

## Evaluating Bitcoin Price Index Fluctuations on Economic Development Using Univariate GARCH Models<sup>1</sup>

Behrooz Shahnava<sup>2</sup>, Gholamreza Zamanian<sup>3</sup>, Madjid Hatefi Majumerd<sup>4</sup>

Received: 2021/04/17

Accepted: 2021/05/25

### Abstract

Digital currency analysis, especially Bitcoin, as the most popular digital currency, has received a lot of attention in recent years. The reason for this can be related to its innovative features, simplicity, transparency and increasing popularity. Since its introduction, Bitcoin has created great challenges and opportunities for policymakers, economists, entrepreneurs and consumers. The main purpose of writing this article is to investigate and analyze the fluctuations and returns of Bitcoin using univariate conditional variance heterogeneous autoregression models in the period between March 2012 and March 2019. In this framework, GARCH, GJR-GARCH, TGARCH EGARCH and GARCH-M univariate GARCH models are used. The results show that the best model for risk assessment in univariate GARCH models is GARCH-M model, because the liquidity risk predicts the Bitcoin price index with less error than other univariate models. Also, the results obtained in the EGARCH model show that there are no leverage effects in Bitcoin rate changes and the estimated model is a symmetric model. Examining several other univariate GARCH models also showed that the price of Bitcoin has symmetry in positive and negative news, this means that positive and negative shocks have the same effect on the price of bitcoin.

**Keywords:** Bitcoin, Univariate GARCH, Volatility, Return, Economic Development.

**JEL Classification:** K230 .K290 .C22.

1. DOI: 10.22051/IEDA.2021.35784.1277

2. M.Sc. Student, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran. (behrooz7069@yahoo.com).

3. Associate Professor, Department of Economics, Sistan and Baluchestan University, Zahedan, Iran. (Corresponding Author), (zamanian@eco.usb.ac.ir).

4. Postdoctoral Researcher, Faculty of Economics, Tehran University, Tehran, Iran. (mhatefi63@gmail.com).

مقاله پژوهشی

ارزیابی نوسانات شاخص قیمت بیت‌کوین بر توسعه اقتصادی با استفاده از مدل‌های گارچ تک متغیره<sup>۱</sup>

بهروز شهنازی<sup>۲</sup>، غلامرضا زمانیان<sup>۳</sup> و مجید هاتفی مجومرد<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۸

چکیده

تجزیه و تحلیل ارزش‌های دیجیتال خصوصاً «بیت‌کوین» به‌عنوان محبوب‌ترین ارز دیجیتالی حاضر، در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. علت این امر را می‌توان به ویژگی‌های نوآورانه، سادگی، شفافیت و محبوبیت رو به افزایش آن مرتبط دانست. از زمان معرفی بیت‌کوین چالش‌ها و فرصت‌های بزرگی را برای سیاست‌گذاران، اقتصاددانان، کارآفرینان و مصرف‌کنندگان ایجاد کرده است. ساز و کار بیت‌کوین موجب شده ماینرها بیش از پیش به فعالیت‌های اقتصادی بپردازند که این امر خود تا حدودی موجب خنثی شدن تورم ناشی از عدم زیرساخت‌های اقتصادی و کاهش ارزش پول ملی می‌شود. هدف اصلی از نگارش این مقاله، بررسی و تحلیل نوسانات و بازده بیت‌کوین با استفاده از مدل‌های خود رگرسیون ناهمسان واریانس شرطی تک‌متغیره در دوره زمانی بین مارس ۲۰۱۲ تا مارس ۲۰۱۹ است. همچنین با تحلیل و بررسی این ارز دیجیتال سعی بر آن داریم اثر گذاری این ارز دیجیتال را بر توسعه و پیشرفت اقتصادی بررسی نمائیم. به خصوص با توجه به این که بیت‌کوین به عنوان یک رمز ارز نیازی به صرف هزینه‌های بسیار زیاد جهت زیرساخت‌های بانکی را ندارد، این امر برای کشورهای در حال توسعه از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. در این چارچوب، از مدل‌های گارچ تک‌متغیره بررسی مقدار ریسک در مدل‌های گارچ تک‌متغیره، مدل  $GARCH-M$  است، زیرا ریسک نقدشوندگی، شاخص قیمت بیت‌کوین را نسبت به سایر مدل‌های تک متغیره، با خطای کمتری پیش‌بینی می‌کند. همچنین نتایج به دست آمده در مدل  $EGARCH$  نشان می‌دهد که اثرات اهرمی در تغییرات نرخ بیت‌کوین وجود ندارد و مدل تخمین زده شده، یک مدل متقارن است. بررسی چند مدل دیگر گارچ تک‌متغیره نیز نشان داد که قیمت بیت‌کوین دارای تقارن در اخبار مثبت و منفی می‌باشد، بدین معنی که شوک‌های مثبت و منفی، اثرات یکسانی روی قیمت بیت‌کوین دارند.

واژگان کلیدی: بیت‌کوین، گارچ تک‌متغیره، نوسانات، بازدهی، توسعه اقتصادی.

طبقه‌بندی موضوعی:  $C22, K290, K230$

۱. کد DOI مقاله: 10.22051/IEDA.2021.35784.1277

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. (behrooz7069@yahoo.com)

۳. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. (نویسنده مسئول). (zamanian@eco.usb.ac.ir)

۴. پژوهشگر پسادکتری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (mhatefi63@gmail.com)

## مقدمه

پول، یکی از اساسی‌ترین عوامل در اقتصاد یک جامعه بوده که میزان حجم آن، آثار کاملاً بارزی در اقتصاد داشته و بر تولید، نرخ تورم و بیکاری تأثیرگذار است. در تمدن‌های اولیه بشری برای رفع نیازها، از تبادلات کالا به کالا استفاده می‌کردند. هزاران سال پس از آن، مردم فلزات طلا و نقره را به عنوان پول در تبادلات خود به کار گرفتند و سپس در قرن گذشته، ارزهای مختلفی با پشتوانه طلا و نقره پدید آمدند. در سال‌های پایانی قرن بیستم بانکداری آنلاین با تکیه بر ظهور اینترنت رواج یافت و امروزه در پایان این مسیر، با بیت کوین رو به رو هستیم: اولین پول دیجیتال غیرمتمرکز که به منظور جلوگیری از ایجاد تورم و حفظ ارزش پول و دارایی مردم در مدت طولانی، ایجاد شده است. این شبکه همتابه‌همتا، به کاربران امکان می‌دهد که بدون هیچ واسطه‌ای و بدون حضور یک سیستم مرکزی، نسبت به انتقال پول به یکدیگر اقدام نمایند.

بیت کوین، این ارز دیجیتال<sup>۱</sup> مانند سایر ابزارهای مالی، دارای ریسک و عدم اطمینان است. وقوع بحران مالی سال ۲۰۰۷ میلادی، اهمیت اندازه‌گیری ریسک و عدم اطمینان در بازارهای مالی را بیش از پیش برای سیاست‌گذاران، معامله‌گران و محققان نمایان ساخت و تحقیق درباره اندازه‌گیری ریسک بازارهای مالی، اهمیت بیشتری یافت. یکی از مهم‌ترین معیارهای اندازه‌گیری ریسک مالی، نوسانات (تلاطم، تغییر پذیری) بازارهای مالی است.

مدل‌سازی نوسانات (واریانس شرطی) در کانون توجه موضوعات مالی قرار داشته و از اهمیت فراوانی در پیش‌بینی نوسانات آتی بازارها برخوردار است. یک مدل خوب برای نوسانات، باید بتواند نوسانات را نیز پیش‌بینی نماید. این پیش‌بینی در موضوعاتی مانند مدیریت ریسک<sup>۲</sup>، قیمت‌گذاری مشتقات<sup>۳</sup>، پوشش ریسک<sup>۴</sup>، متنوع‌سازی پرتفوی<sup>۵</sup>، بازار سازی<sup>۶</sup> و سیاست‌گذاری<sup>۷</sup> و فعالیت‌های دیگر مالی اهمیت دارند. علاوه بر این، بازارهای مالی نوظهور و در حال توسعه اهمیت زیادی برای سرمایه‌گذاران و معامله‌گران پیدا کرده‌اند؛ به این دلیل که با رشد روزافزون و همچنین استفاده از روش‌های مختلف معامله در آنها، این بازارها نقش مهمتری در معاملات بازارهای مالی بین‌المللی پیدا کرده‌اند. همچنین بعد از وقوع بحران مالی جهانی سال ۲۰۰۷، این بازارها، از بازارهای مالی توسعه‌یافته کمتر آسیب دیده‌اند. مطالعات مختلف نیز نشان می‌دهد که میزان ریسک، در این بازارها معمولاً کمتر است (تک روستا و همکاران، ۱۳۹۰).

1. Digital currency
2. Financial Management
3. Derivatives pricing
4. Risk coverage
5. Portfolio Diversification
6. Market making
7. Policy



در چارچوب شناسایی ویژگی‌های نوسانات بیت‌کوین، باید مدل مناسبی نیز برای داده‌ها برازش شود تا بتواند رفتار این شاخص را توضیح دهد. این پژوهش، به بررسی توانایی مدل‌های  $GARCH^1$  در توضیح نوسانات قیمت بیت‌کوین پرداخته تا بعد از شناسایی ویژگی‌های نوسانات بیت‌کوین، مدل مناسبی برای داده‌ها برازش شود که توانایی رفتار شاخص را توضیح دهد. در ادامه، مقاله، به صورت زیر ساماندهی شده است: پس از مقدمه و در بخش دوم، ادبیات موضوع؛ در بخش سوم و چهارم، روش پژوهش و یافته‌های تحقیق، و در نهایت، در بخش پایانی، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

## ادبیات موضوع

بیت‌کوین توسط فردی (یا گروهی) با نام مستعار ساتوشی ناکاماتو<sup>۲</sup> در مقاله‌ای تحت عنوان "بیت‌کوین: یک سیستم پول الکترونیکی همتابه‌همتا" منتشر شد. این مقاله، توضیح می‌داد که بیت‌کوین چیست و چگونه کار می‌کند. ساتوشی ناکاماتو در ۱۲ ژانویه ۲۰۰۹ اولین تراکنش بیت‌کوین را انجام داد. او ۱۰ بیت‌کوین را به حال فینی یکی از کدنویسان معروف، منتقل کرد. ناکاماتو در سال ۲۰۱۱ برای همیشه از صحنه رمزارزها<sup>۳</sup> ناپدید گردید و دیگر هیچ‌گونه فعالیتی از سوی او دیده نشده است، اما نخستین ارز رمزنگاری شده جهان را به عنوان میراث خود بر جای گذاشت (ناطق الاسلام و همکاران، ۱۳۹۶).

ارز دیجیتال، واقعیت مهم دنیای امروز است. نادیده گرفتن آن معنایی جز محروم کردن خود از این ثروت واقعی ندارد. هم اکنون بسیاری از تبادلات تجاری در دنیا، با ارزهای دیجیتال صورت می‌گیرد و روز به روز هم بر دایره نفوذ این ارزها بویژه بیت‌کوین افزوده می‌شود. پیدایش بیت‌کوین در سال ۲۰۰۸، درست کمی پس از بحران اقتصادی بزرگ آن زمان، به عنوان یک مفهوم جدید از پول و دارایی ارائه شد که به عقیده بسیاری از اقتصاددانان، می‌تواند آینده اقتصاد جهان را متحول کند و یا حداقل شروع کننده این جریان باشد. بازار ارزهای مجازی از نظر تعداد ارزهای جدید و همچنین پایه مصرف‌کننده و دفعات تراکنش، به شدت رشد کرده است (دایبرگ<sup>۴</sup>، ۲۰۱۵).

پیش‌بینی نوسان در بازارهای مالی، یک فعالیت لازم و کلیدی است که حوزه تأثیرگذاری گسترده‌ای مانند سرمایه‌گذاری، مدیریت ریسک، ارزش‌گذاری اوراق بهادار و ایجاد سیاست پولی را شامل می‌شود. این موارد به وضوح از ارزش زیادی در تصمیم‌گیری‌های اقتصادی برخوردار است. توجه به این مسائل، سبب ایجاد سؤال‌هایی از این قبیل می‌شود که چطور می‌توان به طور مؤثری نوسانات را پیش‌بینی کرد. بعد از بحران مالی سال ۲۰۰۷ میلادی، بازارهای ارز دیجیتال، کمتر از بازارهای مالی توسعه‌یافته آسیب دیده‌اند؛ که نشان می‌دهد، میزان ریسک در این بازارها، معمولاً کمتر است (تک روستا و همکاران، ۱۳۹۰).

1. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
2. Satoshi Nakamoto
3. Cryptocurrency
4. Dyrberg

مدل سازی نوسانات، در کانون توجه موضوعات مالی قرار داشته و از اهمیت فراوانی در پیش بینی نوسانات آتی بازارها برخوردار است. یک مدل خوب برای نوسانات، باید بتواند نوسانات را پیش بینی نماید. روش های مختلف می توانند پیش بینی هایی به دست آورند که در ادبیات موضوع گسترش یافته و در عمل، به کار برده شده اند. چنین تکنیک هایی، دربرگیرنده محدوده وسیعی از مدل های نسبتاً ساده که از مفروضات ساده استفاده می کنند (روش گام تصادفی) تا مدل های نسبتاً پیچیده، واریانس ناهمسانی شرطی خانواده گارچ می باشند (محمدی و همکاران، ۱۳۸۷).

در همین راستا، مطالعه پژوهش های گذشته جهت بررسی، مقایسه و شناخت هر چه بیشتر ارز دیجیتال بیت کوین با روش های گارچ، بیش از پیش اهمیت پیدا می کند.

هفتر و رومباست<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) در تحقیقات خود، به مقایسه مدل شبیه سازی مونت کارلو و مدل GARCH جهت پیش بینی ارزش در معرض ریسک پرداختند و یافته های تحقیق آنها، حاکی از کارایی بیشتر مدل GARCH در پیش بینی ریسک بازار است.

بوویور و سلمی<sup>۲</sup> (۲۰۱۵) با استفاده از روش<sup>۳</sup> ARDL، بیت کوین را در قالب های پناهگاه امن<sup>۴</sup>، پوشش، وسیله معامله یا ارز آینده بررسی کردند. برخی نتایج مطالعه آنها، نشان دهنده این است که بیت کوین، ممکن است بخشی از وسیله مبادله باشد و آن را نمی توان به عنوان پناهگاه امن شناخت.

دایبرگ (۲۰۱۵) طی مطالعه ای که به بررسی نوسانات بیت کوین، طلا و دلار با استفاده از مدل های گارچ پرداخت، بیان داشت، شوک های مثبت و منفی بر بازده بیت کوین و طلا - به صورت نامتقارن - تأثیری ندارند. همچنین بیان داشت که هیچ تأثیر اهرمی قابل توجهی نیز وجود ندارد.

بوویور و سلمی (۲۰۱۶) به بررسی بهترین مدل ناهمسانی واریانس شرطی برای توضیح بهتر نوسانات قیمت بیت کوین پرداخت. در این مطالعه که برای دوره بین دسامبر ۲۰۱۰ تا دسامبر ۲۰۱۴ صورت گرفت، مدل CMTGARCH را به عنوان یک ابزار مناسب برای توضیح نوسانات بازده قیمت بیت کوین، به کار گرفتند.

کاتسیامپا<sup>۵</sup> (۲۰۱۷) با مقایسه مدل های GARCH، به برآورد نوسان آتی قیمت بیت کوین پرداخت. او در این مطالعه، دریافت که مدل بهینه از لحاظ تناسب با داده ها، مدل AR-CGARCH است که نتیجه مهم آن، وارد کردن اجزاء کوتاه مدت و بلندمدت واریانس شرطی است.

سرماک<sup>۶</sup> (۲۰۱۷) با استفاده از مدل GARCH (1,1)، به بررسی توانایی بیت کوین به عنوان یک جایگزین مناسب برای فیات<sup>۷</sup> در ارز پرداخت. نتایج مطالعه وی، نشان می دهد که بیت کوین در حال حاضر،

1. Hefner & Rombast
2. Bouoiyour & Selmi
3. Autoregressive Distributed Lag
4. Safe haven
5. Katsiampa
6. Cermak
7. Fiat

معیارهای یک ارز را دارا نیست، زیرا به عنوان مبادله، یک واحد حساب و یک فروشگاه با ارزش کار نمی کند. بزرگترین مانع برای تکمیل این توابع، عدم ثبات قیمت است. بیت کوین پیش از این، مانند ارزهای فیات در چین، ایالات متحده و اتحادیه اروپا رفتار می کند؛ اما در ژاپن این گونه رفتار نمی کند. همچنین شواهدی نشان می دهد، بیت کوین به عنوان دارایی امن در چین عمل می کند. نوسانات بیت کوین در طول عمر خود، به طور مداوم، در حال کاهش است. اگر بیت کوین از روند شش ساله خود پیروی کند، به سطح نوسانات ارزهای فیات در سالهای ۲۰۱۹-۲۰۲۰ می رسد و به یک جایگزین کارآمد برای ارزهای فیات تبدیل می شود. پاپادامو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۹) با استفاده از روش های تثبیت شده در ارزیابی کشف قیمت در بازارهای مالی، به بررسی سهم قراردادهای آتی در فرایند کشف قیمت بیت کوین پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان می دهد، گرچه حجم بیت کوین های معامله شده در بازار غیرمتمرکز نقطه ای، بازار آتی را تحت الشعاع قرار می دهد، اما بازارهای آتی، نقش مهمی در ترکیب اطلاعات جدید درباره ارزش بیت کوین ایفا می کنند. تحقیقات تجربی پژوهش، همچنین شواهدی از وابستگی شدید دو طرفه در نوسانات روزانه بازارهای نقدی و آتی را ارائه می دهد.

چنگ و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۰) با استفاده از مدل RGARCH، میزان نوسانات بازده بیت کوین را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که جهش قیمتی قابل توجهی در بازار بیت کوین رخ داده است. علاوه بر این، نتیجه گرفتند که مدل RGARCH، از مدل استاندارد GARCH بهتر است. مدل RGARCH تحقق یافته، دارای عملکرد پیش بینی برتر است.

تانگ و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۰)، با استفاده از مدل GARCH، به بررسی ویژگی های پوشش و پناهگاه امن یا بی خطر طلا و بیت کوین پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان می دهد که نه طلا و نه بیت کوین، نمی توانند به عنوان یک محافظ قوی یا پناهگاه امن در عدم قطعیت سیاست اقتصادی<sup>۴</sup> (EPU) باشند. همچنین بیت کوین در برابر شوک های EPU، بیشتر واکنش نشان می دهد، در حالی که طلا با ضریب ریسک کمتر، ثبات را حفظ می کند. در بیشتر موارد نیز طلا و بیت کوین را می توان به عنوان پوشش ریسک و پناهگاه امن ضعیف در برابر عدم قطعیت سیاست اقتصادی در نظر گرفت.

پاپانگلو و پاپادامی<sup>۵</sup> (۲۰۲۰)، به بررسی پیوندهای بین پنج ارز رمزنگاری مختلف (بیت کوین، اتریوم، ریپل، داش و مونرو) پرداختند. آنها بیان می کنند، از آنجا که مفهوم ارزهای رمزپرداخت نسبتاً جدید است، ادبیات مربوطه نیز بسیار محدود است. آنها با استفاده از یک مدل نامتقارن شرطی با روش GARCH-CCC نتیجه گرفتند، در همه ارزهای دیجیتال تأثیر، شدیدی از شوک های گذشته وجود دارد. علاوه بر این، براساس کوواریانس متغیر شرطی، مشاهده کردند که ارتباط بین ارزهای رمزنگاری شده، بسیار قوی

1. Papadamou *et al.*
2. Cheng *et al.*
3. Tong *et al.*
4. Economic policy uncertainty
5. Papangelou & Papadaki

است و همه متغیرها از الگوهای مشابهی پیروی می‌کنند که به یک سیستم بسیار وابسته منجر می‌شود که برای یک پرتفوی متنوع مناسب نیست.

### روش پژوهش

در این تحقیق، از داده‌های ماهانه شاخص قیمت بیت‌کوین، طلا و نرخ مبادله دلار - یورو از مارس ۲۰۱۲ تا مارس ۲۰۱۹ استفاده شده، و ابتدا اثر نوسانات و بازدهی بیت‌کوین با استفاده از مدل‌های GARCH مورد مطالعه قرار گرفته است، و در نهایت، بهترین مدل جهت توضیح بهتر نوسانات معرفی می‌شود.

استفاده از انواع الگوهای خانواده GARCH با توجه به شرایط و محدودیت‌های داده‌های در دسترس است و در نهایت، الگوی کارا با توجه به معیارهای موجود تبیین می‌گردد. با توجه به اثر بسیار چشمگیر تغییرپذیری در بازارهای مالی، مطالعات نظری بسیار زیادی در این زمینه انجام شده و مدل‌های مختلفی توسعه یافته است. به طور کلی، معین کردن یک معیار برای پیش‌بینی که در کل قابل قبول باشد، غیرممکن به نظر می‌رسد. این مسأله به ویژه در مفهوم خطی، حادث است. ضعف روش‌های خطی در پیش‌بینی بلند و تشخیص الگوهای موجود در داده‌های یک سری زمانی خطی و عدم پایداری روش‌های خطی در برابر نویزهای موجود واقعی، سبب شده است که اقتصاددانان به دنبال روش‌های غیرخطی باشند (کاتسیامپا، ۲۰۱۷).

برای آزمون مدل‌های GARCH، باید قبل از تخمین، ابتدا آزمون ARCH<sup>۱</sup> یا LM-TEST را انجام داد و در صورت وجود واریانس ناهمسانی در مدل، آنگاه می‌توان مدل‌های GARCH را بررسی کرد. بنابراین، جهت بررسی آزمون ARCH برای متغیر مورد نظر، ابتدا یک مدل رگرسیونی ساده، با روش OLS تخمین زده می‌شود؛ سپس با استفاده از آزمون ARCH، مشخص می‌گردد که آیا اجزای باقیمانده در مدل، دارای واریانس همسانی است یا خیر.

این آزمون توسط بروش<sup>۲</sup> (۱۹۷۸) و گادفری<sup>۳</sup> (۱۹۷۸) ارائه شده، که با استفاده از آماره Q، همبستگی سریالی بین اجزای اخلاص مدل را بررسی می‌کند و برخلاف آماره دوربین واتسون<sup>۴</sup> که فقط به بررسی AR(1) می‌پردازد، با LM-Tset می‌توان مراتب بالاتر اجزای اخلاص را در مدل‌های ARMA<sup>۵</sup> مورد بررسی قرار داد. بنابراین، هنگامی که در مورد خودهمبستگی اجزای اخلاص، نگرانی وجود دارد، باید از این آزمون استفاده شود.

1. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity
2. Breusch
3. Godfrey
4. Durbin Watson
5. Autoregressive Moving Average

یکی از فروض اصلی الگوهای سری زمانی، ثابت بودن واریانس در طول سری مورد بررسی است. اگر این فرض بررسی نشود، ضرایب تخمینی به دلیل وجود همبستگی سریالی بین داده‌ها، اریب بوده و در تفسیر، دچار مشکل می‌شود، بر همین اساس، انگل روش ARCH را بنیان نهاد که بر اساس این روش، می‌توان جملات اجزای اخلاص را که دارای واریانس ناهمسانی است، الگوسازی نمود. یعنی با الگوسازی اجزای اخلاص، می‌توان به بررسی روابط بین اجزای اخلاص پرداخت. حال سؤال این است که آیا هر سری زمانی را می‌توان در قالب الگوی خانواده ARCH برآورد نمود یا شرایطی وجود دارد که باید بررسی شود؟ اصولاً داده‌هایی در این‌گونه الگوها جای می‌گیرند که دارای نوسانات خوشه‌ای بوده و در دوره‌هایی، با نوسانات زیاد و در دوره‌های دیگر با نوسانات کم، همراه باشند. از مهمترین مدل‌های غیرخطی که برای تبیین رفتار تلاطمات در بازارهای مالی استفاده می‌شود، مدل‌های GARCH است. در این تحقیق، از مدل‌های GARCH برای پیش‌بینی تلاطم بازارهای مالی استفاده می‌شود.

نحوه اجرای این آزمون، بدین صورت است که ابتدا مدل رگرسیون تخمین زده می‌شود تا باقیمانده‌های آن به دست آید:

$$Y_t = c + u_t$$

$$u_t^2 = \beta_0 + \beta_1 u_{t-1}^2 + \dots + \beta_q u_{t-q}^2 + \varepsilon_t$$

که در آن،  $u_t^2$  مجذور باقیمانده‌های مدل اصلی و  $\varepsilon_t$  نیز جمله خطای رگرسیون کمکی فوق است. فرضیه صفر در این آزمون، به صورت زیر است:

$$\begin{cases} H_0: B_1 = \dots = B_q = 0 \\ H_1: B_1 \neq 0 \text{ or } \dots \text{ or } B_q \neq 0 \end{cases}$$

اگر تعداد مشاهدات  $n$  را در  $R^2$  رگرسیون فوق ضرب کنیم، آماره  $nR^2$  دارای توزیع  $\chi^2$  با درجه آزادی  $q$  خواهد بود. اگر مقدار  $\chi^2$  محاسباتی از  $\chi^2$  جدول بیشتر باشد، فرضیه صفر مبتنی بر ثبات واریانس‌ها رد می‌شود و فرضیه مقابل که در آن، حداقل یکی از  $B_i$  ها غیر صفر است، پذیرفته می‌شود.

به منظور فائق آمدن بر برخی از پیامدهای مدل آرچ، از مدل آرچ تعمیم یافته یا گارچ می‌توان استفاده کرد. مدل‌های نوع GARCH مهم‌ترین مدل برای مدل‌سازی نوسانات شرطی سری‌های زمانی مالی می‌باشند. هر مدل نوع GARCH دارای دو معادله است: معادله میانگین و معادله مربوط به واریانس شرطی. در بسیاری از مدل‌های نوسانات، فرض می‌شود که نوسانات دارای، به‌طور متقارن، از شوک‌های منفی و مثبت تأثیر می‌پذیرند. به عنوان مثال، مدل GARCH(1,1) این امکان را فراهم می‌کند که واریانس، تنها به‌وسیله مجذور شوک‌های وقفه‌دار تحت تأثیر قرار گیرد، بدون آنکه اهمیتی به علامت شوک‌ها بدهد. تصریح فرآیند GARCH (p,q) به صورت زیر است:

$$\delta_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \delta_{t-j}^2$$

$$E(\varepsilon_t / \varepsilon_{t-1}) = 0$$



که در آن،  $\omega, \alpha_1, \dots, \alpha_q, \beta_1, \dots, \beta_p$  پارامترهایی هستند که باید برآورد شوند؛  $q$  و  $p$  به ترتیب، تعداد وقفه‌های جملات اخلاص و تعداد وقفه واریانس شرطی هستند.

لازم به ذکر است که در صورت وجود اثرات اهرمی، نباید از مدل GARCH متقارن استفاده نمود، بلکه باید از مدل‌هایی که تقارن شوک‌ها را در نوسانات سری‌ها در نظر می‌گیرند، استفاده شود. یک راه برای بررسی وجود اثرات اهرمی در سری‌زمانی استفاده از مدل GARCH حدی<sup>۱</sup> یا (TGARCH) است. این مدل توسط گلستن و همکاران<sup>۲</sup> (۱۹۹۳) و زاکوئیان<sup>۳</sup> (۱۹۹۴) مطرح شد. شکل کلی این مدل به شکل زیر است:

$$h_t = \omega + \sum_{i=1}^p a_i (R_{t-i} - \mu)^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j} + \sum_{k=1}^r \delta_{t-k} \gamma_k (R_{t-i} - \mu)^2$$

که در این رابطه،  $\delta_{t-k}$  متغیر شاخص است. اگر پسماند در  $t - k$  منفی باشد،  $t$  مقدار آن برابر ۱ و در غیر این صورت،  $t$  برابر صفر خواهد شد. در مدل TGARCH، وجود اثر اهرمی، به معنای آن است که ضریب  $\gamma$  مثبت است؛ به این مفهوم که شوک‌های منفی، اثر بیشتری از شوک‌های مثبت دارند. برای اطمینان بیشتر از وجود اثرات اهرمی، می‌توان از مدل EGARCH که دارای شکل کلی زیر است نیز استفاده نمود:

$$\log(h_t) = \omega + \sum_{i=1}^p a_i \left| \frac{R_{t-i} - \mu}{\sqrt{h_{t-i}}} \right| + \sum_{k=1}^r \gamma_k \frac{R_{t-i} - \mu}{\sqrt{h_{t-i}}} \sum_{j=1}^q \beta_j \log(h_{t-j})$$

این مدل، بیان می‌کند که اثرات اهرمی به جای اینکه مجذور باشند، نمایی بوده و پیش‌بینی‌های واریانس شرط منفی نخواهد بود. جهت آزمون وجود اثرات اهرمی، باید فرضیه  $\gamma_k < 0$  آزمون شود؛ بنابراین، اگر ضریب  $\gamma$  منفی نباشد، معنی‌دار هم نیست. در نتیجه، اثرات اهرمی در سری وجود ندارد، همچنین نیازی به استفاده از مدل‌های GARCH غیرمتقارن نیست.

در مدل‌های GARCH متقارن، نوسان‌پذیری‌ها برای شوک‌های مثبت و منفی یکسان است؛ اما هیچ دلیلی ندارد که اثرات شوک‌ها متقارن باشد. بدین منظور، مدل‌های GARCH به‌گونه‌ای توسعه داده شده‌اند تا بتوانند اثرات شوک‌های مثبت و منفی را به صورت نامتقارن نیز در نظر بگیرند. در مدل GARCH نامتقارن، تغییرپذیری‌ها (واریانس) برای شوک‌های مثبت و منفی یکسان است. به‌عنوان مثال، اثر شوک‌های مثبت و منفی که در بازدهی سهام وارد می‌شود، به‌صورت نامتقارن است؛ اما دلیلی ندارد که اثرات این شوک‌ها، متقارن باشند. بدین منظور مدل‌های GARCH به‌گونه‌ای توسعه داده شده‌اند تا بتوانند اثرات شوک‌های مثبت و منفی را به‌صورت نامتقارن در نظر بگیرند. در ادامه مدل‌های EGARCH، TGARCH، GJR بررسی می‌شوند.

1. Threshold GARCH
2. Gelosten *et al.*
3. Zakoian



### مدل GARCH نامتقارن (GJR)<sup>۱</sup>

یکی از مدل های GARCH نامتقارن مدل GJR است. در مدل های GARCH متقارن، نوسان پذیری ها برای شوک های مثبت و منفی یکسان است؛ اما هیچ دلیلی ندارد که اثرات شوک ها متقارن باشد. بدین منظور مدل های GARCH به گونه ای توسعه داده شده اند تا بتوانند اثرات شوک های مثبت و منفی را به صورت نامتقارن نیز در نظر بگیرند. مدل GJR ساده ترین نوع از مدل های GARCH نامتقارن است. در این مدل، واریانس شرطی، به صورت زیر، فرمول بندی می شود:

$$h_t = \delta + a_1 u_{t-1}^2 + \gamma u_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{اگر } u_t < 0 \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

### مدل TGARCH

مدل TGARCH یا مدل GARCH آستانه، به دنبال تبیین اثرات وقایعی است که در گذشته اتفاق افتاده است ولی اثر آنها، بعد از چند وقفه در زمان فعلی، ظاهر می شود. می توان این وقایع را همچنان که در بازارهای مالی مرسوم است، تحت عنوان اخبار خوب و بد، به کار برد. در واقع این مدل، حالت عمومی مدل GJR است. در این مدل،  $u_{t-k} < 0$  بیانگر وجود اخبار بد در زمان  $t-k$  است که در این صورت،  $I_{t-k} = 1$  است. بنابراین اخبار خوب و بد، به ترتیب دارای ضرایب  $a_i + \gamma_i + a_i$  می باشد. اگر  $\gamma_k > 0$  باشد اخبار بد، تأخیر پذیری را افزایش می دهد. همچنین اگر  $\gamma_k$  معنی دار نباشد، مدل متقارن خواهد بود؛ یعنی اثر اخبار خوب و بد یا شوک های مثبت و منفی، یکسان است. حالت کلی که همان مدل TGARCH است، به صورت زیر فرمول بندی می شود:

$$h_t = \omega + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{k=1}^p a_k u_{t-k}^2 + \sum_{k=1}^r \gamma_k u_{t-k}^2 I_{t-k}$$

$$I_{t-k} = \begin{cases} 1 & \text{اگر } u_{t-k} < 0 \\ 0 & \text{اگر } u_{t-k} \geq 0 \end{cases}$$

### مدل گارچ نمایی<sup>۲</sup> (EGARCH)

بررسی مطالعات تجربی، نشان می دهد که نوسانات آینده بازدهی سهام از شوک های مثبت، در مقایسه با شوک های منفی، تأخیر پذیری کمتری دارد. مدل های آرچ و گارچ به عنوان مدل های متقارن، شناخته می شوند که نمی توانند بین اثر شوک های مثبت و منفی، تفاوتی قائل شوند. بنابراین، مدل هایی برای بررسی اثرگذاری متفاوت شوک های مثبت و منفی، پیشنهاد شد که به مدل های گارچ نامتقارن معروف می باشند.

1. Glosten, Jagannathan & Runkle  
2. Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity

مدل گارچ نمایی که توسط نلسون<sup>۱</sup> (۱۹۹۱) پیشنهاد شد نیز یکی از این مدل‌ها است. او در این مدل، واریانس‌های شرطی را به صورت لگاریتمی محاسبه می‌کند. محاسبه لگاریتمی واریانس‌های شرطی، موجب می‌شود تا دیگر نیازی به استفاده از مجذور جملات خطا نباشد و بنابراین، مدل از حالت تقارن خارج می‌شود. واریانس‌های شرطی در مدل گارچ نمایی، به صورت معادله زیر محاسبه می‌شوند:

$$\log(\delta_t^2) = \beta_0 + \beta_1 \log(\delta_{t-1}^2) + \beta_2 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\delta_{t-1}} \right| + \beta_3 \frac{\varepsilon_{t-1}}{\delta_{t-1}}$$

### مدل GARCH-M<sup>۲</sup>

انگل و همکاران، به نوع دیگری از خانواده GARCH اشاره نمودند و بیان داشتند که در برخی از سری‌های زمانی، نوسانات اجزای اخلاص، باعث ایجاد تغییرات در سری زمانی می‌شود؛ یعنی وجود نوسانات در اجزای اخلاص، خود عاملی برای ایجاد تغییرات در سری زمانی است و بنابراین، با توجه به این مسأله، از واریانس شرطی رابطه واریانس به‌عنوان متغیری در رابطه میانگین سری زمانی استفاده می‌شود که به آن، GARCH-M گفته می‌شود. مدل GARCH-M تابع واریانس شرطی را به‌عنوان یک متغیر توضیحی در معادله میانگین در نظر می‌گیرد. به همین جهت به آن GARCH-in-mean (GARCH-M) می‌گویند. بر اساس نظریه بریومننت و دیسنر<sup>۳</sup> (۲۰۰۵)، واریانس شرطی اجزای اخلاص که در واقع، همان نوسانات رشد اقتصادی است، وارد معادله میانگین می‌شود تا با برآورد ضریب آن و آزمون معنادار بودن ضریب یاد شده، تأثیر نوسانات رشد بر روی رشد را بررسی نماید. لذا تصریح معادله میانگین و معادله واریانس، به شکل زیر خواهد بود:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \lambda \sigma_t^2 + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \omega \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

محدودیت مهم مدل GARCH-in-mean، متقارن بودن آن است. بدین معنی که در این مدل، تنها قدر مطلق تغییرات اهمیت دارند و علامت آنها به دلیل مجذور بودن جملات خود رگرسیون و میانگین متحرک، اهمیت ندارند.

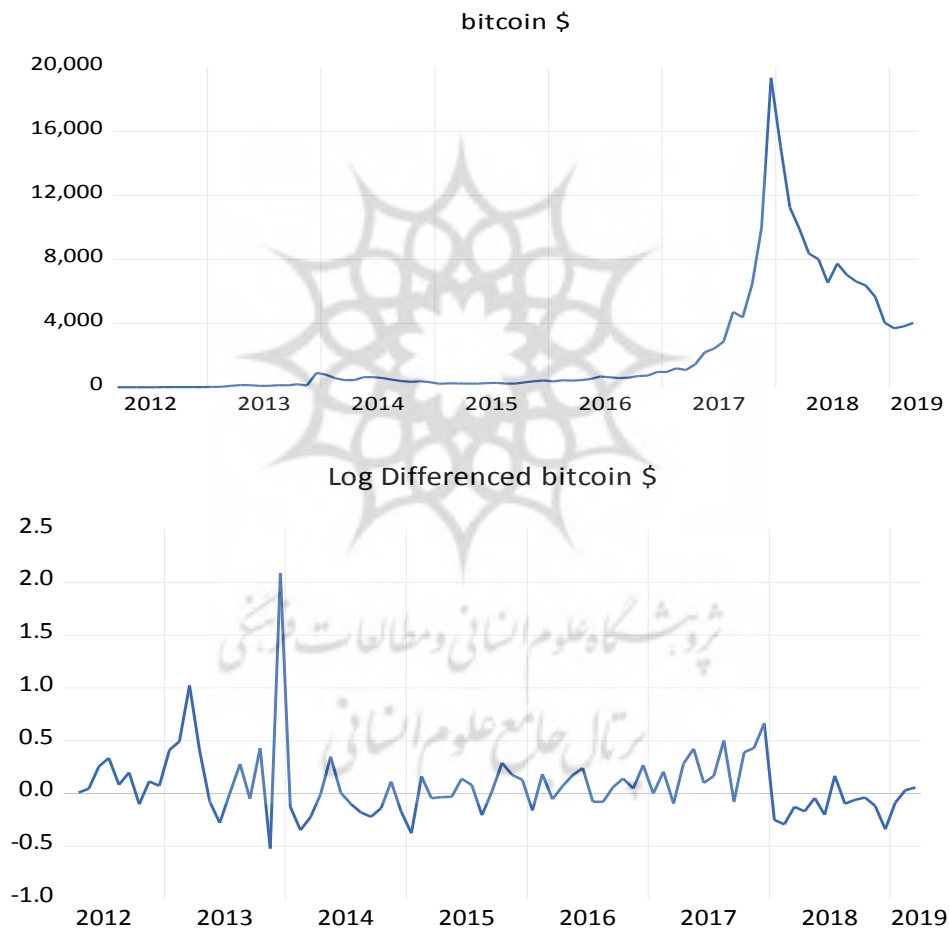
در نتیجه، یک شوک منفی در تغییرات آینده، همان تأثیر شوک مثبت همسان خود را دارد. در واقع در این مدل، واریانس شرطی به‌عنوان یکی از متغیرهای توضیحی وارد معادله میانگین شرطی می‌شود. از آنجا که در این پژوهش، معادله میانگین شرطی، بیانگر بازدهی بازار آتی بیت کوین است، وارد نمودن واریانس شرطی در معادله اصلی، بیانگر آن است که ریسک بازار نیز به‌عنوان یک متغیر توضیحی وارد مدل شده و امکان افزایش قدرت توضیحی مدل بررسی می‌شود.

1. Nelson
2. GARCH in Mean
3. Berument & Dincer

### یافته‌های پژوهش

#### حقایق آماری قیمت بیت‌کوین

قیمت بیت‌کوین در ابتدا تغییرات چشمگیری نداشت اما طی سال‌های اخیر نوسانات شدیدی داشته است. در دوره‌ای، نوسانات شدید و در دوره‌ای، تغییرات کاهشی بوده است. بیت‌کوین راه خود را با ارزش ۰ دلار در سال ۲۰۰۹ آغاز کرد. این قیمت تا سال ۲۰۱۰ ثابت باقی ماند. در این مدت، بیت‌کوین در مرحله معرفی و توسعه بود و اساساً ارزش دیگری نداشت. افزایش قیمت بیت‌کوین توسط عرضه و تقاضای آن شکل می‌گیرد اما دلایل اصلی بوجود آمدن تقاضا اخبار خوب و بد در مورد این ارز دیجیتالی است.



نمودار ۱. قیمت و لگاریتم قیمت و تغییرات بیت‌کوین

مأخذ: یافته‌های محقق

بررسی نمودار (۱)، نشان می‌دهد که لگاریتم قیمت بیت‌کوین به وقفه‌های تفاضل قیمت وابسته است. فرد خریدار بیت‌کوین، به قیمت‌های گذشته بیت‌کوین توجه دارد و این مقوله، به لحاظ رفتار شناسی مصرف‌کنندگان و عادت به خرید آنها منطقی به نظر می‌رسد. همان‌طور که در نمودار ۱ هم مشاهده می‌شود، قیمت بیت‌کوین یک بار در سال ۲۰۱۳ دچار نوسانات شدید شد. سال ۲۰۱۳ را می‌توان سالی در نظر گرفت که بیت‌کوین ظهور خودش را به‌صورت جدی آغاز کرد. دلایل اصلی که در این سال، این ارز دیجیتال خودش را بهتر نشان داد و نرخ پذیرش پرسرعتی را تجربه کرد، می‌توان این چنین عنوان کرد که نخستین دستگاه خودپرداز بیت‌کوین نیز در سال ۲۰۱۳ شروع به کار کرد. وب‌سایت سیلک رود که بستری برای تراکنش‌های بازار سیاه و کالاهای قاچاق بود نیز تعطیل شد.

در ماه مارس ۲۰۱۳، برای حل بحران اقتصادی قبرس، توسط گروه یورو، کمیسیون اروپا، بانک مرکزی اروپا و صندوق بین‌المللی پول، کمک مالی ۱۰ میلیارد یورویی به این جزیره مطرح شد. از پیش شرط‌های این کمک مالی، مالیات سنگینی بود که به اکثریت حساب‌های بانکی‌ای که بیش از ۱۰۰ هزار یورو موجودی داشتند، تعلق می‌گرفت. مالیات‌های سنگین، علاوه بر اینکه نگرانی شهروندان ثروتمند قبرس را در پی داشت، در بسیاری از کشورها نظیر روسیه که سیاست‌های مالیاتی سخت‌گیرانه‌ای دارند نیز این نگرانی وجود دارد. مردم قبرس برای حفاظت از دارایی‌های خود، پیش از آنکه مالیاتی تعلق بگیرد، آنها را به بیت‌کوین تبدیل کردند. پس از این استقبال بی‌سابقه از این ارز دیجیتال، قیمت بیت‌کوین طی یک دوره زمانی کوتاه مدت از ۸۰ دلار به ۲۶۰ دلار رسید. همچنین در ماه نوامبر ۲۰۱۳ کشور چین شرکت در بازار بیت‌کوین را برای مردم خود آزاد کرد و چشم‌اندازی که در آن زمان در این کشور نسبت به بیت‌کوین به‌وجود آمد، حجم بالای معاملات بیت‌کوین را در پی داشت. اما با محبوبیت روزافزون بیت‌کوین در چین، مسئولین مالی این کشور نگران شده و اعلام کردند که نوآوری ساتوشی ناکاموتو قابلیت استفاده به عنوان یک ارز را ندارد. به همین جهت مؤسسات مالی و بانک‌های این کشور حق استفاده از بیت‌کوین را در معاملات، بیمه و هرگونه سرویس مرتبط با آن را ندارند. با گذشت چند هفته از این ماجرا، محدودیت‌های بیشتری به بازارهای مبادله ارزهای دیجیتال در چین وارد گردید. سپس در زمان اندکی قیمت بیت‌کوین از ۱۰۲۲ دلار به حدود ۸۳۹ دلار کاهش پیدا کرد.

اما پر نوسان‌ترین تغییرات قیمت بیت‌کوین در سال ۲۰۱۷ روی داد. بیت‌کوین در این سال، رشد قیمت شدیدی را تجربه کرد و به بالاترین قیمت خود از ابتدا رسید. در آغاز این سال برای نخستین بار، قیمت بیت‌کوین به ۱۰۰۰ دلار، پس از سه سال افت شدید رسید. پس از آن در ماه مارس برای نخستین بار، قیمت بیت‌کوین به قیمت یک اونس طلا رسید. در ماه می و ژوئن، بیت‌کوین با قیمت‌های ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ دلار معامله می‌شد. در اکتبر ۲۰۱۷، قیمت بیت‌کوین ۳۰۰ درصد رشد داشت، این افزایش قیمت تا ماه دسامبر یعنی زمانی که قیمت بیت‌کوین به ۱۹،۷۸۲ دلار رسید، ادامه یافت. با این حال، ظرف کمتر از ۱۰ روز بیت‌کوین حدود یک-سوم از ارزش خود را از دست داده و قیمت آن به ۱۴۰۰۰ دلار افت کرد.

بسیاری از کارشناسان و تحلیلگران اقتصادی، معتقدند که انفجار قیمت بیت‌کوین، نتیجه صحبت‌های مقامات دومین غول اقتصادی جهان (چین) است، به طوری که رئیس‌جمهور چین، از تمایل کشورش به

توسعه و استفاده از فناوری بلاک چین خبر داده است؛ در حالی که دولت چین، از چند سال گذشته، سیاست مقابله با بلاک چین و ارزهای دیجیتال را در پیش گرفته بود. همچنین استفاده از این ارز دیجیتال در مورد عواملی همچون پولشویی، مواد مخدر و سایر تجارت‌های سیاه، موجب افزایش تقاضای این ارز دیجیتال شد که در پی آن، افزایش قیمت را به دنبال داشته است.

از دیگر عوامل تأثیرگذار در نوسانات سال ۲۰۱۷، راه‌اندازی ماهواره بیت کوین بود که برای پشتیبانی بیت کوین طراحی شده بود. همچنین ژاپن و به دنبال آن، کره جنوبی و چند کشور اروپایی، بیت کوین را به‌عنوان یک روش قانونی پرداخت پذیرفته‌اند و به این منظور قوانینی در این کشورها شده است. به دنبال مقبولیت این ارز به عنوان یک وسیله پرداخت، فروشگاه‌ها بیت کوین را به عنوان یک ارز مورد پذیرش قرار دادند، همچنین صرافی‌های معامله بیت کوین با سایر ارزهای فیات، به‌طور چشم‌گیری افزایش یافت. با مطرح شدن بیت کوین در اقتصاد جهانی به‌عنوان یک ارز مبادله‌ای، افراد مطرح در مجامع سیاسی و اقتصادی، به بررسی این ارز پرداخته که اکثراً نظرات مثبتی نسبت به آینده این ارز دیجیتال داشته‌اند. در ادامه، به بررسی نوع توزیع اجزای اخلال پرداخته می‌شود. لذا ابتدا، آماره‌های توصیفی اجزای اخلال رابطه میانگین مورد بررسی قرار گیرد.

جدول ۱. آمار توصیفی مشاهدات بیت کوین

مشاهدات	انحراف مجموع مربعات	مجموع	فشاره Jarque-Bera ضریب اخیال	اوج منحنی	چولگی	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	میانه	میانگین	متغیر
۸۵	$1/1 \cdot E + 0.9$	۱۸۴۶۱۳	۲۲۸/۳۳۰ (۰/۰۰۰۰۰۰۰)	۹/۴۴	۲/۴	۳۶۲۵	۴/۹	۱۹۳۴۵	۴۸۳	۲۱۷۱	بیت کوین

مأخذ: یافته‌های محقق

فرضیه صفر این آزمون، بیان می‌دارد که توزیع نرمال است. با توجه به اینکه متغیر احتمال کمتر از ۵ درصد است، فرضیه صفر این آزمون رد می‌شود و نشان می‌دهد، متغیر دارای توزیع نرمالی نیست. با توجه به نتایج فوق و بزرگتر بودن مقدار میانگین از مد، می‌توان گفت، تمامی متغیرها چولگی به راست دارند. از نتایج فوق، می‌توان چنین استدلال کرد که در متغیر بیت کوین، مقدار کشیدگی، بیشتر از ۳، و با مقدار ۳ توزیع نرمال، اختلاف داشته و کشیده‌تر از حالت توزیع نرمال است. نتایج آزمون (جارک- برا) توزیع نرمال نیز نشان می‌دهد که در سطح بالایی از احتمال، توزیع نرمال نیست. پژوهشی که توسط کاتسیامپا در سال ۲۰۱۷ انجام گرفت، نشان‌دهنده مثبت بودن بازده‌ها می‌باشد؛ در حالی که فزونی درجه اوج، نشان‌دهنده رفتار کشیده است. همچنین ارزش آمار Jarque-Bera (JB) خروج از حالت نرمال را نشان می‌دهد.

نتایج به دست آمده از جدول آمار توصیفی توسط کاتسیامپا (۲۰۱۷)، با یافته‌های این پژوهش، همخوانی دارد. همچنین نوسانات این ارز دیجیتال در جدول ۱ نشان‌دهنده آن است که نمی‌توان بیت کوین به‌عنوان یک پناهگاه امن برای دارایی‌های سرمایه‌گذاران باشد.

بوویور و سلمی در بخشی از پژوهشی که در سال ۲۰۱۵ انجام دادند، بیان کردند که بیت کوین را نمی‌توان به‌عنوان پناهگاه امن شناخت. همچنین تانگ و همکاران طی مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۰ به نتایجی از محاسبه ویژگی‌های پوشش و پناهگاه امن یا بی‌خطر از طلا و بیت کوین از طریق مدل GARCH و رگرسیون کمی با متغیرهای ساختگی دست یافتند که نتایج بیان داشت، نه طلا و نه بیت کوین، نمی‌تواند به‌عنوان یک محافظ قوی یا پناهگاه امن برای عدم قطعیت سیاست اقتصادی (EPU) باشد.

نتایج حاصل از جدول آمار توصیفی در این پژوهش، نشان می‌دهد، بازار بیت کوین دارای نوسان بسیار بالایی است. می‌توان گفت، نتایج حاصله از این پژوهش با مطالعه صورت گرفته توسط بوویور و سلمی (۲۰۱۵) و تانگ و همکاران (۲۰۲۰)، نشان‌دهنده آن است که بیت کوین نمی‌تواند پناهگاه امنی برای دارایی‌های سرمایه‌گذاران باشد.

جدول ۲. بررسی واریانس ناهمسانی

Variable	Coefficient	Prob	***	***
F-statistic	۴۳/۲۵	۰/۰۰۰۰	***	***
Obs*R-squared	۳۰/۹۷	۰/۰۰۰۰	***	***
variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob
$a_0$	۸۷۳۶۱۳	۸۶۸۰۷۹	۱/۰۰۶	۰/۳۱۶۶
$a_1$	۰/۵۴۵	۰/۰۸۲۹	۶/۵۷۷	۰/۰۰۰۰
R-squared	Log likelihood	Durbin-Watson state	AIC	SC
۰/۲۹۷	-۱۸۰۸	۱/۷۶۷	۳۴/۸۱	۳۴/۸۶

مأخذ: یافته‌های محقق

جدول (۲)، نتایج مربوط به آزمون ARCH است. دو آماره بالا که عبارتند از آماره F و آماره‌ای که از حاصل ضرب obs و R-squared یکدیگر را تقویت می‌کنند، یعنی اگر هر دو آماره، یک نتیجه را نشان دهند، قوی بودن نتیجه مدلا نشان می‌دهد، که در این مدل، نتایج این‌گونه است. در اینجا آنچه که مشاهده می‌شود، دو آماره F و حاصل ضرب obs در R-squared سطح احتمال صفر را نشان می‌دهند، بدین معنی که فرضیه  $H_0$  رد می‌شود که بیانگر همسان بودن واریانس‌ها است؛ پس می‌توان بر مبنای نتایجی که به‌دست آمده، فرضیه همسان بودن واریانس‌ها را رد کرد و فرضیه مقابل که فرضیه ناهمسانی واریانس‌ها بود را پذیرفت. اگر فرض  $H_0$  رد شود، آنگاه در جملات اخلاص همبستگی وجود داشته و باید برای برآورد آن، از الگوی ARCH و یا GARCH استفاده شود. همچنین می‌توان به طریقی دیگر به بررسی همسانی و ناهمسانی واریانس‌ها پرداخت، بدین‌گونه که طبق نتایج به‌دست آمده در متغیر وابسته<sup>۱</sup>، همان واریانس اجزای باقیمانده است، که تحت تأثیر اجزای

باقیمانده با یک وقفه و یک عرض از مبدأ قرار دارد که این همان مدل ARCH است. در مدل ARCH واریانس اجزای باقیمانده، تابعی از اجزای باقیمانده دوره قبل بود، بنابراین ضریب به دست آمده، همان ضریب مدل ARCH است، همچنین با توجه به t-statistic مشاهده می شود که عدد به دست آمده، بزرگتر از دو و سطح احتمال آن کمتر از یک درصد است؛ بنابراین، ضریب ARCH بر مبنای t قابل قبول و معنی دار است. به بیان دیگر، بر مبنای مدل ARCH واریانس اجزای باقیمانده ما ناهمسان و اجزای اخلال تفاضل قیمت بیت کوین وجود دارد. یافته ها نشان می دهد که اجزای باقیمانده، مربوط به مدل اصلی دارای واریانس ناهمسانی است، و با اطمینان می توان تخمین مدل های خانواده ARCH و GARCH را انجام داد.

### بررسی مدل های گارچ

آزمون دیکی - فولر تعمیم یافته برای بررسی ایستایی متغیرها به کار می رود. نتایج آزمون ایستایی، نشان می دهد که قیمت بیت کوین در سطح، دارای ریشه واحد بوده و با یک مرتبه تفاضل گیری ایستا می شود. بنابراین از تفاضل مرتبه اول لگاریتم قیمت بیت کوین، استفاده شده است.

جدول ۳. نتایج مدل های گارچ تک متغیره

Model	$a_0$	$a_1$	$\beta_0$	$Y_1$	$Y_2$
GARCH Prob	۱۴۸۱۸۲۶ ۰/۰۰۰۰	۰/۶۴۵۰ ۰/۰۰۰۳	۰/۰۲۶۴ ۰/۰۰۴۸	----	----
GJR-GARCH Prob	۰/۵۶۱ ۰/۱۱۳۲	۱/۷۹۴ ۰/۰۰۰۰	۰/۰۳۵۱ ۰/۶۲۳۲	-۰/۷۷۵ ۰/۷۷۶۹	----
TGARCH Prob	۱۹۲۰ ۰/۴۲۴۰	۱/۱۴۴ ۰/۰۰۸۰	۰/۰۰۷۰ ۰/۹۰۸۱	-۱/۱۰۶ ۰/۷۷۶۹	۲/۹۶۹۲ ۰/۰۱۹۰
EGARCH Prob	-۴/۴۴۵ ۰/۰۰۰۰	۳/۹۷۷۶ ۰/۰۰۰۰	۱/۰۶۶۲ ۰/۰۰۰۰	۰/۰۷۱۱ ۰/۸۵۴۹	----
GARCH-M Prob	LOG(GARCH) ۴۵۳۰۴ ۰/۰۰۰۰	۱/۲۵۱۳ ۰/۰۰۰۰	۰/۰۲۴۸ ۰/۰۰۰۰	----	----

مأخذ: یافته های محقق

طبق نتایج جدول ۳، در مدل گارچ متقارن واریانس تغییر احساسات مثبت است و ضریب آن نیز بیانگر میزان تأثیر تغییر در احساسات بر شکل گیری نوسانات در بازار آتی است. بدین معنی که احساسات سرمایه - گذاران بر نوسانات قیمت بیت کوین در بازارهای آتی تأثیرگذار است. همچنین با توجه به اینکه مجموع ضرایب الگوی گارچ کمتر از یک است، بنابراین نیازی به استفاده از الگوی IGARCH نیست. کاتسیامپا در سال ۲۰۱۷ با ارزیابی مدل های گارچ و با استفاده از قیمت های روزانه بیت کوین از ۱۸ جولای ۲۰۱۰ (به عنوان اولین تاریخ موجود) تا اول اکتبر ۲۰۱۶، مدل AR-CGARCH را یک ابزار مناسب برای توضیح نوسانات بازده آتی قیمت بیت کوین معرفی کرد؛ که با نتایج حاصله از این پژوهش، مطابقت ندارد.



در مدل گارچ نامتقارن (GJR) چون ضریب مربوط به جمله نامتقارن  $(-0/77)$  معنی دار نیست؛ لذا این طور برداشت می‌شود، شواهدی وجود دارد که شوک‌های منفی و مثبت، دارای اثرات یکسانی هستند. همچنین در مدل دیگر گارچ نامتقارن (TGARCH) با توجه به خروجی به دست آمده، می‌توان گفت، چون ضریب مربوط به جمله نامتقارن معنی دار نیست  $(-1/10)$ ، شوک‌های منفی و مثبت، دارای اثرات متفاوتی نیستند. به عبارت دیگر، با وجود معنی دار نبودن ضریب هدف، اخبار بد و اخبار خوب، اثرات یکسانی روی قیمت بیت کوین دارد.

این مطالعه، یافته‌های جهانی (۱۳۹۷) را رد می‌کند. جهانی طی تحقیقی که در ارتباط با تأثیر اخبار بر روند شکل‌گیری قیمت بیت کوین انجام داد، بیان داشت که در بین اخباری که راجع به فضای رمزارزها به طور کلی مطرح می‌شود، کامنت‌ها و اتفاقات مثبت، تحلیل‌های مثبت درباره رمزارزها و تصویب هرگونه قانون در حوزه رمزارزها، بیشترین تأثیر را دارند، در حالی که نتایج حاصل از این پژوهش، با استفاده از مدل‌های گارچ نامتقارن، بیانگر آن است که اخبار مثبت و منفی، اثرات یکسانی روی قیمت بیت کوین دارد.

با توجه به معنادار نبودن متغیر هدف  $(0/07)$  در سطح معنی داری ۱۰ درصد در مدل گارچ نمایی (EGARCH)، می‌توان بیان کرد که اثرات اهرمی در تغییرات نرخ بیت کوین وجود ندارد، در نتیجه مدل تخمین زده شده، یک مدل متقارن است. یافته‌های دایبرگ (۲۰۱۵) نیز نشان داد که شوک‌های مثبت و منفی بر بازده بیت کوین و طلا به صورت نامتقارن، تأثیری ندارند. همچنین بیان داشت، هیچ تأثیر اهرمی قابل توجهی نیز وجود ندارد. نتایج حاصل از مطالعه دایبرگ، مطابق با یافته‌های این پژوهش است.

در مدل GARCH-M، متغیر  $\text{LOG}(\text{GARCH})$  بیانگر توازن بازدهی ریسک است. با توجه به اینکه  $\text{LOG}(\text{GARCH})$  معنی دار است، در نتیجه پاداش ریسک، تابعی صعودی از واریانس شرطی عایدی آن دارایی خواهد بود. لذا بین نرخ تغییرات قیمت بیت کوین و ریسک توازن بازدهی وجود دارد. توازن بازدهی ریسک، نشان می‌دهد که افراد برای اینکه تمایل به ریسک داشته باشند، می‌باید در ازای ریسکی که می‌کنند یک پاداش منطقی و قابل قبول دریافت کنند، بدین معنی که عایدی که انتظار دریافت آن را دارند، ارزش ریسکی که می‌کنند را داشته باشد؛ در غیر این صورت، افراد حاضر به ریسکی نیستند که در ازای آن ریسک، عایدی ناچیزی دریافت کنند. با توجه به خروجی الگوی فوق، می‌توان در تحلیل چنین عنوان کرد که ریسک خرید بیت کوین، دارای چنین ارزشی است.

جدول ۴. ارزیابی عملکرد پیش‌بینی مدل‌های گارچ تک‌متغیره

خطای پیش‌بینی	GARCH	EGARCH	TGARCH	GJR-GARCH	GARCH-M	ARCH	Component Arch (1,1)
RMSE	۱۳۸۰/۵۵۱	۱۳۸۰/۵۸۳	۱۳۸۰/۵۶۲	۱۳۸۰/۵۵۵	۱۳۸۰/۵۴۳	۱۳۸۰/۹۶۱	۱۳۸۰/۸۴۴
MAE	۴۵۲/۴۶۹۳	۴۵۲/۶۵۲۰	۴۵۲/۴۸۳۰	۴۵۲/۴۷۳۹	۴۵۲/۴۶۸۰	۴۵۷/۲۶۳۷	۴۵۵/۷۶۹۰
Theil-IC	۰/۹۹۹۸۸۹	۰/۹۹۹۶۱۳	۰/۹۹۹۸۵۳	۰/۹۹۹۶۶۷	۰/۹۷۸۲۵۷	۰/۹۹۱۴۸۸	۰/۹۹۳۷۶۴

مأخذ: یافته‌های محقق

با توجه به نتایج جدول ۴، مدلی که دارای کمترین خطای پیش‌بینی باشد، بهترین مدل است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مدل GARCH-M بر اساس معیارهای  $RMSE^3$ ،  $MAE^1$ ،  $Theil-IC^2$  در جدول ۴، دارای قدرت پیش‌بینی بالاتری است؛ یعنی اینکه مدل GARCH-M ریسک نقد شوندگی شاخص قیمت بیت‌کوین را با خطای کمتری پیش‌بینی می‌کند. این امر نشان می‌دهد که اگر ریسک نقدشوندگی شاخص قیمت بیت‌کوین، با استفاده از مدل GARCH-M مدل‌سازی شود، میزان نزدیکی متغیر پیش‌بینی شده یعنی ریسک نقدینگی با مقدار واقعی‌اش بیشتر می‌شود. مقایسه یافته این قسمت با سایر مطالعات، بیانگر آن است که مدل RGARCH چنگ و همکاران (۲۰۲۰) و مدل CMTGARCH بوویور و سلمی (۲۰۱۶) دارای عملکرد پیش‌بینی برتر بوده‌اند.

### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

بیت‌کوین متفاوت از سایر دارایی‌های بازار مالی است و در نتیجه، از لحاظ مدیریت ریسک، بررسی پورتفوی و بررسی تمایلات مصرف‌کننده، فرصت‌های جدیدی را در اختیار ذی‌نفعان قرار می‌دهد و می‌تواند ابزار کارایی برای مدیریت ریسک و پورتفوی باشد. با جهانی شدن ارزهای دیجیتالی و پدید آمدن بازارهای جدید، همچنین بعد از وقوع بحران مالی سال ۲۰۰۷ میلادی، سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر و سیاست‌گذاران با توجه به اینکه بازارهای ارز دیجیتال در مقابله با شوک‌های شدید مالی کمتر آسیب دیده‌اند بر آن شدند تا با بررسی این بازارها جهت سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی جهت رساندن سرمایه به حداکثر بازدهی باشند و از ضررهای احتمالی جلوگیری نمایند. بیت‌کوین به‌عنوان یک ارز دیجیتالی، بیشترین معاملات ارزهای دیجیتالی را به خود اختصاص داده است. همچنین با توجه به اینکه بیت‌کوین بیشتر برای اهداف سرمایه‌گذاری به کار می‌رود، بررسی نوسانات آن از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است که این نتایج می‌تواند به سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران مربوط کمک کند تا تصمیمات آگاهانه‌تری اتخاذ کنند. این مقاله، به بررسی توانایی چند مدل نوع GARCH در توضیح نوسانات قیمت بیت‌کوین پرداخته است. نتایج مدل گارچ متقارن، نشان داد که احساسات سرمایه‌گذاران بر نوسانات قیمت بیت‌کوین در بازارهای آتی تأثیر گذار است. همچنین برآورد مدل‌های گارچ نامتقارن TGARCH و GJR-GARCH نشان دهنده تقارن مدل‌ها است؛ بدین معنی که اخبار بد و خوب، اثراتی یکسان روی قیمت بیت‌کوین دارد. در بررسی مدل دیگر گارچ تک متغیره EGARCH، نتایج بیانگر آن است که اثرات اهمی در تغییرات نرخ بیت‌کوین وجود ندارد و مدل تخمین زده شده، یک مدل متقارن است. نتایج به‌دست آمده از مدل GARCH-M نیز نشان می‌دهد پاداش ریسک، تابعی صعودی از واریانس شرطی عایدی آن دارایی خواهد بود. لذا بین نرخ تغییرات قیمت بیت‌کوین و ریسک، توازن بازدهی وجود دارد.

1. Mean Absolute Error
2. Theil Inequality Coefficient
3. Root Mean Square Error

همچنین در بررسی ارزیابی عملکرد پیش‌بینی، شواهد نشان می‌دهد که مدل GARCH-M، ریسک نقدشوندگی شاخص قیمت بیت کوین را با خطای کمتری نسبت به سایر مدل‌های گارچ تک‌متغیره، پیش‌بینی می‌کند، و بیانگر آن است که این مدل، ریسک نقدشوندگی را نسبت با مقدار واقعی، با مقدار خطای کمتری پیش‌بینی می‌کند.

با توجه به اینکه ارزش‌های دیجیتالی در برابر نوسانات مالی مقاوم‌تر هستند و ریسک در این بازارها کمتر از بازارهای مالی است، پیشنهاد می‌شود با تجزیه و تحلیل نوسانات شاخص قیمت بیت کوین، پیش‌بینی بهتری از آینده آن داشت و سرمایه‌گذاری با حداقل ریسک در این بازار را برنامه‌ریزی کرد.

### ملاحظات اخلاقی

حامی مالی: مقاله حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان: تمام نویسندگان در آماده‌سازی مقاله مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع: بنا بر اظهار نویسندگان در این مقاله هیچگونه تعارض منافی وجود ندارد.

تعهد کپی‌رایت: طبق تعهد نویسندگان حق کپی‌رایت رعایت شده است.



## منابع

تک روستا، علی؛ مروت، حبیب و تک روستا، حسین. (۱۳۹۰). مدل سازی نوسانات بازدهی روزانه سهام در بورس اوراق بهادار تهران. *دو فصلنامه اقتصاد پولی و مالی*، ۱۸(۲): ۸۴-۶۱.

جهانی، علی. (۱۳۹۷). بررسی تأثیر اخبار بر روند شکل گیری قیمت بیت کوین. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه مدیریت کسب و کار، دانشکده مدیریت و اقتصاد، تهران: دانشگاه صنعتی شریف.

محمدی، شاپور و راعی، رضا و فیض آباد، آرش. (۱۳۸۷). محاسبه ارزش در معرض ریسک پارامتریک با استفاده از مدل های ناهمسانی واریانس شرطی در بورس اوراق بهادار تهران. *نشریه تحقیقات مالی*، ۱۰(۲۵): ۱۲۴-۱۰۹.

ناطق الاسلام، سید مصطفی و فرزانه جم، احمد رضا. (۱۳۹۶). همه چیز درباره بیتکوین. انتشارات ماهنامه شبکه.

## References

- Berument, H., & Dincer, N. N. (2005). Inflation and inflation uncertainty in the G-7 countries. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 348, 371-379.
- Bouoiyour, J., & Selmi, R. (2015). Bitcoin price: Is it really that new round of volatility can be on way? *Munich Pers. RePEc Arch.* 6558 (August).
- Bouoiyour, J., & Selmi, R. (2016). Bitcoin: A beginning of a new phase. *Economics Bulletin*, 36(3), 1430-1440.
- Breusch, T. S. (1978). Testing for autocorrelation in dynamic linear models. *Australian economic papers*, 17(31), 334-355.
- Cermak, V. (2017). Can bitcoin become a viable alternative to fiat currencies? An empirical analysis of bitcoin's volatility based on a GARCH model. *An Empirical Analysis of Bitcoin's Volatility Based on a GARCH Model (May 2, 2017)*.
- Cheng H, J., Liu, H. C., & Yang, J. J. (2020). Improving the realized GARCH's volatility forecast for Bitcoin with jump-robust estimators. *The North American Journal of Economics and Finance*, 52, 101165.
- Dyhrberg, A. H. (2015). Bitcoin, gold and the dollar-A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85-92.
- Gelosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The journal of finance*, 48(5), 1779-1801.
- Godfrey, L. G. (1978). Testing against general autoregressive and moving average error models when the regressors include lagged dependent variables. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1293-1301.
- Hefner, F., Rombast, B., (2004). Empirical analysis of GARCH models in value at risk estimation. *International Financial Markets, Institutions and money*, 16, 180-19.
- Jahani, A. (2018). Investigating the impact of news on the formation of Bitcoin prices. Master Thesis, Business Management Group, Faculty of Management and Economics, Sharif University of Technology, Tehran (In Persian).
- Katsiampa, P. (2017). Volatility estimation for Bitcoin: A comparison of GARCH models. *Economics Letters*, 158, 3-6.

Mohammadi, Sh., Raei, R., & Faizabad, A. (2008). Calculation of value at parametric risk using conditional variance heterogeneity models in Tehran Stock Exchange, *Journal of Financial Research*, 10 (25), 109-124 (In Persian).

Nategh al-salam, S. M., & Farzan Jam, A., (2017). Everything about Bitcoin. Mahnameh Shabakeh Publications, Tehran. (In Persian).

Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroscedasticity in asset returns: a new approach. *Econometrica*, 59, 347-370.

Papadamou, S. P., Fassas, A., & Koulis, A. (2019). Price discovery in bitcoin futures. *Research in International Business and Finance*, 52, 101116.

Papangelou, S., & Papadaki, S. (2020). Digital Currencies: A Multivariate GARCH Approach. In *Mathematical Research for Blockchain Economy* (pp. 61-75). Springer, Cham.

Tak Roosta, A., Morovat, H., & Tak Roosta, H. (2011). Modeling the fluctuations of daily stock returns on the Tehran Stock Exchange. *Bi-Quarterly Journal of Monetary and Financial Economics*, 18(2), 61-84 (In Persian).

Tong, M., Wu, Sh., Yang, Zh, & Derbali, A. (2020). Does gold or Bitcoin hedge economic policy uncertainty? *Finance Research Letters*, 31, 171-178.

Zakoian, J. M. (1994). Threshold heteroskedastic models. *Journal of Economic Dynamics and control*, 18(5), 931-955.

#### COPYRIGHTS



©2022 Alzahra University, Tehran, Iran. This license allows others to download the works and share them with others as long as they credit them, but they can't change them in any way or use them commercially.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی