مطالعات و سیاست‌های
اقتصادی
دو فصلنامهٔ مطالعات و سیاست‌های اقتصادی
دوره دهم، شمارهٔ یک، بهار و تابستان ۱۴۰۲
شمارهٔ پیاپی ۱۹، صص ۱۲۵-۱۵۲
مقالهٔ پژوهشی

Economic SP
The Journal of Economic Studies and Policies
Semi-annual, Vol. 10, No. 1, Spring & Summer 2023
Issue 19, pp. 125-152
Original Article

بررسی همبستگی شرطی پویا و رابطه علیت میان قیمت رمزارزها با تأکید بر نقش سازوکار خلق و اجماع در آنها

محمدکاظم صادقیان*
کاظم یاوری**
عباس علوی راد***

DOI: 10.22096/esp.2023.522219.1461

[تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۱ ـ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۸]

چکیده

ورود رمزارزها به بازار سرمایه و افزایش روزافزون قیمت آنها، تحول بنیادی در مبادلات بین‌المللی ارزی و پولی جهان به وجود آورده است. مطالعه حاضر با استفاده از داده سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۱ به بررسی رابطه علیت و همبستگی شرطی پویا میان متغیر قیمت نه رمزارز با سازوکار خلق متفاوت پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد رمزارزهای بیت‌کوین، لایت‌کوین و اتریوم که دارای سازوکار خلق اثبات کار هستند، رابطه همبستگی شرطی پویا در کوتاه‌مدت و بلندمدت دارند. از سوی دیگر ضریب همبستگی پویای شرطی رمزارزهای ریپل، نانو و مونرو که دارای سازوکار خلق اثبات سهام هستند و رمزارزهای ای او اس، ترون و استلار که دارای سازوکارهای اجماع جدید می‌باشند در کوتاه‌مدت معنی‌دار نیستند، ولی در بلندمدت از نظر آماری معناداری آنها به اثبات می‌رسد؛ همچنین بر اساس نتایج، میان قیمت رمزارزهای بیت‌کوین، اتریوم، لایت‌کوین و مونرو یک رابطه علیت گرنجری دوطرفه وجود دارد، ولی در میان قیمت رمزارزهای ترون، استلار، نانو و ریپل که سازوکار اجماع جدیدتری نسبت به سایر رمزارزها دارند، عمدتاً رابطه علیت گرنجری یک‌طرفه وجود دارد.

واژگان کلیدی: رمزارز؛ بیت‌کوین؛ اجماع؛ همبستگی شرطی پویا؛ علیت گرنجری.
طبقه‌بندی موضوعی: c10, C32, e49, e42, f50.

* دانشجوی دکتری اقتصاد، واحد ابرکوه، دانشگاه آزاد اسلامی،ابرکوه، ایران. Email: mksad2014@gmail.com
** استاد اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران. «نویسنده مسئول»
Email: kyavari@yazd.ac.ir
*** دانشیار گروه اقتصاد، واحد ابرکوه، دانشگاه آزاد اسلامی،ابرکوه، ایران. Email: alavi_rad@abarkouhiau.ac.ir

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر افزایش چشمگیر قیمت رمزارزها از جمله بیت‌کوین، توجه بسیاری را در سطح بین‌الملل به خود جلب کرده است. نوسانات زیاد قیمت رمزارزها، نفوذ در بازارهای پولی و مالی بین‌المللی و تمایل روزافزون افراد به مبادله این نوع ارز در فاصله سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۰ نیاز به بررسی ماهیت این پدیده را بیش‌ازپیش روشن نموده است. هرچند ویژگی‌های مشترکی میان پول حقیقی با پول مجازی از جمله ذخیره ارزش و قابلیت سنجش وجود دارد، ولی ویژگی‌هایی چون سرعت بالای انتقال، عدم نیاز به وجود بانک‌های فیزیکی و کارمزدهای پایین در نقل و انتقالات، استفاده از تکنولوژی رمزنگاری در تولید و مبادله، عدم نیاز به بانک مرکزی برای خلق و نیاز به توافق برای تبدیل شدن به یک واحد پولی، رمزارزها را مورد توجه جامعه قرار داده است. این مقاله پس از دسته‌بندی انواع پول و بررسی فلسفه و ماهیت آنها، به دنبال بررسی رابطه همبستگی و رابطه علیت میان قیمت رمزارزها با سازوکارهای خلق متفاوت است. اکنون با توجه به سازوکار خلق متفاوت رمزارزها این سؤال مطرح می‌شود که آیا رمزارزها با سازوکارهای خلق مشابه، دارای رابطه علیت و رابطه همبستگی معناداری با یکدیگر می‌باشند؟ برای رسیدن به این هدف، در بخش مبانی نظری پژوهش بعد از مطالعه ویژگی پول‌های حقیقی و مجازی به تعریف سازوکار اجماع، به منزله یک پدیده اثرگذار در اعتبار رمزارزها پرداخته می‌شود. در قسمت سوم، مطالعات پیشین مربوط به همبستگی میان رمزارزها آورده شده و در قسمت بعدی با معرفی داده‌ها، مدل تحقیق توضیح داده شده است. در قسمت پایانی نتیجه‌گیری کلی ارائه شده است.

۲-مبانی نظری پژوهش

۲-۱-فلسفه و ماهیت پول

از نظر زیمل،[1] پول به تنهایی ارزش ندارد، بلکه ابزاری مهم برای خلق پیوند اجتماعی میان مردم است.[2] از نظر وی پول به مثابه یک پدیده اجتماعی، ارزش‌های ذهنی انسان را به عینیت تبدیل می‌کند. نظریات در خصوص ماهیت پول به گروه‌های پول کالایی، پول اعتباری، نظریه قدرت خرید و نظریه ارزش اسمی تقسیم‌بندی می‌شوند.[3] دو دیدگاه عمده در مورد ماهیت پول‌های حقیقی وجود دارد. در تفکر متالیزم‌ها (Metalism)، پول در قالب یک کالا، مشابه سایر کالاهای دیگر معرفی شده

1. Simmel, 1900.

2. Deflem, Mathieu, "The Sociology of Sociology of Money: Simmel and the Contemporary Battle of the Classics," *Journal of Classical Sociology* 3, no. 1. (2003): 67-96. https://doi.org/10.1177/1468795X03003001695

۳. محمد اسماعیل توسلی، «تحلیل ماهیت پول»، اقتصاد اسلامی ۱۲، شماره ۴۸ (دی ۱۳۹۱): ۱۰۷-۱۳۰.

است که در گذر زمان به ابزاری برای مبادله تبدیل شده و دیگر چارتالیست‌ها (Chartalism) که در نظریات آنها، ماهیت پول به مثابه یک رابطه اجتماعی و بر اساس فرآیند مطالبه و بستانکاری یا بدهی و اعتبار تعریف می‌شود.[۴] پول کالایی دارای ارزش ذاتی است که از هزینه می‌آید، ولی ارزش پول اعتباری، از اعتماد اجتماعی ناشی می‌شود.[۵] انسان‌های اجتماعی، در یک کنش و توافق و در گذر زمان، پول فیات (Fiat) را جایگزین پول کالایی نموده‌اند.[۶] ماهیت پول از نگاه کلاسیک‌ها تنها به منزله وسیله مبادله تعریف شده است.[۷] از نگاه کینز (Keynes)، پول از یک رابطه اجتماعی نشئت می‌گیرد.[۸] از نگاه مکتب کمبریج ماهیت پول ابزار مبادله معرفی شده است.[۹] نئوکلاسیک‌ها، ماهیت پول را کارکردی از ذخیره ارزش می‌دانند.[۱۰] یکی از مؤلفه‌های مهم ماهیت پول حقیقی، پذیرش آن توسط سطح وسیعی از جامعه است.[۱۱] همچنین تغییر شکل پول‌ها عمدتاً به دلیل معایب آنها بوده است. سیر تاریخی روند خلق پول‌های حقیقی به دوره مبادلات کالایی و تهاتری، دوره پول کالا، دوره پول فلزی، دوره پول‌های تبدیل‌ناپذیر، دوره پول‌های کاغذی و فیات و نهایتاً پول‌های الکترونیکی باز می‌گردد. در جدول شماره ۱ برخی از مزایا و معایب انواع پول، ارائه شده است.

جدول (۱). دسته‌بندی انواع پول

انواع پول	تعریف	مزایا	معایب
کالاهای مبادله تهاتری	هر کالایی با کالای دیگر مبادله می‌شود	شروع مبادلات توسط بشر شکل‌دهی بازار و خلق ارزش کالایی	نبود معیار سنجش ارزش کالاها مساوی نبودن کالاهای مورد معامله
پول کالا	کالای مورد پذیرش عامه مردم در مبادله	ایجاد ابزار مقایسه در زمان نبود پول مقیاس‌پذیری نسبی کالاها سهولت در مبادله	عدم تقسیم‌پذیری سختی انتقال کالا عدم تطابق خواسته طرفین معامله

4. Rochon, Louis-Philippe, & Sergio Rossi, "Endogenous money: the evolutionary versus revolutionary views," *Rev. Keynes. Econ* 1, no. 2 (2013): 210–229. https://doi.org/10.4337/roke.2013.02.04

۵. محمدهادی زاهدی وفا و عادل پیغامی، «پول و زمان در نظریه توزیع اقتصاد اسلامی»، دوفصلنامه مطالعات اقتصاد اسلامی ۲، شماره ۱، شمارهٔ پیاپی ۳ (پاییز و زمستان ۱۳۸۸): ۵-۳۷.

6. Thornton, Daniel L, "Money in a Theory of Exchange." *Review. Federal Reserve Bank of St. Louis*. (February 2000): 35–62. https://doi.org/10.20955/r.82.35-62

۷. احمدعلی یوسفی، «ماهیت پول و راهبردهای فقهی و اقتصادی آن»، پژوهشگاه فرهنگ و اندیشه اسلامی ۲۹، شماره ۴ (۱۳۷۷): ۱۴۸-۱۵۰.

۸. محمد اسماعیل توسلی، «تحلیل ماهیت پول»، ۱۰۷-۱۳۰.

۹. تیمور رحمانی، اقتصاد کلان، چاپ هشتم، جلد دوم (تهران: انتشارات برادران، ۱۳۸۵)، ۲۰۹.

۱۰. علی حسن‌زاده و احمد مجتهد، «ماهیت و کارکرد پول اصل محوری در جبران کاهش ارزش پول مقایسه اقتصادهای متعارف و اسلامی»، فصلنامه تازه‌های اقتصاد ۷، شماره ۱۲۵ (۱۳۹۲): ۵۷-۶۷. https://civilica.com/doc/244803

11. Nyman, Charlott, "The social nature of money: Meanings of Money in Swedish Families," *Women's Studies International Forum* 26, no. 1 (January–February 2003): 79-94. https://doi.org/10.1016/S0277-5395(02)00357-6

پول فلزی	فلزی از ترکیب فلزات گران‌بها و با قدرت ضرب توسط حکومت‌ها	وجود مقیاس اندازه‌گیری ذخیره ارزش واقعی دوام بالای فلزات	بالابودن وزن سکه در مبادلات سایش فلز و کاهش ارزش تقلب در ترکیب فلزات
پول غیر قابل تبدیل	حواله‌های اعتباری صادره از حکومت‌ها	وجود نهاد تضمین‌کننده سهولت مبادله در حین مبادله	امکان جعل امکان سرقت بالا نیاز به محاسبه ارزش در لحظه معامله نیاز به ابزار برای سنجش اصل‌بودن
پول فیات	پول‌های اعتباری خلق‌شده توسط بانک‌های مرکزی	مقیاس‌پذیری کامل وزن پایین و سهولت در انتقال	فرسوده‌شدن در گذر زمان احتمال جعل هزینه بالای چاپ
پول الکترونیکی	ارزش پول حقیقی ذخیره‌شده در یک ابزار الکترونیکی	سهولت مقیاس‌پذیری و محاسبات	عدم توانایی بانک در کشف پرداخت مجدد (نبود سریال منحصر به فرد برای یک واحد پول الکترونیکی) محدودیت تقسیم شدن پول به واحدهای بسیار کوچک هزینه بالای تبدیل به سایر پول‌ها
پول مجازی	پول ایجادشده توسط نهادهای غیر دولتی	هزینه پایین تبدیل امنیت بسیار بالا در مبادله و نگه‌داری هزینه بسیار پایین مبادله	عدم امکان برگشت‌پذیری (بعد از انتقال پول) ریسک بالای سرمایه‌گذاری عدم ضمانت دولت در اعتباردهی وابسته‌بودن به پذیرش اولیه کاربران شبکه عدم پیش‌بینی پذیری میزان تزریق نقدینگی توسط خلق‌کننده

منبع: یافته‌های محقق

۲-۲-پول مجازی و رمزارزها

تاریخچه پول‌های مجازی، به تفکرات هایک (Hayek) در خصوص غیردولتی‌کردن پول در سال ۱۹۷۶ باز می‌گردد. این نوع پول از سوی نهاد خصوصی شکل گرفته و بر اساس دستورالعمل‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مفهوم خلق پول خصوصی می‌تواند کارکرد پول را حتی بدون نهاد رسمی پول توضیح دهد.[۱۲] در جوامع امروزی، ویژگی پول‌های غیردولتی، با پولی که دولت از آن پشتیبانی می‌کند، متفاوت است، ولی کارکرد مشابهی با پول حقیقی دارد.[۱۳] در پول خصوصی، فرآیند خلق و نظارت بر آن از سوی یک نهاد غیردولتی انجام می‌پذیرد. چام و برندز

22. Hayek, Friedrich, "Denationalisation of Money," *Institute of Economic Affairs, Hobart Paper Special,* (1976): 38-40.

33. Bigoni Maria, Gabriele Camera, & Marco Casari, "Money is more than memory," *Journal of Monetary Economics* 110 (April 2020): 99-115. https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2019.01.002

(Chaum & Brands) در سال ۱۹۸۳ ایده اولیه پول مجازی را مطرح نمودند.[۱۴] تاریخچه ارزهای دیجیتالی به سال ۱۹۹۰ به بعد در زمینه پول‌های الکترونیکی غیرقابل ردیابی (Untraceable Electronic Cash) باز می‌گردد. در سال ۱۹۹۸ دای (Dai) از اولین کسانی بود که پروتکل رمزنگاری شده با هدف تسهیل امور مالی در فضای مجازی را پیشنهاد داد.[۱۵] می‌توان رمزارزها را زیر مجموعه ارزهای دیجیتالی در نظر گرفت که در یک شبکه همتا به همتا (Peer-to-peer)، ارزش از یک کاربر به کاربر دیگر منتقل می‌شود و تنها اطلاعات مورد نیاز باقی می‌ماند و کاربر اول دیگر نمی‌تواند از آن اعتبار مصرفی دوباره استفاده کند.[۱۶] رمزارزها عمدتاً دارای فرآیندهایی برای ایجاد اعتبار، دستورالعمل‌هایی برای نقل و انتقال، الگوریتم‌هایی برای تأیید اعتبار و یک سیستم پاداش، برای تأییدکنندگان فرآیندهای مالی می‌باشند. کاربرانی به نام استخراج‌کننده (Miner) از طریق پردازشگرهای الکترونیکی و با ایجاد یک سلسله کدهای دیجیتالی، زمینه اعتبار و انتقال آن را ایجاد و در مقابل خدمت انجام‌شده، اعتباری به دست می‌آورند. این افزایش اعتبار، مبتنی بر پذیرش اعضای شبکه شکل گرفته است. در رمزارزها تأیید نقل و انتقال اعتبار، توسط کاربران موجود در شبکه آن رمزارز انجام‌شده و نهاد دیگری آن اعتبار را تأیید نمی‌کند. تراکنش‌ها با پذیرش و توافق اکثریت کاربران، معتبر شده است.[۱۷] این پذیرش و تأیید اکثریت، توسط الگوریتم‌های خاصی انجام می‌شود که مجموعه فرآیند پذیرش و تأیید اعتبار، به اجماع معروف شده است. ویژگی اجماع (Consensus) یکی از تفاوت‌های پول رمزنگاری‌شده با پول حقیقی است، به نحوی که در پول حقیقی، تمرکز، عنصر اساسی است. در صورتی که در رمزارزها تمرکز با ماهیت آن در تناقض است. رمزارزها با پروتکل‌های اجماع، اساسی‌ترین رویه را در توزیع داده‌ها به جای تمرکز آنها در یک پایگاه داده به کار می‌برند.

از مهم‌ترین چالش‌های پول‌های مجازی می‌توان به خلق شدن توسط بنیادهای غیر دولتی، وابسته‌بودن به پذیرش اولیه کاربران آن شبکه پولی، بالابودن ریسک خرید و مبادله آنها اشاره نمود؛[۱۸] همچنین مهم‌ترین ویژگی رمزارزها به مثابه یکی از گروه‌های اصلی پول مجازی می‌توان

---

۱۴. محمدمهدی سلیمانی پور، حامد سلطانی نژاد و مهدی پورمطهر، «بررسی فقهی پول مجازی»، تحقیقات مالی اسلامی ۶، شماره ۲، پیاپی ۱۲ (بهار و تابستان ۱۳۹۶): ۱۶۷-۱۹۲.

۱۵. رضا میرزا خانی و حسینعلی سعدی، «بیت کوین و ماهیت مالی و فقهی پول مجازی»، دوفصلنامه جستارهای اقتصادی ایران، سال ۱۵، شماره ۳۰ (پاییز و زمستان ۱۳۹۷): ۷۱-۹۲.

66. Evans Charles W, "Bitcoin in Islamic Banking and Finance," *Journal of Islamic Banking and Finance* 3, no. 1, 1-11, ISSN 2374-2666 (Print) (June 2015): 2374-2658.

۱۷. رضا کابلی نوش آبادی، «بیت کوین: همه چیز از هیچ»، کنفرانس جبر محاسباتی، نظریه محاسباتی اعداد و کاربردها ۱ (۱۳۹۳): ۸۰-۷۱.

۱۸. رضا یساقی و علی استاجی، «نقش پیدایش پول‌های دیجیتال و مجازی در کاهش وابستگی به دلار در ایران»، کنگره پیشگامان پیشرفت ۱۰، (۱۳۹۵): ۲۳۷۰-۲۳۷۷.

به خلق رمزنگاری آنها، دارا بودن سازوکار اجماع، وجود هویت دیجیتالی با اجزای اصلی از جمله امضای دیجیتالی، برچسب زمانی و میزان ارزش سکه‌های قابل معامله اشاره نمود. البته ویژگی‌های فنی آنها از جمله فعالیت در بستر بلاک‌چین، استفاده از نرم‌افزارهای متن باز، سیستم‌های مالی و دفاتر کل غیر متمرکز نیز این پدیده را کاملاً از شکل پول‌های حقیقی متفاوت نموده است. در جدول شماره ۲ با دسته‌بندی رمزارزها، ضمن توضیح مشکلات آنها، ویژگی و مزایای آنها ارائه شده است.

جدول (۲). دسته‌بندی رمزارزها بر اساس سال خلق و ویژگی‌ها

سازوکار اجماع	مشکلات و چالش‌ها	ویژگی‌ها و مزایا
اثبات کار ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳ (نسل اول)	مصرف انرژی بالا برای استخراج مجهول‌بودن طراح اولیه احتمال حک و سرقت از سکه‌های موجود بالابودن کارمزدهای انتقال (نسبت به سایر رمزارزها) صرف زمان زیاد برای محاسبات	عدم دخالت افراد در مدیریت عرضه سکه‌ها نداشتن دامنه تغییرات قیمت پشتوانه‌های نظری و نرم‌افزاری قوی‌تر نسبت به سایر رمزارزها
اثبات سهام یا رأی‌گیری برای یک موضوع ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۸ (نسل دوم)	امکان عرضه نامحدود مقیاس‌پذیری (تعداد تراکنش‌های پایین در کسر ثانیه) توسعه مداوم و عدم قطعیت در نرم‌افزار اولیه	پشتیبانی از نرم‌افزارهای امور مالی غیر متمرکز پایین بودن هزینه محاسبات تراکنش‌ها پایین‌بودن کارمزدهای انتقال پشتیبانی و حمایت سایر رمزارزها برای خلق و ایجاد صرف زمان بسیار پایین در محاسبات
روش‌های جدید اجماع ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۱ (نسل سوم)	نیاز به زمان بیشتر برای معرفی بازارهای محدود مالی مشکلات فنی و نیاز به به‌روزرسانی متعدد مشکلات امنیتی در مبادله با سایر رمزارزهای سنتی	افزایش سرعت محاسبات تراکنش‌ها افزایش تعداد محاسبات در کسری از ثانیه (مقیاس‌پذیری بالاتر نسبت به رمزارزهای قدیمی‌تر) دارای پشتوانه‌های علمی در اجرا و راه‌اندازی ارائه بستر ایجاد قراردادهای هوشمند هزینه تراکنش‌های بسیار پایین

منبع: یافته‌های محقق

با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد رمزارزها، این موضوع نشان داده می‌شود که عامل اجماع در رمزارزها یک عامل منحصر به فرد نسبت به سایر پول‌های حقیقی و مجازی بوده و این عامل در ارزش‌آفرینی و پذیرش افراد برای مشارکت در مبادله آنها بسیار بااهمیت بوده است. سازوکار اجماع عمدتاً به دنبال رفع مشکلات نسل‌های قبلی رمزارزها یا پول الکترونیکی بوده است. برای بررسی دقیق‌تر موضوع فرآیند اجماع در رمزارزها توضیح داده می‌شود. همچنین در پایان به این

موضوع پرداخته خواهد شد که آیا رمزارزهایی که از سازوکارهای خلق مشابه استفاده می‌کنند، دارای همبستگی معناداری با یکدیگر می‌باشند یا خیر؟

۲-۳-اجماع

اجماع، همان توافق مشترک میان استفاده‌کنندگان یک پدیده است. اجماع، فرآیندی تعاملی است که در آن تصمیم‌گیرندگان به یک توافق نظر می‌رسند[۱۹] و هدف آن رسیدن به پایداری و اعتماد در مجموعه اعضای یک شبکه است.[۲۰] اجماع، به پذیرش اجتماعی نیز تعبیر می‌شود. در رمزارزها، الگوریتم‌ها با ایجاد یک فرآیند اعتباردهی میان اعضای شبکه، سبب ایجاد توافق و اجماع در آنها شده‌اند.[۲۱] یکی از ارکان تمامی سیستم‌های مبتنی بر بلاک‌چین (Blockchain)، الگوریتم‌های اجماع‌ساز است.[۲۲] برای شناخت سازوکار اجماع در رمزارزها، ابتدا باید به تکنولوژی بلاک‌چین اشاره کرد. بلاک‌چین به یک زنجیره از بلوک‌ها گفته می‌شود که هر کدام، مجموعه‌ای از اطلاعات را در خود ذخیره نموده است. بلاک‌چین از دو مفهوم اساسی یعنی شبکه همتا به همتا[۲۳] و پایگاه داده توزیع‌شده[۲۴] تشکیل شده است[۲۵]. از جمله فعالیت‌های ایجاد هویت دیجیتالی[۲۶]، ذخیره داده‌های رجیستری (Registry) و ایجاد داده‌های غیرقابل تغییر سبب به معتبرشدن بلاک‌ها شده است. اطلاعات در بلاک‌چین، از طریق توابع ریاضی پیچیده خاصی به نام تابع هش (Hash Function) به بلوک بعدی مرتبط می‌شود و مهم‌ترین اقدام را برای به دست آوردن اجماع ایجاد می‌کند.[۲۷]

---

99. Kacprzyk, Janusz, & Mario Fedrizzi, "A 'soft' measure of consensus in the setting of partial (fuzzy) preferences," *European Journal of Operational Research* 34 (1988): 316–325. https://doi.org/10.1016/0377-2217(88)90152-X

00. Yu, Bin, Joseph Liu, Surya Nepal, Jiangshan Yu, & Paul Rimba, "Proof-of-QoS: QoS Based Blockchain Consensus Protocol," *Computers & Security* 87 (November 2019): 101580.

۲۱. محمد شهبازی، سعید کاظم پوریان و محمدرضا تقوا، «بررسی کاربردی الگوریتم‌های اجماع استفاده شده در شبکه‌های بلاک چین»، سیاست‌نامه علم و فناوری ۱۰، شماره ۳ (۱۳۹۹): ۳۵-۵۴.

22. Feng, Jingyu, Xinyu Zhao, Kexuan Chen, Feng Zhao, & Guanghua Zhang, "Towards random-honest miners' selection and multi-blocks creation: Proof-of-negotiation consensus mechanism in blockchain networks," *Future Generation Computer Systems* 105 (April 2020): 248-258. https://doi.org/10.1016/j.future.2019.11.026

۲۳. گونه‌ای از معماری شبکه‌های رایانه‌ای که اجزای شبکه با یکدیگر ارتباط دوطرفه دارند.

۲٤. پایگاه داده‌ای که داده‌ها در یک مکان فیزیکی خاصی ذخیره نشده و در مکان‌های مختلفی از جمله رایانه اعضای شبکه، ذخیره می‌شود.

55. Oliveira, Marcela T. de, Lucio H.A. Reis, Dianne S.V. Medeiros, Ricardo C. Carrano, Sılvia D. Olabarriaga, & Diogo M.F. Mattos, "Blockchain reputation-based consensus: A scalable and resilient mechanism for distributed mistrusting applications," *Computer Networks* 179, (June 2020): 107367.

۲٦. نشان‌دهنده ویژگی‌های منحصربه‌فرد هر کاربر در محیط اینترنت است.

77. Lafourcade, Pascal, & MariusLombard-Platet, "About blockchain interoperability," *Information Processing Letters* 161, (September 2020): 105976. https://doi.org/10.1016/j.ipl.2020.105976

هش همان فرمول و الگوریتم ریاضی بسیار پیچیده است که انواع داده‌ها از جمله حروف یا عدد را به یک رشته ثابت عددی تبدیل می‌کند.[۲۸] این هش همان تابع درهم‌ساز نیز نامیده می‌شود که داده‌های ورودی را به یک فرمت غیر قابل شناسایی تبدیل می‌کند.[۲۹] سازوکار اجماع بیت‌کوین از این تابع برای خلق خود استفاده می‌کند و در مقابل حل مسائل، درصدی کارمزد به استخراج‌کننده تعلق می‌گیرد.

در رمزارزها، تابع هش به‌صورت یک تابع رمزنگاری است و با مجموعه‌ای از عملیات ریاضی صحت داده‌ها سنجیده می‌شود. عمده‌ترین الگوریتم‌های اجماع ساز شامل الگوریتم طراحی‌شده برای اثبات (کار، سهام یا یک موضوع)، الگوریتم طراحی‌شده برای رأی‌گیری و الگوریتم گراف جهت‌دار بدون دور (Directed Acyclic Graph) می‌باشند که هر یک دارای ویژگی‌هایی بوده و گروهی از رمزارزها از آنها تبعیت می‌کنند.[۳۰] یکی از وجوه تمایز رمزارزها با پول حقیقی، وجود اجماع است. همچنین شرایط فنی و الگوریتمی نیز منجر به اجماع می‌شود و کاربران را به ازای دریافت پاداش، تشویق یا مجبور به ایجاد اجماع می‌کند که در این فرآیند اجماع، رمزارزها ارزشمند می‌شوند. فرآیند اجماع، نوعی فرآیند تعاملی میان تصمیم‌گیرندگان یک موضوع است.[۳۱] در این فرآیند، رضایت تعداد زیادی از تصمیم‌گیرندگان با استفاده از الگوریتم‌هایی باید جلب شود.[۳۲] همچنین اجماع می‌تواند به صورت درصدی از اعتماد که در فرآیند تصمیم‌گیری به وجود می‌آید توضیح داده شود.[۳۳] ملاحظات و نقش‌های متعددی برای اجماع در الگوریتم رمزارزها تعریف شده است که یکی از مهم‌ترین آنها، اقداماتی برای جلوگیری از دوبار خرج کردن (Double Spending) یک رمزارز است.[۳۴] می‌توان گفت اجماع از طریق توافقات میان

88. Bhaskar, Nirupama Devi, & David LEE Kuo Chuen, *Handbook of Digital Currency Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data* (2015): 45-65.

۲۹. برای مثال هش MD5، عدد صفر را به‌صورت رشته عددی متنی 8743b52063cd84097a65d1633f5c74f5 تبدیل می‌کند که توسط یک الگوریتم خاص به وجود آمده است.

۳۰. جمیله بحری و حمیدرضا شایق بروجنی، «مروری بر الگوریتم‌های اجماع در بلاکچین»، نشریه منادی امنیت فضای تولید و تبادل اطلاعات (افتا) ۸، شماره ۱ (۱۳۹۸): ۳۱-۴۲.

11. Dong, Qingxing & Orrin Cooper, "A peer-to-peer dynamic adaptive consensus reaching model for the group AHP decision making," *European Journal of Operational Research* 250, no. 2 (April 2016): 521-530. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.09.016

22. Zhang, Hengjie, Sihai Zhao, Gang Kou, Cong-Cong Li Yucheng Dong and Francisco Herrera, "An overview on feedback mechanisms with minimum adjustment or cost in consensus reaching in group decision making: Research paradigms and challenges," *Information Fusion* 60 (August 2020): 65-79. https://doi.org/10.1016/j.inffus.2020.03.001

33. Liu, Yujia, Changyong Liang, Francisco Chiclana, & Jian Wu, "A trust induced recommendation mechanism for reaching consensus in group decision making," *Knowledge-Based Systems* 1191 (March 2017): 221-231. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2016.12.014

44. Gilad, Yossi, Rotem Hemo, Silvio Micali, Georgios Vlachos & Nickolai Zeldovich, "Algorand: Scaling byzantine agreements for cryptocurrencies," *in: Proceedings of the 26th Symposium on Operating Systems Principles, ACM* (2017): 51–68.

استخراج‌کنندگان،[۳۵] صاحبان گره‌های[۳۶] اصلی و برنامه‌نویسان به وجود می‌آید. این توافقات می‌تواند به قانون در شبکه تبدیل شود. مهم‌ترین معیارها در الگوریتم‌های اجماع‌ساز، شامل اساس ایجاد توافق، نحوه اضافه شدن به شبکه یا گره، فرآیندهای غیر متمرکزسازی، اعتمادسازی، هویت کاربران، امنیت و میزان پاداش ارائه‌شده در الگوریتم است که هر یک در ایجاد توافق بااهمیت است. در جدول شماره ۳، انواع الگوریتم‌های اجماع‌ساز ارائه شده است.

جدول (۳): الگوریتم‌های اجماع ساز

گروه الگوریتم	نام الگوریتم	رمزارزهای استفاده‌کننده
الگوریتم‌های مبتنی بر اثبات	اثبات کار	بیت‌کوین، لایت‌کوین
	اثبات سهام	دِکرِد، اتریوم، پیرکوین
	اثبات قدرت	تاموچین (TomoChain)، رابلیکس (Rublix)، سوآرم سیتی (Swarm City)، گو چین (Go Chain)
	اثبات شهرت	گوچین
	اثبات وزن	آلگورند (Algorand)، فایل‌کوین (Filecoin)، چیا (Chia)
الگوریتم‌های مبتنی بر رأی‌گیری	اثبات سهام نمایندگی شده	استیمیت، ایاس، بیت‌شیرز
	تحمل خطای بیزانس	هایپرلجر، استلار، دیس‌پچ، ریپل، نئو
الگوریتم‌های مبتنی بر گراف	گراف جهت‌دار بدون دور	آیوتا، دگ کوین (دگگر)، نانو، بایت بال، هش گراف

منبع: برگرفته از تارنمای رمزارزهای منتشرشده و مطالعه بحری و شایق، ۱۳۹۸

۲-۴- اجماع در بیت‌کوین

خلق بیت‌کوین از قوانین دقیق مالی تبعیت می‌کند و با حل مسائل رمزنگاری‌شده و تأیید اعتبار تراکنش‌ها، ارزش قیمتی آن شکل می‌گیرد. هر چند با گذشت زمان عوامل دیگری بر ارزش بیت‌کوین مؤثر بوده، ولی تأثیرگذاری سازوکارهای خلق نیز بر ارزش آن مطرح بوده است. خاستگاه بیت‌کوین، معطوف به ارتباطات شبکه‌های اجتماعی مدرن است.[۳۷] بیت‌کوین با هر ماهیتی، یک

۳۵. فرآیندهای محاسباتی برای ایجاد اعتبار، به عنوان استخراج تعریف می‌شود. استخراج به مفهوم تولید و تأیید تراکنش ارز رمز نگاری شده از طریق حل مسائل کامپیوتری است.

۳۶. به هر رایانه متصل به شبکه بلاک‌چین گره گفته می‌شود. گره‌ها وظیفه تأیید و بررسی و انجام محاسبات تراکنش‌ها را دارند.

77. Killeen, Alyse, *Handbook of Digital Currency Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and*

پدیده اجتماعی است.[۳۸] هر چند ویژگی‌های رمزارزها با ویژگی‌های پول متفاوت است، اما بیت‌کوین هم دارای ذخیره ارزش بوده و هم قابلیت نقدشوندگی بالایی دارد.[۳۹] اجماع بیت‌کوین، از قوانین طراحی‌شده توسط برنامه نویسان و در فرآیندی شامل اصلاح نرم‌افزار اولیه و اجرای الگوریتم‌های جدید شکل می‌گیرد. اجماع در بیت‌کوین از دو مسیر شکل می‌گیرد، اول آنکه افرادی که کار استخراج صحیح جایزه دریافت و دوم آنکه توزیع جایزه به صورت تصادفی میان گره‌ها تقسیم می‌شود. در فرآیند خلق بیت‌کوین، چند ویژگی مهم از جمله اصل‌بودن رمزارز، برچسب زمانی (Timestamp) منحصر به فرد و وجود فرآیند غیرقابل چندبار خرج کردن، عوامل اصلی ایجاد اعتبار و اعتماد میان کاربران می‌باشند. برچسب زمانی با استفاده از الگوریتم‌هایی، زمان دقیق خلق و انتقال را در خود نگهداری می‌کند و مایه اعتماد میان مبادله‌کنندگان رمزارزها شده است. یکی دیگر از اجزای اعتباردهنده به بیت‌کوین، امضای دیجیتال[٤٠] است که شامل تابعی است که دو عنصر خصوصی[٤١] و کلید عمومی[٤٢] را به یک کد تبدیل می‌کند.[٤٣] امضای دیجیتال یک مدرک معتبر (Authority) برای شناخت است که از الگوریتم منحنی بیضوی استفاده می‌کند. منحنی بیضوی برگرفته از منحنی‌های جبری است که برای ایجاد فرآیند رمزنگاری از آن استفاده می‌شود.[٤٤] این فرآیند معادل اقدام بانک در اعتباردهی به پول کاغذی است. در نتیجه، این اعتماد میان کاربران رمزارزها، منجر به اجماع شده است. مهم‌ترین پروتکل‌هایی که منجر به اعتبار بیت‌کوین و رمزارزهای مشابه شده، فرآیند اثبات کار و اثبات سهام است. در فرآیند اثبات کار افرادی با استفاده از پردازنده‌های الکترونیکی اقدام به حل مسائل دشوار ریاضی می‌کنند که حل این مسائل دارای سیستم پاداش است.[٤٥] همچنین در بیت‌کوین به دلیل وجود دفاتر کل توزیع‌شده و شفافیت اطلاعاتی، سیاست‌های تبعیضی در استخراج وجود ندارد و همه این موارد منجر به افزایش اعتبار از طریق اجماع در آن شده است.

Big Data (2015): 485-503.

88. Corradi, Fiammetta & Philipp Höfner, "The disenchantment of Bitcoin: unveiling the myth of a digital currency," *International Review of Sociology*, 28, no. 1 (Feb 2018): 193-207.

99. Kubát, Max, "Virtual Currency Bitcoin in the Scope of Money Definition and Store of Value," *Procedia Economics and Finance* 30 (2015): 409-416. https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01308-8

٤٠. الگوریتمی که با ترکیب کلیدهای عمومی و خصوصی اعتبار و صحت پیام و ارسال‌کننده آن را تأیید می‌کند.

٤١. یک مجموعه متنی محرمانه که به صورت ترکیبی از حروف و اعداد است که برای ارسال یا خرج کردن بیت‌کوین در کیف پول الکترونیکی به کار می‌رود.

٤٢. یک مجموعه داده از ترکیب حروف و اعداد است که با استفاده از توابع ریاضی رمزنگاری از کلید خصوصی به دست می‌آید.

33. Feld, Sebastian, Mirco Sch¨onfeld, & Martin Werner, "Analyzing the Deployment of Bitcoin's P2P Network under an AS-level Perspective," *Procedia Computer Science* 32 (December 2014): 1121-1126.

٤٤. مجتبی بهرامیان، «آشنایی با رمزنگاری خم‌های بیضوی»، فرهنگ و اندیشه ریاضی ۳۸، شماره ۶۴ (خرداد ۱۳۹۸): ۱۴۲-۱۱۷.

55. Das, Debojyoti & Anupam Dutta, "Bitcoin's energy consumption: Is it the Achilles heel to miner's revenue?" *Economics Letters* 186 (January 2020): 108530. https://doi.org/10.1016/ j.econlet.2019.108530

۳-پیشینه تحقیق

۳-۱-مطالعات داخلی

آرغا و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی همبستگی پویای شرطی میان برخی از متغیرهای کلان اقتصادی از جمله نرخ ارز و طلا و شاخص کل بورس اوراق بهادار پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها که با استفاده از داده سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۶ و بر اساس روش DCC-FIAPARCH انجام شده است نشان می‌دهد نرخ ارز با متغیرهای طلا و شاخص بورس اوراق بهادار همبستگی معناداری ندارد.[٤٦]

کریمی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی همبستگی میان متغیرهای کلان اقتصادی از جمله قیمت نفت و بازار بورس کشورهای حوزه خلیج‌فارس پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها که با استفاده از روش همبستگی شرطی پویا انجام‌شده حاکی از وجود رابطه همبستگی میان متغیرهای مورد مطالعه است.[٤٧]

سزاوار و همکاران (۱۳۹۸) با بررسی همبستگی میان متغیرهای کلان اقتصادی از جمله ارز، طلا، مسکن، سهام و نفت در اقتصاد ایران با استفاده از روش همبستگی شرطی پویا به این نتیجه رسیده‌اند که میان نرخ ارز و طلا همبستگی بالایی وجود دارد.[٤٨]

عیدی و همکاران[٤٩] (۱۳۹۹) به بررسی اثرات نرخ ارز بر تابع تقاضای پول پرداخته‌اند؛ مطالعه آنها که با استفاده از روش خودبازگشتی با وقفه توزیعی غیر خطی (NARDL) انجام‌شده نشان از وجود رابطه بلندمدت میان این متغیرها می‌دهد.

رودری و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی همبستگی میان نوسانات نرخ ارز و برخی از متغیرهای کلان اقتصادی از جمله بدهی دولت به شبکه بانکی پرداخته‌اند. مطالعه آنها که با استفاده از روش تبدیل موجک انجام شده، حاکی از وجود رابطه همبستگی میان متغیرهای تحقیق با تغییرات نرخ ارز دارد.[٥٠]

---

٤٦. لیلا آرغا، محمد مولایی و محسن خضری، «بررسی همبستگی پویای شرطی دارایی‌های منتخب با بازده شاخص قیمت سهام در ایران: رهیافتی از مدل DCC-FIAPARCH»، فصلنامه علمی نظریه‌های کاربردی اقتصاد ۶، شماره ۴ (بهمن ۱۳۹۸): ۲۵۱-۲۷۴.

٤٧. مجتبی کریمی و دیگران، «همبستگی شرطی پویای نوسانات قیمت نفت و بازار سهام کشورهای حوزه خلیج‌فارس با تأکید بر سرایت بحران مالی»، اقتصاد مالی ۱۳، شماره ۴۹ (۱۳۹۸): ۱۰۱-۱۳۰.

٤٨. محمدرضا سزاوار، علیرضا خزائی و مجتبی اسلامیان، «بررسی همبستگی شرطی میان بازارهای ارز، طلا، مسکن، سهام و نفت در اقتصاد ایران»، فصلنامه علمی پژوهشی راهبرد اقتصادی ۸، شماره ۲۹ (تیر ۱۳۹۸): ۳۷-۶۰.

٤٩. محمود عیدی و همکاران، «بررسی اثرات نامتقارن نرخ ارز بر تابع تقاضای پول ایران با وجود هزینه مذهبی خانوار: رویکرد NARDL»، اقتصاد مالی ۱۴، شماره ۵۲ (پاییز ۱۳۹۹): ۲۷-۵۴.

۵۰. سهیل رودری، مسعود همایونی فر و مصطفی سلیمی فر، «بررسی همبستگی میان نوسانات نرخ ارز، نوسانات مخارج جاری دولت و بدهی دولت به شبکه بانکی با تأکید بر مقیاس-زمان»، پژوهش‌های اقتصاد پولی، مالی دوره جدید ۲۷، شمارهٔ ۱۹، (خرداد ۱۳۹۹): ۱-۲۷. https://doi.org/10.22067/pm.v27i19.82009

۳-۲-مطالعات خارجی

زانگ و همکاران[۵۱] با استفاده از داده‌های سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۸ به بررسی رابطه میان برخی از رمزارزهای منتخب از جمله بیت‌کوین، مونرو، ریپل، دش و ... با شاخص داوجوز (DowJones Industrial Average) پرداخته‌اند. مطالعه آنها حاکی از وجود ارتباط معناداری میان این رمزارزها با این شاخص است.

آسلانیدیس و همکاران[۵۲] به بررسی رفتار همبستگی شرطی میان رمزارزها از جمله بیت‌کوین، مونرو، دش و ریپل با سایر دارایی‌ها از جمله طلا و شاخص سهام اس اند پی بورس نیویورک (SP500) پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها که با استفاده از روش همبستگی شرطی پویا (Dynamic Conditional Correlation) انجام شده حاکی از همبستگی بین رمزارزهای اصلی است.

کریستجانپولر و بوری[۵۳] در مقاله خود به بررسی رفتار همبستگی میان متغیر رمزارزها با ارزهای متعارف از جمله فرانک سوئیس و یورو پرداخته‌اند. در مطالعه آنها که از داده رمزارزهایی از جمله بیت‌کوین، لایت‌کوین، مونرو و دش استفاده شده است نشان می‌دهد یک رابطه همبستگی میان متغیرهای مورد مطالعه وجود دارد.

فریرا و همکاران[۵۴] به بررسی همبستگی میان متغیرهای بازار رمزارزها از جمله بیت‌کوین، لایت‌کوین، ریپل، مونرو و دش پرداخته‌اند. مطالعه آنها که با استفاده از روش همبستگی متقاطع روندزدایی‌شده (Detrended cross-correlation analysis) انجام شده نشان می‌دهد رفتار رمزارزها با بازارهای سهام بسیار متفاوت است.

شی و همکاران[۵۵] با استفاده از روش نوسانات تصادفی چندمتغیره (Stochastic volatility model)

---

11. Zhang, Wei, Pengfei Wang, Xiao Li & Dehua Shen, "The inefficiency of cryptocurrency and its cross-correlation with Dow Jones Industrial Average," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 510 (November 2018): 658-670. https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.07.032

22. Aslanidis, Nektarios, Aurelio F. Bariviera & Oscar Mart´ınez-Iba˜nez, "An analysis of cryptocurrencies conditional cross correlations," *Finance Research Letters* 31 (2019): 130-137.

33. Kristjanpoller, Werner & Elie Bouri, "Asymmetric multifractal cross-correlations between the main world currencies and the main cryptocurrencies," *Physica A* 523 (June 2019): 1057–1071. https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.115

44. Ferreira, Paulo, Ladislav Kristoufek & Eder Johnson de Area Leão Pereira, "DCCA and DMCA correlations of cryptocurrency markets," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 545 (May 2020): 123803. https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.123803

55. Shi, Yongjing, Aviral Kumar Tiwari, Giray Gozgor & Zhou Lu, "Correlations among cryptocurrencies: Evidence from multivariate factor stochastic volatility model," *Research in International Business and Finance* 53 (October 2020): 101231. https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101231

به بررسی رابطه همبستگی میان شش رمزارز بیت‌کوین، لایت‌کوین، اتریوم، استلار، ریپل و دش پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد میان نوسانات قیمت بیت‌کوین و لایت‌کوین رابطه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد؛ همچنین میان اتریوم و استلار و میان ریپل و دش نیز رابطه همبستگی مثبت وجود دارد.

میرزایی غزنی و خسروی (۲۰۲۰) با بررسی همبستگی میان رمزارزهای بیت‌کوین، اتریوم و ریپل با قیمت نفت خام پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها حاکی از رابطه همبستگی میان اتریوم و ریپل و همچنین اتریوم و نفت خام است.[۵۶]

چودهاری و کرانی[۵۷] با استفاده از روش پویایی همبستگی متقاطع به بررسی ساختار اجتماعی رمزارزها پرداخته‌اند. در مطالعه آنها شواهدی از وجود رفتار اجتماعی را در رمزارزها وجود دارد. مناوی و همکاران[۵۸] با استفاده از روش ماتریس همبستگی به مطالعه همبستگی هفت رمزارز موجود در بازار با پول‌های حقیقی و بازار ارزهای خارجی فارکس (Forex) پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد ارتباط معناداری میان رمزارزها با سایر ارزهای موجود در جهان وجود ندارد.

موکنی و اجمی[۵۹] به بررسی رابطه علیت میان پنج رمزارز بیت‌کوین، لایت‌کوین، اتریوم، بیت‌کوین کش و ریپل با دلار آمریکا پرداخته‌اند. نتایج آنها که از روش علیت گرنجر انجام شده، حاکی از وجود رابطه علیت میان رمزارزها با دلار آمریکا است؛ همچنین این مطالعه نشان می‌دهد در دوره اخیر، روابط میان رمزارزها با سیستم‌های مالی جایگاه قابل توجهی پیدا کرده است.

با توجه به مطالعات فوق می‌توان به این نکته اشاره نمود که تمرکز اغلب مطالعات، به بررسی رابطه میان رمزارزها با سایر متغیرهای کلان اقتصادی معطوف شده و توجه زیادی به رابطه میان خود رمزارزها نشده است؛ همچنین مهم‌ترین جنبه نوآوری این مطالعه، بررسی رابطه میان

66. Mirzaee Ghazani, Majid & Reza Khosravi, "Multifractal detrended cross-correlation analysis on benchmark cryptocurrencies and crude oil prices," *Physica A 560* (December 2020): 125172. https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.125172

77. Chaudhari, Harshal & Martin Crane, "Cross-correlation dynamics and community structures of cryptocurrencies," *Journal of Computational Science* 44 (July 2020): 101130. https://doi.org/10.1016/j.jocs.2020.101130

88. Manavi, Seyed Alireza, Gholamreza Jafari, Shahin Rouhani & Marcel Ausloos, "Demythifying the belief in cryptocurrencies decentralized aspects. A study of cryptocurrencies time cross-correlations with common currencies, commodities and financial indices," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 556 (October 2020): 124759. https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.124759

99. Mokni, Khaled & Ahdi Noomen Ajmi, "Cryptocurrencies vs. US dollar: Evidence from causality in quantiles analysis," *Economic Analysis and Policy* 69 (March 2021): 238-252. https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.12.011

رمزارزها بر اساس سازوکارهای اجماع آنها است. لازم به ذکر است، سازوکارهای اجماع در رمزارزها یکی از اجزای خلق رمزارزها بوده، ولی در مطالعات اخیر به نقش سازوکارهای اجماع در قیمت رمزارزها توجه کمتری شده است.

۴-داده‌ها و مدل تحقیق

داده‌های استفاده‌شده در این پژوهش، قیمت نه رمزارز موجود در بازار است. این رمزارزها در سه گروه با سازوکارهای اجماع اثبات کار، اثبات سهام و گروه روش‌های جدید اجماع قرار دارند. قیمت رمزارزها که در جدول شماره ٤ ارائه شده از تارنمای کوین مارکت‌کپ[۶۰] استخراج گردیده است. با توجه به ۲۴ ساعته بودن بازار رمزارزها، قیمت ساعت پایانی روز مورد نظر به عنوان قیمت رمزارزها اخذ شده است.

جدول (٤). متغیرهای تحقیق

سازوکار اجماع	نام رمز ارز	نماد
اثبات کار	بیت کوین	BTC
	لایت کوین	LTC
	اتریوم	ETH
اثبات سهام	ریپل	XRP
	مونرو	XMR
	نانو	NANO
روش‌های جدید اجماع	استلار	XLM
	ترون	TRX
	ای او اس	EOS

منبع: یافته‌های محقق

۴-۱- مدل تحقیق و روش برآورد

در این پژوهش با استفاده از آزمون علیت گرنجر، آزمون هم انباشتگی جوهانسون و مدل همبستگی شرطی پویا به بررسی فرضیه این تحقیق مبنی بر وجود رابطه بلندمدت میان رمزارزها با سازوکارهای یکسان پرداخته شده است. ابتدا بایستی وضعیت مانایی آنها مورد بررسی قرار داد. نتایج آزمون دیکی و فولر تعمیم‌یافته در جدول شماره ۵ نشان می‌دهد متغیر قیمت رمزارزهای مورد پژوهش از جمله بیت‌کوین، لایت‌کوین، اتریوم، ریپل، مونرو، استلار، ای او اس و ترون در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد نامانا بوده و با یک‌بار تفاضل گیری مانا می‌شوند؛ همچنین متغیر قیمت رمزارز نانو در سطح صفر ایستا است.

---

00. https://www.coinmarketcap.com

جدول (۵). نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته - با عرض از مبدأ و روند

متغیر (قیمت)	سطح صفر			تفاضل مرتبه اول		
	مقدار آماره	مقدار بحرانی	وضعیت	مقدار آماره	مقدار بحرانی	وضعیت
بیت‌کوین	٤/٠١	-٢/٨٦	ناپایا	-١١/٠٣	-٢/٨٦	پایا
لایت کوین	-٢/١٣		ناپایا	-١٢/٩٤		
اتریوم	-١/٣٩		ناپایا	-٧/٩٩		
ریپل	-٤/٠٣		ناپایا	-١٠/٩٤		
مونرو	-١/٨٩		ناپایا	-١٥/١٩		
نانو	-٣/٦٨		پایا	١١/٦٨		
استلار	-١/٩٨		ناپایا	-١١/٠٨		
ترون	-٢/٧٤		ناپایا	-٢٠/٦٩		

منبع: محاسبات تحقیق

هر گاه دو یا چند متغیر سری زمانی بر اساس مبانی نظری دارای ارتباطی با یکدیگر باشند می‌توان برای بررسی رابطه تعادلی بلندمدت میان آنها از آزمون هم انباشتگی از جمله آزمون هم انباشتگی جوهانسون (Johansen) استفاده نمود. هر چند هر یک از سری‌های زمانی مورد مطالعه نامانا باشند، ولی تفاضل مقادیر آنها می‌تواند در بلندمدت دارای رابطه باشند. برای استفاده از آزمون جوهانسون ابتدا نیاز به تعیین وقفه بهینه است. بدین منظور از معیار اطلاعاتی آکایک استفاده شده است. بر اساس نتایج معیارهای اطلاعاتی در جدول شماره ٦، تعداد وقفه بهینه عدد ۸ است. نتایج آزمون هم انباشتگی جوهانسون در جدول شماره ۷ مؤید یک رابطه بلندمدت میان سری زمانی قیمت رمزارزها است. این نتایج نشان می‌دهد یک ارتباط قوی میان متغیرهای مورد بررسی وجود دارد که البته شناخت این ارتباطات نیاز به بررسی بیشتری دارد.

جدول (٦) تعیین تعداد وقفه بهینه مدل خود رگرسیون برداری

Lag	LogL	AIC
۰	-۵۲۰۸۶.۵۱	۴۷.۰۱۷۶۱
۱	-۲۰۲۵۲.۰۱	۱۸.۳۵۹۲۱
۲	-۱۹۵۹۳.۶۳	۱۷.۸۳۸۱۱
۳	-۱۸۹۷۸.۱۷	۱۷.۳۵۵۷۵
۴	-۱۸۱۲۶.۸۳	۱۶.۶۶۰۴۹
۵	-۱۷۳۲۲.۷۹	۱۶.۰۰۷۹۳
۶	-۱۶۸۷۲.۰۱	۱۵.۶۷۴۲
۷	-۱۶۲۲۱.۹۸	۱۵.۱۶۰۶۳
۸	-۱۵۷۴۸.۵۹	۱۴.۸۰۶۴۸*

منبع: محاسبات تحقیق

جدول (۷). نتایج آزمون هم انباشتگی یوهانسون - با عرض از مبدأ و بدون روند

No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Prob.**
فقدان بردار هم انباشتگی	۰.۰۹۶۳۵۹	۵۳۶.۲۶۹	۰.۰۰۰۱
حداکثر یک بردار	۰.۰۳۵۷۷۸	۳۱۱.۸۳۹۴	۰.۰۰۰۰
حداکثر دو بردار	۰.۰۳۴۲۵۱	۲۳۱.۱۳۹۲	۰.۰۰۰۰
حداکثر سه بردار	۰.۰۲۴۱۹۲	۱۵۳.۹۴۲۹	۰.۰۰۰۰
حداکثر چهار بردار	۰.۰۱۴۹۶۵	۹۹.۶۹۸۴۲	۰.۰۰۰۰
حداکثر پنج بردار	۰.۰۱۳۳۳	۶۶.۳۰۰۱۱	۰.۰۰۰۴
حداکثر شش بردار	۰.۰۰۶۸۶۱	۳۶.۵۷۴۸۳	۰.۰۰۷۱
حداکثر هفت بردار	۰.۰۰۵۳۶۷	۲۱.۳۲۵۱۸	۰.۰۰۵۹
حداکثر هشت بردار	۰.۰۰۴۲۳۷	۹.۴۰۵۴۸۳	۰.۰۰۲۲

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به هم انباشتگی از مرتبه اول متغیرهای تحقیق، ابتدا برای بررسی رابطه علی بین آنها می‌توان از آزمون علیت گرنجری استفاده نمود. در آزمون علیت گرنجر با استفاده از معادلات شماره یک و دو جهت علیت هر یک از متغیر سری زمانی نشان داده می‌شود.

$$y(t) = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i y(t-i) + \varepsilon_1(t) \qquad (۱)$$

$$y(t) = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i y(t-i) + \sum_{i=1}^{n} \beta_i x(t-i) + \varepsilon_2(t) \qquad (۲)$$

با توجه به نتایج این آزمون، هر گاه فرض صفر مبنی بر عدم وجود رابطه علیت رد شود، نشان‌دهنده رابطه دو سویه میان آن دو متغیر است. در جدول شماره ۸ و ۹ نتایج این آزمون برای حالت‌های ممکن ارائه شده است. فرض صفر این آزمون بیان‌کننده رد رابطه علیت میان دو متغیر است. در صورت رد فرض صفر رابطه علیت میان آن دو متغیر و جهت آن علیت نیز مشخص می‌شود. نتایج جدول ۸ نشان می‌دهد میان قیمت بیشتر رمزارزها رابطه علیت گرنجری دوطرفه وجود دارد و افزایش قیمت یک رمزارزها اثر مثبت بر قیمت رمزارز دیگر دارد؛ همچنین با توجه به نتایج جدول شماره ۹، نکته قابل توجه آنکه، عمدتاً زمانی که رمزارزها دارای سازوکار اجماع متفاوت باشند، رابطه علیت گرنجری دوطرفه بین قیمت آنها تأیید نمی‌شود. مثلاً، رابطه علیت گرنجری از سوی قیمت بیت‌کوین (سازوکار اثبات کار) با قیمت ریپل و ای او اس و متغیر قیمت اتریوم با ریپل و ای او اس و متغیر قیمت ترون با اتریوم، استلار، لایت کوین ومونرو وجود ندارد؛ ولی رابطه علیت از سوی قیمت ای او اس و ریپل به قیمت بیت‌کوین، رابطه قیمت ریپل به قیمت اتریوم و ای او اس و قیمت اترویم به نانو، استلار و ترون وجود دارد.

جدول (۸). نتایج آزمون علیت گرنجر- وجود رابطه علیت دو طرفه

فرض صفر از رمزارز اول رابطه علیت به رمز ارز دوم وجود ندارد	آماره F	احتمال درستی فرض صفر
بیت کوین به اتریوم	۸,۸۸	۰,۰۰۰۱
اتریوم به بیت کوین	۶,۶۹	۰,۰۰۱۳
بیت کوین به لایت کوین	۷,۹۸	۰,۰۰۰۴
لایت کوین به بیت کوین	۹.۷۰۶	۰.۰۰۰۰۶
بیت کوین به مونرو	۵.۱۰۲	۰.۰۰۶۲
بیت کوین به نانو	۱۰.۱۲	۰.۰۰۰۰۴
بیت کوین به استلار	۶.۲۹۱	۰.۰۰۱۹
بیت کوین به ترون	۸.۰۸۴	۰.۰۰۰۳
لایت کوین به ای او اس	۱۶.۳۱	۰.۰۰۰۰۰۰
اتریوم به لایت کوین	۶.۸۹۲۲۲	۰.۰۰۱۰
لایت کوین به اتریوم	۳.۷۹۸۷۸	۰.۰۲۲۵
لایت کوین به مونرو	۱۷.۲۸۹۱	۰.۰۰۰۰
لایت کوین به ریپل	۱۹.۶۳۷۵	۰.۰۰۰۰
مونرو به بیت کوین	۶.۴۴۸	۰.۰۰۱۶
نانو به بیت کوین	۹.۶۳۰	۰.۰۰۰۰۷
مونرو به ای او اس	۷.۵۳۰	۰.۰۰۰۶
مونرو به لایت کوین	۵.۳۴۱۸	۰.۰۰۴۸
لایت کوین به نانو	۵۷.۴۴۲۹	۰.۰۰۰۰
نانو به لایت کوین	۳.۳۸۴۰۱	۰.۰۳۴۱
ریپل به لایت کوین	۱۷.۴۴۱۵	۰.۰۰۰۰
مونرو به نانو	۳۹.۲۳۷۹	۰.۰۰۰۰
نانو به مونرو	۴.۷۰۰۶۸	۰.۰۰۹۲
مونرو به استلار	۱۸.۱۰۷۸	۰.۰۰۰۰
نانو به استلار	۴۳.۱۶۱۹	۰.۰۰۰۰
نانو به ترون	۴۹.۳۸۱۵	۰.۰۰۰۰
از نانو به ریپل	۹.۱۸۰۳	۰.۰۰۰۱
ریپل به نانو	۵۷.۷۶۷۲	۰.۰۰۰۰
ریپل به استلار	۱۶.۷۷۳۳	۰.۰۰۰۰
ریپل به مونرو	۷.۰۹۵۹	۰.۰۰۰۸

مونرو به ریپل	۱۶.۷۹۵۹	۰.۰۰۰۰
ریپل به ترون	۱۱۱.۲۶۷	۰.۰۰۰۰
استلار به بیت کوین	۶.۰۰۰	۰.۰۰۲۵
ترون به بیت کوین	۱۲.۹	۰.۰۰۰۰۰۳
ای او اس به لایت کوین	۱۲.۷۵	۰.۰۰۰۰۰۳
ای او اس به مونرو	۸.۷۴۴	۰.۰۰۰۲
ای او اس به استلار	۶.۲۱۵	۰.۰۰۲
استلار به ای او اس	۸.۴۰۶۳۲	۰.۰۰۰۲
ای او اس به ترون	۱۶.۱۸۳۵	۰.۰۰۰۰
ترون به ای او اس	۵.۱۶۶۳۵	۰.۰۰۵۸
استلار به مونرو	۸.۷۴۹۷۹	۰.۰۰۰۲
استلار به نانو	۱۸.۳۱۸۶	۰.۰۰۰۰
ترون به نانو	۶.۱۴۳۳۹	۰.۰۰۲۲
استلار به ریپل	۱۲.۹۸۸۸	۰.۰۰۰۰۰۲
ترون به ریپل	۱۳.۰۶۶۹	۰.۰۰۰۰۰۲

منبع: محاسبات تحقیق

جدول (۹). نتایج آزمون علیت گرنجر- عدم وجود رابطه علیت دو طرفه

فرض صفر	آماره F	احتمال درستی فرض صفر
بیت کوین به ریپل	۲.۱۵	۰.۱۱۶۷
اتریوم به ریپل	۲.۸۴۱	۰.۰۵۸۵
بیت کوین به ای او اس	۱.۵۵	۰.۲۱۰۹
اتریوم به ای او اس	۱.۱۹۷	۰.۳۰۲۳
مونرو به اتریوم	۰.۰۱۲	۰.۹۸۷۱
نانو به ای او اس	۲.۷۷	۰.۰۶۲۶
نانو به اتریوم	۱.۰۲۴	۰.۳۵۹۳
ای او اس به ریپل	۲.۱۱۱	۰.۱۲۱۳
ترون به لایت کوین	۱.۷۳۲	۰.۱۷۷
استلار به لایت کوین	۰.۲۲	۰.۸۰۲۵
ترون به مونرو	۱.۸۰۰	۰.۱۶۵۵
ترون به اتریوم	۲.۰۱۶	۰.۱۳۳۳
ترون به استلار	۰.۳۸۵	۰.۶۸۰۳

منبع: محاسبات تحقیق

۴-۲-مدل همبستگی شرطی پویا

مدل همبستگی شرطی پویا در سال ۲۰۰۲ توسط انگل (Engle) مطرح گردید. این مدل به اختصار به صورت DCC(1,1)ارائه می‌شود این مدل دارای ماتریس واریانس – کواریانس شرطی (H_t) را به‌صورت معادله شماره ۳ و ٤ نوشت.

$$H_t = D_t.R_t.D_t \qquad (۳)$$

$$D_t = \text{diag}\,(h_{11t}^{1/2} \ldots h_{NNt}^{1/2}) \qquad (٤)$$

D_t یک ماتریس قطری است که i امین مؤلفه رو قطر آن با انحراف معیار شرطی i امین دارایی h_{iit} متناظر می باشد. h_{iit} می‌تواند به صورت هر یک از مدل‌های گارچ تک متغیره تعریف شود. همچنین تابع R_t بر اساس معادله ٦ محاسبه می‌شود.

$$h_{iit} = w_i + \alpha_i \varepsilon_{it-1}^2 + \beta_i h_{iit-1} \qquad (۵)$$

$$R_t = d\text{iag}\,(q_{11.t}^{-1/2} \ldots q_{NN.t}^{-1/2})\, Q_t\, d\text{iag}\,(q_{11.t}^{-1/2} \ldots q_{NN.t}^{-1/2}) \qquad (٦)$$

Q_t بیانگر ماتریس معین مثبت متقارن N*N است و به صورت معادله ۷ محاسبه می‌گردد.

$$Q_t = 1\text{-}(\alpha - \beta)\bar{Q} + \alpha u_{t-1} u'_{t-1} + \beta Q_{t-1} \qquad (۷)$$

که در این معادله $u_{it} = \varepsilon_{it} / \sqrt{h_{iit}}$ است و $\bar{Q}$ ماتریس واریانس غیر شرطی u_t با ابعاد N*N است. مقادیر α و β پارامترهای اسکالر غیر منفی هستند آنها باید کمتر از یک باشد. دلیل محدودیت اعمال‌شده برای جمع این دو مقدار برای تضمین ثابت و معین بودن ماتریس Qt لازم است. البته این موضوع خود شرط لازم و کافی برای معین مثبت بودن ماتریس Rt است.

در ابتدا برای بررسی رابطه همبستگی، از روش همبستگی غیرشرطی استفاده می‌شود. نتایج مربوط به این روش در جدول شماره ۱۰ ارائه شده است. نتایج این آزمون نشان می‌دهد متغیر قیمت بیت‌کوین با متغیر قیمت لایت‌کوین و اتریوم همبستگی معناداری بالاتری نسبت به سایر رمزارزها دارد؛ همچنین متغیر رمزارزهای ای او اس، ترون و استلار نیز دارای همبستگی بالایی نسبت به سایر رمزارزها با یکدیگر دارند. از سوی دیگر متغیر رمزارزهای ریپل، نانو و مونرو نیز دارای ضرایب همبستگی بالایی با یکدیگر است. با توجه به علامت ضریب همبستگی میان متغیر قیمت رمزارزها می‌توان گفت قیمت تمامی رمزارزها با هر سازوکار اجماع دارای همبستگی مثبت با یکدیگر می‌باشند و تنها در میزان همبستگی، بر اساس سازوکار اجماع آنها تفاوت وجود دارد. مثلاً، قیمت بیت‌کوین با اتریوم و لایت‌کوین همبستگی زیادی دارد، ولی با قیمت رمزارزهای ای او اس، نانو و ریپل که سازوکار اجماع آنها با سازوکار بیت‌کوین متفاوت است، همبستگی کمتری

وجود دارد. البته باید توجه داشت که این تحلیل بسیار ساده است و در تفسیر آن باید دقت کافی را داشت و از روش‌های آماری دقیق‌تری استفاده نمود.

جدول (۱۰). نتایج همبستگی غیر شرطی میان متغیرها

	BTC	EOS	ETH	LTC	XMR	NANO	XLM	TRX	XRP
BTC	۱.۰۰	۰.۴۲	۰.۸۷	۰.۷۱	۰.۶۳	۰.۳۶	۰.۶۲	۰.۵۶	۰.۴۵
EOS		۱.۰۰	۰.۶۳	۰.۸۰	۰.۸۱	۰.۶۹	۰.۸۵	۰.۸۸	۰.۷۹
ETH			۱.۰۰	۰.۸۵	۰.۸۳	۰.۶۶	۰.۸۴	۰.۷۲	۰.۶۹
LTC				۱.۰۰	۰.۹۴	۰.۷۴	۰.۸۴	۰.۸۰	۰.۸۳
XMR					۱.۰۰	۰.۸۰	۰.۸۷	۰.۸۱	۰.۸۸
NANO						۱.۰۰	۰.۸۳	۰.۷۹	۰.۹۰
XLM							۱.۰۰	۰.۸۸	۰.۸۷
TRX								۱.۰۰	۰.۸۸
XRP									۱.۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به نتایج آزمون‌های فوق، مدل همبستگی شرطی پویا میان سه گروه از داده قیمت رمزارزها که دارای همبستگی معناداری بوده‌اند، برآورد شده است. نتایج مدل همبستگی پویای شرطی در جداول شماره ۱۱،۱۲ و ۱۳ ارائه شده است. در صورت معناداری ضرایب تخمین هر یک از رمزارزها، وجود اثرات آرچ و گارچ در مدل‌ها به اثبات می‌رسد.

نتایج برآورد مدل DCC(1,1) در جداول شماره ۱۱، ۱۲ و ۱۳ حاکی از این است که پارامترهای آلفا و بتا غیر منفی بوده و در اکثر موارد شرط $\alpha+\beta<1$ تأمین شده است. شرایط بیان‌شده برای پارامترهای آلفا و بتا تضمین‌کننده این موضوع است که ماتریس همبستگی شرطی‌شده دوره قبلی بر همبستگی شرطی دوره جاری اثر دارد. مقادیر آلفا در مدل dcc بیان‌کننده اثر همبستگی شرطی دوره قبل بر دوره جاری در کوتاه‌مدت است. این مقادیر نشان‌دهنده اثر کوتاه‌مدت نوسانات در متغیرهای هر گروه است. در جدول شماره ۱۱ متغیرهای قیمت بیت‌کوین، لایت‌کوین و اتریوم دارای همبستگی شرطی کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌باشند. در جدول شماره ۱۲ مقداره آماره dccα1 نشان می‌دهد اثر کوتاه‌مدت نوسانات برای متغیرهای قیمت مونرو، ریپل و نانو بر یکدیگر معنی‌دار نیست. همچنین آماره dccβ1 در جدول شماره ۱۲ معنی‌دار بوده و حاکی از این موضوع است که اثر بلندمدت نوسانات میان متغیرهای قیمت نانو، ریپل و مونرو وجود دارد؛ بنابراین رمزارزها با سازوکارهای اجماع اثبات سهام هر چند در کوتاه‌مدت دارای ضرایب همبستگی شرطی معنی‌داری نیست، ولی در بلندمدت این ضرایب معنادار است. در خصوص رمزارزها با سازوکارهای جدید

اجماع از جمله ای او اس، استلار و ترون نیز این موضوع صادق است و مطابق جدول شماره ۱۳ اثرات کوتاه‌مدت معنی‌دار نبوده، ولی اثرات بلندمدت نوسانات معنی‌دار است.

جدول (۱۱). نتایج برآورد مدل DCC

نام آزمون	نام متغیر	ضریب تخمین	Pr(>|t|)
ARCH(α)	BTC	۰/۰۱۲۵۸	۰/۹۸۵۳۷٤
	LIT	۰/۱۱٦۳۹	۰/۱۳۸۳٦٦
	ETH	۰/۰۲۱۸٦	۰/۰۳٦۸٤۲
DCC-GARCH	dccα1	۰/۱٦٤۰٤	۰/۰۱۲۲٤۳
GARCH(β)	BTC	۰/۹۵۸۳۹	۰/۷۵٤۵۹۷
	LIT	۰/۹٦۵۵۹	۰/۰۰۰۰۰۰۰
	ETH	۰/۹٦۰۷۵	۰/۰۰۰۰۰۰۰
DCC-GARCH	dccβ1	۰/۸۳۵۳۱	۰/۰۰۰۰۰۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

جدول (۱۲). نتایج برآورد مدل DCC

	نام متغیر	ضریب تخمین	Pr(>|t|)
ARCH(α)	مونرو	۰/۰٦۷۹٦	۰/۹٦٦٦٤
	نانو	۰/۵۳۷۸۳	۰/۰۲۷۸۷
	ریپل	۰/۰۱۲۷۰	۰/۵۰۱۷۸
DCC-GARCH	dccα1	۰/۲٦۹۷۳	۰/٤٤٦۳۰
GARCH(β)	مونرو	۰/۹۷۰۹۰	۰/۰۰۰۰۰
	نانو	۰/٦۵۰۱۹	۰/۱۷٤٦٤
	ریپل	۰/۹۱٤۸۹	۰/۰۰۰۰۰
DCC-GARCH	dccβ1	۰/۷۲۵۲۹	۰/۰۵۰٤۰

منبع: محاسبات تحقیق

جدول (۱۳). نتایج برآورد مدل DCC

	نام متغیر	ضریب تخمین	Pr(>|t|)
ARCH(α)	استلار	-۰/۰۳۰۹۲۳	۰/۳۳۹٤۹٤
	ای او اس	٤/۷۲۸۷۸۵	۰/۳۸۷۵۳۲
	ترون	۰/۰۰۱۱۹۱	۰/۸۹۹۱٦۰
DCC-GARCH	dccα1	۰/۲۵۳۲٤۲	۰/۰۸٦۹۳۹
GARCH(β)	استلار	۰/۹۸٤۹٦	۰/۰۰۰۰۰۰۰
	ای او اس	۰/٤۳۳٤٦٤	۰/۰۰۰۰۰۰۱
	ترون	۰/۹٦۱۸۵٦	۰/۰۰۰۰۰۰۰
DCC-GARCH	dccβ1	۰/۷۲۱۵۷۰	۰/۰۰۰۰۳۱

منبع: محاسبات تحقیق

۵-خلاصه و نتیجه‌گیری

این پژوهش بعد از بررسی ماهیت انواع پول به این موضوع اشاره می‌کند که ماهیت رمزارزها از پول‌های مجازی نشئت گرفته و خلق رمزارزها همانند سایر پول‌ها، برای رفع چالش‌های پول‌های حقیقی در دوره کنونی است.

از سوی دیگر در یک دهه اخیر، رمزارزها در مسیر تکاملی خود از ابزارهای متعددی از جمله امضای دیجیتالی، برچسب زمانی و بلاک‌چین در قالب الگوریتم‌ها و پروتکل‌های اجماع استفاده نموده‌اند که این موضوع تفاوت‌های بنیادی با پول‌های الکترونیکی را برای آنها به ارمغان آورده است. این سازوکارهای خلق و اجماع در رمزارزها به سه گروه اصلی سازوکار اثبات کار، اثبات سهام و رأی‌گیری برای یک موضوع و روش‌های جدید اجماع از جمله گراف‌های جهت‌دار تقسیم‌بندی شده و گروهی از رمزارزها از آنها تبعیت می‌کنند. آنچه در این میان می‌تواند سرمایه‌گذاران این حوزه را کمک نماید شناخت روابط میان رمزارزهای فعال در گروه‌های مختلف اجماع است چرا که این شناخت در انتخاب سبد مبادله‌کنندگان و سرمایه‌گذاران بازار رمزارزها بسیار بااهمیت است. با توجه به اهمیت این موضوع، هدف اصلی این مطالعه شناخت وجود رابطه بلندمدت و بررسی همبستگی پویا میان سری زمانی متغیر قیمت رمزارزهای فعال در سه گروه مختلف اجماع است. در این راستا از داده‌های روزانه سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۱ و با استفاده از آزمون هم انباشتگی جوهانسون، آزمون علیت گرنجر و روش همبستگی شرطی پویا استفاده شد.

نتایج پژوهش حاکی از وجود رابطه بلندمدت میان قیمت رمزارزها در هر سه گروه اصلی سازوکار اثبات کار، سازوکار اثبات سهام و رأی‌گیری برای یک موضوع و روش‌های جدید اجماع از جمله گراف‌های جهت‌دار است؛ همچنین وجود رابطه علیت میان رمزارزهای هر یک از گروه‌های اجماع یکسان نیز تأیید می‌شود. از سوی دیگر نتایج آزمون‌های همبستگی بیانگر وجود رابطه همبستگی شرطی کوتاه‌مدت و بلندمدت میان قیمت رمزارزهای بیت‌کوین، لایت‌کوین و اتریوم با سازوکار خلق اثبات کار است. همچنین رابطه همبستگی شرطی بلندمدت میان رمزارزهای ریپل، مونرو و نانو که دارای سازوکار اجماع اثبات سهام یکسان می‌باشند وجود دارد، ولی در کوتاه‌مدت معناداری رابطه همبستگی میان آنها رد می‌شود. در خصوص رمزارزهای ای او اس، ترون و استلار با سازوکارهای اجماع جدیدتر نیز این موضوع صادق است. این نتایج نشان می‌دهد رمزارزها با سازوکارهای خلق و اجماع یکسان دارای همبستگی مثبت معناداری بوده و همچنین رمزارزها با سازوکارهای جدید اجماع، در ابتدای خلق همبستگی معناداری ندارند، ولی در گذر زمان، همبستگی بیشتری با یکدیگر پیدا می‌کنند.

بر اساس نتایج به دست آمده و با توجه به همبستگی بالای میان رمزارزهای دارای سازوکار اجماع مشابه می‌توان به سرمایه‌گذاران حوزه رمزارزها توصیه نمود برای انتخاب سبد سرمایه‌گذاری از سه گروه اجماع مختلف استفاده نمایند. چرا که با توجه به همبستگی زیاد میان قیمت رمزارزهای دارای سازوکار اجماع یکسان، استفاده از یک گروه رمزارزها در شرایط بازار نوسانی، رمزارزهای دارای سازوکار خلق مشابه رفتار یکسانی از خود نشان داده و در شرایط کاهش قیمت رمزارزها، زیان زیادی را برای سرمایه‌گذاران ایجاد می‌کنند. در صورتی که انتخاب سه گروه سازوکار مختلف اجماع حتی در شرایط منفی بازار، برخی از گروه‌ها رفتار متفاوتی از خود نشان داده و حتی سبب سوددهی در شرایط بازار منفی نیز می‌شوند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

سیاهه منابع

الف- منابع فارسی:

آرغا، لیلا، محمد مولایی، و محسن خضری. «بررسی همبستگی پویای شرطی دارایی‌های منتخب با بازده شاخص قیمت سهام در ایران: رهیافتی از مدل DCC-FIAPARCH»، فصلنامه علمی نظریه‌های کاربردی اقتصاد ۶، شماره ۴ (بهمن ۱۳۹۸): ۲۵۱-۲۷۴.

بحری، جمیله، و حمیدرضا شایق بروجنی. «مروری بر الگوریتم‌های اجماع در بلاک‌چین»، نشریه منادی امنیت فضای تولید و تبادل اطلاعات (افتا) ۸، شماره ۱ (۱۳۹۸): ۳۱-۴۲.

بهرامیان، مجتبی. «آشنایی با رمزنگاری خم‌های بیضوی»، فرهنگ و اندیشه ریاضی ۳۸، شماره ۶۴ (خرداد ۱۳۹۸): ۱۱۷-۱۴۲.

توسلی، محمداسماعیل. «تحلیل ماهیت پول»، اقتصاد اسلامی ۱۲، شماره ۴۸ (دی ۱۳۹۱): ۱۰۷-۱۳۰.

حسن‌زاده، علی، و احمد مجتهد. «ماهیت و کارکرد پول اصل محوری در جبران کاهش ارزش پول مقایسه اقتصادهای متعارف و اسلامی»، فصلنامه تازه‌های اقتصاد ۷، شماره ۱۲۵ (۱۳۹۲): ۵۷-۶۷.

رحمانی، تیمور. اقتصاد کلان. چاپ هشتم، جلد دوم، تهران: انتشارات برادران، ۱۳۸۵.

رودری، سهیل، مسعود همایونی فر، و مصطفی سلیمی‌فر. «بررسی همبستگی میان نوسانات نرخ ارز، نوسانات مخارج جاری دولت و بدهی دولت به شبکه بانکی با تأکید بر مقیاس-زمان»، پژوهش‌های اقتصاد پولی، مالی دوره جدید ۲۷، شمارهٔ ۱۹ (بهار و تابستان ۱۳۹۹): ۱-۲۷.

زاهدی وفا، محمدهادی، و عادل پیغامی. «پول و زمان در نظریه توزیع اقتصاد اسلامی»، دو فصلنامه مطالعات اقتصاد اسلامی ۲، شماره ۱، شمارهٔ پیاپی ۳ (پاییز و زمستان ۱۳۸۸): ۵-۳۷.

سزاوار، محمدرضا، علیرضا خزائی، و مجتبی اسلامیان. «بررسی همبستگی شرطی میان بازارهای ارز، طلا، مسکن، سهام و نفت در اقتصاد ایران»، فصلنامه علمی پژوهشی راهبرد اقتصادی ۸، شماره ۲۹ (تابستان ۱۳۹۸): ۳۷-۶۰.

سلیمانی پور، محمدمهدی، حامد سلطانی نژاد، و مهدی پورمطهر. «بررسی فقهی پول مجازی»، تحقیقات مالی اسلامی ۶، شماره ۲ (بهار و تابستان ۱۳۹۶): ۱۶۷-۱۹۲.

شهبازی، محمد، سعید کاظم پوریان، و محمدرضا تقوا. «بررسی کاربردی الگوریتم‌های اجماع استفاده‌شده در شبکه‌های بلاک‌چین»، سیاست‌نامه علم و فناوری ۱۰، شماره ۳ (پاییز ۱۳۹۹): ۳۵-۵۴.

عیدی، محمود، کامبیز هژبر کیانی، یداله رجایی، و اشکان رحیم زاده. «بررسی اثرات نامتقارن نرخ ارز بر تابع تقاضای پول ایران با وجود هزینه مذهبی خانوار: رویکرد NARDL»، اقتصاد مالی ۱۴، شماره ۵۲ (پاییز ۱۳۹۹): ۲۷-۵۴.

کریمی، مجتبی، فاطمه صراف، قدرت اله امام وردی، و علی باغانی. «همبستگی شرطی پویای نوسانات قیمت نفت و بازار سهام کشورهای حوزه خلیج‌فارس با تأکید بر سرایت بحران مالی»، اقتصاد مالی ۱۳، شماره ۴۹ (زمستان ۱۳۹۸): ۱۰۱-۱۳۰.

کابلی نوش آبادی، رضا. «بیت کوین: همه چیز از هیچ»، کنفرانس جبر محاسباتی، نظریه محاسباتی اعداد و کاربردها۱ (۱۳۹۳): ۷۱-۸۰.

میرزا خانی، رضا، و حسینعلی سعدی. «بیت کوین و ماهیت مالی و فقهی پول مجازی»، دو فصلنامه جستارهای اقتصادی ایران ۱۵، شماره ۳۰ (پاییز و زمستان ۱۳۹۷): ۷۱-۹۲.

یوسفی، احمدعلی. «ماهیت پول و راهبردهای فقهی و اقتصادی آن»، پژوهشگاه فرهنگ و اندیشه اسلامی ۲۹ ، شماره ۴ (۱۳۷۷).

یساقی، رضا، و علی استاجی. «نقش پیدایش پول‌های دیجیتال و مجازی در کاهش وابستگی به دلار در ایران»، کنگره پیشگامان پیشرفت ۱۰ (۱۳۹۵): ۲۳۷۰-۲۳۷۷.

ب- منابع لاتین:

Aslanidis, Nektarios, Aurelio F. Bariviera & Oscar Mart´ınez-Iba˜nez. "An analysis of cryptocurrencies conditional cross correlations." *Finance Research Letters* 31 (2019): *130-137.*

Bhaskar, Nirupama Devi, & David LEE Kuo Chuen. Chapter 3: Bitcoin Mining Technology. *Handbook of Digital Currency Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data* (2015).

Bigoni Maria, Gabriele Camera, & Marco Casari. "Money is more than memory." *Journal of Monetary Economics* 110 (April 2020): 99-115. https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2019.01.002

Chaudhari, Harshal & Martin Crane. "Cross-correlation dynamics and community structures of cryptocurrencies." *Journal of Computational Science* 44 (July 2020)*:* 101130. https://doi.org/10.1016/ j.jocs.2020.101130

Corradi, Fiammetta & Philipp Höfner. "The disenchantment of Bitcoin: unveiling the myth of a digital currency." *International Review of Sociology* 28, no. 1 (Feb 2018): 193-207.

Das, Debojyoti & Anupam Dutta. "Bitcoin's energy consumption: Is it the Achilles heel to miner's revenue?" *Economics Letters* 186 (January 2020): 108530. https://doi.org/10.1016/j.econlet.2019.108530

Deflem, Mathieu. "The Sociology of Sociology of Money: Simmel and the Contemporary Battle of the Classics." *Journal of Classical Sociology* 3, no. 1 (2003): 67-96. https://doi.org/10.1177/1468795X03003001695

Dong, Qingxing & Orrin Cooper. "A peer-to-peer dynamic adaptive consensus reaching model for the group AHP decision making." *European Journal of*

Operational Research 250, no. 2 (August 2016): 521-530. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.09.016.

Evans Charles W. "Bitcoin in Islamic Banking and Finance." *Journal of Islamic Banking and Finance June* 3, no. 1, pp. 1-11, ISSN 2374-2666 (Print) (June 2015): 2374-2658.

Feld, Sebastian, Mirco Sch¨onfeld, & Martin Werner. "Analyzing the Deployment of Bitcoin's P2P Network under an AS-level Perspective." *Procedia Computer Science* 32 (December 2014): 1121-1126.

Feng, Jingyu, Xinyu Zhao, Kexuan Chen, Feng Zhao, & Guanghua Zhang. "Towards random-honest miners' selection and multi-blocks creation: Proof-of-negotiation consensus mechanism in blockchain networks." *Future Generation Computer Systems* 105 (April 2020): 248-258. https://doi.org/10.1016/j.future.2019.11.026.

Ferreira, Paulo, Ladislav Kristoufek & Eder Johnson de Area Leão Pereira. "DCCA and DMCA correlations of cryptocurrency markets." *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 545 (May 2019): 123803. https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.123803.

Gilad, Yossi, Rotem Hemo, Silvio Micali, Georgios Vlachos & Nickolai Zeldovich. "Algorand: Scaling byzantine agreements for cryptocurrencies." In *Proceedings of the 26th Symposium on Operating Systems Principles*, ACM (2017): 51–68.

Hayek, Friedrich. Denationalisation of Money: Institute of Economic Affairs, Hobart Paper Special, 1976.

Kacprzyk, Janusz, & Mario Fedrizzi. "A 'soft' measure of consensus in the setting of partial (fuzzy) preferences." *European Journal of Operational Research* 34 (1988): 316–325. https://doi.org/10.1016/0377-2217(88)90152-X.

Killeen, Alyse. *Handbook of Digital Currency Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data*, 2015.

Kristjanpoller, Werner & Elie Bouri. "Asymmetric multifractal cross-correlations between the main world currencies and the main cryptocurrencies." *Physica A 523* (June 2019): 1057–1071. https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.115.

Kubát, Max. "Virtual Currency Bitcoin in the Scope of Money Definition and Store of Value." *Procedia Economics and Finance* 30 (2015): 409-416. https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01308-8.

Lafourcade, Pascal, and MariusLombard-Platet. "About blockchain interoperability." *Information Processing Letters* 161 (September 2020): 105976. https://doi.org/10.1016/j.ipl.2020.105976.

Liu, Yujia, Changyong Liang, Francisco Chiclana, & Jian Wu. "A trust induced recommendation mechanism for reaching consensus in group decision making." *Knowledge-Based Systems* 1191 (March 2017): 221-231. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2016.12.014.

Manavi, Seyed Alireza, Gholamreza Jafari, Shahin Rouhani & Marcel Ausloos. "Demythifying the belief in cryptocurrencies decentralized aspects. A study of cryptocurrencies time cross- correlations with common currencies, commodities and financial indices." *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 556 (October 2020):124759. https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.124759.

Mirzaee Ghazani, Majid & Reza Khosravi. "Multifractal detrended cross-correlation analysis on benchmark cryptocurrencies and crude oil prices." *Physica A* 560 (December 2020)*:* 125172. https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.125172.

Mokni, Khaled & Ahdi Noomen Ajmi. "Cryptocurrencies vs. US dollar: Evidence from causality in quantiles analysis." *Economic Analysis and Policy* 69 (March 2021)*: 238-252. https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.12.011.*

Nyman, Charlott. "The social nature of money: Meanings of Money in Swedish Families." *Women's Studies International Forum* 26, no. 1 (January–February 2003): 79-94. https://doi.org/10.1016/S0277-5395(02)00357-6.

Oliveira, Marcela T. de, Lucio H.A. Reis, Dianne S.V. Medeiros, Ricardo C. Carrano, Sılvia D. Olabarriaga, & Diogo M.F. Mattos. "Blockchain reputation-based consensus: A scalable and resilient mechanism for distributed mistrusting applications." *Computer Networks* 179 (June 2020): 107367. http://dx.doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107367.

Rochon, Louis-Philippe, & Sergio Rossi. "Endogenous money: the evolutionary versus revolutionary views." *Rev. Keynes. Econ* 1 no. 2 (2013): 210–229. https://doi.org/10.4337/roke.2013.02.04.

Shi, Yongjing, Aviral Kumar Tiwari, Giray Gozgor & Zhou Lu. "Correlations among cryptocurrencies: Evidence from multivariate factor stochastic volatility model." *Research in International Business and Finance* 53 (October 2020)*: 101231*. https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101231.

Simmel, Georg. *Georg Simmel. Sociological Theory*. 7th edition. New York: The McGraw-Hill Companies. 2008.

Thornton, Daniel L. Money in a Theory of Exchange. *Review. Federal Reserve Bank of St.* Louis. 2000.

Yu, Bin, Joseph Liu, Surya Nepal, Jiangshan Yu, & Paul Rimba. "Proof-of-QoS: QoS Based Blockchain Consensus Protocol." *Computers & Security* 87

(November 2019): 101580.

Zhang, Hengjie, Sihai Zhao, Gang Kou, Cong-Cong Li Yucheng Dong and Francisco Herrera. "An overview on feedback mechanisms with minimum adjustment or cost in consensus reaching in group decision making: Research paradigms and challenges." *Information Fusion* 60 (August 2020): 65-79.

Zhang, Wei, Pengfei Wang, Xiao Li & Dehua Shen. "The inefficiency of cryptocurrency and its cross- correlation with Dow Jones Industrial Average." *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 510 (November 2018): 658-670.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی