Submit Date: 21 January 2026
Revise Date: 05 June 2026
Accept Date: 13 June 2026
Initial Publish: 27 July 2026
Final Publish: 22 December 2027

The Encyclopedia of Comparative Jurisprudence and Law

Transformations of the Contractual System in Light of Self-Executing Contracts

Amir Teymour Tajmiri[1], Jafar Nouri Youshanloui[2*]

1. PhD Student, Department of Private Law, Kish International Campus, University of Tehran, Kish, Iran,
2. Associate Professor, Department of Private Law, Faculty of Law and Political Science, University of Tehran, Tehran, Iran

* Corresponding Author's Email: jafarnory@ut.ac.ir

ABSTRACT

The phenomenon commonly referred to as the smart contract is among the technological developments that have attracted considerable attention in academic and media circles in recent years. The present study, conducted through a descriptive-analytical method with a comparative approach and utilizing library-based and internet-based resources, focuses on identifying and explaining the transformative effects of self-executing contracts. The principal question addressed by this research is the extent to which this innovation is capable of transforming the formal and substantive structure of contracts. The findings indicate that the lack of precision in the application of technical terminology such as artificial intelligence, blockchain, and even the concept of contract itself constitutes one of the major obstacles to an accurate understanding of this phenomenon. Transformations in the linguistic and syntactic structures of contracts, the dominance of conditional logic, the reduction of the adverse effects of human emotions and subjective judgments, and the decreased reliance on public authority in the process of contract enforcement are among the most significant formal and substantive changes brought about by the smart contract paradigm. Nevertheless, despite its substantial capacities and advantages, this paradigm has not achieved widespread public acceptance due to its excessive complexity.

Keywords: *Smart Contract, Self-Execution, Decentralization, Private Enforcement, Contract Publication, Blockchain, Chain Contracts.*

How to cite: Teymour Tajmiri, A. & Nouri Youshanloui, J. (2027). Transformations of the Contractual System in Light of Self-Executing Contracts. *The Encyclopedia of Comparative Jurisprudence and Law*, *5*(5), 1-19.

تاریخ ارسال: ۱ بهمن ۱۴۰۴
تاریخ بازنگری: ۱۵ خرداد ۱۴۰۵
تاریخ پذیرش: ۲۳ خرداد ۱۴۰۵
تاریخ چاپ اولیه: ۵ مرداد ۱۴۰۵
تاریخ چاپ نهایی: ۱ دی ۱۴۰۶

دانشنامه فقه و حقوق تطبیقی

تحولات نظام قراردادی در پرتو قراردادهای خوداجرا

امیرتیمور تاجمیری[۱]، جعفر نوری یوشانلویی[۲*]

۱. دانشجوی دکتری، گروه حقوق خصوصی، پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران
۲. دانشیار، گروه حقوق خصوصی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه تهران، تهران
* پست الکترونیک نویسنده مسئول: jafarnory@ut.ac.ir

چکیده

پدیده موسوم به قرارداد هوشمند از جمله موضوعات فناورانه‌ای محسوب می‌شود که طی سالیان اخیر در محافل علمی و رسانه‌ای توجه زیادی را به سوی خود جلب نموده است. مطالعه حاضر که با بهره‌گیری از روش توصیفی تحلیلی و با رویکرد مقایسه‌ای به مدد ابزارهای کتابخانه‌ای و اینترنت انجام گردیده است، بر بیان آثار تحولی قراردادهای خود اجرا تمرکز نموده است. پرسش اصلی که پژوهش حاضر درصدد یافتن پاسخی مناسب برای آن می‌باشد، این است که نوآوری مذکور تا چه میزان قادر است ساختار شکلی و ماهوی قراردادها را متحول نماید. یافته‌ها حکایت از این دارد که عدم دقت در زمینه کاربرد دقیق کلمات و واژگان تخصصی مانند هوش مصنوعی، بلاک‌چین و حتی قرارداد از جمله عوامل بازدارنده در شناخت دقیق پدیده مذکور است؛ دگرگونی در ساختارهای زبانی و دستوری قراردادها، حاکم نمودن منطق شرطی، کاهش تاثیرات افکار واحساسات مخرب انسانی و کاهش وابستگی به قدرت عمومی در فرایند اجرای قراردادها از اهم تحولات شکلی و ماهوی است که در پرتو الگوواره قراردادهای هوشمند حاصل شده است و الگوواره مذکور به‌رغم برخورداری از ظرفیت‌ها و توانمندی‌های پیش‌گفته، به علت پیچیدگی بیش از حد، با اقبال عمومی مواجه نشده است.

کلیدواژگان: *قرارداد هوشمند، خود اجرایی ، تمرکز زدایی ، اجرای خصوصی ، انتشار قرار داد ، بلاک چین ، قراردادهای زنجیره‌ای*

نحوه استناددهی: تاجمیری، امیرتیمور.، و نوری یوشانلویی، جعفر. (۱۴۰۶). تحولات نظام قراردادی در پرتو قراردادهای خوداجرا. *دانشنامه فقه و حقوق تطبیقی*، ۵(۵)، ۱۹-۱.

مقدمه

شبکه جهانی اینترنت در ابتدای ظهور، صرفاً ابزاری برای انتقال و جابه‌جایی اطلاعات بود؛ به‌نحوی‌که کاربران صرفاً قادر بودند اطلاعات موجود بر روی رایانه خود را با یکدیگر مبادله کرده و به اشتراک گذارند. با اضافه‌شدن لایه‌های نوظهوری مانند بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند (اسمارت‌کنتراکت) یا خوداجرا، این شبکه از امکانات و کارکردهای تازه‌ای برخوردار شده که در پرتو آن‌ها امکان جابه‌جایی وجوه و انتقال دارایی نیز اضافه گردیده است. قراردادهای هوشمند با اجرای خودکار توافق‌ها قادرند آینده معاملات دیجیتال را متحول کنند.

به‌رغم گذشت بیش از یک دهه از اجرایی‌شدن ایده قرارداد هوشمند، برخی از ابعاد وجودی الگوواره مذکور هم‌چنان ناشناخته مانده است. اتصاف واژه قرارداد به وصف هوشمند، مباحث مرتبط با آن را به‌سمت مباحث فنی و تکنولوژیک سوق داده و در نتیجه برخی از ابعاد و جنبه‌های مهم‌تر، به‌ویژه بُعد تمرکزستیزانه آن را به حاشیه رانده است. در واقع ابعاد تحول‌زای قراردادهای هوشمند تاکنون به‌صورت مستقل مورد بحث قرار نگرفته است، لیکن در خلال تحقیقات و مطالعاتی که در حوزه قراردادهای مذکور صورت گرفته است، به اشاراتی پراکنده در این زمینه می‌توان دست یافت. نیک سابو، به‌عنوان خالق ایده مزبور، طی مقالات متعدد که در صفحه مجازی خود موسوم به «مقالات و آموزش‌های مختصر سابو» در فاصله سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۵ منتشر نموده است، ژنگ و همکاران (Li et al., 2020)، ابراهیم محمد نور شهات (Mohammed Nour Shehata, 2018)، مکس راسکین (Raskin, 2017) و یانگ شی و دیگران (Li et al., 2020) از جمله نویسندگان خارجی هستند که ابعاد مختلفی از فناوری مذکور را مورد واکاوی قرار داده‌اند. مهدی ناصر (Naser, 2022)، ذاکری‌نیا و غلام‌پور (Zakerinia & Gholampour, 2022)، فتحی‌زاده و خارکش (Kharkesh & Fathizadeh, 2022)، نصیری اقدم (Naser, 2022) و وکیلی‌مقدم (Vakili-Moghaddam, 2018) از جمله پژوهش‌گران ایرانی هستند که برخی دیگر از جنبه‌های نوآوری مزبور را محور تحقیقات خود قرار داده‌اند.

وجوه تمایز این مطالعه با مطالعات پیشین را می‌توان در دو نکته خلاصه نمود؛ نخست، در این مطالعه به جنبه‌های شکلی و ظاهری قرارداد خوداجرا، به‌ویژه مختصات زبان‌شناسانه آن، توجه بیشتری صورت گرفته است؛ و دوم، پژوهش حاضر در رویکردی غیرهم‌سو با پژوهش‌های پیشین، با برجسته‌نمودن نقاط ضعف و کاستی‌های فناوری مذکور، آن را مورد ارزیابی قرار داده است.

پرسش اصلی پژوهش حاضر، تحولات ناشی از الگوواره مورد بحث در ابعاد مختلف نظام قراردادی است و این‌که اهداف و انتظارات اولیه از این الگوواره تا چه حد محقق شده است. مطالعه حاضر از این جهت حائز اهمیت است که برخی شکاف‌های موجود در زمینه تحقیقات مرتبط با قراردادهای هوشمند را برطرف کرده است. مطالعه تغییرات شکلی و صوری قراردادها ناشی از الگوواره مذکور، از جمله موضوعاتی است که در این پژوهش از جایگاه نسبتاً مهم‌تری برخوردار گردیده است.

پژوهش حاضر به لحاظ ساختاری مشتمل بر دو بخش است. در بخش نخست، با هدف روشن‌ساختن چیستی الگوواره قرارداد هوشمند و با اتخاذ رویکردی تحلیلی ـ انتقادی، ضمن بررسی ماهیت واقعی قراردادهای مذکور، ابتدا سعی خود را مصروف زدودن برخی سوءتفاهمات موجود پیرامون آن نموده است؛ و در بخش دوم، آثار و تحولات حاصل از الگوواره مذکور را از زوایای مختلف نظام قراردادی مورد بحث و واکاوی قرار داده است.

ماهیت قراردادهای هوشمند

اصطلاح قرارداد هوشمند نخستین بار در سال ۱۹۹۴ توسط نیک سابو، متخصص در علوم رایانه و رمزنگاری، در مقاله‌ای با عنوان «قراردادهای هوشمند سنگ‌بنای بازارهای آزاد دیجیتال» به‌کار برده

شد. سابو در این مقاله، ایده جدیدی را مطرح نمود که مطابق با آن قراردادهای حقوقی به کدهای کامپیوتری تبدیل می‌شوند تا بتوانند به‌صورت خودکار و بدون نیاز به واسطه، به‌مورد اجرا گذاشته شوند.

تبیین آثار تحولی قراردادهای هوشمند در قدم نخست مستلزم شناخت ماهیت واقعی این قراردادها است، لیکن در این زمینه، با مشکلات عدیده‌ای مواجه می‌باشیم؛ به‌گونه‌ای که به‌رغم گذشت بیش از یک دهه از زمان اجرایی‌شدن این ایده و به‌کارگیری آن در برخی پلتفرم‌های معاملات دیجیتال، هنوز ماهیت واقعی آن، چنان‌که باید، تبیین نشده است. شکل‌گیری تصورات اشتباه و برداشت‌های ناصواب پیرامون این اصطلاح که با واقعیت وجودی قراردادهای مذکور مطابقت چندانی ندارد، از اهم مشکلات موجود در این حوزه است.

بررسی و تحلیل ادبیات موجود در حوزه قراردادهای هوشمند از وجود نوعی آشفتگی در زمینه تبیین ماهیت و کارکردهای این نوع قرارداد حکایت دارد. شناخت دقیق قراردادهای هوشمند در وهله نخست، در گرو شناخت عواملی است که تشخیص ماهیت واقعی آن‌ها را با مشکل مواجه ساخته است. در ادامه، ضمن احصای عوامل مذکور، هر یک را به‌طور جداگانه مورد بحث قرار می‌دهیم.

اختلاط با هوش مصنوعی

اختلاط مباحث مربوط به الگوواره مورد بحث، با مباحث مرتبط با هوش مصنوعی از جمله مهم‌ترین عوامل بازدارنده از فهم دقیق و اصولی قراردادهای مورد بحث به‌شمار می‌رود. حضور واژه هوش در ترکیب اصطلاح قرارداد هوشمند، موجب گردیده است که برخی نویسندگان مباحث مربوط به آن را به‌سمت مباحث مرتبط با هوش مصنوعی و زیرشاخه‌های آن سوق داده (Naser, 2022) و برخی دیگر نیز با توهم وجود نوعی ربات که بر فرایند انعقاد و اجرای قرارداد نظارت می‌نماید، مباحث مربوط به آن را به علم رباتیک پیوند زده‌اند (Kharkesh & Fathizadeh, 2022; Zakerinia & Gholampour, 2022)؛ حال آن‌که الگوواره مورد بحث برخلاف تصور رایج، اساساً ارتباط مستقیمی با مباحث مربوط به رباتیک، هوش مصنوعی و زیرشاخه‌های آن‌ها ندارد.

اولین دلیل بر صحت مدعای فوق، این است که نیک سابو به‌عنوان خالق و بنیان‌گذار ایده فوق، قراردادهای هوشمند را مجموعه‌ای از قول‌ها و پروتکل‌هایی که در چارچوب آن طرفین به سایر وعده‌ها عمل می‌کنند، تعریف نموده و سپس اذعان نموده است که هیچ‌گونه استفاده‌ای از هوش مصنوعی در آن‌ها به عمل نیامده و قراردادهای مذکور صرفاً کمی هوشمندتر از اجداد کاغذی خود می‌باشند (Szabo, 1995).

دلیل دیگر بر عدم هوشمندی قراردادهای مورد بحث این است که آن‌ها برخلاف سامانه‌های هوش مصنوعی، مستقیماً به منابع داده خارجی دسترسی ندارند. دسترسی قراردادهای خوداجرا به اطلاعات موجود در فضای واقعی، تنها از طریق سامانه‌های حد واسطی موسوم به اوراکل تأمین می‌شود. به‌عنوان مثال، قراردادهای بیمه خوداجرایی که پرداخت خودکار خسارت به کشاورزان و باغداران و یا خسارت ناشی از تأخیر در پرواز هواپیماها و تخلیه محموله کشتی‌ها را پوشش می‌دهند، رأساً نمی‌توانند شرایط و وضعیت‌های موجود در مزارع، باغات و یا فرودگاه‌ها و بندرگاه‌های مبدأ و مقصد را از حیث شرایط آب‌وهوایی و ... کنترل نمایند. قراردادهای مذکور ناگزیر باید اطلاعات مورد نیاز خود را از طریق سامانه‌های میانی نظیر سازمان‌های هواشناسی، فرودگاه‌ها و سازمان‌های بنادر و کشتیرانی استعلام نمایند (Afzalimehr et al., 2022). چنان‌چه سازمان‌های مذکور اطلاعات نادرستی را به قرارداد خوداجرا ارائه دهند، قرارداد نیز عملکرد ناصحیحی را از خود بروز خواهد داد (Naser, 2022). اقتضای هوشمندی یک سامانه، دسترسی مستقیم آن به منابع عظیم داده و اطلاعات است (Moghaddam & Hosseini, 2025)؛ حال آن‌که قراردادهای مورد بحث از چنین موهبتی برخوردار نمی‌باشند.

اختلاط با مفاهیم مشابه

عدم مرزبندی شفاف بین قراردادهای خوداجرا با سایر مفاهیم مشابه و فناوری‌های پایه و هم‌جوار آن؛ و هم‌چنین عدم تبیین نسبت فناوری‌های مزبور با یکدیگر از جهت تقدم و تأخر و یا دامنه شمول و هم‌پوشانی، عامل دیگری است که به ابهامات موجود پیرامون این مفهوم دامن زده و مانعی مهم بر سر راه فهم دقیق و کامل آن‌ها محسوب می‌شود. به‌عنوان مثال، استفاده گسترده از قراردادهای هوشمند در زمینه رمزارزها و فناوری‌های تابعه آن‌ها، گاه موجب خلط این دو مفهوم با یکدیگر می‌شود؛ حال آن‌که از رمزارزها صرفاً به‌عنوان ابزار پرداخت در قراردادهای مزبور استفاده می‌شود. عدم کارایی ارزهای رسمی و متداول در این‌گونه قراردادها موجب گردیده است کاربران پلتفرم‌های خوداجرا برای پرداخت کارمزد و یا تسویه دیون ناشی از قراردادهای مذکور از ارزهای مجازی نظیر اتریوم و یا بیت‌کوین استفاده کنند.

بین فناوری بلاک‌چین و قراردادهای خوداجرا، مرز ظریفی وجود دارد. خلط مباحث مربوط به قرارداد خوداجرا با بلاک‌چین نیز عامل دیگری است که تشخیص ماهیت واقعی قراردادهای موصوف را دشوار می‌نماید. به‌عنوان نمونه، گاه برخی از کارکردهای بلاک‌چین به قراردادهای خوداجرا نسبت داده می‌شود. بلاک‌چین که اختراع آن از لحاظ زمانی پیش از ابداع قرارداد هوشمند صورت گرفته است، نوعی سیستم ثبت خصوصی نامتمرکز (غیردولتی) است که اطلاعات مربوط به قرارداد را در حافظه رایانه‌های کلیه اعضای یک شبکه، به‌گونه رمزنگاری‌شده، دائمی (ابدی) و تغییرناپذیر تکثیر می‌نماید. روش ثبت داده‌ها در سامانه‌های بلاک‌چینی به گونه‌ای است که دخل و تصرف در داده‌های مزبور برای مهاجمان به لحاظ صرف وقت و هزینه زیاد، مقرون‌به‌صرفه نخواهد بود (Akhavan, 2019). بلاک‌چین به‌منزله حافظه یا مخزنی است که اطلاعات مربوط به قراردادهای خوداجرا در آن‌جا ذخیره می‌شود؛ در عین حال، باید توجه داشت که کارکردهای بلاک‌چین به قراردادهای خوداجرا و رمزارزها محدود نمی‌شود.

استعمال واژه قرارداد در معانی مجازی

در علوم رایانه و فناوری اطلاعات و فنون مربوط به شبکه و نرم‌افزار، به‌حسب رسم و عادت، هرگونه قرار یا چارچوب از پیش‌تعیین‌شده برای ثبت و یا تبادل نظام‌مند انواع داده و اطلاعات بدون توجه به محتوای آن، قرارداد نامیده می‌شود. با مرور منابع موجود در زمینه الگوواره قراردادهای هوشمند، به‌ویژه در بحث از کاربردهای آن، گاه با مصادیقی مواجه می‌شویم که ارتباطی با قرارداد به مفهومی که در عالم حقوق از آن بحث می‌شود ندارد. مواردی از قبیل آرشیو نمودن و جست‌وجوی خودکار سوابق پزشکی (Shajari et al., 2019)، صدور و جست‌وجوی خودکار انواع گواهی اعم از تحصیلی، ازدواج و طلاق و انحصار وراثت (Yousefi et al., 2022)، ردیابی و تشخیص اصالت کالا در طول زنجیره تأمین کالا و صنعت لجستیک (Li et al., 2020)، مدیریت صنایع و کارخانجات (Li et al., 2020)، مهندسی عمران و مدیریت پروژه (Ozkan, 2021)؛ اداره امور گمرکات (Yousefi et al., 2022)، ثبت مالکیت فکری و ثبت املاک (Abdollahzadeh, 2020; Keshavarzian, 2020) و هم‌چنین گزینش مخفی و خودکار اعضای هیأت‌های داوری داخلی و بین‌المللی (Honarmand Javan, 2020; Mohammed Nour Shehata, 2018) از جمله کارکردهایی هستند که به قراردادهای خوداجرا نسبت داده می‌شود. در برخی از منابع تحقیق، کارکردهای دیگری نیز به الگوواره قرارداد خوداجرا نسبت داده شده است؛ از جمله در رابطه با برگزاری انتخابات و شمارش خودکار آراء (Negahdari, 2023) و دیگر حوزه‌های حکمرانی و مدیریت امور سیاسی و اداری و حتی تنظیم عملکرد سلاح‌های خودکار (Raskin, 2017) نیز بحث و گفت‌وگو به‌عمل آمده است. برخی نویسندگان

پا را از این حد فراتر گذاشته و از دولت‌شهرهای مبتنی بر قرارداد هوشمند نام برده‌اند (Hansen & Reyes, 2017). بدیهی است اغلب مصادیق فوق، حتی با مفهوم عرفی از قرارداد نیز هم‌خوانی ندارد. مشکل فوق از اختلاط مباحث قراردادهای خوداجرا با مباحث مربوط به بلاک‌چین ناشی می‌شود. برخی از موارد ذکرشده مانند کنترل و پایش امور شهری به کمک حس‌گرهای مختلف، دوربین‌های مداربسته و سایر تجهیزات الکترونیک نیز با حوزه هوش مصنوعی ارتباط پیدا می‌کنند. به‌طور کلی، در حوزه فناوری‌هایی مانند بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند و ارزهای دیجیتال (رمزارزها) اغلب شاهد نوعی جابه‌جایی در مفاهیم هستیم. گذشته از این‌که واژگان مذکور گاه به اشتباه به‌جای یکدیگر به کار گرفته می‌شوند. کاربرد نابه‌جای واژه «قرارداد» نیز سبب گردیده که بر ابهامات موجود پیرامون فناوری‌های موصوف افزوده شود.

تشکیل هرگونه ماهیت حقوقی، من‌جمله یک قرارداد صحیح و معتبر از نظر قانون، مستلزم گردهمایی مجموعه‌ای از عناصر و اجزا و نیز سلسله‌ای از شرایط عمومی و اختصاصی است که پاره‌ای از آن‌ها در ماده ۱۹۰ قانون مدنی ایران نیز تبلور یافته است (Mohammadgholiha & Shahnoushi Foroushani, 2024). وجود لااقل دو شخص حقیقی یا حقوقی به‌عنوان طرفین قرارداد، قصد و نیت طرفین برای حضور در یک توافق الزام‌آور، صلاحیت ذهنی و اختیار طرفین قرارداد (اهلیت و رضا)، حصول توافق بر سر موضوع معلوم و معین در قالب ایجاب و قبول (پیشنهاد و پذیرش) و عدم مخالفت قرارداد با نظم عمومی به‌مفهوم سیاست یا خط‌مشی عمومی جامعه و انتظارات اجتماعی از جمله شرایطی است که لزوماً باید احراز شود (Duxbury, 1994)؛ بنابراین، در جهت پیشگیری از مشکلات شناختی در زمینه قراردادهای هوشمند، بهتر است بین قراردادهای هوشمند به مفهوم عام و رایج در علوم رایانه و قرارداد هوشمند به‌مفهوم خاص از دیدگاه علم حقوق قائل به تفصیل شد و یا به‌طور کلی از اطلاق واژه قرارداد به آن دسته از چارچوب‌های فاقد محتوای حقوقی پرهیز نمود. بر همین اساس، جهت پیشگیری از اختلاط مباحث قراردادهای خوداجرا با موضوعات مشابه، در ادامه از کاربرد اصطلاح قرارداد هوشمند نیز اجتناب گردیده و در عوض از اصطلاح قرارداد خوداجرا استفاده خواهد شد.

لزوم آشنایی با اصول و مبانی کامپیوتر

قراردادهای خوداجرا از طبیعتی دوگانه و میان‌رشته‌ای برخوردار می‌باشند. درک صحیح و عمیق آن‌ها در قدم اول، مستلزم آشنایی با اصول و مبانی کامپیوتر و هم‌چنین آشنایی نسبی با یک سلسله مفاهیم و اصطلاحات پیشینی از قبیل پایگاه داده، بلاک‌چین، الگوریتم و کد در حوزه علوم رایانه می‌باشد. فقدان آشنایی با مبانی و اصطلاحات مذکور از جمله عللی است که شناخت دقیق و اصولی قراردادهای مزبور را با مشکل مواجه نموده است (Jafariyeh & Ketabi, 2016).

بر اساس آمارهای حاصل از پیمایش‌ها و نظرسنجی‌هایی که توسط مراکز علمی معتبری مانند دانشگاه‌های آم‌آی‌تی و کمبریج صورت گرفته است، تنها کمتر از پنج درصد مردم جهان با مفاهیمی همچون بلاک‌چین و قراردادهای خوداجرا آشنایی دارند (Li et al., 2020). آمارهای موجود هم‌چنین حاکی از این است که حدود کمتر از یک درصد از جمعیت کل جهان نحوه کار با قراردادهای مذکور را می‌دانند.

تحولات ناشی از قراردادهای خوداجرا

برخلاف نظر برخی نویسندگان که پلتفرم‌های دیجیتال را صرفاً به ابزار یا وسیله‌ای برای انعقاد قراردادها تقلیل داده‌اند (Mahmoudzadeh & Akbarineh, 2016)، این پلتفرم به‌دنبال ایجاد تحولاتی بنیادین در ابعاد و زوایای مختلف نظام قراردادی است؛ تا جایی‌که برخی صاحب‌نظران آن را به‌عنوان شروعی بر پایان قراردادهای سنتی تلقی نموده‌اند (Savelyev,

2016). در ادامه، تحولات مزبور را از ابعاد شکلی، ماهوی و راهبردی به‌شرح ذیل مورد بحث و واکاوی قرار خواهیم داد.

تحولات شکلی

قراردادهای خوداجرا در قیاس با قراردادهای سنتی و حتی اولین نسل از قراردادهای الکترونیک، از شکل متفاوتی برخوردارند؛ تا جایی‌که می‌توان گفت، آن‌ها در واقع شکل و ساختار قراردادها را متحول نموده و تغییرات نسبتاً مهمی را در این زمینه رقم زده‌اند. تحولات شکلی ناشی از قراردادهای خوداجرا را می‌توان به‌شرح ذیل خلاصه کرد.

تحول در ابزار انعقاد

قراردادهای خوداجرا در قالب نوعی اپلیکیشن با قابلیت نصب بر روی رایانه و تلفن‌های همراه ایجاد می‌شوند. الگوی مذکور دارای ماهیتی تلفیقی مرکب از قرارداد خوداجرا، بلاک‌چین و رمزارزهاست که بر بستر اینترنت فعال می‌شود (Elsman, 2017). این بدان معناست که قراردادهای مذکور صرفاً به‌صورت آنلاین (برخط) تشکیل و به‌اجرا درمی‌آیند. علاوه بر لزوم دسترسی به امکانات اینترنتی، پیاده‌سازی قراردادهای مزبور، مستلزم تشکیل شبکه‌ای از کاربران و عضویت متعاملین در شبکه است. باید توجه داشت وجود چند کاربر انگشت‌شمار جهت تشکیل و استمرار شبکه کفایت نمی‌کند و چنین شبکه‌ای در عمل به هدفی آسان برای مهاجمان تبدیل خواهد شد. در مقابل، افزایش تصاعدی تعداد کاربران به تشکیل هسته‌ای سخت و غیرقابل نفوذ در مقابل عوامل مخرب منجر خواهد شد؛ هرچند به نوبه خود سبب بروز مشکل دیگری موسوم به مقیاس‌پذیری می‌گردد که مراد از آن، بروز اختلال در عملکرد شبکه در شرایط شلوغی و ازدحام کاربران است. از طرفی، دسترسی به شبکه جهانی اینترنت در همه نقاط جهان فراهم نیست. براساس آخرین داده‌های منتشرشده توسط سازمان جهانی مخابرات (TTU)، در سال ۲۰۲۳ حدود شصت‌وهفت درصد مردم جهان به خدمات اینترنت دسترسی دارند.

استفاده از زبان‌های رایانه‌ای

قراردادهای خوداجرا اساساً فاقد نسخه متنی بوده و نسخه‌ای رمزی را جایگزین می‌نمایند. در این‌گونه قراردادها از الفاظ و عباراتی که در مقام انشای متون حقوقی مرسوم به‌کار می‌رود خبری نیست؛ بنابراین، قراردادهای مذکور برخلاف تصور رایج، به لحاظ ظاهری شباهتی با قراردادهای معمول و سنتی ندارند؛ زیرا زبان مورد استفاده در قراردادهای خوداجرا زبانی نمادین (سمبلیک) است که در اصطلاح علوم رایانه «کد» نامیده می‌شود. کدها از مجموعه علائم، نمادها و نشانه‌ها و اعداد و ارقام تشکیل می‌شوند.

دانش‌واژه کد از نظر علوم رایانه و به‌حسب تعریفی که جان فون نویمان، ریاضی ـ فیزیک‌دان مشهور و استاد دانشگاه پرینستون آمریکا، از آن به‌عمل آورده است، عبارت از: «نظامی از دستورالعمل‌های منطقی است که یک سیستم خودکاره می‌تواند از طریق اجرای آن‌ها نوعی وظایف سازمان‌یافته را به اجرا آورد» (Von Neumann, 2021).

در این‌گونه قراردادها، استفاده از علائم و نمادها بر استفاده از کلمات ترجیح دارد. قراردادهای مذکور به‌لحاظ وضعیت ظاهری در قالب دستورالعمل‌هایی موجز و مختصر تنظیم می‌شوند. هر بند از دستورالعمل‌های مذکور به‌طور معمول از چند سطر فراتر نمی‌رود؛ حال آن‌که قراردادهای مرسوم، بعضاً حاوی مطالب، اجزا و شرایط مفصلی بوده و گاه از مرز ده‌ها صفحه نیز فراتر می‌رود. استفاده از کد در قراردادهای خوداجرا در عمل موجب کوتاه‌تر شدن فرم‌های قراردادی می‌شود. رعایت ایجاز و اختصار، از جمله الزامات ضروری نگارش دستورالعمل‌های مذکور است.

دستورالعمل‌های مورد استفاده در قراردادهای خوداجرا، شباهت و قرابت نسبتاً زیادی با بندها و تبصره‌های مندرج در قوانین و مقررات دارند. از همین رو، دستورالعمل‌های پایه در یک قرارداد

خوداجرا که توسط برنامه‌نویسان کامپیوتری انشا می‌گردند، همانند قوانین عموماً از لحنی آمرانه برخوردار می‌باشد. به تعبیر لارنس لسیگ، استاد دانشگاه هاروارد و صاحب‌نظر در حوزه فضای سایبر در علوم رایانه: «دستورالعمل‌های رایانه‌ای به‌مثابه قانون و قانون نیز در حکم نوعی دستورالعمل است». نامبرده طی مقاله‌ای که تحت همین عنوان منتشر کرده، معتقد است که این کدها (دستورالعمل‌ها) هستند که پایه و اساس نرم‌افزارها، از جمله نرم‌افزارهای موسوم به قراردادهای خوداجرا، را تشکیل می‌دهند؛ بنابراین، از طریق همین کدها می‌توان عملیات تنظیم‌گری (رگولاتوری) نرم‌افزارهای مذکور را سامان داد (Lessig, 2006). بخش اول نظریه فوق با واقعیت وجودی قراردادهای خوداجرا انطباق دارد، لیکن در امکان انجام فرایند تنظیم‌گری نرم‌افزارها از طریق «کد» تردیدهایی وجود دارد که بررسی و ارزیابی آن‌ها از موضوع مقاله حاضر خارج است. نکته حائز اهمیت دیگر در رابطه با زبان قراردادهای خوداجرا این است که فهم زبان مذکور برای اشخاص عادی که سابقه آشنایی با زبان‌ها و نرم‌افزارهای رایانه‌ای ندارند، فوق‌العاده دشوار می‌باشد. استفاده از زبان نمادین و غیرقابل فهم در قراردادهای خوداجرا موجب گردیده که در سراسر جهان تنها عده کمی که شناخت نسبی از زبان‌های برنامه‌نویسی رایانه‌ای دارند، قادر به درک دلالت‌های یک قرارداد خوداجرا باشند (Raskin, 2017). برای حل این نقیصه، نسل جدیدی از قراردادهای خوداجرا موسوم به قراردادهای «ریکاردین» طراحی و پیشنهاد شده است که از قابلیت تبدیل نسخه رمزنگاری‌شده به نسخه متنی و به عکس برخوردارند. نوع اخیر از قراردادهای خوداجرا (ریکاردین) توسط انسان و رایانه قابل خواندن هستند (Fathizadeh & Esmaeili Ataabadi, 2020).

تحول در ساختار نحوی قراردادها

قراردادهای خوداجرا در قیاس با قراردادهای سنتی، دستور زبان متفاوتی را به‌کار می‌گیرند. در قراردادهای سنتی و حتی فرم‌های ساده قراردادهای الکترونیک، برای ایجاد یک ماهیت حقوقی و بیان حقوق و تعهدات طرفین عموماً از گزاره‌ها و جملاتی در قالب افعال ماضی و مضارع استفاده می‌شود؛ حال آن‌که گزاره‌های مورد استفاده در قراردادهای خوداجرا اغلب از جنس جملات شرطی و امری هستند؛ گزاره‌هایی از قبیل «اگر ... آن‌گاه ...» و یا «اگر چنین ... پس چنان» که به‌جای اشخاص، رایانه‌ها را مورد خطاب قرار می‌دهند. منطق حاکم بر قراردادهای خوداجرا در مجموع، منطقی شرطی است که با منطق قیاسی حاکم بر قراردادهای سنتی به‌کلی تفاوت دارد. قراردادهای خوداجرا در حقیقت، مجموعه‌ای از فرامین در قالب نرم‌افزار رایانه‌ای هستند که نتایج مذاکرات طرفین به آن‌ها وارد و در مقابل، خروجی توافقات طرفین را به‌صورت کامل و مختصر مشخص می‌نمایند (Szabo, 2002).

زبان مورد استفاده در قراردادهای خوداجرا نیز در مجموع زبانی خشک و بی‌روح است که از لطافت و ظرافت‌های نهفته در زبان‌های طبیعی انسانی بهره‌مند نیست. قراردادهای سنتی که با استفاده از زبان طبیعی و انسانی انشا می‌گردند، از ظرفیت نامحدودی برای خلق انواع معانی حقیقی و مجازی، استعاری و کنایی برخوردارند؛ حال آن‌که زبان‌های رایانه‌ای از چنین ظرفیتی برخوردار نمی‌باشند. زبان‌های رایانه‌ای فعلی عموماً در سطح نازل‌تری از زبان‌های طبیعی قرار دارند. به تعبیر نیک سابو، خالق الگوواره مذکور، زبان‌های رایانه‌ای برای بیان مفاهیم ذهنی و انتزاعی (نسبی و بینابینی) که در مقام انشای قراردادها مورد نیاز مبرم است، چندان مناسب نیستند (Szabo, 2002).

تحول در شیوه ثبت قرارداد

قراردادهای خوداجرا شیوه‌های ثبت قرارداد را نیز از اساس دگرگون نموده‌اند. این الگوواره به‌مدد فناوری بلاک‌چین روش نوینی را در زمینه ثبت و نگه‌داشت سوابق و اطلاعات مربوط به قراردادها پایه‌گذاری نموده و تحولی اساسی را در این زمینه رقم زده است. این روش دارای مراحل و جزئیاتی به‌شرح ذیل است

که با ورود به آن‌ها چگونگی (نحوه عمل) قراردادهای مذکور نیز تا حدودی روشن خواهد شد.

در قدم اول، اطلاعات مرتبط با قرارداد به بسته‌هایی موسوم به بلوک وارد می‌شود. هر بلوک به‌منزله ظرفی دیجیتال است که حاوی اطلاعات و داده‌های مربوط به قرارداد می‌باشد. در وهله دوم، به بلوک حاوی اطلاعات قرارداد، رمز یا شناسه‌ای یکتا اختصاص داده می‌شود. استخراج و تخصیص رمز و شناسه به کمک نرم‌افزارهای رمزنگاری که بر اساس محاسبات ریاضی و حساب آمار و احتمالات کار می‌کنند، انجام می‌گیرد. نرم‌افزار رشته‌ای از اعداد و حروف را به‌صورت تصادفی به‌عنوان رمز بلوک اختصاص می‌دهد. رمزها و شناسه‌هایی که توسط نرم‌افزارهای مذکور تولید می‌شوند، رشته‌ای نسبتاً طولانی مرکب از چندین کاراکتر مشتمل بر حروف و اعداد را تشکیل می‌دهند.

انتشار قرارداد خوداجرا به‌عنوان سومین مرحله از مراحل تشکیل، از جمله ارکان و شاخصه‌های مهم و کلیدی آن محسوب می‌گردد. اهمیت این مرحله تا جایی است که می‌توان گفت؛ یک قرارداد خوداجرا بدون اعلان و انتشار آن در بین اعضای شبکه صورت نخواهد بست. قراردادهای مزبور اساساً با هدف انتشار داده‌ها در قالب‌های رمزنگاری‌شده طراحی شده‌اند و در واقع می‌توان شیوه مذکور را به‌مثابه نوعی موتور انتشار توصیف کرد (Rauchs et al., 2021). در مقابل، قراردادهای سنتی و یا فرمت‌های ساده قرارداد الکترونیک هیچ‌گاه به‌صورت گسترده منتشر نمی‌شوند و حداکثر در چند نسخه معدود و انگشت‌شمار تنظیم می‌گردند.

نحوه عمل قراردادهای خوداجرا در مرحله انتشار بدین صورت است که قرارداد در ابتدا به‌مثابه شایعه‌ای که احتمال صدق و کذب آن می‌رود، در سطح شبکه بازتاب می‌یابد. بدیهی است به‌واسطه بازنشر آن توسط اعضا، افراد متعدد دیگری نیز از آن باخبر شده و در نتیجه دیگر به‌عنوان سندی محرمانه تلقی نخواهد شد. این شیوه قرارداد را از یک پدیده صرفاً شخصی به پدیده‌ای اجتماعی بدل نموده و آن را در مرئی و منظر دیگر اعضای شبکه به‌عنوان اشخاص ثالثی قرار می‌دهد که در مرحله تأیید آن نیز ایفای نقش خواهند نمود. فناوری مزبور در حقیقت به‌عنوان شاهدی عمومی بر قرارداد عمل نموده، معضل شاهدنمایی و هم‌چنین تناقضات و اختلافات احتمالی را که بعضاً در اظهارات شهود انسانی فراوان به‌چشم می‌خورد، برطرف خواهد نمود. هم‌چنین سایر مشکلات مربوط به اقامه شهود انسانی نظیر فوت شاهد، عدم دسترسی به شاهدان و ... در نتیجه اعمال شیوه فوق موضوعیتی پیدا نخواهند کرد.

در مرحله چهارم، اعضا پس از دریافت نسخه‌ای از بلوک جدید، اقدام به راستی‌آزمایی و اعتبارسنجی آن نموده و پس از حصول اطمینان از عدم دست‌کاری و تغییر رمز هر بلوک، نسبت به تأیید آن اقدام خواهند نمود. تنها در صورت گذار از این مرحله است که قرارداد به‌عنوان یک ورودی معتبر مورد شناسایی قرار گرفته و شایستگی الحاق به انتهای زنجیره از پیش موجود را خواهد یافت. قرارداد خوداجرا در حالت انفرادی و مادام که به آخرین بلوک یا بسته موجود در انتهای زنجیره الصاق نشود، به‌عنوان قرارداد معتبر تلقی نخواهد شد. این کار به‌منزله نوعی سنجاق‌کردن الکترونیک اسناد، داده‌ها و اطلاعات به یکدیگر است که در نتیجه آن، هر قرارداد تازه انعقادیافته، همانند صفحه‌ای از یک کتاب که خواننده را به صفحه پیشین خود ارجاع می‌دهد، لزوماً باید به یک قرارداد قدیمی‌تر از خود متصل گردد (Abbasi, 2018). در گام پنجم، بلوک‌های جدیدتر نیز به همین منوال و به‌مثابه حلقات یک زنجیره، پی‌درپی و مسلسل‌وار به بلوک‌های پیش از خود ضمیمه گردیده و تشکیل خط ممتدی را خواهند داد که این زنجیره با پیوستن بسته‌های تازه‌وارد به آن هم‌چنان امتداد خواهد یافت (Rauchs et al., 2021).

صرف انتشار اطلاعات مربوط به قرارداد در پایگاه داده غیرمتمرکز کفایت نمی‌کند، بلکه در گام نهایی ضرورت دارد کاربران عضو

شبکه نیز به‌عنوان اشخاص ثالث بی‌طرف، پس از حصول اطمینان از عدم دست‌کاری داده‌ها، بر صحت و تمامیت اطلاعات دریافتی صحه گذاشته و آن را مورد تأیید قرار دهند. باید توجه داشت که اجماع و اتفاق کاربران در این مرحله ضرورتی ندارد، بلکه چنان‌چه هسته‌ای متشکل از کاربران فعال در شبکه نیز مبادرت به تأیید نقل و انتقالات نمایند، کفایت امر را خواهد نمود.

تحول در ابزار اعلام اراده

جایگزینی امضائات دستی با امضای دیجیتال از جمله تحولات شکلی دیگری است که در نتیجه قراردادهای خوداجرا به‌وقوع پیوسته است. امضائات دیجیتال با استفاده از تکنیک‌های محاسباتی ریاضی تولید می‌شوند، هر امضای دیجیتال مرکب از دو کلید عمومی و خصوصی است. کلید عمومی معادل آدرس و نشانی در فضای سایبر و به‌منزله ابزاری برای معرفی شخص به سایر کاربران است و کلید خصوصی معادل رمز و کلمه عبور و به‌منزله ابزاری برای اعلام رضایت و امضای معامله توسط متعاملین است که در ضمن، امکان دسترسی فرستنده و گیرنده به قرارداد را نیز فراهم می‌نماید.

هرچند جعل و دست‌کاری در امضائات دیجیتال فوق‌العاده دشوار می‌باشد، اما استفاده از این امضاها نیز با چالش‌های خاص خود روبه‌روست. از جمله این چالش‌ها، صعوبت بازیابی کلید در موارد فراموشی و یا فوت ناگهانی مالک است. چنان‌چه کلید خصوصی به هر علت مفقود و از دسترس خارج گردد، بازیابی آن در عمل ناممکن گردیده و به انسداد و قطع ارتباط مالک کلید با قرارداد منجر خواهد شد. هم‌چنین سرقت کلید به‌عنوان معضلی شایع در فضای سایبر شناخته می‌شود، امضای معتبر در فضای مزبور لزوماً به‌معنای این نیست که مالک کلید مبادرت به این کار نموده است، بلکه صرفاً به معنای آن است که دارنده کلید که ممکن است شخصی غیر از مالک آن باشد، اقدام به استفاده از آن نموده است. تدابیر حفاظتی متعددی در جهت پیشگیری از سرقت کلید پیشنهاد گردیده که تازه‌ترین آن‌ها نگهداری کلید خصوصی به‌روش نامتمرکز است. روش مذکور که توسط یکی از محققان دانشگاه استنفورد ابداع گردیده، مبتنی بر تجزیه کلید به تعدادی قطعه سهم و پنهان‌سازی اجزای متفرق کلید در سرورهای متعدد و سپس فراخوان مجدد آن به‌هنگام نیاز استوار است. روش مذکور نیاز به بازسازی مجدد کلید در مکانی واحد را مرتفع می‌نماید (Li et al., 2020).

حذف محدودیت‌های زمانی و مکانی

استفاده از پلتفرم قرارداد خوداجرا مقید به زمان و مکان خاصی نیست. اصولاً یکی از مزایای مترتب بر اغلب پلتفرم‌های دیجیتال این است که به‌صورت تمام‌وقت در طول هفت روز هفته و به‌صورت شبانه‌روزی در دسترس کاربران قرار دارند و استفاده از آن‌ها نیز محدود به زمان و جغرافیا (مکان) خاصی نیست (Naser, 2022).

تحولات ماهوی

تغییرات ناشی از الگوواره قرارداد خوداجرا محدود و منحصر به جنبه‌های شکلی قراردادها نیست؛ بلکه الگوواره مذکور برخی از جنبه‌های ماهوی قراردادها را نیز تحت تأثیر خود قرار داده است که در این‌جا به آن می‌پردازیم.

قراردادهای سنتی گاه بنا به جهات قانونی و یا جهات مذکور در خود قرارداد به‌حالت تعلیق درآمده و جریان آثار آن‌ها موقتاً متوقف می‌شود، اما قراردادهای خوداجرا ذاتاً توقف‌ناپذیرند؛ توقف‌ناپذیری به این معناست که پس از طی مرحله نهایی و استقرار بر روی شبکه، توقف جریان آثار آن‌ها حتی بنا به درخواست متعاملین و یا برحسب دستور اشخاص ثالث وابسته به حاکمیت، در عمل امکان‌پذیر نمی‌باشد (Marino, 2016).

در الگوها و قالب‌های سنتی قرارداد همواره راه برای اصلاح، تعدیل، تغییر و بازنگری در شرایط، مفاد و نتایج حاصل از قرارداد با استفاده از ابزارهای متنوعی مانند تبدیل تعهد، تهاتر و ... باز

است، لیکن ابزارهای موصوف در حیطه قراردادهای خوداجرا کارایی خود را از دست می‌دهند (Mohammed Nour Shehata, 2018)؛ در نتیجه، ساختار غیرمنعطف قراردادهای خوداجرا امکان هرگونه ویرایش و یا پیوست نمودن هرگونه اصلاحیه، الحاقیه و متمم به قرارداد را حتی در موارد ضروری، مانند زمانی که اشتباهی در کد قرارداد رخ داده باشد، از طرفین سلب می‌نماید (Rudanko, 2021).

قراردادهای خوداجرا پس از تأیید نهایی ذاتاً و به‌لحاظ فنی برگشت‌ناپذیر می‌شوند. خصیصه برگشت‌ناپذیری موجب می‌گردد الغا و معکوس‌سازی قراردادهای خوداجرا با استفاده از ابزارهایی مانند فسخ و اقاله، جایی در منطق این‌گونه از قراردادها نداشته باشد (Gromyko, 2016). در رابطه با اعمال خیارات نیز گرچه برخی از نویسندگان، اعمال انواعی از خیارات را در این‌گونه از قرارداد، به‌لحاظ نظری بلامانع پنداشته‌اند (Naser, 2022)، لیکن در پلتفرم قرارداد مذکور، گزینه‌ای که از طریق آن بتوان در عمل به فسخ قرارداد از طریق اعمال خیارات مبادرت نمود، تعبیه نشده است. این نقیصه قراردادهای خوداجرا را به مسیری یک‌طرفه بدل می‌نماید که در عمل امکان هرگونه حرکت در مسیر عکس به‌منظور بازگشت به موقعیت پیش از قرارداد را از طرفین سلب خواهد نمود (Compagnucci, 2021).

قراردادهای خوداجرا در مقایسه با قراردادهای سنتی از وضوح و شفافیت بیشتری برخوردارند؛ زیرا منطق ریاضی حاکم بر این‌گونه از قراردادها، با وجود هرگونه ابهام و اجمال در قرارداد منافات دارد. اساساً پای‌بندی تخطی‌ناپذیر رایانه‌ها به اصول ریاضی و منطقی مانع از پذیرش احکام و دستورات مردد و متناقض می‌گردد. از همین رو، استفاده از واژگان استعاری و کنایی و عبارات متضاد، مبهم و دوپهلو در منطق این‌گونه قراردادها جایی ندارد. هر کلمه و عبارت در زبان قراردادهای خوداجرا یک معنای استاندارد واضح دارد؛ در نتیجه، می‌توان قراردادهایی تنظیم کرد که به‌مراتب نیاز کمتری به تفسیر دارند (Szabo, 2002).

تحولات راهبردی

الگوواره قراردادهای خوداجرا، هم‌چنین به‌دنبال ایجاد تغییراتی در زمینه اهداف و راهبردهای کلان نظام قراردادی است. این تحولات مبتنی بر یک سلسله اصول و مبانی نظری است که در تحقیقات پیشین به اندازه کافی مورد مداقه و تحلیل قرار نگرفته است؛ حال آن‌که مطالعه فناوری‌های مذکور، بدون توجه به ریشه‌ها و علل شکل‌گیری آن‌ها، مطالعه تام و تمامی نخواهد بود. در ادامه، اهم تحولات مذکور را به شرح جداگانه مورد بحث و مداقه قرار خواهیم داد.

تمرکزستیزی

فناوری‌هایی هم‌چون بلاک‌چین‌ها و قراردادهای خوداجرا در پس ظاهر فناورانه خود از یک سلسله مبانی نظری در حوزه‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی برخوردارند که موجب می‌گردد فناوری‌های مزبور در قالب نوعی نهضت اعتراضی، نظامات متمرکز کنونی را به چالش کشیده و خواستار پایان سلطه حکومت‌ها بر جنبه‌های مختلف زندگی جوامع شوند. شیوه‌های حل اختلاف و اجرای عدالت در حوزه قراردادهای خصوصی نیز که تاکنون در انحصار دولت‌ها قرار داشته، از این قاعده مستثنی نیست. مقابله با رفتارهای انحصارطلبانه و تمرکزگرایانه، در رأس برنامه‌های پلتفرم‌های دیجیتال قرار دارد.

مداخلات دولت‌ها و نهادهای وابسته به حاکمیت در حوزه قراردادهای خصوصی، از اواخر قرن نوزدهم میلادی به بعد، همواره روند افزایشی داشته است. دولت‌ها بنا بر توجیهات و اهداف مختلفی از قبیل افزایش سطح رفاه عمومی، کاهش نابرابری، تأمین عدالت توزیعی و پیشگیری از ایجاد انحصار با استفاده از اهرم‌های قانونی، اقدام به برقراری انواع موانع و محدودیت‌هایی در این زمینه نموده‌اند (Renani, 1999; Tajarloo, 2008).

مخالفان ساختارهای تمرکزگرایانه معتقدند مداخلات فزاینده دولتی ثمره‌ای جز افزایش هزینه‌ها، کاهش سرعت مبادلات و گرفتاری نظام قراردادی در باتلاقی از قوانین و مقررات دست‌وپاگیر در پی نداشته است (Burniske & Tatar, 2019)؛ از این رو، الگوواره قرارداد خوداجرا با برجسته‌نمودن نقاط ضعف و جنبه‌های ناکارآمد نظامات متمرکز مالی و پولی، ضمن نفی ضرورت هرگونه مداخلات دولتی در حوزه قراردادهای خصوصی با اتخاذ راهبردهای مهم و تأثیرگذاری هم‌چون حاکمیت‌ستیزی، مقررات‌گریزی و نظارت‌ناپذیری، در صدد پایان‌بخشیدن به سیطره حکومت‌ها بر نظامات قراردادی برآمده است (Vakili-Moghaddam, 2018).

حاکمیت نظام اجرای خصوصی

اجرای تکالیف و الزامات ناشی از قراردادها عموماً به پشتوانه قوای حاکمه نمود و ظهور عینی می‌یابد، چنان‌که برخی از نویسندگان واژه «اجرا» را به استفاده از اقتدار عمومی طبق ضوابط قانونی جهت وادار ساختن محکوم یا بدهکار به انجام تعهد یا پرداخت بدهی خود تعریف نموده‌اند (Madani, 1990). از همین رو، اولین معنایی که از واژه اجرا به ذهن متبادر می‌شود، مداخله شخص یا اشخاصی است که به‌عنوان نماینده حکومت در هیأت مأمورین اجرا، با اتکا بر قدرت عمومی، وظیفه اجرای احکام و اسناد لازم‌الاجرا را به انجام می‌رسانند. با این وصف، تجربه نشان داده است نظام اجرای عمومی (قضایی) فاقد مؤلفه‌های لازم جهت برقراری یک نظام اجرایی قوی و کارآمد است که سرعت، سهولت، امنیت و پویایی، از جمله شاخصه‌های اصلی آن است (Khodabakhshi, 2019).

قرارداد خوداجرا در اصل به‌دنبال جایگزین‌نمودن روش‌های قضایی با الگوهای فناورانه‌ای است که در نتیجه آن‌ها توسل به دادگاه تنها راهی نیست که از طریق آن می‌توان تعهدات ناشی از قراردادها را به مورد اجرا گذاشت، بلکه راه‌حل‌ها و مسیرهای جایگزین دیگری نیز وجود دارد که با اعمال آن‌ها می‌توان توسل و تمسک به مراجع قضایی را کاهش داد. فناوری قرارداد خوداجرا در صدد است با به‌خدمت‌گرفتن تکنولوژی‌های مدرن روز و فناوری اطلاعات، اتوماسیون را از صنعت وارد قلمرو حقوق نماید.

اجرای خودکار تعهدات

مهم‌ترین شاخصه فناوری مزبور را «خوداجرایی» تشکیل می‌دهد که به‌منزله وصف محوری و هسته مرکزی آن محسوب می‌شود؛ زیرا غرض اصلی از طراحی الگوی مزبور به‌واسطه شاخصه خوداجرایی نمود و عینیت خارجی پیدا می‌کند. از این جهت، خوداجرایی یا اجرای خودکار به‌منزله عصاره، قوه محرکه و جانمایه الگوواره مورد بحث است؛ به‌نحوی‌که اگر این ویژگی را از آن سلب کنیم، تفاوت محسوسی با سایر الگوهای قراردادی نخواهد داشت.

اجرای خودکار از طریق اتخاذ تمهیداتی محقق خواهد شد که اجرای هم‌زمان و هماهنگ تعهدات متقابل طرفین را در یک قرارداد مفروض تضمین می‌کند. به‌عنوان مثال، در یک قرارداد بیع خوداجرا، پول و حق مالکیت هر دو در نرم‌افزار ذخیره شده، ولی طرفین مستقیماً به موضوع قرارداد دسترسی نخواهند داشت. انتقال مالکیت مبیع به خریدار، تنها پس از حصول کلیه شرایط از پیش‌تعریف‌شده در نرم‌افزار و هم‌زمان با پرداخت ثمن مقرر به‌شکل خودکار به‌حساب فروشنده صورت خواهد گرفت. نحوه عمل این قبیل از قراردادها در قالب اجرای گزاره «اگر ... آن‌گاه» یا «اگر چنین ... پس چنان» شکل می‌گیرد که از جهت ماهیت حقوقی به عقود مشروط و معلق شباهت دارد. قراردادهای خوداجرا از نظر سازوکارهای اجرایی نیز به اعمال نوعی حق حبس از طریق نرم‌افزار رایانه‌ای شباهت دارند؛ بدون این‌که بتوان آن‌ها را از هر جهت بر تأسیسات مذکور تطبیق داد.

ایده خودکارسازی معاملات از طریق راهکار هم‌زمان‌سازی و هماهنگ‌سازی اجرای تعهدات متقابل، ممکن است در ظاهر کمی

ساده‌انگارانه به‌نظر برسد، ولی در آینده نزدیک با گسترش اینترنت اشیا و نصب حس‌گرها و تجهیزات کنترل از راه دور بر روی انواع وسایل، ماشین‌آلات، لوازم خانگی، اتومبیل و اماکن مختلف تجاری و مسکونی، زمینه اجرای آن به‌تدریج فراهم می‌شود و تحول شگرفی را در این زمینه رقم خواهد زد؛ با این حال، پلتفرم‌های خوداجرا در حال حاضر، به معاملات خرد و متوسط محدود هستند. به‌طور مثال، در قراردادهای مرتبط با پروژه‌های بزرگ عمرانی از جمله پروژه‌های نفت و گاز که توسط مؤسسات دولتی و عمومی به بخش خصوصی واگذار می‌شود، هم‌زمان‌سازی اجرای تعهدات طرفین، مسأله‌ای چالش‌برانگیز است که تحقق آن با موانع و مشکلات بسیاری مواجه است (Saberi-Nejad, 2021). به عقیده یکی از محققان، فقدان زیرساخت‌های مناسب فنی و قانونی، مهم‌ترین عاملی است که در حال حاضر، خودکارسازی معاملات دولتی را با مانع مواجه کرده است (Kovtonnuik, 2023).

اعمال خودکار تنبیهات

مکانیسم «خوداجرایی» تعبیه‌شده در قرارداد خوداجرا صرفاً به جنبه‌های ایجابی و یا اجرای اتوماتیک تعهدات ناشی از قرارداد محدود نمی‌شود، بلکه دربردارنده جهات سلبی از قبیل برقراری خودکار محرومیت‌ها و اعمال خودکار تنبیهاتی که از نقض یا تأخیر در انجام تکالیف قراردادی ناشی می‌شود نیز می‌باشد. اعمال خودکار جرائم، تنبیهات و ضمانت اجراهای قراردادی با هدف افزایش هزینه تخلفات مزبور، می‌تواند تأثیر بازدارنده‌ای در زمینه کاهش تخلفات قراردادی از خود برجای گذارد. اساساً ایده اصلی در پشت الگوواره مذکور این است که بندهای مختلف یک قرارداد، مانند وثیقه، تعهد و غیره را در سخت‌افزار و نرم‌افزارهای رایانه‌ای می‌توان تعبیه نمود؛ به‌گونه‌ای که نقض قرارداد برای طرفی که آن را نقض نموده، گران تمام شود. اعمال مکانیسم‌های تنبیهی و بازدارنده موصوف نیز به‌مدد اینترنت اشیا و از طریق نصب حس‌گرها، قفل‌های دیجیتال و تجهیزات قطع و وصل دارای امکانات کنترل از راه دور بر روی اموال، اشیا، لوازم خانگی، خودرو و اماکن مسکونی و تجاری صورت خواهد گرفت. قطع دسترسی افرادی که در پرداخت به‌موقع اقساط وام یا ثمن معامله کوتاهی می‌کنند، به اشیا، اموال و حساب‌های بانکی و یا محرومیت خودکار آن‌ها از دریافت خدمات موضوع قرارداد، نمونه‌هایی از اعمال شیوه مذکور است. این مکانیسم که نسبت به غیرفعال‌نمودن اموال، اشیا و اماکن موضوع قرارداد و یا عدم ارائه خودکار خدمات به مشتریان مبادرت می‌نماید، به ورود مجدد طلبکار از «درب پشتی» تشبیه گردیده است که با ورود مجاز وی از طریق آن در مواقع لزوم قادر خواهد شد کنترل مجدد خود را بر مورد معامله اعمال نموده و یا ارائه خدمات به مشتری را موقتاً به حالت تعلیق درآورد. مسدودشدن خودکار کلیه حساب‌های صادرکننده چک بلامحل پس از گذشت بیست‌وچهار ساعت در صورت عدم رفع سوءاثر توسط سامانه محچک (مسدودی حساب چک‌های برگشتی) در اجرای بند ب ماده ۵ مکرر ماده ۵ قانون صدور چک و محرومیت وی از دریافت هرگونه خدمات بانکی تا رفع سوءاثر از چک برگشتی، نمونه‌ای از اقدامات شبه‌خوداجرا (بازدارنده) در اصلاحات جدید قانون صدور چک است که تأثیر به‌سزایی در کاهش آمار چک‌های بلامحل داشته است.

از آن‌جا که قطع خودکار و ناگهانی دسترسی به اموال شخصی، اماکن، اتومبیل و سایر انواع کالا و خدمات ممکن است صدمات جبران‌ناپذیری را به استفاده‌کنندگان یا اشخاص ثالث وارد نماید، مانند توقف ناگهانی خودرو به‌علت فعال‌شدن خودکار قفل دیجیتال نصب‌شده بر روی آن در میانه اتوبانی شلوغ و پرتردد که ممکن است برای عبور ایمن سایر خودروها مخاطراتی را ایجاد نماید، دیوان عالی ایالات متحده آمریکا محدودیت‌هایی را در این زمینه مقرر داشته است. به‌موجب یکی از آرای دیوان عالی مذکور، استفاده از ایمپلنت‌های خودکاری که مانع استفاده از اموال شخصی می‌شوند، در مواردی که با قانون اساسی، اخلاق حسنه و نظم

عمومی منافات داشته باشد، مجاز نخواهد بود (Lichtman, 2005). محروم‌سازی محکومان متواری از دریافت هرگونه خدمات از طریق مسدودسازی کد ملی آن‌ها نمونه دیگری از اقدامات شبه‌خوداجرا است که برای مدتی در مراجع قضایی ایران اعمال شد، اما به‌موجب بخش‌نامه شماره ۹۰۰۰/۳۵۶۲/۱۰۰۰ مورخ ۱۴۰۳/۲/۲۳ صادره از معاون اول قوه قضاییه، به‌علت فقدان وجاهت قانونی لازم و مباینت با حقوق شهروندی اشخاص متوقف گردید.

حذف اشخاص و نهادهای واسطه‌ای

در نظام‌های قراردادی سنتی زنجیره نسبتاً طولانی از مؤسسات و نهادهای اعتمادساز گوناگون مانند بانک‌ها و مؤسسات مالی و اعتباری، شرکت‌های لیزینگ، مؤسسات حسابرسی، مشاوران املاک، دفاتر اسناد، وکلا و مشاوران حقوقی، شرکت‌های بیمه، پلیس، دادگاه و ... تأمین امنیت و تضمین اجرای تعهدات قراردادی را بر عهده دارند؛ لذا نقش تسهیل‌گرانه‌ای که دولت‌ها و نهادهای وابسته به آن‌ها از گذشته تاکنون در چرخه انعقاد و اجرای قراردادها ایفا نموده‌اند را نباید از نظر دور داشت. در این بخش نیز الگوواره قرارداد خوداجرا با استفاده از ظرفیت‌های نهفته در دانش رمزنگاری، اعتماد و اطمینان را در روابط طرفین قرارداد به ارمغان آورده و در تلاش است به‌عنوان نوعی ماشین تولید اعتماد، جایگزین نهادهای اعتمادساز فوق‌الذکر گردد. حذف نهادهای واسطه‌ای مذکور، هزینه‌های مبادلات را به‌طرز چشم‌گیری کاهش خواهد داد (Szabo, 2002).

استفاده از مبانی سایر علوم

نیک سابو، خالق و بنیان‌گذار الگوارواره قرارداد خوداجرا، با وارد نمودن برخی مفاهیم علوم دیگر نظیر اقتصاد، ریاضیات، آمار و احتمالات، کامپیوتر و فناوری اطلاعات به قلمرو قرارداد، آن را از حالت یک چارچوب حقوقی محض خارج نموده و الگویی دانش‌بنیان را ارائه نموده است.

صیانت از حریم خصوصی

در شرایط کنونی، اغلب برنامه‌ها و پلتفرم‌های مبتنی بر اینترنت به‌صورت متمرکز اداره می‌شوند. ساختار متمرکز پایگاه‌ها و مراکز داده سبب گردیده تا دولت‌ها و شرکت‌های تجاری حاضر در فضای سایبر بر حجم انبوهی از داده، از جمله اطلاعات شخصی کاربران، احاطه و اشراف یافته و ممکن است اطلاعات مذکور را مورد سوءاستفاده قرار دهند (Khaliji-Paji & Shamloo, 2020). ایجاد تحول در زمینه صیانت از حریم خصوصی و اطلاعات شخصی کاربران، از جمله اهداف و مبانی راهبردی دیگری است که الگوواره قراردادهای خوداجرا به‌دنبال تحقق آن است (Abbasi, 2018).

نتیجه‌گیری

۱- قراردادهای خوداجرا برخلاف تصور رایج، ارتباط مستقیمی با مقولاتی مانند رباتیک، هوش مصنوعی و زیرشاخه‌های آن‌ها ندارد، بلکه صرفاً نوعی برنامه‌های کاربردی است که خواسته‌ها، شرایط و نتایج حاصل از قرارداد را در قالب دستورالعمل‌های رایانه‌ای بازتعریف نموده و به مورد اجرا می‌گذارد.

۲- این الگوواره در صورت استفاده فراگیر قادر است تغییرات نسبتاً گسترده‌ای را در ساختار شکلی، ماهوی و حتی راهبردهای کلان نظام قراردادی ایجاد نماید. به‌کارگیری زبان نمادین به‌جای زبان طبیعی و منطق شرطی و منطق قیاسی، از اهم تحولات شکلی؛ و اجرای خودکار تعهدات و اعمال خودکار تنبیهات بدون دخالت عامل انسانی، از اهم تحولات ماهوی است که در پرتو قراردادهای خوداجرا در نظام قراردادی موجود حادث گردیده است. خوداجرایی به‌عنوان مهم‌ترین نقطه قوت الگوواره مذکور، با پیشگیری از دخالت احساسات مخرب انسانی در فرایند اجرای پیمان‌ها، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کاهش دعاوی و اختلافات حقوقی خواهد داشت.

۳- مخالفت با ساختارهای تمرکزگرایانه و کنار گذاشتن دولت‌ها و نهادهای وابسته به آن‌ها از چرخه انعقاد و اجرای قراردادهای خصوصی، از مهم‌ترین اهداف راهبردی از ایده مذکور را تشکیل می‌دهد. فقدان آگاهی عمومی نسبت به ماهیت و نحوه کار قراردادهای خوداجرا که عمدتاً از ساختار پیچیده و زبان غیرقابل فهم آن‌ها ناشی می‌شود، در کنار مشکلات دیگری از قبیل عدم توانایی لازم در بیان مفاهیم انتزاعی و استفاده انحصاری از رمزارزها به‌عنوان وسیله پرداخت، از جمله موانع مهم بر سر راه استفاده فراگیر از الگوواره مذکور محسوب می‌شود

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

EXTENDED ABSTRACT

The emergence of self-executing contracts represents one of the most significant technological developments affecting the contemporary theory and practice of contract law. Although the phenomenon is commonly described under the title of “smart contract,” the conceptual scope of this term remains contested, partly because its technological, legal, economic, and linguistic dimensions have often been discussed without sufficient analytical separation. In its original formulation, the idea of a smart contract was introduced as a way of formalizing and securing contractual relationships through digital protocols, code-based execution, and automated performance mechanisms (Szabo, 1995, 1997, 1998, 2002). In later legal literature, this idea was linked to blockchain technology, distributed ledgers, digital assets, and decentralized transactional systems, all of which intensified debates about the future of classical contract law and the possibility of replacing some traditional enforcement mechanisms with technological self-help tools (Compagnucci, 2021; Raskin, 2017; Savelyev, 2016). The present study examines the transformations of the contractual system in light of self-executing contracts and seeks to clarify whether this paradigm merely introduces a new technical instrument for concluding contracts or whether it has the capacity to transform the formal, substantive, and strategic foundations of contractual relations. The importance of this inquiry lies in the fact that the legal literature has often emphasized the efficiency and automation capacities of smart contracts while paying less attention to their decentralizing logic, linguistic transformation, rigidity, dependence on technical infrastructures, and limited public accessibility (Kharkesh & Fathizadeh, 2022; Naser, 2022; Vakili-Moghaddam, 2018).

The study adopts a descriptive-analytical method with a comparative orientation and relies on library-based and internet-based sources in order to examine the conceptual, technical, and legal foundations of self-executing contracts. From a methodological standpoint, the research first distinguishes self-executing contracts from adjacent concepts such as artificial intelligence, blockchain, cryptocurrencies, algorithmic systems, and ordinary electronic contracts. This distinction is necessary because the use of the word “smart” has sometimes led to the mistaken assumption that these contracts operate through artificial intelligence or autonomous robotic reasoning, whereas their operation is generally based on predefined conditional instructions and coded commands rather than cognitive judgment or independent learning (Jafariyeh & Ketabi, 2016; Moghaddam & Hosseini, 2025; Von Neumann, 2021). The study also differentiates between blockchain as a decentralized registration and data-storage infrastructure and self-executing contracts as executable digital arrangements that may be deployed on

such infrastructure (Abbasi, 2018; Fathizadeh & Esmaeili Ataabadi, 2020; Rauchs et al., 2021). In this regard, the research emphasizes that conceptual confusion has been one of the main barriers to a precise understanding of the subject. For example, cryptocurrencies may function as payment instruments within such systems, but they are not identical with the contractual mechanism itself; similarly, blockchain may provide the technical environment for registration, verification, and immutability, but it should not be equated with the legal content of the contractual relationship (Akhavan, 2019; Burniske & Tatar, 2019; Yousefi et al., 2022).

The findings indicate that one of the most important formal transformations created by self-executing contracts concerns the language and structure of contractual expression. Traditional contracts are generally drafted in natural language and rely on legal concepts, interpretive methods, and human judgment to determine the rights and obligations of the parties. By contrast, self-executing contracts are formulated through computer code, symbolic language, and conditional logic, usually in the form of "if–then" instructions that determine the operational consequences of specified events (Lessig, 2006; Szabo, 2002). This shift transforms not only the appearance of contracts but also their grammatical and semantic structure. The ordinary contractual text, with its capacity for nuance, ambiguity, equitable interpretation, implied obligations, and contextual adaptation, is replaced by concise computational instructions that must be sufficiently clear to be processed by machines. Such coded form may increase precision and reduce interpretive disputes, yet it also limits the ability of contracts to express abstract, relational, or value-based legal concepts that are common in traditional legal drafting (Duxbury, 1994; Shahidi, 1998). Another formal transformation concerns the method of contract registration. Through blockchain and distributed ledger mechanisms, contractual information may be recorded, replicated, validated, and preserved across a decentralized network, thereby reducing dependence on centralized registries or trusted intermediaries (Li et al., 2020; Rauchs et al., 2021). Digital signatures, public and private keys, encrypted identifiers, and decentralized validation processes also alter the conventional tools through which contractual will is declared, authenticated, and preserved (Abdollahzadeh, 2020; Fathizadeh & Esmaeili Ataabadi, 2020).

The study further shows that self-executing contracts produce substantive transformations in the lifecycle of contractual obligations. The most central feature of this paradigm is automatic performance: once the predefined conditions embedded in the code are satisfied, contractual consequences are executed without the need for renewed human intervention, judicial order, or administrative enforcement. This feature has the potential to reduce delay, prevent strategic breach, and limit the influence of destructive human emotions or opportunistic conduct in the performance stage (Mohammed Nour Shehata, 2018; Raskin, 2017). However, the same feature also generates serious legal challenges. Unlike traditional contracts, which may be amended, suspended, rescinded, interpreted, or adjusted through doctrines such as termination, novation, set-off, force majeure, mistake, hardship, or judicial intervention, self-executing contracts tend to be technically rigid and resistant to revision after deployment (Gromyko, 2016; Marino, 2016; Rudanko, 2021). Their immutability and irreversibility may create certainty, but they may also produce injustice when the code contains an error, when external data supplied by oracles is inaccurate, or when unforeseen circumstances require legal flexibility (Afzalimehr et al., 2022; Zakerinia & Gholampour, 2022). The study therefore

argues that the self-executing paradigm should not be regarded as a complete substitute for contract law; rather, it should be understood as a technical and legal architecture whose practical value depends on the compatibility between coded execution and the normative requirements of contractual justice.

At the strategic level, the research finds that self-executing contracts are not neutral technological tools; they are connected to broader decentralizing tendencies that seek to reduce reliance on state authority, judicial enforcement, financial intermediaries, and centralized institutions. The paradigm reflects a movement from public enforcement toward private and technological enforcement, in which contractual compliance is secured through code, cryptography, distributed consensus, and automated sanctions rather than through courts, enforcement officers, or conventional legal procedures (Madani, 1990; Tajarloo, 2008; Vakili-Moghaddam, 2018). This orientation may lower transaction costs, increase transactional speed, and reduce dependence on banks, notaries, brokers, registries, insurers, and other trust-producing institutions (Honarmand Javan, 2020; Keshavarzian, 2020; Szabo, 2002). At the same time, the study emphasizes that automated penalties and self-help enforcement mechanisms may raise concerns regarding proportionality, due process, public order, consumer protection, and third-party safety (Lichtman, 2005). For example, technological mechanisms that automatically block access to property, accounts, services, or digital assets may operate efficiently but may also cause disproportionate harm if activated without adequate legal safeguards. The study also identifies privacy protection as one of the declared strategic goals of decentralized contractual systems, since centralized data platforms expose users to surveillance, misuse of personal data, and institutional control (Khaliji-Paji & Shamloo, 2020; Negahdari, 2023). Nevertheless, the achievement of this goal depends on the actual design of the platform and cannot be assumed merely because a contract is blockchain-based.

In conclusion, the article concludes that self-executing contracts have the capacity to produce broad transformations in the formal, substantive, and strategic dimensions of the contractual system, but this capacity should not be overstated. These contracts are not artificial-intelligence agents, robotic decision-makers, or autonomous legal persons; rather, they are coded applications that translate contractual conditions, obligations, and consequences into executable instructions. Their most important formal effects include the replacement of natural contractual language with symbolic code, the dominance of conditional syntax, the use of digital signatures, and the registration of contractual data through decentralized infrastructures. Their substantive effects include automatic performance, reduced dependence on human intervention, increased certainty, and the possibility of automated sanctions, but also rigidity, irreversibility, and difficulty in accommodating interpretation, equity, mistake, and changed circumstances. Their strategic significance lies in their challenge to centralized enforcement systems and intermediary institutions. Despite these capacities, the paradigm has not achieved widespread public acceptance because of its technical complexity, opaque language, dependence on digital infrastructure, limited ability to express abstract legal concepts, and frequent reliance on cryptocurrencies as payment mechanisms. Therefore, self-executing contracts should be approached neither as a technological myth nor as the end of classical contract law, but as a transformative yet limited contractual model whose legal effectiveness depends on careful conceptual clarification, regulatory balance,

technical accessibility, and integration with the normative foundations of contract law.

References

Abbasi, J. (2018). *Introduction to Fundamental Concepts of Blockchain*. Mehraban Book Institute.

Abdollahzadeh, T. (2020). *The Effect of Blockchain Technology on the Legal System of Intellectual Property* University of Tehran, Faculty of Law and Political Science]. Tehran.

Afzalimehr, M., Dehghani Tafti, M., & Skini, R. (2022). A Comparative Study of Legal Requirements for Designing Digital Smart Contracts in Iranian and French Law. *Comparative Law Research Journal*(6).

Akhavan, P. (2019). *Digital Currencies*. Atinegar.

Burniske, C., & Tatar, J. (2019). *Cryptoassets*. Chalesh.

Compagnucci, M. (2021). *The Technology, Use-Cases and Law of Smart Contracts*. Bloomsbury Publishing.

Duxbury, R. (1994). *Contract in a Nutshell*. Sweet & Maxwell.

Elsman, M. (2017). Automated Execution of Financial Contracts on Blockchains.

Fathizadeh, A. H., & Esmaeili Ataabadi, A. (2020). *Blockchain Law*. Commercial Publishing and Printing Company.

Gromyko, J. S. (2016). Blockchain in Financial Services: Regulatory Landscape and Future Challenges. https://ideas.repec.org/p/bbv/wpaper/1621.html

Hansen, D., & Reyes, C. L. (2017). *Legal Aspects of Smart Contract Applications*.

Honarmand Javan, M. (2020). *Use of Blockchain in International Commercial Arbitration* University of Tehran, Faculty of Law and Political Science]. Tehran.

Jafariyeh, H., & Ketabi, S. (2016). *Foundations of Algorithm and Introductory Programming*. Adiban-e Rooz.

Keshavarzian, F. (2020). *Legal Effects of Blockchain Technology on Real Estate Registration Law* University of Tehran, Faculty of Law and Political Science]. Tehran.

Khaliji-Paji, A., & Shamloo, B. (2020). Legal-Economic Challenges of Virtual Currencies for Political Systems in Light of Substitution Theory. *Political and International Approaches*, *12*(1).

Kharkesh, M., & Fathizadeh, A. H. (2022). Smart Contract. *Law and Information Technology*, *2*(2).

Khodabakhshi, A. (2019). Cases and Effects of Final Unenforceable Judgments. *Justice Legal Journal*, *83*(105).

Kovtonnuik, O. (2023). Digitization of Government Contracts. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338102004

Lessig, L. (2006). Code Is Law. http://cyber.law.harvard.edu

Li, X., Jiang, P., Chen, T., Luo, X., & Wen, Q. (2020). A Survey on Blockchain Technology and Its Adoption. *Journal of Network and Computer Applications*, *171*.

Lichtman, D. (2005). How the Law Responds to Help Self-Help. *Journal of Law, Economics, and Policy*.

Madani, S. J. (1990). *Civil Procedure, Volume Three: Enforcement of Judgments*. Ganj-e Danesh.

Mahmoudzadeh, F., & Akbarineh, P. (2016). Electronic Contracts. Congress of Islamic and Human Sciences, Tehran.

Marino, B. (2016). Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts. https://link.springer.com

Moghaddam, M. J., & Hosseini, S. E. (2025). Smartization of Judicial Processes and Criminal Justice: Strategies and Barriers. *Justice Legal Journal*, *89*(131).

Mohammadgholiha, F., & Shahnoushi Foroushani, M. A. (2024). Jafari Langroudi's Method of Elementology of Transactions versus the Formal Logic of the Method of Truth of Name, Pillars, and Conditions. *Justice Legal Journal*, *88*(125).

Mohammed Nour Shehata, E. (2018). Smart Contract and International Arbitration. *SSRN Electronic Journal*. https://ssrn.com/abstract=3290026

Naser, M. (2022). *Smart Contracts*. Majd.

Negahdari, B. (2023). Characteristics of Good Governance. First National Conference on Knowledge-Based Territorial Governance, Tehran.

Ozkan, E. (2021). Leveraging Smart Contract in Project Procurement through DLT to Gain Sustainable Competitive Advantages.

Raskin, M. (2017). The Law and Legality of Smart Contracts. https://perma.cc/763G-3ANE

Rauchs, M., Glidden, A., & Peters, G. (2021). *Distributed Ledger Technology Systems*. Rah-e Pardakht.

Renani, M. (1999). *Proceedings of the Conference on Fifty Years of Development Planning in Iran*. Iranian Economic Research Center.

Rudanko, M. (2021). *Smart Contracts and Traditional Contracts*.

Saberi-Nejad, M. (2021). *Application of Smart Contracts in the Oil Industry* University of Tehran, Faculty of Law and Political Science]. Tehran.

Savelyev, A. (2016). Contract Law 2.0: Smart Contracts as the Beginning of the End of Classic Contract Law. http://ssrn.com/so13

Shahidi, M. (1998). *Formation of Contracts and Obligations*. Hoghoughdan.

Shajari, M., Toosi Saeedi, S., & Oliaei, M. (2019). *Blockchain*. Gutenberg.
Szabo, N. (1995). Smart Contract Glossary.
Szabo, N. (1997). The Idea of Smart Contracts.
Szabo, N. (1998). Formalizing and Securing Relationships on Public Networks.
Szabo, N. (2002). A Formal Language for Analyzing Contracts.
Tajarloo, R. (2008). A Theoretical Interpretation of State Intervention in Restricting Freedom of Contract. *Law Quarterly of the Faculty of Law and Political Science, University of Tehran*(3).
Vakili-Moghaddam, M. H. (2018). The Concept and Foundations of Self-Enforcing Contracts and Their Place in Contract Law. *Private Law Studies*, *49*(3).
Von Neumann, J. (2021). *The Computer and the Brain*. Nashr-e Now in cooperation with Asim.
Yousefi, A., Mozhdehi, M. J., & Payandeh, M. (2022). *Application of Blockchain in Businesses*. Adabestan.
Zakerinia, H., & Gholampour, Z. (2022). Capacity Assessment of Self-Enforcing Construction Contracts. *Law of New Technologies*, *2*(5).