



## شناسایی متغیرهای موثر بر قیمت رمزارز بیت کوین: رویکرد میانگین گیری

### بیزین (BMA) و حداقل مربعات متوسط وزنی (WALS)

محمد کاظم صادقیان<sup>۱</sup>

کاظم یاوری<sup>۲</sup>

عباس علوی راد<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۰۱/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۰۴/۲۶

#### چکیده

هدف مقاله حاضر شناسایی متغیرهای موثر بر قیمت رمزارز بیت کوین طی دوره زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ و با دو روش میانگین گیری بیزین و حداقل مربعات متوسط وزنی می باشد. نتایج این تحقیق نشان می دهد متغیر قیمت رمزارزها با ساز و کار خلق متفاوت از بیت کوین و همچنین متغیر تعداد رمزارزهای در گردش با ساز و کار مشابه بیت کوین و حجم نقدینگی دلار آمریکا بر قیمت بیت کوین موثر می باشند. از سوی دیگر در خصوص اثر جفت ارزهای بازار فارکس بر قیمت بیت کوین می توان گفت، جفت ارزهایی از جمله دلار به دلار کانادا، دلار به دلار استرالیا و دلار به دلار نیوزیلند که ارزش کمتری نسبت به سایر جفت ارزهای اصلی دارند بر قیمت بیت کوین موثرند. از طرف دیگر متغیرهای تعداد رمزارز بیت کوین، تعداد رمزارزهای در گردش با ساز و کار متفاوت از بیت کوین، قیمت جهانی طلا و تعداد جستجوی کلمه بیت کوین در گوگل بر قیمت آن دارای ضرایب معناداری پایینی می باشد. در مجموع نتایج دو روش میانگین گیری بیزین و حداقل مربعات متوسط وزنی تا حدود زیادی با یکدیگر یکسان بوده و استفاده از روش انتخاب الگوی بهینه نیز این موضوع را تأیید می نماید.

#### کلمات کلیدی

بیت کوین، رمزارز، میانگین گیری مدل بیزین (BMA)، حداقل مربعات متوسط وزنی (WALS).

۱- گروه اقتصاد، واحد ابرکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران. [mksad2014@gmail.com](mailto:mksad2014@gmail.com)

۲- گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران. (نویسنده مسئول) [kyavari@yazd.ac.ir](mailto:kyavari@yazd.ac.ir)

۳- گروه اقتصاد، واحد ابرکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران. [alavi\\_rad@abarkouhiu.ac.ir](mailto:alavi_rad@abarkouhiu.ac.ir)

رمزارزها به عنوان یک پدیده نوظهور در دو دهه اخیر توجه بسیاری را بخود جلب کرده است. [۱۳، ۱۵، ۲۱] هر چند در سال ۲۰۰۹ پس از خلق بیت کوین توسط ناکاموتو<sup>۱</sup> ارزش قیمتی آن قابل توجه نبود ولی از سال ۲۰۱۳ با توسعه بازار این رمزارزها در بخش های پولی و مالی بسیاری از کشورهای جهان، جهش قابل توجهی در قیمت آن پدیدار شد. [۵۲] ورود دولت ها و نهادهای پولی بین المللی در شناخت مفاهیم اولیه این رمزارزها، همچنین شناسایی ارتباط آن ها با سایر دارایی ها پنجره جدیدی را در اقتصاد پولی و بانکی رقم زده است. این مقاله ابتدا پس از توضیح مختصری از ماهیت این نوع پدیده به شناسایی عوامل موثر بر نوسانات قیمتی بیت کوین می پردازد. از آنجایی که نوسانات قیمت بیت کوین، حتی با وجود نرخ تقریباً ثابت عرضه آن سوالات زیادی را در ذهن افراد بوجود آورده است، این مقاله به شناسایی عوامل موثر بر قیمت بیت کوین از جمله ارزش بازار رمزارزها، قیمت ارزهای خارجی فارکس، حجم نقدینگی پول ایالات متحده آمریکا و تعداد جستجوی کلمه بیت کوین می پردازد. عمده ترین تحقیقات حوزه بیت کوین به بررسی نوسانات بازدهی آن با استفاده از الگوهای اقتصادسنجی صورت پذیرفته است. [۲۲، ۱۴] با توجه به پشتوانه های نظری محدود در خصوص متغیرهای موثر بر قیمت رمزارزها، و تعدد متغیرهای حدس زده شده این مقاله بر مبنای رویکرد اقتصادسنجی بیزین، و با استفاده از روش های متوسط گیری بیزین و حداقل مربعات متوسط وزنی به شناسایی عوامل موثر بر نوسانات قیمت بیت کوین می پردازد. مقاله حاضر در پنج بخش تنظیم شده است. بخش دوم این مقاله، مبنای نظری مربوط به عوامل موثر بر قیمت بیت کوین را ارائه می دهد. در بخش سوم مطالعات تجربی انجام شده در خصوص بیت کوین توضیح داده می شود. در بخش چهارم روش شناسی دو رویکرد میانگین گیری مدل بیزین و حداقل مربعات متوسط وزنی پرداخته شده و نتایج محاسبات آماری مورد تحلیل قرار گرفته است. در بخش پنجم نتیجه گیری بحث ارائه شده است.

### مبانی نظری تحقیق

در دو دهه اخیر خلق و ایجاد رمزارزها به عنوان یک دارایی شرایط جدیدی را در عرصه بین الملل برای مدیریت منابع پولی و مالی رقم زده اند. [۳۰] بیت کوین، لایت کوین و مینت را می توان به عنوان رمزارزهای موفق نام برد که هر یک ویژگی های منحصر بفردی دارند. [۳] رمزارزها یا به عبارت دیگر ارزهای رمزنگاری شده به عنوان یک پدیده نوظهور اثراتی را در بازار پول و سرمایه بوجود آورده اند که بیت کوین یکی از شاخص ترین آن ها می باشد. پذیرش و توسعه بیت کوین، مسیر جدیدتری از اهداف رمزارزها را تدوین کرده است. [۳۹] تاریخچه اولیه بیت کوین به تارنمای اینترنتی<sup>۲</sup> نسبت داده شده که با نام ساتوشی

### شناسایی متغیرهای موثر بر قیمت رمزارز بیت‌کوین.../صادقیان، باوری و علوی‌راد

ناکاموتو در سال ۲۰۰۸ شناخته می‌شود. در سال ۲۰۰۹ با ایجاد نرم افزار متن باز و تهیه پروتکل اولیه، اولین بلوک بیت‌کوین استخراج و وارد عرصه تجارت الکترونیک گردید. بیت‌کوین از طریق ارتباط شبکه هم‌تا به هم‌تا در بستر اینترنت شکل گرفته و مفهوم اصلی استخراج آن بر پایه پروتکل اثبات کار<sup>۳</sup> بنا شده است. [۱۵] البته سایر رمزارزها ممکن است از پروتکل اثبات سهام<sup>۴</sup> یا پروتکل دیگری نیز بهره برده باشند. خلق بیت‌کوین از قوانین دقیق مالی همانند بازار طلا تبعیت می‌کند و با حل مسائل رمزنگاری شده و تایید اعتبار تراکنش‌ها، ارزش قیمتی آن شکل می‌گیرد. [۱۶] تا سال ۲۰۱۳ نقش بیت‌کوین در بازار مبادلات ارزی چشم‌گیر نبود، البته رشد شبکه‌های اجتماعی و اخبار دهان به دهان بر افزایش قیمت ناگهانی آن اثرگذار بوده است. [۲۰] هرچند با گذشت زمان عوامل دیگری بر قیمت بیت‌کوین موثر بوده ولی تاثیرگذاری ساز و کارهای خلق نیز بر قیمت آن مطرح بوده است. این ساز و کارهای خلق با الگوریتم‌های مختلف در رمزارزها ارتباط دارند چرا که الگوریتم‌های معتبر، اعتبار رمزارزها را تحت تاثیر قرار داده و در قیمت آن موثر می‌باشند. [۵۴] در سال‌های بعد بیت‌کوین با سهمی بالغ بر ۱۲۰ میلیارد دلار از بازار سرمایه در سطح بین‌الملل، حدود ۸۰ درصد از ارزش بازار رمزارزها را به خود اختصاص داده است. [۵۲، ۸] این تغییرات قیمت و حجم مبادلات باعث جلب توجه سرمایه‌گذاران به خود شده است. [۵۶] همچنین این نوسانات افراد را تشویق به مطالعه رفتار بیت‌کوین نموده. (چیه و فرای<sup>۵</sup>، ۲۰۱۵). پرداختن به موضوعات اساسی رمزارزها در بانک مرکزی اروپا نیز به اهمیت بررسی این پدیده افزوده است. [۵۷] در سال‌های اخیر مبانی نظری محدودی در خصوص شناسایی عوامل موثر بر تغییرات قیمتی رمزارزها بویژه بیت‌کوین وجود دارد. همچنین اغلب مقالاتی که تاکنون به مطالعه رفتار تغییرات قیمتی بیت‌کوین پرداخته‌اند، به نوسانات بازدهی آن بیشتر توجه کرده‌اند. [۳۱] برای بررسی مبانی و شناسایی عوامل موثر باید بر نتایج مطالعات سال‌های اخیر مربوط به بیت‌کوین تکیه کرد. در این سال‌ها مطالعات کلیدی مربوط به تغییرات قیمت بیت‌کوین به افرادی همچون بیکر<sup>۶</sup>، ۲۰۱۳، اسگاندرروف<sup>۷</sup>، ۲۰۱۴، دایر<sup>۸</sup>، ۲۰۱۵، اورکات، ۲۰۱۷ باز می‌گردد. [۴۸، ۲۱، ۱۳، ۵۵] در تحقیقاتی به بررسی ارتباط سایر رمزارزها با قیمت بیت‌کوین اشاره شده است. [۱۵]

عوامل دیگری از جمله طلا و دلار نیز بر قیمت بیت‌کوین موثر بوده‌اند. [۱۲] از جمله برخی مطالعات رابطه قیمت طلا با قیمت بیت‌کوین را مورد تاکید قرار داده‌اند. [۲۱] همچنین در برخی مطالعات اثر دوسویه میان قیمت بیت‌کوین با بازار ارزهای خارجی فارکس نیز مورد بررسی قرار گرفته است. [۳۳]

در مطالعات مربوط به سال‌های اولیه جهش قیمتی بیت‌کوین، عمده مطالعات از جمله ناداراجا و چو<sup>۹</sup> (۲۰۱۷)، تاواری<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۸) و سنسوی<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۸)، مبانی نظری خود را بر مبنای نظریه بازارهای کارا

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و ششم / بهار ۱۴۰۰

استوار کرده‌اند. [۴۵،۵۱،۴۹] با توجه به مفهوم بازارهای کارا در نظریه بازار سرمایه می‌توان گفت بازار به اطلاعات جدید واکنش نشان می‌دهد. [۲] فاما<sup>۲</sup> (۱۹۷۰) بازاری را کارا تعریف نمود که اخبار و اطلاعات به سرعت بر قیمت‌ها اثر گذار باشند. [۲۵] وجود رابطه میان اخبار و بازار ارز در مطالعات بسیاری از جمله موسا<sup>۳</sup> (۱۹۷۹)، انگل<sup>۴</sup> و فرانکل<sup>۵</sup> (۱۹۸۴)، تانر<sup>۶</sup> (۱۹۹۷)، فرناری و همکاران (۲۰۰۲)، کیم<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۴) ایوان و اسپایت<sup>۸</sup> (۲۰۰۸)، منسی<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۱۴) و کاپورال<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۱۸) دیده می‌شود. [۸،۱۷،۲۴،۳۲،۵۰،۲۳،۴۴] مارشال<sup>۱۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) نیز اثر اخبار بر ارزهای خارجی و نوسانات آن را تأیید نموده‌اند. [۴۱]

هر چند در برخی مطالعات همبستگی پایینی میان بعضی از دارایی‌ها با قیمت بیت‌کوین نشان داده شده، ولی در خصوص دارایی‌های نوین، نظراتی مبنی بر رابطه معنی‌داری میان آن‌ها با نوسانات قیمت بیت‌کوین وجود دارد. [۱۶] همچنین با توجه به نوسانات قیمتی بیت‌کوین، برخی توجهات به سوی ویژگی‌های رفتاری آن همانند یک ارز متمرکز شده‌است. [۲۷،۹،۲۲]

در مطالعات سال‌های اخیر کریستوفک<sup>۲۲</sup> (۲۰۱۳) یولیلز و ویلسون<sup>۲۳</sup> (۲۰۱۴)، متا<sup>۲۴</sup> و همکاران (۲۰۱۵)، کیم<sup>۲۵</sup> و همکاران (۲۰۱۷)، اورکارت<sup>۲۶</sup> (۲۰۱۸) و البورگ و همکاران (۲۰۱۹)، متغیرهای دیگری همچون روند داده‌های گوگل در شناسایی عوامل موثر بر قیمت و نوسانات رمزارزها به چشم می‌خورد. [۳۷،۵۹،۴۲،۳۳،۵۶] بنابراین بررسی تاثیر تعداد جستجوی کلمه بیت‌کوین بر قیمت بیت‌کوین نیز می‌تواند دارای اهمیت باشد.

در مجموع با توجه به ماهیت پیچیده رمزارزها که حتی دسته بندی آن‌ها در طبقه دارایی‌ها با ابهامات زیادی مواجه شده، مطالعات مربوط به عوامل موثر بر نرخ ارزها نیز کفایت شناسایی عوامل تاثیر گذار بر نوسانات رمزارزها را نمی‌کند. از سوی دیگر تاکنون برای مدل‌سازی عوامل موثر بر قیمت و بازدهی رمزارزها تلاش‌های متعددی صورت گرفته ولی اغلب مطالعات پیشین، اثر عوامل را بر قیمت بیت‌کوین بصورت جداگانه بررسی کرده‌اند. با توجه به مطالب فوق، این پژوهش به شناسایی عوامل موثر بر تغییرات قیمت بیت‌کوین بر اساس نتایج حاصل از مطالعات اخیر و همچنین گمانه زنی‌های موجود در آن، برخی از عوامل را بصورت یکجا مورد بررسی قرار داده‌است. البته نکته قابل توجه آنکه با وجود متغیرهای بالقوه در رابطه با تغییرات قیمت، استفاده از الگوهای توضیحی می‌تواند برای شناسایی رفتار متغیرها مفید باشد. با توجه به نااطمینانی از متغیرها و مدل‌ها، اقتصادسنجی بیزین می‌تواند تا حدود زیادی مشکلات را مرتفع نماید. توضیحات بیشتر در خصوص مدل‌های اقتصادسنجی بیزین برای شناسایی عوامل موثر بر این پدیده در بخش چهارم این پژوهش ارائه شده است.

### مطالعات تجربی انجام شده

دایبرگ<sup>۲۷</sup>(۲۰۱۵) به بررسی بازده بیت کوین و مقایسه آن با نوسانات ارزش دلار و طلا با استفاده از روش گارچ پرداخته است. [۲۲] نتایج تحقیق وی نشان می‌دهد بیت کوین به عنوان یک دارایی شباهت‌هایی با دلار و طلا داشته است. بوری<sup>۲۸</sup> و همکاران(۲۰۱۶) به بررسی رابطه میان بازدهی قیمت و تغییرات نوسانات بازار بیت کوین با استفاده از مدل گارچ نامتقارن طی دوره ی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ پرداخته اند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد بین بازدهی و نوسانات نامتقارن رابطه معناداری وجود ندارد. [۱۴] کیائیان<sup>۲۹</sup> و همکاران،( ۲۰۱۷) رابطه میان بیت کوین با سایر رمزارزها را مورد سنجش قرار داده اند. نتایج تحقیق آن‌ها رابطه قیمتی بین این دو ارز را تأیید می‌کند و همچنین به این نکته اشاره می‌کند که عرضه ارزهای رمزنگاری شده تاثیر بسیار کمی بر قیمت آن داشته است. [۱۹] باریورا<sup>۳۰</sup> و همکاران(۲۰۱۷) به بررسی خصوصیات آماری و رفتاری بیت کوین با استفاده از روش تجزیه و تحلیل نوسانات غیرهمروند<sup>۳۱</sup> پرداخته اند، نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد، هرچند نیاز به تحقیقات بیشتری برای کشف دلایل تغییرات قیمت بیت کوین وجود دارد، ولی گذشت زمان باعث کاهش نوسانات قیمت آن شده است. [۱۱] اورکات (۲۰۱۷) نوسانات قیمت بیت کوین را مورد تحلیل قرار داده است و نتایج وی نشان می‌دهد مقدار و قیمت بیت کوین با خوشه‌بندی قیمت رابطه معنی‌داری دارد. [۵۵]

بالسیلار<sup>۳۲</sup> و همکاران( ۲۰۱۷) به پیش بینی رفتار بازدهی و نوسانات بیت کوین پرداخته‌اند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد معاملات بیت کوین بر شکل‌گیری قیمت آن موثر بوده، ولی حجم معاملات نمی‌تواند بر بازدهی و نوسانات تاثیر زیادی داشته باشد. [۱۰] هاتفی‌مجمرد و همکاران(۱۳۹۷) به بررسی رفتار بیت کوین پرداخته، و نشان می‌دهند که رفتار نوسانات بیت کوین بر اساس ارزش پایه‌ای آن نبوده و عوامل دیگری بر قیمت آن موثر می‌باشد. [۵] هایس<sup>۳۳</sup>(۲۰۱۷) به شناسایی عوامل شکل‌گیری ارزش بیت کوین پرداخته است. وی رفتار ۶۶ رمزارز را مورد سنجش قرار داده و به این نتیجه رسیده که سه عامل سطح رقابت در شبکه، میزان تولید و سختی الگوریتم‌ها بر ارزش رمزارزها موثر بوده است. [۲۸] تو و زو<sup>۳۴</sup> (۲۰۱۸) به بررسی رابطه میان قیمت بیت کوین و لایت کوین با استفاده از روش علیت گرنجر پرداخته اند، نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد یک رابطه ناپایدار و یک طرفه میان بیت کوین و لایت کوین به عنوان یک رمزارز وجود دارد. [۵۳]

کوتاموس<sup>۳۵</sup>(۲۰۱۸) نشان می‌دهد رابطه تعداد تعاملات بیت کوین و آدرس‌های منحصر به فرد باعث تاثیر بر بازدهی بیت کوین در سه روز بعد از آن می‌شود. [۳۶] آهارون و کادان<sup>۳۶</sup>(۲۰۱۸) اثرات روزانه و هفتگی بر بازده بیت کوین با استفاده از مدل‌های حداقل مربعات معمولی و گارچ را مورد بررسی قرار

داده‌اند. مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد قیمت بیت‌کوین ارتباطی با اثرات روزانه و هفتگی ندارد. [۷] ویی<sup>۳۷</sup> (۲۰۱۸) به بررسی اثر ایجاد تتر بر بیت‌کوین با استفاده از روش خود رگرسیون برداری<sup>۳۸</sup> پرداخته است. نتیجه مطالعه وی نشان می‌دهد توسعه تتر بر قیمت بیت‌کوین اثر مثبت داشته است. [۵۸] کلین<sup>۳۹</sup> و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی رابطه طلا با بیت‌کوین پرداخته‌اند. نتایج تحقیق آن‌ها حاکی از وجود رابطه عکس میان قیمت بیت‌کوین و قیمت طلا می‌باشد. [۳۴] جی<sup>۴۰</sup> و همکاران (۲۰۱۸) رابطه میان بیت‌کوین و سایر دارایی‌ها (شاخص دلار آمریکا، ارزش انس طلا، شاخص منتخب از بورس کالا و انرژی<sup>۴۱</sup>، اوراق بهادار شرکتهای سرمایه‌گذاری<sup>۴۲</sup> و ...) را مورد تحلیل قرار داده‌اند. نتایج تحقیق که با رویکرد داده محور انجام پذیرفته، نشان می‌دهد هیچ دارایی خاصی نقش مهمی در بازار بیت‌کوین ندارد. [۳۰] ارکارت (۲۰۱۸) رابطه میان توجه سرمایه‌گذاران به بیت‌کوین و حجم و نوسانات آن را مورد سنجش قرار داده و به این نتیجه رسیده که حجم و نوسانات ارزش بیت‌کوین در روز بعد از جستجوی کلمه بیت‌کوین در گوگل تحت تاثیر یکدیگر قرار گرفته است. [۵۶] پاناجیتیدیس<sup>۴۳</sup> و همکاران (۲۰۱۸) به شناسایی عوامل موثر بر بازدهی بیت‌کوین از جمله بازدهی بازار سهام، نرخ ارزهای بازار فارکس، بازدهی طلا و نفت و روندهای جستجو کلمه بیت‌کوین با استفاده از روش رگرسیون حداقل عملکرد مطلق و کوچک انتخابی<sup>۴۴</sup> پرداخته‌اند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد شدت جستجو کلمه بیت‌کوین و بازدهی طلا اثرات بالاتری بر بازدهی بیت‌کوین داشته است. [۴۷] آلبورگ<sup>۴۵</sup> و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی عوامل موثر بر قیمت بیت‌کوین پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد حجم معاملات، مقدار مبادلات، تغییرات آدرس‌های منحصر به فرد بیت‌کوین و تعداد جستجوی کلمه بیت‌کوین نمی‌تواند به پیش‌بینی رفتار قیمت و نوسانات آن کمکی کند. [۶]

کاربوز<sup>۴۶</sup> (۲۰۱۹) با استفاده از روش شبکه‌های عصبی به دنبال پیش‌بینی تغییرات قیمت بیت‌کوین بوده است. نتایج تحقیق وی نشان می‌دهد شبکه ترانکشن‌ها بر قیمت بیت‌کوین می‌تواند موثر باشد. [۳۸] هورا<sup>۴۷</sup> و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی بیت‌کوین به عنوان پول پرداخته و عوامل موثر بر تقاضای آن را مورد سنجش قرار داده‌اند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد به جز عوامل موثر بر پول از جمله سرعت گردش، عامل‌های دیگری از جمله اندازه معاملات بیت‌کوین، نرخ جفت ارز یورو به دلار، قیمت جهانی بیت‌کوین و قیمت طلا بر تقاضای آن اثر دارد ولی نوسانات قیمتی بر تقاضای آن موثر نمی‌باشد. [۲۹]

**مدل و داده‌ها**

**توصیف مدل‌ها**

هرچند تاکنون برای مدل‌سازی عوامل موثر بر قیمت و بازدهی ارزهای رمزنگاری شده تلاش‌های

### شناسایی متغیرهای موثر بر قیمت رمزارز بیت کوین.../صادقیان، باوری و علوی راد

متعددی صورت گرفته ولی با توجه به وجود متغیرهای بالقوه در رابطه با تغییرات قیمت، استفاده از الگوهای توضیحی در این رابطه می‌تواند برای شناسایی رفتار متغیرها مفید باشد. با توجه به نا اطمینانی از متغیرها و مدل‌ها، اقتصادسنجی بیزین می‌تواند تا حدود زیادی مشکلات را مرتفع نماید. این پدیده روش میانگین‌گیری مدل بیزین<sup>۴۸</sup> می‌باشد که در سال ۱۹۶۱ توسط جفریر<sup>۴۹</sup> معرفی گردید و بعدها توسط لیمر<sup>۵۰</sup> (۱۹۷۸) رفتری<sup>۵۱</sup> و همکاران (۱۹۹۹) و کوپ<sup>۵۲</sup> (۲۰۰۳) توسعه یافت. [۴] در اقتصادسنجی بیزین، در راستای تعریف توابع پیشین (دارای اطلاعات و پشتوانه‌های نظری اقتصادی) و پسین (دارای توجیحات و یا حدس‌های عالمانه و یا گمانه‌زنی‌های محقق در مورد وجود متغیر) از دو دسته متغیرهای اصلی و کمکی استفاده شده است. با توجه به قانون بیز و احتمال رخداد پدیده‌ها، ماتریس داده‌های  $y$  و بردار پارامتر " $\theta$ "، معادله بیزین بصورت زیر تعریف می‌شود [۳۵]:

$$p(\theta | y) = (p(y | \theta) * p(\theta)) / p(y)$$

تابع  $P(y | \theta)$  با توزیع نرمال گاما، تراکم داده‌ها را بر روی پارامترها نشان می‌دهد و به آن تابع درست نمایی گفته می‌شود. تابع احتمال  $P(\theta)$  که به آن تابع پیشین گفته می‌شود، مجموعه‌ای از اطلاعات پارامترهای مدل بدون توجه به داده‌ها می‌باشد. تابع  $P(\theta | Y)$  یا تابع پسین همان احتمالی است که محقق بر اساس درست نمایی و تابع پیشین در حال یافتن آن می‌باشد (تمیزی، ۱۳۹۷) هر چند دو الگوی میانگین‌گیری بیزین و حداقل مربعات متوسط وزنی<sup>۵۳</sup> برای متوسط‌گیری ضرایب الگو وجود دارد ولی مگنوس<sup>۵۴</sup> و همکاران ۲۰۱۱ نشان دادند که برآوردکننده‌های حداقل مربعات متوسط وزنی<sup>۵۵</sup> در ترکیب‌های بیزین دارای مزایای بالاتری می‌باشند. [۱] در این روش‌ها نااطمینانی از انتخاب متغیرها و انتخاب مدل تا مقداری کاهش می‌یابد. [۴] روش حداقل مربعات متوسط وزنی روشی برای متوسط‌گیری ضرایب الگو می‌باشد. این روش با توجه به تبدیلات متعامد رگرسورهای کمکی و تبدیلات آن‌ها توسعه یافته است. این روش نسبت به مدل میانگین‌گیری بیزین از محاسبات کمتری استفاده می‌کند. در روش حداقل مربعات وزنی فرض می‌شود تدا شناخته شده و فرایند تخمین با توجه به در نظر گرفتن رگرسورها و ماتریس نیمه متعامد زیر بسیار آسانتر می‌شود.

$$M_1^* = \theta^{-1} - \theta^{-1} X_1 (X_1' \theta^{-1} X_1)^{-1} X_1' \theta^{-1}$$

وقتی ماتریس  $M_1^*$  خودتوان (توان آزاد) نباشد، ماتریس  $(\theta^{-1/2} M_1^* \theta^{-1/2})$  می‌تواند خودتوان باشد. اگر " $P$ " ماتریس متعامد و ماتریس قطری  $A$  با عناصر قطری مثبت باشند  $(P' X_2' M_1^* X_2 P = A)$ ، رگرسورهای کمکی بصورت زیر تعریف می‌شوند:

$$X_2^* = X_2 P A^{-1/2}, \quad \beta_2^* = A^{1/2} P' \beta_2$$

زمانی که تساوی  $(X_2^* \beta_2^* = X_2 \beta_2)$  برقرار باشد می‌توان معادله  $(Y = X_1 \beta_1 + X_2^* \beta_2^* + u)$  را محاسبه نمود. با تبدیلات بدست آمده ماتریس جدید،  $(X_1 : X_2^*)$  ماتریس نیمه متعامد می‌باشد و این بدان مفهوم است که تساوی  $(X_2^* M_1^* X_2^* = I_{k_2})$  تعداد محاسبات را بطور قابل چشمگیری کاهش می‌دهد. در این محاسبات، تخمین  $(\beta_1, \beta_2^*)$  از تخمین  $(\beta_1, \beta_2)$  اولویت بالاتری دارد. تخمین زنده  $\beta_2$  می‌تواند بصورت تابع  $(\beta_2 = P A^{-1/2} \beta_2^*)$  تعریف شود. هر یک از اجزای  $\beta_2^*$  می‌توانند با توان‌های  $2^{k_2}$  گنجانده شود. یک مدل خاص که در فاصله  $k_2 \times (k_2 - k_{2i})$  در ماتریس انتخابی  $S_i$  با بالاترین رتبه زمانی است، در فاصله  $0 \leq k_{2i} \leq k_2$  قرار داشته، ماتریس  $(I_{k_2 - k_{2i}} : 0)$  می‌باشد. با این شرایط روش حداقل مربعات تعمیم یافته، تخمین زنده  $(\beta_1, \beta_2^*)$  تحت شرایط  $(S_i' \beta_2^* = 0)$  می‌باشد.

با این اوصاف مقدار  $m_i$  برای مدل ۱ با رعایت شرط  $(S_i' \beta_2^* = 0)$  و قراردادن  $(\hat{\beta}_{1(i)})$  و  $(\hat{\beta}_{2(i)})$  به عنوان تخمین زنده  $(\beta_1, \beta_2^*)$  می‌باشد. با وجود محدودیت‌های تخمین زنده حداقل مربعات تعمیم یافته به شرح زیر تعریف می‌شود:

$$\hat{\beta}_{1(i)} = (X_1' \theta^{-1} X_1)^{-1} X_1' \theta^{-1} Y - Q^* W_i b_{2i}^*, \quad \hat{\beta}_{2(i)} = W_i b_{2i}$$

زمانی که  $b_{2i}^* = X_2^* M_1^* y$  از تخمین زنده حداقل مربعات تعمیم یافته برای مقدار  $\beta_2^*$  استفاده از مدل نامحدود  $(Q^* = (X_1' \theta^{-1} X_1)^{-1} X_1' \theta^{-1} X_2^*)$  و  $W_i = I_{k_2} - S_i S_i'$  ماتریس قطری  $k_2 \times k_2$  با مقدار  $K_{2i}$  برابر یک قطر  $k_2 - k_{2i}$  صفر شود و به شرطی که  $\beta_2^*$  محدود به صفر باشد، لامین عنصر قطری از  $W_i$  برابر صفر می‌باشد. نکته قابل توجه اینکه اگر  $k_{2i} = k_2$  باشد سپس  $W_i = I_{k_2}$  عناصر قطری  $W_i$  که مستقیماً از تبدیلات نیمه متعامد بدست می‌آیند، یک جز بسیار حیاتی برای محاسبات می‌باشد. همچنین مقادیر تابع توزیع  $(\hat{\beta}_{1(i)})$  و  $(\hat{\beta}_{2(i)})$  به شرح زیر می‌باشند:

$$\hat{\beta}_{1(i)} \sim N_{k_1}(\beta_1 + Q^* S_i S_i' \beta_2^*, (X_1' \theta^{-1} X_1)^{-1} + Q^* W_i Q^*)$$

همچنین دو تخمین زنده بر اساس  $-Q^* W_i$   $Cov(\hat{\beta}_{1(i)}, \hat{\beta}_{2(i)}) = -Q^* W_i$  با یکدیگر همبسته بوده و نمودار باقیمانده‌ها از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$e_i = y - X_1 \hat{\beta}_{1(i)} - X_2^* \hat{\beta}_{2(i)} = \theta D_i^* y$$

بصورتی که  $(D_i^* = M_1^* - M_1^* X_2^* W_i X_2^* M_1^*, \theta^{1/2} D_i^* \theta^{1/2})$  ماتریس متقارنی با مرتبه  $(n - k_1 - k_{2i})$

می‌باشد، بصورت زیر توضیح داده می‌شود.

۱- همه مدل‌هایی که شامل لامین ستون  $X_2^*$  با رگرسیونی همانند تخمین زنده  $\beta_{2j}^*$  می‌باشند،

صرف نظر از اینکه دیگر ستون‌های  $X_2^*$  شامل این شرط باشد، به عنوان  $b_{2j}^*$  نامیده می‌شوند.

۲- تخمین زنده‌های  $b_{21}^*, b_{22}^*, \dots, b_{2k_2}^*$  مستقل هستند.



### شناسایی متغیرهای موثر بر قیمت رمزارز بیت کوین.../صادقیان، باوری و علوی راد

۳- باقیمانده‌های نام مدل  $M_i$  وابسته به  $y$  تنها بصورت  $M_i^* y$  می‌باشند.

با توجه به شروط بالا تخمین‌زننده حداقل مربعات متوسط وزنی (WALS) برای  $\beta$  بصورت زیر می‌باشد.

$$b_1 = \sum_{i=0}^{2k2} \lambda \hat{\beta}_1(i)$$

که در آن شرایط زیر باید فراهم باشد:

$$\lambda_i \geq 0, \sum_{i=0}^n \lambda_i = 1, \lambda_i = \lambda_i(m_1^* y)$$

از سوی دیگر در تخمین‌زننده روش حداقل مربعات متوسط وزنی، مقدار  $\beta$  بصورت زیر نیز می‌تواند ارائه شود:

$$b_1 = (X_1' \theta^{-1} X_1)^{-1} X_1' \theta^{-1} y - Q^* W b_2^*$$

زمانی که  $\sum_{i=0}^N \lambda_i W_i W =$  باشد، باید  $W_i$  ها دارای ماتریس قطری غیرتصادفی باشند ولی ماتریس  $W$  ها بدلیل وابستگی به  $\lambda_i$  ها، تصادفی هستند. با محاسبه مقادیر  $(\tilde{X} = \theta^{-1/2} X, \tilde{y} = \theta^{-1/2} y)$  و از تعمیم مطالعات مگنوس و دوربین، ۱۹۹۹ و دانیلاو و مگنوس ۲۰۰۴ قضیه زیر بدست می‌آید:

$$E(b_1) = \beta_1 - Q^* E(W b_2^* - \beta_2^*), \text{var}(b_1) = (X_1' \theta^{-1} X_1)^{-1} + Q^* \text{var}(W b_2^*) Q^*$$

$$\text{MSE}(b_1) = (X_1' \theta^{-1} X_1)^{-1} + Q^* \text{MSE}(W b_2^*) Q^*$$

این قضیه نشان می‌دهد که تخمین‌زننده  $\beta$  بهترین تخمین می‌باشد (مگنوس و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به تعدد متغیرها و نبود روش اقتصادسنجی استاندارد برای شناسایی متغیرها از روش میانگین‌گیری مدل بیزین و مدل حداقل مربعات متوسط وزنی و بر اساس حدس‌های زده شده و نتایج مطالعات قبلی، متغیرها را شناسایی نموده ایم. سپس برای سنجش صحیح بودن رگرسیون‌ها، با استفاده از روش انتخاب الگوی بهینه، نتایج را با یکدیگر مقایسه نموده‌ایم.

#### متغیرها

متغیرهای این تحقیق مطابق جدول شماره یک، شامل قیمت و تعداد رمزارزهای در گردش موجود در بازار (حاصل از تقسیم ارزش بازار رمزارز بر قیمت روزانه آن)، جفت ارزهای بازار فارکس، قیمت جهانی طلا، تعداد جستجوی کلمه بیت کوین در ایالات متحده آمریکا از داده‌های روند گوگل و حجم نقدینگی دلار آمریکا می‌باشد.

جدول ۱: متغیرهای تحقیق

| نام متغیر                                  | توضیح یا نام فارسی | الگوریتم                | ساز و کار خلق          |
|--|--------------------|-------------------------|------------------------|
| رمز ارز بیت کوین                           | Bitcoin (BTC)      | SHA-256                 | اثبات کار              |
| رمز ارز مونرو                              | Monero (XMR)       | CPU mining, CryptoNight | نوع جدیدی از اثبات کار |
| رمز ارز ریپل                               | Ripple (XRP)       | ECDSA                   | نوع جدیدی از اثبات کار |
| رمز ارز داش                                | Dash               | X11                     | اثبات سهام             |
| رمز ارز لایت کوین                          | Litecoin (LTC)     | Scrypt                  | اثبات کار              |
| رمز ارز تتر                                | Tether (USDT)      | proof of reserve        | نوع جدیدی از اثبات کار |
| رمز ارز اتر                                | Ether (ETH)        | Dagger-Hashimoto        | اثبات کار              |
| رمزارز زدکش                                | Zcash (zec)        | Equihash                | اثبات کار              |
| رمزارز نئو                                 | NeosCoin (neos)    | SHA-256                 | اثبات سهام             |
| جفت ارز یورو به دلار                       | EUR/USD            | *                       | *                      |
| جفت ارز پوند به دلار                       | GBP/USD            | *                       | *                      |
| جفت ارز دلار به ین ژاپن                    | USD/JPY            | *                       | *                      |
| جفت ارز فرانک به دلار                      | CHF/USD            | *                       | *                      |
| جفت ارز دلار به دلار کانادا                | USD/CAD            | *                       | *                      |
| جفت ارز دلار به دلار نیوزیلند              | USD/NZD            | *                       | *                      |
| جفت ارز دلار به دلار استرالیا              | AUD/USD            | *                       | *                      |
| جفت ارز شاخص دلار آمریکا                   | US Dollar Index    | *                       | *                      |
| قیمت جهانی طلا                             | Gold price         | *                       | *                      |
| حجم نقدینگی دلار آمریکا                    | m2us               | *                       | *                      |
| تعداد جستجوی کلمه بیت کوین در ایالات متحده | Search per day btc | *                       | *                      |

### تحلیل میانگین گیری مدل بیزین

در این بخش با در نظر گرفتن ۲۸ متغیر توضیحی، به بررسی اثر آنها بر قیمت بیت کوین با استفاده از تحلیل میانگین گیری بیزین پرداخته ایم. در اینجا متغیر اصلی شامل یک مقدار ثابت و متغیر قیمت بیت کوین می باشد و سایر متغیرهای موجود در جدول شماره یک بصورت رگرسیونهای کمکی مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به اینکه در اقتصادسنجی بیزین ضریب معنی داری برای احتمال حضور متغیر نمی تواند همانند روش اقتصادسنجی استاندارد، ضریب  $t$  باشد، معیار احتمال حضور متغیر در الگو به نام PIP (احتمال پسین حضور متغیر در مدل) به عنوان معیار پذیرش متغیر در الگو ارائه داده ایم. در

### شناسایی متغیرهای موثر بر قیمت رمزارز بیت کوین.../صادقیان، باوری و علوی‌راد

صورتی می‌توان از حضور متغیر در مدل صحبت به میان آورد که مقدار این عدد بالاتر از ۰,۵ باشد. نتایج حاصل از برآورد نشان می‌دهد متغیرهای قیمت لایت کوین، تریپل، دش، مونرو، زدکش و نئو که عمدتاً ساز و کار خلق آن‌ها تفاوت‌های اساسی با ساز و کار بیت کوین دارند (دارای ساز و کار اثبات سهام و یا نوع جدید اثبات کار می‌باشند) اثر بیشتری بر نوسان قیمتی بیت کوین داشته‌اند. همچنین تعداد رمزارزهای لایت کوین، تتر و اتر که هر سه ساز و کاری همانند بیت کوین و از نوع اثبات کار دارند، بر قیمت بیت کوین موثر می‌باشند ولی متغیر تعداد رمزارزهایی که ساز و کار متفاوت با بیت کوین دارند اثر معنی‌داری بر قیمت بیت کوین نداشته‌اند. در خصوص اثر معنی‌داری جفت ارزهای بازار فارکس بر قیمت بیت کوین می‌توان اظهار داشت که ارزهای کم ارزش این بازار از جمله دلار به دلار کانادا، دلار به دلار استرالیا و دلار به دلار نیوزیلند بر قیمت بیت کوین اثر بالاتری نسبت به ارزهای پر ارزشتر از جمله جفت ارزهای دلار به یورو و یا دلار به فرانک سوئیس دارند. از سوی دیگر اثر معنی‌داری حجم نقدینگی دلار آمریکا بر قیمت بیت کوین مثبت می‌باشد. از طرف دیگر متغیرهای تعداد رمزارز بیت کوین، قیمت جهانی طلا و تعداد جستجوی کلمه بیت کوین بر قیمت آن دارای ضرایب معناداری پایینی بوده و حضور آن‌ها در مدل پیشنهاد نمی‌شود.

جدول ۲: نتایج حاصل از تخمین BMA

| تخمین ۲                            |              | تخمین ۱                            |       | نام متغیر               |
|------------------------------------|--------------|------------------------------------|-------|-------------------------|
| احتمال حضور<br>متغیر در الگو (PIP) | ضریب         | احتمال حضور<br>متغیر در الگو (PIP) | ضریب  |                         |
| ۱                                  | -۸۸۹۱۲,۳     | ۱                                  | -۰,۸۲ | جمله ثابت               |
| ۰,۵۹                               | ۰,۰۰۱۷۳۸     | ۰,۲۶                               | -۰,۴۸ | تعداد رمز ارز بیت کوین  |
| ۱                                  | ۹,۹۷۴۰۶۱     | ۱                                  | ۸,۴۸  | قیمت لایت کوین          |
| ۱                                  | ۰,۰۰۱۸۰۸     | ۱                                  | ۴,۷   | تعداد رمز ارز لایت کوین |
| ۱                                  | -۸۶۲,۱۵۴     | ۱                                  | -۱۰,۱ | قیمت تریپل              |
| ۰,۰۶                               | -۰,۰۰۰۰۰۰۰۶۸ | ۰,۳                                | ۰,۵۸  | تعداد رمزارز تریپل      |
| ۱                                  | ۳,۰۷۲۹۵۱     | ۱                                  | ۹,۱۱  | قیمت دش                 |
| ۱                                  | -۰,۰۱۸۰۲     | ۱                                  | -۵,۲۸ | تعداد رمزارز دش         |
| ۱                                  | ۲۶,۸۱۱۵۸     | ۱                                  | ۱۲,۵۵ | قیمت رمز ارز مونرو      |
| ۰,۱۱                               | ۰,۰۰۰۰۰۰۳۲۲  | ۰,۶۲                               | ۰,۹۸  | تعداد رمزارز مونرو      |
| *                                  | *            | ۰,۰۹                               | -۰,۲۶ | قیمت رمزارز تتر         |
| ۱                                  | ۰,۰۰۰۰۰۰۰۵۴۸ | ۱                                  | ۵,۵۵  | تعداد رمزارز تتر        |

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و ششم / بهار ۱۴۰۰

|      |            |      |       |                               |
|------|------------|------|-------|-------------------------------|
| *    | *          | ۰,۰۷ | -۰,۲۲ | قیمت اتر                      |
| ۰,۹۹ | -۰,۰۰۰۴۰۴۵ | ۰,۸۶ | -۱,۶۳ | تعداد رمزارز اتر              |
| ۱    | -۱۹,۴۸۹۹   | *    | *     | قیمت نئو                      |
| ۰,۶۸ | ۰,۰۰۰۰۶۹۹  | *    | *     | تعداد رمزارز نئو              |
| ۱    | ۱,۴۴۲۹     | *    | *     | قیمت زدکش                     |
| ۰,۱۳ | ۰,۰۰۰۰۵۵   | *    | *     | تعداد رمز ارز زدکش            |
| *    | *          | ۰,۱۶ | ۰,۳۸  | تعداد جستجوی بیت کوین         |
| ۱    | ۱۱,۲۷۹۴    | ۱    | ۱۲,۵۱ | حجم نقدینگی دلار آمریکا       |
| *    | *          | ۰,۱۶ | -۰,۲۱ | جفت ارز یورو به دلار          |
| *    | *          | ۱    | -۳,۷۷ | جفت ارز پوند به دلار          |
| ۰,۷۳ | ۲۷,۷۸۸۹    | ۰,۶  | ۰,۹۸  | جفت ارز دلار به ین ژاپن       |
| *    | *          | ۰,۰۶ | ۰,۱۷  | جفت ارز فرانک به دلار         |
| ۱    | -۶۵۹۳,۱۸۳  | ۱    | -۵,۹۳ | جفت ارز دلار به دلار کانادا   |
| ۰,۳۵ | -۱۹۴۹,۱۹۶۳ | ۱    | -۴,۲۱ | جفت ارز دلار به دلار استرالیا |
| ۱    | -۱۲۴۳۰,۲۹  | ۱    | -۶,۷۶ | جفت ارز دلار به دلار نیوزیلند |
| *    | *          | ۰,۴۲ | -۰,۵۶ | جفت ارز شاخص دلار آمریکا      |
| ۰,۰۷ | -۰,۰۵۲۴    | ۰,۰۴ | -۰,۰۳ | قیمت جهانی طلا                |

**تحلیل حداقل مربعات متوسط وزنی**

نتایج حاصل از تخمین حداقل مربعات متوسط وزنی در جدول شماره سه آورده شده است. متغیر اصلی شامل قیمت بیت کوین و سایر متغیرهای مورد حدس به عنوان رگرسورهای کمکی در مدل آمده اند. اهمیت رگرسورهای کمکی بر اساس آماره  $t$  سنجش می‌شود و ضریب  $t$  بالاتر از ۲,۵ به عنوان ضریب مورد پذیرش آورده شده است. بر اساس نتایج روش حداقل مربعات متوسط وزنی متغیرهای قیمت لایت کوین، تریپل، دش، مونرو اتر، نئو و زدکش بیشترین اثر را بر قیمت بیت کوین داشته‌اند و این موضوع نشان می‌دهد اثر قیمت رمزارزها بر قیمت بیت کوین با هر نوع ماهیتی به اثبات می‌رسد. البته متغیر تعداد رمزارزهای که عمدتاً دارای ساز و کار اثبات کار می‌باشند (دش، تتر، اتر، نئو و زدکش) اثر معنی‌داری بالاتری بر قیمت بیت کوین داشته‌اند. در خصوص جفت ارزهای بازار فارکس می‌توان گفت جفت ارزهای دلار به دلار کانادا، دلار به دلار نیوزیلند، دلار به دلار استرالیا و پوند به دلار از بازار فارکس بر قیمت بیت کوین موثرند. همچنین اثر حجم نقدینگی دلار آمریکا بر قیمت بیت کوین معنی‌دار می‌باشد. نکته قابل توجه آنکه اثر جستجوی کلمه بیت کوین و قیمت جهانی طلا در این روش نیز بر قیمت بیت کوین

### شناسایی متغیرهای موثر بر قیمت رمزارز بیت کوین.../صادقیان، باوری و علوی‌راد

معنی‌دار نیست. همچنین زمانی که تمامی متغیرها را بدون حدس وارد مدل حداقل مربعات متوسط وزنی نماییم، مشاهده می‌شود اغلب متغیرهایی که از روش میانگین‌گیری بیزین در مدل پذیرفته شده‌اند، در این روش نیز معنادار هستند و وجود متغیرهای اضافی تاثیر زیادی بر  $t$  آنها نداشته است.

جدول ۳: نتایج تخمین حداقل مربعات متوسط وزنی

| نام متغیر                     | مخفف      | ضریب          | آماره $t$ |
|-------------------------------|-----------|---------------|-----------|
| جمله ثابت                     | _cons     | ۸۰۸۴,۷۸۶      | ۰,۳۱      |
| تعداد رمز ارز بیت کوین        | bitcoinn  | ۰,۰۰۱۸۰۷      | ۱,۳۹      |
| قیمت لایت کوین                | litcoinp  | ۱۱,۲۶۲۱۹      | ۷,۹۴      |
| تعداد رمز ارز لایت کوین       | litcoinn  | ۰,۰۰۰۷۳۴      | ۱,۷       |
| قیمت تریپل                    | xrpp      | -۱۰۰۵,۶۵      | -۸,۰۹     |
| تعداد رمزارز تریپل            | Xrpn      | -۰,۰۰۰۰۰۰۰۰۷۹ | -۰,۰۹     |
| قیمت دش                       | dashp     | ۲,۵۲۶۱۱۸      | ۵,۷۴      |
| تعداد رمزارز دش               | dashn     | -۰,۰۱۲۱۳      | -۳,۴۶     |
| قیمت رمز ارز مونرو            | monerop   | ۲۴,۹۳۴۲۲      | ۱۷,۱۷     |
| تعداد رمزارز مونرو            | moneron   | ۰,۰۰۱۱۱۸      | ۱,۹۵      |
| قیمت رمزارز تتر               | tetherp   | -۴۷۲۲,۶۳      | -۲,۵۷     |
| تعداد رمزارز تتر              | tethern   | ۰,۰۰۰۰۰۰۰۳۵۴  | ۴,۳       |
| قیمت اتر                      | ethereump | ۱,۹۹۴۹۸۲      | ۵,۴۵      |
| تعداد رمزارز اتر              | ethereumn | -۰,۰۰۰۰۷۱     | -۵,۹۷     |
| قیمت نئو                      | neop      | -۲۲,۷۷۰۲      | -۸,۸۵     |
| تعداد رمزارز نئو              | Neon      | ۰,۰۰۰۰۱۲۹     | ۳,۸۹      |
| قیمت زدکش                     | zcashp    | ۱,۷۲۲۱۱۳      | ۹,۴۶      |
| تعداد رمز ارز زدکش            | Zcashn    | ۰,۰۰۱۴۵       | ۴,۸۲      |
| جفت ارز یورو به دلار          | FxeurUSD  | -۴۶۹۱,۰۱      | -۰,۷۳     |
| جفت ارز پوند به دلار          | fxGBPUSD  | -۸۲۸۲,۳۶      | -۶,۰۷     |
| جفت ارز دلار به ین ژاپن       | fxUSDJPY  | ۳۱,۰۷۱۴       | ۱,۵۲      |
| جفت ارز فرانک به دلار         | fxUSDCHF  | ۸۶۱,۴۶۹۷      | ۰,۳۷      |
| جفت ارز دلار به دلار کانادا   | fxUSDCAD  | -۱۰۳۲۵        | -۷,۶۹     |
| جفت ارز دلار به دلار استرالیا | fxAUDUSD  | -۱۲۶۷۳,۵      | -۵,۲۱     |
| جفت ارز دلار به دلار نیوزیلند | fxNZDUSD  | -۵۶۹۱,۶       | -۲,۶۵     |
| جفت ارز شاخص دلار امریکا      | fxusdif   | -۱۲۸,۵۲۷      | -۱,۰۸     |

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و ششم / بهار ۱۴۰۰

|       |          |              |                            |
|-------|----------|--------------|----------------------------|
| -۰,۶  | -۰,۴۱۷۶۵ | goldp        | قیمت جهانی طلا             |
| ۰,۶۴  | ۰,۰۰۰۲۰۸ | searchperday | تعداد جستجوی کلمه بیت کوین |
| ۱۱,۸۳ | ۸,۶۰۳۱۹۴ | m2usd        | حجم نقدینگی دلار آمریکا    |

**مهمترین متغیرها در روش تعیین الگوی بهینه**

در روش انتخاب الگوی بهینه، بر اساس ترکیبات مختلف متغیرها، الگوی بهینه استخراج می‌شود. روش انتخاب مدل بهینه در رگرسیون‌های غیر نرمال مبتنی بر الگوریتم لیپس و باند و انتخاب بهینه‌ترین مدل، و با استفاده از معیارهای اطلاعاتی از جمله شوارتز، آکایک، آکایک تصحیح‌شده و ضریب تعیین تعدیل‌شده می‌باشد (لیندسی و شیتز، ۲۰۱۵). نتایج حاصله از بکارگیری روش مذکور در جدول شماره چهار آمده است. در این روش با استفاده از نتایج حاصل از روش‌های میانگین‌گیری بیزین و حداقل مربعات متوسط وزنی متغیرهایی که احتمال حضور آن‌ها پایین می‌باشد از مدل حذف شده‌اند. مابقی متغیرها در مدل مورد تخمین قرار گرفته و بر اساس معیارهای اطلاعاتی بهترین تخمین‌ها در مدل‌های نوزدهم و بیستم پدیدار می‌شود. نکته بسیار حائز اهمیت اینکه روش اقتصادسنجی بیزین نتایج بسیار مشابهی با روش انتخاب الگوی بهینه داشته است. در این روش زمانی که تمامی متغیرها انتخاب شده و یا حتی وقتی با معیارهای اطلاعاتی متغیرها را حذف و اضافه می‌کنیم مشاهده می‌شود متغیرهایی که بر قیمت بیت کوین موثر بوده شامل قیمت رمزارزهای لایت کوین، مونرو، دش، نفو، تتر، تریپل، اتر، زدکش، تعداد رمزارزهای لایت کوین، مونرو، دش، نفو، زدکش، اتر، جفت ارزهای دلار به دلار نیوزیلند، دلار به دلار استرالیا، دلار به دلار کانادا و پوند به دلار آمریکا و حجم نقدینگی دلار آمریکا می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد قیمت رمزارزها با هر نوع ماهیت بر قیمت بیت کوین موثر است ولی در خصوص تعداد رمزارزها عمدتاً رمزارزهایی که ماهیت مشابهی با قیمت بیت کوین دارند بر قیمت آن تأثیر بیشتری داشته‌اند. همچنین در خصوص جفت ارزها همانند نتایج دو مدل قبلی جفت ارزهایی که ارزش قیمتی پایین‌تری داشته‌اند بر قیمت بیت کوین اثرات بیشتری دارند.

**جدول ۴: نتایج انتخاب مدل الگوی بهینه**

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| تعداد رگرسورهای مدل‌های مختلف | رگرسورهایی که بهترین مدل را در مدل‌های با تعداد رگرسورهای مختلف تشکیل می‌دهند |
| بهترین با ۱ رگرسور            | litcoinp  |
| بهترین مدل با ۲ رگرسور        | litcoinp zcashn   |
| بهترین مدل با ۳ رگرسور        | monerop m2usd moneron   |
| بهترین مدل با ۴ رگرسور        | monerop m2usd dashn litcoinn  |

شناسایی متغیرهای موثر بر قیمت رمزارز بیت کوین.../صادقیان، باوری و علوی‌راد

|                         |   |            |            |            |
|-------------------------|---|------------|------------|------------|
| بهترین مدل با ۵ رگرسور  | monerop m2usd neop dashn litcoinn   |            |            |            |
| بهترین مدل با ۶ رگرسور  | monerop m2usd neop dashn litcoinn fxNZDUSD  |            |            |            |
| بهترین مدل با ۷ رگرسور  | monerop m2usd neop litcoinp dashn litcoinn fxNZDUSD   |            |            |            |
| بهترین مدل با ۸ رگرسور  | monerop m2usd neop fxUSDCAD litcoinp dashn litcoinn fxNZDUSD  |            |            |            |
| بهترین مدل با ۹ رگرسور  | monerop m2usd neop fxUSDCAD xrpp litcoinp dashn litcoinn<br>fxNZDUSD  |            |            |            |
| بهترین مدل با ۱۰ رگرسور | monerop m2usd neop zcashp fxUSDCAD ethereumn litcoinp dashn<br>litcoinn fxNZDUSD  |            |            |            |
| بهترین مدل با ۱۱ رگرسور | monerop m2usd neop zcashp fxUSDCAD xrpp ethereumn litcoinp<br>ethereump moneron fxNZDUSD  |            |            |            |
| بهترین مدل با ۱۲ رگرسور | monerop m2usd neop zcashp fxUSDCAD xrpp ethereumn litcoinp<br>ethereump fxGBPUSD zcashn fxNZDUSD  |            |            |            |
| بهترین مدل با ۱۳ رگرسور | monerop m2usd neop zcashp fxUSDCAD xrpp ethereumn litcoinp<br>ethereump fxGBPUSD zcashn neon fxNZDUSD   |            |            |            |
| بهترین مدل با ۱۴ رگرسور | monerop m2usd neop zcashp fxUSDCAD xrpp ethereumn litcoinp<br>ethereump fxGBPUSD zcashn fxAUDUSD neon fxNZDUSD  |            |            |            |
| بهترین مدل با ۱۵ رگرسور | monerop m2usd neop zcashp fxUSDCAD xrpp ethereumn litcoinp<br>ethereump fxGBPUSD zcashn fxAUDUSD neon dashn moneron   |            |            |            |
| بهترین مدل با ۱۶ رگرسور | monerop m2usd fxUSDCAD ethereumn neop zcashp fxGBPUSD xrpp<br>litcoinp zcashn ethereump moneron fxAUDUSD neon dashn tetherp   |            |            |            |
| بهترین مدل با ۱۷ رگرسور | monerop m2usd fxUSDCAD ethereumn neop zcashp fxGBPUSD xrpp<br>litcoinp zcashn ethereump moneron fxAUDUSD neon dashn litcoinn<br>fxNZDUSD                              |            |            |            |
| بهترین مدل با ۱۸ رگرسور | monerop m2usd fxUSDCAD ethereumn neop zcashp fxGBPUSD xrpp<br>litcoinp zcashn ethereump moneron fxAUDUSD neon dashn litcoinn<br>tetherp dashp                         |            |            |            |
| بهترین مدل با ۱۹ رگرسور | monerop m2usd fxUSDCAD ethereumn neop zcashp fxGBPUSD xrpp<br>litcoinp zcashn ethereump moneron fxAUDUSD neon dashn litcoinn<br>tetherp dashp fxNZDUSD                |            |            |            |
| بهترین مدل با ۲۰ رگرسور | monerop m2usd fxUSDCAD ethereumn neop zcashp fxGBPUSD xrpp<br>litcoinp zcashn ethereump moneron fxAUDUSD neon dashn litcoinn<br>tetherp dashp goldp fxNZDUSD          |            |            |            |
| بهترین مدل با ۲۱ رگرسور | monerop m2usd fxUSDCAD ethereumn neop zcashp fxGBPUSD xrpp<br>litcoinp zcashn ethereump moneron fxAUDUSD neon dashn litcoinn<br>tetherp dashp goldp fxNZDUSD fxUSDCHF |            |            |            |
| تعداد متغیرهای بهینه    | R2ADJ   | AIC        | AICC       | BIC        |
| مقدار معیار اطلاعاتی    | ۰,۹۷۳۲۱۶۹   | ۲۲۷۲۳,۹۴   | ۲۲۷۲۴,۵۹   | ۲۲۸۲۱,۳۳   |
| بهترین مدل              | مدل بیستم   | مدل نوزدهم | مدل نوزدهم | مدل نوزدهم |

### نتیجه گیری

در این مقاله با استفاده از روش میانگین‌گیری بیزین و روش حداقل مربعات متوسط وزنی بر روی داده‌های دوره زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ بصورت روزانه اثر ۲۸ متغیر توضیحی را بر قیمت بیت‌کوین با استفاده از نرم افزار استاتا مورد بررسی قرار داده‌ایم. با توجه به اینکه روش‌های معمول اقتصادسنجی قادر به بررسی اثر طیف زیادی از متغیرهای توضیحی بر روی متغیر وابسته نیستند، از روش‌های فوق برای برآوردها استفاده شده است. در مجموع با توجه به روش میانگین‌گیری بیزین می‌توان گفت متغیرهای قیمت رمزارزهایی که عمدتاً ساز و کار خلق آن‌ها متفاوت از بیت‌کوین است (دارای ساز و کار اثبات سهام و یا نوع جدید اثبات کار، مانند لایت‌کوین، تریپل، دش، مونرو، زدکش و نئو) و متغیر تعداد رمزارزهایی که ساز و کاری همانند بیت‌کوین دارند (لایت‌کوین، تتر و اتر)، بر قیمت بیت‌کوین موثر می‌باشند. در خصوص اثر معنی‌داری جفت ارزهای بازار فارکس بر قیمت بیت‌کوین در هر دو روش، می‌توان اظهار داشت که ارزهای کم ارزش این بازار از جمله دلار به دلار کانادا، دلار به دلار استرالیا و دلار به دلار نیوزیلند بر قیمت بیت‌کوین اثر بالاتری نسبت به ارزهای پرارزش‌تر از جمله جفت ارزهای دلار به یورو و یا دلار به فرانک سوئیس دارند. از سوی دیگر اثر معنی‌داری حجم نقدینگی دلار آمریکا بر قیمت بیت‌کوین مثبت می‌باشد. از طرف دیگر متغیرهای تعداد رمزارز بیت‌کوین، قیمت جهانی طلا و تعداد جستجوی کلمه بیت‌کوین در هر دو روش بر قیمت آن دارای ضرایب معناداری پایینی بوده و حضور آن‌ها در مدل پیشنهاد نمی‌شود.

در روش حداقل مربعات متوسط وزنی، متغیرهای قیمت لایت‌کوین، تریپل، دش، مونرو، اتر، نئو و زدکش بیشترین اثر را بر قیمت بیت‌کوین داشته‌اند و این موضوع نشان می‌دهد اثر قیمت رمزارزها بر قیمت بیت‌کوین با هر نوع ماهیتی مورد تأیید قرار می‌گیرد. در خصوص متغیر تعداد رمزارزهای دش، تتر، اتر، نئو و زدکش که عمدتاً ساز و کاری همانند بیت‌کوین دارند، اثر معنی‌داری بالاتری بر قیمت بیت‌کوین داشته‌اند. همچنین زمانی که تمامی متغیرها را بدون حدس وارد مدل حداقل مربعات متوسط وزنی کنیم مشاهده می‌شود اغلب متغیرهایی که از روش میانگین‌گیری بیزین در مدل پذیرفته شده‌اند در این روش نیز معنادار هستند و وجود متغیرهای اضافی تأثیر زیادی بر  $t$  آنها ندارد.

در روش انتخاب الگوی بهینه، بر اساس ترکیبات مختلف متغیرها، الگوی بهینه استخراج می‌شود. نتایج حاصله از بکارگیری روش مذکور حاکی از حضور متغیرهای قیمت رمزارزهای لایت‌کوین، مونرو، دش، نئو، تتر، تریپل، اتر، زدکش، تعداد رمزارزهای لایت‌کوین، مونرو، دش، نئو، زدکش، اتر، جفت ارزهای دلار به دلار نیوزیلند، دلار به دلار استرالیا، دلار به دلار کانادا، پوند به دلار آمریکا و حجم نقدینگی دلار



### شناسایی متغیرهای موثر بر قیمت رمزارز بیت‌کوین.../صادقیان، باوری و علوی‌راد

آمریکا در مدل عوامل موثر بر قیمت بیت‌کوین می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد قیمت رمزارزها با هر نوع ماهیت بر قیمت بیت‌کوین موثر است ولی در خصوص متغیر تعداد رمزارزها، عمدتاً رمزارزهایی که ماهیت مشابهی با قیمت بیت‌کوین دارند بر قیمت آن موثرند. نکته حائز اهمیت اینکه روش اقتصادسنجی بیزین نتایج بسیار مشابهی با روش انتخاب الگوی بهینه دارد.

منابع

- ۱) تمیزی، علیرضا " بررسی عوامل تعیین کننده درآمدهای مالیاتی در ایران: رویکرد اقتصادسنجی بیزی " فصلنامه اقتصاد مقدار، (بررسی های اقتصادی سابق) دوره ۱۵، شماره ۱، ۲۲۵-۲۴۴. ۱۳۹۷.
- ۲) جونز، چارلز پی. "مدیریت سرمایه گذاری". مترجمین رضا تهرانی، عسگر نور بخش، نشر نگاه دانش، جلد اول، ۱۳۸۸.
- ۳) سلیمانی پور، محمد مهدی، سلطانی نژاد، حامد، پورمطهر، مهدی " بررسی فقهی پول مجازی " تحقیقات مالی اسلامی، دوره ۶، شماره ۲ (پیاپی ۱۲): ۱۶۷-۱۹۲، ۱۳۹۶.
- ۴) مهرآرا محسن، صادق رضایی برگشادی، " عوامل موثر بر رشد اقتصادی ایران مبتنی بر رویکرد متوسط گیری بیزین (BMA) و حداقل مربعات متوسط وزنی (WALS)". فصلنامه علمی و پژوهشی، پژوهش های رشد و توسعه اقتصادی سال ششم، شماره بیست و سوم: ۸۹-۱۱۴. ۱۳۹۴.
- ۵) هاتفی مجومرد مجید، ام البنین جلالی، رحیمی قاسم آبادی محمد "حباب های سفته بازی در بازار ارز دیجیتال بیت کوین". فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، سال یازدهم، شماره چهل و یکم، ۱۳۹۷. ۲۰۴.
- 6) Aalborg H. A., Molnar P., Vries J. E. d., What can explain the price, volatility and trading volume of Bitcoin? , Finance Research Letters, Volume 29: 255-265,2018.
- 7) Aharon, D.Y., Qadan .M, Bitcoin and the day-of-the-week effect, Finance Research Letters, Volume 31, 2018.
- 8) Al-Yahyaee, K. H. Mensi, W. Yoon, a., Efficiency, multifractality, and the long-memory property of the Bitcoin market: A comparative analysis with stock, currency, and gold markets, Finance Research Letters Volume 27: 228-234.2018.
- 9) Baek, C., Elbeck, M., Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look. Appl. Econ.Lett. 22(1), 30-34. ,2015.
- 10) Balcilar, .M, Bouri E., Gupta, R., Roubau D., a volume predict Bitcoin returns and volatility? A quantiles-based approach, Economic Modelling Volume 64: 74-81,2017.
- 11) Bariviera, A. F., Basgall .M J, Hasperué. W. Naiouf .M, Some stylized facts of the Bitcoin market, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications Volume 484: 82-90,2017.
- 12) Baur, D. G. Dimfl, T., Kuck, K., Bitcoin, Gold and the US dollar -A Replication and Extension", Finance Research Letters ,2017.

- 13) Becker, J., Breuker, D., Heide, T., Holler, J., Rauer, H., Böhme, R., Can we afford integrity by proof-of-work? Scenarios inspired by the Bitcoin currency. In: Böhme, R. (Ed.), *The Economics of Information Security and Privacy*. Springer Berlin Heidelberg: 135–156, ISBN: 978-3-642-39497-3., 2013.
- 14) Bouri, E., Azzi, G., Dyrberg H. A., On the return-volatility relationship in the Bitcoin market around the price crash of 2013, *Economics Discussion Papers*, No. 2016-41, Kiel Institute for the World Economy, Kiel, 2016
- 15) Brandvold, M., Molnár, P., Vagstad, K., Valstad, C., Price Discovery on Bitcoin Exchanges" *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, Volume 36:18-35, 2015
- 16) Briere, M. Oosterlinck, K. Szafarz, A., Virtual Currency, Tangible Return: Portfolio Diversification with Bitcoin. *Journal of Asset Management*, 16, 6, 365-373, 2013.
- 17) Caporale, G. M., Spagnoloa F., Spagnolo N., Exchange rates and macro news in emerging markets, *Research in International Business and Finance* Volume 46: 516-527, 2018.
- 18) Cheah E., Fry J., Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin, *Economics Letters* 130: 32–36, 2015.
- 19) Ciaian P., Rajcaniova M., Kancs d., Virtual Relationships: Short- and Long-run Evidence from Bitcoin and Altcoin Markets, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money* Volume 52: 173-195, 2018
- 20) Corradi F., Höfner P., The disenchantment of Bitcoin: unveiling the myth of a digital currency, *International Review of Sociology*, 28:1: 193-207, 2018.
- 21) Dwyer, G. P. The economics of Bitcoin and similar private digital currencies" *Journal of Financial Stability* Volume 17: 81-91, 2015.
- 22) Dyrberg, A. H., 2016a. Bitcoin, gold and the dollar - A GARCH volatility analysis. *Fin. Res. Lett.* 16, 85-92, 2016.
- 23) Engel, C., Frankel, J., Why interest rates react to money announcements: an explanation from the foreign exchange market. *Journal of Monetary Economics* 13: 31–39. 1984.
- 24) Evans, M., Lyons R. K., How is macro news transmitted to exchange rates, *Journal of Financial Economics* 88: 26-50, 2008.
- 25) Fama, E.F., Efficient capital markets: a review of theory and empirical work". *J. Finance* 25: 383-417. 1970.

26) Frömmel, M., Mende, A., Menkhoff, L. Order flows, news, and exchange rate volatility, *Journal of International Money and Finance* Volume 27, Issue 6: 994-1012, 2008.

27) Glaser, F., Zimmarmann, K., Haferhorn, M., Weber, M. C., Siering, M., Bitcoin - Asset or currency? Revealing users' hidden intentions. In *Twenty Second European Conference on Information Systems, (ECIS 2014, Tel Aviv)*. 1-14, 2014.

28) Hayes, A. S., Cryptocurrency value formation: An empirical study leading to a cost of production model for valuing bitcoin, *Telematics and Informatics* Volume 34, Issue 7: 1308-1321, 2017.

29) Horra, L. P. de l., Fuente, G. l., Perote, J., " The drivers of Bitcoin demand: A short and long-run analysis", *International Review of Financial Analysis* Volume 62: 21-34, 2019.

30) Ji, Q., Bouri E., Gupta, R., Roubaud, D. Network causality structures among Bitcoin and other financial assets: A directed acyclic graph approach , *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 2018.

31) Katsiampa P., (2017). Volatility estimation for Bitcoin: A comparison of GARCH models, *Economics Letters*, Volume 158: 3-6

32) Kim S. J., McKenzie, M.D., Faff, R.W., Macroeconomic news announcements and the role of expectations: evidence for US bond, stock and foreign exchange markets, *Journal of Multinational Financial Management* Volume 14, Issue 3: 217-232, 2004.

33) Kim, T., On the transaction cost of Bitcoin, *Finance Research Letters* Volume 23, 2017: 300-305, 2017.

34) Klein T., Thu, H. P., Walther, T. Bitcoin is not the New Gold – A comparison of volatility, correlation, and portfolio performance, *International Review of Financial Analysis* Volume 59: 105-116, 2018.

35) Koop, G. *Bayesian Econometrics*". England, John Wiley & Sons Ltd. ,2003.

36) Koutmos, D., Bitcoin returns and transaction activity, *Economics Letters* Volume 167: 81-85, 2018.

37) Kristoufek, l. On Bitcoin markets (in)efficiency and its evolution, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* Volume 503, 257-262, 2018.

38) Kurbucz, M. T., Predicting the price of Bitcoin by the most frequent edges of its transaction network, *Economics Letters* Volume 184: 108-655, 2019.

39) Levin, R. B. O'Brien, A. A. Zuberi, M. M. chapter 17 - Real Regulation of Virtual Currencies, *Handbook of Digital Currency Bitcoin, Innovation, Financial Instruments, and Big Data 2015*, : 327-360, 2015.

40) Magnus J. R., Wan A.T.K., Zhang X., Weighted average least squares estimation with nonspherical disturbances and an application to the Hong Kong housing market, *Computational Statistics & Data Analysis* Volume 55, Issue 3, 1: 1331-1341, 2011.

41) Marshall, A., Musayev, T., Helena P., Leilei T., Impact of news announcements on the foreign exchange, implied volatility, *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, Int. Fin. Markets, Inst. and Money 22: 719-737, 2012.

42) Matta, M. Lunesu, I. Marchesi, M. Bitcoin Spread Prediction Using Social and Web Search Media Università degli Studi di Cagliari Piazza d'Armi, 09123 Cagliari, Italy, 2015.

43) Mensi, W., Hammoudeh, S. Yoon, S. M., Structural breaks and long memory in modeling and forecasting volatility of foreign exchange markets of oil exporters: The importance of scheduled and unscheduled news announcements, *International Review of Economics and Finance* 30:101-119, 2014.

44) Mussa, M. Empirical regularities in the behavior of exchange rates and theories of the foreign exchange market. In: *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Vol. 11. Elsevier:9-57, 1979.

45) Nadarajah S., Chu, J. On the inefficiency of Bitcoin, *Economics Letters* Volume 150: 6-9, 2017.

46) Omrane, W. B., Savaser, T., The sign switch effect of macroeconomic news in foreign exchange markets, *J. Int. Financ. Markets Inst. Money* 45: 96-114, 2016.

47) Panagiotidis, T. Stengos, T. Vravosinos, O., On the determinants of bitcoin returns: A LASSO approach, *Finance Research Letters* Volume 27: 235-240, 2018.

48) Segendorf, B., What is bitcoin? *Sveriges Riksbank Econ. Rev.* 2, 71-87, 2014.

49) Sensoy, A., 2018. The inefficiency of Bitcoin revisited: a high-frequency analysis with alternative currencies. *Finance Research Letters* Volume 28, 68-73, 2019.

50) Tanner, G. A note on economic news and intraday exchange rates, *Journal of Banking & Finance* 21: 573-585, 1997.

51) Tiwari, A.K., Jana, R.K., Das, D., Roubaud, D., Informational efficiency of Bitcoin-an extension. *Econ. Lett.* 163, 106-109, 2018.

52) Troster, V., Tiwari A. K., Shahbaz M., Macedo D. N, Bitcoin returns and risk: A general GARCH and GAS analysis. *Finance Research Letters* Volume 30: 187-193, 2019.

53) Tu Z., Xue, C. Effect of bifurcation on the interaction between Bitcoin and Litecoin, Finance Research Letters, Volume 31,2018.

54) Turpin, J. B., Bitcoin: The Economic Case for a Global, Virtual Currency Operating in an Unexplored Legal Framework, Indiana Journal of Global Legal Studies: Vol. 21: Iss. 1, Article 13, 2014.

55) Urquhart, A., Price clustering in Bitcoin, Economics Letters Volume 159: 145-148,2017.

56) Urquhart, A., What causes the attention of Bitcoin? Economics Letters Volume 166: 40-44 ,2018.

57) Vandezande, N. Virtual currencies under EU anti-money laundering law, Computer Law & Security Review Volume 33, Issue 3: 341-353,2017.

58) Wei, W. C., The impact of Tether grants on Bitcoin, Economics Letters Volume 171:19-22, 2018.

59) Yelowitz, A. Wilson, M. Characteristics of Bitcoin users: an analysis of Google search data Department of Economics, University of Kentucky, Lexington, Applied Economics Letters 22(13):1-7, 2014.

یادداشت‌ها:

- 
1. Satoshi Nakamoto
  2. www.bitcoin.org
  3. Poof of work
  - 4 . Proof of stake
  5. Cheah & Fry (2015)
  6. Becker (2013)
  - 7 . Segendorf (2014)
  8. Dwyer (2015)
  - 9 . Nadarajah& Chu (2017)
  - 10 . Tiwari (2018)
  - 11 . Sensoy (2018)
  12. Fama (1970)
  13. Mussa (1979)
  14. Engel (1984)
  15. Frankel (1984)
  16. Tanner (1997)
  17. Kim (2004)
  18. Evans & Speight (2008)
  19. Mensi(2014)
  20. Caporale (2018)

- 21 . Marshall (2012)
- 22 Kristoufek (2018)
- 23 Yelowitz& Wilson (2015)
24. Matta (2015)
25. Kim (2017)
- 26 . Urquhart (2018)
27. Dyhrberg (2015)
28. Bouri (2016)
29. Ciaian (2017)
30. Bariviera (2017)
31. detrended fluctuation analysis (DFA)
32. Balcilar (2017)
33. Hayes (2017)
- 34 . Tu & Xue (2018)
35. Koutmos (2018)
36. Aharon & Qadan (2018)
37. wei (2018)
- 38 .VAR
39. Klein (2018)
40. Ji (2018)
41. s & p
42. pimco
43. Panagiotidis (2018)
44. A LASSO approach
45. Aalborg (2018)
46. Kurbucz (2019)
47. Horra (2019)
48. Bayesian model averaging (BMA)
49. Jefrier (1961)
50. Limer(1978)
51. Reftrey (1999)
- 52 . Koop (2003)
53. weighted average least squares (WALS)
54. Magnus (2011)