



Golestan University



Journal of the Climate Change Research

Scientific Journal of Golestan University
Vol. 6, No. 23, Autumn 2025



The Role of Artificial Intelligence and International Law in Combating Climate Change: Global Challenges Towards 2030

Hasan Biarjomandi^{1*}

¹Department of Law, Faculty of Humanities and Social Sciences, Golestan University, Gorgan, Iran,
Email: h.biarjomandi@gu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2025-05-16
Accepted: 2025-06-21

Keywords:
Climate Change
International Law
Artificial Intelligence
Greenhouse Gases
Environment

ABSTRACT

After 152 years of organized international non-governmental and governmental efforts, as well as multilateral actions by governments, with over 1000 international, regional, bilateral, and multilateral environmental treaties to date, there is no clear outlook for the international community regarding environmental protection and greenhouse gas reduction by 2030. If governments do not act responsibly and in coordination to fulfill their international commitments, the 1.5°C target of the Paris Agreement will be lost within a few years, putting the world on a path of increasing temperatures throughout this century, which will have negative impacts on global security. The main issue of this research is how to utilize artificial intelligence systems for targeted global climate change mitigation within the framework of international law by 2030. The main questions are: How can these systems play their diverse roles in effectively combating climate change? And what challenges are envisioned in these roles, especially in their integration with international law by 2030? The method of this research is descriptive-analytical and focuses on analyzing the intersection of international law, artificial intelligence, and climate change. The findings of this research indicate that despite the diverse roles of artificial intelligence in combating climate change, it faces technical and environmental challenges, and the differing views and policies of global powers have led to increased disputes, for which a political and legal solution must be found.

Cite this article: Biarjomandi, H. (2025). The Role of Artificial Intelligence and International Law in Combating Climate Change: Global Challenges Towards 2030. *Journal of the Climate Change research*, 6 (23), 95-111.



©The author(s)

Publisher: Golestan University

DOI: [10.30488/CCR.2025.524123.1285](https://doi.org/10.30488/CCR.2025.524123.1285)



نشریه پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی



فصلنامه علمی دانشگاه گلستان

سال ششم / شماره مسلسل بیست و سوم / پاییز ۱۴۰۴ / صفحات: ۱۱۱-۹۵



نقش هوش مصنوعی و حقوق بین‌الملل در مقابله با تغییرات آب‌وهوایی: چالش‌های جهانی تا سال ۲۰۳۰ میلادی

حسن بیارجمندی^{۱*}

^۱ استادیار و عضو هیات علمی گروه حقوق، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران، رایانامه: h.biarjomandi@gu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله: مقاله کامل علمی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۴/۱</p> <p>واژه‌های کلیدی: تغییرات آب‌وهوا حقوق بین‌الملل هوش مصنوعی گازهای گلخانه‌ای محیط‌زیست</p>	<p>بعد از ۱۵۲ سال تلاش‌های سازمان یافته بین‌المللی غیردولتی و دولتی و نیز اقدامات چند جانبه دولت‌ها تا کنون با بیش از ۱۰۰۰ معاهده بین‌المللی، منطقه‌ای، دوجانبه و چند جانبه محیط زیستی؛ چشم انداز روشنی از افق ۲۰۳۰ میلادی پیش روی جامعه بین‌المللی برای حفظ محیط زیست و کاهش گازهای گلخانه‌ای نیست و اگر دولت‌ها در ایفای تعهدات بین‌المللی خود مسئولانه و هماهنگ اقدام نمایند؛ در این صورت هدف ۱/۵ درجه سانتی‌گراد توافق پاریس در عرض چند سال از بین خواهد رفت و جهان را در مسیر افزایش دما در طول این قرن قرار خواهد داد که اثرات منفی بر امنیت جهانی خواهد داشت. مسئله اصلی این پژوهش، چگونگی بهره‌گیری از سیستم‌های هوش مصنوعی برای مقابله جهانی هدفمند با تغییرات آب و هوایی در چارچوب حقوق بین‌الملل تا سال ۲۰۳۰ میلادی است. سوالات اصلی عبارتند از اینکه چگونه این سیستم‌ها می‌توانند نقش‌های متنوع خود را برای مقابله مؤثر با تغییرات آب و هوایی ایفا کنند؟ و چه چالش‌هایی در این نقش آفرینی‌ها و بطور خاص در ادغام با حقوق بین‌الملل تا سال ۲۰۳۰ میلادی متصور است؟ روش این پژوهش، توصیفی-تحلیلی است و بر تحلیل تقاطع حقوق بین‌الملل، هوش مصنوعی و تغییرات آب و هوایی تمرکز دارد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که علی‌رغم نقش آفرینی متنوع هوش مصنوعی در مقابله با تغییرات آب و هوایی، دچار چالش‌های فنی و زیست محیطی است و نیز دیدگاه‌ها و سیاست‌های مختلف قدرت‌های جهانی منجر به افزایش اختلافات گردیده است که می‌بایست برای آن یک راهکار سیاسی و حقوقی یافت.</p>

استناد: بیارجمندی، حسن. (۱۴۰۴). نقش هوش مصنوعی و حقوق بین‌الملل در مقابله با تغییرات آب و هوایی: چالش‌های جهانی تا سال ۲۰۳۰ میلادی. نشریه پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی، ۶ (۲۳)، ۹۵-۱۱۱.

DOI: [10.30488/CCR.2025.524123.1285](https://doi.org/10.30488/CCR.2025.524123.1285)

ناشر: دانشگاه گلستان

© نویسندگان.



مقدمه

بعد از معاهدات وستفالی^۱ (۱۶۴۸) و اهمیت یافتن جغرافیای سرزمینی و در نتیجه ایجاد مرزهای سیاسی با مفهوم جدید قدرت نامحدود؛ شاهد دگرگونی‌هایی در جامعه بین‌المللی هستیم (ضیایی بیگدلی، ۱۴۰۳). نقطه عطف تاریخی یادشده، انقلاب صنعتی و ادوار آن تاکنون است که شاهد توسعه روزافزون دانش و تحولات چشمگیر در زندگی انسان‌ها و نیاز بشر به انرژی و مصرف انواع سوخت‌ها هستیم. ضمن اینکه افزایش جمعیت خود منجر به تشدید چنین وضعیتی گردید (عتابی و همکاران، ۱۳۸۹).

ناکارآمدی سازمان بین‌المللی هواشناسی (IMO)^۲ به‌عنوان یک سازمان غیردولتی (۱۸۷۳) و در ادامه، چالش‌های مربوط به ناکارآمدی جامعه ملل (۱۹۲۰-۱۹۴۶) و طرح ایده سازمان ملل متحد (ضیایی بیگدلی، ۱۴۰۳)؛ زمینه ساز تحولاتی در عرصه همکاری دولتها گردید که شکل‌گیری سازمان جهانی هواشناسی (WMO)^۳ مهمترین اقدام در این حوزه است تا به طور مؤثرتری به ماهیت بین‌المللی مساله تغییرات آب و هوایی پاسخ دهد. با تاسیس سازمان جهانی هواشناسی (۱۹۵۱)، چارچوبی برای همکاری‌های بین‌المللی برای پیشبرد خدمات هواشناسی، اقلیم‌شناسی، هیدرولوژی و محیط زیست در سراسر جهان و صرف نظر از مرزهای ملی فراهم گردید.^۴

اما با این وجود و چنین اهتمام جهانی در دهه ۱۹۸۰ انتشار گازهای گلخانه‌ای^۵ خطرناکی برای آب‌وهوای جهان ایجاد می‌کند. در سال ۱۹۹۰ مجمع عمومی سازمان ملل متحد کمیته مذاکرات بین‌الدولی^۶ (INC)، جهت تدوین کنوانسیون چارچوب تغییرات آب و هوایی سازمان ملل را (UNFCCC)

تشکیل می‌دهد. کمیته مذاکرات پیش‌نویس کنوانسیون را تهیه می‌نماید و در ۹ می ۱۹۹۲ در مقر سازمان ملل تصویب می‌شود و از تاریخ ۲۱ مارس ۱۹۹۴، ۹۰ روز پس از تصویب آن در ۵۰ کشور عضو، لازم‌الاجرا می‌گردد (عتابی و همکاران، ۱۳۸۹). اما پروتکل کیوتو (۱۹۹۷)^۸ اولین گام قابل توجه در سطح جهانی با هدف اساسی ایجاد یک چارچوب حقوقی بین‌المللی بر اساس مسئولیت مشترک و حمایت از اقدامات ملی برای مواجهه با این دغدغه جهانی است (ملکی و راعی، ۱۴۰۱). متعاقب آن نیز توافق‌نامه کپنهاگ^۹ (۲۰۱۰) با مفاد غیرالزام آور و همچنین در نهایت توافق‌نامه پاریس (۲۰۱۵)^{۱۱} بعنوان یک توافق جهانی برای مقابله با تغییرات آب و هوایی توسط ۱۹۵ کشور مورد توافق قرار گرفت و باعث گردید که تمامی کشورها برای انجام کاری مشترک بر اساس مسؤولیتهای تاریخی، حاضر و آینده‌شان در کنار هم به توافق برسند (ساعی و همکاران، ۱۳۹۷).

اما اکنون بعد از ۱۵۲ سال تلاش‌های سازمان یافته غیر دولتی و دولتی و بالغ بر ۱۰۰۰ معاهده بین‌المللی و منطقه‌ای زیست محیطی اعم از عام و خاص، دو یا چند جانبه - موجب شده حقوق بین‌الملل محیط زیست با تورم هنجاری مواجه شود - (ضیایی بیگدلی، ۱۴۰۳)؛ تا چند سال اخیر راه‌حل‌های به اندازه کافی مؤثر که برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مورد نیاز است، هنوز یافت نشده بود (Lozo, Onishchenko, 2021) و در نتیجه چشم انداز روشنی تا سال ۲۰۳۰ وجود نداشت. گزارش‌های رسمی ناامید کننده از ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۴ در خصوص انتشار گازهای گلخانه‌ای بخوبی نشان می‌دهد که کشورها می‌بایست در ایفای تعهد کاهش گازهای

⁷ The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

⁸ The Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Dec. 11, 1997, 37 I.L.M. 22.

^۹ برخلاف پروتکل کیوتو و توافق‌نامه پاریس، توافق‌نامه کپنهاگ یک سند سیاسی است تا یک سند حقوقی (Bodansky Daniel, 2010)

¹⁰ The Copenhagen Agreement

¹¹ The Paris Agreement (2015)

¹ Treaty of Westphalia

² The International Meteorological Organization (IMO)

³ The World Meteorological Organization (WMO).

⁴ WMO, History of IMO and WMO: <https://wmo.int/about-wmo/history-of-imo-and-wmo>

⁵ greenhouse gas (GHG).

⁶ Intergovernmental negotiation committee

سیاسی و حقوقی در ادغام با حقوق بین الملل تا سال ۲۰۳۰ میلادی متصور است؟

در این پژوهش ابتدا مروری بر پیشینه تحقیق خواهیم داشت و روش‌شناسی پژوهش و فرضیه‌های اصلی را ارائه خواهیم نمود، سپس چارچوب‌های مفهومی - نظری مطرح و براساس آن یافته‌های تحقیق بررسی می‌گردد و در نهایت نتیجه‌گیری و راهکارهایی ارائه می‌گردد.

پیشینه تحقیق

با توجه به پیشینه تاریخی طرح مسائل تغییرات آب‌وهوایی و تبدیل شدن آن به یک موضوع عام شناخته شده و فوری جهانی، تاکنون آثار بسیار زیاد علمی پیرامون موضوع تغییرات آب‌وهوایی و به طور خاص در پیوند با حقوق بین‌الملل عمومی ارائه شده است. همچنین در پیوند بین آنها با سیستم‌های هوش مصنوعی و توجه ویژه به نقش آفرینی آن در مقابله با تغییرات آب و هوایی آثاری تولید شده است؛ بعضی از این آثار که در پیشینه پژوهشی این مقاله مورد بررسی نویسنده قرار گرفته است عبارت‌اند از؛ پژوهشی (Rayfuse, Shirley, 2012) با عنوان حقوق بین‌الملل در عصر تغییرات آب‌وهوایی؛ تأثیرات فعلی و بالقوه تغییرات آب‌وهوایی را به طور بنیادی در هر زمینه‌ای از فعالیت‌های بشری و دامنه گسترده‌ای از بخش‌های مهم حقوق بین‌الملل و بطور خاص بر هنجارها، اصول، قواعد و فرایندهای حقوق بین‌الملل را بررسی و ترسیم می‌کند که باتوجه به بهره‌گیری از آرا و اندیشه‌های گروهی از دانشمندان برجسته در شاخه‌های مختلف حقوق بین‌الملل به ارزش و اعتبار علمی آن می‌افزاید. نویسندگان چالش‌ها و ناکامی‌های مستمر در دوران پس از معاهده کیوتو را با زبان صریح ذکر می‌کنند و بر موانع قابل توجه ناشی از تنوع منافع سیاسی و اقتصادی دخیل در آن تأکید می‌کنند.

در پژوهشی دیگر (Bodansky et al., 2017)، به بررسی نظام حقوقی مقابله با پدیده تغییرات آب‌وهوایی به مثابه یک چالش پیچیده سیاسی و حقوقی و در نتیجه یکی از مسائل فراگیر و مهم جهانی

گلخانه‌ای برای قرار گرفتن در مسیر ۱/۵ درجه سانتیگراد، چقدر متعهدانه و هماهنگ عمل نمایند؛ در غیر اینصورت اولاً اثرات تغییرات آب و هوایی در سطح جهان تشدید خواهد گردید. ثانیاً نه تنها هدف ۱/۵ درجه سانتیگراد توافق پاریس در عرض چند سال از بین خواهد رفت بلکه جهان را در مسیر افزایش دمای ۲/۶-۳/۱ درجه سانتیگراد در طول این قرن قرار خواهد داد که اثرات منفی بر مردم جهان، کره زمین و اقتصاد جهانی خواهد داشت (Emissions Gap Report 2024).

در همین چند سال اخیر که هوش مصنوعی به آحاد مردم سراسر جهان شناسانده شد و به یک جریان فراگیر بالاجزای در مراکز علمی مبدل شد؛ بطور مستند اثبات شد که: «پتانسیل متحول کردن مقابله با تغییرات آب و هوایی را دارد» (Chaudhary, 2023). عبارتی دیگر یافتن راه‌حل مقابله با تغییرات آب و هوایی در چنین شرایط دلهره آور جهانی بدون توسعه چند وجهی پایه‌های فناوری‌ها و سیستم‌های هوش مصنوعی با تمرکز همزمان بر حوزه‌های تغییرات آب و هوایی، سیاست و حقوق بین‌الملل محیط زیست غیرممکن است (Lozo, Onishchenko, 2021).

حال باید این سؤال مهم را مطرح کرد که چگونه سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند در چارچوب نظام حقوق بین‌الملل برای مقابله مؤثر با تغییرات آب و هوایی نقش آفرینی کنند؟ بالاجزای اینکه سازمان جهانی هواشناسی (WMO) در راستای چنین چشم اندازی، ماموریت جهانی برای ترویج تبادل سریع اطلاعات، پیشبرد استانداردسازی داده‌های هواشناسی، ایجاد همکاری بین خدمات هواشناسی و هیدرولوژیکی، تشویق تحقیق و آموزش در هواشناسی و گسترش استفاده از هواشناسی برای بهره‌مندی سایر بخش‌ها مانند هوانوردی، کشتیرانی، کشاورزی و مدیریت آب تلاش می‌کند.^۱ سؤال مرتبط دیگر این است که چه چالش‌های فنی و زیست محیطی مرتبط با توسعه و کاربرد این سیستم‌ها و چه چالش‌های

¹ WMO, Our Mandate: <https://wmo.int/about-wmo/our-mandate>

آب و هوایی را از منظر حقوق محیط زیست بررسی می‌کند و مزایای بالقوه آن را در افزایش نظارت زیست‌محیطی، بهبود کارایی و حمایت از استراتژی‌های سازگاری و کاهش تغییرات آب و هوایی بررسی می‌کند. همچنین چالش‌های حقوقی و اخلاقی آن، از جمله مسائل مربوط به پاسخگویی، شفافیت و سوگیری را مطرح می‌کند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که حقوق محیط زیست می‌بایست با توسعه سریع هوش مصنوعی همگام شود تا اطمینان حاصل گردد که مزایای بالقوه آن محقق می‌شود و در عین حال تهدیدات و تأثیرات منفی آن بر محیط زیست به حداقل می‌رسد.

با وجود این آثار، موضوع این پژوهش با تاکید بر چالش‌های سیاسی و حقوقی ادغام سیستم‌های هوش مصنوعی با حقوق بین‌الملل در مقابله با تغییرات آب و هوایی تا سال ۲۰۳۰ میلادی یکی از موضوعات جدید و کاربردی می‌باشد.

روش‌شناسی پژوهش

نویسنده این مقاله با استفاده از رویکرد توصیفی - تحلیلی به تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده از منابع تخصصی کتابخانه‌ای - اسنادی (حقیقی - مجازی) پرداخته است. بخشی از منابع تخصصی حوزه آب‌وهوا و تغییرات آن از سایت رسمی سازمان جهانی هواشناسی و گزارش‌های رسمی سالانه آن اخذ شده است تا از جهت اعتبار علمی قابل استناد و کفایت لازم باشد. فرضیه‌های اصلی این مقاله عبارتند از الف) با وجود توان و ظرفیت‌های نقش‌آفرینی متنوع و موثر سیستم‌های هوش مصنوعی در مقابله با تغییرات آب و هوایی، چالش‌های فنی و زیست‌محیطی متوجه کاربردهای آن می‌باشد. ب) دیدگاه‌ها و سیاست‌های مختلف قدرت‌های جهانی پیشرو در توسعه و کاربرد سیستم‌های هوش مصنوعی منجر به ایجاد چالش‌های سیاسی و حقوقی در مقابله با تغییرات آب و هوایی می‌شود.

می‌پردازد. نویسندگان ضمن تبیین دیدگاه‌های مختلف در خصوص مسئله تغییرات آب‌وهوایی؛ مفاد معاهدات سه‌گانه مربوط به آن را به طور مفصل مورد تحلیل قرار داده‌اند. در بخش مهمی دیگر، حکمرانی آب‌وهوایی فرای نظام تغییرات آب‌وهوایی سازمان ملل متحد و تلاقی آن با سایر شاخه‌های حقوق بین‌الملل را بررسی می‌نمایند.

پژوهش (Lee, 2022) با عنوان هوش مصنوعی و حقوق بین‌الملل، به بررسی چابکی سیستم‌های هوش مصنوعی و نیز مسایل و چالش‌های عمده ناشی از آن در جامعه بین‌الملل می‌پردازد و به دنبال راهکارهایی برای توسعه چارچوب‌های حقوق بین‌الملل در عصر هوش مصنوعی است و بر راهبردهایی برای حل و فصل اختلافات ناشی از آن متمرکز است و در نهایت راهکارهایی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

در پژوهش (Lozo, Onishchenko, 2021) با عنوان نقش بالقوه هوش مصنوعی در مقابله با تغییرات آب و هوایی و مدیریت منابع طبیعی: چالش‌های سیاسی، حقوقی و اخلاقی، بر نقش و تاثیر فزاینده سیستم‌های هوش مصنوعی در حل مسائل کنونی تغییرات آب و هوایی، حفاظت از محیط زیست و مدیریت منابع طبیعی تمرکز دارد و ضمن بر شمردن فرصت‌ها و تهدیدات این فناوری، بطور خاص به تحلیل حقوقی این مسائل در قوانین اتحادیه اروپا و اوکراین می‌پردازد.

پژوهش (Chaudhary, 2023) با عنوان هوش مصنوعی و مقابله با تغییرات آب و هوایی: فرصت‌ها و چالش‌ها برای حقوق محیط زیست؛ نویسنده با اشاره به ظرفیت هوش مصنوعی در متحول کردن مبارزه با تغییرات آب و هوایی، به چالش‌های جدید این فناوری برای حقوق محیط زیست می‌پردازد و تاکید می‌کند که آینده حقوق محیط زیست به توسعه و کاربرد مسئولانه هوش مصنوعی بستگی دارد، زیرا این فناوری می‌تواند هم به محیط زیست کمک کند و هم به آن آسیب برساند و مقابله با تغییرات آب و هوایی نیز از این قاعده مستثنی نیست. این مقاله فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از این فناوری در مقابله با تغییرات

چارچوب‌های مفهومی - نظری

این قسمت در تمام پژوهش‌ها، نقش کلیدی در بررسی و تحلیل مسئله اصلی پژوهش و پاسخ به سؤالات دارد. به عبارتی دیگر می‌توان از آن به ستون فقرات کار علمی و پژوهشی یاد کرد که مسئله پژوهشی بر آن بنیان نهاده می‌شود و شناخت عمیق و همه‌جانبه‌ای از آن ارائه می‌کند و بحث و تحلیل نهایی را در یک‌روند علمی آن قرار می‌دهد و ضمن اعتبار بخشیدن به آن، یافته‌های پژوهش را معتبر می‌سازد.

آب و هوا و تغییرات آن: آب‌وهوا یا اقلیم معادل با Climate است که از واژه یونانی klima به معنی «شیب» یا «میل» گرفته شده است. این واژه یونانی به تغییر زاویه تابش خورشید اشاره دارد. ریشه کلمه اقلیم نیز در فارسی به معنای خطه، کشور، قلمرو و «منطقه معین با وضعیت آب‌وهوایی یکسان» به کار می‌رود؛ همین کلمه یونانی است (کاوایانی و علیجانی، ۱۳۷۸). اما وضعیت فعلی این پدیده و علم آن متأثر از تطور تاریخی آن در طول قرون میلادی ۱۷ به بعد است. اما قرن بیستم دوران شکوفایی آب‌وهواشناسی علمی است که طی دهه‌های ۱۹۳۰-۱۹۴۰ با کشف فرایندها و روابط سه‌بعدی جو تحول چشمگیری یافت (کاوایانی و علیجانی، ۱۳۷۸).

به‌طور کلی اقلیم یا آب‌وهوا به‌صورت مجموعه شرایط میانگین عناصر آب‌وهوایی درازمدت در مناطق جغرافیایی تعریف شده است و از نظر مدت زمان مورد مطالعه با علم هواشناسی که به مطالعه شرایط لحظه‌ای هوا می‌پردازد؛ دارای تفاوت آشکار می‌باشد (فرج‌زاده و قاسمی فر، ۱۳۹۸). بررسی‌های علمی موجود نشان می‌دهد میانگین عناصر آب‌وهوایی به‌ویژه دما در طی سال‌های اخیر دچار دگرگونی‌هایی شده است که از آن به‌عنوان تغییرات آب‌وهوا یاد می‌شود و از آنجاکه همه محققین با تغییر شرایط میانگین در عناصر جوی موافقت ندارند؛ بیشتر مطالعات روی تغییرات دما متمرکز شده است (فرج‌زاده و قاسمی فر، ۱۳۹۸). بنابراین، تغییرات آب‌وهوایی به‌طور کلی به اختلال در موازنه انرژی کره زمین اطلاق می‌شود (رجب‌زاده، ۱۳۸۷)؛ که تحت عوامل طبیعی شامل

تغییرات در مؤلفه‌های گردش زمین، میزان فعالیت‌های خورشیدی، انسو^۱ و ناو^۲، انفجارات آتش‌فشانی (فرج‌زاده و قاسمی فر، ۱۳۹۸) و همچنین عوامل انسانی که نقش عمده و غالبی در این تغییر موازنه داشته‌اند. همچون افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه افزایش دما را به دنبال داشته است.^۳ ازین رو شاهد تأثیرگذاری جدی بر منابع آب، کشاورزی، سلامت، گردشگری، تنوع زیستی، انرژی، سکونتگاه‌های انسانی هستیم و خواهیم بود که مسائل اجتماعی، امنیتی و اقتصادی به دنبال داشته است و بر عمق و گستره آن در جامعه ملل خواهد افزود (فرج‌زاده و قاسمی فر، ۱۳۹۸).

حقوق بین‌الملل و محیط زیست: شاخه‌ای از علم حقوق که امروزه حقوق بین‌الملل نامیده می‌شود؛ ریشه در کلمه لاتین «Jus gentium» دارد که به مفهوم حقوق ملل نزدیک‌تر است (موسی‌زاده، ۱۴۰۰). باوجوداینکه امروزه بینش‌های نظری بعضاً متفاوت و یا متضادی در خصوص تعریف حقوق بین‌الملل وجود دارد (ضیایی بیگدلی، ۱۴۰۳)؛ اما به‌طور کلی تعریف آن تحت‌تأثیر و همگام با پیشرفت‌هایی است که جامعه بین‌الملل در قرن ۲۰ میلادی شاهد آن بوده و در قرن ۲۱ نیز آن را تجربه خواهد کرد (والاس و ارتگا، ۲۰۱۲) بنابراین از آن به‌عنوان یک نظام حقوقی حاکم بر جامعه جهانی^۴ در حال شکل‌گیری (موسی‌زاده، ۱۴۰۰) و به عبارتی مجموعه‌قواعد و مقررات قابل‌اجرا در جامعه بین‌المللی (ضیایی بیگدلی، ۱۴۰۳) اطلاق می‌شود.

توسعه و تحول حقوق بین‌الملل در طول تاریخ از جمله در قرن ۲۱ مرهون یک سلسله عوامل مؤثر غیرحقوقی است (ضیایی بیگدلی، ۱۴۰۳) و عامل محیط‌زیست از جمله این عوامل است که علاوه بر تأثیرگذاری حیاتی بر مناسبات جامعه بین‌الملل، در ارتباط تنگاتنگ با عامل جغرافیا نیز در توسعه و تحول

^۱ El Niño–Southern Oscillation (ENSO)

^۲ The North Atlantic Oscillation (NAO)

^۳ نگاه کنید به میانگین دمای سطح زمین طی دوره ی زمانی ۱۸۵۰ تا ۲۰۱۲ میلادی (فرج‌زاده، قاسمی فر، ۱۳۹۸)

^۴ International community

هستیم تا جایی که علی‌رغم موافقت‌نامه ۲۰۱۵ پاریس که در آن دولت‌ها متعهد شدند که با کاهش گازهای گلخانه‌ای و سایر آلاینده‌ها اجازه ندهند که گرم‌شدن کره زمین میزان یک و نیم درجه نسبت به شروع انقلاب صنعتی فراتر نرود. طبق اعلام سازمان ملل متحد و محافل علمی، این میزان در سال ۲۰۲۴ از میزان پیش‌بینی‌شده فراتر رفته و به ۱/۷ درجه رسیده است (بیک‌زاده، ۱۴۰۳).

هوش مصنوعی و مقابله با تغییرات آب و هوایی:

سیستم‌های هوش مصنوعی، سیستم‌های ناشناخته‌ای نیستند چرا که حدود نیم قرن از ظهور آنها می‌گذرد و در طول مدت یاد شده توانسته‌اند با اثبات پتانسیل و کارآمدی‌هایشان تاثیر غیر قابل انکاری (ابوذری، ۱۴۰۲) در حوزه‌های مختلف بجای بگذارند و منشا تحول و پیشرفت‌های خیرکننده‌ای بشوند. بطور کلی از هوش مصنوعی به عنوان مجموعه‌ای از فناوری‌های مختلف یاد می‌کنند. عبارتی دیگر این فناوری‌ها به دستگاه‌ها، نرم‌افزارها و سیستم‌هایی اشاره دارد که تقریباً مانند بشر توانایی یادگیری و تصمیم‌گیری دارد و همچنین به آنها اجازه می‌دهد که مطابق وظیفه و وضعیت موجود به روش معقولی عمل کنند (ابوذری، ۱۴۰۲). گروه کارشناسان ارشد اتحادیه اروپا تعریف جامع‌تری ارائه نموده‌اند. آنان هوش مصنوعی را بعنوان سیستم‌های نرم‌افزاری (و احتمالاً سخت‌افزاری) که توسط انسان‌ها طراحی شده و با هدف حل مسائل پیچیده، از طریق درک محیط اطراف خود با جمع‌آوری داده‌ها، تفسیر داده‌های ساختاریافته و غیرساختاریافته، استنتاج بر پایه دانش موجود، و پردازش اطلاعات به دست آمده، عمل می‌کنند؛ تعریف نموده‌اند. سیستم‌هایی که قادرند تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر پردازش داده‌ها را برای رسیدن به اهداف مشخص، در قالب فعالیت‌های فیزیکی یا دیجیتال انجام دهند. این سیستم‌ها می‌توانند از روش‌های یادگیری آماری و مدل‌های عددی بهره‌مند گردند و علاوه بر این، فعالیت‌های خود را بر اساس تجزیه و

آن مؤثر بوده است. به‌نحوی که امروزه همکاری و روابط تابعان حقوق بین‌الملل در قلمرو محیط‌زیست به‌عنوان موضوع حقوق بین‌الملل و تحت عنوان حقوق بین‌الملل محیط‌زیست و باتوجه‌به گره‌خوردن آن با «حق بر توسعه پایدار»^۱، به‌طور مبسوط مورد مطالعه قرار می‌گیرد (بیک‌زاده، ۱۴۰۳). ازین رو این شاخه از حقوق بین‌الملل در ارتباط غالب با دیگر شاخه‌های آن است. از میان منابع کلاسیک حقوق بین‌الملل، معاهدات به‌عنوان قواعد حقوقی سخت حقوق بین‌المللی محیط‌زیست از جایگاه ویژه‌ای و شناخته‌تری برخوردار هستند تا جایی که: «تعداد معاهدات بین‌المللی و منطقه‌ای زیست‌محیطی اعم از عام و خاص بالغ بر ۱۰۰۰ معاهده دو یا چندجانبه است. این حجم از معاهدات موجب شده تا امروزه گفته شود حقوق بین‌الملل محیط‌زیست با تورم هنجاری مواجه است» (ضیایی بیگدلی، ۱۴۰۳). در این میان نیز معاهدات عام آن (کیوتو و پاریس) تحت چارچوب UNFCCC _ که هدف اصلی آن، ثابت نگه داشتن غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر جلوگیری کند _ محدودیت‌های اجباری برای انتشار گازهای گلخانه‌ای را در بر دارند که هر ساله دولت‌های متعهد همدیگر را در اجلاس سالانه اعضا (COP)^۲ برای ارزیابی افزایش تغییر آب و هوایی ملاقات می‌کنند (فرج‌زاده و قاسمی‌فر، ۱۳۹۸).

اما باوجود این هر روز شاهد «آلودگی و تخریب»^۳ بیشتر محیط زیست و به‌تبع آن تغییرات آب‌وهوایی

^۱ Sustainable Development

^۲ The Conference of the Parties (COP)

^۳ بر اساس توصیه‌نامه همکاری اقتصادی و توسعه مورخ ۱۹۷۴ آلودگی عبارت است از ورود مستقیم یا غیر مستقیم مواد یا انرژی به محیط زیست انسان که منجر به چنان آثار زیانباری گردد که سلامت انسان را در معرض خطر قرار داده و به موجودات زنده و اکوسیستم‌ها صدمه وارد ساخته و در مطبوعیت و سایر استفاده‌های مشروع از محیط زیست اخلال ایجاد کرده یا آسیب وارد نماید. تخریب محیط زیست نیز حاصل انواع آلودگی‌هایی است (آلودگی‌های جوی، دریایی، خاک، آب مخصوصاً آب آشامیدنی، گرمایش جهانی زمین، مواد اتمی و سایر مواد خطرناک) که نتیجه به‌کارگیری گسترده فناوری‌های بد مهار شده و

نیز فجایع بوم‌شناختی اکولوژیک است که افکار عمومی را نرسیده خاطر کردند (ضیایی بیگدلی، ۱۴۰۳).

نقش آفرینی در پردازش داده‌های بزرگ و ارائه

بینش دقیق: سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند با پردازش داده‌های بزرگ، بینش‌هایی دقیقی در مورد فرآیند تغییرات آب و هوایی در سیاره ما ارائه دهند. همچنین آنها می‌توانند اثربخشی سیاست‌ها و راهبردهای اتخاذ شده را ارزیابی و راهبردهای سازگارتری با محیط زیست ارائه کنند (Chaudhary, 2023). این نقش آفرینی با توجه به اینکه این حوزه مملو از چالش‌های داده‌ای عظیم و سئوالات بی پاسخ است؛ واجد اهمیت می‌باشد چراکه مقابله با تغییرات آب و هوایی نیازمند جمع‌آوری حجم زیادی داده در مورد متغیرهای مختلف است که کار با آنها بسیار چالش‌برانگیز است. ضمن اینکه پردازش سریع و بی‌وقفه در زمان‌های مختلف، بصورت مقایسه‌ای و مقرون به صرفه را فراهم می‌کند (Amy, 2020). مثلاً این فناوری از طریق تحلیل داده‌های بزرگ جمع‌آوری شده مربوط به زیرساخت‌های محلی و مصرف برق کارخانجات، الگوهای جدیدی برای سنجش تأثیر آنها را ارائه می‌دهد. بطور خاص این روش برای نیروگاه‌های گازسوز، که فاقد دودهای قابل اندازه‌گیری سریع هستند، بسیار مناسب است. برنامه‌ای به نام Carbon Tracker قرار است برای تحلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای حدود ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ نیروگاه برق مورد استفاده قرار گیرد و انتظار می‌رود بزرگ‌ترین بانک داده را تشکیل دهد و در صورت اعمال قانون مالیات بر کربن در آینده، این سیستم می‌تواند در تعیین مالیات برای انتشارات کربن کمک کند (Lozo, Onishchenko, 2021).

نقش آفرینی براساس نیازمندی‌های مدیریت

استراتژیک: سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند برای توسعه سیاست‌ها و راهبردهای نوآورانه به منظور مقابله با تغییرات آب و هوایی در سطوح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی استفاده شوند (Chaudhary, 2023). بالاخص اینکه بدترین تأثیرات آن در آینده به وقوع خواهد پیوست (Amy, 2020) و ازین رو پیش‌بینی آینده نیز یکی از مهمترین نیازمندی‌های مدیریت استراتژیک است. بعنوان مثال شبکه عصبی بعنوان

تحلیل محیط و تأثیر اقدامات پیشین، تطبیق دهند (Lozo Onishchenko, 2021).

در سالهای اخیر این سیستم‌ها عمومیت یافته‌اند و پیشرفت‌های مختلفی را رقم زده‌اند که به تعبیری نشان‌دهنده انقلاب در استفاده از آنها برای حمایت از تصمیم‌گیری، پیش‌بینی، طبقه‌بندی داده‌ها و ترکیب اطلاعات است (ابوذری، ۱۴۰۲). بنابراین: «برای تمدن‌ها چشم پوشیدن از هوش مصنوعی کار ناشدنی است. رهبران باید متوجه مسئولیت سنگین خود در برابر کاربردهای فناوری باشند» (کیسینجر و همکاران، ۱۴۰۳) بالاخص در عرصه بین‌الملل و بر طیف گسترده‌ای از بخش‌های آن (لی، ۱۴۰۲) که در روابط و مناسبات و در نتیجه ورود به عصری جدیدی از حقوق بین‌الملل را رقم خواهد زد که با دوره‌های پیشین، قابل مقایسه نیست. چراکه درگذشته شاید عامل علمی و فنی، عامل چندان مؤثری در پیدایش حقوق بین‌الملل محسوب نمی‌شد (ضیایی بیگدلی، ۱۴۰۳) اما این عامل با وجود پیشرفت‌های فناورانه و از جمله بطور خاص سیستم‌های هوش مصنوعی و ادغام آن با حقوق بین‌الملل و در شاخه‌های مختلف آن، توسعه و تحول چشمگیری بوجود آورده است و خواهند آورد.

یکی از شاخه‌های یاد شده، حقوق بین‌الملل محیط زیست است که با توجه به اینکه تغییرات آب و هوایی به دلیل تهدیدات فراگیر علیه بشریت، فوری‌ترین مشکلات جهانی محسوب می‌شود (Lozo Onishchenko, 2021) و در زمره اولین حوزه‌های آماده برای توسعه و کاربرد هوش مصنوعی در سالهای اخیر محسوب می‌شود و به همین دلیل نقش آفرینی متنوعی از هوش مصنوعی با توجه به کارکردهایی همچون پردازش، پیش‌بینی و تحلیل روندها، طراحی سیاست‌ها و راهکارها، اجرا و نظارت بر تغییرات آب و هوایی و تعهدات کشورها ارائه شده است (Amy, 2020) که تا پیش از توسعه و کاربرد متنوع و فراگیر هوش مصنوعی تصور آن ممکن نبود. عمده نقش آفرینی‌ها را می‌توان تحت عناوین ذیل دسته بندی کرد:

است (Lozo, Onishchenko, 2021). همچنین این سیستم‌ها می‌تواند با عنایت به تحولات یادشده، در حوزه حمل و نقل با کمک به بهبود زمان‌بندی شارژ خودروهای برقی، مدیریت تراکم و انرژی باتری، تحقیق و توسعه باتری‌های خودروهای برقی، مدل‌سازی مصرف و رفتار مصرف‌کننده و مدیریت بار الکتریکی، هماهنگی حرکت خودروهای برقی، بهینه‌سازی چرخه‌های شارژ آنها و پیش‌بینی تقاضای کلی کاربران، کمک کند (Amy, 2020). همچنین یادگیری ماشین روند توسعه مواد جایگزین در حوزه حمل و نقل و استفاده مؤثرتر از انرژی را تسریع می‌کند، همچنین می‌تواند کمک کند تا کم‌ترین تعداد سفر و انتشار آلودگی در حمل‌ونقل کالاهای و مسافر حاصل شود و با مدیریت باتری و ناوگان و سیستم‌های حمل‌ونقل را به گونه‌ای ارتقا بخشد (Lozo, Onishchenko, 2021) بعضی پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که در چنین روندی اتومبیل‌های خودران مجهز به سیستم‌های هوش مصنوعی ممکن است تا سال ۲۰۵۰ انتشار گازهای گلخانه‌ای را تا ۵۰٪ کاهش دهند (Chaudhary, 2023).

سیستم‌های هوش مصنوعی در کشاورزی دقیق نیز قابل بهره‌گیری هستند؛ استارت‌آپ فناوری کشاورزی PEAT در برلین برنامه Plantix را توسعه داده است که توانایی ارزیابی شرایط خاک و تشخیص مشکلات آن را دارد. شرکت‌های آمریکایی AWhere و FarmShots از فناوری یادگیری ماشین همراه با داده‌های ماهواره‌ای، برای پیش‌بینی آب‌وهوا، بررسی سلامت محصولات و ارزیابی مزارع در برابر بیماری‌ها و آفات استفاده می‌کنند (Lozo, Onishchenko, 2021). شرکت Indigo Ag با بهره‌گیری از این سیستم، در حال توسعه و پیاده‌سازی روش‌های نوینی است که هدفشان کاهش میزان انتشار گاز متان از دام‌ها می‌باشد (Chaudhary, 2023).

نقش آفرینی براساس نوع فناوری‌ها و سیستم‌ها:

برای شناسایی روندهای تغییرات آب و هوایی، فناوری‌های متنوعی برای مدل‌سازی و ارزیابی اثرات پدیده‌های آب و هوایی مورد استفاده

نوعی از فناوری‌های هوش مصنوعی با موفقیت توانسته است تغییرات گرما در طول ۱۰ سال آینده را با دقت ۹۷٪ پیش‌بینی می‌کند (Lozo, Onishchenko, 2021).
نقش آفرینی براساس حوزه‌های واجد اولویت و بهره‌وری: یکی دیگر از کارکردهای بالقوه سیستم‌های هوش مصنوعی، توانایی آن در بهبود بهره‌وری منابع است. آنها می‌توانند با تجزیه و تحلیل داده‌ها در مورد الگوهای مصرف، شناسایی ناکارآمدی‌ها و نیز توصیه راه‌حل‌ها، استفاده از منابعی مانند انرژی را بهینه‌سازی کنند (Chaudhary, 2023). بیشتر کارشناسان تغییرات آب و هوایی، اتفاق نظر دارند که تمرکز بر توسعه و کاربرد هوش مصنوعی در چهار حوزه برق، حمل و نقل، کشاورزی و ساختمان‌ها (تجاری و مسکونی) می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر کربن‌زدایی داشته باشد (Amy, 2020).

حوزه برق در سطح جهانی، حدود ۲۵ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهد که انتظار می‌رود تقاضا برای برق با گذار بخش حمل و نقل کنونی به وسایل نقلیه الکتریکی افزایش و منجر به تشدید انتشار گازهای گلخانه‌ای شود مگر اینکه اقداماتی برای کربن‌زدایی شبکه برق انجام شود از جمله تسریع توسعه فناوری‌های انرژی پاک (پنل‌های خورشیدی)، تسهیل برق‌رسانی بدون کربن خارج از شبکه از طریق توسعه ریزشبکه‌ها، بهبود پیش‌بینی تولید و مدیریت تقاضا، تقویت بهینه‌سازی و مدیریت سیستم و افزایش نظارت بر آن، کشف مواد جدید برای استفاده در باتری‌های ذخیره‌سازی انرژی یا مواد جذب‌کننده دی‌اکسید کربن از جو و افزایش قابلیت اطمینان و تاب‌آوری (Amy, 2020). هوش مصنوعی در این ارتباط می‌تواند تحقیقات راکتورهای همجوشی هسته‌ای (خورشید مصنوعی) را تسریع کند که جایگزینی ایمن و بدون کربن برای تولیدات کنونی

^۱ اقدام دیپ مایند گوگل (Google DeepMind) با بهره‌گیری از یادگیری ماشین برای ظرفیت سنجی و برآورد تولید نیروی بادی در ایالات متحده، بنحوی که خروجی آن را ۳۶ ساعت قبل از تولید واقعی، بهتر پیش‌بینی تا به تعهدات تحویل روزانه ساعتی کمک کنند که استفاده از یادگیری ماشین، ارزش انرژی بادی آن را تقریباً بیست درصد افزایش داده است (Amy, 2020).

نقش آفرینی بر اساس فرآیندهای هدف‌گذاری شده عام منطقه ای و جهانی: نهادینه سازی یک حکمرانی جهانی مردمی مبتنی بر «ما مردم ملل متحد»^۱ که شراکت در آموزش و آگاهی بخشی در زمینه تغییرات آب و هوایی^۲ و جلب مشارکت مردم ملل متحد در مقابله با آن را می‌توان از مهمترین هدف‌گذاری‌های عام جهانی برای پیشبرد ترقی اقتصادی و اجتماعی تمام ملل دانست که سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند به ایجاد ساختارهای منعطف و مبتکرانه برای مشارکت یادشده از پایین به بالا کمک کنند و پویایی لازم و چندسطحی را به این عرصه جهانی تزریق کنند (Cortez, 2023). نمونه بارز و شاخص چنین نقش آفرینی، برنامه موبایل iRain است که به منظور جلب مشارکت مردم سراسر جهان در جمع‌آوری داده‌های محلی به منظور نظارت جهانی بر میزان بارش، طراحی شده است که چنین الگویی در سایر مسایل مربوط به تغییرات آب و هوایی با بهره‌گیری از سیستم‌های یادشده قابل تعمیم است. برنامه‌های مشابه دیگری از قبیل iNaturalist و eBirds، اطلاعاتی را از گروه‌های گسترده‌ای از کارشناسان و متخصصین درباره جمعیت گونه‌ها و اکوسیستم‌ها جمع‌آوری می‌کنند (Lozo, Onishchenko, 2021).

موارد عمده یاد شده و بعضی برنامه‌های مرتبط با آن در خصوص نقش آفرینی سیستم‌های هوش مصنوعی بعنوان فرصت‌های آن‌ها ناظر بر آغاز یک حرکت فناورانه و سیستمی مقابله ای است و ثاباً تنها

قرار می‌گیرد. در سال ۲۰۱۹ کارشناسان هوش مصنوعی سندی تحت عنوان مقابله با تغییرات آب و هوایی با کمک یادگیری ماشین منتشر کردند که ۱۳ حوزه ای را که در آن‌ها می‌توان از یادگیری ماشین بهره برد، پیشنهاد می‌دهند و یا کارشناسان مؤسسه مونترال (MILA)، مایکروسافت و آزمایشگاه‌های هوش مصنوعی کونسی‌نت برای ارائه تصویری ادراکی، از نوع و سیستمی از هوش مصنوعی به نام GAN جهت مدل سازی شکل احتمالی خانه‌ها و محل زندگی شان در آینده پس از آسیب‌دیدگی‌های ناشی از افزایش سطح دریا و طوفان‌های شدید با توجه به تغییرات آب‌وهوایی استفاده کردند (Lozo, Onishchenko, 2021).

نقش آفرینی در فرآیندهای نظارتی عام منطقه

ای و جهانی: نظارت موثر و دقیق، بخش مهم در فرآیند مقابله جهانی با تغییرات آب و هوایی است و بدون چنین نظارتی دستیابی به اهداف مورد انتظار تا سال ۲۰۳۰ میلادی ممکن نیست. یکی از کارکردهای اصلی سیستم‌های هوش مصنوعی، پتانسیل آن برای افزایش نظارت بر روند تغییرات آب و هوایی است. این سیستم‌ها می‌توانند حجم عظیمی از داده‌ها را از منابع مختلف، مانند ماهواره‌ها، حسگرها و رسانه‌های اجتماعی جمع‌آوری و پردازش کنند تا اطلاعات فوری و مورد نیاز را ارائه دهند (Chaudhary, 2023). همچنین می‌توانند نقاطی که بیشترین میزان انتشار دی‌اکسید کربن را در کشورهایی که مسئولیت گزارش این موارد را ندارند، شناسایی و نقشه‌برداری کنند و یا برای اندازه‌گیری و کاهش انتشار دی‌اکسید کربن از طریق بهینه‌سازی سیستم‌های موجود مورد استفاده قرار گیرد. شرکت «کربن تریکر» که یک موسسه مستقل تحلیلی در حوزه مالی است، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای از نیروگاه‌های زغال‌سنگی را با بهره‌گیری از داده‌های جمع‌آوری شده توسط ماهواره‌ها رصد می‌کند و ناکارآمدی این صنعت از نظر اقتصادی را ارائه می‌کند. این فناوری و سیستم می‌تواند در سراسر جهان، به ویژه در مناطقی که نظارت بر انتشار گازهای گلخانه‌ای انجام نمی‌شود و نیاز به مجوز ندارد، قابل استفاده باشد (Lozo, Onishchenko, 2021).

^۱ «ما مردم ملل متحد با تصمیم به محفوظ داشتن نسل‌های آینده و با اعلام مجدد ایمان خود به حقوق اساسی بشر و همچنین به تساوی حقوق ملت‌ها اعم از کوچک و بزرگ و ایجاد شرایط لازم برای حفظ عدالت و احترام الزامات ناشی از عهدنامه‌ها و سایر منابع حقوق بین‌المللی و کمک به ترقی اجتماعی و شرایط زندگی بهتر با آزادی بیشتر؛ و برای نیل به این هدف‌ها؛ زیستن در حال صلح یکدیگر با یک روحیه حسن همجواری و به متحد ساختن قوای خود برای نگاهداری صلح و امنیت بین‌المللی برای پیشبرد ترقی اقتصادی و اجتماعی تمام ملل مصمم شدیم که برای تحقق این مقاصد تشریک مساعی نماییم.» (منشور سازمان ملل متحد)

^۲ UN Climate Change Learning Partnership (UN CC:Learn): <https://uncclearn.org/>

استانداردهای زیست محیطی در برنامه‌ریزی آن، امکان دور زدن قوانین زیست محیطی با خودکارسازی فعالیت‌های آلاینده، پیامدهای امنیتی و اخلاقی تصمیم‌گیری خودکار با توجه به ظرفیت‌های سوگیری و تبعیض در تصمیم‌گیری‌های آن، احتمال کاهش مشارکت انسانی در حکمرانی جهانی مقابله با تغییرات آب و هوایی، چالش مسئولیت و پاسخگویی همچون اشتباه در طبقه‌بندی آلاینده‌ها و در نهایت شفافیت در نحوه کار و تصمیم‌گیری آن مواجهه است (Chaudhary, 2023)؛ بنابراین می‌بایست پیش از چنین نقش‌آفرینی‌ها از نظر مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی و ایمنی مورد ارزیابی اطمینان بخش قرار بگیرند. علاوه بر چالش‌های یاد شده نیز این سیستم‌ها از جمله یادگیری ماشین با چالش مصرف مواد و انرژی (برق) و در نتیجه آلودگی محیط زیست مواجه است. البته این سیستم‌ها پتانسیل قابل توجهی برای به حداقل رساندن مصرف و بهینه‌سازی شبکه برق مصرفی خود دارند که در سال جاری میلادی (۲۰۲۵) فقط مقدار مصرف برق مراکز داده، بین ۸٪ تا ۲۱٪ رشد خواهد کرد. ضمن اینکه باید در نظر داشت که در تولید برق این سیستم‌ها، محدودیت‌هایی در استفاده از سوخت‌های فسیلی وجود دارد چراکه از منظر بعضی محققین یک سوم ذخایر نفت، نیمی از ذخایر گاز و بیش از ۸۰٪ از ذخایر فعلی زغال سنگ از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۵۰ میلادی می‌بایست دست‌نخورده باقی بمانند تا به هدف ۲ درجه سانتی‌گراد دست یابند (Lozo, Onishchenko, 2021)

در همین راستا گوگل، آمازون و مایکروسافت سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر را برای بهبود بهره‌وری انرژی آغاز کرده‌اند. همچنین ارائه مزارع سرور هوش مصنوعی که با منابع تجدیدپذیر تغذیه می‌شوند، توسعه شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی عمومی و موارد دیگر، راه‌هایی هستند که محققان برای کاهش کربن به کار می‌برند اما این سرمایه‌گذاری برای جبران جنبه‌های مشکل‌ساز استفاده از هوش مصنوعی در زمینه حفاظت از محیط زیست و تغییرات آب و هوایی در تمام سطوح مورد اشاره کافی

تعداد معدودی از مصادیق آن هستند که سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند گذار به توسعه پایدار سبز را در ۲۰۳۰ میلادی راه‌بری کنند (Lozo, Onishchenko, 2021).

بحث و تحلیل

در این قسمت از پژوهش و در چارچوب مفهومی و نظری آن، در ابتدا به بررسی و تفسیر یافته اصلی پژوهش در خصوص نقش سیستم‌های هوش مصنوعی در مقابله با تغییرات آب‌وهوایی می‌پردازیم و اهمیت آن در چارچوب مساله اصلی پژوهش را مورد تحلیل و چالش‌های فنی و زیست محیطی آن را مورد توجه قرار می‌دهیم. در گام بعدی نیز چالش‌های سیاسی و حقوقی در مقابله با تغییرات آب‌وهوایی را مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهیم. یافته‌های این پژوهش، نشان‌دهنده تأیید فرضیه‌های مطرح شده است که در ادامه به تفسیر و تحلیل آن می‌پردازیم.

آنچه بطور مستند از چگونگی و اقسام و سطوح نقش آفرینی‌های سیستم‌های هوش مصنوعی در هر یک از سطوح بیان شد؛ تحقق نخواهد یافت، مگر با همکاری و هماهنگی بین المللی و تغییرات بی‌سابقه در تمام جنبه‌های زندگی اجتماعی بشری (Lozo, Onishchenko, 2021). البته نباید از این موضوع غفلت نمود که علی‌رغم اینکه این سیستم‌ها می‌توانند از طریق نقش آفرینی‌های هدفمند و ترکیبی یادشده به توقف تغییرات آب و هوایی کمک شایانی نمایند، اما در صورت عدم مهار مناسب و پیوست نگاری‌های زیست محیطی می‌توانند اثرات مضر داشته باشند (Cortez, 2023) و خود نیز در تشدید تولید گازهای گلخانه‌ای و انتشار آن باری بر وضعیت کنونی و عاملی برای عدم دستیابی به چشم انداز ۲۰۳۰ میلادی گردند. چراکه تخریب محیط‌زیست حاصل انواع آلودگی‌هایی است که نتیجه به‌کارگیری گسترده فناوری‌های بد مهار شده است (ضیایی بیگدلی، ۱۴۰۳).

براساس یافته‌های این پژوهش، سیستم‌های هوش مصنوعی علی‌رغم نقش آفرینی‌های یادشده و فرصت‌های بی‌نظیری که می‌توانند ایجاد کنند؛ با چالش‌هایی همچون عدم اطمینان از رعایت قوانین و

نیست. بالاخص اینکه غالب کشورها در آغاز راه و فاقد چنین فناوری‌های بالا هستند و همچنین اکثریت قریب به اتفاق شرکت‌های بزرگ هنوز به سوخت‌های فسیلی متکی هستند و در پیگیری بهره‌وری، تحت کنترل زیست‌محیطی قرار نمی‌گیرند و در این ارتباط با یک عدم شفافیت اطلاعات در سطح جهانی مواجه هستیم تا جایی که محققان و سیاست‌گذارانی که در تلاشند تأثیر فناوری بر آب و هوا را بررسی کنند، با کمبود شدید اطلاعات موجود مواجه شدند و تعداد بسیار کمی از شرکت‌ها معیارهای جدیدی را در مورد استفاده از انرژی آلاینده و پاک را ارائه می‌کنند. مثلاً شرکت خدمات وب آمازون که تقریباً ۵۰٪ از بازار جهانی خدمات ابری را پوشش می‌دهد، تقریباً به طور کامل هنوز آمار و اطلاعات قابل توجهی از جزئیات مربوط به اثرات انرژی فعالیت‌های بزرگ خود را شفاف نکرده است.

علاوه بر این نیز لازم است با نگاهی اخلاقی و مبتنی بر عدالت جهانی و بین‌نسلی و نیز متناسب با تأثیرگذاری بر جوامع مختلف این آگاهی‌های زیست‌محیطی، میان کاربران ارتقا یابد و اکوسیستم انرژی مورد استفاده هوش مصنوعی قابل مشاهده‌تر و میزان تولید کربن برای هر کنش را شفاف نمایند؛ بنحوی که هریک از کاربران در جامعه بین‌المللی خود را مسئول و سهیم در این ایمنی‌سازی سیستم‌های هوش مصنوعی بدانند و در این مسیر همه بازیگران عرصه یاد شده ملزم به فراهم کردن دسترسی آزاد به اطلاعات و مستندات شفاف در مورد مصرف انرژی، نوع آن و میزان انتشار کربن آن باشند. در نتیجه بر فرآیند طراحی و استقرار سیستم‌های خاص هوش مصنوعی تأثیر بگذارند و به انتشار بهترین شیوه‌های هوش مصنوعی کمک کنند. اما آیا تمام دولت‌ها مایل هستند چنین بهایی را به خاطر منافع احتمالی زیست‌محیطی سیستم‌های هوش مصنوعی بپردازند؟ بالاخص اینکه میزان تأثیر جنبه‌های چالش برانگیز یاد شده برای همه کشورها یکسان نیست و در کشورهای پیشرو در توسعه و کاربرد سیستم‌های هوش مصنوعی هنوز به شدت انرژی‌بر است، و شرکت‌های مسئول این امر،

اطلاعات کمی در مورد فعالیت‌های خود ارائه می‌دهند که با قوانین ملی سختگیرانه‌ای همانند حفاظت از محرمانگی داده‌ها گره خورده است (Lozo, Onishchenko, 2021).

بنابراین ابداع و سازوکارهایی برای مهار مناسب سیستم‌های هوش مصنوعی و انرژی مصرفی آن، کنترل دقیق دامنه کاربرد آنها توسط دولت‌ها، رعایت اصول اخلاقی و حقوقی عام و خاص حقوق بین‌الملل محیط زیست و پیمان‌های بین‌المللی اصلی آن و عنداللزوم تدوین پیمان جامع مختص این عصر ضروری است (حسینی و هاشمی‌زاده، ۱۴۰۲). بدین ترتیب جایگاه و ضرورت نقش آفرینی حقوق بین‌الملل معاصر در چنین عرصه پیچیده و رقابتی را روشن می‌سازد. بعبارتی دیگر در چنین تقاطعی بدون نقش آفرینی حقوق بین‌الملل و بهره‌گیری از مکانیزم‌های کنونی و یا ایجاد ساختارهای مناسب امکان دستیابی به هدفگذاری ۲۰۳۰ متصور نخواهد بود.

یافته‌های بعدی پژوهش در چارچوب سؤال اصلی دیگر یعنی اینکه چه چالش‌های کلان سیاسی و حقوقی در ادغام حقوق بین‌الملل با هوش مصنوعی و بطور خاص در مقابله با تغییرات آب‌وهوایی تا سال ۲۰۳۰ میلادی وجود دارد؟ بر مبنای اطلاعات مستند جمع‌آوری و بررسی شده نشان می‌دهد که حقوق بین‌الملل و شاخه‌های آن با چالش‌های سیاسی و حقوقی کلانی مواجه هستند؛

افزایش تعارضات بین تابعین حقوق بین‌الملل: به دلیل نوین بودن سیستم‌های هوش مصنوعی، اعضای اصلی جامعه بین‌المللی هنوز روی مجموعه خاصی از قواعد برای مدیریت مسائل مرتبط با آن به توافق نرسیده‌اند و شاهد تلاش‌های پراکنده تحت ایده‌ها و دیدگاه‌های متفاوت درباره نحوه مواجهه با مسائل مختلف ناشی از آن هستیم و عملاً به طور خاص کشورها در این حوزه به حال خود رها شده‌اند و شاهد وضع قوانین داخلی متنوع تحت اهداف و استراتژی‌های ملی و به حداکثر رساندن منافع آنان هستیم و خود زمینه‌ساز رقابت‌های گسترده و در نتیجه ایجاد تعارضات بین دولت‌ها و بازتاب آن در

نظامی بلکه از نظر توسعه اقتصادی و اجتماعی به‌عنوان یک سرمایه ملی در نظر بگیرند. به‌عبارت‌دیگر هوش مصنوعی در تمام زمینه‌های توسعه ملی، اقتصاد ملی و امنیت ملی اهمیت دارد و به همین دلیل قدرت‌های بزرگ جهان (ایالات متحده، اتحادیه اروپا، چین، روسیه، ژاپن و کره جنوبی) در حال وضع استراتژی‌های ملی مربوط برای ترویج و حمایت از توسعه هوش مصنوعی و درعین حال حفظ منافع استراتژیک ملی خود هستند.

همین اختلافات، خود زمینه‌های واگرایانه‌ای در بهره‌گیری هماهنگ از سیستم‌های هوش مصنوعی در راستای چشم اندازه‌ها و ماموریت‌های جهانی کاهش گازهای گلخانه‌ای را رقم خواهد زد؛ تا جایی که قدرت‌های بزرگ پیشرو در هوش مصنوعی از جمله چین، ایالات متحده آمریکا، اتحادیه اروپا و روسیه (لی، ۱۴۰۲) خود در زمره بیشترین انتشار دهندگان گازهای گلخانه‌ای هستند. کشورهای یاد شده بعلاوه هند و برزیل در سال ۲۰۲۳؛ ۶۴،۲٪ از مصرف سوخت فسیلی جهان و ۶۲،۷٪ از انتشار گازهای گلخانه‌ای جهان را تشکیل می‌دهند. اما با این وجود اولاً به دنبال وضع راهبرد و سیاست‌های ملی خود به‌منظور توسعه هوش مصنوعی هستند. ثانیاً با توجه به تحولات فناوری‌های هوش مصنوعی و رقابت‌های تجاری و بازرگانی بین ایالات متحده آمریکا و چین، شاهد رقابت‌های سخت‌تری خواهیم بود که نزدیک کردن دیدگاه‌ها و سیاست‌های کشورهای یاد شده به‌آسانی دست‌یافتنی نیست. حتی پیشنهاد طرح موضوع تغییرات آب‌وهوایی در شورای امنیت سازمان ملل (بیگزاده و افشاری، ۱۳۹۰) به‌منظور همکاری جهانی در کنترل گازهای گلخانه‌ای می‌تواند با حق وتوی احتمالی مواجه گردد.

بنابراین می‌بایست شاهد رقابت‌های بین‌المللی شدیدتر به‌ویژه بین دو قدرت برتر جهانی در این عرصه یعنی ایالات متحده آمریکا و چین بود (لی، ۱۴۰۲)

سازمان‌های بین‌المللی هستیم (لی، ۱۴۰۲) که مهمترین و فوری‌ترین آن نیز عرصه مقابله با تغییرات آب و هوایی با بهره‌گیری از سیستم‌های هوش مصنوعی است.

فقدان چارچوب‌های هنجاری و نظارتی جهانی: یکی از چالش‌های جدی جامعه بین‌المللی و حقوق بین‌الملل در وضعیت و تقاطع کنونی با سیستم‌های هوش مصنوعی و تغییرات آب و هوایی، جاماندن نظم حقوقی حاکم و عدم تناسب رشد و توسعه هم‌زمان با یکدیگر است. در نتیجه شاهد فقدان چارچوب‌های هنجاری اجرایی و نظارتی جهانی مورد اجماع برای تطبیق بر کل طیف و رده جامعه بین‌المللی از جمله در نقش آفرینی سیستم‌های هوش مصنوعی در مقابله با تغییرات آب و هوایی هستیم؛ از یک سو هنجارهایی به‌روز و کارآمد برای مدیریت جهانی که بر چالش‌های فزاینده ناشی از مسائل اخلاقی و حقوقی هوش مصنوعی فائق آید و از سوی دیگر وجود یک سازمان بین‌المللی مستقل همچون سایر سازمان‌های بین‌المللی تخصصی که صلاحیت اجرای این هنجارها و اتخاذ تدابیر لازم را داشته باشد. نتیجه عملی چنین فترت هنجاری و نظارت جهانی این است که هر کشور در طراحی و بهره‌مندی از سیستم‌های هوش مصنوعی به حال خود رها شده است (لی، ۱۴۰۲).

دیدگاه‌ها و سیاست‌های مختلف کشورها: با وجود همگرایی تکنولوژیک دولت‌ها، اما دیدگاه‌ها و سیاست‌های متفاوتی نسبت به هوش مصنوعی وجود دارد؛ بنابراین موضوع اصلی در این حوزه، نوع نگرش سیاست‌گذاران کشورهای عضو جامعه بین‌المللی است؛ چراکه تا آنجایی که تفاوت‌هایی وجود دارد لزوماً به همگرایی جامعه جهانی در موضوعات سیاستی نیز کمک نمی‌کند. از این رو بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته، تعدادی از برنامه‌های داخلی را برای توسعه و ترویج کاربرد هوش مصنوعی آغاز کرده‌اند. در حالی که بسیاری دیگر آن را از منظر راهبرد ملی می‌نگرند. گروه ابتدایی بر فرصت‌های تجاری گسترده هوش مصنوعی و سود تجاری قابل توجه تمرکز دارند و گروه دوم تمایل دارند آن را نه تنها از نظر اطلاعاتی و

¹European Parliament: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20180301STO98928/greenhouse-gas-emissions-by-country-and-sector-infographic>

نمایند تا جهان را در مسیر افزایش دمای ۲٫۶-۳٫۱ درجه سانتیگراد در طول این قرن قرار ندهند.^۱ بر اساس این یافته‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که تنها با تکیه مفرط به نقش آفرینی‌های سیستم‌های هوش مصنوعی، امکان قرارگرفتن در مسیر دستیابی به افق چشم انداز ۲۰۳۰ میسر نیست و در یک جمع بندی نهایی، فرضیه‌های اول و دوم مورد تایید قرار گرفت.

نتیجه گیری

در این پژوهش، به بررسی نقش هوش مصنوعی و حقوق بین‌الملل در مقابله با تغییرات آب‌وهوایی با تاکید بر چالش‌های جهانی تا سال ۲۰۳۰ میلادی با رویکرد توصیفی و تحلیلی پرداخته شد؛ موضوعی که از سال ۲۰۲۳ میلادی با باور به نیاز به یک تحول فوری در سطح سیستم^۲ اعلان جهانی شد.

نتایج این پژوهش نشان داد که اولاً نقش آفرینی‌های متنوع سیستم‌های هوش مصنوعی در مقابله با تغییرات آب و هوایی در سطوح مختلف با بخشی نگرانی ملی و نقش آفرینی محدود آنها در هر یک از سطوح یاد شده، تحقق نخواهد یافت بلکه مساله اول و فوری جهانی مقابله با تغییرات آب و هوایی با همکاری و هماهنگی بین‌المللی و تغییرات بی‌سابقه در تمام جنبه‌های زندگی اجتماعی بشری امکان‌پذیر است ثانیاً در صورت عدم مهار مناسب و پیوست نگاری‌های زیست محیطی سیستم‌های هوش مصنوعی، آنها نیز می‌توانند در تشدید تولید گازهای گلخانه‌ای و انتشار آن باری بر وضعیت کنونی و عاملی برای عدم دستیابی به افق ۲۰۳۰ میلادی گردند.

همچنین لازم است تحت یک حکمرانی مطلوب مردمی و با نگاهی اخلاقی و مبتنی بر عدالت جهانی و بین‌نسلی و نیز متناسب با تأثیرگذاری بر جوامع مختلف، آگاهی‌های زیست محیطی در خصوص این سیستم‌ها در میان آحاد کاربران ارتقا یابد و

چراکه «ایالات متحده و چین، هوش مصنوعی را به عنوان یک دارایی حیاتی برای تقویت موقعیت و قدرت خود در سطح بین‌المللی می‌دانند» (لی، ۱۴۰۲).

بر همین اساس، سازمان ملل متحد تلاش‌هایی را در راستای شکل‌گیری یک اجماع بین‌المللی آغاز کرده است و در بستر آن نیز مباحث جدی در این خصوص و در ارتباط با سایر موضوعات واجد اولویت از جمله حقوق بشر، حق بر توسعه، محیط‌زیست با تأکید بر تغییرات آب‌وهوایی و کنترل میزان گازهای گلخانه‌ای، امنیت بین‌الملل و غیره شکل گرفته و گسترش یافته است و زمینه ورود گسترده سازمان‌های بین‌المللی تخصصی را برای مقابله با چالش‌ها و مسائل جدید مرتبط با هوش مصنوعی فراهم نموده است که این نقطه عطف تاریخی حقوق بین‌الملل برای توسعه یک نظم حقوقی کارآمد جهانی است (لی، ۱۴۰۲). نظمی که هوش مصنوعی نیز روند تدوین هنجارها و قواعد مورد نیاز حقوق بین‌الملل محیط زیست را متحول می‌نماید، و کمک به ایجاد راه‌حل‌های پایدار برای چالش‌های زیست محیطی و تغییرات آب و هوایی می‌کند (Chaudhary, 2023).

تحلیل نتایج یاد شده بخوبی نشان می‌دهد که با وجود نقش آفرینی‌های سیستم‌های هوش مصنوعی و رفع چالش‌های زیست محیطی آنها؛ این چالش‌های سیاسی و حقوقی می‌توانند در چارچوب فرضیه‌های مطرح شده، یک مانع جدی محسوب شوند و در کنار تنوع پدیده‌های متعدد اثرگذار بر تغییرات آب و هوایی و در نتیجه الگوهای خاص آن و عدم توان تخصصی و ظرفیت یکسان تمام کشورهای جهان؛ جامعه جهانی را به دلیل عدم دستیابی به اهداف اصلی خود در کاهش گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۳۰ میلادی به یک بحران چند وجهی اقلیمی، حقوقی و امنیتی (امنیت جهانی) نزدیک‌تر نماید. موضوعی که در گزارش‌های رسمی سه سال اخیر از ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۴ میلادی نسبت بدان هشدار داده شده است و ضرورت دارد که کشورها در ایفای تعهدات خود، بطور هماهنگ و دقیق عمل

¹ Emissions Gap Report 2022_2024

² Emissions Gap Report 2022:

https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/40932/EGR2022_ESRU.pdf?sequence=12

شده، یک مانع جدی محسوب شوند و جامعه جهانی را به دلیل عدم دستیابی به اهداف اصلی خود در کاهش گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۳۰ میلادی به یک بحران چند وجهی اقلیمی، حقوقی و امنیتی (امنیت جهانی) نزدیک‌تر نماید.

این یافته‌ها علاوه بر اینکه پاسخگوی سؤال‌های اصلی پژوهش و تایید کننده فرضیه‌ها بودند بلکه نتایج جدیدی در زمینه حقوق بین‌الملل محیط زیست و سیستم‌های هوش مصنوعی ارائه دادند که می‌تواند در بسط نظریه‌های موجود مؤثر باشد. با توجه به محدودیت‌های پژوهشی، پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده در حوزه‌های تغییرات آب و هوایی و امنیت جهانی، مصرف انرژی‌های فسیلی، حکمرانی مطلوب مردمی در مقابله با تغییرات آب و هوایی و حقوق داده‌ها انجام شوند تا درک همه جانبه و عمیقی از موضوع حاصل شود.

به‌عنوان راهکار پیشنهادی، به طور خاص مجمع عمومی سازمان ملل متحد و سازمان‌های تخصصی ذیربط آن با تاکید بر حقوق جهانی بشر می‌بایست تلاش‌های فشرده و جدی را با بهره‌گیری از قدرت نرم «ما مردم ملل متحد و اهداف آن» انجام دهند و براساس یک حکمرانی مطلوب مبتنی بر سیستم‌های هوش مصنوعی و شراکت انسانی، یک اجماع بین‌المللی برای مقابله با تغییرات آب‌وهوایی تا سال ۲۰۳۰ میلادی بوجود آورند و از ظرفیت‌های فراگیر و جهانی چنین حکمرانی در مواجهه نرم با قدرت‌های بزرگ بهره‌بردار که این می‌تواند به نقطه عطف تاریخی «حقوق بین‌الملل و هوش مصنوعی» برای توسعه یک نظام حقوقی جدید مبدل شود.

اکوسیستم انرژی مورد استفاده هوش مصنوعی قابل مشاهده‌تر و میزان تولید کربن برای هر کنش را شفاف نمایند؛ بنحوی که هریک از کاربران در جامعه بین‌المللی خود را مسئول و سهیم در این ایمنی‌سازی سیستم‌های هوش مصنوعی بدانند و در این مسیر همه بازیگران عرصه یاد شده ملزم به فراهم کردن دسترسی آزاد به اطلاعات و مستندات شفاف در مورد مصرف انرژی، نوع آن و میزان انتشار کربن آن باشند. ازین رو جایگاه و ضرورت نقش آفرینی حقوق بین‌الملل و حقوق بشر در چنین عرصه پیچیده و رقابتی را بخوبی روشن می‌سازد.

ثالثاً علی‌رغم امکان و توان نقش آفرینی‌های بی‌بدیل و شگفت‌انگیز سیستم‌های هوش مصنوعی برای جامعه و حقوق بین‌الملل و شاخه‌های آن و با وجود چالش‌های زیست محیطی مورد اشاره؛ با چالش‌های سیاسی و حقوقی کلانی همچون افزایش تعارضات بین تابعین حقوق بین‌الملل، فقدان چارچوب‌های هنجاری و نظارتی جهانی، و دیدگاه‌ها و سیاست‌های مختلف کشورها مواجه هستیم. همین چالش‌ها از جمله بطور خاص در میان قدرت‌های بزرگ پیشرو در هوش مصنوعی همچون چین، ایالات متحده آمریکا، اتحادیه اروپا و روسیه - که خود در زمره **بزرگترین** انتشار دهندگان گازهای گلخانه‌ای هستند - زمینه‌های اصلی‌های واگرایانه‌ای در بهره‌گیری هماهنگ از سیستم‌های هوش مصنوعی در راستای چشم‌انداز و مأموریت‌های جهانی کاهش گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۳۰ را رقم خواهند زد. نتایج یاد شده بخوبی نشان می‌دهد که چالش‌های یادشده می‌توانند در چارچوب فرضیه‌های مطرح

منابع

۱. ابوذری، مهنوش. (۱۴۰۲). حقوق و هوش مصنوعی، نشر میزان، چاپ سوم، تهران.
۲. لی، جیمین. (۱۴۰۲). هوش مصنوعی و حقوق بین‌الملل، ترجمه حسین صادقی، احمد سالاری، فاطمه نوری، مهدی ناصر، انتشارات حقوق یار، چاپ اول، تهران.
۳. بیگزاده، ابراهیم، افشاری، مریم. (۱۳۹۰). تغییرات آب و هوایی از امنیت بین‌المللی تا امنیت انسانی در حقوق بین‌الملل، تحقیقات حقوقی، ۱۴ (۵): ۲۱۱ تا ۲۴۳.
۴. بیگزاده، ابراهیم. (۱۴۰۳). بایسته‌های حقوق بین‌الملل، نشر میزان، چاپ اول، تهران.

۵. حسینی، سید امیرعلی، هاشمی‌زاده، سید علیرضا. (۱۴۰۲). هوش مصنوعی و صلح و امنیت بین‌المللی، روابط بین الملل، ۱۳(۲-۴۹): ۳۲۵ تا ۳۴۵.
۶. دپارتمان حقوقی آوا. (۱۴۰۲). منشور سازمان ملل متحد، انتشارات کتاب آوا، چاپ سوم، تهران.
۷. رجب‌زاده، محمدعلی. (۱۳۸۷). آب‌وهوا، دفتر مشارکت و آموزش همگانی سازمان حفاظت محیط‌زیست، شماره ۴، تهران.
۸. ژوتا، برونه، بودانسکی، دنیل، راجمانی، لوانیا. (۱۴۰۳). حقوق بین‌الملل تغییرات آب‌وهوایی، ترجمه حجت سلیمی ترکمانی، نوید زمانه قدیم، شهر دانش، چاپ اول، تهران.
۹. ساعی، احمد، سیفی، عبدالمجید، خالقی نژاد، مریم. (۱۳۹۷). پیمان آب و هوایی پاریس و کشورهای جنوب. مطالعات سیاسی، ۱۰(۳۹): ۱۳۵ تا ۱۵۸.
۱۰. ضیایی بیگدلی، محمدرضا. (۱۴۰۳). حقوق بین‌الملل عمومی، انتشارات گنج دانش، چاپ ۸۲، تهران.
۱۱. عتابی، فریده، ناظمی، مهرداد، صدیقی، امیرعباس، توکلی، نرمین. (۱۳۸۹). بررسی تعهدات و مقررات کنوانسیون تغییرات آب‌وهوا و ارزیابی نحوه اجرای آن در جمهوری اسلامی ایران، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۲(۲-۴۵): ۱۴۵ تا ۱۵۳.
۱۲. فرج زاده منوچهر، قاسمی‌فر الهام. (۱۳۹۸). مبانی تغییر آب و هوا (اقلیم) و پیامدهای آن، نشر انتخاب، چاپ اول، تهران.
۱۳. کاویانی، محمدرضا، علیجانی، بهلول. (۱۳۸۷). مبانی آب‌هواشناسی، انتشارات سمت، چاپ چهاردهم، تهران.
۱۴. کیسینجر، هنری، اشمیت، اریک، هوتلانگر، دانیل. (۱۴۰۳). عصر هوش مصنوعی و آینده انسان، ترجمه پوریاهامونی، نشر سروش، چاپ سوم، تهران.
۱۵. ملکی، رضا، راعی، مسعود. (۱۴۰۱). مسئولیت بین‌المللی تغییرات آب و هوایی و امنیت آب و غذا، پژوهش‌های روابط بین الملل، ۱۲(۱-۴۴): ۲۷۷ تا ۲۵۵.
۱۶. موسی‌زاده، رضا. (۱۴۰۰). بایسته‌های حقوق بین‌الملل عمومی (۱-۲)، نشر میزان، چاپ سی‌ام، تهران.
۱۷. والاس، ربکا، مارتین ارتگا، الگا. (۲۰۱۲). حقوق بین‌الملل، ترجمه سید قاسم زمانی و مهناز بهراملو، پژوهشکده حقوق، نشر دانش، چاپ هشتم، تهران.
18. Advancing Earth System Science with Artificial Intelligence: <https://wmo.int/ru/node/22743>.
19. Amy, L.S.(2020). Artificial Intelligence and Climate Change, the Yale Journal on Regulation (JREG) , 37(3):890-939.
20. Bodansky, D.(2010). The Copenhagen Climate Change Accord, 14(3): <https://www.asil.org/insights/volume/14/issue/3/copenhagen-climate-change-accord>
21. Chaudhary, N.(2023). AI and the Fight against Climate Change: Opportunities and Challenges for Environmental Law, International Journal of Law Management and Humanities, 6(4):390 – 398.
22. Cortez, F.(2023). Artificial Intelligence, Climate Change and Innovative Democratic Governance, European Journal of Risk Regulation , 14(3): 484 – 503.
23. Emissions Gap Report 2022: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/40932/EGR2022_ESRU.pdf?sequence=12
24. Emissions Gap Report 2023 : <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/43922/EGR2023.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
25. Emissions Gap Report 2024: <https://www.unep.org/ru/resources/doklad-o-razryve-v-urovne-vybrossov-za-2024-god>
26. European Parliament :<https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article /20180301STO98928/greenhouse-gas-emissions-by-country-and-sector-infographic>.
27. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Dec. 11, 1997, 37 I.L.M. 22.
28. Lozo Olena, Onishchenko Oleksii ,2021, The Potential Role of the Artificial Intelligence in Combating Climate Change and Natural Resources Management: Political, Legal and Ethical Challenges, Grassroots Journal of Natural Resources, 4(3), 111-131.
29. Rayfuse, R., Shirley, V. S.(2012). International Law in the Era of Climate Change, Published by Edward Elgar, Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA.
30. Stallworthy, M.(2013). Reviewed Work: International Law in the Era of Climate Change, Journal of Environmental Law, 25(2): 337-340.

31. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Report of the Conference of the Parties on its Seventh Session, Addendum, UNFCCC/CP/2001/13/Add.1 (Jan. 21, 2002).
32. United Nations.(2024). Review of maritime transport 2024. UNCTAD ,Geneva – 2418866 (E): 1-39.
33. WMO, History of IMO and WMO: <https://wmo.int/about-wmo/history-of-imo-and-wmo>
34. WMO, Our Mandate: <https://wmo.int/about-wmo/our-mandate>
35. WMO , Overview: <https://wmo.int/about-wmo/overview>