

## تأثير تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي علي التغيرات البيئية ودورها في الحد من التغيرات المناخية

### إعداد

### الباحثة/ مريم نبيل منير

كلية الاقتصاد والعلوم السياسية -تمهيدي دكتوراه -جامعة القاهرة

### \*ملخص الدراسة

تهدف هذه الدراسة الإجابة على مجموعة من الاسئلة مثل ما هو تأثير تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على البيئة؟ وكيف يمكن استخدام هذه التكنولوجيا للتصدي للتغيرات المناخية والحد من تأثيراتها السلبية على كوكب الأرض؟ وما هي التحديات التي تواجه تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في تحقيق التوازن بين التطور التكنولوجي والحفاظ على البيئة والاستدامة البيئية؟

في محاولة للتوصل إلى نتائج تسهم في فهم أعمق لدور تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في مجال حماية البيئة وتخفيف الضغوط على النظم الايكولوجية المتضررة. كما تهدف إلى تسليط الضوء على الفرص المتاحة لاستخدام هذه التكنولوجيا في تحقيق الاستدامة البيئية وتعزيز جهود مواجهة التغيرات المناخية. و تحقيق أهداف هذه الدراسة يعتمد على تحليل الأدلة والمصادر العلمية والدراسات الحالية المتعلقة بتأثيرات التكنولوجيا الذكية الاصطناعية على البيئة. كما سيتم استخدام البيانات والمعلومات الحديثة والموثوقة لاستنتاجات دقيقة ومنطقية تساهم في فهم أوسع للدور المحتمل لهذه التكنولوجيا في مواجهة تحديات المستقبل البيئية.

لذا عند استكمال هذه الدراسة، سيكون لدينا تحليل شامل لتأثير تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على البيئة وتحديد دورها الفعال في الحد من التغيرات المناخية. كما ستساهم الدراسة في تعزيز الوعي حول أهمية

استخدام التكنولوجيا الحديثة في تحقيق التوازن بين التقدم التكنولوجي والحفاظ على كوكبنا للأجيال القادمة.

## Summary

This study aims to answer questions regarding the impact of artificial intelligence technology on the environment, its potential for addressing climate change and mitigating its negative effects on Earth, and the challenges AI faces in balancing technological advancement with environmental sustainability. By analyzing evidence, scientific sources, and current studies on AI's ecological effects, the study seeks to shed light on opportunities for using AI to achieve environmental sustainability and bolster climate change efforts. The study's comprehensive analysis will provide insights into AI's role in minimizing environmental impacts and enhancing awareness of using modern technology to maintain a balance between progress and preserving the planet for future generations.

## الكلمات المفتاحية

المناخ- التغير المناخي - الذكاء الاصطناعي - التكنولوجيا في مواجهة التغير المناخي

## مقدمة

تعيش البشرية في عصرٍ تكنولوجي متطور، حيث تجتاح التكنولوجيا الحديثة مختلف جوانب حياتنا وتؤثر بشكل عميق على مختلف القطاعات. ومن بين تلك التكنولوجيات الثورية التي تشهد تطورًا متسارعًا، نجد التكنولوجيا الذكية الاصطناعية والتي تمثل الذروة الحقيقية للتقدم في مجال الذكاء الاصطناعي. وإن براعتها في التحليل والتفكير وتعلمها الآلي قد منحها قوة استثنائية في تحقيق الابتكار والتغيير الجذري في مختلف المجالات.

تسعي هذه الدراسة لاستكشاف تأثير تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على التغيرات البيئية والدور الكبير الذي تلعبه في مواجهة التحديات الناجمة عن التغيرات المناخية. إن تغير المناخ يشكل تحديًا حقيقيًا للإنسانية، فهو يؤثر على البيئة والنظم الإيكولوجية بشكل كبير ويؤدي إلى تغيرات هائلة في المناخ، مثل ارتفاع درجات الحرارة، ذوبان الجليد، ارتفاع مستوى البحار، وتكرار الظواهر الجوية المتطرفة. ومن هنا،

تطرح هذه الدراسة العديد من الأسئلة المهمة: ما هو تأثير تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على البيئة؟ وكيف يمكن استخدام هذه التكنولوجيا للتصدي للتغيرات المناخية والحد من تأثيراتها السلبية على كوكب الأرض؟ وما هي التحديات التي تواجه تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في تحقيق التوازن بين التطور التكنولوجي والحفاظ على البيئة والاستدامة البيئية؟

و لتوضيح ما سبق ذكره يتناول موضوع البحث دراسة نقطتين اساسيتين وهم:

اولا: الأساس النظري للتكنولوجيا الذكية الاصطناعية وتأثيرها على البيئة

ثانيا: السياسات والتدابير اللازمة لتعزيز استخدام التكنولوجيا الذكية للحد من التغيرات البيئية

### تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي

"نورد الحلول للبيئة، ونحمي مستقبل كوكبنا"

اولا: الأساس النظري للتكنولوجيا الذكية الاصطناعية وتأثيرها على البيئة

منذ بدايات تطور الحضارة البشرية، كانت التكنولوجيا تلعب دورا حيويا في التأثير علي البيئة المحيطة بحيث ارتبط تقدم البشرية بابتكاراتها التكنولوجية، ولكن هذا التأثير لم يكن دائما إيجابيا، ففي بعض الحالات، أدت تلك التكنولوجيا إلي ضرر بيئي كبير. ففي العصور البدائية، كانت التكنولوجيا تقتصر علي ادوات بسيطة مصنوعة من المواد الطبيعية المتاحة. ومع تقدم الزمن، بدأ الإنسان في استخدام مصادر طاقة أكثر تطورا مثل الحجارة والخشب لصناعة أدوات أكثر تعقيدا. ومع تطور الصناعة، زادت استهلاك الموارد الطبيعية مما ادي الي تغيرات جذرية في البيئة. كانت ثورة الصناعة الاولي في القرن الثامن عشر معتمدة علي الانتقال من الفحم الي المحرك البخاري، بينما جاءت الثورة الصناعية الثانية في نهاية القرن التاسع عشر مرتكزة علي اختراع الكهرباء وتأثير ذلك في عمليات التصنيع الإنتاجي مع توسع مقابل في الأسواق. وتميزت الثورة الصناعية الثالثة، بإطلاق عملية تحويل حركة الانتاج الي الالية، والتطور في تكنولوجيا الكمبيوتر والانترنت. وجاءت الثورة الصناعية الرابعة لتعبر عن عملية الدمج بين العلوم الفيزيائية أو المادية بالأنظمة الرقمية والبيولوجية في عمليات التصنيع عبر آلات يتم

ودورها في الحد من التغيرات المناخية

التحكم فيها الكترونيا وآلات ذكية متصلة بالانترنت مثل انترنت الأشياء والطباعة ثلاثية الأبعاد، والذكاء الاصطناعي والروبوتات وغيرها في شكل تطبيقات تدخلت في كافة مجالات الحياة والعمل. لكن تصاعدت مشكلات التلوث واستنزفت الموارد بشكل اكبر. ولكن في الوقت نفسه، بدأت التكنولوجيا تلعب دورا في إيجاد حلول لتلك المشكلات. تطورت تقنية الهواء والمياه وبدأت الجهود في تطوير مصادر طاقة نظيفة. مع دخول القرن الواحد والعشرين، شهدنا طفرة في تقنيات الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الذكية، والتي تخطي دورها مجرد ادوات للتسهيل، بل امتد الي تحسين الاستدامة البيئية<sup>1</sup>.

وهنا انقسمت الاراء الي اتجاهين رئيسيين في تفسير العلاقة بين التقنية التكنولوجية والبيئة، يري الاتجاه الاول اهمية وقوة دور التكنولوجيا وانترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في مواجهة التغيرات المناخية والحد من التأثيرات الضارة، واهم تطبيقاتها " التكنولوجيا الخضراء " والتي تتطوي علي احداث تغييرات في تطبيقات تكنولوجيا المعلومات بما يتواكب مع معايير الحفاظ على البيئة والتنمية المستدامة ، وإمكانية دمج تكنولوجيا المعلومات في الإدارة البيئية بكفاءة ، ودور تكنولوجيا المعلومات في نشر الوعي البيئي عبر المنصات الرقمية وامكانية اطلاق مبادرات للحماية من الملوثات البيئية والوعي بانعكاسات التغير المناخي على البيئة. اما الاتجاه الثاني فيرصد التأثير السلبي للتكنولوجيا علي البيئة والمناخ لانه يركز علي المخاوف المحيطة بالتأثيرات الضارة لكل من الأجهزة والبرامج التقنية علي البيئة مثل ارتفاع مستويات استهلاك الطاقة وانبعاثات الغازات الدفينة والنفايات الإلكترونية وبخاصة ان الاجهزة الالكترونية تعد قصيرة العمر نسبيا بما يتسبب في أضرار بيئية أثناء التخلص منها، ومن جهة اخرى ادى ظهور وتطور العملات المشفرة واعتمادها على التعدين الي جعلها متعطشة لاستهلاك الطاقة<sup>2</sup> ، وعلى سبيل المثال تنتج عملة بتكوين أكثر من 22-29 مليون طن متري من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كل عام. وهو ما يقارب حجم الانبعاثات لدول باكملها وحجم استهلاك العملات المشفرة يفوق ما تستهلكه دولة

1 -Schwab, Klaus (2016), *The Fourth Industrial Revolution*, Geneva, Switzerland, World Economic Forum, pp 6-9. Retrieved from <https://www.amazon.com/Fourth-Industrial-Revolution-Klaus-Schwab/dp/1524758868?asin=1524758868&revisionId=&format=4&depth=1>

<sup>2</sup> Sachs, Jeffrey ( 2015), *The Age of Sustainable Development*, New York, Columbia University Press, p. 42. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/321491959\\_The\\_Age\\_of\\_Sustainable\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/321491959_The_Age_of_Sustainable_Development) tThe\_Age\_of\_Sustainable\_Development\_Jeffrey\_D\_Sachs\_Columbia\_University\_Press\_New\_York\_NY\_2015\_xvii\_543\_pp\_ISBN\_978-0-231-17315-5 .

مثل فنلندا اوالتشيك .وتحتل المركز 35 عالميا في استهلاك الكهرباء ، وتساهم مراكز البيانات بنحو 2% من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على المستوى العالمي.

ولكن وفقا للمبادرة العالمية للاستدامة الإلكترونية GeSI، فإن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لديها القدرة علي<sup>3</sup>

1- تحقيق التنمية المستدامة حيث تسهم تكنولوجيا المعلومات في توفير حلول مستدامة للتحديات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية من خلال تمكين الابتكار وتحسين أداء العمليات.

2- تقليل الانبعاثات وحماية البيئة: يمكن استخدام التكنولوجيا الرقمية لتحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل انبعاثات الكربون والتلوث، مما يساهم في الحفاظ علي البيئة.

3- تعزيز الشمولية وتحسين الجودة المعيشية: تسهم التكنولوجيا في توسيع الوصول الي الخدمات الأساسية مثل التعليم والصحة والمياه، وبالتالي تحسين جودة حياة البشر.

4- تعزيز الابتكار والعمل الابداعي: تمكن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من تسريع عمليات البحث والابتكار وتيسير التعاون العالمي، مما يعزز من تطوير حلاقات جديدة للتحديات العالمية.

5- تحسين إدارة الموارد والفاعلية الإنتاجية: يمكن استخدام التكنولوجيا لتحسين إدارة الموارد وزيادة الإنتاجية في مختلف القطاعات مثل الزراعة والصناعة.

6- تمكين الابتكار الاجتماعي: يمكن للتكنولوجيا الالكترونية تمكين الابتكارات الاجتماعية التي تساهم في حل المشكلات الاجتماعية والبيئية.

7- تحسين ادارة النفايات والاستدامة البيئية: يمكن استخدام التكنولوجيا لتطوير نظم ذكية لإدارة النفايات وتعزيز استدامة العمليات والممارسات البيئية.

وانطلاقا من هنا يتضح لنا وجود العديد من التطبيقات التكنولوجية للتكيف مع التغيرات المناخية والتي تلعب دورا حاسما في تحسين القدرة علي التكيف مع التحديات البيئية والمناخية المتزايدة. ويمكن تقسيم

<sup>3</sup>عبد الصادق، عادل ( 2022)، ما هي حدود وفرص تعزيز دور التكنولوجيا في مواجهة التغير المناخي، عدد 99، القاهرة، مركز الأهرام للدراسات السياسية والاستراتيجية، ص ص 35- 44.

ودورها في الحد من التغيرات المناخية

تطبيقات تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على أساس مجموعة من الاقتصاديات البيئية والاجتماعية التي تستهدفها<sup>4</sup>.

أولاً: التنبؤ والتحليل البيئي

1- **تنبؤ التغيرات المناخية والطقس:** تعتبر تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي من أقوى الأدوات التي يمكن استخدامها لتحسين تنبؤات التغيرات المناخية والطقس. تأتي تلك التقنيات بقدرات تحليلية هائلة تمكنها من معالجة كميات ضخمة من البيانات المناخية والجوية بسرعة ودقة، مما يمكن من تطوير نماذج دقيقة لتوقع التغيرات المناخية على المدى القريب والبعيد. وتشمل هذه النقطة على جوانب رئيسية هامة:-

أ- **التحسين الدقيق للنماذج المناخية:** استندت نماذج التنبؤ المناخي إلى البيانات والمعلومات الكبيرة والمعقدة. باستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي، يمكن تحسين دقة هذه النماذج من خلال تحليل أنماط البيانات التاريخية والمعاصرة بشكل أفضل وتعديل المتغيرات المؤثرة في النماذج.

ب- **التنبؤ بالأحوال الجوية القريبة:** يمكن استخدام التعلم العميق وشبكات النسيج العصبي لتحليل البيانات الجوية المتعددة الأبعاد والتوقعات الناتجة عنها. هذا يمكن أن يؤدي إلى تحسين دقة تنبؤات الأحوال الجوية على المدى القريب، وبالتالي تقديم تحذيرات مبكرة للظروف الجوية القاسية.

ج- **التنبؤ بالظواهر المناخية الشاذة:** تعمل تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على اكتشاف أنماط غير مألوفة أو غير متوقعة في البيانات المناخية. هذا يسمح بالتنبؤ المبكر بظواهر مناخية شاذة مثل الأعاصير أو التغيرات المناخية الكبيرة

د- **تقليل الأخطاء وزيادة الدقة:** باستخدام تقنيات التعلم الآلي، يمكن للنماذج التنبؤية أن تتطور مع مرور الوقت من خلال تحسين دقة التنبؤ وتقليل الأخطاء الناتجة عن عوامل متعددة.

هـ- **تحليل البيانات المتنوعة:** يمكن لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تحليل مجموعة متنوعة من البيانات المناخية والبيئية، مثل الصور الجوية والمعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بُعد، مما يساهم في تحسين تنبؤات التغيرات المناخية.

4 David Rolnick & Priya L. Donti & Others (2019), *Tackling Climate Change with Machine Learning*, Research Report No. arXiv: 1906.05433v2 (cs.CY). Retrieved from Research on ACM Digital Library website: <https://dl.acm.org/doi/full/10.1145/3485128>

2- تحليل تأثيرات التغيرات المناخية علي البيئة والمجتمع<sup>5</sup>: يُعد تحليل تأثيرات التغيرات المناخية على البيئة والمجتمع جزءًا حيويًا من جهود مكافحة التغير المناخي والتكيف معه. يساهم تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي بشكل كبير في هذا المجال من خلال توفير القدرة على تحليل البيانات الضخمة والمعقدة واستخلاص أنماط ومعلومات مهمة تساعد في فهم التأثيرات المحتملة للتغيرات المناخية على البيئة والمجتمع بشكل أفضل وأدق. وتشمل هذه النقطة علي جوانب رئيسية هامة:-

أ- تحليل تأثيرات بيئية: تعتبر تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي أداة قوية لفهم كيفية تأثير التغير المناخي على البيئة. يمكن أن تقوم الأنظمة المبنية على الذكاء الاصطناعي بتحليل البيانات المتعلقة بالتغيرات في درجات الحرارة ونسب الأمطار وارتفاع منسوب سطح البحر، ومن ثم تقديم توقعات دقيقة حول تأثيرات هذه التغيرات على النظم البيئية المختلفة مثل الغابات والبحار والمناطق القطبية.

ب- تقدير المخاطر والاستجابة: باستخدام البيانات التاريخية والحالية، يمكن للذكاء الاصطناعي تقدير مخاطر محتملة للكوارث البيئية المرتبطة بالتغيرات المناخية، مثل الفيضانات والجفاف. هذا يمكن المجتمعات من تحضير استجابات فعالة وتقديم المساعدة السريعة في حالة الطوارئ.

ج- تأثيرات اجتماعية واقتصادية: يمكن لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي أيضًا تحليل كيفية تأثير التغيرات المناخية على النواحي الاجتماعية والاقتصادية. من خلال تحليل البيانات المتعلقة بالزراعة والصناعة والهجرة، يمكن تقدير تأثير التغيرات المناخية على فقراء المجتمعات والقطاعات الاقتصادية المختلفة.

د- اتخاذ القرارات السياسية: يمكن للذكاء الاصطناعي توفير أدوات تحليلية تساعد القادة وصانعي القرار في فهم التأثيرات المحتملة للتغيرات المناخية على المستويات المحلية والإقليمية والدولية. هذا يمكنهم من اتخاذ قرارات أفضل وأكثر فهمًا لمكافحة التغير المناخي.

5 Kaack, Lynn H, Donti, Priya Lv & Others (2022), *Aligning artificial intelligence with climate change mitigation*, (Research Report No. 10.1038/s41558-022-01377-7).

Retrieved from Research on Nature Climate Change website:

<https://www.nature.com/articles/s41558-022-01377-7>

ودورها في الحد من التغيرات المناخية

هـ - التخطيط للتكيف: يساهم تحليل تأثيرات التغيرات المناخية في تحديد مجالات الضعف والتحديات المحتملة، مما يمكن المجتمعات والحكومات من وضع استراتيجيات تكيف فعالة. يمكن أن تقوم التقنيات الذكية بتحديد الأولويات وتقديم الخطط الهادفة للتكيف مع تلك التغيرات.

ثانياً: الزراعة وإدارة الموارد<sup>6</sup>

يمكن للذكاء الاصطناعي تغيير مستقبل الزراعة، وقد دخل فعلياً في كل العمليات الزراعية: من فحص التربة، إلى الكشف عن الآفات وأمراض النبات، إلى الري الذكي وغيرها. ومع زيادة عدد سكان العالم وفقاً لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة ( الفاو ) حيث سيصل لقرابة 10 مليار نسمة ستكون هناك حاجة الي طرق جديدة للإنتاج في الزراعة من أجل تلبية الاحتياجات الغذائية. وهنا تلعب التقنيات الرقمية وعلى رأسها الذكاء الاصطناعي دوراً مهماً في تعزيز القدرة على إنتاج الغذاء، وتسهيل الاستخدام الفعال للموارد الطبيعية، بما يساعد في تحسين المحاصيل والأصول الزراعية، بل وتوفير الوقت وتكاليف العمالة وغيرها عن طريق<sup>7</sup>:-

1- تحضير التربة: يتيح الذكاء الاصطناعي من خلال بيانات أجهزة الاستشعار الموضوعية في التربة، أو صور الهواتف الذكية إمكانية اكتشاف عيوب التربة، والتعرف علي نقص المغذيات فيها. وتم تطوير عدد من التطبيقات لمساعدة المزارعين مثل بلانتيكس وهو تطبيق يتيح لهم تحديد مقدار ونوع المواد العضوية التي ينبغي إضافتها لجعل التربة مناسبة لمحاصيل معينة.

2- وضع البذور: يساعد الذكاء الاصطناعي المزارعين علي تحديد الأماكن الأنسب لزراعة محاصيل معينة وذلك بناءً على الخصائص الجغرافية للحقل، أو التركيب الكيميائي للتربة وغيرها. ويتم ذلك من خلال تحليل الصور التي توفرها الطائرات بدون طيار. كما بإمكان المزارعين استخدام أدوات تخطيط المحاصيل مثل eAgronom لتحديد مقدار كل محصول تحتاج المزرعة لزرعه في البيوت الزراعية، ومتى يجب زرع المحاصيل. وقبل عملية زرع البذور يمكن للذكاء الاصطناعي فحص هذه البذور

<sup>6</sup> Anubhav Jain, Shyue Ping Ong, Geoffroy Hautier, Wei Chen, William Davidson Richards, Stephen Dacek, Shreyas Cholia, Dan Gunter, David Skinner, Gerbrand Ceder (2013), et al. Commentary: The Materials Project: A materials genome approach to accelerating materials innovation. *Apl Materials*, 1(1):011002.

<sup>7</sup> Xiou Ge, Richard T Goodwin, Jeremy R Gregory, Randolph E Kirchain, Joana Maria, and Lav R Varshney (2019), *Accelerated discovery of sustainable building materials*. Preprint arXiv:1905.08222.



ومقارنتها بصور البذور الصحية قبل عملية الزرع، وعن طريق آلة فرز البذور ذات الرؤية الحاسوبية التي طورتها خدمات البحوث الزراعية في وزارة الزراعة الأمريكية يمكن تصفية البذور دون المستوى، او فرز البذور إذا اختلطت مع بعضها.

**3- التسميد:** عن طريق استخدام الطائرات بدون طيار مثل طائرات PrecisionHawk ، في مسح الحقل و رشه بالماء والسماذ بسرعة وفي مواضع دقيقة. ويستعين الذكاء الاصطناعي بمجموعة البيانات Datasets للتحقق من الآثار البيئية لاستخدام كميات وأنواع مختلفة من الأسمدة. كما يمكن الاعتماد عليه في تحديد الجرعات المناسبة، والتقليل من التأثير السلبي على المحاصيل.

**4- الري:** عن طريق أدوات مثل Heliopas و CultYvate التي تراقب انتاجية استخدام المياه. وباستخدام قدرة التنبؤ علي الطقس التي توفرها أداة Fasal يمكن للمزارعين تغيير خطط الري، والاستفادة من مياه الامطار ما قد يوفر من موارد المياه بنسبة تصل الي 50% ويحقق مفهوم الزراعة المستدامة.

**5- حماية المحاصيل:** يهدف تحسين استهلاك مبيدات الأعشاب والآفات إلى جعل المزارع مستدامة مع ضمان سلامة الأغذية. ويلعب الذكاء الاصطناعي دوراً في اكتشاف الأعشاب الضارة والأمراض التي قد تصيب وتقضي على المحاصيل الزراعية. ويتمّ التنبؤ بهجمات الآفات من خلال تحليل صور الأقمار الصناعية أو الطائرات بدون طيار، وكشف الأنماط في نشاط الحشرات أو الفيروسات، ورصد ومقارنة البيانات الواردة لملاحظة علامات ما قبل الهجوم.

**6- الحصاد:** من خلال مقارنة البيانات واللقطات الميدانية الحالية بدورة النمو للمحاصيل خلال المواسم الماضية، يستطيع الذكاء الاصطناعي التنبؤ بموعد الحصاد بشكلٍ دقيق، وأيضًا يعمل على أتمتة إدارة المحاصيل وحصاد وتعبئة المحاصيل. ما يؤدي الي تعزيز سلامة الأغذية وتقليل انبعاثات ثاني اكسيد الكربون بمقدار 96% مقارنة بطرق الحصاد التقليدية<sup>8</sup>.

### ثالثا: الحفاظ علي التنوع البيولوجي والحياة البرية

يلجأ دعاة الحفاظ علي البيئة بشكل متزايد الي الذكاء الاصطناعي باعتباره حلاً تقنياً مبتكراً لمعالجة أزمة التنوع البيولوجي والتخفيف من تغير المناخ. فالتنوع البيولوجي والحياة البرية هما جزء لا يتجزأ من صحة

<sup>8</sup> معاذ، محمد ( 2023 )، الذكاء الاصطناعي في الزراعة، منظمة المجتمع العلمي العربي. تم الاسترجاع من

<https://arsco.org/article-detail-32292-16-0>

ودورها في الحد من التغيرات المناخية

البيئة واستدامتها. وتقدم تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي أدوات قوية للمساهمة في الحفاظ على التنوع البيولوجي ومراقبة الحياة البرية، ويتحقق هذا عن طريق:

**1- مراقبة حركات الحياة البرية والتنبؤ بتغيراتها:** تُستخدم تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي والاستشعار عن بعد مثل الأقمار الصناعية والأجهزة المُستشعرة لمراقبة حركات الحياة البرية. يمكن تحليل البيانات المتعلقة بتحركات الحيوانات وأنماط تنقلها لفهم أماكن تواجدها وتوجيه جهود الحماية إلى المناطق ذات الأهمية البيئية العالية. كما يمكن أن يتم استخدام التوقعات المتعلقة بتغيرات البيئة والمناخ لتنبؤ تأثيراتها المحتملة على الحياة البرية. ويعد إنقاذ الأنواع التي على وشك الانقراض في حوض الكونغو، ثاني أكبر غابة مطيرة في العالم، مهمة ضخمة. فعام 2020، تعاونت شركة علوم البيانات "أبسيلون" مع جامعة ستيرلنغ في اسكتلندا ووكالة المنتزهات الوطنية في الغابون لتطوير خوارزمية لمراقبة التنوع البيولوجي على نطاق واسع في منتزهات "لوبي" و"واكا" الوطنية في الغابون. وكان دعاة الحفاظ على البيئة يستخدمون الكاميرات الآلية لالتقاط الأنواع، بما في ذلك فيلة الغابات الإفريقية والغوريلا والشمبانزي والبانغولين، والتي كان يتعين بعد ذلك تحديدها يدويًا. وقد يستغرق تصنيف ملايين الصور شهورًا أو سنوات. ويعتبر عامل الوقت مهما في بلد يفقد حوالي 150 فيلاً كل شهر بسبب الصيد الجائر. الي جانب قدرة الذكاء الاصطناعي علي تتبع نقص المياه عن طريق تحليل تغيرات المياه علي نطاق التفاصيل المعطاه و عن طريق قدرته علي التمييز بين المسطحات المائية الطبيعية وتلك التي صنعها الإنسان<sup>9</sup>.

**2- مكافحة الصيد غير المشروع والحفاظ علي التوازن البيئي:** عن طريق استخدام كاميرات المراقبة وأجهزة الاستشعار لمراقبة المناطق المعرضة للصيد غير المشروع والكشف عن الأنشطة غير القانونية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن تطوير نماذج تنبؤية تستخدم البيانات المتعلقة بالحياة البرية والتغيرات المناخية لتحديد مناطق الخطر والتوجيه باتجاه تطبيق استراتيجيات حفظية. علي سبيل المثال يمثل وقف الصيد الجائر تحديًا لوجستيًا في حديقة كافو الوطنية في زامبيا التي تعد موطنًا لأكثر من 6600 فيل إفريقي من السافانا وتغطي مساحة 22400 كيلومتر مربع. ويُعد الصيد غير القانوني في بحيرة إيتري-تيجي على حدود المنتزه مشكلة أيضًا. لذلك تستخدم مبادرة الحفظ المتصلة من "غايم رانجيرز إنترناشونال"

<sup>9</sup> Kevin P Gibbons (2014), *Hyperspectral imaging what is it? how does it work?* , Technical report.

وإدارة الحقائق الوطنية والحياة البرية في زامبيا وشركاء آخرين الذكاء الاصطناعي لتعزيز الجهود التقليدية لمكافحة الصيد الجائر، وإنشاء سياج افتراضي بطول 19 كلم عبر بحيرة "إيتزي-تيجي". وتسجل الكاميرات الحرارية التي تعمل بالأشعة تحت الحمراء عبور أي قارب إلى داخل أو خارج المنتزه ليلاً ونهاراً. ويسمح الذكاء الاصطناعي لنظام المراقبة برصد القوارب التي تدخل الحديقة تلقائياً وإشعار الحراس، مما يزيد من الفعالية ويقلل من الحاجة إلى المراقبة اليدوية المستمرة.

**3- التعلم الآلي والتمييز البيئي:** تتيح تقنيات التعلم الآلي للنظم تمييز الكائنات والأنماط البيئية بشكل ذاتي عن طريق تطوير نماذج تمييز تستند إلى بيانات متعددة المصادر، مثل الصور والأصوات وبيانات الاستشعار عن بُعد، لتمييز أنواع الحيوانات ومحددات التوازن البيئي. علي سبيل المثال كان العثور علي الحيتان هي الخطوة الاولى نحو اتخاذ تدابير مثل تحديد المناطق البحرية المحمية لحمايتها. ومن الصعب تحديد مواقع الحدياء بصرياً عبر المحيطات الشاسعة، لكن صوتها المميز يمكن أن يسافر مئات الأميال تحت الماء. لذلك تُستخدم مسجلات الصوت لمراقبة تجمعات الثدييات البحرية في الجزر النائية، التي يصعب الوصول إليها، في مصائد الأسماك التابعة للجمعية الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي. وبالطبع بدون الذكاء الاصطناعي والتحليل الشامل للبيانات كانت المهمة صعبة للغاية وستأخذ اوقات طويلة جدا حتي يتعرف الفرد علي اصوات الحيتان.

**4- تحليل التهديدات والتدابير الوقائية:** تستطيع تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تحليل البيانات لتحديد التهديدات المحتملة للتنوع البيولوجي والحياة البرية، مثل التغيرات في مواقع التواجد أو تراجع الأنواع. هذا يمكن من وضع خطط واستراتيجيات وقائية للحفاظ على الأنواع المهددة ومناطق التواجد الحيوي. علي سبيل المثال دور الذكاء الاصطناعي في حماية حيوان الكوالا من الانقراض والذي يعد انقاذه امرا صعبا بدون معرفة أعدادها وأماكن تواجدها، وباستخدام الطائرات بدون طيار والتصوير بالأشعة تحت الحمراء، تحلل خوارزمية الذكاء الاصطناعي بسرعة لقطات الأشعة تحت الحمراء وتحدد ما إذا كان التوقيع الحراري هو حيوان كوالا أو حيوان آخر.

#### رابعاً: إدارة الطاقة والموارد

تعتبر إدارة الطاقة والموارد أمراً حاسماً لتحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية. وتلعب تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي دوراً حيوياً في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة والموارد وتوجيه توزيعها بشكل أكثر فعالية من خلال الأتي<sup>10</sup>:

**1- رقمنة البيانات:** لعب الذكاء الاصطناعي دوراً حيوياً في رقمنة قطاع الطاقة. نجد أن 66% من شركات النفط والغاز تسلط الضوء على أن فوائد الرقمنة تفوق أي مخاطر تتعلق بالأمن السيبراني. ومن أبرز المشاريع طموحا التوائم الرقمية، تعمل هذه التوائم الرقمية مثل النماذج الافتراضية في الوقت الفعلي التي تقدم إمكانيات بحثية أكثر من المحاكاة في قطاع الطاقة والذكاء الاصطناعي، وتساعد التوائم الرقمية في دراسة توربينات الرياح ومرافق توليد الطاقة باستخدام الذكاء الاصطناعي<sup>11</sup>

**2- التنبؤ الذكي:** يستخدم التنبؤ على نطاق واسع لتحديد ناتج الطاقة في مناطق جغرافية معينة بدقة. تتمتع خوارزميات الذكاء الاصطناعي للتعلم العميق بقدرة تنبؤية أكبر من جميع المتخصصين في الصناعة مجتمعين. يمكن أن يأخذ التنبؤ بهذا المعنى أشكالاً مختلفة تتراوح من التنبؤ باتجاهات الطلب والسعر إلى تحديد مجالات النمو المحتملة.

**3- إدارة الموارد:** يعتمد الذكاء الاصطناعي في مجال الطاقة والمرافق بشكل كبير على التحكم في إنتاج الطاقة غير المنقطع والحفاظ عليه وتزويده من خلال إدارة الموارد التي تعمل بالذكاء الاصطناعي، يمكن للموردين الموازنة بين نسب الطاقة التقليدية والمتجددة ويمكن للإدارة السليمة للموارد أيضاً ضبط الشبكة من أجل الاستخدام الأمثل أو طلب الصيانة في المواقف الحرجة.

**4- منع الفشل:** يُعد التنبؤ بالفشل المدعوم بالذكاء الاصطناعي أولوية قصوى في الصناعة. من خلال مراقبة البيانات للأنماط والاتجاهات ويمكن للذكاء الاصطناعي تحديد المشكلات المحتملة قبل حدوثها مما يسمح في النهاية باتخاذ إجراءات تصحيحية لتجنب الاضطرابات. علي سبيل المثال برامج كفاءة

<sup>10</sup> عبد الصاق، عادل (2023). الذكاء الاصطناعي وافاقه المستقبلية، الملف المصري، عدد 105، ص ص 5- 8. تم الاسترجاع من موقع <https://acps.ahram.org.eg/Esdarat/MalafMasry/105/files/downloads/Mallf-105-May-Final.pdf>

<sup>11</sup> قبارزد، مهازرد. الذكاء الاصطناعي في الطاقة، المعهد العالي للاتصالات والملاحة. تم الاسترجاع من موقع <https://e.paaet.edu.kw/institutes/AR/HigherInstituteOfCommunicationsAndNavigation/TechnicalSections/DepartmentOfElectricityAndElectronics/SectionArticles/Pages/-Artificial-intelligence-in-energy.aspx>

الطاقة احد اهم اهداف التنمية المستدامة، فهي تعمل بالذكاء الاصطناعي وتشرف علي استخدام الطاقة، وتوفر إطارا للتنبؤ الذكي، وتنظم الاستخدام خلال ساعات الذروة.

**5- التحليلات التنبؤية لمصادر الطاقة المتجددة:** تشمل التحليلات التنبؤية لمصادر الطاقة المتجددة تحديد المناطق ذات الإمكانيات الأعلى للذكاء الاصطناعي في تطوير الطاقة المتجددة، مثل ألواح الطاقة الشمسية والرياح. ومن خلال التحليلات الشاملة يمكن للموردين الاستفادة من الذكاء الاصطناعي في إنتاج الطاقة بكفاءة. و يعد مشروع تكامل الطاقة المتجددة محاولة طموحة لإيجاد توازن بين مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة وهو امر بالغ الأهمية لمقدمي الطاقة الرئيسيين بفضل الذكاء الاصطناعي في الطاقة والتعلم الآلي، أصبح من الممكن الآن التنبؤ والتنبؤ بأفضل الظروف لتحقيق تكامل دقيق لمصادر الطاقة المتجددة.

#### خامسا: التنمية المستدامة والمدن الذكية

التنمية المستدامة وتطوير المدن الذكية هما تحديان كبيران في عصرنا الحالي. وحاولت تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تقديم حلولاً مبتكرة لتحسين استدامة المدن من خلال إدارة المرافق والنقل وتقليل الأثر البيئي لعمليات التعمير والتطوير العمراني عن طريق الآتي:-

#### 1- تحسين استدامة المدن من خلال إدارة المرافق والنقل<sup>12</sup>: وذلك عن طريق

أ- **إدارة الطاقة:** تساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل أنماط استهلاك الطاقة في المدن وتقديم توصيات لتحسين الكفاءة الطاقوية. على سبيل المثال، يمكن استخدام البيانات الشاملة لفهم أوقات الطلب القممة وتنظيم استخدام الكهرباء بشكل أكثر فعالية.

ب- **إدارة المياه:** تستخدم التقنيات الذكية لمراقبة استهلاك المياه واكتشاف تسريبات المياه في المدن. يمكن أن يؤدي التحليل المتقدم إلى تقديم استراتيجيات لتوجيه استخدام المياه وتقليل الفاقد.

ج- **النقل الذكي:** يمكن استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتحسين نظم النقل العام والخاص. مثلاً توفير توقعات للزحام المروري وتوجيه السائقين إلى طرق بديلة يساهم في تقليل ازدحام الطرق واستهلاك الوقود. ومن الأمثلة الناجحة في هذا السياق في مدينة "الرياض" بالمملكة العربية السعودية، تستخدم

12 Neckermann, Lukas ( 2018), Smart Cities, Smart Mobility: Transforming the Way We Live and Work Paperback, United Kingdom of Great, Troubador Publishing Ltd.

ودورها في الحد من التغيرات المناخية

المدينة تدابير مكافحة ازدحام حركة المرور، بما في ذلك تدابير التحكم في حركة المرور التكميلية أو تدابير تحديد الأولويات. ويقوم نظام النقل الذكي بمراقبة وإدارة حركة المرور في المدينة من خلال مختلف أجهزة الاستشعار ونظام التلفزيون بداراة مغلقة (CCTV) ويستخدم تحليلات متقدمة للقيام بتحليل تاريخي وتتبؤي في الوقت الفعلي للحركة، بما في ذلك الإبلاغ محدد السياق عن حوادث المرور وحركة المرور لإبلاغ لوحات معلومات المرور ومؤشرات الأداء الرئيسية للإبلاغ<sup>13</sup>.

2- تطوير نماذج للمدن الذكية وتقليل الأثر البيئي للعمران<sup>14</sup>

أ- **تخطيط العمران الذكي:** يمكن استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات الجغرافية والاجتماعية لتطوير نماذج للمدن الذكية من خلال تحليل احتياجات السكان وتوزيع المرافق والخدمات وتحقيق استخدام افضل للمساحات وتقليل التكاليف البيئية.

ب- **البنية التحتية الذكية:** يمكن استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي من تدعيم بناء البنية التحتية الذكية مثل اضاءة الشوارع الذكية التي تعمل بالاستشعار وتقليل الاستهلاك الزائد للكهرباء<sup>15</sup>. علي سبيل المثال، نفذت "Texel" بهولندا بنية تحتية جديدة ذكية وفعالة من حيث الطاقة لإضاءة الشوارع في جميع أنحاء المدينة. ويؤدي استخدام توليفة من أجهزة الاستشعار LED وإنترنت الأشياء إلى تحقيق وفورات كبيرة في الطاقة وتقليل التلوث الضوئي.

ج- **إدارة النفايات:** تستخدم الحاويات الذكية المجهزة بأجهزة استشعار لمراقبة مستويات النفايات والتبليغ عندما تصبح الحاويات جاهزة للفراغ. هذا يقلل من تكديس النفايات ويحسن جدولة جمعها. وقد نجحت "مشهد" بجمهورية إيران الاسلامية، في تنفيذ برنامجاً ذكياً لجمع المخلفات القابلة لإعادة التدوير من أجل تحسين معدلات إعادة التدوير. وطورت مشهد تطبيق SIMAP، وهو تطبيق متنقل لتوفير معلومات عن تدفقات إعادة تدوير المخلفات لتشجيع الناس على تحسين مشاركتهم في فرز المخلفات وإعادة تدويرها.

<sup>13</sup> Kaack, Lynn H (2019), *Tackling Climate Change with Machine Learning*, No. arXiv: 1906.05433v2 (cs.CY), pp 13-14. Retrieved from Research Report <https://arxiv.org/pdf/1906.05433.pdf>

<sup>14</sup> Nikola Milojevic-Dupont & Lynn H. Kaack (2019), *Tackling Climate Change with Machine Learning*, Research Report No. arXiv: 1906.05433v2 (cs.CY), pp 20-25. . Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/1906.05433.pdf>

<sup>15</sup> Dimitris Bertsimas and Bartolomeo Stellato( 2019), *Online mixed-integer optimization in milliseconds*. Preprint arXiv:1907.02206.

د- تنقية الهواء ومراقبة الجودة البيئية: يمكن استخدام أجهزة استشعار الجودة الهوائية المتصلة بشبكة لمراقبة مستويات التلوث والهواء في المدن. هذا يمكن من اتخاذ إجراءات سريعة لتحسين جودة الهواء.

#### سادسا: إدارة النفايات والموارد

إدارة النفايات والمواد هي جزء أساسي من التحديات التي تواجهها المجتمعات الحديثة في سبيل تحقيق الاستدامة البيئية. فتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي توفر أدوات قوية لتحليل أنماط الإنتاج والتخلص من النفايات وتحسين استخدام الموارد. وفيما يلي توضيح كيف يمكن تحقيق ذلك<sup>16</sup>:

#### 1- تحليل أنماط إنتاج النفايات وتحسين عمليات الفرز وإعادة التدوير

أ- تحليل البيانات: يمكن استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات المرتبطة بإنتاج النفايات، مثل أنماط الاستهلاك وأنواع النفايات. هذا يساعد في تحديد المجالات التي تحتاج إلى تحسين والتركيز على تقليل النفايات. وقد طبقت العديد من المدن منصات ذكية لإدارة النفايات تستخدم التقنيات الحديثة لتحليل أنماط إنتاج النفايات وتخطيط جداول الجمع بشكل أكثر فاعلية.

ب- تحسين الفرز وإعادة التدوير: باستخدام تقنيات الرؤية الحاسوبية وتعلم الآلة، يمكن تطوير أنظمة فعالة لفرز النفايات بشكل أفضل. يمكن أن تميز تلك النظم بين أنواع مختلفة من النفايات وتوجيهها إلى عمليات إعادة التدوير المناسبة، فعن طريق تقنيات إعادة التدوير المناسبة، يمكن فصل مكونات مختلفة من النفايات الإلكترونية لزيادة نسبة إعادة التدوير.

ج- التحليل الاقتصادي: يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل تكاليف معالجة النفايات ومقارنتها مع تكاليف الاستدامة وإعادة التدوير. هذا يمكن أن يشجع على اتخاذ قرارات أكثر فعالية من ناحية البيئة والاقتصاد.

16 This work was later published in a journal and would now be referenced as follows: Newton, Emily ( 2022), *How Artificial Intelligence & Machine Learning Impact Waste Management*, Retrieved from <https://www.wwdmag.com/utility-management/article/10940705/how-artificial-intelligence-machine-learning-impact-waste-management> .

## 2- تحسين إدارة استخدام المواد والموارد الطبيعية

أ- مراقبة استهلاك المواد: تقنيات الذكاء الاصطناعي تمكن من مراقبة استهلاك المواد والموارد في العمليات الصناعية. يمكن تحليل بيانات الإنتاج وتحديد الفرص لتحسين كفاءة استخدام المواد. وتساعد تقنيات التحليل البيئي على تحليل البيانات البيئية المرتبطة بموارد الطاقة والمواد وتقديم توصيات لتحسين استدامتها.

ب- تحسين عمليات التصنيع: يمكن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحسين عمليات التصنيع بشكل يقلل من التبذير واستهلاك الموارد. مثلاً، تحليل بيانات الإنتاج يمكن أن يساعد في تحديد أوقات الإنتاج الفعالة وتحسين توجيه خطوط الإنتاج. على سبيل المثال يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في التحسين في عملية صناعة الغذاء لتوجيه جهود الفرز والتعبئة والتغليف لتقليل التبذير.

ج- تنبؤ استهلاك المواد: يمكن للذكاء الاصطناعي تطوير نماذج تنبؤية لاستهلاك المواد والموارد. هذا يمكن أن يساعد الشركات والمؤسسات على التخطيط المسبق لتوفير الموارد.

### سابعاً: التعليم والتوعية البيئية<sup>17</sup>

التوعية بقضايا البيئة وتعليم الجمهور حول أهمية الحفاظ على البيئة هما جزء أساسي من جهود تحقيق الاستدامة. وتقدم تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي وتقنيات الواقع الافتراضي فرصاً مثيرة لتقديم تجارب تفاعلية وتعليم فعال للناس حول موضوعات الطبيعة والبيئة. ويتحقق هذا عن طريق:

#### 1- تقديم تجارب تفاعلية للتوعية بقضايا البيئة

أ- تطبيقات الهواتف الذكية: يمكن تطوير تطبيقات تفاعلية توضح أثر التغيرات المناخية على البيئة. مثلاً، تطبيقات تعرض تطور الأماكن بمرور الوقت وتظهر تأثير الظواهر الطبيعية مثل الفيضانات والجفاف.

ب- ألعاب تعليمية: يمكن استخدام الألعاب التعليمية لتوعية الشباب بقضايا البيئة مثل لعبة تحاكي إدارة الموارد في مدينة افتراضية، وتوضح تأثير قرارات البناء واستخدام الموارد على البيئة. مثل تطبيق

<sup>17</sup> Ardoin, Nicole & Morris, Jason (2017), *The Environmental Education Research Bulletin* (Research Report ISSUE 14).



Ecotopia الذي يهدف الي تعليم الشباب عن الاستدامة والبيئة من خلال تقديم ألعاب تفاعلية وتحديات تتطلب حلول بيئية.

ج- أجهزة عرض تفاعلية: يمكن استخدام أجهزة عرض تفاعلية في المتاحف والمعارض لتقديم معلومات بصرية وتفاعلية حول الظواهر الطبيعية وتغيرات البيئة.

## 2- استخدام تكنولوجيا الواقع الافتراضي والزيارات الافتراضية لتعليم الناس عن الطبيعة والبيئة

أ- تجربة الواقع الافتراضي للطبيعة: يمكن استخدام نظارات الواقع الافتراضي لنقل الأفراد إلى بيئات طبيعية مختلفة، مثل الغابات والحدائق البيئية، وتوضيح النظام البيئي والتنوع البيولوجي. مثل مشروع Google Earth VR، يوفر هذا المشروع تجربة واقع افتراضي لاستكشاف العالم ورؤية مناظر طبيعية ومعالم بيئية بشكل واقعي. يمكن للأفراد التجول في الغابات والمحيطات والجبال بدون مغادرة منزلهم.

ب- زيارات افتراضية للمواقع البيئية: يمكن تنظيم زيارات افتراضية للمواقع البيئية المهمة، مثل الشعاب المرجانية والغابات المطيرة، حيث يمكن للأفراد استكشاف هذه المواقع وفهم تأثير التغيرات المناخية عليها. فالعديد من المحميات الطبيعية حول العالم تقدم جولات افتراضية عبر الإنترنت تسمح للأفراد بزيارة هذه المناطق والتعرف على الحياة البرية والبيئة المحيطة.

ج- دروس تعليمية تفاعلية: يمكن استخدام تقنيات الواقع الافتراضي لتقديم دروس تعليمية تفاعلية حول البيئة والتغيرات المناخية. يمكن للمتعلمين التفاعل مع المحتوى والتجربة العملية دون الحاجة إلى الذهاب إلى الموقع الفعلي<sup>18</sup>.

بشكل عام، يعزز الذكاء الاصطناعي فهمنا للبيئة ويمنحنا أدوات قوية للعمل نحو الاستدامة والحفاظ على كوكبنا للأجيال القادمة.

ثانياً: السياسات والتدابير اللازمة لتعزيز استخدام التكنولوجيا الذكية للحد من التغيرات البيئية

<sup>18</sup> منظمة اليونسكو (2019، فبراير). دور الذكاء الاصطناعي في النهوض بالتعليم وتعزيزه، اخر تحديث في ابريل

23. تم الاسترجاع من <https://www.unesco.org/ar/articles/dwr-aldhka-alastnay-fy-alnhwd-baltlym-wtzyzh>

baltlym-wtzyzh

ودورها في الحد من التغيرات المناخية

خلال العقود الخمس الماضية، شهد النمو الاقتصادي العالمي اندماجًا متزايدًا مع تدهور سريع في البيئة العالمية، حيث لم تكن قضايا استنزاف الموارد الطبيعية ذات أهمية في الفكر الاقتصادي السائد. تصاحب التطورات الاقتصادية مشاكل بيئية تتسم بالتعقيد مثل تراجع الاقتصادات الكبرى، وتدهور الاقتصادات الضعيفة للدول الفقيرة، تهديد الانتاجية الزراعية وارتفاع اسعار الغذاء، تأثيرات في حركة النقل العالمية، اختلال الخريطة السياحية، اختلال النظام الصحي، وحدوث تأثيرات في البنية التحتية مما يشير إلى الحاجة الملحة لتصحيح الوجهة واتخاذ إجراءات جادة في هذا الصدد<sup>19</sup>. بصورة عامة، يظهر الواقع انه من الضروري اعتبار التفاعلات المعقدة بين النمو الاقتصادي والبيئة. يجب على الجهات المعنية أن تضع البيئة في صلب استراتيجيات التنمية الاقتصادية وتراعي التوازن بين النمو الاقتصادي والحفاظ على الموارد الطبيعية والحفاظ على التنوع البيولوجي. هذا يشمل تطوير سياسات تشجع على استدامة النمو وتعزز من استخدام التكنولوجيا الذكية للحفاظ على البيئة، مما يمكن أن يكون له تأثير إيجابي على الاقتصادات العالمية<sup>20</sup>.

ولهذا، تعتبر السياسات والتدابير اللازمة لتعزيز استخدام التكنولوجيا الذكية للحد من التغيرات البيئية أمرًا حيويًا في سبيل تحقيق الاستدامة والحفاظ على البيئة. هذه السياسات والتدابير تسعى إلى توجيه وتنظيم استخدام التكنولوجيا الذكية لتحقيق تحسينات بيئية والحد من الأثر البيئي السلبي للأنشطة البشرية. إليك مجموعة من السياسات والتدابير التي يمكن تنفيذها لتعزيز هذا الهدف:

1- تشجيع البحث والابتكار: يجب على الحكومات والجهات المعنية دعم البحث والابتكار في مجال التكنولوجيا الذكية للبيئة. يمكن من خلال منح المنح البحثية وتوجيه الاستثمارات نحو تطوير تقنيات جديدة تسهم في حماية البيئة والتخفيف من التأثيرات البيئية السلبية.

<sup>19</sup> سعيد، كرم (2022)، تأثيرات التغير المناخي في اقتصادات الدول، مجلة السياسة الدولية، تم الاسترجاع من موقع

<https://www.siyassa.org.eg/News/18411.aspx>

<sup>20</sup> IPCC. Global warming of 1.5 °C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Portner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, Y. Chen, S. Connors, M. Gomis, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, W. Moufouma-Okia, C. Pean, R. Pidcock, N. Reay, M. Tignor, T. Waterfield, X. Zhou (eds. (2018).

2- إطلاق مبادرات حكومية: يمكن أن تقوم الحكومات بإطلاق مبادرات وبرامج خاصة لتعزيز استخدام التكنولوجيا الذكية للحفاظ على البيئة، مثل تقديم مزيد من التسهيلات للشركات والمؤسسات التي تعمل في مجال الحلول البيئية.

3- وضع التشريعات والقوانين: يجب وضع تشريعات وقوانين تشجع على استخدام التكنولوجيا الذكية للبيئة وتعزز من تطوير حلول بيئية مبتكرة. يمكن تقديم حوافز مالية للشركات والمشاريع التي تعمل على تقديم تكنولوجيا تحقق تحسناً بيئياً.

4- تشجيع التعاون والشراكات: يمكن ان تعمل الحكومات على تشجيع التعاون بين القطاعين العام والخاص والأكاديمي لتبادل المعرفة وتطوير حلول مشتركة تستند إلى التكنولوجيا الذكية.

5- تعزيز التوعية والتدريب: يجب تعزيز التوعية بأهمية استخدام التكنولوجيا الذكية للحفاظ على البيئة من خلال حملات توعية وبرامج تدريبية. يمكن أن تسهم هذه الجهود في تحفيز المشاركة والتفاعل الإيجابي مع الحلول البيئية المبتكرة.

6- توجيه الاستثمارات: يمكن للحكومات توجيه الاستثمارات العامة والخاصة نحو مجالات التكنولوجيا الذكية التي تعزز الاستدامة وتحمي البيئة، مثل الطاقة المتجددة وإدارة الموارد المستدامة.

7- تقديم الحوافز المالية: يمكن تقديم حوافز مالية للأفراد والشركات التي تتبنى تكنولوجيا ذكية تحمي البيئة، مثل خصومات ضريبية أو دعم مالي للمشاريع البيئية.

8- إنشاء مراكز للابتكار البيئي: يمكن إنشاء مراكز متخصصة للابتكار البيئي وتطوير التكنولوجيا الذكية للبيئة. يمكن أن تكون هذه المراكز محاوراً للبحث والتطوير وتبادل الخبرات.

9- متابعة ورصد تنفيذ السياسات: يجب علي الحكومات والجهات المعنية مراقبة تنفيذ السياسات والتدابير المتعلقة بتعزيز استخدام التكنولوجيا الذكية للبيئة وتقييم نتائجها، وتعديلها إذا لزم الأمر.

بشكل عام، السياسات والتدابير الرشيدة والمستدامة تلعب دوراً مهماً في تشجيع استخدام التكنولوجيا الذكية للحفاظ على البيئة وتقديم حلول فعالة للتحديات البيئية. وتعد عملية تطوير تطبيقات «التكنولوجيا الخضراء» من أهم ركائز الجهود الدولية لمواجهة التغير المناخي، ويعد الابتكار التكنولوجي في تحقيق ذلك هو جوهر التنمية المستدامة. وتتطلب الرغبة في التقدم الاقتصادي تبني سياسات تقنية قوية، وأن يكون التوجه نحو الاقتصاد الأخضر، والتكنولوجيا الخضراء، ضمن الاستراتيجيات الوطنية لتحقيق

ودورها في الحد من التغيرات المناخية

التممية المستدامة. وهو ما اكده مؤتمر الامم المتحدة للمناخ COP26 علي ضرورة تغير الأنظمة وتفعيل دور الابتكارات التكنولوجية للتعامل مع التغير المناخي وكيفية بناء مجتمعات ذكية منخفضة الكربون ودور التقنيات الرقمية في دعم العمل المناخي وتعزيز كذلك دور البيانات الضخمة، والذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء في مواجهة التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية. فضلاً عن إحداث تغييرات بما يتواءم مع معايير الحفاظ على البيئة والتنمية المستدامة، وإمكانية دمج تكنولوجيا المعلومات في الإدارة البيئية، وفي نشر الوعي البيئي عبر المنصات الرقمية وإطلاق مبادرات للحماية من الملوثات البيئية، ومن قبيل أن النمو والتقدم الاقتصادي يتطلب تبني سياسات تقنية قوية، ومن خلال دمج الاقتصاد الأخضر، والتكنولوجيا الخضراء ضمن الاستراتيجيات الوطنية لتحقيق التتمية المستدامة<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> T Remani, EA Jasmin, and TP Imthias Ahamed (2018). Residential load scheduling with renewable generation in the smart grid: A reinforcement learning approach. IEEE Systems Journal, (99):1–12.

### قائمة المراجع

#### أولاً: المراجع الانجليزية

- 1- Schwab, Klaus (2016), *The Fourth Industrial Revolution*, Geneva, Switzerland, World Economic Forum, pp 6-9. Retrieved from <https://www.amazon.com/Fourth-Industrial-Revolution-Klaus-Schwab/dp/1524758868?asin=1524758868&revisionId=&format=4&depth=1>
- 2- Sachs, Jeffrey (2015), *The Age of Sustainable Development*, New York, Columbia University Press, p. 42. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/321491959\\_The\\_Age\\_of\\_Sustainable\\_DevelopmentThe\\_Age\\_of\\_Sustainable\\_Development\\_Jeffrey\\_D\\_Sachs\\_Columbia\\_University\\_Press\\_New\\_York\\_NY\\_2015\\_xvii\\_543\\_pp\\_ISBN\\_978-0-231-17315-5](https://www.researchgate.net/publication/321491959_The_Age_of_Sustainable_DevelopmentThe_Age_of_Sustainable_Development_Jeffrey_D_Sachs_Columbia_University_Press_New_York_NY_2015_xvii_543_pp_ISBN_978-0-231-17315-5)
- 3- David Rolnick & Priya L. Donti & Others (2019), *Tackling Climate Change with Machine Learning*, Research Report No. arXiv: 1906.05433v2 (cs.CY). Retrieved from Research on ACM Digital Library website: <https://dl.acm.org/doi/full/10.1145/3485128>
- 4- Kaack, Lynn H, Donti, Priya Lv & Others (2022), *Aligning artificial intelligence with climate change mitigation*, (Research Report No. 10.1038/s41558-022-01377-7). Retrieved from Research on Nature Climate Change website: <https://www.nature.com/articles/s41558-022-01377-7>
- 5- Anubhav Jain, Shyue Ping Ong, Geoffroy Hautier, Wei Chen, William Davidson Richards, Stephen Dacek, Shreyas Cholia, Dan Gunter, David Skinner, Gerbrand Ceder (2013), et al. Commentary: The Materials Project: A materials genome approach to accelerating materials innovation. *Apl Materials*, 1(1):011002.
- 6- Xiou Ge, Richard T Goodwin, Jeremy R Gregory, Randolph E Kirchain, Joana Maria, and Lav R Varshney (2019), *Accelerated discovery of sustainable building materials*. Preprint arXiv:1905.08222.
- 7- Kevin P Gibbons (2014), *Hyperspectral imaging what is it? how does it work?*, Technical report

- 8- Neckermann, Lukas ( 2018), Smart Cities, Smart Mobility: Transforming the Way We Live and Work Paperback, United Kingdom of Great, Troubador Publishing Ltd.
- 9- Kaack, Lynn H (2019), Tackling Climate Change with Machine Learning, Research Report No. arXiv: 1906.05433v2 (cs.CY), pp 13-14. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/1906.05433.pdf>
- 10- Nikola Milojevic-Dupont & Lynn H. Kaack (2019), Tackling Climate Change with Machine Learning, Research Report No. arXiv: 1906.05433v2 (cs.CY), pp 20-25. . Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/1906.05433.pdf>
- 11- Dimitris Bertsimas and Bartolomeo Stellato( 2019), Online mixed-integer optimization in milliseconds. Preprint arXiv:1907.02206.
- 12- Emily ( 2022), How Artificial Intelligence & Machine Learning Impact Waste Management, Retrieved from <https://www.wwdmag.com/utility-management/article/10940705/how-artificial-intelligence-machine-learning-impact-waste-management>
- 13- Ardoin, Nicole & Morris, Jason (2017), The Environmental Education Research Bulletin ( Research Report ISSUE 14).
- 14- IPCC. Global warming of 1.5 °C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Portner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, Y. Chen, S. Connors, M. Gomis, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, W. Moufouma-Okia, C. Pean, R. Pidcock, N. Reay, M. Tignor, T. Waterfield, X. Zhou (eds. (2018).
- 15- T Remani, EA Jasmin, and TP Imthias Ahamed (2018). Residential load scheduling with renewable generation in the smart grid: A reinforcement learning approach. IEEE Systems Journal, (99):1–12.

ثانياً: المراجع باللغة العربية

- 1- عبد الصادق، عادل ( 2022)، ما هي حدود وفرص تعزيز دور التكنولوجيا في مواجهة التغير المناخي، عدد 99، القاهرة، مركز الأهرام للدراسات السياسية والاستراتيجية
- 2- معاذ، محمد ( 2023)، الذكاء الاصطناعي في الزراعة، منظمة المجتمع العلمي العربي. تم الاسترجاع من <https://arsco.org/article-detail-32292-16-0>
- 3- عبد الصاق، عادل (2023). الذكاء الاصطناعي وافاقه المستقبلية، الملف المصري، عدد 105، ص ص 5- 8. تم الاسترجاع من موقع <https://acpss.ahram.org.eg/Esdarat/MalafMasry/105/files/downloads/Malf-105-May-Final.pdf>
- 4- قبازرد، مهازرد. الذكاء الاصطناعي في الطاقة، المعهد العالي للاتصالات والملاحة. تم الاسترجاع من موقع <https://e.paaet.edu.kw/institutes/AR/HigherInstituteOfCommunicationsAndNavigation/TechnicalSections/DepartmentOfElectricityAndElectronics/SectionArticles/Pages/-Artificial-intelligence-in-energy.aspx>
- 5- منظمة اليونسكو ( 2019، فبراير). دور الذكاء الاصطناعي في النهوض بالتعليم وتعزيزه، اخر تحديث في ابريل 23. تم الاسترجاع من <https://www.unesco.org/ar/articles/dwr-aldhka-alastnay-fy-alnhwd-baltlym-wtzyzh>
- 6- سعيد، كرم (2022)، تأثيرات التغير المناخي في اقتصادات الدول، مجلة السياسة الدولية، تم الاسترجاع من موقع <https://www.siyassa.org.eg/News/18411.aspx>
- 7- الاتحاد الدولي للاتصالات ITU (2021)، المدن الذكية المستدامة، تم الاسترجاع من موقع <https://www.itu.int/ar/mediacentre/backgrounders/Pages/smart-sustainable-cities.aspx>

ودورها في الحد من التغيرات المناخية

8- صلاح طه المهدي، مجدي، التعليم وتحديات المستقبل في ضوء فلسفة الذكاء الاصطناعي، كلية التربية، جامعة المنصورة.

[https://jetdl.journals.ekb.eg/article\\_210656\\_d681972f56011288e21e5cd42aff007c.pdf](https://jetdl.journals.ekb.eg/article_210656_d681972f56011288e21e5cd42aff007c.pdf)

11- عبد الصادق، عادل، COP 27 وسبل تعزيز دور التكنولوجيا في مواجهة التغير المناخي، مركز الأهرام للدراسات السياسية والاستراتيجية. <https://acpss.ahram.org.eg/News/17684.a>





