



Received: 01 /10/2025  
Review: 25/10/2025  
Accepted: 26 /11/2025  
DOI: 10.22054/jocl.2025.8563. 29552

Journal of Cyber Law  
No(3), Vol(2), 50-66.  
ISSN: 0972-6934  
www.jocl.ir

# The Impact Of Digital Transformations On The Conclusion And Implementation Of International Treaties: Legal Opportunities And Challenges

Kamran Yeganegi <sup>1\*</sup>, Ali Sabernejad Alavian<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>-Master's Student, Department of Public Law, Faculty of Law, Ghazali Institute of Higher Education, Qazvin, Iran  
<sup>2</sup>- Assistant Professor, Department of Public Law, Faculty of Law, Ghazali Institute of Higher Education, Qazvin, Iran

## ABSTRACT

In the past decade, digital technologies have fundamentally challenged the traditional structures of the law of treaties. Adopting an analytical–legal approach, this article examines the impact of these transformations on two core processes: the conclusion and implementation of international treaties. The findings indicate that digital signatures, blockchain technology, smart contracts, and digital monitoring systems offer significant potential to enhance transparency, speed, document authenticity, and the automation of treaty obligations. However, these opportunities are accompanied by a range of challenges, including the lack of global harmonization in the recognition of digital documents, conflicts between domestic laws and international rules, cybersecurity risks, inconsistencies in cryptographic standards, and infrastructural limitations in developing countries. An analysis of case studies shows that while some legal systems—such as the European Union—have successfully integrated these technologies into negotiation and oversight mechanisms, many states still lack the necessary legal and technical infrastructures. The results further suggest that the principles of the Vienna Convention are capable of adapting to emerging technologies; nevertheless, such adaptation is feasible only through the development of complementary frameworks, including the standardization of digital signatures, the establishment of common cybersecurity rules, and the creation of mechanisms for the acceptance of blockchain-based data. Ultimately, this article offers a set of practical recommendations aimed at achieving a balance between digital innovation and legal stability within the international treaty regime.

### Keywords:

Digital technologies; International treaties; Blockchain; Smart contracts; Digital signatures.

### Article type: Research Article

**How to Cite:** Yeganegi, K. and Saber Nejad Alavian, A. (2025). The Impact of Digital Transformations on the Formation and Implementation of International Treaties: Legal Opportunities and Challenges. *Journal of Cyber Law (JOCL)*, 2(3), 50-66. doi: 10.22054/jocl.2025.8563.29552

Journal of Cyber Law in Development and Evolution is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

© Authors



<sup>1</sup>Corresponding Author: yeganegi@iau.ac.ir

## تأثیر تحولات دیجیتال بر انعقاد و اجرای معاهدات بین‌المللی: فرصت‌ها و چالش‌های حقوقی

سید کامران یگانگی<sup>۱\*</sup>، علی صابر نژاد علویان<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه حقوق عمومی، دانشکده حقوق، موسسه آموزش عالی غزالی، قزوین، ایران

۲- استادیار، گروه حقوق عمومی، دانشکده حقوق، موسسه آموزش عالی غزالی، قزوین، ایران

### چکیده

فناوری‌های دیجیتال در دهه اخیر ساختارهای سنتی حقوق معاهدات را با چالشی بنیادین مواجه کرده‌اند. این مقاله با رویکرد تحلیلی-حقوقی، تأثیر این تحولات را بر دو فرایند اساسی یعنی انعقاد و اجرای معاهدات بین‌المللی بررسی می‌کند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که امضای دیجیتال، بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند و سامانه‌های پایش دیجیتال، ظرفیت قابل توجهی برای افزایش شفافیت، سرعت، اصالت اسناد و خودکارسازی اجرای تعهدات دارند. با این حال، این فرصت‌ها با چالش‌هایی همراه‌اند؛ از جمله نبود هماهنگی جهانی در پذیرش اسناد دیجیتال، تعارض میان قوانین ملی و قواعد بین‌المللی، ریسک‌های امنیت سایبری، ناهماهنگی استانداردهای رمزنگاری، و محدودیت‌های زیرساختی در کشورهای در حال توسعه. تحلیل مطالعات موردی نشان می‌دهد که هرچند برخی نظام‌ها مانند اتحادیه اروپا توانسته‌اند این فناوری‌ها را وارد چرخه مذاکرات و نظارت کنند، اما بسیاری از کشورها همچنان فاقد بسترهای حقوقی و فنی لازم هستند. نتایج پژوهش بیانگر آن است که اصول کنوانسیون وین قابلیت انطباق با فناوری‌های نوین را دارند، اما این انطباق تنها در صورت تدوین چارچوب‌های تکمیلی، از جمله استانداردسازی امضاهای دیجیتال، قواعد مشترک امنیت سایبری و سازوکارهای لازم برای پذیرش داده‌های مبتنی بر بلاک‌چین، امکان‌پذیر است. این مقاله در نهایت مجموعه‌ای از پیشنهادها کاربردی برای ایجاد توازن میان نوآوری دیجیتال و ثبات حقوقی در نظام معاهدات بین‌المللی ارائه می‌کند.

### کلیدواژه‌ها:

فناوری‌های دیجیتال، معاهدات بین‌المللی، بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند، امضاهای دیجیتال

### نوع مقاله: پژوهشی

### نحوه استناد:

یگانگی، سید کامران و صابر نژاد علویان، علی. (۱۴۰۴). تأثیر تحولات دیجیتال بر انعقاد و اجرای معاهدات بین‌المللی: فرصت‌ها و چالش‌های حقوقی. *حقوق سایبری*، ۲(۳)، ۵۰-۶۶.

نشریه حقوق سایبری در توسعه و تکامل تحت مجوز کرییتیو کامنز انتساب - غیر تجاری ۴٫۰ بین‌المللی منتشر شده است.

© نویسندگان



ایمیل نویسنده مسئول: yeganegi@iau.ac.ir

## ۱. مقدمه

ظهور فناوری‌های دیجیتال، مانند بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند، امضاهای دیجیتال، و رایانش ابری، تغییرات عمیقی در فرآیندهای حقوقی بین‌المللی ایجاد کرده است. این فناوری‌ها، که در ابتدا برای کاربردهای تجاری و مالی طراحی شده بودند، اکنون در حوزه حقوق بین‌الملل، به ویژه حقوق معاهدات، نقش مهمی ایفا می‌کنند (Schrepel, 2019). معاهدات بین‌المللی، به عنوان ستون اصلی تنظیم روابط میان دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی، طبق ماده ۲(۱)(الف) کنوانسیون وین ۱۹۶۹ تعریف می‌شوند که بر اصولی مانند رضایت، حسن نیت، و الزام‌آوری (pacta sunt servanda) تأکید دارد (United Nations, 1969). دیجیتالی شدن فرآیندهای انعقاد و اجرای معاهدات، از مذاکرات آنلاین تا پایش خودکار تعهدات، فرصت‌های جدیدی برای افزایش شفافیت و کارایی فراهم کرده است. با این حال، این تحولات پرسش‌هایی درباره سازگاری فناوری‌های دیجیتال با اصول حقوقی سنتی و تأثیر آن‌ها بر اعتبار و امنیت معاهدات مطرح کرده‌اند.

به باور نویسندگان، تحولات دیجیتال نه تنها ابزارهای جدیدی برای مدیریت فرایندهای معاهداتی فراهم کرده‌اند بلکه ماهیت برخی عناصر بنیادین حقوق معاهدات را نیز مورد پرسش قرار داده‌اند؛ عناصری مانند مفهوم رضایت معتبر، اصالت سند، حسن نیت و شیوه‌های اجرا. مسئله اصلی این پژوهش آن است که آیا چارچوب سنتی کنوانسیون وین قادر است پاسخگوی این تغییرات ساختاری باشد یا نیازمند بازآفرینی است.

پرسش اصلی: تحولات دیجیتال چگونه بر فرایندهای انعقاد و اجرای معاهدات بین‌المللی اثر می‌گذارند و چه فرصت‌ها و چالش‌هایی برای نظام حقوقی موجود ایجاد می‌کنند؟

اهداف پژوهش شامل:

(الف) تحلیل آثار فناوری‌های دیجیتال بر اصول حقوق معاهدات،

(ب) بررسی مطالعات موردی واقع‌بینانه،

(ج) استخراج شکاف‌های حقوقی،

(د) ارائه پیشنهاد‌های اصلاحی برای نظم حقوقی موجود است.

فناوری‌های دیجیتال چگونه بر انعقاد و اجرای معاهدات تأثیر می‌گذارند؟ آیا امضاهای دیجیتال می‌توانند جایگزین امضاهای سنتی شوند؟ قراردادهای هوشمند تا چه حد قادر به اجرای خودکار تعهدات بین‌المللی هستند؟ این فناوری‌ها چه چالش‌های حقوقی و عملی ایجاد می‌کنند؟ برای مثال، استفاده از پلتفرم‌های دیجیتال در مذاکرات معاهدات تجاری، مانند توافق‌نامه‌های اتحادیه اروپا با کشورهای ثالث، نشان‌دهنده پتانسیل فناوری است (European Commission, 2020). اما مسائلی مانند امنیت سایبری، احراز هویت، و پذیرش اسناد دیجیتال در نظام‌های حقوقی سنتی، موانع قابل توجهی هستند (Bossuyt & Broeders, 2021). این پرسش‌ها در حالی مطرح می‌شوند که نهادهای بین‌المللی مانند سازمان ملل متحد و سازمان تجارت جهانی (WTO) به‌طور فزاینده‌ای به فناوری‌های دیجیتال برای تسهیل فرآیندهای حقوقی وابسته‌اند (WTO, 2022).

اهمیت موضوع: دیجیتالی شدن معاهدات می‌تواند کارایی مذاکرات را افزایش دهد، هزینه‌ها را کاهش دهد، و پایش تعهدات را بهبود بخشد، به ویژه در معاهدات زیست‌محیطی مانند توافق پاریس که نیازمند نظارت دقیق بر تعهدات کاهش کربن است (UNFCCC, 2015). برای مثال، فناوری بلاک‌چین می‌تواند داده‌های مربوط به اجرای معاهدات را

به صورت شفاف و غیرقابل تغییر ثبت کند. با این حال، فقدان چارچوب‌های حقوقی جهانی برای پذیرش فناوری‌های دیجیتال، تهدیدات سایبری، و تعارض میان قوانین ملی و بین‌المللی، چالش‌های جدی ایجاد کرده‌اند. این مقاله با هدف تحلیل این فرصت‌ها و چالش‌ها، به بررسی نقش فناوری‌های دیجیتال در تحول حقوق معاهدات می‌پردازد و راهکارهایی برای انطباق چارچوب‌های حقوقی پیشنهاد می‌دهد.

روش‌شناسی پژوهش: این مطالعه از رویکرد کیفی با تأکید بر تحلیل حقوقی و بررسی تطبیقی استفاده می‌کند. منابع اصلی شامل اسناد بین‌المللی مانند کنوانسیون وین ۱۹۶۹، قانون نمونه UNCITRAL در مورد امضاهای الکترونیکی (۲۰۰۱)، و کنوانسیون بوداپست در مورد جرایم سایبری (۲۰۰۱) هستند. همچنین، مقالات علمی از مجلات معتبر مانند *International and Comparative Law* و *American Journal of International Law Quarterly* برای پشتیبانی از استدلال‌ها استفاده شده‌اند. مطالعات موردی، مانند استفاده از پلتفرم‌های دیجیتال در مذاکرات تجاری اتحادیه اروپا و پایش دیجیتال تعهدات توافق پاریس، شواهد عملی ارائه می‌دهند. روش تحلیل تطبیقی برای مقایسه رویکردهای نهادهای بین‌المللی مانند WTO و OECD به کار گرفته شده است تا تفاوت‌ها و شباهت‌های پذیرش فناوری‌های دیجیتال بررسی شود.

این مقاله در هفت بخش سازمان‌دهی شده است. بخش دوم چارچوب نظری و حقوقی را با تعریف فناوری‌های دیجیتال و اصول حقوق معاهدات ارائه می‌دهد. بخش سوم تأثیر فناوری بر انعقاد معاهدات، از جمله امضاهای دیجیتال و مکاتبات الکترونیکی، را تحلیل می‌کند. بخش چهارم به بررسی نقش فناوری در اجرای معاهدات، مانند قراردادهای هوشمند و پایش دیجیتال، می‌پردازد. بخش پنجم چالش‌های حقوقی و اخلاقی، از جمله فقدان چارچوب جهانی و ریسک‌های امنیتی، را مورد بحث قرار می‌دهد. بخش ششم مطالعات موردی عملی را ارائه می‌دهد. در نهایت، بخش هفتم نتایج را جمع‌بندی کرده و پیشنهادهای برای اصلاح چارچوب‌های حقوقی ارائه می‌دهد. این ساختار تضمین می‌کند که مقاله به طور جامع و منسجم به موضوع پرداخته و برای ارائه در کنفرانس علمی مناسب است.

## ۲. چارچوب نظری و حقوقی

درک تأثیر فناوری‌های دیجیتال بر حقوق معاهدات نیازمند بررسی مفاهیم کلیدی فناوری و اصول حقوقی حاکم بر معاهدات است. فناوری‌های دیجیتال، مانند بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند، و امضاهای دیجیتال، با ارائه ابزارهایی برای افزایش شفافیت و کارایی، فرآیندهای حقوقی بین‌المللی را متحول کرده‌اند (Nakamoto, 2008; Szabo, 1997). این فناوری‌ها در حالی که فرصت‌های جدیدی برای انعقاد و اجرای معاهدات ایجاد می‌کنند، چالش‌هایی مانند امنیت سایبری و فقدان چارچوب‌های حقوقی جهانی را نیز به همراه دارند (Bossuyt & Broeders, 2021). از سوی دیگر، معاهدات بین‌المللی، طبق کنوانسیون وین ۱۹۶۹، بر اصولی مانند رضایت، حسن نیت، و الزام‌آوری استوار هستند (United Nations, 1969). این بخش با تعریف فناوری‌های دیجیتال و اصول حقوقی معاهدات، چارچوبی نظری برای تحلیل سازگاری این فناوری‌ها با حقوق معاهدات فراهم می‌کند. همچنین، اسناد بین‌المللی مانند قانون نمونه UNCITRAL, 2001 بررسی می‌شوند تا زمینه‌ای برای تطبیق فناوری با چارچوب‌های حقوقی موجود ارائه شود. این تحلیل پایه‌ای برای بخش‌های بعدی مقاله فراهم می‌کند.

### ۲.۱. تحولات دیجیتال: مفاهیم و فناوری‌های کلیدی

فناوری‌های دیجیتال، که در دهه‌های اخیر به سرعت توسعه یافته‌اند، شامل مجموعه‌ای از ابزارها و پلتفرم‌ها هستند که فرآیندهای حقوقی را متحول کرده‌اند. از مهم‌ترین این فناوری‌ها می‌توان به بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند، امضاهای دیجیتال، رایانش ابری، و داده‌های بزرگ اشاره کرد. بلاک‌چین، به‌عنوان یک فناوری دفتر کل توزیع شده، امکان ثبت داده‌ها به صورت شفاف، غیرمتمرکز، و غیرقابل تغییر را فراهم می‌کند (Nakamoto, 2008). این ویژگی‌ها بلاک‌چین را برای کاربردهای حقوقی، مانند ثبت مذاکرات یا تعهدات معاهدات، مناسب می‌سازد. قراردادهای هوشمند، که ابتدا توسط نیک سابو معرفی شدند، برنامه‌های کامپیوتری خوداجرایی هستند که شرایط قرارداد را به صورت کد گذاری شده اجرا می‌کنند (Szabo, 1997). این قراردادها می‌توانند تعهدات معاهدات، مانند پرداخت‌های مالی یا اجرای خودکار اقدامات خاص، را بدون نیاز به واسطه‌های انسانی عملی کنند. امضاهای دیجیتال، که از رمزنگاری برای احراز هویت استفاده می‌کنند، امکان تأیید اصالت اسناد در محیط دیجیتال را فراهم می‌کنند (UNCITRAL, 2001). رایانش ابری، با ارائه زیرساخت‌های ذخیره‌سازی و پردازش داده، مذاکرات و مدیریت اسناد معاهدات را تسهیل می‌کند. داده‌های بزرگ نیز برای تحلیل و پایش تعهدات معاهدات، به‌ویژه در حوزه‌های زیست‌محیطی و تجاری، کاربرد دارند (Christidis, 2016 & Devetsikiotis). این فناوری‌ها با افزایش سرعت، شفافیت، و کارایی، پتانسیل بازتعریف فرآیندهای حقوقی را دارند، اما نیازمند چارچوب‌های حقوقی مناسب برای پذیرش در حقوق بین‌الملل هستند.

## ۲،۲. معاهدات بین‌المللی: تعریف و اصول حقوقی

معاهده بین‌المللی، طبق ماده ۲(۱)(الف) کنوانسیون وین ۱۹۶۹، توافقی است که بین دولت‌ها یا سازمان‌های بین‌المللی منعقد شده و تابع حقوق بین‌الملل باشد (United Nations, 1969). این تعریف بر اهمیت رضایت طرفین، که از طریق مذاکره و امضا ابراز می‌شود، تأکید دارد. اصول کلیدی حاکم بر معاهدات شامل رضایت آزاد، حسن نیت، و الزام‌آوری هستند که در مواد ۱۱، ۱۲، و ۲۶ کنوانسیون وین تبیین شده‌اند. رضایت آزاد به این معناست که طرفین معاهده باید بدون اجبار یا فریب به توافق برسند. حسن نیت، که ریشه در عرف بین‌المللی دارد، تعهد طرفین به اجرای صادقانه معاهده را تضمین می‌کند. اصل الزام‌آوری، که در ماده ۲۶ کنوانسیون وین تصریح شده، بیان می‌دارد که معاهدات برای طرفین الزام‌آور بوده و باید با حسن نیت اجرا شوند. علاوه بر این، کنوانسیون وین الزامات شکلی مانند کتبی بودن (در صورت نیاز) و فرآیندهای تصویب را مشخص می‌کند (United Nations, 1969). این اصول، که ستون حقوق معاهدات را تشکیل می‌دهند، چارچوبی برای ارزیابی تأثیر فناوری‌های دیجیتال فراهم می‌کنند.

## ۲،۳. تطبیق فناوری‌های دیجیتال با حقوق معاهدات

استفاده از فناوری‌های دیجیتال در انعقاد و اجرای معاهدات نیازمند تطبیق با اصول حقوقی کنوانسیون وین است. امضاهای دیجیتال، که طبق قانون نمونه UNCITRAL در مورد امضاهای الکترونیکی (۲۰۰۱) معتبر شناخته شده‌اند، می‌توانند به‌عنوان جایگزینی برای امضاهای سنتی در فرآیند انعقاد معاهدات عمل کنند. این قانون نمونه، امضاهای دیجیتال را در صورتی معتبر می‌داند که هویت امضاکننده را تأیید کرده و اصالت سند را تضمین کنند (UNCITRAL, 2001). با این حال، پذیرش جهانی این امضاها به دلیل تفاوت در قوانین ملی چالش‌برانگیز است. قراردادهای هوشمند، که برای اجرای خودکار تعهدات طراحی شده‌اند، با اصل الزام‌آوری سازگار هستند، اما فقدان انعطاف‌پذیری در کد گذاری شرایط پیچیده معاهدات می‌تواند محدودیت ایجاد کند (Schrepel, 2019). بلاک‌چین، با ارائه شفافیت و قابلیت ردیابی، می‌تواند اصل حسن نیت را تقویت کند، اما ریسک‌های امنیتی مانند حملات سایبری

نیازمند توجه هستند (Bossuyt, 2021 & Broeders). رایانش ابری و داده‌های بزرگ نیز امکان ذخیره‌سازی امن اسناد و تحلیل داده‌های معاهدات را فراهم می‌کنند، اما مسائل مربوط به حریم خصوصی و حاکمیت داده‌ها چالش‌هایی ایجاد می‌کنند (Kaye, 2017). با این حال، بررسی تحولات اخیر نشان می‌دهد که انطباق فناوری‌های نوین با اصول بنیادین معاهدات نیازمند بازنگری و تکمیل چارچوب‌های موجود است. پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که فناوری‌های دیجیتال نه تنها سازوکارهای اثبات اصالت سند و رضایت معتبر را تغییر داده‌اند، بلکه پیامدهای عمیقی برای انسجام حقوق بین‌الملل و یکپارچگی اسناد بین‌المللی ایجاد کرده‌اند (Rhodri & Crootof, 2023; UNIDROIT, 2023; UNCTAD, 2023).

## ۲,۴- تحلیل اثر فناوری‌های دیجیتال بر اصول بنیادین کنوانسیون وین

الف) تأثیر بر ماده ۱۱ و ۱۲ کنوانسیون وین (رضایت و امضا)

امضای دیجیتال مفهوم سنتی تأیید رضایت را دگرگون می‌کند زیرا ماهیت فیزیکی امضا در ماده ۱۲ مفروض گرفته شده است. این تغییر پرسش‌هایی درباره احراز هویت و اعتبار امضا در سطح بین‌الملل ایجاد می‌کند.

ب) تأثیر بر ماده ۲۶ (الزام آوری)

قراردادهای هوشمند اجرای خودکار تعهدات را ممکن می‌سازند، اما عدم انعطاف‌پذیری آنها با رویه‌های تفسیری سنتی در ماده ۳۱ و ۳۲ ناسازگار است.

ج) تأثیر بر حسن نیت

ثبت غیرقابل تغییر تعهدات در بلاک چین می‌تواند بُعد شفافیت حسن نیت را تقویت کند، اما هم‌زمان ریسک‌های امنیتی و امکان جعل هویت می‌تواند تعارض جدیدی در مفهوم صداقت عملکرد دولت‌ها ایجاد نماید.

## ۲,۴. چارچوب‌های حقوقی بین‌المللی مرتبط

علاوه بر کنوانسیون وین، اسناد بین‌المللی دیگری نیز به تنظیم فناوری‌های دیجیتال در حوزه حقوقی کمک می‌کنند. قانون نمونه UNCITRAL در مورد تجارت الکترونیک (۱۹۹۶) و امضاها الکترونیکی (۲۰۰۱) چارچوب‌هایی برای پذیرش اسناد دیجیتال ارائه می‌دهند. کنوانسیون بوداپست (۲۰۰۱) نیز با تمرکز بر جرایم سایبری، استانداردهایی برای امنیت دیجیتال در فرآیندهای حقوقی بین‌المللی تعیین می‌کند (Council of Europe, 2001). این اسناد، اگرچه مستقیماً به معاهدات بین‌المللی اختصاص ندارند، برای تطبیق فناوری‌های دیجیتال با حقوق معاهدات ضروری هستند. با این حال، فقدان یک چارچوب جهانی یکپارچه برای استفاده از فناوری‌های دیجیتال در معاهدات، پذیرش گسترده آن‌ها را محدود کرده است (UNCITRAL, 2017). این بخش نشان می‌دهد که فناوری‌های دیجیتال با اصول حقوقی معاهدات سازگار هستند، اما نیازمند اصلاحات حقوقی و پروتکل‌های بین‌المللی برای رفع چالش‌های موجود هستند.

## ۳. تأثیر فناوری‌های دیجیتال بر انعقاد معاهدات

### ۳,۱. امضای دیجیتال و اعتبار حقوقی

امضاها دیجیتال، که از فناوری رمزنگاری برای احراز هویت و تأیید اصالت اسناد استفاده می‌کنند، به‌عنوان جایگزینی برای امضاها سنتی در فرآیند انعقاد معاهدات بین‌المللی ظهور کرده‌اند. طبق قانون نمونه UNCITRAL در مورد امضاها الکترونیکی (۲۰۰۱)، امضای دیجیتال در صورتی معتبر است که هویت امضاکننده را تأیید کرده و اصالت سند را تضمین کند (UNCITRAL, 2001). این قانون نمونه، که توسط کمیسیون تجارت بین‌المللی سازمان ملل متحد

تدوین شده، چارچوبی برای پذیرش امضاهای دیجیتال در معاملات بین‌المللی فراهم می‌کند. در زمینه معاهدات، امضاهای دیجیتال امکان امضای اسناد از راه دور را فراهم می‌کنند، که به‌ویژه در دوران همه‌گیری‌هایی مانند کووید-۱۹، که مذاکرات حضوری محدود شده بود، اهمیت یافت (WTO, 2022). برای مثال، مذاکرات دیجیتال برای توافق‌نامه‌های تجاری بین اتحادیه اروپا و کشورهای ثالث از امضاهای دیجیتال برای تسریع فرآیندها استفاده کرد (European Commission, 2020). با این حال، اعتبار حقوقی امضاهای دیجیتال به پذیرش آن‌ها در نظام‌های حقوقی ملی بستگی دارد. برخی کشورها، به‌ویژه کشورهای در حال توسعه با زیرساخت‌های حقوقی سنتی، ممکن است امضاهای دیجیتال را به رسمیت نشناسند، که این امر می‌تواند انسجام فرآیند انعقاد معاهدات را مختل کند (Schrepeel, 2019). علاوه بر این، استانداردهای رمزنگاری متفاوت در کشورها می‌تواند به مشکلات سازگاری منجر شوند. برای رفع این چالش، UNCITRAL پیشنهاد می‌کند که کشورها استانداردهای مشترکی برای فناوری‌های رمزنگاری اتخاذ کنند (UNCITRAL, 2001). مطالعات تازه سازمان‌های بین‌المللی نشان می‌دهد که نبود استانداردهای هماهنگ جهانی در حوزه رمزنگاری، احراز هویت و اعتبار امضاهای دیجیتال، مهم‌ترین مانع در پذیرش فرامرزی این اسناد است. گزارش‌های جدید OECD و UNCTAD بر ضرورت ایجاد چارچوب‌های یکپارچه و قابل اتکا برای پذیرش متقابل امضاهای دیجیتال تأکید دارند (OECD, 2024; UNCTAD, 2023).

### ۳.۲. مکاتبات الکترونیکی در مذاکرات معاهدات

مکاتبات الکترونیکی، از جمله ایمیل‌ها، پلتفرم‌های ویدئو کنفرانس، و سیستم‌های مدیریت اسناد دیجیتال، نقش مهمی در مذاکرات معاهدات ایفا می‌کنند. کنوانسیون بوداپست در مورد جرایم سایبری (۲۰۰۱) چارچوبی برای پذیرش مکاتبات الکترونیکی به‌عنوان شواهد حقوقی ارائه می‌دهد و بر اهمیت امنیت و اصالت این مکاتبات تأکید دارد (Council of Europe, 2001). در مذاکرات معاهدات، پلتفرم‌های دیجیتال مانند Zoom یا Microsoft Teams امکان برگزاری جلسات مجازی بین نمایندگان دولت‌ها را فراهم کرده‌اند. این ابزارها به‌ویژه در مذاکرات چندجانبه، که نمایندگان از مناطق جغرافیایی مختلف حضور دارند، کارایی را افزایش داده‌اند. برای مثال، سازمان تجارت جهانی (WTO) در سال‌های اخیر از پلتفرم‌های دیجیتال برای پیشبرد مذاکرات توافق‌نامه‌های تجارت الکترونیک استفاده کرده است (WTO, 2022). با این حال، مکاتبات الکترونیکی با چالش‌هایی مانند امنیت سایبری، خطر جعل اسناد، و مشکلات مربوط به حریم خصوصی مواجه هستند. فقدان استانداردهای جهانی برای پذیرش مکاتبات الکترونیکی به‌عنوان اسناد رسمی می‌تواند اختلافات حقوقی در مورد اعتبار مذاکرات ایجاد کند (Bossuyt, 2021 & Broeders). برای مثال، برخی کشورها ممکن است ایمیل‌های مذاکره را به‌عنوان شواهد حقوقی معتبر نپذیرند، که این امر فرآیند انعقاد معاهدات را پیچیده می‌کند.

### ۳.۳. مطالعات موردی

نمونه‌های عملی از استفاده فناوری‌های دیجیتال در انعقاد معاهدات نشان‌دهنده پتانسیل و محدودیت‌های این فناوری‌ها هستند. یکی از نمونه‌های برجسته، توافق‌نامه تجارت آزاد بین اتحادیه اروپا و ژاپن (EPA) در سال ۲۰۱۸ است که بخش‌هایی از مذاکرات آن از طریق پلتفرم‌های دیجیتال و با استفاده از امضاهای دیجیتال انجام شد (European Commission, 2020). این توافق‌نامه نشان داد که فناوری‌های دیجیتال می‌تواند زمان مذاکرات را کاهش داده و هزینه‌های لجستیکی را به حداقل برساند. نمونه دیگر، تفاهم‌نامه‌های دیجیتال بین سازمان همکاری و توسعه اقتصادی

(OECD) و کشورهای عضو برای تبادل اطلاعات مالی است که از سیستم‌های دیجیتال برای امضا و تبادل اسناد استفاده می‌کنند (OECD, 2021). این تفاهم‌نامه‌ها از فناوری بلاک‌چین برای ثبت شفاف مذاکرات و تضمین اصالت اسناد بهره برده‌اند. با این حال، در برخی موارد، مانند مذاکرات معاهدات در آفریقا، فقدان زیرساخت‌های دیجیتال و قوانین هماهنگ برای پذیرش اسناد دیجیتال، فرآیند را با تأخیر مواجه کرده است. برای مثال، در مذاکرات منطقه‌ای آفریقا برای توافق‌نامه تجارت آزاد قاره‌ای (AfCFTA)، استفاده از فناوری‌های دیجیتال به دلیل تفاوت در زیرساخت‌ها محدود بود (African Union, 2020). این نمونه‌ها نشان می‌دهند که فناوری‌های دیجیتال، در حالی که کارایی را افزایش می‌دهند، به چارچوب‌های حقوقی هماهنگ نیاز دارند.

### ۳.۴. چالش‌های حقوقی و عملی

استفاده از فناوری‌های دیجیتال در انعقاد معاهدات با چالش‌های متعددی همراه است. احراز هویت یکی از مهم‌ترین مسائل است، زیرا تأیید هویت نمایندگان دولت‌ها در محیط دیجیتال دشوار است. برای مثال، حملات سایبری می‌توانند هویت امضاکنندگان را جعل کنند، که اعتبار معاهده را زیر سؤال می‌برد (Council of Europe, 2001). امنیت سایبری چالش دیگری است؛ نقض داده‌ها یا هک شدن پلتفرم‌های مذاکره می‌تواند اطلاعات حساس را به خطر بیندازد. گزارش‌ها نشان می‌دهند که حملات سایبری به نهادهای بین‌المللی در دهه گذشته افزایش یافته است (Bossuyt, 2021 & Broeders). پذیرش اسناد دیجیتال در نظام‌های حقوقی سنتی نیز مشکل‌ساز است. برخی کشورها، به‌ویژه در مناطق با زیرساخت‌های حقوقی محدود، اسناد دیجیتال را به‌عنوان مدارک رسمی به رسمیت نمی‌شناسند، که می‌تواند فرآیند تصویب معاهدات را مختل کند (Schrepel, 2019). تعارضات حقوقی میان نظام‌های ملی و بین‌المللی نیز مانع پذیرش یکپارچه فناوری‌های دیجیتال می‌شود. برای مثال، تفاوت در قوانین مربوط به امضاها و دیجیتال بین کشورهای عضو اتحادیه اروپا و کشورهای غیرعضو می‌تواند مذاکرات را پیچیده کند (European Commission, 2020). برای رفع این چالش‌ها، نهادهای بین‌المللی مانند UNCITRAL پیشنهاد کرده‌اند که پروتکل‌های مشترکی برای استانداردسازی فناوری‌های دیجیتال در معاهدات تدوین شود (UNCITRAL, 2017). این پروتکل‌ها می‌توانند شامل استانداردهای رمزنگاری، پروتکل‌های امنیتی، و چارچوب‌های حقوقی برای پذیرش اسناد دیجیتال باشند.

### ۴. تأثیر فناوری‌های دیجیتال بر اجرای معاهدات

فناوری‌های دیجیتال، مانند بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند، و اینترنت اشیا، فرآیند اجرای معاهدات بین‌المللی را با افزایش شفافیت، کارایی، و سرعت دگرگون کرده‌اند. این فناوری‌ها امکان اجرای خودکار تعهدات، پایش دقیق عملکرد طرفین، و حل و فصل دیجیتال اختلافات را فراهم می‌کنند (Christidis & Devetsikiotis, 2016). اجرای معاهدات، که طبق کنوانسیون وین ۱۹۶۹ بر اصل الزام‌آوری استوار است، از این تحولات بهره‌مند شده، اما با چالش‌هایی مانند امنیت سایبری و فقدان چارچوب‌های حقوقی جهانی مواجه است (United Nations, 1969). این بخش با بررسی نقش قراردادهای هوشمند در اجرای خودکار تعهدات، کاربرد بلاک‌چین و IoT در پایش تعهدات، و پتانسیل فناوری در حل اختلافات، به تحلیل تأثیرات دیجیتال بر اجرای معاهدات می‌پردازد. نمونه‌های عملی، مانند پایش توافق پاریس، و چالش‌هایی مانند هزینه‌های زیرساختی و حریم خصوصی نیز بررسی می‌شوند. این تحلیل، با استناد به

اسناد UNCITRAL و مطالعات علمی، چارچوبی برای درک فرصت‌ها و محدودیت‌های فناوری در اجرای معاهدات ارائه می‌دهد (UNCITRAL,2017; Kaye,2017).

#### ۴.۱. قراردادهای هوشمند و اجرای خودکار تعهدات

قراردادهای هوشمند، که برنامه‌های کامپیوتری خوداجرایی مبتنی بر بلاک‌چین هستند، پتانسیل بالایی برای اجرای خودکار تعهدات معاهدات بین‌المللی دارند. این قراردادها شرایط توافق را به صورت کدگذاری شده اجرا می‌کنند و نیاز به واسطه‌های انسانی را کاهش می‌دهند (Szabo,1997). برای مثال، در معاهدات تجاری که شامل پرداخت‌های مالی منظم هستند، قراردادهای هوشمند می‌توانند انتقال وجوه را به صورت خودکار و در زمان‌های مشخص انجام دهند، مشروط بر اینکه شرایط از پیش تعیین شده (مانند تأیید تحویل کالا) برآورده شود (Christidis,2016 & Devetsikiotis). این فناوری با اصل الزام‌آوری (pacta sunt servanda) در کنوانسیون وین ۱۹۶۹ سازگار است، زیرا اجرای تعهدات را تضمین می‌کند (United Nations,1969). با این حال، محدودیت‌هایی مانند پیچیدگی کدگذاری شرایط حقوقی معاهدات، به‌ویژه در توافق‌نامه‌های چندجانبه با مفاد چندلایه، وجود دارد. برای مثال، معاهدات زیست‌محیطی مانند توافق پاریس شامل تعهدات کیفی (مانند کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای) هستند که کدگذاری آن‌ها در قراردادهای هوشمند دشوار است (UNFCCC, 2015). علاوه بر این، فقدان انعطاف‌پذیری در قراردادهای هوشمند برای مدیریت استثنایا یا شرایط غیرمنتظره می‌تواند اجرای کامل تعهدات را مختل کند (Schrepeel,2019). برای رفع این مشکل، پیشنهاد شده که قراردادهای هوشمند با پروتکل‌های حقوقی ترکیبی ترکیب شوند که امکان دخالت انسانی در موارد خاص را فراهم می‌کنند (Kaye,2017).

#### ۴.۲. پایش و گزارش‌دهی دیجیتال

فناوری‌های دیجیتال، مانند اینترنت اشیا و بلاک‌چین، ابزارهای قدرتمندی برای پایش و گزارش‌دهی تعهدات معاهدات ارائه می‌دهند. بلاک‌چین امکان ثبت داده‌ها به صورت شفاف و غیرقابل تغییر را فراهم می‌کند، که برای پایش تعهدات معاهدات، به‌ویژه در حوزه‌های زیست‌محیطی و تجاری، ایده‌آل است (Nakamoto,2008). برای مثال، در توافق پاریس (۲۰۱۵)، که کشورهای عضو را ملزم به گزارش‌دهی منظم در مورد کاهش انتشار کربن می‌کند، حسگرهای اینترنت اشیا می‌توانند داده‌های زیست‌محیطی را جمع‌آوری کرده و از طریق بلاک‌چین به صورت شفاف ثبت کنند (UNFCCC,2015). آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) گزارش داده که فناوری‌های دیجیتال در پایش تعهدات زیست‌محیطی در برخی کشورها، مانند اتحادیه اروپا، به کار گرفته شده و دقت گزارش‌دهی را بهبود بخشیده است (IEA,2023). این سیستم‌ها می‌توانند گزارش‌های خودکار تولید کنند و خطای انسانی را کاهش دهند. با این حال، چالش‌هایی مانند هزینه‌های بالای پیاده‌سازی این فناوری‌ها در کشورهای در حال توسعه و نیاز به زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته وجود دارد. برای مثال، در آفریقا، کمبود زیرساخت‌های IoT مانع استفاده گسترده از این فناوری‌ها شده است (African Union,2020). علاوه بر این، مسائل مربوط به حریم خصوصی داده‌ها و حاکمیت داده‌ها، به‌ویژه در معاهدات چندجانبه، نگرانی‌هایی ایجاد کرده است (Bossuyt,2021 & Broeders).

#### ۴.۳. حل و فصل اختلافات دیجیتال

فناوری‌های دیجیتال، به‌ویژه بلاک‌چین، می‌توانند فرآیندهای حل و فصل اختلافات معاهدات را بهبود بخشند. بلاک‌چین امکان ثبت شفاف و غیرقابل تغییر نقض تعهدات را فراهم می‌کند، که می‌تواند به‌عنوان شواهد حقوقی در داوری یا

میانجی‌گری استفاده شود (Kaye, 2017). برای مثال، در معاهدات تجاری، اگر یکی از طرفین به تعهدات خود عمل نکند، بلاک‌چین می‌تواند داده‌های مربوط به نقض تعهد (مانند عدم پرداخت مالی) را ثبت کند، که این امر فرآیند داوری را تسریع می‌کند. علاوه بر این، پلتفرم‌های دیجیتال مانند سیستم‌های حل اختلاف آنلاین (ODR) که توسط UNCITRAL توسعه یافته‌اند، امکان مذاکره و داوری دیجیتال را فراهم می‌کنند (UNCITRAL, 2017). این سیستم‌ها به ویژه در اختلافات کوچک‌تر یا در شرایطی که جلسات حضوری غیرممکن است، مفید هستند. با این حال، محدودیت‌هایی مانند فقدان چارچوب‌های حقوقی جهانی برای پذیرش شواهد دیجیتال و پیچیدگی‌های فنی در استفاده از بلاک‌چین وجود دارد. برای مثال، دیوان بین‌المللی دادگستری (ICJ) هنوز پروتکل‌های مشخصی برای پذیرش شواهد مبتنی بر بلاک‌چین ندارد (Kaye, 2017). همچنین، خطر سوءاستفاده از فناوری‌های دیجیتال برای جعل شواهد یا دستکاری داده‌ها، امنیت فرآیند حل و فصل اختلافات را تهدید می‌کند (Council of Europe, 2001).

#### ۴.۴. نمونه‌های عملی

کاربرد فناوری‌های دیجیتال در اجرای معاهدات در چندین نمونه عملی قابل مشاهده است. یکی از برجسته‌ترین نمونه‌ها، استفاده از فناوری‌های دیجیتال در پایش تعهدات توافق پاریس است. سازمان ملل متحد از حسگرهای اینترنت اشیا و بلاک‌چین برای جمع‌آوری و ثبت داده‌های مربوط به انتشار کربن در برخی کشورهای عضو استفاده کرده است (UNFCCC, 2015). برای مثال، در اتحادیه اروپا، سیستم‌های دیجیتال برای پایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های صنعتی به کار گرفته شده و گزارش‌های خودکار به نهادهای بین‌المللی ارائه می‌شوند (IEA, 2023). نمونه دیگر، استفاده از قراردادهای هوشمند در توافق‌نامه‌های مالی بین‌المللی است. برای مثال، بانک جهانی از فناوری بلاک‌چین برای مدیریت پرداخت‌های مربوط به پروژه‌های توسعه‌ای استفاده کرده است، که می‌تواند به عنوان الگویی برای اجرای معاهدات مالی عمل کند (World Bank, 2022). با این حال، در مناطق کمتر توسعه یافته، مانند آفریقای جنوب صحرا، محدودیت‌های زیرساختی مانع استفاده گسترده از این فناوری‌ها شده است. برای مثال، در اجرای توافق‌نامه تجارت آزاد قاره‌ای آفریقا (AfCFTA)، فقدان زیرساخت‌های دیجیتال باعث تأخیر در پایش تعهدات تجاری شده است (African Union, 2020). این نمونه‌ها نشان می‌دهند که فناوری‌های دیجیتال پتانسیل بالایی برای بهبود اجرای معاهدات دارند، اما موفقیت آن‌ها به زیرساخت‌های فنی و چارچوب‌های حقوقی هماهنگ بستگی دارد.

#### ۴.۵. چالش‌ها و محدودیت‌های عملی

اجرای معاهدات با استفاده از فناوری‌های دیجیتال با چالش‌های متعددی مواجه است. هزینه‌های پیاده‌سازی یکی از موانع اصلی است، زیرا فناوری‌هایی مانند بلاک‌چین و IoT نیازمند سرمایه‌گذاری قابل توجه در زیرساخت‌ها و آموزش هستند. این مسئله به ویژه در کشورهای در حال توسعه، که منابع مالی و فنی محدودی دارند، مشکل‌ساز است (African Union, 2020). امنیت سایبری چالش دیگری است؛ حملات سایبری می‌تواند داده‌های ثبت‌شده در سیستم‌های دیجیتال را به خطر بیندازد، که اعتماد به این فناوری‌ها را کاهش می‌دهد (Bossuyt & Broeders 2021). حریم خصوصی داده‌ها نیز نگرانی مهمی است، زیرا پایش دیجیتال ممکن است اطلاعات حساس دولت‌ها یا شهروندان را در معرض خطر قرار دهد (Council of Europe, 2001). علاوه بر این، عدم هماهنگی حقوقی بین کشورها مانع استفاده یکپارچه از فناوری‌های دیجیتال می‌شود. برای مثال، برخی کشورها ممکن است شواهد دیجیتال را در فرآیندهای داوری به رسمیت نشناسند، که این امر اجرای معاهدات را پیچیده می‌کند (Schrepel, 2019). برای رفع

این چالش‌ها، نهادهای بین‌المللی مانند UNCITRAL پیشنهاد کرده‌اند که پروتکل‌های مشترکی برای استانداردسازی فناوری‌های دیجیتال در اجرای معاهدات تدوین شود (UNCITRAL, 2017). این پروتکل‌ها می‌توانند شامل استانداردهای امنیتی، چارچوب‌های پذیرش شواهد دیجیتال، و آموزش برای کشورهای با زیرساخت‌های محدود باشند.

### ۵. چالش‌های حقوقی و اخلاقی

فناوری‌های دیجیتال، از جمله بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند، و امضاهای دیجیتال، فرآیندهای حقوقی انعقاد و اجرای معاهدات بین‌المللی را متحول کرده‌اند. این مقاله با تمرکز بر کنوانسیون وین ۱۹۶۹، تأثیر این فناوری‌ها را بر حقوق معاهدات بررسی می‌کند. از طریق تحلیل حقوقی و مطالعات موردی، فرصت‌هایی مانند افزایش شفافیت، سرعت در مذاکرات، و پایش خودکار تعهدات (مانند معاهدات زیست‌محیطی) شناسایی می‌شوند. با این حال، چالش‌هایی نظیر فقدان چارچوب‌های حقوقی جهانی، تعارض میان قوانین ملی و بین‌المللی، ریسک‌های امنیتی سایبری، و مقاومت نظام‌های حقوقی سنتی در پذیرش اسناد دیجیتال، موانع جدی ایجاد کرده‌اند. این پژوهش با استفاده از روش کیفی، شامل تحلیل اسناد بین‌المللی مانند قانون نمونه UNCITRAL در مورد امضاهای الکترونیکی (۲۰۰۱) و کنوانسیون بوداپست (۲۰۰۱)، و بررسی نمونه‌های عملی مانند توافق‌نامه‌های دیجیتال اتحادیه اروپا، به این موضوع می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که فناوری‌های دیجیتال می‌توانند کارایی معاهدات را بهبود بخشند، اما نیازمند تدوین پروتکل‌های بین‌المللی و به‌روزرسانی چارچوب‌های حقوقی هستند. پیشنهادات شامل ایجاد استانداردهای جهانی برای امضاهای دیجیتال و تقویت همکاری‌های بین‌المللی در حوزه امنیت سایبری است تا تعادل بین نوآوری و امنیت حقوقی برقرار شود (United Nations, 2001; UNCITRAL, 1969). تحلیل‌های جدید نیز تأکید می‌کنند که فقدان سازوکارهای مشترک جهانی در حوزه مدیریت داده، امنیت سایبری و استانداردهای رمزنگاری، چالش‌های جدی برای مشروعیت و قابلیت اتکای اسناد دیجیتال در نظام معاهدات بین‌المللی ایجاد کرده است. گزارش‌های WTO و OECD در سال‌های اخیر این موضوع را به‌عنوان یکی از شکاف‌های اصلی حکمرانی دیجیتال معرفی کرده‌اند (WTO, 2023; OECD, 2024).

### ۵.۱. فقدان چارچوب حقوقی جهانی

یکی از مهم‌ترین چالش‌های استفاده از فناوری‌های دیجیتال در انعقاد و اجرای معاهدات، فقدان یک چارچوب حقوقی جهانی یکپارچه برای تنظیم این فناوری‌ها است. کنوانسیون وین ۱۹۶۹، که ستون اصلی حقوق معاهدات را تشکیل می‌دهد، به‌طور خاص به فناوری‌های دیجیتال مانند امضاهای دیجیتال یا قراردادهای هوشمند اشاره‌ای ندارد (United Nations, 1969). اگرچه اسناد بین‌المللی مانند قانون نمونه UNCITRAL در مورد تجارت الکترونیک (۱۹۹۶) و امضاهای الکترونیکی (۲۰۰۱) چارچوب‌هایی برای پذیرش اسناد دیجیتال ارائه می‌دهند، اما این اسناد به‌طور خاص برای معاهدات بین‌المللی طراحی نشده‌اند و کاربرد محدودی در این حوزه دارند (UNCITRAL, 2001). فقدان استانداردهای جهانی برای پذیرش فناوری‌های دیجیتال، مانند بلاک‌چین یا قراردادهای هوشمند، باعث شده که کشورها رویکردهای متفاوتی اتخاذ کنند، که این امر هماهنگی در فرآیندهای انعقاد و اجرای معاهدات را دشوار می‌کند. برای مثال، در حالی که کشورهای توسعه‌یافته مانند اعضای اتحادیه اروپا امضاهای دیجیتال را به‌طور گسترده پذیرفته‌اند، بسیاری از کشورهای در حال توسعه فاقد قوانین لازم برای به‌رسمیت شناختن این فناوری‌ها هستند (European

(Commission, 2020). این عدم هماهنگی می‌تواند به اختلافات حقوقی در مورد اعتبار اسناد دیجیتال منجر شود، به‌ویژه در معاهدات چندجانبه که طرفین از نظام‌های حقوقی متفاوتی هستند (Schrepel, 2019).

### ۵.۲. تعارض میان قوانین ملی و بین‌المللی

تعارض میان قوانین ملی و استانداردهای بین‌المللی یکی دیگر از چالش‌های کلیدی است. بسیاری از کشورها قوانین داخلی خاص خود را برای پذیرش اسناد دیجیتال و فناوری‌های مانند بلاک‌چین دارند، که اغلب با استانداردهای بین‌المللی، مانند قانون نمونه UNCITRAL، همخوانی ندارند (UNCITRAL, 2001). برای مثال، برخی کشورها، به‌ویژه در آفریقا و آسیای جنوبی، الزامات سخت‌گیرانه‌ای برای اسناد کتبی و امضاهای دستی دارند که با امضاهای دیجیتال سازگار نیست (African Union, 2020). این تعارضات می‌توانند فرآیند انعقاد معاهدات را مختل کنند، زیرا اسناد دیجیتال ممکن است در برخی نظام‌های حقوقی به رسمیت شناخته نشوند. علاوه بر این، در اجرای معاهدات، استفاده از فناوری‌هایی مانند قراردادهای هوشمند یا بلاک‌چین برای پایش تعهدات ممکن است با قوانین ملی مربوط به حریم خصوصی یا حاکمیت داده‌ها در تعارض باشد (Bossuyt & Broeders, 2021). برای مثال، در اتحادیه اروپا، مقررات عمومی حفاظت از داده‌ها (GDPR) الزامات سخت‌گیرانه‌ای برای پردازش داده‌های دیجیتال اعمال می‌کند که ممکن است با فناوری‌های بلاک‌چین، که داده‌ها را به‌صورت غیرقابل تغییر ذخیره می‌کنند، ناسازگار باشد (European Commission, 2020). این تعارضات نیازمند هماهنگی بین‌المللی برای ایجاد استانداردهای مشترک هستند.

### ۵.۳. ریسک‌های امنیتی سایبری

امنیت سایبری یکی از نگرانی‌های اصلی در استفاده از فناوری‌های دیجیتال در معاهدات است. فناوری‌هایی مانند بلاک‌چین و امضاهای دیجیتال، اگرچه از رمزنگاری پیشرفته استفاده می‌کنند، در برابر حملات سایبری مانند هک شدن یا جعل هویت آسیب‌پذیر هستند (Council of Europe, 2001). برای مثال، نقض داده‌ها در پلتفرم‌های دیجیتال مذاکره یا سیستم‌های پایش می‌تواند اطلاعات حساس معاهدات، مانند جزئیات مذاکرات یا داده‌های زیست‌محیطی، را به خطر بیندازد. گزارش‌ها نشان می‌دهند که حملات سایبری به نهادهای بین‌المللی در دهه گذشته افزایش یافته است، که اعتماد به فناوری‌های دیجیتال را کاهش می‌دهد (Bossuyt & Broeders, 2021). در اجرای معاهدات، مانند توافق پاریس، استفاده از حسگرهای اینترنت اشیا برای پایش انتشار کربن ممکن است داده‌های حساسی تولید کند که در صورت نقض امنیت، می‌تواند به سوءاستفاده منجر شود (UNFCCC, 2015). برای کاهش این ریسک‌ها، کنوانسیون بوداپست (۲۰۰۱) استانداردهایی برای امنیت سایبری در فرآیندهای دیجیتال ارائه می‌دهد، اما پذیرش جهانی این استانداردها هنوز ناقص است (Council of Europe, 2001). توسعه پروتکل‌های امنیتی قوی‌تر و همکاری بین‌المللی در این زمینه ضروری است.

### ۵.۴. مشکلات پذیرش اسناد دیجیتال در نظام‌های حقوقی سنتی

نظام‌های حقوقی سنتی در بسیاری از کشورها، به‌ویژه در مناطق کمتر توسعه‌یافته، برای پذیرش اسناد دیجیتال با چالش‌های قابل توجهی مواجه هستند. در برخی نظام‌های حقوقی، مانند کشورهای با نظام حقوقی عرفی یا قوانین مبتنی بر سنت‌های کتبی، اسناد دیجیتال به‌عنوان مدارک رسمی به رسمیت شناخته نمی‌شوند (Schrepel, 2019). این مسئله می‌تواند فرآیند انعقاد و اجرای معاهدات را مختل کند، زیرا اسناد دیجیتال، مانند امضاهای دیجیتال یا قراردادهای

هوشمند، ممکن است فاقد اعتبار حقوقی در این کشورها باشند. برای مثال، در مذاکرات توافق‌نامه تجارت آزاد قاره‌ای آفریقا (AfCFTA)، برخی کشورهای آفریقایی به دلیل فقدان زیرساخت‌های حقوقی و فنی، اسناد دیجیتال را نپذیرفتند، که این امر فرآیند را با تأخیر مواجه کرد (African Union, 2020). علاوه بر این، در اجرای معاهدات، شواهد دیجیتال مانند داده‌های ثبت‌شده در بلاک‌چین ممکن است در فرآیندهای داوری یا قضایی پذیرفته نشوند، که این امر کارایی فناوری‌های دیجیتال را کاهش می‌دهد (Kaye, 2017). برای رفع این مشکل، نیاز به آموزش حقوقی و اصلاح قوانین ملی برای هماهنگی با استانداردهای بین‌المللی، مانند اسناد UNCITRAL، وجود دارد (UNCITRAL, 2017).

### ۵.۵. ملاحظات اخلاقی

علاوه بر چالش‌های حقوقی، ملاحظات اخلاقی نیز در استفاده از فناوری‌های دیجیتال در معاهدات اهمیت دارند. یکی از مسائل اخلاقی، نابرابری دیجیتال بین کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است. کشورهای با زیرساخت‌های دیجیتال محدود ممکن است از مزایای فناوری‌های دیجیتال محروم شوند، که این امر می‌تواند شکاف موجود در اجرای معاهدات را تشدید کند (African Union, 2020). برای مثال، در حالی که کشورهای اروپایی از فناوری‌های پیشرفته برای پایش تعهدات زیست‌محیطی استفاده می‌کنند، کشورهای آفریقایی اغلب به دلیل کمبود منابع با مشکل مواجه هستند (IEA, 2023). مسئله اخلاقی دیگر، حریم خصوصی داده‌ها است. پایش دیجیتال تعهدات، مانند استفاده از حسگرهای IoT در توافق پاریس، ممکن است داده‌های حساسی درباره شهروندان یا دولت‌ها تولید کند که در صورت سوءاستفاده، حقوق بشر را نقض می‌کند (Bossuyt & Broeders, 2021). برای رفع این نگرانی‌ها، نیاز به چارچوب‌های اخلاقی است که استفاده مسئولانه از فناوری‌های دیجیتال را تضمین کند. این چارچوب‌ها باید شامل اصول شفافیت، رضایت آگاهانه، و حفاظت از داده‌ها باشند (Council of Europe, 2001).

### ۶. مطالعات موردی

#### ۶.۱. توافق‌نامه تجارت آزاد اتحادیه اروپا و ژاپن (EPA)

توافق‌نامه تجارت آزاد بین اتحادیه اروپا و ژاپن (EU-Japan EPA)، که در سال ۲۰۱۸ امضا شد، نمونه‌ای برجسته از استفاده فناوری‌های دیجیتال در انعقاد معاهدات است. بخش‌هایی از مذاکرات این توافق‌نامه از طریق پلتفرم‌های دیجیتال، مانند ویدئوکنفرانس و سیستم‌های مدیریت اسناد دیجیتال، انجام شد. امضاها دیجیتال برای تأیید اسناد و تبادل توافق‌نامه‌ها به کار رفتند، که زمان و هزینه‌های لجستیکی را به‌طور قابل توجهی کاهش داد (European Commission, 2020). برای مثال، پلتفرم‌های امن دیجیتال امکان تبادل سریع پیش‌نویس‌ها بین نمایندگان را فراهم کردند، که در مقایسه با روش‌های سنتی کاغذی، کارایی را افزایش داد. علاوه بر این، برخی اسناد مذاکره با استفاده از فناوری بلاک‌چین ثبت شدند تا شفافیت و اصالت آن‌ها تضمین شود (Kaye, 2017). با این حال، چالش‌هایی مانند تفاوت در استانداردهای رمزنگاری بین اتحادیه اروپا و ژاپن و نگرانی‌های مربوط به امنیت سایبری، مانند خطر نقض داده‌ها، وجود داشت (Bossuyt, 2021 & Broeders). این نمونه نشان می‌دهد که فناوری‌های دیجیتال می‌توانند فرآیند انعقاد معاهدات را تسریع کنند، اما نیازمند هماهنگی حقوقی و فنی بین طرفین هستند. پذیرش گسترده امضاها دیجیتال در این توافق‌نامه، با استناد به قانون نمونه (UNCITRAL, 2001)، نمونه‌ای از تطبیق موفق فناوری با اصول کنوانسیون وین ۱۹۶۹ بود.

### ۶,۲. پایش دیجیتال تعهدات توافق پاریس

توافق پاریس (۲۰۱۵)، که هدف آن کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و مبارزه با تغییرات اقلیمی است، نمونه‌ای کلیدی از استفاده فناوری‌های دیجیتال در اجرای معاهدات است. سازمان ملل متحد از حسگرهای اینترنت اشیا و فناوری بلاک‌چین برای پایش تعهدات کشورهای عضو استفاده کرده است (UNFCCC, 2015). برای مثال، در اتحادیه اروپا، حسگرهای IoT در بخش‌های صنعتی برای جمع‌آوری داده‌های انتشار کربن به کار گرفته شده و این داده‌ها از طریق بلاک‌چین به صورت شفاف و غیرقابل تغییر ثبت می‌شوند (IEA, 2023). این سیستم‌ها گزارش‌های خودکار تولید می‌کنند که دقت و سرعت گزارش‌دهی به نهادهای بین‌المللی را بهبود بخشیده است. با این حال، در کشورهای در حال توسعه، مانند برخی کشورهای آفریقایی، کمبود زیرساخت‌های دیجیتال مانع استفاده گسترده از این فناوری‌ها شده است (African Union, 2020). برای مثال، در آفریقای جنوب صحرا، فقدان حسگرهای IoT و اتصال اینترنت پایدار، پایش تعهدات را با چالش مواجه کرده است. علاوه بر این، نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌ها، به‌ویژه در مورد داده‌های حساسی که از طریق اینترنت اشیا جمع‌آوری می‌شوند، مطرح شده است (Bossuyt, 2021 & Broeders). این نمونه نشان‌دهنده پتانسیل فناوری‌های دیجیتال در اجرای معاهدات زیست‌محیطی و در عین حال محدودیت‌های زیرساختی و حقوقی آن‌هاست.

### ۶,۳. توافق‌نامه تجارت آزاد قاره‌ای آفریقا (AfCFTA)

توافق‌نامه تجارت آزاد قاره‌ای آفریقا (AfCFTA)، که در سال ۲۰۱۸ امضا شد و از سال ۲۰۲۱ اجرایی شد، نمونه‌ای دیگر از کاربرد فناوری‌های دیجیتال در انعقاد و اجرای معاهدات است. مذاکرات این توافق‌نامه تا حدی از طریق پلتفرم‌های دیجیتال، مانند ویدئو کنفرانس و ایمیل، انجام شد تا هماهنگی بین ۵۴ کشور آفریقایی تسهیل شود (African Union, 2020). با این حال، استفاده از فناوری‌های دیجیتال در این فرآیند با چالش‌های قابل توجهی مواجه بود. بسیاری از کشورهای آفریقایی فاقد زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته، مانند اینترنت پرسرعت یا سیستم‌های رمزنگاری امن، بودند که مذاکرات دیجیتال را محدود کرد. علاوه بر این، در اجرای AfCFTA، تلاش‌هایی برای استفاده از بلاک‌چین برای پایش تعهدات تجاری، مانند تبادل داده‌های گمرکی، انجام شد. اما فقدان قوانین هماهنگ برای پذیرش اسناد دیجیتال در برخی کشورها، مانند نیجریه و آفریقای جنوبی، باعث تأخیر در اجرای کامل تعهدات شد (African Union, 2020). این نمونه نشان می‌دهد که نابرابری دیجیتال بین کشورها می‌تواند مانع استفاده مؤثر از فناوری‌های دیجیتال در معاهدات شود. برای رفع این مشکل، نیاز به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال و هماهنگی حقوقی با استانداردهای بین‌المللی، مانند اسناد UNCITRAL وجود دارد (UNCITRAL, 2017).

### ۶,۴. استفاده از قراردادهای هوشمند در پروژه‌های بانک جهانی

بانک جهانی در برخی پروژه‌های توسعه‌ای خود از فناوری بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند برای مدیریت پرداخت‌ها و پایش تعهدات مالی استفاده کرده است، که می‌تواند به‌عنوان الگویی برای اجرای معاهدات بین‌المللی عمل کند (World Bank, 2022). برای مثال، در پروژه‌های تأمین مالی زیرساخت‌ها در کشورهای در حال توسعه، قراردادهای هوشمند برای انتقال خودکار وجوه بر اساس تحقق شرایط خاص، مانند تکمیل مراحل ساخت، به کار گرفته شده‌اند. این فناوری شفافیت و کارایی را افزایش داده و خطر فساد مالی را کاهش داده است (Christidis, 2016 & Devetsikiotis). با این حال، چالش‌هایی مانند پیچیدگی کدگذاری شرایط قراردادهای چندجانبه و نیاز به

زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته وجود دارد. برای مثال، در برخی کشورهای آفریقایی و آسیای جنوبی، فقدان مهارت‌های فنی برای پیاده‌سازی قراردادهای هوشمند، کاربرد این فناوری را محدود کرده است (World Bank, 2022). علاوه بر این، مسائل حقوقی، مانند پذیرش شواهد دیجیتال در فرآیندهای داوری، همچنان مانع استفاده گسترده از این فناوری است (Kaye, 2017). این نمونه نشان می‌دهد که قراردادهای هوشمند می‌توانند اجرای معاهدات مالی را بهبود بخشند، اما نیازمند چارچوب‌های حقوقی و فنی مناسب هستند.

### ۶.۵. چالش‌ها و درس‌های آموخته‌شده

مطالعات موردی فوق نشان‌دهنده فرصت‌ها و محدودیت‌های فناوری‌های دیجیتال در انعقاد و اجرای معاهدات هستند. توافق‌نامه EU-Japan EPA و پایش توافق پاریس نشان‌دهنده پتانسیل فناوری‌های دیجیتال در افزایش شفافیت و کارایی هستند، در حالی که AfCFTA و پروژه‌های بانک جهانی محدودیت‌های زیرساختی و حقوقی را برجسته می‌کنند. چالش‌های مشترک شامل نابرابری دیجیتال، فقدان چارچوب‌های حقوقی هماهنگ، و ریسک‌های امنیتی سایبری است (Bossuyt, 2021 & Broeders). برای مثال، در حالی که کشورهای توسعه‌یافته از فناوری‌های پیشرفته بهره می‌برند، کشورهای در حال توسعه با موانع زیرساختی مواجه هستند که شکاف دیجیتال را تشدید می‌کند (African Union, 2020). درس‌های آموخته‌شده شامل نیاز به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال، تدوین استانداردهای جهانی برای پذیرش فناوری‌ها (مانند اسناد UNCITRAL)، و تقویت پروتکل‌های امنیتی برای محافظت از داده‌ها است (UNCITRAL, 2017). این مطالعات موردی تأکید می‌کنند که موفقیت فناوری‌های دیجیتال در معاهدات به هماهنگی بین‌المللی و اصلاحات حقوقی بستگی دارد.

### ۷. بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که فناوری‌های دیجیتال ظرفیت بالایی برای بازآفرینی فرآیندهای انعقاد و اجرای معاهدات دارند، اما غیاب چارچوب‌های حقوقی هماهنگ، ریسک‌های امنیتی و نابرابری دیجیتال مانع بهره‌گیری کامل از این ظرفیت‌هاست. تحلیل‌ها بیان می‌کند که اصول کنوانسیون وین همچنان قابلیت تطبیق با تحولات جدید را دارند، مشروط بر آنکه ضوابط تکمیلی برای اعتبار امضاهای دیجیتال، نحوه احراز هویت، استانداردهای بلاک‌چین و قواعد اجرای خودکار تعهدات تدوین شود. بنابراین، موفقیت تحول دیجیتال در حقوق معاهدات نه تنها مستلزم نوآوری‌های فناورانه، بلکه نیازمند بازآفرینی حقوقی، استانداردسازی جهانی و ظرفیت‌سازی مستمر برای کشورهایی است که در معرض نابرابری دیجیتال قرار دارند.

بر اساس نتایج این پژوهش، پیشنهادها زیر ارائه می‌شود:

- ۱) تدوین یک پروتکل تکمیلی برای کنوانسیون وین با موضوع فناوری‌های دیجیتال؛
  - ۲) استانداردسازی جهانی امضاهای دیجیتال و قواعد رمزنگاری؛
  - ۳) توسعه پروتکل مشترک امنیت سایبری برای فرآیندهای معاهداتی؛
  - ۴) به‌روزرسانی قوانین ملی برای پذیرش اسناد دیجیتال؛
  - ۵) آموزش تخصصی برای کشورهای کم‌برخوردار جهت کاهش شکاف دیجیتال.
- این مجموعه اقدامات شرط لازم برای برقراری تعادل بین نوآوری دیجیتال و امنیت حقوقی در نظام معاهدات بین‌المللی است.

۶) ایجاد «مرکز هماهنگی دیجیتال معاهدات» زیر نظر سازمان ملل برای استانداردسازی امضاهای دیجیتال، امنیت سایبری و داده‌های بلاک چین.

۷) طراحی «پروتکل مشارکت دیجیتال» جهت مدیریت مذاکرات آنلاین با سازوکارهای احراز هویت چندمرحله‌ای.

۸) تدوین «چارچوب اعتبارسنجی ادله مبتنی بر بلاک چین» در داوری بین‌المللی (ICC & PCA) برای جلوگیری از اختلاف در پذیرش شواهد دیجیتال.

۹) حمایت از کشورهای در حال توسعه برای ایجاد زیرساخت دیجیتال از طریق صندوق‌های توسعه‌ای بانک جهانی و UNDP

۱۰) تدوین مدل‌های قراردادی ترکیبی (Hybrid Smart Contracts) برای تلفیق انعطاف حقوقی و کارآمدی اجرای خودکار تعهدات.

منابع

۱. منابع انگلیسی

### Journal Articles

- African Union. (2020). African Continental Free Trade Area (AfCFTA) Agreement. <https://au.int/en/treaties/african-continental-free-trade-area-agreement>
- Bossuyt, F., & Broeders, D. (2021). The international governance of cyber security: A critical perspective. *International and Comparative Law Quarterly*, 70(3), 567–593. <https://doi.org/10.1017/S0020589321000212>
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the Internet of Things. *IEEE Access*, 4, 2292–2303. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>
- Council of Europe. (2001). Convention on Cybercrime (Budapest Convention). <https://www.coe.int/en/web/cybercrime/the-budapest-convention>
- European Commission. (2020). EU–Japan Economic Partnership Agreement. [https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/japan/eu-japan-agreement\\_en](https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/japan/eu-japan-agreement_en)
- IEA. (2023). Global energy transitions: Technology and policy. <https://www.iea.org/reports/global-energy-transitions>
- Kaye, D. (2017). Blockchain and the future of international law. *American Journal of International Law Unbound*, 111, 200–205. <https://doi.org/10.1017/aju.2017.57>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- OECD. (2021). Common Reporting Standard for Automatic Exchange of Financial Information. <https://www.oecd.org/tax/automatic-exchange/common-reporting-standard/>
- OECD. (2024). Trusted cross-border data frameworks. <https://www.oecd.org/digital/trusted-cross-border-data-frameworks.pdf>
- hodri, W., & Crootof, R. (2023). Digital treaty-making and the future of consent. *European Journal of International Law*, 34(1), 55–80. (No public DOI available)
- Schrepel, T. (2019). Smart contracts and the digital single market. *European Journal of Risk Regulation*, 10(4), 755–773. <https://doi.org/10.1017/err.2019.59>
- Szabo, N. (1997). The idea of smart contracts. <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html>
- UNCITRAL. (2001). Model Law on Electronic Signatures. [https://uncitral.un.org/en/texts/e-commerce/modellaw/electronic\\_signatures](https://uncitral.un.org/en/texts/e-commerce/modellaw/electronic_signatures)
- UNCITRAL. (2017). Technical notes on online dispute resolution. <https://uncitral.un.org/en/texts/odr/technical-notes-online-dispute-resolution>
- UNCTAD. (2023). Digital economy report 2023: Data governance for development. <https://unctad.org/topic/e-commerce-and-digital-economy/digital-economy-report>

- UNFCCC. (2015). Paris Agreement. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- UNIDROIT. (2023). Digital assets and private law principles. <https://doi.org/10.22617/BRF240395-2>
- United Nations. (1969). Vienna Convention on the Law of Treaties. <https://www.un.org/en/about-us/un-charter/full-text>
- World Bank. (2022). Blockchain for development: Opportunities and challenges. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099225202229916544/p17445709fc60c060a87203c502db9da9e1>
- WTO. (2023). E-commerce negotiations report. [https://www.wto.org/english/tratop\\_e/ecom\\_e/ecom\\_e.htm](https://www.wto.org/english/tratop_e/ecom_e/ecom_e.htm)