



Original Paper

Article History:

Received: 26 August 2025

Revised: 2 November 2025

Accepted: 28 December 2025

Published Online: 21 June 2024

The Impact of Emerging Technologies on the Implementation of International Treaties

Nooshin Azizollahi¹, Zeynab Pourkhaghan² (Corresponding Author)

1. Department of law, Isfahan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

2. Department of law, Isfahan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

E-Mail: pourkhaghan@iau.ac.ir

Abstract

In recent decades, emerging technologies have significantly transformed the implementation of international treaties. This study aims to examine these impacts and identify the opportunities and challenges associated with integrating technologies such as the Internet of Things (IoT), blockchain, and artificial intelligence (AI) into treaty enforcement. These technologies enhance the speed, accuracy, and transparency of implementation, thereby facilitating more effective intergovernmental cooperation. However, they also pose major challenges, including a lack of standardization, cybersecurity concerns, and the need for coordination among diverse legal systems. The findings of this descriptive-analytical study indicate that emerging technologies can play a complementary role in improving the efficiency of treaty implementation, provided that the necessary legal and institutional infrastructures are in place. Key obstacles include cyber threats, the erosion of national sovereignty, and legal gaps. Accordingly, the development of coherent legal frameworks, common technical standards, and strong international cooperation are essential strategies for effective integration of these technologies. Ultimately, the research highlights that a smart, data-driven approach to utilizing emerging technologies can reduce implementation costs, accelerate execution processes, and enhance transparency in the international treaty system.

Keywords: Implementation of International Treaties, International Law, Emerging Technologies, International Institutions, and Artificial Intelligence.

Citation: Azizollahi, N.; Pourkhaghan, Z. (2024). The Impact of Emerging Technologies on the Implementation of International Treaties. *Journal of Islamic Wisdom and Law*, 1 (1), 146-163. Doi: 10.71844/iwl.2024.1216079

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Journal of Islamic Wisdom and Law. This is an open – access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.





دوفصلنامه حکمت اسلامی و حقوق
ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد
دوره ۱، شماره ۱، بهار - تابستان ۱۴۰۳
شاپا الکترونیکی: ۳۰۹۲-۶۶۵۳
Sanad.iau.ir/journal/iwl
Doi: 10.71844/iwl.2024.1216079



مقاله پژوهشی

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۶/۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۸/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۷

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱

تأثیر فناوری‌های نوین بر اجرای معاهدات بین‌المللی

نوشین عزیزاللهی^۱، زینب پورخاقان^۲ (نویسنده مسئول)

۱. گروه حقوق بین‌الملل، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

۲. گروه حقوق، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

pourkhaghan@iau.ac.ir

چکیده

گسترش فناوری‌های نوین، به‌ویژه هوش مصنوعی، بلاک‌چین و اینترنت اشیا، در دهه‌های اخیر شیوه‌های سنتی اجرای معاهدات بین‌المللی را دستخوش تحول کرده است. پرسش اصلی این پژوهش آن است که این فناوری‌ها چگونه بر کارآمدی، شفافیت و همکاری‌های بین‌المللی در اجرای معاهدات تأثیر می‌گذارند و در عین حال چه چالش‌های حقوقی و نهادی را به‌همراه دارند. فرضیه پژوهش آن است که فناوری‌های نوین، در صورت بهره‌گیری در چارچوب‌های حقوقی و نهادی منسجم و همراه با استانداردهای فنی مشترک، قادرند نقش مکملی در تقویت نظام اجرای معاهدات بین‌المللی ایفا کنند، اما در صورت فقدان چنین چارچوب‌هایی، می‌توانند به تعمیق نابرابری دیجیتال، تشدید تهدیدات سایبری و تضعیف حاکمیت و اعتماد متقابل میان دولت‌ها بینجامند. پژوهش حاضر با روش توصیفی-تحلیلی و بر پایه منابع کتابخانه‌ای، اسناد بین‌المللی و نمونه‌های موردی در حوزه معاهدات محیط‌زیستی، تجاری و حقوق بشری، نخست ابعاد مفهومی و کارکردی فناوری‌های نوین را در فرایند نظارت، گزارش‌دهی، راستی‌آزمایی و حل‌وفصل اختلاف تبیین می‌کند و سپس فرصت‌ها و چالش‌های ناشی از ادغام این فناوری‌ها در سازوکارهای اجرای معاهدات را تحلیل می‌نماید. یافته‌ها نشان می‌دهد که طراحی چارچوب‌های حقوقی شفاف، تدوین استانداردهای فنی مشترک، تقویت ظرفیت‌سازی دیجیتال در کشورهای در حال توسعه و توسعه سازوکارهای همکاری چندجانبه، از پیش‌شرط‌های اساسی بهره‌برداری مؤثر و مسئولانه از فناوری‌های نوین در راستای اجرای هرچه کارآمدتر معاهدات بین‌المللی است.

کلمات کلیدی: اجرای معاهدات بین‌المللی، فناوری‌های نوین، هوش مصنوعی، بلاک‌چین، همکاری‌های بین‌المللی.

نحوه ارجاع به مقاله:

عزیزاللهی، نوشین؛ پورخاقان، زینب (۱۴۰۳). تأثیر فناوری‌های نوین بر اجرای معاهدات بین‌المللی. دوفصلنامه حکمت اسلامی و حقوق. ۱ (۱)، ۱۶۳-۱۴۶.

Doi: 10.71844/iwl.2024.1216079

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granded to Journal of Islamic Wisdom and Law. This is an open – accses article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



مقدمه

در دهه‌های اخیر، تحول در فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، ساختار و کارکرد بسیاری از نهادهای حقوقی و سیاسی را دگرگون ساخته است. در این میان، معاهدات بین‌المللی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای تنظیم روابط میان دولت‌ها، بیش از گذشته نیازمند سازوکارهای دقیق، شفاف و کارآمد برای اجرا و نظارت هستند. اگر در گذشته اجرای معاهدات عمدتاً بر گزارش‌های دوره‌ای، بازرسی‌های میدانی و سازوکارهای سنتی حل‌وفصل اختلاف استوار بود، امروزه فناوری‌های نوینی مانند هوش مصنوعی، بلاک‌چین و اینترنت اشیا امکان پایش مستمر، تحلیل کلان‌داده‌ها و ثبت غیرقابل تغییر تعهدات را فراهم کرده‌اند و بدین ترتیب، ابعاد جدیدی از شفافیت، پاسخگویی و همکاری را در عرصه حقوق بین‌الملل مطرح می‌سازند.

با وجود این، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در اجرای معاهدات، صرفاً به معنای افزایش سرعت تبادل اطلاعات یا تسهیل ارتباطات دیپلماتیک نیست؛ بلکه پرسش‌های عمیقی درخصوص حاکمیت داده، حریم خصوصی، مسئولیت بین‌المللی دولت‌ها در فضای سایبری و نابرابری دیجیتال میان کشورها ایجاد می‌کند. بخش مهمی از ادبیات موجود، تمرکز خود را بر تنظیم‌گری خود فناوری‌ها قرار داده و کمتر به این موضوع پرداخته است که این فناوری‌ها به‌طور عینی در کدام مراحل اجرای معاهدات (از نظارت و گزارش‌دهی تا راستی‌آزمایی و حل‌وفصل اختلاف) وارد می‌شوند و چه پیامدهایی برای کارآمدی و مشروعیت نظام معاهدات دارند.

بر این اساس، ضرورت پژوهش حاضر از دو جنبه قابل تبیین است: نخست، از منظر نظری، تلاشی است برای تبیین رابطه میان فناوری‌های نوین و سازوکارهای اجرای معاهدات بین‌المللی و بررسی این‌که تا چه حد می‌توان این فناوری‌ها را در خدمت تقویت شفافیت و پاسخگویی قرار داد؛ دوم، از منظر عملی، این پژوهش می‌کوشد فرصت‌ها و چالش‌های ناشی از به‌کارگیری هوش مصنوعی، بلاک‌چین و اینترنت اشیا در اجرای معاهدات محیط‌زیستی، تجاری و حقوق بشری را شناسایی کرده و راهکارهایی برای بهره‌برداری مسئولانه از آن‌ها ارائه نماید.

بر مبنای این ملاحظات، پرسش اصلی پژوهش چنین است: فناوری‌های نوین، به‌ویژه هوش مصنوعی، بلاک‌چین و اینترنت اشیا، چه تأثیری بر کارآمدی، شفافیت و همکاری‌های بین‌المللی در اجرای معاهدات بین‌المللی داشته و مهم‌ترین چالش‌های حقوقی و نهادی ناشی از به‌کارگیری آن‌ها چیست؟ در راستای پاسخ به این پرسش، سؤالات فرعی زیر مطرح می‌شود:

۱. این فناوری‌ها در کدام مراحل اجرای معاهدات (نظارت، گزارش‌دهی، راستی‌آزمایی، حل اختلاف) بیشترین نقش را ایفا می‌کنند؟
۲. تهدیدات سایبری، نابرابری دیجیتال و خلأهای موجود در قواعد حفاظت از داده‌ها چه تأثیری بر اعتماد متقابل دولت‌ها و اجرای مؤثر تعهدات معاهده‌ای دارند؟
۳. چه نوع چارچوب‌های حقوقی، استانداردهای فنی و سازوکارهای همکاری چندجانبه‌ای برای بهره‌مندی ایمن و عادلانه از فناوری‌های نوین در اجرای معاهدات ضروری است؟

از نظر روش‌شناختی، این مقاله با رویکرد توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر منابع کتابخانه‌ای، اسناد معاهداتی و نمونه‌های موردی تنظیم شده است. ساختار مقاله بدین شرح است: در بخش نخست، مفاهیم و گونه‌های اصلی فناوری‌های نوین و نسبت آن‌ها با حقوق بین‌الملل تشریح می‌شود. در بخش دوم، دسته‌های مهم معاهدات بین‌المللی (به‌ویژه در حوزه‌های محیط زیست، تجارت و حقوق بشر) و ظرفیت‌های فناوری در اجرای آن‌ها بررسی می‌گردد. بخش سوم و چهارم به‌ترتیب به تبیین آثار مثبت فناوری در افزایش شفافیت، دسترسی به اطلاعات و تقویت همکاری‌های بین‌المللی و نیز چالش‌ها و ریسک‌های ناشی از آن می‌پردازد. در ادامه، با تحلیل برخی نمونه‌های موردی، امکان تعمیم یافته‌ها بررسی شده و در پایان، جمع‌بندی و پیشنهاد‌های سیاستی و حقوقی ارائه خواهد شد.

۱. فناوری‌های نوین

فناوری‌های نوین به مجموعه ابزارها، سیستم‌ها و روش‌هایی گفته می‌شود که بر پایه پردازش پیشرفته داده، ارتباطات دیجیتال و خودکارسازی طراحی شده‌اند و می‌توانند ساختارهای سنتی حکمرانی و روابط بین‌الملل را متحول کنند. از مهم‌ترین این فناوری‌ها می‌توان به هوش مصنوعی، بلاک‌چین، اینترنت اشیا، داده‌کاوی و سامانه‌های ارتباطی پیشرفته اشاره کرد. این فناوری‌ها به دلیل ظرفیت بالا در تحلیل داده‌های پیچیده، افزایش سرعت پردازش اطلاعات و فراهم‌سازی امکان نظارت بلادرنگ، نقش چشمگیری در اجرای معاهدات بین‌المللی یافته‌اند.

یکی از شاخص‌ترین فناوری‌های نوین، هوش مصنوعی است که توانایی شبیه‌سازی فرآیندهای تصمیم‌گیری و یادگیری انسانی را دارد. این فناوری در سیاست خارجی و دیپلماسی دیجیتال، افق‌های جدیدی ایجاد کرده و بسیاری از دولت‌ها در تلاش‌اند با بهره‌گیری از آن مزیت‌های استراتژیک خود را افزایش دهند. استراتژی ملی هوش مصنوعی چین نمونه‌ای روشن از اهمیت این فناوری در رقابت‌های ژئوپلیتیکی معاصر است.^۱ (پیلیرو، ۲۰۲۴: ۲). با این حال، توسعه و به‌کارگیری گسترده هوش مصنوعی نگرانی‌های اخلاقی و حقوق بشری نیز ایجاد کرده است؛ زیرا استفاده غیرمسئولانه از آن می‌تواند به نقض حریم خصوصی، تبعیض الگوریتمی و تضعیف حقوق بنیادی افراد منجر شود^۲ (سوچمان، ۲۰۲۰: ۱۷۵).

اتحادیه اروپا رویکردی محتاطانه در برابر توسعه هوش مصنوعی اتخاذ کرده و بر ایجاد چارچوب‌های حقوقی سخت‌گیرانه برای تضمین استفاده مسئولانه از آن تأکید می‌کند. مقررات حفاظت از داده‌های عمومی این اتحادیه، نمونه‌ای از تلاش برای ایجاد توازن میان نوآوری فناوریانه و حفاظت از حقوق بشر و حریم خصوصی است. (کمیسون اروپایی، ۲۰۱۸: ۵).

در کنار هوش مصنوعی، بلاک‌چین یکی دیگر از فناوری‌های تأثیرگذار در عرصه بین‌المللی است. بلاک‌چین با ایجاد پایگاه داده‌های توزیع‌شده و غیرقابل تغییر، امکان ثبت دقیق، شفاف و امن اطلاعات را فراهم می‌کند و می‌تواند در ثبت تعهدات معاهده‌ای، گزارش‌دهی، تبادل داده و راستی‌آزمایی عملکرد دولت‌ها نقش مهمی ایفا نماید. این ویژگی‌ها بلاک‌چین را به ابزار مهمی برای افزایش اعتماد در اجرای معاهدات چندجانبه تبدیل کرده است.

اینترنت اشیا نیز با اتصال میلیاردها دستگاه و حسگر به شبکه جهانی، امکان گردآوری و پایش لحظه‌ای داده‌ها را فراهم می‌سازد. این فناوری در حوزه‌هایی مانند معاهدات محیط‌زیستی، کنترل آلودگی، مدیریت منابع طبیعی و نظارت بر اجرای تعهدات کشورها، کاربرد گسترده دارد. به‌عنوان مثال، استفاده از حسگرها و تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند تغییرات زیست‌محیطی را به‌طور دقیق ثبت کرده و امکان نظارت مستقل و کارآمد بر اجرای معاهدات را فراهم سازد. (ماتیج ام ماس، ۲۰۲۱: ۶).^۳

فناوری‌های نوین علاوه بر آثار فنی، پیامدهای حقوقی و هنجاری نیز دارند. پیدایش این فناوری‌ها موجب طرح مباحث جدیدی در حوزه حقوق بشر شده و برخی صاحب‌نظران از شکل‌گیری «نسل چهارم حقوق بشر» سخن گفته‌اند که ناظر بر حقوق فناوریانه و حمایت از کرامت انسانی در عصر دیجیتال است. (بابازاده مقدم، ۲۰۱۹: ۱۳۹). این رویکرد تأکید دارد که بهره‌گیری از فناوری باید همراه با تضمین حقوق بشر، جلوگیری از تبعیض و رعایت اصول اخلاقی باشد.

به‌طور کلی، فناوری‌های نوین مجموعه‌ای چندلایه و به‌هم‌پیوسته از ابزارهای محاسباتی، ارتباطی و نظارتی هستند که در صورت استفاده صحیح می‌توانند ظرفیت‌های شفافیت، پاسخگویی و نظارت را در اجرای معاهدات بین‌المللی تقویت کنند؛ اما در صورت فقدان چارچوب‌های حقوقی مناسب، می‌توانند موجب نقض حقوق بشر، تشدید نابرابری دیجیتال و ایجاد چالش‌های جدید در روابط بین‌الملل شوند.

¹ Peter Pilier

² Suchman, L

<https://www.tandfonline.com>

³ Matthijs M. Maas,

۱.۱ هوش مصنوعی

هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فناوری‌های نوین و «فناوری‌های عام‌الشمول»، نقش تعیین‌کننده‌ای در تحول ساختارهای اجتماعی، حقوقی و بین‌المللی یافته است. این فناوری که نخستین بار در دهه ۱۹۵۰ مطرح شد، بخشی جدایی‌ناپذیر از انقلاب دیجیتال محسوب می‌شود و توانسته است الگوهای زیست انسانی، تصمیم‌گیری و حکمرانی را دگرگون کند. (تقی زاده انصاری، ۱۴۰۲: ۱). هوش مصنوعی به دلیل قابلیت پردازش حجم‌های عظیم داده و شبیه‌سازی رفتارهای انسانی، زمینه‌ساز شکل‌گیری روش‌های جدید نظارت، پیش‌بینی، تحلیل و اجرای تعهدات بین‌المللی شده است.

از آنجا که هوش مصنوعی فناوری‌ای اثرگذار بر تمامی لایه‌های فناوری‌های نوین است، در اسناد بین‌المللی نیز به‌عنوان فناوری عام‌الشمول شناخته شده است. برای نمونه، «اعلامیه اروپایی حقوق دیجیتال و اصول برای دهه دیجیتال» تأکید می‌کند که افراد باید بتوانند با انتخاب آگاهانه از مزایای هوش مصنوعی بهره‌مند شوند و در عین حال در برابر خطرات احتمالی آن برای سلامت، ایمنی و حقوق بنیادی خود محافظت گردند. به‌کارگیری هم‌زمان مفهوم مزایا و مخاطرات در این سند نشان می‌دهد که استفاده از هوش مصنوعی، اگرچه می‌تواند ابزار تقویت‌کننده اجرای معاهدات باشد، اما بدون چارچوب‌های مناسب حقوقی و اخلاقی، می‌تواند خود به منشأ تهدید تبدیل شود (مصطفوی اردبیلی، ۱۴۰۱: ۴۹).

با وجود این جایگاه، برای فهم نقش هوش مصنوعی در اجرای معاهدات بین‌المللی، ابتدا باید تعریف دقیق آن ارائه شود. طبق یکی از تعاریف پذیرفته‌شده، هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم رایانه است که هدف آن طراحی سامانه‌هایی است که رفتارهای هوشمندانه انسانی را شبیه‌سازی و به صورت خودکار اجرا کنند. در تعریفی دیگر، هوش مصنوعی مجموعه‌ای از نرم‌افزارها یا سخت‌افزارهای الگوریتمی است که با دریافت داده‌های ساختاریافته یا غیرساختاریافته از محیط، آنها را تحلیل کرده و بر مبنای نتایج پردازش، تصمیم‌گیری و اقدام می‌کنند. (کمیسون اروپایی، ۲۰۱۹: ۳).

سیستم‌های هوش مصنوعی معمولاً قادرند از طریق یادگیری قواعد نمادین، مدل‌های عددی و تحلیل پیامد اقدامات پیشین، رفتار خود را بهبود بخشند. چنین سامانه‌هایی در محیط‌های فیزیکی یا دیجیتالی عمل کرده و می‌توانند در انجام تکالیف پیچیده مرتبط با نظارت، تحلیل داده و تشخیص الگو نقش حیاتی داشته باشند. (تخشید، ۱۴۰۰: ۷).

کاربرد هوش مصنوعی در حوزه روابط و سیاست بین‌الملل نیز پیامدهای عمیقی داشته است. کشورهایی که توانایی بهره‌گیری از این فناوری را دارند، قادرند تصمیمات اقتصادی، نظامی و حکمرانی را با سرعت و دقت بیشتری اتخاذ کرده و از مزیت رقابتی بالاتری برخوردار شوند. از این رو، بسیاری از دولت‌ها به‌دنبال استفاده از هوش مصنوعی برای ارتقای کارآمدی و افزایش قدرت استراتژیک خود هستند. (محمودی و بحرکازمی، ۱۴۰۳: ۲۳۹).

با وجود مزایای گسترده، استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند چالش‌های حقوقی، امنیتی و اخلاقی نیز ایجاد کند. نگرانی‌هایی همچون نقض حریم خصوصی، استفاده از سامانه‌های تحلیل داده برای کنترل اجتماعی، تبعیض الگوریتمی و به‌کارگیری هوش مصنوعی در حملات سایبری، ضرورت ایجاد چارچوب‌های حقوقی مناسب را برجسته‌تر کرده است. اتحادیه اروپا با اتخاذ رویکردی مبتنی بر احتیاط و تنظیم‌گری سخت‌گیرانه، تلاش کرده است میان نوآوری فناورانه و حفاظت از حقوق بشر توازن برقرار کند و از جمله، مقررات سخت‌گیرانه‌ای برای حفاظت از داده‌ها وضع کرده است.

به‌طور کلی، هوش مصنوعی یکی از بنیادی‌ترین فناوری‌های تأثیرگذار بر نظام اجرای معاهدات بین‌المللی است که می‌تواند با افزایش سرعت تحلیل داده‌ها، ارتقای دقت نظارت و بهبود شفافیت عملکرد کشورها، اجرای تعهدات بین‌المللی را تقویت کند؛ اما در صورت فقدان بسترهای حقوقی مناسب، می‌تواند موجب تهدید حقوق بشر، تضعیف اعتماد بین‌المللی و ایجاد نابرابری دیجیتال شود. از این رو، بهره‌گیری از هوش مصنوعی در اجرای معاهدات باید همراه با تنظیم‌گری دقیق، شفافیت و رعایت ملاحظات اخلاقی باشد.

۱.۲. بلاک چین: بلاک چین یکی از مهم‌ترین فناوری‌های نوظهور در حوزه ثبت و تبادل امن داده‌ها است. این فناوری از مجموعه‌ای از سوابق تراکنش‌های دیجیتالی تشکیل می‌شود که در قالب «بلوک‌ها» دسته‌بندی شده و به‌صورت رمزنگاری شده در میان رایانه‌های یک شبکه توزیع شده به اشتراک گذاشته می‌شود. هر بلوک جدید پس از ثبت، به بلوک قبلی متصل یا «زنجیره‌ای» می‌شود و همین ساختار، تغییر یا حذف اطلاعات گذشته را تقریباً غیرممکن می‌کند. اگرچه ارزهای دیجیتال مانند بیت‌کوین شناخته‌شده‌ترین کاربرد بلاک چین هستند، اما ظرفیت این فناوری بسیار فراتر از حوزه مالی بوده و در طیف گسترده‌ای از کارکردهای حقوقی، اداری و بین‌المللی قابل استفاده است.^۱ (یونیسف، ۲۰۲۴: ۱).

از منظر فنی، بلاک چین یک سیستم ثبت اطلاعات است که داده‌های آن برای همه اعضای شبکه قابل مشاهده و غیرقابل دستکاری است. این داده‌ها می‌توانند شامل تراکنش‌های بانکی، اسناد مالکیت، قراردادهای، پیام‌های رسمی یا انواع دیگر اطلاعات باشند. ویژگی توزیع‌شدگی و رمزنگاری، باعث می‌شود که امکان هک، حذف یا تحریف اطلاعات به حداقل برسد. همین شفافیت و مقاومت در برابر تغییر، بلاک چین را به ابزاری بسیار مناسب برای ثبت تعهدات، نظارت بر اجرای توافقات و افزایش اعتماد میان بازیگران بین‌المللی تبدیل می‌کند. (مقدسی، ۱۴۰۲: ۴).

در زمینه اجرای معاهدات بین‌المللی، بلاک چین می‌تواند کارکردهای مهمی همچون ثبت سوابق تعهدات دولتی، رهگیری اجرای گام‌به‌گام توافقات، ایجاد سازوکارهای گزارش‌دهی شفاف، و کاهش اختلافات ناشی از عدم اعتماد را فراهم کند. به‌ویژه در معاهداتی که نیازمند سنجش دقیق عملکرد کشورها هستند—مانند معاهدات محیط‌زیستی، تجاری یا کنترل تسلیحات—استفاده از بلاک چین می‌تواند شفافیت، کارایی و قابلیت راستی‌آزمایی را به شکل قابل توجهی افزایش دهد. بنابراین، بلاک چین از جمله فناوری‌هایی است که با ایجاد زیرساخت‌های اعتمادساز، می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در ارتقای اجرای تعهدات بین‌المللی ایفا کند.

۱.۳. اینترنت اشیاء: اینترنت اشیاء به شبکه‌ای از دستگاه‌ها، حسگرها و تجهیزات متصل به اینترنت اطلاق می‌شود که قادرند داده‌ها را جمع‌آوری، پردازش و به‌صورت خودکار مبادله کنند. این فناوری با فراهم‌سازی امکان پایش بلادرنگ فعالیت‌ها و محیط، به یکی از ابزارهای اساسی در بهبود کیفیت زندگی، مدیریت بهینه منابع و ارتقای کارایی سازمان‌ها تبدیل شده است. اینترنت اشیاء با توسعه کاربردهای متنوع در بخش‌های عمومی و خصوصی، ظرفیت آن را دارد که در اجرای معاهدات و سیاست‌های بین‌المللی نیز نقش چشمگیری ایفا کند.^۲ (نیو و کاسترو، ۲۰۱۵: ۱).

گسترش اینترنت اشیاء باعث شده است دولت‌ها برای اطمینان از بهره‌برداری مؤثر از آن، به تدوین استراتژی‌های ملی و چارچوب‌های تنظیم‌گری مناسب بپردازند. از آنجا که این فناوری نیازمند زیرساخت‌های ارتباطی گسترده و هماهنگی میان بخش عمومی و خصوصی است، برنامه‌ریزی صحیح و مانع‌زدایی از مسیر توسعه آن اهمیت فراوان دارد. کشورهایی که نتوانند زیرساخت‌های لازم را فراهم کنند، ممکن است در رقابت دیجیتال جهانی و در اجرای معاهدات مبتنی بر داده با مشکلات جدی مواجه شوند.

اینترنت اشیاء در عمل، ابزاری قدرتمند برای افزایش کارایی عملیاتی، بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری و تسهیل مدیریت داده است. رشد حجم داده‌های تولیدشده توسط حسگرها و دستگاه‌های هوشمند موجب شده است سازمان‌ها به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات قدرتمند و معماری‌های مناسب برای تحلیل این داده‌ها نیازمند شوند. (موردی، الیوی، ۲۰۲۳: ۳).

در زمینه اجرای معاهدات بین‌المللی، اینترنت اشیاء می‌تواند در حوزه‌هایی مانند پایش وضعیت محیط زیست، نظارت بر مصرف انرژی، رصد آلودگی، کنترل منابع طبیعی، نظارت مرزی، امنیت حمل‌ونقل و حتی مدیریت بحران‌های بشردوستانه نقش‌آفرین باشد. داده‌های گردآوری‌شده از طریق حسگرها و تجهیزات هوشمند، می‌تواند شفافیت را افزایش داده و امکان نظارت دقیق‌تر بر اجرای تعهدات را فراهم

^۱ <https://www.unicef.org>

^۲ By Joshua New & Daniel Castro
<https://datainnovation.org>

کند. بدین ترتیب، اینترنت اشیا به یکی از مهم‌ترین ابزارها برای تقویت انطباق کشورها با معاهدات و بهبود کارآمدی سازوکارهای اجرای بین‌المللی تبدیل شده است.

۲. معاهدات بین‌المللی

کنوانسیون ۱۹۶۹ وین درباره حقوق معاهدات، که در ۲۳ مه ۱۹۶۹ تصویب شد، یکی از اسناد بنیادین در حقوق بین‌الملل است و اصول و قواعد حاکم بر معاهدات دولتی را تعریف و تنظیم می‌کند.^۱ (کنوانسیون وین، ۱۹۶۹: ۱). بر اساس ماده ۲ این کنوانسیون، «معاهده» تنها توافقی است که میان دولت‌ها منعقد شده و مشمول حقوق بین‌الملل است. این تعریف، توافقات اقتصادی و تجاری که یک طرف آن اشخاص خصوصی یا شرکت‌ها هستند را دربرنمی‌گیرد و از شمول «معاهده» به معنای فنی آن خارج می‌کند.

با این حال، در این مقاله اصطلاح «معاهدات بین‌المللی» به معنای وسیع‌تر آن به کار می‌رود؛ بدین معنا که علاوه بر معاهدات بین‌دولتی مشمول کنوانسیون وین، شامل توافقات تجاری فراملی نیز می‌شود؛ زیرا این دسته از توافقات در عمل نقش مؤثری در تنظیم روابط اقتصادی بین‌المللی دارند و فناوری‌های نوین می‌توانند در اجرای آنها نقشی کلیدی ایفا کنند.^۲ (آست، آنتونیو، ۲۰۱۵: ۲۰).

معاهدات بین‌المللی در حوزه‌های گوناگونی از جمله محیط‌زیست، حقوق بشر، تجارت، امنیت بین‌المللی و سلامت جهانی منعقد می‌شوند. در ادامه، تأثیر فناوری‌های نوین اعم از هوش مصنوعی، بلاک‌چین و اینترنت اشیا—در اجرای عملی این دسته از معاهدات بررسی می‌شود.

۲.۱ معاهدات محیط زیستی

معاهدات زیست‌محیطی با هدف حفاظت از محیط‌زیست، مقابله با تغییرات اقلیمی، مهار آلودگی و صیانت از تنوع زیستی شکل گرفته‌اند. (کنوانسیون چارچوب سازمان ملل متحد درباره تغییر اقلیم، ۲۰۱۵: ۱). اجرای این معاهدات نیازمند پایش مستمر، داده‌های دقیق و سازوکارهای گزارش‌دهی قابل‌اعتماد است؛ و فناوری‌های نوین ابزارهایی فراهم می‌کنند که می‌تواند کارآمدی این فرایندها را افزایش دهد.

هوش مصنوعی با تحلیل تصاویر ماهواره‌ای، داده‌های سنجش‌ازدور و پایگاه‌های عظیم داده می‌تواند الگوی انتشار آلاینده‌ها، جنگل‌زدایی، آلودگی منابع آب و تغییرات اکوسیستم را با دقت بالا شناسایی کند و در ارزیابی پایبندی کشورها به تعهدات اقلیمی نقش مؤثری داشته باشد. (ماتیچ ام ماس، ۲۰۲۱: ۶). اینترنت اشیا نیز از طریق شبکه‌ای از حسگرهای محیطی، داده‌های لحظه‌ای درباره کیفیت هوا، آب، خاک، وضعیت جنگل‌ها و منابع طبیعی فراهم می‌کند که برای گزارش‌دهی و نظارت بر اجرای تعهدات زیست‌محیطی ضروری است (نیو، جاشوا و کاسترو، ۲۰۱۵: ۱؛ موردی و الیوی، ۲۰۲۳: ۳).

فناوری بلاک‌چین نیز به دلیل شفافیت و غیرقابل‌تغییر بودن، برای ثبت انتشار گازهای گلخانه‌ای، مبادلات کربن و گزارش‌های ملی تغییر اقلیم کاربرد قابل‌توجهی دارد و از دستکاری داده‌ها جلوگیری می‌کند. (مقدسی، ۲۰۲۴: ۴).

اهمیت این فناوری‌ها زمانی برجسته‌تر می‌شود که توجه کنیم بسیاری از معاهدات زیست‌محیطی با بحران سه‌گانه سیاره‌ای تغییرات آب و هوا، از دست رفتن تنوع زیستی و آلودگی محیط‌زیست در ارتباط‌اند؛ بحرانی که ماهیتی فرامرزی دارد و تنها از طریق همکاری داده‌محور قابل مدیریت است (سازمان ملل متحد، ۲۰۱۶: ۴).

^۱ <https://binolmelal91.blogfa.com>

^۲ Aust, A

در این چارچوب، توافقاتی مانند پروتکل کیوتو و توافق نامه پاریس برای ثبت و رصد انتشار گازهای گلخانه‌ای از فناوری‌های نوین بهره می‌برند و کشورها نیز با استفاده از سامانه‌های دیجیتال و مدل‌های هوش مصنوعی، برنامه‌های ملی کاهش انتشار را تهیه و گزارش می‌کنند (کنوانسیون معاهدات زیست‌محیطی، ۱۵:۲۰۱۵).

در مجموع، فناوری‌های نوین در اجرای معاهدات زیست‌محیطی از طریق جمع‌آوری داده دقیق، افزایش شفافیت، پیش‌بینی روندهای اقلیمی، جلوگیری از تخلف و تسهیل گزارش‌دهی نقش اساسی دارند؛ اما در مقابل، نابرابری دیجیتال میان کشورها می‌تواند مانع اجرای مؤثر این معاهدات شود و باید در سیاست‌گذاری مورد توجه قرار گیرد (آنتونیو، ۱۴:۲۰۱۴).

۲-۲ معاهدات تجاری

معاهدات تجاری به‌عنوان توافقات حقوقی میان دولت‌ها، سازمان‌های منطقه‌ای یا حتی بازیگران فراملی، با هدف کاهش موانع تجاری، تسهیل سرمایه‌گذاری و ایجاد نظم اقتصادی بین‌المللی منعقد می‌شوند. امروزه ماهیت این معاهدات تحت تأثیر تحولات دیجیتالی دگرگون شده و اجرای آنها بیش از هر زمان دیگری به زیرساخت‌های فناورانه وابسته است. فناوری‌های نوین نقشی تعیین‌کننده در تسهیل، نظارت، شفافیت و پیش‌بینی روندهای تجاری دارند و می‌توانند کارآمدی این معاهدات را به‌طور چشمگیری افزایش دهند.

یکی از چالش‌های اساسی در اجرای معاهدات تجاری، نابرابری دیجیتال است؛ کشورهایی که به زیرساخت‌های ارتباطی و فناوری‌های پیشرفته دسترسی ندارند، کمتر می‌توانند از مزایای تجارت الکترونیک، سیستم‌های مالی دیجیتال و زنجیره‌های تأمین هوشمند بهره‌مند شوند. این امر موجب کاهش توان رقابتی آنها و دشوار شدن مشارکت در بازارهای جهانی می‌شود (آنتونیو، ۱۴:۲۰۱۴).

در این میان، پلتفرم‌های دیجیتال و سیستم‌عامل‌های تجاری نقش مهمی در کاهش هزینه‌های مبادله، استانداردسازی اطلاعات، تسهیل تراکنش‌های مرزی و افزایش سرعت اجرای تعهدات دارند. بسیاری از معاهدات تجاری جدید، دولت‌ها را به ارتقای زیرساخت‌های دیجیتالی، اتصال به سامانه‌های گمرکی هوشمند و بهره‌گیری از تبادل داده الکترونیک متعهد می‌سازند.

هوش مصنوعی نیز به‌عنوان ابزاری پیشرفته برای تحلیل داده‌های اقتصادی، پیش‌بینی اثرات تعرفه‌ها، ارزیابی سناریوهای تجاری و پشتیبانی از مذاکرات بین‌المللی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فناوری با تحلیل بلادرنگ بازار و مدل‌سازی پیچیده، به طرفین مذاکره کمک می‌کند تا تصمیماتی دقیق‌تر، سریع‌تر و مبتنی بر داده اتخاذ کنند (ماتیچ ام ماس، ۲۱:۲۰۲۱).

علاوه بر این، بلاک‌چین در اجرای معاهدات تجاری نقشی کلیدی دارد. این فناوری با ایجاد اسناد غیرقابل دستکاری، رهگیری زنجیره تأمین، تأیید اصالت کالا، ثبت گواهی مبدأ و جلوگیری از تقلب، موجب افزایش شفافیت و کاهش اختلافات تجاری می‌شود (مقدسی، ۱۴۰۲:۴). در بسیاری از موافقت‌نامه‌های تجاری مدرن، استفاده از سامانه‌های مبتنی بر بلاک‌چین برای اسناد حمل‌ونقل الکترونیکی و تسهیل اقدامات گمرکی توصیه شده است.

اینترنت اشیا نیز با اتصال حسگرها و تجهیزات لجستیکی، امکان پایش لحظه‌ای وضعیت کالا، دما، ضربه، مسیر حرکت و تأخیر را فراهم می‌کند. این قابلیت‌ها از بروز اختلافات تجاری جلوگیری کرده و امکان اجرای دقیق‌تر تعهدات ناشی از معاهدات را فراهم می‌سازد (نیو، جاشوا و کاسترو، ۱۵:۲۰۱۵).

در مجموع، ورود فناوری‌های نوین به حوزه تجارت بین‌الملل، معاهدات تجاری را از اسناد صرفاً حقوقی به سازوکارهایی داده‌محور و فناورانه تبدیل کرده است. کشورهایی که توانمندتر هستند، از طریق نوآوری دیجیتال نه تنها اجرای معاهدات را تسهیل می‌کنند، بلکه در مذاکرات نیز دست بالاتر را دارند. در مقابل، کشورهای دچار نابرابری دیجیتال با چالش‌های جدی در اجرای این معاهدات مواجه‌اند؛ موضوعی که در سیاست‌گذاری‌های تجاری نوین باید مورد توجه جدی قرار گیرد.

۲-۳ معاهدات حقوق بشری

معاهدات حقوق بشری با هدف تضمین کرامت انسانی، آزادی‌های بنیادین و عدالت اجتماعی تدوین شده‌اند و اجرای صحیح آنها نیازمند سازوکارهای نظارتی دقیق، شفاف و مبتنی بر داده است. فناوری‌های نوین از جمله هوش مصنوعی، بلاک‌چین، پلتفرم‌های دیجیتال و اینترنت اشیا توانسته‌اند ابزارهای مؤثری برای تقویت اجرای تعهدات حقوق بشری فراهم کنند. دولت‌ها، سازمان‌های بین‌المللی و نهادهای ناظر اکنون با بهره‌گیری از فناوری، قادرند میزان پایبندی دولت‌ها به تعهدات حقوق بشری را با دقت بیشتری ارزیابی کنند. (ماتیچ ام ماس، ۲۰۲۱: ۶).

هوش مصنوعی در حوزه حقوق بشر نقش ویژه‌ای ایفا می‌کند. ابزارهای تحلیل داده مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند الگوهای نقض حقوق بشر، تبعیض سیستماتیک، بازداشت‌های غیرقانونی یا خشونت گسترده را از میان میلیون‌ها داده استخراج کرده و به نهادهای بین‌المللی گزارش دهند. استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی در دسته‌بندی تصاویر ماهواره‌ای برای رصد تخریب محیط زیست، حملات نظامی یا جابه‌جایی جمعیت‌ها، ظرفیت قابل توجهی برای اجرای معاهدات بین‌المللی ایجاد کرده است. (سوچمان، ۱۷۵: ۲۰۲۰).

از سوی دیگر، فناوری بلاک‌چین با ایجاد سامانه‌های شفاف و غیرقابل دستکاری برای ثبت وقایع، شهادت‌ها، اسناد یا شواهد، به افزایش اعتبار و اتقان داده‌های مربوط به نقض حقوق بشر کمک می‌کند. این قابلیت برای کشورها و سازمان‌های ناظر اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا یکی از چالش‌های اساسی در فرایند گزارش‌دهی، دستکاری اسناد یا حذف داده‌هاست (مقدسی، ۱۴۰۲: ۴).

پلتفرم‌های دیجیتال نیز نقش مهمی در گزارش‌دهی مردمی ایفا کرده‌اند. میلیون‌ها شهروند قادرند موارد نقض حقوق بشر را از طریق تلفن همراه ثبت و در سامانه‌های بین‌المللی بارگذاری کنند؛ این داده‌ها با فناوری‌های نوین پردازش شده و برای نهادهای ناظر قابل استفاده می‌شود. چنین تحولاتی، اجرای معاهدات حقوق بشری را از ساختار سنتی فاصله داده و آن را به سیستمی داده‌محور، شفاف و قابل تأیید تبدیل کرده است (آنتونیو، ۲۰۱۴: ۱۰).

فناوری‌های نوین حتی بر حوزه حقوق بشردوستانه نیز تأثیر گذاشته‌اند. هوش مصنوعی در طراحی سلاح‌های دقیق می‌تواند به تفکیک بهتر میان جمعیت نظامی و غیرنظامی کمک کند و از وارد آمدن آسیب‌های غیرضروری جلوگیری نماید. این موضوع با اصول بنیادین حقوق بشردوستانه، از جمله اصل تفکیک و اصل تناسب، ارتباط مستقیم دارد و می‌تواند تحقق عملی این اصول را تقویت کند (تخشید، ۱۴۰۰: ۷).

در این چارچوب، مهم‌ترین اسناد حقوق بشری که تحت تأثیر فناوری‌های نوین قابلیت اجرا و نظارت بهتری یافته‌اند عبارتند از:

۲.۳.۱ میثاق بین‌المللی حقوق مدنی و سیاسی:

این میثاق، دولت‌ها را مکلف می‌کند از حقوق بنیادین افراد، همچون حق حیات، آزادی بیان و آزادی تجمعات، حمایت کنند. فناوری‌های دیجیتال به نهادهای حقوق بشری امکان می‌دهد که نقض آزادی‌های مدنی مانند سانسور اینترنت، بازداشت‌های خودسرانه یا محدودیت گردش اطلاعات را به‌صورت داده‌محور تحلیل و مستندسازی کنند. (میثاق حقوق مدنی و سیاسی، ۱۹۶۶: ۱)

۲.۳.۲ اعلامیه جهانی حقوق بشر:

اعلامیه جهانی حقوق بشر (۱۹۴۸) پایه مفهومی بسیاری از حقوق بشر مدرن است. فناوری‌های نوین می‌توانند اجرای اصول این اعلامیه، از جمله منع تبعیض، حق آموزش، حق امنیت شخصی و حق دسترسی به اطلاعات را تسهیل کنند (اعلامیه جهانی حقوق بشر، ۱۹۴۸: ۳).

۲,۳,۳ میثاق بین المللی حقوق اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی:

این میثاق بر حقوقی مانند حق کار، رفاه، آموزش و سلامت تأکید دارد. فناوری‌های دیجیتال با ارائه داده‌های گسترده درخصوص فقر، بیکاری، نابرابری و دسترسی به خدمات، امکان نظارت دقیق‌تر و اجرای بهتر تعهدات دولت‌ها را فراهم می‌سازند (میثاق بین‌المللی حقوق اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، ۱۹۶۶:۱).

۲,۳,۴ کنوانسیون حذف تمامی اشکال تبعیض نژادی:

تبعیض مبتنی بر نژاد، قومیت یا رنگ یکی از اصلی‌ترین چالش‌های حقوق بشر است. سامانه‌های هوشمند تحلیل زبانی و الگوریتم‌های تشخیص الگو می‌توانند موارد تبعیض نژادی سازمان‌یافته را شناسایی کرده و نهادهای بین‌المللی را از وضعیت کشورها مطلع سازند (مجمع عمومی سازمان ملل، ۱۹۶۵:۱).

۲,۳,۵ کنوانسیون حقوق کودک:

فناوری‌های دیجیتال ابزارهای قدرتمندی برای پایش سوءاستفاده از کودکان، کار کودک، قاچاق انسان و محرومیت از آموزش ارائه می‌دهند. به‌کارگیری سیستم‌های داده‌محور و گزارش‌دهی دیجیتال می‌تواند دولت‌ها را در اجرای تعهدات خود مطابق این کنوانسیون یاری کند (مجمع عمومی سازمان ملل، ۱۹۸۹:۱).

۲,۳,۶ کنوانسیون منع شکنجه:

هوش مصنوعی با تحلیل تصاویر ویدئویی، الگوهای رفتاری و داده‌های پزشکی قانونی، امکان شناسایی سریع‌تر موارد شکنجه یا رفتار غیرانسانی را فراهم می‌کند. این قابلیت‌ها اجرای این کنوانسیون و حمایت از قربانیان را تسهیل می‌سازد (مجمع عمومی سازمان ملل، ۱۹۸۴:۱).

۳. تأثیرات مثبت فناوری بر اجرای معاهدات بین‌المللی

فناوری‌های نوین در سال‌های اخیر نقش بی‌سابقه‌ای در تحول سازوکارهای اجرای معاهدات بین‌المللی ایفا کرده‌اند. ادغام ابزارهای داده‌محور، هوش مصنوعی، سامانه‌های دیجیتال، بلاک‌چین و سنجش‌ازدور سبب شده است که فرآیند اجرای تعهدات دولتی از یک نظام سنتی مبتنی بر اعتماد و گزارش‌های دوره‌ای، به سازوکاری داده‌محور، شفاف و قابل راستی‌آزمایی تبدیل شود. این فناوری‌ها در سه حوزه اصلی معاهدات زیست‌محیطی، تجاری و امنیتی قابلیت‌های اثربخشی خود را نشان داده‌اند.

۱,۳ معاهدات زیست‌محیطی و اقلیمی

در اجرای معاهدات زیست‌محیطی، فناوری‌های نوین سهم مهمی در به‌روزرسانی شیوه‌های نظارت و گزارش‌دهی داشته‌اند. استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور، تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالا و الگوریتم‌های تحلیل کلان‌داده، امکان رصد دقیق روندهایی مانند جنگل‌زدایی، تغییر کاربری اراضی، پایش منابع آبی و شناسایی کانون‌های انتشار آلاینده‌ها را فراهم ساخته است. پژوهش هریس و همکاران نشان می‌دهد که مدل‌های پردازش داده، توانایی پایش مستمر جنگل‌ها و محاسبه دقیق ظرفیت کربن‌گیری آن‌ها را به‌طور چشمگیری افزایش داده‌اند.^۱ (هریس، نیکول ال. و همکاران، ۲۰۲۱: ۲۴۰-۲۳۴).

در چارچوب کنوانسیون تغییرات اقلیمی سازمان ملل، سامانه‌های دیجیتال به کشورها امکان داده‌اند تا گزارش‌های ملی خود را به‌صورت داده‌محور و قابل مقایسه ارائه دهند. تحلیل الگوهای رفتاری انتشار، ارزیابی شکاف‌ها و انجام پایش‌های خودکار، به نهادهای

^۱Harris

ناظر کمک کرده است تا انطباق دولت‌ها با اصل «مسئولیت‌های مشترک اما متمایز» را با دقت بیشتری بررسی کنند.^۱ (برونه، جوتا و استرک، کارستن، ۲۰۱۵: ۶۰۷-۵۸۹).

۲-۳ معاهدات تجاری و اقتصادی

در حوزه تجارت بین‌الملل، فناوری‌های نوین موجب تحول در شیوه اجرای معاهدات تجاری شده‌اند. فناوری بلاک‌چین با ایجاد دفاتر کل توزیع‌شده و غیرقابل تغییر، قابلیت رهگیری زنجیره تأمین، اصالت‌سنجی کالا، ثبت خودکار گواهی مبدأ و جلوگیری از تقلب تجاری را فراهم می‌کند. این ویژگی‌ها، سطح اعتماد میان دولت‌ها و فعالان اقتصادی را افزایش داده و امکان راستی‌آزمایی مستقل تعهدات تجاری را تقویت کرده است.^۲ (وربک، کوین: ۲۰۱۸).

هوش مصنوعی نیز با تحلیل سناریوهای اقتصادی، ارزیابی آثار تعرفه‌ها و پیش‌بینی رفتار بازار، فرآیند مذاکرات تجاری و اجرای تعهدات پس از امضای معاهدات را تسهیل می‌کند. مدل‌های یادگیری ماشینی اکنون در نهادهای سیاست‌گذار برای تحلیل ریسک، شناسایی تخلفات احتمالی و پیش‌بینی روندهای تجارت جهانی استفاده می‌شوند.

۳-۳ امنیت بین‌المللی و کنترل تسلیحات

در حوزه امنیت و معاهدات عدم اشاعه، فناوری‌های نوین ابزارهای جدیدی برای تقویت راستی‌آزمایی مستقل فراهم کرده‌اند. تحلیل الگوریتمی تصاویر ماهواره‌ای، ترکیب داده‌های چندمنبعی و استفاده از حسگرهای هوشمند از جمله روش‌هایی است که به آژانس‌های نظارتی امکان می‌دهد فعالیت‌های حساس هسته‌ای، تحرکات نظامی یا اقدامات ناقض تعهدات را با دقت بیشتری شناسایی کنند. این ابزارها به‌ویژه در اجرای معاهده عدم اشاعه تسلیحات هسته‌ای مورد استفاده قرار گرفته و از خطای انسانی کاسته‌اند.^۳ (دیویدسون، نیل، ۲۰۱۶: ۳۶-۱).

۴-۳ همکاری داده‌محور و حکمرانی دیجیتال

تحول دیجیتال زمینه‌ساز ایجاد سازوکارهای جدید همکاری میان دولت‌ها شده است. پلتفرم‌های دیجیتال چندجانبه، پایگاه‌های داده مشترک و سامانه‌های برخط، امکان هماهنگی سریع، اشتراک‌گذاری اطلاعات و ارائه گزارش‌های استاندارد را افزایش داده‌اند. ارزیابی‌های سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نشان می‌دهد که «دیجیتالی‌سازی حکمرانی» موجب افزایش کارآمدی دولت‌ها در اجرای تعهدات فراملی، کاهش هزینه نظارت و کاهش احتمال نقض مقررات شده است.^۴ (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی: ۲۰۱۹).

۴. شفافیت، پاسخگویی و دسترسی به اطلاعات

شفافیت و پاسخگویی از ارکان بنیادین اجرای مؤثر معاهدات بین‌المللی هستند. مطابق ماده ۱۹ میثاق بین‌المللی حقوق مدنی و سیاسی، دولت‌ها مکلف‌اند اطلاعات عمومی را در دسترس شهروندان قرار دهند. همچنین نظر کلی شماره ۱۹ کمیته حقوق اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و توصیه ۲۰۲ سازمان بین‌المللی کار، شفافیت را شرط اجرای صحیح نظام‌های حقوقی و حمایتی می‌دانند.^۵ (سازمان ملل متحد، ۲۰۱۶: ۴).

^۱ Brunnée & Streck

^۲ Werbach,

^۳ Davison

^۴ OECD

^۵ <https://www.ohchr.or>

۱،۴ انتشار داده‌های عمومی

سامانه‌های دیجیتال برخط امکان انتشار شفاف تعهدات، عملکرد و گزارش‌های دوره‌ای دولت‌ها را فراهم می‌کنند و به نهادهای ناظر اجازه می‌دهند روند پایبندی دولت‌ها را به‌صورت مقایسه‌پذیر بررسی کنند.^۱ (سازمان ملل متحد، ۲۰۱۶: ۴).

۲-۴ پلتفرم‌های آنلاین

وبسایت‌ها و پلتفرم‌های دیجیتال ابزار استاندارد برای ارائه گزارش‌های معاهدات شده‌اند. دستورالعمل یونسکو درخصوص «حاکمیت پلتفرم‌های دیجیتال» تأکید می‌کند که مدیریت محتوا باید شفاف، حقوق‌نویاد و سازگار با اسناد بین‌المللی باشد.^۲ (کتابخانه دیجیتالی یونسکو، ۲۰۲۳).

۳-۴ دسترسی به اطلاعات و داده‌های باز

انتشار داده‌های باز اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی موجب کاهش فساد و تقویت پاسخگویی می‌شود. داده‌های باز مانند «سرمایه عمومی» عمل می‌کنند و زمانی ارزشمند می‌شوند که قابل تحلیل و استفاده مجدد باشند.^۳ (گروه توسعه سازمان ملل متحد، ۲۰۱۷: ۲۲).

۵- تقویت همکاری‌های بین‌المللی

فناوری‌های نوین یکی از مهم‌ترین عوامل تسهیل همکاری‌های فرامرزی در اجرای معاهدات بین‌المللی هستند. زیرساخت‌های دیجیتال، پلتفرم‌های برخط و ابزارهای ارتباطی نوین، امکان گفت‌وگو، هماهنگی و تصمیم‌گیری مشترک میان دولت‌ها و نهادهای بین‌المللی را با سرعت و کارایی بیشتر فراهم کرده‌اند.

۱-۵ ویدئوکنفرانس‌ها و جلسات مجازی

سامانه‌های ویدئوکنفرانس این امکان را فراهم کرده‌اند که دولت‌ها بدون نیاز به سفرهای پرهزینه، جلسات منظم و فوری برگزار کنند. ادغام ابزارهای هوش مصنوعی از جمله خلاصه‌ساز خودکار جلسه و پیگیری مصوبات کارایی این نشست‌ها را افزایش می‌دهد و به هماهنگی بهتر اجرای معاهدات کمک می‌کند.^۴

۲-۵ پلتفرم‌های همکاری آنلاین

پلتفرم‌هایی مانند مخازن مشترک اسناد، فضاهای کاری برخط و محیط‌های تعاملی، به گروه‌های کاری و کارشناسان از کشورهای مختلف اجازه می‌دهد به‌طور هم‌زمان روی اسناد و گزارش‌ها کار کنند. این پلتفرم‌ها تبادل تجربه، استانداردسازی اطلاعات و رفع سوء تفاهم‌های اجرایی را تقویت می‌کنند.^۵ (دیوید، ۲۰۱۸: ۴).

۳-۵ بانک‌های اطلاعاتی مشترک

بانک‌های اطلاعاتی مشترک در حوزه‌هایی مانند محیط‌زیست، تجارت و حقوق بشر، دسترسی دولت‌ها به داده‌های معتبر، به‌روز و مقایسه‌پذیر را ممکن می‌سازد. این بانک‌ها ابزار مهمی برای فراهم آوردن اطلاعات استاندارد برای نظارت بر اجرای تعهدات هستند.

^۱ <https://www.ohchr.or>

^۲ <https://unesdoc.unesco.org/>

^۳ UNDG

^۴ <https://www.digitalsamba.com>

^۵ David M. Kennedy

<https://www.researchgate.net/publication/220207489>

۵-۴ فناوری‌های نوین در تحقیقات مشترک

استفاده از فناوری‌هایی مانند سنجش‌ازدور، کلان‌داده و مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی، امکان اجرای پروژه‌های تحقیقاتی مشترک را میان کشورها فراهم کرده است. این همکاری‌ها علاوه بر افزایش ظرفیت‌های علمی و فنی، موجب تقویت توان نظارتی کشورها و ارتقای تطابق با معاهدات می‌شود. (توماس، ۲۰۲۱: ۶).

در مجموع، فناوری‌های نوین با فراهم کردن ابزارهای همکاری ساختاری، دولت‌ها را به یکدیگر نزدیک‌تر کرده و به افزایش اعتماد و اجرای مؤثرتر معاهدات کمک می‌کنند.

۶. چالش‌های فناوری در اجرای معاهدات بین‌المللی

فناوری‌های نوین با وجود مزایای گسترده‌ای که برای تسهیل اجرای معاهدات بین‌المللی فراهم می‌کنند، همزمان چالش‌هایی را نیز ایجاد می‌کنند که می‌تواند بر اثربخشی، هماهنگی و یکپارچگی این فرآیند تأثیر جدی بگذارد. نخستین چالش، شکاف دیجیتال میان کشورهاست؛ به‌ویژه کشورهای کمتر توسعه‌یافته که به زیرساخت‌های فناورانه و تجهیزات لازم برای پایش و اجرای تعهدات بین‌المللی دسترسی ندارند. این عدم دسترسی نه تنها ظرفیت نظارتی آنها را محدود می‌کند، بلکه موجب نابرابری در توانایی اجرای معاهدات و کاهش هماهنگی بین‌المللی می‌شود.^۱ (آنتونیو، ۲۰۲۰: ۳۵).

چالش دیگر، کیفیت و استانداردسازی داده‌هاست. داده‌های ناقص، نادرست یا ناهمگون می‌تواند به تحلیل‌های غلط و تصمیم‌گیری‌های نادرست در اجرای معاهدات منجر شود. نبود استانداردهای مشترک برای جمع‌آوری، پردازش و گزارش‌دهی داده‌ها میان کشورها، مقایسه و پایش تعهدات را دشوار می‌سازد و موجب تضعیف اعتماد متقابل می‌شود.

همچنین، سرعت بالای تحول فناوری چالش دیگری را به وجود آورده است؛ زیرا بسیاری از کشورها از نظر میزان پذیرش و انطباق با فناوری‌های نوین هم‌گام نیستند. این ناهماهنگی موجب کندی اجرای برخی معاهدات و کاهش بهره‌وری همکاری‌های چندجانبه می‌شود. افزون بر این، در برخی کشورها عوامل فرهنگی و اجتماعی نیز مانع پذیرش فناوری‌های جدید شده و روند دیجیتالی‌سازی اجرای معاهدات را با تأخیر مواجه می‌کند.

از طرف دیگر، چالش‌های قانونی و مقرراتی نیز مطرح است. بسیاری از فناوری‌های نوین به‌ویژه در حوزه‌هایی مانند هوش مصنوعی و داده‌های بزرگ هنوز فاقد چارچوب‌های حقوقی جامع و جهانی هستند. اختلاف قوانین داخلی کشورها درباره حفاظت داده‌ها، امنیت سایبری و حریم خصوصی، خود به مانعی برای هماهنگی و انسجام در اجرای معاهدات تبدیل می‌شود.^۲ (فرج زاده، ۲۰۲۴: ۱۵).

در حوزه امنیت بین‌المللی نیز استفاده از فناوری‌های دیجیتال موجب افزایش تهدیدهای سایبری شده است. حملات سایبری یا انتشار داده‌های حساس می‌تواند روند اجرای معاهدات را مختل کرده، اعتماد کشورها را کاهش دهد و حتی امنیت ملی آنها را با خطر مواجه سازد.

یکی از مهم‌ترین چالش‌های معاصر، کاربردهای هوش مصنوعی است. استفاده از فناوری‌هایی مانند تشخیص چهره، پیش‌بینی رفتار افراد یا سیستم‌های نظارت کلان، ممکن است منجر به نقض آزادی‌های فردی و حریم خصوصی شهروندان شود. برخی دولت‌ها از این فناوری‌ها در مقیاس گسترده برای کنترل اجتماعی استفاده می‌کنند که این امر خطر نقض حقوق بنیادین بشر را افزایش می‌دهد. بنابراین، ضروری است قوانین بین‌المللی به‌روز شوند و سازوکارهای روشنی برای استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی تدوین گردد تا توسعه فناوری به قیمت نقض حقوق انسانی تمام نشود.^۳ (لیو جیالینگ، ۲۰۱۸: ۱۵).

^۱ <https://www.sciencedirect.com>

^۲ <https://unstudied.ir>

^۳ Jialing Liu

در مجموع، چالش‌های فناوری در اجرای معاهدات بین‌المللی، چندبعدی و پیچیده‌اند و نیازمند سیاست‌گذاری هماهنگ، ظرفیت‌سازی فناورانه و تدوین مقررات نوین هستند. با شناسایی دقیق این چالش‌ها و اتخاذ رویکردی جامع، دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی می‌توانند ضمن بهره‌برداری از فرصت‌های فناوری، کارآمدی و اثربخشی اجرای معاهدات را نیز تضمین کنند.

۷. فناوری‌های نوظهور و عدم قطعیت‌ها

فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی پیشرفته، بلاک‌چین نسل جدید، اینترنت اشیا، فراگیر، فناوری‌های زیستی و سامانه‌های ماهواره‌ای، ظرفیت‌های گسترده‌ای برای بهبود اجرای معاهدات دارند، اما هم‌زمان با سطح بالایی از عدم قطعیت همراه‌اند.

این فناوری‌ها از یک سو می‌توانند دقت نظارت، کیفیت گزارش‌دهی و قابلیت راستی‌آزمایی تعهدات را افزایش دهند؛ برای مثال، مدل‌های یادگیری ماشینی قادرند روندهای بلندمدت در انتشار گازهای گلخانه‌ای یا نقض حقوق بشر را پیش‌بینی کنند.

اما از سوی دیگر، ممکن است به نقض حریم خصوصی، ایجاد تبعیض الگوریتمی، افزایش نظارت دولتی و تعمیق نابرابری دیجیتال منجر شوند.

چالش اساسی دیگر سرعت تحول این فناوری‌هاست؛ تحولاتی که غالباً سریع‌تر از ظرفیت نظام‌های حقوقی و نهادی برای تنظیم‌گری آن‌ها پیش می‌رود و باعث می‌شود برخی معاهدات با شرایط جدید هم‌خوانی نداشته باشند.

گزارش سازمان ملل در سال ۲۰۱۹ تأکید می‌کند که فناوری‌های نوظهور می‌توانند هم «شتاب‌دهنده اهداف توسعه پایدار» و هم «منبع ریسک و عدم قطعیت» باشند و نیازمند حکمرانی هوشمند، مشارکتی و مبتنی بر شواهداند.^۱ (انتشارات سازمان ملل، ۲۰۱۹: ۷).

به‌طور کلی، مدیریت آثار فناوری‌های نوظهور مستلزم سه اقدام است :

۱. ایجاد سازوکارهای انعطاف‌پذیر حقوقی برای به‌روزرسانی معاهدات

۲. ارزیابی مستمر ریسک‌های فناوری

۳. تقویت همکاری‌های علمی و فناورانه برای فهم بهتر پیامدهای آن

فناوری‌های نوظهور در صورت وجود چارچوب‌های حقوقی و اخلاقی مناسب، می‌توانند به ارتقای اجرای معاهدات کمک کنند و در غیر این صورت، منبعی برای اختلافات جدید و تضعیف اعتماد بین‌المللی خواهند بود.

۸. تحلیل نمونه‌های موردی

تجزیه و تحلیل نمونه‌های موردی می‌تواند درک بهتری از نقش فناوری‌های نوین در اجرای معاهدات بین‌المللی فراهم کند و نشان دهد این فناوری‌ها در عمل چگونه به کار گرفته می‌شوند.

۱.۸ توافق نامه پاریس (۲۰۱۵)

توافق‌نامه پاریس بر نظارت و گزارش‌دهی دقیق مبتنی است. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، داده‌های سنجش از دور و مدل‌های اقلیمی مبتنی بر هوش مصنوعی، امکان رصد انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییر کاربری اراضی را فراهم کرده و به جلوگیری از دستکاری داده‌ها کمک می‌کند. (هریس، ۲۰۲۱: ۲۲۴).

^۱ <https://unctad.org/publication/impact-rapid-technological-change-sustainable-development>

۲,۸ موافقت نامه تجارت آزاد

در معاهدات تجاری نوین، فناوری‌های مالی دیجیتال، سامانه‌های گمرکی هوشمند و بلاک‌چین نقش اساسی در کاهش هزینه‌ها، افزایش شفافیت زنجیره تأمین و جلوگیری از تقلب دارند. در عین حال، موضوعاتی مانند مالکیت داده، امنیت سایبری و نابرابری دسترسی به زیرساخت‌های دیجیتال، از چالش‌های اصلی اجرای این معاهدات‌اند.

۳,۸ معاهده منع گسترش سلاح‌های هسته‌ای

آژانس بین‌المللی انرژی اتمی از حسگرهای پیشرفته، دوربین‌های دیجیتال و تحلیل الگوریتمی داده‌ها برای نظارت بر فعالیت‌های هسته‌ای استفاده می‌کند. این فناوری‌ها دقت بازرسی‌ها را افزایش می‌دهند، اما در مقابل، خطر نفوذ سایبری و افشای داده‌های حساس را نیز بالا می‌برند.

۴,۸ مذاکرات کپنهاگ (2009):

در فرآیند مذاکرات اقلیمی، مدل‌سازی داده‌محور و سناریوهای اقلیمی پیشرفته به دولت‌ها کمک کرد اثرات سیاست‌های مختلف را ارزیابی کنند. با این حال، پیچیدگی مدل‌ها و تفاوت در مفروضات فنی، بعضاً باعث اختلاف در تفسیر نتایج شد.

۵,۸ معاهدات مرتبط با فضای ماورای جو

فناوری‌های فضایی پیشرفته مانند ماهواره‌ها و سیستم‌های ناوبری امکان نظارت بر فعالیت‌های فضایی و مدیریت زباله‌های فضایی را فراهم کرده‌اند. اما مسائل مالکیت منابع فضایی، سلاح‌های ضدماهواره‌ای و استفاده نظامی از فضا چالش‌هایی ایجاد کرده‌اند که معاهدات قدیمی پاسخ کامل به آن‌ها ندارند.^۱

۹. نتیجه‌گیری و پیشنهادات سیاستی

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که فناوری‌های نوین—از جمله هوش مصنوعی، بلاک‌چین و اینترنت اشیا—در صورتی که در چارچوب‌های حقوقی و نهادی مناسب به کار گرفته شوند، می‌توانند ظرفیت نظارت، شفافیت و پاسخگویی در اجرای معاهدات بین‌المللی را به‌طور چشمگیری ارتقا دهند. این فناوری‌ها ابزارهای جدیدی برای پایش بلادرنگ داده‌ها، تحلیل روندها و راستی‌آزمایی عملکرد دولت‌ها فراهم کرده‌اند و نقش ساختاری در اجرای معاهدات زیست‌محیطی، تجاری و حقوق بشری یافته‌اند.

با این حال، بهره‌گیری صرف از فناوری کافی نیست. شکاف دیجیتال، تهدیدات سایبری، خلأهای قانونی، استانداردهای داده و پیامدهای اخلاقی هوش مصنوعی از جمله چالش‌هایی هستند که می‌توانند اعتماد بین‌المللی و کارآمدی اجرای معاهدات را تضعیف کنند. بنابراین فناوری باید به‌عنوان ابزاری حقوق‌محور و نه هدف مستقل تلقی شود.

برای بهره‌برداری مسئولانه از فناوری در اجرای معاهدات، اتخاذ مجموعه‌ای از سیاست‌های مکمل ضروری است:

۱. توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و کاهش شکاف فناوری

۲. ارتقای سواد دیجیتال و توانمندسازی نهادی

۳. تدوین چارچوب‌های حقوقی مشترک درباره حفاظت داده، امنیت سایبری و مسئولیت‌پذیری الگوریتم‌ها

^۱ <https://www.sid.ir/files/ver/pf/majles>

۴. تقویت همکاری‌های چندجانبه و انتقال فناوری به کشورهای در حال توسعه

۵. حمایت از نوآوری دیجیتال، فناوری‌های سبز و شرکت‌های دانش‌بنیان

۶. ایجاد نهادهای بین‌المللی تنظیم‌گر برای حکمرانی فناوری

در مجموع، اجرای مؤثر معاهدات بین‌المللی زمانی تحقق می‌یابد که سه عنصر به صورت هم‌زمان رعایت شود :

۱. استفاده مسئولانه و حقوق‌محور از فناوری

۲. تنظیم‌گری شفاف و هماهنگ

۳. همکاری چندجانبه

بدون این عناصر، فناوری نه تنها ظرفیت اجرای معاهدات را افزایش نمی‌دهد، بلکه ممکن است خود به منبعی برای نابرابری، نقض حقوق بشر و بی‌اعتمادی بین‌المللی تبدیل شود.

منابع

۱. بابازاده مقدم، حسن (۲۰۲۰). مقدمه‌ای بر نسل چهارم حقوق بشر؛ حمایت از کرامت انسانی در عصر ارتباطات. علوم خبری. ۹ (۳۴)، ۲۱۲-۱۹۵.
۲. تخشید، زهرا (۱۴۰۰). مقدمه‌ای بر چالش‌های هوش مصنوعی در حوزه مسئولیت مدنی. حقوق خصوصی. ۱۸ (۱)، ۷.
۳. شمس لاهیجانی، علی (۱۴۰۱). تأثیر علم و فناوری‌های نوین بر صلح و امنیت بین‌المللی. انجمن ایرانی مطالعات سازمان ملل متحد. ۵۰-۴۵.
۴. فرج‌زاده، حسن (۱۴۰۳). اتحادیه اروپا و هوش مصنوعی: گامی در مسیر پیشرفت یا نقض حقوق بشر. تالار گفتگوی انجمن ایران سازمان ملل متحد. ۲۰-۳۴.
۵. مقدسی، علی (۱۴۰۲). فناوری بلاک‌چین و کاربرد آن. نهمین کنفرانس ملی یافته‌های نوین علوم و تکنولوژی با محوریت کامپیوتر و مدیریت و حسابداری. تهران. ایران.
۶. محمودی، امیر؛ بحر کاظمی، محمد (۱۴۰۳). هوش مصنوعی و تأثیر آن بر سیاست بین‌الملل. راهبرد سیاسی. ۸ (۲)، ۷-۳.
۷. مصطفوی اردبیلی، محمد؛ تقی‌زاده انصاری، مهدی؛ رحمتی‌فر، سعید (۱۴۰۱). کارکردها و بایسته‌های هوش مصنوعی از منظر دادرسی منصفانه. حقوق فناوری‌های نوین. ۶ (۳)، ۶۰-۴۷.
۸. مصطفوی اردبیلی، محمد؛ تقی‌زاده انصاری، مهدی؛ رحمتی‌فر، سعید (۱۴۰۲). تأثیر هوش مصنوعی بر نظام حقوق بشر بین‌الملل. حقوق فناوری‌های نوین. ۸ (۴)، ۵-۱.

9. Norodom, A. (2023). *Digital Challenges for International Law*. M. Ahmadi (Trans.). S. Rezaei (Ed.). Paris: [N.P].

10. Werbach, K. (2018). *The Blockchain and the New Architecture of Trust*. Paris: MIT Press.

References

1. Antonio, A. (2016). Ethics in the information age. *AI and Ethics*. 18 (1), 15-25.
2. Antonio, A. (2014). Digital inequality and access to information. *Journal of Information Society Studies*. 12 (1), 1-18.

3. Antonio, A. (2015). Ethical challenges of the digital divide in developing countries. *International Journal of Digital Justice*. 7 (2), 10–28.
4. Antonio, A. (2020). Artificial intelligence, inequality and global governance. *Global Digital Ethics Review*. 5 (1), 35–52.
5. Aust, A. (2015). *Modern Treaty Law and Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
6. Australian Government – Department of Foreign Affairs and Trade (DFAT). (2024). *International Digital Cooperation Framework*. Retrieved December 2024 from: <https://www.dfat.gov.au>
7. Babazadeh Moghaddam, H. (2020). An introduction to the fourth generation of human rights; Protection of human dignity in the age of communications. *Oloom Khabari (News Sciences)*. 9 (34), 195-212. (in Persian).
8. Brunnée, J. & Streck, C. (2013). The UNFCCC as a negotiation forum: Towards common but more differentiated responsibilities. *Climate Policy*. 13 (5), 589–607.
9. Curry, S. (2021). Identifying credible sources of health information in social media: Principles and attributes. *Health and Human Rights Journal*. 23 (1), 1–12.
10. Davison, N. (2016). A legal perspective: Autonomous weapon systems under international humanitarian law. *International Review of the Red Cross*. 98 (2), 200–220.
11. European Commission. (2018). *General Data Protection Regulation (GDPR)*. Retrieved December 2024 from: <https://digital-strategy.ec.europa.eu>
12. Farajzadeh, H. (2024). The European Union and artificial intelligence: A step towards progress or violation of human rights. *Iran UN Association Forum*. 20-34. (in Persian).
13. Harris, N. L. et al. (2021). Global maps of twenty-first century forest carbon fluxes. *Nature Climate Change*. 11, 234–240.
14. Kennedy, D. (2018). Using online collaborative tools for groups to co-construct knowledge. *International Journal of Law and Information Technology*. 35 (4), 581–597.
15. Kulabuna, D. (2023). The role of streamlining in digitalising business processes. *Journal of Business Process Management*. 12 (1), 4–15.
16. Liu, J. (2024). Artificial intelligence and international law: The impact of emerging technologies on the global legal system. *Economics, Law and Policy*. 8 (2), 73–95.
17. Liu, J. (2018). Algorithmic surveillance and human rights in the digital age. *Journal of International Human Rights Law*. 10 (2), 15–34.
18. Maas, M. (2021). Artificial intelligence and the fragmentation of the liberal international order: Five vectors. *Conference Proceedings on Global Governance*. 1 (1), 6–7.
19. Mahmoudi, A. & Bahrkazemi, M. (2024). Artificial intelligence and its impact on international politics. *Rahbord-e Siyasi (Political Strategy)*. 8 (2), 3-7. (in Persian).
20. Maqdasi, A. (2023). Blockchain technology and its application. *9th National Conference on New Findings in Science and Technology with a focus on Computer, Management, and Accounting*. Tehran. Iran. (in Persian).
21. Mostafavi Ardabili, M.; Taghizadeh Ansari, M. & Rahmatifar, S. (2022). Functions and requirements of artificial intelligence from the perspective of fair trial. *Hoghoogh-e Fanavarihayeh Novin (Law of New Technologies)*. 6 (3), 47-60. (in Persian).
22. Mostafavi Ardabili, M.; Taghizadeh Ansari, M. & Rahmatifar, S. (2023). The impact of artificial intelligence on the international human rights system. *Hoghoogh-e Fanavarihayeh Novin (Law of New Technologies)*. 8 (4), 1-5. (in Persian).

23. Mourdi, Y. (2023). Exploring the full potentials of IoT for better financial growth and stability: A comprehensive survey. *Journal of Law, Technology and Policy*. 23 (19), 101–120.
24. Mwakalonge, J. (2016). Opportunities and challenges of smart mobile applications in transportation. *International Journal of Law and Information Technology*. 32 (6), 1–10.
25. Nailsson, M. (2012). An energy vision: The transformation towards sustainability - interconnected challenges and solutions. *Journal of Energy & Natural Resources Law*. 20 (1), 4–20.
26. National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2021). *Open Access Resources*. Retrieved December 2024 from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov>
27. OECD. (2019). *Oecd Digital Government Review*. Retrieved December 2024 from: <https://read.oecd-ilibrary.org>
28. Open Data Handbook. (2021). *Open Data Principles*. Retrieved December 2024 from: <https://opendatahandbook.org>
29. Samitsch, C. (2015). Data quality and its impacts on decision-making: How managers can benefit from good data. *International Data Privacy Law*. 5 (3), 3–18.
30. Shams Lahijani, A. (2022). The impact of science and new technologies on international peace and security. *Iranian Association for UN Studies*. 45-50. (in Persian).
31. Suchman, L. (2020). Algorithmic warfare and the reinvention of accuracy. *Critical Studies on Security*. 8 (2), 175–187.
32. Takhshid, Z. (2021). An introduction to the challenges of artificial intelligence in the field of civil liability. *Hoghoogh-e Khosoosi (Private Law)*. 18 (1), 7. (in Persian).
33. Thomas, R. (2021). Cross-border scientific collaboration and the role of emerging technologies. *Journal of Global Governance and Technology*. 3 (1), 1–10.
34. UNCTAD. (2024). *Digital Economy Report*. Retrieved December 2024 from: <https://unctad.org>
35. UNESCO. (2023). *Guidelines for the Governance of Digital Platforms*. Retrieved December 2024 from: <https://unesdoc.unesco.org>
36. UNFCCC. (2018). *Kyoto Protocol Reference Manual*. Retrieved December 2024 from: https://unfccc.int/kyoto_protocol
37. UNICEF. (2024). *Blockchain for Children: Innovation and Protection*. Retrieved December 2024 from: <https://www.unicef.org>
38. United Nations (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Retrieved December 2024 from: <https://sdgs.un.org>
39. United Nations Development Group. (2017). *Data Privacy, Ethics and Protection: Guidance Note on Big Data for Achievement of the 2030 Agenda*. Retrieved December 2024 from: <https://unsdg.un.org>
40. United Nations Environment Programme (UNEP). (2016). *Global Environmental Outlook: Planetary Environmental Crises and Pathways to Sustainability*. Nairobi: UNEP.
41. UN Treaty Collection. (2018). *Multilateral Treaties Deposited with the Secretary-General*. Retrieved December 2024 from: <https://treaties.un.org>