



تاثیر ورود رمز پول به عنوان جانشینی برای پول رایج در یک مدل DSGE برای اقتصاد ایران

فاطمه فرزین^۱

کاظم یآوری^۲

رضا نجارزاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۷

چکیده

یکی از واژه‌هایی که در زندگی عصر حاضر به گوش می‌خورد، ارز دیجیتال است. ارز دیجیتال یکی از اجزای سیستم مالی غیر متمرکز جهت تسهیل مبادلات اقتصادی است که دست واسطه‌ها مثل بانک را تا حد ممکن از معاملات کوتاه می‌کند. یکی از اهداف رمزپول‌ها این بود که به مردم قدرت کنترل پول را بدهند و به بیان ساده واسطه‌ها (مثل بانک‌ها) را حذف کند. علی‌رغم ایجاد رمز پول‌ها و گسترش مبادلات این نوع ارزها هنوز ردپایی از این تکنولوژی جدید در مدل‌های اقتصادی از جمله مدل‌های مالی - پولی دیده نشده است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی این موضوع است که ورود رمزپول چه دلالت‌هایی بر اقتصاد خواهد داشت که برای تحقق هدف پژوهش از روش ورود رمز پول به مدل‌های DSGE استفاده خواهد شد. نتایج نشان می‌دهد که یک اثر جانشینی قوی بین مانده حقیقی پول رایج و مانده حقیقی رمز پول در پاسخ به فناوری، ترجیحات و شوک‌های سیاست پولی وجود دارد. علاوه بر این مقایسه نتایج حاصل از پژوهش افزایش در تولید و تورم زمانی که رمزپول در مبادلات وجود نداشته باشد نسبت به زمانی که رمزپول در مبادلات وجود داشته باشد، بیشتر است. این امر نشان از وجود تورم بیشتر در زمان عدم وجود رمزپول است.

واژگای کلیدی: بلاک چین، رمز پول، بیت کوین، مدل DSGE.

f.farzin@modares.ac.ir

kyavari@yazd.ac.ir

najarzar@modares.ac.ir

^۱. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس

^۲. استاد اقتصاد، دانشگاه یزد (نویسنده مسئول)

^۳. دانشیار اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس

۱- مقدمه

طی سال‌های اخیر رمز پول‌های مختلفی توانسته‌اند به موفقیت و شهرت برسند، در کنار بیت‌کوین که به عنوان پادشاه رمز پول‌ها جایگاه ویژه‌ای در اختیار دارد، سایر آلت‌کوین‌ها^۱ مثل اتریوم^۲، ریپل^۳ و ... هم جایگاه خوبی در بازار پیدا کرده‌اند. رمز پول‌ها با هدف تمرکز زدایی شکل گرفتند و تلاش دارند نیاز به حضور نیروهای متمرکزی مثل بانک‌ها و دولت‌ها برای نظارت بر عملکرد مبادلات را برطرف کنند. از این رو کشورهای توسعه‌یافته برای قانون‌گذاری رمز پول به سوی قوانین شفاف و چارچوبی رفته‌اند تا بستر را برای فعالیت شرکت‌های فعال در حوزه رمز پول ایجاد کنند.

با این وجود همچنان اقتصاددانان به دنبال این سوال هستند که رمز پول در سیستم پولی کشور و سیاست‌گذاری‌های دولت چه تاثیری خواهد داشت؟ برای پاسخ به سوال مطرح شده نیاز است که سوالات اساسی ذیل در مدل‌های اقتصادی مورد بررسی قرار گیرند تا بتوان برای سوال فوق پاسخی درخور پیدا کرد.

- دلالت‌های ایجاد شده پس از ورود رمز پول به مدل‌های اقتصادی چگونه است؟
- چه رابطه‌ای بین ورود متغیر رمز پول در مبادلات با رفتار سیاست پولی وجود دارد؟
- تاثیر جانشینی رمز پول و پول رایج بر خانوار و تولیدکننده به عنوان فعالان اقتصادی چگونه است؟

از این جهت در ادامه به بررسی مبانی مرتبط با سوالات فوق و همچنین مدل چهار بخشی با وجود رمز پول پرداخته شده تا بتوان با بررسی این مدل تاثیر جانشینی رمز پول و پول رایج را مورد بررسی قرار داد.

۲- ادبیات موضوعی

مقاله حاضر به دو جریان مختلف ادبیات نظری اشاره می‌کند. ابتدا به ویژگی‌های مرتبط با رمز پول و مقایسه آن با دیگر ارزها پرداخته می‌شود و سپس به پیشینه مرتبط با پژوهش پرداخته شده است.

1. Altcoins
2. Ethereum
3. Ripple

۲-۱- ویژگی‌های رمز پول و مقایسه آن با دیگر ارزها

اقتصادهای در حال توسعه معمولاً دارای پول رایج بی‌ثبات هستند به این معنی که معمولاً این کشورها دچار نوسانات شدید در تورم و عرضه پول خواهند شد (اسکور^۱، ۲۰۰۵). برای رفع این مشکل برخی کشورها مثل کنیا از سیستم پرداخت الکترونیکی M-Pesa استفاده می‌کنند (ریووار^۲، ۲۰۱۸: ۱۰). ام‌پزا در ابتدا در کنیا به عنوان روشی جایگزین برای دسترسی به خدمات مالی برای افراد بدون حساب بانکی در کشور معرفی شد. سافاریکام^۳ بزرگ‌ترین اپراتور تلفن همراه در کنیا، M-Pesa را در سال ۲۰۰۷ راه‌اندازی کرد. ام‌پزا یک سیستم بانکی مجازی است که سرویس‌های انجام تراکنش بانکی را از طریق سیم‌کارت انجام می‌دهد. زمانی که سیم‌کارت در موبایل قرار می‌گیرد، کاربر می‌تواند از طریق پیامک تلفنی، پرداخت و انتقال وجه داشته باشد. کاربران بدون حساب بانکی به راحتی می‌توانند به باجه‌های M-Pesa در سراسر کشور دسترسی پیدا کنند. وجهی که قرار است ذخیره یا انتقال داده شود را به مامور باجه تحویل می‌دهند و مامور آن را در حساب ام‌پزای فرد انتقال می‌دهد (سوری و سلون^۴، ۲۰۲۰). این سیستم‌ها ممکن است مشکلاتی از جمله امنیت پایین داشته باشند که در واقع مشکلاتی از این قبیل را رمز پول‌ها به خصوص بیت‌کوین حل کرده است (کلگک^۵، ۲۰۱۴). مقاله حاضر به دنبال رابطه بین ورود متغیر رمزپول در مبادلات با رفتار سیاست پولی است.

برای تحقق هدف پژوهش حاضر مدل‌هایی بررسی می‌شوند که بیت‌کوین از اجزای شکل‌گیری مدل است تا ویژگی‌هایی که رمز پول را برتر می‌کند مشخص شود. قبل از ورود به مدل‌ها نیاز است انواع پول‌هایی که تاکنون وجود داشته‌اند با هم مقایسه شوند و معایب و مزایای آن‌ها مشخص گردد.

ارزهای دولتی یا همان پول فیات و رمز پول‌ها فقط از یک جنبه به یکدیگر شبیه هستند که مربوط به عدم ارزش ذاتی پشتوانه اعتبار سیستم پولی حاضر دولت و بانک مرکزی هر کشور است. پول دولتی اعتبارش را از دولت دریافت می‌کند اما پشتوانه رمز پول‌ها اعتماد مردم به این نوع ارز است بنابراین تا مادامی که مردم به این پول اعتماد داشته باشند ارزش آن حفظ خواهد شد (اورکوهارت^۶، ۲۰۱۶).

1. Schor (2005)

2. Rivoire

3. Safaricom

4. Suri & Sloan (2020)

5. Clegg (2014)

6. Urquhart (2016)

به طور خلاصه جدول زیر تفاوت پول‌های متفاوت را نشان می‌دهد:

جدول ۱: ویژگی‌های پول‌های مختلف

نوع پول	نظیر به نظیر	الکترونیکی	مورد تایید جهانی	منتشر شده توسط بانک مرکزی
ذخایر بانک مرکزی		*		*
سپرده‌های بانکی		*	*	
پول رایج			*	*
پول کالایی	*	*		
رمز پول	*	*	*	*
پول نقد			*	

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۲: مزایا و معایب پول‌های مختلف

نوع پول	مزایا و ویژگی‌ها	معایب
پول رایج	قابل لمس بودن	وجود هزینه‌های نقل و انتقال زیاد
پول دیجیتال	معاملات برای کلیه مشتریان باز است. هرگونه نظم و فرآیندی را در بخش‌های مالی تسهیل می‌کند.	کلاهبرداری، دزدی و ... مشکل اصلی آن‌هاست. غیر مجاز بودن دسترسی مشتریان به معاملات مرکزی و اجبار اعتماد به شرکت مالی مربوطه
رمز پول غیر متمرکز	سرعت بالای انتقالات، هزینه بسیار کم نقل و انتقال، عدم محدودیت در معاملات، عدم وجود شخص ثالث در نظارت بر فرآیند تراکنش، عدم وجود تورم	مورد پذیرش نبودن در بعضی کشورها، عدم بازیابی پرداخت‌ها، امکان کلاهبرداری و سرقت

منبع: یافته‌های پژوهش

علاوه بر ویژگی‌های اشاره شده فوق، قبل از ورود به الگوی پژوهش لازم است به معرفی انواع شبکه‌های ارزی موجود پرداخته شود. شبکه‌های ارزی به سه دسته اصلی تقسیم شده‌اند:

شبکه متمرکز ارزی:

در یک سیستم متمرکز، کنترل فقط توسط یک نهاد انجام می‌شود (مثلاً فقط بانک مرکزی کنترل‌کننده است) (سیچیناوا^۱، ۲۰۱۹).

شبکه غیر متمرکز ارزی:

در یک سیستم غیر متمرکز یک نهاد به صورت تکی کنترل‌کننده روابط مالی نیست بلکه چندین نهاد به صورت مستقل کنترل‌کننده این روابط هستند (بوچاردن و هکمن^۱، ۲۰۲۰).

^۱. Sichinava (2019)

شبکه توزیعی ارزی:

سیستم توزیعی از انواع شبکه‌های غیر متمرکز است به گونه‌ای که هیچ کنترل کننده‌ای بر مردم مسلط نیست بلکه همه افراد، سازمان‌ها و ... با هم در ارتباط هستند (دیویدسون و همکاران^۲، ۲۰۱۸).

رمزپول جز ارزهای با شبکه غیر متمرکز است و بیشتر به شبکه توزیعی ارزی شباهت دارد (دلمولینو و همکاران^۳، ۲۰۱۹). بنابراین طبق این ویژگی مهم رمزپول محدودیت‌هایی که یک شبکه متمرکز ارزی با آن روبروست کنار می‌رود. یکی از بزرگترین محدودیت‌ها وجود قیود بانک مرکزی است (آبرامویز^۴، ۲۰۱۹).

علاوه بر معرفی مشخصه‌های رمزپول جایگاه آن در ایران نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است بنابراین قبل از ورود به الگوی پژوهش لازم است به آن پرداخته شود. آمار موثقی درباره حجم سرمایه‌گذاری شهروندان ایرانی در بازار رمزارزها در دسترس نیست اما بر اساس برآورد اتاق بازرگانی تهران، حدود ۷ تا ۸ میلیون ایرانی در بازار رمزپول فعالیت دارند که در این بین بیت‌کوین بیشترین سهم را در مقایسه با سایر رمزپول‌ها داشته است. بخشی از این کاربران در صرافی‌ها یا کیف پول‌های خارجی سرمایه‌گذاری کرده‌اند که بسیاری از آن‌ها به دلیل سیاست‌های بین‌المللی علیه ایران مجبور به استفاده از ابزارهای مخفی‌کننده هویت در بستر اینترنت هستند. بنابراین بخشی از معاملات ایرانی‌ها در بسترهای معاملاتی خارجی و با هویت مخفی انجام می‌گردد که رهگیری و استخراج داده‌های آن تقریباً امری امکان‌ناپذیر است. در سوی دیگر از معاملات صورت گرفته در صرافی‌ها نیز عدد شفافیتی در دست نیست. با توجه به این که سه صرافی عمده معاملات رمزپول در ایران عبارتند از: نوبیتکس، رمزینکس و کوینکس که به ترتیب نزدیک به ۷۰٪ و ۲۰٪ و ۵٪ از سهم بازار معاملات داخلی را در اختیار دارند، لذا بیش از ۹۵ درصد بازار معاملات رمزپول کاربران ایرانی در این سه صرافی صورت می‌پذیرد. به جهت برآورد حجم معاملات مربوط به رمزپول خانوارهای ایرانی در پلتفرم نوبیتکس بر طبق آخرین گزارش سالانه منتهی به سال ۱۴۰۰ این صرافی ۱۵۵ میلیون معامله در توکن‌های مختلف (رمزپول‌های مختلف) در سال صورت می‌پذیرد که در نتیجه می‌توان انتظار بیش از ۲۲۰ میلیون معامله در سال در کل

1. Bouchardon & Heckman (2020)

2. Davidson (2018)

3. Delmolino (2019)

4. Abramaowicz (2019)

پلتفرم‌های داخلی را داشت. همچنین میانگین ارزش هر معامله نیز ۱۰ میلیون ریال اعلام شده است و بنابراین برآورد ارزش کل معاملات در پلتفرم‌های داخلی قریب به ۲۰۵ هزار میلیارد تومان و بیش از ۳۰۰ هزار میلیارد تومان در کل پلتفرم‌های رمزیولی در سال ۱۴۰۰ بوده است. ۲۶٪ کل کاربران در استان تهران هستند. استان خراسان رضوی با ۹٫۶٪ در رتبه دوم قرار دارد. آذربایجان شرقی و اصفهان هر دو با سهم هفت درصدی، در رتبه سوم بیشترین کاربر در بین استان‌ها ایستاده‌اند. استان‌های ایلام، سیستان و بلوچستان و کهگیلویه و بویراحمد با کمترین تعداد کاربر، در انتهای فهرست استان‌ها قرار دارند (نوبیتکس^۱، ۲۰۲۱).

۲-۲- پیشینه پژوهش

سوکین و زانگک^۲ (۲۰۲۰) در پژوهش خود به سولاتی از جمله این که چه چیزی میزان ارزش یک رمز پول را مشخص می‌کند و این که یک بازار چگونه با وجود رمز پول کار خواهد کرد پرداخته‌اند. این پژوهشگران معتقدند بسته به این که چگونه ویژگی‌های کلیدی رمز پول‌ها طبقه‌بندی شود، مدل ارزش‌گذاری متفاوت خواهد بود.

استیلینگ و اوهلیگک^۳ (۲۰۱۹) در مطالعه خود یک مدل اقتصادی را با دو ارز رقابتی بیت کوین و دلار ارائه کردند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که معادله قیمت‌گذاری اساسی آن‌ها در ساده‌ترین شکل خود نشان می‌دهد که قیمت‌های بیت کوین یک دنباله مارتینگل تشکیل می‌دهند. همچنین نتایج نشان داد که نوسان قیمت عملکرد واسطه مبادله بودن ارز بیت کوین را بی‌اعتبار نمی‌کند.

برنتسن و اسکار^۴ (۲۰۱۸) در مقاله خود، با مقدمه‌ای کوتاه درباره رمز پول‌ها و فناوری بلاک‌چین شروع کرده‌اند. تمرکز این مقاله بر روی بیت کوین است. در مطالعه آن‌ها، نحوه عملکرد و کاربردهای احتمالی رمز پول‌ها و فناوری بلاک‌چین بیان شده است. نتیجه حاصل از پژوهش آن‌ها این است که بیت کوین دارای طیف گسترده‌ای از کاربردهای جالب است و مجموعه‌های رمز پول برای تبدیل شدن به یک کلاس مهم دارایی مناسب هستند.

1. Nobitex (2021)

2. Sockin & Xiong (2020)

3. Schilling & Uhlig (2019)

4. Berentsen & Schar (2018)

فراستی و گلدوزیان (۱۳۹۹) در مقاله‌ای به بررسی بیت کوین؛ پول شویی و راهکارهای مقابله با آن پرداختند. نتایج بیان‌گر این است که ایجاد تکنولوژی جدید انقلابی بیت کوین نوآوری را به سطح جدیدی برای شرکت‌ها و سیستم‌های پرداخت وارد کرد.

یاوری و کاظمیان (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای به شناسایی متغیرهای موثر بر قیمت رمز پول بیت کوین با استفاده از رویکرد میانگین‌گیری بیزین و حداقل مربعات متوسط وزنی پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد قیمت رمز پول‌ها با ساز و کار خلق متفاوت از بیت کوین و همچنین متغیر تعداد رمز پول‌های در گردش با ساز و کار مشابه بیت کوین و حجم نقدینگی دلار آمریکا بر قیمت بیت کوین موثر می‌باشند. از سوی دیگر در خصوص اثر جفت ارزهای بازار فارکس بر قیمت بیت کوین می‌توان 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.

۳- الگوی پیشنهادی پژوهش

در ادامه به مدل پژوهش پرداخته شده است. در این مدل فرض شده است که خانوار از مصرف پول رایج و رمز پول مطلوبیت کسب می‌کند و نسبت به عرضه نیروی کار عدم مطلوبیت کسب می‌کند. همچنین فرض شده استخراج رمز پول به صورت خصوصی و نه دولتی صورت می‌پذیرد.

۳-۱- مدل

۳-۱-۱- خانوار

خانوار مطلوبیت مورد انتظار زیر را به حداکثر می‌رساند:

$$\max_{\{C_t, H_t, B_t, M_t^g, M_t^c\}} E \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t A_t [u(C_t, \frac{M_t^g}{P_t}, \frac{\chi_t M_t^c}{E_t^c}) - \eta H_t] \quad (1)$$

در حالی که می‌دانیم $0 < \beta < 1$ و $\eta > 0$. قید بودجه هر دوره به صورت زیر است:

$$M_{t-1}^g + \chi_{t-1} M_{t-1}^c + T_t + B_{t-1} + W_t H_t + D_t = P_t C_t + \frac{B_t}{R_t} + M_t^g + \chi_t M_t^c \quad (2)$$

متغیر $\frac{M_t^g}{P_t}$ مانده حقیقی (حجم پول حقیقی) پول رایج است و $\frac{M_t^c}{P_t}$ مانده حقیقی رمز پول است. χ_t نرخ ارز اسمی بین پول رایج و رمز پول است. منظور از پول رایج همان پول رایج کشور است (در این پژوهش منظور ریال است) و نرخ ارز بین پول رایج و رمز پول همان نرخ است که ارزش پول کشور را در مقابل واحد رمز پول مشخص می‌کند (در این پژوهش نرخ تبدیل ریال به بیت کوین است). در هر دو رابطه فوق رمز پول به عنوان یک جایگزینی برای پول رایج محسوب می‌شود. فرض ما مطابق با تعریف رمز پول به عنوان ارز دیجیتال خصوصی است (گنس و هالابورا^۱، ۲۰۲۰). در واقع نگهداری رمز پول باعث ایجاد مطلوبیت برای خانوار می‌شود. تا زمانی که رمز پول یک دارایی نباشد و نرخ بهره‌ای نداشته باشد، خانوار در دوره $t-1$ به میزان $M_{t-1}^c =$ رمز پول می‌خرد و به میزان $M_t^c = \frac{M_t^g}{\chi_t}$ در دوره t رمز پول نگهداری می‌کند.^۲ در روابط فوق C_t و H_t به ترتیب مصرف و عرضه نیروی کار خانوار در دوره t است. شوک‌های E_t^g ، A_t و E_t^c به صورت زیر از یک فرآیند خودهمبسته ساخته شده‌اند:

$$\begin{aligned} \ln(A_t) &= \rho^\alpha \ln(A_{t-1}) + \varepsilon_t^\alpha \\ \ln(E_t^g) &= \rho^{eg} \ln(E_{t-1}^g) + \varepsilon_t^{eg} \\ \ln(E_t^c) &= \rho^{ec} \ln(E_{t-1}^c) + \varepsilon_t^{ec} \end{aligned} \quad (۳)$$

در روابط فوق $0 < \rho^\alpha, \rho^{eg}, \rho^{ec} < 1$ است و ε_t^α ، ε_t^{eg} و ε_t^{ec} دارای توزیع نرمال با انحراف معیار σ^α ، σ^{eg} و σ^{ec} هستند. شوک A_t جزء اختلال مدل منحنی IS است و شوک‌های E_t^g و E_t^c جزء اختلال منحنی تقاضای پول دولتی و رمز پول را نشان می‌دهد. در واقع در این پژوهش جزء اختلال منحنی‌های IS و تقاضای رمز پول و پول رایج به عنوان شوک‌های مدل در بخش خانوار استفاده شده‌اند.

در قید بودجه، منابع خانوار از بودجه شامل، T_t : انتقال اسمی یک‌جا که از مقام پولی در ابتدای دوره t دریافت می‌کنند، B_{t-1} : ارزش اوراق اسمی دوره t ، $W_t H_t$: میزان دستمزد اسمی ضرب در میزان عرضه نیروی کار خانوار، D_t : سود سهام تقسیم شده که از بنگاه‌های تولیدی کالاهای

^۱. Gans and Halaburda (2020)

^۲. در این راستا، مدل‌سازی ما با مدل‌های DSGE استاندارد اقتصاد باز با ارزش‌های مختلف متفاوت است (برای درک بهتر می‌توان به بودنستین و همکاران، ۲۰۱۱ مراجعه کرد). در این مدل‌ها از نرخ ارز برای تبدیل نرخ بهره دریافت شده توسط خانوار استفاده می‌شود.

واسطه‌ای دریافت می‌کنند، است و مصارف قید بودجه خانوار عبارتند از، C_t : مصرف کالاهای نهایی، P_t : قیمت اسمی کالا، $\frac{B_t}{R_t}$: ارزش اوراق قرضه است که در آن R_t نرخ بهره اسمی ناخالص را نشان می‌دهد. همچنین $m_t^g = \frac{M_t^g}{P_t}$ و $m_t^c = \frac{M_t^c}{P_t}$ به ترتیب نشان دهنده مانده حقیقی برای پول رایج و رمز پول خانوار است و $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ میزان نرخ تورم ناخالص در طول دوره t است.

۳-۱-۲- استخراج‌کننده رمز پول

فرض شده است که یک زنجیره‌ای پیوسته از استخراج‌کننده‌ها که به وسیله n مشخص می‌شود، وجود دارد و $n \in [0,1]$ است. هر استخراج‌کننده تحت شرایط رقابت کامل عمل می‌کند. با توجه به مطالعه سوکین و زانگ^۱ (۲۰۱۸) استخراج‌کننده یک هزینه تولید رمز پول به میزان $Q_t^c \kappa^{-\Phi_t}$ دارد که در آن Q_t^c مقدار کدهایی است که تولید می‌کند و عبارت زیر بهره‌وری استخراج‌کننده است که به بهره‌وری دیگر استخراج‌کننده‌ها بستگی دارد. با توجه به اینکه ε_t جزء مشترک و میزان v_t مهارت برنامه نویسی استخراج‌کننده است.

$$\Phi_t = \varepsilon_t + v_t \quad (۴)$$

فرض می‌شود که ε_t و v_t شوک‌های عرضه نسبت به هزینه تولید هستند که از فرآیند خودهمبسته زیر پیروی می‌کنند:

$$\begin{aligned} \ln(\varepsilon_t) &= \rho^\zeta \ln(\zeta_{t-1}) + \varepsilon_t^\zeta \\ \ln(v_t) &= \rho^v \ln(v_{t-1}) + \varepsilon_t^v \end{aligned} \quad (۵)$$

که در روابط فوق $0 < \rho^\zeta, \rho^v < 1$ است و اجزای اخلاص آن توزیع نرمال با انحراف معیار σ^v و σ^ζ دارند. استخراج‌کننده‌ها سهمی به میزان $(1-\rho) \in (0,1)$ از فروش رمز پول به خانوارها در قیمت $\frac{P_t}{\chi_t}$ دریافت می‌کنند. بنابراین استخراج‌کننده سود خود را نسبت به Q_t^c به حداکثر می‌رساند:

$$\pi_t = \max_{Q_t^c} \left((1-\rho) \frac{P_t}{\chi_t} - \kappa^{-\Phi_t} \right) Q_t^c \quad (۶)$$

^۱. Sockin and Xiong (2018)

۳-۱-۳- بنگاه تولید کالا

برای ساده‌سازی، فرض می‌شود که بنگاه‌ها در فضای رقابتی انحصاری برای تولید کالاهای واسطه‌ای متفاوت هستند و برای تولید یک کالای نهایی تحت شرایط بازار رقابت کامل به کالاهای واسطه‌ای دیگر بنگاه‌ها دسترسی دارند که با نماد $i \in [0,1]$ مشخص می‌شوند. در هر دوره تولید $t = 1, 2, \dots$ ، بنگاه تولیدکننده کالای نهایی به میزان $Y_t(i)$ واحد از کالای واسطه‌ای خریداری شده در قیمت اسمی $P_t(i)$ استفاده می‌کند تا بتواند $Y_t(i)$ واحد کالای نهایی با توجه به بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تولید کند:

$$Y_t = \left[\int_0^1 Y_t(i)^{\frac{\theta-1}{\theta}} di \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad (۷)$$

که در آن $\theta > 1$ است. بنگاه تولیدکننده کالای نهایی به دنبال حداکثر کردن سود خود با انتخاب رابطه زیر است (لیندبرگر^۱، ۲۰۰۳):

$$Y_t(i) = \left(\frac{P_t(i)}{P_t} \right)^{-\theta} Y_t \quad (۸)$$

در رابطه فوق θ کشش قیمتی تقاضا ثابت را برای هر کالای واسطه‌ای نشان می‌دهد. فضای رقابتی باعث می‌شود که بنگاه تولیدکننده کالای نهایی به سمت تعادل با سود صفر برود و قیمت P_t به صورت زیر تعیین گردد:

$$P_t = \left[\int_0^1 P_t(i)^{(1-\theta)} di \right]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (۹)$$

در طول هر دوره $t = 1, 2, \dots$ ، بنگاه تولیدی کالاهای واسطه‌ای به میزان $H_t(i)$ واحد نیروی کار از خانوارها جهت تولید $Y_t(i)$ واحد کالای واسطه‌ای i با توجه به تکنولوژی خطی زیر استخدام می‌کند:

$$Y_t(i) = Z_t H_t(i) \quad (۱۰)$$

Z_t شوک بهره‌وری است که فرآیند خودهمبسته زیر را دنبال می‌کند:

^۱. Lindenberg (2003)

$$\ln(Z_t) = \rho^z \ln(Z_{t-1}) + \varepsilon_t^z \quad (11)$$

که در آن $0 < \rho^z < 1$ است و دارای توزیع نرمال با انحراف معیار σ^z است. در تعادل، این اختلال در عرضه به عنوان شوکی برای منحنی فیلیپس عمل می‌کند. از آنجا که کالاهای واسطه در تولید کالاهای نهایی به طور ناقص جایگزین یکدیگر می‌شوند، بنگاه تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای محصول خود را در بازار رقابتی انحصاری به فروش می‌رساند: بنگاه به عنوان تعیین‌کننده قیمت عمل می‌کند، اما باید تقاضای بنگاه تولیدکننده کالای نهایی را با قیمت انتخابی خود برآورده کند. با توجه به مطالعه روتمبرگ^۱ (۱۹۸۲) بنگاه تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای با یک تابع هزینه درجه دو از تعدیل قیمت اسمی خود مواجه است که با توجه به کالاهای نهایی اندازه‌گیری شده و به صورت رابطه زیر است:

$$\frac{\emptyset}{2} \left[\frac{P_t(i)}{\pi P_{t-1}(i)} - 1 \right]^2 Y_t \quad (12)$$

که در آن $\emptyset > 0$ است و π نرخ تورم ناخالص حالت پایدار^۲ است. این تابع هزینه تنظیم‌کننده قیمت باعث می‌شود کالاهای واسطه‌ای مشکل بنگاه را پویا کنند: قیمت $P_t(i)$ را برای همه دوره‌ها $t = 1, 2, \dots$ انتخاب می‌کند تا ارزش کل بازار خود را به حداکثر برساند. در پایان هر دوره، بنگاه سود خود را در فرم سود تقسیم شده اسمی $D_t(i)$ بین خانوارها تقسیم می‌کند.

۳-۱-۴- سیاست پولی

در این پژوهش فرض شده است که بانک مرکزی قاعده نرخ بهره اسمی را از یک مدل تیلور^۳ (۱۹۹۳) تعدیل شده استفاده کرده است:

$$\ln\left(\frac{R_t}{R}\right) = \rho^r \ln\left(\frac{R_{t-1}}{R}\right) + (1 - \rho^r)\rho^y \ln\left(\frac{Y_t}{Y}\right) + (1 - \rho^r)\rho^\pi \ln\left(\frac{\pi_t}{\pi}\right) + (1 - \rho^r)\rho^{\mu^g} \ln\left(\frac{\mu_t^g}{\mu^g}\right) + \varepsilon_t^r \quad (13)$$

که در آن:

1. Rotemberg (1982)

2. Steady-State

3. Taylor (1993)

$$\mu_t^g = \frac{\frac{\mu_t^g}{P_t}}{\frac{M_{t-1}^g}{P_{t-1}}} \quad (14)$$

ρ^r, ρ^y, ρ^π و پارامترهای غیر منفی و شوک‌های سیاستی غیر همبسته هستند. ε_t^r دارای توزیع نرمال با انحراف معیار σ^r است. مقامات پولی نرخ بهره اسمی کوتاه‌مدت را در پاسخ به انحراف تولید و تورم از سطح حالت پایدار خود و همچنین رشد پول رایج مطابق با معادله μ_t^g تنظیم می‌کنند. آندریس و همکاران^۱ (۲۰۰۹) استدلال کرده‌اند که یک قاعده نرخ بهره که به تغییر در مانده حقیقی برای پول رایج بستگی دارد ممکن است زمانی که تغییرپذیری رشد پول در تابع زیان بانک مرکزی ظاهر می‌شود به عنوان قسمتی از واکنش بهینه تابع باشد. به عبارت دیگر، پاسخ به رشد پول را می‌توان با سودمندی^۲ (کاربرد) پول در پیش‌بینی تورم توجیه کرد.

۳-۱-۵- تعادل

تعادل مدل می‌تواند به صورت لگاریتم خطی شود تا به رابطه زیر برسیم:

$$\hat{y}_t = \hat{y}_{t+1} - \omega_1(\hat{r}_t - \hat{\pi}_{t+1}) + \omega_2[(\hat{m}_t^g - \hat{e}_t^g) - (\hat{m}_{t+1}^g - \hat{e}_{t+1}^g)] + \omega_3[(\hat{\chi}_t + \hat{m}_t^c - \hat{e}_t^c) - (\hat{\chi}_{t+1} + \hat{m}_{t+1}^c - \hat{e}_{t+1}^c)] + \omega_1(\hat{a}_t - \hat{a}_{t+1}) \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \hat{m}_t^g &= \gamma_1 \hat{y}_t - \gamma_2 \hat{r}_t + \gamma_3 \hat{e}_t^g - \gamma_4 \hat{\chi}_t - \gamma_4 \hat{m}_t^c + \gamma_4 \hat{e}_t^c \\ \hat{m}_t^c &= \gamma_5 \hat{y}_t - \gamma_6 \hat{r}_t + \gamma_7 \hat{e}_t^c - \gamma_8 \hat{\chi}_t - \gamma_8 \hat{m}_t^g + \gamma_8 \hat{e}_t^g \end{aligned} \quad (16)$$

$$\hat{\pi}_t = \left(\frac{\pi}{R}\right) \hat{\pi}_{t+1} + \psi \left[\left(\frac{1}{\omega_1}\right) \hat{y}_t - \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right) (\hat{m}_t^g - \hat{e}_t^g) - \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right) (\hat{\chi}_t + \hat{m}_t^c - \hat{e}_t^c) - \hat{z}_t \right] \quad (17)$$

$$\hat{\chi}_t = -\rho \hat{\vartheta}_t \quad (18)$$

$$\hat{\vartheta}_t = \left(\frac{\xi}{\theta}\right) \xi_t + \left(1 - \frac{\xi}{\theta}\right) \hat{v}_t \quad (19)$$

$$\hat{r}_t = \rho^r \hat{r}_{t-1} + (1 - \rho^r) \rho^y \hat{y}_t + (1 - \rho^r) \rho^\pi \hat{\pi}_t + (1 - \rho^r) \rho^{\mu^g} \hat{\mu}_t^g + \varepsilon_t^r \quad (20)$$

1. Andres (2009)

2. Usefulness

رابطه γ_t حالت لگاریتم خطی رابطه اولر است که نرخ نهایی جانشینی بین دوره‌ای خانوار را به نرخ بهره حقیقی مرتبط می‌کند. وقتی تابع مطلوبیت جدایی ناپذیر است، مانده حقیقی برای پول رایج و رمز پول بر روی نرخ نهایی جانشینی بین دوره‌ای اثر می‌گذارد و بنابراین در منحنی IS نیز نمایان می‌شوند. رابطه \hat{m}_t^g رابطه تقاضای پول برای پول رایج با کشش درآمدی γ_1 ، شبه کشش نرخ بهره γ_2 ، کشش \hat{m}_t^g نسبت به شوک‌های تقاضا برای پول رایج γ_3 و کشش متقاطع رمز پول γ_4 است. رابطه \hat{m}_t^c یک ارتباط تقاضای پول برای رمز پول با کشش درآمدی γ_5 ، شبه کشش بهره γ_6 ، کشش \hat{m}_t^c نسبت به شوک‌های تقاضای رمز پول γ_7 و کشش متقاطع با پول رایج γ_8 است. رابطه $\hat{\pi}_t$ یک رابطه نگاه به آینده منحنی فیلیس است. رابطه $\hat{\lambda}_t$ رابطه لگاریتم خطی شرط مرتبه اول مشتق شده از مسئله حداکثرسازی استخراج کننده‌ها است که یک رابطه منفی بین بهره‌وری استخراج کننده‌ها و نرخ ارز بین پول رایج و رمز پول را نشان می‌دهد. رابطه $\hat{\theta}_t$ رابطه لگاریتم خطی بهره‌وری استخراج کننده‌گان است که به همان قدر که به بهره‌وری اختصاصی استخراج کننده بستگی دارد به بهره‌وری مشترک در بخش رمز پول نیز بستگی دارد. رابطه \hat{r}_t رابطه لگاریتم خطی برای قاعده سیاست پولی است که نشان می‌دهد نرخ بهره به سمت تولید، تورم و رشد پول رایج تعدیل می‌شود.

بازار رمز پول در حال تعادل است اگر مقدار رمز پول تأمین شده توسط استخراج کننده‌ها با تقاضای رمز پول توسط خانوارها برابر باشد. شرط تهی شدن بازار کالا حاکی از آن است که بازده تولید شده توسط بنگاه‌های تولیدی برابر با میزان مصرف خانوار است. مدل با استفاده از روابط لگاریتم خطی در قالب فرآیند $AR(1)$ ساخته شده است.

۴- داده‌های آماری و مقادیر پارامترها

از ویژگی‌های مدل DSGE این است که بر پایه روش‌های مختلف قابل حل هستند. در مقاله حاضر برای بدست آوردن مقادیر پارامترهای موجود در مدل از منابع مختلف استفاده شده که می‌توان آن‌ها را در جدول زیر مشاهده نمود. پارامترها به گونه‌ای استخراج شده‌اند که با ویژگی‌های اقتصاد ایران همخوانی داشته باشند.

جدول ۳: مشخصات پارامترهای مدل

منبع استخراج	نام پارامتر	نماد پارامتر
گنز و هالابوردا، ۲۰۱۹	کشش تولید نسبت به مانده حقیقی پول رایج	ω_2
گرت و والاس، ۲۰۱۸	کشش تولید نسبت به مانده حقیقی رمز پول	ω_3
گرت و والاس، ۲۰۱۸	کشش درآمدی تقاضای پول رایج	γ_1
ساپوریک و کوکیناکی، ۲۰۱۴	کشش نرخ بهره نسبت به تقاضای پول رایج	γ_2
استیلینگ و اوهلینگ، ۲۰۱۹	کشش مانده حقیقی رمز پول نسبت به پول رایج	γ_3
گرت و والاس، ۲۰۱۸	کشش مقاطع تقاضای پول رایج نسبت به رمز پول	γ_4
استیلینگ و اوهلینگ، ۲۰۱۹	کشش درآمدی رمز پول	γ_5
ساپوریک و کوکیناکی، ۲۰۱۴	کشش نرخ بهره نسبت به تقاضای رمز پول	γ_6
ساپوریک و کوکیناکی، ۲۰۱۴	کشش مانده حقیقی پول رایج نسبت به رمز پول	γ_7
گنز و هالابوردا، ۲۰۱۹	کشش مقاطع تقاضای رمز پول و تقاضای پول رایج	γ_8
ساپوریک و کوکیناکی، ۲۰۱۴	ضریب کنترل کننده نرخ بهره	ρ^r
تقی نژاد و بهمن، ۱۳۹۱	ضریب تولید قاعده تیلور	ρ^y
تقی نژاد و بهمن، ۱۳۹۱	ضریب تورم قاعده تیلور	ρ^π
تقی نژاد و بهمن، ۱۳۹۱	ضریب رشد پول رایج قاعده تیلور	ρ^{μ^B}
سوکین و زانگ، ۲۰۱۸	نسبت نرخ تسعیر رمز پول به کشش تقاضای پول رایج	ϱ
گنز و هالابوردا، ۲۰۱۹	سهم مشترک رمز پول نسبت به کل رمز پول	$\frac{\xi}{\theta}$

منبع: یافته‌های پژوهش

۵- تفسیر نتایج

در این پژوهش پارامترها به دو دسته تقسیم شده‌اند. اولین گروه از پارامترها ثابت هستند و با داده‌ها در یک فرکانس ماهانه سازگار است. مطابق با مطالعه ایرلند^۶ (۲۰۰۴)، فرض شده که ω_1 برابر با ۱ است که دلالت بر همان سطح ریسک‌گریزی تابع مطلوبیتی دارد که مصرف لگاریتمی دارد. مقادیر حالت پایدار^۷ برای نرخ بهره اسمی و نرخ تورم از داده‌های ماهانه نرخ بهره بانک مرکزی و تغییرات در متغیر CPI محاسبه می‌شود. برای دوره این پژوهش، آن‌ها به ترتیب برابر با ۱۳٫۳۷٪ و ۱۸٫۲۹٪ هستند.

دومین گروه از پارامترها با تکنیک بیزین تخمین زده شده‌اند. جدول ۴ توزیع‌های پیشین را برای پارامترهای درون‌زا مدل نشان می‌دهد. برای پارامتری که کشش تولید نسبت به مانده حقیقی پول

1. Gans and Halaburda (2019)

2. Garratt and Wallace

3. Sapuric and Kokkinaki (2014)

4. Schilling and Uhlig (2019)

5. Sockin and Xiong (2018)

6. Ireland (2004)

7. Stady State

رایج (ω_2) نشان می‌دهد، فرض شده است که میانگین پیشین آن مطابق با محدوده برآوردهای گنز و هالابوردا (۲۰۱۹) است. از سوی دیگر، فرض شده که میانگین پیشین کشش تولید نسبت به مانده حقیقی رمز پول (ω_3) یک چهارم کمتر از پول رایج است (گرت و والاس^۱، ۲۰۱۸).

به منظور تعیین مقادیر پیشین کشش درآمدی تقاضای پول رایج (γ_1)، کشش نرخ بهره نسبت به تقاضای پول رایج (γ_2) و کشش مانده حقیقی رمز پول نسبت به پول رایج (γ_3) از نتایج تخمینی موجود در مطالعات گرت و والاس (۲۰۱۸)، ساپوریک و کوکیناکی^۲ (۲۰۱۴) و اسکیلینگ و اوهلینگ^۳ (۲۰۱۹) به ترتیب برای اقتصاد ایران استفاده شده است. علاوه بر این فرض شده که توزیع پیشین کشش متقاطع تقاضای پول رایج نسبت به رمز پول (γ_4) به طوری تعیین گردیده است که تغییرات در تقاضای رمز پول می‌تواند بر مانده حقیقی پول رایج تأثیر بگذارد.

با تمرکز بر پارامترهایی که رابطه تقاضا برای رمز پول‌ها را مشخص می‌کنند، فرض شده است که γ_6 دارای میانگین پیشین بالاتر از γ_5 است. علاوه بر این، فرض شده که مانده حقیقی رمز پول به شدت تحت تاثیر تغییرات برونزا در تقاضای رمز پول‌ها قرار می‌گیرد، که منجر به زیاد شدن مقدار پیشین γ_7 می‌شود.

با پیروی از مقاله گنز و هالابوردا (۲۰۱۹) و با توجه به این که رمز پول می‌تواند جایگزین مناسبی برای پول رایج باشد بنابراین مقدار پیشین بالایی برای γ_8 در نظر گرفته شده است.

نسبت نرخ تسعیر رمز پول به کشش تقاضای پول رایج (Q) به دلیل این که یک مولفه بسیار مهم در تعیین عرضه رمز پول است لذا میانگین پیشین بالایی برای آن در نظر گرفته شده است (سوکین و زانگ^۴، ۲۰۱۸).

با عطف به پارامتری که اهمیت نسبی بهره‌وری مشترک را با توجه به بهره‌وری خاص در تولید رمز پول اندازه‌گیری می‌کند $\frac{\xi}{\theta}$ ، فرض شده است که محدوده معقولی از مقادیر را پوشش می‌دهد.

برای پارامترهای سیاست پولی از جمله ضریب کنترل‌کننده نرخ بهره، ضریب تولید، ضریب تورم و ضریب رشد پول از مطالعه تقی نژاد و بهمن (۱۳۹۱) استفاده شده است.

جدول ۵ توزیع پیشین متغیرهای برونزا مدل را گزارش می‌کند. برای ماندگاری فرآیند پارامترها از توزیع بتا استفاده شده است. فرض شده که شوک فناوری پایدارتر از شوک ترجیحات

1. Garratt and Wallace (2018)

2. Sapuric and Kokkinaki (2014)

3. Schilling and Uhlig (2019)

4. Sockin and Xiong (2018)

مصرف‌کننده و شوک تقاضای پول رایج است. همچنین فرض می‌شود که توزیع پیشین شوک تقاضای رمز پول ارزش نسبتاً کمی دارد. برای هر دو شوک بهره‌وری رمز پول‌ها، فرض شده است که میانگین پیشین آن‌ها به ترتیب با 0.015 و 0.01 مطابقت دارند. در نهایت، از توزیع‌های گامای معکوس برای خطاهای استاندارد تمام شوک‌های برون‌زا با میانگین‌هایی برابر با 0.01 استفاده شده است.

جدول ۴: پیشین و پسین برای پارامترهای درون‌زا

نماد پارامتر	نام پارامتر	Priors		Posteriors	
		Mean	St. Dev.	Mean	St. Dev.
ω_2	کشش تولید نسبت به مانده حقیقی پول رایج	۰.۱۵۰	۰.۱۰۰	۰.۱۳۵	۰.۰۰۵
ω_3	کشش تولید نسبت به مانده حقیقی رمز پول	۰.۰۳۲	۰.۰۵۰	۰.۰۲۵	۰.۱۵۰
γ_1	کشش درآمدی تقاضای پول رایج	۰.۰۱۵	۰.۰۰۵	۰.۰۳۳	۰.۰۰۵
γ_2	کشش نرخ بهره نسبت به تقاضای پول رایج	۰.۲۰۰	۰.۱۰۰	۰.۲۵۰	۰.۰۵۰
γ_3	کشش مانده حقیقی رمز پول نسبت به پول رایج	۰.۸۲۰	۰.۱۰۰	۰.۹۰۲	۰.۱۰۰
γ_4	کشش متقاطع تقاضای پول رایج نسبت به رمز پول	۰.۵۰۰	۰.۱۰۰	۰.۵۵۶	۰.۱۰۰
γ_5	کشش درآمدی رمز پول	۰.۱۵۰	۰.۰۰۵	۰.۱۰۰	۰.۰۰۵
γ_6	کشش نرخ بهره نسبت به تقاضای رمز پول	۰.۰۵۰	۰.۰۵۰	۰.۱۵۰	۰.۵۵۰
γ_7	کشش مانده حقیقی پول رایج نسبت به رمز پول	۰.۰۷۳	۰.۰۰۵	۰.۰۶۲	۰.۰۰۵
γ_8	کشش متقاطع تقاضای رمز پول و تقاضای پول رایج	۰.۲۳۶	۰.۰۰۵	۰.۱۷۰	۰.۰۵۵
ρ^r	ضریب کنترل‌کننده نرخ بهره	۰.۱۵۵	۰.۰۰۵	۰.۱۵۵	۰.۱۰۰
ρ^y	ضریب تولید قاعده تیلور	۰.۶۰۰	۰.۱۰۰	۰.۶۶۰	۰.۱۰۰
ρ^π	ضریب تورم قاعده تیلور	۱.۲۵۰	۰.۰۰۵	۱.۵۰۰	۰.۵۰۰
ρ^{t^g}	ضریب رشد پول رایج قاعده تیلور	۱.۷۰۰	۰.۱۰۰	۱.۸۰۰	۰.۱۰۰
ρ	نسبت نرخ تسعیر رمز پول به کشش تقاضای پول رایج	۰.۴۵۰	۰.۱۰۰	۰.۶۰۰	۰.۱۵۰
$\frac{\xi}{\theta}$	سهم مشترک رمز پول نسبت به کل رمز پول	۰.۶۰۰	۰.۱۰۰	۰.۶۰۰	۰.۱۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

همچنین در جداول ۴ و ۵ توزیع پسین متغیرهای دورن‌زا و برون‌زا نیز ارائه شده است. در جداول مشخص است که میانگین پسین ω_2 و ω_3 از پیشین آن تفاوت قابل توجهی ندارد. مقادیر تخمین زده شده برای این پارامترها نشان می‌دهد که تغییرات مانده حقیقی پول رایج در مقایسه با مانده حقیقی رمز پول‌ها بیش از چهار برابر بیشتر است. همان‌طور که در بخش بعدی خواهیم دید، این نتیجه پیامدهای مهمی برای اثرات شوک‌های بهره‌وری رمز پول‌ها بر اقتصاد دارد. با توجه به پارامترهای معادله تقاضای پول برای پول رایج، مقادیر تخمینی پژوهش حاضر از γ_1 ، γ_2 و γ_3 مطابق با دامنه برآوردهای ارائه شده توسط ایرلند (۲۰۰۴) است که نشان می‌دهد شوک تقاضا (e_t^g) بیشترین تأثیر را بر روی تغییرات مانده حقیقی پول رایج دارد.

جدول ۵: پیشین و پسین برای پارامترهای فرآیندهای شوک (متغیرهای برون‌زا)

نماد پارامتر	نام پارامتر	Priors		Posteriors	
		Mean	St. Dev.	Mean	St. Dev.
ρ^α	شوک ترجیحات خانوار	۰.۸۰۰	۰.۱۰۰	۰.۸۵۲	۰.۱۰۰
ρ^{eg}	شوک تقاضای پول رایج	۰.۶۳۰	۰.۱۰۰	۰.۶۰۰	۰.۱۵۰
ρ^{ec}	شوک تقاضای رمز پول	۰.۵۰۰	۰.۱۰۰	۰.۵۳۳	۰.۰۰۵
ρ^z	شوک تکنولوژی	۰.۸۰۰	۰.۱۰۰	۰.۷۵۰	۰.۱۰۰
ρ^ξ	شوک بهره‌وری مشترک رمز پول	۰.۵۲۰	۰.۱۰۰	۰.۴۲۲	۰.۱۰۰
ρ^v	شوک بهره‌وری خاص رمز پول	۰.۵۰۰	۰.۱۰۰	۰.۶۵۶	۰.۱۵۰
σ^α	انحراف معیار شوک ترجیحات خانوار	۰.۰۱۵	inf	۰.۳۲۰	۰.۱۰۰
σ^{eg}	انحراف معیار شوک تقاضای پول رایج	۰.۰۱۵	inf	۰.۶۵۰	۰.۵۵۰
σ^{ec}	انحراف معیار شوک تقاضای رمز پول	۰.۰۱۵	inf	۰.۲۷۲	۰.۱۰۰
σ^z	انحراف معیار شوک تکنولوژی	۰.۰۱۵	inf	۰.۲۷۰	۰.۱۵۵
σ^ξ	انحراف معیار شوک بهره‌وری مشترک رمز پول	۰.۰۱۵	inf	۰.۱۵۰	۰.۱۰۰
σ^v	انحراف معیار شوک بهره‌وری خاص رمز پول	۰.۰۱۵	inf	۲.۲۶۰	۰.۱۵۰
σ^r	انحراف معیار شوک سیاست پولی	۰.۰۱۵	inf	۰.۵۴۰	۰.۰۵۰

منبع: یافته‌های پژوهش

علاوه بر این، توزیع پسین تخمین زده شده از γ_4 به خوبی نشان‌دهنده درجه مهمی از جایگزینی بین تقاضای پول رایج و رمز پول است.

در جدول ۴ مشخص است که γ_6 از γ_5 به صورت قابل توجهی بزرگتر است و این امر نشان می‌دهد که واکنش مانده حقیقی رمز پول نسبت به نرخ بهره اسمی به مراتب بالاتر از واکنش آن نسبت به نوسانات تولید است. این نتیجه اثر مهمی نسبت به واکنش تقاضای رمز پول به شوک ترجیحات خانوار دارد.

علاوه بر این، مشخص است که میانگین‌های پسین γ_7 و γ_8 بالاتر از حد معمول هستند. این نتایج دو مفهوم اصلی دارند. اول این‌که، نشان می‌دهند که شوک تقاضا (e_t^p) نقش مهمی را در نوسانات مانده حقیقی رمز پول‌ها ایفا می‌کند. دوم این‌که، برآوردها نشان‌دهنده کشش قوی جایگزینی بین رمز پول و پول رایج است.

با تمرکز بر پارامترهای مربوط به تولید رمز پول، پسین تخمینی Q به خوبی شناسایی شده است و مقدار کمی کمتر از واحد دارد. نتایج بدست آمده در این پژوهش مطالعات گرت و والاس^۱ (۲۰۱۸) و اتی و همکاران^۲ (۲۰۱۶) را که دریافتند نرخ مبادله بین پول رایج و رمز پول عامل

1. Garratt & Wallace (2018)

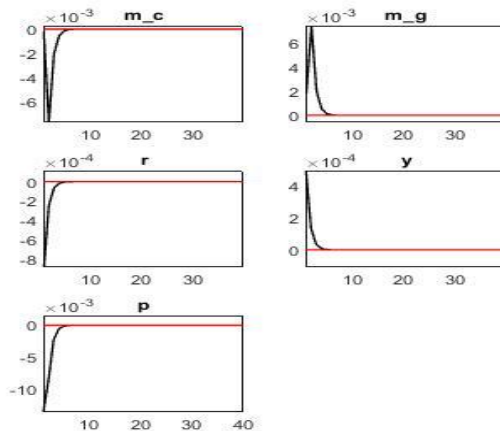
2. Athey (2016)

تعیین‌کننده مهمی در تولید رمز پول است تأیید می‌کند. مقدار تخمینی سهم مشترک رمز پول نسبت به کل رمز پول ($\frac{\xi}{\theta}$) نشان می‌دهد که بهره‌وری مشترک تأثیر قوی‌تری نسبت به بهره‌وری خاص در تولید رمز پول‌ها دارد. این امر نشان می‌دهد که شوک‌های بهره‌وری مشترک نسبت به شوک‌های بهره‌وری خاص تأثیرات بزرگ‌تری بر اقتصاد دارند.

ρ^{μ^g} که به نوعی واکنش نرخ بهره به رشد پول رایج را نشان می‌دهد، نسبت به مطالعات موجود نامبرده در بالا عدد بیشتری را نشان می‌دهد و بدان معنی است که بانک مرکزی جهت تنظیم سیاست پولی خود به رشد پول رایج اعتماد می‌کند.

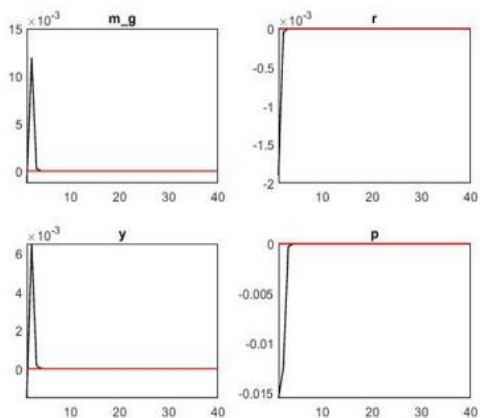
با توجه به مقادیر پسین در جدول ۵ مشخص است که شوک‌های ترجیحات خانوار و شوک‌های تکنولوژی نسبت به شوک‌های تقاضای رمز پول و پول رایج پایدارتر هستند. همچنین شوک خاص بهره‌وری از شوک‌های مشترک بهره‌وری پایدارترند. در نهایت مشخص است که شوک‌های بهره‌وری اعم از مشترک و خاص و شوک‌های تقاضای رمز پول و پول رایج از مابقی شوک‌های مدل بیشتر دستخوش نوسان هستند.

نمودارهای ۱ تا ۱۱ واکنش ضربه‌ای بدست آمده در الگوی پژوهش را در دو وضعیت وجود رمزپول و عدم وجود رمزپول نشان می‌دهد.



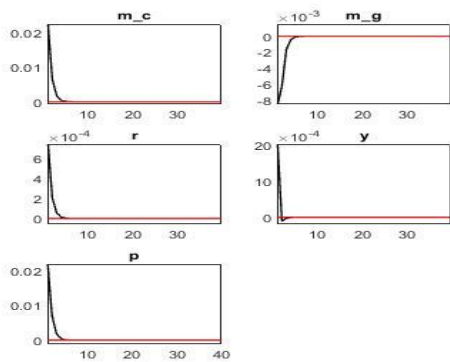
منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۱: واکنش به شوک ترجیحات خانوار (با رمز پول)



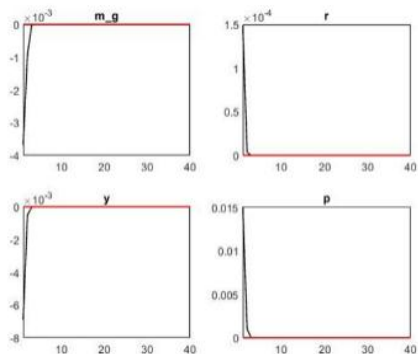
منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۲: واکنش به شوک ترجیحات خانوار (بدون رمز پول)



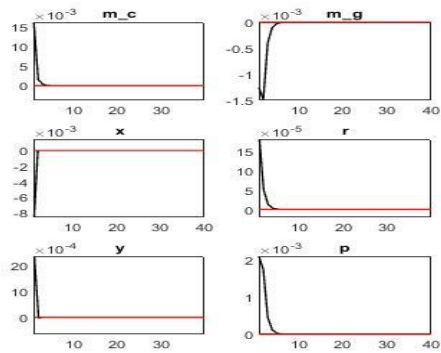
منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۳: واکنش به شوک تقاضای پول رایج (با رمز پول)



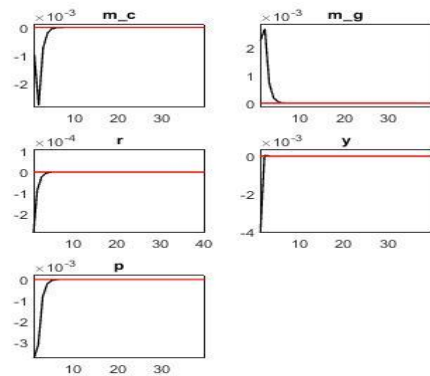
منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۴: واکنش به شوک تقاضای پول رایج (بدون رمز پول)



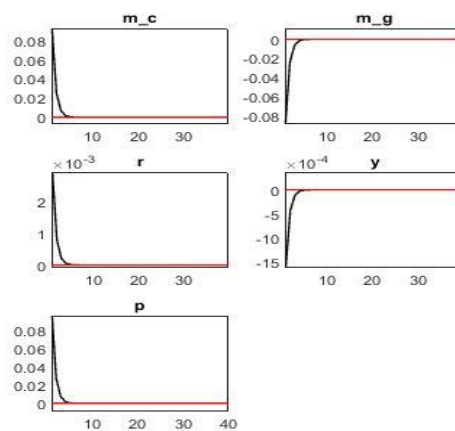
منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۵: واکنش به شوک (مشترک) عرضه رمز پول



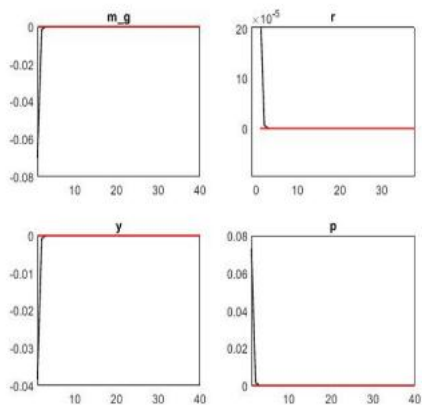
منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۶: واکنش به شوک تقاضای پول رمز پول (با رمز پول)



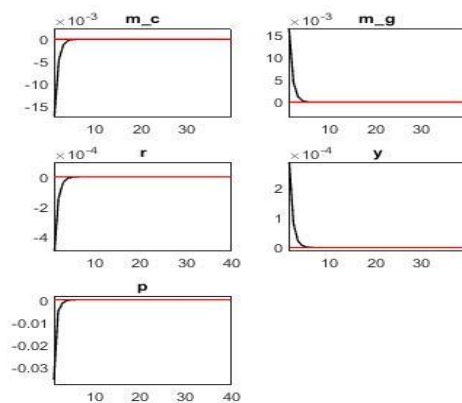
منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۷: واکنش به شوک سیاست پولی (با رمز پول)



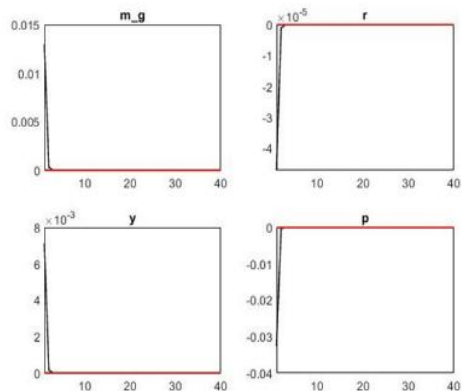
منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۸: واکنش به شوک سیاست پولی (بدون رمز پول)



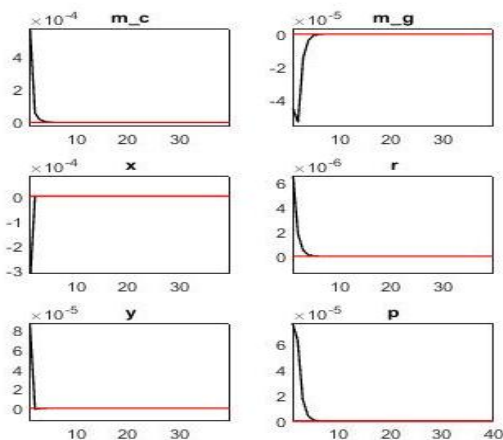
منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۹: واکنش به شوک تکنولوژی (با رمز پول)



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۱۰: واکنش به شوک تکنولوژی



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۱۱: واکنش به شوک (خاص) عرضه رمز پول

برای بررسی توابع کنش ضربه‌ای یک شوک مثبت ۱٪ برای هر یک از این فرآیندهای برونزا در نظر گرفته شده است و مقادیر پارامترهای تخمین زده شده مدل برابر با میانگین تخمین آن‌ها از توزیع پسین در نظر گرفته شده است.

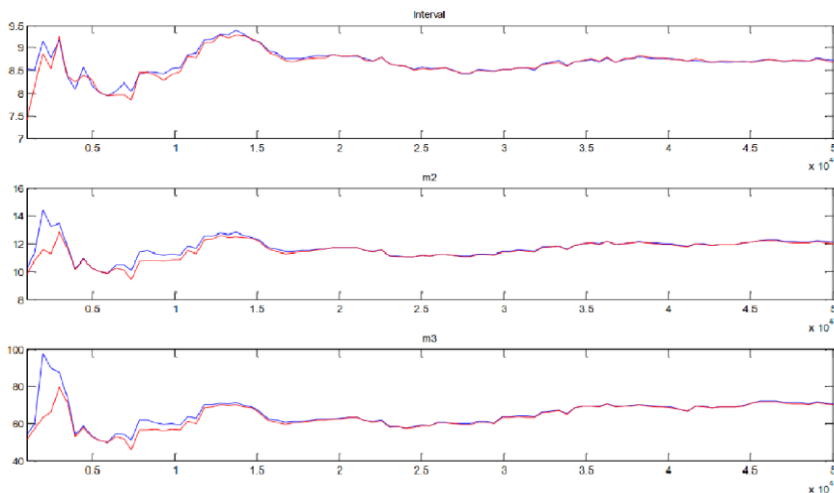
شوک ترجیحات، تولید و تورم را به ترتیب حدود ۰٫۶٪، ۰٫۲٪ افزایش می‌دهد. مقام پولی با افزایش نرخ بهره اسمی پاسخ می‌دهد که البته این واکنش با تاخیر دو الی سه ماهه اتفاق می‌افتد. مانده حقیقی پول رایج افزایش می‌یابد اما تنها پس از دو-سه ماه کاهش می‌یابد و رابطه معکوس قوی با نرخ بهره اسمی نشان می‌دهد. تابع کنش ضربه‌ای شوک تکنولوژی نشان می‌دهد که یک شوک مثبت تکنولوژی باعث افزایش تولید شده است.

در پایان می‌توان نتایج حاصل از مدل ذکر شده در بخش‌های قبلی را با سناریو عدم وجود رمز پول مقایسه نمود. در این سناریو فرض بر این است که امکان جانشینی این دو نوع پول وجود نداشته باشد.

نتایج مدل بدون رمز پول نشان می‌دهد که شوک ترجیحات، تورم و تولید را به ترتیب حدود ۰٫۴۷٪ و ۰٫۶۲٪ افزایش می‌دهد. تابع کنش ضربه‌ای شوک تکنولوژی نشان می‌دهد که یک شوک مثبت تکنولوژی باعث افزایش تولید شده است. همچنین واکنش تقاضای پول رایج به شوک مثبت ترجیحات خانوار به صورت افزایشی است اما پس از مدتی رو به افول می‌گذارد.

نمودار ۸ نشان می‌دهد که شوک مثبت ۱ درصدی به سیاست پولی موجب افزایش ۰,۲۵ درصدی نرخ بهره اسمی می‌شود. در اثر این شوک تورم و تولید کاهش پیدا می‌کند. پاسخ منفی تولید و پاسخ مثبت نرخ سود اسمی موجب کاهش تقاضا برای پول رایج می‌شود.

جهت صحت سنجی مدل پژوهش از آزمون بازتشخیصی چند متغیره استفاده شده است. این آزمون توسط نرم افزار DYNARE چندین بار شبیه‌سازی متروپولیس هستینگز^۱ را اجرا می‌کند و در هر بار از یک نقطه کار خود را آغاز می‌کند. اگر نتایج این زنجیره‌ها منطقی باشد، باید رفتار این زنجیره‌ها شبیه به هم باشد و یا به سمت یکدیگر همگرا شوند. نمودار ۱۲ نتایج حاصل از همگرایی گشتاورها را نشان می‌دهد.



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۱۲: نمودار همگرایی گشتاورها (آزمون بازتشخیصی چند متغیره)

نتایج این آزمون تشخیصی نشان می‌دهد که واریانس درون نمونه‌ای و بین نمونه‌ای به مقدار ثابتی همگرا شده‌اند که بیان‌گر صحت مناسب برآوردهای انجام شده از پارامترهای مدل با استفاده از روش بیزین است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برآورد پارامترهای مدل از صحت خوبی برخوردار است.

^۱ Metropolis-Hastings Simulation

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهاد سیاستی

در این مقاله، یک مدل (DSGE) جهت ارزیابی پیامدهای اقتصادی رمز پول‌ها توسعه داده شده است و جهت تشخیص بهتر تأثیرات وجود رمز پول به عنوان جانشینی برای پول رایج، نتایج این مدل با زمانی که رمز پول نتواند جانشین پول رایج شود مقایسه شده است. در این مدل فرض شده است که خانوار، مطلوبیت خود را برای نگهداری رمز پول نیز به حداکثر می‌رساند. علاوه بر این، در چارچوب نظری این پژوهش، استخراج‌کننده‌هایی تعیین شده‌اند که عرضه رمز پول‌ها را در اقتصاد تعیین می‌کنند. این مدل با استفاده از داده‌های ماهانه کشور ایران تخمین زده شد و نتایج تجربی به دست آمده به شرح ذیل است:

تجزیه و تحلیل پاسخ ضربه‌ای^۱ برای نشان دادن تأثیرات ترجیحات، فناوری و شوک‌های پولی بر مانده‌های واقعی پول رایج و همچنین موجودی واقعی رمز پول‌ها ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که یک اثر جانشین قوی بین مانده حقیقی پول رایج و مانده حقیقی رمز پول در پاسخ به فناوری، ترجیحات و شوک‌های سیاست پولی وجود دارد. علاوه بر این، شوک‌های تقاضای پول رایج تأثیرات بیشتری بر اقتصاد نسبت به تقاضای رمز پول‌ها دارد. همچنین شوک‌های بهره‌وری رمز پول‌ها منجر به یک کاهش در نرخ ارز اسمی می‌شود. تولید و تورم کاهش می‌یابد در حالی که نرخ بهره اسمی افزایش می‌یابد. با این حال، میزان اثرات این شوک‌ها بسیار کمتر از شوک‌های «سنٹی»^۲ است.

با مقایسه نتایج حاصل از این دو سناریو مشخص است که افزایش در تولید و تورم در سناریو دوم (زمانی که رمز پول در سیستم وجود ندارد) نسبت به سناریو اول (زمانی که رمز پول در مبادلات وجود دارد) بیشتر است. این امر نشان از وجود تورم بیشتر در زمان عدم وجود رمز پول است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که زمانی که بتوان رمز پول را به عنوان جانشینی از پول رایج استفاده نمود به مراتب نوسانات تورم کاهش پیدا می‌کند و کشور شاهد افزایش بی‌رویه تورم نخواهد بود. در سناریوی اول، شوک مثبت ۱ درصدی به سیاست پولی موجب افزایش ۰٫۳۷ درصدی نرخ بهره اسمی می‌شود. در اثر این شوک تورم و تولید کاهش پیدا می‌کند. پاسخ منفی تولید و پاسخ مثبت نرخ سود اسمی موجب کاهش تقاضا برای پول رایج می‌شود. ولی در سناریو دوم، شوک مثبت ۱ درصدی به سیاست پولی موجب افزایش ۰٫۲۵ درصدی نرخ بهره اسمی می‌شود. در اثر این شوک

۱. نتایج واکنش‌های ضربه‌ای در پیوست آورده شده است.

تورم و تولید نسبت به سناریو اول کمتر کاهش پیدا می‌کند. این امر موجب کاهش تقاضا برای پول رایج می‌شود که البته این کاهش در تقاضای پول رایج نسبت به زمانی که رمز پول می‌تواند جانشین پول رایج شود، کمتر است. بنابراین می‌توان از مقایسه نتایج حاصل از ایجاد یک شوک مثبت سیاست پولی در دو سناریو متوجه شد که تقاضای پول رایج زمانی که رمز پول به عنوان جانشین پول رایج باشد واکنش شدیدتری نسبت به زمانی که پول رایج تنها ارز مبادلات سیستم چهار بخشی است، نشان می‌دهد.

یکی از موضوعات چالش برانگیز دو سال اخیر، بحث تنظیم‌گری و نوع مواجهه با فناوری نوینی همچون فناوری دفتر کل توزیع شده (DLT) همانند بلاک چین بوده است.

در واقع سیاست‌گذار با تنظیم‌گری مناسب بایستی شرایط و ساز و کاری ایجاد نماید که استفاده از این فرصت‌ها برای اقتصاد کشور بیشینه شود و چالش‌های آن نیز به حداقل میزان خود برسد. به طور کلی دولت در حوزه اقتصاد فضای مجازی معمولاً با تعلل خود موجب فرصت سوزی و تهدید سازی می‌شود. در این راستا ذکر چند نکته می‌تواند مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گیرد. نخست، ظرافت ویژه‌ای که سیاست‌گذار بایستی در تدوین مقررات مناسب و انعطاف‌پذیر خود رعایت کند؛ این است که تنظیم‌گری در فضای رمز پول‌ها متفاوت از سایر حوزه‌ها بوده چراکه اغلب، ساختار آن غیر متمرکز است و لذا نحوه مواجهه با آن نیز باید متفاوت باشد. دوم، در حال حاضر فعالیت استخراج رمز پول‌ها بایستی بیشتر به صورت یک فعالیت صنعتی نگریسته شود و نه یک فعالیت در سطح خرد و خانگی، استخراج در مقیاس بسیار کم توصیه نمی‌شود و پیشنهاد می‌شود برای مشارکت سرمایه‌های اندک افراد علاقه‌مند به این حوزه، امکان تامین مالی جمعی فراهم شده و بخش خصوصی مطمئن با نظارت دولت سرمایه‌های خرد را جمع کرده و تجهیزات استخراج را در مکان‌های مناسب با شرایط خاص قرارداد داده تا از تجمع آن‌ها هزینه‌ها کاهش یابد. به علاوه با بهبود ارتباط میان فعالین حوزه استخراج در کشور، توصیه می‌شود با تجمع سرمایه‌گذاری‌های این فعالین، نیروگاه‌های اختصاصی در این رابطه راه‌اندازی کنند.

سوم، با جهت‌گیری مناسب دولت، امکان ایجاد استخرهای استخراج در داخل کشور توسط بخش خصوصی می‌تواند فراهم شود و لذا استخراج‌کنندگان داخلی می‌توانند به آرامی نقش پررنگ‌تری در کل فعالیت استخراج در سطح بین‌المللی داشته باشند.

چهارم، دولت بایستی در رابطه با وصول سهم خود از درآمدهای ناشی از فعالیت استخراج تصمیم‌گیری مناسبی انجام دهد. رفتار منطقی این است که همانند هر فعالیت اقتصادی دیگری،

دولت در انتهای فعالیت سهم خود را در قالب مالیات بر عملکرد دریافت نماید و همچنین در خرید و فروش تجهیزات نیز در قالب ارزش افزوده و حقوق ورودی درآمدهایی ایجاد نماید. به طور کلی، این پژوهش بینش‌ها و شواهد جدیدی در مورد مکانیسم‌های زیربنایی رمز پول و اثرات سرریز آن بر اقتصاد ارائه می‌دهد. این می‌تواند راهنمایی برای سرمایه‌گذاران، سیاست‌گذاران، بانک‌داران مرکزی و محققان در مورد نحوه عمل به رمز پول‌ها و اکوسیستم آن در آینده باشد. به طور خاص، دو توصیه سیاستی از تجزیه و تحلیل این پژوهش بیرون می‌آید.

- در مرحله اول، طبق نتایج نشان داده شد که افزایش عرضه رمز پول‌ها بر تولید تأثیر منفی می‌گذارد. بنابراین، مقام پولی می‌تواند تصمیم بگیرد که نرخ سیاست خود را در پاسخ به تغییرات مانده حقیقی رمز پول‌ها که شامل وزنی برای رشد رمز پول‌ها است، در تابع واکنش سیاست خود تنظیم کند.
- در مرحله دوم، نتایج نشان می‌دهد که اگر بانک مرکزی بخواهد از افت تولید جلوگیری کند، واکنش نرخ بهره اسمی به تغییرات رشد پول رایج باید تدریجی باشد.

References

- Aaij, R. Beteta, C. A. Adeva, B. Adinolfi, M. Adrover, C. Affolder, A. & Ali, S. (2012). "First Evidence of Direct C P Violation in Charmless Two-Body Decays of B s 0 Mesons". Physical Review Letters **108**(20): 201.
- Abramaowicz, M. (2019). "Cryptocurrency-based Law". Ariz. L. Rev. **58**: 59.
- Allen, H. (2003). "Innovations in Retail Payments: E-Payments". Bank of England Quarterly Bulletin Winter.
- Berentsen, A. & Schar, F. (2018). "A Short Introduction to the World of Cryptocurrencies". FRB of St. Louis Working Review.
- Blinder, A. S. (2000). "Central-bank Credibility: Why Do We Care? How Do We Build It?." . American Economic Review **90**(5): 1421-1431.
- Böhme, R. Christin, N. Edelman, B. & Moore, T. (2015). "Bitcoin: Economics, Technology, and Governance". Journal of Economic Perspectives **29**(2): 213-38.
- Bouchardon, S. & Heckman, D. (2012). "Digital Manipulability and Digital Literature". Electronic Book Review **5**.
- Boyle, D. (2015). *The Money Changers: Currency Reform from Aristotle to E-Cash*, Routledge.
- Carbunar, B. Shi, W. L. & Sion, R. (2011). "Conditional E-Payments with Transferability". Journal of Parallel and Distributed Computing **71**(1): 16-26.
- Clegg, A. G. (2014). "Could Bitcoin be a Financial Solution for Developing Economies". University of Birmingham Working Review 2013-14.
- Collins, M. (2012). *Money and Banking in the UK: A History* (Vol. 6), Routledge.
- Cooper, R. N. (1984). "A Monetary System for the Future". Foreign Aff. Oxford University Press, 2011 **63**: 6-16.
- Corbera, E. (2012). "Problematizing REDD+ as an Experiment in Payments for Ecosystem Services". Current Opinion in Environmental Sustainability **4**(6): 612-619.
- Corbet, S. Lucey, B. Peat, M. & Vigne, S. (2018). "Bitcoin Futures—What Use Are They? ". Economics Letters **172**: 23-27.
- Cotteleer, M. J. Cotteleer, C. A. & Prochnow, A. (2007). "Cutting Checks: Challenges and Choices in B2B E-Payments". Communications of the ACM **50**(6): 56-61.
- Davidson, S. De Filippi, P. & Potts, J. (2018). "Disrupting Governance: The New Institutional Economics of Distributed Ledger Technology". Available at SSRN 2811995.
- Delmolino, K. Arnett, M. Kosba, A. Miller, A. & Shi, E. (2019, February). "Step by Step Towards Creating a Safe Smart Contract: Lessons and Insights from a Cryptocurrency Lab". In International Conference on

- Financial Cryptography and Data Security (pp. 79-94). Springer, Berlin, Heidelberg, 79-94.
- Frati, S. & Golduzian, B. (2020). "Bitcoin; Money Laundering and Countermeasures". Iranian and International Comparative Legal Research **14**(51): 1-20.
- Fratianni, M. & Von Hagen, J. (2019). *The European Monetary System and European Monetary Union*, Routledge.
- Gan, C. Clemes, M. Limsombunchai, V. & Weng, A. (2006). "A Logit Analysis of Electronic Banking in New Zealand". International Journal of Bank Marketing **46**: 180-184.
- Gandal, N. & Halaburda, H. (2014). "Competition in the Cryptocurrency Market". The American Economic Review **17**: 112-131.
- Gans, J. S. and Halaburda, H. (2019). "Some Economics of Private Digitalcurrency". Technical Report, Rotman School of Management Working Paper **21**: 80-96.
- Garber, P. M. (1986). "Nominal Contracts in a Bimetallic Standard". The American Economic Review 1012-1030.
- Garratt, R. and Wallace, N. (2018). "Bitcoin 1, Bitcoin 2, An Experiment in Privately Issued Outside Moneis". Economic Inquiry **56**(3): 1887-1897.
- Halaburda, H. Haeringer, G. Gans, J. S. & Gandal, N. (2020). "The Microeconomics of Cryptocurrencies". National Bureau of Economic Research **w27477**: 183-211.
- Halpin, R. & Moore, R. (2015). "Developments in Electronic Money Regulation—the Electronic Money Directive: A Better Deal for E-Money Issuers?". Computer Law & Security Review **25**(6): 563-568.
- Hartmann, M. E. (2006). "E-payments Evolution. In Handbuch E-Money, E-Payment & M-Payment". Bank of England Quarterly Bulletin Winter (pp. 7-18). Physica-Verlag HD.
- Hayes, A. S. (2017). "Cryptocurrency Value Formation: An Empirical Study Leading to a Cost of Production Model for Valuing Bitcoin". Telematics and Informatics **34**(7): 1308-1321.
- Hileman, G. & Rauchs, M. (2017). "Global Cryptocurrency Benchmarking Study". Cambridge Centre for Alternative Finance 33-35.
- Houy, N. (2014). *The Economics of Bitcoin Transaction Fees*, GATE WP, 1407. <https://nobitex.ir/annual-report/2021/>.
- Jack, W. Suri, T. & Sloan, M. I. T. (2020). "The Economics of M-PESA". Unpublished Paper.
- Keivani, F. S. Jouzbarkand, M. Khodadadi, M. & Sourkouhi, Z. K. (2012). "A General View on the E-banking". International Proceedings of Economics Development & Research 43-62.
- Lindenberger, D. (2003). "Service Production Functions". EWI Working Paper No.03.02 Institute of Energy Economics University of Cologne (EWI) <http://hdl.handle.net/10419/23150>.

- Makarov, I. & Schoar, A. (2020). "Trading and Arbitrage in Cryptocurrency Markets". Journal of Financial Economics **135**(2): 293-319.
- Mantel, B. & McHugh, T. (2001). "Competition and Innovation in the Consumer E-Payments Market? Considering the Demand, Supply, and Public Policy Issues". Federal Reserve Bank of Chicago Public Policy Working Paper No. EPS-2001-4.
- Mehrad, D. & Mohammadi, S. (2017). "Word of Mouth Impact on the Adoption of Mobile Banking in Iran". Telematics and Informatics **34**(7): 1351-1363.
- Money, E. S. Carter, G. P. & Serre, M. L. (2009). "Modern Space/Time Geostatistics using River Distances: Data Integration of Turbidity and E. Coli Measurements to Assess Fecal Contamination along the Raritan River in New Jersey". Environmental Science & Technology **43**(10): 3736-3742.
- Owen, A. L. & Fogelstrom, C. (2005). "Monetary Policy Implications of Electronic Currency: an Empirical Analysis". Applied Economics Letters **12**(7): 419-423.
- Özer, A. H. & Özturan, C. (2011). "A Direct Barter Model for Course Add/Drop Process". Discrete Applied Mathematics **159**(8): 812-825.
- Palley, T. I. (2001). "The E-Money Revolution: Challenges and Implications for Monetary Policy". Journal of Post Keynesian Economics **24**(2): 217-233.
- Rogoff, K. (2002). "The Surprising Popularity of Paper Currency". Finance and Development **39**(1): 56-7.
- Rotemberg, J. J. (1982). "Sticky Prices in the United States". Journal of Political Economy **90**(6): 1187-1211.
- Sadeghian, M. K. Yavari, K. & Alavi Rad, A. (1400). "Identifying the Variables Affecting the Price of Bitcoin Cryptocurrency: Bayesian Averaging (BMA) and Weighted Average Squares (WALS) Approach". Financial Engineering and Securities Management **12**(46): 517-539.
- Sapuric, S. and Kokkinaki, A. (2014). "Bitcoin is Volatile! Isn't That Right?". Business Information Systems Workshops 255-265.
- Schilling, L. & Uhlig, H. (2019). "Some Simple Bitcoin Economics". Journal of Monetary Economics **106**: 16-26.
- Schor, J. B. (2005). "Prices and Quantities: Unsustainable Consumption and the Global Economy". Ecological Economics **55**(3): 309-320.
- Sichinava, D. (2019). "Cryptocurrency and Prospects of its Development". Ecoforum Journal **8**: 2-7.
- Sockin, M. & Xiong, W. (2020). "A Model of Cryptocurrencies (No. w26816)". National Bureau of Economic Research **86**: 299-305.
- Sockin, M. and Xiong, W. (2018). "A Model of Cryptocurrencies. Technical Report". Working Paper IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems **48**(9): 1421-1428.

- Sohail, M. S. & Shanmugham, B. (2003). "E-banking and Customer Preferences in Malaysia: An Empirical Investigation". Information Sciences **150**(3-4): 207-217.
- Solomon, L. D. (2000). "Rethinking our Centralized Monetary System: The Case for a System of Local Currencies". Greenwood Publishing Group. **19**: 67-92.
- Tafaghodi Asrari, G. (2013). "History of Money and its Evolution". History Research **15**: 11-27.
- Taghinejad, I. and Mohammad. B. (2012). "Taylor Extended Rule: A Case Study of Iran". Economic Modeling Research Quarterly **9**(fall 2012): 18-29.
- Urquhart, A. (2016). "The Inefficiency of Bitcoin". Economics Letters **148**: 80-82.
- Urquhart, A. (2018). "What Causes the Attention of Bitcoin?". Economics Letters **166**: 40-44.
- Weatherford, J. (2009). *The History of Money*, Crown Business. Journal of Monetary Economics **95**: 116-136.
- Woodford, M. (2000). "Monetary Policy in a World Without Money". International Finance **3**(2): 229-260.

The Impact of Cryptocurrency as a Substitution for Government Currency on the Iranian Economy in a DSGE Model

Fatemeh Farzin¹
Kazem Yavari^{2*}
Reza Naharzadeh³

Received: 15-03-2022

Accepted: 17-05-2022

Introduction: One of the words that is heard in the present life is digital currency. Digital currency is a component of a decentralized financial system to facilitate economic transactions through evicting intermediaries such as banks as much as possible. In the meantime, cryptocurrency is a digital or virtual currency that is secured by cryptography and made nearly impossible to counterfeit or double-spend. In the early 1990s, some elite people intended to give more freedom to the people through the use of the Internet and reduce the power of governments. The main goal of these elites was to empower people to control money and information and to simply eliminate intermediaries such as banks.

Methodology: Templates based on time series equations are a new type of economic modelling that dates back to the early 1970s. Time series patterns include a wide range of economic patterns, the most important of which is the vector auto regression pattern. Time series equations can be extracted in two ways, including a method of inference from theory and then modelling according to the researcher and the relevant statistical tests to determine the accuracy of the model and the estimated parameters. This type of modelling faces several problems such as unstructured parameters, structural shock detection, and specification error. Due to the nature of partial equilibrium, they sometimes have difficulty understanding the economic conditions and erroneous predictions. The problems are due to the difference between the model and the economic theory. To solve these problems, dynamic stochastic general equilibrium (abbreviated as DSGE, or DGE, or sometimes SDGE) models were used. This kind of modelling is a macroeconomic method often employed by monetary and fiscal authorities for policy analysis, explaining historical time-series data as well as future forecasting purposes. The present study has used the DSGE method to estimate the

¹. PhD Student of Tarbiat Modares University
Email: kyavari@yazd.ac.ir

². Professor of Department of Economics, Management & Accounting, Yazd University

³. Associate Professor at the Faculty of Management and Economics, Tarbiat Modares University

model. In this model, it is assumed that households gain utility from consumption, government currency and cryptocurrency, and labor supply has inutility for those households. Therefore, they try to maximize its utility by using their budget constraint. Another part of this study is the entrepreneurial section (cryptocurrency miners), which assumes that there is a continuous chain of entrepreneurs denoted by n , and that each entrepreneur operates under conditions of perfect competition. The third part is the manufacturing firm, which assumes that firms are different in an exclusive competitive environment for the production of intermediate goods and have access to other intermediate goods of other firms to produce a final product under perfectly competitive market conditions. The last section is the central bank, which determines the monetary policies governing the society. In this study, it is assumed that the central bank uses the nominal interest rate as a rule set in a modified Taylor (1993) model.

Results and Discussion: This model is estimated using the monthly data of Iran, and the results show that there is a strong substitution effect between the government currency real balance and the cryptocurrency real balance in response to technology, preferences and monetary policy shocks. In addition, government currency demand shocks have a greater impact on the economy than the cryptocurrency demand. Cryptocurrency productivity shocks also lead to a decline in the nominal exchange rate. Production and inflation decrease when nominal interest rates increase. However, the effects of these shocks are much less than those of traditional shocks.

Conclusion: Overall, this study provides new insights and evidence on the underlying mechanisms of cryptocurrency and its effects on the economy. It can be a guide for investors, policymakers, central bankers and researchers as how to operate cryptocurrencies and the corresponding ecosystem in the future. In particular, two policy recommendations emerge from the analysis of this study. First, according to the results, it was shown that increasing the supply of cryptocurrencies has a negative effect on production. Thus, monetary authorities may decide to adjust the rates in response to the changes in the cryptocurrency real balance, which include the weight for cryptocurrency growth, as a policy response. Second, if the central bank is to prevent a decline in output, the nominal interest rate response to the changes in government currency growth must be gradual. Furthermore, there is a strong alternating effect between the real money balance and the real money code balance in response to technology, preferences and monetary policy shocks. As the important finding of the study, the increase in production and inflation is greater when cryptocurrency is not present in exchanges, indicating that more inflation exists when there is no cryptocurrency.

Keywords: Block chain, Cryptocurrency, Bitcoin, DSGE model.

JEL Classification: E42, E50, E52, E58, E61.