

# The impact of the expansion of cryptocurrencies (Bitcoin) on the amount of money demand and seigniorage via DSGE Model

Behnaz Varshosaz

Farhad Ghaffari

Seyed Shamseddin Hosseini

Abbas Memarnejhad

## Abstract

The mechanism of money creation and other inflationary measures of central banks, which often prefer the short-term interests of governments to the rationality and long-term stability required by the market, are among the most important reasons for the new monetary system architecture and the widespread acceptance of cryptocurrencies such as Bitcoin in the last decade. In this paper, we solve a DSGE model to investigate the impact of Bitcoin encryption on the money demand and seigniorage.

To do so, the data of seasonal time series 1989 to 2018 have been used. In the model designed in this study, it is assumed that due to the use of money cryptocurrencies, the government revenue from money printing decreases; This will lead the government to reconsider the price of the energy (especially the energy used to extract cryptocurrencies) and supply it at the price that maximizes its profits. In this study, the shock caused by the price and the volume of Bitcoin transactions is considered as an indicator for the demand of cryptocurrencies. Our main finding is that as the demand for cryptocurrencies increases, the demand for the formal money decreases, the inflation decreases, and consequently the seigniorage revenue decreases. The results also indicate that the shock to the cryptocurrency from the channel of changes in the energy prices will compensate part of the government revenues, although in the long run the welfare effects of this policy have been significant.

**Keywords:** *Cryptocurrency, Virtual currency, Bitcoin, Dynamic stochastic general equilibrium (DSGE)*

**JEL Classification:** E49 .E41 .E52 .C61

# اثر گسترش رمزپول‌ها (بیت‌کوین) بر تقاضای پول و حق‌الضرب در قالب رویکرد مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)

بهناز ورشوساز\*

فرهاد غفاری\*\*

سید شمس‌الدین حسینی\*\*\*

عباس معمارنژاد\*\*\*\*

## چکیده

مکانیسم خلق پول و دیگر اقدامات تورم‌زای بانک‌های مرکزی که اغلب منافع کوتاه‌مدت دولت‌ها را بر عقلانیت و ثبات بلندمدت موردنیاز بازار مرجح می‌دانند، از مهم‌ترین دلایل معماری نظام پولی جدید و روند استقبال گسترده از رمزپول‌ها از جمله بیت‌کوین در دهه اخیر است. در این مقاله با هدف بررسی اثر گسترش رمزپول‌ها (بیت‌کوین) بر تقاضای پول و حق‌الضرب، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) را با استفاده از داده‌های سری زمانی فصلی ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۷ حل شده است. در مدل طراحی‌شده، فرض شده است که به دلیل استفاده از رمزپول‌ها، درآمد دولت از ناحیه چاپ پول کاهش می‌یابد؛ این امر منجر به این خواهد شد که دولت در قیمت انرژی (به خصوص انرژی صرف‌شده برای استخراج رمزپول‌ها) تجدیدنظر کرده و آن را با قیمت حداکثرکننده سود خود در بازار عرضه کند. در این مطالعه شوک ناشی از قیمت و حجم معاملات بیت‌کوین به عنوان شاخصی برای تقاضای رمزپول‌ها در نظر گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد، با افزایش

---

\* دانشجوی دکتری رشته علوم اقتصادی، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
Varshosaz\_b@yahoo.com

\*\* دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران (نویسنده مسئول)  
Farhad.ghaffari@yahoo.com

\*\*\* استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی و دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران  
Economics1967@yahoo.com

\*\*\*\* استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران  
Memarnejhad@bim.ir

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۰۸ تاریخ بازبینی نویسنده: ۹۹/۰۶/۱۱

فصلنامه راهبرد اقتصادی، سال نهم، شماره سی و چهارم، پاییز ۱۳۹۹، صص ۱۶۵-۱۹۷

تقاضا برای رمزپول‌ها، تقاضای پول رسمی کاهش یافته، تورم کاهش یافته و به تبع آن درآمد ناشی از حق‌الضرب کاهش می‌یابد. همچنین نتایج بیانگر این موضوع می‌باشد که شوک وارد شده از ناحیه رمزپول‌ها از کانال تغییر در قیمت انرژی منجر به جبران بخشی از درآمدهای دولت خواهد شد، هر چند در بلندمدت اثرات رفاهی این سیاست معنی‌دار بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** رمزپول، پول مجازی، بیت‌کوین، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی  
(DSGE)

طبقه‌بندی JEL: E49، E41، E52، C61

## مقدمه

با توجه به تغییر و تحولات رخ داده در اقتصاد جهانی امروزه شاهد آن هستیم که فناوری‌های جدید به طور خاص علم رمزنگاری و شبکه، تغییرات اساسی را در ساختار اقتصاد جهانی ایجاد کرده‌اند. از جمله مهم‌ترین این تحولات می‌توان به پدیده نوظهوری به نام پول‌های مجازی<sup>۱</sup> اشاره کرد. در واقع پول مجازی یک سیستم خصوصی برای تسهیل انجام مبادلات بین افراد است، بدون آن‌که نیازی به حضور نهاد مرکزی و واسط باشد. در حال حاضر رمزپول‌های مجازی و فناوری مرتبط به آن (سیستم بلوک‌های زنجیره‌ای) به سرعت در حال فراگیر شدن هستند. (He, D. & Habermeier, K. F et al. 2016). یکی از مهم‌ترین دلایل فراگیر شدن پول مجازی مزیت‌های منحصر به فردی است که در اختیار استفاده‌کنندگان قرار می‌دهد، از جمله سرعت و کارایی بالا در پرداخت‌ها (به‌خصوص پرداخت‌های برون‌مرزی) و همچنین حذف هزینه‌های عملیاتی اضافی که از سوی نهادهای واسط دریافت می‌شود. در کنار مزیت‌های مطرح شده، این نوع پول خطراتی نیز در بر دارد که باعث شده است دولت‌ها در قبال آن مواضع متناقضی بگیرند. از جمله این خطرات می‌توان به خطر پول‌شویی، استفاده در عملیات تروریستی و فرارهای مالیاتی اشاره کرد که همه این‌ها به دلیل ماهیت رمزنگاری شده این نوع ارزها بسیار محتمل است.

تجارت در عصر کنونی از مرزها عبور کرده و پا به عرصه جهانی گذاشته است. در این میان وجود واسطه‌های زیاد از جمله نهادهای بین‌المللی باعث

افزایش مشکلات در انجام معاملات جهانی گردیده است. به همین علت پول مجازی ایجاد گردید تا دست واسطه‌ها را در این میان، کوتاه کرده و در روابط پولی و تجاری تسهیل ایجاد کند. بیت‌کوین اولین رمزپول مجازی است که در سال ۲۰۰۹ معرفی گردید. این پول بین‌المللی بوده و تحت حمایت هیچ بانکی نمی‌باشد. ساختار امنیتی آن به گونه‌ای است که شخص پرداخت‌کننده در آن به صورت گمنام باقی می‌ماند. بیت‌کوین از ساختار شبکه‌ای نظیر به نظیر<sup>(۱)</sup> و متن باز<sup>(۲)</sup> استفاده می‌کند که در آن هر کامپیوتر به عنوان یک سرور عمل می‌کند. ارزش بیت‌کوین در ابتدا بسیار پایین بود اما با افزایش محبوبیت آن در جهان ارزش آن نیز روز به روز افزایش می‌یابد. (کریمی و منتظری، ۱۳۹۶). در مفهوم اقتصادی، پول بسیار متفاوت از تعریف عمومی آن می‌باشد. حجم پول آثار کاملاً بارزی در اقتصاد داشته و بر نرخ تورم، بهره، بیکاری و تولید تأثیرگذار بوده است. در واقع پول از ابزارهای کنترل اقتصاد کشورها می‌باشد. طی چند دهه اخیر فناوری اطلاعات خدمات بزرگی را به نظام پولی ارائه داده است که بانکداری الکترونیکی یکی از بهترین این خدمات می‌باشد. سال ۲۰۰۸ اتفاق بزرگی در عرصه پول ایجاد شد به نحوی که کنترل پول با آمدن بیت‌کوین از استعمار دولت‌ها خارج گردید و دولت‌هایی که از این ابزار برای منافع خود استفاده می‌کردند را با چالش جدی مواجه کرد. به همین علت صاحب‌نظران دو آینده کاملاً متناقض را برای بیت‌کوین پیش‌بینی می‌کنند: ۱- آینده‌ای که در آن پولی به نام بیت‌کوین وجود نخواهد داشت. ۲- آینده‌ای که نظام جهانی، بیت‌کوین را به عنوان یک پول بین‌المللی خواهد پذیرفت. در حال حاضر برخی از دولت‌ها به فکر وضع قوانین خاصی برای بیت‌کوین می‌باشند. کشورهایی چون آلمان، آمریکا و چین به ارزش‌های دیجیتال هم‌چون بیت‌کوین نگاه کالایی داشته و قوانین مربوط به کالا را از نظر مالیاتی بر آن جاری می‌دانند. رشد روزافزون تعداد کاربران بیت‌کوین نشان بر این است؛ دنیا به سمت استفاده از پول‌های مجازی در معاملات خود حرکت می‌کند. پول‌هایی که نه تنها می‌توانند سرعت تراکنش‌ها را در تجارت افزایش داده بلکه امنیت تراکنش‌ها را نیز بیشتر از پیش فراهم می‌کنند. (کریمی و منتظری، ۱۳۹۶).

بیت‌کوین به صورت فیزیکی وجود ندارد و تنها به شکل حساب‌هایی شامل رمزهای عمومی و خصوصی وجود دارد. اطلاعات حساب‌ها به همراه تراکنش‌های صورت گرفته بین حساب‌ها در یک دفترکل ثبت می‌شود که نیازمند حجم وسیعی از توان محاسباتی کامپیوتری برای تأیید و ثبت این اطلاعات در سرتاسر کامپیوترهای عضو شبکه در جهان می‌باشد. (Hodson, H.2014).

به طور اجمال می‌توان این نتیجه را گرفت که بیت‌کوین می‌تواند به عنوان یک پدیده جدید در قوانین پیش‌بینی شود و جایگاهی مانند ارز خارجی را می‌تواند داشته باشد، و این موضوع که انتشار و کنترل این پدیده در اختیار دولت‌ها نیست را نمی‌توان دال بر عدم ارزش بیت‌کوین دانست. منشأ ارزش و اعتبار لزوماً دولت نیست و به موجب قوانین به خصوص ماده ۱۰ قانون مدنی هر توافقی که مخالف صریح قانون نباشد، نافذ است. بنابراین ارزش‌دهی افراد به بیت‌کوین حداقل یک قرارداد است. اینکه پشتوانه اعتبار بیت‌کوین (دولت) ولو دولت خارجی نیست مانع از پول دانستن آن نمی‌شود. (شفیعی علویجه، ۱۳۹۶).

فراگیر شدن این پول‌ها منجر به این شده است که یکی از معروف‌ترین آن‌ها به نام بیت‌کوین وارد بخشی از تراکنش‌های مردم شود. بنابراین لازم است نهادهای سیاست‌گذار در خصوص استفاده از این پول‌ها، قوانین و مقرراتی وضع نمایند تا ضمن استفاده از مزایای رمزپول‌ها، از خطرات احتمالی آن‌ها جلوگیری به عمل آید. بنابراین تحقیق حاضر به بررسی اثر گسترش رمزپول‌ها (بیت‌کوین) بر درآمد حق‌الضرب دولت می‌پردازد. در این تحقیق تلاش شده است با استفاده از مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی، اثرات استفاده از پول‌های مجازی بر وضعیت مخارج دولت و درآمدهای ناشی از حق‌الضرب بررسی شود.

ساختار مقاله حاضر در پنج بخش ارائه شده است. بعد از مقدمه در بخش اول مبانی نظری پول‌های مجازی و بخش دوم مقاله اختصاص به مروری بر مطالعات پیشین دارد. در بخش سوم مختصری به روش‌شناسی تحقیق و مدل ارائه شده پرداخته شده است. بخش چهارم مقاله به بررسی داده‌های آماری، آزمون‌های شناسایی و برآورد مدل تجربی تخصیص یافته است و در نهایت نتیجه‌گیری و

پیشنهادات سیاستی در بخش پایانی مقاله ارائه گردیده است.

## ۱. مبانی نظری

اساساً نظام پولی و بانکی کنونی حاکم بر کشورها محصول یک سیر تاریخی در نظام‌های پولی و مالی کشورهای جهان است که به شکل قانونی مشروعیت یافته و بازگشت از آن به یک اجماع جهانی نیازمند است. اجماعی که به طور طبیعی حصول آن بسیار دشوار و تا آینده‌ای نامعین، دور از دسترس خواهد بود، ضمن آن‌که اقدام مستقل هر کشوری نیز مستلزم تجدیدنظر کامل در قوانین پولی و بانکی و اعمال تغییرات اساسی در آن است. قاعده‌مندی ضعیف رابطه دولت و بانک مرکزی و نیز بانک مرکزی با بانک‌ها در کشور به عنوان عامل خلق بی‌رویه پول و نقدینگی، یکی از بزرگترین مشکلات ساختاری کشور است که همواره مطرح نظر دولت، بانک مرکزی، جامعه کارشناسی و قوانین برنامه‌های توسعه‌ای کشور بوده است. اقداماتی در گوشه و کنار جهان به منظور ایجاد سیستم‌های جدیدی برای انتقال اعتبار در دست انجام هستند و موافق با نظریه‌های هایک (۱۹۷۶)<sup>۱</sup>، استیگلitz (۲۰۰۸)<sup>۲</sup>، پیتر و اندروشف (۲۰۱۰)<sup>۳</sup>، ریکاردز (۲۰۱۱)<sup>۴</sup> که مخالف تولید پول بدون پشتوانه و چاپ بی‌رویه آن، که علی‌رغم جبران کسری بودجه دولت‌ها از طریق مالیات تورمی یا به عبارتی دریافت حق‌الضرب حاصل از چاپ پول، عامل بسیاری از بحران‌های اقتصادی در جهان قلمداد می‌شود، سیستم‌های پولی نوین، خارج از زیرساخت بانکداری رایج عمل می‌کنند. اگرچه جانشینینی کامل رمزپول‌ها با پول کاغذی تا آینده‌ای نامشخص دور از انتظار به نظر می‌رسد اما با این حال روند سریع توسعه رمزپول‌ها، واکنشی است که با بازآفرینی مبنایی پول آغاز شده است. به عبارت دیگر از منظر منتقدین نظام مالی جهانی، معماری نظم نوین جهانی با جایگزینی رمزپول‌ها با دلار آمریکا آغاز شده است.

- 
1. Friedrich August von Hayek (1976)
  2. Joseph Eugene Stiglitz (2008)
  3. Peter Schiff & Andro Schiff (2010)
  4. Jim Rickards (2011)

آنچه بیت کوین را منحصر به فرد می‌سازد این ویژگی است که بیت کوین می‌تواند اولین نظام پرداخت دیجیتال کاملاً غیرمتمرکز جهان بدون نیاز به بانک و بانک‌های مرکزی باشد و به این ترتیب نقش بخش بانکداری سنتی را کمرنگ می‌کند. سابقه تراکنش‌های بیت کوین روی یک دفتر کل توزیع شده و تغییر ناپذیر موسوم به بلاک‌چین ذخیره می‌شود.

پول از جمله ابزارهای اعمال کنترل بر اقتصاد کلان کشورهاست و به همین دلیل اقتصاددانان تلاش ویژه‌ای را به منظور تجزیه و تحلیل و شناسایی عوامل مؤثر بر تقاضای پول صرف کرده‌اند. در این بخش پس از بررسی مبانی تقاضای پول، به بررسی گسترش استفاده از رمزپول‌ها بر تقاضای پول سنتی پرداخته خواهد شد.

در بررسی اثر سیاست‌های پولی و مالی، تقاضای پول یکی از مؤلفه‌های مهم آن است. منظور از تقاضا برای پول، میزان مانده واقعی پول نزد افراد است. به بیان دیگر تقاضا برای پول به مفهوم آن است که افراد در هر زمان گرایش به نگهداری چه بخشی از دارایی خود به صورت نقد یا پول دارند. به بیانی دیگر، تقاضا برای پول به مفهوم جریان پول و صرف آن برای هزینه‌های جاری نیست، بلکه تقاضا برای موجودی پول در هر زمان است.

مفهوم تقاضای پول یکی از بنیادی‌ترین عناصر تحلیل کلان اقتصادی معاصر است. این مفهوم به یک رابطه تابعی میان مقدار پولی که مردم تمایل دارند نگهداری کنند و متغیرهایی که بر آن تأثیر دارند (مثل نرخ‌های بهره، درآمد، ثروت و ...) اشاره دارد که بیشتر به صورت یک معادله ریاضی بیان می‌شود. اما علت اصلی رغبت و علاقه اقتصاددانان به رابطه تقاضای پول، اشارات سیاسی و عملی آن است. معیارهای تحلیل کلان اقتصادی بیانگر این است که ویژگی‌های خاصی از تابع تقاضای پول می‌تواند تأثیرگذاری سیاست‌های پولی را به طور اساسی تحت تأثیر قرار دهد. مهم‌ترین این خواص، کشش بهره‌ای تقاضای پول و پایداری تابع تقاضای پول است. مثلاً اگر کشش بهره‌ای تقاضای پول خیلی زیاد باشد، سیاست پولی قدرت خود را برای تحریک اقتصاد از دست می‌دهد. زیرا اگر



افزایش حجم پول در جریان تنها اندکی نرخ بهره را کاهش دهد، تقاضای مردم برای پول چنان افزایش می‌یابد که کل پول جدید عرضه‌شده را جذب کند و بنابراین هیچ افزایشی در مخارج صورت نگیرد. یا اگر کشش بهره‌ای تقاضای پول بالا نباشد اما رابطه تابعی تقاضای پول ناپایدار باشد، این ناپایداری باعث می‌شود که مقامات پولی نتوانند اثر سیاست پولی را پیش‌بینی کنند؛ زیرا چه‌بسا انتقال تقاضای پول اثر سیاست عرضه پول را در مواردی خنثی کند و در موارد دیگر حتی تشدید کند. بنابراین اگر تابع تقاضای پول پایدار نباشد، سیاست‌گذاران مقدار و جهت سیاست را ندانسته و به تأثیرگذاری اقدامات سیاسی خود امید ندارند. وقتی بحث از تقاضای پول می‌شود این‌گونه به ذهن متبادر می‌شود که نحوه استخراج تابع تقاضای پول باید مثل استخراج تابع تقاضای کالاها باشد. یعنی تقاضای پول بر یک روش بهینه‌یابی و تصمیم‌سازی از طریق حداکثر کردن مطلوبیت مبتنی است. اما چون ماهیت پول با ماهیت کالاها حداقل در مراحل از تاریخ اقتصاد پولی متفاوت بوده است، تابع تقاضای پول همیشه شبیه تقاضای کالاها معمولی نبوده است. تا دهه‌های اول قرن بیستم اقتصاددانان تقاضا برای پول را به‌عنوان یک قاعده طبق نظریه ارتدوکسی تقاضای کالاها بررسی نکردند. توجیه اقتصاددان این بود که وقتی کارکرد پول بیشتر به واسطه مکانیکی مبادله منحصر است، اصول انتخاب عقلایی یا تحلیل حداکثر کردن مطلوبیت نمی‌تواند نگهداری پول توسط مردم را توضیح دهد، زیرا اعتقادشان این بود که نگهداری وجوه نقد، مطلوبیت مستقیم عاید مردم نمی‌کند، زیرا واسطه مبادله و تسهیل‌کننده چرخش معاملات و کالا خود مطلوبیت‌دهنده نیست. اساساً ویژگی مشخصه واسطه مبادله این است که منتقل می‌شود یا می‌چرخد نه این‌که نگهداری شود. لذا نظریاتی که منحصرأ روی کارکرد واسطه مبادله بودن پول متمرکز می‌شدند، تقاضا برای پول به‌عنوان خود پول را نادیده می‌گیرند. آن‌ها تنها روی این متمرکز می‌شدند که پول با چه سرعتی دست‌به‌دست می‌شود. بنابراین ویژگی نظریات پولی قرن نوزده و اوایل قرن بیستم، توجه به سرعت گردش پول یا نرخ استفاده از پول بود. طبق این تحلیل‌ها کارایی نظام پولی به سرعت چرخش پول در معاملات

بستگی دارد. این اقتصاددانان تصمیم نگهداری پول را به جای انتخاب عقلایی و تصمیم حداکثر کردن مطلوبیت به اصطکاک‌های نهادی در سیستم اقتصادی منتسب می‌کردند؛ زیرا تصور می‌کردند نرخ جانشینی پول و تقاضا برای ترازهای پولی توسط عوامل فنآوری، نهادی و سازوکار کل پرداخت‌ها تعیین می‌شود نه توسط فرایند ذهنی تصمیم‌سازی افراد. لذا این نوع تحلیل‌های پولی بر سنجه‌های آماري سرعت معاملات کلی پول متمرکز بودند. (رحمانی، ۱۳۸۵).

با توجه به اینکه یکی از روش‌های عمده مورد استفاده در سالهای اخیر برای تأمین کسری بودجه توسط دولت، استقراض از بانک مرکزی و انتشار پول جدید بوده است که آن را پولی کردن کسری گویند، انتشار پول جدید به واسطه استقراض دولت از بانک مرکزی موجب می‌گردد که مقادیر مشخصی از منابع موجود در اقتصاد در اختیار دولت قرار گیرد. این منبع درآمد که حق‌الضرب پول نامیده می‌شود، در واقع توانایی دولت را در افزایش درآمدهایش از طریق حق قانونی و انحصاری برای انتشار پول نشان می‌دهد. معمولاً در ادبیات مربوط به اقتصاد پولی حق‌الضرب پول مترادف با مالیات به کار برده می‌شود. اما افزایش نرخ تورم برای جامعه هزینه‌های دیگری نیز دربر دارد «هزینه رفاهی ناشی از تورم» که مردم آن‌ها را پرداخت می‌کنند اما کسی آن‌ها را دریافت نمی‌کند و آن در حقیقت به جایگزینی کالا و سایر اشکال دارایی‌ها به جای پول مربوط می‌شود. به عبارت دیگر در شرایطی که تورم ارزش پول را با کاهش روبه‌رو می‌کند، هزینه‌های خالص تورمی به صورت استفاده از کالا به جای پول، یعنی احتکار عمومی و هزینه منابع دیگر می‌باشد که به منظور صرفه‌جویی در استفاده از پول صورت می‌گیرد. پس از سال ۲۰۰۸ ما شاهد افزایش سریع وجوه نقد در گردش هستیم و همواره سیاستمداران و اقتصاددانان، پول نقد را محکوم می‌کنند چراکه استفاده از پول نقد ناکارآمد و به طور قابل‌توجهی گرانتر از پرداخت الکترونیکی است. هم‌اکنون بیت‌کوین یک جایگزین نزدیک برای وجوه نقد، در حال توسعه است. وجه تمایز پول نقد فیزیکی با پول مجازی بیت‌کوین در نوع انتشار آن‌ها است که اولی توسط نهاد متمرکز و دومی توسط نهاد غیرمتمرکز صورت می‌پذیرد و اما

وجه اشتراک آن‌ها در این است که هر دو پس از توزیع در مبادلات بدون نظارت نهاد متمرکز مبادله می‌شوند. با توجه به الگوریتم خلق بیت‌کوین در محدودیت تعداد آن (۲۱ میلیون) در مقابل پول فیات که به صورت نامحدود منتشر می‌شود با در نظر گرفتن ماهیت ذخیره ارزش و ضد تورمی آن، در صورتی که در سبد دارایی خانوار قرار بگیرد ضمن اینکه تقاضا برای پول نقد فیات را کاهش داده و طبیعتاً درآمد دولت از ناحیه چاپ پول را نیز کاهش می‌دهد و به تبع آن دولت‌ها برای جبران درآمد ازدست‌رفته حق‌الضرب می‌توانند با برداشتن یارانه انرژی، آن را به قیمت حداکثر کننده سود عرضه کنند.

## ۲. مروری بر مطالعات پیشین

نوری و نواب پور (۱۳۹۶) به طراحی چارچوب مفهومی سیاست‌گذاری پول‌های مجازی در اقتصاد ایران پرداختند. در این مطالعه اشاره شده است که در پی بحران مالی و بی‌اعتمادی به نهادهای مرکزی، در سال ۲۰۰۹ بازارهای مالی جهان با پدیده نوینی به نام ارزهای مجازی مواجه شدند. طی زمان بسیار کوتاهی این نوع پول‌ها توانستند جایگاه خود را در مبادلات روزانه مردم پیدا کنند. در سال‌های اخیر، در ایران هم استفاده از این وسیله پرداخت نوین گسترش پیدا کرده است. با توجه به انتقال نظیر به نظیر و غیرمتمرکز بودن آن‌ها که منجر به حذف نهادهای واسط و ناظر شده است، لزوم سیاست‌گذاری در مواجهه با این پدیده نوظهور اقتصادی اهمیت دوچندانی پیدا کرده است. در این مطالعه تلاش شده است نخست به تاریخچه و سازوکار پول‌های مجازی پرداخته شود و سپس چالش‌ها و فرصت‌های پول مجازی با نگاهی به وضعیت قانون‌گذاری در سایر کشورها مورد کاوش قرار بگیرد و در پایان چارچوبی جامع برای شناسایی ابعاد چالشی پول‌های مجازی برای استفاده قانون‌گذار طراحی شده است.

کیوانیان (۱۳۹۶) تأثیر گسترش کاربرد ارزهای مجازی (بیت‌کوین) بر توان نظارتی بانک مرکزی را مورد بررسی قرار داد. در این پژوهش از داده‌های فصلی بانک مرکزی ج.ا.ا در مورد عرضه پول و نرخ ارزهای دلار و یورو استفاده شده است و سپس با داده‌های موجود در سایت [BLOCKCHAIN.info](http://BLOCKCHAIN.info) که سایت مرجع

بیت کوبین و دیگر ارزهای مطرح مجازی می باشد، میزان استخراج بیت کوبین و نرخ تبدیل آن به دلار و همچنین تعداد استفاده کنندگان آن بررسی شده است. سپس با استفاده از روش های رگرسیونی و انباشتگی داده های سری زمانی، مدل تأثیرپذیری عرضه پول ملی از ارزهای مجازی را به روش حداقل مربعات معمولی (OLS) تخمین زده شده و به انجام آزمون های دیکی-فولر و دیکی-فولر تعمیم یافته و آزمون های هم تجمعی همچون انگل-گرنجر پرداخته است. در نهایت به این نتیجه رسیده است که عرضه ارزهای مجازی و گسترش کاربرد آن در جوامع باعث کاهش عرضه پول ملی می شود، گرچه با میزان استفاده و محبوبیت کنونی این ارزها، تأثیر مذکور بسیار اندک است، اما با توجه به شرایط اجتماعی، سیاسی و اقتصادی کنونی پیش بینی می شود این تأثیر رو به افزایش باشد.

حسینی، دشتبانی (۱۳۹۷) طی پژوهشی در مرکز تحقیقات راهبردی دفاعی با عنوان «بررسی تأثیر گسترش پول های مجازی (بیت کوبین) روی تقاضای پول رسمی کشور با تأکید بر تبعات امنیتی آن» به این نتایج دست یافتند: که تقاضای پول و میزان حق الضرب تحت تأثیر توسعه مالی و به خصوص رشد بیت کوبین به عنوان یک پول مجازی قرار می گیرد، به طوری که با توسعه پول های مجازی گرایش افراد جامعه به جانشینی دارایی های با بازده و به عبارتی بهره گیری از عملیات آربیتراژ گونه بیشتر می شود. در چنین فضایی نگه داری مانده پول نقد و لذا تقاضای پول رسمی رو به کاهش می گذارد. لذا انتظار نیز می رود که سیاست های پولی بانک مرکزی به گونه ای تدوین شود که عرضه پول مطابق سطح جدید تقاضای پول در جامعه تنظیم شود. مجموعه بررسی ها و نتایج پژوهش نشان داد که می بایست همگام با توسعه مالی در عرصه اینترنت و فضای مجازی نسبت به اتخاذ سیاست ها و اسناد بالادستی برای راه اندازی پول های ملی اقدام کرده تا هم زمان با بهره گیری از فواید اقتصادی گسترش این گونه پول ها نسبت به کاهش تبعات امنیتی آن هوشیار بوده و عمل کرد.

حسینی، حمیدی و کشاورز (۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان «تأثیر ارزش بازار بیت کوبین بر تقاضای پول های ملی» در کنفرانس بین المللی مدیریت دانش،

بلاکچین و اقتصاد، با مبنا قراردادن تابع تقاضای پول فریدمن و با وارد کردن تغییرات ارزش بازار بیت‌کوین به عنوان متغیر مورد نظر در مدل به برآورد تقاضای پول پرداخته‌اند. داده‌های مورد استفاده برای برآورد مدل، داده‌های فصلی مربوط به بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷ برای کشور ایران و سایر کشورهای منتخب آسیا می‌باشند. همچنین برآورد مدل با استفاده از داده‌های پانلی از روش حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS) صورت گرفته است. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان می‌دهد که یک رابطه معکوس بین ارزش بازار بیت‌کوین و تقاضای پول‌های ملی وجود دارد و افزایش ارزش بازار بیت‌کوین موجب کاهش تقاضای پول‌های ملی کشورهای منتخب شده است.

گزارش بانک مرکزی اروپا (ECB) (۲۰۱۲) در مورد ارزش‌های مجازی، به بررسی پول‌های مجازی معرفی شده تا آن زمان پرداخته و شیوه استخراج و کاربردهای آن‌ها را بیان می‌کند و این سیستم را مشابه سیستم استاندارد طلا می‌داند و در مورد معایب و خطرات استفاده از این نوع پول‌ها هشدار می‌دهد همچنین به این مسأله پرداخته است که پول‌های مجازی ممکن است بر وظایف بانک مرکزی در زمینه‌های ثابت قیمت، ثبات مالی و ثبات سیستم پرداخت تأثیر بگذارد (ECB, 2012).

طبق نظر بریتو و کاستیلو<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) تاکنون دو عامل اصلی توانسته‌اند اثرگذاری محسوسی روی بیت‌کوین داشته باشند. اولین عامل که تأثیر کمتری داشته، از جنس عوامل فناورانه بوده است. دومین عامل یا مداخلات دولت‌ها و واکنش قدرت‌های جهانی در قالب مقررات‌گذاری این حوزه عامل مهم‌تری بر میزان اثرگذاری این پدیده و خط سیر تکاملی آن بوده است. همچنان انتظار می‌رود مقررات‌گذاری این کشورها تأثیرگذاری محوری بر بیت‌کوین داشته باشد.

طبق نظر مورین مورفی و کریگ الول<sup>۲</sup> (۲۰۱۳) روند گسترده استقبال از بیت‌کوین، با توجه به این که طی سال‌های اخیر ارزش آن از چند صدم دلار به

---

1. Brito & Castillo, 2013

2. Elwell, Murphy, Seitzinger, & Murphy, 2013

چند هزار دلار رسیده است و مواردی همچون نحوه محاسبه مالیات بر درآمد، مبارزه با پولشویی و نظارت بر تراکنش‌های جاری، امکان از بین رفتن ثبات مالی و خروج سرمایه از بازارهای مولد، تضعیف پول‌های ملی و به خطر افتادن شهرت بانک‌های مرکزی، سبب شده است که این موضوع در مرکز توجه سیاست‌گذاران پولی و مراکز مرتبط تصمیم‌ساز جهانی قرار گیرد.

طبق نظر آنالورا، سالواتوره و پیتر (۲۰۱۴)، پول‌های رمزگذاری شده قابلیت تغییر وضع کنونی و میزان تقاضای پول سنتی را دارند. بستگی دارد که چقدر آن‌ها را درک کرده و در قبال آن چه سیاست‌هایی را در پیش بگیریم. در این تحقیق رابطه تورم و میزان انتشار پول‌های مجازی را بر اساس نرخ رشد رمزی بررسی کرده و در نهایت به این نتیجه می‌رسد که انتشار پول‌های مجازی بر میزان تقاضای پول سنتی تأثیر می‌گذارد و در نهایت باعث تغییر سیاست‌های پولی می‌شود. در مدل خرید نقدی به کار رفته، مانده‌های بیت‌کوین را در یک پاداش نقدینگی ضرب شده که تعیین‌کننده توان خرید واقعی آن است و بیشتر نشان دهنده درجه جایگزینی با پول سنتی می‌باشد. مصرف تحت تأثیر پول سنتی و بیت‌کوین قرار دارد و مانده‌های پول سنتی واقعی، به مقدار بیت‌کوین موجود بستگی دارد. در وضعیت ثابت، تورم پول سنتی و تورم بیت‌کوین برابر صفر است و از این رو بین ارزش سنتی و ارز دیجیتال می‌تواند رقابت وجود داشته باشد. این رقابت اگر به شکل مناسبی مطالعه شده و درک شود، می‌تواند برای کاربران منافی به همراه داشته باشد: آن‌ها بیت‌کوین را تحت کنترل گرفته و به عنوان ابزاری جهت واکنش نشان دادن نسبت به تصمیمات سیاست‌های پولی در اختیار دارند.<sup>(۳)</sup>

در گزارش دیگر بانک مرکزی اروپا (ECB) (۲۰۱۵) آمده است که در تئوری، پول‌های مجازی بر سیاست‌های پولی و ثبات قیمت‌ها اثرگذارند اما در عمل با توجه به میزان انتشار این پول‌ها و استفاده کم از آن‌ها، مخاطره‌ای برای سیستم ثبات قیمت‌ها ندارد. در این گزارش قوانین استفاده از بیت‌کوین و تمامی محدودیت‌های قانونی در تمام کشورهای اروپایی مورد بررسی قرار گرفته است.

در این گزارش، مخاطرات ناشی از استفاده پول‌های مجازی برای اقتصاد کشورها چنین برشمرده می‌شود:

۱- اگر پول‌های مجازی به صورت گسترده مورد استفاده قرار گیرند، می‌تواند بر اقتصاد کشورها تأثیر داشته باشد.

۲- اگر ارتباط پول‌های مجازی با اقتصاد واقعی گسترده‌تر شود. در این شرایط، ممکن است برای ثبات مالی نظارت مستقیم و بیشتری موردنیاز باشد. علاوه بر این، اگر نظارت در سطح بین‌المللی هماهنگ شده باشد تأثیر بیشتری خواهد داشت.

بنابراین، اتحادیه اروپا در نظر دارد به ادامه نظارت بر حجم مبادلات و نرخ ارز مهم‌ترین پول‌های مجازی و همچنین ارتباطات آن‌ها با بخش مالی «ستی» پردازد. (ECB, 2015)

لوسوا<sup>۱</sup>(۲۰۱۶) در مقاله‌ای تحت عنوان «بیت‌کوین: آنالیز رگرسیونی تأثیر ارزهای مجازی بر اقتصاد روسیه»، با در نظر گرفتن داده‌های سری زمانی و روش اقتصادسنجی GRETl به بررسی تأثیرات افزایش بیت‌کوین‌های در گردش در اقتصاد کشور روسیه پرداخته است. نتیجه حاصل چنین است که با افزایش تعداد بیت‌کوین‌های در گردش، میزان عرضه روبل کاهش یافته و تورم نیز کاهش می‌یابد.

### ۳. ساختار الگوی تحقیق

هدف اصلی این مطالعه بررسی نقش پول‌های مجازی بر درآمد حق‌الضرب است. برای این منظور ساختاری به صورت زیر در نظر گرفته شده است: در بخش اول خانوارها قرار دارند که به دنبال حداکثرسازی تابع مطلوبیت خود بر اساس یک الگوی پول در تابع مطلوبیت (MIU) هستند. در این رویکرد خانوارها در سبد دارایی خود هم پول نقد نگهداری می‌کنند و هم پول مجازی. در بخش دوم بنگاه‌های نهایی و واسطه‌ای وجود دارند که در شرایط رقابتی و رقابت انحصاری عمل می‌کنند. در بخش سوم دولت قرار دارد. در این رویکرد به واسطه وجود

پول‌های مجازی (رمزپول‌ها) دولت، حق آقایی (حق‌الضرب) خود را از دست داده و امکان برطرف کردن کسری بودجه خود را به واسطه چاپ پول سنتی نخواهد داشت. در این مطالعه به منظور لحاظ کردن بخش درآمدهای دولت، فرض می‌شود که در مقابل کاهش درآمد ناشی از حق‌الضرب برای دولت وی اقدام به مالیات‌ستانی کرده است. همچنین بانک مرکزی در این مطالعه رشد پول را با توجه به قاعده پولی بهینه انجام می‌دهد.

### ۳-۱. خانوارها

این مدل، دو گروه خانوار به عنوان نماینده بخش خصوصی در نظر گرفته شده است که گروه اول به دلیل توانایی مالی بالاتر قادر به سرمایه‌گذاری در حوزه انرژی و سایر دارایی‌های مالی بوده اما گروه دوم وارد سرمایه‌گذاری در این حوزه نشده و تنها درآمد ناشی از مانده نقدی و نیروی کار داشته و صرف مخارج مصرفی خود و نگهداری مانده نقدی می‌کنند. بنابراین، برای هر یک تابع مطلوبیت و قید بودجه مربوط به آن تعریف شده و سپس، مسأله حداکثرسازی انجام شده است. از سوی دیگر، در این تابع پول نیز وارد شده و بر این اساس، تابع مطلوبیت به MIU تبدیل می‌شود. هر خانوار مطلوبیت طول عمر خود را با انتخاب مصرف گروه اول  $C_{u,t}$ ، سرمایه‌گذاری  $I_{u,t}$ ، اوراق قرضه دولتی  $B_{u,t}$ ، موجودی سرمایه  $K_{u,t}$  و تراز حقیقی پول با در نظر گرفتن تابع مطلوبیت (۱) حداکثر می‌کند:

$$\max E_t \sum_{t=0} \beta^t \left[ \frac{C_{u,t+i}^{1-\sigma_c}}{1-\sigma_c} + \frac{\gamma}{1-b} \left( \frac{M_{u,t+i}}{P_{t+i}} \right)^{1-b} - \frac{1}{1+\sigma_{1u}} (L_{u,t+i})^{1+\sigma_{1u}} \right] \quad (1)$$

که  $\beta$  عامل تنزیل،  $\sigma_c$  معکوس کشش جانشینی بین زمانی،  $\sigma_{1u}$  معکوس کشش کار نسبت به دستمزد حقیقی،  $b$  کشش تراز حقیقی پول،  $L_{u,t+i}$  نیروی کار خانوار دارای توان مالی،  $C_{u,t+i}$  کل مصرف خانوار،  $M_t$  پایه پولی است. این بهینه‌سازی با توجه به دو محدودیت خط بودجه و انباشت سرمایه طبق رابطه (۲) انجام می‌شود:

$$C_{u,t} + I_{u,t} + \frac{M_{u,t}}{P_t} + \frac{B_{u,t}}{P_t} + \frac{B_{u,t}}{P_t} + T_{u,t} = \frac{W_{u,t}}{P_t} I_{u,t} + R_t K_{u,t-1} + \frac{D_{0,t}}{P_t} + \frac{M_{u,t-i}}{P_t} + \frac{B_{u,t-1}}{P_t} + (1+r_t) \frac{B_{u,t-i}}{P_t} \quad (2)$$

که  $D_{0,t}$  سود توزیع شده بنگاه‌ها به خانوارهای دارای توان مشارکت مالی،  $P_t$  سطح کل قیمت،  $B_{u,t}$  بازده بدون ریسک اوراق قرضه دولتی،  $r_t$  بازده حقیقی خالص



اوراق قرضه،  $T_{u,t}$  مالیات‌های پرداختی خانوارهای دارای توان مشارکت مالی،  $W_{u,t}$  دستمزد اسمی خانوارهای دارای توان مشارکت مالی،  $\frac{M_t}{P_t}$  تراز حقیقی پول،  $\frac{B_{u,t}}{P_t}$  مقدار بیت‌کوین نگهداری شده و  $R_t$  نرخ حقیقی اجاره سرمایه هستند.

انباشت سرمایه خانوارهای دارای توان مشارکت مالی (دومین محدودیت خانوارها)، به صورت رابطه (۳) است:

$$K_{u,t+1} = I_{u,t} + (1 - \delta_u)K_{u,t} \quad (3)$$

$\delta_u$  استهلاک سرمایه است. بهینه‌سازی مصرف‌کننده (معادله ۱) با توجه به قید بودجه (معادله ۲) و معادله (۳) انجام می‌شود. خانوارهایی که دارای توان مالی برای مشارکت در سرمایه‌گذاری نیستند و در بازار سرمایه و دارایی حضور نداشته و بر این اساس، همه درآمد قابل تصرف خود را بعد از کسر مالیات مصرف می‌کنند. از سوی دیگر، خانوارهایی که دارای توان مالی برای مشارکت در سرمایه‌گذاری هستند پول نگه می‌دارند و از این رو، تابع مطلوبیتشان به صورت رابطه (۴) است:

$$\max E_t \sum_{t=0} \beta^t \left[ \frac{(C_{r,t+i})^{1-b}}{1-\sigma_c} + \frac{\gamma}{1-b} \left( \frac{M_{r,t+i}^{1-b}}{P_t} \right) - \frac{1}{1+\sigma_1} (L_{r,t+i}^{1+\sigma_1}) \right] \quad (4)$$

اگر مصرف و نیروی کار خانوارهای گروه دوم با  $C_r$  و  $L_r$  نشان داده شود، این

بهینه‌سازی با استفاده از دو محدودیت و روابط (۵) و (۶) صورت می‌گیرد:

$$C_{r,t} + I_{r,t} + \frac{M_{r,t}}{P_t} + T_{r,t} = \frac{W_{r,t}}{P_t} I_{r,t} + R_t K_{r,t-1} + \frac{D_{a,t}}{P_t} + \frac{M_{r,t-1}}{P_t} \quad (5)$$

$$K_{r,t+1} = I_{r,t} + (1 - \delta_r)K_{r,t} \quad (6)$$

مسئله تصمیم‌گیری خانوارها در دو مرحله انجام می‌شود. در مرحله اول، مصرف‌کننده ترکیبی از کالاهای مصرفی را به گونه‌ای انتخاب می‌کند که هزینه‌اش حداقل شود. در مرحله دوم، هدف خانوار انتخاب مقادیر بهینه‌ای مصرف، عرضه نیروی کار و دارایی‌های مالی (از جمله پول) است. فرض می‌شود سبد کالاهای مصرفی داخلی و خارجی برای هر دو نوع خانوار یکسان است و بنابراین، در این حالت می‌توان تابع CES را برای این دو نوع کالا را به صورت رابطه (۷) نوشت:

$$C_t = \left[ (1 - \gamma) \frac{1}{\eta} (C_{a,t})^{\frac{\eta-1}{\eta}} + \gamma \frac{1}{\eta} (C_{0,t})^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (7)$$

در رابطه بالا  $\eta_0$  کشش جانشینی بین کالاهای داخلی ( $C_{a,t}$ ) و خارجی ( $C_{0,t}$ )

است و سهم کالای خارجی در مصرف خانوارها است. از سوی دیگر رابطه  $C_{a,t}$  و  $C_{0,t}$  به صورت روابط (۸) و (۹) تعریف می شوند:

$$C_{0,t} = \left[ (1 - \gamma_0)^{\frac{1}{\eta_0}} (C_{0,t}^d)^{\frac{\eta_0-1}{\eta_0}} + (\gamma_0)^{\frac{1}{\eta_0}} (C_{0,t}^m)^{\frac{\eta_0-1}{\eta_0}} \right]^{\frac{\eta_0}{\eta_0-1}} \quad (۸)$$

$$C_{a,t} = \left[ (1 - \gamma_a)^{\frac{1}{\eta_a}} (C_{a,t}^d)^{\frac{\eta_a-1}{\eta_a}} + (\gamma_a)^{\frac{1}{\eta_a}} (C_{a,t}^m)^{\frac{\eta_a-1}{\eta_a}} \right]^{\frac{\eta_a}{\eta_a-1}} \quad (۹)$$

مصرف کننده این دو نوع کالا را طوری انتخاب می کند که هزینه مصرفی اش حداقل شود. بنابراین، در این حالت نیز هدف انتخاب ترکیب مناسب دو کالای داخلی و خارجی و در گام بعدی ترکیب بهینه کالای مصرفی داخلی و وارداتی این دو کالا است. با توجه به این بهینه سازی، دو رابطه (۱۰) و (۱۱) حاصل می شود:

$$C_{a,t} = (1 - \gamma) \left[ \frac{P_{a,t}^c}{P_t^c} \right]^{-\eta} C_t \quad (۱۰)$$

$$C_{0,t} = (1 - \gamma) \left[ \frac{P_{0,t}^c}{P_t^c} \right]^{-\eta} C_t \quad (۱۱)$$

حال اگر رابطه های بالا در رابطه (۷) قرار گیرند، شاخص قیمت مصرف کننده به صورت رابطه (۱۲) به دست می آید:

$$P_t^c = (1 - \gamma) \left[ (P_{a,t}^c)^{1-\eta} + (P_{0,t}^c)^{1-\eta} \right]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (۱۲)$$

ترکیب دو کالای مصرف داخلی و وارداتی به صورت روابط (۱۳) و (۱۴) خواهد بود:

$$C_{0,t}^d = (1 - \gamma_0) \left[ \frac{P_{0,t}^{cd}}{P_{0,t}^c} \right]^{-\eta_0} C_{0,t} \quad (۱۳)$$

$$C_{0,t}^m = \gamma_0 \left[ \frac{P_{0,t}^{im}}{P_{0,t}^c} \right]^{-\eta_0} C_{0,t} \quad (۱۴)$$

با توجه به وجود صادرات و واردات در مدل (و به تبع آن، وجود نرخ ارز در مدل)، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی به صورت باز درمی آید. قیمت کالای وارداتی مصرفی نیز به صورت رابطه (۱۵) تعریف می شود:

$$P_{0,t}^{im} = P_{0,t}^m * ex_t \quad (۱۵)$$

در رابطه بالا  $P_{0,t}^{im}$  قیمت کالای وارداتی به ریال،  $P_{0,t}^m$  قیمت کالای وارداتی به دلار و  $ex_t$  نرخ ارز اسمی است. همچنین، قیمت وارداتی به صورت فرایند خودرگرسیون مرتبه اول رابطه (۱۶) تعریف می شود:

$$\log(P_{0,t}^m) = \rho_{m0,t} \log(P_{0,t-1}^m) + (1 - \rho_{m0,t}) \log(P_0^m) + \varepsilon_{0,t}^m \quad (16)$$

که در آن،  $\rho_{m0,t}$  ضریب فرایند خودرگرسیون قیمت وارداتی است. نرخ ارز حقیقی ( $S_t^r$ ) نیز به صورت رابطه (۱۷) محاسبه می‌شود:

$$S_t^r = ex_t * \frac{P_{0,t}^m}{P_t^c} \quad (17)$$

در رابطه فوق،  $P_{0,t}^m$  قیمت کالای وارداتی و  $P_t^c$  شاخص قیمت مصرف‌کننده داخلی است. در گام بعد باید قیمت کالای خارجی را نیز تعیین کرد. برای این کار روابط (۱۳) و (۱۴) را در رابطه (۱۸) به دست می‌آید:

$$P_{0,t}^c = (1 - \gamma_0) \left[ (P_{0,t}^{cd})^{1-\eta_0} + \gamma_0 (P_{0,t}^{im})^{1-\eta_0} \right]^{\frac{1}{1-\eta_0}} \quad (18)$$

اگر همین فرآیند برای تولید داخل و وارداتی انجام شود، تقاضای مصرف داخلی، تقاضای وارداتی و ترکیب قیمت کالای تولیدی به صورت روابط (۱۹) و (۲۰) خواهد بود:

$$C_{a,t}^d = (1 - \gamma_0) \left[ \frac{P_{a,t}^{cd}}{P_{a,t}^c} \right]^{-\eta_a} C_{a,t} \quad (19)$$

$$C_{0,t}^m = \gamma_0 \left[ \frac{P_{0,t}^{im}}{P_{0,t}^c} \right]^{-\eta_0} C_{a,t} \quad (20)$$

$$P_{a,t}^c = \left[ (1 - \gamma_a) (P_{a,t}^{cd})^{1-\eta_a} + (P_{a,t}^{im})^{1-\eta_a} \right]^{\frac{1}{1-\eta_a}} \quad (21)$$

حال باید قیمت کالای وارداتی را تعیین کرد. از آنجا که کالاهای ضروری وارداتی مشمول یارانه هستند، در این تبدیل، توان ( $\gamma_m$ ) بیانگر نرخ یارانه است.

$$P_{a,t}^{im} = (P_{a,t}^m * ex_t)^{1-\gamma_m} \text{ and } 0 < \gamma_m < 1 \quad (22)$$

افزون بر آن، قیمت وارداتی  $P_{a,t}^m$  را می‌توان به صورت خودرگرسیون مرتبه اول رابطه (۲۳) تعریف کرد:

$$\log(P_{a,t}^m) = \rho_{ma,t} \log(P_{a,t-1}^m) + (1 - \rho_{ma,t}) \log(P_a^m) + \varepsilon_{a,t}^m \quad (23)$$

در رابطه بالا ضریب فرایند خودرگرسیون قیمت وارداتی است.

### ۲-۳. بنگاه‌ها

بلوک تولید در این مطالعه شبیه ادبیات کینزی جدید است. تولید در اقتصاد توسط دو بخش انجام می‌شود. بخش اول بنگاه‌های فعال در اقتصاد هستند که به دنبال سرمایه‌گذاری و استفاده از امکانات زیربنایی در بخش انرژی بوده و از دارایی‌های

این بخش به دنبال سودآوری و مشارکت با بخش دولتی هستند. بخش دوم سایر بنگاه های تولیدی هستند که در حوزه های دیگر مشغول به فعالیت هستند.

### ۳-۱. بنگاه تولیدکننده کالای متعارف

در این بخش چنین فرض می شود که تولید  $Y_{0,t}$  توسط مجموعه ای از بنگاه ها با استفاده از تابع کشش جانشینی ثابت تولید می شود. یعنی:

$$Y_{0,t} = \left[ \int_0^1 (Y_{0,jt})^{\frac{\theta_0-1}{\theta_0}} dj \right]^{\frac{\theta_0}{\theta_0-1}} \quad (24)$$

در این رابطه  $\theta_0$  کشش جانشینی بین کالاهای واسطه و بزرگتر از یک است. همچنین، تقاضا برای نهاده واسطه بخش از بهینه سازی سود تولیدکننده به صورت رابطه (۲۵) به دست می آید:

$$Y_{0,jt} = \omega_N \left[ \frac{P_{0,t}^P}{P_{0,t}^P} \right]^{-\theta_0} Y_{0,t} \quad (25)$$

همچنین قیمت تولیدکننده کالای مربوط به حوزه سرمایه گذاری در بخش انرژی عبارت است از:

$$P_{0,t}^P = \left[ \int_0^1 (P_{0,jt}^P)^{1-\theta_0} dj \right]^{\frac{1}{1-\theta_0}} \quad (26)$$

در این بخش فرض می شود  $Y_{0,t}$  تولید شامل تولید بنگاه های داخل و وارداتی بوده و در این حالت از ترکیب این دو کالا با استفاده از تابع کشش جانشینی ثابت تولید کل بخش سرمایه گذاری در بخش انرژی تعیین می شود. یعنی:

$$Y_{0,t} = \left[ (1 - \omega_0)^{\frac{1}{\eta_0}} (Y_{0,t}^d)^{\frac{\eta_0-1}{\eta_0}} + (\omega_0)^{\frac{1}{\eta_0}} (Y_{0,t}^m)^{\frac{\eta_0-1}{\eta_0}} \right]^{\frac{\eta_0}{\eta_0-1}} \quad (27)$$

در رابطه بالا،  $\eta_0$  کشش بین کالاهای وارداتی و کالاهای تولید داخلی برای مصرف داخلی و  $\omega_0$  سهم کالای وارداتی در کل تولید کالای داخلی است. بنگاه  $Y_{0,t}^m$  و  $Y_{0,t}^d$  را به گونه ای انتخاب می کند که سودش را حداکثر سازد. با این حداکثرسازی، تولید داخلی و وارداتی به صورت روابط (۲۸) و (۲۹) تعیین می شود:

$$Y_{0,t}^d = (1 - \omega_0) \left[ \frac{P_{0,t}^{Pd}}{P_{0,t}^P} \right]^{-\eta_0} Y_{0,t} \quad (28)$$

$$Y_{0,t}^m = (\omega_0)^{\frac{1}{\mu_0}} \left[ \frac{P_{0,t}^{im}}{P_{0,t}^P} \right]^{-\eta_0} Y_{0,t} \quad (29)$$

حال اگر معادلات بالا در معادله تولید بخش سرمایه گذاری در بخش انرژی

جایگزین شوند، معادله قیمت تولیدکننده به صورت رابطه (۳۰) به دست می‌آید:

$$P_{0,t}^P = \left[ (1 - \omega_0)(P_{0,t}^{Pd})^{1-\eta_0} \right]^{\frac{1}{1-\eta_0}} \quad (30)$$

در گام بعدی کالای واسطه‌ای  $Y_{0,jt}$  نیز با استفاده از تابع کاب-داگلاس تولید می‌شود.

### ۳-۲-۲. بنگاه سرمایه‌گذار در بخش انرژی

برای درست انجام دادن تحلیل در بخش سرمایه‌گذاری در بخش انرژی، در این بخش فرض می‌شود که قسمتی از تولید خدمات ارایه شده توسط بنگاه‌ها در داخل مصرف شده و بخش دیگری توسط افراد خارجی استفاده می‌شود. در این حالت نیز از ترکیب این کالاها با کشش جانشینی ثابت، تولید کل بنگاه‌های سرمایه‌گذار در این بخش به صورت رابطه (۳۱) شکل می‌گیرد:

$$Y_{a,t} = \left[ (1 - \omega_a)^{\frac{1}{\mu_a}} (Y_{a,t}^d)^{\frac{\mu_a-1}{\mu_a}} + (\omega_a)^{\frac{1}{\mu_a}} (Y_{a,t}^m)^{\frac{\mu_a-1}{\mu_a}} \right]^{\frac{\mu_a}{\mu_a-1}} \quad (31)$$

در رابطه بالا  $\mu_a$  کشش بین کالاها و خدمات مصرفی توسط افراد داخلی و خارجی بوده و  $\gamma_a$  سهم کالای داخلی و خارجی مورد استفاده در کل تولید کالا و خدمات مورد استفاده در این حوزه است. بنگاه  $Y_{a,t}^m$  و  $Y_{a,t}^d$  را طوری انتخاب می‌کند که سودش را حداکثر سازد. با این کار، تولید کالای داخلی به صورت روابط (۳۲) و (۳۳) به دست می‌آید:

$$Y_{0,t}^d = (1 - \omega_0) \left[ \frac{P_{a,t}^{pd}}{P_{a,t}^p} \right]^{-\eta_a} Y_{a,t} \quad (32)$$

$$Y_{a,t}^m = (\omega_0)^{\frac{1}{\eta_0}} \left[ \frac{P_t^m}{P_{a,t}^p} \right]^{-\eta_a} Y_{a,t} \quad (33)$$

حال اگر دو معادله‌ی فوق در تابع تولید قرار گیرند، قیمت کالاها و خدمات تولید شده توسط سرمایه‌گذاران در این بخش به صورت رابطه (۳۴) به دست می‌آیند:

$$P_{a,t}^p = \left[ (1 - \omega_a)(P_{a,t}^{pd})^{1-\eta_0} + (\omega_a)(P_t^m)^{1-\eta_0} \right]^{\frac{1}{1-\eta_0}} \quad (34)$$

در گام بعد بنگاه‌ها کالاها را با استفاده از تکنولوژی کشش جانشینی ثابت با هم ترکیب می‌کنند:

$$Y_{a,t}^d = \left( \int_0^1 Y_{a,jt}^d \frac{\theta_a - 1}{\theta_a} d_j \right)^{\frac{\theta_a}{\theta_a - 1}} \quad (35)$$

در این رابطه  $\theta_a$  کشش جانشینی بین کالاهای واسطه‌ای است. بنابراین، مسأله بهینه‌سازی تولیدکننده با توجه به قید بالا انجام می‌شود:

$$Y_{a,jt}^d = \left( \frac{p_{a,jt}^{pd}}{p_{a,t}^{pd}} \right)^{-\theta_a} Y_{a,t}^d \quad (36)$$

قیمت کالای ساخته‌شده نیز به صورت رابطه (۳۷) است:

$$P_{a,t}^{pd} = \left( \int_0^1 P_{a,jt}^{pd} \theta_a^{-1} d_j \right)^{\frac{1}{1-\theta_a}} \quad (37)$$

اکنون مسأله بعدی این است که تولید  $Y_{a,jt}^d$  بنگاه‌ها چگونه انجام می‌شود؟ به پیروی از مطالعات انجام شده، در این مطالعه نیز از تابع کاب-داگلاس با نهاده‌های نیروی کار  $L_{a,jt}$  موجودی سرمایه  $K_{a,jt}$  است. بنابراین، تابع به شکل رابطه (۳۸) خواهد شد:

$$Y_{a,jt}^d = A_{a,t} (K_{a,jt})^{\alpha_d} (L_{a,jt})^{\gamma_d} \quad (38)$$

که در آن  $\alpha_d$ ،  $\gamma_d$  کشش سرمایه و نیروی کار در تولید هستند.  $A_{a,t}$  نیز شوک بهره‌وری است که به صورت برون‌زا تعیین شده و از فرآیند خودرگرسیون به شکل رابطه (۳۹) پیروی می‌کند:

$$\log A_{a,t} = \rho_a \log(A_{a,t-1}) + (1 - \rho_a) \log(A_a) + \varepsilon_{a,t} \quad (39)$$

در رابطه بالا  $A_a = 0$  بوده و مقدار حالت پایدار  $A_{a,t}$  است.

در گام دوم، تولیدکننده کالای واسطه به دنبال حداکثر ساختن سودش است. یعنی بنگاه قیمت کالای تولیدی را طوری انتخاب می‌کند که سود آن بهینه شود. در این قسمت نیز بحث چسبندگی قیمت کالو-یوان وارد شده است. در این نوع قیمت‌گذاری برخی از بنگاه‌ها  $(1 - \omega^a)$  می‌توانند قیمتشان را تعدیل کنند  $(P_{a,jt}^{*pd})$ . در غیر این صورت، بنگاه‌ها درصدی از تورم گذشته را به قیمت جاری  $|P_{a,jt}^p = \pi_{t-1} P_{a,jt-1}^p|$  اضافه می‌کنند. در نهایت، تورم تولیدکننده در حالت چسبندگی قیمت به صورت رابطه (۴۰) خواهد بود:

$$\pi_{a,t} = \bar{\kappa}^a \hat{\varphi}_{a,t} + \frac{\beta^a}{1+\beta^a} E_t \pi_{a,t+1} + \frac{1}{1+\beta^a} \pi_{a,t-1} \quad (40)$$

$$\bar{\kappa}^a = \frac{(1 - \omega_i^a)(1 - \omega_i^a \beta)}{\omega_i^a}$$

### ۳-۳. بخش دولت و مقام پولی

به دلیل عدم استقلال بانک مرکزی در ایران، نمی‌توان دولت و بانک مرکزی را به صورت دو بخش مجزا مدل‌سازی کرد؛ بلکه باید هر دو بخش در یک چارچوب در نظر گرفته شده و فرض می‌شود هدف دولت، توازن بودجه است. در این خصوص بانک مرکزی نیز به گونه‌ای عمل می‌کند که دولت به هدف اصلی خود دست یابد. همچنین، به دلیل آن‌که هدف بانک مرکزی حفظ ثبات قیمت‌ها و افزایش رشد اقتصادی است، همزمان با آن می‌کوشد با سیاست‌گذاری پولی خود به این دو هدف نیز دست یابد. با این توضیحات، قید بودجه دولت به صورت

رابطه (۴۱) است که طرف چپ آن مخارج و طرف راست آن درآمد است:

$$g_t + (1 + i_{t-1}) \frac{b_{t-1}}{\pi_t} = \frac{ex_t * or_t}{P_t} + T_t + b_t + Sin_t + \left( \frac{DC_t - DC_{t-1}}{P_t} \right) \quad (41)$$

که در آن،  $g_t$  هزینه مصرفی دولت،  $b_{t-1}$  اوراق قرضه دوره قبل،  $T_t$  مالیات خانوار،  $b_t$  میزان اوراق قرضه در این دوره،  $DC_t - DC_{t-1}$  خالص بدهی بخش دولتی به بانک مرکزی،  $Sin_t$  درآمدهای حق‌الضرب دولت و  $or_t$  درآمدهای ارزی نفتی است. هزینه‌های دولتی نیز عبارت است از مصرف و سرمایه‌گذاری دولتی که به صورت رابطه (۴۲) است:

$$g_t = c_{gt} + I_{gt} \quad (42)$$

همچنین مصرف دولتی از فرآیند اتو رگرسیون مرتبه اول پیروی می‌کند:

$$\log c_{g,t} = \rho_g \log(c_{g,t-1}) + (1 - \rho_g) \log(c_g) + \varepsilon_{g,t} \quad (43)$$

از سوی دیگر، پایه پولی و رشد پایه پولی نیز از روابط (۴۴) و (۴۵) به دست می‌آیند:

$$M_t = ex_t \times FR_t + DC_t \quad (44)$$

که در آن،  $M_t$  پایه پولی،  $DC_t$  خالص بدهی داخلی به بانک مرکزی،  $FR_t$  خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی و  $ex_t$  نرخ ارز رسمی است.

$$M_t - M_{t-1} = (DC_t - DC_{t-1}) + (ex_t FR_t - ex_{t-1} FR_{t-1}) - RCB_t \quad (45)$$

در رابطه بالا،  $M_t - M_{t-1}$  رشد پایه پولی و  $RCB_t$  تغییر ذخایر بانک مرکزی به دلیل تغییر نرخ ارز است. همچنین، ذخایر بین‌المللی نیز به شکل رابطه (۴۶) تعریف می‌شود:

$$ex_t FR_t = ex_{t-1} FR_{t-1} + Y_t^x - Y_t^m \quad (46)$$

انباشت دارایی‌های خارجی بانک مرکزی شامل دارایی‌های خارجی  $FR_{t-1}$  دوره قبل به علاوه صادرات (نفث  $ex_t or_t$  و کالاهای غیرنفثی  $Y_{a,t}^{ex}$ ) منهای واردات (شامل کالاهای مصرفی متعارف  $Y_{a,t}^m$ ، کالاهای سرمایه‌ای  $Y_{0,t}^m$ ) است. بازار کالاهای نهایی وقتی در تعادل است که تولید با تقاضا برابر باشد؛ یعنی:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + Y_t^x - Y_t^m \quad (47)$$

$$\hat{y}_t = \left(\frac{C}{Y}\right) \hat{c}_t + \left(\frac{I}{Y}\right) \hat{i}_t + \left(\frac{G}{Y}\right) \hat{g}_t + \left(\frac{or}{Y}\right) (\hat{or}_t + sr) + \left(\frac{Y^{xa}}{Y}\right) (sr + \hat{y}_t^{xa} + \hat{y}_t^x) - \left(\frac{Y^m}{Y}\right) \hat{y}_t^m$$

#### ۴. برآورد الگوی تجربی

در این تحقیق برای برآورد پارامترهای مدل از روش بیزین استفاده می‌شود که در آن مقادیر اولیه برای پارامترها به عنوان توزیع پیشین تعیین می‌شود و این مقادیر اولیه با نتایج برآورد حداکثر درست‌نمایی بر اساس داده‌های واقعی ترکیب می‌شود. اگر اطلاعات اولیه در توزیع پیشین کامل و دقیق بوده و تخمین حداکثر درست‌نمایی نتواند کمکی به تخمین مدل کند روش بیزین تبدیل به کالیبراسیون (درجه‌بندی) می‌شود. اما اگر اطلاعات توزیع پیشین کاملاً نادرست و غیر دقیق بوده باشد روش بیزین تبدیل به روش حداکثر درست‌نمایی می‌شود. در حالت بینابینی روش بیزین تلفیقی از دو روش کالیبراسیون و حداکثر درست‌نمایی است.

داده‌های استفاده شده در این مطالعه به صورت داده‌های تعدیل فصلی شده برای ۱۳۶۸-۱۳۹۷ شامل متغیرهای تولید ناخالص داخلی حقیقی به قیمت سال ۱۳۸۳، شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI)، درآمدهای حقیقی نفتی، مخارج حقیقی دولت، مخارج حقیقی جاری و عمرانی دولت، درآمدهای مالیاتی، حجم معاملات بیت‌کوین و قیمت بیت‌کوین، اسکناس و مسکوک در جریان و حجم پایه پولی است. که تمامی داده‌ها از بانک اطلاعات سری زمانی بانک مرکزی و وب سایت ارز دیجیتال<sup>۱</sup> استخراج گردیده است. برای متغیرهایی مانند تورم و نرخ رشد پایه

1. <https://coinmarketcap.com/>



پولی بر اساس تعریف نرخ رشد در مکتب کینزی جدید، از نسبت لگاریتمی متغیر در دوره  $t$  به متغیر در دوره  $t-1$  استفاده شده است. برای محاسبه مقادیر لگاریتم خطی شده متغیرها (انحراف از وضعیت پایدار متغیرها) با استفاده از فیلتر هودریک-پرسکات (HP) با  $\lambda = 677$  اجزای سیکلی، لگاریتم داده‌ها استخراج گردیده است. در گام اول نتایج متغیرها در حالت با ثبات در جدول ۱ نشان داده شده است:

جدول ۱. متغیرها در حالت با ثبات

مقدار	تعریف	متغیر
۰,۵۳۱	نسبت مصرف کل به تولید ناخالص داخلی	$\frac{C}{Y}$
۰,۲۴۱	نسبت سرمایه‌گذاری به تولید ناخالص داخلی	$\frac{I}{Y}$
۰,۳۴۵	نسبت سرمایه‌گذاری در بخش انرژی به تولید ناخالص داخلی	$\frac{E}{Y}$
۰,۲۳۲	نسبت مخارج دولت به تولید ناخالص داخلی	$\frac{G}{Y}$
۰,۱۳۴	نسبت درآمدهای نفتی به تولید ناخالص داخلی	$\frac{O}{Y}$
۰,۰۷۸	نسبت درآمدهای نفتی به ذخایر ارزی	$\frac{O}{ER}$
۰,۰۱۴	نرخ استهلاک	$\delta$
۰,۲۳۳	نسبت کل واردات به تولید ناخالص داخلی	$\frac{IM}{Y}$
۰,۵۷۵	نسبت تولید قابل تجارت به تولید ناخالص داخلی	$\frac{YN}{Y}$

منبع: محاسبات محقق

در گام دوم باید توزیع، میانگین و انحراف معیار پیشین<sup>۱</sup> که برای پارامترها در نظر گرفته می‌شود، تعیین گردد. نتایج حاصل از برآورد بیزی پارامترها و انحراف معیار آنان (یعنی میانگین و انحراف معیار پسین<sup>۲</sup>) در جدول ۲ ارائه شده‌اند. برآورد مدل‌ها در فضای برنامه dynare تحت نرم‌افزار MATLAB صورت گرفته است.

- 
1. Prior mean and standard deviation
  2. Posterior mean and standard deviation

جدول ۲. توزیع پیشین و پسین پارامترهای مدل

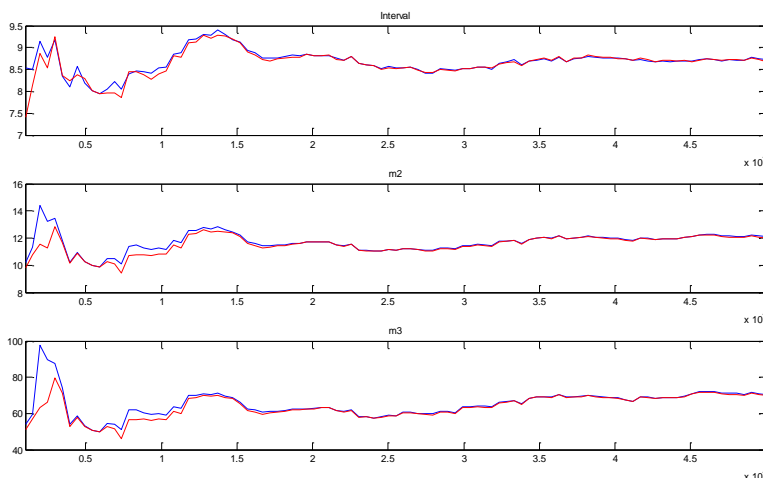
توزیع پیشین و پسین پارامترهای مدل					
نام پارامتر	توضیحات	نوع توزیع	میانگین پیشین	میانگین پسین	منبع
$\beta$	نرخ تنزیل بین دوره‌ای ذهنی خانوار	بتا	۰,۹۶۸	۰,۹۶۷	کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)
$\eta$	کشش جانشینی بین پول سنتی و پول مجازی	نرمال	۰,۵۷	۰,۴۹	محاسبات محقق (۱۳۹۷)
$\gamma_1$	سهم پول سنتی از کل دارایی افراد	بتا	۰,۴	۰,۳۹	محاسبات محقق (۱۳۹۷)
$\gamma_2$	سهم پول مجازی از کل دارایی افراد	بتا	۰,۱۴	۰,۱۸	محاسبات محقق (۱۳۹۷)
$\rho_b$	ضریب فرایند خودرگرسیون حجم معاملات بیت کوین	بتا	۰,۹	۰,۸۹	محاسبات محقق (۱۳۹۷)
$\sigma_L$	معکوس کشش نیروی کار فریش	گاما	۲,۸۹۱	۲,۲۵۶	محاسبات محقق (۱۳۹۷)
$\sigma_M$	معکوس کشش تراز حقیقی پول	گاما	۱,۰۷۲	۱,۵۸	کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)
$\lambda_\pi$	ضریب حساسیت بانک مرکزی به تورم در تابع عکس‌العمل پولی	نرمال	-۰,۹۸۹	-۱,۴۲	کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)
$\lambda_\gamma$	ضریب حساسیت بانک مرکزی به تولید در تابع عکس‌العمل پولی	نرمال	-۲,۹۶۷	-۲,۳۴	کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)
$\theta_E$	پارامتر چسبندگی قیمت کالوو	بتا	۰,۷۵	۰,۴۴	بنخودجا (۲۰۱۱)
$\sigma_{oilr}$	انحراف معیار شوک درآمد نفت	گامای معکوس	۰,۰۴۲۷	۰,۴۶	کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)
$\sigma_{tax}$	انحراف معیار شوک درآمد مالیاتی	گامای معکوس	۰,۰۳۵۶	۰,۴۲	محاسبات محقق (۱۳۹۷)
$\sigma_{mb}$	انحراف معیار شوک عرضه پول	گامای معکوس	۰,۰۹۳۰	۰,۰۴۲	محاسبات محقق (۱۳۹۷)
$\rho^a$	ضریب خود رگرسیون شوک تکنولوژی	گاما	۰,۸	۰,۹۰۴	آکوستا و همکاران <sup>۱</sup> (۲۰۰۹)
$\sigma_{gc}$	انحراف معیار شوک مخارج جاری	گامای معکوس	۰,۰۹۲۱	۰,۷۴	محاسبات محقق (۱۳۹۷)
$\sigma_{gl}$	انحراف معیار شوک مخارج عمرانی	گامای معکوس	۰,۲۴۸۰	۰,۴۵	محاسبات محقق (۱۳۹۷)
$\sigma_{bv}$	انحراف معیار شوک حجم معاملات پول مجازی	گامای معکوس	۰,۰۱	۰,۰۹	محاسبات محقق (۱۳۹۷)
$\sigma_{bt}$	انحراف معیار شوک قیمت پول مجازی	گامای معکوس	۰,۰۱	۰,۴۶	محاسبات محقق (۱۳۹۷)
$\rho_{oilr}$	ضریب خود رگرسیون شوک درآمدهای نفت	بتا	۰,۲۶۱	۰,۲۶۵	کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)

کميجانی و توکلیان (۱۳۹۱)	۰,۵۵۲	۰,۸۹۹	بتا	ضريب خود رگرسيون شوک مخارج جاری دولت	$\rho_{gc}$
محاسبات محقق (۱۳۹۷)	۰,۹۸۱	۰,۸۵۲	بتا	ضريب خود رگرسيون شوک مخارج عمرانی دولت	$\rho_{gi}$
محاسبات محقق (۱۳۹۷)	۰,۹۰۴	۰,۸۹۷	بتا	ضريب خود رگرسيون نرخ رشد پول در تابع عکس‌العمل پولی	$\rho_{mg}$
کميجانی و توکلیان (۱۳۹۱)	۰,۴۲	۰,۹۶۷	بتا	ضريب خود رگرسيون تورم هدف ضمنی بانک مرکزی	$\rho_{\pi^*}$

منبع: محاسبات محقق

یکی از نتایج مهم داینر، ارایه آزمون تشخیصی جهت بررسی صحت و درستی برآوردهای حاصل شده از روش مونت-کارلو با زنجیره مارکوف (MCMC) است. داینر چندین بار شبیه‌سازی متروپولیس هستینگز<sup>۲</sup> 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. داینر سه شاخص با نام‌های  $m2$ ,  $m3$ , interval را از طریق نمودارهای MCMC ارایه می‌دهد که به ترتیب بیانگر فاصله اطمینان ۸۰ درصدی از میانگین، واریانس‌ها و گشتاور سوم پارامترها است. در نمودار ۱ نتایج آزمون بازتشخیصی چندمتغیره آورده شده است.

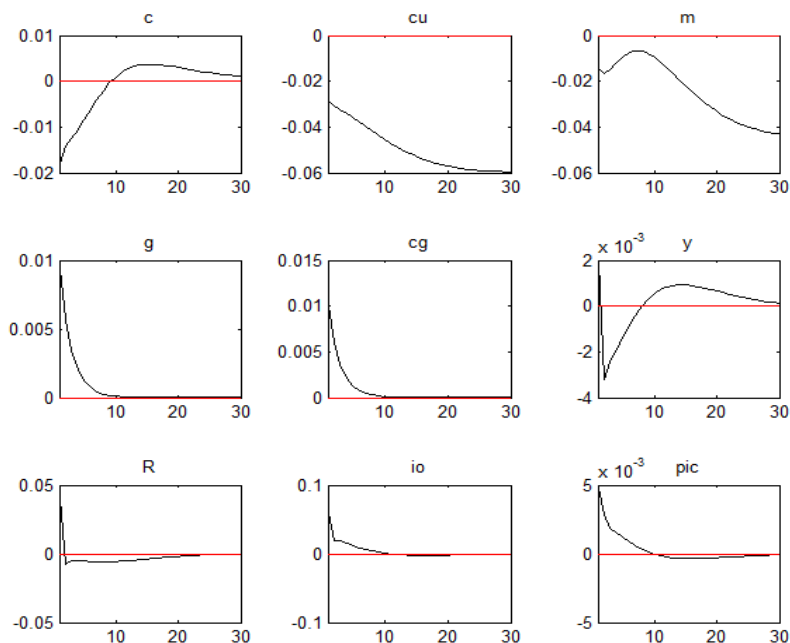
نمودار ۱. آزمون‌های بازتشخیصی چندمتغیره



1. Markov Chain Monte Carlo
2. Metropolis-Hastings simulation

نتایج این آزمون تشخیصی نشان می‌دهد که واریانس درون نمونه‌ای و بین نمونه‌ای به مقدار ثابتی همگرا شده‌اند که بیانگر صحت مناسب برآوردهای صورت گرفته از پارامترهای مدل با استفاده از روش بیزین دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود نمودار MCMC و همگرایی در سایر نمودارها نشان از خوبی برازش مدل دارد. پس از برآورد پارامترهای مدل، مرحله بعد استفاده از این پارامترها در مدل و شبیه‌سازی مدل برای اقتصاد ایران است. در این قسمت با قرار دادن نتایج حاصل از تخمین پارامترهای مدل تأثیر شوک وارد شده از ناحیه استفاده از رمزپول‌ها بر متغیرهای کلان اقتصادی رسم شده است.

نمودار ۲. نتایج حاصل از اثر شوک استفاده از پول‌های مجازی بر متغیرهای کلان اقتصادی



نتایج به دست آمده از شوک وارد شده از ناحیه تقاضای رمزپول (بیت‌کوین) بیانگر این است که میزان تقاضای پول نقدی توسط خانوارها کاهش یافته و افراد تمایل کمتری به نگهداری پول نقد دارند. از سوی دیگر به دلیل افزایش در عایدی ناشی از نگهداری رمزپول، منجر به افزایش در ثروت و درآمد افراد و افزایش در

مخارج مصرفی آنها شده است. با شوک وارد شده از ناحیه تقاضا برای رمزپول‌ها قدرت حق‌الضرب دولت ناشی از خلق پول و ایجاد مالیات تورمی در اقتصاد کاهش یافته است و دولت به منظور تأمین مخارج خود درآمدهای مالیاتی خود را از قبل نگهداری دارایی خانوارها افزایش داده است. همچنین نتایج به دست آمده بیانگر این بود که افزایش تقاضا برای رمزپول‌ها، منجر به افزایش در عرضه نیروی کار به خصوص به کارگیری زمان بیشتر برای استخراج این نوع پول‌ها می‌شود. در نهایت نتایج بیانگر این است که افزایش در تقاضا برای رمزپول‌ها و کاهش در تقاضای پول نقد سنتی، منجر به کاهش در نرخ تورم و افزایش در سطح تولید شده است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف مقاله حاضر بررسی اثر گسترش رمزپول‌ها (بیت‌کوین) بر تقاضای پول، حق‌الضرب و درآمدهای دولت با رویکرد مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) بود. برای این منظور از داده‌های سری زمانی فصلی ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۷ استفاده گردید. در مدل طراحی شده در این مقاله فرض شده که به دلیل استفاده از رمزپول‌ها، درآمد دولت از ناحیه چاپ پول کاهش می‌یابد، این امر منجر به این خواهد شد که دولت در قیمت انرژی (به خصوص انرژی صرف‌شده برای استخراج رمزپول‌ها) تجدیدنظر کرده و آن را با قیمت حداکثرکننده سود خود در بازار عرضه کند. در این مطالعه شوک ناشی از قیمت و حجم معاملات بیت‌کوین به عنوان شاخصی برای تقاضای پول‌های مجازی در نظر گرفته شده است. نتایج حاصله بیانگر این بود که با افزایش تقاضا برای رمزپول‌ها، تقاضای پول رسمی کاهش یافته، تورم کاهش یافته و به تبع آن درآمد ناشی از حق‌الضرب کاهش می‌یابد. همچنین نتایج بیانگر این موضوع بود که شوک وارد شده از ناحیه پول مجازی از کانال تغییر در قیمت انرژی، منجر به جبران بخشی از درآمدهای دولت خواهد شد، هر چند در بلندمدت اثرات رفاهی این سیاست معنی دار بوده است. با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهاد می‌شود: دولت و مقام پولی بستر استفاده از پول‌های مجازی را در حوزه دارای امنیت بالا از طریق ایجاد زیرساخت‌های

موردنیاز فراهم آورد. استفاده از رمزیپول‌ها می‌تواند از طریق تعدیل در انتظارات تورمی و تقاضای پول افراد منجر به کاهش در نرخ تورم و از طرفی درآمدهای مالیاتی دولت‌ها را از طریق کاهش در درآمد حق‌الضرب دولت افزایش دهد و اقتصاد را به سوی یک اقتصاد سیستمی حرکت دهد. سیستم پولی آینده متشکل از نظام ارزها و پول‌های چندگانه از جمله پول‌های دولتی، خصوصی، شرکتی و رمزیپول‌های داده باز خواهد بود که برای اهداف متفاوت استفاده خواهند شد. در کشور ما مدت کوتاهی است که موضوع بیت‌کوین مطرح شده است، آینده بیت‌کوین منوط به تأثیر و تأثر عوامل پیرامونی آن است؛ اما اگر بیت‌کوین موفق به تحقق آینده مطلوب ایجادکنندگان‌ش شود و یا اگر کاملاً از هم فروپاشد، در برهه کنونی تأثیرپذیری نظم جهانی از جنبش‌های فناورانه شواهد تاریخی به خود گرفته است، بنابراین مراکز سیاست‌پژوهی دنیا و کشورمان باید به طور مداوم تغییرات فناورانه این چنینی را رصد کنند تا در صورت نیاز با تدوین مقررات و اقدامات سیاستی به موقع، منافع کشورمان حفظ شود.

## پی‌نوشت‌ها

۱. تراکنش‌ها به واسطه سوم مانند بانک‌هایی چون بانک ملی یا پی‌پال نیاز ندارند.
۲. کد رایانه‌ای کنترل‌کننده آن برای دید عموم مردم قابل مشاهده است.
۳. پژوهش حاضر برگرفته از این طرح تحقیقاتی می‌باشد با این تفاوت که تابع مطلوبیت به جای CIA، فرم MIU دارد.

## منابع و ماخذ

- بانک مرکزی ایران. ۱۳۹۷. بانک اطلاعات سری زمانی و گزارش‌های فصلی. توکلیان، حسین. صارم، مهدی. ۱۳۹۶. الگوهای DSGE در نرم‌افزار DYNARE تهران: پژوهشکده پولی و بانکی.
- حسینی، سید شمس‌الدین. حمیدی، محمد. کشاورز، حسین. ۱۳۹۸. بررسی اثر گسترش بیت‌کوین بر تقاضای پول‌های ملی. کنفرانس بین‌المللی مدیریت دانش بلاک‌چین و اقتصاد.
- حسینی، سید شمس‌الدین. دشتبانی، یاور. ۱۳۹۷، بررسی تأثیر گسترش پول‌های مجازی (بیت‌کوین) روی تقاضای پول رسمی کشور با تأکید بر تبعات امنیتی آن، فرماندهی کل قوا، مرکز تحقیقات راهبردی دفاعی، گروه منابع و اقتصاد دفاع.
- خلیلی عراقی، منصور. عباسی نژاد، حسین. گودرزی فراهانی، یزدان. ۱۳۹۲. برآورد تابع تقاضای پول در ایران با رویکرد مدل‌های تصحیح خطا و هم‌جمع‌ی. پژوهش‌های اقتصاد پولی، مالی. ۲۰(۵). صص ۱-۲۶.
- خلیلی عراقی، منصور. سوری، علی. ۱۳۸۳. راهنمای نوین اقتصاد کلان، تهران: انتشارات برادران.
- شفیعی علویچه، قاسم. ۱۳۹۶. جایگاه بیت‌کوین در حقوق موضوعه ایران. سومین کنفرانس سراسری حقوق و مطالعات قضایی.
- کریمی، علی. منتظری، آزاده. ۱۳۹۶. مروری بر پول دیجیتال بیت‌کوین و جایگاه آن در تجارت ایران. چهارمین کنفرانس ملی فناوری اطلاعات، کامپیوتر و مخابرات.
- کميجانی، اکبر. توکلیان، حسین. ۱۳۹۱. سیاست‌گذاری پولی تحت سلطه مالی و تورم هدف ضمنی در قالب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران.

فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصاد ۲(۸) صص ۱۱۷-۸۷.  
 کیوانیان، شبنم. حسینی، سید شمس‌الدین. ارباب، حمیدرضا. ۱۳۹۶. مطالعه اثرات ترویج پول‌های مجازی، به خصوص بیت‌کوین، بر توان نظارت بانک مرکزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده تحصیلات تکمیلی.  
 میرزاخانی، رضا. ۱۳۹۶. بیت‌کوین و ماهیت مالی-فقهی پول مجازی، سازمان بورس و اوراق بهادار. مرکز پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی، گروه بازارها و ابزارهای مالی.  
 نوری، مهدی. نواب پور، علیرضا. ۱۳۹۶. طراحی چارچوب مفهومی سیاست‌گذاری ارزهای مجازی در اقتصاد ایران. فصلنامه سیاست‌گذاری عمومی. ۳(۴)، صص ۷۸-۵۱.

- Acosta, P. A., Lartey, E K.K., Mandelman, F. S. 2009. "Remittances and the Dutch disease". *Journal of International Economics*. 79(1) pp. 102-116.
- Allegret J.p. and M.T. Benkhodja. 2015. "External Shocks and Monetary Policy in a Small Open Oil Economy". *Journal of Policy Modeling*. No. 37. pp. 652-667.
- Annalaura, I., Prof.Nistico Salvatore and Prof.Reichlin Pietro. 2014. "A Decentralized Monetary Policy: An Analysis of Bitcoin In A Cash-In-Advance Model". *Department of Economic and Finance Libera University (LUISS)*
- Antonopoulos, A. M. 2017. "Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain". *O'Reilly Media, Inc.*
- Badev, A & ,Chen, M. 2014." Bitcoin:Technical Background and Data Analysis". Washington D.C: Finance and Economics Discussion Series Divisions of Research & Statistics and Monetary Affairs Federal Reserve Board.
- Berentsen,A. 2012." Monetary Policy Implications of Digital Money" (originally Published in 1997).
- Bisinelli, Silvio Rizzini , and DaunaMoratti. 2018." Bitcoin and Virtual Currencies – The point of view of a lawyer".
- Brito, J., Shadab, H., & Castillo, A. 2014. Bitcoin Finacial Regulation: Securities, Derivatives, Prediction Markets And Gambling. pp. 144-22.
- Central Bank of Iran. 2018. time series database and quarterly reports (In Persian)
- Christiano, L.J., Eichenbaum, M. & Evans, C.E. 2005." Nominal Rigidities and



- the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy”. *Journal of Political Economy*, 113(1).pp. 1-45.
- Dabrowski, M., &Janikowski, L. 2018. “Virtual currencies and central banks monetary policy: challenges ahead”. *Retrieved July, 27, 2018*.
- Dagher, J., Gottschalk, J., Portillo, R. 2012. “The Short-run Impact of Oil Windfalls in Low-income Countries: A DSGE Approach”, *Journal of African Economies*. 21 (3). pp. 343-372.
- European Central Bank. 2015. “Virtual currency schemes—a further analysis”, *European Central Bank*.
- European Central Bank. 2012, “Virtual Currency Schemes”. *Technical Report, October*.
- FATF. 2015. “Guidance for a risk-based approach to virtual currencies”.
- Fridman, M. 1959, “The Demand for Money, Some Theoretical and Empirical Result”, *Journal of Political Economy, University of Chicago Press*. vol. 67, pp. 185-191.
- He, D., Habermeier, K. F., Leckow, R. B., Haksar, V., Almeida, Y., Kashima, M., &Yepes, C. V. 2016.” Virtual Currencies and Beyond: Initial Considerations (No. 16/3)”. *International Monetary Fund*.
- Hodson, H. 2014. "My Bitcoin road trip: living on virtual money for a day." *New Scientist* 221(2955).pp. 22.
- Lama, R., Medina, J. P. 2012. “Is Exchange Rate Stabilization an Appropriate Cure for the Dutch Disease? International Journal of Central Banking”, *International Journal of Central Banking*. 8(1).pp. 5-46.
- Loseva, Anna. 2016. “Bitcoin: A Regression Analysis of Cryptocurrency Influence on the Russian Economy”. *Department of Economics Moscow State University*.
- Saradoni,C&Alessandro,V. 2002. “The ‘IT revolution’ and the monetary system: Electronic money and its effects”. *Discussion Papers*. 42.pp.1-37.
- Walsh Carl. 2003. ” *Monetary Theory and Policy*”, MIT Press