The Legal Framework Governing the Contribution of Artificial Intelligence to Environmental Sustainability: Foundations and Challenges – A Comprehensive Legal-Technical Approach and a Comparative Study[#]

Bilal Aql Al-Sandid [(1)*]

(1)Researcher,Kuwait International Law School

Received: 1/2/2026
Accepted: 10/5/2026
Published: 23/7/2026

* ***Corresponding Author:***
-

DOI:
https://doi.org/10.59759/law.v5i2.1943

Abstract

This research examines the legal framework regulating the contribution of artificial intelligence to environmental sustainability through a comparative analytical approach that explores the legislative foundations and regulatory challenges associated with deploying this technology in support of the Sustainable Development Goals, particularly those with an environmental dimension within the framework of the United Nations 2030 Agenda. The study proceeds from the premise that artificial intelligence, despite its growing capacity to enhance the efficiency of natural resource management, improve environmental monitoring, predict climate risks, and support the green economy, simultaneously raises complex legal issues relating to liability, data governance, privacy protection, intergenerational equity, and the adequacy of traditional legislative frameworks to accommodate its transformative developments.

The research adopts a comparative analytical methodology by examining relevant United Nations principles, the recommendations of the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), and

[#] A special issue for the Third International Conference, entitled: **Artificial Intelligence, A Legal Vision Towards a Sustainable Future**.

UNESCO's Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. It further analyzes comparative regulatory models, most notably the European Union Artificial Intelligence Act (EU AI Act), related European environmental legislation, the United States National Environmental Policy Act (NEPA), and recent U.S. legislative initiatives concerning the environmental impact of artificial intelligence. The study is also grounded in the principles of international environmental law, foremost among them the "polluter pays" principle and the principle of intergenerational equity.

The research concludes that the environmental value of artificial intelligence is not realized automatically; rather, it depends on the existence of an integrated legal governance framework that balances the promotion of technological innovation with the regulation of its environmental and social risks. It further highlights that the absence of a unified international framework governing the environmental impact of artificial intelligence results in regulatory fragmentation and limits the effectiveness of international cooperation in addressing climate challenges. The study recommends the development of clear rules for environmental accountability concerning damages arising from artificial intelligence applications, the integration of environmental impact assessments throughout the lifecycle of intelligent systems, and the strengthening of international coordination to establish unified standards for the governance of this technology within the context of sustainability.

Keywords: Artificial Intelligence; Sustainable Development; Environmental Sustainability; Environmental Governance; Legal Liability; Intergenerational Equity.

□

الإطار القانوني لمساهمة الذكاء الاصطناعي في استدامة التنمية البيئية: الأسس والتحديات ـ مقاربة فنية قانونية شاملة، ودراسة مقارنة

بلال عقل الصنديد [1]

(1) باحث، كلية القانون الكويتية العالمية.

ملخص

يتناول هذا البحث الإطار القانوني الناظم لمساهمة الذكاء الاصطناعي في استدامة التنمية البيئية، من خلال مقاربة تحليلية مقارنة تستكشف الأسس التشريعية والتحديات التنظيمية المرتبطة بتوظيف هذه التقنية في دعم أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما الأهداف ذات البعد البيئي ضمن خطة الأمم المتحدة 2030. وينطلق البحث من فرضية مفادها أن الذكاء الاصطناعي، رغم قدرته المتنامية على تعزيز كفاءة إدارة الموارد الطبيعية، وتحسين الرصد البيئي، والتنبؤ بالمخاطر المناخية، ودعم الاقتصاد الأخضر، يثير في المقابل إشكاليات قانونية معقدة تتعلق بالمسؤولية، وحوكمة البيانات، وحماية الخصوصية، والعدالة بين الأجيال، ومدى كفاية الأطر التشريعية التقليدية لاستيعاب تحوّلاته.

يعتمد البحث على المنهج التحليلي المقارن، من خلال دراسة المبادئ الأممية ذات الصلة، وتوصيات منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية(OECD) ، وإطار أخلاقيات الذكاء الاصطناعي الصادر عن اليونسكو، إضافة إلى تحليل نماذج تنظيمية مقارنة، أبرزها قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي(EU AI Act) ، والتشريعات البيئية الأوروبية ذات الصلة، وقانون السياسة البيئية الوطنية الأميركي(NEPA) ، وبعض المبادرات التشريعية الأميركية الحديثة المتعلقة بالأثر البيئي للذكاء الاصطناعي. كما يستند إلى مبادئ القانون البيئي الدولي، وفي مقدمتها مبدأ "الملوِّث يدفع" ومبدأ العدالة بين الأجيال.

وقد خلص البحث إلى أن القيمة البيئية للذكاء الاصطناعي لا تتحقق تلقائيًا، بل تتوقف على وجود إطار حوكمة قانوني متكامل يوازن بين تحفيز الابتكار التقني وضبط مخاطره البيئية والاجتماعية. كما أبرز أن غياب إطار دولي موحّد لتنظيم الأثر البيئي للذكاء الاصطناعي يؤدي إلى تباين في المعايير التنظيمية، ويحدّ من فعالية التعاون الدولي في مواجهة التحديات المناخية.

ويوصي البحث بضرورة تطوير قواعد واضحة للمساءلة البيئية عن الأضرار الناجمة عن تطبيقات الذكاء الاصطناعي، وإدماج تقييمات الأثر البيئي ضمن دورة حياة الأنظمة الذكية، وتعزيز التنسيق الدولي لوضع معايير موحّدة لحوكمة هذه التقنية في سياق الاستدامة.

الكلمات المفتاحية :الذكاء الاصطناعي، التنمية المستدامة، الاستدامة البيئية، الحوكمة البيئية، المسؤولية القانونية، العدالة بين الأجيال.

المقدمة.

مع دخول الألفية الجديدة، تطورت الجهود الدولية الهادفة لتحقيق التنمية المستدامة بشكل أكبر ما كانت عليه من قبل[1]، حيث تبنت الأمم المتحدة في سبتمبر 2000 "الأهداف الإنمائية للألفية"[2](MDGs) ، والتي تضمنت ثمانية أهداف رئيسية وتسعة وثمانين غاية وواحد وثمانين مؤشرًا، بهدف معالجة قضايا الفقر والصحة والتعليم والبيئة. ثم جاءت خطة عام 2030 لتشكل نقلة نوعية في هذا الإطار، اذ أقرت الجمعية العامة للأمم المتحدة في قرارها رقم (1/70) بتاريخ 25 سبتمبر 2015 سبعة عشر هدفًا للتنمية المستدامة (SDGs)[3] ، تغطي مجالات اقتصادية واجتماعية متكاملة وفي مقدمتها المجالات البيئية، بما يعكس تطورًا كبيرًا في الفكر التخطيطي

[1] لمزيد من التفصيل حول تطور مفهوم التنمية المستدامة، يراجع لطفاً:

- محمد صديق، نحو النهوض بالتنمية المستدامة في السودان، مقال بتاريخ 18 اكتوبر 2019، https://ar.saeedzaki.info/2019/10/towards-upholding-sustainable.html، تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/6.
- محمد كامل عارف (ترجمة)، مستقبلنا المشترك، من اعداد اللجنة العالمية للبيئة والتنمية، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1989.
- وثائق مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة البشرية، 5 – 6 يونيو 1972، ستوكهولم، على الصفحة التالية : https://www.un.org/ar/conferences/environment/stockholm1972، تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/6.

[2] انبثقت الأهداف الإنمائية للألفية "Millennium Declaration Goals" عن الفصول الثماني لإعلان الأمم المتحدة للألفية، سبتمبر 2000، قرار الجمعية العامة للأمم المتحدة رقم (11/8).

[3] الأمم المتحدة، أهداف التنمية المستدامة :https://sdgs.un.org/ar/goalsl ، تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/6.

العالمي في إطار السعي لتحقيق توازن بين احتياجات الأجيال الحالية والمستقبلية، مع التركيز على ضمان حياة كريمة للجميع.

وفي قراءة متأنية لأهداف التنمية المستدامة نلاحظ أن البعد البيئي يمثل جزءًا جوهريًا منها، حيث ترتبط الاستدامة البيئية بشكل مباشر بعدة أهداف رئيسية وهي: الهدف (6) المياه النظيفة والصرف الصحي، الهدف (7) الطاقة النظيفة، والهدف (13) العمل المناخي، إضافة إلى الهدفين (14) و (15)الخاصين بالحياة تحت الماء وفي البر، والتي سيتم تناولها لاحقًا.

في حين تنعكس العلاقة بين البيئة والأهداف الأخرى بعدة أوجه، إذ يرتبط الهدف (1) القضاء على الفقر بالإدارة الرشيدة للموارد الطبيعية، حيث يؤدي استنزافها إلى تفاقم الفقر، مما يستدعي أطرًا قانونية تعزز استدامتها. كما يتطلب القضاء على الجوع وفق الهدف (2) اعتماد سياسات زراعية مستدامة تقلل التلوث وتحافظ على التنوع البيولوجي. أما الهدف (3) الخاص بالصحة الجيدة والرفاه، فيرتبط بضرورة سنّ تشريعات لمكافحة التلوث البيئي الذي يشكل تهديدًا مباشرًا للصحة العامة، فيما يلعب التعليم الجيد وضوع الهدف (4) دورًا محوريًا في تعزيز الوعي البيئي.

اضافة الى ما سبق، يدعم العمل اللائق ونمو الاقتصاد، موضوع الهدف(8) ، مفهوم "الوظائف الخضراء[1]"، مما يستلزم تشريعات تحفّز التحول نحو صناعات صديقة للبيئة، في حين أن تحقيق الهدف(9)، الخاص بالصناعة والابتكار والهياكل الأساسية، يتطلب تطوير تقنيات نظيفة وبنى تحتية مستدامة تحدّ من الانبعاثات الضارة. وعلى نفس النسق يمثل الهدف (11) الذي يحفّز على وجود مدن ومجتمعات مستدامة إطارًا لتخطيط حضري متوازن يحمي الموارد البيئية ويعزز جودة الحياة، بينما يشجع الهدف (12) الاستهلاك والإنتاج المسؤولان من خلال تبني ممارسات قانونية تدعم الاقتصاد الدائري وتحد من الهدر. وأخيرًا، يعزز الهدف (17) عقد الشراكات لتحقيق الأهداف التعاون الدولي في مجال التكنولوجيا المستدامة والطاقة المتجددة، مما يستدعي تطوير أطر قانونية لتنظيم هذه الشراكات.

[1] ريم بكر عبد الفتاح قنابر، "بناء مستقبل أكثر استدامة: دور الذكاء الاصطناعي المستدام في تعزيز الاقتصاد الأخضر: دراسة أهميته وتطبيقاته"، أعمال مؤتمر التحديات والآفاق القانونية والاقتصادية للذكاء الاصطناعي، كلية الحقوق – جامعة عين شمس، القاهرة، يناير 2024، ص. 885.

ومع تطور الثورة الرقمية، برز الذكاء الاصطناعي كأحد الأدوات الحديثة القادرة على دعم تحقيق التنمية المستدامة وتحسين عملية اتخاذ القرار، وزيادة الإنتاجي، وتعزيز كفاءة الموارد، والمساهمة في معالجة القضايا الأساسية التي تساهم في رفاه المجتمعات، من خلال تطبيقات تقوم على التعلم الآلي وتحليل البيانات الضخمة والتنبوء ووضع الحلول، بما يشمل تحسين استراتيجيات الحوكمة البيئية، ودفع عجلة الاقتصاد الأخضر[1].

وقد تزامن هذا التحول مع ظهور وعي كوني جديد تتشكل تدريجيا ملامحه، وتضح نتيجة وعي مخاطر هذا الانفجار المعلوماتي وثورة التكنولوجيا المعاصرة وما تطرحه من تحديات مختلفة المعالم والاتجاهات[2]، فعلى الرغم من الفوائد المحتملة لهذه التقنيات، إلا أن اعتمادها يطرح تحديات قانونية وتنظيمية متعددة تتعلق بحوكمة البيانات، والخصوصية، وحقوق الملكية الفكرية، والمساءلة القانونية، وغيرها من المسائل التي تستدعي مقاربة قانونية للموضوع.

إشكالية البحث

:في ظل التوسع المتزايد في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في المجالات البيئية، وفي ضوء المقاربة العصرية التي تعرّف القانون بأنه مجموعة القواعد والتشريعات التي تهدف إلى تحقيق التوازن بين التنمية وحماية البيئة، من خلال وضع أطر قانونية تُنظم استغلال الموارد الطبيعية، وتحد من الأضرار البيئية، وتضمن استدامة الأنشطة التنموية بما يحقق العدالة بين الأجيال[3]، تبرز تساؤلات جدّية حول أبرز التحديات القانونية التي تواجه دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي ضمن الاستراتيجيات البيئية؟ وحول مدى كفاية الأطر القانونية القائمة في تنظيم مساهمة هذا الذكاء الآلي في تحقيق التنمية المستدامة؟

أهمية البحث:

[1] محمد محسن رمضان حسن، "دور الذكاء الاصطناعي من أجل التنمية المستدامة"، مجلة راية الدولية للعلوم التجارية، مج 3، ع 10، معهد راية العالي للإدارة والتجارة الخارجية، دمياط، مصر، يوليو 2024، ص. 1435.

[2] مليكة مذكور، "مستقبل الإنسانية في ضوء مشاريع الذكاء الاصطناعي الفائق"، مجلة دراسات في العلوم الإنسانية والاجتماعية، مركز البحث وتطوير الموارد البشرية – رماح، المجلد 3، العدد 1، يناير 2020، ص. 138.

[3] Philippe Sands & Jacqueline Peel, Principles of International Environmental Law, Cambridge University Press, 4th ed., 2018, p. 10

تكمن أهمية هذا البحث في تسليط الضوء على الإطار القانوني لمساهمة الذكاء الاصطناعي في استدامة التنمية البيئية، من خلال تحليل الأسس التشريعية والتنظيمية التي تحكم هذه العلاقة، والكشف عن مكامن التحديات في هذا المجال والقصور المحتملة في الأطر القانونية التقليدية، وهذا ما يساهم في إثراء الدراسات القانونية المتعلقة بالتنمية المستدامة والتكنولوجيا[1]، ويقدم إضافة علمية للمشرعين وصناع القرار في تطوير سياسات أكثر فاعلية في هذا المجال، تواكب التحولات الرقمية وتلبي احتياجات الأجيال الحالية والمستقبلية.

منهج البحث:

يعتمد هذا البحث على المنهج التحليلي لدراسة القوانين والتشريعات ذات الصلة بتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي والاستدامة البيئية، بالإضافة إلى المنهج المقارن لرصد أوجه الاختلاف والتشابه بين التجارب القانونية الدولية في هذا الإطار.

خطة البحث

نظرًا لتعدد واختلاف الأبعاد المرتبطة بموضوع التنمية المستدامة واستخدام الذكاء الصناعي لتحقيق أهدافها البيئية، اعتمدنا تقسيماً منطقياً وسهلاً، يأخذ بالاعتبار مستهدفات الدراسة التي تركز على مقاربة الموضوع من خلال البعدين التقني والقانوني. لذا قسّم البحث إلى مبحثين رئيسيين وفقًا للمنهج التقليدي المعتمد في الدراسات القانونية؛ حيث يتناول **(المبحث الأول)** تأثير الذكاء الاصطناعي على البيئة من منظور تقني وقانوني، اذ سيتم تسليط الضوء على كيفية استخدام هذه التقنيات لحماية الموارد الطبيعية وتقليل الأضرار البيئية، مما يفتح المجال للإضاءة على التحديات القانونية التي قد تنشأ نتيجة لاستخدامها في هذا المجال. في حين يتناول **(المبحث الثاني)** التنظيم القانوني لاستخدام الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية، مستعرضًا أبرز أحكام الأنظمة القانونية المقارنة، مثل مبادئ الأمم المتحدة وتشريعات الاتحاد الأوروبي والتشريعات الأميركية، التي تسعى الى حوكمة الأثر البيئي لاستخدامات الذكاء الاصطناعي، وتقديم حلول قانونية وتحفيزية لتعزيز دوره في حماية البيئة مع مساءلة المسؤولين عن الأضرار الناتجة عنه.

[1] سيف الدين كعبوش، "الذكاء الاصطناعي بين مخاطر الاستخدام وحتمية التأطير القانوني"، مجلة العلوم الإنسانية، جامعة منتوري قسنطينة، المجلد 35، العدد 2، 2024، ص. 151.

المبحث الأول: الذكاء الاصطناعي والبيئة: التأثير والأثر من منظور تقني وقانوني.

في الوقت الذي تواجه فيه البيئة العديد من التحديات الكبيرة، أصبح للذكاء الاصطناعي دور حيوي في تحسين القدرة على رصد هذه القضايا والتفاعل معها بطرق مبتكرة، ولكن مقاربة استخدام هذه التقنيات الحديثة في الشأن البيئي لا تقتصر على التعرف على الحلول التقنية فحسب (المطلب الاول)، بل تثير بعض التحديات القانونية المؤثرة في حقوق الأفراد وموارد الأجيال القادمة (المطلب الثاني).

المطلب الأول: استخدام الذكاء الاصطناعي لحماية الموارد الطبيعية والحد من الأضرار البيئية

مع تزايد التوسع السكاني، والتطور الصناعي، والأنشطة البشرية المدمرة، بات الحفاظ على البيئة ضرورة ملحة لضمان بقاء الأجيال القادمة. من هنا تبلورت أهمية الذكاء الاصطناعي، لدوره المتزايد في حل الكثير من هذه المشكلات البيئية من خلال تطبيق تقنيات متقدمة في رصد وتحليل التغيرات المناخية والبيئية ومنع التدهور المناخي، الأمر الذي يستجيب بشكل واضح لأهداف التنمية المستدامة (SDGs) التي لها علاقة بالإستدامة البيئية[1]، وتحديداً الهدف 6 (المياه النظيفة والنظافة الصحية) الذي يضمن توافر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع وإدارتها المستدامة، الهدف 7 (طاقة نظيفة وبأسعار معقول) الذي يحرص على حصول الجميع على طاقة حديثة وموثوقة ومستدامة وبأسعار معقولة، الهدف 13 (العمل المناخي) الذي يحث على اتخاذ إجراءات عاجلة للتصدي لتغير المناخ وآثاره، الهدف 14 (الحياة تحت الماء)، الساعي الى حفظ المحيطات والبحار والموارد البحرية واستخدامها على نحو مستدام، والهدف 15 (الحياة في البر) المتصل بحماية النظم البيئية البرية، وإدارة الغابات بشكل مستدام، ومكافحة التصحر، ووقف تدهور الأراضي وفقدان التنوع البيولوجي.

الفرع الأول: تقنيات الذكاء الاصطناعي في مراقبة وتحليل التغيرات البيئية:

[1] *ثامر عبطية صبر، العنزي*، الذكاء *الاصطناعي كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في بيئة الأعمال وفقًا* لمرتكزات رؤية المملكة 2030، مجلة العلوم الإقتصادية والإدارية والقانونية، مج 6، ع 13، مايو 2022، ص. 48.

في ظل التحديات البيئية الكبيرة مثل التغير المناخي، تلوث الهواء والمياه، وفقدان التنوع البيولوجي، أصبح من الضروري استخدام أدوات متطورة وفعّالة لمراقبة التغيرات البيئية، ومن أكثرها حداثة تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تزيد من قدرة الدول والمنظمات البيئية على مراقبة التغيرات البيئية بشكل أكثر دقة وفعالية، ومن أمثلة ذلك:

أولاً: استخدام تقنيات التعلم الآلي لتحليل البيانات البيئية: تُعد تقنيات تعلم الآلة (Machine Learning) من أبرز التطبيقات في معالجة البيانات البيئية، حيث يتم تدريب الأنظمة على التنبؤ بالتغيرات المستقبلية بناءً على البيانات التاريخية. على سبيل المثال، استخدم باحثون من جامعة بكين هذه التقنيات لتحليل بيانات التلوث الهوائي في العاصمة الصينية[1]، مع التركيز على تحديد مصادر التلوث وتوقع تحركاته، مما ساعد في تقليل مستويات التلوث. كما تم استخدام تقنيات تعلم الآلة في مدينة شتوتغارت لمحاكاة تركيز الانبعاثات الضارة باستخدام خمسة أساليب مختلفة للتنبوء الخوارزمي، هي: نظم الانحدار الجبلي (Ridge Regression) ، منظم الدعم النقطي (Support Vector Machine – SVM)، الغابة العشوائية (Random Forest) ، منظم الأشجار الإضافية(Extra Trees) ، تعزيز التدرج المتطرف Extreme Gradient Boosting (XGBoost –[2].

تتطلب مراقبة الأثر البيئي والتغيرات المناخية كميات ضخمة من البيانات التي تتضمن معلومات عن مستويات التلوث ودرجات الحرارة والغطاء النباتي، ومع استخدام تقنيات تحليل البيانات الضخمة، أصبح بالإمكان تتبع وتحليل هذه البيانات على نطاق عالمي. أحد الأمثلة البارزة هو مشروع EOSDISالتابع لوكالة الفضاء الأمريكية **NASA**، الذي يستخدم الذكاء

[1]Panagi M.,Fleming Zoë L., Monks P., Ashfold M.,Wild O., Hollaway M.,Zhang Q.,Squires F.,Vande Hey J., "Investigating the regional contributions to air pollution in Beijing: a dispersion modelling study using CO as a tracer", Atmospheric Chemistry and Physics, Vol. 20, Issue 4, 2020, p. 2825.

[2] Samad A., Garuda S, Vogt U, Yang B, Air pollution prediction using machine learning techniques – An approach to replace existing monitoring stations with virtual monitoring stations, Atmospheric Environment,
Volume 310, 1 October 2023, 119987

الاصطناعي لتحليل بيانات الأقمار الصناعية وتتبع التغيرات البيئية. من خلال هذه التحليلات، يمكن التنبؤ بتغيرات مناخية هامة مثل الجفاف والعواصف المدارية، ما يساعد في اتخاذ إجراءات استباقية للتخفيف من الأضرار المحتملة[1].

ثانياً: مراقبة التنوع البيولوجي باستخدام الذكاء الاصطناعي: بات الذكاء الاصطناعي أداة فعالة في مراقبة التنوع البيولوجي، وخاصة في المحميات الطبيعية والغابات. على سبيل المثال، تم تطوير مشروع (Wildlife Insights) بالتعاون بين مجموعة من المنظمات البيئية والعلمية مثل (National Geographic و Google و Conservation International) وغيرها من الشركاء، بهدف استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات المتعلقة بالحياة البرية.

استهدف المشروع إنشاء منصة تكنولوجية تعمل على تحليل الصور والفيديوهات التي يتم التقاطها بواسطة كاميرات المراقبة في المحميات الطبيعية والحدائق الوطنية، وباستخدام تقنيات التعلم الآلي يساعد النظام في تصنيف وتحديد الأنواع المختلفة من الحيوانات بشكل أسرع وأكثر دقة من الطرق التقليدية، مما يساهم في تحسين القدرة على مراقبة الحياة البرية تحديد الأنواع الحيوانية ورصد حالات التهديد التي قد تواجهها وحمايتها[2].

الفرع الثاني: دور الذكاء الاصطناعي في مكافحة التلوث والتنبوء المناخي.

إلى جانب قدراته في المراقبة البيئية، يساهم الذكاء الاصطناعي في مكافحة التلوث من خلال تطوير تقنيات فعالة لخفض الانبعاثات وتحسين كفاءة استخدام الموارد، كما أنه يسهم في التنبؤ بتغيرات المناخ، مما يعزز الجهود العالمية لمكافحة التغيرات المناخية.

أولاً: تقنيات الذكاء الاصطناعي في تقليل انبعاثات الكربون وتحسين استهلاك الطاقة: تُعد انبعاثات الكربون من أبرز مسببات الاحتباس الحراري، ويعد الذكاء الاصطناعي أداة رئيسية في

[1]NASA (2022). Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS).: https://earthdata.nasa.gov/eosdis. تمت المعاينة بتاريخ 12 مارس 2025 .

[2] Wildlife Insights (2021). Employing AI to evaluate wildlife populations on a global scale. تمت المعاينة : https://sustainability.google/operating-sustainably/stories/wildlife-insights/. بتاريخ 14 مارس 2025.

تقليل هذه الانبعاثات من خلال تحسين كفاءة استخدام الطاقة، وتشير الدراسات في هذا السياق أن تطبيقات هذا الذكاء الآلي قادرة على تقليل الانبعاثات العالمية بنسبة تصل إلى 20% بحلول عام 2030 من خلال تحديد أكثر الطرق فعالية في تقليل انبعاثات الكربون.[1] وكمثل واقعي ساهم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في شركة أدنوك (ADNOC) بأبوظبي[2]، في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار مليون طن، كما أضافت هذه الحلول الذكية قيمة تجارية بلغت 1.84 مليار دولار في عام 2023.

من جانب آخر تعد كفاءة استخدام الطاقة في المدن الذكية أحد مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي[3]، حيث يساهم في تحسين استهلاك الطاقة في المباني والمرافق العامة. على سبيل المثال، تُدار أنظمة الطاقة بالمباني الذكية، في مدينة سان فرانسيسكو، من خلال تقنيات ذكية لتنظيم درجة الحرارة والإضاءة، مما أسهم في تقليل استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلى 20.% بحلول عام 2030[4].

ثانياً: التنبؤ بتغيرات المناخ: يعتبر التنبؤ بتغيرات المناخ أحد التحديات الكبيرة التي تواجه العلماء، وذلك بسبب تعقيد الأنظمة المناخية وتعدد العوامل المؤثرة فيها، لذا فقد قدّم الذكاء الاصطناعي نماذج تنبؤية دقيقة سهّلت على المختصين محاكاة العوامل المناخية المختلفة. على سبيل المثال، أشارت دراسة مختصة الى تطوير نموذج يتنبأ بتغيرات درجات الحرارة العالمية باستخدام تعلم الآلة

[1] آية أحمد، لذكاء الاصطناعي في خدمة المناخ.. كيف يساهم في تقليل الانبعاثات؟ العين الإخبارية، 2023/12/4، https://al-ain.com/article/how-to-use-artificial-intelligence-to-reduce?utm_source=chatgpt.com2025 ، تمت المعاينة بتاريخ 16 مارس .

[2] https://adnoc.ae/ar/energy-ai/?utm_source=chatgpt.com ، تمت المعاينة بتاريخ 16 مارس 2025.

[3] سناء محمد علي محمد أحمد، "واقع مدن الجيل الرابع ومستقبلها في ضوء سمات المدن الذكية وأبعاد الاستدامة الحضرية: مدينة 6 أكتوبر الجديدة نموذجا"، مجلة كلية الآداب، جامعة الفيوم – كلية الآداب، المجلد 15، العدد 1، يناير 2023، ص. 516 .

[4] GreenTech Media (2021). Artificial Intelligence and Smart Cities: Energy Efficiency Strategies.: https://www.greentechmedia.com. تمت المعاينة بتاريخ 12 مارس 2025 .

وتحليل البيانات المناخية، الأمر الذي يساعد في التنبؤ بأحداث مناخية قاسية مثل الفيضانات والعواصف المدارية، ما يتيح للسلطات المحلية اتخاذ تدابير وقائية لحماية السكان والموارد[1].

المطلب الثاني: التحديات القانونية المرتبطة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية

لا شك أن التسارع الهائل في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مختلف المجالات، ومنها مجال الاستدامة البيئية، أبرز العديد من التحديات القانونية التي يجب معالجتها لضمان أن هذا الذكاء الآلي يعمل في إطار قوانين وأنظمة فعّالة ومتكاملة توازن بين الابتكار التكنولوجي وحماية الحقوق الإنسانية والحفاظ على البيئة بشكل يحقق مصلحة الأجيال الحالية والمستقبلية[2].

الفرع الأول: تأثير الذكاء الاصطناعي على حقوق الإنسان وموارد الأجيال القادمة.

رغم أن الذكاء الاصطناعي يساهم في تحسين الحياة من خلال تعزيز الإنتاجية والكفاءة البيئية، إلا أنه قد يثير بعض المخاوف المتعلقة بحقوق الإنسان ولاسيما الحقوق الاجتماعية والاقتصادية، والحقوق البيئية، خصوصًا في سياقات لا يكون فيها استخدام هذه التقنيات خاضعًا لقوانين صارمة.

أولاً: التأثير على الحقوق الاجتماعية والاقتصادية: يمكن للذكاء الاصطناعي أن يؤدي إلى تحول اقتصادي كبير في بعض القطاعات التي تهتم بالبيئة والمناخ، ما قد يتسبب في اختفاء بعض الوظائف التقليدية أو تقليص عددها. هذا التغيير قد يؤدي إلى زيادة البطالة وتزايد العثرات الاجتماعية، خاصة في الدول النامية التي تفتقر إلى نظام قانوني أو اجتماعي يضمن انتقالًا عادلًا لمواطنيها.

---

[1] Camps-Valls G., Fernández-Torres MÁ., Cohrs KH. et al. Artificial intelligence for modeling and understanding extreme weather and climate events. Nat Commun 16, 1919 (2025).

https://doi.org/10.1038/s41467-025-56573-8.

[2] منال جبار عبدالخاقاني، "التكنولوجيا والابتكار في خدمة التنمية المستدامة ومواجهة التغيرات المناخية في محافظة النجف الأشرف"، مجلة رماح للبحوث والدراسات، مركز البحث وتطوير الموارد البشرية – رماح، العدد 103، سبتمبر 2024، ص. 240.

وفي السياق تتطرق العديد من الدراسات في العالمين العربي والغربي الى تأثيرات الذكاء الاصطناعي على حقوق الإنسان، بما في ذلك الحق في التعليم والعمل، وذلك من خلال استشراف مستقبل الوظائف وطبيعتها والفجوة بين الجنسين والتقدم المحرز في هذه الحقوق لتحقيق أهداف التنمية المستدامة[1]، وهذا ما يبرر الخشية من أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية قد تهدد بعض الوظائف في المستقبل[2].

ونتيجة لذلك حذرت منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) من أن تحسين الخدمات من خلال الذكاء الاطناعي قد يؤدي ((إلى تفاقم التفاوتات الاجتماعية إذا لم يتم تنفيذ تدابير مناسبة لحماية حقوق العمال وضمان التوزيع العادل للعوائد الاقتصادية [3]))، لذا تبنت تقارير المنتدى الاقتصادي العالمي (WEF) الدعوة الى ضرورة ((وضع سياسات لضمان التوزيع العادل[4])) للعوائد المذكور.

ثانياً: التأثير على الحقوق البيئية للأجيال القادمة: من الواضح أن مبدأ "العدالة بين الأجيال" أصبح جزءًا رئيسياً من ثوابت الرعاية القانونية الدولية للاستدامة البيئية. وفي السياق أبرزت مبادئ إعلان ريودي جانيرو في قمة الأرض لعام 1992 أهمية حقوق الأجيال القادمة في الحفاظ على

---

[1] لمزيد من التفصيل يراجع لطفاً:

- هند فؤاد السيد، "التداعيات الاجتماعية والاقتصادية لاستخدامات تقنيات الذكاء الاصطناعي وأثرها على حقوق الإنسان فى العالم العربى رؤية استشرافية"، مجلة علوم الإنسان والمجتمع، جامعة محمد خضر – الجزائر – ج 12، عدد1، سنة 2023، ص 39.

- أحمد مصطفى ناصف، "أهمية ومفهوم استشراف المستقبل في تعزيز التنمية المستدامة"، إدارة الأعمال، جمعية إدارة الأعمال العربية، العدد 181، يونيو 2023، ص. 24.

[2] سالمة أحمد محمود شرف، تقييم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحقيق الاستدامة البيئية:"دراسة حالة"، المجلّة المصرية لبحوث الإعلام، جامعة القاهرة، المجلد 2024، العدد 89، الجزء الثاني، أكتوبر 2024، ص. 872.

[3] OECD, Artificial Intelligence in Society: https://www.oecd.org/going-digital/ai-in-society-eedfee77-en.htm. تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/12.

[4] World Economic Forum, Harnessing Artificial Intelligence for the Earth, 2018 : https://www3.weforum.org/docs/Harnessing_Artificial_Intelligence_for_the_Earth_report_2018.pdf، تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/12.

بيئة سليمة، كما دعت اتفاقية باريس للمناخ إلى اتخاذ تدابير فعّالة للحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية لضمان حصول الأجيال القادمة على بيئة صالحة للعيش[1]. وهذا ما أسس الى تبني الفكرة في أهداف التنمية المستدامة 2030، التي تعكس فهم الدول الأعضاء لأهمية تبني نموذج تنموي يضمن تلبية احتياجات الأجيال الحالية والمستقبلية، ويدعو إلى الحد من الفقر وتحسين حياة الناس في كل مكان، مع مراعاة تأثيرات تغير المناخ التي بدأت تؤثر بعمق على وعي البشرية[2].

ومن حيث أن مبدأ "العدالة بين الأجيال" يؤكد على ضرورة توزيع المنافع والأعباء بين الأجيال بشكل عادل، مما يضمن عدم استنزاف الموارد الطبيعية وترك بيئة متدهورة للأجيال المستقبلية، فإن استخدامات الذكاء الاصطناعي قد تظهر تأثيرات متناقضة على البيئة وعلى حقوق الأجيال البيئية؛ فمن جهة، يمكن أن يُساهم هذا الذكاء الآلي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة وتقليل الانبعاثات ومراقبة جودة الهواء، الا أنه من جهة أخرى قد يؤدي استخدامه المفرط وغير المراقب الى استهلاك كبير في الطاقة[3]! ولفرض نوع من التوازن بين فوائد الذكاء الاصطناعي البيئية وآثاره السلبية المحتملة، يقتضي الأمر من الناحية القانونية، وضع أطر تنظيمية صارمة تتضمن معايير

---

[1] يراجع لطفاً:

- الموقع الرسمي للأمم المتحدة حول مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية (قمة الأرض) الذي عُقد في ريو دي جانيرو عام 19921992 https://www.un.org/ar/conferences/environment/rio :

- الموقع الرسمي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) الذي يتضمن معلومات حول اتفاقية باريس https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement :، تمت معاينة الصفحتين بتاريخ 2025/3/12.

[2] الأمم المتحدة : دعم التنمية المستدامة والعمل المناخي، https://www.un.org/ar/our-work/support-sustainable-development-and-climate-action?utm_source=chatgpt.com، تمت المعاينة بتاريخ : 2025/3/16.

[3] شادي عواد، سلباً وإيجاباً... هكذا يؤثر الذكاء الاصطناعي على البيئة، إرم نيوز، 2024/10/21، https://www.eremnews.com/sciences-technology/31zyo6c?utm_source=chatgpt.com، تمت المعاينة بتاريخ: 2025/3/12.

واضحة لاستخدامات الذكاء الاصطناعي تضمن الحد من استهلاك الطاقة وتقليل الانبعاثات الكربونية، مع تعزيز الشفافية والمساءلة في عمليات تطوير وتطبيق هذه التقنيات[1].

ووفق هذا التوجّه، يتناول تقرير "أخلاقيات الذكاء الاصطناعي[2]" الصادر عن منظمة اليونسكو العديد من المبادئ الأخلاقية التي تعنى بشكل خاص بتوازن حقوق الأجيال البيئية. أحد المبادئ الأساسية التي يناقشها التقرير هو "الاستدامة"، حيث يُشدد على ضرورة أن تساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في حماية البيئة وضمان حقوق الأجيال القادمة في الموارد الطبيعية والبيئة الصحية. كما يُلفت التقرير الانتباه إلى مبدأ "التناسب" الذي يضمن أن تكون التطبيقات التكنولوجية متوافقة مع الأهداف البيئية التي لا تضر بالأجيال المستقبلية، وضرورة أن تساهم هذه التقنيات في دعم تحقيق العدالة بين الأجيال المختلفة، من خلال تقليل التأثيرات السلبية على البيئة، مثل استهلاك الطاقة الضار أو النفايات الناتجة عن التقنيات المتقدمة.

الفرع الثاني: المعوقات القانونية في تنظيم وتوجيه الذكاء الاصطناعي نحو أهداف بيئية مستدامة.

رغم ما تقدمه التقنيات الذكية، التي تعد من أبرز عوامل التحول الرقمي في العالم اليوم، من إمكانيات واعدة في تحسين إدارة الموارد الطبيعية وحماية البيئة، إلا أن استخدامها بشكل فعال يواجه العديد من الصعوبات القانونية والتشريعية التي تستدعي اهتمامًا بالغًا لضمان توافقها مع الأهداف البيئية المستدامة.

لا تكمن هذه الصعوبات فقط في تقادم القوانين التي لم تكن مهيأة لمواكبة تطور هذه التقنيات، ولكن أيضًا في الفجوات القانونية التي تبرز نتيجة التفاعل المعقد بين الذكاء الاصطناعي والبيئة

---

[1] رغد سمير محمد، دور الذكاء الاصطناعي في التنمية المستدامة في إطار القانون الدولي، رسالة لنيل ماجستير في القانون، كلية الحقوق، جامعة بغداد، 2024/12/30.

[2] اليونسكو، أخلاقيات الذكاء الاصطناعي، https://www.unesco.org، تمت المعاينة بتاريخ: 2025/3/12.
يراجع في الفقه العربي: وائل أحمد عبد الله صبرة، "التحديات الأخلاقية للعلوم والتكنولوجيا في عصر التجارب الفائقة للذكاء الاصطناعي: دراسة في أخلاقيات العلم"، المجلة العلمية لكلية الآداب، جامعة أسيوط – كلية الآداب، المجلد 26، العدد 87، يوليو 2023، ص. 901.

وهذا ما يستشف من مجموعة وازنة من التقارير التي أعدتها المنظمات الدولية المهتمة بالتنمية المستدامة والتحول الرقمي والتي استعرضتها دراسة متخصصة في المجال[1].

أولاً: قصور الأطر القانونية الخاصة بتحديد المسؤولية القانونية للذكاء الاصطناعي: تم وضع القوانين البيئية والمدنية التقليدية في كل دول العالم في سياقات زمنية سابقة، حيث كانت التكنولوجيات المستخدمة أقل تعقيدًا، وبالتالي لم يكن من الممكن تصور الحاجة إلى تشريعات خاصة بتنظيم الذكاء الاصطناعي، مما يجعل هذا القصور أحد أكبر التحديات القانونية في هذا المجال، إذ إنه يخلق فجوة قانونية كبيرة يصعب سدّها.

على سبيل المثال، في حالة وقوع أضرار بيئية ناتجة عن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، من الصعب تحديد المسؤولية القانونية، خصوصًا في الأنظمة التي تعتمد على تفاعل معقد بين البشر والخوارزميات، لذا تبرز ضرورة ملحّة لتحديث التشريعات الحالية لتشمل تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل دقيق وفعال لضمان توافقها مع الأهداف البيئية المستدامة.

يعد إثبات العلاقة السببية بين استخدام الذكاء الاصطناعي والأضرار البيئية من أكبر التحديات القانونية في هذا السياق، فالتقنيات الذكية تعمل ضمن بيئات معقدة تتداخل فيها عوامل عديدة، مما يجعل من الصعب تتبع الأثر البيئي الناتج عن استخدام خوارزمية أو نظام ذكاء اصطناعي محدد، وهذا يجعل من الصعب محاكمة الأطراف المسؤولة أو فرض عقوبات فعّالة في حال حدوث تدهور بيئي، كتلوث المياه أو تزايد انبعاثات الكربون، بسبب تقنيات الذكاء الاصطناعي، ولاسيما أن بعض الأنظمة القانونية لا تستبعد المسؤولية القانونية للروبوت نفسه حتى ولو كان آلة وليس لدية أهلية إدراك[2].

---

[1] يراجع لطفاً:

- OECD AI Principles, https://www.oecd.org/going-digital/ai/principles/
- Report on liability for artificial intelligence, European Parliament, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2020-0178_EN.html,. تمت المعاينة بتاريخ : 2025/3/13.

[2] مها يسري عبد اللطيف عبد اللطيف نصار، "المسئولية القانونية للذكاء الاصطناعي"، المجلة القانونية، *جامعة القاهرة، كلية الحقوق، فرع الخرطوم*، المجلد 17، العدد 7، أغسطس 2023، ص 1489.

يرتبط كل ما سبق بافتقار الباحثون وصناع القرار إلى الأدوات اللازمة لقياس الآثار البيئية المحتملة، وهو ما يعوق القدرة على تطوير استراتيجيات فعّالة للحد من الآثار السلبية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجالات البيئية، مما يستدعي الحاجة إلى تطوير معايير دولية وتحديد الإجراءات المتبعة لتقييم الأثر البيئي للذكاء الاصطناعي[1].

ثانياً: التحديات المتعلقة بحماية البيانات والخصوصية: تعتمد العديد من تطبيقات الذكاء الاصطناعي البيئية على جمع كميات ضخمة من البيانات المتعلقة بالمناطق الجغرافية أو المعلومات الحساسة التي يتم جمعها عن الأشخاص في سياق مراقبة الانبعاثات، مما يثير مخاوف متزايدة بشأن حماية البيانات والخصوصية. وهذا ما دفع واضعو "التقرير السنوي للجنة حماية البيانات الأوروبية[2]" للتنبيه الى أهمية وضع أطر قانونية تفرض التوازن بين استخدام هذه البيانات لتحقيق الأهداف البيئية وبين الحفاظ على حقوق الأفراد في الخصوصية.

وهذا جعل الباحثون بحالة ارتياب من أن "انتشار تطبيقات الذكاء الاصطناعي يغذي انتهاكات الخصوصية الرقمية للأفراد" وبخاصة أن "الحماية الجنائية للخصوصية الرقمية من مخاطر الذكاء الاصطناعي لازالت تعاني قصوراً ونقصاً على الرغم من السعي الحثيث للمشرع إلى مسايرة حجم التطورات التكنولوجية[3]".

وفي هذا الصدد، توصي منظمة الأمم المتحدة في تقرير حول "الذكاء الاصطناعي للعمل المناخي في البلدان النامية: الفرص والتحديات والمخاطر" بضرورة تطوير اتفاقيات دولية تحدد المسؤوليات

---

[1] يراجع لطفاً لمزيد من التفصيل:

- محمد علي أحمد العماوي، "الجوانب القانونية للمسؤولية المدنية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في التشريع الأردني"، مجلة جامعة الزيتونة الأردنية للدراسات القانونية، إصدار خاص، 4 (2024): 116-134.

- Rees Ch., The Ethics of Artificial Intelligence, https://inria.hal.science/hal-03194715v, تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/16.

[2] https://www.edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/annual-report/edpb-annual-report-2022_en، تمت المعاينة بتاريخ : 2025/3/15.

[3] طريق الدوخ، "الخصوصية الرقمية على محك الذكاء الاصطناعي"، *المجلة الإلكترونية للأبحاث القانونية*، العدد الرابع عشر، 2024، ص 106.

البيئية للذكاء الاصطناعي وتلزم الدول الأعضاء بتطبيق قواعد موحدة لحماية البيئة وحماية الخصوصيات.[1]

المبحث الثاني: الذكاء الاصطناعي والبيئة: بين الحوكمة القانونية والمسؤولية المستدامة.

من الواضح كمّ المعوقات والتحديات التي تتعلق بالمسار المتسارع لاستخدام الذكاء الاصطناعي في المجالات البيئية، مما أبرز الحاجة إلى وجود إطار قانوني يحكم هذا الاستخدام بشكل يتماشى مع الأهداف البيئية المستدامة، ذلك لأن التشريعات القانونية التي تنظم استخدام الذكاء الاصطناعي تعد عاملًا أساسيًا في ضمان تحقيق هذه الأهداف.

وهذا ما يدفع الى الإضاءة على الحوكمة البيئية للذكاء الاصطناعي من منظور المبادئ والتشريعات الدولية، مع التطرق لنماذج الحوكمة التي تطبقها الأمم المتحدة وبعض الدول الأوروبية والأميركية في إطار ضمان الاستخدام الأمثل لهذه التقنيات، وهذا ما يسمح بالإشارة الى بعض الحلول القانونية في المجال مع التركيز على الابتكار القانوني في تقليل الأضرار البيئية ووضع قواعد فعّالة للمسؤولية القانونية عن الأضرار الناتجة عن استخدام هذه التقنيات[2].

المطلب الأول: حوكمة الأثر البيئي للذكاء الاصطناعي من منظور التشريعات الدولية والمقارنة.

لا شك في أن استهلاك الذكاء الاصطناعي العالي للطاقة والموارد، بالإضافة إلى بصمته الكربونية الناجمة عن مراكز البيانات والخوارزميات المعقدة، يثير تساؤلات حول مدى توافقه مع

---

[1] الامم المتحدة: Artificial Intelligence for Climate Action in Developing Countries: Opportunities, Challenges and Risks,https://unfccc.int/ttclear/misc_/StaticFiles/gnwoerk_static/AI4climateaction/28da5d97d7824d16b7f68a225c0e3493/a4553e8f70f74be3bc37c929b73d9974.pdf، تمت المعاينة بتاريخ : 2025/3/13.

[2] طارق السيد السيد البراشي، "دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية المستدامة في مصر"، **مجلة راية الدولية للعلوم التجارية**، معهد راية العالي للإدارة والتجارة الخارجية بدمياط الجديدة، المجلد 3، العدد 9، أبريل 2024، ص. 953.

أهداف التنمية المستدامة، مما استوجب تفعيل آليات الحوكمة البيئية لتقليل الأضرار وتعزيز الاستخدام الأمثل لهذه التقنيات.

وقد أدركت المنظمات الدولية والإقليمية وبعض الدول المتقدمة لهذا التحدي، فسعت إلى وضع مبادئ توجيهية تسهم في تحقيق التوازن بين الابتكار التكنولوجي والحماية البيئية، مع التركيز على تبني معايير أخلاقية تعزز الشفافية والمسؤولية.

الفرع الأول: المبادئ الأممية لحوكمة التأثيرات البيئية للذكاء الاصطناعي.

في سبيل تحقيق توازن بين فوائد تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحدياته في مجال الاستدامة البيئية، سعت المنظمات المعنية إلى وضع إطار شامل لتنظيم استخدامه في مختلف المجالات، بما في ذلك المجال البيئي، وقد تبنت في السياق العديد من المبادئ والمبادرات الرامية إلى ضمان تطوير هذه التقنية واستخدامها بما يتماشى مع الاستدامة البيئية ضمن اطر أخلاقية وقانونية.

أولاً: جهود وتوصيات المنظمات الأممية: تعكس المبادئ والتوصيات التي تتبناها المؤسسات والمنظمات المهتمة بالشأن البيئي اتجاهًا عالميًا نحو موازنة الابتكار التكنولوجي مع الحفاظ على الموارد، عبر مزيج من الضوابط الصارمة، وتحسين الكفاءة التقنية، وتعزيز الشفافية في القطاعين العام والخاص.

وفي هذا الإطار، تُظهر التقارير الصادرة عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) توصيات رئيسية تشمل: وضع معايير موحدة لقياس الأثر البيئي للذكاء الاصطناعي، وتحسين كفاءة الخوارزميات لتقليل استهلاك الطاقة، وإعادة تدوير المياه والمكونات الإلكترونية. كما دعت المنظمة إلى دمج سياسات الذكاء الاصطناعي ضمن التشريعات البيئية الأوسع، مثل استخدام الطاقة المتجددة في مراكز البيانات .وفي مجال تشجيع الشفافية طالبت الحكومات بوضع لوائح تلزم الشركات بالإفصاح عن التأثيرات البيئية المباشرة للمنتجات والخدمات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي. وبدوره يعمل البرنامج الأممي على إصدار دليل لتشجيع بناء مراكز بيانات ذات كفاءة طاقية عالية، بالاعتماد على معايير دولية مثل "Energy Star" و"ISO/IEC"، وكل ذلك

بهدف أن يكون التأثير الصافي للذكاء الاصطناعي إيجابيًا على البيئة مع استمرار تطور التكنولوجيا وانتشارها عالميًا[1] .

بدورها، أعدت منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) تقريراً رئيسياً عام 2022 يركز على تقييم الآثار البيئية لأنظمة الذكاء الاصطناعي عبر دورة حياتها الكاملة، من مرحلة تصنيع الأجهزة حتى التخلص منها. يُميّز التقرير بين الآثار المباشرة وغير المباشرة، حيث تشمل تلك المباشرة استهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون من تشغيل مراكز البيانات وصناعة الشرائح الإلكترونية، في حين قد تُعوّض بعض التطبيقات مثل المراقبة البيئية الذكية أو تحسين كفاءة الطاقة جزءًا من البصمة الكربونية، ولكن مع التحذير من صعوبة قياس هذه المعادلة بدقة دون اعتماد سياسات ذكية تعتمد على بيانات دقيقة وشاملة ومعايير موحدة[2].

ثانياً: أخلاقيات استخدام الذكاء الاصطناعي: أطلقت الأمم المتحدة مبادرة "الذكاء الاصطناعي من أجل الأرض" بالتعاون مع المنتدى الاقتصادي العالمي[3]، وذلك بهدف تحفيز الدول والشركات على استخدام الذكاء الاصطناعي في معالجة القضايا البيئية، مثل التغير المناخي والتنوع البيولوجي. وقد هدفت هذه المبادرة إلى إنشاء منصة عالمية لتحديد أولويات استخدامات الذكاء الاصطناعي في مواجهة التحديات البيئية، مثل قياس الانبعاثات بدقة، واختيار ودعم الحلول الواعدة في

---

[1] يراجع لطفاً: UNEP. "Artificial Intelligence (AI) end-to-end: The Environmental Impact of the Full AI Lifecycle Needs to be Comprehensively Assessed." 26 نوفمبر 2024، https://wesr.unep.org/sites/default/files/2024-09/AI%20Environmental%20Impact%20Issues%20Note%20(1).pdf ، تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/17.

[2] للاطلاع على تقارير منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) ، يراجع لطفاً:

- https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2022/11/measuring-the-environmental-impacts-of-artificial-intelligence-compute-and-applications_3ddded5/7babf571-en.pdf
- https://www.oecd.org/en/publications/measuring-the-environmental-impacts-of-artificial-intelligence-compute-and-applications_7babf571-en.html

[3] برنامج الذكاء الاصطناعي من أجل الأرض، "AI for the Planet"، 2024 ، https://www.aifortheplanet.org. ، تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/16

مجالات التخفيف من آثار التغير المناخي والتكيف معه، خاصة في الدول النامية، مع السعي إلى ضمان تحقيق هذه الحلول لتأثير واسع النطاق من خلال ربطها بالمستثمرين وصناع القرار في القطاعين العام والخاص.

بالإضافة إلى ذلك، تُبرز المبادرة دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز جهود التكيف مع التغير المناخي وبناء القدرة على الصمود، من خلال جمع وتحليل مجموعات بيانات كبيرة في الوقت الفعلي، مما يساهم في إنشاء أنظمة إنذار مبكر للأحداث الجوية المتطرفة وتقديم توقعات طويلة المدى لارتفاع مستوى سطح البحر.

وقد سبق أن اعتمدت منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (UNISCO)، في العام 2021، إطارًا قانونيًا تحت عنوان "توصيات بشأن أخلاقيات الذكاء الاصطناعي"، يُعد أول معيار عالمي من نوعه يهدف إلى ضمان تطوير واستخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي بشكل مسؤول ومستدام. هذه التوصيات، التي تمت الموافقة عليها بالإجماع من قبل 193 دولة عضواً في اليونسكو، تُعنى بتوجيه التطوير التكنولوجي نحو العمل وفق نهج أخلاقي ومستدام يوازن بين الفوائد الاجتماعية والبيئية من جهة وتقليل المخاطر المرتبطة بانتهاكات حقوق الإنسان أو التأثيرات البيئية السلبية، من جهة أخرى[1].

يتضمن الإطار مجموعة من المبادئ الأساسية التي تشمل الشفافية، العدالة، المسؤولية، والأمن، مع التأكيد على أهمية الرقابة البشرية على أنظمة الذكاء الاصطناعي، كما يركز الإطار على تعزيز التعاون الدولي لمعالجة الفجوة الرقمية بين الدول المتقدمة والدول النامية، وضمان استفادة الجميع من تقنيات الذكاء الاصطناعي دون تمييز.

ومن بين البنود البارزة في هذا الإطار: التقييم الأخلاقي، حيث يتطلب إجراء تقييم شامل للأثر الأخلاقي لأنظمة الذكاء الاصطناعي طوال دورة حياتها لضمان حماية حقوق الإنسان ومنع الأضرار المحتملة. كما يشمل الحوكمة البيئية، اذ يشدد الإطار على ضرورة تقليل البصمة الكربونية للذكاء الاصطناعي من خلال تحسين كفاءة الطاقة واستخدام الموارد المتجددة. كما يشجع على تطوير تطبيقات ذكاء اصطناعي تدعم حماية البيئة واستدامتها. ويشمل أيضاً الإشراف

[1]https://unesco.org.uk/site/assets/files/14137/unesco_recommendation_on_the_ethics_of_artificial_intelligence_-_key_facts.pdf.2025/3/16 ، تمت المعاينة بتاريخ

الأخلاقي من خلال إنشاء آليات حوكمة مثل تعيين مسؤولين عن أخلاقيات الذكاء الاصطناعي لضمان الامتثال للمعايير الأخلاقية ومعالجة أي انتهاكات محتملة، التنوع والشمولية. ناهيك عن الحث على تعزيز التنوع الثقافي والمساواة بين الجنسين في تصميم واستخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي، مع ضمان عدم التمييز أو التحيز في النتائج التي تنتجها هذه الأنظمة. ولا ننسى الشفافية والمساءل، حيث يركز الإطار على أن تكون أنظمة الذكاء الاصطناعي قابلة للتفسير ومفتوحة للمراجعة لضمان المساءلة عن قراراتها وتأثيراتها الاجتماعية والبيئية. كما يتضمن الإطار توصيات عملية مثل تقديم حوافز لتطوير تطبيقات ذكاء اصطناعي تُستخدم في مراقبة وحماية النظم البيئية، وتشجيع التعاون بين الحكومات والشركات لتطوير سياسات تدعم الاستدامة البيئية[1].

الفرع الثاني: التشريعات الضامنة للاستخدام الأمثل بيئيا لتقنيات الذكاء الاصطناعي.

سعت الدول المتقدمة إلى وضع قوانين وتشريعات تضمن الاستخدام المسؤول بيئيًا لتطبيقات الذكاء الاصطناعي، وفي هذا السياق تبنى كل من الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة استراتيجيات قانونية تلزم الشركات والحكومات بالامتثال لمعايير بيئية صارمة عند تطوير الذكاء الاصطناعي.

أولاً: التشريعات والاتفاقيات الأوروبية: يعد الاتحاد الأوروبي من رواد تطوير النظم القانونية لاستخدام الذكاء الاصطناعي، حيث أقرّ كسابقة قانونية اطاراً قانونياً شاملاً لتنظيم الذكاء الاصطناعي الأوروبي (EU AI Act[2]).

من خلال تحليل أحكام مواد القانون المذكور يتضح أن الاتحاد الأوروبي قد وضع أساساً متيناً للربط بين التكنولوجيا المتقدمة مثل الذكاء الاصطناعي وبين المبادئ الأساسية للاستدامة

[1] محمد فتحي محمد إبراهيم، "التنظيم التشريعي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي: دراسة مقارنة"، الطبعة الأولى، مركز المحمود للنشر وتوزيع الكتب القانونية، 13 فبراير 2024.

[2] قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي: https://artificialintelligenceact.eu/the-act/

Regulation (EU) 2024/3012 (Artificial Intelligence Act), published in the Official Journal of the European Union on July 12, 2024, and entered into force on August 1, 2024.

البيئية، ورغم أن ظاهر بعض أحكامه يتعامل مع القضايا التقنية والتنظيمية بشكل عام، إلا أن تأثيراتها البيئية تبقى محورية في سياق التطبيق.

حيث يستشف من سياق بعض أحكامه التركيز على تقليل الانبعاثات الكربونية من خلال الامتثال للممارسات البيئية التي تراعي التصاميم التي تساهم في تخفيض الفاقد الطاقي وتحد من تأثيرات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

على سبيل المثال، تتناول المادة 29 تفعيل آليات التقييم والمراجعة المنتظمة للأثر البيئي، حيث تتطلب تقييمات مستمرة لأنظمة الذكاء الاصطناعي من أجل تحديد مدى توافقها مع المتطلبات البيئية في كل مرحلة من مراحل تطورها. وتشير المادة 52 إلى التزام الشركات بتقديم تقارير شفافة حول استخدام الطاقة في أنظمة الذكاء الاصطناعي، مما يعكس الوعي البيئي المتزايد بأهمية مراقبة استهلاك الطاقة، خاصة في الأنظمة ذات الحجم الكبير. هذا الأمر يساعد في تقليل التأثيرات البيئية الناتجة عن التشغيل المفرط أو غير المستدام للتقنيات الحديثة. إضافة إلى ذلك، تنص المادة 95 على تشجيع الشركات على تطبيق مدونات سلوك طوعية تتضمن معايير بيئية دقيقة، مثل التقنيات الموفرة للطاقة والتصميم المستدام، مما يعزز من تبني هذه المعايير بين الشركات المصنعة والمطورين بشكل طوعي.

بدورها وضمن الاتفاقية الأوروبية الخضراء (European Green Deal[1])، أطلقت المفوضية الأوروبية خطة استراتيجية لدمج الذكاء الاصطناعي في التحول البيئي، وذلك بهدف جعل أوروبا أول قارة محايدة مناخياً بحلول عام 2050. وضمن هذا التوجه تشجع المفوضية على استخدام الذكاء الاصطناعي كأداة رئيسية لدعم هذه الرؤية من خلال تحسين كفاءة الطاقة والشبكات الكهربائية، وتقليل انبعاثات الكربون، وتحقيق التوازن بين العرض والطلب في الوقت الفعلي، مما يساهم في خفض الفاقد وزيادة الكفاءة وتعزيز الاستدامة البيئية.

في الوقت نفسه، تدعو المفوضية إلى الابتكار البيئي في تطوير تقنيات الذكاء الاصطناعي. يشمل ذلك تعزيز استخدام الذكاء الاصطناعي في تقنيات الزراعة الذكية التي تساهم في مراقبة

[1] الاتفاقية الأوروبية الخضراء : https://www.consilium.europa.eu/en/policies/european-green-deal

نمو المحاصيل وتحقيق توفير في استهلاك المياه والأسمدة، مما يتماشى مع أهداف الاتحاد الأوروبي لتحسين الاستدامة[1].

ثانياً: التشريعات والمبادرات الأميركية: دعت دراسة أعدتها McKinsey & Company بعنوان "استراتيجيات الحكومات المحلية الأمريكية لتبني أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي: الاختبار والتطبيق واسع النطاق[2]" إلى تبني الحكومات المحلية الأمريكية نهجًا شاملًا للحد من الأثر البيئي للذكاء الاصطناعي، مع التركيز على الاستدامة والحوكمة البيئية. تؤكد الدراسة على أهمية وضع سياسات تنظيمية واضحة لضبط استهلاك الطاقة وتعزيز مصادر الطاقة المتجددة، إضافة إلى تطوير معايير إلزامية لقياس البصمة الكربونية للذكاء الاصطناعي. كما توصي بتبني استراتيجيات "الحوسبة الخضراء" لتحسين كفاءة الخوارزميات وتقليل استهلاك الموارد الحاسوبية لتحقيق التوازن بين الابتكار والاستدامة.

وفي هذا السياق، تبنى السيناتور إدوارد ماركي ومجموعة من المشرعين في عام 2024 قانون "التأثيرات البيئية للذكاء الاصطناعي" (Artificial Intelligence Environmental Impacts Act[3])، الذي يتضمن مجموعة من الأحكام التي تهدف إلى ضمان استدامة استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحقيق التوازن بين الابتكار فيه وحماية البيئة، ويُلزم وكالة حماية البيئة الأميركية *(EPA)* بدراسة شاملة حول التأثيرات البيئية لهذه التقنيات، مع التركيز على استهلاك الطاقة والتلوث. يفرض القانون إنشاء مجموعة استشارية من الجهات المعنية لوضع معايير قياس الأثر البيئي، كما يتيح نظامًا تطوعيًا للإبلاغ عن استهلاك الموارد البيئية طوال دورة حياة أنظمة الذكاء الاصطناعي.

---

[1] Werner J., Navigating the New Frontier: How the EU AI Act Will Impact the Agriculture Industry, https://babl.ai/navigating-the-new-frontier-how-the-eu-ai-act-will-impact-the-agriculture-industry, Posted on 08/26/2024, تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/16

[2] McKinsey & Company, " استراتيجيات الحكومات المحلية الأمريكية لتبني أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي." : https://www.mckinsey.com/featured-insights/highlights-in-arabic/deploying-generative-ai-in-us-state-governments-pilot-scale-adopt-arabic/ar

[3] Holistic AI, "The Artificial Intelligence Environmental Impacts Act of 2024." https://www.holisticai.com، تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/18.

من جانب آخر، أطلقت وزارة الزراعة الأميركية (USDA) استراتيجيتها للذكاء الاصطناعي 2025–2026، مركزة على تطوير بنية تحتية مستدامة، وتعزيز البحث والتعاون الأكاديمي لدعم الزراعة المستدامة وحماية البيئة. وقد أكدت الاستراتيجية على ضرورة مراقبة استخدام الذكاء الاصطناعي لضمان الامتثال للسياسات الفيدرالية، والحد من الانبعاثات الكربونية، إضافة إلى تعزيز الاستخدام الأخلاقي والمسؤول للذكاء الاصطناعي وتقليل التحيز في النماذج، بما يعزز العدالة البيئية[1].

سبق كل ذلك أن أصدرت وكالة حماية البيئة الأميركية (EPA) في عام 2021 مبادئ توجيهية تدعو إلى استخدام الذكاء الاصطناعي بطرق مستدامة. تضمنت المبادئ ثلاثة محاور رئيسية: تقييم الأثر البيئي لمراكز البيانات لضمان استهلاك مستدام للطاقة والمياه، إلزام الشركات بتطوير تقنيات ذكاء اصطناعي صديقة للبيئة، وتعزيز استخدام الذكاء الاصطناعي في رصد التلوث البيئي وتحليل البيانات المناخية لتحسين الاستجابة للتغيرات البيئية[2].

المطلب الثاني: الذكاء الاصطناعي والإستدامة البيئية: الأدوات التحفيزية والمساءلة القانونية

قد يؤدي استخدام الذكاء الاصطناعي في مراقبة ورصد وتخفيف المخاطر البيئية إلى أخطاء أو أضرار مباشرة وغير مباشرة، مثل استهلاك الطاقة بكثافة أو الإخلال بالتوازن البيئي عبر تطبيقات غير منظمة. لذا، تطلب الأمر وضع حلول تحفيزية وقانونية متكاملة تضمن الاستخدام المسؤول والمستدام لهذه التقنيات.

[1] https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/fy-2025-2026-usda-ai-strategy.pdf، تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/18.

[2] Environmental Protection Agency, "AI and Environmental Sustainability Guidelines", 2021:

https://www.epa.gov، تمت المعاينة بتاريخ: 2025/3/18.

الفرع الأول: وسائل تعزيز الابتكار البيئي باستخدام الذكاء الاصطناعي.

غني عن البيان أن الذكاء الاصطناعي يمثل فرصة غير مسبوقة لتعزيز حماية البيئة، ولكن نجاحه يعتمد على وجود إطار قانوني متكامل لا يقتصر دوره على فرض القيود، بل توازن نصوصه بين الابتكار البيئي والمسؤولية القانونية. فمن خلال تطوير تشريعات واضحة، وتوفير حوافز مالية، وتعزيز التعاون الدولي، يمكن توجيه هذه التقنية نحو تحقيق أهداف الاستدامة البيئية دون الإضرار بالنظم البيئية العالمية.

أولاً: الحوافز الضريبية والدعم المالي: في إطار تعزيز الاستدامة البيئية، تسعى العديد من الدول الكبرى، بما في ذلك الولايات المتحدة الأمريكية ودول الاتحاد الأوروبي، إلى تقديم حوافز ضريبية تشجيعية للشركات التي تستخدم الذكاء الاصطناعي (AI) في تحسين الأداء البيئي. تهدف هذه المبادرات إلى تحفيز الشركات على اعتماد تقنيات متقدمة تسهم في الحفاظ على البيئة وتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

وفي هذا الإطار، منح قانون تخفيض التضخم لعام 2022 في الولايات المتحدة الأميركية تخفيضات ضريبية للشركات التي تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي لمراقبة انبعاثات الكربون[1]. كما تم اعتماد العديد من الحوافز الضريبية الموجهة لدعم استخدام الذكاء الاصطناعي في القطاعات البيئية، حيث أقرّت الحكومة الفيدرالية في عام 2021 قانون "إعادة البناء بشكل أفضل (Build Back Better Act)" الذي تضمن حوافز ضريبية تشمل إعفاءات تصل إلى 30% للاستثمارات التي تتعلق باستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة الطاقة وتقليل انبعاثات الكربون. تتضمن هذه الحوافز توفير ائتمانات ضريبية للشركات التي تستخدم الذكاء الاصطناعي لتحسين استهلاك الطاقة في العمليات الصناعية أو المساهمة في مراقبة جودة الهواء والمياه[2].

---

[1] U.S. Government Publishing Office, "Public Inflation Reduction Act of 2022" Law No: 117-169, 2022. www.congress.gov، تمت المعاينة بتاريخ: 2025/3/18.

[2] https://www.congress.gov/congressional-report/117th-congress/house-report/130/1، تمت المعاينة بتاريخ: 2025/3/18.

وعلى نفس المنوال قدّم الاتحاد الأوروبي إعفاءات ضريبية بموجب اللائحة الأوروبية للطاقة المتجددة للمؤسسات التي تستخدم الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة الطاقة[1] ، وفي السياق اعتمدت المفوضية الأوروبية مبادرة"Horizon Europe" لتقدم من خلالها دعمًا ماليًا للمشروعات التي تدمج الذكاء الاصطناعي لتحقيق أهداف الاستدامة البيئية. ضمن هذه المبادرة، ومن خلال المليارات تسعى الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي إلى تقليل الانبعاثات بنسب كبيرة بحلول عام 2030 مقارنة بمستويات 1990[2].

ثانياً: تعزيز التعاون الدولي: رغم التقدم الكبير في تعزيز التعاون الدولي في مجال تبادل البيانات البيئية، فإن الحاجة لا تزال قائمة لوضع معايير قانونية موحدة تحكم كيفية استخدام الذكاء الاصطناعي في حماية البيئة، مع ضرورة تنسيق الجهود بين المنظمات الدولية والحكومات والقطاع الخاص لضمان تحقيق أهداف التنمية المستدامة والحد من التغير المناخي.

يبرز في مجال التعاون الدولي التقليدي اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC)التي تضع أسسًا واضحة لتبادل البيانات المناخية بين الدول، بما يتيح تتبع الانبعاثات الكربونية بدقة أكبر وتحسين استراتيجيات الحد من الاحتباس الحراري[3]، كما تبرز اتفاقية باريس للمناخ، التي تُلزم الدول بالإبلاغ عن بياناتها المناخية وفق معايير موحدة لضمان دقة التحليل واتخاذ قرارات بيئية أكثر استنادًا إلى البيانات[4].

وعلى الرغم من التقدم الكبير الذي شهدته تقنيات الذكاء الاصطناعي، لا يزال التعاون الدولي في مجال تأثير هذه التقنيات على البيئة محدودًا، اذ يكمن التحدي الرئيسي في غياب إطار

---

[1] اللائحة الأوروبية للطاقة المتجددة Directive (EU) 2018/2001 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources," 2018. https://euagenda.eu/upload/publications/eprs-bri2021662619-en.pdf ، تمت المعاينة بتاريخ: 2025/3/14.

[2] برنامج Horizon Europe (2021-2027) ،European Commission, "Horizon Europe Work Programme 2021-2027," Official Publications of the European Union, 2021. www.ec.europa.eu ،. تمت المعاينة بتاريخ: 2025/3/18

[3] https://unfccc.int/sites/default/files/convarabic.pdf ،. تمت المعاينة بتاريخ: 2025/3/18

[4] https://www.un.org/ar/climatechange/paris-agreement ،. تمت المعاينة بتاريخ: 2025/3/18

قانوني عالمي موحد ينظم استخدام الذكاء الاصطناعي في السياق البيئي، الأمر الذي يؤدي إلى تباين الجهود بين الدول وعدم تنسيقها على نحو فعال.

يواجه التعاون الدولي في هذا المجال عدة تحديات رئيسية، أبرزها غياب إطار قانوني موحد ينظم استخدام الذكاء الاصطناعي في القضايا البيئية، حيث لا تزال معظم التشريعات الوطنية تتعامل مع هذه التقنية بشكل منفصل عن الأطر البيئية العامة، كما أن الاعتماد على المبادرات الفردية والإقليمية يحد من فعالية الجهود العالمية، إذ تظل الجهود مشتتة وغير متجانسة بين مختلف الدول والمنظمات، بالإضافة إلى ذلك، تطرح قضايا الخصوصية والأمان تحديات إضافية، حيث يتطلب استخدام الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي معالجة دقيقة لحماية البيانات وضمان استخدامها بمسؤولية. وفي ظل هذه العقبات، يصبح من الضروري تطوير إطار قانوني دولي موحد يعزز التنسيق العالمي بين الدول، ويضع معايير واضحة تضمن استخدام الذكاء الاصطناعي في خدمة الاستدامة البيئية على نحو فعال ومستدام.

ومع ذلك، ظهرت بعض المبادرات الإقليمية التي تسعى إلى دمج الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف الاستدامة البيئية، اذ يُعد مشروع "جيوديسيا [1] (GEODESIA) أحد أبرز المشاريع التي تسعى إلى تطوير منصة عالمية مفتوحة المصدر لتبادل بيانات الذكاء الاصطناعي البيئية. يهدف المشروع إلى تحسين كفاءة تقنيات التعلم الآلي في تحليل البيانات البيئية، مما يسهم في اتخاذ قرارات أكثر دقة فيما يخص إدارة الموارد الطبيعية والتنبؤ بالظواهر الجوية القاسية.

الفرع الثاني: المسؤولية القانونية عن الأضرار البيئية الناتجة عن تطبيقات الذكاء الاصطناعي

تعد المسؤولية القانونية[2] أداة محورية لضمان امتثال الجهات الفاعلة للمعايير السليمة عند استخدام الذكاء الاصطناعي، ويشمل ذلك إلزام الشركات والحكومات والأفراد بالتعويض عن الأضرار

[1] مشروع جيوديسيا (Geodesia Project) ، International Environmental Data Initiative, "Geodesia: A Global AI Data-Sharing Platform for Environmental Sustainability," 2023. www.geodesia.org، تمت المعاينة بتاريخ: 2025/3/14.

[2] يقتصر البحث على مقاربة المسؤولية المدنية دون التطرق للمسؤولية الجانئية للذكاء الاصطناعي التي ما زالت موضع نقاش علمي بشأنها، يراجع لمزيد من التفصيل: مروي محمد منصور المودي، "المسؤولية الجنائية عن جرائم

الناجمة عن هذه التقنيات، سواء كانت مباشرة أو غير مباشرة، الأمر الذي ينطبق على وجوب الالتزام بالمعايير البيئية عند استخدام الذكاء الاصطناعي والامتثال لبعض المتطلبات القانونية.

أولاً: الأساس القانوني: تعني المسؤولية المباشرة عن الأضرار البيئية الناتجة عن الذكاء الاصطناعي الالتزام القانوني الذي يقع على عاتق الجهات المصممة أو المطورة أو المشغلة لهذه الأنظمة، من جهات أو افراد، في حالة تسببهم بأضرار بيئية واضحة ومحددة، سواء كان ذلك في شكل انبعاثات كربونية، استنزاف للموارد الطبيعية، أو تلوث بيئي يمكن قياسه وتحديد مسبباته بدقة.

تعتمد المسؤولية المباشرة في هذا السياق على عدة مبادئ قانونية، أبرزها "الملوِّث يدفع " (Polluter Pays Principle)، والذي يُعد من الركائز الأساسية للقانون البيئي الدولي، ويعني هذا المبدأ تحميل الجهات المسؤولة، سواء كانت شركات أو حكومات، تكاليف الأضرار البيئية التي تسببت فيها تقنياتها. وقد تم تكريس هذا المبدأ في عدد من الاتفاقيات الدولية، مثل مبدأ 16 من إعلان ريو لعام 1992، الذي يؤكد أن يتحمل الملوث من حيث المبدأ تكاليف التلوث، مع مراعاة المصلحة العامة وعدم تشويه التجارة والاستثمار الدولي[1].

وفي هذا السياق، تُعتبر اللائحة الأوروبية للمسؤولية البيئية Directive 2004/35/EC الإطار القانوني الأوروربي الرئيسي الذي يُلزم الشركات بتحمل المسؤولية المباشرة عن الأضرار البيئية الناتجة عن أنشطتها، ويتحمل المُشغِّل، الذي تسببت أنشطته في ضرر بيئي أو في تهديد وشيك بحدوث مثل هذا الضرر، المسؤولية المالية، وذلك بهدف تحفيز المُشغِّلين على اعتماد

الذكاء الاصطناعي"، مجلة جامعة الزاوية للعلوم القانونية والشرعية، ليبيا، المجلد 13، العدد 1، 2024، ص. 142.

[1] United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), Rio Declaration on Environment and Development, Principle 16, 1992, https://www.un.org/ar/conferences/environment/rio1992

تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/20.

تدابير وتطوير ممارسات تساهم في تقليل مخاطر الأضرار البيئية، مما يساعد في الحد من تعرضهم للمخاطر المالية المرتبطة بها [1].

بدورها شددت اللائحة الأوروبية الجديدة بشأن الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence Act[2]) على ضرورة إجراء تقييمات بيئية صارمة قبل السماح بتشغيل الأنظمة الذكية التي قد يكون لها تأثير بيئي واسع النطاق، وتُلزم الشركات التي تطور تقنيات ذكاء اصطناعي ذات استهلاك طاقي مرتفع أو تعتمد على معالجات إلكترونية كثيفة الموارد باتخاذ تدابير تحد من انبعاثاتها الكربونية، كما يجب تنفيذ الوقاية من الأضرار البيئية وإصلاحها من خلال تطبيق مبدأ "الملوِّث يدفع"، المنصوص عليه في المعاهدة، وبما يتماشى مع مبدأ التنمية المستدامة.

في الجانب الآخر من المحيط الأطلسي، يُعتبر قانون السياسة البيئية الوطنية لسنة 1969 (NEPA[3]) وفق آخر تعديلاته بموجب القانون العام 118-5، الصادر في 2023/6/3 الإطار القانوني الرئيسي الذي يُلزم الشركات الأميركية بإجراء تقييمات للأثر البيئي قبل تشغيل أي أنظمة تكنولوجية حديثة قد يكون لها تأثيرات بيئية محتملة. وفقًا لهذا القانون، يجب على الشركات تقديم تقارير تفصيلية عن تأثيرات أنظمة الذكاء الاصطناعي قبل الشروع في تنفيذها، وإلا فإنها قد تتعرض للمساءلة القانونية، سواء من قبل الجهات التنظيمية أو عبر الدعاوى القضائية التي ترفعها المنظمات البيئية أو الأفراد المتضررون. وفي السياق تنص اللوائح الفيدرالية الأمريكية، العنوان 40، على بعض الالتزامات الخاصة ببيان الأثر البيئي والامتثال المؤسسي[4]

---

[1] https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j4nvk6yhcbpeywk_j9vvik7m1c3gyxp/vitgbgifu8xw ، تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/20

[2] https://artificialintelligenceact.eu، تمت المعاينة بتاريخ: 2025/3/20.

[3] https://www.govinfo.gov/content/pkg/COMPS-10352/pdf/COMPS-10352.pdf، تمت المعاينة بتاريخ: 2025/3/20.

[4] https://www.ecfr.gov/current/title-40، تمت المعاينة بتاريخ 2025/3/30.

ثانياً: إجراءات الامتثال: لتجنب تحمل المسؤولية غير المباشرة، توجب القوانين الحديثة الشركات المصممة والمطوّرة لأنظمة الذكاء الاصطناعي اتخاذ عدة تدابير وقائية لضمان الامتثال للقوانين البيئية، ومن ذلك:

- إجراء تقييمات الأثر البيئي :(Environmental Impact Assessments) وهو ما يوجب على الشركات تنفيذ تقييمات بيئية شاملة قبل تنفيذ تقنيات الذكاء الاصطناعي، خاصة في المنشآت الصناعية التي قد تؤثر على البيئة بشكل غير مباشر.
- تطوير سياسات للحد من التلوث :من خلال تصميم نظم داخلية تضمن التقليل من انبعاثات الهواء والماء الناجمة عن الأنشطة التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي.
- الامتثال المستمر للقوانين :اذ يتعين على الشركات التأكد من التزام تقنيات الذكاء الاصطناعي بالمعايير البيئية المنصوص عليها في القوانين النافذة، حيث يشمل ذلك ضمان أن هذه التقنيات لا تساهم في زيادة التلوث.
- التعاون مع الجهات الحكومية والمنظمات البيئية :حيث يمكن أن يساعد هذا التعاون في تحقيق الامتثال التام وتفادي العقوبات القانونية.

الخاتمة والتوصيات.

شهد هذا البحث مقاربة لدور الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية، مع التركيز على الأطر القانونية والتشريعية التي تنظم تطبيقاته المختلفة. وقد تبين أن للذكاء الاصطناعي دور بارز في حماية البيئة من خلال أنظمة المراقبة الذكية والتنبؤ المناخي. ومع ذلك، فإن هذا التطور السريع يطرح تحديات قانونية معقدة تتطلب مواكبة تشريعية للتطورات التكنولوجية المتسارعة تضمن تحقيق التوازن بين الابتكار وحماية الحقوق الأساسية.

وفي السياق يمكننا أن نؤكد أن التشريعات الدولية لا تزال غير موحدة في تنظيم الذكاء الاصطناعي، اذ يختلف النهج القانوني بين الدول، حيث تتبنى الاتحاد الأوروبي إطارًا صارمًا عبر قانون الذكاء الاصطناعي(AI Act, 2023) ، بينما تعتمد الولايات المتحدة على توجيهات فيدرالية وقوانين الولايات المختلفة، مما يعرقل التعاون الدولي في تنظيم الذكاء الاصطناعي ضمن بيئات عالمية مترابطة.

من ناحية أخرى ما زال استخدام الذكاء الاصطناعي يثير قضايا قانونية معقدة، خاصة فيما يتعلق بحماية الخصوصية والبيانات الشخصية، فضلًا عن تحديد المسؤولية القانونية عن الأضرار

البيئية الناتجة عن تطبيقاته المختلفة، اذ تعد مبادئ المسؤولية الممتدة والمساءلة القانونية من الحلول المطروحة لضمان الاستخدام المسؤول لهذه التقنيات.

يعتمد المستقبل القانوني للذكاء الاصطناعي في المجال البيئي على مدى سرعة وفعالية المشرعين في تطوير أطر قانونية حديثة تستوعب التحولات التكنولوجية المتسارعة، وتضع معايير واضحة للاستخدام المسؤول لهذه التقنيات. إن الإرادة السياسية والتعاون بين الحكومات، والمؤسسات البحثية، والقطاع الخاص، ومنظمات المجتمع المدني سيكونان عاملين حاسمين في تحقيق التوازن بين التطور التكنولوجي وحماية المبادئ القانونية والبيئية الأساسية، وقد يكون ملائماً في هذا الإطار، العمل على تحقيق التوصيات التالية:

1- **تعزيز الأطر القانونية الدولية لتنظيم الذكاء الاصطناعي:** يستلزم الاستخدام المسؤول للذكاء الاصطناعي العمل على تطوير إطار قانوني دولي موحد يضمن مواءمة التشريعات الوطنية مع المبادئ الدولية المتعلقة بحوكمة البيانات، وحقوق الإنسان، وحماية البيئة.

يتطلب ذلك تعزيز التعاون بين مختلف الجهات الفاعلة على المستوى الدولي، مثل الأمم المتحدة، ومنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية(OECD) ، والاتحاد الأوروبي، والولايات المتحدة، والصين. كما ينبغي تنسيق السياسات القانونية لضمان تنظيم الذكاء الاصطناعي في القطاعات الاقتصادية والبيئية الحساسة، بما يحقق التوازن بين الابتكار والمسؤولية القانونية.

2- **إدماج مبادئ المسؤولية القانونية في تشريعات الذكاء الاصطناعي:** اذ من الملحّ والضروري وضع قواعد واضحة للمساءلة القانونية عن الأضرار البيئية الناجمة عن تطبيقات الذكاء الاصطناعي لضمان استدامة الموارد الطبيعية.

وفي السياق يجب أن تتحمل الشركات والمنظمات المطورة لهذه التقنيات مسؤولية مباشرة عن أي تأثيرات سلبية. فعملاً بمفهوم "المسؤولية الممتدة" تلزم الشركات باتخاذ تدابير احترازية لضمان أن أنظمة الذكاء الاصطناعي لا تؤدي إلى أضرار بيئية أو انتهاكات للحقوق الأساسية للأفراد والمجتمعات، مما يساهم في تحقيق مبدأ العدالة البيئية.

3- **تعزيز الشفافية والامتثال القانوني في بيئة العمل الرقمية:** اذ لضمان الاستخدام العادل والمسؤول للذكاء الاصطناعي في أسواق العمل، يجب فرض معايير إلزامية للشفافية في الخوارزميات المستخدمة في التوظيف، بهدف منع التمييز وضمان العدالة في تقييم المتقدمين

ومما لا شك فيه أن تعزيز الشفافية في بيئة العمل الرقمية يسهم في بناء الثقة بين المستخدمين وأصحاب العمل، ويضمن حماية الحقوق الاقتصادية للأفراد.

4- **تعزيز استخدام الذكاء الاصطناعي لدعم الاقتصاد الأخضر والاقتصاد الدائري:** يمكن أن يلعب الذكاء الاصطناعي دورًا رئيسيًا في تحقيق التنمية المستدامة من خلال تحسين كفاءة الطاقة وإدارة الموارد البيئية.

ولتحفيز الشركات على تبني هذه التقنيات، يجب تقديم حوافز ضريبية وتشريعية للمؤسسات التي تعتمد الذكاء الاصطناعي في تطوير حلول بيئية مبتكرة، كما ينبغي دمج الذكاء الاصطناعي في أنظمة الاقتصاد الدائري لتعزيز إعادة التدوير وتقليل الفاقد الصناعي، مما يسهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (SDGs) ويضمن الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية.

قائمة المصادر والمراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية.

- **كتب ورسائل جامعية:**

1. **محمد كامل عارف (ترجمة)**، *مستقبلنا المشترك*، من إعداد اللجنة العالمية للبيئة والتنمية، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، 1989.
2. **محمد فتحي محمد إبراهيم**، *التنظيم التشريعي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي: دراسة مقارنة*، الطبعة الأولى، مركز المحمود للنشر وتوزيع الكتب القانونية، 13 فبراير 2024.
3. **رغد سمير محمد**، *دور الذكاء الاصطناعي في التنمية المستدامة في إطار القانون الدولي*، رسالة لنيل ماجستير في القانون، كلية الحقوق، جامعة بغداد، 2024/12/30.

- **مقالات وأبحاث:**

4. **آية أحمد**، *الذكاء الاصطناعي في خدمة المناخ.. كيف يساهم في تقليل الانبعاثات؟*، العين الإخبارية، 2023/12/4، https://al-ain.com/article/how-to-use-artificial-intelligence-to-reduce?utm_source=chatgpt.com.
5. **أحمد مصطفى ناصف**، *أهمية ومفهوم استشراف المستقبل في تعزيز التنمية المستدامة*، إدارة الأعمال، جمعية إدارة الأعمال العربية، العدد 181، يونيو 2023، ص. 24.
6. **ثامر عبطية صبر العنزي**، *الذكاء الاصطناعي كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في بيئة الأعمال وفقًا لمرتكزات رؤية المملكة 2030*، مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونية، مج 6، ع 13، مايو 2022، ص. 48.
7. **رغد سمير محمد**، *دور الذكاء الاصطناعي في التنمية المستدامة*، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، 2024.
8. **ريم بكر عبد الفتاح قنابر**، *بناء مستقبل أكثر استدامة: دور الذكاء الاصطناعي المستدام في تعزيز الاقتصاد الأخضر: دراسة أهميته وتطبيقاته*، أعمال مؤتمر التحديات والآفاق القانونية والاقتصادية للذكاء الاصطناعي، كلية الحقوق – جامعة عين شمس، القاهرة، يناير 2024، ص. 885.

9. **سالمة أحمد محمود شرف**، *تقييم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحقيق الاستدامة البيئية: دراسة حالة*، المجلّة المصرية لبحوث الإعلام، جامعة القاهرة، المجلد 2024، العدد 89، الجزء الثاني، أكتوبر 2024، ص. 872.

10. **سيف الدين كعبوش**، *الذكاء الاصطناعي بين مخاطر الاستخدام وحتمية التأطير القانوني*، مجلة العلوم الإنسانية، جامعة منتوري قسنطينة، المجلد 35، العدد 2، 2024، ص. 151.

11. **شادي عواد**، *سلباً وإيجاباً... هكذا يؤثر الذكاء الاصطناعي على البيئة*، إرم نيوز، 2024/10/21، https://www.eremnews.com/sciences-technology/31zyo6c?utm_source=chatgpt.com.

12. **طارق السيد السيد البراشي**، *دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية المستدامة في مصر*، مجلة راية الدولية للعلوم التجارية، معهد راية العالي للإدارة والتجارة الخارجية بدمياط الجديدة، المجلد 3، العدد 9، أبريل 2024، ص. 953.

13. **طريق الدوخ**، *الخصوصية الرقمية على محك الذكاء الاصطناعي*، المجلة الإلكترونية للأبحاث القانونية، العدد الرابع عشر، 2024، ص 106.

14. **محمد صديق**، *نحو النهوض بالتنمية المستدامة في السودان*، مقال بتاريخ 18 أكتوبر 2019، https://ar.saeedzaki.info/2019/10/towards-upholding-sustainable.html .

15. **محمد علي أحمد العماوي**، *الجوانب القانونية للمسؤولية المدنية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في التشريع الأردني*، مجلة جامعة الزيتونة الأردنية للدراسات القانونية، إصدار خاص، 4 (2024): 116-134.

16. **محمد محسن رمضان حسن**، *دور الذكاء الاصطناعي من أجل التنمية المستدامة*، مجلة راية الدولية للعلوم التجارية، مج 3، ع 10، معهد راية العالي للإدارة والتجارة الخارجية، دمياط، مصر، يوليو 2024، ص. 1435.

17. **مليكة مذكور**، *مستقبل الإنسانية في ضوء مشاريع الذكاء الاصطناعي الفائق*، مجلة دراسات في العلوم الإنسانية والاجتماعية، مركز البحث وتطوير الموارد البشرية – رماح، المجلد 3، العدد 1، يناير 2020، ص. 138.

18. **منال جبار عبدالخاقاني**، *التكنولوجيا والابتكار في خدمة التنمية المستدامة ومواجهة التغيرات المناخية في محافظة النجف الأشرف*، مجلة رماح للبحوث والدراسات، مركز البحث وتطوير الموارد البشرية – رماح، العدد 103، سبتمبر 2024، ص. 240.

19. **مها يسري عبد اللطيف نصار**، *المسئولية القانونية للذكاء الاصطناعي*، المجلة القانونية، جامعة القاهرة، كلية الحقوق، فرع الخرطوم، المجلد 17، العدد 7، أغسطس 2023، ص 1489.

20. **هند فؤاد السيد**، *التداعيات الاجتماعية والاقتصادية لاستخدامات تقنيات الذكاء الاصطناعي وأثرها على حقوق الإنسان في العالم العربي رؤية استشرافية*، مجلة علوم الإنسان والمجتمع، جامعة محمد خضر – الجزائر، ج 12، عدد 1، سنة 2023، ص 39.

21. **وائل أحمد عبد الله صبرة**، *التحديات الأخلاقية للعلوم والتكنولوجيا في عصر التجارب الفائقة للذكاء الاصطناعي: دراسة في أخلاقيات العلم*، المجلة العلمية لكلية الآداب، جامعة أسيوط – كلية الآداب، المجلد 26، العدد 87، يوليو 2023، ص. 901.

- **تقارير ودراسات:**

22. **الأمم المتحدة**، *دعم التنمية المستدامة والعمل المناخي*، https://www.un.org/ar/our-work/support-sustainable-development-and-climate-action?utm_source=chatgpt.com .

23. **الأمم المتحدة**، أهداف التنمية المستدامة:https://sdgs.un.org/ar/goalsl .

24. **اليونسكو**، *أخلاقيات الذكاء الاصطناعي*، https://www.unesco.org، .

25. **برنامج الذكاء الاصطناعي من أجل الأرض**، *AI for the Planet*، 2024، https://www.aifortheplanet.org،.

26. **وثائق مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة البشرية**، 5 6 – يونيو 1972، ستوكهولم، https://www.un.org/ar/conferences/environment/stockholm1972، .

27. الموقع الرسمي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ *(UNFCCC)، https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement، .

28. الموقع الرسمي للأمم المتحدة حول مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية (قمة الأرض)* ، https://www.un.org/ar/conferences/environment/rio1992.

ثانياً: المراجع باللغة الأجنبية.

- **كتب ورسائل جامعية:**

29. **Philippe Sands & Jacqueline Peel** ،*Principles of International Environmental Law* ،Cambridge University Press4 ،th ed. ،2018 ،p. 10.

- **مقالات وأبحاث:**

30. **Camps-Valls G., Fernández-Torres MÁ., Cohrs KH. et al.** ،*Artificial intelligence for modeling and understanding extreme weather and climate events* ،Nat Commun 16, 1919 (2025) ،https://doi.org/10.1038/s41467-025-56573-8.

31. **Panagi M., Fleming Zoë L., Monks P., Ashfold M., Wild O., Hollaway M., Zhang Q., Squires F., Vande Hey J.** ،*Investigating the regional contributions to air pollution in Beijing: a dispersion modelling study using CO as a tracer* ،Atmospheric Chemistry and Physics ،Vol. 20, Issue 4, 2020, p. 2825.

32. **Rees Ch.** ،*The Ethics of Artificial Intelligence* ،https://inria.hal.science/hal-03194715v.

33. **Samad A., Garuda S, Vogt U, Yang B** ،*Air pollution prediction using machine learning techniques – An approach to replace existing monitoring stations with virtual monitoring stations* ،Atmospheric Environment ،Volume 310, 1 October 2023, 119987.

- **تقارير ودراسات:**

34. **Environmental Protection Agency** ،*AI and Environmental Sustainability Guidelines* ،2021 ،https://www.epa.gov، .

35. **European Data Protection Board (EDPB)** ،*Annual Report 2022* ،https://www.edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/annual-report/edpb-annual-report-2022_en، .

36. **GreenTech Media** ،*Artificial Intelligence and Smart Cities: Energy Efficiency Strategies* ،2021 ،https://www.greentechmedia.com، .

37. **Holistic AI** ،*The Artificial Intelligence Environmental Impacts Act of 2024* ،https://www.holisticai.com، .

38. **McKinsey & Company** *استراتيجيات الحكومات المحلية الأمريكية لتبني أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي*، https://www.mckinsey.com/featured-insights/highlights-in-arabic/deploying-generative-ai-in-us-state-governments-pilot-scale-adopt-arabic/ar.

39. **NASA** ،*Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS)* ،2022 ،https://earthdata.nasa.gov/eosdis، .

40. **OECD** ،*Artificial Intelligence in Society* ،https://www.oecd.org/going-digital/ai-in-society-eedfee77-en.htm، .

41. **OECD AI Principles** ،https://www.oecd.org/going-digital/ai/principles/.

42. **Regulation (EU) 2024/3012** (Artificial Intelligence Act)* ،published in the Official Journal of the European Union on July 12, 2024, and entered into force on August 1, 2024.

43. * *Report on liability for artificial intelligence* ،European Parliament ،https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2020-0178_EN.html، .

44. **UN** ،*Artificial Intelligence for Climate Action in Developing Countries: Opportunities, Challenges and Risks* ،https://unfccc.int/ttclear/misc_/StaticFiles/gnwoerk_static/AI4climat

eaction/28da5d97d7824d16b7f68a225c0e3493/a4553e8f70f74be3bc37c929b73d9974.pdf، .

45. **U.S. Department of Agriculture (USDA)** ،*AI Strategy 2025-2026* ،https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/fy-2025-2026-usda-ai-strategy.pdf، .

46. **U.S. Government Publishing Office** ،*Public Inflation Reduction Act of 2022* ،Law No: 117-169, 2022 ،www.congress.gov، .

47. **Wildlife Insights** ،*Employing AI to evaluate wildlife populations on a global scale* ،2021 ،https://sustainability.google/operating-sustainably/stories/wildlife-insights/، .

48. **World Economic Forum** ،*Harnessing Artificial Intelligence for the Earth* ، ،2018https://www3.weforum.org/docs/Harnessing_Artificial_Intelligence_for_the_Earth_report_2018.pdf