

اسهامات تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية المستدامة من خلال معالجة مشاكل البيئة وتغير المناخ – منظور تحليلي-

The Contributions of the artificial intelligence applications in achieving sustainable development through addressing environmental issues and climate change- analytical approach



درّاج نبيلة صليحة¹، طهار ناصر²

¹ مخبر راس المال البشري والأداء، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

جامعة الجزائر 3، nabilaranim@gmail.com

² مخبر DECOPILS، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير جامعة

الجزائر 3 nacertahar5@gmail.com



تاريخ الإرسال: 2024/07/27 تاريخ القبول: 2025/10/25 تاريخ النشر: 2025/12/06

ملخص:

تسعى هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على تطبيقات الذكاء الاصطناعي كاستراتيجية معاصرة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، لا سيما في معالجة المخاوف الكبيرة المحيطة بقضايا البيئة وتغيرات المناخ. ومن خلال تحليل البيانات المجمعّة باستخدام المنهج الوصفي التحليلي، تؤكد الدراسة الدور الكبير لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. وتؤكد على الدور المحوري الذي يلعبه الذكاء الاصطناعي في فهم وتحليل التغيرات المناخية، ومعالجة المشاكل البيئية المعقدة. وتسلط النتائج الضوء على الإمكانيات التحويلية لدمج الذكاء الاصطناعي في جهود التنمية المستدامة، وتقديم رؤى وقدرات تنبؤية وحلول مبتكرة لمعالجة التحديات البيئية ومكافحة تغير المناخ بشكل فعال.

كلمات مفتاحية: تنمية مستدامة، تغيرات مناخ؛ بيئة، موارد، ذكاء اصطناعي.

Abstract:

This study endeavors to explore the applications of artificial intelligence as a contemporary strategy for advancing sustainable development objectives, particularly in addressing the urgent concerns surrounding environmental and climate change issues. the study emphasizes AI's pivotal role in comprehending and analyzing climate changes, as well as its capacity to tackle intricate environmental problems and promote sustainable development. The findings highlight the transformative potential of integrating artificial intelligence into sustainability efforts, offering insights, predictive capabilities, and innovative solutions to effectively address environmental challenges and combat climate change.

Keywords: Sustainable Development; Climate Change; Environment; Resources; Artificial intelligence.

1- المؤلف المرسل: دراج نبيلة صليحة ، الإيميل: nabilaranim@gmail.com

مقدمة :

في ظل الانعكاسات السلبية للتطورات التكنولوجية من جهة وتزايد السلوك البشري غير المسؤول الذي نتج عنه، تلوث الماء، التربة والهواء، مما أدى الى تدمير الموارد الطبيعية عموماً وتهديد احتياجات الاجيال القادمة، وفي هذا السياق ظهرت التنمية المستدامة كقضية حيوية، وجب التركيز عليها ومعالجة مختلف التحديات المنبثقة عنها، بما فيها التحديات الاجتماعية، الاقتصادية والبيئية، الذي يأتي في مقدمتها تحدي تغير المناخ. يشكل تغير المناخ، تهديداً كبيراً لمختلف المتغيرات الفاعلة على كوكب الأرض، ولهذا يتطلب الامر استراتيجية عاجلة وفعالة لمواجهته. ولعل من اهم

الحلول الحديثة التي يمكن ان تساعد الدول والمجتمعات في مواجهة هذه التحديات بكفاءة وفعالية، هي تلك الحلول القائمة على تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث يمكن الاستفادة من هذه التطبيقات في تحقيق اهداف التنمية المستدامة ومعالجة قضايا تغير المناخ، عبر تقديم حلول مبتكرة لهذه المشاكل وتحسين استدامة النظم البيئية، الاجتماعية وتعزيز التنمية الاقتصادية.

أهداف الدراسة: تسعى الدراسة الى تحقيق الأهداف التالية:

- عرض اهم القضايا البيئية المعاصرة المتعلقة بالتنمية المستدامة.
 - بيان أهمية استخدام تطبيقات الذكاء الصناعي في إيجاد حلول للبيئة؛
 - تقديم مجموعة من المقترحات في حدود النتائج المتحصل عليها.
- أهمية الموضوع:**

تنبثق أهمية الدراسة من أهمية الموضوع في حد ذاته، فهي تركز على أهمية استخدام الذكاء الاصطناعي في مواجهة تحديات البيئة وتغير المناخ من جهة، وتحقيق التنمية المستدامة من جهة أخرى وعليه يأمل الباحثان أن تساهم الدراسة في زيادة الرصيد العلمي والتطبيقي لموضوع البحث.

إشكالية الدراسة:

يعتبر تلبية احتياجات الاجيال الحالية دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها تحديا عالميا، خصوصا في ظل تحديات تغير المناخ ونضوب الموارد، وعليه يجب تسخير مخرجات الذكاء الاصطناعي لإيجاد الحلول للمشاكل وإحداث ثورة في جهود التنمية المستدامة. وعليه يمكن بلورة إشكالية الدراسة في السؤال: **كيف تساهم تطبيقات الذكاء الصناعي في تحقيق التنمية المستدامة من خلال معالجة مشاكل البيئة وتغيرات المناخ؟**

منهجية البحث:

بناء على الهدف العام للدراسة، فقد اعتمد الباحثان على المنهج الاستنباطي بأداتيه الوصف والتحليل.

المحاور الرئيسية للبحث: للاحاطة الجيدة بالموضوع سيتم التطرق الى:

- التنمية المستدامة وأهم القضايا البيئية المعاصرة
- الذكاء الاصطناعي
- أهمية استخدام الذكاء الصناعي في تحقيق ابعاد التنمية المستدامة

1. التنمية المستدامة sustainable development :

يُعتبر تقرير "روما" الصادر في عام 1972 تحت عنوان "وقف التنمية" نقطة البداية لمفهوم التنمية المستدامة. ففي هذا التقرير حذر الخبراء من تبعات النمو الاقتصادي السريع والزيادة الديموغرافية على استنزاف الموارد وتلويث البيئة والضغط على النظام البيئي، ومن ذلك الحين تعاقب الباحثين على دراسة هذه المشكلة بعمق ووصلوا إلى إمكانية وضع استراتيجيات تنموية توفق بين التنمية وحماية الموارد الطبيعية، مما أدى إلى ظهور مفهوم التنمية المستدامة.

1.1 مفهوم التنمية المستدامة:

تعتبر التنمية المستدامة نموذج تنموي يهدف إلى دمج احتياجات مختلف المجتمعات والشعوب لتحقيق عالم أكثر عدالة اجتماعية وحماية للبيئة بشكل شامل، وتعزيز تضامن الأجيال الحالية والمستقبلية،¹ أي ان كل تطوير في الأرض او المدن اوالمجتمعات اوالأعمال التجارية دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية حاجاتها هو تنمية مستدامة². فأساس التنمية المستدامة هو القدرة على تلبية احتياجات الجيل الحالي دون التضحية بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها. وبشكل عام تهدف التنمية المستدامة إلى تحسين جودة حياة السكان وزيادة وعيهم بالمشاكل البيئية واحترام البيئة الطبيعية بالاضافة إلى استخدام الموارد بشكل عقلاني وربط التكنولوجيا الحديثة بأهداف المجتمع، وتحقيق نمو اقتصادي تقني يؤدي إلى تغيير مستمر ومناسب في احتياجات المجتمع.³

2.1. أبعاد التنمية المستدامة dimensions of sustainable development:

تمكن التنمية المستدامة من تلبية احتياجات الحاضر دون التأثير السلبي على قدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتهم. وتتميز عملية التنمية المستدامة بتوازن الأهداف الاجتماعية والبيئية والاقتصادية، والتي تعتبر أساساً لها وتعرف بأركان التنمية المستدامة والمتمثلة في:

• **البعد الاقتصادي economic dimension:** يقصد بهذا البعد تحقيق الاستدامة وزيادة الرفاه الاقتصادي على المدى البعيد من خلال توفير جميع احتياجات الإنسان الأساسية مثل الغذاء، الإسكان، وسائل النقل، الملابس الرعاية الصحية والتعليم بأعلى مستوى من الجودة⁴ وبأفضل الاسعار وعلى مدار الوقت. وتظهر اهداف التنمية المستدامة في البعد الاقتصادي في النقاط التالية⁵:

- تعزيز النمو الاقتصادي الشامل والمستدام للجميع، وتوفير فرص عمل لائقة للجميع
- تعزيز بناء مجتمعات مسالمة وعادلة، وضمان الوصول إلى العدالة وتعزيز الشفافية والمساءلة في جميع المستويات.
- تعزيز وسائل التنفيذ وتعزيز الشراكة العالمية من أجل تحقيق التنمية المستدامة.

• **البعد الاجتماعي social dimension:** التركيز في التنمية المستدامة على الجانب الاجتماعي يعني أن الإنسان هو المحور الرئيسي لهذه العملية، حيث يهدف إلى تحقيق العدالة الاجتماعية ومكافحة الفقر وتوفير الخدمات الاجتماعية لجميع الفئات المحتاجة⁶. وبشكل عام تهدف التنمية المستدامة في شقها الاجتماعي الى ⁷:

- توفير غذاء امن صحيا ومحسن، وتعزيز الزراعة المستدامة مع ضمان الرفاهية لجميع شرائح المجتمع مع اختلاف أعمارهم.

-تعزيز فرص التعلم مدى الحياة للجنسين.

-الإدارة المستدامة للمياه وتوفير خدمات الصرف الصحي للجميع، مع ضمان حصول الجميع بتكلفة ميسرة على خدمات الطاقة الحديثة.

• **البعد البيئي environmental dimension:** يركز البعد البيئي في التنمية المستدامة على مراعاة الحدود البيئية المحددة لكل نظام بيئي، حيث لا يمكن تجاوزها سواء بالاستهلاك أو بالاستنزاف. وفي حالة تجاوز تلك الحدود، يمكن أن يؤدي ذلك إلى تدهور النظام البيئي ككل. لذلك، يجب الحد من التلوث البيئي والتصدي لأنماط الإنتاج السيئة والسلبية واستنزاف المياه وقطع الغابات وانجراف التربة⁸ وغيرها من المظاهر المهددة لاستدامة النظام البيئي.

2. التنمية المستدامة وأهم القضايا البيئية المعاصرة

1.2. أزمة المياه ونقص الموارد المائية: تتناقص مواردنا المحدودة من المياه العذبة بسبب زيادة عدد السكان وتغيرات المناخ، إضافة إلى الارتفاع المستمر في الاستهلاك الصناعي والزراعي للمياه. ومن المتوقع أن يتجاوز الطلب العالمي بحلول على المياه عام 2030 نسبة 40%. ومع ارتفاع درجات الحرارة، ستشكل ندرة المياه تهديدًا كبيرًا لسبل عيش واستقرار المجتمعات حول العالم⁹. وتشير الإحصائيات لعام 2023 أن 2 مليار شخص (26% من العالم) يعاني من نقص في مياه الشرب، ضف إلى ذلك يفقر 3.6 مليار شخص (46%) إلى توفر نظام صرف صحي، كما يعاني ما بين مليارين إلى ثلاثة مليارات شخص من نقص المياه لمدة شهر واحد على الأقل سنويًا، ومن المتوقع أن يرتفع عدد سكان المناطق الحضرية الذين يواجهون ندرة المياه من 930 مليون شخص في 2016 إلى 2.4 مليار شخص في 2050. ومما يزيد الأمر سوء حالات الجفاف المتزايدة والتي تؤثر على الحياة الانسانية، النباتية والحيوانية¹⁰.

2.2 تغيرات المناخ : Climate changes

يعتبر فريق العمل الحكومي الدولي لتغير المناخ (GIEC) التغيرات المناخية بأنها كل أشكال التغيرات (درجات الحرارة وأنماط الطقس) طويلة الامد الممكن التعبير عنها إحصائياً، والتي ممكن أن تستمر لعقود متوالية، الناتجة عن النشاط الإنساني (التلوث، الوقود الأحفوري، قطع الاشجار) أو الناتجة عن التفاعلات الداخلية لمكونات النظام المناخي في حد ذاته كالانفجارات البركانية الضخمة¹¹ وتواجه التنمية المستدامة تحديات تغير المناخ المتمثلة في:

- تمثل المياه العذبة الصالحة للاستخدام 0.5% من إجمالي المياه الموجودة، ويؤثر تغير المناخ بشكل خطير على هذا الإمداد، فخلال العشرين سنة الماضية، انخفض مخزون المياه الأرضي- بما في ذلك رطوبة التربة والثلج والجليد - بمعدل 1سم سنوياً، مما شكل تهديدا كبيرا على الأمن المائي.

-بفعل تغيرات المناخ من المتوقع زيادة إمدادات المياه المخزنة في الأنهار الجليدية والغطاء الثلجي. وهذا سيساهم في تقليل نقص المياه خلال الفترات الدافئة والجافة في المناطق التي تعتمد على المياه الذائبة.

-من المتوقع أن يسفر ارتفاع مستوى سطح البحر عن زيادة تملح المياه الجوفية، مما يخفض من توفر المياه العذبة للبشر والنظم البيئية.

-تأثير تغير المناخ على جودة المياه يتضح أيضاً فارتفاع درجات حرارة المياه وزيادة الفيضانات والجفاف يزيد من تفاقم مشكلة تلوث المياه بشكل عام.

-من المتوقع أن يؤدي تغير المناخ، زيادة السكان ونقص المياه إلى زيادة الضغط على الامن الغذاء، حيث تُستخدم 70% من المياه العذبة في الزراعة. ويتطلب إنتاج الغذاء اليومي للفرد كمية تتراوح بين 2000 و 5000 لتر.

3.2 مشاكل تلوث التربة: تعتبر التربة حاضنة الأمن الغذائي المستدام

وبالتالي، يشكل تلوثها مشكلة كبيرة، يؤدي إلى تغير التنوع البيولوجي للتربة واضطراب في مغذياتها ونقص المواد العضوية فيها، ويسبب تلوث المياه الجوفية. ومن بين أكثر الملوثات شيوعاً هي المعادن الثقيلة والملوثات العضوية

الثابتة مثل المخلفات الصيدلانية ومخلفات العناية الشخصية. وهذا يعرض التربة وكل ما تقدمه للخطر، ويؤثر على الأمن الغذائي المستدام. وفي ظل التزايد المتسارع لعدد سكان العالم (متوقع ان يصل إلى 9 مليار خلال 2050)، يتوقف أمننا الغذائي الحالي والمستقبلي على قدرتنا على زيادة الإنتاج الزراعي وتحسين جودة الأغذية باستخدام التربة المتاحة لدينا. ويؤثر التلوث في التربة سلباً على الجميع، وقد تم تحديده كأحد التهديدات الرئيسية للتربة حول العالم¹²، فانحسار التربة الخصبة الصالحة للزراعة بسبب التصحر والتلوث، والتوسع العمراني، يشكل خطراً على الأمن الغذائي العالمي، ويقلص من المساحات الغابية¹³ وهو ما يشكل تحدياً حقيقياً لابعاد التنمية المستدامة الثلاثة، فتلوث التربة يؤدي الى تلوث التربة الى خفض غلة المحاصيل وجودتها. ولا يمكن إنتاج أغذية آمنة، ومغذية، وذات نوعية جيدة إلا إذا كانت تربتنا صحية. ودون تربة صحية، لن نتمكن من إنتاج ما يكفي من الأغذية للقضاء على الجوع والفقر.

4.2 تلوث الهواء: يعتبر تلوث الهواء هو السبب البيئي الرئيسي لحدوث الأمراض وحالات الوفاة المبكرة على مستوى العالم. وتُعد الجسيمات الدقيقة أو المواد الطيارة التي تسبب تلوث الهواء هي السبب في حوالي 6.4 مليون حالة وفاة سنوياً. هذه الجسيمات تسبب أمراض خطيرة مثل انسداد الشرايين، السكتة الدماغية، سرطان الرئة، والالتهاب الرئوي، بالإضافة إلى اضطرابات أخرى¹⁴. ويظهر هنا تحدي التنمية المستدامة في محاولة الحد والتقليل من الاضرار والتكاليف الصحية الناجمة عن تلوث الهواء والتي تصل إلى 8.1 تريليون دولار سنوياً، ما يعادل 6.1% من الناتج المحلي العالمي¹⁵. من جهة أخرى يشكل احتراق الوقود الأحفوري أيضاً مصادر لانبعاثات غازات الدفيئة. ولذلك فإن السياسات الرامية إلى الحد من تلوث الهواء تتيح استراتيجية مفيدة للمناخ والصحة على حد سواء، من خلال المساهمة في التخفيف من آثار تغير المناخ على المدى القريب والبعيد¹⁶.

3. الذكاء الاصطناعي والتنمية المستدامة

1.1 الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence :

بالرجوع الى أدبيات الذكاء الاصطناعي نجد أن (AI) عبارة عن أداة اصطناعية تحاكي افتراضيا عمليات الذكاء والقدرة البشرية في جمع، تحليل، تفسير الظواهر والتفاعل معها مع سرعة في الادراك وكبر حجم البيانات المدركة في آن واحد من جهة، والتعلم والتطور الذاتي من جهة اخرى، وعليه فالذكاء الاصطناعي هو محفظة تجمع مختلف التطبيقات والتكنولوجيات الرقمية الحديثة المعالجة للبيانات لاتخاذ قرارات مثل أنظمة الكمبيوتر، الشبكات العصبية (neural networks)، المنطق الضبابي (Fuzzy logic) الروبوتات والنظم الخبيرة (Expert systems)، ويشير (AI) أيضا إلى مختلف الأنظمة المعلوماتية التي يمكنها أن تستشعر بيئتها، وتفكر وتتعلم وتتصرف، للاستجابة وفقا لأهدافها المبرمجة ولما تشعر به¹⁷ ويمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بشكل عام على أنه مجموعة من الجهود المبذولة لتطوير نظم المعلومات المحوسبة بطريقة تمكنها من التصرف والتفكير بشكل مشابه للبشر. بحيث تستطيع هذه النظم تعلم اللغات الطبيعية وأداء المهام الفعلية بتنسيق متكامل، واستخدام الصور والأشكال لتوجيه السلوك الفعلي. وتستطيع تخزين الخبرات والمعارف الإنسانية المتراكمة واستخدامها في عملية اتخاذ القرارات¹⁸. وحتى تتصف هذا الأدوات بالذكاء الاصطناعي يجب ان تقوم بثلاث خصائص هي¹⁹:

-القدرة على التعلم الذاتي من خلال التجارب السابقة والبيانات المجمعة، والمعلومات الجديدة المكتسبة ، ووضع قواعد استخدامها؛

-جمع البيانات والمعلومات، تحليلها، ثم تشكيل علاقات فيما بينها للاستفادة منها بكفاءة وفعالية؛

-اتخاذ القرارات بالاعتماد على عمليات تحليل البيانات السابقة

2.3 أهمية استخدام الذكاء الصناعي في تحقيق ابعاد التنمية المستدامة:

تعرف استعمالات الذكاء الاصطناعي نموا متسارعا لما توفره من فرص

واعدة، خصوصا في قدرتها العالية على التعلم الآلي Machine learning وكفاءتها التنبئية، لهذا تعمل مختلف المؤسسات والحكومات على الاستفادة من مزاياها قدر المستطاع²⁰. ولعل من بين اهم مجالات التي تتجه لاعتماد الذكاء الاصطناعي هو مجال التنمية المستدامة، حيث يمكن ان يمثل نقطة تحول في مجال التنمية الاقتصادية، الاجتماعية والبنية²¹. وتظهر ذلك من خلال ما يلي:

- تحليل كميات ضخمة من البيانات: يلعب الذكاء الاصطناعي دورا حيويا في دراسة الظواهر البيئية وابتكار حلول لمشاكلها المتنوعة من خلال تحليل البيانات الضخمة (Big data) بكفاءة وفعالية.

- تطوير حلول جديدة للمشاكل: يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لابتكار تقنيات ومنتجات جديدة، والتي يمكن بدورها أن تساهم في تحقيق التنمية المستدامة. حيث يمكن استخدام (AI) لتطوير طرق جديدة لتوليد الطاقة والحفاظ عليها، وتحسين الإنتاجية الزراعية، والحد من التلوث بمختلف اشكاله.

- أتممة العمليات: يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لأتممة مختلف الانشطة والمهام وتحسينها وهو ما يؤدي الى الكفاءة التشغيلية واستدامتها.

- المراقبة الأنية والاستجابة للتغيرات البيئية، الاجتماعية والاقتصادية.

- بناء المدن الذكية والتخطيط الحضري للمناطق الزراعية.

4. مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحقيق ابعاد التنمية المستدامة والحد من مشاكل

البيئة المعاصرة

4-1 مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحقيق ابعاد التنمية المستدامة من خلال الحد

من مشاكل المياه الناتجة عن تغير المناخ:

يمكن ان يؤدي الذكاء الاصطناعي دورا مهما في مكافحة تغير المناخ من

خلال توفير حلول مبتكرة لتحديات المياه. والتي يمكن توضيحها في:

-التنبؤ بالمناخ والطقس عبر الذكاء الاصطناعي (Climate Informatics):

تساعد خوارزميات الذكاء الاصطناعي على اجراء تحليل سريع للبيانات المناخية، والتنبؤ بالظواهر الجوية، وتحسين الاستعداد للكوارث، ويعمل الباحثون حالياً على استخدام أنظمة رقمية محوسبة للتنبؤ بالظواهر الجوية والمناخية بدقة، من خلال تطبيق تقنيات الـ (deep learning) التي تستوحي من عملية تقسيم وعمل الدماغ البشري. من خلال هذه التقنيات، يتوقع الباحثون أن يكون بإمكاننا في المستقبل القريب التنبؤ بالكوارث البيئية الناجمة عن تغيرات المناخ، مما يسهل اتخاذ الإجراءات الوقائية بشكل فعال.

-**تلقيح السحب:** يعتبر تلقيح السحب من التكنولوجيات الحديثة التي طورها الذكاء الاصطناعي، وتعتمد كثير من الدول على هذه التقنية في انتاج الامطار والتحكم في الطقس خصوصاً في موسم الجفاف والسقيع، فقد خصصت الصين تكلفة استثمارية قدرها 30 مليون دولار لتطوير هذا المجال.²²

-**الاستمطار:** استخدم الذكاء الاصطناعي في عمليات توليد المطر أو ما يعرف بالاستمطار وقد استخدمت هذه التقنية في اليابان، من خلال استخدام أشعة الليزر الموجهة إلى السحب أو من خلال اختراق طائرات صغيرة السحب، وإطلاق عشرات المشاعل المٌحملة بجزئيات صغيرة جداً من كلوريد البوتاسيوم وكلوريد الصوديوم، بهدف زيادة كميات المياه بداخلها وتحفيزها لامطار.²³

-**تحلية المياه:** تعتبر تحلية مياه البحر من التقنيات الحديثة التي تعتمد عليها الدول لتغطية احتياجاتها من المياه، لكن مع ارتفاع الاحتياجات وعدم قدرة اسيتعاب الادوات المستخدمة لها، ادخل الذكاء الاصطناعي في مجال تحلية ماء البحر، فمثلا اعتمدت السعودية على تطبيقات AI لتوليد تقنية الكمياء الكهربائية لتحلية مياه البحر، حيث لا تستهلك إلا 3 فولت، ويتم تطويرها حالياً من خلال شركة ناشئة **okeanos technologies**²⁴

-تطبيقات حماية الشواطئ: اطلق احدى الشركات تطبيقا يسمى "Service Seas Safer"، والذي يحذر السباحين ومستخدمي المياه عند إطلاق مياه الصرف الصحي غير المعالجة على شواطئهم للتحذير بشأن ملوثات الشواطئ.

2.4 مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحقيق ابعاد التنمية المستدامة من خلال حل مشاكل الهواء والتحكم بتلوث الهواء:

يوفر الذكاء الاصطناعي في مجال تلوث الهواء التقنيات التالية:

-الأقمار الاصطناعية التي تعمل بالذكاء الاصطناعي: يمكن اعتماد في مراقبة التغيرات الحاصلة على الغطاء النباتي، والمصادر المائية، والتنوع البيولوجي داخل المحميات، والتنبؤ بالكوارث الطبيعية المحتملة والتغيرات المناخية، ومراقبة النتائج وتحليلها، ودراسة الآثار الناجمة عنها، وتقييم النتائج والملاحظات لاتخاذ القرار المناسب.

-المسجلات الذكية (المزودة بال machine Learning): يحتوي الذكاء الاصطناعي على وسائل تُمكننا من التحكم بالتلوث الهوائي، وأن تُميز بين مسببات التلوث الهوائي بشكل أسرع وأكثر دقة. كما يمكن اعتماد الذكاء الاصطناعي في مجال النقل المستدام التقليل من انبعاثات الغازات الدفينة. حيث تعمل أنظمة إدارة حركة المرور الذكية، التي تعتمد على التعلم الآلي، على تحسين تدفق حركة المرور وتقليل الازدحام واستهلاك الوقود. بالإضافة إلى ذلك، توفر المركبات ذاتية القيادة (autonomous cars) التي تعتمد على خوارزميات الذكاء الاصطناعي، فرصة لتعزيز كفاءة استهلاك الوقود وتقليل الانبعاثات. ويدعم الذكاء الاصطناعي تطوير المركبات الكهربائية والهجينة من خلال تحسين أداء البطارية والبنية التحتية للشحن.²⁵

- تقنيات احتجاز الكربون وعزله: (CCS) تلعب هذه التقنيات دورا حاسما في تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن العمليات الصناعية. حيث تقوم خوارزميات التعلم الآلي بتحليل البيانات من مرافق احتجاز الكربون لتحسين

معدلات الالتقاط وتقليل استهلاك الطاقة وتحسين الأداء العام. وتعتبر هذه التطورات أساسية في الانتقال إلى اقتصاد منخفض الكربون.

3.4 مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحقيق ابعاد التنمية المستدامة من خلال حماية التربة:

يوفر الذكاء الاصطناعي في مجال حماية التربة التقنيات التالية:

- **حماية ومراقبة الغابات:** يتيح الذكاء الاصطناعي امكانية حماية ومراقبة الغابات من خلال تحليل صور الأقمار الصناعية واستخدام خوارزميات التعلم الآلي لمراقبة أنشطة إزالة الغابات في الوقت الفعلي. وبفضل هذه الأدوات، يمكن اكتشاف قطع الأشجار غير القانونية وتحديد المناطق المعرضة للخطر والحفاظ عليها، ومن خلال توفير تحليلات قابلة للتنفيذ، يمكن مساعدة السلطات والمنظمات البيئية في اتخاذ إجراءات سريعة لحماية الغابات المهددة²⁶.

- **رسكلة النفايات:** يعتبر إعادة التدوير النفايات عنصرا أساسيا لضمان مستقبل مستدام. ولنمس اهمية الذكاء الاصطناعي في هذا المجال في مساهمته الفعلية في تحسين عمليات فرز النفايات من خلال استخدام أنظمة روبوتية مزودة برؤية حاسوبية. كما تساعد خوارزميات التعلم الآلي في تحديد المواد القابلة لإعادة التدوير، مما يساهم في تقليل التلوث وتحسين معدلات إعادة التدوير. بالإضافة إلى ذلك، يساعد الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات لتصميم استراتيجيات فعالة لإدارة النفايات وتقليل التأثير البيئي للتخلص منها²⁷.

- **الحد من خطر النفايات المنزلية وهدر الطعام:** ظهرت مؤخرا مجموعة من التطبيقات الإلكترونية المساعدة في ادارة بقايا الطعام المنزلية (مثل FoodCloud Karma وOptiMiam). حيث تعمل هذه التطبيقات على ربط المطاعم والشركات الأخرى التي تنتج فائضاً من الطعام مع الجمعيات الخيرية المحلية. كما تساعد المطاعم والمقاهي ومحلات البقالة على بيع بقايا الطعام للأفراد. بالإضافة إلى تطبيق Olio الذي يربط بين الجيران والشركات المحلية

لتنجنب رمي الطعام الصالح، سواء كان من الخضراوات المقتطفة من الحديقة أو من الثلاجة قبل السفر في عطلة²⁸.

الخاتمة:

في ظل التطور الحاصل في مجال العلمي والتقني من جهة وتحديات التنمية المستدامة من جهة أخرى، اتجهت الانظار الى الذكاء الاصطناعي، لمواجهة هذه التحديات واقتراح حلول للمشاكل التي تواجه الإنسان في حياته وبيئته، فبإمكان الذكاء الاصطناعي ان يعمل على حماية، الحفاظ، واستدامة البيئة والمجتمع من خلال ما يوفره من ميزة جمع وتحليل البيانات الضخمة وتقديمها في شكل معلومات قابلة للتنفيذ بكفاءة وفعالية وهذا من اجل فهم المخاطر التي تهدد البشر جميعا، بما فيها مراقبة وتتبع الانعكاسات الضارة بالأنظمة البيئية.

ولقد اوضحنا من خلال هذه الدراسة اهمية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الوقوف على قضايا البيئة المعاصرة والحد من تداعياتها على التنمية المستدامة. حيث يمكن لهذه التطبيقات المساهمة في مواجهة الاخطار المناخية وتلوثات الهواء، الماء والتربة مع ضمان استدامتهم، فبالإمكان الاستفادة من التقدمات الرقمية الحديثة في مجال الذكاء الاصطناعي في الشؤون البيئية، وقد اشارت الدراسة الحالية الى مساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في ايجاد حلول للمشاكل والقضايا التي كانت عصية على الحل سابقا. حيث عملت هذه التقنية الجديدة على توفير البيانات والمعلومات ومعالجتها بشكل دقيق بما يتيح اتخاذ القرار بكفاءة وفعالية، والذي من شأنه ان يحسن من نوعية الحياة واستدامة التنمية بأبعادها الثلاثة (الاقتصادي، الاجتماعي، والبيئي)

- النتائج المتوصل اليها: من خلال هذه الورقة البحثية توصلنا الى النتائج

التالية:

- تعرف مجتمعاتنا إفرزات علمية ضخمة ساهمت في حدوث تغيرات كبير في مختلف ميادين الحياة، حيث تتيح تطبيقاتها حلولاً مبتكرة وتقييماً محسناً للمخاطر والمشاكل التي تواجه البشر عموماً.

- إن أحد أهم المميزات التي تقدمها التقنيات الذكية هو حسن إدارة الموارد المتاحة، وخاصة الموارد النادرة، وتشمل الأراضي ومصادر الطاقة والمياه والموارد الطبيعية وبشكل عام فإن الهدف من اعتماد تطبيقات الذكاء الاصطناعي هو تحقيق الاستدامة في مختلف اساسيات قيام الحياة على كوكب الارض على راسها الماء والهواء والتربة.

-يمكن لتطبيقات لذكاء الاصطناعي المساهمة في تحسين حياة البشر واناخذ المزيد من الارواح التي يحصدها الفقر، الكوارث الطبيعية وتلوث المياه. من خلال تحسين سرعة وكفاءة البيانات المجمعة، التي تنتبأ بالتغيرات التي ستحدث بدقة عالية، كما تتيح حلول للتعامل معها قبل اثناء وبعد حدوثها.

-يؤدي استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي دوراً مهماً في تخفيف الأثر البيئي للقطاعات الصناعية -المتهمه في المساهمة في ازمة الاحتباس الحراري العالمي - وذلك عن طريق تحسين طرق استغلال الطاقة وترشيدها.

-الاقتراحات: بعد عرض نتائج الدراسة فيما سبق يمكن تقديم الاقتراحات

فيما يلي:

-يعتبر الماء اهم الموارد على الاطلاق، وإدارته إدارة مستدامة ومنصفة، سنتاتي ثمارها وتتجلى اثارها الإيجابية في دعم النمو والازدهار لهذا وجب العمل على إيجاد الحلول المستدامة للخروج/التخفيف من اثار الازمة الخطيرة على كوكب الأرض.

-بالنسبة لحالة الجزائر فأنها تعاني من نقص اعتماد على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في حل مشاكل البيئة المعاصرة وتحقيق اهداف التنمية المستدامة،

وعليه توصي الدراسة بضرورة تبني الجزائر خارطة للتنمية المستدامة تدمج تقنيات الذكاء الاصطناعي كفاعل اساسي فيها.

-تحفيز القطاع الخاص على تطوير البحث العلمي واقامة مشاريع استثمارية في مجال الذكاء الاصطناعي للنهوض بالتنمية المستدامة.

-ترشيد استهلاكات الطاقة والمياه واستغلال التربة بكفاءة من أجل مستقبل مستدام وآمن غذائيا.

-إن الغالبية العظمى من الملوثات هي نتيجة لعمل البشر، وهذا يعني أننا مسؤولون بشكل مباشر عن إجراء التغييرات اللازمة لضمان مستقبل أقل تلوثا وأكثر أمانا، وهو ما يفرض علينا التحلي بالسلوك الأخضر

-المحافظة على والموارد المائية، واستخدامها على نحو مستدام وحماية النظم الايكولوجية والبرية لتحقيق اهداف التنمية المستدامة،

-تخصيص الدعم المالي والمعنوي لهيئات البحث العلمي في مجال التنمية المستدامة والذكاء الاصطناعي.

التهميش و الإحالات :

¹نعمة الله، أحمد رمضان؛ الفيل، أسامة أحمد ؛ القفاش، سحر عبد الرؤوف (2015). التنمية الاقتصادية ومشكلاتها : مشاكل الفقر - التلوث البيئي - التنمية المستدامة، مصر: دار التعليم الجامعي، ص 44.

² شعباني، مجيد؛ بوسته، محمد، (2014). ادارة راس المال الفكري والتنمية المستدامة. مجلة دراسات العدد الاقتصادي، المجلد 5، العدد2، ص135.

³ صاطوري، الجودي، (2016)، التنمية المستدامة في الجزائر بين الواقع والتحديات، مجلة الباحث، المجلد16، العدد16، ص 331

⁴ حجام، العربي؛ طري، سميحة،(2019)، التنمية المستدامة في الجزائر: قراءة تحليلية في المفهوم والمعوقات. مجلة أبحاث ودراسات التنمية، المجلد6، العدد2، ص131

5 الأمم المتحدة (2021)، تقرير أهداف التنمية المستدامة
https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2021_Arabic.pdf، (تم الاطلاع عليه 2024/05/13)

6 حجام، العربي؛ طري، سميحة، مرجع سابق، ص131

7 الأمم المتحدة، مرجع سابق

8 حجام، العربي؛ طري، سميحة، مرجع سابق، ص131

9 Ambroise, Fayolle et Henk, Ovink, (2023). **La crise de l'eau, opportunité d'un investissement vital**, <https://www.eib.org/fr/stories/water-crisis-investment> (Consulté le janvier 17, 2024).

10 Bonazzi, D. (2023). **Risque imminent d'une crise mondiale de l'eau.** unisco, (UNESCO/ONU-Eau).
<https://www.unesco.org/fr/articles/risque-imminent-dune-crise-mondiale-de-leau-unesco/ONU-eau> (Consulté le 20/01/2024)

11 منى طواهرية، (2020): التغيرات المناخية ورهانات السياسة البيئية الدولية،
مجلة اقتصاديات شمال اقتصاديات شمال إفريقيا، المجلد 16، العدد 2 362-351
12 منظمة FAO، (2018) تلوث تربتنا هو تلوث مستقبلنا،
<https://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/127961/> (اطلع عليه 2024/28/07)

13 العزيز ، وفاء (2023)، التكنولوجيات الحديثة في مواجهة تحديات البيئة ،كيف
تأثر تقنيات الذكاء الصناعي في حماية البيئة؟ <https://nathre.com/> (اطلع عليه 2024/03/09).

14 البنك الدولي، (2022)، ما يجب معرفته عن تغير المناخ وتلوث الهواء على
مستوى العالم، <https://www.albankaldawli.org/ar/news/feature/2022/09/01/what-you-need-to-know-about-climate-change-and-air-pollution> (اطلع عليه 2024/03/17)

15 المرجع السابق.

16 منظمة الصحة العالمية، (2023)، تلوث الهواء،
https://www.who.int/ar/health-topics/air-pollution/5#tab=tab_1 (اطلع عليه 2024/05/17)

- 17 فراد، سامي، (2020)، هكذا يساعد الذكاء الاصطناعي في مكافحة تغير المناخ، <https://arabic.euronews.com/2020/09/23/this-is-how-artificial-intelligence-can-help-to-fight-climate-change> (اطلع عليه 2024/04/19)
- 18 عثمانية، أمينة. (2019). المفاهيم الأساسية للذكاء الاصطناعي، كتاب جماعي بعنوان: تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الاعمال، ألمانيا: المركز الديمقراطي العربي للدراسات الإستراتيجية والسياسية والاقتصادية، ص13
- 19 البرعي، أحمد علي، (2022). تطبيقات الذكاء الاصطناعي والروبوت من منظور الفقه الإسلامي، مجلة الافتاء المصرية، المجلد 14، العدد 48، ص24-25
- 20 ايسيسكو (2019)، تطورات الذكاء الاصطناعي ومقتضيات حماية الحقوق و الحريات الأساسية، <https://www.icesco.org/wp-content/uploads/2019/12/Ai-developements.pdf> (اطلع عليه بتاريخ 2024/03/12)
- 21 فراد، سامي، مرجع سابق
- 22 سعدي، عبد الرحيم؛ ساسي، تجاة، (2023) مساهمة تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في بناء نموذج المدن المستدامة، مجلة التواصل، المجلد 29، العدد1، ص 8
- 23 ايهاب خليفة (2016)، دور التقنيات الذكية في الحد من التغيرات المناخية، (اطلع عليه <https://futureuae.com/ar-AE/Mainpage/Item/6722/green-tech> 2024/03/07)
- 24 سعدي، عبد الرحيم؛ ساسي، تجاة، مرجع سابق ، ص 8.
- 25 سكاي نيوز، (2023)، الذكاء الاصطناعي وتغير المناخ.. ما هي أهم التطبيقات؟، <https://www.skynewsarabia.com/business/1673357> (اطلع عليه 2024/04/10)
- 26 - المرجع السابق
- 27 المرجع السابق
- 28 European Investment Bank, (2019), Climate solutions: Why climate is the world's most pressing challenge – and what you can do about it <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/acb0221f-1bc6-11ea-8c1f-01aa75ed71a1/language-en> ((consulté le 18/04/2024)

قائمة المراجع

نعمة الله، أحمد رمضان؛ الفيل، أسامة أحمد؛ القفاش، سحر عبد الرؤوف (2015). التنمية الاقتصادية ومشكلاتها: مشاكل الفقر - التلوث البيئي - التنمية المستدامة، مصر: دار التعليم الجامعي.

عثمانية، أمينة. (2019). المفاهيم الأساسية للذكاء الاصطناعي، كتاب جماعي بعنوان: تطبيقات الذكاء الاصطناعي كتوجه حديث لتعزيز تنافسية منظمات الاعمال، ألمانيا: المركز الديمقراطي العربي للدراسات الإستراتيجية والسياسية والاقتصادية

البرعي، أحمد علي، (2022). تطبيقات الذكاء الاصطناعي والروبوت من منظور الفقه الإسلامي، مجلة الافتاء المصرية، المجلد 14، العدد 48، 59-12

سعدي، عبد الرحيم؛ ساسي، تجاة، (2023) مساهمة تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في بناء نموذج المدن المستدامة، مجلة التواصل، المجلد 29، العدد1، 1-15
منى طواهرية، (2020): التغيرات المناخية ورهانات السياسة البيئية الدولية، مجلة اقتصاديات شمال اقتصاديات شمال إفريقيا، المجلد 16، العدد2 351-362

شعباني، مجيد؛ بوسته، محمد، (2014). ادارة راس المال الفكري التنمية المستدامة. مجلة دراسات العدد الاقتصادي، المجلد 5، العدد2، 131-144.
صاطوري، الجودي، (2016)، التنمية المستدامة في الجزائر بين الواقع والتحديات، مجلة الباحث، المجلد16، العدد16، 299-311

حجام، العربي؛ طري، سميحة،(2019)، التنمية المستدامة في الجزائر: قراءة تحليلية في المفهوم والمعوقات، مجلة أبحاث ودراسات التنمية، المجلد6، العدد2، 121-140
الأمم المتحدة (2021)، تقرير أهداف التنمية المستدامة

https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2021_Arabic.pdf ، (تم الاطلاع عليه 2024/05/13)

Ambroise, Fayolle et Henk, Ovink, (2023). **La crise de l'eau, opportunité d'un investissement vital**, <https://www.eib.org/fr/stories/water-crisis-investment> (Consulté le janvier 17, 2024).

Bonazzi, D. (2023). **Risque imminent d'une crise mondiale de l'eau**. unisco, (UNESCO/ONU-Eau). <https://www.unesco.org/fr/articles/risque-imminent-dune-crise-mondiale-de-leau-unesco/onu-eau> (Consulté le 20/01/2024)

European Investment Bank,(2019), Climate solutions: Why climate is the world's most pressing challenge – and what you can do about it <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/acb0221f-1bc6-11ea-8c1f-01aa75ed71a1/language-en> (consulté le 18/04/2024)

العزیز ، وفاء (2023)، التكنولوجيا الحديثة في مواجهة تحديات البيئة، كيف تأثر تقنيات الذكاء الصناعي في حماية البيئة؟ <https://nathre.com/> (اطلع عليه 2024/03/09).

فرداد، سامي، (2020)، هكذا يساعد الذكاء الاصطناعي في مكافحة تغير المناخ، <https://arabic.euronews.com/2020/09/23/this-is-how-artificial-intelligence-can-help-to-fight-climate-change> (اطلع عليه 2024/04/19)

منظمة FAO، (2018) تلوث تربتنا هو تلوث مستقبلنا، <https://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/127961/> (اطلع عليه 2024/28/07)

البنك الدولي، (2022)، ما يجب معرفته عن تغير المناخ وتلوث الهواء على مستوى العالم، <https://www.albankaldawli.org/ar/news/feature/2022/09/01/what-you-need-to-know-about-climate-change-and-air-pollution> (اطلع عليه 2024/03/17)

منظمة الصحة العالمية، (2023)، تلوث الهواء، https://www.who.int/ar/health-topics/air-pollution/5#tab=tab_1 (اطلع عليه 2024/05/17)

ايسيسكو(2019)، تطورات الذكاء الاصطناعي ومقتضيات حماية الحقوق و الحريات الاساسية، <https://www.icesco.org/wp-content/uploads/2019/12/Ai-developements.pdf> (اطلع عليه بتاريخ 2024/03/12)

ايهاب خليفة (2016)، دور التقنيات الذكية في الحد من التغيرات المناخية، <https://futureuae.com/ar-AE/Mainpage/Item/6722/green-tech> (اطلع عليه 2024/03/07)

سكاي نيوز، (2023)، الذكاء الاصطناعي وتغير المناخ.. ما هي أهم التطبيقات؟ <https://www.skynewsarabia.com/business/1673357> (اطلع عليه 2024/04/10)