

Probability of Non-performance of Obligations in Smart Contracts on Blockchain and their Potential Sanctions

Rahim Mokhtari, Hadi Zare

Date Received : 25 April 2024 Date accepted : 15 August 2024

Abstract

Smart contracts on the blockchain represent a novel form of electronic contracts. These contracts are distinguished from both traditional and digital (other electronic) contracts by their self-execution, which occurs without human intervention due to their AI-based nature. This paper aims to address the following question: Given the self-execution feature of these contracts, is it possible to breach them? If so, how would the smart contract respond? These contracts are new and, as a result, there are no particular laws governing them. To answer the said question, this paper analyzed smart contracts within the context of established legal principles and regulations. While such contracts reduce the likelihood of contractual violations significantly, it is not possible to eliminate this probability entirely. As a result, it is essential to examine the role of sanctions for the execution of smart contracts. In examining instances of non-performance of obligations, this study focused on the role of the self-execution feature of smart contracts in applying the sanctions. To be applicable, a sanction needs to be coded in the contract in advance because the principle of immutability governs the blockchain. It also merits mention that some sanctions need human intervention to be applied, and the smart contract cannot automatically self-execute them. Therefore, smart contracts execute and apply these sanctions directly and indirectly.

Keywords: Smart contract, violation of commitment, execution guarantee, self-execution



بررسی امکان نقض تعهدات در قراردادهای هوشمند شبکه بلاک چین و ضمانت اجراهای احتمالی آن

رحیم مختاری^۱، هادی زارع^۲

تاریخ دریافت: ۶ اردیبهشت ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: ۲۵ مرداد ۱۴۰۳

چکیده:

قراردادهای هوشمند بستر عمومی بلاک چین در واقع نوعی جدید از قراردادهای الکترونیکی می باشند. اما آنچه این قراردادها را از قراردادهای الکترونیکی و سنتی پیشین متمایز می نماید ویژگی منحصر به فرد خوداجرایی این قراردادها در اجرای مفاد قراردادی، بدون دخالت هیچ عامل انسانی با توجه به هوش مصنوعی این قراردادها می باشد. لذا هدف ما در این پژوهش پاسخ به این پرسش بوده است که آیا با وجود ویژگی خوداجرایی در قراردادهای هوشمند امکان نقض قرارداد وجود ندارد؟ در صورت نقض پاسخ قرارداد هوشمند چه خواهد بود؟ به دلیل بدیع بودن این قراردادها هنوز قوانین بخصوصی در مورد این قراردادها به تصویب نرسیده است. لذا ما برای پاسخ به این پرسش ها به تحلیل و توصیف این قراردادها با توجه به اصول و قواعد حقوقی موجود پرداخته ایم. باید گفت اگرچه قراردادهای هوشمند ممکن است به طور قابل توجهی نقض قراردادها را کاهش دهد، اما بعید است که امکان نقض قراردادی به طور کامل از میان برده شود؛ از همین رو اهمیت و نقش ضمانت اجراهای نقض قراردادها در قراردادهای هوشمند نیز اهمیت پیدا می نماید. در واقع نگاه ما به قراردادهای هوشمند در مسئله نقض قرارداد، به بهره گیری از ویژگی خوداجرایی قراردادهای هوشمند در اعمال ضمانت اجراهای قراردادی می باشد. اما آنچه مشخص است آن است که با توجه به اصل تغییر ناپذیری حاکم بر بلاک چین، برای اعمال هر ضمانت اجرایی در این قراردادها، آن ضمانت اجرا باید از قبل در قرارداد هوشمند کدنویسی شده باشد. هرچند از این مهم نباید غافل شد که اعمال بعضی از ضمانت اجراهای قراردادی نیاز به دخالت عامل انسانی می باشد و قرارداد هوشمند نمی تواند به صورت کاملا خوداجرا آن را اعمال نماید. لذا قرارداد هوشمند اصولا به دو روش مستقیم و غیر مستقیم می تواند اقدام به اجرا و اعمال این ضمانت اجراهای قراردادی نمایند

واژگان کلیدی: قراردادهای هوشمند، نقض تعهد، ضمانت اجرا، خوداجرایی

۱- استادیار گروه حقوق خصوصی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

[com.yahoo@mokhtarri52_R](mailto:mokhtarri52_R@yahoo.com)

۲- دانشجوی دکتری، گروه حقوق خصوصی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران (نویسنده مسئول)

com.gmail@shiraz-zare-hadi

معمولاً، هر قراردادی که منعقد می‌شود طرفین قرارداد برای انجام موضوع قرارداد و رسیدن به هدف نهایی، وظایف و تکالیفی را عهده‌دار می‌شوند، که در زبان حقوقی به وظایف و تکالیف مذکور تعهدات قراردادی گفته می‌شود. که در واقع امر نیز هدف از انعقاد هر قرارداد نیز اجرای همین تعهدات و التزام به آثار ناشی از قرارداد است. از همین رو قراردادها اغلب توسط طرفین قرارداد اجرا می‌شود، چرا که اگر اینطور نبود جامعه صنعتی مدرن ممکن نبود.^۱ اما عدم اجرای قرارداد و نقض تعهدات یکی از خطراتی است که متعهدله هر قراردادی با آن روبروست. اصولاً احتمال پیمان‌شکنی از سوی هر طرف قرارداد وجود دارد.^۲ از همین رو امروزه نقض قرارداد به عنوان مهم‌ترین چالش در حقوق قراردادها مطرح می‌باشد.

اما آنچه که از نگاه حقوقدانان عموماً پنهان بوده است توجه به فناوری به خصوص فناوری های نوین همچون بلاک‌چین^۳ به عنوان یک راه حل در حقوق قراردادها بوده است.^۴ در واقع با آغاز قرن بیست و یکم فناوری‌های نوآورانه متعددی آشکار شد که تأثیر قابل توجهی بر اقتصاد جوامع بشری به همراه داشت. از فناوری‌های قابل توجه می‌توان به رایانش ابری^۵، کلان داده^۶، اینترنت اشیا^۷، واقعیت افزوده^۸ و بلاک‌چین اشاره نمود.^۹ بلاک‌چین و هوش مصنوعی^{۱۰} در حال متحول کردن جهان ما هستند. این فناوری‌های نو به همراه خود مفاهیم جدیدی مانند قراردادهوشمند^{۱۱} را وارد زندگی ما کرده‌اند. اما آنچه در مورد این قراردادها مورد توجه حقوقدانان قرار گرفته، مزیت اصلی این قراردادها می‌باشد، و آن خود اجرایی این قراردادها در اجرای مفاد قرارداد می‌باشد که به دلیل عدم

۱- Raskin, Max. The law and legality of smart contracts. Geo. L. Tech. Rev. ۱, ۲۰۱۶, p. ۳۱۱

۲- طالب احمدی، حبیب، کاظمی نجف آبادی، عباس، ضمانت اجرای احتمال نقض قرارداد در حقوق ایران و نظام حقوق عرفی، مجله مطالعات حقوقی دانشگاه شیراز، دوره هفتم، شماره چهارم، ۱۳۹۴، ص ۱۴۷.

۳- Blockchain

۴- مختاری، رحیم، زارع، هادی، بررسی ساختار خود اجرایی قراردادهای هوشمند در اجرای تعهدات قراردادی، هفتمین کنفرانس ملی دستاوردهای نوین در حقوق و روانشناسی، دوره ۷، تهران، ۱۴۰۲

۵- Cloud computing

۶- Big Data

۷- Internet of Things (IoT)

۸- Augmented Reality (AR)

۹- Savelyev, Alexander, Contract law 2.0: 'Smart' contracts as the beginning of the end of classic contract law, Information & communications technology law ۲۰۱۷, ۲۶, ۲, p. ۱۱۷

۱۰- Artificial intelligence (AI)

۱۱- Smart contract

دخالت عامل انسان در اجرای قرارداد تضمین می‌شود.^۱

ما در سال های اخیر شاهد رشد استفاده از قراردادهای هوشمند خوداجرا در حوزه‌های مختلفی همچون انتقال دارایی دیجیتالی، بیمه، بورس و ... بوده‌ایم. این مهم تاثیر مثبتی در زمینه کاهش هزینه و زمان و حتی افزایش اعتماد، امنیت و شفافیت اطلاعات داشته است.

اما همانطور که قبلا به آن اشاره نمودیم امروزه اساسی‌ترین چالش ما در حوزه قراردادهای نقض تعهدات قراردادی می‌باشد. لذا مسئله اساسی ما در این پژوهش آن است که آیا اصولا با توجه به ویژگی خوداجرای قراردادهای هوشمند آیا امکان نقض تعهدات در قرارداد هوشمند وجود دارد؟ در صورت وجود، پاسخ این قرارداد به این نقض چه خواهد بود؟ به نظر می‌رسد امکان نقض تعهدات قراردادی در قراردادهای هوشمند به واسطه ماهیت بعضی از تعهدات قراردادی یا نبود زیر ساخت های فنی لازم ممکن می‌باشد. و حتی به نظر می‌رسد قراردادهای هوشمند، همانطور که می‌توانند تعهدات قراردادی را اجرا نمایند می‌توانند ضمانت اجراهای کد نویسی شده در قرارداد را نیز به صورت خوداجرا اعمال نمایند.

مهمترین چالش ما در پاسخ به پرسش‌های مطرح شده در این پژوهش آن است که به دلیل بدیع بودن این قرارداد هنوز قوانین بخصوصی در مورد آنها به تصویب نرسیده است. لذا هدف ما در این پژوهش تحلیل و توصیف اصول و قواعد حقوقی سنتی موجود و انطباق آن با ماهیت قراردادهای هوشمند در جهت پاسخ به پرسش‌های مطرح شده می‌باشید.

متأسفانه در ادبیات حقوقی کشور ما تاکنون به نقض تعهدات در قراردادهای هوشمند اشاره نشده است. و به نظر آنچه تا کنون بیشتر مورد توجه نویسندگان داخلی بوده است کارکردهای قراردادهای هوشمند و شبکه بلاک‌چین بوده است. لذا باید گفت هدف ما در این پژوهش آن است که قراردادهای هوشمند شبکه بلاک‌چین با توجه و به خصایص منحصر به فرد خود چه تأثیر و کارکردی می‌تواند در زمینه نقض قراردادها داشته باشد.

۱- مفهوم قرارداد هوشمند بستر بلاک‌چین

ایده قراردادهای هوشمند برای اولین بار در دهه ۱۹۹۰ توسط نیک زابو^۲ مطرح شد. او برای نخستین بار در سال ۱۹۹۶ در مقاله‌ای با نام « قراردادهای هوشمند: بلوک های سازنده برای بازارهای دیجیتال»^۳ و همچنین مقاله مهم دیگر وی که در سال ۱۹۹۷ به

۱- - Tai, Eric Tjong Tjin , Force majeure and excuses in smart contracts, European Review of Private Law ۲۰۱۸ ۲۶, ۶, p۷۸۷

۲- Nick Szabo

۳- [Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets](#)

نام « رسمی سازی و ایمن سازی روابط در شبکه های عمومی »^۱ منتشر ساخته است، به قراردادهای هوشمند اشاره می‌نماید. اما در آن زمان به علت محدودیت های فنی همچون کدنویسی، اینترنت و هوش مصنوعی فضای مناسب برای تحقق عملی این قراردادها وجود نداشت.

واقعیت آن است که هیچ تعریف مشترک در سطح جهانی از قراردادهای هوشمند وجود ندارد، چیزی که تعجب آور نیست، هم با توجه به ماهیت بسیار بدیع این پدیده، و هم از نظر مبنای تکنولوژیکی پیچیده آن^۲. از همین رو کارشناسان حوزه فناوری و حقوق دیدگاه‌های متفاوتی از مفهوم قرارداد هوشمند دارند. حقوقدانان معتقدند قرارداد هوشمند، قراردادی است که در قالب کد، برنامه نویسی شده است^۳. و در شبکه بلاک چین ذخیره شده است. و تمام الزامات سنتی یک قرارداد معتبر دارا می‌باشند^۴. و می‌تواند به صورت خودکار بسیاری از تعهدات را اجرا نمایند^۵. اما این قراردادها نیز همچون قراردادهای سنتی می‌تواند نقض شود؛ هرچند که هزینه سنگینی برای نقض کننده آن وجود دارد. از همین رو نیک‌زابو معتقدست: «ایده اصلی قراردادهای هوشمند این است که انواع بسیاری از بندهای قراردادی را می‌توان در سخت افزار و نرم افزاری که با آن سروکار داریم تعبیه کرد، به گونه ای که امکان نقض قرارداد برای نقض کننده سنگین و گران باشد^۶». اما در مقابل کارشناسان حوزه فناوری دیدگاه متفاوتی را دارند، به عنوان مثال آقای لارنس لسیگ^۷ معتقد است که قرارداد هوشمند مبتنی بر قاعده «کد همان قانون است^۸» می‌باشد که در آن کد رایانه‌ای رفتار را به شیوه‌ای غیرقابل اصلاح و تغییر اجرا می‌کند، به عنوان مثال اگر کد به طور خودکار ۲۵٪ از درآمد شما را برای پرداخت مالیات برداشت نماید، هیچ راهی وجود ندارد که شما این "قانون" را نقض کنید و مالیات خود را پرداخت

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی

۱- [Formalizing and Securing Relationships on Public Networks](#)

۲- Savelyev, op. cit, p۱۲۰

۳- Sheikh, Husneara, et all, Smart contract development, adoption and challenges: the powered blockchain, International Research Journal of Advanced Engineering and Science ۲۰۱۹, ۴, ۲, p.۳۲۱

۴- O-Shields, Reggie, Smart contracts: Legal agreements for the blockchain, NC Banking Inst. ۲۰۱۷, ۲۱, p. ۱۸۰

۵- Tai, op. cit, p۷۸۸

۶- Szabo, Nick, Smart contracts: building blocks for digital markets, EXTROPY: The Journal of Transhumanist Thought, (۱۹۹۶, ۱۸, ۲ (۱۶, p.۱

۷- Lawrence Lessig

۸- code is law

نکنید^۱. از این رو از نظر کارشناسان حوزه فناوری، قرارداد هوشمند، کدهای برنامه نویسی شده بدون تغییر هستند که در بلاکچین ذخیره و اجرا می‌شوند و در صورت رعایت شرایط و ضوابط از پیش تعیین شده و برنامه ریزی شده به طور خودکار اجرا می‌شوند^۲. لذا در این دیدگاه دیگر امکان نقض قرارداد وجود ندارد چراکه عامل انسانی دخالتی ندارد

اما در یک تعریف جامع از قرارداد هوشمند می‌توان گفت: «قراردادهای هوشمند کدهای برنامه‌نویسی شده بین طرفین قرارداد می‌باشند که در شبکه بلاکچین ذخیره شده و بیانگر توافق اطراف قرارداد بر محتوای قرارداد بوده. که پس از تحقق شروط مندرج در قرارداد مفاد قرارداد در شبکه بلاکچین به اجرا گذاشته می‌شود^۳». به کارگیری قراردادهای هوشمند مانند هر فناوری دیگر ویژگی و آثاری را به همراه داشته است. اما باید گفت بهترین و بنیادین ترین ویژگی قراردادهای هوشمند شبکه بلاکچین، همانطور که قبلا اشاره نمودیم خوداجرای این قراردادها می‌باشد. در واقع قراردادهای هوشمند از طریق کدنویسی جملات شرطی: «اگر... آنگاه...»^۴ در بلاکچین اجرا می‌شود. به همین جهت هرگاه شرایط قراردادی محقق شود قرارداد هوشمند مفاد قرارداد را بدون نیاز به هیچ واسطه و حتی فعل یا ترک فعل طرفین قرارداد اجرا می‌نماید. به عنوان مثال فرض کنید شما قصد خرید یک کتاب الکترونیکی دارید؛ در این صورت اگر موجودی در کیف پول ارز دیجیتال^۵ بیشتر از مبلغ درخواست شده باشد و هنوز خرج نشده باشد، درخواست قبول می‌شود. و به صورت خودکار وجه لازم از کیف پول شما برداشت و به کیف پول فروشنده منتقل می‌شود و نیاز به هیچ واسطه بانکی نیز نمی‌باشد.

در ۳۱ اکتبر ۲۰۰۸، و در بحبچه بحران مالی سال ۲۰۰۸ فرد یا گروهی ناشناس به نام ساتوشی ناکاموتو^۶ که تا به امروز هویت آن‌ها مشخص نشده است^۷. مقاله مختصر اما پیشگامانه‌ای را با عنوان "بیت کوین: سیستم نقدی الکترونیکی همتا به همتا"^۸ که با عنوان

۱- Colombo, Christian, Joshua Ellul, and Gordon J. Pace, Contracts over smart contracts: Recovering from violations dynamically, Leveraging Applications of Formal Methods, Verification and Validation. Industrial Practice: 8th International Symposium, ISoLA 2018, Limassol, Cyprus, November 5-9, 2018, Proceedings, Part IV 8. Springer International Publishing, ۲۰۱۸, p.۳۰۰

۲- - Sheikh, et all, op cit., p.۳۲۱

۳- - ناصر، مهدی، قراردادهای هوشمند (مطالعه تطبیقی حقوق ایران و آمریکا)، انتشارات مجد، تهران، چاپ اول، ۱۳۹۷، ص ۵۱

۴- - if/when... then...

۵- - Crypto Wallet

۶- - Satoshi Nakamoto

۷- - A. Sahani, et al , Introduction to Blockchain. Journal of Informatics Electrical and Electronics Engineering, 2020, 1(1), 4,p 1

۸- - "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System,"

سپید نامه بیت کوین^۱ نیز شناخته می شود را در یک انجمن رمزنگاری منتشر کردند.^۲ در واقع ناکاماتو علت بحران مالی آن سالها را دخالت بانک ها و دولت ها در عرصه اقتصاد می دانست. لذا او ایده ساختاری تحت عنوان شبکه بلاک چین را داد که در آن اشخاص بتوانند بدون دخالت و نیاز به پایگاه های داده ای متمرکز به عنوان واسطه همچون بانک ها، به صورت مستقیم با یکدیگر تراکنش مالی داشته باشند. ساتوشی سرانجام ایده خود را در سال ۲۰۰۹ عملی نمود و برای اولین بار در تاریخ، شبکه بلاک چین اجرایی شد.

بلاک چین در یک مفهوم ساده یک دفترکل غیرمتمرکز در یک شبکه همتا به همتا^۳ می باشد که امکان تأیید و ذخیره تراکنش ها را بدون نیاز به واسطه ها یا هرگونه مرجع تهاتر فراهم می کند.

از همین رو ظهور بلاک چین امکان ایجاد و اجرای قراردادهای هوشمند را روی پلتفرمی مشترک، متن باز و قابل اعتماد فراهم می نماید. چراکه بلاک چین دارای ساختار غیر متمرکزی بود که قرارداد هوشمند به واسطه آن می توانست به صورت همتا به همتا بدون نیاز به هیچ واسطه ای عمل نماید. سرانجام با پیدایش بلاک چین اتریوم^۴، اولین پلتفرم بلاک چین برای توسعه قراردادهای هوشمند شکل گرفت.^۵

۲- بررسی امکان نقض قراردادهای هوشمند

یکی از اصول اصلی حقوق قراردادها این است که متعهد باید به تعهداتی که در قرارداد متعهد شده است عمل کند در غیر این صورت مسئولیت عدم انجام آن بر عهده او می باشد.^۶ در نظام حقوق سنتی « به طور معمول اجرای مفاد عقد به اختیار انجام می پذیرد.^۷» اما در بعضی موارد طرفین یا یکی از آن ها به تعهدات خود عمل نمی نمایند.

۱- Bitcoin Whitepaper

۲- Rajput, et al, **Blockchain technology and cryptocurrencies**. In 2019 Amity international conference on artificial intelligence (AICAI), 2019, p:909

۳- Peer-to-peer (p2p)

شبکه همتا به همتا تعدادی از سیستم های کامپیوتری را با هدف اشتراک گذاری فایل ها، به یکدیگر متصل می کند. سیستم های کامپیوتری (نود) در شبکه نظیر به نظیر از طریق اینترنت به یکدیگر متصل می شوند. در این ساختار شبکه سرور مرکزی وجود ندارد. در واقع هر کامپیوتر در شبکه همتا به همتا به طور همزمان نقش سرور و کاربر را ایفا می کند

۴- Ethereum

پلتفرم اتریوم در سال ۲۰۱۵ توسط بوتترین و جو لوین، بنیانگذار شرکت نرم افزار بلاک چین ConsenSys راه اندازی شد.

۵- Khan, Shafaq Naheed, et al, **Blockchain smart contracts: Applications, challenges, and future trends**, Peer-to-peer Networking and Applications 14, 2021, p2903.

۶- Tai, op. cit, p790

۷- کاتوزیان، ناصر، دوره مقدماتی حقوق مدنی اعمال حقوقی قرارداد- ابقاع، شرکت سهامی انتشار، تهران، چاپ ۸، ۱۳۹۲، ص ۲۰۲.

از همین رو نظام‌های حقوقی در راستای حمایت از قانون خودساخته طرفین یعنی قرارداد، ضمانت اجرایی را پیش‌بینی کرده است، همچون الزام به اجرای عین تعهد، فسخ قرارداد و مطالبه خسارت اشاره کرد.^۱

اما جالب است گفته شود که قراردادهای هوشمند از قراردادهای سنتی فاصله می‌گیرند، وقتی صحبت از نقض قرارداد می‌شود.^۲ در واقع همانطور که قبلا نیز به آن اشاره نمودیم از خود اجرایی به عنوان مهمترین خصیصه قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاکچین یاد می‌نمایند.^۳ که به واسطه آن قراردادهای هوشمند بر خلاف قراردادهای سنتی، خود اقدام به اجرای مفاد قرارداد می‌نماید. لذا این مسئله در قراردادهای هوشمند بر خلاف قراردادهای سنتی مطرح می‌شود که آیا تعهدات در قراردادهای هوشمند با توجه به این خصیصه قابل نقض می‌باشند؟ بر خلاف آنچه به نظر می‌رسد پاسخ به این مسئله آسان نخواهد بود. در واقع برای پاسخ به این مسئله ما با دو دیدگاه روبرو می‌باشیم که از یک سو قراردادهای هوشمند را غیر قابل نقض و سوی دیگر گروهی این قرارداد را مانند هر قرارداد دیگری قابل نقض می‌دانند. این اختلاف بیش از هر چیزی ناشی از نگاه متفاوتی است که حقوقدانان و متخصصان حوزه فناوری به قراردادهای هوشمند دارند. اما به نظر ما نمی‌توان پاسخ قاطعی به این مسئله داد که قرارداد هوشمند مطلقا قابل نقض است یا خیر، برای درک بهتر این مسئله ما در ادامه به بررسی و نقد هر دو دیدگاه خواهیم پرداخت تا پاسخ این مسئله را روشن نماییم.

۲- ۱- دیدگاه اول: عدم امکان نقض قرارداد

طرفداران این دیدگاه عموماً تحت تاثیر تعریفی هستند که کارشناسان حوزه فناوری از قرارداد هوشمند ارائه می‌نمایند. مطابق این دیدگاه قراردادهای هوشمند، کدهای نوشته شده‌ای می‌باشند، که در بلاکچین ذخیره می‌شوند و در صورت رعایت شرایط و ضوابط از پیش تعیین شده و برنامه ریزی شده به طور خودکار اجرا می‌شوند.^۴ لذا دیگر فرصتی برای نقض قرارداد توسط طرفین وجود ندارد.

در این دیدگاه به قرارداد هوشمند بیشتر به عنوان یک برنامه کدنویسی شده نگاه می‌شود که عوضین قراردادی آن دارایی‌های الکترونیکی و دیجیتال می‌باشد تا از ماهیت خود اجرایی آنها اطمینان حاصل شود.^۵ به عنوان مثال در خرید یک کتاب دیجیتالی قرارداد

۱- شعاریان، ابراهیم، بیگ پور، رویا شیرین، تاثیر انواع نقض قرارداد بر ضمانت اجرای آن با تاکید بر اسناد بین المللی»، فصلنامه پژوهش حقوق خصوصی، سال هفتم، شماره ۲۶، ۱۳۹۸، ص ۲۱۳.

۲- Gilcrest, Jack, and Arthur Carvalho, Smart contracts: Legal considerations, International Conference on Big Data (Big Data). IEEE, 2018, p3278.

۳- مختاری، پیشین

۴- Sheikh, et all, op. cit., p. ۳۲۱

۵- Savelyev, op. cit., p ۱۳۰

هوشمند بر اساس منطق (اگر- آنگاه) خود، اگر شما در کیف پول دیجیتالی خود ارز مورد نیاز خرید کتاب را داشته باشید آنگاه قرارداد هوشمند کتاب دیجیتالی را به شما منتقل می‌نماید. در این صورت دیگر امکانی برای نقض قرارداد وجود ندارد. لذا باید گفت اگر قرارداد برای اجرا تعهد نیاز به مشارکت یکی از طرفین را داشته باشد ما با یک قرارداد هوشمند روبرو نمی‌باشیم هر چند بخشی از تعهد به صورت خودکار انجام گیرد. از دیدگاه طرفداران این نظریه با چنین قراردادهایی باید به عنوان یک قرارداد الکترونیکی برخورد کرد، نه به عنوان یک قرارداد هوشمند، در غیر این صورت مفهوم قراردادهای هوشمند و تمایز آن با قراردادهای الکترونیکی مبهم خواهد بود و معنای مفید خود را نیز از دست می‌دهد. در واقع در این دیدگاه قراردادی هوشمند است که بتواند تمام تعهدات قراردادی را خود اجرا نماید.

اما به نظر ما اگر چه به ظاهر این دیدگاه صحیح می‌باشد اما فرض این دیدگاه تنها در صورتی صحیح می‌باشد که ما با یک قرارداد هوشمند ساده و آنی رو برو باشیم. به عنوان مثال در همان مثال خرید کتاب دیجیتال اگر مقرر باشد بیع به صورت نسبی و در اقساط پرداخت شود، و در زمان های مشخص شده ثمن تعهد شده در کیف پول دیجیتال خریدار نباشد، نقض قرارداد محقق می‌شود. چون برخلاف حالت سابق که در زمان انعقاد باید در کیف پول دیجیتالی مشتری ارز باشد تا عقد محقق گردد؛ در مثال مذکور باید در زمان های معین شده پس از انعقاد قرارداد ارز مورد نیاز در کیف پول دیجیتال خریدار باشد. یا حتی در قرارداد اجاره نیز این امر ممکن است. لذا به نظر فرض این دیدگاه در مورد قراردادهای پیچیده و مستمر به سختی محقق است.

۲ - ۲- دیدگاه دوم : امکان نقض قرارداد

طرفداران این دیدگاه معتقدند قراردادهای هوشمند نیز مانند هر قرارداد دیگر، می‌تواند انجام شود یا نقض شود.^۱ در واقع طرفداران این دیدگاه معتقدند که موضوع قرارداد هوشمند صرفاً دارایی‌های دیجیتال نمی‌باشد بلکه ممکن است انتقال هر مالی و هر فعل و ترک فعلی باشد. لذا در این دیدگاه لزومی ندارد قرارداد هوشمند تمام فرایند اجرایی قرارداد را به صورت خودکار انجام دهد، همانطور که در قراردادهای الکترونیکی نیز این امر ممکن بود. و صرفاً بخشی از تعهدات توسط سامانه‌های رایانه‌ای، مطابق دستور العمل داده شده به آن‌ها صورت می‌پذیرفت.^۲ این رویه در قراردادهای هوشمند نیز که در واقع نوعی جدید از قراردادهای الکترونیکی می‌باشند^۳ نیز صدق می‌نماید. در نتیجه در این دیدگاه قراردادهای هوشمند از دامنه گسترده‌تری برخوردار می‌باشد که ناشی از

۱- Raskin, op. cit., p326.

۲- ناصر، مهدی، قراردادهای هوشمند (مطالعه تطبیقی حقوق ایران و امریکا)، چاپ اول، تهران، انتشارات مجد، ۱۳۹۷، ص ۱۱

۳- او شیلدز، رچی، و همکاران، قراردادهای هوشمند: توافقات حقوقی در پرتو بلاک‌چین، پژوهشهای حقوقی، دوره ۱۸،

مطالعه آن در بستر قراردادهای الکترونیکی می باشد.

به نظر می رسد که پذیرش این دیدگاه باواقعیت های موجود همخوانی ندارد. چراکه اصلاً مبنای قراردادهای هوشمند و ماهیت این قراردادها بر خوداجرایی می باشد. لذا پرسش اساسی ما از طرفداران این دیدگاه آن است که اگر خوداجرایی نه یک وصف جوهری بلکه یک وصف فرعی در قراردادهای هوشمند می باشد چه لزومی به استفاده از هوش مصنوعی و از همه مهمتر بارگزاری آن در شبکه بلاک چین می باشد؟ یا به نحو دیگر اصلاً چه لزومی به استفاده از قراردادهای هوشمند می بود؟

لذا باید گفت که پایه و اساس کارکرد خوداجرایی قراردادهای هوشمند در خصوص اموال و دارایی، هوشمند سازی آنها در قالب های الکترونیکی و دیجیتالی می باشد، که اطلاعات مربوط به آن به صورت رمز نگاری و کد نویسی یا توکنیزه شده و یا هر شکل دیگری در شبکه بلاک چین ذخیره شده است، مانند سند الکترونیکی یک خانه، پس به طور مشخص تنها اموالی می تواند به عنوان عوض قراردادی در قرارداد هوشمند مورد معامله قرار گیرد که به صورت هوشمند، رمزنگاری شده باشد. بنابراین مورد معامله در قراردادهای هوشمند از حیث جنس، وصف و مقدار مشخص بوده و ابهامی در خصوص آن وجود ندارد^۱. به این ترتیب در مورد عین معین باید گفت که تعهد به انتقال این اموال که به صورت دیجیتالی و هوشمند در شبکه بلاک چین رمزنگاری شده باشد، به راحتی توسط ساختار خوداجرایی قرارداد هوشمند اجرا می شود. و به ظاهر فرصتی جهت نقض عهد توسط متعهد قرارداد وجود ندارد. هرچند همانطور که در نقد دیدگاه اول بیان نمودیم این اطلاق وجود ندارد و نسبت به اوضاع و شرایط هر عقد می تواند متفاوت باشد. مانند آنچه در مورد قراردادهای آنی و مستمر یا بیع نسبه بیان نمودیم.

اما نکته ای که باید در اینجا باید به آن توجه نمود آن است که اموال مورد نظر در قراردادهای هوشمند نمی تواند کلی در معین یا کلی باشد چراکه قرارداد هوشمند برای اجرای تعهد باید به دارایی دیجیتالی مورد نظر دسترسی داشته باشد در حالی که در این موارد هنوز مال مورد نظر مشخص نشده است و یا اصلاً ساخته نشده است^۲. در واقع همانطور که اشاره نمودیم ماهیت قراردادهای هوشمند خوداجرایی این قراردادها در اجرای خودکار مفاد قرارداد است، در حالی که در قراردادهایی که موضوع آن یک مال کلی

۱- Tokenization

توکنیزه کردن، فرایند تبدیل دارایی با ارزش به یک توکن دیجیتالی قابل استفاده در شبکه بلاک چین است. دارایی های توکن شده در بلاک چین به دو صورت هستند. آنها یا می توانند مانند طلا، املاک و مستغلات و آثار هنری ملموس باشند و یا دارایی های نامشهودی مانند حق رأی، حقوق مربوط به مالکیت یا مجوز محتوا را شامل می شوند.

۲- صادقی، محسن، ناصر، مهدی، ملاحظاتی برای سیاستگذاری حقوقی قراردادهای هوشمند، سیاستگذاری عمومی، تهران، دوره ۴، شماره ۲، ۱۳۹۷، ص ۱۴۹

۳- مختاری، پیشین

می‌باشد، مانند فروش یک دست مبل که هنوز ساخته نشده یا یک بازی دیجیتالی که فروشنده مالک هیچ نسخه‌ای از این بازی نمی‌باشد، قرارداد هوشمند چگونه می‌تواند این تعهد قراردادی را اجرا نماید؟ و نیاز از است خارج از ساختار خوداجرای قرارداد هوشمند اقدامی صورت پذیرد. در واقع هر قراردادی که به زبان رایانه ای انجام و تدوین می‌شود را نمی‌توان به عنوان یک قرارداد هوشمند در نظر گرفت. و این همان مرز بین قراردادهای الکترونیک پیشین با قراردادهای هوشمند می‌باشد، و چنین قراردادهایی برای تضمین اجرا بدون مراجعه به دادگاه طراحی شده اند.^۱ بنابراین، صحیح تر است که قراردادهای ذکر شده در مثال های فوق را به عنوان قراردادهای الکترونیکی معمولی تلقی کنیم.^۲

مشخص است که گاهی تعهد می‌تواند به صورت فعل یا ترک فعل باشد که در این صورت تعهد ما می‌تواند به صورت فعل یا ترک فعل مادی باشد مانند ساخت یک کالا و یا عدم اشتغال به یک شغل معین باشد. گاهی نیز فعل یا ترک فعل ما حقوقی می‌باشد مانند تعهد به اسقاط یک حق یا تعهد به عدم انتقال مالی، اما در مورد تعهداتی که به صورت فعل یا ترک فعل موضوع قراردادهای هوشمند قرار می‌گیرند به نظر می‌رسد باید قائل به تفکیک شد، لذا اگر موضوع ما فعل یا ترک فعل حقوقی باشد فرایند خود اجرایی قرارداد هوشمند توان اجرای این تعهدات را مانند صدور سند یا صدور وکالت نامه و... را دارد؛ لذا به نظر امکان نقض قرارداد در این موارد به علت عدم دخالت متعهد در اجرای قرارداد به دشواری ممکن است. به عنوان مثال اگر ماجر متعهد شده باشد که در مدت عقد اجاره حق انتقال عین مستاجر را نداشته باشد، او نمی‌تواند به واسطه یک قرارداد هوشمند ملک خود را به دیگری منتقل کند چراکه او به موجب قرارداد پیشین حق انتقال را ندارد، و این قرارداد در شبکه بلاک چین ذخیره شده است. لذا در صورتی که اقدام به انتقال نماید هوش مصنوعی قراردادهای هوشمند با توجه به ممنوعیت انتقالی که به واسطه قرارداد پیشین در شبکه بلاک چین ذخیره شده است مانع از این انتقال خواهد شد. اما در مورد فعل یا ترک فعل مادی به نظر می‌رسد فرایند خود اجرایی قرارداد هوشمند توان اجرای مستقیم قراردادی مانند ساختن یک ملک را ندارد، و این دسته از تعهدات اصولاً نمی‌تواند موضوع قرارداد هوشمند واقع شود.^۳

با توجه به آنچه بیان شد باید گفت هیچ یک از دو دیدگاه بیان شده را نمی‌توان به صورت مطلق پذیرفت. و نقض قراردادهای هوشمند متناسب با موضوع، نوع قرارداد و اوضاع احوال و شرایط هر قرارداد می‌تواند متفاوت باشد. ولی آنچه مشخص است آن است که که امکان نقض قراردادهای هوشمند اگرچه غیر ممکن نمی‌باشد ولی به سختی

۱- - Raskin, op. cit., p306.

۲- - Savelyev, op. cit., p130

این امکان وجود دارد که این قرارداد نقض شود؛ و این مهم نشان می‌دهد که مزیت اصلی قراردادهای هوشمند این است که نقض قرارداد به ندرت اتفاق می‌افتد، زیرا اجرای قرارداد وابسته به شرایط از پیش تعریف شده است که توسط که هیچ یک از اطراف قرارداد کنترل نمی‌شود.^۱ توجه به این نکته نیز مهم می‌باشد که امکان دارد نقض قرارداد نه به علت دخالت متعهد بلکه ممکن است ناشی از حوادث ناشی از قوه قاهره مانند قطع شبکه اینترنت باشد و یا حتی آنکه در کد نویسی قرارداد هوشمند اشکالی پیش‌آید که موجب عدم اجرا و نقض قرارداد گیرد.

۳- بررسی ضمانت اجراهای نقض قرارداد هوشمند

در نظام حقوقی ایران در ماده ۲۱۹ ق-م، طرفین قرارداد ملتزم به اجرای مفاد عقد می‌باشند. در نظام حقوق فرانسه نیز در ماده ۱۱۳۴ قانون مدنی که مبنای نگارش ماده ۲۱۹ ق-م ایران نیز بوده است تعهدات قراردادی را قانون بین طرفین قرارداد دانسته که طرفین ملزم به انجام آن می‌باشند. در این خصوص افراطی ترین نظریه را در حقوق سوسیالیستی (اتحاد جماهیر شوروی سابق) مشاهده می‌شود که اجرای عین تعهد را به عنوان یک اصل پذیرفته و هرگونه عدم اجرای قرارداد را موجب تحمل مجازات شدید می‌داند.^۲ لازم به ذکر است، نقض قرارداد علاوه بر عدم اجرای قرارداد شامل تأخیر در اجرای قرارداد، عدم اجرای بخشی از قرارداد و اجرای ناقص و معیوب قرارداد را نیز شامل می‌شود که در حقیقت نوعی از عدم اجرای قرارداد است.^۳

یکی از مهمترین قواعد مسلم حقوقی پذیرفته شده در غالب نظام‌های حقوقی، اصل لزوم قراردادها می‌باشد که به معنی پابندی طرفین به عقد است. لیکن تا قرارداد ضمانت اجرای محکمی نداشته باشد با وجود این اصل هم به نتیجه مطلوب نخواهیم رسید. ضمانت اجرای قرارداد در واقع پشتوانه اجرای تعهدات قراردادی است که عهدشکنی متعهد را مانع می‌گردد.^۴ در واقع زمانی که قراردادی منعقد می‌شود یک موقعیت جدید ایجاد می‌شود که در تمام نظام های حقوقی محترم و مورد حمایت می‌باشد.^۵ هرچند ممکن است نوع حمایت و ضمانت اجرایی که برای تعهدات قراردادی در نظر گرفته می‌شود در همه نظام های حقوقی یکسان نباشد.

۱- Allam, Zaheer, **On smart contracts and organisational performance: A review of smart contracts through the blockchain technology**, Review of Economic and Business Studies 22, 2018, p142.

۲- هادی، سولماز، جایگاه نقض تعهدات قراردادی در حقوق ایران و انگلیس، فصلنامه بین المللی قانون یسار، دوره سوم، شماره ۹، ۱۳۹۸، ص ۱۹۹

۳- شعاریان، بیگ پور پیشین، ص ۱۷

۴- بوربور، محمد رضا، آثار نقض تعهدات قراردادی و مطالبات ناشی از آن در حقوق ایران و انگلستان، نشریه پژوهش و مطالعات اسلامی، سال سوم، شماره ۲۷، ۱۴۰۰، ص ۸۷.

۵- رنجبر، مسعودرضا، تعیین خسارت ناشی از نقض قرارداد، چاپ سوم، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۵، ص ۲۴

در نظامهای حقوقی و اسناد بین‌المللی ضمانت اجراهای مختلفی برای نقض قراردادهای مقرر شده که بسته به نوع نقض متفاوت می‌باشد. به عنوان مثال در ماده ۲۵ کنوانسیون بیع بین‌المللی کالا، یا ماده ۱-۳-۷ اصول قراردادهای تجاری بین‌المللی^۱، و ماده ۱۰۳-۸ اصول حقوق قراردادهای اروپا^۲، به نقض اساسی و غیراساسی پرداخته شده است. در حقوق ایران به نوع نقض تعهد چه اساسی و چه جزئی توجهی نشده و تفاوتی میان نقض اساسی و نقض غیراساسی تعهد وجود نداشته و نقض تعهد به هر درجه که باشد دارای قواعد یکسانی از نظر ضمانت اجرایی و راه‌های جبران خسارت می‌باشد^۳.

متأسفانه تاکنون هیچ چهارچوب قانونی مدون و جامعی در مورد بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند در سطح جهانی وجود نداشته است^۴. متأسفانه در ایران نیز تاکنون هیچ چهارچوب قانونی در مورد بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند تصویب نشده است. و آنچه تاکنون مورد توجه دولت و بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران بوده است بحث ارزهای دیجیتال و رمزارزها بوده است.

به نظر می‌رسد با انطباق اصول حقوقی و قواعد حقوقی با قراردادهای هوشمند، نیازی به مجموعه خاصی از قوانین یا مقررات جدید در این حوزه نباشد^۵. هرچند به نظر می‌رسد اصول حقوقی موجود برای رسیدگی صریح به قراردادهای هوشمند و سایر فناوری‌های نوظهور با فاصله زمانی قابل توجهی بین پذیرش فناوری و تعدیل قانون - از نظر قانونی یا قضایی، تطبیق داده شوند^۶. از همین رو ما در برخورد با نقض تعهدات در این دسته از قراردادها به اصول و مقررات عمومی حاکم بر نقض تعهدات در قراردادهای سنتی رجوع می‌نماییم.

نظام‌های حقوقی قراردادهای سنتی در راستای حمایت از قانون خود ساخته طرفین یعنی قرارداد ضمانت اجراهایی را پیش‌بینی نموده‌اند از جمله مهم‌ترین این ضمانت اجراها می‌توان به حق حبس، الزام به اجرای تعهد، فسخ قرارداد، تقلیل ثمن و وجه التزام نام برد. ما در ادامه به بررسی و تحلیل هر یک از موارد مذکور و نقش آن‌ها در نقض تعهدات در قرارداد هوشمند می‌پردازیم.

۱- UNIDROIT Principles of International Commercial Contracts (UPICC)

۲- Principles of European Contract Law (PECL).

۳- بوربور، پیشین، ص ۹۰

۴- De Caria, R. **The legal meaning of smart contracts**. *European Review of Private Law*, 2018, p733

۵- O'Shields, op. cit, p179.

۶- De Caria, op. cit, p735

اگر چه به معنای حقیقی اعمال حق حبس به معنای تحقق نقض قرارداد نمی باشد. اما به واسطه کاربرد و نقشی که حق حبس در اجرا و جلوگیری از نقض قرارداد دارد به بررسی این مهم می پردازیم. حق حبس در بیشتر نظام های حقوقی پذیرفته شده و جنبه بین المللی دارد و یکی از شیوه های ضمانت انجام تعهدات قراردادی می باشد. در واقع قانونگذاران نظام های حقوقی مختلف جهان در مقابل تکالیف و تعهداتی که برای طرفین قراردادهای دوجانبه ایجاد کرده اند، حقوق و اختیاراتی نیز به آنها اعطا نموده اند که از مهمترین آنها، حق حبس می باشد.^۱ به عنوان مثال در نظام حقوقی انگلستان در بخش پنجم قانون فروش کالای این کشور به فروشنده که ثمن را دریافت نکرده است حقوق ویژه ای اعطا نموده است که یکی از آن ها همین حق حبس^۲ می باشد.^۳ در کنوانسیون بیع بین الملل نیز در مواد ۸۵ و ۸۶ کنوانسیون از اصطلاح داشتن حق حبس استفاده شده است.

در نظام حقوقی ایران در عقود معاوضی هر یک از متعاقدين می تواند تا زمانی که موضوع مورد معامله را از طرف دیگر معامله و عقد تحویل نگرفته، از انجام تعهدی که به طور متقابل عهده دار است، خودداری کند. چنان که ماده ۳۷۷ ق - م نیز بیانگر این مطلب است. اما پرسش اساسی در این بخش آن است که آیا امکان اعمال حق حبس در قراردادهای هوشمند نیز وجود دارد؟

به نظر می رسد ما در قراردادهای هوشمند شاهد مفهوم حق حبس به معنای سنتی خود نخواهیم بود، چرا که تعهدات توسط قرارداد هوشمند اجرا می شود لذا دیگر نیاز نیست طرفین نگران اجرای تعهد توسط طرف مقابل باشند. در واقع قراردادهای هوشمند به طرفین قرارداد این امکان را می دهد تا آنچه را که به آنها وعده داده شده است، به دست آورد، بدون نیاز به اعتماد به طرف مقابل یا یک سیستم قضایی برای اجرای تعهد.^۴ به همین دلیل اعتقاد ما بر آن است که اصولاً مبنایی برای اعمال حق حبس در قراردادهای هوشمند وجود ندارد چرا که تعهدات در قراردادهای هوشمند نه به وسیله طرفین بلکه به وسیله خود قرارداد هوشمند اجرا می شود.

۱- کاتوزیان، ناصر، (قواعد عمومی قراردادها) مسئولیت قراردادی اجرای عقد و عهد شکنی، چاپ دوم، تهران، شرکت سهامی انتشار، ۱۳۷۶، ص ۸۷

۲- سلطان قیس، زکیه، دودران، علیرضا لطفی، حق حبس و تعلیق در حقوق ایران با مطالعه تطبیقی در کنوانسیون بیع بین الملل کالا (۱۹۸۰) وین، مجله پژوهش و مطالعات علوم اسلامی، سال چهارم، ۱۴۰۰، شماره ۴۰، ص ۴۰

۳- Right of Lien

۴- میری، حمید، و همکاران، حق حبس شرایط و آثار آن در حقوق ایران و انگلستان، مجله حقوق اسلامی، سال ۱۹، شماره ۷۲، ۱۴۰۱، ص ۶۲

۵- Zou, Mimi, et al, In code we trust? Trustlessness and smart contracts, Trustlessness and Smart Contracts, Computers and Law, ۲۰۱۹, p.۲

۳-۲- امکان الزام به اجرای تعهد در قرارداد هوشمند

اگر متعهد به اختیار خود آنچه را که برعهده او می‌باشد را انجام ندهد فرایند اجرای قهری و جبری علیه او شروع می‌شود. مفهوم اجبار به انجام تعهد در واقع امر به این معنا می‌باشد که متعهد آنچه را که به آن ملزم شده است اجرا نماید. اساساً تخلف از اجرای تعهد در هیچ یک از نظام‌های حقوقی جهان مجاز نمی‌باشد، و متعهد در صورت تخلف یا اجبار به اجرای عین تعهد می‌شود یا به شیوه دیگری خسارت ناشی از تخلف را باید جبران نماید.^۱

الزام به انجام تعهد واکنشی قدیمی و مورد پذیرش در بسیاری از نظام‌های حقوقی است. و حتی گفته شده است حق اجبار به اجرای عین تعهد نخستین حقی است که متعهدله برای خود مفروض می‌داند.^۲ در نظام حقوقی ایران نیز الزام به اجرای تعهد در زمره مهمترین ضمانت اجراهای قانونی می‌باشد. این حق همچنین در اسناد بین‌المللی نیز مورد شناسایی قرار گرفته است به عنوان مثال در مواد ۶۶ و ۴۷ کنوانسیون بیع بین‌المللی یا ماده ۱۰۲ - ۹ اصول حقوق قراردادهای اروپا به الزام به اجرای تعهد قراردادی اشاره شده است. برای اجبار متعهد به اجرای تعهد اصولاً نیاز به یک نهاد ثالث مانند دادگاه با اجرائیه ثبت می‌باشد. در نظام حقوقی ایران برای اجبار متعهد اصولاً، مراجعه به دادگاه لازم نیست و متعهد می‌تواند از اداره ثبت اسناد اجرای مفاد سند رسمی را تقاضا نماید، اما اگر سند لازم الاجرا در میان نباشد، متعهدله برای اجبار متعهد به انجام تعهد باید به دادگاه مراجعه نماید.^۳

همانطور که قبلاً بیان نمودیم ما در قراردادهای هوشمند اصولاً با دارایی دیجیتال سرکار داریم. به عنوان مثال در یک قرارداد هوشمند بیع، فقط لازم است سند دیجیتالی مالکیت را از کیف پول دیجیتالی فروشنده به خریدار منتقل نماید و درمقابل نیز ثمن را از کیف پول خریدار به کیف پول فروشنده منتقل نماید. لذا طرفین نمی‌توانند مانع اجرا قرارداد شوند. اما همانطور که قبلاً اشاره نمودیم امکان دارد مصداق‌هایی پیش آید که امکان نقض تعهد ایجاد گردد.

مسئله اساسی ما در این بخش آن است که آیا امکان الزام به اجرای تعهد در قراردادهای هوشمند ممکن می‌باشد؟ در صورت ممکن آیا ما با یک نهاد ثالث برای این الزام نیازمندیم؟ به نظر در پاسخ باید گفت با توجه به ماهیت قرارداد هوشمند نه تنها

۱- اسدی، بهنام، احمدی، امیر، آثار نقض قرارداد: با نگاهی به سیستم حقوقی کامن لا و اسناد بین‌المللی، چاپ اول انتشارات قانون یار، تهران، ۱۳۹۴، ص ۱۷

۲- هادی، پیشین، ص ۱۹۹

۳- صفایی، سید حسن، دوره مقدماتی حقوق مدنی قواعد عمومی قراردادهای، جلد دوم، چاپ چهاردهم، انتشارات میزان، ۱۳۹۲، ص ۲۰۲

منعی در الزام در قراردادهای هوشمند وجود ندارد بلکه به نظر می‌رسد می‌توان از ساختار خود اجرایی قرارداد هوشمند به نحوی در الزام متعهد بهره جست، ما در ادامه با توجه به کارکرد خود اجرایی قرارداد هوشمند این ضمانت اجرا را از دو منظر مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۳- ۲- ۱- الزام مستقیم در قرارداد هوشمند

منظور از الزام مستقیم آن است که قرارداد هوشمند همانطور که توان اجرای مستقیم قرارداد را دارد، می‌تواند در صورت نقض قرارداد از سوی متعهد نیز اقداماتی را به عنوان وسیله‌ایی برای اجبار متعهد به صورت مستقیم بدون دخالت هیچ ثالثی اعمال نماید. به عنوان مثال تعلیق امضای دیجیتال، ناقض قرارداد در شبکه بلاک‌چین، در این صورت کلید خصوصی وی معلق و متعهد امکان انعقاد هیچ قراردادی در شبکه را نخواهد داشت.^۱ این امر می‌تواند تا اجرای تعهدات توسط متعهد ادامه داشته باشد. لازم به ذکر است این مهم در صورتی ممکن می‌باشد که این ضمانت اجرا از پیش در قرارداد کدنویسی شده باشد

۳- ۲- ۲- الزام غیر مستقیم در قرارداد هوشمند

در این شیوه به مانند قراردادهای سنتی به یک واسطه ثالث برای الزام متعهد به اجرای قرارداد نیاز می‌باشد. در این شیوه قرارداد هوشمند از طریق یک اوراکل^۲ به یک نهاد قضایی یا مثلاً اداره ثبت متصل می‌شود، در این صورت متعهدله و یا حتی خود قرارداد هوشمند در صورتی که کدنویسی شده باشد، می‌تواند برای اجبار متعهد به این ثالث رجوع نماید، تا از این طریق متعهد را اجبار به اجرای تعهد نماید. ولی در صورتی که از قبل امکان رجوع به ثالث از طریق اوراکل پیش بینی نشده است، متعهدله باید برای الزام و طرح دعوا خود مستقیماً و خارج از شبکه باید به ثالث مورد نظر رجوع نماید.

۳- ۳- امکان اعمال حق فسخ در قرارداد هوشمند

یکی دیگر از ضمانت اجراهای مطرح در حوزه نقض قراردادها فسخ قرارداد می‌باشد. این حق کم بیش در نظام حقوقی مختلف و اسناد بین المللی شناخته شده است. به عنوان مثال در کنوانسیون بیع بین المللی کالا حق فسخ به عنوان یک ضمانت اجرای عام در مقابل عدم انجام تعهد در مواد ۴۹ و ۶۴ کنوانسیون اشاره شده است. در نظام حقوقی ایران و در بخش قواعد عمومی قراردادها مستقیماً از فسخ به عنوان ضمانت اجرایی نقض قرارداد یاد نشده است. با این وجود برخی به استناد مواد ۲۳۹، ۳۷۹، ۳۹۵، ۴۸۷، و ۴۹۲ در قانون

۱- ناصر، پیشین، ص ۵۲

۲- اوراکل‌ها در بلاکچین همچون پلهایی هستند که سیستم‌های بلاک‌چین را به دنیای خارج متصل کرده و به قراردادهای هوشمند اجازه می‌دهند بر اساس داده‌های دنیای واقعی اجرا شوند.

مدنی معتقدند که این ضمانت اجرا وجود دارد.

اما پرسش اساسی در این بخش آن است که آیا قراردادهای هوشمند قابلیت فسخ را دارند؟ از حیث فنی به نظر می‌رسد در قراردادهای هوشمند هم می‌توان از فسخ استفاده کرد و قرارداد را در مواقع و شرایط لازم، فسخ کرد. به عبارتی، در این دسته از قراردادها امکان استفاده از خیار فسخ در مواقع نقض تعهدات قراردادی امکانپذیر است.^۱ اما اعمال فسخ در قراردادهای هوشمند به راحتی اعمال آن در قراردادهای سنتی نمی‌باشد. و برای اعمال آن باید استانداردهایی اعمال شود که در ذیل به آن اشاره خواهیم کرد.

۳-۳-۱ - کد نویسی حق فسخ در قرارداد

اولین شرط اعمال حق فسخ در قراردادهای هوشمند کدنویسی آن در قراردادهای هوشمند می‌باشد؛ در قراردادهای سنتی نیازی به پیش‌بینی حق فسخ در قرارداد نمی‌باشد. و حتی برعکس، باید نبود آن‌ها را در قرارداد شرط نمود. اما در قراردادهای هوشمند در صورت عدم پیش‌بینی حق فسخ نمی‌توان قرارداد را فسخ نمود هرچند که قانون این اجازه را به شخص داده باشد. در قراردادهای سنتی متعهدله می‌تواند قرارداد را فسخ نماید بدون آنکه تحقق آن مستلزم صدور رای دادگاه باشد. اما در قرارداد هوشمند اگر این حق پیش‌بینی نشده باشد با اینکه مطابق قانون متعهدله حق فسخ قرارداد را دارد ولی به دلیل عدم پیش‌بینی آن در قرارداد هوشمند نمی‌توان آن را اعمال کرد چرا که ساختاری برای این امر کدنویسی نشده است. اما علت اصلی عدم امکان فسخ قرارداد هوشمند در صورت عدم کدنویسی آن، به ویژگی تغییرناپذیری بلاک‌چین باز می‌گردد. مطابق این ویژگی هنگامی که تراکنشی به بلاک‌چین متصل می‌شود و بر روی آن اجماع صورت می‌گیرد دیگر امکان تغییر یا حذف آن وجود نخواهد داشت. لذا هر تراکنشی برای همیشه ذخیره می‌شود و نمی‌توان آن‌ها را تغییر داد، مگر اینکه فردی بتواند کنترل بیش از ۵۱٪ شبکه را به‌طور هم‌زمان در دست بگیرد.^۲ در نتیجه اساساً، از آنجایی که قراردادهای هوشمند به‌عنوان قطعه‌ای از کد در شبکه بلاک‌چین ثبت و اجرا می‌شوند، پس از تنظیم، طرفین نمی‌توانند به راحتی آن را تغییر دهند.^۳ لذا در صورتی که در قرارداد هوشمند فسخ قرارداد پیش‌بینی نشده باشد راهی جز رجوع به ساختارهای قضایی وجود ندارد. البته گروهی نیز در این

۱- خوانساری، رسول، قلیچ، وهاب، بررسی ابعاد فقهی و حقوقی بهکارگیری قراردادهای هوشمند در نظام مالی ایران، پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، تهران، ۱۳۹۹، ص ۱۷

۲- Lin, Luon-Chang, and Tzu-Chun Liao, **A survey of blockchain security issues and challenges**, Int. J. Netw. Secur. 19.5, 2017, p653

۳- Allam, Zaheer, **On smart contracts and organisational performance: A review of smart contracts through the blockchain technology**, Review of Economic and Business Studies (REBS) 22, 2018, p142

مورد پیشنهاد به ایجاد مفهوم "ابر کاربر" برای مقامات دولتی و قضایی نموده‌اند که حق دارند محتوای قرارداد هوشمند یا شبکه بلاک‌چین را تغییر دهند.^۲ مانند اضافه کردن حق فسخ، هر چند به این دیدگاه نقد شده است که ایجاد چنین حقی برای یک نهاد ثالث برای تغییر در بلاک‌چین خلاف مقتضات و ماهیت بلاک‌چین می‌باشد و مزیت اصلی بلاک‌چین یعنی تغییرناپذیری را از بین خواهد برد.

۳-۳-۲ - تدوین دقیق ساختار حق فسخ

شاید پیچیده ترین قسمت اعمال حق فسخ در قراردادهای هوشمند همین استاندارد باشد. صرف پیش‌بینی حق فسخ هیچ تاثیری ندارد، بلکه باید به‌طور کاملاً دقیق در قرارداد مشخص شود که چه کسی و تحت چه شرایطی حق اعمال حق فسخ را دارد. لذا در قرارداد هوشمند باید کاملاً دقیق و به صورت کد نویسی مشخص گردد که طرف یا طرفین با حصول چه نقض تعهدی از حق فسخ برخوردار می‌باشند. «مجاز بودن به غیر اینصورت قرارداد را با اعطای فرصت جهت نقض به طرف فرصت طلب و غیر ذی‌حق تضعیف می‌کند»^۳.

۳-۳-۳ - اعاده به وضعیت سابق

مشخص است که در صورت فسخ یک قرارداد باید همه چیز به حالت ابتدایی خود برگردد. در قراردادهای سنتی در صورت فسخ قرارداد طرفین باید به اختیار یا به اجبار دادگاه آنچه را گرفته‌اند بازگردانند. در قراردادهای هوشمند صرف فسخ قرارداد پایان قرارداد نمی‌باشد، بلکه ساختار خود اجرایی قرارداد هوشمند باید همان گونه که قرارداد را به صورت خود اجرا انجام داده است باید به صورت خود اجرا طرفین را به وضعیت سابق برگرداند.

۳-۳-۴ - امکان اعمال حق تقلیل ثمن در قرارداد هوشمند

یکی دیگر از ضمانت‌های قابل ملاحظه در قراردادها حق تقلیل ثمن می‌باشد. به طور ساده می‌توان گفت، در حق تقلیل ثمن متعهدله که به موضوع تعهد خود کاملاً دست نیافته است، مثلاً موضوع تعهد خود را معیوب یا با اوصاف و مقداری که مطابق با قرارداد

1- Superuser

منظور از ابر کاربر آن است که در شبکه بلاک‌چین یکی از گره‌ها توان این را دارد که در داده‌های ذخیره شده در بلاک‌چین تغییر ایجاد نماید.

۲- Savelyev, op. cit., p133

۳- اسماعیلی عطابادی، عقیل، فتحی زاده، امیر هوشنگ، تعیین استاندارد برای تغییر و انحلال قراردادهای هوشمند، اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت دانش، بلاک‌چین و اقتصاد، تهران، ۱۳۹۸

نیست دریافت کرده است می تواند مقداری از ثمن را به دلیل این عدم مطابقت کم نماید.^۱ در نظام حقوقی ایران هرچند این ضمانت اجرا به عنوان یک راه حل کلی هیچوقت مورد نظر نبوده است ولی می توان مصادیقی از حق تقلیل ثمن در تحت عنوان ارش مشاهده نمود مانند ماده ۴۲۲ قانون مدنی. در اسناد بین المللی همچون کنوانسیون بیع بین الملل در ماده ۵۰ به حق تقلیل ثمن اشاره شده است.

اما در مورد قراردادهای هوشمند و امکان اعمال حق تقلیل ثمن در کد قرارداد، باید گفت به نظر می رسد اعمال چنین ضمانت اجرایی در قرارداد هوشمند با دشواری ممکن است. چرا که در قراردادهای هوشمند چون تعهد توسط ساختار خود اجرایی اجرا می شود، امکان تحقق موارد اعمال این ضمانت اجرا به سختی قابل تصور است به عنوان مثال اگر مبیع کمتر از مقدار مشخص باشد یا معیوب باشد قرارداد هوشمند مفاد قرارداد را اجرا نمی نماید، و فقط در صورت محقق بودن تمام شرایط عقد را منعقد می نماید. لذا دیگر مجالی برای پیش آمدن ضمانت اجرایی به نام تقلیل ثمن وجود ندارد. حتی در صورت تحقق تخلف و ادعای آن از سوی متعهدله، قرارداد هوشمند توان ارزیابی صحت سقم آن و حتی فراتر از آن توان ارزیابی و محاسبه میزان تقلیل ثمن را ندارد. هرچند امید است با پیشرفت هوش مصنوعی روز به روز قدرت قراردادهوشمند در ارزیابی این قبیل موارد افزایش یابد؛ ولی به هر شکل این توان در حال حاضر فراتر از ظرفیت های کنونی قرارداد هوشمند و هوش مصنوعی آن می باشد.

۳-۵ - امکان درج وجه التزام در قراردادهای هوشمند

طرفین قرارداد می توانند هنگام انعقاد قرارداد یا پس از آن شرط نمایند که در صورت نقض قرارداد از سوی متعهد مبلغ معینی به عنوان خسارت به طرف متضرر پرداخت شود.^۲ اصل حاکمیت اراده اقتضا می نماید که توافق طرفین در تعیین مبلغ خسارت معتبر و الزام آور باشد.^۳ تعیین وجه التزام تقریباً در تمامی نظام های حقوقی معروف جهان به رسمیت شناخته شده است.^۴ در نظام حقوقی ایران نیز مفهوم وجه التزام در موادی همچون ماده ۲۳۰ قانون مدنی مورد شناسایی قرار گرفته است.

به نظر در قراردادهای هوشمند نیز در صورتی که مبلغی تحت عنوان وجه التزام در قرارداد گنجانده شده باشد، قرارداد هوشمند می تواند به طور خودکار اقدام به اخذ وجه مورد نظر از کیف پول دیجیتالی متعهد نماید، بدون آنکه نیاز به دخالت ثالث یا نهادهای قضایی باشد. در واقع قرارداد هوشمند همانطور که خود اقدام به اجرای تعهدات می نماید

۱- رنجبر، پیشین، ص 176

۲- شعاریان، بیگ پور، پیشین، ص 228

۳- صفایی، پیشین، ص 209

۴- اسدی، پیشین، ص 42

می‌تواند اقدام به اعمال این ضمانت اجرا نیز نماید. در پایان باید به این نکته اشاره نمود که اگر خسارت تاخیر یا عدم اجرای قرارداد در غالب وجه‌التزام در قرارداد هوشمند مشخص نشده باشد، چاره‌ای جز رجوع به نهادهای قضایی وجود ندارد. چراکه قرارداد هوشمند در حال حاضر توان ارزیابی و اعمال چنین خساراتی را ندارد.

نتیجه گیری

با ظهور قراردادهای هوشمند شبکه بلاک‌چین در دهه گذشته بسیاری از صاحب نظران این حوزه معتقد بودند با توجه به خوداجرایی قراردادهای هوشمند در اجرای مفاد قرارداد دیگر فرصتی برای نقض قرارداد وجود ندارد. اما گذشت زمان نشان داد هرچند اجرای این قراردادها می‌تواند به نحو چشمگیری به کاهش مسائلی مانند نقض قرارداد کمک نماید اما این به معنای عدم امکان نقض تعهدات در قراردادهای هوشمند نمی‌باشد. از همین رو ما در قراردادهای هوشمند نیز با مفهوم ضمانت اجرا در حوزه نقض قراردادها روبرو می‌باشیم. اما اعمال این ضمانت اجراهای قراردادی در قراردادهای هوشمند همیشه به راحتی اعمال آن‌ها در قراردادهای سنتی نمی‌باشد. با توجه به آنچه که مشخص است، اعمال پاره‌ایی از ضمانت اجراهای مرسوم در قراردادهای سنتی در قراردادهای هوشمند با توجه با ماهیت این قراردادها قابل تصور نمی‌باشد مانند حق حبس و تقلیل ثمن. اما در مورد ضمانت‌اجراهای مرسوم دیگر باید گفت برای اعمال این ضمانت‌ها توسط قرارداد هوشمند، در گام اول باید این ضمانت‌ها از پیش در قرارداد هوشمند کدنویسی شده باشد، چرا که با توجه به اصل تغییرناپذیری بلاک‌چین امکان تغییر در قرارداد هوشمند پس از بارگذاری قرارداد در بلاک‌چین وجود ندارد. لذا در صورت عدم پیش‌بینی آن در قرارداد راهی جز رجوع به محاکم و ساختارهای خارج از قرارداد و بلاک‌چین وجود ندارد. در گام دوم پس از پیش‌بینی ضمانت اجراها نوبت به اعمال آن‌ها می‌رسد. در قراردادهای هوشمند می‌تواند چه به صورت مستقیم و چه به صورت غیر مستقیم بسیاری از ضمانت اجراهای قراردادی همچون الزام، حق فسخ و وجه التزام را اعمال نمود. در شیوه مستقیم قرارداد هوشمند همانطور که به صورت خوداجرا می‌تواند اقدام به اجرای تعهدات قراردادی نماید، می‌تواند بسیاری از ضمانت اجراهای قراردادی همچون اجبار متعهد را به طرق پیش‌بینی شده در قرارداد اعمال نماید یا آنکه اختیار اعمال مستقیم آن را در دست متعهدله بگذارد، مانند حق فسخ. اما در شیوه غیر مستقیم قرارداد هوشمند و متعهدله امکان اعمال مستقیم ضمانت اجراها را نداشته بلکه برای اعمال ضمانت اجراهای قراردادی به وسیله واسطه‌های اوراکل، پیش‌بینی شده در قرارداد به ساختارهای قانونی و قضایی مراجعه می‌نماید و سپس دستور و آراء آن‌ها را اجرا می‌نماید. به هر شکل باید به این مهم توجه شود که قراردادهای هوشمند در ابتدای راه خود می‌باشند و هنوز به بلوغ کامل خود نرسیده‌اند.

۱. السان، مصطفی، حقوق تجارت الکترونیک، چاپ سوم، تهران، انتشارات سمت، ۱۳۹۵.
۲. اسدی، بهنام، احمدی، امیر، آثار نقض قرارداد: با نگاهی به سیستم حقوقی کامن لا و اسناد بین المللی، چاپ اول انتشارات قانون یار، تهران، ۱۳۹۴.
۳. آقاپور، هادی، « نحوه اجبار به انجام تعهدات قراردادی » پژوهش های حقوق تطبیقی عدل و انصاف، سال اول، شماره ۱، ۱۳۹۷، صص ۷-۲۱.
۴. اسماعیلی عطاآبادی، عقیل، فتحی زاده، امیر هوشنگ، «تعیین استاندارد برای تغییر و انحلال قراردادهای هوشمند»، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت دانش، بلاکچین و اقتصاد، تهران، ۱۳۹۸.
۵. اسماعیلی عطاآبادی، عقیل، «آثار فناوریهای بلاکچین و قراردادهای هوشمند بر حل و فصل اختلافات داوری و دادرسی دادگاه در مرحله ای بحرانی»، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت دانش، بلاکچین و اقتصاد، تهران، ۱۳۹۸.
۶. او شیلدز، رجب، ناصر، مهدی صادقی، محسن، قراردادهای هوشمند: توافقات حقوقی در پرتو بلاکچین، پژوهشهای حقوقی، دوره ۱۸، ۱۳۹۸، شماره ۳۷، صص ۲۶۱ - ۲۸۸.
۷. بوروبور، محمد رضا، «آثار نقض تعهدات قراردادی و مطالبات ناشی از آن در حقوق ایران و انگلستان»، نشریه پژوهش و مطالعات اسلامی، سال سوم، شماره ۲۷، ۱۴۰۰، صص ۸۶-۱۰۵.
۸. خوانساری، رسول، قلیچ، وهاب، « بررسی ابعاد فقهی و حقوقی بهکارگیری قراردادهای هوشمند در نظام مالی ایران»، پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، تهران، ۱۳۹۹.
۹. رنجبر، مسعودرضا، تعیین خسارت ناشی از نقض قرارداد، چاپ سوم، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۵.
۱۰. سلطان قیس، زکیه، دودران، علیرضا لطفی، «حق حبس و تعلیق در حقوق ایران با مطالعه تطبیقی در کنوانسیون بیع بین الملل کالا (۱۹۸۰) وین»، مجله پژوهش و مطالعات علوم اسلامی، سال چهارم، شماره ۴۰، ۱۴۰۱.
۱۱. شعاریان، ابراهیم، شیرین بیگپور، رویا، «تاثیر انواع نقض قرارداد بر ضمانت اجرای آن با تاکید بر اسناد بین المللی»، فصلنامه پژوهش حقوق خصوصی، سال هفتم، شماره ۲۶، ۱۳۹۸.
۱۲. صفایی، سیدحسین، دوره مقدماتی حقوق مدنی قواعد عمومی قراردادها، جلد دوم، چاپ چهاردهم، انتشارات میزان، ۱۳۸۲.
۱۳. صادقی، محسن، ناصر، مهدی، «ملاحظات برای سیاستگذاری حقوقی قراردادهای هوشمند»، سیاستگذاری عمومی، تهران، دوره ۴، شماره ۲، صص ۱۴۳-۱۶۷،

۱۳۹۷.

۱۴. طالب احمدی، حبیب، کاظمی نجف آبادی، عباس، «ضمانت اجرای احتمال نقض قرارداد در حقوق ایران و نظام حقوق عرفی»، مجله مطالعات حقوقی دانشگاه شیراز، دوره هفتم، شماره چهارم، ۱۳۹۷.
۱۵. کاتوزیان، ناصر، قواعد عمومی قراردادها (مسئولیت قراردادی اجرای عقد و عهد شکنی)، چاپ دوم، تهران، شرکت سهامی انتشار، ۱۳۹۴.
۱۶. کاتوزیان، ناصر، دوره مقدماتی حقوق مدنی اعمال حقوقی قرارداد-ایقاع، چاپ هشتم، شرکت سهامی انتشار، ۱۳۹۲.
۱۷. مختاری، رحیم، زارع، هادی، «بررسی ساختار خود اجرایی قراردادهای هوشمند در اجرای تعهدات قراردادی»، هفتمین کنفرانس ملی دستاوردهای نوین در حقوق و روانشناسی، دوره ۷، تهران، ۱۴۰۲.
۱۸. میری، حمید، کاویار، حسین، تقی پور درزی نقیبی، محمد حسین، «حق حبس شرایط و آثار آن در حقوق ایران و انگلستان»، مجله حقوق اسلامی، سال ۱۹، شماره ۷۲، صص ۵۹-۸۳، ۱۴۰۱.
۱۹. ناصر، مهدی، رضوی، محمدحسن، «تحلیل حقوقی کارکرد قراردادهای هوشمند در نقل و انتقالات دیجیتالی در بازارهای مالی»، پژوهشنامه بازرگانی، دوره ۲۴، شماره ۹۳، صص ۳۱-۷۰، ۱۳۹۸.
۲۰. ناصر، مهدی، صادقی، حسین، «اعتبار سنجی و چالش های حقوقی به کارگیری قراردادهای هوشمند با مطالعه تطبیقی نظام حقوقی ایران و آمریکا». پژوهش حقوق خصوصی. دوره ۷، شماره ۲۷، صص ۲۵۵-۲۸۸، ۱۳۹۸.
۲۱. ناصر، مهدی، قراردادهای هوشمند (مطالعه تطبیقی حقوق ایران و امریکا)، چاپ اول، تهران، انتشارات مجد، ۱۳۹۷.
۲۲. هادی، سولماز، « جایگاه نقض تعهدات قراردادی در حقوق ایران و انگلیس»، فصلنامه بین المللی قانون یار، دوره سوم، شماره ۹، ۱۳۹۸.
23. Ahmed, A. S., & Aura, T. Turning trust around: smart contract-assisted public key infrastructure. In 2018 17th IEEE International Conference On Trust, Security And Privacy In Computing And Communications/12th IEEE International Conference On Big Data Science And Engineering, 2018, pp104-111.
24. Allam, Z, On smart contracts and organisational performance: A review of smart contracts through the blockchain technology. Review of Economic and Business Studies, 11(2),2018, pp137-156
25. A. Sahani, P. Singh and A. Kumar ,Introduction to Blockchain. Journal of Informatics Electrical and Elecrtonics Engineering,2020, 1(1), 4, 1-9

26. Colombo, C., Ellul, J., & Pace, G. J. Contracts over smart contracts: Recovering from violations dynamically. In Leveraging Applications of Formal Methods, Verification and Validation. Industrial Practice: 8th International Symposium, ISO/CA, Proceedings, Part IV 8, 2018, pp 300-315.
27. De Caria, R. The legal meaning of smart contracts. *European Review of Private Law*, 2018, 26(6).
28. Gilcrest, J., & Carvalho, A. Smart contracts: Legal considerations. In 2018 IEEE International Conference on Big Data, 2018, pp 3277-3281.
29. Khan, S. N., Loukil, F., Ghedira-Guegan, C., Benkhelifa, E., & Bani-Hani, A. Blockchain smart contracts: Applications, challenges, and future trends. *Peer-to-peer Networking and Applications*, 14(5), 2021, pp 2901-2925.
30. Lin, I. C., & Liao, T. C. A survey of blockchain security issues and challenges. *Int. J. Netw. Secur.*, 19(5), 2017, pp 653-659.
31. O'Shields, R. Smart contracts: Legal agreements for the blockchain. *NC Banking Inst.*, 21, 2017, 177.
32. Popovski, L., Soussou, G., & Webb, P. B. A brief history of blockchain. *Leg. News*, 2018, pp 431-437.
33. Raskin, M. The law and legality of smart contracts. *Geo. L. Tech. Rev.*, 1, 2016, 305.
34. Rajput, S., Singh, A., Khurana, S., Bansal, T., & Shreshtha, S. (2019, February). Blockchain technology and cryptocurrencies. In 2019 Amity international conference on artificial intelligence (AICAI) (pp. 909-912). IEEE.
35. Sheikh, H., Azmathullah, R. M., & Rizwan, F. Smart contract development, adoption and challenges: the powered blockchain. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 4(2), 2019, pp321-324.
36. Savelyev, A. Contract law 2.0: 'Smart' contracts as the beginning of the end of classic contract law. *Information & communications technology law*, 26(2), 2017, pp116-134.
37. Szabo, N. Smart contracts: building blocks for digital markets. *EXTROPY: The Journal of Transhumanist Thought*, (16), 18(2), 28, 1996.
38. Tai, E. T. T. Force majeure and excuses in smart contracts. *European Review of Private Law*, 2018, 26(6).
39. Tsankov, P., Dan, A., Drachsler-Cohen, D., Gervais, A., Buenzli, F., & Vechev, M. Securify: Practical security analysis of smart contracts. In Proceedings of the 2018 ACM SIGSAC

conference on computer and communications security, 2018, pp67-82.

40. Whitaker, A. Art and blockchain: A primer, history, and taxonomy of blockchain use cases in the arts. *Artivate*, 8(2),2019, pp 21-46.
41. Zou, M., Cheng, G., & Soria Heredia, M, In code we trust? Trustlessness and smart contracts. *Trustlessness and Smart Contracts 2019*, Computers and Law.
42. Lin, Iuon-Chang, and Tzu-Chun Liao. "A survey of blockchain security issues and challenges." *Int. J. Netw. Secur.* ۱۹/۵, 2017, pp653-659.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی