

A Comparative Study of Digital Signatures in Smart Contracts Under the Laws of Iran and the United States of America

Sahar Karimi

Assistant Professor Department of Private Law, Faculty of Law and Political Science, Kharazmi University, Tehran, Iran. (Corresponding Author)

karimi_sahar@khu.ac.ir

Parisa sinambari

Department of Private Law, Faculty of Law and Political Science, Kharazmi University, Tehran, Iran

parisa.sinambari@khu.ac.ir

Keywords:

Blockchain,
Digital Signature,
Electronic
Commerce Act,
Electronic
Signature, Smart
Contract, UETA

Abstract

With the development of technology, the need to reform the legal system for the ultimate benefits are felt more than ever. A facet of technological advances in question is blockchain-based smart contracts, which have been widely welcomed with features such as self-execution, transparency, speed, and elimination of intermediaries. One of the special conditions of smart contracts is digital signature, which facilitates validation and measuring the accuracy of data assignment. In the United States, following the popularization of the use of smart contracts, their validation was carried out through electronic signatures, and in this regard, the Uniform Law of Electronic Transactions (1999) and the Commercial Law of Electronic Signatures at the National and Global Levels (2001) were used. These are indeed the regulations that can validate smart contracts with extended definitions of registrations and electronic signatures. However, there is still a need to enact new regulations on digital signatures and this has been one of the ongoing issues in legislation of blockchain technology. The current research has investigated the legal capacities in Iranian law for crediting smart contracts with a comparative approach and the study of similar cases in the United States law. In this regard, it was stated that in cases where the law deems written registration necessary, an electronic registration including the transaction recorded in the blockchain can also fulfill the condition of being in writing. Also, considering the necessity of validating smart contracts as well as accepting digital signatures in the legislative system, two proposed legal articles were presented in Iran's legal system.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license:

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

مطالعه تطبیقی امضای دیجیتال در قراردادهای هوشمند در حقوق ایران و ایالات متحده آمریکا

سحر کریمی

استادیار گروه حقوق خصوصی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
(نویسنده مسئول) karimi_sahar@khu.ac.ir

پریسا سینمباری

گروه حقوق خصوصی، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
parisa.sinambari@khu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۲۷ خرداد ۱۴۰۳

تاریخ دریافت: ۱۸ بهمن ۱۴۰۲

چکیده

با توسعه فناوری، نیاز هرچه بیشتر به اصلاح نظام حقوقی برای بهره مندی از آن‌ها احساس می‌شود. یکی از این فن‌آوری‌های نوین، قراردادهای هوشمند بر مبنای بلاکچین بوده که با ویژگی‌هایی چون خوداجرایی، شفافیت، سرعت و حذف واسطه‌ها، با استقبال فراوان روبرو شده‌اند. از شرایط اختصاصی قراردادهای هوشمند، امضای دیجیتال است که اعتباربخشی و سنجش صحت انتساب داده‌ها را تسهیل می‌بخشد. در ایالات متحده، به دنبال رواج استفاده از قراردادهای هوشمند، اقدام به اعتباربخشی آن‌ها از طریق امضای الکترونیکی گردیده و در این راستا، قانون متحدالشکل معاملات الکترونیکی (۱۹۹۹) و قانون تجاری امضای الکترونیک در سطح ملی و جهانی (۲۰۰۱) به کار گرفته شد. قوانینی که با تعاریف موسع از ثبت‌ها و امضاهای الکترونیکی می‌توانند به قراردادهای هوشمند اعتباربخشی نمایند؛ هرچند همچنان نیاز به وضع قوانین جدید در رابطه با امضاهای دیجیتال وجود دارد که از موضوعات به‌روز مورد توجه حقوق‌دانان و قانون‌گذاران ایالتی و فدرال در راستای قوانین مرتبط با حوزه بلاکچین است. پژوهش حاضر با رویکرد تطبیقی و مطالعه‌ی موارد مشابه در حقوق ایالات متحده، ظرفیتهای قانونی موجود در حقوق ایران برای اعتباربخشی به قراردادهای هوشمند را مورد بررسی قرار داده است. در این راستا، عنوان گردید که در مواردی که قانون ثبت کتبی را ضروری می‌داند، یک ثبت الکترونیکی شامل تراکنش ثبت‌شده در بلاکچین نیز می‌تواند شرط کتبی بودن را برآورده سازد. همچنین، با توجه به لزوم اعتباربخشی به قراردادهای هوشمند و همچنین پذیرش امضای دیجیتال در نظام قانون‌گذاری، دو ماده‌ی قانونی پیشنهادی در نظام حقوق ایران ارائه گردید.

واژگان کلیدی: امضای الکترونیک، امضای دیجیتالی، بلاکچین، قانون تجارت الکترونیک، قرارداد هوشمند، یوتا

مقدمه

در عصر حاضر، فناوری با سرعت چشم‌گیری در حال پیشرفت است. چهل سال پیش، اولین پروتکل اینترنت در یک کنفرانس بین‌المللی ارتباطات معرفی شد، اما تا سال‌های ۱۹۹۰ برای عموم در دسترس نبود (Barry et al., 2018: 162). از آن پس، اینترنت در هر صنعتی نفوذ کرده و ارتباطات، تجارت و زندگی روزمره را دگرگون کرده است. اکنون، یک فناوری بنیان‌ساز جدید و روبه رشد با عنوان بلاک‌چین^۱ در حال ظهور است که می‌تواند تاثیر مشابهی در مقیاس بزرگ داشته باشد (Fulmer, 2018: 162). از دستاوردهای مهمی که فناوری بلاک‌چین در زمینه‌ی حقوقی داشته است، امکان انعقاد قراردادهای هوشمند در بستر آن می‌باشد.

از ویژگی‌های اختصاصی قرارداد هوشمند^۲، امضای دیجیتال^۳ بوده که یکی از انواع امضای الکترونیک^۴ است. از این‌رو امضای الکترونیک در قوانین موجود و امکان اعمال آن در قراردادهای هوشمند باید مورد بررسی قرار گیرد. در این راستا، در ایالات متحده آمریکا، قانون متحدالشکل معاملات الکترونیکی مصوب ۱۹۹۹ و قانون تجاری امضاهای الکترونیکی در سطح ملی و جهانی ۲۰۰۱ که تعاریف بسیار موسعی از مفاهیمی چون امضاهای الکترونیکی ارائه داده‌اند، مورد توجه قرار گرفته تا از این طریق مفاهیم بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند را حمایت نمایند. قوانین مذکور که مبانی توسعه مقررات تجارت الکترونیک را در ایالات متحده آمریکا بنیان نهادند، نزدیک به دو دهه است با وجود پیشرفت فناوری‌ها همچنان کارایی خود را حفظ نموده‌اند.

در نظام حقوقی ایران با تصویب قانون تجارت الکترونیک ایران در سال ۱۳۸۲، امضای الکترونیک به رسمیت شناخته شده که در آن برای ثبت‌های الکترونیکی حاوی امضای الکترونیک ارزشی هم‌سنگ ثبت‌های کاغذی در نظر گرفته شده است. از آنجا که در قراردادهای هوشمند امضاهای دیجیتالی به کار رفته و در قانون تجارت الکترونیک ایران به جای امضای دیجیتال، امضاهای مطمئن و ساده مورد شناسایی قرار گرفته است، لازم است ظرفیت‌های قانون تجارت الکترونیک در رابطه با قراردادهای هوشمند مورد شناسایی قرار گیرد. از این رو، بررسی ظرفیت‌های موجود و همچنین خلأهای احتمالی قوانین فعلی در زمینه قابلیت استفاده از امضای الکترونیکی در قراردادهای هوشمند، می‌تواند راهگشا باشد.

تا کنون در رابطه با قراردادهای هوشمند، شرایط ماهوی و چالش‌های حقوقی مرتبط با آن و همچنین در رابطه با امضاهای الکترونیک مقالاتی ارائه شده است که برخی از آن‌ها رویکرد تطبیقی نیز دارند. با این حال، پژوهش حاضر علاوه بر بررسی قانونگذاری قراردادهای هوشمند در ایالات متحده، به مطالعه مقررات مرتبط با امضای الکترونیک و امضای دیجیتال پرداخته و به طور خاص به امکان اعمال آن‌ها بر قراردادهای هوشمند از منظر قواعد شکلی پرداخته است تا به نتیجه‌ای عینی جهت تسهیل استفاده از قراردادهای هوشمند به صورت معتبر و متناسب به منعقدکننده‌ی آن دست یابد. در این راستا، پژوهش حاضر ابتدا به مفهوم و پیشینه‌ی قانون‌گذاری قراردادهای هوشمند و امضای الکترونیک در نظام حقوقی ایران و ایالات متحده پرداخته و سپس اعمال قواعد امضای الکترونیک و امضای دیجیتال در قرارداد هوشمند در حقوق ایران و ایالات متحده را مورد بررسی قرار می‌دهد.

۱. مفهوم قرارداد هوشمند و امضای دیجیتال و پیشینه‌ی قانون‌گذاری بر آن‌ها

قراردادهای هوشمند از مهم‌ترین دستاوردهای فناوری بلاک‌چین در زمینه‌ی حقوقی می‌باشد که با توجه به ویژگی‌هایی چون شفافیت و خوداجرایی، صرفه‌جویی در وقت و هزینه و مهم‌تر از همه حذف واسطه‌های مورد اعتماد با اقبال فراوان مواجه شدند. با این وجود، تعریف حقوقی جامع و مانعی از آن‌ها نیاز است تا بتوان قواعد مربوط به امضاهای دیجیتال را بر آن‌ها بار نمود (۱،۱). همچنین مطالعه‌ی امضاهای دیجیتال و تبیین مفهوم آن برای رسیدن به هدف پژوهش حاضر، ضروری است (۱،۲).

۱.۱. مفهوم قرارداد هوشمند و پیشینه‌ی قانون‌گذاری بر آن

بلاک‌چین یک دفتر کل دیجیتالی است که به طرفین اجازه می‌دهد بدون استفاده از یک مقام مرکزی به عنوان یک واسطه قابل اعتماد معامله نمایند. در این دفتر کل تراکنش‌ها در بلاک‌ها باهم به گونه‌ای گروه‌بندی شده‌اند، که از نظر رمزنگاری زنجیروار به هم متصل شده و

¹ Blockchain

² Smart Contract

³ Digital Signature

⁴ Electronic Signature



قابل دستکاری نمی‌باشد و از نظر ریاضی تاریخچه‌ای غیرقابل انکار ایجاد می‌کند (Jaikaran, 2018: 1). یکی از رایج‌ترین کاربردهای فناوری بلاک‌چین قراردادهای هوشمند است که به طور خودکار توافقنامه‌هایی را که توسط پروتکل‌های بلاک‌چین به صورت یکپارچه انجام می‌شود، به اجرا در می‌آورد. برای درک بهتر مفهوم قرارداد هوشمند لازم است ابتدا به مطالعه‌ی این مفهوم پرداخته (۱،۱،۱) و سپس جهت تبیین جایگاه آن‌ها در نظام حقوقی، پیشینه‌ی قانون‌گذاری قراردادهای هوشمند در حقوق ایران و ایالات متحده آمریکا مورد بررسی قرار خواهد گرفت (۱،۱،۲).

۱،۱،۱. مفهوم قراردادهای هوشمند

اصطلاح قرارداد هوشمند اولین بار با توسط نیک زابو در سال ۱۹۹۴ به کار رفت. زابو در ابتدا قراردادهای هوشمند را به عنوان یک سری تعهدات مشخص شده در شکل دیجیتال تعریف می‌نماید که شامل پروتکل‌هایی است که در آن طرفین این تعهدات را اجرا می‌نمایند که هدف از آن‌ها، برآورده ساختن شروط قراردادی متداول (مثل شروط پرداخت، حق رهن/حبس، محرمانگی و حتی اجرا)، حداقل نمودن استثنائات مخرب و تصادفی و حداقل نمودن نیاز به واسطه‌های مورد اعتماد است (Guidance Note, 2019: 6). به عبارت دیگر، یک قرارداد هوشمند یک برنامه کامپیوتری یا پروتکل تراکنش است (Röscheisen et al, 1998: 216) که به منظور اجرای خودکار، کنترل یا مستندسازی رویدادها و اقدامات بر اساس شرایط یک قرارداد یا توافق طراحی شده است (Savelyev, 2016; Tapscott & Tapscott, 2016: 76). اهداف قراردادهای هوشمند کاهش نیاز به واسطه‌های مورد اعتماد (Fries & Paal, 2019)، هزینه‌های داوری و زبان‌های ناشی از تقلب، و همچنین کاهش استثنائات مخرب و تصادفی است (Szabo, 1997).

قرارداد هوشمند این ویژگی‌ها را در رمز رمزگذاری می‌نماید و بنابراین ماشین‌ها ارزیابی می‌کنند که آیا شروط قرارداد برآورده شده‌اند، و سپس اجرای مفاد قرارداد مانند انتقال اموال و دارایی‌ها را آغاز می‌نمایند. علاوه بر طرفین درگیر در معامله، کاربران دیگر در پلتفرم بلاک‌چین هم ممکن است منابع محاسباتی لازم برای پردازش یا اعتبار قرارداد یا معامله آنها را فراهم نمایند، در نتیجه سهمی در معامله به دست می‌آورد یا به تایید معامله در دفتر کمک می‌کنند (Jaikaran, 2018: 7). به عبارت دیگر می‌توان گفت که آنچه در صنعت تحت عنوان قراردادهای هوشمند آورده می‌شوند، برنامه‌های نرم‌افزاری هستند که توافق‌های پیچیده را به صورت خودکار اجرا می‌نمایند (Fulmer, 2019: 182).

با این حال باید توجه داشت که تمام قراردادهای هوشمند را نباید الزاماً با یک قرارداد حقوقی یکسان دانست (Cannarsa, 2018: 779; Filatova, 2020: 219; Drummer & Neumann, 2020: 340). یک قرارداد از منظر حقوقی توافقی است بین دو یا چند شخص که منجر به ایجاد یک اثر حقوقی می‌شود (صفایی، ۱۳۹۹: ۲۵). به عبارت دیگر، ایده‌ی قرارداد هوشمند لزوماً ربطی به مفهوم حقوقی یک قرارداد ندارد، بلکه قرارداد هوشمند رمزی رایانه‌ای است که قادر است هنگام به کارگیری، به صورت خودکار توسط عملکردهای از پیش تعیین شده به اجرا درآید. گاهی حتی به جای اینکه به عنوان خود قرارداد عمل نماید، رمز ممکن است صرفاً باعث شود موضوع قرارداد فروش تحویل داده شود یا باعث شود پرداخت برای ایفای تعهد دیگری منتقل شود. آن عملکردها مربوط به قراردادهایی هستند که می‌تواند با استفاده از رمز، یا نمایندگان خودکار، یا توسط دو انسان در جلسه‌ای رو در رو تشکیل شوند.

بنابراین تمام موارد قراردادهای هوشمند را نمی‌توان به عنوان یک قرارداد در نظر گرفت و گاهی تنها تراکنش‌هایی هستند بدون اینکه منجر به ایجاد یک اثر حقوقی با توافق دو یا چند نفر شوند. با این حال در پاره‌ای از موارد، قراردادهای هوشمند با تعریف حقوقی قرارداد نیز مطابقت داشته و در واقع طرفین با استفاده از ابزار بلاک‌چین در حال انعقاد قرارداد حقوقی هستند که دارای ویژگی‌های خاصی مانند قابلیت خوداجرای می‌باشد. در این گونه موارد است که استفاده از امضایی که قابلیت انتساب داشته، از جهت اعتبار حقوقی قرارداد هوشمند دارای اهمیت است و در واقع تمرکز پژوهش حاضر بر آن دسته از قراردادهای هوشمند است که در واقع توافقی بین دو یا چند شخص جهت ایجاد یک اثر حقوقی باشد.

۱،۱،۲. پیشینه‌ی قانون‌گذاری بر قراردادهای هوشمند در حقوق ایران و ایالات متحده آمریکا

به دنبال استقبال عموم از فناوری بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند، قانونگذاران ایالتی در ایالات متحده آمریکا، برای پاسخگویی به نیازهای مصرف‌کنندگان شروع به تنظیم مواد قانونی در زمینه بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند پرداختند. در مبحث پیش رو این تحولات در

زمینه قانون گذاری و نتایج حاصل از آن در ایالات متحده مطرح شده (۱،۱،۲،۱) و سپس اقدامات صورت گرفته در ایران برای رسمیت بخشیدن به این فناوری‌های نوظهور مورد بررسی قرار می‌گیرد (۱،۱،۲،۲).

۱،۱،۲،۱. پیشینه و آثار قانون گذاری بر قراردادهای هوشمند در ایالات متحده آمریکا

در پی استفاده فزاینده‌ی افراد از فناوری‌های بلاک‌چین، قانون‌گذاران ایالتی با معضل اجرای قوانین حمایتی بدون سرکوب فناوری‌های جدید روبه‌رو بودند و در این راستا، از دسامبر ۲۰۱۸ اقداماتی در سطح فدرال انجام پذیرفت. کمیسیون معاملاتی معاملات آتی کالای ایالات متحده^۱ و کمیسیون بورس و اوراق بهادار ایالات متحده^۲ جلسات استماع برگزار نموده و قوانین آژانس مربوطه خود را در موضوعات مرتبط با بلاک‌چین به اجرا درآورده‌اند. این اقدامات نشان می‌دهد که تنظیم‌کنندگان ایالات متحده در حال افزایش نظارت بوده و مایلند از قوانین موجود برای تنظیم فناوری‌های بلاک‌ها استفاده نمایند (Arcari, 2019: 385).

در سطح ایالتی نیز، هرچند قانون‌گذاران به کندی عمل نموده‌اند، قوانین متعددی در زمینه‌ی فناوری بلاک‌چین در رابطه با نگهداری سوابق، انتقال ارز و کاربردهای دیگر تصویب شده است. طبق بیانیه‌ی کنفرانس ملی مجالس قانون گذاری ایالتی در سوم مارچ ۲۰۱۹، مجالس ایالتی بر روی پنجاه و چهار مصوبه در رابطه با کاربرد فناوری بلاک‌چین کار کرده‌اند. کنگره نیز به تنظیم فناوری بلاک‌چین از طریق قانون پیشنهادی تاسیس بلاک‌چین ۲۰۱۸^۳ که اولین تایید فدرال نسبت به فناوری بلاک‌چین بوده، اقبال نشان داده است. با این حال، علی‌رغم درخواست روزافزون عمومی برای قراردادهای هوشمند، تنها پنج قانون پیشنهادی در رابطه با آن‌ها ارائه شده و در زمینه‌ی قانون گذاری به طور قابل توجهی از فناوری بلاک‌چین عقب مانده‌اند.

همچنین در حالی که پیشرفت قانون گذاری برای فناوری بلاک‌چین امیدوار کننده است، پاسخ کلی قانونی محدود بوده است و راه‌حل‌های قانونی، اعم از قوانینی که تعاریف ابتدایی از فناوری بلاک‌چین را بیان نموده‌اند تا لوائح قانونی تایید و قدرت بخشی به امضاهای الکترونیکی موجود در قراردادهای هوشمند، مضیق‌اند. در راستای بررسی بیشتر موضوع، ابتدا به مطالعه‌ی دستاوردها و آثار مثبت قانون گذاری در زمینه قرارداد هوشمند در ایالات متحده آمریکا و سپس به مذاقه در آثار منفی قانون گذاری فعلی در این زمینه پرداخته می‌شود.

۱،۱،۲،۱،۱. دستاوردها و آثار مثبت قانون گذاری در زمینه‌ی قرارداد هوشمند در ایالات متحده آمریکا

برخی ایالت‌ها مانند نیویورک، لوائح قانونی ارائه نموده‌اند که به تعریف قرارداد هوشمند و به رسمیت شناختن امضاهای دیجیتالی همانند امضاهای الکترونیکی می‌پردازد و ایالت‌های دیگر، مانند آریزونا، قوانینی تصویب نموده که به طور خاص مجوز استفاده از قراردادهای هوشمند به عنوان قراردادهای قانونی را می‌دهد (Arcari, H.B. 2417, 2017: 53rd Leg). آریزونا، تنسی و نیویورک قوانین ایالتی مجزا برای تنظیم و به رسمیت شناختن کاربرد قراردادهای هوشمند را تصویب نموده یا در حال تصویب آن هستند. این ایالت‌ها قراردادهای هوشمند را از طریق مقررات پیشگیرانه و نه توسط مقررات متکی بر قانون امضای الکترونیک فدرال، قوانین متحدالشکل همانند یوتا، یا اعمال اجرایی آژانس‌های فدرال (همانند کمیته بورس و اوراق بهادار آمریکا و کمیسیون معاملات آتی کالای ایالات متحده) مشروعیت بخشیده‌اند (Arcari, 2019: 387).

آریزونا اولین ایالتی بود که قوانین ویژه قرارداد هوشمند را در سال ۲۰۱۷ تصویب نمود و استفاده از قراردادهای هوشمند را در تجارت مجاز اعلام و تعاریف «فناوری بلاک‌چین» و «قرارداد هوشمند» را به قانون تبدیل نمود (Arcari, H.B. 2417, 2017: 53rd Leg). قانون سال ۲۰۱۷، قانون معاملات الکترونیکی آریزونا را اصلاح کرد و به طور خاص «قراردادهای هوشمند» را به عنوان برنامه‌ای که بر روی یک دفتر کل توزیع شده، غیرمتمرکز، مشترک و تکراری اجرا می‌شود که قادر است حفاظت و انتقال دارایی‌های آن دفتر را برعهده گیرد، تعریف می‌کند (Arcari, H.B. 2417, 2017: 53rd Leg). در حالی که تعریفی مضیق‌تر می‌تواند کاربرد قرارداد هوشمند را به شدت محدود کند، این تعریف موسع به قراردادهای هوشمند اجازه می‌دهد تا انتقال هر نوع دارایی از ارزهای دیجیتال به وام مسکن، اوراق بهادار و سایر دارایی‌های قابل انتقال را انجام دهند (Arcari, 2019: 378). در سال ۲۰۱۸ تنسی قانونی را تصویب نمود که قراردادهای هوشمند را به رسمیت می‌شناسد

¹ U.S. Commodity Futures Trading Commission (CFTC)

² U.S. Securities and Exchange Commission (SEC)

³ Blockchain Promotion Act

(Tenn, 2018: Pub. Ch. 591). قانون جدید تنسی که از مفاد قانون آریزونا تقلید می‌نماید، تعریف جامعی از فناوری دفترکل نامتمرکز^۱ ارائه داده و تعریف فناوری بلاک‌چین را که آریزونا به کار گرفته، می‌پذیرد. قرارداد هوشمند در قانون به عنوان برنامه‌ی کامپیوتری مبتنی بر رویداد که بر یک دفتر کل توزیع شده، غیرمتمرکز، اشتراکی و تکثیر شده که به برای انجام تراکنش‌های خودکار استفاده شده، اجرا می‌شود، تعریف شده است (Ariz, H.B. 2417, 2017: 53rd Leg).

نیویورک آخرین ایالتی که قوانین قراردادهای هوشمند را تهیه نموده و در انتظار تصویب است. قانون فن‌آوری ایالتی در ماده ۳۱۰ خود در بیان امضاها و ثبت‌های ایمن شده در قرارداد هوشمند در بستر بلاک‌چین تصریح می‌کند که قراردادی که از طریق فن‌آوری بلاک‌چین تضمین شده به صورت الکترونیکی و سابقه‌ی الکترونیکی در نظر گرفته می‌شود. همچنین اعلام می‌دارد که اثر قانونی، اعتبار و قابلیت اجرای یک قرارداد مربوط به معامله را نمی‌توان صرفاً به دلیل اینکه قرارداد حاوی یک اصطلاح «قرارداد هوشمند» است، انکار نمود (New York Assembly Bill 8780, 2017-2018). هر سه این ایالات از زبان تقریباً یکسانی در قوانین خود استفاده کرده و دو جنبه حقوقی را تأیید می‌نمایند: نخست اینکه قوانین به قراردادهای هوشمند اجازه می‌دهند تا به طور قانونی اطلاعات را در یک زنجیره بلوکی ثبت کنند، و همین‌طور قوانین به صراحت تأیید می‌کنند که قراردادهای هوشمند ممکن است در تجارت وجود داشته باشند، بدون تعصب نسبت به اینکه قرارداد به جای یک قالب سنتی، به صورت رمز دیجیتال ارائه می‌شود.

ایالت ایلینویز نیز با قانون‌گذاری جدید قراردادهای هوشمند را پذیرفت. در ژانویه ۲۰۲۰، قانون فناوری بلاک‌چین ایلینویز^۲ با تعیین چارچوب قانونی برای قرارداد هوشمند و فناوری بلاک‌چین، به اجرا درآمد. این قانون به عنوان یکی از جامع‌ترین قوانین در زمینه قرارداد هوشمند در نظر گرفته شده است، چرا که در مورد قراردادهای مبتنی بر بلاک‌چین و کاربردهای متنوع آن، تعریف قانونی قاطعی فراهم می‌کند (Blockchain Technology Act, 2020: Sections 5 and 10 of (205 ILCS 730/)). در آخر نوادا در ۲۰۱۷^۳ و اهایو در ۲۰۱۸، نسخه‌ی قانون متحدالشکل معاملات الکترونیکی را با تعریف بلاک‌چین و سابقه الکترونیکی اصلاح نمودند (Nevada Revised Stat. Ann. Section 719.090, as amended by 2019 Nev. S.B. 162). دیگر ایالت‌ها نیز به عنوان اولین قدم در پذیرش قانون‌گذاری قراردادهای هوشمند، نیروی کار یا کمیته‌های تحقیق تاسیس نموده‌اند؛ برای مثال کالیفرنیا، تگزاس، نیوجرسی، و نیویورک کمیته‌هایی تشکیل داده‌اند تا درباره کاربردهای بالقوه قراردادهای هوشمند و فناوری بلاک‌چین تحقیق نمایند (Roumpos, 2019: 30).

۱،۱،۲،۱،۲. آثار منفی قانون‌گذاری فعلی در زمینه‌ی قرارداد هوشمند در ایالات متحده آمریکا

پس از شروع توسعه تجارت الکترونیک در دهه ۱۹۹۰، ایالت‌های ایالات متحده شروع به وضع قوانینی برای تنظیم آن نمودند. در تلاش برای هماهنگ نمودن این قوانین، کنفرانس ملی کمیسیونر ایالات متحده در قوانین متحدالشکل ایالتی^۴، قانون متحدالشکل معاملات الکترونیکی (یوتا)^۵، یک قانون نمونه را ایجاد نمود. از زمان تاسیس، یوتا تقریباً در تمام حوزه‌های قضایی ایالات متحده، چه به شکل اصلی و چه با اصلاحات پذیرفته شده است (Blyth, 2019: 13). برخی قوانین تصویب شده یا پیشنهادی در زمینه قراردادهای هوشمند یا بلاک‌چین تنها مقرر نموده‌اند که بلاک‌چین‌ها یا قراردادهای هوشمند به عنوان امضاها و ثبت‌های الکترونیکی در نظر گرفته شود؛ این در حالی است که بر طبق قوانین یوتا قابلیت اجرای آن‌ها به خاطر ماهیت الکترونیکی‌شان نباید مورد انکار قرار گیرد.

همچنین این تعاریف در برخی موارد نامناسب و از نظر فنی محدود یا نادرست هستند و پیچیدگی‌هایی را تحمیل می‌کنند. به ویژه اینکه محتمل است در گذر زمان، اقسام جدید دیگری از فناوری بلاک‌چین ایجاد گردد. چنانچه برخی کاربردهای آن در محدوده‌ی قانون‌گذاری اصلاحی که نسبت به یوتا تصویب شده قرار نگیرد، پس به احتمال زیاد قراردادهای هوشمندی که در آن پروتکل‌ها استقرار یافته از پیش‌فرض‌های حمایتی یوتا برخوردار نخواهند شد. حال آنکه که شیوه‌ی بی‌طرفی نسبت به فن‌آوری که در حال حاضر توسط یوتا اتخاذ شده به قدری موسع است که انواع فن‌آوری‌های بلاک‌چین را در برمی‌گیرد. در نتیجه تصویب اصلاحیه‌ها نسبت به یوتا در رابطه با بلاک‌چین اشتباهی قابل توجه در زمینه تجارت بر مبنای بلاک‌چین می‌باشد (Guidance Note, 2019: 6).

¹ Distributed Ledger Technology (DLT)

² Illinois Blockchain Technology Act (BTA)

³ The Electronic Act of Nevada (NETA)

⁴ National Conference of Commissioners on Uniform State Laws (NCCUSL)

⁵ Uniform Electronic Transaction Act (UETA)

مورد دیگر اینکه برخی قانون‌گذاری‌های پیشنهادی که شامل تعاریفی از بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند هستند، گاهی متضادند. تعاریف قانونی ارائه شده در کالیفرنیا ۲۰۱۸، فلوریدا، نبراسکا و تنسی با تعاریف گروه‌های صنعتی و با تعاریف این ایالت‌ها با هم متفاوت است. این طور به نظر می‌رسد که این حوزه‌های قضایی نه تنها بلاک‌چین‌ها و چارچوب استفاده از آن‌ها را برای استارت‌آپ‌ها و کارآفرینان روشن نمی‌کنند، بلکه مغایرت‌ها در تعاریف در واقع عدم قطعیت قانونی را به وجود می‌آورد که پیش از این سابقه نداشته است (Guidance Note, 2019: 7).

۱،۱،۲،۲. پیشینه قانون‌گذاری قراردادهای هوشمند در حقوق ایران

آنچه تا کنون در حوزه‌ی قانون‌گذاری بیشتر مورد توجه قرار گرفته، قوانین و مقررات مربوط به حوزه‌ی رمز ارز به عنوان یکی از کاربردهای مهم فناوری بلاک‌چین بوده است و در این رابطه تا به امروز اسنادی از سوی نهادهایی همچون بانک مرکزی، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، و شورای عالی فضای مجازی منتشر شده یا در مرحله‌ی بررسی برای انتشار است. در تاریخ ۸/۴/۱۳۹۹ تصویب‌نامه در خصوص دارندگان دستگاه‌های استخراج رمز ارز (ماینر) توسط هیئت وزیران به تصویب رسید. در آخرین اقدام صورت گرفته و به دنبال استقبال از ارز رمزهای جهانی مجلس به دنبال تصویب رمز ارز ملی است و در تاریخ دوم تیر ۱۴۰۰، طرحی نیز با عنوان «حمایت از استخراج رمز ارز و ساماندهی بازار مبادلات داخلی آن» از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی در ۴ ماده تنظیم و برای بررسی به مجلس ارائه شده است. در صورت تصویب این طرح اولین گام به سوی فن آوری بلاک‌چین برداشته شده است.

با وجود اینکه، در حال حاضر برخی نمونه‌های قراردادهای هوشمند در صنایع مختلف و از جمله خدمات مالی اجرا می‌شود تا کنون در این زمینه قوانین و مقررات مستقلی ارائه نشده است (ناصر و صادقی، ۱۳۹۸). یا این حال، همانگونه که در مبحث مفهوم قانونی قراردادهای هوشمند بیان شد، این قراردادها، صرف از نظر از شرایط شکلی انعقادشان، چنانچه شروط ماهوی لازم برای قرارداد را برآورده سازند، می‌توانند در قلمرو حقوق قراردادهای قرار گیرند. بر این مبنا قوانین ماهوی قانون مدنی در رابطه با قراردادها بر این آن‌ها قابل اعمال است. از دیگر سو عبارت قانون تجارت الکترونیک ایران (۱۳۸۲) در ماده یک: «این قانون مجموعه اصول و قواعدی است که برای مبادله آسان و ایمن اطلاعات در واسط‌های الکترونیکی و با استفاده از سیستم‌های ارتباطی جدید به کار می‌رود»، به قدری موسع است که فناوری‌های نوین چون بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند را نیز در برگیرد. در موادی از این قانون به تعریف داده پیام امضای الکترونیکی و داده پیام مطمئن پرداخته که چنانچه در مباحث آتی به تفصیل بیان می‌شود، می‌تواند با قرارداد هوشمند منطبق باشد. با این وجود، به دلیل شرایط خاص قراردادهای هوشمند، قوانین موجود در تمام موارد کافی نبوده و همان‌طور که اشاره شد، نیاز به وضع مقررات دقیق در این زمینه همچنان وجود دارد.

۱،۲. مفهوم امضای دیجیتال و زیرساخت‌های فنی آن‌ها

حقوق قراردادهای در سراسر جهان به طور سنتی ایجاب می‌کند که طرفین امضاهایشان را به یک سند ضمیمه نمایند. عرف هرگونه علامت دستی، حروف یا ترکیب آن‌ها را امضاء محسوب می‌کند (Reed, 2007: 208). با شروع عصر الکترونیک، امضای الکترونیکی هم به وجود آمد که با عنایت به فناوری‌های گوناگون، دارای ساختار و درجات اطمینان‌بخشی متفاوت در صدور سند می‌باشند. یک امضای الکترونیکی به عنوان اطلاعاتی به شکل الکترونیکی که با اطلاعات الکترونیکی دیگر پیوست شده یا از نظر منطقی مرتبط شده و به عنوان یک شیوه تصدیق به حساب آمده است (Council Directive 1999/93/EC, 2000: O.J. (L13)12). امضاهای الکترونیکی در بسیاری از کشورها همچون ایران، به صورت قانونی مورد پذیرش واقع شده‌اند که از جمله می‌توان به برزیل، کانادا (Secure Electronic Signature Regulations, 2011)، آفریقای جنوبی (Electronic Communications and Transactions Act, 2002)، ایالات متحده، الجزایر (Law 15-04, 2015)، ترکیه (Elektronik İmza Kanunu [Electronic Signature Act, 2004])، هند (The Information Technology Act, 2000)، اندونزی، مکزیک، عربستان سعودی (Electronic Transaction Law)، اروگوئه (Cómo se usa, 2018)، سوئیس، شیلی (Ley-19799 Sobre Documentos Electronicos, Firma Electronica Y Servicios de Certification de Dicha Firma, 2002) و کشورهای اتحادیه اروپا (Dawn, 2016; Ashiq, 2016) اشاره کرد.

امضای الکترونیکی ممکن است اشکال مختلفی داشته باشد: یک امضای دیجیتالی، یک اثر انگشت دیجیتالی شده، اسکن شبکه، شماره پین، یک تصویر دیجیتالی شده از امضای کتبی که به یک پیغام الکترونیکی پیوست شده و یا صرفاً یک اسم که در انتهای یک پیغام ایمیل نوشته شده است (Blythe, 2005: 3). به عبارت دیگر، امضاهای دیجیتال اغلب برای اجرای امضاهای الکترونیکی استفاده می‌شوند که شامل هر داده الکترونیکی که نیت یک امضا را دارد، می‌شود (US E-Sign Act, 2000)، اما همه امضاهای الکترونیکی از امضاهای دیجیتال استفاده

نمی‌کنند. امضاهای دیجیتالی به عنوان شکل خاصی از امضاهای الکترونیک، توانایی طرفین قرارداد را با اعتباربخشی به ارتباط الکترونیکی افزایش می‌دهد و در آن فن‌آوری رمزگذاری و رمزگشایی پیچیده‌ای به کار رفته تا هویت طرف دیگر معامله الکترونیکی را تایید نماید (Blyth, 2005: 1) که بر اساس آن می‌توان به انتساب امضا به شخص اطمینان حاصل نمود (Jonathan & Yehuda, 2007: 399). برای روشن شدن مفهوم آن لازم است ابتدا به درجات مختلف امنیتی در انعقاد قراردادهای آنلاین اشاره نمود. وقتی یک قرارداد به صورت آنلاین منعقد می‌گردد، چهار درجه امنیتی محتمل است که در ادامه به آن پرداخته شده است.

سطح اول در صورتی وجود دارد که اگر یک طرف ایجاب را صرفاً با کلیک بر روی دکمه‌ی «موافقم» بر صفحه‌ی رایانه قبول نموده است (E.Stern, 2001: 391). سطح دوم امنیتی زمانی واقع می‌شود که اسراری میان دو طرف منعقدکننده قرارداد به اشتراک گذاشته شده؛ این را می‌توان با مثال استفاده از یک رمزعبور یا شماره کارت اعتباری برای تایید قصد مشتری مبنی بر اینکه کالاها یا خدمات قرار بوده خریداری شود، روشن نمود (Blythe, 2005: 4).

سطح سوم توسط بیومتریک حاصل شده است. این نوع امضا مبتنی بر ویژگی‌ها و معرف‌های زیست‌شناختی فرد است. تشخیص چهره، اسکن عنبیه و اثر انگشت، یک الگوی صوتی، یا یک اثر انگشت کپی‌برداری شده به صورت دیجیتالی که به یک پیغام الکترونیکی پیوست شده است، از نمونه‌های امضای بیومتریک است. در همه این مثال‌ها، یک نمونه از شخص برای مقایسه بعدی برای شناسایی از قبل گرفته و ذخیره شده است. (Blythe, 2005: 4). ثبت و تشخیص درستی این امضاها نیازمند حضور اشخاص ثالث و همچنین درج اطلاعات بیومتریک فرد است.

سطح چهارم امضای دیجیتال می‌باشد اولین تکنولوژی مهم امضای الکترونیک، که عموماً به عنوان «امضای دیجیتال» شناخته می‌شود، بر اساس پیشرفت‌های رمزنگاری در اواسط دهه ۱۹۷۰، یکی از پیشرفته‌ترین و پرکاربردترین نوع از امضاهای الکترونیک است و به دلیل امنیت بالای آن جایگزین سایر روش‌های موجود شده و بیشتر قانون‌گذاران این شیوه را پذیرفته‌اند. این امضا مبتنی بر علم رمزنگاری نامتقارن است و از دو نوع الگوریتم که به نام‌های «کلید عمومی» و «کلید خصوصی» استفاده می‌کند (Fisher, 2001: 111). از میان انواع امضای الکترونیک بالاترین درجه‌ی امنیتی را دارا است.

برای ایجاد یک امضای دیجیتال، ابتدا صاحب امضا (الف)، متن نوشته شده را با کلید خصوصی خودش به صورت رمز درمی‌آورد و برای شخص مورد نظر (ب) ارسال می‌کند. ب متن را به کمک کلید عمومی مربوط به الف، رمزگشایی می‌نماید. اگر متن مزبور از سوی الف ارسال نشده باشد، رمزگشایی نمی‌شود و نیز اگر در جریان ارسال تغییر در متن صورت گرفته باشد، آشکار می‌گردد (صادقی نشاط، ۱۳۹۳: ۹۱). به عبارت دیگر در تعریف نهایی «امضای دیجیتال» می‌توان گفت که طرحی ریاضی برای ارائه اعتبار و صحت امضاهای الکترونیکی و ثبت-های الکترونیکی با استفاده از رمزگذاری نامتقارن است (Agrawal, 2018: 170).

۲. قواعد حاکم بر امضای دیجیتال و اعمال آن بر قراردادهای هوشمند در حقوق ایران و ایالات متحده

همان‌طور که گفته شد، یکی از ویژگی‌های اختصاصی قراردادهای هوشمند، به‌کارگیری امضای دیجیتالی در انعقاد آن‌ها می‌باشد. اختصاص امضای دیجیتالی به افراد در بستر بلاک‌چین واقع شده و از امنیت بالایی برخوردار است. از آنجا که فناوری رمزگذاری و آشکارسازی پیچیده برای تایید هویت طرف دیگر تراکنش الکترونیک در امضا دیجیتال به کار رفته، استفاده از آن‌ها توانایی طرفین قرارداد به اعتباربخشی به ارتباط الکترونیکی را افزایش می‌دهد. علی‌رغم قوانین که در حوزه امضای الکترونیک در حقوق ایران و ایالات متحده آمریکا وجود دارد، در حقوق ایران قواعد خاصی در رابطه با امضای دیجیتال به طور خاص وجود نداشته و در حقوق ایالات متحده نیز قانون امضای دیجیتال که برای حل و فصل منازعات میان طرفین در تجارت الکترونیک ضروری است، هنوز نوباست (Blyth, 2005: 1).

با این حال اعمال بررسی قواعد مربوط به امضای الکترونیک به طور کلی و امضای دیجیتال به طور اختصاصی در راستای اعمال آن در قراردادهای هوشمند ضروری است و از همین رو، بند حاضر به بررسی قواعد مربوط به امضای الکترونیک و امضای دیجیتال در حقوق ایران و ایالات متحده و نحوه‌ی اعمال مقررات کنونی بر قراردادهای هوشمند بر مبنای بلاک‌چین اختصاص یافته است. در این راستا، مبحث پیش‌رو در بند نخست قواعد حاکم بر امضای دیجیتال در ایالات متحده آمریکا و اعمال این قواعد بر قراردادهای هوشمند را بررسی می‌نماید، سپس

بند دوم به تفصیل قواعد حاکم بر امضاهای دیجیتال در حقوق ایران و تبیین مواردی از قوانین که می‌توان برای اعتباربخشی به قراردادهای هوشمند از آن‌ها مدد جست، می‌پردازد.

۲.۱.۱. قواعد حاکم بر امضای دیجیتال و اعمال آن بر قراردادهای هوشمند در حقوق ایالات متحده

در روزهای نخست اینترنت، ایالت‌ها قوانین جسته‌گریخته‌ای را تصویب نمودند که طراحی شده بود تا میان احتیاجات تجارت بر خط (آنلاین) با حمایت‌های مصرف‌کنندگان و کسب و کارها تعادل ایجاد نماید. در پاسخ به قوانین ایالتی اغلب متناقض، کنفرانس ملی کمیسران قوانین متحدالشکل ایالتی در سال ۱۹۹۹ پیش‌نویس یوتا را برای ارائه یک قانون نمونه به منظور هماهنگ نمودن قوانین حاکم بر معاملات تجارت الکترونیک تهیه نمود (Cohn et al., 2017: 286).

علی‌رغم هدف یوتا از تهیه یک قانون استاندارد ملی حاکم بر معاملات تجاری الکترونیک، ایالات به طور متناقض یوتا را با تغییر چندین مفاد برای حمایت از مصرف‌کنندگان یا انعکاس قوانین ایالتی اجرا نمودند. کسب و کارها که دوباره با چالش نیاز به پیروی از چندین قانون ناهماهنگ ایالتی مواجه بودند، برای یک قانون جدید به منظور استاندارد نمودن تعادل میان امضای الکترونیکی و سایر اشکال امضا در سطح ملی فشار آوردند. تصویب قانون امضای الکترونیک فدرال در سال ۲۰۰۰ توسط کنگره پاسخی بود به این فشارها، در عین حال که از بسیاری جهات منعکس کننده یوتا بود، در برخی از مقررات، از جمله الزامات رضایت مصرف‌کننده، متفاوت بود (146 Cong. Rec. S5217. (statement of Sen. McCain)).

با این حال، کنگره یک مقرر حق ممانعت را گنجانده که به ایالات این اختیار را می‌دهد که میان پذیرش قانون امضای الکترونیک فدرال یا پذیرش قانون نمونه یوتا یکی را برگزینند (15 U.S.Code, 2000: Section 7002). کنگره تصریح نمود که ایالت‌ها می‌توانند با قوانین خودشان از قانون امضای فدرال الکترونیک فدرال ممانعت نمایند، تا زمانی که این قوانین یوتا باشد یا در تضاد با مقررات قانون امضای الکترونیک فدرال نباشد (15 U.S.Code, 2000: Section 7002). این امر منعکس‌کننده این تمایل بود که ایالت‌ها یا از قانون امضای الکترونیک فدرال متابعت نمایند و یا یوتا را در سطح ایالتی به تصویب رسانند و جایگزین قانون امضای الکترونیک فدرال نمایند. بدین ترتیب مقررات ممانعت/حق تقدم تضمین می‌کند که قانون امضای الکترونیک فدرال یا یوتا بر معاملات الکترونیکی حاکم باشد.

۲.۱.۱.۱. مقررات کلی یوتا و قانون امضای فدرال

یوتا و قانون امضای الکترونیک فدرال چندین ویژگی مشترک دارند. اولاً، هر دو تضمین می‌کنند که امضاها یا ثبت‌های الکترونیکی تنها به خاطر شکل الکترونیکی‌شان از نظر قانونی بی‌اثر نخواهند بود. دوماً، هر دو تصریح می‌نمایند که هر قانونی که الزام نماید ثبت بصورت کتبی باشد، الزام قانون با ثبت الکترونیکی نیز برآورده خواهد شد. در نهایت، امضای الکترونیکی معادل امضای کتبی برای هر قانونی است که نیاز به امضا دارد (15 U.S.Code, 2000: Section 7001; UETA, 1999: Section 7(a)). در مجموع، این مقررات تضمین می‌نمایند که ثبت‌ها و امضاهای الکترونیکی دارای همان اختیارات قانونی اسناد و امضاهای فیزیکی هستند.

این مقررات همچنین این مفهوم را به رسمیت می‌شناسد که رضایت می‌تواند از طریق ابزارهای الکترونیکی اعطا شود. یوتا همچنین مقرر می‌نماید که هر دو طرف می‌توانند بر «انعقاد معاملات توسط ابزارهای الکترونیکی» توافق نمایند، این توافق می‌تواند «از قراین و اوضاع و احوال پیرامون موضوع، از جمله رفتار طرفین» معین شود (UETA, 1999: Section 5(b)). قانون امضای الکترونیک فدرال و یوتا همچنین موادی در رابطه با حفظ و دسترسی به هرگونه ثبت الکترونیکی دارند (UTEA, 1999: Section 12; 15 U.S.Code, 2000: Section 7001(e)). هر دو قانون مقرر می‌نمایند که یک ثبت الکترونیکی قابل تولید است و باید به طور دقیق شکل نهایی توافق طرفین را منعکس نماید (U.S.Code, 2000: Section 7001(e); UETA, 1999: Section 12(a)(1)-(2)).

به طور کلی، تاثیر یوتا و قانون امضای فدرال اینست که اجازه می‌دهد امضای دیجیتال تأثیری مشابه امضای فیزیکی داشته باشد. کنگره می‌خواست به کسب و کارها اجازه دهد تا از کارایی انتقال و امضای اسناد به صورت الکترونیکی بهره‌مند شده و کسب و کارها را از الزام به نگهداری انباری پر از قرارداد آزاد کند (146 Cong. Rec. S. 5217-18 (statement of Sen. McCain)). دادگاه‌ها یوتا و قانون امضای

فدرال را به گونه‌ای تفسیر کرده‌اند که به تسهیل تراکنش‌های دیجیتال کمک نموده و به رشد اقتصاد دیجیتال کمک نماید (Cohn et al., 2017: 288).

۲،۱،۲. نحوه اعمال یوتا و قانون امضای فدرال بر قرارداد هوشمند مبتنی بر بلاک‌چین

راه‌حل اعمال یوتا و قانون امضای الکترونیک بر قراردادهای هوشمند مبتنی بر بلاک‌چین، کلید رمزنگاری است که توسط آن قراردادهای هوشمند امضا و تایید می‌شود. به زبان ساده، رمزنگاری کلید نامتقارن در زبان و هدف یوتا و قانون امضای فدرال به عنوان یک «امضای الکترونیکی» قرار می‌گیرد.

یکی از راه‌های ابراز موافقت طرفین با شرایط قرارداد هوشمند، ارائه امضای دیجیتالی خود با استفاده از یک کلید رمزنگاری است. این امضا که با استفاده از کلید رمزگذاری کلید نامتقارن بیان می‌شود، شبیه امضاهای دیجیتال اولیه است که اشکال اولیه یوتا پیش‌بینی نموده بود. یوتا «امضای الکترونیکی» را به عنوان «صدا، نماد یا فرآیند الکترونیکی متصل به یک ثبت یا به طور منطقی مرتبط با یک ثبت و اجرا یا اتخاذ شده توسط شخصی با قصد امضای آن ثبت» تعریف کرده است (UETA, 1999: Section 2(8)). تعریف «امضای الکترونیک» در قانون امضای فدرال نیز اساساً شبیه یوتا است (15 U.S.Code, 2000: Section 7006(5)). بنابراین یک امضای الکترونیکی دارای دو جزء شامل «امضا به هر شکلی که باشد» و «قصد امضا» است.

به علاوه، طرفینی که از قرارداد هوشمند استفاده می‌کنند، در مورد شرایط مذاکره نموده و سپس هر یک از طرفین باید از کلید رمزنگاری خاص خود برای امضای قرارداد استفاده نمایند. کلید رمزنگاری همچنین «یک نماد یا فرآیند که ضمیمه شده یا به طور منطقی به یک ثبت پیوسته شده است» می‌باشد، و امضای عمدی «قصد هر یک از طرفین به امضای ثبت» را اثبات می‌نماید. صرف‌نظر از شروط قراردادی خاص، این واقعیت که یک قرارداد هوشمند بر مبنای بلاک‌چین می‌تواند شرکت‌کنندگان را ملزم به امضای قرارداد از طریق کلید رمزنگاری کند، باید به دادگاه‌ها اطمینان دهد که یک قرارداد هوشمند یک توافقنامه الزام‌آور قانونی تحت یوتا و قانون امضای الکترونیک فدرال است (Cohn et al., 2017: 289).

از مواد دیگر قابل اعمال بر قراردادهای هوشمند، ماده ۹ یوتا است که قواعد انتساب امضاهای الکترونیکی را مقرر می‌نماید و هرگونه مدرکی مبنی بر اینکه امضا عمل یک شخص است، از جمله هر پروتکل امنیتی مورد استفاده برای تأیید امضا یا رضایت، ممکن است ارائه گردد (UETA, 1999: Section 9). ماده ۱۶ یوتا «ثبت‌های قابل انتقال» را به عنوان مکمل مفهوم «یادداشت» طبق ماده ۳ قانون تجارت یکنواخت مقرر نموده است (UEAT, 1999: Section 16). ماده ۱۴ یوتا به قراردادهایی می‌پردازد که از طریق عوامل الکترونیکی مانند برنامه‌های رایانه ای انجام می‌شود و اعتبار چنین قراردادهای الکترونیکی را پیش‌بینی می‌کند (UEAT, 1999: Section 14). این ماده قانون ممکن است به ویژه هنگامی مفید که طرفین شروع به پذیرش و استفاده از هوش مصنوعی و فناوری رباتیک در فرآیند مذاکره می‌کنند (O'Shields, 2017: 189).

به نظر می‌رسد از انطباق اصول حقوقی با تراکنش‌های الکترونیکی که قراردادهای هوشمند در این زمینه نیازی به مجموعه خاصی از قوانین یا مقررات جدید، حداقل در حال حاضر ندارند. در عوض، اصول حقوقی موجود برای برخورد صریح با قراردادهای هوشمند و سایر فناوری‌های نوظهور - البته به احتمال زیاد با فاصله زمانی قابل توجهی بین پذیرش فناوری و تنظیم قانون - از نظر قانونی یا قضایی، تطبیق داده می‌شوند و شاید اصلاح شوند (O'Shields, 2017: 189). البته روشن است که با گسترش استفاده از این فناوری، تدوین یک قانون جامع متناسب با پیشرفت آن می‌تواند راهگشا باشد.

۲،۲. قواعد حاکم بر امضای دیجیتال و اعمال آن بر قراردادهای هوشمند در حقوق ایران

پیش‌تر گفته شد که امضای دیجیتال از ویژگی‌های قراردادهای هوشمند بوده و قرارداد هوشمند را بدون این مولفه نمی‌توان تصور نمود. در مبحث پیش‌رو، در راستای اعتباربخشی قراردادهای هوشمند از طریق امضای دیجیتال و تبیین قوانین موجود جهت یافتن خلأهای قانونی، ابتدا به قواعد امضای الکترونیک و امضای دیجیتال در حقوق ایران پرداخته و سپس ارتباط میان قوانین موجود و امکان اعمال آن بر بلاک‌چین و قرارداد هوشمند تبیین می‌گردد.

۲،۲،۱. قواعد حاکم بر امضای دیجیتال در حقوق ایران

در راستای هماهنگ شدن با مقررات بین‌المللی در زمینه‌ی قانون‌گذاری فناوری‌های نوین ارتباطی، ایران در سال ۱۳۸۲ اقدام به تصویب قانون تجارت الکترونیک نمود که اقتباسی از قانون نمونه تجارت الکترونیک آنسیترا است. در این قانون امضای الکترونیک مورد پذیرش قرار گرفته و برخی از شرایط آن بیان شده است. ماده ۲ امضای الکترونیکی^۱ را به هر نوع علامت منضم‌شده یا به نحو منطقی متصل‌شده به داده‌پیام که برای شناسایی امضاکننده داده‌پیام مورد استفاده قرار می‌گیرد، تعریف کرده است (قانون تجارت الکترونیک، ۱۳۸۲: ماده ۲). همچنین بند (ک) ماده‌ی فوق از امضای الکترونیکی مطمئن^۲ نام برده شده که آن را به هر امضایی اطلاق می‌کند که نسبت به امضاکننده داده‌پیام منحصر به فرد بوده و هویت آن را معلوم نماید. همچنین لازم است به وسیله امضاکننده و یا تحت اراده انحصاری وی صادر شده و به نحوی به یک داده‌پیام متصل شود که هر تغییری در آن داده‌پیام قابل تشخیص و کشف باشد (قانون تجارت الکترونیک، ۱۳۸۲: ماده ۱۰). با این حال در قانون فوق مانند یوتا تعریفی از امضای دیجیتال ارائه نشده است.

همچنین بر اساس آیین‌نامه اجرایی قانون ثبت اختراعات، طرح‌های صنعتی و علائم تجاری، «مرجع ثبت مکلف است با تجهیز امکانات فنی نسبت به الکترونیکی کردن کلیه مراحل اعم از ثبت داخلی یا بین‌المللی اختراعات، طرح‌های صنعتی و علائم، از قبیل تسلیم، بررسی، اصلاح و ثبت اظهارنامه، انتشار آگهی و ثبت این مالکیت‌ها و تمدید اعتبار آن یا اعمال هرگونه تغییرات و انتقالات و همچنین پرداخت‌های مقرر اقدامات مقتضی را معمول دارد» (آیین‌نامه اجرایی قانون ثبت اختراعات طرح‌های صنعتی و علائم تجاری، ۱۳۸۷: ماده ۱۶۷). در راستای اجرایی شدن این مقرره، در ماده ۱۷ آیین‌نامه اجرایی قانون جامع حدنگار (کاداستر) آمده: «ثبت مالکیت هر یک از تقاضاهای مربوط به مرکز مالکیت معنوی باید با الحاق اثر انگشت دیجیتال یا امضای الکترونیک ذینفع انجام شود.» (آیین‌نامه اجرایی قانون جامع حدنگار، ۱۳۹۵: ماده ۱۷). به علاوه، کلیه عقود و معاملات و سایر اقدامات که در دفترخانه اسناد رسمی و دفترخانه ازدواج و طلاق واقع می‌شود، باید حسب مورد در دفتر الکترونیک ثبت اسناد رسمی و دفتر الکترونیک ثبت وقایع ازدواج و طلاق به صورت بر خط ثبت و ذخیره‌سازی شود (آیین‌نامه اجرایی قانون جامع حدنگار، ۱۳۹۵: ماده ۱۱).

قانون آیین دادرسی کیفری نیز به تعیین اعتبار هم عرض امضای الکترونیکی با سایر امضاها تاکید و استفاده از امضای الکترونیکی به عنوان یکی از دلایل مثبت ادعا مورد پذیرش قرار گرفت (قانون آیین دادرسی کیفری، ۱۳۹۴: ماده ۶۵۵). در نهایت، با تصویب آیین‌نامه‌ی نحوه استفاده از سامانه‌های رایانه‌ای و مخابراتی مصوب ۱۳۹۵ فراهم ساختن امکان طرح شکایت و دعوا، ارجاع پرونده، احضار متهم، ابلاغ اوراق قضایی، نیابت قضایی مورد تاکید ماده دوم آن آیین‌نامه قرار گرفت و بدین ترتیب استفاده از امضای الکترونیکی در کلیه مراحل دادرسی مورد پذیرش قرار گرفت (آیین‌نامه نحوه استفاده از سامانه‌های رایانه‌ای و مخابراتی: ۱۳۹۵).

۲،۲،۲. اعمال قانون تجارت الکترونیک بر قراردادهای هوشمند

قانون تجارت الکترونیک ایران این قانون را مجموعه اصول و قواعدی برای مبادله‌ی آسان و ایمن اطلاعات در واسطه‌های الکترونیکی و با استفاده از سیستم‌های ارتباطی جدید به کار می‌رود، تعریف می‌کند (قانون تجارت الکترونیک، ۱۳۸۲: ماده ۱). این تعریف به قدری موسع است که می‌تواند فناوری‌های نوین بلاک‌چین و قرارداد هوشمند را نیز در برگیرد. در مبحث دوم قانون در باب احکام داده پیام گفته شده هرگاه قانون، وجود امضا را لازم بداند امضای الکترونیکی کافی است (قانون تجارت الکترونیک، ۱۳۸۲: ماده ۷). در این قانون داده‌پیام^۳ هر نمادی از واقعه، اطلاعات یا مفهوم است که با وسایل الکترونیکی، نوری و یا فناوری‌های جدید اطلاعات تولید، ارسال، دریافت، ذخیره یا پردازش می‌شود.

این قانون مشابه تعریف یوتا از ثبت‌های الکترونیکی است. از سوی دیگر ماده ۱۱ ثبت الکترونیکی مطمئن را داده‌پیمایی می‌داند که با رعایت شرایط یک سیستم اطلاعاتی مطمئن ذخیره شده و به هنگام لزوم در دسترس و قابل درک است. همچنین در این قانون امضای الکترونیکی، عبارت از هر نوع علامت منضم شده یا به نحو منطقی متصل شده به داده‌پیام است که برای شناسایی امضاءکننده داده‌پیام مورد استفاده قرار گیرد. در ماده ده امضاء و سابقه الکترونیکی مطمئن را تعریف نموده و امضا را در صورتی مطمئن می‌داند که: نسبت به امضاء کننده

^۱ Electronic Signature

^۲ Secure/ Enhanced/ Advanced Electronic Signature

^۳ Data Message

منحصر به فرد باشد، هویت امضاکننده داده‌پیام را معلوم نماید، به وسیله امضاکننده یا تحت اراده انحصاری وی صادر شده باشد و به نحوی در یک داده‌پیام متصل شود که هر تغییری در آن داده‌پیام قابل تشخیص و کشف باشد (قانون تجارت الکترونیک، ۱۳۸۲: ماده ۱۰).

قانون تجارت الکترونیک ایران به امضاهای دیجیتال نپرداخته بلکه امضای ساده و مطمئن را پیش‌بینی نموده است. اساسی‌ترین تفاوت امضای الکترونیکی مطمئن و امضای دیجیتال در وجود مراجع گواهی امضای الکترونیکی مطمئن است. این امر با وجود مزایایی که دارد، نیازمند صرف هزینه‌ها و تشریفات طولانی می‌باشد. با توجه به اینکه فناوری زیرساخت کلید عمومی نباید به مرجع صدور گواهی یا همان مرجع ثالث نیاز داشته باشد، در واقع نوعی نوآوری در ایجاد این فناوری زیرساخت کلید عمومی در قانون ایران به چشم می‌خورد.

در ایالات متحده مکانیسم تخصیص امضای دیجیتالی با شناسایی هویت و مایملک فرد صورت می‌گیرد. پس از تخصیص این مجوز به افراد نظارت دولت به حداقل می‌رسد. از این رو مرجعی نیازمند گواهی مفاد امضا و داده‌پیام الکترونیکی حاصل از به کارگیری کلید خصوصی در فضای الکترونیکی نمی‌باشد. فرآیند گواهی امضای الکترونیکی مطمئن توسط مرجع ثالث منجر به امنیت مبادلاتی می‌گردد، اما جمع این فرآیند و خصوصیت خوداجرایی قراردادهای هوشمند ناممکن است. در خصوص نگهداری داده‌پیام ناشی از مبادلات الکترونیکی با استفاده از امضای الکترونیکی نیز مشکلی مشابه، یعنی نیاز به گواهی مرجع ثالث وجود دارد (صادقی و ناصر، ۱۳۹۹: ۲۰۹).

نکته‌ی دیگر اینکه در ایران برخلاف ایالات متحده هیچ‌گونه محدودیتی برای استفاده از امضای الکترونیکی وجود ندارد. در ماده پانزده قانون تجارت الکترونیک نیز برای سوابق الکترونیکی مطمئن ارزشی همسنگ با اسناد رسمی در نظر گرفته شده و ادعای انکار و تردید در مورد آنها مسموع نیست و تنها می‌توان نسبت آنها ادعای جعلیت نمود، که نوعی نوآوری محسوب می‌شود. اجرایی نمودن مواد ۱۲ تا ۱۵ قانون تجارت الکترونیک در زمینه آثار سوابق و امضاهای الکترونیک نیاز به فراهم نمودن زیرساخت‌های مناسب در زمینه امضای الکترونیک مطمئن و نقش هوش مصنوعی در اعتباربخشی به داده‌ها و امضاهای الکترونیکی وجود دارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به استقبال روزافزون افراد از فناوری بلاک‌چین و به طور ویژه قراردادهای هوشمند و همچنین مزایا و فرصت‌های مثبتی که می‌تواند به ارمغان بیاورد، قانون‌گذاران نیز نباید آن‌ها را به عنوان یک نوآوری فناوری و توسعه‌ی شیوه‌ی انعقاد قرارداد نادیده بگیرند تا در چارچوب قانونی تبیین‌شده، خطرات استفاده از آن را به حداقل رسانند و امکان بهره‌وری از این فناوری نوین را بیشتر سازند با این تحلیل قراردادهای هوشمند چنانچه شرایط ماهوی حقوق قراردادهای را برآورده سازند، نباید تنها به دلیل شکل انعقاد قرارداد مورد انکار قرار گیرند. در این زمینه امضای الکترونیک و شکل الکترونیک قراردادهای هوشمند گام مهمی در راستای اعتباربخشی به این نوع از قراردادهای به شکل قانونی می‌باشد. در این راستا، کشورهای پیشرو در زمینه‌ی استفاده از فناوری‌های نوین بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند، همانند ایالات متحده، پس از استقبال عموم از این فناوری‌ها برای رسمیت بخشیدن به آن‌ها شروع به قانون‌گذاری نمودند. نتیجه‌ی این قانون‌گذاری‌ها در ایالات مختلف آمریکا، تعاریف متناقض و همچنین سردرگمی مصرف‌کنندگان بود و یکنواختی قوانین موجود در زمینه تجارت الکترونیک را که با تصویب قانون متحدالشکل معاملات الکترونیکی (یوتا) به آن دست یافته بودند، بر هم می‌زد. از سوی دیگر از آنجا که فناوری بلاک‌چین هر روزه در حال توسعه می‌باشد، احتمال می‌رود قوانین جدید در این زمینه با گذر زمان نیاز به بازبینی مجدد پیدا نمایند. همه‌ی این‌ها باعث شده که ضرورت اقدام قانونگذاران به اعتباربخشی به قراردادهای هوشمند از طریق قوانین تجارت الکترونیک موجود و استفاده از امضای دیجیتالی موجود در قراردادهای هوشمند و ثبت‌های الکترونیکی به کار رفته در این قراردادهای، بیش از پیش احساس شود.

در نظام حقوقی ایران نیز لازم است ابتدا با تفسیر موسع از قوانین موجود و در ادامه با تصویب قوانین جدید، زمینه را برای قبول قراردادهای هوشمند فراهم آورد. در این راستا شایسته است نقش هوش مصنوعی در تایید داده‌پیام‌ها و امضاهای حاصل از قراردادهای هوشمند مورد پذیرش واقع شود و سیاستی دوگانه یعنی ترکیبی از هوش مصنوعی و تایید دفاتر گواهی امضا اتخاذ گردد. از شرایط اختصاصی قراردادهای هوشمند امضای دیجیتال است. در قانون تجارت الکترونیک ایران به امضای دیجیتال پرداخته نشده و تنها به امضای الکترونیک مطمئن اشاره شده که برای تایید نیاز به مرجع ثالثی دارد که همان دفاتر گواهی امضای الکترونیک است. امضای الکترونیکی بر اساس ماده ۱۱ قانون تجارت الکترونیک به هر نوع علامت منضم شده یا به نحو منطقی متصل شده به داده‌پیام که برای شناسایی امضاءکننده داده‌پیام مورد استفاده قرار گیرد اطلاق می‌شود. تعریف یوتا از امضای الکترونیک نیز شبیه به همین مورد است و آن را به معنای صدا، نماد یا فرایند

الکترونیکی است که به یک ثبت متصل یا به طور منطقی بدان مرتبط است و توسط شخصی با قصد امضای ثبت، اجرا یا اتخاذ شده است آورده است.

در کنار امضای الکترونیکی، فناوری نوین دیگری با عنوان امضاهای دیجیتال وجود دارند که اعتباربخشی و سنجش صحت انتساب داده‌ها را تسهیل بخشیده است. امضای دیجیتال به معنای طرحی ریاضی برای ارائه اعتبار وصحت امضاهای الکترونیکی و ثبت‌های الکترونیکی با استفاده از رمزگذاری نامتقارن است و یکی از شرایط اختصاصی قراردادهای هوشمند برخوردار از امضای دیجیتال می‌باشد. به عبارت دیگر، یکی از ویژگی‌های امضای دیجیتال این است که امضاهای دیجیتال برای تایید نیاز به مرجع ثالثی ندارند و این امر با ویژگی خوداجرایی قراردادهای هوشمند سازگار است. همچنین امضای دیجیتال می‌تواند پاسخگوی پیشرفت روزافزون فناوری‌های نوینی باشد که هنوز به مقصد نرسیده‌اند و همچنان در حال تکامل و رشد می‌باشند. با این حال، در یوتا و قانون تجارت الکترونیک ایران تعریفی از امضای دیجیتال ارائه نشده است.

نتیجه‌ی نهایی پژوهش حاضر لزوم اعتباربخشی روشن به قراردادهای هوشمند و همچنین به رسمیت شناختن و پذیرش امضای دیجیتال در نظام قانون‌گذاری است. در این راستا به عنوان جمع‌بندی چالش‌ها و در جهت رفع خلاءهای موجود در این زمینه، دو ماده‌ی حاضر پیشنهاد می‌شود:

۱. اثر قانونی یا قابلیت اجرای یک قرارداد اعم از قرارداد عادی یا هوشمند را نمی‌توان صرفاً به این دلیل که از یک ثبت الکترونیکی در شکل‌گیری آن استفاده شده است، انکار کرد. در مواردی که قانون لازم می‌داند که ثبت به صورت کتبی باشد، یک ثبت الکترونیکی شامل تراکنش ثبت‌شده در بلاک‌چین نیز شرط کتبی بودن را برآورده می‌سازد.

۲. امضای دیجیتال به هر نوع طرحی ریاضی اطلاق می‌شود که با استفاده از رمزگذاری برای اعتباربخشی و سنجش صحت انتساب امضاهای الکترونیکی و ثبت‌های الکترونیکی بدون نیاز به مرجع ثالثی تعبیه شده و مدارک اعتبارسنجی شده توسط آن‌ها صحیح و دارای اعتبار قانونی می‌باشد.

منابع

۱. السان، مصطفی و دوان یامچی، امین. (۱۳۸۳)، «ماهیت رایانه‌ای و جنبه‌های حقوقی امضای دیجیتالی»، مجله دیدگاه‌های حقوقی شماره‌های ۳۰ و ۳۱، ۷۷-۲۴.
۲. صادقی، محسن و ناصر، مهدی. (۱۳۹۹)، «خطرات حقوقی امضای الکترونیکی و الزامات قانونی در پیشگیری از آنها: مطالعه تطبیقی در حقوق ایران و آمریکا، نشریه‌ی پژوهش نامه بازرگانی شماره ۹۶، ۲۲۴-۱۸۹.
۳. صادقی، محسن و ناصر، مهدی. (۱۳۹۸)، «اعتبارسنجی و چالش‌های حقوقی به کارگیری قراردادهای هوشمند: با مطالعه تطبیقی نظام حقوقی ایران و آمریکا»، فصلنامه پژوهش حقوق خصوصی، سال هفتم شماره ۲۷، ۲۸۸-۲۲۵.
۴. صادقی‌نشاط، امیر. (۱۳۹۳)، «اعتبارسنجی اسناد الکترونیک»، فصلنامه پژوهش حقوق خصوصی، سال سوم، شماره هشتم، ۱۰۰-۷۲.
۵. صفایی، سید حسین. (۱۳۸۶)، دوره مقدماتی حقوق مدنی، جلد دوم: قواعد عمومی قراردادها، ج ۲، چاپ پنجم، تهران: نشر میزان.
6. Agrawal, Ravikan. (24 May 2018). "DigitaleSignature for BlockchainContext", (Last visit: September 2, 2022), <https://ravikantagrawal.medium.com>.
7. Arcari, Jaredsø (2019). "Decoding Smart contracts: Technology, Legitimacy, & Legislative Uniformity", Fordham Journal of Corporate and Financial Law, Vol. 24, No. 2, 364-396.
8. Blythe, Estephene (2005). "Digital Signature Law of the United Nations, European Union, United Kingdom & United States: Promotion of Growth in E-Commerce with Enhanced Security", Richmond Journal of Law and Technology, Vol. 11, No. 2, 1-20.
9. Cannarsa, Michel (1 December 2018). "Interpretation of Contracts and Smart Contracts: Smart Interpretation or Interpretation of Smart Contracts?". European Review of Private Law. 26 (6): 773-785. doi:10.54648/ERPL2018054. S2CID 188017977.
10. Cohn, Alan, West, Travi & Parker, Chelsa. (2017). "Smart After All: Blockchain, Smart Contracts, Parametric Insurance, and Smart Energy Grids", GEO. Law Tech. Review, Vol. 1, 273-303.
11. "Cómo se usa". (2018). Uruguay.

12. Drummer, Daniel; Neumann, Dirk (5 August 2020). "Is code law? Current legal and technical adoption issues and remedies for blockchain-enabled smart contracts". *Journal of Information Technology*. 35 (4): 337–360. doi:10.1177/0268396220924669. ISSN 0268-3962.
13. E. Stern, Jonathan. (2001). "The Electronic Signatures in Global and National Commerce Act", *Berkeley Tech. Law Journal*, Vol. 16, 391- 395.
14. "Electronic Communications and Transactions Act [No. 25 of 2002]". *Government Gazette*. 446 (23708). (2 August 2002). Republic of South Africa.
15. "Electronic Transaction Law". *Communication and Information Technology Commission*. Saudia Arabia.
16. "Elektronik İmza Kanunu [Electronic Signature Act]". (2004-01-23). *Mevzuat Bilgi Sistemi (in Turkish)*. Resmî Gazete.
17. *Federal Electronic Signatures in Global and National Commerce Act*. (2000), United States.
18. Filatova, Nataliia (1 September 2020). "Smart contracts from the contract law perspective: outlining new regulative strategies". *International Journal of Law and Information Technology*. 28 (3): 217–242. doi:10.1093/ijlit/ehaa015. ISSN 0967-0769.
19. Fischer, Susanna Fredrick. (2001). "Saving Rosencrantz & Guildenstern in a Virtual World a Comparative Look at Recent Global Electronic Signature Legislation", *B. VJ.SCI. & Tech Law*, Vol. 7, 229-233.
20. Fries, Martin; P. Paal, Boris (2019). "Smart Contracts" *Mohr Siebeck*. ISBN 978-3-16-156911-1. JSTOR j.ctvn96h9r.
21. Fulmer, Nathan. (2019). "Exploring the Legal Issues of the Blockchains Applications", *Akron Law Review*, Vol. 52, No. 1, Article5, 162-191.
22. *Guidance Note Regarding the Relation Between the Uniform Electronic Transaction Act and Federal Esign Act, Blockchain Technology and "Smart Contracts"*.
23. J.Smeding, Thomas. (1999). "Electronic Contracts & Digital Signatures: An Over View of Law & Legislation", *PLI.PAT*, Vol. 564, No. 125.
24. JA, Ashiq. (2016). "Recommendations for Providing Digital Signature Services".
25. Jaikaran, Chris. (2018). "Blockchain: Background and Policy Issues", *Congressional Research Service Analyst in Cybersecurity Policy*, R45116, 1-11.
26. Katz, Jonathan; Lindell, Yehuda. (2007). "Chapter 12: Digital Signature Schemes". *Introduction to Modern Cryptography*.
27. "Law 15-04". (February 1, 2015). *Official Journal*. Algeria.
28. "Ley-19799 Sobre Documentos Electronicos, Firma Electronica Y Servicios de Certification de Dicha Firma". (2002). *Ley Chile – Biblioteca del Congreso Nacional*.
29. O'Shield, Roggie. (2017). "Smart Contracts: Legal Agreements for The Blockchain", 21 *N.C. Banking Inst*, 177-194.
30. Reed, Chris & John, Angel. (2007). "Computer Law 6th Edition" ,Oxford University, 232-233.
31. Rohr, J. G. (2019). "Smart Contracts and Traditional Contract Law, or: The Law of the Vending Machine", *Cleveland State Law Review*, Vol. 67, No. 1, 71-92.
32. Röscheisen, Martin; Baldonado, Michelle; Chang, Kevin; Gravano, Luis; Ketchpel, Steven; Paepcke, Andreas (1998). "The Stanford InfoBus and its service layers: Augmenting the internet with higher-level information management protocols". *Digital Libraries in Computer Science: The MeDoc Approach*. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 1392. Springer. pp. 213–230. doi:10.1007/bfb0052526. ISBN 978-3-540-64493-4.
33. Savelyev, Alexander (14 December 2016). "Contract Law 2.0: "Smart" Contracts As the Beginning of the End of Classic Contract Law". *Social Science Research Network*. SSRN 2885241.
34. *Secure Electronic Signature Regulations SOR/2005-30*". (10 March 2011) *Justice Laws Website*.
35. Szabo, Nick (1997). "View of Formalizing and Securing Relationships on Public Networks | First Monday". *First Monday*. doi:10.5210/fm.v2i9.548. S2CID 33773111.
36. T.svikhart, Riley. (2017). "Blockchain's Big Hurdle", *Stanford Law Review*, Volume 70, 100-111.
37. Tapscott, Don; Tapscott, Alex (May 2016). "The Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money", *Business, and the World*. Portfolio/Penguin. pp. 72-83, 101, 127. ISBN 978-0670069972.
38. "The Information Technology Act". (2000). *Department of Telecommunications, Ministry of Communication, Government of India*. *The Gazette of India Extraordinary*.
39. Turner, Dawn. (2016). "Major Standards and Compliance of Digital Signatures – A World-Wide Consideration".
40. "Uniform Electronic Transaction Act". (1999). *United States*.
41. "US E-Sign Act of 2000". (2000). *United States*.