

## رمزارز خصوصی در مقابل پول دیجیتال بانک مرکزی: مدل‌سازی نظریه بازی تکاملی برای تسهیم حق‌الضرب پولی

فریدون رهنمای رودپشتی <sup>†</sup> عباس معمارنژاد <sup>§</sup>	ولی‌اله فاطمی اردکانی* رضا رادفر <sup>‡</sup>
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۲	تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۵

### چکیده

وقتی انحصار خلق پول از بین برود و پول‌های خصوصی بتوانند بین مردم مبادله شوند، مسئله تسهیم حق‌الضرب پولی پیش خواهد آمد که این وضعیت در حال حاضر با ظهور و گسترش رمزارزها قابل تصور است. پرسش تحقیق حاضر آن است که اگر در شرایطی باشیم که رمزارزهای خصوصی در کنار پول با ناشر دولتی در جامعه متداول باشد، چه سهمی از حق‌الضرب پولی نصیب دولت خواهد شد و بهترین نگرش سیاستی بانک مرکزی در این زمینه چه باید باشد؟ برای پاسخ به این پرسش از مدل‌سازی نظریه بازی تکاملی استفاده کردیم که ویژگی اصلی آن تکامل یک گونه (در تحقیق فعلی پول) است. برای تقریب بهتر مدل به واقعیت، مفروضات تحقیق به وسیله پرسش‌نامه تدقیق شده‌اند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد، سهم بانک مرکزی از بازار خلق پول در بازه‌های حدود ۶۰ تا ۸۰ درصدی نوسان خواهد کرد و نگرش سیاست‌گذار پولی به رمزارز در نهایت سهم بخش خصوصی و دولتی از بازار خلق پول را مشخص می‌کند. دلالت سیاستی اصلی این تحقیق آن است که مقابله سیاست‌گذار با رمزارز خصوصی و غیرقانونی تلقی کردن رمزارزها، منجر به افزایش سهم رمزارز خصوصی در بازار پول خواهد شد.

**واژه‌های کلیدی:** نظریه بازی تکاملی، تسهیم حق‌الضرب پولی، رمزارز خصوصی، پول دیجیتال بانک مرکزی.

طبقه‌بندی JEL: E4, E5, E51

\* دانشجوی دکتری رشته مدیریت صنعتی، گروه مالی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، fatemi@tosan.com

<sup>†</sup> استاد دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، (نویسنده مسئول)، roodposhti.rahnama@gmail.com

<sup>‡</sup> استاد دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، r.radfar@srbiau.ac.ir

<sup>§</sup> استادیار دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، memarnejad@srbiau.ac.ir

## ۱ مقدمه

بیش از یک دهه از عمر رمزارزها گذشته است و علاوه بر تحولات قیمتی و راهبردی این پدیده، توجه به این نکته ضروری است که فرایند گذار رمزارزها از دارایی به پول در حال انجام است. بیت‌کوین که روزی صرفاً ابزار سفته‌بازی و ذخیرهٔ ثروت بود، امروزه در حال تبدیل شدن به پول و واسطهٔ مبادله است. تا جایی که نه تنها کسب‌وکارهای مختلف آن را به‌عنوان ابزار پرداخت قبول می‌کنند، بلکه برخی کشورها نیز در حال انتخاب بیت‌کوین به‌عنوان پول ملی خود هستند؛ بنابراین، سیاست‌گذار پولی با وضعیتی مواجه است که دیگر انحصار خلق پول در دست دولت‌ها نخواهد بود. به بیان دیگر، اگر در شرایطی باشیم که رمزارزهای خصوصی در کنار پول با ناشر دولتی در جامعه متداول باشد، چه سهمی از حق الضرب پولی نصیب دولت خواهد شد و بهترین نگرش سیاستی بانک مرکزی در این زمینه چه باید باشد؟

در این تحقیق، از مدل‌سازی نظریهٔ بازی تکاملی استفاده می‌کنیم که در آن گونه‌ای پول با ناشر دولتی داریم و گونهٔ جدید پول با ناشر خصوصی نیز شکل می‌گیرد. حال پرسش این است که در تقابل و رقابت این دو گونه چه اتفاقی خواهد افتاد؟ تبیین شیوهٔ تحلیل در نظریهٔ بازی‌ها با تمرکز بر مثالی ساده که معروف به «بازی گرگ‌ها»<sup>۱</sup> است، آغاز می‌شود. فرض مهم در فرایند تحلیل تکاملی این بازی آن است که جمعیتی قابل توجه از گرگ‌ها داریم و هریک از آن‌ها بر اساس راهبرد خاص در تنازعات عمل می‌کنند. هر گرگ راهبردی مشخص را از ابتدا تا انتهای زندگی خود پیگیری می‌کند و عملاً بحثی از انتخاب راهبرد در مقابل گرگ دیگر وجود ندارد؛ گویی تک‌تک گرگ‌ها به‌گونه‌ای خاص برنامه‌ریزی شده‌اند که به‌گونه‌ای مشخص از خود رفتاری خاص در مقابل بازیکن دیگر بروز دهند. ما دست به انتخاب دو عدد از این گرگ‌ها در این جمعیت می‌زنیم (همان دو بازیکنی که در بالا به آن‌ها اشاره کردیم) و آن دو را در مقابل یکدیگر قرار می‌دهیم. به بیان ساده و بر این اساس، آنچه برای ما مهم است، متوسط پیامدهای رفتار این حیوانات گزینش شده است. در این چهارچوب، معمولاً راهبردهایی موفق خواهند بود که در نسل‌های آتی از این جمعیت رشد کنند و مشاهده شوند و بالعکس، راهبردهایی ناموفق‌اند که طی زمان رو به کاهش گذارند. حال فرض کنیم که نوعی جهش در این جمعیت روی دهد؛ گروه کوچکی از گرگ‌ها بر اساس راهبرد دیگری چون  $S'$  عمل می‌کنند. حال پرسش ما باید این باشد که «آیا گروه جهش‌یافته‌ای که مبتنی بر  $S'$  عمل می‌کنند، طی زمان پرورش، گسترش، یا کاهش می‌یابد و حتی منقرض می‌شود؟» برای

<sup>1</sup> Wolfs game

یافتن پاسخ به این پرسش است که مفهوم پایداری تکاملی به میان می‌آید. به‌طور ساده و با توجه به چهارچوب و مفروضات طرح‌شده، اگر برای همه جهش‌های ممکن که منجر به بروز راهبردهایی چون  $S'$  می‌شود، این گروه‌ها حذف شوند، می‌توان بیان داشت که راهبرد  $S$  پایدار تکاملی است.

در این تحقیق با استفاده از مفهوم استعاری فوق، ابتدا پول با ناشر دولتی و ویژگی‌های آن تبیین می‌شود و سپس پول با ناشر خصوصی که حائز ویژگی‌های جدید است، معرفی می‌شود. سیاست‌گذار پولی به‌عنوان تنظیم‌کننده بازار می‌تواند چهار مواجهه با پول جدید داشته باشد: رمزارز خصوصی به‌مثابه پول، رمزارز خصوصی به‌عنوان کالا، رمزارز خصوصی به‌شکل ارز، و در نهایت نپذیرفتن رمزارز خصوصی و مقابله قانونی با آن. برای تقریب بهتر مدل به واقعیت، مفروضات تحقیق به‌وسیله پرسش‌نامه تدقیق شده‌اند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد، سهم بانک مرکزی از بازار خلق پول در بازه‌ای حدود ۶۰ تا ۸۰ درصدی نوسان خواهد کرد و نگرش سیاست‌گذار پولی به رمزارز در نهایت سهم بخش خصوصی و دولتی از بازار خلق پول را مشخص می‌کند. دلالت سیاستی اصلی این تحقیق آن است که مقابله سیاست‌گذار با رمزارز خصوصی و غیرقانونی تلقی کردن رمزارزها، به افزایش سهم رمزارز خصوصی در بازار پول منجر خواهد شد. در این تحقیق، ابتدا در بخش مبانی نظری تبیینی دقیق از پول خصوصی در مقابل پول دولتی ارائه می‌شود و سپس به توضیح روش تحقیق پرداخته خواهد شد. و در نهایت پس از تحلیل نتایج در بخش ۴، بخش ۵ به بحث و نتیجه‌گیری اختصاص خواهد یافت.

## ۲ مبانی نظری

وقتی هایک (۱۹۷۸) صحبت از «خصوصی‌سازی پول»<sup>۱</sup> به میان آورد، شاید کمتر کسی می‌توانست چنین روزی را تصور کند که پول به‌صورت غیرمتمرکز<sup>۲</sup> و بدون نیاز به بانک مرکزی خلق و مبادله شود؛ اما از سال ۲۰۰۸ و با کمک فنآوری بلاک‌چین، اولین شکل از چنین پولی تحت عنوان بیت‌کوین متولد شد و امروزه، دیگر پول بدون پشتوانه دولت مقتدر تنها فرضیه نیست. رمزارزها نه‌تنها به‌صورت مستقیم وارد معاملات و مبادلات بخش حقیقی اقتصاد شده‌اند، بلکه رمزارزهایی<sup>۳</sup> را ایجاد کردند که می‌تواند تأثیری بسزا در خلق انواع پول

<sup>1</sup> Denationalization of Money

<sup>2</sup> Decentralized

<sup>3</sup> Cryptoasset

داشته باشد. طبق مقاله هوبن و اسنایرز<sup>۱</sup> (۲۰۱۸)، تاکنون بیش از ۵۱۰۰ نوع رمزارایی با سرمایه‌گذاری بالغ بر ۲۵۰ میلیارد دلار در دنیا شکل گرفته است که دو علت برای آن وجود دارد:

- رشد عظیم در مقدار «توکن»‌های به‌اصطلاح خصوصی منتشرشده در پلتفرم‌های فعلی و
- ظهور «استیبل کوین»<sup>۲</sup> و پول دیجیتال بانک مرکزی<sup>۳</sup> (CBDC).

اصطلاح پول دیجیتال بانک مرکزی در حال حاضر برای اشاره به طیفی گسترده از طرح‌های بالقوه و گزینه‌های سیاستی، بدون هیچ تعریف مشترک مورد توافق استفاده می‌شود. این تا حدی بدین دلیل است که این مفهوم در مجاورت تعدادی از حوزه‌های مختلف تحقیق قرار دارد و بسیاری از عناصر پیچیده را گرد هم آورده است، موضوعات متنوع از علوم کامپیوتر، رمزنگاری، بانکداری سیستم‌های پرداخت، و سیاست‌های پولی و مالی را پوشش می‌دهد؛ اما اجمالاً می‌توان گفت CBDC تعهد بدون پشتوانه الکترونیکی<sup>۴</sup> بانک مرکزی است که به‌عنوان ابزار پرداخت یا وسیله ذخیره ارزش قابل استفاده است. به اعتقاد مینینگ و همکاران (۲۰۱۸) جوهر اصلی CBDC بانک مرکزی الکترونیک یا پول محدود<sup>۵</sup> است. CBDC همانند پول بدون پشتوانه، در تمام بازارهای رسمی قابل مبادله است.

در این تعریف، طیفی گسترده از ویژگی‌ها و پارامترهای فرعی وجود دارد که می‌تواند به‌طوری دقیق‌تر CBDC را تفسیر کند. یکی از پارامترهای کلیدی مربوط به دسترسی به CBDC است. CBDC ممکن است در دسترس جهانی باشد؛ به عبارت دیگر، CBDC می‌تواند توسط هرکسی برای هر هدفی نگهداری شود یا دسترسی به زیرمجموعه‌ای از فعالان اقتصادی یا برای محدوده‌ای از اهداف محدود شود. این ممکن است برای برخی از اقتصاددانان پولی که ارز را چیزی می‌دانند که بتواند توسط هرکسی نگهداری شود یا به‌عنوان مثال، قابل دسترسی جهانی باشد، دارای تناقض است. به هر شکل، برخی مطالعات CBDC

<sup>1</sup> Houben & Snyers

<sup>2</sup> Stablecoin

<sup>3</sup> Central Bank Of Digital Currencies, CBDCs

<sup>4</sup> Electronic fiat liability

<sup>5</sup> Narrow money

<sup>6</sup> Meaning et al.

را ارز جهانی تعریف می‌کنند (فانک و هالابوردا<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶ و بجرگ<sup>۲</sup>، ۲۰۱۷). با این حال، به نظر می‌رسد ممکن است بانک‌های مرکزی CBDC را صادر کنند که فقط برای یک زیربخش اقتصاد در دسترس باشد، مانند «CBDC خرده‌فروشی» که فقط برای خانوارها و مشاغل غیرمالی است، یا «CBDC عمده‌فروشی» که می‌تواند توسط شرکت‌هایی که در حال حاضر به ذخایر بانک مرکزی دسترسی ندارند، به عنوان دارایی تسویه در بازارهای مالی استفاده شود (بیچ و گارات<sup>۳</sup>، ۲۰۱۷).

پارامتر بعدی مربوط به این است که آیا CBDC بهره‌ای به دارنده‌اش پرداخت می‌کند؟ در پاسخ باید گفت، ممکن است نرخ‌های مثبت، صفر، یا حتی منفی در نهایت به دارنده آن برسد؛ اما نکته اینجاست که از این نرخ بهره می‌توان برای دنبال کردن اهداف مختلف سیاستی استفاده کرد (البته نه به‌طور هم‌زمان). به عنوان مثال، CBDC می‌تواند برای ثبات تورم و تولید به عنوان ابزار اصلی سیاست‌های پولی مورد استفاده قرار گیرد یا می‌تواند برای تنظیم تقاضا استفاده شود. متناوباً، CBDC بدون ریسک می‌تواند از نظر ماهوی به اسکناس‌های بانک مرکزی نزدیک‌تر باشد و از این رو، اغلب از آن به عنوان «پول نقد الکترونیکی»<sup>۴</sup> یاد می‌شود.

حال ممکن است این پرسش در ذهن متبادر شود که آیا CBDC با سایر بدهی‌های بانک مرکزی قابل مبادله است یا خیر. در بیشتر چهارچوب‌های پولی موجود، انواع مختلف بدهی‌های بانک مرکزی را می‌توان به صورت یک‌به‌یک با یکدیگر مبادله کرد، به عنوان مثال، یک واحد اسکناس بانک مرکزی می‌تواند با یک واحد ذخیره، مبادله شود. البته برخی نیز پیشنهاد به نقض این موضوع در شرایط خاص داده‌اند (کیمبال و آگاروال<sup>۵</sup>، ۲۰۱۵).

آخرین نکته که محل تأمل است، در مورد رمزارز بودن CBDC است. اگر صرفاً ابتدای بر رمزنگاری را به عنوان شاخصه اصلی رمزارزها بدانیم، می‌توان انواعی از CBDC را نام برد که رمزارز نیستند،<sup>۶</sup> اما به هر حال می‌توانند ارز دیجیتال بانک مرکزی باقی بمانند؛ اما مسئله مورد توجه سیاست‌گذار این است که اساساً CBDC برای چه منظوری طراحی شده‌اند؟ CBDC طراحی شده برای ارائه سرویس پرداخت امن، ممکن است بسیار متفاوت از سرویسی

<sup>1</sup> Fung & Halaburda

<sup>2</sup> Bjerg

<sup>3</sup> Bech & Garratt

<sup>4</sup> E-cash

<sup>5</sup> Kimball & Agarwal

<sup>6</sup> برای مثال، نگاه کنید به: فناوری‌های سیستم‌های تسویه ناخالص بلادرنگ بانک مرکزی (RTGSs)

باشد که در درجه اول به‌عنوان ابزاری برای سیاست پولی استفاده می‌شود. با این حال، تعریف کلی ارائه‌شده چهارچوبی را فراهم می‌کند که به موجب آن هر تحقیق دیگری در مورد CBDC را می‌تواند دربرگیرد. جدول ۱ مقایسه‌ای خوب از انواع پول و اجزای ترازنامه بانک مرکزی را به‌تصویر می‌کشد.

## جدول ۱

## ویژگی‌های CBDC و سایر دارایی‌های شبیه پول

اتر	بیت‌کوین	سپرده‌ها	اسکناس بانک مرکزی	ذخایر	CBDC	
			*	*	*	تعهد بانک مرکزی
*	*	*		*	*	الکترونیکی
*	*	*	*		?	دسترسی جهانی
		?		?	?	نرخ بهره
		*	*	*	?	تبادل یک‌به‌یک با سایر اقلام ترازنامه
*	*				?	رمزارز
حساب‌محور	توکن‌محور	حساب‌محور	توکن‌محور	حساب‌محور	?	توکن‌محور یا حساب‌محور

منبع: مینینگ و همکاران، ۲۰۱۸

در این تحقیق، برای سادگی کار رمزارایی را به شکل زیر تفکیک می‌کنیم. همان‌طور که در شکل مشخص است، رمزارایی را می‌توان به رمزارایی حاکمیتی و خصوصی تفکیک کرد که CBDC رمزارایی است که حاکمیتی باشد (شکل ۱).



شکل ۱. تفکیک انواع رمزدارایی.

منبع: اتحادیه اروپا (۲۰۲۰)

سامز<sup>۱</sup> (۲۰۱۵) در شرایط وجود دو ناشر مجزای پول، از تعبیر «سهام حق‌الضرب<sup>۲</sup>» استفاده می‌کند، گویی مرجع خلق پول دو نوع دارایی خلق می‌کند: کوین و سهام که ارزش اولی ثابت و ارزش دومی متغیر است و دولت با خرید و فروش سهام به هدف تنظیم حجم پول خواهد رسید. گویی دولت در برقراری رابطه فریدمن در تناسب نرخ رشد بخش حقیقی و بخش پولی، باید مجموع نرخ رشد پول ملی و رمزارز را مدنظر قرار دهد. هرچند به اعتقاد هایک (۱۹۷۸)، در شرایطی که پول خصوصی شود، دیگر نه‌تنها سیاست‌گذاری پولی به‌درد نمی‌خورد، بلکه اساساً امکان چنین موضوعی منتفی خواهد شد.<sup>۳</sup>

### ۳ روش تحقیق

نظریه بازی تکاملی به‌صورت کامل در بازی‌های راهبرد (دیکسیت و سکیث<sup>۴</sup>، ۲۰۰۴) شرح داده شده است که خلاصه تعاریف آن ارائه می‌شود. در بازی متقارن با دو بازیکن، راهبرد خالص گ، راهبرد پایدار تکاملی است، اگر  $\bar{c}$  به‌گونه‌ای وجود داشته باشد که رابطه زیر برقرار شود:

<sup>1</sup> Sams

<sup>2</sup> Seigniorage Shares

<sup>3</sup> Monetary Policy Neither Desirable Nor Possible

<sup>4</sup> Dixit & Skeath

$$[(1 - \varepsilon) U(\mathcal{S}, \mathcal{S})] + [\varepsilon U(\mathcal{S}, \mathcal{S}')] > [(1 - \varepsilon) U(\mathcal{S}', \mathcal{S})] + [\varepsilon U(\mathcal{S}', \mathcal{S}')] ]$$

این رابطه برای همه انحراف‌های ممکن از  $\mathcal{S}'$  و نیز همه جهش‌های به اندازه  $\varepsilon$  که از  $\bar{\varepsilon}$  کمتر هستند، صادق است (ساموئلسون<sup>۱</sup>، ۱۹۹۷، ص. ۳۹).

سمت چپ رابطه فوق، پیامد متوسط بازیکنان نوع  $\mathcal{S}$  در مقابل نوع  $\mathcal{S}$  با نسبت جمعیتی  $(1 - \varepsilon)$  و نیز در مقابل نوع  $\mathcal{S}'$  با نسبت جمعیتی  $\varepsilon$  را نشان می‌دهد. عبارت سمت راست نیز پیامد متوسط بازیکنان جهش‌یافته است؛ پیامد آن‌ها در مقابل بازیکنان از نوع  $\mathcal{S}$  با نسبت جمعیتی  $(1 - \varepsilon)$  و پیامدشان در مقابل بازیکنانی از نوع خود با نسبت جمعیتی  $\varepsilon$ . راهبرد خالص  $\mathcal{S}$ ، راهبرد پایدار تکاملی است اگر: راهبرد  $(\mathcal{S}, \mathcal{S})$  تعادل متقارن نش باشد و

$$\text{اگر } U_1(\mathcal{S}, \mathcal{S}) = U_1(\mathcal{S}', \mathcal{S}') \text{ آنگاه } U_1(\mathcal{S}, \mathcal{S}') > U_1(\mathcal{S}', \mathcal{S}') \text{ برقرار می‌شود (بارون}^2, (2013).$$

در واقع اگر راهبرد  $\mathcal{S}$  تنها بهترین راهبرد در مقابل رقیبی که از نوع  $\mathcal{S}$  است، نباشد، باید بهترین راهبرد در قبال بروز راهبرد  $\mathcal{S}'$  از جانب رقیب باشد. مفهوم ساده‌تر نیز آن خواهد بود که اگر تعادل نش از نوع ضعیف باشد، آن راهبرد باید بتواند در مقابل انواع جهش‌یافته مقابله کند.

معادل بودن دو تعریف فوق نیز به‌طور شهودی قابل درک است؛ راهبردی مشخص چون  $(\mathcal{S}, \mathcal{S})$  را می‌توانیم به‌عنوان تعادل نش در نظر بگیریم. به دیگر بیان، می‌دانیم که  $U(\mathcal{S}, \mathcal{S}) \geq U(\mathcal{S}, \mathcal{S}')$ ، در این صورت دو حالت برای  $\mathcal{S}$  قابل تصور است: راهبرد  $\mathcal{S}$  در مقابل راهبرد  $\mathcal{S}$  به‌طوری مؤکد بهتر از راهبرد  $\mathcal{S}$  در مقابل  $\mathcal{S}'$  است، آن‌هم برای همه  $\mathcal{S}'$ ‌های قابل تصور. به بیانی دیگر، در این حالت برای همه  $\mathcal{S}'$ ‌ها داریم  $U(\mathcal{S}, \mathcal{S}) > U(\mathcal{S}, \mathcal{S}')$ . در این صورت، همه جهش‌های از نوع  $\mathcal{S}'$  به‌واسطه ملاقات کردن با انواع  $\mathcal{S}$  منقرض می‌شود و بنابراین می‌توان  $(\mathcal{S}, \mathcal{S})$  را واجد شرایط پایداری تکاملی دانست. مفهوم ساده این حالت آن است که انواع جهش‌یافته در مقابل جمعیتی غالب از نوع  $\mathcal{S}$  موفق نخواهند بود.

در این حالت  $U(\mathcal{S}, \mathcal{S}) = U(\mathcal{S}, \mathcal{S}')$ ، یعنی به‌نظر می‌رسد که انواع جهش‌یافته  $(\mathcal{S}')$  به‌سادگی طی زمان حذف نمی‌شوند؛ اما اگر این نوع از جهش‌یافته‌ها در مقابل سایر

<sup>1</sup> Samuelson

<sup>2</sup> Barron



جهش‌یافته‌ها نیز موفق نباشند (یعنی بر اساس آنچه در بخش دوم تعریف ۲ آمده  $U(S', S') > U(S, S')$ )، می‌توان قائل به برخورداری راهبرد  $(\hat{S}, \hat{S})$  از ویژگی پایداری تکاملی بود. مفهوم ساده این حالت آن است که «هرچند انواع جهش‌یافته در مقابل جمعیتی غالب از نوع  $\hat{S}$  بالنسبه موفق‌اند، در مقابل انواعی از نوع خود آن چنان شکست می‌خورد که طی زمان منقرض می‌شود.»

راهبرد مختلط  $\hat{P}$  راهبرد پایدار تکاملی است اگر:

راهبرد  $(\hat{P}, \hat{P})$  تعادل متقارن نش باشد و

اگر  $U(\hat{P}, \hat{P}) = U(P', \hat{P})$  آنگاه  $U(\hat{P}, P') > U(P', P')$

معنای این عبارت اخیر از تعریف ۳ آن است که راهبرد مورد بررسی  $\hat{P}$  در قبال بروز راهبرد  $P'$  از جانب رقیب، برای بازیکن نوع  $\hat{P}$  پیامد بالاتری در مقایسه با پیامدهای مکتسبه بازیکنان نوع  $P'$  در مواجهه با نوع خود داشته باشد (رضایی، ۱۳۹۴).

### ۱.۳ بازی تکاملی خلق پول (بدون دخالت دولت)

همان‌طور که در این تحقیق گفته شد، رمزارزهایی‌ها نوعی پول هستند و بنابراین می‌توان شرایطی را تصور کرد که بازار خلق پول از انحصار دولت خارج شود و رمزارزها سهمی از بازار را به خود اختصاص دهند. این اصطلاح همان‌طور که در بخش قبل آمد، مؤید مفهوم تسهیم حق‌الضرب است. حال در این بخش، با کمک مدل‌سازی بازی خلق پول می‌خواهیم به این پرسش پاسخ دهیم که در شرایط مفروض چه سهمی از بازار در اختیار دولت و چه سهمی در دست بخش خصوصی خواهد بود؟

پول اعتباری است که اقبال مردم برای بقای عمر آن حیاتی است. در واقع آن چنان که توصیف شد، پول چه با پشتوانه کالایی و چه با وجود ناشر معتبر، تا زمانی پول خواهد بود که مردم آن را به‌عنوان پول در نظر بگیرند؛ بنابراین در بازی تکاملی پول، انتخاب مردم تعیین‌کننده است؛ اینکه مردم به‌صورت میانگین تصمیم دارند چه سهمی از دارایی نقد خود را به‌صورت پول دولتی و چه سهمی از آن را به‌صورت رمزارز نگاهداری کنند.

در مدلی ساده، دو نوع انسان (فرد) را در نظر می‌گیریم: فرد ریسک‌پذیر (RL)<sup>۱</sup> و فرد ریسک‌گریز (RA)<sup>۲</sup>. این دو فرد به‌دنبال انتخاب پول به‌شکلی هستند که مطلوبیت خود را بیشینه سازند؛ لکن فرد ریسک‌پذیر تمایل به رمزارز دارد و فرد ریسک‌گریز به‌دنبال ریسک

<sup>۱</sup> Risk Lover, RL

<sup>۲</sup> Risk Averse, RA

نیست و انتخاب او پول رایج بانک مرکزی است نه بازدهی صفر و درعین حال ریسک صفر دارد. هرچند فرد ریسک‌پذیر برای انجام‌دادن برخی فعالیت‌های اقتصادی خود نظیر پرداخت مالیات به دولت نیازمند پول فیات در سبد دارایی خود است، و لذا از روی اجبار سهم اندکی از دارایی خود را به پول دولتی اختصاص می‌دهد.

مفروضات در خصوص ویژگی‌های هرکدام از پول‌ها در جدول ۲ نمایش داده شده است که شناسایی آن‌ها فرایند استخراج راهبردهای بازی را تکمیل می‌کند. ذکر نکته‌ای ضروری است که در تدوین بازی خلق پول، «پول خصوصی» عبارت از پولی است که رمزنگاری شده، غیرمتمرکز، دارای ناشر خصوصی، و بدون پشتوانه دارایی است که بیت‌کوین بهترین مثال برای آن است. همچنین پول دولتی معادل هرگونه پول اعم از فیزیکی یا دیجیتال است که ناشر آن بانک مرکزی باشد و می‌توان با فرض جایگزین شدن CBDC با پول کاغذی در طول سال‌های آتی، CBDC را به‌عنوان شاخص در این بخش در نظر گرفت.

## جدول ۲

### فروض در خصوص ویژگی انواع پول

ردیف	ویژگی (نماد)	شرح	پول خصوصی	پول دولتی
۱	بهره ثابت (r)	پول قابل سپرده‌گذاری در بانک را داشته و بهره ثابت بدان تعلق می‌گیرد.	---	*
۲	رشد (g)	پول در گذشته کوتاه‌مدت با اقبال زیادی مواجه شده است و چشم‌انداز رشد بازار آن وجود دارد.	*	---
۳	جهان‌شمولی (w)	پول جهان‌شمول بوده و می‌توان در هر نقطه از دنیا با آن دست به مبادله زد.	*	---
۴	تبدیل‌پذیری (t)	پول قابل تبدیل به سایر اقلام ترانزنامه‌ای شرکت‌ها، بانک‌ها، یا بانک مرکزی است.	---	*
۵	نوسان (f)	پول دارای ریسک و بازده است و ارزش آن نسبت به سایر ارزها دارای نوسان بالایی است.	*	---
۶	فاقد هزینه تراکنش (c)	پول هزینه نزدیک به صفر برای تراکنش بین حساب‌های بانکی دارد.	---	*
۷	قابلیت ردیابی (tr)	پول در پرداخت‌های اشتباه قابل ردیابی است و به حساب مبدأ بازمی‌گردد.	---	*
۸	ابزار پرداخت (p)	پول به‌عنوان ابزار پرداخت مورد استفاده قرار می‌گیرد.	*	*

منبع: اطلاعات محققان

بنابراین همان‌طور که در جدول ۲ مشخص شد، به‌جز ویژگی ابزار پرداخت، اولاً پول خصوصی سه ویژگی منحصر‌به‌فرد دارد که پول دولتی از آن محروم است و ثانیاً پول دولتی چهار ویژگی منحصر‌به‌فرد دارد که در پول خصوصی نیست. هدف از اینکه ویژگی‌ها به‌صورت صفر و یک در فروض لحاظ شده است، ساده کردن مدل‌سازی است. حال آنکه در حال حاضر بسیاری از این ویژگی‌ها هرچند با وزن غیریکسان، در هر دو نوع پول وجود دارد. برای مثال، برخی رمزارزها قابلیت تبدیل شدن به سپرده و دریافت نرخ بهره ماهانه را دارند. بنابراین، توابع راهبرد بازیکن ریسک‌پذیر و ریسک‌گریز به شرح زیر است:

$$(RL) = S(g, w, f, p)$$

$$S(RA) = S(r, t, c, tr, p)$$

برای اینکه فروض به واقعیت نزدیک‌تر باشند، با مراجعه به خبرگان حوزه رمزارز و با نظرسنجی از ۳۲ نفر، جدول فوق به‌صورت زیر بازنویسی شده است که در آن عدد یک به‌معنای نداشتن ویژگی و عدد ۵ به‌معنای داشتن کامل ویژگی مدنظر است و نمرات به‌صورت پیوسته بین ۱ تا ۵ توزیع شده‌اند (جدول ۳).

## جدول ۳

## فروض در خصوص ویژگی انواع پول با استفاده از نظرسنجی

ردیف	ویژگی (نماد)	شرح	پول خصوصی	پول دولتی
۱	بهره ثابت (r)	پول قابل سپرده‌گذاری در بانک را داشته و بهره ثابت بدان تعلق می‌گیرد.	۲/۶	۴/۶
۲	رشد (g)	پول در گذشته کوتاه‌مدت با اقبال زیادی مواجه شده است و چشم‌انداز رشد بازار آن وجود دارد.	۴/۲	۲/۱
۳	جهان‌شمولی (w)	پول جهان‌شمول بوده و می‌توان در هر نقطه از دنیا با آن دست به مبادله زد.	۴/۴	۲
۴	تبدیل‌پذیری (t)	پول قابل تبدیل به سایر اقلام ترازنامه‌های شرکت‌ها، بانک‌ها، یا بانک مرکزی است.	۲	۴/۸
۵	نوسان (f)	پول دارای ریسک و بازده است و ارزش آن نسبت به سایر ارزها دارای نوسان بالایی است.	۴/۶	۱/۶
۶	فاقد هزینه تراکنش (c)	پول هزینه نزدیک به صفر برای تراکنش بین حساب‌های بانکی دارد.	۲/۳	۳/۸
۷	قابلیت ردیابی (tr)	پول در پرداخت‌های اشتباه قابل ردیابی است و به حساب مبدأ بازمی‌گردد.	۱/۴	۴/۱
۸	ابزار پرداخت (p)	پول به‌عنوان ابزار پرداخت مورد استفاده قرار می‌گیرد.	۴/۱	۴/۷

منبع: اطلاعات محققان

برای تدوین پیامدهای بازی، می‌توان متغیرهای بازی را ثابت در نظر گرفت، به‌استثنای متغیر نوسان که در استخراج نتایج بازی بسیار مهم است. به همین منظور، متغیر نوسان را تابعی با توزیع نرمال در نظر می‌گیریم که می‌تواند عدد منفی را نیز اختیار کند؛ یعنی دارنده پول خصوصی در کنار بهره‌بردن از مزایای آن نظیر بازدهی، می‌تواند متحمل ضررهایی نیز از محل افت ارزش آن شود. همچنین مطلوبیت فرد ریسک‌پذیر از داشتن پول دولتی به‌اندازه رفع نیازهای مرتبط با پرداخت‌های رسمی با  $m$  نشان داده می‌شود؛ بنابراین، به‌ازای پول خصوصی (برای راحتی BTC) و پول دولتی (با نماد CBDC) داریم:

$$U(RL|BTC) = g + w + f + p = \bar{g} + \bar{w} + f + \bar{p}, f \sim N(-a, b), a, b \sim \mathbb{R}$$

$$U(RL|CBDC) = m = \bar{m}$$

$$U(RA|BTC) = 0$$

$$U(RA|CBDC) = r + t + c + tr + p = \bar{r} + \bar{t} + \bar{c} + \bar{tr} + \bar{p}$$

همان‌طور که در فرمول‌های فوق پیداست، متغیرها به‌جز  $f$  ثابت بوده و بازه مد نظر برای توزیع  $f$  به‌شکلی است که میانگین توزیع تقریباً هم‌اندازه میانگین جزء ثابت مطلوبیت باشد؛ مثلاً اگر مطلوبیت فرد ریسک‌گریز از داشتن CBDC عدد ۴ باشد، میانگین انتخاب‌شده برای توزیع  $f$  نیز حدوداً همان میزان خواهد بود. علت این انتخاب به این موضوع برمی‌گردد که فرد ریسک‌پذیر در مقایسه با بازدهی فرد ریسک‌گریز می‌تواند بازدهی کمتر و حتی منفی، مساوی، یا بیشتر داشته باشد و اساساً مقایسه با چنین سازوکاری معنادار خواهد بود.

همچنین توزیع  $f$  هرچند نرمال است، لزوماً  $a$  و  $b$  برابر نیستند. در این تحقیق بر اساس میانگین بلندمدت بازار رمزارز، می‌توان  $b$  را تقریباً دو برابر  $a$  یا بیشتر از دو برابر دانست؛ یعنی معمولاً احتمال سود دو برابر احتمال زیان است و فرد ریسک‌پذیر در شرایطی اقدام به داشتن پول خصوصی می‌کند که پاداش احتمالی بیشتری در مقابل زیان احتمالی کمتر در انتظار وی است. فرم نرمال بازی به‌شکل زیر است (جدول ۴).

#### جدول ۴

##### فرم نرمال بازی خلق پول

		بازیکن از نوع ریسک‌پذیر RL	
		BTC	CBDC
بازیکن از نوع ریسک‌گریز RA	BTC	$0, \bar{g} + \bar{w} + f + \bar{p}$	$0, \bar{m}$
	CBDC	$\bar{r} + \bar{t} + \bar{c} + \bar{tr} + \bar{p}, \bar{g} + \bar{w} + f + \bar{p}$	$\bar{r} + \bar{t} + \bar{c} + \bar{tr} + \bar{p}, \bar{m}$

با حل این بازی در خواهیم یافت که تعادل بر اساس مقادیر توزیع  $f$  بین (CBDC, BTC) و (CBDC, CBDC) در حال تغییر است. در واقع، این بازی دو تعادل دارد: تعادل اول انتخاب پول دولتی توسط فرد ریسک‌گریز و انتخاب پول خصوصی توسط فرد ریسک‌پذیر که این نتیجه قابل انتظار است و دور از ذهن نیست. تعادل دوم آن است که هر دو بازیکن به سراغ پول دولتی بروند و این حالت زمانی رخ می‌دهد که بازدهی منفی سنگینی از بابت پول

خصوصی یا رمز ارز نصیب فرد ریسک‌پذیر شود؛ بنابراین، ناگزیر هستیم با استفاده از برنامه‌هایی مثل پایتون<sup>۱</sup> به تکرار بازی<sup>۲</sup> در شرایط مختلف  $f$  اقدام کنیم. در این تحقیق از برنامه پایتون برای کدنویسی تکرار بازی استفاده شده و سه بازه برای  $a$  و  $b$  در نظر گرفته شده است. تعداد تکرار بازی ۱۰۰۰ است و هر ۱۰۰۰ تکرار مجدداً پنج بار تکرار شده است؛ با توجه به آزمایش‌های صورت گرفته، نتایج از تکرار ۵۰۰ به بعد تقریباً همگرا شده‌اند. همچنین دستورات برنامه‌نویسی در انتهای تحقیق به پیوست ضمیمه شده است. برای مثال، تکرار بازی به میزان ۱۰۰۰ مرتبه در بازه منفی ۵۰ تا مثبت ۱۰۰ برای تابع توزیع ریسک به شرح زیر است که هر سطر از جدول ۵، تکرار مجدد بازی است؛ یعنی در هر سطر تکرار هزارتایی مجدداً تکرار شده است تا استحکام<sup>۳</sup> نتایج مورد اطمینان باشد. برای مثال، بازی اول نشان می‌دهد در ۷۴/۰۲ درصد موارد، بازیکن ریسک‌پذیر  $f$  را انتخاب می‌کند و تعادل بازی (CBDC, BTC) خواهد بود. به همین ترتیب در ۲۵/۹۸ درصد از تکرار انجام شده، انتخاب فرد ریسک‌پذیر گزینه مقابل  $f$  است؛ یعنی بازیکن پیامد حاصل از نگهداری CBDC را که همان  $m$  است، ترجیح می‌دهد.

## جدول ۵

نتایج بازی در سه بازه مختلف برای  $f$

MO	CBDC	BTC	CBDC	BTC	CBDC	BTC
F~	-۵۰	۱۰۰	-۲۰	۵۰	-۵	۱۰
	۲۵/۳	۷۴/۷	۱۲/۳	۸۷/۷	۰	۱۰۰
	۲۷/۸	۷۲/۲	۱۰/۴	۸۹/۶	۰	۱۰۰
	۲۶/۱	۷۳/۹	۱۱/۶	۸۸/۴	۰	۱۰۰
	۲۴/۷	۷۵/۳	۱۲/۴	۸۷/۶	۰	۱۰۰
	۲۶	۷۴	۱۳/۲	۸۶/۸	۰	۱۰۰
	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین
	۲۵/۹۸	۷۴/۰۲	۱۱/۹۸	۸۸/۰۲	۰	۱۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

<sup>۱</sup> Python

<sup>۲</sup> Iteration

<sup>۳</sup> Robustness

بازی در سه دسته پنج‌تایی تکرار هزارتایی برای بازه‌های مختلف برای  $f$  انجام شد که نتایج تقریباً مشابه است. اگر میانگین تمام نتایج را در نظر بگیریم، تقریباً در  $۱۲/۶۵$  درصد موارد، انتخاب فرد ریسک‌پذیر CBDC است و در  $۸۷/۳۵$  درصد، وی دست به انتخاب BTC می‌زند. اگر فرض کنیم  $۵۰$  درصد مردم جامعه ریسک‌پذیر و  $۵۰$  درصد دیگر ریسک‌گریز باشند، نهایتاً تعادل بلندمدت بازی با میانگین‌گیری از سه جدول فوق بدین شکل است که حدود  $۶۳$  درصد بازار خلق پول همچنان در دست دولت باقی می‌ماند و  $۳۷$  درصد باقیمانده به بازار خصوصی تعلق خواهد یافت. در تحلیل این نتیجه می‌توان گفت:

تا زمانی که مردم به دلیل عادت یا هر علت دیگری نظیر پرداخت‌های دولتی، همچنان نیاز به CBDC داشته باشند، سهم عمده بازار پول متعلق به دولت است؛ اما اینکه چه سهمی از بازار در اختیار دولت خواهد بود (از  $۵۱$  درصد تا  $۱۰۰$  درصد) بستگی به فروضی خواهد داشت که در خصوص ویژگی‌های انواع پول در نظر خواهیم گرفت؛ بنابراین، همچنان پول دولتی در هر شکل آن، پول غالب در بازار است و دولت بنگاه رهبر در بازار خلق پول است. لزومی به از بین رفتن رمزارز خصوصی در برابر پول دیجیتال بانک مرکزی دیگر نیست، زیرا طبق فروض تحقیق هرکدام از پول‌ها خواصی منحصر به فرد دارند و به نوعی مکمل هم هستند. اگر فروض تحقیق طوری سامان یابد که هر دو نوع پول ویژگی‌های پول را داشته باشند، پولی غالب خواهد بود که وزن آن ویژگی‌ها در آن بیشتر باشد و در مقابل، پول ضعیف‌تر حذف خواهد شد؛ اما فرض در نظر گرفته شده در این قسمت به نظر واقع‌گرایانه‌تر است؛ زیرا تا زمانی که قائل به وجود و حضور دولت در اجتماع باشیم، پول دولتی خواهیم داشت و پول خصوصی تنها می‌تواند با ایجاد انواع جذابیت سرمایه‌گذاری بخشی از بازار را نصیب خود سازد؛ بنابراین، خروجی صفر یا صد ناظر بر فروضی محدود و ابطال‌شونده خواهد بود که مراد این تحقیق نیست.

### ۲.۳ بازی تکاملی خلق پول (دخالت دولت)

در این تحقیق نشان دادیم که رمزارز نوعی پول است و اساس تحقیق بر همین مبنا شکل گرفت. حال شرایطی را در نظر می‌گیریم که دولت می‌تواند نسبت به رمزارزها نگرشی غیر از پول داشته باشد. دولت می‌تواند رمزارزها را نوعی ارز، دارایی، یا پول غیرقانونی بداند (شکل ۲).



شکل ۲. نگرش‌های ممکن دولت به رمزارز  
منبع: فرض تحقیق

برای اینکه بازی شکل‌گرفته در بازار پول را با فرض شکل‌گیری هرکدام از نگرش‌ها در دولت تنظیم کنیم، مجدداً باید سراغ ویژگی‌های هرکدام از این نگرش‌ها برویم و مفروضات بازی را شکل دهیم (جدول ۶).



## جدول ۶

## ویژگی‌های رمزارز در نگرش‌های مختلف به آن

ردیف	ویژگی (نماد)	شرح	رمزارز به‌مثابه پول	رمزارز به‌مثابه ارز	رمزارز به‌مثابه دارایی	رمزارز به‌مثابه پول غیرقانونی
۱	رشد (g)	پول در گذشته کوتاه‌مدت با اقبال زیادی مواجه شده است و چشم‌انداز رشد بازار آن وجود دارد.	*	*	*	*
۲	جهان‌شمولی (w)	پول جهان‌شمول بوده و می‌توان در هر نقطه از دنیا با آن دست به مبادله زد.	*	---	---	*
۳	نوسان (f)	پول دارای ریسک و بازده است و ارزش آن نسبت به سایر ارزها نوسان بالایی دارد.	*	*	*	*
۴	مالیات‌ستانی (tx)	دولت در مبادلات مالیات اخذ می‌کند.	---	---	*	---
۵	ریسک قانونی (le)	دارنده پول با ریسک قانونی مواجه است (جرم‌انگاری)	---	---	---	*

منبع: فروض تحقیق

همچنان که تابع راهبرد بازیکن ریسک‌گریز ثابت است، چهار حالت پیش‌روی فرد ریسک‌گریز براساس نگرش دولت شکل می‌گیرد که بازی در حالت اول (پول) انجام شده است و سه بازی دیگر در ادامه طراحی می‌شود.  $S1, S2, S3$ ، و  $S4$  به‌ترتیب ناظر بر نگرش‌های دولت به رمزارز به‌مثابه پول، ارز، دارایی، و پول غیرقانونی است.

$$S(RA) = S(r, t, c, tr, p)$$

$$S1(RL) = S(g, w, f, p)$$

$$S2(RL) = S(g, f)$$

$$S3(RL) = S(g, f, tx), S'(tx) < 0$$

$$S4(RL) = S(g, w, f, le, p), S'(le) < 0$$

همان‌طور که مشخص است، مالیات‌ستانی و ریسک قانونی به‌عنوان دو متغیر با اثر منفی در تابع مطلوبیت ظاهر می‌شوند. باز هم به‌جهت بهره‌مندی از نظر خبرگان و تعیین رابطه دقیق‌تر بین ویژگی‌های مذکور و پول دولتی و خصوصی، دو ویژگی جدید مالیات‌ستانی و

ریسک قانونی نیز به صورت پرسش نامه امتیازدهی شده‌اند که از این رو می‌توان جدول ۶ را در جدول ۷ بازنویسی کرد:

## جدول ۷

ویژگی‌های رمزارز در نگرش‌های مختلف به آن با استفاده از نتایج نظرسنجی

ردیف	ویژگی (نماد)	شرح	رمزارز به‌مثابه پول	رمزارز به‌مثابه ارز	رمزارز به‌مثابه دارایی	رمزارز به‌مثابه پول غیرقانونی
۱	رشد (g)	پول در گذشته کوتاه‌مدت با اقبال زیادی مواجه شده است و چشم‌انداز رشد بازار آن وجود دارد.	۴/۲	۴/۲	۴/۲	۴/۲
۲	جهان‌شمولی (w)	پول جهان‌شمول بوده و می‌توان در هر نقطه از دنیا با آن دست به مبادله زد.	۴/۴	---	---	۴/۴
۳	نوسان (f)	پول دارای ریسک و بازده است و ارزش آن نسبت به سایر ارزها نوسان بالایی دارد.	۴/۶	۴/۶	۴/۶	۴/۶
۴	مالیات‌ستانی (tx)	دولت در مبادلات مالیات اخذ می‌کند.	---	---	۳/۲	---
۵	ریسک قانونی (le)	دارنده پول با ریسک قانونی مواجه است (جرم‌نگاری)	---	---	---	۳/۱

منبع: یافته‌های تحقیق

برای تدوین پیامدهای بازی، ضمن اینکه پیامدهای بازیکن ریسک‌گریز همچنان ثابت است، در مورد بازیکن ریسک‌پذیر داریم:

$$U(RL|BTC: S2) = \bar{g} + f, f \sim N(-a, b), a, b \sim \mathbb{R}$$

$$U(RL|BTC: S3) = \bar{g} - \bar{t}\bar{x} + f, f \sim N(-a, b), a, b \sim \mathbb{R}$$

$$U(RL|BTC: S4) = \bar{g} + \bar{w} - \bar{t}\bar{e} + f + \bar{p}, f \sim N(-a, b), a, b \sim \mathbb{R}$$

سه پیامد فوق به ازای پذیرش هر کدام از انواع رویکردها به رمزارز توسط دولت به دست آمده است. برای مثال اگر نگرش کالایی به رمزارز وجود داشته باشد طبق  $U(BTC: S3)$  بخش خصوصی پیامد منفی به شکل مالیات خواهد داشت. همچنین در شرایطی که دولت

رمزارزها را غیرقانونی اعلام کند، پیامد منفی به شکل ریسک قانونی در  $U(\text{BTC}:\text{S4})$  نمایان می‌گردد.

بنابراین سه بازی جدید خواهیم داشت که جدول نرمال آن در ادامه خواهد آمد (جدول ۸). فرم نرمال بازی مشتمل بر پیامدهای انتخاب هر استراتژی در شرایطی که دولت نگرش ارز به رمزارزها داشته باشد عبارت است از:

جدول ۸

فرم نرمال بازی در رمزارز به‌مثابه ارز

		بازیکن از نوع ریسک‌پذیر RL	
		BTC:S2	CBDC
بازیکن از نوع ریسک‌گریز RA	BTC:S2	$0, \bar{g} + f$	$0, \bar{m}$
	CBDC	$\bar{r} + \bar{e} + \bar{c} + \bar{t}\bar{r} + \bar{p}, \bar{g} + f$	$\bar{r} + \bar{e} + \bar{c} + \bar{t}\bar{r} + \bar{p}, \bar{m}$

منبع: یافته‌های تحقیق

فرم نرمال بازی مشتمل بر پیامدهای انتخاب هر استراتژی در شرایطی که دولت نگرش دارایی به رمزارزها داشته باشد، به شرح جدول ۹ است:

جدول ۹

فرم نرمال بازی در رمزارز به‌مثابه دارایی

		بازیکن از نوع ریسک‌پذیر RL	
		BTC:S3	CBDC
بازیکن از نوع ریسک‌گریز RA	BTC:S3	$0, \bar{g} - \bar{t}\bar{x} + f$	$0, \bar{m}$
	CBDC	$\bar{r} + \bar{e} + \bar{c} + \bar{t}\bar{r} + \bar{p}, \bar{g} - \bar{t}\bar{x} + f$	$\bar{r} + \bar{e} + \bar{c} + \bar{t}\bar{r} + \bar{p}, \bar{m}$

منبع: یافته‌های تحقیق

در نهایت فرم نرمال بازی مشتمل بر پیامدهای انتخاب هر استراتژی در شرایطی که رمزارز از منظر دولت به‌عنوان پول غیرقانونی شناخته شود، به شرح جدول ۱۰ است:

## جدول ۱۰

فرم نرمال بازی در رمزارز به‌مثابه پول غیرقانونی

		بازیکن از نوع ریسک‌پذیر RL	
		BTC:S4	CBDC
بازیکن از نوع ریسک‌گریز RA	BTC:S4	$0, \bar{g} + \bar{w} - \bar{le} + f + \bar{p}$	$0, \bar{m}$
	CBDC	$\bar{r} + \bar{t} + \bar{c} + \bar{tr} + \bar{p}, \bar{g} + \bar{w} - \bar{le} + f + \bar{p}$	$\bar{r} + \bar{t} + \bar{c} + \bar{tr} + \bar{p}, \bar{m}$

منبع: یافته‌های تحقیق

در این بخش سه بازی مجزا براساس نوع نگرش دولت به رمزارز صورت می‌پذیرد که مجدداً هر بازی در ۵ دوره با سه بازه مختلف برای  $f$  انجام می‌شود و تعداد تکرار در هر بازی ۱۰۰۰ است. اگر نگرش دولت به رمزارز به‌صورت ارز باشد، خواهیم داشت (جدول ۱۱):

## جدول ۱۱

نتایج بازی در سه بازه مختلف برای  $f$ ، زمانی که رمزارز همان ارز باشد

CU	CBDC	BTC	CBDC	BTC	CBDC	BTC
$f \sim$	-۵۰	۱۰۰	-۲۰	۵۰	-۵	۱۰
	۳۳/۹	۶۶/۱	۲۷/۶	۷۲/۴	۳۴/۵	۶۵/۵
	۳۱/۳	۶۸/۷	۲۸/۵	۷۱/۵	۳۲/۹	۶۷/۱
	۳۲/۶	۶۷/۴	۲۹	۷۱	۳۴	۶۶
	۳۴/۲	۶۵/۸	۲۸/۷	۷۱/۳	۳۳/۸	۶۶/۲
	۳۲/۱	۶۷/۹	۲۹/۱	۷۰/۹	۳۴/۷	۶۵/۳
	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین
	۳۲/۸۲	۶۷/۱۸	۲۸/۵۸	۷۱/۴۲	۳۳/۹۸	۶۶/۰۲

منبع: یافته‌های تحقیق

اگر میانگین سه بازی را در نظر بگیریم، در این حالت تقریباً در ۶۸ درصد موارد بازیکن ریسک‌پذیر BTC را انتخاب خواهد کرد و در ۳۲ درصد موارد انتخاب او CBDC است؛ بنابراین، اگر جمعیت ریسک‌گریز را نیز در نظر بگیریم که همواره دست به انتخاب CBDC خواهد زد، در این صورت، ۸۲ درصد بازار پول در اختیار دولت باقی خواهد ماند. اگر نگرش دولت به رمزارز به‌صورت دارایی باشد، خواهیم داشت (جدول ۱۲):

## جدول ۱۲

نتایج بازی در سه بازه مختلف برای  $f$ ، زمانی که رمزارز دارایی باشد

AS	CBDC	BTC	CBDC	BTC	CBDC	BTC
F~	-۵۰	۱۰۰	-۲۰	۵۰	-۵	۱۰
	۲۷	۷۳	۱۷/۸	۸۲/۲	۰	۱۰۰
	۲۸/۹	۷۱/۱	۱۶/۳	۸۳/۷	۰	۱۰۰
	۲۳/۷	۷۶/۳	۱۶/۲	۸۳/۸	۰	۱۰۰
	۲۷/۶	۷۲/۴	۱۶/۷	۸۳/۳	۰	۱۰۰
	۲۷/۹	۷۲/۱	۱۵/۶	۸۴/۴	۰	۱۰۰
	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین
	۲۷/۰۲	۷۲/۹۸	۱۶/۵۲	۸۳/۴۸	۰	۱۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

اگر میانگین سه بازی را در نظر بگیریم، در این حالت تقریباً در ۸۵ درصد موارد بازیکن ریسک‌پذیر BTC را انتخاب خواهد کرد و در ۱۵ درصد موارد انتخاب او CBDC است؛ بنابراین، اگر جمعیت ریسک‌گریز را نیز در نظر بگیریم که همواره دست به انتخاب CBDC خواهد زد، در این صورت، ۶۵ درصد بازار پول در اختیار دولت باقی خواهد ماند. اگر نگرش دولت به رمزارز به صورت پول غیرقانونی باشد، خواهیم داشت (جدول ۱۳):

## جدول ۱۳

نتایج بازی در سه بازه مختلف برای  $f$ ، زمانی که رمزارز پول غیرقانونی باشد

IL	CBDC	BTC	CBDC	BTC	CBDC	BTC
f~	-۵۰	۱۰۰	-۲۰	۵۰	-۵	۱۰
	۳۰/۸	۶۹/۲	۲۶/۳	۷۳/۷	۱۲/۱	۸۷/۹
	۲۹/۵	۷۰/۵	۲۳/۹	۷۶/۱	۱۳/۱	۸۶/۹
	۳۳/۵	۶۶/۵	۲۳/۷	۷۶/۳	۱۱/۳	۸۸/۷
	۲۹/۷	۷۰/۳	۲۵/۲	۷۴/۸	۱۳/۹	۸۶/۱
	۲۹/۶	۷۰/۴	۲۳/۳	۷۶/۷	۱۳	۸۷
	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین
	۳۰/۶۲	۶۹/۳۸	۲۴/۴۸	۷۵/۵۲	۱۲/۶۸	۸۷/۳۲

منبع: یافته‌های تحقیق

اگر میانگین سه بازی را در نظر بگیریم، در این حالت تقریباً در ۷۷ درصد موارد بازیکن ریسک‌پذیر BTC را انتخاب خواهد کرد و در ۲۳ درصد موارد انتخاب او CBDC است؛ بنابراین، اگر جمعیت ریسک‌گریز را نیز در نظر بگیریم که همواره دست به انتخاب CBDC خواهد زد، در این صورت، ۷۳ درصد بازار پول در اختیار دولت باقی خواهد ماند.

#### ۴ تحلیل نتایج

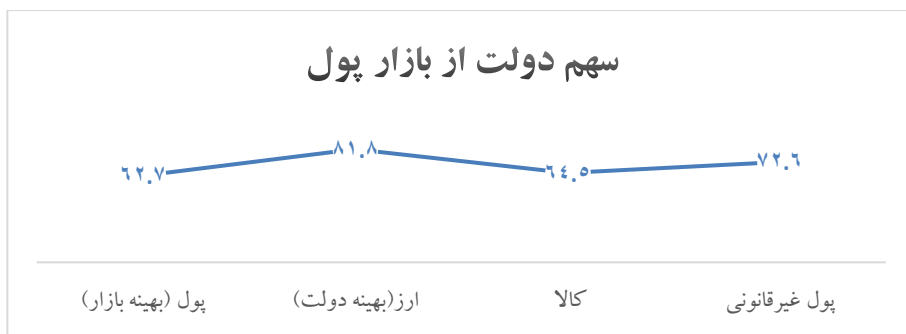
همان‌طور که انتظار می‌رود، زمانی که نگرش دولت به رمزارز همان پول باشد و مسئله تسهیم حق‌الضرب پیش‌آید، کمترین سهم از خلق پول در میان حالت‌های دیگر نصیب دولت خواهد شد. این حالت وضعیتی است که از نظر این تحقیق وضعیت تعادل بلندمدت بازار خواهد بود؛ اما اگر دولت بخواهد برای افزایش سهم خود از بازار خلق پول، نگرش خود به رمزارزها را تغییر دهد، بهترین گزینه پیش‌روی او نگرش دارایی به رمز ارز است؛ اما دولت‌ها معمولاً با تصور محدود کردن بازار رمزارز، دست به انتخاب نگرش پول غیرقانونی می‌زنند که این شرایط باز هم سهم دولت از بازار پول را به نسبت نگرش ارز و دارایی کاهش خواهد داد. سهم دولت از بازار پول در هرکدام از نگرش‌ها به رمزارز در جدول ۱۴ و شکل ۳ نشان داده شده است:

#### جدول ۱۴

##### نتایج بازی در چهار حالت مختلف

	سهم کریپتو خصوصی در افراد ریسک‌پذیر	سهم سی‌بی‌دی‌سی در افراد ریسک‌پذیر	سهم بازار پول در اختیار دولت
تلقی پول از کریپتو	۸۷/۳۵	۱۲/۶۵	۶۲/۷
تلقی ارز از کریپتو	۶۸/۲۱	۳۱/۷۹	۸۱/۸
تلقی کالا از کریپتو	۸۵/۴۹	۱۴/۵۱	۶۴/۵
تلقی پول غیرقانونی از کریپتو	۷۷/۴۱	۲۲/۵۹	۷۲/۶

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۳. سهم دولت از بازار پول متناسب با نگرش‌های مختلف به رمزارز  
منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۳ سهم دولت از بازار پول را نشان می‌دهد، اما می‌توان از زاویه دیگر به این شکل، سهم بخش خصوصی را نیز تحلیل کرد؛ یعنی اگر دولت به بازار رمزارزها ورود کند، بخش خصوصی برای اینکه سهم بیشتری از بازار خلق پول کسب کند، ترجیح می‌دهد تلقی کالایی از رمزارز داشته باشد. رمزارز کارکرد واسطه مبادله بودن خود را از دست خواهد داد و تبدیل به دارایی و ابزار سفته‌بازی خواهد شد. همچنین با بررسی سهم بخش خصوصی بین دو گزینه «پول غیرقانونی» و «ارز»، درمی‌یابیم که مردم ترجیح می‌دهند رمزارز را پول غیرقانونی پنداشته و هزینه‌های آن را پرداخت کنند و نگرش ارزی به پول برای آن‌ها کمترین سهم را ایجاد خواهد کرد. نگرش ارزی به رمزارز هیچ‌گونه منفعتی برای بخش خصوصی نداشته و تمام منافع آن را در قالب مالیات و سایر هزینه‌های مبادلاتی نصیب دولت خواهد کرد. می‌توان نتایج فوق را این‌گونه تحلیل کرد (جدول ۱۵):

جدول ۱۵

واکنش بخش خصوصی به نگرش دولت

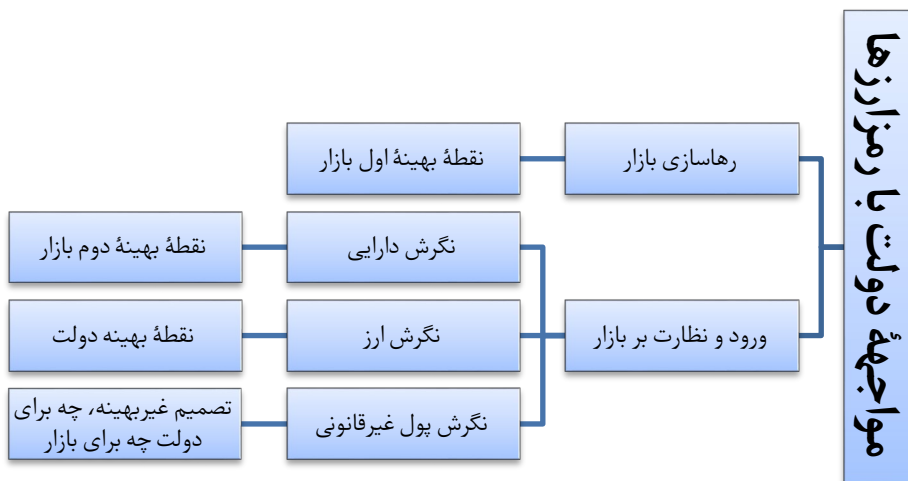
نتیجه برای بخش خصوصی	بهره‌مندی بخش خصوصی از کارکرد دارایی رمزارز	بهره‌مندی بخش خصوصی از کارکرد پولی رمزارز	نگرش دولت به رمزارز
اولویت اول	***	***	رهاسازی بازار
اولویت دوم	***	---	تلقی کالا
اولویت سوم	---	***	تلقی پول غیرقانونی
اولویت آخر	---	---	تلقی ارز

با بررسی راهبردهای مختلف دولت‌ها در قبال رمزارز نیز می‌توان نتایج به‌دست‌آمده را تحلیل کرد. کشورهای پیشرفته مثل آمریکا و آلمان، نگرش «ارز» را انتخاب کرده‌اند که با توجه به شفافیت کامل اطلاعاتی در تراکنش‌های اقتصادی، به‌نظر می‌رسد این تصمیم کاملاً در راستای بیشینه‌کردن منافع دولت اتخاذ شده است؛ هرچند هیچ کشوری نیز حاضر نشده است به‌خاطر این منافع حاکمیت پولی خود را به‌خطر بیندازد. در واقع، دولت‌ها هرچند می‌توانند از بازار رمزارز منتفع شوند، این بهره‌مندی به‌میزانی نیست که بخواهند منافع بسیار بالاتر خلق پول را با بخش خصوصی به‌اشتراک بگذارند و اجازه دهند رمزارزهای خصوصی به‌صورت پول در کنار پول ملی رواج پیدا کند. کشورهایی مثل کانادا که راهبرد اصلی توسعه آن‌ها جذب سرمایه خارجی است، رویکرد معتدل‌تری در این زمینه اتخاذ کرده‌اند و با تلقی «کالایی» از رمزارز، منافی برای بخش خصوصی ایجاد کرده‌اند تا از این طریق نیز به‌جذب سرمایه در اقتصاد خود کمک کنند. در کنار این راهبردها، تصمیمات شاذ نیز به‌چشم می‌خورد. برای مثال، چین به‌دلیل رویکرد متمرکز خود به اقتصاد و سرمایه‌گذاری کلان برای توسعه یوان دیجیتال نگرش «غیرقانونی» را اتخاذ کرد است و السالوادور که پول ملی ندارد، صرفاً برای کم‌کردن وابستگی اقتصاد خود به دلار، رویکرد «رهاسازی بازار» را انتخاب کرده است و بیت‌کوین را به‌عنوان پول و واسطه مبادله به‌رسمیت می‌شناسد.

## ۵ بحث و نتیجه‌گیری

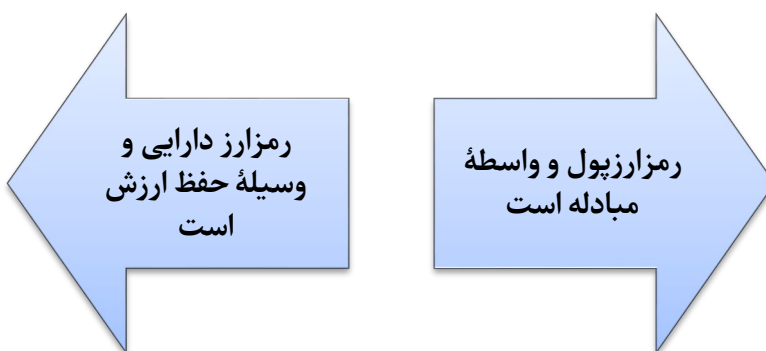
در این مقاله، رویکردهای مختلف در نظریه بازی به خلق پول مطرح شد و سپس نظریه بازی‌های تکاملی به‌عنوان گزینه مطلوب مدل‌سازی انتخاب شد. علت این انتخاب گونه جدید پول (رمزارز) بود که بر گونه قبلی پول اضافه شده است. سپس ویژگی‌های هرکدام از انواع پول با بهره‌گیری از پرسش‌نامه مشخص شد. در مرحله بعدی بازی، برای هرکدام از نگرش‌های مدنظر به رمزارز تکرارهای فراوان انجام شد و نهایتاً سهم دولت از بازار خلق پول به‌دست آمد. دولت در دوراهی حساسی قرار دارد: رهاکردن بازار رمزارز یا ورود به آن. انتخاب گزینه اول بهترین حالت برای بخش خصوصی است، اما کمترین سهم را نصیب دولت می‌کند. در صورتی که دولت گزینه دوم را انتخاب کند، سه حالت پیش‌روی دولت است: تلقی ارز کالا، ارز، یا پول غیرقانونی. در میان این سه حالت، نگرش کالایی بیشتر مورد استقبال بخش خصوصی خواهد بود (شکل ۴).





شکل ۴. مواجهه دولت با رمزارزها

در واقع، مردم تصمیم صفر یا یک در مورد رمزارزها خواهند داشت: در صورتی که دولت کاری به این بازار نداشته باشد، کریپتو همانند پول واسطه مبادله خواهد بود؛ اما در صورتی که دولت وارد عرصه سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری این حوزه شود، مردم تلقی کالایی از رمزارز خواهند داشت و به‌عنوان ابزار ذخیره ثروت یا سفته‌بازی بدان نگاه خواهند کرد (شکل ۵).



شکل ۵. تلقی بخش خصوصی از رمزارز داریبی متناسب با رویکرد دولت

در انتها، می‌توان عنوان داشت اگر بازار خلق پول دو بازیگر داشته باشد، حساسیت سیاست‌گذاری پولی دولت بالا می‌رود و دولت به نسبت حالت سنتی تغییر کمتری در متغیرهای ابزاری، تغییرات بیشتری در متغیرهای هدف ایجاد خواهد کرد؛ بنابراین در اقتصاد مبتنی بر رمزارزایی و رمزارز، دولت باید انضباط پولی بیشتری داشته باشد و پول را با احتیاط بیشتری به اقتصاد تزریق کند.

سیاست‌گذاری در شرایطی که بخشی از بازار پول در اختیار دولت نیست، دیگر نقطه‌ای نیست و طیفی خواهد بود؛ یعنی از نظر این تحقیق، دولت بنا به سیاست‌های اتخاذ شده در قبال رمزارز، از ۶۲/۷ درصد تا ۸۱/۸ درصد از بازار خلق پول سهم خواهد داشت. دولت با اتخاذ هر رویکرد یا نگرش به رمزارزها، بازه‌ای برای اثرگذاری سیاست‌های خود ایجاد خواهد کرد و واکنش بخش خصوصی به این نگرش نقطه تعادل بازار خلق پول را مشخص خواهد کرد.

### فهرست منابع

رضایی، م. ج. (۱۳۹۴)، نقد «نظریات عدالت مبتنی بر نظریه بازی‌های تطوری» از منظر اقتصاد اسلامی (رساله دکتری علوم اقتصادی). دانشکده معارف اسلامی و اقتصاد، دانشگاه امام صادق(ع).

Ball M. Laurence, (2011). *Money, Banking, and Financial Markets*, 2<sup>nd</sup> ed., Worth Publishers.

Barron, E. N. (2013). *Game theory. An introduction* / E.N. Barron. 2<sup>nd</sup> ed. Hoboken, N.J.: Wiley (Wiley series in operations research and management science).

Bech, M. L., & Garratt, R. (2017). *Central bank crypto currencies*. Bank for International Settlements.

Bjerg, O. (2017). *Designing new money: The policy trilemma of central bank digital currency*. Copenhagen Business School.

Dixit, Avinash K. & Skeath, Susan (2004): *Games of strategy*. 2<sup>nd</sup> ed. New York, London: W. W. Norton & Co.

Fung, B. S., & Halaburda, H. (2016). *Central bank digital currencies: A framework for assessing why and how*. Bank of Canada Staff Discussion Paper.

Hayek, F. A. (2009). *Denationalisation of money: the argument refined*. Ludwig von Mises Institute.

- Houben, R. & Snyers, A. (2018). Crypto currencies and blockchain, Legal context and implications for financial crime, money laundering and tax evasion European Parliament study.
- Kimball, M., & Agarwal, R. (2015). *Breaking through the zero lower bound*. (IMF Working Paper, 15/224).
- Meaning, J., Dyson, B., Barker, J., & Clayton, E. (2018). Broadening narrow money: monetary policy with a central bank digital currency.
- Sams, R. (2015). A note on cryptocurrency stabilisation: Seigniorage shares. *Brave New Coin*, 1-8.
- Samuelson, Larry (1997). *Evolutionary games and equilibrium selection*. Cambridge, Mass.: MIT Press (MIT Press series on economic learning and social evolution).