

تحولات نظام قراردادی در پرتو قراردادهای خوداجرا

جعفر نوری یوشانلوئی^۱، امیر تیمور تاجمیری^۲

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 در صدد 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، بلاک چین 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 تأثیرات افکار و احساسات 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 پیش گفته، به علت پیچیدگی بیش از حد، با اقبال عمومی مواجه نشده است.

واژگان کلیدی: قرارداد هوشمند، خود اجرایی، تمرکز زدایی، اجرای خصوصی، انتشار قرارداد، بلاک چین، قراردادهای زنجیره‌ای.

۱. دانشیار گروه حقوق خصوصی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه تهران، ایران
jafarnory@ut.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری حقوق خصوصی، پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران، (نویسنده مسئول)
Tajmiri@ut.ac.ir

درآمد

شبکه جهانی اینترنت در ابتدای ظهور، صرفاً ابزاری برای انتقال و جابجایی اطلاعات بود؛^۱ به نحوی که کاربران صرفاً قادر بودند اطلاعات موجود بر روی رایانه خود را با یکدیگر مبادله کرده و به اشتراک گذارند. با اضافه شدن لایه‌های نوظهوری مانند بلاکچین و قراردادهای هوشمند (اسمارت کنتراکت) یا خوداجرا، این شبکه از امکانات و کارکردهای تازه‌ای برخوردار شده که در پرتو آن‌ها امکان جابه‌جایی وجوه و انتقال دارایی^۲ نیز اضافه گردیده است. قراردادهای هوشمند با اجرای خودکار توافق‌ها قادرند آینده معاملات دیجیتال را متحول کنند.

به‌رغم گذشت بیش از یک دهه از اجرایی شدن ایده قرارداد هوشمند، برخی از ابعاد وجودی الگواره مذکور همچنان ناشناخته مانده است. اتصاف واژه قرارداد به وصف هوشمند، مباحث مرتبط با آن را به سمت مباحث فنی و تکنولوژیک سوق داده و در نتیجه برخی از ابعاد و جنبه‌های مهم‌تر به ویژه بُعد تمرکزستیزانه آن را به حاشیه رانده است. در واقع ابعاد تحول‌زای قراردادهای هوشمند تاکنون به صورت 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^۳ 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 (۲۰۲۱)، ابراهیم محمد نور شهاث (۲۰۱۹)، مکس راسکین (۲۰۱۷) و یانگ شی و دیگران (۲۰۱۶) از جمله نویسندگان خارجی هستند که ابعاد مختلفی از فناوری مذکور را مورد واکاوی قرار داده‌اند. مهدی ناصر (۱۴۰۱)، ذاکری‌نیا و غلام‌پور (۱۴۰۱)، فتحی‌زاده و خارکش (۱۴۰۰)، نصیری اقدم (۱۳۹۹) و وکیلی‌مقدم (۱۳۹۷) 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

1. Information
2. Asset
3. Nick Szabo

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 غیر هم‌سو با پژوهش‌های پیشین، با برجسته نمودن 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 این که 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 روشن ساختن چیستی الگوواره قرارداد هوشمند و با اتخاذ رویکردی تحلیلی انتقادی، ضمن بررسی ماهیت واقعی قراردادهای مذکور، ابتدا سعی خود را مصروف زدودن برخی سوء تفاهمات 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.

۱. ماهیت قراردادهای هوشمند

اصطلاح قرارداد هوشمند^۱ نخستین بار در سال ۱۹۹۴ توسط نیک سابو متخصص در علوم رایانه و رمزنگاری در مقاله‌ای با عنوان «قراردادهای هوشمند سنگ بنای بازارهای آزاد دیجیتال»^۲ 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

1. Smart contract

2. Smart Contracts: Buildings Blocks for Digital Free Markets

ماهیت واقعی این قراردادها است، لیکن در این زمینه، با مشکلات عدیده‌ای مواجه می‌باشیم؛ به گونه‌ای که به‌رغم گذشت بیش از یک دهه از زمان اجرایی شدن 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 احصا عوامل مذکور، هر یک را به طور جداگانه مورد بحث قرار می‌دهیم.

۱-۱. اختلاط با هوش مصنوعی

اختلاط مباحث مربوط به الگواره مورد بحث، با مباحث مرتبط با هوش مصنوعی^۱ از جمله مهم‌ترین عوامل بازدارنده از فهم دقیق و اصولی قراردادهای مورد بحث به شمار می‌رود. حضور واژه هوش در ترکیب اصطلاح قرارداد هوشمند، موجب گردیده است که برخی نویسندگان مباحث مربوط به آن را به سمت مباحث مرتبط با هوش مصنوعی و زیرشاخه‌های آن سوق داده (ناصر، ۱۴۰۱: ۵۶) 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 (غلام‌پور و ذاکری‌نیا، ۱۴۰۱: ۵۵؛ خارکش، ۱۴۰۰: ۳۲)؛ حال آن‌که الگواره 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 به عنوان 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

1. Artificial Intelligence

نیامده و قراردادهای مذکور صرفاً کمی هوشمندتر از اجداد کاغذی خود می‌باشند (Szabo, 1995: 3).

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^۱ تأمین می‌شود. به عنوان مثال، قراردادهای بیمه‌ی 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 نمی‌تواند شرایط و وضعیت‌های موجود در مزارع، باغات و یا فرودگاه‌ها و بندرگاه‌های مبداء و مقصد را از حیث شرایط آب و هوایی 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 (افضلی مهر و دیگران، ۱۴۰۱: ۳۵). چنان‌چه سازمان‌های مذکور اطلاعات نادرستی را به قرارداد خوداجرا ارائه دهند، قرارداد نیز عملکرد ناصحیحی را از خود بروز خواهد داد (ناصر، ۱۳۹۷: ۱۲۰). اقتضای هوشمندی یک سامانه، دسترسی مستقیم آن به منابع عظیم داده و اطلاعات^۲ است (مقدم و حسینی، ۱۴۰۴: ۳۶۸)؛ حال آن‌که قراردادهای مورد بحث از چنین موهبتی برخوردار نمی‌باشند.

۲-۱. 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. به عنوان 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 به عنوان ابزار پرداخت در قراردادهای مزبور

1. oracle

2. Big Data

استفاده می‌شود. عدم کارایی ارزشهای رسمی و متداول در این گونه قراردادهای موجب گردیده است کاربران پلتفرم‌های خوداجرا برای پرداخت کارمزد و یا تسویه دیون ناشی از قراردادهای مذکور از ارزشهای 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. به عنوان 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، به گونه رمزنگاری شده، 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، مقرون به صرفه نخواهد بود (اخوان، ۱۳۹۸: ۵۵). بلاک‌چین به منزله 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.

۳-۱. استعمال واژه قرارداد در معانی مجازی

در علوم رایانه و فناوری اطلاعات و فنون مربوط به شبکه و نرم‌افزار، به حسب رسم و عادت، هرگونه قرار یا چارچوب از پیش تعیین شده 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 (شجری و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰۲)، صدور و جست‌وجوی خودکار انواع گواهی اعم از تحصیلی، ازدواج و طلاق و انحصار وراثت (یوسفی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۰۳)، ردیابی و تشخیص اصالت کالا در طول زنجیره تأمین

کالا و صنعت لجستیک (هافمن و همکاران، ۲۰۱۷)، مدیریت صنایع و کارخانجات (Yongshun Xu et al, 2021)، مهندسی عمران و مدیریت پروژه (Evin Ozkan et al 1, 2021)؛ اداره امور گمرکات (یوسفی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۰۳)، ثبت مالکیت فکری و ثبت املاک (عبدالله‌زاده، ۱۳۹۹: ۵۷؛ کشاورزبان، ۱۳۹۹: ۲۷) و هم‌چنین گزینش مخفی و خودکار اعضای هیأت‌های داوری داخلی و بین‌المللی (هنرمند جوان، ۱۳۹۹: ۳۶؛ شهات محمدنور، ۲۰۱۸: ۴۳۶) از جمله کارکردهایی است 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 (نصراصفهانی و همکاران، ۱۴۰۲: ۵۷) و دیگر حوزه‌های حکمرانی و مدیریت امور سیاسی و اداری^۱ و حتی تنظیم عملکرد سلاح‌های خودکار (RasKin, 2017: 25) نیز بحث و گفت‌وگو به عمل آمده است. برخی نویسندگان پا را از این حد فراتر گذاشته و از دولت‌شهرهای مبتنی بر قرارداد هوشمند نام برده‌اند (Hansen & Carla.LReyes, 2017: 18). 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 ذکر شده مانند کنترل و پایش امور شهری به کمک حس‌گرهای مختلف، دوربین‌های مداربسته و سایر تجهیزات الکترونیک نیز با حوزه هوش مصنوعی ارتباط پیدا می‌کنند. به طور کلی در حوزه فناوری‌هایی مانند بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند و ارزهای دیجیتال (رمزارها) اغلب شاهد نوعی جابه‌جایی در مفاهیم^۲ هستیم. گذشته از این‌که واژگان مذکور گاه به اشتباه به جای 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 من جمله یک قرارداد صحیح و معتبر از نظر قانون، مستلزم گردهمایی مجموعه‌ای از عناصر و اجزا و نیز سلسله‌ای از

۱. نگاهداری، بابک «ویژگی‌های حکمرانی مطلوب»، سخنرانی در: نخستین کنفرانس ملی دانش مبنا و حکمرانی سرزمینی، تهران: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳ آذرماه ۱۴۰۲.

2. displacement

شرایط عمومی و اختصاصی است که پاره ای از آنها در ماده ۱۹۰ قانون مدنی ایران نیز تبلور یافته است (محمدقلی‌ها و شاهنوش فروشانی، ۱۴۰۳: ۳۲۴). وجود لااقل دو شخص حقیقی یا حقوقی به عنوان 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 به مفهوم سیاست یا خط‌مشی عمومی جامعه و انتظارات اجتماعی از جمله شرایطی است که لزوماً باید احراز شود (Duxbury, 1994: 47)؛ 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 به مفهوم خاص از دیدگاه علم حقوق قائل به تفصیل شد و یا به طور 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.

۴-۱. لزوم آشنایی با اصول و مبانی کامپیوتر

قراردادهای خوداجرا از طبیعتی دوگانه و میان رشته‌ای 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 (جعفریه و کتابی، ۱۳۹۵: ۱۶).

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, X., Jing, p. et al, 2021:102). آمارهای موجود هم‌چنین حاکی از این است که حدود کمتر از یک درصد از جمعیت کل جهان نحوه کار با قراردادهای

مذکور را می‌دانند.^۱

۲. تحولات ناشی از قراردادهای خوداجرا

بر خلاف نظر برخی نویسندگان که پلتفرم‌های دیجیتال را صرفاً به ابزار یا وسیله‌ای برای انعقاد قراردادها تقلیل داده‌اند (محمودزاده، ۱۳۹۵: ۳)، این پلتفرم به دنبال ایجاد تحولاتی بنیادین در ابعاد و زوایای مختلف نظام قراردادی است؛ تا جایی که برخی صاحب‌نظران آن را به عنوان شروعی بر پایان قراردادهای سنتی تلقی نموده‌اند (Savelyev, 2016: 2). در ادامه، تحولات مزبور را از ابعاد شکلی، ماهوی و راهبردی به شرح ذیل مورد بحث و واکاوی قرار خواهیم داد.

۱-۲. تحولات شکلی

قراردادهای خوداجرا در قیاس با قراردادهای سنتی و حتی اولین نسل از قراردادهای الکترونیک، از شکل متفاوتی برخوردارند؛ تا جایی که 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 به شرح ذیل خلاصه کرد.

۱-۲-۱. 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 (FGLats, 2015: 182). این بدان معناست که قراردادهای مذکور صرفاً به صورت آنلاین (برخط) تشکیل و به اجرا 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 غیر قابل نفوذ در مقابل عوامل

۱. آمارهای فوق در قالب گزارش‌های دانشگاهی منتشر گردیده و در پایگاه‌های علمی «MIT Tech» و «Cambridge Judge Business School» قابل دسترسی است.

مخرب منجر خواهد شد؛ هر چند به نوبه خود سبب بروز مشکل دیگری موسوم به مقیاس‌پذیری^۱ 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 (ITU)^۲، در سال ۲۰۲۳ میلادی حدود شصت و هفت درصد مردم جهان به خدمات اینترنت دسترسی دارند.^۳

۲-۱-۲. استفاده از زبان‌های رایانه‌ای

قراردادهای خوداجرا اساساً فاقد نسخه متنی بوده و نسخه‌ای رمزی را جایگزین می‌نمایند. در این گونه قراردادهای الفاظ و عباراتی که در مقام انشاء متون حقوقی مرسوم به کار می‌رود خبری نیست؛ بنابراین قراردادهای مذکور بر خلاف 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»^۳ نامیده می‌شود. کدها از مجموعه علائم، نمادها و نشانه‌ها و اعداد و ارقام تشکیل می‌شوند.

دانش واژه کد از نظر علوم رایانه و به‌حسب تعریفی که جان فون نویمان فیزیکدان مشهور و استاد دانشگاه پرینستون آمریکا از آن به‌عمل آورده است، عبارت از: «نظامی از دستورالعمل‌های منطقی است که یک سیستم خودکار می‌تواند از طریق اجرای آن‌ها نوعی وظایف سازمان‌یافته را به اجرا آورد» (Neumann, 2012: 109 J.). در این‌گونه قراردادهای، استفاده از علائم و نمادها بر استفاده از کلمات ترجیح دارد. قراردادهای مذکور به لحاظ 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، اجزاء و شرایط مفصلی بوده و گاه از مرز ده‌ها صفحه نیز فراتر می‌رود. استفاده از کد در قراردادهای خود اجرا در عمل موجب کوتاه‌تر شدن فرم‌های قراردادی می‌شود. رعایت ایجاز و اختصار، از جمله الزامات ضروری نگارش

1. Scalability

۲. گزارش سازمان جهانی مخابرات در پایگاه داده «ITU Statistics» قابل دسترس می‌باشد.

3. code

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 خود اجرا که توسط برنامه‌نویسان کامپیوتری انشا می‌گردند، همانند قوانین عموماً از لحنی آمرانه برخوردار می‌باشد. به تعبیر لارنس لسیگ^۱ استاد دانشگاه هاروارد و صاحب‌نظر در حوزه فضای سایبر در علوم رایانه: «دستورالعمل‌های رایانه‌ای به‌مثابه قانون و قانون نیز در حکم نوعی دستورالعمل است».^۲ 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: 3). 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 سابقه‌ی آشنایی با زبان‌ها و نرم‌افزارهای رایانه‌ای ندارند فوق‌العاده دشوار می‌باشد.^۳ استفاده از زبان نمادین و غیر قابل 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 (آموس، ۲۰۱۸: ۳۵۹). برای حل این نقیصه، نسل جدیدی از قراردادهای خوداجرا موسوم به قراردادهای «ریکاردین»^۴ طراحی و پیشنهاد شده است که از قابلیت تبدیل نسخه‌ی رمزنگاری شده به نسخه متنی و به عکس برخوردارند. نوع اخیر از قراردادهای خوداجرا (ریکاردین) توسط انسان و رایانه قابل خواندن

1. Lessig, Lawrence

2. Code is Law and Law is Code

3. <https://dideban-ict.com/tag>

4. Ricardian

هستند (فتحی‌زاده و عطاءآبادی، ۱۳۹۲: ۴۰۲).

۳-۱-۲. تحول در ساختار نحوی قراردادهای

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»^۱ که به جای 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 درمقابل، خروجی توافقات طرفین را به‌صورت کامل و مختصر مشخص می‌نمایند (Szabo, 2002: 6).

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 انشاء می‌گردند، از ظرفیت نامحدودی برای خلق انواع معانی حقیقی و مجازی، استعاره 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^۲ خالق الگوواره مذکور، زبان‌های رایانه‌ای برای بیان مفاهیم ذهنی و انتزاعی (نسبی و بینابینی) که در مقام انشاء قراردادها مورد نیاز مبرم است، چندان مناسب نیستند (Szabo, 2002: 3).

۴-۱-۲. تحول در شیوه ثبت قرارداد

قراردادهای خوداجرا شیوه‌های ثبت قرارداد را نیز از اساس دگرگون نموده‌اند. این الگوواره به مدد فناوری بلاک‌چین روش نوینی را در زمینه‌ی ثبت و نگه‌داشت

1. {if/ when...Then...else}

2. Nick Szabo

سوابق و اطلاعات مربوط به قراردادها پایه‌گذاری نموده و تحولی اساسی را در این زمینه رقم زده است. این روش دارای مراحل و جزییاتی به شرح 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 به منزله 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 به صورت تصادفی به عنوان رمزبلوک 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 به عنوان 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 اعضاء شبکه صورت نخواهد بست. قراردادهای مزبور اساساً با هدف انتشار داده‌ها در قالب‌های رمزنگاری شده طراحی شده‌اند و درواقع می‌توان شیوهی مذکور را به مثابه‌ی نوعی موتور انتشار توصیف کرد (دانیال، ۱۴۰۰: ۱۰۶). در مقابل قراردادهای سنتی و یا فرمت‌های ساده قرارداد الکترونیک هیچ گاه به صورت گسترده منتشر نمی‌شوند و حداکثر در چند نسخه محدود و انگشت‌شمار تنظیم می‌گردند.

نحوه عمل قراردادهای خوداجرا در مرحله انتشار بدین صورت است که قرارداد در ابتدا به مثابه شایعه‌ای که احتمال صدق و کذب آن می‌رود، در سطح شبکه بازتاب می‌یابد. بدیهی است به واسطه بازنشر آن توسط اعضاء، افراد متعدد دیگری نیز از آن باخبر شده و در نتیجه دیگر به عنوان سندی مجرمانه تلقی نخواهد شد. این شیوه قرارداد را از یک پدیده صرفاً شخصی به پدیده‌ای اجتماعی بدل نموده و آن را در مرعی و منظر دیگر اعضای شبکه به عنوان اشخاص ثالثی قرار می‌دهد که

در مرحله تایید آن نیز ایفاء نقش خواهند نمود. فناوری مزبور در حقیقت به عنوان شاهدهی عمومی بر قرارداد عمل نموده، معضل شاهدنمایی و هم‌چنین تناقضات و اختلافات احتمالی را که بعضاً در اظهارات شهود انسانی فراوان به چشم 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، اعضاء 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 تایید آن اقدام خواهند نمود. تنها در صورت گذار از این مرحله است که قرارداد به عنوان 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، به عنوان قرارداد معتبر تلقی نخواهد شد. این کار به منزله نوعی سنجاق کردن الکترونیک اسناد، داده‌ها و اطلاعات به یکدیگر است که در نتیجه آن هر قرارداد تازه انعقاد یافته همانند صفحه‌ای از یک کتاب که خواننده را به صفحه پیشین خود ارجاع می‌دهد، لزوماً باید به یک قرارداد قدیمی‌تر از خود متصل گردد (عباسی، ۱۳۹۷: ۳۲). در گام پنجم، بلوک‌های جدیدتر نیز به همین منوال و به‌مثابه حلقات یک زنجیره، پی در پی 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 (راکس و دیگران، ۲۰۱۸: ۱۸).

صرف انتشار اطلاعات مربوط به قرارداد در پایگاه داده غیرمتمرکز کفایت نمی‌کند، بلکه در گام نهایی ضرورت دارد کاربران عضو شبکه نیز به عنوان اشخاص ثالث بی‌طرف پس از حصول اطمینان از عدم دست‌کاری داده‌ها بر صحت و تمامیت اطلاعات دریافتی صحه گذاشته و آن را مورد تایید 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 تایید نقل و انتقالات نمایند، کفایت امر را

خواهد نمود.

۵-۱-۲. تحول در ابزار اعلام اراده

جایگزینی امضائات دستی با امضای دیجیتال از جمله تحولات شکلی دیگری است که در نتیجه قراردادهای خوداجرا به وقوع 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 سایر و به منزله ابزاری برای معرفی شخص به سایر کاربران است و کلید خصوصی معادل رمز و کلمه عبور و به منزله ابزاری برای اعلام رضایت و امضای معامله توسط متعاملین است که در ضمن امکان دسترسی فرستنده و گیرنده به قرارداد را نیز فراهم می‌نماید.

هر چند جعل و دست‌کاری در امضائات دیجیتال فوق‌العاده دشوار می‌باشد، اما استفاده از این امضاءها 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 به عنوان معضلی شایع در فضای سایر شناخته می‌شود، امضای معتبر در فضای مزبور لزوماً به معنای 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 به روش 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 به هنگام نیاز استوار است، روش مذکور نیاز به بازسازی مجدد کلید در مکانی واحد را مرتفع می‌نماید (Boneh et al, 2021: 6).

۶-۱-۲. حذف محدودیت‌های زمانی و مکانی

استفاده از پلتفرم قرارداد خوداجرا مقید به زمان و مکان خاصی نیست. اصولاً یکی از مزایای مترتبه بر اغلب پلتفرم‌های دیجیتال این است که به صورت تمام‌وقت در طول هفت روز هفته به صورت شبانه‌روزی در دسترس کاربران قرار دارند و استفاده از آن‌ها نیز محدود به زمان و جغرافیا (مکان) خاصی نیست (ناصر، ۱۳۹۷: ۳۲).

۲-۲. تحولات ماهوی

تغییرات ناشی از الگوواره قرارداد خوداجرا محدود و منحصر به جنبه‌های شکلی قراردادها نیست؛ بلکه الگوواره‌ی مذکور برخی از جنبه‌های ماهوی قراردادها را نیز تحت تأثیر خود قرار داده است. که در این جا به آن می‌پردازیم. قراردادهای سنتی گاه بنا به جهات قانونی و یا جهات مذکور در خود قرارداد به حالت تعلیق درآمده و جریان آثار آن‌ها موقتاً متوقف می‌شود، اما قراردادهای خوداجرا ذاتاً توقف ناپذیرند؛ توقف ناپذیری 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 (Bill Marino, 2016: 15).

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 (Mohamed Nour Shahata, 2018: 12)؛ در نتیجه ساختار غیر منعطف قراردادهای خوداجرا امکان هر گونه ویرایش و یا پیوست نمودن هر گونه 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: 63).

قراردادهای خوداجرا پس از تایید نهایی ذاتاً و به لحاظ فنی برگشت‌ناپذیر می‌شوند. خصیصه برگشت‌ناپذیری موجب می‌گردد الغاء و معکوس‌سازی قراردادهای خوداجرا با استفاده از ابزارهایی مانند فسخ و اقاله، جایی در منطق این گونه از قراردادها

نداشته باشد (Gromyko, 2016: 18). در رابطه با اعمال اختیارات نیز گرچه برخی از نویسندگان، اعمال انواعی از اختیارات را در این گونه از قرارداد، به لحاظ نظری بلامانع پنداشته‌اند (ناصر، ۱۴۰۱: ۱۸۵)، لیکن در پلتفرم قرارداد مذکور، گزینه‌ای که از طریق آن بتوان در عمل به فسخ قرارداد از طریق اعمال اختیارات مبادرت نمود، تعبیه نشده است. این نقیصه قراردادهای خوداجرا را به مسیری یک‌طرفه بدل می‌نماید که در عمل امکان هر گونه حرکت در مسیر عکس به منظور بازگشت به موقعیت پیش از قرارداد را از طرفین سلب خواهد نمود (Compagnucci, 2021: 7).

قراردادهای خوداجرا در مقایسه با قراردادهای سنتی از وضوح و شفافیت بیشتری برخوردارند؛ زیرا منطق ریاضی حاکم بر این گونه 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 دوپهلوی در منطق این گونه قراردادهای جای ندارد. هر کلمه و عبارت در زبان قراردادهای خوداجرا یک معنای استاندارد واضح دارد؛ در نتیجه می‌توان قراردادهایی تنظیم کرد که به مراتب نیاز کمتری به تفسیر دارند (Szabo, 2002: 3).

۲-۳. تحولات راهبردی

الگواره قراردادهای خوداجرا، هم‌چنین به دنبال 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 مذاقه 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 مذاقه قرار خواهیم داد.

۱-۲-۳. تمرکزستیزی

فناورهایی 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 توجهات 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 (طجرلو، ۱۳۸۷: ۲۱۰؛ رنانی، ۱۳۷۷: ۱۵۷). مخالفان ساختارهای تمرکزگرایانه معتقدند مداخلات فزاینده دولتی ثمره‌ای جز افزایش هزینه‌ها، کاهش سرعت مبادلات و گرفتاری نظام قراردادی در باتلاقی از قوانین و مقررات دست و پاگیر در پی نداشته است (بورنیسکی و تاتار، ۱۳۹۸: ۴۶۶)؛ از این رو الگوواره قرارداد خوداجرا با برجسته نمودن نقاط ضعف و جنبه‌های ناکارآمد نظامات متمرکز مالی و پولی، ضمن نفی ضرورت هر گونه مداخلات دولتی در حوزه قراردادهای خصوصی با اتخاذ راهبردهای مهم و تأثیرگذاری هم‌چون حاکمیت‌ستیزی، مقررات‌گریزی و نظارت‌ناپذیری در صدد پایان بخشیدن به سیطره حکومت‌ها بر نظامات قراردادی برآمده است (وکیلی مقدم، ۱۳۹۷: ۵۴۵).

۲-۳-۲. 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 «اجراء» را به استفاده از اقتدار عمومی طبق ضوابط قانونی جهت وادار ساختن محکوم یا بدهکار به انجام تعهد یا پرداخت بدهی خود تعریف نموده‌اند (مدنی، ۱۳۶۹: ۱۹). از همین رو اولین معنایی که از واژه اجراء به ذهن متبادر می‌شود، مداخله شخص یا اشخاصی است که به عنوان نماینده حکومت در هیأت مأمورین اجراء، با اتکاء بر قدرت عمومی، وظیفه اجرای احکام و اسناد لازم‌الاجراء 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 (خدابخشی، ۱۳۹۸: ۳).

قرارداد خوداجرا در اصل به دنبال جایگزین نمودن روش‌های قضایی با الگوهای فناورانه‌ای است که در نتیجه آن‌ها توسل به دادگاه تنها راهی نیست که از طریق آن می‌توان تعهدات ناشی از قراردادهای خوداجرا را به مورد اجرا گذاشت، بلکه راه حل‌ها 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 به خدمت گرفتن تکنولوژی‌های مدرن روز و فناوری اطلاعات، اتوماسیون را از صنعت وارد قلمرو حقوق نماید.

۲-۳-۳. اجرای خودکار تعهدات

مهم‌ترین شاخصه فناوری مزبور را «خوداجرایی» تشکیل می‌دهد که به منزله وصف محوری و هسته مرکزی آن محسوب می‌شود؛ زیرا غرض اصلی از طراحی الگوی مزبور به واسطه شاخصه خوداجرایی نمود و عینیت خارجی پیدا می‌کند. از این جهت، خوداجرایی یا اجرای خودکار به منزله عصاره، قوه محرکه و جانمایه الگوواره مورد بحث است؛ به نحوی که 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. به عنوان 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 پیش تعریف شده در نرم‌افزار و هم‌زمان با پرداخت ثمن مقرر به شکل خودکار به حساب فروشنده صورت خواهد گرفت. نحوه عمل این قبیل از قراردادهای خودکار را «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 سازکارهای اجرایی نیز به اعمال نوعی حق حبس از طریق نرم‌افزار رایانه‌ای شباهت دارند؛ بدون این که بتوان آن‌ها را از هر جهت بر تأسیسات مذکور تطبیق داد.

ایده خودکارسازی معاملات از طریق راهکار هم‌زمان سازی و هماهنگ سازی اجرای تعهدات متقابل، ممکن است در ظاهر کمی ساده‌انگارانه به نظر برسد، ولی در آینده نزدیک با گسترش اینترنت اشیا^۱ و نصب حس‌گرها و تجهیزات کنترل از راه دور بر روی انواع وسائل، ماشین‌آلات، لوازم خانگی، اتومبیل و اماکن مختلف تجاری و مسکونی، زمینه اجرای آن به تدریج 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. به طور 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، هم‌زمان سازی اجرای تعهدات طرفین، مسأله‌ای چالش‌برانگیز است که تحقق آن با موانع و مشکلات بسیاری مواجه است (صابری‌نژاد، ۱۴۰۰: ۳۶). به عقیده یکی از محققان، فقدان زیرساخت‌های مناسب فنی و قانونی، مهم‌ترین عاملی است که در حال حاضر، خودکار سازی معاملات دولتی را با مانع مواجه کرده است (Kovtoniuk, 2023: 3).

۴-۳-۲. اعمال خودکار تنبیهات

مکانیسم «خوداجرایی» تعبیه شده در قرارداد خود اجرا صرفاً به جنبه‌های ایجابی و یا اجرای اتوماتیک تعهدات ناشی از قرارداد محدود نمی‌شود، بلکه در بردارنده 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 اجرای قراردادی با هدف افزایش هزینه تخلفات مزبور، می‌تواند تأثیر بازدارنده‌ای در زمینه کاهش تخلفات قراردادی از خود برجای گذارد. اساساً ایده اصلی در پشت الگوواره‌ی مذکور این است که بندهای مختلف یک قرارداد مانند وثیقه، تعهد و غیره را در سخت‌افزار و نرم‌افزارهای رایانه‌ای می‌توان تعبیه نمود؛ به گونه‌ای که نقض قرارداد برای طرفی که آن را نقض نموده، گران تمام شود. اعمال مکانیسم‌های تنبیهی و بازدارنده موصوف نیز به مدد 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 به موقع

1. Internet of Things (IoT)

اقساط وام یا ثمن معامله کوتاهی می‌کنند، به اشیاء، 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 غیرفعال نمودن اموال، اشیاء و اماکن موضوع قرارداد و یا عدم ارائه خودکار خدمات به مشتریان مبادرت می‌نماید، به ورود مجدد طلبکار از «درب پشتی»^۱ 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. مسدود شدن خودکار کلیه حساب‌های صادرکننده چک بلامحل پس از گذشت بیست و چهار ساعت در صورت عدم رفع سوء اثر 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 سوء اثر از چک برگشتی، نمونه‌ای از اقدامات شبه خوداجرا (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 به علت فعال شدن خودکار قفل دیجیتال نصب شده 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. به موجب یکی از آرا 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 (Douglas Lichtman, 2005. 221). محروم‌سازی محکومان متواری از دریافت هرگونه خدمات از طریق مسدودسازی کد ملی آن‌ها نمونه دیگری از اقدامات شبه خوداجرا است که برای مدتی در مراجع قضایی ایران اعمال شد، اما به موجب بخش‌نامه شماره ۹۰۰۰/۳۵۶۲/۱۰۰۰ مورخ ۹۴۰۳/۲/۲۳ صادره از معاون اول قوه قضاییه، به علت فقدان وجاهت قانونی لازم و مбайنت با حقوق شهروندی اشخاص متوقف گردید.

1. back door

۵-۳-۲. 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، وکلاء 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 ایفاء نموده‌اند را نباید از نظر دور داشت. در این بخش نیز الگوواره‌ی قرارداد خوداجرا با استفاده از ظرفیت‌های نهفته در دانش رمزنگاری^۱، اعتماد و اطمینان را در روابط طرفین قرارداد به ارمغان آورده و در تلاش است به عنوان نوعی ماشین تولید اعتماد^۲، جایگزین نهادهای اعتمادساز فوق‌الذکر گردد. حذف نهادهای واسطه‌ای مذکور، هزینه‌های مبادلات را به طرز چشم‌گیری کاهش خواهد داد (Szabo, 2002: 14).

۶-۳-۲. استفاده از مبانی سایر علوم

نیک سابو خالق و بنیان‌گذار الگوواره 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.

۷-۳-۲. صیانت از حریم خصوصی

در شرایط کنونی، اغلب برنامه‌ها و پلتفرم‌های مبتنی بر اینترنت به صورت 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 سوء استفاده قرار دهند (شاملو و خلیلی‌پاجی، ۱۳۹۹: ۱۴۶). ایجاد تحول در زمینه صیانت از حریم خصوصی و اطلاعات شخصی کاربران، از جمله اهداف و مبانی راهبردی دیگری است که الگوواره قراردادهای خوداجرا به دنبال تحقق آن است (عباسی، ۱۳۷۹: ۲۷۹).

1. Cryptography

2. Trust Machin

برآمد

۱- قراردادهای خوداجرا بر خلاف تصور رایج، ارتباط مستقیمی با مقولاتی مانند رباطیک، 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 به جای زبان طبیعی و منطق شرطی و منطقی 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 به عنوان 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 عمده‌تاً از ساختار پیچیده و زبان غیر قابل فهم آن‌ها ناشی می‌شود، در کنار مشکلات دیگری از قبیل عدم توانایی لازم در بیان مفاهیم انتزاعی و استفاده انحصاری از رمازها به عنوان وسیله پرداخت، از جمله موانع مهم بر سر راه استفاده فراگیر از الگوواره مذکور محسوب می‌شود.

فهرست منابع

الف. فارسی

- * اخوان، پیمان (۱۳۹۸)، *ارزهای دیجیتال*، تهران: آتی‌نگر.
- * افضل‌ی‌مهر، مرضیه و دهقانی تفتی، مجتبی و اسکینی، ربیعا (۱۴۰۱)، «مطالعه تطبیقی الزامات حقوقی طراحی قراردادهای هوشمند دیجیتالی در حقوق ایران و فرانسه»، پژوهش‌نامه حقوق تطبیقی، شماره ۶.
- * بورنسکی، کریس و جک، تاتار (۱۳۹۸)، *دارایی‌های رمزنگاری شده*، برگردان: محمدابراهیم سماوی و محمد جلال و شاهین احمدی، تهران: چالش.
- * جعفریه، حسن و کتابی، ساناز (۱۳۹۵)، *مبانی الگوریتم و برنامه‌نویسی مقدماتی*، تهران: ادیبان روز.
- * خارکش، معصومه و فتحی‌زاده، امیرهوشنگ (۱۴۰۱)، «قرارداد هوشمند»، حقوق و فناوری اطلاعات، دوره دوم، شماره ۲.
- * خدابخشی، عبدالله (۱۳۹۸)، «موارد و آثار حکم قطعی غیرقابل اجرا»، مجله حقوقی دادگستری، دوره ۸۳، شماره ۱۰۵.
- * خلیلی پاجی، عارف و شاملو، باقر (۱۳۹۹)، «چالش‌های حقوقی - اقتصادی ارزهای مجازی برای نظام‌های سیاسی در پرتو نظریه جایگزینی»، رهیافت‌های سیاسی و بین‌المللی، دوره ۱۲، شماره ۱ (پیاپی ۶۳).
- * دهقانی تفتی، مجتبی (۱۴۰۰)، «مطالعه تطبیقی قانون حاکم بر قراردادهای هوشمند دیجیتالی از منظر حقوق بین‌الملل خصوصی در نظام حقوقی ایران»، حقوق فناوری‌های نوین، دوره ۲، شماره ۴.
- * ذاکری‌نیا، حانیه و غلامپور، زهرا (۱۴۰۱)، «ظرفیت‌سنجی قراردادهای ساخت‌وساز خودالزام‌گر»، حقوق فناوری‌های نوین، دوره ۲، شماره ۵.
- * راکس، میشل و گیلدن، اندرو و پیترز، جینا (۱۴۰۰)، *سیستم‌های فناوری دفترکل توزیع شده*، برگردان: ریحانه خیربخش و فاطمه عبدالله، تهران: راه پرداخت.
- * رنانی، محسن (۱۳۷۸)، *مجموعه مقالات همایش پنجاه سال برنامه‌ریزی توسعه در ایران*، تهران: مرکز تحقیقات اقتصاد ایران.
- * رنه، داوید (۱۳۶۴)، *نظام‌های حقوقی معاصر*، برگردان: سید حسن صفایی و محمد

- آشوری و عزت‌الله عراقی، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- * شجر، محمد و طوسی سعیدی، سعید و اولیایی، مریم (۱۳۹۸)، **بلاک چین**، تهران: گوتنبرگ.
- * شهیدی، مهدی (۱۳۷۷)، **تشکیل قراردادهای و تعهدات**، تهران: حقوق‌دان.
- * صابری‌نژاد، محمد (۱۴۰۰)، **کاربرد قراردادهای هوشمند در صنعت نفت**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه تهران.
- * طجریلو، رضا (۱۳۸۷)، «**برداشت تئوریک بر دخالت دولت در محدودکردن آزادی قراردادهای**»، فصل‌نامه حقوق دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه تهران، شماره ۳.
- * عباسی، جواد (۱۳۹۷)، **آشنایی با مفاهیم بنیادی بلاک چین**، تهران: مهربان نشر.
- * عبدالله‌زاده، طلیمه (۱۳۹۹)، **تاثیر فناوری بلاک چین بر نظام حقوقی مالکیت فکری**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه تهران.
- * فتحی‌زاده، امیر هوشنگ و اسماعیلی عطا آبادی، عقیل (۱۳۹۹)، **حقوق بلاک چین**، تهران: شرکت چاپ و نشر بازرگانی.
- * فون نویمان، جان (۱۴۰۰)، **کامپیوتر و مغز**، برگردان: رضا امیررحیمی، تهران: نشر نو با همکاری آسیم.
- * کشاورزیان، فائزه (۱۳۹۹)، **اثرات حقوقی فناوری بلاک چین بر حقوق ثبت املاک**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه تهران.
- * کیانا، دانیال (۱۴۰۰)، **سرمایه‌گذاری در رمزارزها**، برگردان: رویا لطفی‌پور، تهران: مهربان نشر.
- * محمدقلی‌ها، فاطمه و شاهنوشی فروشانی، محمد عبدالصالح (۱۴۰۳)، «**روش عناصرشناسی معاملات جعفری لنگرودی در برابر منطق صوری روش صدق اسم وارکان و شروط**»، مجله حقوقی دادگستری، دوره ۸۸، شماره ۱۲۵.

* محمودزاده، فریبا و اکبرینه، پروین (۱۳۹۵)، «قراردادهای الکترونیکی»، ارائه شده در: کنگره علوم اسلامی و انسانی. تهران: آذرماه ۱۳۹۵.

* مدنی، سید جلال‌الدین (۱۳۶۹)، آیین دادرسی مدنی، جلد سوم (اجرای احکام)، تهران: گنج دانش.

* مقدم، محمدجواد و حسینی، سید ابراهیم (۱۴۰۴)، «هوشمند سازی فرآیندهای قضایی و عدالت کیفری، راهبردها و موانع»، مجله حقوقی دادگستری، دوره ۸۹، شماره ۱۳۱.

* موسوی، سید امید (۱۳۹۸)، تکنولوژی معاملات الگوریتمی پیشرفته، تهران: چالش.

* ناصر، مهدی (۱۴۰۱)، قراردادهای هوشمند، تهران: مجد.

* نگاهداری، بابک، «ویژگی‌های حکمرانی مطلوب» سخنرانی در: نخستین کنفرانس ملی دانش مبنا و حکمرانی سرزمینی، تهران: مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳ آذرماه ۱۴۰۲.

* هنرمند جوان، مژگان (۱۳۹۹)، استفاده از بلاک‌چین در داوری تجاری بین‌المللی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه تهران.

* وکیلی مقدم، محمدحسین (۱۳۹۷)، «مفهوم و مبانی قرارداد خودالزام‌گر و جایگاه آن در حقوق قراردادهای»، مطالعات حقوق خصوصی، دوره ۴۹، شماره ۳.

* یوسفی، عبدالعزیز، جلیل مزدهی، مزده و پاینده، محمد (۱۴۰۱)، کاربرد بلاک‌چین در کسب‌وکارها، تهران: ادبستان.

ب. انگلیسی

* Boneh, Dan, et al, **Building Intrusion Tolerant**, <http://www.stanford.edu/...dabo/Ittc>. DUXbury, Robert, (1994), contract In A Nutshell, London, sweet & MaXWell

* Compagnucci, Marcelocorrales (2021), **Bloomsbar, The Technology, use-cases and Law of Smart Contracts**, Publishing; uk.

* Elsmann, Martin, et al. (2017), **Automated Execution of Financial**

Contracts on Blockchains, published online: 27 November 2017, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

* Evin OZKAN (2021), **Leveraging Smart Contract in Project Procurement through DLT to gain Sustainable Competitive Advantages**, <https://doi.org/10.103390/su132313380>.

* Gromyko, Javier Sebastian (2016), **Blockchain in financial services: beguiling Landscape Future Challenges**, Available at:

* Hansen, Dax & Carla L. Reyes (2017), **Legal Aspects of Smart contract Applications**, Perkins Coie LLP.

* Hansen, Dax & Carla L. Reyes (2017), **Legal Aspects of Smart Contract Applications**, Perkin Coie, lld...

* <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.12.019>.

* <https://ideas.repec.org/p/bbv/wpaper/1621.html>.

* Kovtonnuik, Oleg, (2023), **Digitization of government contracts**, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338102004>.

* Lessig, Lawrence (2006), **Code is Law**, <http://cyber.law.harvard.edu>.

* Lichtman, Douglas (2005), **how the law Responds to help self-Help**, 1j.L.EcoN. & pLY.

* Marino, Bill (2016), **Setting Standards for Altering and undoing smart contracts**, Available at: <https://Link.springer.com>

* Mohammed Nour Shehata, Ebrahim (2018), **Smart Contract and International Arbitration** ssrn Electronic Journal, Available at: <https://ssrn.com/abstract=3290026>.

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

* Rudanko, matti (2021), **Smart contract and traditional contracts**, Oxford: uk.

* Savelyev, Alexancer (2016), **Contract Law 2 0: Smart contract as**

The Beginning of The end of classiccontract, classiccontract Economics Research. <http://ssrn.com/so13>.

* Szabo, Nick (1995), **Smart contract Glassary**, nszabo@law.gwu.wdu.

* Szabo, Nick (1997), **The Idea of Smart contracts**, [nszabo @law.gwu.edu](mailto:nszabo@law.gwu.edu).

* Szabo, NicK (1998), **Formalizing and Securing Relation Ships on Public Networks**, nAzabo@law.gwu.edu.

* Szabo, Nick (2002), **A Formal Language for Analyzing Contracts**, nszabo@law.gwu.edu.

* X., Li, P. Jiang, T. Chen, X. Luo, Q. wen(2020), **“A Survey on Blockchain Technology and its Adoption”** Journal of Network and Computer Applications, volume 171, 1 January 2021.

* Zheng, Z, Xie, et al. (2020), **An overview on smart contracts: challenges**, advances and platforms, Available at:

پ. منابع الکترونیکی

* <https://www.ompfinex.com/blog>. (last visited on April26, 2024).

* <https://forsatlawfirm.com>. (last visited onAugust11, 2024).

* <https://www.metaritor.com/article/140>(last visited on September 12, 2014)