: ۳۶).

موضوع مهم دیگر در بحث ریسک فراگیر، سرایت ریسک است؛ که به معنی احتمال گسترش تغییرات مهم اقتصادی در یک کشور، به کشورهای دیگر است (صدر و گودرزی فراهانی[4]، ۲۰۱۲: ۱۱۳). سرایت به دو نوع، سرایت طرف معامله و سرایت اطلاعات، طبقه‌بندی می‌شود. هر یک از انواع سرایت در بازار مالی مورد نظر، در نهایت به سمت ریسک فراگیر هدایت خواهد شد (وهاب زاده و همکاران[5]، ۱۴۰۱: ۴۳۰).

برای ارزیابی تأثیرات مختلف بازده‌های بزرگ، استفاده از همبستگی (تعدیل نشده) مناسب نیست. در محاسبه همبستگی (تعدیل نشده)، انتشار بازده‌های بزرگ پنهان است زیرا همبستگی‌ها وزن برابر را بر بازده‌های کوچک و بزرگ قرار می‌دهند. بنابراین، داشتن بازده‌های کوچک در تعداد روزهای زیاد، تأثیرات بازده‌های بزرگ در تعداد روزهای کم را از بین می‌برد. بررسی سرایت‌پذیری رمزارزها امری ضروری است زیرا به ذینفعان کمک می‌کند تا درک بهتری از وجود ریسک فراگیر ناشی از رمزارزها در بازارهای مالی و بازارهای ارز داشته باشند. به این ترتیب، بررسی

---

[1]. Systemic Risk

[2]. مراجعه به Pasquariello, 2007; Bekaert et al., 2014; Elliott et al., 2014; Glasserman and Young, 2015

[3]. Ghadamyari and Eslami (2020)

[4]. Sadr and Gudarzi Farahani (2012)

[5]. Vahabzadeh et al. (2022)

سرایت رمزارزها به سیاست‌گذاران و مشارکت‌کنندگان در بازارهای ارز کمک می‌کند تا بتوانند قریب الوقوع بودن ریسک فراگیر در مجاورت خود را پیش‌بینی کنند و بنابراین به آن‌ها کمک می‌کند تا ریسک رمزارزها را بهتر مدیریت کنند. هدف اصلی این مطالعه طراحی و تبیین مدل پویا انتقال ریسک فراگیر رمز ارز در بازارهای مالی جهان و ایران است.

مقاله حاضر در پنج بخش تنظیم شده است. پس از بیان مقدمه، در بخش دوم به بررسی ادبیات موضوع پرداخته شده است. بخش سوم به روش شناسی و بخش چهارم به برآورد مدل تجربی اختصاص دارد. در بخش انتهایی نیز به بیان نتیجه‌گیری پرداخته شده است.

۲- ادبیات موضوع

۲-۱- ریسک فراگیر و ابعاد آن

بسیاری از مطالعات اخیر در مورد اثر سرایت نوسانات بازده‌های بازار سهام بحث کرده‌اند. در یک بازار سهام، در طول بحران مالی، گسترش زیان‌ها از یک بخش به سایر بخش‌ها، منجر به افزایش ریسک کل و زوال احتمالی کل بازار سهام می‌شود (خلیلی عراقی و همکاران[1]، ۲۰۱۳: ۲). این بی‌ثباتی سیستم مالی یا فاجعه بالقوه ناشی از حوادث منحصر به فرد، به عنوان ریسک فراگیر تعریف شده است. بسیاری از بحران‌های مالی در ابتدا توسط بحران ویژه "بخش خاص" ایجاد می‌شود و پس از آن به بخش‌های دیگر سرایت کرده و ریسک سیسمی را افزایش می‌دهد، در نتیجه منجر به ایجاد بحران در کل اقتصاد می‌شود (باباجانی و همکاران[2]، ۱۳۹۷: ۱۷).

ریسک فراگیر در دانش مالی، به معنای احتمال سقوط ناگهانی یک سیستم مالی است. این ریسک می‌تواند منجر به بی‌ثباتی یا آشوب در بازارهای مالی شود. موضوع مهم دیگر در بحث ریسک فراگیر، سرایت ریسک است؛ که به معنی احتمال گسترش تغییرات مهم اقتصادی در یک کشور، به کشورهای دیگر است. سرایت به دو نوع سرایت طرف معامله و سرایت اطلاعات، طبقه‌بندی می‌شود. هر یک از انواع سرایت در بازار مالی مورد نظر، در نهایت به سمت ریسک

[1]. Khalili Araghi et al. (2013)
[2]. Babajani et al. (2018)

فراگیر هدایت خواهد شد. بحران‌های بانک‌داری دهه‌های پیش و در رأس آن‌ها بحران مالی ۲۰۱۲–۲۰۰۷، سبب شد تا بحث ریسک فراگیر در بازارهای مالی، مورد توجه سیاست‌گذاران کلان اقتصادی، قرار گیرد (راعی و همکاران[1]، ۱۴۰۲: ۲).

ریسک فراگیر به احتمال از کارافتادگی در کل سیستم در اثر ایجاد شکست یا بحران در یک بخش یا قسمتی از بازار اطلاق می‌شود. این ریسک در اثر حرکت هم‌زمان یا همبستگی بین بخش‌های بازار ایجاد می‌شود؛ بنابراین ریسک فراگیر زمانی اتفاق می‌افتد که همبستگی بالایی بین ریسک‌ها و بحران‌های بخش‌های مختلف بازار وجود داشته باشد یا زمانی که ریسک‌های بخش‌های مختلف در یک بخش از بازار یا یک کشور با سایر بخش‌ها و کشورها مرتبط و همبسته باشد.

آچاریا و همکاران[2] (۲۰۱۰) تعریف زیر را ارائه دادند: «ریسک توزیع گسترده ورشکستگی و ناتوانی مؤسسات مالی یا یخ زدن بازارهای سرمایه که می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای عرضه سرمایه به بخش واقعی اقتصاد را کاهش دهد». ریسک فراگیر احتمال سقوط در سیستم مالی است. این ریسک می‌تواند منجر به بی‌ثباتی یا آشوب در بازارهای مالی شود که در اثر وقوع حوادث و رویدادها یا شرایط غیر سیستماتیک در واسطه‌های مالی ایجاد یا برانگیخته و تشدید می‌شود. ریسک فراگیر به احتمال از کارافتادگی در کل سیستم در اثر ایجاد شکست یا بحران در یک بخش یا قسمتی از بازار اطلاق می‌شود. این ریسک در اثر حرکت هم‌زمان یا همبستگی بین بخش‌های بازار ایجاد می‌شود؛ بنابراین ریسک فراگیر زمانی اتفاق می‌افتد که همبستگی بالایی بین ریسک‌ها و بحران‌های بخش‌های مختلف بازار وجود داشته باشد یا زمانی که ریسک‌های بخش‌های مختلف در یک بخش از بازار یا یک کشور با سایر بخش‌ها و کشورها مرتبط و همبسته باشد. عواملی که باعث می‌شود ریسک فراگیر تشدید شود عبارت‌اند از:

۱. مفهوم اقتصادی مدل‌ها به‌خوبی درک نمی‌شود. ممکن است مدل اقتصادی هر شخصی صحیح و درست باشد ولی این حقیقت که تمام مدل‌ها از مبانی نظری مشابهی استفاده می‌کنند و اینکه رابطه بین بازارهای مالی و اقتصاد به‌خوبی درک نشده، به تشدید شدن ریسک فراگیر منجر می‌شود.

---

[1]. Raei et al. (2023)
[2]. Acharya et al. (2010)

۲. ریسک‌های نقدینگی در مدل‌های ارزش‌گذاری مورد استفاده در معاملات بازارهای مالی به‌طور کامل در نظر گرفته نمی‌شود. از آن‌جا که تمام مدل‌های ارزش‌گذاری در این سناریو درگیر نمی‌شوند، تمام مشارکت‌کنندگان در یک بازار غیر نقدشونده با استفاده از این مدل‌ها با ریسک فراگیر مواجه می‌شوند.

۲-۲- عومل ایجاد ریسک فراگیر

حداقل پنج اثر جانبی خاص در بازارهای مالی وجود دارد که به ریسک فراگیر منجر می‌شوند. اول، گسترش اطلاعات سوداگرانه از طریق بازار می‌تواند این ادراک را ایجاد کند که مشکلات اقتصادی موثر بر یک شرکت، شرکت‌های مشابه را نیز تحت تاثیر قرار خواهد داد. دوم، مشتریان نهادهای ورشکسته ممکن است خود را در یک بازار نامناسب یافته و به دنبال تغییر مسیر کسب و کار خود باشند. سوم، روابط متقابل قابل توجهی در میان شرکت‌ها در بازارهای مالی پیشرفته وجود دارد و شکست یک شرکت می‌تواند بر بسیاری از دیگر شرکت‌ها تاثیر گذارد. چهارم، کاهش قیمت دارایی‌ها و در نتیجه کاهش نقدینگی ممکن است یک مارپیچ منفی ایجاد کند. پنجم، کاهش قیمت دارایی‌ها و بحران نقدینگی ممکن است باعث عدم تمایل نهادهای مالی به تمدید اعتبار شود.

در مبانی نظری، دو مکانیسم اصلی باعث ریسک فراگیر می‌شوند: شوک‌های مشترک و سرایت. کل فرآیند با یک شوک شروع می‌شود. یک شوک در یک بخش خاص (صنعت خاص) می‌تواند به دلیل قرار گرفتن در معرض ریسک مشترک به حالت سیستمی تبدیل شود، به این معنی که یک شوک منفی می‌تواند بر بیشتر نهادهای یک بخش خاص به طور همزمان تاثیر گذارد و در نتیجه باعث یک بحران سیستمی در آن بخش شود. همچنین امروزه یک شبکه بسیار پیچیده‌تر از فعالیت‌های اقتصادی و معاملات ایجاد شده است که این یکپارچگی، اثرات ارتباطات درونی و قرار گرفتن نهادها در معرض عوامل ریسک مشترک را افزایش می‌دهد و هنگامی که یک شوک به یک نهاد برخورد می‌کند می‌تواند به دیگر نهادهای مرتبط به آن گسترش یابد (باغبان و همکاران[1]،

[1]. Baghban et al. (2022)

۱۴۰۱: ۸۶).

۲-۲- پیشینه تحقیق

جالان و ماتکوسکی[1] (۲۰۲۳) به بررسی ریسک فراگیر در بازار ارزهای مجازی پرداختند. در این مطالعه با استفاده از یک رویکرد فراتحلیل نشان داده شد که انتقال نقدینگی بین بازارهای مالی و عدم اطمینان سیاست عامل اصلی در ریسک فراگیر در بازار ارزهای مجازی بوده است.

گوانگ و ژی[2] (۲۰۲۲) اثر سرریز پویا نامتقارن بین رمز ارزها و بازار مالی را بر اساس مدل خودرگرسیون برداری با ضرایب متغیر - زمان (TVP-VAR) بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد که تأثیر رمزارزها بر بازار مالی چین نسبتاً قوی است، اما تأثیر بازار مالی چین بر ارزهای دیجیتال بسیار ضعیف است. علاوه بر این، سرریزهای منفی قوی‌تر از سرریزهای مثبت هستند. میانگین سرریز نوسان منفی برای بیت کوین و اتریوم غالب است، اما متوسط سرریز نوسان مثبت برای ریپل غالب است. این مطالعه پیامدهایی برای سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران دارد که قابل تامل است.

مینگ-یوآن و همکاران[3] (۲۰۲۲) به بررسی انتشار ریسک در بازار ارزهای دیجیتال بر اساس تجزیه و تحلیل شبکه پرداختند. این مطالعه بر اساس تجزیه و تحلیل شبکه، انتشار ریسک در بازار رمزارزها را طی دوره ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۱ بررسی کرده است. با مقایسه وضعیت مکانی و جغرافیایی شبکه‌های رمزارزها، سهام و شبکه‌های ارز خارجی، مشخص شد که ریسک‌ها ممکن است به جای بازارهای مالی سنتی در بازار رمز ارزها راحت‌تر پخش شوند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که رمزارزهایی که ارزش بازاری بالایی دارند و سایر رمزارزها که کاهش قیمت یا گردش مالی کم را تجربه می‌کنند نیز در انتشار ریسک نقش دارند.

دوسانتوس و همکاران[4] (۲۰۲۱) به بررسی تأثیر ریسک سیاسی بر ارزهای بازارهای نوظهور پرداختند. نتایج این مطالعه نشان دهنده وجود حق بیمه ریسک برای همه ارزها است. ریسک سیاسی

---

1. Jalan and Matkovskyy (2023)
2. Guang and Xie (2022)
3. Ming-Yuan et al. (2022)
4. Dos Santos et al. (2021)

برای تأثیر منفی بازده تجاری فقط برای برزیل مشاهده شد که نتیجه آن کاهش نرخ ارز است. این اثر برای سایر کشورهای مورد بررسی مشاهده نشد. نتایج نشان داد که در برزیل، نوسانات پرمیوم ریسک انتقالی با شاخص VIX و ریسک سیاسی ارتباط مثبتی داشت، که نشان می‌دهد ریسک سیاسی جهانی و محلی بیشتر باعث نوسان می‌شود.

ژو و ژیجینگ[1] (۲۰۲۰) وابستگی متقابل ریسک در بین ۲۳ ارز دیجیتال را در کشور چین شناسایی کردند و نشان دادند که (۱) اثر سرریز ریسک قابل توجه وجود دارد؛ (۲) درجه اتصال کل همه رمزارزهای نمونه برداری شده، به طور پیوسته در طول زمان افزایش می‌یابد. (۳) بیت کوین بزرگترین گیرنده ریسک فراگیر است (۴) اتریوم بزرگترین منتشرکننده ریسک فراگیر است.

باغبان و همکاران (۱۴۰۱) به سرایت‌پذیری و پویایی ریسک سیستمی تلاطم ارز واقعی و ارز مجازی در بازارهای مالی جهانی با رویکرد مدل BEKK پرداختند. داده‌های این پژوهش شامل نرخ دلار بر مبنای یورو و قیمت بیت کوین در دوره زمانی ۲۰۱۵/۰۱ تا ۲۰۲۰/۰۱ جمع‌آوری شد و با رویکرد روش ناهمسانی واریانس شرطی تعمیم‌یافته چند متغیره نامتقارن (BEKK) مورد بررسی و آزمون قرار گرفته است. نتایج این پژوهش رابطه سرایت‌پذیری تلاطم (نوسانات) ارز واقعی و ارز مجازی را تایید می‌نماید.

باغبان و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی سرایت‌پذیری تلاطم و پویایی ریسک ارز واقعی و ارز مجازی با مدل شرطی DCC پرداختند. داده‌های این مطالعه شامل نرخ یورو بر مبنای دلار و قیمت بیت‌کوین بر مبنای دلار در دوره زمانی ۲۰۱۵/۰۱ تا ۲۰۲۰/۰۱ جمع‌آوری شد و با رویکرد روش ناهمسانی واریانس شرطی تعمیم‌یافته چند متغیره نامتقارن (MGARCH) و با مدل شرطی پویا (DCC) مورد بررسی و برازش قرار گرفته است. نتایج مطالعه سرایت‌پذیری نوسانات متغیرها را تایید کرد و فرضیه اصلی پژوهش مبنی بر سرایت‌پذیری تلاطم نرخ ارز مجازی و واقعی به صورت تک سویه و از نرخ ارز مجازی به نرخ ارز واقعی مورد پذیرش قرار گرفته است.

محمدی شاد و همکاران (۱۴۰۰) به سرایت‌پذیری و پویایی ریسک بین بازارهای مالی،

[1]. Xu and Zhijing (2020)

بازارهای کالایی و ارزهای دیجیتال با رویکرد مدل MGARCH پرداختند. در این مطالعه از اطلاعات آماری دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۱۴ با فراوانی داده‌های روزانه استفاده شد. نتایج این مطالعه بیانگر سرایت‌پذیری نوسانات بین بازارهای مالی بوده و نسبت دلار به یورو و بیت کوین ارتباط معکوس و معنی‌داری با یکدیگر داشته‌اند، اما سایر دارایی‌های مالی رابطه مستقیم و معنی‌داری به لحاظ بازدهی و نوسانات با یکدیگر داشته‌اند. همچنین پایداری، روند تغییرات در قیمت نفت و طلا منجر به به وجود آمدن ارتباط مهمی بین بازدهی و تقویت انتقال ریسک بین بازار ارز، پول مجازی، نفت و طلا می‌شود. در نهایت مدل تحقیق نشان دهنده شدت سرایت‌پذیری بین بازارهای مالی در شرایط شوک‌های کوچک و بزرگ متفاوت بوده که بیان‌گر وجود اثرات نامتقارن در سرریز ریسک بین بازارهای مالی مهم است.

باباجانی و همکاران (۱۳۹۷) به ارائه چارچوبی جهت سنجش و پیش‌بینی ریسک فراگیر با رویکرد ریزش مورد انتظار نهایی (MES) در بازار سرمایه ایران پرداختند. در این مطالعه ریزش مورد انتظار نهایی به‌عنوان سنجه ریسک فراگیر با در نظر گرفتن مفروضاتی برای بازده بازار و بنگاه اقتصادی، به‌صورت تابعی از میانگین، نوسانات، همبستگی و امید ریاضی‌های دنباله، تجزیه شد و اجزاء آن با استفاده از یک چارچوب ARMA-GJR-GARCH-DCC و یک برآوردکننده ناپارامتری دنباله سنجیده شد. بدین ترتیب، یک پانل هفتگی از ریزش مورد انتظار نهایی شرکت‌ها ایجاد شد. از طرف دیگر، ریسک فراگیر در دوره‌ای که به نظر آرام می‌رسد و نوسانات پایین است ساخته شده و تا زمان فعال شدن انباشته می‌شود؛ به عبارت دیگر، در زمان کاهش نوسانات، پتانسیل ریسک فراگیر افزایش می‌یابد. پس در این پژوهش، با بهره‌برداری از ساختار پانلی داده‌ها و ارتباط ریزش مورد انتظار نهایی با مقادیر متغیرهای خاص شرکت که امکان دسترسی به آن‌ها در فواصل زمانی مشخص وجود دارد مدلی برای پیش‌بینی ریسک فراگیر طراحی می‌شود.

نوآوری مطالعات حاضر نسبت به مطالعات پیشین در برآورد شاخص ریسک فراگیر با رویکرد ارزش در معرض خطر شرطی تفاضلی و ریزش مورد انتظار نهایی بوده است. همچنین پس از محاسبه ریسک فراگیر در ارزهای مجازی و بازارهای مالی جهانی و بازار بورس تهران به بررسی

سرایت ریسک بین بازارهای مالی و ارزهای مجازی با استفاده از رویکرد پویا پرداخته شد که در مطالعات قبلی کمتر مورد توجه بوده است.

۳- روش شناسی تحقیق

این تحقیق بر اساس "رویکرد" از نوع تحقیقات رابطه‌ای، یعنی به میزان تاثیرپذیری و تاثیرگذاری پدیده‌ها از همدیگر می‌پردازد نه علت این تاثیرات. پژوهش بر اساس "هدف" از نوع تحقیقات کاربردی از نوع تصمیم گرا است. این پژوهش از نتایج تحقیقات بنیادی کمک می‌گیرد و هدف آن توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص است که به "طراحی و تبیین مدل پویا انتقال ریسک فراگیر رمزارز در بازارهای مالی جهان و ایران" می‌پردازد. بر اساس "نحوه گردآوری" داده‌ها از نوع تحقیق توصیفی (غیر آزمایشی) از نوع همبستگی و از نوع تحقیقات پس رویدادی است. این پژوهش با مدل‌های همبستگی شرطی در دو جنبه ریسک فراگیر و سرایت‌پذیری مورد مطالعه قرار می‌گیرد که می‌تواند بر اساس اهداف تعیین‌شده‌ی پژوهش به صورت زیر باشد:

برای نیل به هدف اصلی این مطالعه جهت سنجش ریسک فراگیر از معیارهای رویکرد ریسک نامطلوب "ارزش در معرض خطر شرطی تفاضلی" مدل Δ CoVaR و "ریزش مورد انتظار نهایی" MES استفاده می‌شود. علاوه بر این برای تعیین اثر سرایت بازده و سرایت تلاطم بین رمزارزها و تعیین اثر رابطه بازده و تلاطم رمزارزها با عملکرد بازارهای مالی جهانی از مدل گارچ چند متغیره استفاده خواهد شد و از نرم‌افزار متلب برای تحلیل و محاسبه مدل‌های پژوهش و همچنین سایر نیازهای محاسباتی پژوهش استفاده می‌شود.

جامعه آماری این پژوهش داده‌های تاریخی رمزارز بیت کوین تحت عنوان شاخص بازارهای رمز ارز و داده‌های شاخص‌های بازارهای سهام نزدک، نیویورک، تورنتو، لندن، فرانکفورت، مادرید، شانگ‌های، هنگ کنگ، توکیو، تهران و بمبئی است. در این پژوهش داده‌های مربوط به بازار رمز ارزها به دلیل نبود اطلاعات سال‌های اولیه این بازار و به طور اخص داده‌های مربوط به بیت کوین، از همه داده‌های موجود در پایگاه داده کوین مارکت کپ[1] استفاده می‌شود و داده‌های مربوط

[1]. COINMARKETCAP

به بازارهای مالی از جولای ۲۰۱۲ تا جولای ۲۰۲۲ استفاده شده است. روش گردآوری داده‌ها در این پژوهش به صورت داده‌های ثانویه در پایگاه داده‌های رمز ارز COINMARKETCAP و داده‌های بورس‌های مورد مطالعه از پایگاه TRADINGVIEW و World Federation of Stock Exchange استخراج شده است.

٤- برآورد مدل تجربی

در بخش اول به بررسی ویژگی آماری متغیرهای تحقیق شامل بازدهی بیت کوین، بازدهی بازارهای سهام نزدک، نیویورک، تورنتو، بورس لندن، فرانکفورت، مادرید، شانگ‌های، هنگ کنگ، توکیو، تهران و بمبئی پرداخته شده است.

جدول ۱: اطلاعات آماری متغیرهای تحقیق

متغیر	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	آماره جارک برا	احتمال
بازدهی بیت کوین	۳۶/۸۳	۲۵/۷	۱/۱۱	۳/۲۸	۲۶/۴۵	۰/۰۰۰
بازدهی بورس نزدک	۵/۲۷	۱/۶۸	۲/۵۹	۵/۱۴	۱۹/۲۶	۰/۰۰۴
بازدهی بورس نیویورک	۴/۳۴	۲/۴۲	۱/۴۴	۴/۱۹	۲۲/۲۶	۰/۰۰۰
بازدهی بورس تورنتو	۴/۱۷	۱/۲۶	۲/۷۸	۳/۳۶	۱۹/۵۴	۰/۰۰۰
بازدهی بورس لندن	۵/۴۷	۱/۱۸	۱/۶۳	۴/۴۷	۲۲/۳۱	۰/۰۰۰
بازدهی بورس فرانکفورت	۳/۴۲	۱/۵۲	۱/۲۷	۵/۲۲	۱۸/۱۴	۰/۰۰۱
بازدهی بورس مادرید	۲/۵۷	۱/۱۷	۲/۱۴	۶/۱۸	۱۵/۴۵	۰/۰۰۰
بازدهی بورس شانگ‌های	۵/۱۸	۲/۴۶	۲/۵۲	۴/۴۶	۱۴/۲۵	۰/۰۰۰
بازدهی بورس هنگ کنگ	۳/۲۳	۲/۲۲	۱/۳۴	۵/۳۶	۲۱/۲۷	۰/۰۰۰
بازدهی بورس توکیو	۴/۴۹	۱/۳۱	۱/۱۲	۴/۲۱	۱۸/۳۳	۰/۰۰۰
بازدهی بورس تهران	۱/۳۴	۱/۰۱	۱/۰۵	۳/۲۹	۱۷/۳۸	۰/۰۰۰
بازدهی بورس بمبئی	۲/۲۱	۱/۱۶	۱/۲۲	۳/۱۸	۱۲/۴۵	۰/۰۰۱

با توجه به آماره جارک – برا گزارش شده و سطح معنی‌داری بدست آمده فرضیه صفر مبنی بر نرمال بودن متغیرها رد شده و توزیع مشاهدات نرمال نبوده است. با توجه به مقادیر میانگین و انحراف معیار گزارش شده برای متغیرها، مشاهده شد که پراکندگی در مشاهدات بالا بوده و متغیرهای مورد استفاده دارای نوسانات بالایی هستند. به طور خاص بازارهای مالی بزرگ‌تر دارای نوسانات بالاتری بوده و میانگین بازدهی در این بازارها نیز نسبت به بازارهای کوچک‌تر بیشتر است.

روش‌های سنتی اقتصادسنجی برای بررسی وضعیت مانایی متغیر بر این فرض استوار است که متغیرهای الگو مانا (پایا) باشند. در بیشتر موارد فرضیه مانایی با نامانا بودن و ریشهٔ واحد سری (خودهمبسته بودن سری) آزمون می‌شود. یکی از آزمون‌های ریشه واحد آزمون ADF است. در این مطالعه از ریسک فراگیر متغیرهای مربوط به بازارهای مالی استفاده شده است. همان‌طور که در جدول (۲) ملاحظه می‌شود، مطابق آزمون ADF مشاهده می‌شود که تمامی متغیرهای تحقیق در سطح مانا هستند. همچنین نتایج بدست آمده بیانگر وجود خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی در متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه بوده است.

جدول ۲: آزمون‌های ریشه واحد، خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی متغیرهای تحقیق

متغیر	آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته ADF		آماره لجانگ – باکس	آزمون ARCH
	آماره آزمون	مقدار بحرانی ۵٪		
ریسک فراگیر بیت کوین	-۵/۶۳	-۳/۴۲	۱/۴۱ (۰/۰۰۰)	۱/۸۳ (۰/۰۰۰)
ریسک فراگیر بورس نزدک	-۴/۸۲	-۳/۴۲	۱/۷۶ (۰/۰۰۳)	۱/۶۱ (۰/۰۰۳)
ریسک فراگیر بورس نیویورک	-۵/۲۸	-۳/۴۲	۱/۸۷ (۰/۰۰۰)	۱/۳۰ (۰/۰۰۰)
ریسک فراگیر بورس تورنتو	-۳/۹۷	-۳/۴۲	۱/۸۲ (۰/۰۰۰)	۱/۵۱ (۰/۰۰۰)
ریسک فراگیر بورس لندن	-۵/۲۱	-۳/۴۲	۱/۳۷ (۰/۰۰۰)	۱/۴۸ (۰/۰۰۰)
ریسک فراگیر بورس فرانکفورت	-۴/۲۹	-۳/۴۲	۱/۵۵ (۰/۰۰۰)	۱/۹۱ (۰/۰۰۰)
ریسک فراگیر بورس مادرید	-۳/۶۵	-۳/۴۲	۱/۷۱ (۰/۰۰۱)	۱/۰۵ (۰/۰۰۱)
ریسک فراگیر بورس شانگ‌های	-۴/۱۹	-۳/۴۲	۱/۶۳ (۰/۰۰۰)	۱/۲۶ (۰/۰۰۰)
ریسک فراگیر بورس هنگ کنگ	-۵/۴۴	-۳/۴۲	۱/۰۳ (۰/۰۰۸)	۱/۳۵ (۰/۰۰۸)
ریسک فراگیر بورس توکیو	-۶/۳۷	-۳/۴۲	۰/۹۵ (۰/۰۰۰)	۱/۳۶ (۰/۰۰۰)
ریسک فراگیر بورس تهران	-۵/۳۴	-۳/۴۲	۰/۸۷ (۰/۰۰۰)	۱/۵۶ (۰/۰۰۰)
ریسک فراگیر بورس بمبئی	-۶/۲۳	-۳/۴۲	۱/۷۱ (۰/۰۰۷)	۱/۸۲ (۰/۰۰۷)

منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه لازم است مرتبه بهینه مدل با استفاده از ملاک‌های تعیین وقفه تعیین شود. تعیین وقفه بهینه باید بر اساس تعداد متغیّرهای مدل و حجم نمونه صورت گیرد. در جدول (۳)، وقفه بهینه بر اساس معیارهای مختلف انتخاب وقفه بهینه برای مدل انتخابی نشان داده شده است. به دلیل اینکه استفاده از معیار شوارتز باعث از دست دادن درجه آزادی کمتری نسبت به دیگر معیارها می‌شود، پس در این تحقیق، وقفه بهینه بر اساس معیار شوارتز انتخاب شده است.

جدول ۳: تعیین تعداد وقفه‌های بهینه مدل

وقفه	آماره آکائیک	آماره شوارتز	آماره هنان-کوئین
۱	-۹/۸۹	-۸/۸۴*	-۹/۴۷*
۲	-۹/۹۳	-۷/۸۵	-۹/۱۰
۳	-۹/۶۷	-۶/۵۴	-۸/۴۱
۴	-۹/۶۰	-۵/۴۴	-۷/۹۴
۵	-۱۰/۲۰*	-۳/۴۳	-۷/۵۴

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که از جدول (۳) پیداست، وقفه بهینه در این مدل بر اساس معیار شوارتز وقفه یک است.

در بخش بعدی این مطالعه با استفاده از اطلاعات دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۲۲ بر اساس فراوانی داده‌های ماهانه برای بازارهای مالی معیار ریسک فراگیر با استفاده از روش ارزش در معرض خطر شرطی تفاصلی و زیان مورد انتظار محاسبه شده است. معیار CoVaR شرایط بحرانی را برای بازار مالی در نظر می‌گیرد و تحت این شرایط، ارزش در معرض بازار مالی را محاسبه می‌کند. معیار CoVaR به‌صورت ارزش در معرض خطر بازدهی بازار (به عنوان مثال ارزش در معرض خطر بازدهی بازار با احتمال ۹۵ درصد) به‌شرط اینکه دارایی انفرادی در وضعیت بحرانی قرار داشته باشد (به عنوان مثال هنگامی که بازدهی ارز، معادل ارزش در معرض خطر یک‌روزه خود با احتمال ۹۵ درصد قرار داشته باشد) تعریف می‌شود. آدریان و برانرمیر[1] (۲۰۱۶) برای اندازه‌گیری دنباله ریسک CoVaR را به‌عنوان ارزش در معرض خطر بازار به شرطی که بازار تحت شرایط بحرانی قرار داشته باشد معرفی کردند. با این حال جراردی و ارگون[2] (۲۰۱۳) با تغییر در تعریف شرایط بحرانی از قرار گرفتن یک بازار در مقدار دقیق VaR تعیین شده به قرار گرفتن بازار در مقدار بازدهی کمتر از VaR خود، شیوه جدیدی از اندازه‌گیری دنباله ریسک را ارائه کردند. این تغییرات اجازه می‌دهد تا شرایط بحرانی شدیدتری را برای بازار در نظر گرفت تا سازگاری (یکنواختی) پارامترهای وابسته بهبود یابد و با آزمون داده‌های تاریخی مربوط به CoVaR به نتایج قابل اعتمادتری دست یافت.

معیار CoVaR بر خلاف MES شرایط بحرانی را برای بازار مالی در نظر می‌گیرد و تحت

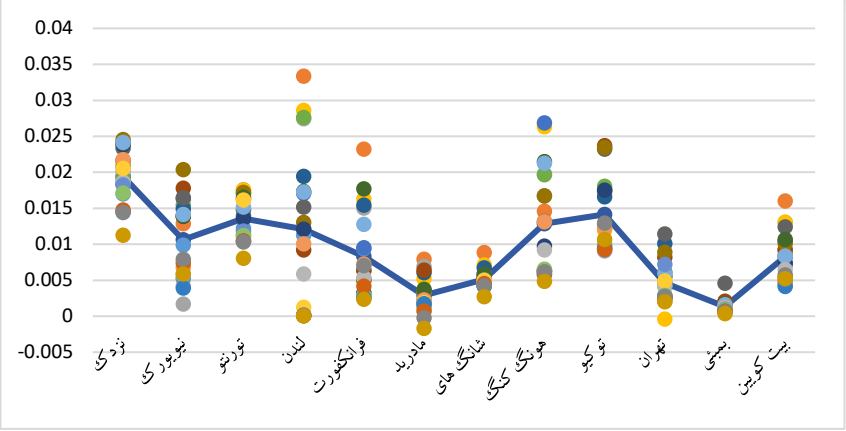
[1]. Adrian and Brunnermeier (2016)
[2]. Girardi and Ergun (2013)

این شرایط، ارزش در معرض خطر بازار مالی را محاسبه می‌کند. بنا بر تعریفی که در قسمت‌های پیشین نیز ذکر شد، معیار CoVaR به‌صورت ارزش در معرض خطر بازدهی بازار (به عنوان مثال ارزش در معرض خطر بازدهی بازار با احتمال ۹۵ درصد) به‌شرط اینکه دارایی مالی انفرادی در وضعیت بحرانی قرار داشته باشد (به عنوان مثال هنگامی که بازدهی سهام این دارایی مالی انفرادی، معادل ارزش در معرض خطر یک‌روزه خود با احتمال ۹۵ درصد قرار داشته باشد) تعریف می‌شود. دو معیار MES و CoVaR تفاضلی، برای دوره زمانی مورد بررسی محاسبه شده و همبستگی بین این شاخص‌ها نمایش داده شده است.

جدول ٤: میانگین میزان ریسک فراگیر متغیرهای تحقیق بر اساس معیار MES

متغیرها	آماره
بازدهی بورس نزدک	۰/۰۱۸۲
بازدهی بورس نیویورک	۰/۰۱۰۶
بازدهی بورس تورنتو	۰/۰۱۱۸
بازدهی بورس لندن	۰/۰۱۲۰
بازدهی بورس فرانکفورت	۰/۰۰۷۰
بازدهی بورس مادرید	۰/۰۰۲۲
بازدهی بورس شانگ‌های	۰/۰۰۴۵
بازدهی بورس هنگ کنگ	۰/۰۱۳۱
بازدهی بورس توکیو	۰/۰۱۲۹
بازدهی بورس تهران	۰/۰۰۴۸
بازدهی بورس بمبئی	۰/۰۰۰۳
بیت کوین	۰/۰۰۶۵

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۱: ریسک فراگیر محاسبه شده بر مبنای معیار MES برای بازارهای مالی مورد مطالعه

منبع: یافته‌های تحقیق

شکل (۱)، همگنی ریسک فراگیر معیار MES را در بین بازارهای مالی نشان می‌دهد که برای سادگی تنها میانگین ماهانه هرکدام از معیارها با نقاط رنگی در نمودارها به تصویر کشیده شده است و در نهایت میانگین کل هر بازار مالی به‌صورت خط رنگی مشخص شده است. همان‌طور که از میانگین MES مشاهده می‌شود، ریسک فراگیر بازارهای مالی مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند و همه دارایی‌های مالی ریسک فراگیر پایین‌تر از ۰/۵ درصد دارند. بر اساس تعریفی که از MES انجام شد، در شرایطی که بازار مالی شرایط بحرانی (افت بیشتر از ۰/۵ درصد) را تجربه می‌کند، برخی از بازارهای مالی تا ۳/۳ درصد زیان را نیز تجربه کرده‌اند.

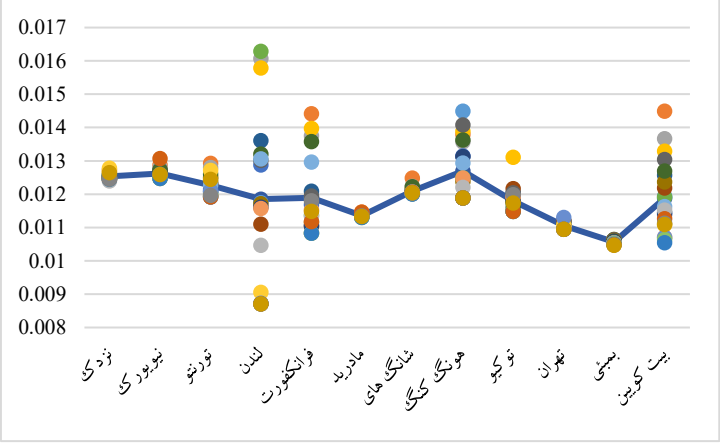
جدول ۵: میانگین ریسک فراگیر بازارهای مالی مورد مطالعه بر اساس معیار CoVaR تفاضلی

متغیرها	آماره
بازدهی بورس نزدک	۰/۰۱۲۵
بازدهی بورس نیویورک	۰/۰۱۲۶
بازدهی بورس تورنتو	۰/۰۱۲۴
بازدهی بورس لندن	۰/۰۱۱۶
بازدهی بورس فرانکفورت	۰/۰۱۱۸
بازدهی بورس مادرید	۰/۰۱۱۳
بازدهی بورس شانگ‌های	۰/۰۱۲۰

متغیرها	آماره
بازدهی بورس هنگ کنگ	۰/۰۱۲۴
بازدهی بورس توکیو	۰/۰۱۱۷
بازدهی بورس تهران	۰/۰۱۰۹
بازدهی بورس بمبئی	۰/۰۱۰۴
بیت کوین	۰/۰۱۱۶

منبع: یافته‌های تحقیق

شکل (۲) همگنی ریسک فراگیر معیار CoVaR تفاضلی را در بین بازارهای مالی مورد مطالعه نشان می‌دهد که در اینجا نیز برای سادگی تنها میانگین ماهانه هرکدام از معیارها با نقاط رنگی در نمودارها به تصویر کشیده شده است و در نهایت میانگین کل هر بازار مالی به‌صورت خط رنگی مشخص شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بر اساس معیار CoVaR تفاضلی نیز ریسک فراگیر بازارهای مالی مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند.



شکل ۲: ریسک فراگیر محاسبه شده بر مبنای معیار CoVaR تفاضلی برای بازارهای مالی مورد مطالعه

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به این که هدف این مطالعه بررسی سرایت‌پذیری ریسک از یک بازار بر سایر بازارها است از مدل‌های Multivariate GARCH استفاده شده است. پس از مشخص شدن این که از کدام تصریح باید استفاده شود و همچنین معین کردن معادله میانگین، اقدام به برآورد مدل و تخمین

ضرایب می‌شود. از طرف دیگر با توجه به این که در بازارهای مالی اکثراً مشاهدات پرت وجود دارد. در تخمین مدل علاوه بر توزیع نرمال از توزیع t-student استفاده می‌شود که اثر وجود مشاهدات پرت را تا حدی کم کرده و معیارهای اطلاعات مقدار کمتری را نشان می‌دهند و در نتیجه تصریح بهتری صورت خواهد گرفت. با توجه به اینکه فرض شده توزیع مشترک جملات اخلال شرطی در معادلات میانگین شرطی نرمال چند متغیره است، لگاریتم تابع درستنمایی مدل GARCH-DCC به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

$$\varphi(\theta) = \ln[L(\theta)] = -\frac{N}{2}\ln(2\pi) - \frac{1}{2}\ln(|H_t|) - \frac{1}{2}\varepsilon_t' H_t^{-1}\varepsilon_t \quad (۱)$$

تجزیه لگاریتم تابع درستنمایی مدل ارائه شده این امکان را می‌دهد تا بتوان پارامترهای سیستم معادلات میانگین و واریانس‌های شرطی مدل GARCH-DCC را در دو مرحله تخمین زد. در مرحله اول بردار پارامترهای مدل و پارامترهای مولفه‌های نوسان که شامل پارامترهای معادلات میانگین و واریانس شرطی است، بدست می‌آید. در مرحله دوم تخمین پارامترهای مولفه همبستگی با حداکثرسازی معادله ذکر شده نسبت به بردار پارامترهای مدل و با توجه به تخمین پارامترهای مولفه نوسان در مرحله اول انجام می‌شود. برای بررسی این موضوع معادلات زیر برازش شده است:

$$F_t = \alpha + \sum_{k=0}^{m} \varphi_k E_{t-K} + \sum_{s=0}^{p} \rho_s O_{t-s} + \sum_{j=1}^{n} \beta_j F_{t-j} + \varepsilon_{1t} \quad (۲)$$

$$\mathrm{E_t} = \alpha + \sum_{\mathrm{k=1}}^{\mathrm{m}} \varphi_{\mathrm{k}} \mathrm{E_{t-K}} + \sum_{\mathrm{s=0}}^{\mathrm{p}} \rho_{\mathrm{s}} \mathrm{O_{t-s}} + \sum_{\mathrm{j=0}}^{\mathrm{n}} \beta_{\mathrm{j}} \mathrm{F_{t-j}} + \varepsilon_{1\mathrm{t}} \quad (۳)$$

$$\mathrm{O_t} = \alpha + \sum_{\mathrm{k=0}}^{\mathrm{m}} \varphi_{\mathrm{k}} \mathrm{E_{t-K}} + \sum_{\mathrm{s=1}}^{\mathrm{p}} \rho_{\mathrm{s}} \mathrm{O_{t-s}} + \sum_{\mathrm{j=0}}^{\mathrm{n}} \beta_{\mathrm{j}} \mathrm{F_{t-j}} + \varepsilon_{1\mathrm{t}} \quad (۴)$$

$$\mathrm{h_{11}} = \alpha_{10} + \sum_{\mathrm{j=1}}^{\mathrm{q}} \mathrm{a_{1j}}\, \varepsilon_{1,\mathrm{t-j}}^2 + \sum_{\mathrm{j=1}}^{\mathrm{p}} \beta_{1\mathrm{j}}\, \mathrm{h_{11,t-j}} + \mathrm{S_{1,t-1}^{-}}\varepsilon_{1,\mathrm{t-1}}^2 \quad (۵)$$

$$\mathrm{h_{22}} = \alpha_{20} + \sum_{\mathrm{j=1}}^{\mathrm{q}} \mathrm{a_{2j}}\, \varepsilon_{2,\mathrm{t-j}}^2 + \sum_{\mathrm{j=1}}^{\mathrm{p}} \beta_{2\mathrm{j}}\, \mathrm{h_{22,t-j}} + \mathrm{S_{2,t-1}^{-}}\varepsilon_{2,\mathrm{t-1}}^2 \quad (۶)$$

$$\mathrm{h_{33}} = \alpha_{30} + \sum_{\mathrm{j=1}}^{\mathrm{q}} \mathrm{a_{3j}}\, \varepsilon_{3,\mathrm{t-j}}^2 + \sum_{\mathrm{j=1}}^{\mathrm{p}} \beta_{3\mathrm{j}}\, \mathrm{h_{33,t-j}} + \mathrm{S_{3,t-1}^{-}}\varepsilon_{3,\mathrm{t-1}}^2 \quad (۷)$$

$$\mathrm{P_t} = [\mathrm{Q_t I_N}]^{-1/2} \mathrm{Q_t} [\mathrm{Q_t I_N}]^{-1/2} \quad (۸)$$

$$\mathrm{Q_t} = (1 - \alpha - \beta)\bar{\mathrm{Q}} + \alpha \mathrm{z_{t-1}} \mathrm{z_{t-1}'} + \beta \mathrm{Q_{t-1}} \quad (۹)$$

در معادلات فوق $h_{11,t-j}$، $h_{22,t-j}$ و $h_{33,t-j}$ به ترتیب نوسان بازدهی دارایی مالی خاص، بازار مالی و سایر دارایی‌های مالی (بازارهای جایگزین) است. در این معادلات اثرات شوک‌های

وارده از طریق پارامترهای β_{1j} و β_{2j} و β_{3j} بر متغیرهای تحقیق وارد شده است. متغیرهای مجازی $S_{1,t-1}^{-}$، $S_{2,t-1}^{-}$ و $S_{3,t-1}^{-}$ در صورتی که $\varepsilon_{1,t-1} < 0$، $\varepsilon_{2,t-1} < 0$ و $\varepsilon_{3,t-1} < 0$ باشد، مقدار یک به خود می‌گیرند و در غیر این صورت، مقدار صفر اختیار می‌کنند. در ادامه به برآورد معادلات مربوط به دارایی‌های مالی این مطالعه جهت آزمون فرضیه‌ها پرداخته شده است:

جدول ٦: تخمین پارامترهای سیستم معادلات میانگین و واریانس شرطی متغیرها

	پارامترهای مدل	بیت کوین (F)		بازار مالی خاص (E)		سایر بازارهای مالی (O)	
		پارامتر	ضریب	پارامتر	ضریب	پارامتر	ضریب
معادلات میانگین شرطی	وقفه بیت کوین	M	۲	M	۲	M	۳
	وقفه‌های بازار مالی خاص	N	۲	N	۲	N	۲
	وقفه سایر بازارهای مالی	P	۲	P	۱	P	۲
	عرض از مبداء معادله میانگین	α	۰/۲۱ (۰/۰۰)	α	۰/۱۹ (۰/۰۰)	α	۰/۲۶ (۰/۰۰)
	مجموع اثر وقفه بیت کوین	$\sum_{j=1}^{n}\beta_j$	۰/۷۷	$\sum_{j=1}^{n}\beta_j$	۱/۱۲	$\sum_{j=1}^{n}\beta_j$	۰/۵۶
	مجموع اثر وقفه بازار مالی خاص	$\sum_{k=0}^{m}\varphi_k$	۱/۲۲	$\sum_{k=0}^{m}\varphi_k$	۱/۱۸	$\sum_{k=0}^{m}\varphi_k$	۱/۱۷
	مجموع اثر وقفه سایر بازارهای مالی	$\sum_{s=1}^{p}\rho_s$	۰/۷۸	$\sum_{s=1}^{p}\rho_s$	۱/۲۴	$\sum_{s=1}^{p}\rho_s$	۰/۷۷
معادلات واریانس شرطی	عرض از مبداء معادله نوسان	α_{10}	۰/۴۷ (۰/۰۰)	α_{20}	۰/۵۲ (۰/۰۰)	α_{30}	۰/۲۳ (۰/۰۰)
	ARCH(1)	α_{1j}	۰/۱۹ (۰/۰۰)	α_{2j}	۰/۱۱ (۰/۰۳)	α_{3j}	۰/۱۲ (۰/۰۰)
	GARCH(1)	β_{1j}	۰/۳۸ (۰/۰۴)	β_{2j}	۰/۴۸ (۰/۰۰)	β_{3j}	۰/۳۰ (۰/۰۲)
	متغیر مجازی	D	۰/۱۰ (۰/۰۴)	D	۰/۰۵ (۰/۰۳)	D	۰/۰۹ (۰/۰۱)
آزمون‌های خوبی برازش	ARCH(1)	α	۰/۱۹ (۰/۰۰)	α	۰/۲۸ (۰/۰۲)	α	۰/۱۷ (۰/۰۰)
	GARCH(1)	β	۰/۳۵ (۰/۰۰)	β	۰/۳۸ (۰/۰۴)	β	۰/۵۳ (۰/۰۰)
	آزمون تشخیص‌پذیری	LR	۵/۳۷	LR	۴/۹۷	LR	۵/۷۵

	پارامترهای مدل	بیت کوین (F)		بازار مالی خاص (E)		سایر بازارهای مالی (O)	
		پارامتر	ضریب	پارامتر	ضریب	پارامتر	ضریب
	مدل GARCH-DCC		(۰/۳۴)		(۰/۵۱)		(۰/۲۹)

منبع: یافته‌های تحقیق

در مدل برآورد شده تمامی ضرایب به دست آمده در سطح خطای ۵ درصدی اختلاف معنی‌داری از صفر دارند. نتایج بیانگر آن است که مجموع ضرایب وقفه‌های بازار مالی خاص، سایر بازارهای مالی و بیت کوین در سه مدل برآورد شده مثبت و معنی‌دار است که بیانگر تاثیر مثبت متغیرها بر یکدیگر است. در بخش معادله واریانس برآورد شده نتایج بیان‌گر وجود سرایت ریسک بین بازارها است.

ضریب بخش GARCH مدل بیان‌گر این است که ریسک بخش بازارهای مالی اثر مثبت و معنی‌داری بر تغییرات بیت کوین و سایر بازارهای مالی دارد. همچنین معنی‌دار بودن ضریب متغیر دامی بیان‌گر این است که ریسک در بخش بازار مالی منجر به افزایش نوسانات در سایر بازارهای مالی خواهد شد.

در نهایت لازم به ذکر است که بین متغیرهای بازار مالی، سایر دارایی مالی مورد مطالعه و هر دارایی مالی خاص همبستگی ثابتی وجود ندارد و دارای فرآیند DCC(1,1) است. همبستگی بین متغیرها تابعی از مقادیر دوره گذشته خود متغیر و شوک وارد شده از ناحیه سایر متغیرها است. با توجه به بزرگتر بودن ضریب β نسبت به α می‌توان بیان کرد که شدت تاثیر شوک بازارها بر همبستگی بین متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه بیشتر است.

در انتها به محاسبه اثرات سرریز ریسک فراگیر بین بازارهای مالی پرداخته شده است. در جدول سرریز هر سطر متناظر با یک بازار، بیان‌گر سهم خود بازار و سایر بازارها از واریانس خطای پیش‌بینی بازار سطر مربوطه است که ناشی از ریسک فراگیر خود بازار و سایر بازارها است. هر ستون نیز بیانگر سهم بازار ستون مورد نظر در واریانس خطای پیش‌بینی سایر بازارها و البته خود بازار مربوطه است. به عبارت دیگر، هر ستون آثار ریسک فراگیر بازار متناظر با آن ستون بر واریانس

خطای پیش‌بینی سایر بازارها (از جمله خود بازار مربوطه) را نشان می‌دهد. جدول سرریز به مثابه تجزیه شاخص سرریز است. نتایج بدست آمده بیان‌گر این است که اثرات سرریز بین بازارهای مالی وجود داشته است و افزایش در ریسک فراگیر در هر یک از بازارهای مالی منجر به افزایش در ریسک فراگیر در سایر بازارهای مالی می‌شود.

جدول ۷: اثرات سرریز ریسک فراگیر بین بازارهای مالی

بازار مالی	ضریب تاثیر نوسانات بخش مالی
بیت کوین	۰/۱۳۲ (۰/۰۰)
بورس نزدک	۰/۱۵۷ (۰/۰۱)
بورس نیویورک	۰/۱۴۵ (۰/۰۰)
بورس تورنتو	۰/۳۲۱ (۰/۰۰)
بورس لندن	۰/۳۰۲ (۰/۰۲)
بورس فرانکفورت	۰/۱۸۴ (۰/۰۰)
بورس مادرید	۰/۲۳۱ (۰/۰۴)
بورس شانگ‌های	۰/۲۱۹ (۰/۰۰)
بورس هنگ کنگ	۰/۱۸۷ (۰/۰۲)
بورس توکیو	۰/۲۶۵ (۰/۰۰)
بورس تهران	۰/۱۸۶ (۰/۰۰)
بورس بمبئی	۰/۱۶۵ (۰/۰۱)

منبع: یافته‌های تحقیق (اعداد داخل پرانتز بیان‌گر سطح معنی‌داری است)

۵- نتیجه‌گیری

هدف مطالعه حاضر طراحی و تبیین مدل پویا انتقال ریسک فراگیر رمز ارز در بازارهای مالی جهان و ایران بود. در خصوص چرایی وجود روابط میان بازارها و نیز علت انتقال شوک‌ها بین بازارها می‌توان در ادبیات ارائه‌شده در مورد سرایت مالی جست‌وجو کرد. تعاریف متنوعی در خصوص سرایت توسط صاحب‌نظران ارائه شده است. بر اساس طبقه‌بندی بانک جهانی، یک تعریف از سرایت وجود دارد که اشاره می‌کند سرایت به منزله انتقال شوک‌ها بین کشورها (بازارها) است. سرایت هم در زمان خوب و هم در زمان بد می‌تواند اتفاق بیفتد، بنابراین لزومی ندارد که سرایت حتما مرتبط با بحران باشد. با این حال پدیده سرایت در زمان بحران‌ها بیشتر مورد تاکید است.

همچنین سرایت بیان‌گر انتقال شوک‌ها به سایر بازارها و یا کشورها است فارغ از اینکه پیوندهای اساسی بین آن‌ها وجود داشته باشد. این تعریف معمولاً به حرکات همزمان افراطی بازارها اشاره دارد و عموماً به وسیله رفتار گله‌ای توضیح داده می‌شود. سرایت زمانی اتفاق می‌افتد که همبستگی بین بازارها در دوره بحران نسبت به همبستگی در دوره آرامش افزایش می‌یابد.

نتایج بدست آمده از این مطالعه بیان‌گر این بود که ارتباط بین تغییرات بازارهای مالی مورد استفاده در این مطالعه به صورت غیر خطی بوده است. علاوه بر این مشاهده شد که ریسک فراگیر در بازار ارز مجازی نسبت به بازارهای مالی کمتر بوده است که بیان‌گر کم عمق بودن این بازار است. همچنین مشاهده شد که بین ریسک فراگیر بیت کوین و سایر بازارهای مالی یک همبستگی مثبتی وجود داشته است و سرایت ریسک بین این بازارهای مالی وجود دارد. با توجه به ضرایب برآورد شده در ماتریس واریانس- کوواریانس مشاهده شد که سرایت ریسک بین بازارهای مالی رخ داده است. بر اساس برآورد صورت گرفته مشخص شد که بازار ارز مجازی بیشتر دریافت‌کننده آثار سرریز بوده است و در مقابل، شوک بازارهای مالی سایر بازارها را متأثر کرده است.

بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان پیشنهاد کرد که به دلیل سرایت ریسک بین بازار ارز مجازی و بازارهای مالی در ایران و جهان به خصوص بازار بورس سرمایه‌گذاران در سبد دارایی خود این موضوع را مد نظر قرار داده و دارایی‌ها با ارتباط یا کوواریانس منفی را قرار دهند. همچنین با توجه به وجود سرایت‌پذیری بین بازار ارز مجازی و ریسک فراگیر در بازار بورس تهران وجود قوانین و مقررات نهادی و وجود یک سیستم هشدار دهنده ریسک می‌تواند اثرات این ریسک بر بازار مالی داخل کشور را کاهش دهد.

References

Acharya, V. Pedersen, L. Philippon, T., & Richardson, M. (2010). Measuring Systemic Risk. *Working Paper*, New York University, 1-32. https://doi.org/10.1093/rfs/hhw088

Adrian, T., & Brunnermeier, M. K. (2016). CoVaR. *American Economic Review*, 106(7), 1705-1741. https://doi/10.1257/aer.20120555.

Babajani, J. Taghavifard, M. T., & Ghazali, A. (2018). A Framework for Measuring and Predicting System Risk with the Conditional Value at Risk Approach.

Financial Knowledge of Securities Analysis, 11(39), 15-36. Doi:10.22051/jfm.2018.13773.1270 (In Persian).

Baghban, A. Gholami Jamkarani, R. Fallah, M. F., & Kordlouie, H. (2022). Financial Contagion Investigation of the Systemic Risk of Currency and Cryptocurrency in the Global Financial Markets (BEKK Approach). *Financial Engineering and Portfolio Management*, 13(52), 179-162. Doi: 10.22034/iaar.2023.179298 (In Persian).

Baghban, A. Kordloue, H. Fallah, M. and Gholami Jamkarani, R. (2022). Investigation of Turbulence Contagion and Risk Dynamics of Real and Virtual Currency with DCC Conditional Model. *Financial Knowledge of Securities Analysis*, 15(55), 85-97. Doi: 10.22034/iaar.2023.179298 (In Persian).

Dos Santos, M. B. Klotzle, M. C., & Pinto, A. C. (2021). The Impact of Political Risk on the Currencies of Emerging Markets. *Research in International Business and Finance*, 56(C), 78-92. Doi: 10.1016/j.ribaf.2020.101375.

Ghadamyari, M., & Eslami, H. (2020). The Impact of Industry's Features on Financial Risk Contagion of Companies Listed in Tehran Stock Exchange. *Journal of Econometric Modelling*, 5(2), 35-63. Doi: 10.22075/jem.2020.19793.1437 (In Persian).

Girardi, G., & Ergun, A. T. (2013). Systemic Risk Measurement: Multivariate GARCH Estimation of CoVaR. *Journal of Banking & Finance*, 37(3), 56-72. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.02.027.

Guang, X. C., & Xie, W. H. (2022). Asymmetric Dynamic Spillover Effect between Cryptocurrency and China's Financial Market: Evidence from TVP-VAR Based Connectedness Approach. *Finance Research Letters*, 49(2), 12-24. Doi: 10.1016/j.frl.2022.103070.

Jalan, A., & Matkovskyy, R. (2023). Systemic Risks in the Cryptocurrency Market: Evidence from the FTX Collapse. *Finance Research Letters*, 53(2), 45-68. Doi: 10.1016/j.frl.2023.103670.

Khalili Araghi, M., Abbasinejad, H., & Gudarzi Farahani, Y. (2013). Estimation of Money Demand Function in Iran with Cointegration and Error Correction Models Approach. *Monetary & Financial Economics*, 20(5), 1-26. Doi: 10.22067/pm.v20i5.34032 (In Persian).

Ming-Yuan, Y. Zhen-Guo, W., & Xin, W. (2022). An Empirical Study of Risk Diffusion in the Cryptocurrency Market Based on the Network Analysis. *Finance Research Letters*, 50(2), 32-45. Doi: 10.1016/j.frl.2022.103180.

Mohammadishad, H. Madanchi Zaj, M., & Keyghobadi, A. R. (2021). Risk Spillover and Dynamics between Financial Markets, Commodity Markets and Digital Currencies with the MGARCH Method. *Financial Engineering and Portfolio Management*, 12(47), 470-490. Doi: 10.22034/jepr.2025.143167.1239 (In Persian).

Raei, R. Namaki, A., & Askarirad, H. (2023). Decomposition of Systemic Risk and Analysis of the Relationships of Its Dimensions with the Characteristics and Financial Performance of the Banks Listed in Tehran Stock Exchange (TSE). *Journal of Asset Management and Financing*, 11(1), 1-30.Doi: 10.22108/amf.2022.132922.1728 (In Persian).

Sadr, M. H., & Gudarzi Farahani, Y. (2012). FDI and ICT Effects on Productivity Growth in Middle East Countries. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 3(8), 111-121. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.104.

Vahabzadeh, S. Fallah Shams Layalestani, M. Madanchi Zaj, M., & keyghobadi, A. R. (2022). Systemic Risk Transmission in Iranian Financial Markets. *Journal of Investment Knowledge*, 11(41), 429-443. http://www.jik-ifea.ir/article_19098.html?lang=en (In Persian).

Xu. Zh., & Zhijing, D. (2021). Multiscale Systemic Risk and Its Spillover Effects in the Cryptocurrency Market. *Complexity*, 43(2), 34-56. Doi: 10.1155/2021/5581843.