



Conceptualizing blockchain and smart contracts

Zahra Sadat Mousavi¹, Mohammad Zare², Meysam Hojjati Marvast^{3*}

1.2.3. Department of Business Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Along with the development of international trade worldwide, related institutions, including the field of financing and other areas, have also developed. Instead of facilitating trade, this development has complicated, costly, and slowed trade under the pretext of providing security and stability, and has sometimes been influenced by the decisions of powerful institutions such as governments. The intervention of the world's powerful countries in trade relations under various pretexts and the imposition of various sanctions against countries also exacerbated this complexity. It seems that by eliminating these intermediaries, the complexities, slowness and costs of trade can be significantly reduced. Advances in information technology, especially blockchain technology, and its remarkable capabilities such as smart contracting, have helped international trade actors eliminate powerful intermediaries in a way that increases security, stability rather than decreasing it. This article specifically explains blockchain technology and, consequently, smart contracts, and finally, the problems of smart contracts, for which a solution must be found.

Keywords: Blockchain, Smart contract, Cryptocurrency, Bitcoin, Ethereum.

* Corresponding author: Meysam Hojjati Marvast, Meysamhm13@gmail.com



مفهوم پردازی بلاک چین و قراردادهای هوشمند

زهرا سادات موسوی
محمد زارع
میثم حجتی مروست*

گروه مدیریت کسب و کار، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
گروه مدیریت کسب و کار، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
گروه مدیریت کسب و کار، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

با توسعه روزافزون تجارت بین الملل در سطح جهان، نهادهای مرتبط با آن از جمله حوزه تأمین مالی و سایر حوزه‌ها نیز گسترش یافته‌اند. این گسترش به جای آنکه تجارت را تسهیل نماید، به بهانه تأمین امنیت و ثبات، تجارت را پیچیده، پرهزینه، کند و بعضاً بازیچه تصمیمات نهادهای قدرتمند نظیر دولت‌ها نموده است. همچنین مداخله کشورهای قدرتمند جهان در روابط تجاری به بهانه‌های مختلف و ایجاد تحریم‌های مختلف علیه کشورها این پیچیدگی را تشدید کرد. به نظر می‌رسد در صورت حذف این واسطه‌ها بتوان تا حد قابل توجهی از پیچیدگی‌ها، کندی‌ها و هزینه‌های تجارت کاست. پیشرفت‌های حوزه فناوری اطلاعات به ویژه فناوری بلاک چین و قابلیت‌های چشمگیر آن نظیر قرارداد هوشمند، این نوید را به فعالان عرصه تجارت بین الملل داد که بتوان واسطه‌های قدرتمند را به گونه‌ای از این چرخه حذف نمود که امنیت، ثبات و عدم امکان سوءاستفاده نه تنها متزلزل نشود که حتی افزایش نیز بیابد. در این مقاله به طور مشخص فناوری بلاک چین و به تبع آن قرارداد هوشمند تبیین می‌گردد و نارسائی‌های قراردادهای هوشمند نیز بیان می‌شوند که باید برای آنها نیز چاره‌ای اندیشیده شود.

واژگان کلیدی: بلاک چین، قرارداد هوشمند، رمزارز، بیت کوین، اتریوم.

۱. مقدمه

در دوره‌ای که تکامل صنعتی به طور مداوم در حال رخ دادن است، فناوری‌هایی به وجود می‌آیند که این قدرت را دارند که کسب و کارها را متحول کنند. اینترنت در دهه نود و امروز، تجارت/بازاریابی را متحول کرد و بلاک چین این پتانسیل را دارد که همین کار را برای معاملات تجاری انجام دهد. بلاک چین یک مدل همتا به همتا است که می‌تواند فرآیندها را سرعت بخشد و در نتیجه ردیابی قوی و کاهش هزینه تراکنش‌ها را به همراه داشته باشد. با توجه به پیامدهای این فناوری گسترده، برای متخصصین بازاریابی ضروری است که اهمیت آن را در انجام فعالیت‌های بازاریابی درک کنند (منون، ۲۰۲۱).

همچنین با افزایش تجارت میان کشورهای مختلف جهان و به تبع توسعه چشمگیر عوامل و عناصر حاکم بر آن، ضرورت تدوین قواعد و سازوکارها بیش از پیش احساس می‌شود که از یک طرف بتواند وضعیت حاکم بر تجارت، خصوصاً در عرصه بین‌المللی را سامان بخشد و از سوءاستفاده‌ها و ناکارآمدی‌ها بکاهد و از طرف دیگر قادر باشد بستری فراهم کند تا تجار بتوانند به فعالیت بیشتر و گسترده‌تر بپردازند. به مرور، قواعدی بر تجارت حاکم شد که تسهیل آن را به فراموشی سپرد و به بهانه استحکام و اطمینان بخشی به آن، کاغذبازی و بروکراسی فراوانی را به افراد تحمیل نمود که این خود نه تنها تجارت را به شدت پیچیده کرده، بلکه هزینه و زمان انجام فرآیندهای تجارت بین‌المللی را از ابتدا تا انتها به شدت بالا برده است. این مسئله سبب شد بازرگانان به جای تکیه به سازمان‌های جاری در تجارت علی‌الخصوص فرآیندهای پیچیده تأمین مالی از قبیل اعتبار اسنادی، ضمانت‌نامه و غیره که هم در فرآیند گشایش و هم در فرآیند اعمال و دریافت بسیار زمان بر و پرهزینه هستند دوباره به روش‌های سنتی و ساده خصوصاً "حساب باز" گرایش پیدا کنند (گان، ۲۰۱۸).

علی‌رغم نقش آفرینی قابل توجه فناوری اطلاعات در زمینه‌های مختلف و با وجود دیدگاه خوش‌بینانه‌تر قانون‌گذاران به نقش آفرینی این قبیل فناوری‌ها در عرصه‌های مختلف، هنوز آن‌چنان که شایسته و مورد نیاز است شاهد دیجیتالی شدن تجارت نیستیم. با وجود تلاش‌های اخیر به منظور اعمال فرآیندهای الکترونیکی در بعضی جنبه‌های تجارت، از قبیل پنجره واحد الکترونیکی و موارد دیگر، همچنان تراکنش‌های تجاری شدیداً وابسته به مدارک کاغذی و مراودات فیزیکی‌اند. فرآیندهای کاغذ محور در حوزه تجارت علاوه بر بالا رفتن هزینه‌های انطباق و مدیریت اسناد، موجب مسائلی همچون ایرادات نگارش و تنظیم، از بین رفتن و کلاهبرداری نیز می‌شود. اگرچه پیشرفت‌های قابل توجهی در این حوزه رخ داده است اما در حال حاضر حتی قصدی برای دیجیتالی کردن کامل تراکنش‌های تجارت بین‌الملل به چشم نمی‌خورد (گان، ۲۰۱۸) چرا که در حال حاضر چنین مدارکی صرفاً در قالب نسخه کتبی به سازمان‌های ذی‌صلاح ارائه می‌شوند. حرکت به سمت ارائه مدارک دیجیتال نیازمند ایجاد زیرساخت دیجیتالی میان سازمان‌های ذی‌صلاح در کشورهای واردکننده و صادرکننده است که قطعاً فرآیندی چندوجهی و پرزحمت است (گان، ۲۰۱۸). این قبیل مسائل به علاوه مشکلات امنیتی و مسائلی از قبیل صحت و انطباق داده‌ها بین طرفین یک قرارداد در کشورهای مختلف، عناصر عرصه تجارت را بر آن داشت تا نسبت به بهره‌گیری از فناوری اطلاعات در عرصه تجارت بازنگری نمایند.

یکی از پدیده‌های نوظهور در حوزه فناوری اطلاعات فناوری بلاک چین است. بلاک چین یک پایگاه داده یا تفاهم دیجیتال غیرمتمرکز و توزیع یافته است که هیچ فردی به تنهایی قادر به کنترل شبکه نیست و هر تراکنش در آن به صورت بسیار مطمئن، غیرقابل تغییر و با بهره‌گیری از شیوه‌های رمزنگاری انجام می‌شود. در واقع هر "بلوک" در بردارنده یک فهرست

پیوسته در حال رشد تراکنش‌هاست و این بلوک‌ها "زنجیره‌وار" از طریق رمزنگاری به یکدیگر متصل می‌شوند، به همین دلیل به آن زنجیره بلوکی یا بلاک‌چین می‌گویند. چنانچه تراکنش‌ها تأیید شده و اعتبار یابند، بلاک‌چین می‌تواند بدون نیاز به یک مرجع مرکزی فعالیت نماید و امکان تغییر آن پس از بارگذاری در زنجیره بلوکی بسیار بعید خواهد بود. فقدان نهاد مرکزی، خطر حضور یک مرکز با قدرت برتر را که ممکن است بر روند امور تأثیر بگذارد یا فرآیند اجماع در شبکه را دست کاری نماید حذف می‌نماید (یو، ۲۰۱۸).

اینکه برخلاف سیستم بانکی، این تراکنش‌ها به طور گسترده میان بسیاری از فعالان و نه یک سرور بخصوص منتشر و ذخیره شده است، به تراکنش‌ها اجازه می‌دهد تنها در چند دقیقه نهایی شوند؛ چرا که در جریان انجام این تراکنش‌ها نیازی به مراجعه و مداخله انسانی نیست (هافمن و همکاران، ۲۰۱۸)؛ بنابراین بلاک‌چین این زمینه را فراهم می‌نماید تا یک دفتر کل توزیع شده و قابل اعتماد ایجاد شود که تمام شرکت کنندگان قادر باشند هر لحظه بدان دسترسی داشته باشند و آن را چک نمایند، لیکن هیچ فردی نتواند به تنهایی آن را کنترل نماید. به عبارتی بلاک‌چین یک "دستگاه اعتماد" است چرا که اطلاعات ذخیره و تأیید شده در این ساختار، امنیت و صحت اطلاعات در عین گمنامی آن‌ها را بدون تأیید و اعتبارسنجی یک نهاد ثالث در مورد این تراکنش رخ می‌دهد. با نظر به این مزیت اساسی، بسیاری صنایع از این زاویه به فناوری بلاک‌چین نگرسته‌اند که صرف نظر از محدودیت‌ها و چالش‌های فنی موجود، این فناوری ستون فقراتی برای یک انقلاب تحول آفرین در آینده محسوب می‌گردد (یو، ۲۰۱۸). به عنوان مثال هر کس می‌تواند با استفاده از بلاک‌چین، رمزارزهایی مثل بیت کوین و یا هر دارایی باارزش دیگری را بدون نیاز به اتکا به اتاق‌های تبادل پایاپای و بدون نیاز به افشاء مؤثر اطلاعات هویتی صرافی نماید (دیلیپی، ۲۰۱۸).

در حالی که از منظر بسیاری افراد، چنانچه که "سای دیویس" خبرنگار حوزه فناوری نیز بیان می‌نماید، "بلاک‌چین برای بیت کوین به مثابه اینترنت برای ایمیل است"، باید گفت این فناوری چیزی ورای صرف فناوری پشتیبان بیت کوین است. فعالیت‌های چند سال اخیر در این حوزه نشان داده بلاک‌چین به مثابه یک فناوری می‌تواند در حوزه‌های مختلفی از قبیل صنعت و تجارت فعالیت نماید که هر کدام نیازهای مختص به خود را دارند. در طی همین مدت پروژه‌های مبتنی بر بلاک‌چین‌های شخصی سازی شده به سرعت رشد نموده‌اند و به مصرف کنندگان بازه وسیعی از امکانات را عرضه نموده‌اند تا این امکان را پیش پای توسعه دهندگان بگذارند که بلاک‌چین مورد نظر خود را با انتخاب امکانات از میان مجموعه‌ای از پروتکل‌ها و کاربردها بسازند.

یکی از قابلیت‌هایی که در بستر بلاک‌چین شکل می‌گیرد و از زیر ساخت‌های اساسی آن به حساب می‌آید قرارداد هوشمند است. این قرارداد در واقع برنامه خود اجراشونده‌ای است که بدون آنکه کسی قدرت دست کاری یا فسخ آن را داشته باشد اجرا می‌شود (رولوشن، ۲۰۱۸). به طور کلی ثبت رمزهای یک قرارداد هوشمند در بستر بلاک‌چین موجب ثبات و عدم امکان تغییر مندرجات و هم چنین اجرای بندهای آن می‌شود. به عبارتی قرارداد هوشمند یک نام صوری است برای برنامه رایانه‌ای که بر بستر بلاک‌چین و در چارچوب قابلیت‌های آن عمل می‌کند (مورایتو، ۲۰۱۷). از این منظر سوری محسوب می‌شود که هیچ عملی به صلاح دید خود و فراتر از آنچه پیش تر به وسیله برنامه نویس برایش تعریف شده انجام نمی‌دهد و در واقع هوشمند نیست و یک ابزار اجرا محور است (هارم و همکاران، ۲۰۱۶).

اگرچه این فناوری ویژگی‌های منحصربه‌فردی دارد، اما نمی‌تواند همه مشکلات را حل نماید و نه تنها توانایی‌های آن کمتر از آن چیزی است که پیش‌تر به نظر می‌رسید، بلکه در مواجهه با موانع نیز ناتوان‌تر از آن بود که انتظار می‌رفت و این مهم بدان معناست که صرف‌نظر از ناتوانی‌های این فناوری، برخی توانمندی‌های آن نیز قابل بهره‌برداری نیست. طراحی یک پلتفرم بلاک‌چین مسئله‌ای است که نیازمند ملاحظات محتاطانه پیرامون فرصت‌ها و محدودیت‌های بلاک‌چین در قیاس با سایرین، جایگزین‌های آن، و توافق بر روی عامل‌های کلیدی (یعنی طبیعت بلاک‌چین، قوانین تأیید اعتبار و غیره) و نه صرفاً دانش فناوری که مصرف‌کنندگان آن سیستم بدان نیاز دارند است (گان، ۲۰۱۸).

البته نباید از نظر دور داشت که ذات شفاف، امن و باثبات بلاک‌چین موجب جلب نظر هر دو بخش خصوصی و دولتی به این فناوری شده است. تعداد "اثبات کارها" و پروژه‌های آزمایشی در این حوزه به طرز سرسام‌آوری رشد نموده و برنامه‌های مختلف در کلیه حوزه‌های اقتصادی و اجتماعی از فاینانس تا تجارت الکترونیک، امنیت خوراک، مدیریت زنجیره تأمین کالا و حتی رأی‌گیری را دربر گرفته است. میلیاردها دلار در شرکت‌های مرتبط با این فناوری سرمایه‌گذاری شده و اختراعات بلاک‌چین محور بسیاری از زیاده‌ها در حال شکل‌گیری‌اند. سرمایه‌گذاری خطرپذیر در حوزه بلاک‌چین به‌مرور در حال رشد است، چنانچه در سال ۲۰۱۷ حجم این سرمایه‌گذاری‌ها به یک میلیارد دلار رسید و نرخ ابداعات ثبت شده در همان سال سه برابر شد.

چنانچه اشاره شد این فناوری با حذف سازمان‌های میانجی و عملکرد غیرمتمرکز و هم‌تا به هم‌تا بودن، محاسنی را نیز از دست داده است که از جمله آن‌ها می‌توان به مسئله پیامدهای منفی فقدان یک نهاد میانجی معتبر اشاره نمود که حتماً در فرآیند انتخاب این فناوری باید در نظر گرفت. مثلاً اگرچه در نبود این سازمان‌ها مسئله اختلاس یا سرقت از طریق هک پایگاه داده منتفی است، لیکن از آنجا که در تراکنش‌های مبتنی بر بلاک‌چین تنها معیار مالکیت فرد بر دارایی خود، کلید اختصاصی‌اش است، با سرقت یا هک آن کلید اختصاصی عملاً تمام دارایی شخص می‌تواند از دست برود (هافمن و همکاران، ۲۰۱۸) و هیچ‌کس هم قادر به بازگرداندن آن نباشد، چرا که در پایگاه‌داده‌های بلاک‌چین تراکنش‌ها بی‌نام هستند و در واقع فقط در اختیار دارندگان کلید اختصاصی به رسمیت شناخته می‌شوند و نه کسانی که در عالم واقع به‌عنوان صاحب آن شناخته می‌شوند. البته امروزه به‌منظور مقابله با این مسئله تمهیداتی اندیشیده شده تا اولاً هویت افتتاح‌کنندگان حساب‌ها مشخص شود و علاوه بر آن دسترسی به کلید اختصاصی و امکان ورود غیرمجاز به حساب‌ها حتی الامکان ناممکن شود.

فعالان اقتصادی در عین آنکه مشتاق بهره‌مندی از پتانسیل‌های رایانه برای کاهش هزینه‌ها، افزایش سرعت و بهره‌وری کسب خود هستند، از اینکه روزی رایانه‌ها عمداً یا غیرعمداً، مفید یا مضر از کنترلشان خارج شده و به گونه‌ای مستقل به فعالیت ادامه دهند بیم دارند که البته با نگاهی به پیشرفت‌های فناوری در حوزه هوش مصنوعی که حتی نگرانی صاحب‌نظرانی مانند هنری کسینجر را نیز برانگیخته می‌توان گفت این نگرانی چندان بیجا هم نیست. این دغدغه خوشبختانه در فناوری بلاک‌چین مطرح نیست، چرا که به دلیل اتکای آن به برنامه‌های از پیش تعیین شده، برنامه‌ها را بدون هرگونه مداخله برخاسته از هوش مصنوعی و به عبارتی بدون واگذاری امور به صلاح‌دید رایانه اجرا می‌نماید (کسینجر، ۲۰۱۸).

۲. ادبیات پژوهش

فناوری بلاک‌چین و ظهور و بروز آن به رمزارز بیت‌کوین گره‌خورده و باوجود اینکه تا امروز بیش از یک دهه از عمر این فناوری در ورطه عمل می‌گذرد، نمی‌توان بدون بررسی بیت‌کوین چه از لحاظ پیشینه و چه از لحاظ قابلیت به بررسی فناوری بلاک‌چین پرداخت. بیت‌کوین و فناوری زیرساختی آن یعنی بلاک‌چین در سال ۲۰۰۸ توسط فرد یا افرادی به نام ساتوشی ناکاموتو (که همچنان هویت اصلی‌شان معلوم نیست) و ظاهراً با انگیزه مقابله با تمامیت‌خواهی دولتی و بانک‌ها در عرصه مالی پا به عرصه گذاشت. مخترعان این پول در صدد آن بودند که تبادلات مالی به صورت فردبه‌فرد و بدون دخالت هیچ نهاد واسطی صورت پذیرد تا هم هزینه مبادلات کاهش یابد و هم سرعت انتقال افزایش پیدا نماید و مهم‌تر از همه کسی نتواند در راستای منافع خود به چاپ بی‌رویه پول اقدام کند تا در نتیجه اقداماتش از ارزش پول‌ها کاسته شود. راه‌حل این مسئله اختراع یک پول غیرمتمرکز، هم‌تا به هم‌تا (بر پایه انتقال فردبه‌فرد) و متن‌باز بود که تحت نظارت و کنترل هیچ نهادی نباشد (تراورس، ۲۰۱۳).

از آن‌پس رفته‌رفته قیمت بیت‌کوین تا ۱ سنت در ژوئیه ۲۰۱۰ رسید. در فوریه ۲۰۱۱ بیت‌کوین به یک دلار رسید. در آوریل ۲۰۱۱ خرید بیت‌کوین به اندازه ۲۵۰۰۰ دلار توسط تاجری به نام راجرور به تنهایی موجب افزایش قیمت بیت‌کوین از ۱/۸۹ به ۳/۳ دلار در فاصله زمانی چندروزه شد. وی سال‌های پس از آن را به خرید و فروش بیت‌کوین گذراند و به خود "مسیح بیت‌کوین" لقب داد. اولین حساب قیمتی بیت‌کوین، در ژوئن ۲۰۱۱ به وجود آمد. در این حساب برای مدت بسیار کوتاهی بیت‌کوین قیمت ۳۰ دلار را تجربه کرد و پس از آن با هک شدن یکی از صرافی‌های بیت‌کوین به ۱۵ دلار رسید و رفته‌رفته به قیمت ۲۰ دلار بازگشت. یک سال بعد، در دسامبر ۲۰۱۲ به ۱۳ دلار رسید (جرارد ۲۰۱۸). در اکتبر ۲۰۲۱ بیت‌کوین به اوج قیمت خود تا این لحظه یعنی ۶۰،۰۰۰ دلار رفت و پس از آن سیر نزولی در پیش گرفت (انتی‌پووا، ۲۰۲۱). در حال حاضر نیز صرف‌نظر از نوسانات همیشگی این رمزارز، قیمت آن در حدود ۴۳،۱۴۳ دلار است. در واقع می‌توان گفت بیت‌کوین و به تعبیر کلی‌تر رمزارزها محبوبیت خود را بیشتر مدیون نوسان‌ها و طمع افراد برای کسب ثروت هنگفت در مدت بسیار کوتاه‌اند تا اینکه صرف‌قابلیت‌هایشان منشأ تمرکز باشد.

رفته‌رفته با تمرکز متخصصین بر ساختار این پدیده نوظهور، به قابلیت‌های متعدد فناوری زیرساختی آن یعنی بلاک‌چین که فراتر از رمزارز بیت‌کوین است رسیدند و رمزارزهای جدیدی با قابلیت‌های متعدد و بعضاً بدون ایرادات و محدودیت‌های بیت‌کوین به وجود آوردند. به‌علاوه به قابلیت‌های این فناوری فارغ از بحث رمزارزها نظیر کاربردهای آن در سوابق پزشکی، انتخابات و ثبت اسناد و املاک پرداختند، تا آنجا که امروزه در غالب عرصه‌ها می‌توان نظریاتی در رابطه با ارائه خدمات مبتنی بر فناوری بلاک‌چین یافت.

باوجود اینکه بلاک‌چین و بیت‌کوین به لحاظ تاریخی به یکدیگر متصل‌اند، از منظر فنی دو پدیده متفاوت قلمداد می‌شوند. در واقع بلاک‌چین، فناوری زیربنایی بیت‌کوین است یا به عبارتی نام دفتر عمومی غیرمتمرکزی است که رمزارز بیت‌کوین نیز در بستر آن عمل می‌نماید، لیکن این واژه معمولاً به‌جای رمزارزها و پروتکل‌های زیر مجموعه آن مثل بیت‌کوین مورد استفاده قرار می‌گیرد. این باور مصطلح غلط یکی از دلایلی است که زمان زیادی خواهد برد تا مردم پی ببرند از این فناوری برای مسائلی غیر از رمزارزها نیز می‌توان استفاده نمود (گان، ۲۰۱۸).

علی‌رغم اهمیت بیت کوین و باوجود اینکه امروزه اقبال و موفقیت پروژه‌ها در صورت پشتیبانی بیت کوین در بازار نیز بسیار بیشتر از سایر رمزارزها خواهد بود، اما در ادامه خواهیم دید که قرارداد هوشمند متکی به رمزارز اتریوم است.

۱.۲. ماهیت بلاک‌چین

به‌طور کلی واژه بلاک‌چین یا زنجیره بلوکی خود از دو واژه بلوک و زنجیره تشکیل شده است. وجه تسمیه این ترکیب آن است که در این سیستم اطلاعات در قالب بلوک‌های متعدد دسته‌بندی شده و زنجیره وار به یکدیگر متصل شده‌اند، چنانچه تأثیر دست‌کاری هر داده ذخیره شده در هر بلوک می‌تواند در سایر بلوک‌هایی که پس از آن شکل می‌گیرند مشاهده گردد.

بلاک‌چین ترکیبی از فناوری‌های مختلف روز از قبیل شبکه‌های هم‌تا به هم‌تا، کلیدهای رمزنگاری عمومی و اختصاصی و سازوکارهای اجماع را در هم ادغام نموده تا یک پایگاه داده بسیار منعطف (در قیاس با سیستم متمرکز که در آن سطح اختیارات و گستره فعالیت کاربران منوط به صلاحدید پایگاه‌های داده بود) و درعین حال مقاوم به دست‌کاری بسازد تا مردم در وضعیت شفاف و غیرقابل تردیدی اطلاعات خود را به‌صورت بی‌نام بر روی آن ذخیره نموده و به اشتراک گذارند تا نزد اعضاء این شبکه توزیع شده به طور یکسان انطباق یابد (یو، ۲۰۱۸). بلاک‌چین "دفتر کل" یا رکورد ثبت‌شده غیرمتمرکز از تراکنش‌هایی است که در آن تراکنش‌ها به طور دائم و تقریباً غیر قابل‌تغییری ثبت شده‌اند و از فن‌های رمزنگاری بهره می‌برند. برخلاف پایگاه‌داده‌های سنتی که توسط یک نهاد متمرکز اداره می‌شود، بلاک‌چین‌ها به یک شبکه هم‌تا به هم‌تا متکی‌اند که هیچ فرد به خصوصی نمی‌تواند آن را کنترل نماید.

از بُعد فنی، یک پلتفرم بلاک‌چین متشکل از یک شبکه هم‌تا به هم‌تا از تعدادی مراکز رایانه‌ای متعلق به افراد مختلف بی‌اعتماد به یکدیگر و دور از هم است که هر یک به‌مثابه یک پایگاه‌داده برای اجماع پیرامون نظم حاکم بر تغییرات این پلتفرم گرد هم آمده‌اند. تغییرات این نظم حاکم در قالب تراکنش‌ها به وجود می‌آید و برای هر یک از این تراکنش‌ها لازم است گره‌های فعال در آن زنجیره بلوکی تصمیم گرفته و تأیید نمایند که آیا تراکنش موردنظر با توافقات پیشین این مراکز منطبق است یا خیر (مولر و همکاران، ۲۰۱۸)

اگرچه بلاک‌چین‌ها مقاومت کامل در برابر سوء استفاده‌ها و کلاهبرداری‌ها ندارند، لیکن در مقایسه با پایگاه‌داده‌های سنتی بسیار مقاوم‌ترند.

۲.۲. بلاک‌چین‌های عمومی

در یک پلتفرم عمومی هیچ شخص یا اشخاص به خصوصی آن را مدیریت نمی‌کنند، تراکنش‌ها عمومی بوده و افراد حاضر در آن می‌توانند بی‌نامی خود را حفظ نمایند. به‌علاوه هیچ عضوی نمی‌تواند در آن مقررات وضع نماید و یا تصمیمی اتخاذ نماید. همچنین یک سیستم کاملاً بی‌نیاز به اعتماد میان اعضاء و یا شخص ثالث معتمد به‌منظور تأیید اعتبار تراکنش‌هاست و در عوض متکی به گره‌های موجود در شبکه به‌منظور نیل به اجماع پیش از بارگذاری هر داده‌ای در دفتر کل است. در پلتفرم‌های بلاک‌چین عمومی، اعضاء برای همکاری و فعالیت به‌منظور نیل به اجماع نیاز به مشوق یا به تعبیری دستمزد دارند. میزان چگونگی دریافت اجرت از مصرف‌کننده و پرداخت آن به اعضایی که این مسئولیت را بر عهده گرفته‌اند،

خصوصاً در اینجا که نهاد ثالث قدرتمندی متولی این دریافت و پرداخت‌ها نیست متفاوت است. به‌عنوان مثال فرآیندهای تأیید اعتبار در بلاک‌چین بیت‌کوین نیازمند حل معماهای ریاضی‌اند. ماینر، یا به عبارتی کسی که مسئولیت تأیید تراکنش‌ها را بر عهده دارد، کسی خواهد بود که مسئله را زودتر از همه حل نماید و به‌عنوان جایزه بیت‌کوین دریافت می‌نماید. طبیعتاً لازم است مصرف‌کننده به‌منظور تأیید تراکنش‌ها هزینه‌ای را پرداخت نماید. هزینه‌ای که بابت تأیید از مصرف‌کننده اخذ می‌شود در پلتفرم‌های مختلف متفاوت است. بالاترین هزینه بافاصله به پلتفرم بیت‌کوین اختصاص دارد. اغلب بلاک‌چین‌های عمومی بی‌نیاز از اجازه‌اند، بدین معنا که به روی همه باز هستند. فلذا هر کس می‌تواند نرم‌افزار موردنیاز را هر زمان که علاقه داشت بر روی دستگاه خود دانلود نموده و یک گره عمومی را راه‌اندازی نماید، تراکنش‌ها را تأیید اعتبار کند و متعاقباً در پروتکل اجماع (پروتکلی که تعیین می‌کند کدام بلوک به زنجیره ملحق گردد) نیز حضور یابد. به‌تبع با راه‌اندازی این گره هر کس می‌تواند داده‌های مرتبط به آن بلاک‌چین را بخواند و بنویسد. بلاک‌چین‌های عمومی بی‌نیاز به اجازه در واقع همان برنامه‌ای است که فناوری بلاک‌چین در ابتدا برای بیت‌کوین طراحی شده بود. به‌عبارت‌دیگر بلاک‌چین در ابتدا این‌گونه پا به عرصه گذاشت. فلذا رمزارزها و بیت‌کوین به‌طور بخصوص، مشخص‌ترین نمونه‌های بلاک‌چین عمومی بدون نیاز به مجوز هستند. باید در نظر داشت همه بلاک‌چین‌های عمومی بی‌نیاز به اجازه نبوده و برخی از آن‌ها نیازمند اجازه‌اند. به‌عنوان مثال در مکانیسم اجماع اثبات سهم که اتریوم (دومین رمزارز عمومی به لحاظ محبوبیت) از آن بهره می‌برد، صرفاً آن‌ها که برخی پیش‌شرط‌ها را دارند می‌توانند بر حسب میزان "سهم" آنها (براین اساس که چقدر از آن را چند وقت است که دارند) در بلاک‌چین، تراکنش‌ها را تأیید اعتبار نمایند.

۳,۲. بلاک‌چین‌های اختصاصی

در بلاک‌چین‌های کاملاً اختصاصی، اجازه‌ها در خصوص تأیید اعتبار و نگارش داده در آن بلاک‌چین توسط یک فرد که مورد اطمینان افراد حاضر در آن بلاک‌چین است انجام شده و هویت افراد شرکت‌کننده در آن مشخص است. در برخی شرایط، فرد می‌تواند اجازه مطالعه محتوای آن را نسبت به برخی شرکت‌کنندگان محدود نماید. مجوزهای محدود شده‌ی رصد آن بلاک‌چین، سطح بالاتری از حریم خصوصی را به ارمغان می‌آورد که البته این ویژگی در بلاک‌چین عمومی وجود ندارد. فرد تعیین شده قدرت تغییر قوانین بلاک‌چین خصوصی را داشته و ممکن است یک تراکنش را بر اساس قوانین و مقررات حاکم بر آن رد نماید.

در یک بلاک‌چین خصوصی، تأیید یک تراکنش طبق قوانین آن بلاک‌چین توسط تعداد بسیار محدودی از گره‌ها انجام می‌شود که بهره‌وری بالاتر و پردازش بسیار سریع‌تر تراکنش‌ها در قیاس با بلاک‌چین‌های عمومی را به ارمغان می‌آورد؛ درحالی‌که به قدرت محاسبه کامپیوتری بسیار کمتری نیاز دارد. هزینه‌های تراکنشی که برای تأیید اعتبار تراکنش اعمال می‌شود ممکن است بر حسب قوانین حاکم بر آن بلاک‌چین متفاوت باشد. به‌علاوه از آنجا که تأییدکنندگان شناخته شده‌اند، مداخلات انسانی به‌منظور رفع عیب از گره‌های معیوب و ریسک حملات ۵۱ یا ۹۹ درصدی که از تسانی میان ماینرها نشأت می‌گیرد قابل اعمال نیست، ولی طبیعت متمرکزتر این شبکه‌ها مقاومت آن‌ها را نسبت به حملات خارجی کمتر می‌نماید و ریسک بزرگ‌تری تحت عنوان دست‌کاری انسانی داده‌ها نیز در آن‌ها مطرح می‌گردد.

یکی از انواع جالب توجه بلاک چین اختصاصی، بلاک چین اجماعی است که ماحصل ورود چند عضو به یک بلاک چین با شرح وظایف و اختیارات از قبل تعیین شده و یا بعداً با رضایت طرفین قابل تعیین است. به عنوان مثال، یک بلاک چین اجماعی می تواند بین ۱۰ شرکت منعقد گردد و هر کدام از آن ها یک وسیله اتصال به آن شبکه بلاک چین را در اختیار داشته باشند. اگر شرکت شماره ۲ فقط با شرکت های شماره ۳، ۴، و ۵ تجارت کند و فاکتورهایش را با آن ها به اشتراک بگذارد، می تواند این گونه تصمیم گرفته شود که اجازه مطالعه داده های به اشتراک گذاشته شده صرفاً به این شرکت ها اعطا شود. استفاده از چنین پلتفرم هایی معمولاً با هدف بالا بردن میزان نفوذ خصیصه های بخصوص فناوری دفتر کل توزیع شده، افزایش همکاری و بهبود فرآیندهای ارتباط میان مؤسسات از قبیل بانک ها، شرکت ها و دفاتر دولت است نشأت می گیرد. بلاک چین های خصوصی و اجماعی معمولاً در زمره بلاک چین های دارای مجوزند. یعنی دسترسی به پلتفرم به آن هایی که ورودشان در سیستم مجاز تعریف شده است محدود شده و به مؤسسات شرکت کننده در آن بلاک چین اجازه می دهد سرحداتی از حریم خصوصی و کنترل را حفظ نمایند. بلاک چین های اجماعی دارای مجوز، به طور گسترده در حوزه تجارت بین الملل مورد استفاده قرار می گیرند که البته این بی دلیل نیست. اگر چه برخی بلاک چین های خصوصی یا اجماعی می توانند به روی هر کس که تمایل دارد باز باشند لیکن بسیاری مؤسسات مایل نیستند اطلاعات خصوصی تجاری خود را به صورت عمومی و در بلاک چین های بی نیاز به مجوز که برای همگان در دسترس اند منتشر نمایند.

۴.۲. تعریف قرارداد هوشمند

مفهومی تحت عنوان قرارداد هوشمند در سال ۱۹۹۴ توسط نیک سابو که یک برنامه نویس رمزنگار بود معرفی و در مقالات و کتبی تا سال های ۱۹۹۷ از منظر تئوریک تکمیل شد، لیکن در سال ۲۰۱۵ توسط اتریوم و در بستر بلاک چین بود که پا به عرصه عملی نهاد. سابو به عنوان نمونه ابتدایی و قابل لمس قرارداد هوشمند مثال خرید از دستگاه های اتوماتیک فروش نوشیدنی و مواد غذایی در اماکن عمومی (از این جهت که به محض ورود پول خود به خود محصول از دستگاه خارج و در دسترس خریدار قرار می گیرد) معرفی نموده و آن را این گونه تعریف می نماید: "قرارداد هوشمند یک سازوکار تراکنش پیاده سازی شده در قالب کامپیوتری است که مفاد یک قرارداد را اجرا می نماید". به عبارت ساده تر یک قرارداد هوشمند، برنامه ای کامپیوتری است که مفاد خود را در صورت وقوع اتفاقاتی که از پیش برایش تعیین شده است تأیید و اجرا می نماید (جیان کاسپرو، ۲۰۱۷). قرارداد هوشمند را می توان شبکه ای از گره ها (رایانه های استفاده کنندگان) تعریف نمود که طی فعالیت های پایایی به منظور تولید تراکنش های تغییرناپذیر تاریخی که امکان مشاهده توسط عموم برای آنها فراهم است، انجام وظیفه می کنند (جمالیان پور و همکاران، ۱۳۹۹). عناصر اصلی قرارداد هوشمند به منظور انجام شرایط متعارف قراردادی (از قبیل شرایط پرداخت، حق حبس و حتی لزوم اجرا) طراحی شده اند، استثنائات را چه آن هایی که با سوءنیت و چه آن ها که غیر عمد در قرارداد گنجانده می شوند به حداقل رسانده، نیاز به واسطه های ثالث مورد اعتماد را نیز به حداقل تقلیل می دهد و در عین حال فواید اقتصادی نیز از قبیل کاهش زیان های ناشی از تقلب و همچنین هزینه های اجرای قرارداد را به همراه می آورد.

فناوری بلاک چین به این قراردادها اجازه می دهد تا با بهره گیری از یک مکانیسم ساده و مقرون به صرفه به ورطه عمل برسند. فلذا قراردادهای هوشمند فی نفسه نوعی از بلاک چین محسوب نمی شوند و در واقع یکی از قابلیت های قابل

پیاده‌سازی در بستر این فناوری یا در بسترهایی غیر از آن هستند. البته مزیت قراردادهای هوشمند در بستر بلاک‌چین آن است که واسطه زدایی شده‌اند، به‌طور کلی ذاتاً شفاف‌اند و نوید بهره‌وری بیشتر تجاری، هزینه تراکش کمتر، هزینه‌های حقوقی کمتر و انجام بی‌نام تراکش را می‌دهند (جیان کاسپرو، ۲۰۱۷). در عین حال قراردادهای هوشمند خارج از بستر بلاک‌چین مستعد افتادن در دام همان مشکلات احتمالی پایگاه داده‌های متمرکز از قبیل هزینه بالای نگهداری اطلاعات در یک مکان مشخص و دسترسی و قابلیت اعتماد کم‌ترند، چرا که با بروز هرگونه مانعی که موجب عدم امکان دسترسی به پایگاه داده‌شان شود به تبع کل داده‌هایشان نیز از بین می‌رود (لاکوب و همکاران، ۲۰۱۵).

لفظ "قرارداد هوشمند" در حقیقت نامی غلط‌انداز است. یک قرارداد هوشمند مشابهت‌های تئوریک زیادی با قراردادهای حقوقی مرسوم دارد، چرا که هر دو برای روابط میان دو طرف قرارداد ساختار و چارچوب ایجاد می‌کنند. یک قرارداد هوشمند در بطن خود یک برنامه کامپیوتری یا به عبارتی یک منطق کدنویسی شده است که با دریافت ورودی‌های به‌خصوصی، مجموعه‌ای از دستورها را به‌منظور نیل به یکی از نتایج از پیش تعیین شده اجرا می‌نماید. این منطق کدنویسی شده مانند قرارداد مرسوم در مرحله انعقاد در خصوص جزئیات پشت‌صحنه این قرارداد در عالم واقع از قبیل رعایت تشریفات قانونی انعقاد قرارداد، مالیت مورد معامله و نظایر آن مداخله‌ای نمی‌کند، لیکن برخلاف قراردادهای مرسوم، در مرحله اجرا ورود نموده و کدهای به‌خصوصی که قبلاً برایش تعریف شده را اجرا می‌نماید. با در نظر گرفتن این مسئله باید گفت از آنجا که هیچ عنصری در قراردادهای هوشمند وجود ندارد که از هوش مصنوعی و انتزاعی برخوردار باشد و صرفاً اجرای خودکار یک وظیفه از پیش تعیین شده هنگامی که شرایط به‌خصوصی رقم بخورد را بر عهده دارند این قراردادها هوشمند محسوب نمی‌شوند (لیم و همکاران، ۲۰۱۶).

قراردادهای هوشمند، اطلاعات یا به‌اصطلاح داده‌ها را به‌عنوان ورودی می‌گیرند، بر مبنای قوانین و مفاد بارگذاری شده در قرارداد پردازش می‌نمایند و اقدامی که قبلاً مورد توافق قرار گرفته و در برنامه تعریف شده را به‌عنوان نتیجه انجام می‌دهند. چنین اطلاعاتی یا از طریق افراد دارای کلید اختصاصی و در محدوده اختیاری که از قبل برایشان در نظر گرفته شده به قرارداد وارد می‌شوند و یا این داده‌ها به‌وسیله به‌اصطلاح "اوراکل‌ها" در قرارداد وارد می‌گردند. به‌عبارت‌دیگر داده‌ها تحت شرایط از پیش تعیین شده‌ای که از قبل در قرارداد پیش‌بینی شده به قرارداد وارد می‌شوند و این‌گونه نیست که هر داده‌ای که به هر صورتی از خارج بدان عرضه شود در آن مورد استفاده قرار گیرد. داده‌هایی که از طریق اوراکل‌ها به قرارداد وارد می‌شوند می‌توانند هرگونه اطلاعات و مدارک خارجی مانند دما، تأییدیه پرداخت، نوسان قیمت و غیره باشند. به‌عنوان مثال، یک قرارداد هوشمند بیمه می‌تواند یک سنسور اوراکل جاسازی شده در کانتینر فریزر دار داشته باشد تا اگر دما به بالاتر از حد به‌خصوصی رسید که در آن دما، محصول فاسد می‌شود، پرداخت خسارت بیمه به‌صورت خودکار در دستور کار قرار گیرد و درخواست بازرسی نیز صادر شود. از آنجا که بلاک‌چین‌ها نمی‌توانند به خارج از شبکه دسترسی داشته باشند، اوراکل‌ها تنها راه بدون فعل انسانی برای ارتباط قراردادهای هوشمند با داده‌های خارج از محیط بلاک‌چین خود هستند. به‌عبارت‌دیگر، قراردادهای هوشمند می‌توانند حتی بدون نیاز به ورود داده‌ها توسط افراد دارنده کلید اختصاصی و با اتصال به سایر فناوری‌ها نظیر اینترنت اشیا نیز کار کنند. یکی از مصادیق بالقوه موفق بهره‌گیری از اینترنت اشیا در این حوزه استفاده از برچسب گذاری است.

۳. نتیجه گیری

پلاتو می گوید: "ضرورت، مادر ابداع است". حال آنکه در خصوص بلاک چین شرایط برعکس شده است. ابداع، یعنی بلاک چین، در حال حاضر متولد شده است و بسیاری افراد به دنبال آن هستند که ضرورت این ابداع را در جاهایی که می تواند اعمال گردد در عمل بیابند (تیل، ۲۰۱۳). البته فناوری های تحول آفرین برای توسعه، بلوغ و نمایش تمام توانمندی های خود نیازمند زمان اند و همه آنها نیز موفق نمی شوند. پس هنوز زمان نیاز است تا دریا بیم فناوری بلاک چین چگونه رشد خواهد نمود و آیا چنانچه برخی پیش بینی نموده و وعده می دهند اقبال بلندی دارد یا خیر. پیش از اینکه در خصوص امکان استفاده از این فناوری در عرصه هایی گسترده تر از آنچه در حال حاضر وجود دارد اظهار نظر کنیم، باید ابتدا در این خصوص اطمینان حاصل نماییم که آیا استفاده از این فناوری جدید در حوزه تراکنش های مالی حداقل به اندازه فناوری های حاکم فعلی امن، کاربردی و مقرون به صرفه است یا خیر.

بلاک چین می تواند در صنایع مالی و صنایع مختلف دیگر یک فناوری تغییر ساز باشد. قابلیت های این فناوری معمولاً از نظر ابعاد تحول آفرینی با خود شبکه جهانی اینترنت مقایسه می شود. البته باید در نظر داشت که در خصوص اینترنت نیز زمان زیادی سپری شد تا برنامه های حقیقتاً مفید آن ظهور نمایند و در مورد بلاک چین نیز، ما در حال حاضر در ابتدایی ترین مراحل بروز و رشد قابلیت های آن قرار داریم و به تعبیری به نظر می رسد هنوز برای ظهور و بروز این فناوری فرصت وجود دارد. چرا که برنامه هایی که تازگی و پیچیدگی زیادی دارند نیازمند تلاش فراوان برای تحول آفرینی در اقتصاد هستند و بلاک چین نیز در حال حاضر روزهای ابتدایی خود را طی می نماید (لنستی، ۲۰۱۷).

به طور کلی با در نظر گرفتن ظرفیت ها و در عین حال محدودیت های امروز فناوری بلاک چین و بخصوص قرارداد هوشمند در زیر مجموعه آن، بعید است بتوان با اتکا به کامپیوتر و این ویژگی نوظهور آن با نیروهای انسانی دخیل در تجارت بین المللی (خصوصاً حقوقدانان به عنوان رکن تدوین قرارداد به مفهوم متداول آن) وداع نمود و همچنان مفید بودن فناوری های آنالاین وابسته به واسطه های مورد اعتماد به منظور ایجاد ارتباط نهایی مؤثر میان یک سابقه دیجیتال با یک هویت فیزیکی، تجارت، دستگاه و یا رویداد است. چرا که بلاک چین به خودی خود نمی تواند آنچه بارگذاری شده را از این منظر که آیا در عالم واقع نیز مندرجات مورد ادعا رخ داده اند و آیا تأیید هویت به درستی انجام گرفته یا خیر راستی آزمایی نماید. مثلاً اگرچه بلاک چین می تواند در خصوص بارگذاری اطلاعات پزشکی یک فرد از بدو تولد کارگشا باشد، لیکن نمی تواند در پاسخ به این مسئله که آیا این پرونده دقیقاً به همین فرد تعلق دارد یا مربوط به فردی دیگر است کمک نماید (توکر و همکاران، ۲۰۱۸). با وجود ظهور قرارداد هوشمند هنوز در عرصه تجارت بین المللی نیاز به اعمال سنن حقوقی پیشین مثل نگارش سنتی قرارداد به عنوان پشتوانه این فناوری نیز حس می شود. فناوری بلاک چین به نظر یک راهکار اثبات شده تغییر نیست، بلکه خود بستری برای یافتن راهکار تغییر است (بشار و همکاران، ۲۰۱۹) و در نهایت هم این نیروی انسانی است که با استفاده از فرصت های موجود در آن تغییر را ایجاد می کند. در نتیجه، در مواجهه با این پدیده ها حقوقدانان از این جهت اهمیت می یابند که می توانند قرارداد هوشمند را هر چه بیشتر با معیارهای حقوقی منطبق نموده و بعد به بازار عرضه نمایند تا به جامعه این اطمینان خاطر را بدهند که این پدیده، مانند قراردادهای سنتی، قصد واقعی افراد را منعکس نموده و قادر به اجرای نتایج مورد توافق است (لیم و همکاران، ۲۰۱۶). به طور کلی به نظر می رسد برای آنکه بتوان به بهترین نحو از قرارداد هوشمند بهره برداری نمود، باید از آن نه به عنوان یک قرارداد که به عنوان یک ابزار کمکی به منظور تسهیل

و تسریع اجرای قرارداد و جلوگیری از سوء استفاده‌های طرفین چه در ورطه اجرا و چه در ورطه تفسیر مفاد آن استفاده نمود؛ چرا که همه موارد مورد توافق یا به عبارتی لازم به توافق در یک قرارداد را نمی‌تواند در خود منعکس نموده و به طور خودکار به اجرا درآورد (هسیا، ۲۰۱۷). به‌عنوان مثال در برخی قراردادها علی‌رغم آنکه فروشنده کالایی را مطابق اوصاف مندرج در قرارداد به خریدار تحویل می‌دهد خریدار از تحویل ثمن آن به استناد تفسیر متفاوت خود از مفاد قرارداد امتناع می‌ورزد. حال آنکه مقوله تفسیر در قرارداد هوشمند موضوعیت نداشته و به‌صرف تطبیق مآوقع با آنچه به رایانه تفهیم شده مفاد به اجرا در می‌آیند. به‌عبارت‌دیگر قرارداد هوشمند ایده آل قراردادی است که به‌منظور تبیین و شفاف‌سازی مفاد قرارداد از پشتوانه یک قرارداد سنتی جامع نظیر آنچه تحت عنوان اساسنامه مطرح شد بهره‌مند باشد.

قرارداد سنتی به‌صورت یک لفاف حقوقی که مفاد غیر قابل ترسیم یا غیرقابل اجرا در قالب کد مثل قانون حاکم و یا قصد طرفین وجود داشته باشد. وجود این لفاف قانونی را می‌بایست یا با ارجاع دادن به کد قرارداد هوشمند در قرارداد سنتی تبیین نمود، و یا از طرفی وجود این قرارداد سنتی (به تعبیری اساسنامه) را در قالب "هش" در کد قرارداد هوشمند اعمال نمود تا سندی باشد مبنی بر اینکه ورای قرارداد هوشمند، یک قرارداد جامع غیرهوشمند نیز مورد توافق قرار گرفته است. به نظر می‌رسد در صورت مغایرت بین قرارداد هوشمند و قرارداد سنتی، نسخه سنتی باید بر نسخه هوشمندش ارجحیت یابد.

اعمال یک ابزار ترمیم در کد قرارداد هوشمند نیز ضروری است تا در صورت بروز ایراد به طرفین اجازه دهد در شرایط بخصوص آن را فسخ نمایند (مثلاً به‌وسیله تعریف مراجع مورد اعتمادی که کلید اختصاصی با محدوده اختیارات معین در اختیار دارند). نتایج استفاده از این تمهیدات، چه به‌جا استفاده شود و چه مورد سوءاستفاده قرار گیرد باید با استناد به قرارداد پشتیبان آن و در چارچوب قانون مرتفع گردد. همچنین این تمهیدات باید به طرفین اجازه دهد تا در صورت مغایرت در قرارداد یا در صورتی که یکی از طرفین بخواهد از برخی حقوق قراردادی خود چشم‌پوشی کند بتواند کد قرارداد هوشمند را مورد اصلاح قرار دهد. البته ایجاد چنین قابلیت‌هایی با ذات این فناوری در تعارض بوده و نه تنها امروزه امکان‌پذیر نیست، بلکه در آینده نیز بعید است چنین اتفاقی رخ دهد و صرفاً می‌توان با در نظر گرفتن یک سوئیچ مرگ که با امضای هر دو طرف فعال می‌شود قابلیت انحلال برای آن ایجاد نمود. به تعبیری نگارش قرارداد هوشمند همانند حک کردن بر روی سنگ است، برای تغییر آن فقط می‌توان آن را به کلی خرد نمود.

References

- Antipova, T. (2021). Is it worth investing in cryptocurrency? In MATEC Web of Conferences (Vol. 342). EDP Sciences.
- De Filippi, P. D. F. (2018). Blockchain and the Law. Harvard University Press.
- Ganne, E. (2018). Can Blockchain revolutionize international trade? Geneva: World Trade Organization.
- Gerard, D. (2018). Attack of the 50 Foot Blockchain: Bitcoin, Blockchain, Ethereum & Smart Contracts. Amazon.
- Giancaspro, M. (2017). Is a "smart contract" really a smart idea? Insights from a legal perspective. Computer Law & Security Review, 33(6), 825–835.
- Harm, J., Obregon, J., & Stubbendick, J. (2016). Ethereum vs. bitcoin. Economist Case Study, 3-9.

- Hofmann, E., Strewe, U. M., & Bosia, N. (2018). Supply chain finance and blockchain technology: the case of reverse securitisation. Springer.
- Jamalianpour, M., & Pourfallah Pasand, A. (2020). Investigating the Impact of Smart Contracts on the Accounting and Auditing Profession. *Accounting and Auditing Studies*, 9(35), 89-102 (in Persian).
- Kissinger, H. (2018). How the enlightenment ends. *The Atlantic*, 1.
- Maurice, D. (2018). Blockchain technology and smart contracts from a financial law perspective (Doctoral dissertation, Ghent University) .
- Menon, M., & Mady, A. (2021). Blockcahin: A non-technical primer for marketing academics. *Marketing Education Review*, 1-19.
- Morabito, V. (2017). Business innovation through blockchain. Cham: Springer International Publishing .
- Muller, F., & Maarten, E. (2018). Will That Smart Contract Really Do What Expect It to Do TNO, 6.
- Traverse, N. (2013). The Number: 141\$, News Desk. *The New Yorker*
- Yu, Q. (2018). Design, Implementation, and Evaluation of a Blockchain-enabled Multi-Energy Transaction System for District Energy Systems (Master's thesis, ETH Zurich).