فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال دهم/ شماره سی‌ونهم/ پائیز ۱۴۰۰

بررسی نقدشوندگی و کارایی اطلاعاتی در بازار ارزهای رمزپایه*

محمد صالحی فر
دانشجوی دکتری مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
mohammadsalehifar@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۰۴

چکیده

در این مقاله به بررسی رفتار بازده، نقدشوندگی و کارایی اطلاعاتی در بازار ارزهای رمزپایه پرداخته‌ایم. رمزارزها یکی از انواع ارزهای مجازی هستند که درطراحی آنها از فناوری رمزنگاری استفاده شده و معمولاً به‌صورت غیرمتمرکز اداره می‌شوند. نمونه پژوهش شامل ۱۳رمزارز می‌باشد که طی ۳سال مورد دادوستد قرار گرفته‌اند. بااستفاده از آزمون ریشه واحد دیکی-فولر، آزمون‌های پارامتریک خودهمبستگی الجانگ، باکس‌وبارتلت، آزمون خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی فاما-فرنچ، آزمون ناپارامتریک ران‌و هِرست به بررسی نامانایی و میزان استقلال مشاهدات در سری زمانی بازده رمزارزها، حافظه بلندمدت و پدیده مومنتوم در بازار معاملات رمزارزها پرداخته‌ایم. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهند که در بازارهای دارای درجات نقدشوندگی بالا، بازدهی رمزارزها رفتاری غیرقابل پیش‌بینی داشته و نقدشوندگی در بازار رمزارزها ارتباط مستقیمی با کارایی اطلاعاتی دارد. درمجموع می‌توان گفت هرچه بازارهای معاملاتی رمزارزها ازنقدشوندگی بالاتری برخوردار باشند، سری زمانی بازده رمزارزها به‌سمت تصادفی‌بودن حرکت کرده، پیش‌بینی‌پذیری بازده دراین بازارها کاهش‌یافته و فرضیه کارایی بازار تقویت میگردد.

واژه‌های کلیدی: رمزارز، نقدشوندگی، پیش‌بینی‌پذیری بازده، کارایی اطلاعاتی.

* این مقاله با راهنمایی دکتر فریدون رهنمای رودپشتی نگارش گردیده است.

۱- مقدمه

در سال ۲۰۰۸، یک برنامه نویس با نام مستعار ساتوشی ناکاموتو[1] طرح پول نقد غیرمتمرکز نظیر بـه نظیر(همتـا به همتا) دیجیتالی را با نام بیت‌کوین معرفی کرد. این طرح در سوم ژانویه سال ۲۰۰۹ به عنوان طرحی آزمایشی در میان علاقه‌مندان به رمزگذاری عملیاتی شد. علاقه‌مندانی که به مبادله و استخراج رمزهایی می‌پرداختند کـه بعدها ارزش آنها مشخص شد. این موضوع تا ماه اکتبر سال ۲۰۰۹ ادامه داشت تا اینکه قیمت آن به عنوان یـک ارز به ارزش ۰۰۰۷۶۴ /۰ دلار به ازای هر بیت کوین به ثبت رسید (آموس، ۲۰۱۸). بازار ارزهای رمزپایه از سال ۲۰۰۸ به طورچشمگیری رشد کردند و ارزهای متنوعی بر اساس نوع مشتریان و میـزان اسـتفاده از آنهـا شـکل گرفتند (دایربرگ، ۲۰۱۵). با گذشت زمان، بر تنوع و تعداد ارزهای رمزپایه (رمزارزهـا) اضـافه گردیـد. در حـال حاضر (تا زمان نگارش این مقاله) ۲۰۷۶ رمزارز انتشار یافته و توسط کاربران مختلـف در سرتاسـر جهـان مـورد معامله قرار گرفته‌اند (کوین‌مارکت‌کپ، ۲۰۱۸). دراین شرایط، شناخت ابعاد و خصوصیات متمایز بـازار رمزارزهـا یکی از ضروریات مسلم در حوزه علم مالی قلمداد می‌گردد. به منظور بهره‌برداری بهینـه از ظرفیـت‌هـای بـالقوه ارزهای رمزپایه، باید به کارکردهای این بازار توجه نمود. به همین دلیل در ایـن مقالـه سـعی داریـم بـه بررسـی بازدهی و نقدشوندگی ارزهای رمزپایه، کارایی اطلاعاتی در بازار معاملات ارزهای رمزپایه و پیش‌بینـی‌پـذیری در بازار رمزارزها بپردازیم. مسلماً کسب شناخت از بازار رمزارزها می‌تواند فرصـت‌هـای سـرمایه‌گـذاری مناسـبی را شناسایی نماید. کارایی اطلاعاتی به عنوان یکی از ابعاد فرضیه بازار کارا می‌تواند اطلاعـات مفیـدی در رابطـه بـا کارکرد بازارهای معاملاتی رمزارزها و پیش‌بینی‌پذیری بازده در اختیار قرار دهد. در این مطالعه قصـد داریـم بـه پرسش‌های زیر پاسخ دهیم: آیا روند بازدهی در بازار رمزارزها قابل پیش‌بینی است؟ میزان نقدشوندگی و کارایی اطلاعاتی در بازار رمزارزها چگونه است؟ نقدشوندگی و پیش‌بینی‌پذیری بازده در بازار رمزارزهـا بـه چـه صـورت است؟

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

تاکنون مطالعات محدودی در داخل کشور پیرامون رمزارزها انجام شده است. غالب مطالعات داخلی، پیرامون ابعاد فقهی و مقررات‌گذاری در رابطه با پذیرش یا عدم پذیرش معامله رمزارزها بوده است. خوشـبخت و عباسـی (۱۳۹۶) به استخراج رویکردهای رگولاتوری اتخاذ شده در سطح جهان در حوزه بـازار رمـزارز و ارائـه بینشـی از سمت وسوی حرکت نهادهای نظارتی و قانون‌گذاری در این حوزه به منظور شناسـایی بهتـرین و مناسـب تـرین رویکرد ممکن برای پیاده سازی در کشور با صرف کمترین زمان و هزینه و جلـوگیری از دوبـاره کـاری و اتـلاف منابع پرداختند. سلیمانی‌پور و همکاران (۱۳۹۶) به تبیین ماهیت‌شناسی پول مجازی و تحلیل فقهی پدیده پول بر پایه نظریه مال اعتباری بودن پول، احکام شرعی در خصوص پول مجازی پرداختند. صـیادمعروف و همکـاران (۱۳۹۴) به بررسی بیت کوین پرداخته و با پیشبرد اهداف خود از منظر حقوقی و اقتصادی بیت کوین، به موضوع تجارت الکترونیک نیز نگاهی انداختند. آنها دریافتند که این پول، ارزی جدید با هزینه معاملاتی کمتر نسبت بـه بازارهای ارز سنتی است و به صورت غیرمتمرکز و بدون وجود نهاد واسط و نهاد ناظری همچون دولـت، بانـک و

مؤسسات مالی بر خلاف ارزهای سنتی صادر شده توسط دولت‌ها فعالیت می‌کند. اما در سطح جهانی طی سال‌های اخیر و خصوصاً پس از سال ۲۰۱۵ میلادی با توسعه و گسترش معاملات رمزارزها، موضوع ارزهای رمزپایه به یکی از موضوعات محوری و کلیدی در حوزه علم اقتصاد و مالی بدل گشته است. با این حال، بیشتر تحقیقات صورت گرفته پیرامون بیت‌کوین به عنوان نخستین و شاید شناخته‌شده‌ترین رمزارز بوده است و توجه کمتری به سایر ارزهای رمزپایه معطوف گشته است، به طوری که تا زمان نگارش این مقاله ۲۰۷۶ رمزارز به صورت فعال در حال معامله می‌باشند، اما مطالعات قابل توجهی در رابطه با عملکرد سایر رمزارزها صورت نگرفته است. البته تاکنون مطالعات بسیاری در حوزه بازار ارز (ارزهای رایج) انجام شده است، اما بررسی بازار ارزهای رمزپایه به عنوان یکی از بازارهای نوظهور اقتصادی جزو پدیده‌های نوین در دنیای اقتصادی و مالی محسوب می‌گردد. در حوزه بازار ارزهای رایج (دلار، یورو، پوند، یوان و غیره) طی سال‌های اخیر مطالعات گسترده‌ای در داخل کشور انجام شده است. برای مثال جلایی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تاثیر عبور نرخ ارز بر بازدهی سهام در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. آنها دریافتند که اثر عبور نرخ ارز بر بازدهی سهام مثبت بوده است. علت اصلی این امر مثبت بودن شوک‌های ارزی و وجود شرکت‌های صادراتی در بورس و بالارفتن بازدهی این شرکت‌ها است. مصلح شیرازی و همکاران (۱۳۹۷) الگوی تغییرات نرخ‌ارز و قیمت‌طلا را برعملکرد بورس اوراق بهادار تهران بارویکرد پویاشناسی سیستمی شبیه‌سازی نمودند. این درحالی است که موضوع این مقاله فراتر از ارزهای مرسوم جهانی است و به بازاری منحصر به فرد به نام بازار ارزهای رمزپایه نگاه ویژه دارد و هدف آن بررسی بازار رمزارزها به منظور کسب شناخت لازم و کافی جهت ورود به این بازار نوین مالی است تا بتوان با استفاده از شناخت بدست آمده، زمینه لازم جهت سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری لازم از این بازار نوظهور فراهم آید. اظهارنظرها و تحقیقات گوناگونی در سطح جهانی پیرامون بازار رمزارزها صورت گرفته است. سلگین (۲۰۱۵) و باک و البک (۲۰۱۵) معتقد بودند که ارزهای رمزپایه بیش از آنکه به عنوان یک ارز ایفای نقش کنند، یک کالای سوداگرانه است. پیترسون (۲۰۱۷) و فن‌فلیت (۲۰۱۸) به بررسی قانون متکالف[۲] در ارزش‌گذاری بیت‌کوین براساس اندازه شبکه کاربران پرداختند. گرینبرگ (۲۰۱۲) نیز تاثیر فاکتورهای اقتصاد کلان را بر قیمت بیت‌کوین مورد مطالعه قرار داد. اِرکهارت (۲۰۱۶) از نخستین پژوهشگرانی بود که کارایی ضعیف بیت کوین را مورد آزمون قرار داد. بیت کوین در مقایسه با سایر رمزارزها دارای بیشترین ارزش بازار می‌باشد. اِرکهارت با استفاده از آزمون‌های آماری به بررسی خودهمبستگی، ریشه واحد، وابستگی طولانی‌مدت و رابطه غیرخطی پرداخت و به این نتیجه رسید که بازدهی در بازار بیت‌کوین ناکارا است و این موضوع تاییدی بود بر درک و شهود مشاهده‌گران بازار بیت‌کوین مبنی بر اینکه یک بازار جدید در حال بلوغ و به تکامل رسیدن است. از سوی دیگر، ناداراجا و چو (۲۰۱۷)، تیواری و همکاران (۲۰۱۸)، سِنسوی (۲۰۱۸) و ویدال-توماس و ایبانز (۲۰۱۸) شواهدی را مبنی بر اثبات فرضیه بازار کارا در بازار معاملات بیت‌کوین ارائه نمودند. اساساً تاکنون عمده مطالعات صورت‌گرفته در بازار رمزارزها بر روی بیت‌کوین متمرکز بوده است. به طوری که نتیجه‌گیری‌های اتخاذ شده نیز تاحدودی به نقد روش‌های تحقیق استفاده شده در مطالعات مختلف پرداخته است. چی و فرای (۲۰۱۵)، بار و همکاران (۲۰۱۸)، کوربت و همکاران (۲۰۱۸)، هافنر (۲۰۱۸)، هایس (۲۰۱۸)، لی و همکاران (۲۰۱۸) و فیلیپس و گورس (۲۰۱۸) نشان

دادند که بیت‌کوین مرتبط با حباب‌های ایجادشده در بازارهای سوداگرانه است. در کنار این مطالعـات، ارکهـارت (۲۰۱۶)، الیحیایی و همکاران (۲۰۱۸) و جیانگ و همکاران (۲۰۱۸) دریافتند که بازار بیت‌کوین در مقایسـه بـا سایر بازارهای مبتنی بر دارایی ناکارا می‌باشد. درنتیجه درک و اندازه‌گیری ریسک پایه بیت‌کوین بـرای سـرمایه-گذاران، سیاست‌گذاران و مقررات گذاران بسیار ضروری است. اما یکی از افرادی که در ادامه مطالعات ارکهـارت، به بررسی نقدشوندگی و کارایی اطلاعاتی در بازار معاملات تعداد زیادی از سایر رمزارزها پرداخت، وانگ چون وی بود (تروستر و همکاران، ۲۰۱۸). وی (۲۰۱۸) مطالعه اِرکهارت را بسط و توسعه داده و علاوه بر بیـت کـوین بـه بررسی نقدشوندگی و کارایی اطلاعاتی ۴۵۶ رمزارز دیگر در طول سال ۲۰۱۷ میلادی پرداخـت. او دریافـت کـه طی سال ۲۰۱۷، بازدهی بیت‌کوین نشانه‌هایی از بهبود در کارایی را ازخود نشان می‌دهد که این موضوع با آزمون دوم اِرکهارت همخوانی دارد. البته همچنان تعداد قابل توجهی از سایر رمزارزها خودهمبستگی و عـدم اسـتقلال معناداری دارند. وی در مطالعه خود رابطه بین نقدشوندگی و کارایی بازار رمزارزها را طـی سـال ۲۰۱۷ بررسـی نمود. یافته‌های او بیانگر آن است که پیش‌بینی‌پذیری بازده با معاملات آربیتراژی کاهش می‌یابد. معاملاتی که به نظر او در بازارهایی که نقدشونده‌تر هستند، موثرتر خواهند بود. در مقاله پیش‌رو به توسـعه و بسـط مطالعـه وی (۲۰۱۸) پرداخته شده است. چونگ‌وِی، نقدشوندگی و کارایی اطلاعاتی را در بازار معاملاتی رمزارزهـایی کـه در طول سال ۲۰۱۷ میلادی دادوستد می‌شدند، مورد بررسی قرارداد. درحالیکه در این مقاله به منظور دستیابی بـه شواهد موثق‌تر، بازه زمانی طولانی‌تری (سه ساله) را درنظر گرفته‌ایم. یکـی از ابعـاد نـوآوری ایـن مقالـه بررسـی بازدهی، نقدشوندگی، کارایی اطلاعاتی و پیش‌بینی‌پذیری بازدهی نه تنها با تاکیـد محـض بـر بیـت‌کـوین، بلکـه بررسی سایر رمزارزها (آلت‌کوین[۳]) می‌باشد. بدین منظور با توجه بـه محـدودیت‌هـایی کـه بـرای انتخـاب نمونـه پژوهش قائل شده‌ایم، درنهایت ۱۳ ارز رمزپایه به نام‌های بیت‌کوین، ریپِل، اتریوم، بیت‌کوین‌کَش، اسـتلار، لیـت-کوین، تِتِر، مونرو، دَش، نِم، داگیکوین و بیت‌سی‌ان‌وای انتخاب شدند.

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع تحقیقات پس‌رویدادی است که بر مبنای تجزیه و تحلیل اطلاعات مشاهده شده انجـام می‌پذیرد. مطالعه حاضر با هدف بررسی بازدهی، نقدشوندگی، کارایی اطلاعاتی بازار و پیش‌بینی‌پذیری بازده بازار ارزهای رمزپایه در بازه زمانی ۳ سال (از ۱۳۹۴/۱۰/۱۰ لغایت ۱۳۹۷/۱۰/۱۰) صورت پذیرفته است. نمونه مـورد مطالعه شامل ۱۳ رمزارز می‌باشد که طی ۳ سال به صورت ۲۴ ساعته و با حجم معاملات بیش از ۱۰میلیون دلار مورد معامله قرار گرفته‌اند. داده‌های مقاله از سایت کوین‌مارکت‌کپ[۴] اخذ گردیده است که تمامی اطلاعات مربوط به رمزارزها را به صورت روزانه اطلاع‌رسانی می‌نماید. در این پژوهش به منظور آزمون فرضیه‌ها و پاسـخگویی بـه سوالات پژوهش از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شده است. در بخش آمار توصیفی پس از محاسبه شـاخص آمیهود، رمزارزهای عضو نمونه پژوهش از نظر درجه نقدشوندگی بـه ۳ دسـته تقسـیم شـدند (دسـته اول دارای بالاترین درجه نقدشوندگی، دسته دوم دارای سطح نقدشوندگی متوسط و دسته سـوم رمزارزهـای دارای درجـه نقدشوندگی پایین) و میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی بازده برای هر طبقه محاسبه شد. در بخش آمار

استنباطی نیز به منظور بررسی ارتباط بین نقدشوندگی و کارایی اطلاعاتی معاملات رمزارزها، میزان پیش‌بینی‌پذیربودن بازدهی هریک از طبقات فوق مورد بررسی و آزمون قرار گرفت. از آنجا که پیش‌بینی‌پذیربودن بازده یکی از نابهنجاری هایی است که فرضیه بازار کارا را به چالش می‌کشاند، در این پژوهش نیز مطابق با روش تحقیق وی (۲۰۱۸) از این شاخص برای برآورد میزان کارایی اطلاعاتی در بازار معاملات رمزارزها به تفکیک درجات نقدشوندگی استفاده شده است. برای بررسی پیش‌بینی‌پذیر بودن بازده مترتب بر طبقات مختلف نقدشوندگی از آزمون ریشه واحد (جهت بررسی مانایی و نامانایی سری زمانی بازده رمزارزها)، آزمون های پارامتریک خودهمبستگی ال‌جانگ، باکس و بارتلت و آزمون خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی فاما و فرنچ (به منظور بررسی میزان استقلال مشاهدات در سری زمانی بازده رمزارزها)، آزمون ناپارامتریک ران (بررسی میزان استقلال مشاهدات در سری زمانی رمزارزها) و آزمون هِرست (به منظور بررسی حافظه بلندمدت و نیز شناسایی پدیده مومنتوم یا برگشت به میانگین در سری زمانی بازدهی رمزارزها) به تفکیک هریک از طبقات نقدشوندگی استفاده شده است که نتایج هریک از این آزمون ها در ادامه ارائه شده است.

۳-۱- نقدشوندگی رمزارزها

هرچند برای اندازه‌گیری نقدشوندگی می توان از شاخص‌های مناسبی نظیر درصد تفاوت نسبی موثر قیمت پیشنهادی خرید-فروش و درصد تفاوت قیمت مظنه خرید و فروش استفاده نمود (آمیهود، ۱۹۸۶)؛ اما این شاخص‌ها مستلزم دسترسی به اطلاعات مربوط به قیمت‌های پیشنهادی (مظنه‌های) خرید و فروش است و از آنجا که در بازار رمزارزها مکانیزم‌های متفاوتی نسبت به بازار سهام حاکم است، در محاسبه نقدشوندگی رمزارزها استفاده از چنین شاخص‌هایی امکان‌پذیر نیست. در این پژوهش برای اندازه‌گیری میزان نقدشوندگی رمزارزها با توجه به مطالعه وی(۲۰۱۸) از شاخص آمیهود استفاده می‌شود. شاخص آمیهود علاوه بر برخورداری از ثبات و سادگی، فقط به داده‌های معاملاتی روزانه نیاز دارد و داده‌های بیشتری را دخالت نمی‌دهد. این شاخص به ما اجازه می‌دهد دارایی‌های قابل معامله را بایکدیگر مقایسه نماییم، خصوصاً زمانی که داده‌های ریزساختار بازار در دسترس نباشند. برای سهولت در محاسبات، شاخص بدست‌آمده در عدد یک‌میلیون دلار ضرب خواهد شد. هرچه شاخص آمیهود بیشتر باشد، نقدشوندگی رمزارزها کمتر است. این شاخص به‌صورت رابطه(۱) ارائه می‌گردد:

$$\text{Amihud}_{i_{\text{ی}}y} = \frac{1}{d_{i_{\text{ی}}y}} \sum_{t=1}^{d_{i_{\text{ی}}y}} \frac{|r_{it}|}{Dvol_{it}} \times 1.000.000 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن $d_{i_{\text{ی}}y}$ نشان‌دهنده تعداد روزهای معاملاتی رمزارز i (برای بیشتر رمزارزها برابر ۳۶۵ روز است) در سال Y و r_{it} بازده روزانه رمزارزها در دوره t برحسب دلار است. $Dvol_{it}$ نیز حجم دلاری معاملات انجام‌شده برای هر رمزارز به‌صورت میلیون دلار در هر روز است.

۳-۲- بازدهی روزانه رمزارزها

در این پژوهش برای محاسبه بازده روزانه رمزارزها از بازده لگاریتمی به صورت رابطه (۲) استفاده می شود:

$$R_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$$ رابطه (۲)

که در آن P_t قیمت پایانی رمزارز مورد نظر در پایان روز t و P_{t-1} قیمت پایانی رمـز ارز مـورد نظـر در روز قبـل است. با توجه به اینکه برخی از رمزارزها باارزهای مختلف دیگری مبادله می‌شوند، به دلیل همگـن بـودن نمونـه، بازده و حجم معاملات، کلیه رمزارزها بر اساس دلار آمریکا اندازه‌گیری شده‌اند.

۴- یافته‌های علمی پژوهش

تجزیه‌وتحلیل اطلاعات و داده‌های پژوهش دردوبخش آمار توصیفی و استنباطی قابل ارائه است. نتایج حاصـل از پژوهش در بخش آمار استنباطی درجدول(۱) ارائه شده است.

جدول ۱ : آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

اطلاعات نقدشوندگی		اطلاعات بازده						
گروه	معیار آمیهود	مشاهدات	میانگین بازده	انحراف معیار	حداقل مشاهدات	حداکثر مشاهدات	چولگی	کشیدگی
۱	آمیهود < ۰/۰۰۰۰۱	۵۲۷۴	۰/۰۰۴۸	۰/۰۷۳۸	-۰/۶۱۶۲	۱/۲۲۷۳	۰/۴۷۲۲	۲۷/۰۳
۲	۰/۰۰۰۰۱> آمیهود < ۰/۰۰۱	۵۳۶۴	۰/۰۰۳۷	۰/۰۷۶۶	-۰/۳۹۵۱	۰/۵۸۴۶	۰/۹۶۲۵	۸/۳۲
۳	۰/۰۰۱> آمیهود < ۰/۰۳۸	۴۵۵۸	-۰/۰۰۲۱	۰/۰۸۱۵	-۰/۴۴۶۰	۰/۴۳۷۷	۰/۰۱۷	۳/۹۵

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد، به طور متوسط، رمزارزهایی که از درجـه نقدشـوندگی بـالاتری برخودار بوده‌اند، نسبت به رمزارزهایی که از درجه نقدشوندگی پایین‌تری برخوردارند، بازدهی کمتری دارند. آمار توصیفی مربوط به ضرایب چولگی و کشیدگی طبقات مختلف رمزارزها با درجات متفاوت نقدشوندگی نشان می-دهد که در درجات نقدشوندگی پایین‌تر شکل توزیع متغیر بازدهی متقارن‌تر و به توزیـع نرمـال نزدیکتـر اسـت؛ درحالیکه توزیع متغیر بازدهی در گروه رمزارزهای دارای نقدشوندگی بالا دارای چولگی به سمت راسـت اسـت و ارتفاع آن بسیار بالاتر از توزیع نرمال قرار دارد. به منظور بررسی ارتباط بین نقدشوندگی و پـیش‌بینـی‌پـذیربودن بازده (کارایی اطلاعاتی) در معاملات رمزارزها از آمار استنباطی استفاده شده است که در ادامـه نتـایج هریـک از آزمون‌ها ارائه می‌شود.

۴-۱- آزمون ریشه واحد

یکی از روش‌های پارامتریک که به کمک آن می‌توان قابل پیش بینی بودن یا نبودن یک سری زمانی را مورد مطالعه قرار داد، بررسی وضعیت مانایی (پایایی) آن سری زمانی است. یک فرایند تصادفی را مانای اکید می‌نامند، اگر ویژگی‌های آن با تغییر مبدا زمانی تغییر نکند، یعنی رابطه زیر برقرار باشد:

$F(x_1 \dots \dots x_t) = F(x_{1+k} \dots \dots x_{t+k})$ رابطه (۳)

که در آن F تابع توزیع مشترک مجموعه‌ای از متغیرهای تصادفی است. فرض مانایی یا پایایی در مقابل فرض نوفه سفید بودن متغیرها قرار دارد. متغیر نوفه سفید، متغیری با ساختاری غیرقابل تشخیص است که رفتار قبل آن را نمی‌توان به آینده تعمیم داد. با توجه به آنچه گفته شد اگر بتوان نامانایی سری زمانی بازده روزانه رمزارزها را اثبات نمود، می توان حکم به نوفه سفید بودن یا به عبارتی دیگر به تصادفی بودن آن داد. در این پژوهش به منظور بررسی مانایی سری زمانی بازدهی رمزارزها، از آزمون ریشه واحد تلفیقی با روش دیکی-فولر تعمیم یافته استفاده شده است که نتایج آن به شرح جدول(۲) است.

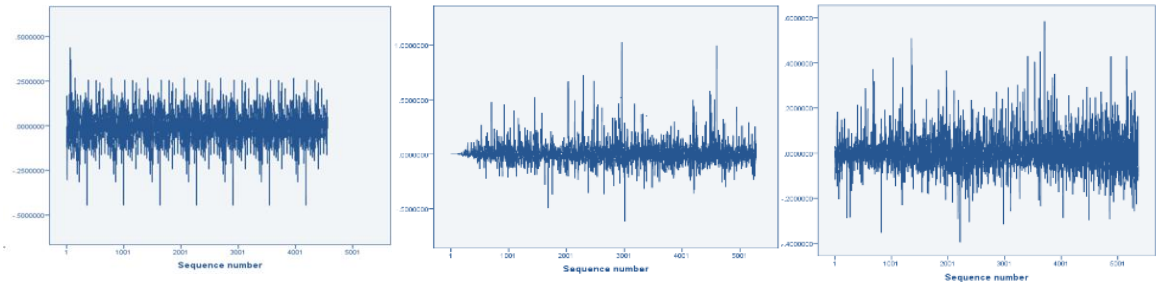
جدول ۲ : نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد (دیکی- فولر)

	سطح اطمینان	آماره t	احتمال
گروه ۱		-۲/۱۶۰۹	۰/۰۸۲۶
	سطح اطمینان ۱ ٪	-۳/۶۶۱۶	
	سطح اطمینان ۵ ٪	-۲/۹۶۰۴	
	سطح اطمینان ۱۰ ٪	-۲/۶۱۹۱	
گروه ۲		-۲/۴۴۱۹	۰/۰۶۱۳
	سطح اطمینان ۱ ٪	-۳/۶۷۲۶	
	سطح اطمینان ۵ ٪	-۲/۹۳۱۴	
	سطح اطمینان ۱۰٪	-۲/۶۰۹۲	
گروه ۳		-۴/۱۸۸۱	۰/۰۳۰۵
	سطح اطمینان ۱ ٪	-۳/۶۸۲۶	
	سطح اطمینان ۵ ٪	-۲/۸۱۳۱	
	سطح اطمینان ۱۰ ٪	-۲/۶۱۹۵	

با توجه به سطوح معناداری به دست آمده برای هریک از سه سری زمانی فوق، بازدهی رمزارزهایی که از درجه نقدشوندگی بالاتری برخودار بوده‌اند، دچار نامانایی (دارای ریشه واحد) است؛ در حالیکه با توجه به پایین بودن (کمتر از ۵٪) سطح معناداری به دست آمده برای سری زمانی بازدهی مربوط به رمزارزهای دارای سطح

نقدشوندگی پایین می‌توان گفت که این سری زمانی مانا است و رفتار آن را در گذشته مـی‌تـوان بـه آینـده نیـز تعمیم داد (پیش‌بینی‌پذیر است). این موضوع را می توان در نمودار ۱، نمودار ۲ و نمودار ۳ نیز مشاهده نمود.

نمودار۱:نقدشوندگی بالا **نمودار۲:نقدشوندگی متوسط** **نمودار۳: نقدشوندگی پایین**



مطابق نمودارهای ۱، ۲و۳، سری زمانی بازدهی رمزارزهای دارای درجه نقدشـوندگی بـالا نسـبت بـه سـری زمانی بازدهی رمزارزهای دارای درجات پایین نقدشوندگی از نوسانات بیشتری برخوردار است، در حالیکـه سـری زمانی بازدهی رمزارزهای دارای نقدشوندگی پایین تقریباً مقید به یک محدوده مشخص و دارای حافظه بلندمدت است. بر اساس فرضیه کارا، قیمت‌ها (دراینجا بازدهی) از فرآیند گشت تصادفی پیروی می‌کند، بنـابراین یکـی از مهمترین نشانه‌های بازار کارا، تصادفی بودن (غیرقابل پیش بینی بودن) قیمت‌ها (بازده) است. با توجه بـه نتـایج حاصل از آزمون ریشه واحد می‌توان گفت در بازارهایی که رمزارزها از درجات نقدشوندگی بـالاتری برخوردارنـد، قابلیت پیش‌بینی بازده کاهش می‌یابد و می‌توان نتیجه گرفت این بازارها نسبت به بازارهای دارای سطوح پـایین نقدشوندگی از کارایی اطلاعاتی بالاتری برخوردارند.

۴-۲- آزمون خودهمبستگی (پارامتریک)

در این پژوهش از آزمون‌های پارامتریک ال.جانگ-باکس و بارتلت و آزمون خودهمبستگی و خودهمبسـتگی جزئی فاما و فرنچ استفاده شده است. آزمون ال‌جانگ-باکس شکل تصحیح شده آزمون پورت- مانتو بوده و بـرای بررسی استقلال (ناهمبسته بودن) سـری‌هـای زمـانی بکـار مـی رود. جـداول ۳، ۴و ۵ نتـایج حاصـل از آزمـون خودهمبستگی ال‌جانگ، باکس و بارتلت را برای سه سری زمانی بـازده بـه تفکیـک درجـات نقدشـوندگی (بـالا، متوسط و پایین) نشان می‌دهد. فرضیه صفر در این آزمون عدم وجود خوهمبستگی در سری زمانی است.

جدول ۳: نتایج حاصل از آزمون خودهمبستگی به روش ال.جانگ، باکس و بارتلت (گروه ۱)

وقفه	خود همبستگی	خطای استاندارد	آماره ال‌جانگ، باکس			وقفه	خود همبستگی	خطای استاندارد	آماره ال‌جانگ، باکس		
			مقدار	df	معناداری				مقدار	df	معناداری
۱	-۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	۲/۸۴۸	۱	۰/۰۹۱	۹	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	۱۲/۶۶۴	۹	۰/۱۷۸
۲	-۰/۰۰۹	۰/۰۱۴	۳/۳۰۲	۲	۰/۱۹۲	۱۰	۰/۰۲۴	۰/۰۱۴	۱۵/۷۱۴	۱۰	۰/۱۰۸
۳	۰/۰۱۸	۰/۰۱۴	۴/۹۹۵	۳	۰/۱۷۲	۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۱۴	۱۵/۷۳۳	۱۱	۰/۱۵۱
۴	۰/۰۱۱	۰/۰۱۴	۵/۵۸۱	۴	۰/۲۳۳	۱۲	-۰/۰۰۶	۰/۰۱۴	۱۵/۹۰۰	۱۲	۰/۱۹۶
۵	۰/۰۲۴	۰/۰۱۴	۸/۷۰۵	۵	۰/۱۲۱	۱۳	۰/۰۱۹	۰/۰۱۴	۱۷/۷۵۷	۱۳	۰/۱۶۷
۶	۰/۰۲۷	۰/۰۱۴	۱۲/۵۹۹	۶	۰/۰۵۰	۱۴	۰/۰۲۱	۰/۰۱۴	۲۰/۰۶۱	۱۴	۰/۱۲۸
۷	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	۱۲/۶۰۶	۷	۰/۰۸۲	۱۵	۰/۰۱۰	۰/۰۱۴	۲۰/۶۳۹	۱۵	۰/۱۴۹
۸	۰/۰۰۳	۰/۰۱۴	۱۲/۶۵۳	۸	۰/۱۲۴	۱۶	-۰/۰۰۶	۰/۰۱۴	۲۰/۸۰۲	۱۶	۰/۱۸۶

جدول ۴: نتایج حاصل از آزمون خودهمبستگی به روش ال.جانگ، باکس و بارتلت (گروه ۲)

وقفه	خود همبستگی	خطای استاندارد	آماره ال‌جانگ، باکس			وقفه	خود همبستگی	خطای استاندارد	آماره ال‌جانگ، باکس		
			مقدار	df	معناداری				مقدار	df	معناداری
۱	۰/۰۲۲	۰/۰۱۴	۲/۶۹۱	۱	۰/۱۰۱	۹	-۰/۰۳۱	۰/۰۱۴	۱۱/۶۹۶	۹	۰/۲۳۱
۲	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۳/۷۲۲	۲	۰/۱۵۶	۱۰	-۰/۰۰۷	۰/۰۱۴	۱۱/۹۶۳	۱۰	۰/۲۸۸
۳	-۰/۰۰۹	۰/۰۱۴	۴/۲۰۰	۳	۰/۲۴۱	۱۱	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۱۲/۹۵۷	۱۱	۰/۲۹۶
۴	۰/۰۱۸	۰/۰۱۴	۵/۸۸۶	۴	۰/۲۰۸	۱۲	۰/۰۰۲	۰/۰۱۴	۱۲/۹۷۳	۱۲	۰/۳۷۱
۵	۰/۰۰۰	۰/۰۱۴	۵/۸۸۶	۵	۰/۳۱۷	۱۳	-۰/۰۱۵	۰/۰۱۴	۱۴/۱۱۳	۱۳	۰/۳۶۶
۶	۰/۰۰۸	۰/۰۱۴	۶/۲۷۳	۶	۰/۳۹۳	۱۴	-۰/۰۰۳	۰/۰۱۴	۱۴/۱۶۷	۱۴	۰/۴۳۷
۷	۰/۰۰۲	۰/۰۱۴	۶/۲۸۷	۷	۰/۵۰۷	۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	۱۴/۱۶۹	۱۵	۰/۵۱۳
۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱۴	۶/۶۸۷	۸	۰/۵۷۱	۱۶	-۰/۰۱۵	۰/۰۱۴	۱۵/۴۱۳	۱۶	۰/۴۹۵

جدول ۵: نتایج حاصل از آزمون خودهمبستگی به روش ال.جانگ، باکس و بارتلت (گروه ۳)

وقفه	خود همبستگی	خطای استاندارد	آماره ال‌جانگ، باکس			وقفه	خود همبستگی	خطای استاندارد	آماره ال‌جانگ، باکس		
			مقدار	df	معناداری				مقدار	df	معناداری
۱	-۰/۰۲۳	۰/۰۱۵	۲/۴۹۲	۱	۰/۰۱۴	۹	-۰/۰۵۳	۰/۰۱۵	۸۰/۸۱۴	۹	۰/۰۰۰
۲	۰/۰۸۰	۰/۰۱۵	۳۱/۳۸۰	۲	۰/۰۰۰	۱۰	-۰/۰۶۴	۰/۰۱۵	۹۹/۸۱۷	۱۰	۰/۰۰۰
۳	۰/۰۲۲	۰/۰۱۵	۳۳/۶۱۳	۳	۰/۰۰۰	۱۱	-۰/۰۲۸	۰/۰۱۵	۱۰۳/۴۷۴	۱۱	۰/۰۰۰
۴	۰/۰۲۰	۰/۰۱۵	۳۵/۳۸۷	۴	۰/۰۰۰	۱۲	-۰/۰۱۱	۰/۰۱۵	۱۰۴/۰۴۵	۱۲	۰/۰۰۰
۵	۰/۰۶۶	۰/۰۱۵	۵۵/۰۳۶	۵	۰/۰۰۰	۱۳	۰/۰۳۴	۰/۰۱۵	۱۰۹/۱۸۱	۱۳	۰/۰۰۰
۶	-۰/۰۴۲	۰/۰۱۵	۶۳/۱۲۴	۶	۰/۰۰۰	۱۴	-۰/۰۴۷	۰/۰۱۵	۱۱۹/۲۲۵	۱۴	۰/۰۰۰

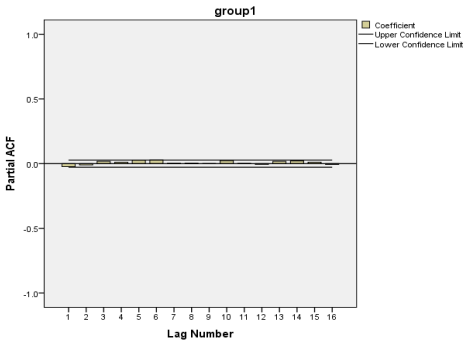
وقفه	خود همبستگی	خطای استاندارد	آماره ال‌جانگ، باکس			وقفه	خود همبستگی	خطای استاندارد	آماره ال‌جانگ، باکس		
			مقدار	df	معناداری				مقدار	df	معناداری
۷	۰/۰۲۹	۰/۰۱۵	۶۶/۸۹۲	۷	۰/۰۰۰	۱۵	-۰/۰۲۰	۰/۰۱۵	۱۲۰/۹۸۰	۱۵	۰/۰۰۰
۸	-۰/۰۱۷	۰/۰۱۵	۶۸/۱۷۸	۸	۰/۰۰۰	۱۶	-۰/۰۵۲	۰/۰۱۵	۱۳۳/۱۵۷	۱۶	۰/۰۰۰

سطوح معناداری به دست آمده در این آزمون برای ۱۶ وقفه بهینه در سری زمانی بازده درطبقات دارای نقدشوندگی بالا و متوسط بیش از سطح معناداری ۵٪ است، درنتیجه می‌توان گفت که سری‌های زمانی بازده رمزارزهای دارای درجات بالای نقدشوندگی خودهمبسته نبوده و مشاهدات این سری‌های زمانی مستقل از یکدیگرند. اما سری زمانی بازده رمزارزهای دارای سطوح پایین نقدشوندگی برای تعداد ۱۶ وقفه بهینه دارای سطوح معناداری کمتر از ۵٪ هستند، درنتیجه فرض استقلال مشاهدات (عدم خودهمبستگی) در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می شود. به اعتقاد فاما و فرنچ (۲۰۰۵) بخشی از شوک های قیمتی در هر ماه دائمی می‌شوند و بقیه شوک‌ها به تدریج حذف می شوند. بنابراین آزمون خودهمبستگی فاما و فرنچ بر این واقعیت بنانهاده شده که بخش موقتی شوک‌های قیمتی دلالت بر قابلیت پیش‌بینی قیمت‌ها (بازده) در دوره های آتی دارند. نتایج حاصل از این آزمون در جداول ۴، ۵ و ۶ ارائه شده است.

جدول۴: نتایج آزمون خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی فاما و فرنچ (گروه ۱)

وقفه	خودهمبستگی جزئی	خطای استاندارد	وقفه	خودهمبستگی جزئی	خطای استاندارد	وقفه	خود همبستگی جزئی	خطای استاندارد
۱	-۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	۶	۰/۰۲۸	۰/۰۱۴	۱۲	-۰/۰۰۶	۰/۰۱۴
۲	-۰/۰۱۰	۰/۰۱۴	۷	۰/۰۰۳	۰/۰۱۴	۱۳	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴
۳	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۸	۰/۰۰۳	۰/۰۱۴	۱۴	۰/۰۲۱	۰/۰۱۴
۴	۰/۰۱۱	۰/۰۱۴	۹	۰/۰۰۰	۰/۰۱۴	۱۵	۰/۰۱۱	۰/۰۱۴
۵	۰/۰۲۵	۰/۰۱۴	۱۰	۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	۱۶	-۰/۰۰۷	۰/۰۱۴
			۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۱۴			

همانطور که ملاحظه می شود، خودهمبستگی جزئی سری زمانی بازده رمزارزهای دارای درجه نقدشوندگی بالا در ۱۶ وقفه بهینه معنادار نبوده و این سری زمانی دارای خاصیت نوفه سفید (تصادفی) است. این موضوع در نمودار خودهمبستگی جزئی (نمودار۴) قابل مشاهده است.

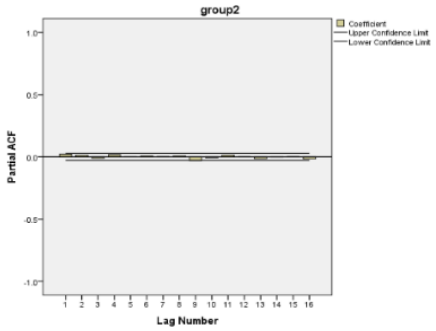


نمودار ۴: خودهمبستگی جزئی فاما و فرنچ برای رمزارزهای دارای درجه نقدشوندگی بالا (گروه۱)

جدول ۵: نتایج آزمون خودهمبستگی جزئی فاما و فرنچ (گروه ۲)

وقفه	خودهمبستگی جزئی	خطای استاندارد	وقفه	خودهمبستگی جزئی	خطای استاندارد	وقفه	خود همبستگی جزئی	خطای استاندارد
۱	۰/۰۲۲	۰/۰۱۴	۶	۰/۰۰۸	۰/۰۱۴	۱۲	۰/۰۰۰	۰/۰۱۴
۲	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	۷	۰/۰۰۲	۰/۰۱۴	۱۳	-۰/۰۱۴	۰/۰۱۴
۳	-۰/۰۱۰	۰/۰۱۴	۸	۰/۰۰۸	۰/۰۱۴	۱۴	-۰/۰۰۲	۰/۰۱۴
۴	۰/۰۱۸	۰/۰۱۴	۹	-۰/۰۳۱	۰/۰۱۴	۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴
۵	-۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	۱۰	-۰/۰۰۶	۰/۰۱۴	۱۶	-۰/۰۱۵	۰/۰۱۴
			۱۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱۴			

خودهمبستگی جزئی سری زمانی بازده رمزارزهای دارای درجه نقدشوندگی متوسط در ۱۶ وقفه بهینه معنادار نبوده و دارای خاصیت نوفه سفید (تصادفی) است. این موضوع در نمودار(۵) قابل مشاهده است.

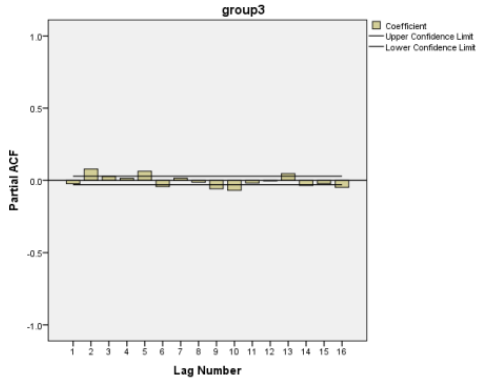


نمودار ۵: خودهمبستگی جزئی فاما و فرنچ برای رمزارزهای دارای درجه نقدشوندگی متوسط

جدول ۶: نتایج آزمون خودهمبستگی جزئی فاما و فرنچ (گروه ۳)

وقفه	خودهمبستگی جزئی	خطای استاندارد	وقفه	خودهمبستگی جزئی	خطای استاندارد	وقفه	خود همبستگی جزئی	خطای استاندارد
۱	-۰/۰۲۳	۰/۰۱۵	۶	-۰/۰۴۶	۰/۰۱۵	۱۲	-۰/۰۰۴	۰/۰۱۵
۲	۰/۰۷۹	۰/۰۱۵	۷	۰/۰۱۶	۰/۰۱۵	۱۳	۰/۰۴۶	۰/۰۱۵
۳	۰/۰۲۶	۰/۰۱۵	۸	-۰/۰۱۳	۰/۰۱۵	۱۴	-۰/۰۳۵	۰/۰۱۵
۴	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۹	-۰/۰۵۸	۰/۰۱۵	۱۵	-۰/۰۲۲	۰/۰۱۵
۵	۰/۰۶۳	۰/۰۱۵	۱۰	-۰/۰۶۹	۰/۰۱۵	۱۶	-۰/۰۴۹	۰/۰۱۵
			۱۱	-۰/۰۱۸	۰/۰۱۵			

همانطور که ملاحظه می شود، خودهمبستگی جزئی سری زمانی بازده رمزارزهای دارای درجه نقدشوندگی پایین در برخی از ۱۶ وقفه معنادار است و این سری زمانی دارای خاصیت نوفه سفید (تصادفی) نمی‌باشد. این موضوع را می توان در نمودار (۶) نیز ملاحظه نمود.



نمودار ۶: خودهمبستگی جزئی فاما و فرنچ برای رمزارزهای دارای درجه نقدشوندگی پایین

نتایج حاصل از اجرای آزمون‌های پارامتریک خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی نشان داد که بازدهی رمزارزها در بازارهای دارای نقدشوندگی بالا خودهمبسته نبوده و مشاهدات این سری‌های زمانی مستقل از یکدیگرند که این موضوع به معنی نزدیک‌شدن بازده به فرآیند تصادفی و تقویت فرضیه بازار کارا در این بازارها است. در نقطه مقابل، بازدهی رمزارزها در بازارهایی که از درجات نقدشوندگی پایین برخوردارند دارای مراتبی از خودهمبستگی است و از فرآیند گشت تصادفی تبعیت نمی‌کند. با توجه به آنچه گفته شد، از آزمون‌های پارامتریک خودهمبستگی می‌توان نتیجه گرفت در بازارهای دارای درجات نقدشوندگی بالا، بازدهی رمزارزها

رفتاری غیرقابل پیش‌بینی دارد و این موضوع نشان می‌دهد در بازار رمزارزها نقدشوندگی با کارایی اطلاعاتی دارای رابطه‌ای مثبت است.

۴-۳- آزمون تصادفی بودن بازده (ناپارامتریک)

در این پژوهش برای حصول اطمینان از تصادفی بودن بازده رمزارزهای دارای درجه نقدشوندگی بالا و تایید غیرقابل پیش‌بینی‌بودن آن در کنار آزمون‌های پارامتریک، از آزمون ناپارامتریک ران استفاده کرده‌ایم. آزمون ران نشان‌دهنده تصادفی بودن/نبودن یک سری زمانی است. فرضیه صفر در این آزمون تصادفی بودن سری زمانی مورد مطالعه است و در صورتی که مقدار احتمال به‌دست‌آمده دراین آزمون بیشتر از سطح خطای موردنظر (۵٪) باشد، تصادفی بودن (پیش‌بینی‌ناپذیربودن) سری زمانی (بازدهی رمزارزها با درجات مختلف نقدشوندگی) تایید می‌شود. نقطه برش این آزمون ابتدا برروی میانگین و سپس برروی میانه سری‌های زمانی بازده تنظیم شده است که نتایج آن در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷: نتایج آزمون ران (با استفاده از میانه و میانگین)

	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
مقدار آزمون (میانه)	-۰/۰۰۰۶۳۱۵	۰/۰۰۱۲۶۵۰	-۰/۰۰۰۳۹۹۶
تعداد نمونه‌های کوچکتر از میانه	۲۶۳۷	۲۶۸۲	۲۲۷۵
تعداد نمونه‌های بزرگتر یا مساوی با میانه	۲۶۳۷	۲۶۸۲	۲۲۸۳
کل تعداد نمونه‌ها	۵۲۷۴	۵۳۶۴	۴۵۵۸
تعداد ران‌ها	۲۵۵۴	۲۶۶۲	۲۲۶۱
آماره Z	-۲/۳۱۴	-۰/۵۷۴	-۰/۵۶۳
سطح معناداری	۰/۰۸۱	۰/۰۶۶	۰/۰۰۴
مقدار آزمون (میانگین)	۰/۰۰۴۷۸۹۳۷۲	۰/۰۰۳۶۷۱۹۳۵	-۰/۰۰۲۱۰۹۸۰۱
تعداد نمونه‌های کوچکتر از میانگین	۳۱۵۷	۲۸۶۸	۲۲۶۸
تعداد نمونه‌های بزرگتر یا مساوی با میانگین	۲۱۱۷	۲۴۹۶	۲۲۹۰
کل تعداد نمونه‌ها	۵۲۷۴	۵۳۶۴	۴۵۵۸
تعداد ران‌ها	۲۴۵۷	۲۶۱۴	۲۲۷۵
آماره Z	-۱/۷۳۳	-۱/۵۴۰	-۰/۱۴۷
سطح معناداری	۰/۰۸۳	۰/۰۷۴	۰/۰۰۳

براساس جدول ۷، در هردو نقطه برش (میانگین و میانه) برای سری زمانی بازدهی رمزارزها در بازارهای دارای نقدشوندگی بالا و متوسط، سطوح معناداری به دست آمده از سطح معناداری ۵٪ بیشتر است؛ درنتیجه تصادفی‌بودن این سری‌های زمانی تایید و اثبات می شود. در نقطه مقابل، سطوح معناداری به دست آمده برای

سری زمانی بازده رمزارزها در بازارهای دارای درجات نقدشوندگی پایین، کمتر از ۵٪ است و نشـان مـی‌دهـد در سطح اطمینان ۹۵٪ می توان گفت این سری زمانی دارای ویژگی‌های فرآیند تصادفی نیست. در مجموع می‌توان گفت هرچه درجه نقدشوندگی بازارهای معاملاتی رمزارزها از نقدشوندگی بالاتری برخوردار باشند، سـری زمـانی بازده رمزارزها به سمت تصادفی‌بودن حرکت می‌کند و این موضوع پیش بینـی پـذیری بـازده را در ایـن بازارهـا کاهش می‌دهد. بنابراین می‌توان گفت فرضیه کارایی اطلاعاتی در بازارهای معـاملاتی رمزارزهـایی کـه از درجـه نقدشوندگی بالایی برخوردارند، اثبات می‌شود.

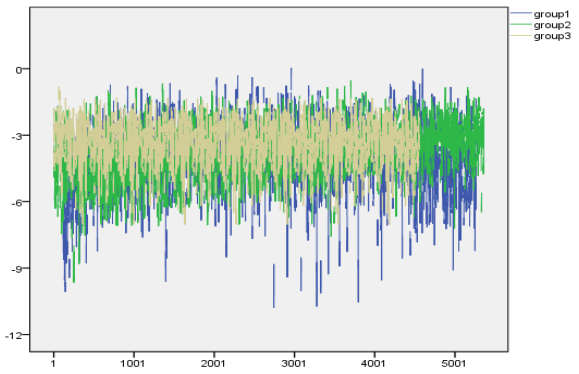
۴-۴- آزمون هِرست[۵]

به منظور حصول اطمینان از غیرقابل پیش‌بینی‌بودن بازده رمزارزها در بازارهـای دارای نقدشـوندگی بـالا از آزمون هِرست استفاده می شود. نمایه آزمون هِرست به منظور سنجش حافظـه بلندمـدت در یـک سـری زمـانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در آن حافظه یک سری زمانی مانند بازدهی رمزارزها، براساس مشاهده رویـدادهای حدی آن در یک بازه زمانی معین تعریف می‌شود. در صورتی که نمایه (سطح معناداری) هِرسـت بـیش از ۰/۶۵ باشد، می توان نتیجه گرفت سری زمانی مورد نظر دارای مومنتوم است. همچنین اگر نمایه به دست آمـده بـرای آزمون هِرست کوچکتر از ۰/۴۵ باشد، سری زمانی دارای خاصیت برگشت به میانگین[۶] است. برای اثبات تصادفی بودن یک سری زمانی بااستفاده از آزمون هرست، نمایه آزمون باید در بازه فوق قرار داشته باشد (وی، ۲۰۱۸).

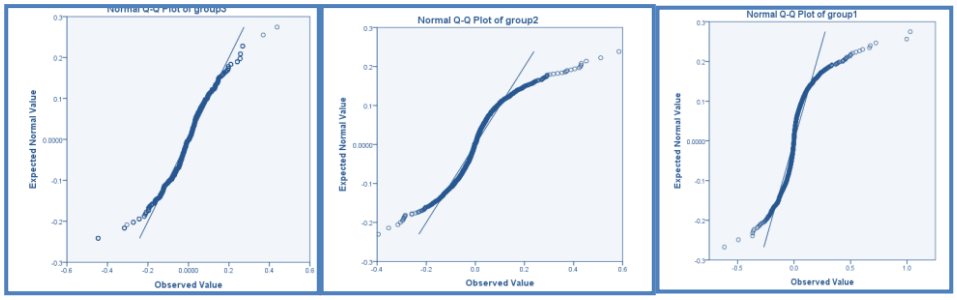
جدول ۸ : نتایج حاصل از اجرای آزمون هِرست

سری زمانی	تعداد (N)	نمایه هِرست	H-L	H-U
گروه ۱	۵۲۷۴	۰/۵۳۰۱۷	۰/۴۷۸۰۹	۰/۵۵۱۹۱۴
گروه ۲	۵۳۶۴	۰/۴۸۱۹۵	۰/۴۸۲۵۵	۰/۵۱۷۲۴۸
گروه ۳	۴۵۵۸	۰/۴۲۰۰۱	۰/۴۷۶۲۱	۰/۵۰۷۳۷

با توجه به اینکه نمایه هِرست برای سری زمانی بازده رمزارزها در بازارهای دارای سطوح پایین نقدشـوندگی کمتر از ۰/۴۵ است، می توان گفت سری زمانی مزبور دارای خاصیت برگشت به میانگین است کـه ایـن موضـوع فرضیه کارا را نقض می‌کند. متقابلاً با توجه به اینکه نمایـه هِرسـت بـرای گـروه اول و دوم (نقدشـوندگی بـالا و متوسط) برابر ۰/۵۳ و ۰/۴۸ است و این مقادیر از ۰/۴۵ بزرگتـر و از ۰/۶۵ کـوچکتر اسـت، مـی تـوان گفـت در بازارهای معاملات رمزارزها با درجات نقدشوندگی بالا حرکت بازده به سمت و سوی یک فرآینـد تصـادفی (غیـر قابل پیش‌بینی) حرکت می‌کند، در حالیکه چنین پدیده‌ای در بازارهای دارای درجات نقدشوندگی پـایین وجـود ندارد. عدم وجود حافظه بلندمدت در سری زمانی بازده رمزارزهای بـا درجـه نقدشـوندگی بـالا را مـی تـوان در نمودارهای ۷ و ۸ نیز ملاحظه نمود.



نمودار ۷: بررسی وجود حافظه بلندمدت در سری زمانی بازده رمزارزها با درجات مختلف نقدشوندگی



نمودار ۸: نمودار Q-Q نمایه هِرست به منظور بررسی حافظه بلندمدت در سری زمانی بازده رمزارزها

نمودار ۷و نمودار ۸ وجود یا عدم وجود حافظه بلندمدت را در سری زمانی بازدهی رمزارزها به تفکیک درجات نقدشوندگی نشان می‌دهد. طبق نمودار(۷) بازدهی در بازارهای دارای سطوح بالای نقدشوندگی (نمودار آبی رنگ) یک فرآیند کاملاً تصادفی (غیر قابل پیش‌بینی) است درحالیکه بازارهای دارای سطوح نقدشوندگی پایین دارای حافظه بلند مدت هستند (نمودار کِرِم رنگ). با توجه به آنچه گفته شد ارتباط مثبت بین نقدشوندگی و کارایی اطلاعاتی در بازار معاملات رمزارزها اثبات می شود (راهنمای نمودار۸: سمت راست:گروه دارای نقدشوندگی بالا و سمت چپ:گروه دارای نقدشوندگی پایین).

۵- نتیجه‌گیری و بحث

در این پژوهش ارتباط بین نقدشوندگی رمزارزها و قابلیت پیش‌بینی بازده به عنوان معیاری از کارایی اطلاعاتی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهند که بازده رمزارزها در بازارهای دارای درجات نقدشوندگی بالا، یک فرآیند نوفه سفید، مستقل و تصادفی است و نقدشوندگی بالای رمزارزها موجب کاهش قابلیت پیش-بینی آنها می‌شود که مؤید فرضیه بازار کارا است. به طور کلی می‌توان گفت ناپایداری (نامانایی) قیمت و بازده،

وجود فرآیندهای تصادفی برای قیمت‌وبازده، استقلال مشاهدات، فقدان حافظه بلندمدت، عدم وجـود مومنتـوم و عدم بازگشت به میانگین از مهم‌ترین شواهد مربوط به وجود بازار کارا به شمار می‌آیند. نتایج نشان می‌دهـد کـه رمزارزهایی که دارای سطوح پایین نقدشوندگی بودند، به طور متوسـط بـازدهی کمتـر و رمزارزهـایی کـه دارای نقدشوندگی بالاتری هستند، به طور میانگین بازدهی بیشتری را تجربه کرده‌اند. درحقیقت، سرمایه‌گذاران همواره منافع آتی (بازدهی) بیشتر را ترجیح می‌دهند؛ اما برای کسب این منافع، بـا ریسـک‌هـایی مواجـه هسـتند. ایـن موضوع همان تقابل سنتی ریسک و بازده است که بیان می‌کند اگر یک سرمایه‌گذار، بازدهی مورد انتظار بالاتری را طلب کند، باید ریسک بیشتری را نیز بپذیرد. آمار توصیفی نشان می‌دهد هرچه درجه نقدشـوندگی رمزارزهـا بیشتر باشد، نوسان بازده کاهش می‌یابد، زیرا با افـزایش درجـه نقدشـوندگی، فعالیـت خریـداران و فروشـندگان افزایش می‌یابد و قیمت‌ها به جای حرکت به سمت معاملات آربیتراژی، به سمت قیمت‌های ذاتی سوق می‌یابنـد. در این شرایط، نوسان قیمت و متعاقب آن نوسان بازده کاهش می‌یابد. همچنین نقدشوندگی در بـازار معـاملاتی رمزارزها تاثیر معناداری بر پیش‌بینی‌پذیربودن بازده و کارایی اطلاعاتی در بازارها دارد. هرچه سطح نقدشـوندگی در بازار معاملاتی رمزارزها بالاتر باشد، قابلیت پیش‌بینی بازده کاهش یافته و در نتیجـه کـارایی اطلاعـاتی بـازار افزایش می‌یابد. نابهنجاری‌هایی نظیر مومنتوم (شتاب) یا بازگشت به میانگین، نشان‌دهنده روندهایی در قیمت و بازده است که ناقض فرضیه کارایی اطلاعاتی در بازارهای معاملاتی رمزارزهـا اسـت. در بازارهـای دارای سـطوح پایین نقدشوندگی به دلیل وجود تعداد اندک معامله‌گران، هم هزینه معاملات افزایش می‌یابد و هـم واکـنش بـه اطلاعات پیرامون قیمت سهام با تاخیر همراه است که این امر نشان‌دهنده غیرقابل پیش‌بینی‌بودن قیمت/بـازده و درنتیجه کارایی ضعیف یا عدم کارایی در این بازارها است. در بازارهای دارای تعداد اندکی از معاملـه‌گـران، نیـاز بیشتری به فعالیت بازارگردانی احساس می‌شود. باتوجه به شرایط حال حاضر دنیا و تـلاش نهادهـا و کشـورهای مختلف در راستای توسعه بازار رمزارزها و شبکه‌های پرداخت غیرمتمرکز، ضـروری اسـت تـا مطالعـات جـدی و گسترده‌ای پیرامون ظرفیت‌هـای بـالقوه کشـور در حـوزه ارزهـای رمزپایـه صـورت پـذیرد. سیسـتم‌هـای مـالی غیرمتمرکزی همانند رمزارزها، می‌توانند مزایای بسیاری را برای کشورهایی در تقابل با نظام ارزی مرسوم و غالب در دنیا که عموما تحت سیطره دلار و یورو و سایر ارزهای باپشتوانه قوی و دولتی قرار دارنـد، بـه همـراه داشـته باشد. در نتیجه باید نگاه موشکافانه‌تری نسبت به این بازارها داشت و از پیشرفت تکنولوژی که یکی از پایـه‌هـای اساسی توسعه رمزارزها محسوب می‌گردد، بهره برد. پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی به ابعـاد دیگـری از بـازار ارزهای رمزپایه همچون ریزساختارهای بازار، پلتفرم، ویژگی‌هـای سـاختاری، نـوع کـاربرد و نیازهـای توسـعه‌ای رمزارزها پرداخته شود تا نقاط مغفول آن آشکارتر گردد. دیدگاه‌های مختلف پیرامون بازار رمزارزها -چه از جنبه سرمایه‌گذاری و چه استفاده از رمزارزها در چهارچوب نظام‌های پرداخت مالی- می‌تواند شناخت و آگاهی علاقه‌مندان به این بازارها را ارتقا بخشد. مسلماً تلاش در این زمینه می‌تواند مقدمات لازم را بـه منظـور پیـاده‌سـازی سازوکارهای مالی جدید در راستای غلبه بر نظام پولی غالـب در دنیـا فـراهم آورد. بـه همـین دلیـل حمایـت و پشتیبانی بخش قانون‌گذاری و سیاست‌گذاری کشور یکی از مشوق‌های اصلی و محوری در این حـوزه بـه شـمار می‌آید.

فهرست منابع

* جلایی، سیدعبدالمجید؛ میر، هدیه؛ رحیمی پور، اکبر، بررسی تاثیر عبور نرخ ارز بر بازدهی سهام در بورس اوراق بهادار تهران، ۱۳۹۵، فصلنامه علمی-پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری، ۵ (۱۹)، ۱۹۱-۲۱۲.
* خوشبخت، سعید و عباسی، حجت، پیشنهاد مدل رگولاتوری رمزارز درکشور باتوجه به رویکردهای رگولاتوری جهانی، ۱۳۹۶، هفتمین همایش ملی بانکداری الکترونیک ونظام‌های پرداخت، تهران، پژوهشکده پولی و بانکی.
* سلیمانی‌پور، محمد مهدی؛ سلطانی‌نژاد، حامد؛ پورمطهر، مهدی، بررسی فقهی پول مجازی، ۱۳۹۶، دوفصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مالی اسلامی، ۶(۲), ۱۶۷-۱۹۲.
* صیادمعروف، محمدرسول؛ طوفان‌زاده مژدهی، علی؛ رشیدی، حسن، واحد پول دیجیتالی بیت کوین و نقش آن در تجارت الکترونیک، ۱۳۹۴، دومین کنفرانس بین المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی، ترکیه.
* مصلح شیرازی، علی نقی؛ موسوی حقیقی، محمد هاشم؛ پشوتنی‌زاده، هومن، شبیه سازی الگوی تغییرات نرخ ارز و قیمت طلا بر عملکرد بورس اوراق بهادار تهران با رویکرد پویایی شناسی سیستمی، ۱۳۹۷، فصلنامه علمی-پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری، ۷ (۲۵)، ۱۷-۳۸.
* Amihud, Y. (2002) Illiquidity and stock returns: cross-section and time-series effects, Journal of Financial Markets, 5, 31-56
* Amihud, Y. and H. Mendelson (1986) Asset pricing and the bid-ask spread, Journal of Financial Economics, 17, 223-249.
* Ammous, S. (2018) Can cryptocurrencies fulfil the functions of money?, The Quarterly Review of Economics and Finance, https://doi.org/10.1016/j.qref.2018.05.010.
* Baeck, C. and M. Elbeck (2015) Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look, Applied Economics Letters, 22, 30-34
* Bartels, R. (1982) The rank version of von Neumann's ratio test for randomness, Journal of American Statistical Association, 77 (377), 40-46.
* Dyhrberg, A.H. (2015) Bitcoin, gold and the dollar – A GARCH volatility analysis, Finance Research Letters, http://dx.doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.008.
* Grinberg, R. (2012) Bitcoin: an alternative digital currency, Hastings Science and Technology.
* Ljung, G.M. and G.E.P. Box (1978) On a measure of the lack of fit in time series models, Biometrika, 65(2), 297-303.
* Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, original paper.
* Peterson, T. (2018) Metcalfe's law as a model for Bitcoin's value, Economics Letters, 165(2), 70-72.
* Selgin, G. (2015) Synthetic commodity money, Journal of Financial Stability, 17, 92-99.
* Troster, V., Tiwari, A.K., Shahbaz,M., and Macedo, D.N. (2018) Bitcoin Returns and Risk: A General GARCH and GAS Analysis, Finance Research Letters (2018), doi: https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.09.014
* Urquhart, A. (2016) The inefficiency of Bitcoin, Economics Letters, 148, 80-82.
* Van Vliet, B. (2018) An Alternative Model of Metcalfe's Law for Valuing Bitcoin, Economics Letters, forthcoming.
* Wei W.C., (2018) Liquidity and market efficiency in cryptocurrencies. Economics Letters, https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.04.003

یادداشت‌ها

[1] Satoshi Nakamoto
[2] Metcalfe's law
[3] Altcoin
[4] www.coinmarketcap.com
[5] Hurst test
[6] Mean Reversion