

## Theoretical framework of blockchain technology in public sector governance

**Shoeyb Rostami<sup>1</sup>, Mohammad Golpour Sheikhani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Accounting Group, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin Iran  
sh.rostami@qiau.ac.ir

<sup>2</sup>M.A. Student of Accounting, Sistan and Baluchistan University, Zahedan, Iran  
golpouromhammad9@gmail.com (Corresponding Author)

Received: 2022/01/06 Accepted: 2022/04/08

### Abstract

Today, blockchain technology has become very popular in finance and the private sector, and its practical benefits are clear to everyone. But in the public sector, the situation is different. A key challenge behind the adoption of blockchain in the public sector is understanding the dynamics of blockchain governance. In this article, based on systematic literature review, different approaches for blockchain governance are analyzed. In this regard, a comprehensive theoretical framework is created to study blockchain governance decisions in the public sector. This framework categorizes 9 types of governance decisions, including infrastructure architecture, application architecture, interoperability, decision-making mechanism, incentive mechanism, consensus mechanism, organization of governance, accountability of governance, and control of governance in three levels of analysis (micro, meso, and macro). This article, relying on new public management theories and concepts, clarifies the consequences of different governance choices at each level of governance. Also, this article provides an introduction for researchers and those involved in the design of blockchain-based systems in the public sector.

**Keywords:** Blockchain, Public sector, Bitcoin and Ethereum, New public management, Electronic government.

## چارچوب نظری فناوری بلاک‌چین در حاکمیت بخش عمومی

شعیب رستمی<sup>۱</sup>، محمد گل‌پور شیخانی<sup>۲</sup>

۱. گروه حسابداری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

sh.rostami@qiau.ac.ir

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران (نویسنده مسئول)

golpourmohammad9@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۱۹

### چکیده

امروزه فناوری بلاک‌چین در امور مالی و بخش خصوصی رواج بسیاری یافته است و مزایای کاربردی آن برای همگان روشن است. اما در بخش عمومی، شرایط متفاوت است. یک چالش کلیدی در پشت پرده پذیرش بلاک‌چین در بخش عمومی، درک پویایی حاکمیت بلاک‌چین است. در مقاله حاضر بر اساس مرور ادبیات سیستماتیک، رویکردهای مختلف برای حاکمیت بلاک‌چین تحلیل می‌گردد و یک چارچوب نظری جامع برای مطالعه تصمیمات حاکمیت بلاک‌چین در بخش عمومی ایجاد می‌گردد. این چارچوب ۹ نوع تصمیم حاکمیتی (طراحی زیرساخت، طراحی کاربردی، قابلیت همکاری، مکانیزم تصمیم‌گیری، مکانیزم تشویقی، مکانیزم اجماع، سازماندهی دولت، پاسخگویی دولت و کنترل دولت) را در سه سطح تحلیل (خرد، میانی و کلان) دسته‌بندی می‌کند. این مقاله با تکیه بر نظریه‌ها و مفاهیم مدیریت عمومی نوین، پیامد انتخاب‌های مختلف حاکمیتی در هر سطح از حکمرانی را روشن می‌کند و مقدمه‌ای را برای محققان و دست‌اندرکاران در طراحی سیستم‌های مبتنی بر بلاک‌چین در بخش عمومی فراهم می‌کند.

**واژگان کلیدی:** بلاک‌چین، بخش عمومی، بیت‌کوین و اتریوم، مدیریت عمومی نوین، دولت الکترونیک.

## ۱. مقدمه

بیش از یک دهه از زمانی که ناکاموتو (۲۰۰۸)، بیت‌کوین و فناوری زیربنایی آن، یعنی بلاک‌چین را معرفی کرد، می‌گذرد. از سال ۲۰۰۸، بلاک‌چین به عنوان یک فناوری همه منظوره تکامل یافته و حوزه‌های مختلفی از کاربردها را پیدا کرده است که در آن‌ها مشکل اعتماد در سیستم تراکنش‌ها مشاهده نمی‌شود. بخش عمومی به یک حوزه کاربردی اصلی تبدیل شده است که در آن دولت‌ها و سایر بازیگران بیش از دوپست مورد استفاده از فناوری فوق را در سراسر جهان اعلام کرده‌اند. ارز دیجیتال، پرداخت‌ها، مدیریت هویت، ردیابی زنجیره تأمین، مراقبت‌های بهداشتی، آموزش، ثبت شرکت، مدیریت داده‌ها، بازار انرژی، رأی‌گیری و مدیریت اشخاص حقوقی برخی از حوزه‌هایی هستند که بلاک‌چین در حال حاضر برای خدمات عمومی در حال آزمایش است. همچنین مزایای بلاک‌چین در امور مالی نیز بر کسی پوشیده نیست؛ چنان‌که پوینتر و همکاران (۲۰۱۸) اشاره دارند که بلاک‌چین در خودکارسازی تهیه و گزارشگری صورت‌های مالی، بهبود فنون و تکنیک‌های حسابداری، استخراج مسقل داده‌ها، تأمین مداوم داده‌های ساختاریافته، نگهداری و حفظ شواهد از طریق تمبر زمان و غیره تأثیر بسزایی دارد. با وجود این بستر گسترده، اجرای واقعی فناوری در بخش دولتی همچنان محدود باقی مانده است. مطالعات قبلی برخی چالش‌های پذیرش بلاک‌چین مانند فقدان مقررات، امنیت و نگرانی‌های حفظ حریم خصوصی، فقدان زیرساخت‌های قابل همکاری، تراکنش‌های ناکارآمد و پر هزینه، نیاز به انتقال ارزش محور در فرآیندهای اداری و فقدان مدل‌های حکمرانی مؤثر را بیان نمودند (جانسن و همکاران، ۲۰۲۰؛ زاخاریادیس و همکاران، ۲۰۱۹؛ اولنز و همکاران، ۲۰۱۷).

مطالعات متعددی حکمرانی را به عنوان یک چالش کلیدی برای اجرای بلاک‌چین در بخش عمومی شناسایی کرده‌اند (مایجر و اوباخت، ۲۰۱۸؛ آتزوری، ۲۰۱۷؛ اولنز و همکاران، ۲۰۱۷). برخی مطالعات قابل توجه نیز به بررسی پیامدهای بلاک‌چین در حاکمیت عمومی پرداختند (دیفیلیبی و همکاران، ۲۰۲۰؛ زاخاریادیس و همکاران، ۲۰۱۹؛ بک و همکاران، ۲۰۱۸؛ ورباخ، ۲۰۱۸؛ آتزوری، ۲۰۱۷). با این وجود، به نظر می‌رسد که حاکمیت بلاک‌چین یکی از بحث‌برانگیزترین جنبه‌های سازمان‌های بخش عمومی است و یک ابزار تحلیل سیستماتیک برای رسیدگی به چالش‌های حاکمیتی برای طراحی، بهره‌برداری و نگهداری سیستم‌های مبتنی بر بلاک‌چین مورد نیاز است (اولنز، ۲۰۱۷؛ جانسن و همکاران، ۲۰۲۰). به عنوان یک فناوری که برجسته‌ترین ویژگی آن ایجاد اعتماد در فرآیندهای حاکمیتی بدون نیاز به شخص ثالث قابل اعتماد است، درک اینکه چه چیزی را باید اداره کرد (یا نباید اداره کرد) و چگونه حاکمیت کرد، برای پذیرش بلاک‌چین در بخش عمومی، اساسی است.

در این مقاله، یک مرور ادبیات برای ترسیم رویکردهای مفهومی موجود در مورد حاکمیت بلاک‌چین در حوزه‌های مختلف و ترکیب آن‌ها در یک چارچوب مفهومی جامع برای مطالعه حاکمیت بلاک‌چین انجام

می‌شود. این چارچوب در زمینه بخش عمومی به کار گرفته می‌شود تا پیامد انتخاب‌های مختلف طراحی در حاکمیت بلاک‌چین بررسی شود. به طور خاص، سوالات زیر مطرح است: (۱) چه تصمیمات حاکمیتی برای طراحی یک سیستم مبتنی بر بلاک‌چین در بخش عمومی مورد نیاز است؟ و (۲) چگونه عوامل زمینه‌ای در بخش عمومی ممکن است انتخاب‌های موجود در حاکمیت بلاک‌چین را شکل دهند؟ از طریق این سوالات تحقیقاتی، باید بررسی گردد که چگونه حاکمیت بلاک‌چین می‌تواند بر رابطه بین یک دولت و شهروندان تأثیر گذارد و چگونه می‌توان از این فناوری برای ارائه خدمات عمومی نوآورانه استفاده کرد. در ادامه چارچوب نظری برای حاکمیت بلاک‌چین ارائه خواهد شد. سپس چگونگی تصمیمات حاکمیتی و سطوح آن بر اساس سیستم‌های مبتنی بر بلاک‌چین در بخش عمومی تشریح خواهد شد. نهایتاً نتیجه‌گیری از موارد با اهمیت ارائه می‌گردد.

## ۲. چارچوب نظری

بلاک‌چین بخشی از فناوری‌های دفتر کل توزیع شده است که به کاربران این اطمینان را می‌دهد که اطلاعات آرسبو شده دستکاری نشده است (بک و همکاران، ۲۰۱۸). تفاوت اصلی بین بلاک‌چین و فناوری دفتر کل توزیع شده این است که دومی فناوری است که برای مدیریت پایگاه داده توزیع شده است، در حالی که اولی یک فناوری اعتمادساز از طریق مکانیزم‌های توافق جمعی (اجماع) و ثبت متوالی اطلاعات در شکل‌گیری از نوع زنجیره‌ای است. به لحاظ نظری، با ایجاد یک سیستم توزیع شده مستقل، شفاف و ایمن، بلاک‌چین ممکن است حذف واسطه‌ها در مدیریت عمومی را به عنوان متولیان که آنها را با یک سیستم اعتماد الگوریتمی جایگزین می‌کنند، امکان‌پذیر کند (دیفیلیپی و همکاران، ۲۰۲۰). این ویژگی تکنولوژیکی بلاک‌چین همان چیزی است که حاکمیت بلاک‌چین را برای بخش عمومی، متناقض و پیچیده می‌کند. در این زمینه، دو دیدگاه متفاوت در ادبیات وجود دارد.

دیدگاه اول این است که بلاک‌چین به شفافیت، یکپارچگی و قابلیت ردیابی داده‌ها برای احراز هویت منجر می‌شود و در نتیجه هزینه‌های تراکنش را کاهش و کارایی خدمات عمومی را افزایش می‌دهد (زیولکوفسکی و همکاران، ۲۰۲۰؛ بک و همکاران، ۲۰۱۸). از سوی دیگر دیدگاه دوم، بلاک‌چین را به عنوان یک فناوری مخرب در نظر می‌گیرد که امکان تراکنش‌های بدون مجوز را به شیوه‌ای واقعاً غیرمتمرکز فراهم می‌کند و به موجب آن دولت هدف خود را به عنوان اولین سطح در بخش عمومی از دست می‌دهد و دیگر نیازی به هماهنگی، کاهش یا اداره خدمات عمومی ندارد (آتروری، ۲۰۱۷؛ زیولکوفسکی، ۲۰۱۸). سطح دیگری از پیچیدگی این است که بلاک‌چین به عنوان یک فناوری، اهمیت اعتماد و مشروعیت را در مرحله اولیه خط‌مشی‌گذاری و طراحی سیستم به جای پیاده‌سازی، مجدداً برقرار می‌کند. قوانین تراکنش‌ها در بلاک‌چین در مرحله طراحی، اعمال می‌شوند و پس از تصمیم‌گیری، تغییر در سیستم نیاز به رضایت کاربران مجاز

دارد. علاوه بر این، بلاک‌چین می‌تواند صحت یک تراکنش مالی را تأیید کند، اما اینکه یک ورودی داده در یک تراکنش، واقعی باشد یا قوانین تراکنش به‌طور عادلانه تنظیم شده‌اند، فراتر از حوزه فنی بلاک‌چین‌ها است. بنابراین، چه کسی مجاز به ایجاد تغییرات در سیستم خواهد بود؟ و قوانین و روش‌هایی که در تغییر سیستم باید رعایت شود چیست؟ ملاحظات حاکمیتی، کلیدی برای سیستم‌های مبتنی بر بلاک‌چین هستند. "ویلی لهدون ویرتا" این تضادهای ذاتی حاکمیت بلاک‌چین را "تعارض حاکمیتی" می‌نامد. هنگامی که شما به این مشکلات حاکمیتی رسیدگی می‌کنید، بلاک‌چین، ارزش خود را نسبت به فناوری‌ها و ابزارهای معمولی از دست می‌دهد که در آن یک نهاد مرکزی مورداعتماد، قوانین را اجرا می‌کند، زیرا شما از قبل به سازمان یا فرآیندی برای ایجاد قوانین اعتماد دارید (ورباخ، ۲۰۱۸).

علاوه بر این، به نظر می‌رسد مبانی نظری در مورد آنچه حاکمیت بلاک‌چین مستلزم آن است و تصمیمات کلیدی مرتبط با آن در رشته‌های مختلف، متفاوت است. به عنوان مثال، در ادبیات علوم کامپیوتر و داده، حاکمیت بلاک‌چین اغلب بر نحوه حقوق تصمیم‌گیری متمرکز است و مشوق‌ها و مسئولیت‌پذیری‌ها در یک شبکه بلاک‌چین ترتیب داده می‌شوند تا رفتار مطلوب در استفاده از منابع را تشویق کنند (بک و همکاران، ۲۰۱۸؛ ریکن و همکاران، ۲۰۱۹؛ ون پلت و همکاران، ۲۰۲۱). به ویژه، در بلاک‌چین‌های بدون مجوز عمومی، از رویکردهای نظریه بازی برای تعیین قوانین بهینه در مشوق‌های مثبت و محدودیت‌های اعمال شده رمزنگاری شده در یک اقدام خاص استفاده می‌شود. در ادبیات مدیریت کسب و کار، حاکمیت بلاک‌چین به عنوان فرآیندی مفهوم‌سازی می‌شود که توسط آن، افراد و گروه‌ها با روابط مستمر در مورد چگونگی سازگاری با تغییرات در یک محیط سازمانی، چانه‌زنی می‌کنند (آلن و همکاران، ۲۰۲۰؛ گروین، ۲۰۲۰؛ دالتومولاگاماژ و سیمز، ۲۰۲۰).

در این ادبیات، لنزهای نظری حاکمیت شرکتی اغلب برای تجزیه و تحلیل تصمیمات حاکمیتی استفاده می‌شود. در ادبیات اقتصاد، حاکمیت بلاک‌چین با سیستم‌های دارای چند مرکز مرتبط است که به طور همزمان در سطوح مختلف تعامل عمل می‌کنند و در واقع تصمیمات حاکمیتی، مشابه مدیریت منابع عمومی لحاظ می‌شوند (هاول و همکاران، ۲۰۱۹). این بررسی اجمالی مختصر از رویکردهای نظری به حاکمیت بلاک‌چین نشان می‌دهد که اولاً، یک چارچوب مفهومی جامع و مناسب از حاکمیت بلاک‌چین باید بتواند رویکردهای نظری مختلف را در ادبیات موجود تطبیق دهد، و ثانیاً، محققان باید به این فکر کنند که چگونه یک زمینه خاص و تمرکز تحقیقاتی بر تصمیمات سیاسی مرتبط با حاکمیت بلاک‌چین تأثیر می‌گذارد.

### ۳. تصمیمات حاکمیتی بر اساس سیستم‌های مبتنی بلاک‌چین در بخش عمومی

در این بخش، تصمیمات حاکمیتی مورد نیاز برای استفاده از فناوری بلاک‌چین در بخش عمومی تحلیل می‌گردد. تجزیه و تحلیل ادبیات حاکمیت بلاک‌چین نشان می‌دهد که تصمیمات حاکمیت بلاک‌چین در

بخش عمومی را می‌توان در سطوح خُرد، میانی و کلان تحلیل کرد. این نکته حائز اهمیت است که تصمیم‌های حاکمیتی به تنهایی در یک سطح نمی‌مانند و این سطوح در زمینه حاکمیت بلاک‌چین به هم مرتبط هستند. رابرتز (۲۰۲۰) تأکید می‌کند که استراتژی‌های حکمرانی در سطوح خُرد، میانی و کلان در مدیریت عمومی کاملاً پیچیده است و مطالعه یک سطح از حکمرانی بدون آگاهی از سطوح دیگر ممکن نیست.

علاوه بر این در تصمیمات حاکمیتی، برخی از مطالعات بر اهداف سیاست در حاکمیت بلاک‌چین (مانند منافع عمومی، پوشش رسانه‌ای) و مبادلات در سطح کلان بین نهادهای سیاسی، اجتماعی، فرهنگی، قانونی و مبتنی بر بازار در حاکمیت یک سیستم مبتنی بر بلاک‌چین تمرکز دارند (حسیه و همکاران، ۲۰۱۸؛ مایجر و اوباخت، ۲۰۱۸؛ پیچ، ۲۰۱۷). در چارچوب این بحث، این عناصر به عنوان یک مقوله جداگانه در نظر گرفته نمی‌شوند، بلکه تأثیر همه آن‌ها به عنوان عوامل زمینه‌ای در هر سطح از حکمرانی فرض می‌گردد. برای مثال، در بخش عمومی، هر تصمیم در مورد حاکمیت بلاک‌چین باید با اهداف سیاست، ارزش‌های عمومی، چارچوب نهادی و انتظارات اجتماعی همسو باشد. با توجه به این رویکرد کلی، در بخش‌های بعدی، تصمیمات حاکمیتی در خصوص هر سطح در طراحی یک سیستم مبتنی بر بلاک‌چین در بخش عمومی توضیح داده خواهد شد و در مورد اینکه چگونه تصمیم‌های حاکمیتی در یک سطح می‌تواند بر تصمیم‌گیری‌ها در سطح دیگر تأثیر بگذارد، بحث می‌گردد.

### ۱.۳. حاکمیت در سطح خُرد

حاکمیت در سطح خُرد در ارتباط با انتخاب طراحان سیستم در مورد زیرساخت یک سیستم مبتنی بر بلاک‌چین است. تصمیمات مربوط به معماری (طراحی) زیرساخت بلاک‌چین، برنامه‌های قراردادهای هوشمند و برنامه‌های کاربردی غیرمتمرکز، و قابلیت همکاری سیستم مبتنی بر بلاک‌چین با زیرساخت‌های فناوری اطلاعات موجود در این دسته قرار می‌گیرند.

### ۲.۳. حاکمیت در سطح میانی

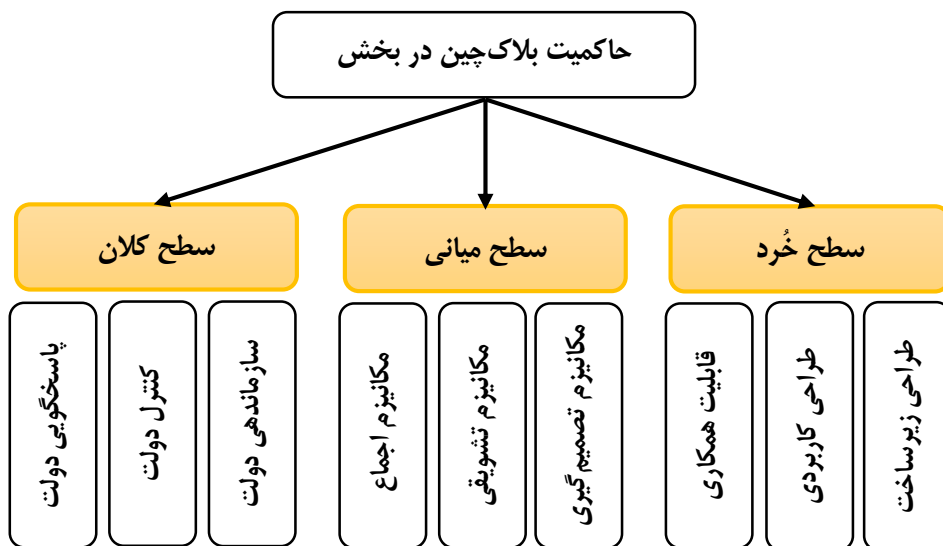
حاکمیت در سطح میانی در ارتباط با تعاملات بین شبکه‌ای است که سیستم مبتنی بر بلاک‌چین بر آن استوار است. یک سیستم مبتنی بر بلاک‌چین بر تعاملات بین انواع مختلف کاربران مانند ماینرها، تأییدکننده‌ها، توسعه دهندگان هسته، دارندگان توکن، تولیدکنندگان محتوا و کاربران شبکه متکی است. تصمیمات حاکمیتی در سطح میانی، چگونگی مدیریت تصمیم‌گیری در میان این بازیگران، نوع مکانیزم‌های تشویقی و اینکه چگونه مکانیزم‌های اجماع بر نقش بازیگران در حاکمیت بلاک‌چین تأثیر می‌گذارد را پشتیبانی می‌کند.

## ۳,۳. حاکمیت در سطح کلان

حاکمیت در سطح کلان بر چگونگی تأثیر قوانین و هنجارهایی که از مبانی قانونی، فرهنگی، تاریخی و حقوقی آن مؤسسه نشأت می‌گیرد، بر مواردی همچون کلیت سازمان، پاسخگویی و کنترل سیستم مبتنی بر بلاک‌چین در تحقق اهداف و عملکردهای خطمشی تأثیر می‌گذارد. انتخاب‌های حکمرانی در سطح کلان به عنوان "ویژگی‌های تعبیه شده" عمل می‌کنند که در واقع مؤلفه‌هایی در تصمیم‌گیری فردی و سازمانی می‌باشند (ویلیامسون، ۱۹۹۳). به‌طور خاص، این موضوعات که چگونه حقوق تصمیم‌گیری در بین بازیگران شبکه توزیع می‌شود، چه نوع مکانیزم‌های پاسخگویی وجود دارد و این که چه کسی فرآیندهای اجرایی دولت را کنترل و نظارت می‌کند، در محدوده تصمیمات حاکمیتی در سطح کلان قرار می‌گیرد.

## ۴. مؤلفه‌های چارچوب نظری حاکمیت بلاک‌چین در بخش عمومی

با توجه به مواردی که پیش‌تر مطرح گردید می‌توان چارچوب نظری حاکمیت بلاک‌چین در بخش عمومی را بصورت زیر ترسیم نمود.



شکل ۱. چارچوب نظری حاکمیت بلاک‌چین در بخش عمومی

در ادامه به عنوان نمونه از هر بخش مواردی تشریح گردیده است.

**۱,۴. قابلیت همکاری بلاک‌چین در بخش عمومی (سطح خرد)**

چارچوب همکاری مشترک اروپا بیان می‌کند که قابلیت همکاری در بخش عمومی نیازمند یک رویکرد حاکمیتی یکپارچه در سراسر قابلیت‌های همکاری حقوقی، فنی و معنایی است. در همین راستا با قابلیت همکاری بلاک‌چین، به توانایی یک شبکه بلاک‌چین برای به اشتراک‌گذاری و دسترسی به اطلاعات در سراسر سیستم‌های مدیریت داده موجود در حوزه عمومی و خصوصی بدون نیاز به واسطه‌ای برای انجام تبادل اشاره می‌کنیم. از این نظر، یک تصمیم مهم در مورد قابلیت همکاری، ارزیابی میزان مطابقت حاکمیت بلاک‌چین با مکانیزم‌ها، فناوری‌ها، مقررات و استانداردهای موجود در چشم‌انداز حاکمیت دیجیتال است. دو نوع چالش وجود دارد که ما می‌توانیم در مورد قابلیت همکاری بلاک‌چین شناسایی کنیم. اول، عدم استانداردسازی از پروتکل‌های فنی تا قراردادهای هوشمند که فناوری‌های کمکی مانند هوش مصنوعی را در پلتفرم‌های بلاک‌چین به هم متصل می‌کنند (جانسن و همکاران، ۲۰۲۰). علاوه بر این، در حال حاضر، اطلاعات ذخیره شده در بلاک‌چین لزوماً مطابق با استانداردها و رویه‌های بازار یا سازمان بین‌المللی تدوین-کننده استاندارد نیست (جانسن و همکاران، ۲۰۲۰). ثانیاً، بلاک‌چین‌ها از نظر طراحی با یکدیگر قابل تعامل نیستند (لافورکاد و همکاران، ۲۰۲۰).

**۲,۴. مکانیزم اجماع (سطح میانی)**

یک مکانیزم اجماع در هسته سیستم‌های مبتنی بر بلاک‌چین برای هماهنگ کردن اقدامات غیر متمرکز کاربران در تصمیم‌گیری اینکه کدام اطلاعات می‌تواند به بلاک‌چین اضافه شود، قرار دارد. مکانیزم‌های اجماع متفاوتی وجود دارد، اما اکثر بلاک‌چین‌ها یا به اجماع ناکاموتو متکی هستند که قابلیت استخراج را با قدرت محاسباتی مرتبط می‌کند یا به اجماع بیزانسی که از سهام‌داری برای تخصیص ماینرها استفاده می‌کند، مانند اثبات سهام یا همان PoS (حفظ امنیت شبکه بلاک‌چین) و اثبات سهام نمایندگی شده یا همان DPoS (توسعه رویکرد قبلی با مقیاس‌پذیری بالاتر). رویکرد ناکاموتو بیشتر در بلاک‌چین‌های عمومی و بدون مجوز مانند بیت‌کوین و اتریوم استفاده می‌شود که در آن کاربران با حل پازل‌های پیچیده ریاضی از طریق قدرت محاسباتی سخت‌افزار، تراکنش‌ها را تأیید می‌کنند. مزیت سیستم ناکاموتو پایداری آن برای جلوگیری از حملات سایبری و در عین حال حفظ حاکمیت سیستم توزیع شده است (کارجلاین، ۲۰۲۰).

**۳,۴. پاسخگویی دولت (سطح کلان)**

پاسخگویی در مورد نحوه تنظیم و اجرای قوانین حاکمیتی (مانند حل اختلاف، مدیریت تغییر) است. تریب و همکاران (۲۰۰۷) معتقدند چهار شکل از مکانیزم‌های پاسخگویی را می‌توان در حکمرانی بلاک‌چین شناسایی کرد: اجبار، داوطلب‌گرایی، هدف‌گذاری و چارچوب مقررات. این چهار نوع در دو بُعد متمایز می‌شوند: نوع ابزارهای اعمال شده (قانون الزام‌آور یا قانون نرم) و رویکرد اجرا (انطاف‌پذیر یا سخت).

- ابتدا از اجبار شروع می‌کنیم. اجبار با ابزارهای نظارتی الزام‌آور مشخص می‌شود که استانداردهای دقیق و ثابتی را در اجرا پیش‌بینی می‌کنند. در زمینه بلاک‌چین، اجبار را می‌توان با مفهومی همانند رمزنگاری lex در نظر گرفت (دیفیلیپی و رایت، ۲۰۱۸). رمزنگاری lex به این معنی است که قوانین مبادلات، کدهای داخلی هستند و به این ترتیب کد به قانون حاکمیت بلاک‌چین تبدیل می‌شود. از طریق استفاده از قراردادهای هوشمند، پاداش‌ها و تحریم‌ها به طور خودکار اجرا می‌شوند و یک سیستم حکمرانی قطعی ایجاد می‌کنند. چالش انتقال قانون به کد این است که کدها از قبل، به زبانی دقیق و رسمی نوشته می‌شوند و بنابراین، قوانین مبتنی بر کد باید قابل پیش‌بینی باشند و جایی برای تفسیر باقی نگذارند (دیفیلیپی و رایت، ۲۰۱۸). این امر ذاتاً کاربرد قوانین مبتنی بر کد را در مناطقی که احتمالات و مشروطات را نمی‌توان از پیش تعیین کرد، محدود می‌کند.
- داوطلب‌گرایی مبتنی بر ابزارهای قانونی غیرالزام‌آور است و اهداف گسترده‌ای را در اجرا تعریف می‌کند. در زمینه بلاک‌چین، این شیوه حکمرانی توسط سافت‌فورک‌ها تسخیر می‌شود. سافت‌فورک، ساختار بلاک‌چین را تغییر نمی‌دهد، اما عملکرد بلاک‌چین را اصلاح می‌کند. پیاده‌سازی سافت‌فورک متکی به اقدام هماهنگ اکثر کاربران برای اجرای تغییرات پیشنهادی است. تغییرات تنها در صورتی لازم‌الاجرا می‌شوند که اکثریت توان استخراج شبکه آن‌ها را بپذیرند. در غیر این صورت، سافت‌فورک از کار می‌افتد و زنجیره قدیمی بدون تغییر باقی می‌ماند. در مورد ناهماهنگی سیاسی بین گروه‌های مختلف کاربران در یک شبکه بلاک‌چین، یک سافت‌فورک ابزاری انعطاف‌پذیر برای اصلاح سیستم ارائه می‌دهد. به عنوان مثال، زمانی که هیچ توافق جمعی سیاسی در میان جامعه بلاک‌چین برای تغییر اندازه بلاک بیت‌کوین (یعنی قانون ۱ مگابایت) به دست نیامد، از یک اثر جدا شده از طریق سافت‌فورک که توسط کاربر فعال شده بود استفاده شد.
- مکانیزم هدف‌گیری نیز از توصیه‌های غیرالزام‌آور استفاده می‌کند، اما بر خلاف داوطلب‌گرایی، بر توضیحات دقیق برای مقررات متکی است. در زمینه بلاک‌چین، شیوه‌های هدف قراردادن، اغلب برای معرفی پیشنهادات بهبود و برنامه‌های کاربردی در یک شبکه بلاک‌چین استفاده می‌شود. از طریق پیشنهادات بهبود پرتوکل بیت‌کوین (مانند BIP)، هر کسی می‌تواند تغییرات نرم‌افزاری را پیشنهاد

۱. اصطلاح سافت‌فورک (Soft fork) در شرایط کاملاً برعکس و متفاوت هاردفورک (Hard fork) که در ادامه اشاره می‌شود به کار می‌رود. در شرایطی که حالت ارتقای ورژن برای یک ارز دیجیتال صورت گیرد (مانند تبدیل اتریوم به ارز دیجیتال DAO) و برای مثال این ارز دیجیتال جدید دچار حملات سایبری شود، در این شرایط برای جلوگیری از سوءاستفاده افراد از این ارزها، ممکن است تصمیم به برگشت به ورژن قبلی (شرایط Soft fork) گرفته شود که در این حالت، ارزهای دیجیتال موجود در حالت قبلی، دیگر قابل استفاده نبوده و به درد سارقین نمی‌خورد. این شرایط را به صورت سفر در زمان نیز بیان می‌کنند که با جهش رو به عقب، یک ارز دیجیتال به حالت قبلی و ورژن قدیمی‌تر خود باز می‌گردد.

دهد که متعاقباً توسط شبکه مورد ارزیابی و بحث قرار می‌گیرد. اگر پیشنهاد به اجماع جامعه برسد، نهایی تلقی می‌شود. در اجرای پیشنهادات بهبود، کاربران در تصمیم‌گیری در مورد نصب یا عدم نصب نرم‌افزار جدید، عاملیت دارند.

■ در نهایت، چارچوب مقررات، قوانین الزام‌آور را برای کاربران ایجاد می‌کند، اما بر خلاف مکانیزم اجبار، کاربران آزادی انتخاب دارند که آیا گزینه‌های مرتبط با خامشی را بپذیرند یا نه. این مکانیزم پاسخگویی در زمینه بلاک‌چین به بهترین وجه توسط هاردفورک‌ها ثبت می‌شود. هاردفورک بالعکس سافت‌فورک زمانی اتفاق می‌افتد که یک تغییر در پروتکل بلاک‌چین اتخاذ شود و گره‌های جدیدترین نسخه بلاک‌چین، دیگر نسخه قدیمی‌تر بلاک‌چین را قبول نکنند. در مورد هاردفورک، تمام گره‌ها طبق قوانین جدید برای ارتقای نرم‌افزار کار می‌کنند. در غیر این صورت، یک انشعاب دائمی از نسخه قبلی بلاک‌چین اتریوم رخ می‌دهد و دو بلاک‌چین متفاوت ایجاد می‌شود. یک مورد معروف از هاردفورک در بلاک‌چین اتریوم و به دنبال هک و حمله سایبری رمز ارز DAO در سال ۲۰۱۶ رخ داد که در آن ۵۰ میلیون دلار وجوه در اختیار این پلتفرم با سوءاستفاده بر اساس یک باگ در سیستم رپوده شد (فینک، ۲۰۱۸). پس از هک، بحثی فلسفی در جامعه درباره طریقه درست انجام اینکار مطرح شد. برخی استدلال نمودند که تغییر کد و مفهوم "کد، قانون است" سیستم حاکمیتی را تضعیف می‌کند. بقیه استدلال کردند که تاریخچه معاملات با ایجاد یک هاردفورک در سیستم برای کاهش احتمال اقدامات قضایی، بازنویسی می‌شود. در نهایت، یک هاردفورک توسط اکثر ماینرها پذیرفته شد و عملاً یک زنجیره جدید بر اساس نسخه قدیمی‌تر، تاریخچه تراکنش قبل از وقوع هک ایجاد کرد (فینک، ۲۰۱۸). با این حال، این تقسیم منجر به ایجاد دو بلاک‌چین به نام‌های اتریوم کلاسیک و اتریوم شد.

## ۵. سایر مباحث با اهمیت

### ۱.۵. امنیت سایبری و دولت الکترونیک در بستر بلاک‌چین

تحقیقات اخیر اشاره می‌کنند علی‌رغم پتانسیل نوآورانه فناوری بلاک‌چین، راه‌حلی‌هایی که از بلاک‌چین استفاده می‌کنند در واقع می‌توانند به چالش‌های امنیت سایبری کمک کنند (تیلور و همکاران، ۲۰۱۹). البته نشانه‌های بالقوه مبنی بر اینکه استفاده از بلاک‌چین می‌تواند نگرانی‌های امنیت سایبری را بدتر کند، نیاز به تمرکز تحقیقاتی جدید بر روی اینترنت اشیا را نشان می‌دهد که نوآوری‌های فناوری را با سرعتی تصاعدی تجربه می‌کند. بلاک‌چین به دلیل پتانسیل ایجاد نوآوری و تحول در بخش عمومی، دولت‌ها را مجذوب خود کرده است. با این حال، ماهیت نسبی آزمایش نشده و نابالغ بلاک‌چین، نگران‌کننده است. با نگرانی‌های مربوط به امنیت سایبری، اعتماد و پذیرش برنامه‌های دولت الکترونیک بر روی پلتفرم بلاک‌چین نیازمند تحقیقات بیشتر است (وارکنتین و اورگرون، ۲۰۲۰).

## ۶. نتیجه‌گیری

در مقاله حاضر چارچوب نظری فناوری بلاک‌چین در حاکمیت بخش عمومی ارائه گردید. این چارچوب ۹ نوع تصمیم‌حاکمیتی (طراحی زیرساخت، طراحی کاربردی، قابلیت همکاری، مکانیزم تصمیم‌گیری، مکانیزم تشویقی، مکانیزم اجماع، سازماندهی دولت، پاسخگویی دولت و کنترل دولت) را در سه سطح تحلیل (خرد، میانی و کلان) دسته‌بندی نمود و پیامد انتخاب‌های مختلف حاکمیتی در هر سطح از حکمرانی را روشن کرد. استفاده از فناوری بلاک‌چین در بخش عمومی احتمالاً دولت و سازمان‌های بخش عمومی را ملزم می‌کند که از امتیازات خاصی در مدیریت عمومی نوین چشم‌پوشی کنند. اینکه یک دولت تا چه اندازه باید از حق امتیاز خود بواسطه فناوری بلاک‌چین چشم‌پوشی کند، با سطح اعتمادی که به سازمان‌های بخش عمومی و جامعه نسبت داده شده است، مرتبط است. برای مثال انتظار می‌رود بلاک‌چین‌های عمومی بدون مجوز در بحث خدمات عمومی که سطح اعتماد پایینی در میان کاربران وجود دارد، مطلوب باشند. همچنین تحقیقات آینده در مورد تأثیرات سازمانی این فناوری بر سازمان‌های عمومی مستحق توجه است؛ زیرا بلاک‌چین ممکن است این پتانسیل را داشته باشد که رویه‌های سنتی را مختل کند و همچنین نقش یک سازمان دولتی را به‌طور اساسی تغییر دهد (اولنز و همکاران، ۲۰۱۷). علاوه بر این، تحقیقات آتی در مورد تأثیراتی که بلاک‌چین ممکن است برای تغییرات عملکرد فردی در کارهای دولتی ایجاد کند، ضروری است. به‌طور عملی‌تر، شاغلانی که در محیط دولت‌ها کار می‌کنند باید ریسک‌ها را از طریق پروژه‌های آزمایشی متمرکز بر ارزشی که بلاک‌چین برای خدمات ارائه می‌دهد، مدیریت کنند. انقلاب تکنولوژی وعده داده شده توسط بلاک‌چین، مقامات بالای دولت‌ها را قادر می‌سازد تا مدیریت را بهبود بخشند و تراکنش‌های مالی و سایر تراکنش‌ها را به‌منظور کارایی بیشتر، ساده‌تر کنند؛ البته قدرمسلم این موارد بدون هزینه نخواهد بود.

## منابع

- Allen, D. W. E., Berg, C., Lane, A. M., & Potts, J. (2020). Cryptodemocracy and its institutional possibilities. *The Review of Austrian Economics*, 33(3), 363–374.
- Atzori, M. (2017). Blockchain technology and decentralized governance: Is the state still necessary? *Journal of Governance and Regulation*, 6(1), 45–62.
- Beck, R., Müller-Bloch, C., & King, J. L. (2018). Governance in the blockchain economy: A framework and research agenda. *Journal of the Association for Information Systems*, 19(10), 1020–1034.
- Daluwathumullagamage, D. J., & Sims, A. (2020). Blockchain-enabled corporate governance and regulation. *International Journal of Financial Studies*, 8(2), 1–41.
- DeFilippi, P., Mannan, M., & Reijers, W. (2020). Blockchain as a confidence machine: The problem of trust & challenges of governance. *Technology in Society*, 62, 101284.

- DeFilippi, P., & Wright, A. (2018). *Blockchain and the law: The rule of code*. Harvard University Press.
- Finck, M. (2018). *Blockchain regulation and governance in Europe* (In Cambridge University Press).
- Gruin, J. (2020). The epistemic evolution of market authority: Big data, blockchain and China's neostatist challenge to neoliberalism. *Competition and Change*.
- Howell, B. E., Potgieter, P. H., & Sadowski, B. M. (2019). Governance of Blockchain and distributed ledger technology projects. *SSRN Electronic Journal*.
- Hsieh, Y.-Y., Vergne, J.-P., & Wang, S. (2018). The internal and external governance of blockchain-based organizations. In *Bitcoin and beyond* (pp. 48–68). Routledge.
- Janssen, M., Weerakkody, V., Ismagilova, E., Sivarajah, U., & Irani, Z. (2020). A framework for analysing blockchain technology adoption: Integrating institutional, market and technical factors. *International Journal of Information Management*, 50, 302–309.
- Karjalainen, Risto (2020). Governance in Decentralised Networks. *SSRN Electronic Journal*, 1–35.
- Lafourcade, P., & Lombard-Platet, M. (2020). About blockchain interoperability. *Information Processing Letters*, 161, 105976.
- Meijer, D., & Ubacht, J. (2018). The governance of blockchain systems from an institutional perspective, a matter of trust or control? *ACM International Conference Proceeding Series*.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Ølnes, S., Ubacht, J., & Janssen, M. (2017). Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. *Government information quarterly*, 34(3), 355–364.
- Paech, P. (2017). The governance of blockchain financial networks. *Modern law review*, 80(6), 1073–1110.
- Pierre, J., & Peters, B. G. (2000). *Governance, politics and the state - (illustrated)*. Macmillan Education UK.
- Poynter, Kinney, Dorfhuber, Christina, S, P, B, W. (2018). *Blockchain for Government Finance and Audit Professionals*, Deloitte Development LLC.1-30.
- Rikken, O., Janssen, M., & Kwee, Z. (2019). Governance challenges of blockchain and decentralized autonomous organizations. *Information Polity*, 24(4), 397–417.
- Roberts, A. (2020). Bridging levels of public administration: How macro shapes Meso and Micro. *Administration and Society*, 52(4), 631–656.
- Tan, E., Mahula, S., & Crompvoets, J. (2022). Blockchain governance in the public sector: A conceptual framework for public Management. *Government Information Quarterly*, 39.

- Taylor, P., Dargahi, T., Dehghantanha, A., Parizi, R. M., & Choo, K. R. (2019). A systematic literature review of blockchain cyber security. *Digital Communications and Networks*.
- Treib, O., Holger, B., & Gerda, F. (2007). Modes of Governance\_ Towards a Conceptual Clarification. *Journal of European Public Policy*, 14(1), 1–20.
- Van Pelt, R., Jansen, S., Baars, D., & Overbeek, S. (2021). Defining Blockchain governance: A framework for analysis and comparison. *Information Systems Management*, 38(1), 21–41.
- Warkentin, M., & Orgeron, C. (2020). Using the security triad to assess blockchain technology in public sector applications. *International journal of Information Management*.
- Werbach, K. (2018). *The blockchain and the new architecture of trust*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Williamson, O. E. (1993). Calculativeness, trust, and economic organization. *Journal of Law, Economics, and Organization*, 36(1), 453–486.
- Zachariadis, M., Hileman, G., & Scott, S.V. (2019). Governance and control in distributed ledgers: Understanding the challenges facing blockchain technology in financial services. *Information and Organization*, 29(2), 105–117.
- Ziolkowski, R., Miscione, G., & Schwabe, G. (2020). Decision problems in Blockchain governance: Old wine in new bottles or walking in someone Else's shoes? *Journal of Management Information Systems*, 37(2), 316–348.