أثر برامج الذكاء الصناعي على الاستدامة البيئية

أ.د.عمار محمد زكريا

ammar.zakariya@aliraqia.edu.iq

م.م. علي صالح نصيف

Ali.s.nassif@alivaqia.edu.iq

الجامعة العراقية / مركز البحوث والدراسات الاسلامية (مبدأ)

الملخص:

تحتل البيئة مكانة مهمة إذ تتميز بالمتغيرات المتواصلة والتطورات المتتابعة ، لذا فان ظهور البرامج الذكية كانت نتيجة حتمية لتطور المعلومات والاتصالات، وقد أدى ذلك إلى تحولات جذرية في وسائل حفظ المعلومات ومعالجتها، أن الوسائط التي تنقلها عبر شبكات المعلوماتي، غيرت في أشكال تنظيم المعلومات المتبادلة وحولتها الى سياسة لحماية البيئة ، وهذا له أثره الإيجابي في تقديم الخدمات ومعلومات المناسبة المتطورة عن البيئة. وجعل البرامج الذكية هي التي تدير وتقدم الخدمات من خلال جمع وخزن معلومات عن البيئة النشطة التقليدية لتقديم افضل الحلول، ويعود تلك للميزات التي تنفرد بها هذه البرامج الى جعل من وجودها أهمية كبيرة سواء لجانب البشري أو النباتي.

ولكن التطور السريع لهذه التقنيات يتطلب إشرافًا تنظيميًا شاملاً لضمان الشفافية والسلامة والمعايير الأخلاقية. في قطاع الطاقة المتجددة، تم استعمال الذكاء الاصطناعي والتعلم الرقمي بشكل فعال في تحسين إدارة الطاقة واكتشاف الأخطاء واستقرار شبكة الطاقة. لقد أظهروا أيضًا نتائج واعدة في تعزيز إدارة النفايات والتحليل التنبؤي في محطات الطاقة الكهروضوئية. وفي مجال الصحة البيئية، سهّل تكامل الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد تحليل البيانات المكانية المعقدة، مما أدى إلى تحسين نمذجة التعرض والتنبؤ بالأمراض. ومع ذلك، لا بد من معالجة تحديات مثل قابلية التفسير والشفافية لنماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد، وقابلية التوسع والأبعاد العالية للبيانات، والتكامل مع الشبكات اللاسلكية من الجيل التالي، والمخاوف المتعلقة بالأخلاقيات والخصوصية. يجب أن تركز الأبحاث المستقبلية على تعزيز قابلية الشرح والشفافية لنماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد، وتطوير خوارزميات قابلة للتطوير لمعالجة مجموعات البيانات الكبيرة، واستكشاف تكامل الذكاء الاصطناعي مع الشبكات اللاسلكية من الجيل التالي، ومعالجة الاعتبارات الأخلاقية واعتبارات الخصوصية. فضلا عن ذلك، يعد تحسين كفاية استعمال الطاقة في نماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد أمرًا بالغ الأهمية لضمان الاستعمال المستدام لهذه التقنيات. ومن خلال معالجة هذه التحديات وتعزيز الاستعمال المسؤول والمبتكر، يمكن للذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد أن يسهما بشكل كبير في مستقبل أكثر استدامة.

Abstract:

The environment occupies an important place as it is characterized by continuous changes and successive developments. Therefore, the emergence of smart programs was an inevitable result of the development of information and communications. This led to radical transformations in the means of preserving and processing information. The

media that transmit it through information networks changed the forms of organizing and transforming the information exchanged. To a policy to protect the environment, and this has a positive impact in providing appropriate services and advanced information about the environment. And make smart programs that manage and provide services by collecting and storing information about the traditional active environment to provide the best solutions. This is due to the features that are unique to these programs that make their presence of great importance, whether for humans or plants.

But the rapid development of these technologies requires comprehensive regulatory oversight to ensure transparency, safety and ethical standards. In the renewable energy sector, artificial intelligence and digital learning have been effectively used in improving energy management, fault detection and power grid stability. They have also shown promising results in enhancing waste management and predictive analysis in PV power plants. In environmental health, the integration of artificial intelligence and distance learning has facilitated the analysis of complex spatial data, leading to improved exposure modeling and disease prediction. However, challenges such as interpretability and transparency of AI and DL models, scalability and high dimensionality of data, integration with next-generation wireless networks, and ethics and privacy concerns need to be addressed. Future research should focus on enhancing the explainability and transparency of AI and DL models, developing scalable algorithms to process large data sets, exploring the integration of AI with next-generation wireless networks, and addressing ethical and privacy considerations. In addition, improving the energy efficiency of AI and DL models is crucial to ensuring the sustainable use of these technologies. By addressing these challenges and promoting responsible and innovative use, AI and distance learning can contribute significantly to a more sustainable future.

١.مقدمة

كان ظهور تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم العميق (DL) بمثابة مدة تحول في مختلف القطاعات، لاسيما في مجال الاستدامة. وقد أظهرت هذه الأدوات المبتكرة إمكانات ملحوظة في تعزيز الممارسات المستدامة، لاسيما في مجالات الطاقة المتجددة والصحة البيئية.

يتم الاعتراف بشكل متزايد بدور الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في التخفيف من استهلاك الطاقة والتدهور البيئي. ستروبيل وآخرون. (٢٠٢٠) أكد على الآثار المالية والبيئية للتدريب وضبط نماذج الشبكات العصبية، ومن ثم التأكيد على ضرورة الممارسات المستدامة في أبحاث الذكاء الاصطناعي .

وفي قطاع الطاقة المتجددة، أفادت إدارة الطاقة في المباني الذكية بشكل كبير من تطبيق هذه التقنيات. مراجعة شاملة قام بها يو وآخرون. (٢٠٢٠) سلط الضوء على إمكانات التعلم المعزز العميق (DRL) في معالجة تحديات تحسين الطاقة . علاوة على ذلك، سلطت الدراسات الحديثة الضوء على إمكانات الذكاء الاصطناعي في تعزيز البناء الأخضر، إذ تعالج أنظمة التحكم الآلي القضايا المتعلقة بخفض التكاليف، وإدارة الموارد، وتعزيز السلامة .

كما أثبت الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي فعاليتهما في اكتشاف الأخطاء في أنظمة الطاقة المتجددة. على سبيل المثال، نظام قائم على التعلم العميق اقترحه بيرديكا وآخرون. (٢٠٢٠) للكشف عن الشذوذ في الصور الكهروضوئية أظهر فعالية الذكاء الاصطناعي في الحفاظ على صحة أنظمة الطاقة المتجددة . فضلا عن ذلك، يمثل إنشاء مجموعات البيانات الاصطناعية لتحليل عيوب الخلايا الشمسية باستعمال شبكات الخصومة التوليدية التلافيفية العميقة (DCGANs) تقدمًا كبيرًا في هذا المجال .

وفي صناعة إعادة التدوير، تم الأفادة من الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد لتحسين إدارة النفايات. اقترح نوه (٢٠٢١) نظامًا لتصنيف الملابس المعاد تدويرها باستعمال الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، مما يوضح إمكانات هذه التقنيات . علاوة على ذلك، تم استعمال الذكاء الاصطناعي وخوارزميات التعلم الآلي لتحسين إنتاج الوقود الحيوي المستدام المشتق من الموارد المتجددة .

كما تم استعمال الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في التنبؤ بإمكانات محطات الطاقة الكهروضوئية في ظل تغير المناخ. دراسة قام بها عثمان وآخرون. (٢٠٢٠) استعمل التعلم العميق لتقدير الإنتاج المستقبلي لمحطة الطاقة الكهروضوئية في تونس .

في إدارة النفايات، Mookkaiah وآخرون. (٢٠٢٢) طور نظامًا ذكيًا لإدارة النفايات الصلبة قائمًا على إنترنت الأشياء باستعمال الرؤية الحاسوبية، ويعرض تطبيقًا آخر للذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد .

علاوة على ذلك، تم استعمال هذه التقنيات للتنبؤ بإنتاج الطاقة الكهروضوئية. كورديرو كوستاس وآخرون. (٢٠٢٢) طبق نماذج التعلم الآلي والتعلم العميق على التنبؤ بإنتاج الطاقة الكهروضوئية .

على الرغم من هذه التطورات الواعدة، فإن التقدم السريع في الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد يتطلب إشرافًا تنظيميًا شاملاً لضمان الشفافية والسلامة والمعايير الأخلاقية. تهدف ورقة المراجعة هذه إلى توفير فهم متعمق للحالة الراهنة للذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في الاستدامة ومناقشة الاتجاهات المستقبلية، لا سيما إمكانات هذه التقنيات في معالجة القضايا البيئية من أجل مستقبل أكثر استدامة.

.2الذكاء الاصطناعي، والتعليم عن بعد، وأهداف التنمية المستدامة(SDGs)

يعد الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم العميق (DL) من التقنيات التحويلية ذات الإمكانات الكبيرة لدعم تحقيق أهداف التنمية المستدامة .(SDGs) وقد شهدت هذه التقنيات نموًا سريعًا وكان لها تأثيرات كبيرة في مختلف مجالات صنع القرار، بما في ذلك الرعاية الصحية والصناعة والزراعة والتعليم والتمويل , .

وخلص تحليل شامل لتأثير الذكاء الاصطناعي على كل هدف من الأهداف السبعة عشر والغايات الـ 169 لخطة التنمية المستدامة لعام 2030 إلى أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يدعم تحقيق 128 هدفا في جميع أهداف التنمية المستدامة .ومع ذلك، فإنه قد يمنع أيضًا 58 هدفًا، مما يشير إلى الحاجة إلى التطبيق الدقيق والأخلاقي لهذه التقنيات. .

في سياق الصناعة4.0 ، أحدث الذكاء الاصطناعي ثورة في قطاعات مثل الزراعة والتعليم والتمويل، مما أسهم في الحد من الفقر وتحقيق النمو الاقتصادي، لا سيما في الاقتصادات الناشئة] .[في مجال التعليم، أظهر الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق نتائج واعدة في تعزيز تجارب ونتائج تعلم الطلبة على سبيل المثال، استلزم ظهور أدوات الذكاء الاصطناعي، مثلChatGPT ، إعادة تقييم مناهج تقييم أداء الطلاب التقليدية في التعليم العالي] .[علاوة على ذلك، لوحظ أن تطبيق استراتيجيات التعلم العميق يعزز التحصيل في الرياضيات والذكاء العملي لدى طلبة المدارس الثانوية] ١٥ .[وعلى وجه الخصوص، في مجال تعلم اللغة، تم التأكيد على أهمية الاستماع النشط، وهي مهارة غالبًا ما يتم الاستهانة بها .لقد وجد أن الاستماع النشط يؤثر بشكل عميق على جوانب مختلفة من عملية تعلم اللغة، بما في ذلك علم الأصوات والصرف والبراغماتية] ١٦ .[فضلا عن ذلك، أتاح دمج تكنولوجيا التعلم العميق في التربية البدنية إمكان المراقبة والتحليل في الوقت الفعلي لخطوات تمرين الطلبة ومعدلات ضربات القلب، مما يوفر رؤى قيمة حول فعالية منهجيات التدريس] ١٧ .[تسلط هذه التطورات الضوء على الإمكانات التحويلية للذكاء الاصطناعي والتعلم العميق في إعادة تشكيل النماذج التعليمية وتعزيز نتائج التعلم المحسنة .في المجال الطبي، كان

للذكاء الاصطناعي دور فعال في مكافحة جائحة كوفيد 19–وتحسين تقديم الرعاية الصحية] ١١ .[تم تطوير إرشادات لإعداد تقارير عن أبحاث الذكاء الاصطناعي الطبية للأطباء، واقتراح قائمة مرجعية لأبحاث الذكاء الاصطناعي السريري (CAIR) وإرشادات محددة لمقاييس الأداء لتقديم وتقييم الأبحاث باستعمال مكونات الذكاء .

وقد تم التأكيد على أهمية نماذج التعلم العميق القابلة للتفسير في سياق تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي الأخلاقية والحلول القائمة على البيانات والمتوافقة مع أهداف التنمية المستدامة .تعد الشفافية وقابلية التفسير في نماذج الذكاء الاصطناعي أمرًا بالغ الأهمية لضمان استعمالها الأخلاقي والمسؤول .

وبعيدًا عن الرعاية الصحية، أظهر الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي أيضًا نتائج واعدة في مجال بيولوجيا النبات، مع مناقشات حول إمكانات حوسبة الإكساسكيل والذكاء الاصطناعي القابل للتفسير في تحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة .هناك حاجة إلى تنميط ظاهري دقيق وجمعيات مناخية ذات دقة يومية لتحسين إنتاج النمط الفكري في بيئات محددة على مستويات مختلفة من التفاصيل .

في مجال البنية التحتية المستدامة، تم استكشاف دور الطباعة الخرسانية ثلاثية الأبعاد (3DCP) وتطبيقات التوأم الرقمي (DT) المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة (SDGs) ذات الصلة التي حددتها الأمم المتحدة .تم تحديد إطار مفاهيمي موحد للأفادة من اتحادات DT المدعومة بالذكاء الاصطناعي كعمل مستقبلي , .

لقد تم تحليل تأثيرات الذكاء الاصطناعي على أهداف التنمية المستدامة، مع استخلاص بعض الحوافز الأساسية للحوكمة البيئية والاجتماعية والحوكمة) المناخ، والاجتماعي، والحوكمة (وسط التغيير المبتكر والاجتماعي السريع .تم توحيد وجهات نظر الإستراتيجية البيئية والاجتماعية والعامة لتشريح تأثيرات الذكاء الاصطناعي على التنمية المستدامة مع تسليط الضوء بشكل خاص على تقدم أهداف التنمية المستدامة) أهداف التنمية المستدامة .

ومع ذلك، فإن النشر غير المنظم لتقنيات الذكاء الاصطناعي يشكل مخاطر على تحقيق أهداف التنمية المستدامة . إن التاريخ عديم الضمير لشركات التكنولوجيا الكبرى يعني أنه لا يمكن الوثوق بها للعمل دون إشراف تنظيمي .تم اقتراح خيارات تنظيمية وقائية فعالة لتقليل سيناريوهات الذكاء الاصطناعي التي تلحق الضرر بأهداف التنمية المستدامة .

سلطت التطورات الأخيرة الضوء على دور إنترنت الأشياء (IoTs) والتعلم الآلي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، مع حالات الاستعمال في الصحة والطاقة والمدن . علاوة على ذلك، تم اقتراح تطبيق تعلم الرسم البياني العميق

(DGL)لمواجهة التحديات المجتمعية وتحسين الحياة اليومية للناس .كما تم تطوير إطار التعلم العميق القائم على الرسم البياني المعرفي للبحث الفعال في تشابه المحتوى لبيانات أهداف التنمية المستدامة .

لقد كانت التطورات السريعة في الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد واضحة في مختلف القطاعات، ولكن التحليل المقارن يكشف عن بعض التباينات .على سبيل المثال، كان قطاع بناء الآلات في أوكرانيا، وهو صناعة رئيسة للتنمية الاقتصادية في البلاد، يتصارع مع تحديات وفرص التحول الرقمي، لاسيما في تكوين رأس المال الفكري ٢٨ .يشير هذا إلى وجود فجوة بين إمكانات الذكاء الاصطناعي وتنفيذه الفعلي في بعض الصناعات.

وفي القطاع الزراعي، على الرغم من الزيادة الكبيرة في إنتاج الدواجن، إلا أن التحديات المتعلقة بالتلوث وتآكل الأراضي والتنافس على الموارد لا تزال قائمة .يمثل تكامل البيانات الضخمة، إلى جانب الذكاء الاصطناعي، فرصة لمواجهة هذه التحديات وتحسين إنتاج الدواجن .

علاوة على ذلك، يعمل قطاع العلوم البحرية على الأفادة من الذكاء الاصطناعي للتعرف على سلوك الأسماك، وهو ما يمكن أن يؤثر بشكل كبير على انتقائية معدات الصيد .ومع ذلك، فإن البيانات المطلوبة لتفسير تفاعلات الأسماك مع معدات الصيد، وخاصة بالنسبة للأسماك المعتدلة، لا تزال غير متوفرة .وهذا يؤكد الحاجة إلى مجموعات بيانات أكثر شمولاً لتدريب نماذج التعلم العميق بشكل فعال .

في الختام، في حين أن الذكاء الاصطناعي والتعليم عن بعد لديهما القدرة على المساهمة بشكل كبير في تحقيق أهداف التنمية المستدامة) الجدول ، تعّد الرقابة التنظيمية الشاملة ضرورية لضمان استعمال هذه التقنيات بشكل أخلاقي ومسؤول .لا شك أن مستقبل التنمية المستدامة سوف يتشكل من خلال الاستعمال المسؤول والمبتكر للذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد.

الجدول ١.التطبيقات الشائعة للذكاء الاصطناعي في أهداف التنمية المستدامة (SDGs)

طلب	هدف التنمية المستدامة
التنبؤ بمناطق الفقر ، تحسين مدفوعات الضمان الاجتماعي ، تحسين خدمات التمويل الأصغر	لا الفقر
التنبؤ بإنتاجية المحاصيل ، الكشف عن أمراض المحاصيل ، الزراعة الدقيقة	القضاء على الجوع
التنبؤ بتفشي المرض ، خدمات التطبيب عن بعد ، التشخيص بمساعدة الذكاء الاصطناعي	الصحة الجيدة والرفاهية

التعليم الشخصي ، التصنيف بمساعدة الذكاء الاصطناعي	تعليم ذو جودة
تحليل بيانات التحيز بين الجنسين	المساواة بين الجنسين
مراقبة جودة المياه ، التنبؤ بندرة المياه ، تحسين أنظمة توزيع المياه	المياه النظيفة والصرف الصحي
تعزيز الإنتاجية وخلق فرص العمل والتنبؤ بالاتجاهات الاقتصادية	العمل اللائق والنمو الاقتصادي
تحسين العمليات وتقليل تكاليف الصيانة ، الصيانة الوقائية	الصناعة والابتكار والبنية التحتية
تحديد وتوقع عدم المساواة الاجتماعية، الذكاء الاصطناعي في صنع السياسات التدخلات المستهدفة للحد من عدم المساواة	الحد من عدم المساواة
إنشاء وتحسين النماذج المناخية، والتنبؤ بتغير المناخ، وتتبع البصمة الكربونية	العمل المناخي

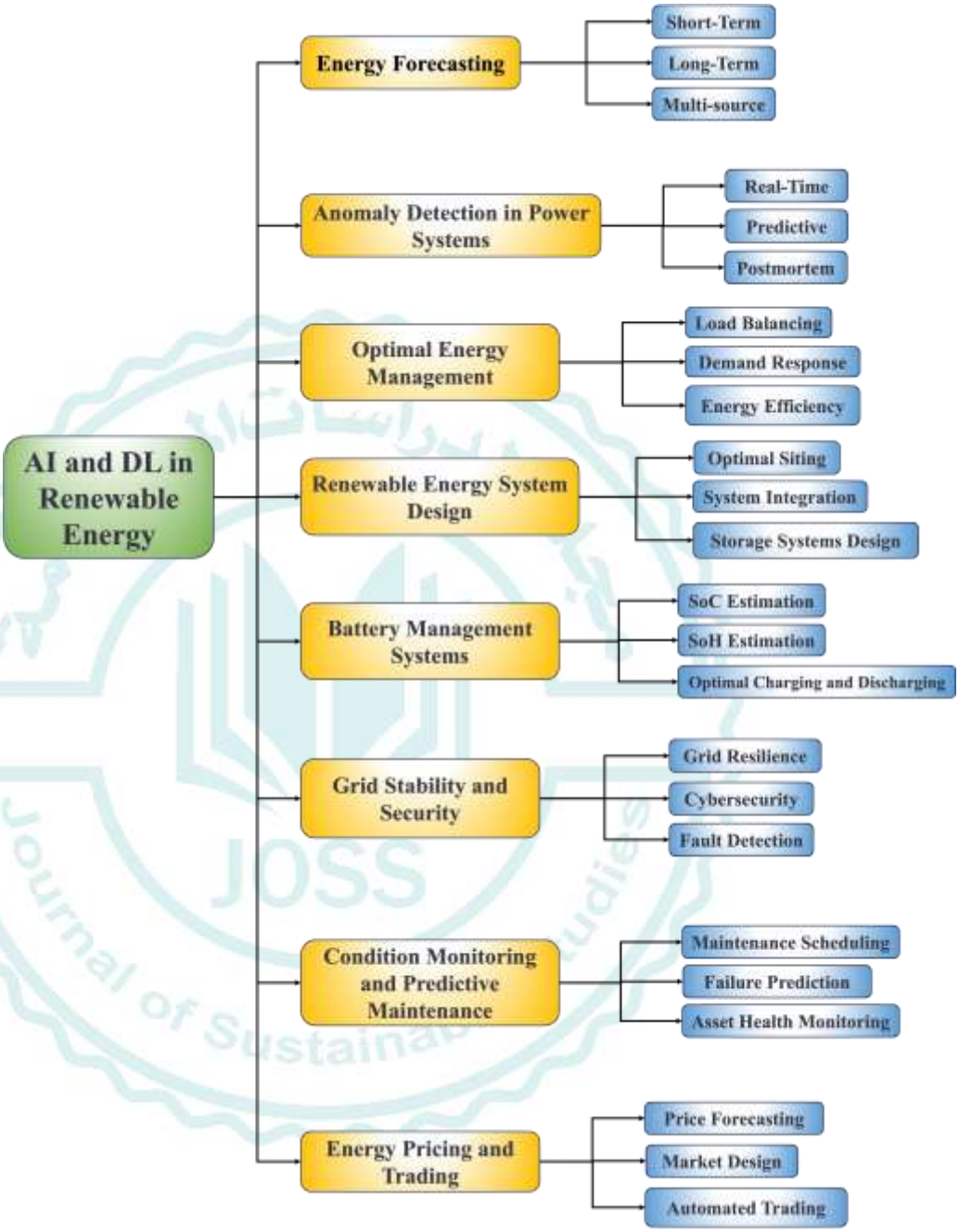
. منظمة العفو الدولية و DLفي الطاقة المتجددة

يشهد قطاع الطاقة المتجددة تحولًا عميقًا، يُعزى إلى حد كبير إلى التقدم في الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم العميق (DL).وقد بشرت هذه التقنيات بعصر جديد من الكفاية والاستدامة، مما أثار اهتماما واسع النطاق بين الباحثين وممارسي الصناعة على حد سواء .يمكن تصنيف التطورات والتطبيقات في الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في قطاع الطاقة المتجددة على نطاق واسع إلى عدة مجالات أساسية .كما هو موضح في الشكل١تشمل هذه المجالات مجموعة واسعة من الوظائف، بدءًا من التنبؤ بالطاقة واكتشاف الشذوذ في أنظمة الطاقة وحتى التطبيقات الأكثر تعقيدًا مثل تصميم نظام الطاقة المتجددة واستقرار الشبكة .يؤكد التفاعل بين الذكاء الاصطناعي والتعلم الرقمي عبر هذه المجالات على دورهما المحوري في تشكيل المشهد الحالي والمستقبلي للطاقة المتجددة .يقدم الرسم البياني نظرة عامة منظمة للتأثير متعدد الأوجه للذكاء الاصطناعي و DLفي هذا القطاع، وتبسيط دورهما في التنبؤ بالطاقة، وتقييم صحة النظام، ومختلف الجوانب الحاسمة الأخرى التي تم تفصيلها في الأقسام السابقة .دراسة ثاقبة أجراها ستروبيل وآخرون (2020) .أكد على أهمية نماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد الموفرة للطاقة، مع التركيز على دورها الحاسم في أبحاث الطاقة المتجددة .

تتجلى فعالية الذكاء الاصطناعي والتعلم الرقمي بشكل خاص في أنظمة الطاقة الكهربائية إذ تم نشر هذه التقنيات بنجاح للتنبؤ بتدفقات الطاقة المثلى .والجدير بالذكر أن فيوريتو وآخرون (2019) .جمع بين التعلم العميق وأساليب لاغرانج المزدوجة للتنبؤ بتدفقات الطاقة المثالية للتيار المتردد، وبالتالي رفع دقة تقريب التيار المباشر الخطي OPF

المعتمد على نطاق واسع بمقدار أمرين على الأقل من حيث الحجم .الأفادة من هذا العمل الرائد، تشو وآخرون . طورت أسلوبًا عميقًا قائمًا على التعلم المعزز ومعتمدًا على البيانات لحلول تدفق طاقة التيار المتردد السريعة المثالية، ومن ثم تزويد مشغلي شبكات الطاقة بالأدوات اللازمة لاتخاذ قرارات سريعة وفعالة .

في مجال توليد الطاقة الشمسية، أثبت DL أنه لا يقدر بثمن للتنبؤ بالإشعاع الشمسي .مونكادا وآخرون (2018) . طبق DL لتقديم رؤى مفيدة لتحسين الطاقة الشمسية .وبناء على ذلك، تشو وآخرون (2021) .اقترح طريقة جديدة للتعلم العميق الهجين تدمج تقنيات التجميع والشبكة العصبية التلافيفية (CNN) والذاكرة الطويلة قصيرة المدى (LSTM)وآلية الانتباه مع شبكة الاستشعار اللاسلكية .تتغلب هذه الطريقة ببراعة على التحديات السائدة المرتبطة بمشكلة التنبؤ بتوليد الطاقة الكهروضوئية .



شكل ١.تطبيق الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في مجال الطاقة المتجددة؛ يمثل اللون البرتقالي سيناريوهات التطبيق المختلفة؛ يمثل اللون الأزرق السيناريوهات الفرعية ضمن تلك السيناريوهات.

لم يدخل الذكاء الاصطناعي والتعلم الرقمي في مجالات مختلفة فحسب، بل أحدثا تحولًا أيضًا، والطاقة المتجددة ليست استثناءً .وقد أظهرت هذه الشركات خطوات مذهلة في مجال سلامة النظام واكتشاف الأخطاء، لا سيما في

سياق محطات الطاقة الكهروضوئية .ومن الأمثلة الواضحة على ذلك نظامsolAIR ، وهو دمج مبتكر للذكاء الاصطناعي في البنية التحتية للطاقة المتجددة .من خلال تسخير قوة التعلم العميق، توفر solAIR آلية الكشف الآلي عن الأخطاء لمحطات الطاقة الكهروضوئية .ويعتمد النظام على الصور الحرارية التي تلتقطها الطائرات بدون طيار (UAVs) المجهزة بأجهزة استشعار حرارية تعمل بالأشعة تحت الحمراء .تكشف هذه الصور، بمجرد معالجتها من خلال خوارزمية الذكاء الاصطناعي، عن رؤى مهمة حول الحالة الصحية للألواح الشمسية .والجدير بالذكر أنه يمكنه تحديد الحالات الشاذة في الخلايا الكهروضوئية وتحديد موقعها، ومن ثم الإبلاغ عن إجراءات الصيانة اللازمة .يوضح هذا المزيج من الذكاء الاصطناعي، والحوسبة السحابية، والطائرات بدون طيار اتجاهًا واعدًا في إدارة الطاقة المتجددة،إذ يتم استعمال التكنولوجيا لتحسين إنتاج الطاقة، وخفض التكاليف، وزيادة عمر وموثوقية محطات الطاقة الكهروضوئية .يُظهر التطبيق الواقعي وتأثير الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في مثل هذا السياق إمكاناتهما التي لا يمكن إنكارها في قيادة مستقبل الطاقة المتجددة.

أدى التطور السريع للذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في قطاع الطاقة المتجددة إلى عدد كبير من الدراسات البحثية، تقدم كل منها رؤى ومنهجيات فريدة من نوعها .يكشف التحليل المقارن للأدبيات الحديثة عن اتجاهات وفجوات متميزة تحتاج إلى المعالجة .

محمود و سلامة قدم نظامًا لإدارة الطاقة المجتمعية مدعومًا بالذكاء الاصطناعي والذي يركز على تداول الطاقة من نظير إلى نظير .يركز نهجهم على تعظيم المزايا الاستهلاكية واستعمال الطاقة المتجددة من خلال تقنيات التعلم المعزز .وهذا يتناقض مع عمل ميرجاليلي وآخرون . ، الذي أجرى دراسة مقارنة لمختلف أساليب التعلم الآلي والتعلم العميق، مثل KNN و SVRو AdaBoostو DNN، للتنبؤ بتوازن الطاقة في أنظمة الطاقة المتجددة والمباني الهجينة .سلط بحثهم الضوء على الدقة الفائقة لخوارزميات DNN و KNNفي التنبؤ بتوازن الطاقة.

بنعابد قام بتحليل أهمية الذكاء الاصطناعي لتحسين الطاقة وتدويل الأعمال .وتؤكد الدراسة على أهمية الرقمنة في ربط العمليات والعلاقات التجارية، مع التركيز على دور الذكاء الاصطناعي في تحسين استهلاك الطاقة في مختلف القطاعات، بما في ذلك الطاقة المتجددة.

بيباس وآخرون . أجرى تقييمًا متعدد النماذج لإزالة الكربون من الصهر الثانوي، مع التركيز على دور الهيدروجين في التحول إلى الطاقة النظيفة .وتقدم دراستهم نظرة شاملة لمساعدة صناع القرار في مقارنة الآثار البيئية الناجمة عن مصادر الطاقة المختلفة، مع تسليط الضوء على إمكانات الهيدروجين الذي تنتجه مصادر الطاقة المتجددة بكونه الخيار الأكثر فائدة للبيئة.

من الدراسات المذكورة أعلاه، من الواضح أنه على الرغم من وجود إجماع حول إمكانات الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في تحسين أنظمة الطاقة المتجددة، إلا أن المنهجيات ومجالات التركيز تختلف .تؤكد بعض الدراسات على أهمية تداول الطاقة من نظير إلى نظير، في حين تتعمق دراسات أخرى في الأداء المقارن للخوارزميات المختلفة . هناك أيضًا اهتمام متزايد بدمج الذكاء الاصطناعي في العمليات التجارية واستكشاف التأثيرات البيئية لمصادر الطاقة المختلفة..

على الرغم من التقدم، لا تزال هناك فجوة بين البحث الأكاديمي ومتطلبات الصناعة .في حين أن الدراسات الأكاديمية تقدم منهجيات ورؤى مبتكرة، فإن التنفيذ العملي لهذه الحلول وقابلية التوسع في سيناريوهات العالم الحقيقي يحتاج إلى مزيد من الاستكشاف .بالإضافة إلى ذلك، هناك حاجة لمزيد من الدراسات الشاملة التي تأخذ في الامكان الآثار الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لدمج الذكاء الاصطناعي والتعليم عن بعد في قطاع الطاقة المتجددة.

في مراجعتهم الشاملة، يتعمق غو ولي (2022) في إمكانات التعلم العميق لإدارة طاقة الرياح والأمواج وتحسينها، ويراجعون بشكل منهجي مجموعة متنوعة من النماذج والأساليب، مثل الشبكات العصبية التلافيفية(CNNs) ، والشبكات العصبية المتكررة، والشبكات العصبية الطويلة .الذاكرة قصيرة المدى(LSTM) ، والشبكات المختصرة العميقة، والشبكات العصبية العميقة(DNNs) ، والشبكات المتكررة المسورة(GRUs) ، والنماذج الهجينة العميقة .وهم يسلطون الضوء على فعالية هذه الأساليب في معالجة عدم الاستقرار المتأصل والبيانات المعقدة المرتبطة بمصادر الطاقة المتجددة هذه ويؤكدون أن التحديات الفريدة لطاقة الأمواج وطاقة الرياح تجعلها مثالية لتطبيق أساليب التعلم العميق .ومن خلال معلمات الأداء المختلفة، يستكشفون نقاط القوة والضعف في كل نموذج ويؤكدون حقيقة أنه على الرغم من أوقات التدريب الأطول، فإن هياكل التعلم العميق ماهرة في التعامل مع مجموعات البيانات الكبيرة ويمكن تدريبها بكفاءة باستخدام وحدات معالجة الرسومات الحديثة .ويتوقعون أنه مع التقدم في تقنيات التعلم العميق وإدارة التكاليف، هناك إمكانات هائلة لنمو ونضج تطبيقات الطاقة المتجددة القائمة على التعلم العميق .إنهم يدعون إلى إعادة التنظيم المستمر للأبحاث الحالية لتوفير رؤى قيمة، وتجنب التكرار، وربما الكشف عن تطبيقات جديدة، وبالتالي التأكيد على المستقبل الواعد لإدارة الطاقة المتجددة وتحسينها من خلال تقنيات التعلم الآلي المتقدمة{ .}

في سياق أنظمة الطاقة الأوسع، ساراجسيف وآخرون (2022) .أجرى مراجعة تفصيلية لتطبيق الذكاء الاصطناعي في تقييم الاستقرار العابر لنظام الطاقة .لقد قاموا بفحص مجموعة من التقنيات، بما في ذلك التعلم الآلي والعميق والمعزز .وفي الوقت نفسه، داميانوفيتش وآخرون (2022) .قدم نهجًا مبتكرًا يعتمد على التعلم المعزز (RL) لتأمين تشغيل أنظمة الطاقة من خلال تغييرات طوبولوجية مستقلة، مع مراعاة القيود المختلفة

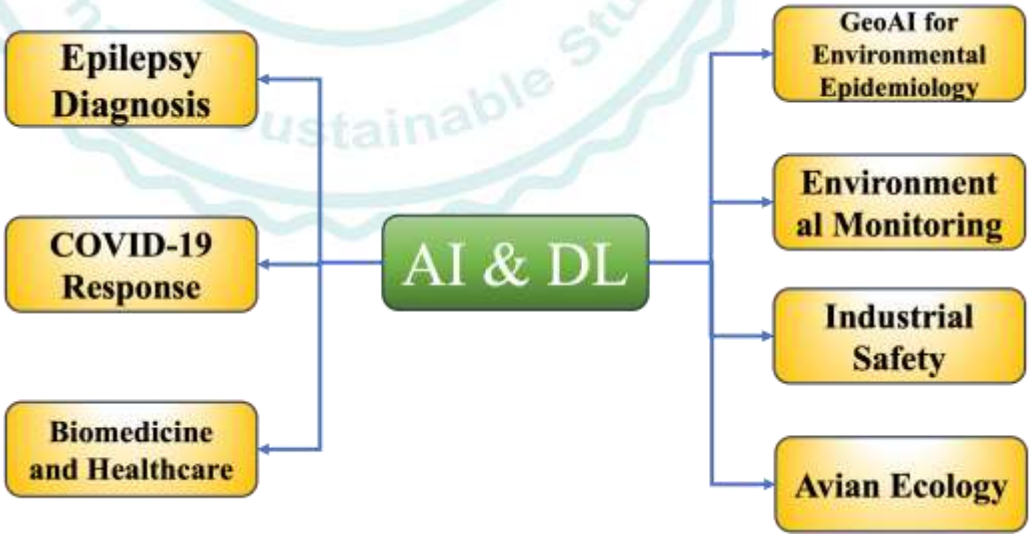
علاوة على ذلك، كان دمج الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة الهيدروجينية، لاسيما في تقنيات خلايا الوقود، نقطة محورية في الأبحاث الحديثة .لقد كان للذكاء الاصطناعي دور فعال في تحسين استراتيجيات إدارة الطاقة لمركبات خلايا وقود الهيدروجين .على سبيل المثال، وانغ وآخرون (2023) .اقترح استراتيجية لإدارة الطاقة تعتمد على GM لحافلات خلايا وقود الهيدروجين، مما يعزز كفاية الإنتاج والاقتصاد في استهلاك الوقود .علاوة على ذلك، الفيازي وآخرون (2023) .سلط الضوء على دور الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في إدارة الطاقة والتحكم فيها وتحسين مركبات خلايا وقود الهيدروجين، مع التركيز على إمكان التقدم في تطبيقات التنبؤ والتحكم والاتصال بالمركبة إلى كل شيء (V2X) .بالإضافة إلى ذلك، سهّل الذكاء الاصطناعي تطوير نماذج تنبؤية لإنتاج الطاقة والهيدروجين من محطات الكيمياء الحرارية الشمسية، كما أظهر الجري وآخرون(2023) .، الذي استعمل الشبكات العصبية الاصطناعية للتنبؤ بكفاية الطاقة ومعدلات إنتاج الهيدروجين في ظل سيناريوهات مختلفة .تشانغ وآخرون (2023) .طبق أيضًا استراتيجية التنبؤ بنصف الطاقة لإدارة استهلاك الهيدروجين بشكل فعال في حافلات المدينة التي تعمل بخلايا الوقود، مما يعرض وسيلة واعدة لتقليل استهلاك الهيدروجين وتعزيز الاقتصاد في استهلاك الوقود .وتؤكد هذه الدراسات على الدور المتنامي للذكاء الاصطناعي في تعزيز الابتكارات في قطاع الطاقة الهيدروجينية،لاسيما في تعزيز كفاية واستدامة تقنيات خلايا الوقود .

في الختام، أظهر التكامل المؤثر للذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في قطاع الطاقة المتجددة تقدمًا كبيرًا في تحسين تدفق الطاقة، والتنبؤ بالإشعاع الشمسي، وتقييم صحة النظام، واكتشاف الأخطاء .وتؤكد قدرتها على إدارة مجموعات كبيرة من البيانات والتكيف مع حالات عدم الاستقرار المتأصلة المرتبطة بمصادر الطاقة المتجددة قدرتها على إعادة تشكيل مستقبل هذا القطاع .لقد كانت تأثيرات العالم الحقيقي ملحوظة، مثل اتخاذ قرارات أكثر فعالية لمشغلي شبكات الطاقة وتحديد الشذوذات في الخلايا الكهروضوئية .ومع ذلك، وبالنظر إلى الطاقة الكبيرة والمتطلبات الحسابية لهذه النماذج، يجب أن تركز البحوث المستقبلية على تطوير منهجيات كفاية في استعمال الطاقة .وإلى جانب ذلك، هناك حاجة إلى إعادة تقييم الأبحاث الحالية لتجنب التكرار وتعزيز الابتكار المستمر .يوفر دمج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في إدارة الطاقة المتجددة مستقبلًا واعدًا ولكنه مليء بالتحديات، ويتطلب جهودًا متوازنة في كفاءة الطاقة والتقدم التكنولوجي. الذكاء الاصطناعي وDL .

إن صعود الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في مجال الصحة البيئية يتغذى على قدرتهما الصحة البيئية على معالجة كميات هائلة من البيانات والتعلم منها، مما يوفر رؤى أعمق وتسهيل التدخلات في الوقت المناسب، كما هو موضح في الشكل .إن الإمكانات التحويلية للذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية واضحة في مختلف

المجالات .على سبيل المثال، في سياق الصرع، وهو اضطراب عصبي سائد، أدت تقنيات DL إلى تقدم كبير في إجراءات التشخيص .الشعيبي وآخرون (2020) .شرح هذه التطورات، موضحًا كيف تقوم DL بأتمتة العملية الشاقة والمعرضة للخطأ لاستخراج الميزات من بيانات تخطيط كهربية الدماغ والتصوير بالرنين المغناطيسي، ومن ثم تعزيز كفاية ودقة اكتشاف نوبات الصرع .لم تؤد هذه الأتمتة، جنبًا إلى جنب مع تكامل الحوسبة السحابية والأجهزة المتخصصة للمهام الطبية الحيوية، إلى زيادة إمكان الوصول إلى الموارد الحسابية فحسب، بل عززت أيضًا بيئة بحثية تعاونية .

ومن خلال تحويل التركيز إلى الصحة البيئية، يمثل ظهور الذكاء الاصطناعي الجغرافي قفزة إلى الأمام في التعامل مع البيانات المكانية المعقدة .من خلال الجمع بشكل فعال بين التطورات في العلوم المكانية والذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد، تستخرج GeoAI المعرفة الثاقبة من البيانات المكانية واسعة النطاق .كما أوضح VoPham وآخرون2018) . ، هذا النهج القوي له آثار واسعة النطاق على علم الأوبئة البيئية .تكمن قوة GeoAI في قدرتها على معالجة كميات كبيرة من البيانات المكانية والزمانية، مما يضمن كفاية الحساب ويوفر المرونة لضبط الخوارزميات وسير العمل بناءً على الخصائص الفريدة للعمليات المكانية .علاوة على ذلك، تسمح قابلية التوسع في GeoAIبالنمذجة الفعالة لمختلف حالات التعرض البيئي عبر مناطق جغرافية مختلفة .وتمتد إمكاناتها إلى قياس حالات التعرض التي كانت بعيدة المنال في السابق، مما يساهم في تحسين فهم العلاقات بين التعرضات البيئية والأمراض .وبالتالي، من المقرر أن تُحدث تقنية GeoAI ثورة في مجال الصحة البيئية، وتعيد تعريف كيفية التنبؤ بمخاوف الصحة البيئية واكتشافها وإدارتها..



الشكل ٢.تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في الصحة البيئية.

سلطت جائحة كوفيد 19-الضوء بشكل كبير على الدور الهام الذي تؤديه تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي (ML)والتعلم العميق (DL) في الاستجابة للأزمات الصحية العالمية .من خلال دراسة العفيف وآخرون(2020) .، اكتسبنا رؤى لا تقدر بثمن حول كيفية تطبيق منهجيات التعلم الآلي والتعلم المستندة إلى الذكاء الاصطناعي في تشخيص وعلاج كوفيد .19-تمتد هذه المنهجيات إلى نطاق واسع، يشمل تدابير الكشف غير الغازية، وتقييمات درجات الخطورة، ونمذجة انتقال الأمراض، وحتى جوانب إنتاج الأدوية وتطوير التطعيم .فضلا عن ذلك، تم استعمال تقنيات الذكاء الاصطناعي هذه بشكل فعال في تحليل البيانات على نطاق واسع، مثل بيانات حالة كوفيد-19وبيانات وسائل التواصل الاجتماعي، مما يوفر فهمًا نقديًا لأنماط تفشي المرض ومسارات انتقاله وتأثيراته .علاوة على ذلك، كان للتعلم الآلي والتعلم الآلي دور فعال في الحماية من الأوبئة وجهود المراقبة العامة، بما في ذلك الفحوصات الأمنية في المطارات، وتتبع المرضى، والكشف عن الأوبئة .لا تعزز هذه التطورات قدرتنا على إدارة الوباء الحالي فحسب، بل تمهد الطريق أيضًا للاستفادة من الذكاء الاصطناعي في احتواء الأزمات الصحية المستقبلية والسيطرة عليها. .

في مجال المراقبة البيئية، تم الأفادة من الذكاء الاصطناعي و DLلتحسين التنبؤ بتكاثر الطحالب الضارة .على سبيل المثال، أظهر Lee and Lee (2018) فعالية نماذج DL في التنبؤ بتكاثر الطحالب الضارة في الأنهار الرئيسية في كوريا الجنوبية، متفوقًا على تحليل الانحدار التقليدي .

كما تم تطبيق الذكاء الاصطناعي و DLفي مجال الطب الحيوي والرعاية الصحية {.سيريلو وآخرون (2020) فحص الفجوات الحالية بين الجنسين وبين الجنسين في مجموعة فرعية من التقنيات الطبية الحيوية المستعملة فيما يتعلق بالطب الدقيق، وتقديم توصيات لتحسين استعمالها لتحسين المشهد العالمي للصحة والمرض وتقليل عدم المساواة .

في سياق السلامة الصناعية، Campero-Jurado et al. (2020) قدم نموذجًا أوليًا لخوذة ذكية تراقب الظروف في بيئة العمال وتقوم بتقييم المخاطر في الوقت الفعلي تقريبًا باستعمال الذكاء الاصطناعي .

كما تم استعمال الذكاء الاصطناعي في بيئة الطيور لاستخلاص معلومات حول اتجاهات حركة مجموعات الطيور . أككاي وآخرون (2020) .استعمال الكثير من خوارزميات الكشف عن الكائنات العامة الحديثة لتعلم اكتشاف الطيور في المشاهد الطبيعية، مما يدل على إمكان العد بمساعدة الكمبيوتر في تطبيقات مراقبة الطيور في العالم الحقيقي .

شهد دمج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في الصحة البيئية طفرة في المساعي البحثية، إذ أسهم كل منهما بمنهجيات ورؤى فريدة .يلقي التحليل المقارن للأدبيات الحديثة الضوء على التطبيقات المتنوعة والفجوات الموجودة في هذا المجال.

ومن أجل زيادة فهم التطبيقات المتنوعة والثغرات الموجودة في هذا المجال، يتم تقديم تحليل مقارن للأدبيات الحديثة.. فرانزو وآخرون بحثت في التحديات والفرص التي يمثلها الطلب المتزايد على لحوم الدواجن والبيض .وسلطوا الضوء على إمكانات" البيانات الضخمة "جنبًا إلى جنب مع التقنيات الإحصائية المتقدمة لزيادة ربحية المزرعة إلى أقصى حد، والحد من التأثيرات البيئية، وتعزيز صحة الحيوان والإنسان .ويتناقض هذا النهج مع عمل وانج ويي ، الذي ركز على التنمية عالية الجودة للسياحة في حوض بحيرة تايهو، الصين .ويقدم منظورهم لمحة عن مستقبل الرعاية الصحية، إذ يمكن للحلول المعتمدة على الذكاء الاصطناعي أن تعيد تعريف الصحة العالمية الدقيقة.

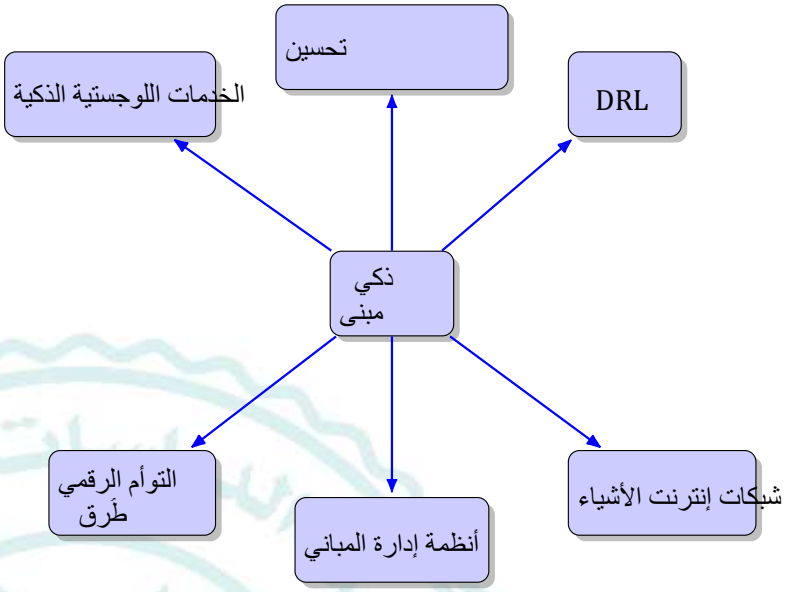
صابر وآخرون . أجرى تحقيقًا في السلاسل الزمنية من خلال مقارنة التأثيرات الاقتصادية والبيئية العالمية المرتبطة بسلسلة التوريد للصناعات التحويلية في الصين والولايات المتحدة .وتؤكد دراستهم على أهمية الذكاء الاصطناعي في تحليل تأثيرات الاستدامة البيئية لهذين الاقتصادين الرئيسين، اللذين يمثلان مجتمعين جزءا كبيرا من ناتج التصنيع العالمي.

كريتاناوونج وكابلين ناقش الإمكانات التحويلية للذكاء الاصطناعي في مجال الصحة العالمية، لا سيما في سياق جائحة كوفيد .19-وسلطوا الضوء على قدرات نماذج DL المتقدمة، مثلGPT-3 ، في مساعدة الأطباء في المهام المتكررة وخدمات الرعاية الصحية عن بعد الأساسية .ويقدم منظورهم لمحة عن مستقبل الرعاية الصحية، إذ يمكن للحلول المعتمدة على الذكاء الاصطناعي أن تعيد تعريف الصحة العالمية الدقيقة.

في الختام، يؤدي الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد دورًا حاسمًا في مجال الصحة البيئية، إذ يسهمان في تحسين التنبؤ والكشف والإدارة لمختلف قضايا الصحة البيئية .ومع ذلك، فإن تعقيد وتنوع بيانات الصحة البيئية يتطلب إجراء المزيد من الأبحاث في نماذج وأساليب الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد المتقدمة.

الذكاء الاصطناعي ودوره في أدارة الطاقة في المباني الذكية :

لقد اكتسب دمج الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم العميق (DL) في إدارة الطاقة في المباني الذكية قوة جذب مطردة، مما أدى إلى تحسينات كبيرة في التنبؤ بمهام إدارة الطاقة المتنوعة وتحسينها وأتمتتها، كما هو موضح في الشكل٣ . مراجعة مؤثرة واحدة بواسطة Woschank وآخرون (2020) . يشرح استعمال الذكاء الاصطناعي، والتعلم الآلي، و DLفي الخدمات اللوجستية الذكية، ويقدم إطارًا مفاهيميًا يحمل آثارًا كبيرة على التحقيقات المستقبلية.



الشكل ٣.ثورة الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في إدارة الطاقة في المباني الذكية.

تجسيدًا لإمكانات الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في إدارة الطاقة، السيسي وآخرون (2021) . طورت طريقة مبتكرة تعمل على دمج التعلم العميق مع إنترنت الأشياء لإدارة عمليات مكيفات الهواء، ومن ثم تقليل استهلاك الطاقة .ومن خلال نشر خوارزميةYOLOv3 ، يمكن لنظامهم تحديد عدد الأفراد بشكل فعال في منطقة معينة، ومن ثم تمكين الاستعمال الأمثل لمكيفات الهواء في المباني الذكية .

يُظهر المجال الناشئ للتعلم المعزز العميق(DRL) ، وهو فرع من الذكاء الاصطناعي، إمكانات كبيرة لمعالجة تحديات إدارة الطاقة في المباني الذكية .مراجعة شاملة من قبل يو وآخرون] (2021) . [من تطبيقات DRL في هذا السياق يسلط الضوء على العقبات القائمة ويمهد الطريق لاتجاهات البحث المستقبلية.

الأساليب الرقمية المعتمدة على التوأم، كما Agostinelli وآخرون2021) .

يمكن تحقيق الكفاية في إدارة الطاقة داخل شبكات إنترنت الأشياء من خلال أطر التعلم85 توضيح، يمكن أن يكون فعالاً في ابتكار أنظمة التحسين والأتمتة الذكية لإدارة الطاقة في المناطق السكنية. تؤكد أبحاثهم على فعالية الأنظمة التي تجمع بين نماذج البيانات ثلاثية الأبعاد وإنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي لتعزيز إنتاج الطاقة المتجددة.

يتم تقديم استكشاف شامل لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في المباني الذكية بواسطة فرزانه وآخرون. (٢٠٢١) . تتعمق هذه الدراسة في الأبحاث عبر مجالات الذكاء الاصطناعي الرئيسة، مثل الطاقة والراحة والتصميم والصيانة، ويتم تحليلها من خلال منظور نظام إدارة المباني (BMS) وبرامج الاستجابة للطلب (.(DRPsالعميق القوية، كما

أظهر هان وآخرون (2021) . .يستعمل نهجهم مجموعة من تقنيات المعالجة المسبقة للتعامل مع عدم تجانس بيانات الكهرباء، إلى جانب خوارزمية فعالة لصنع القرار للتنبؤ على المدى القصير عبر الأجهزة المحدودة الموارد.. يعد الترابط بين لوجستيات الإنتاج في الوقت الفعلي القائمة على إنترنت الأشياء وأنظمة مراقبة العمليات الفيزيائية السيبرانية أمرًا بالغ الأهمية لإدارة تعقيد ومرونة المصانع الذكية .دراسة أجراها أندروني وآخرون 2021) يوضح هذه النقطة من خلال مراجعة الأدبيات الكمية التي تغطي تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المباني الذكية.

يتم فحص التطورات الحديثة في التعلم الآلي والتعلم العميق لبناء الطاقة بشكل نقدي بواسطة .Ardabili et al (2022) .تقدم مراجعتهم المنهجية نماذج واعدة وتقيم أداء هذه التقنيات في مهام التنبؤ المختلفة المتعلقة بالطاقة.

لقد كان دمج الذكاء الاصطناعي والتعلم الرقمي في إدارة الطاقة في المباني الذكية نقطة محورية في الكثير من المساعي البحثية .يكشف التحليل المقارن للدراسات الحديثة عن عمق التقدم والفجوات الموجودة في هذا المجال.

بوكيف وآخرون . أكد على أهمية التنبؤ بالأحمال الكهربائية على المدى القصير لإدارة شبكة الطاقة بكفاءة .لقد قدموا نهجًا للتعلم العميق، وتحديدًا نماذج الذاكرة طويلة المدى(LSTM) ، للتنبؤ بحمل الطاقة .يبرز نهجهم نظرًا لقدرته على تعلم التبعيات طويلة المدى في البيانات الكهربائية، مما يؤدي إلى تنبؤات دقيقة .وهذا يتناقض مع عمل سوليالي [، الذي أجرى تحليلاً مقارنًا لاستراتيجيات التعلم الآلي المختلفة، بما في ذلك الشبكات العصبية الاصطناعية(ANNs) ، والانحدار الخطي المتعدد(MLR) ، وآلات ناقلات الدعم(SVMs) ، لتقدير الطلب على الكهرباء في قبرص .وأكدت النتائج التي توصلوا إليها تفوق

تشانغ وآخرونSVM {. وANN في تقديم نتائج موثوقة ودقيقة }قدم منهجًا دقيقًا للتعلم العميق لنمذجة الراحة الحرارية في المباني الذكية .وقد سلط بحثهم الضوء على العلاقة الخطية بين الراحة ونقاط ضبط تكييف الهواء، مما يساعد في التحكم الأمثل في نقاط الضبط التي يمكن التحكم فيها.

هذا النهج يكمل عمل السيسي وآخرون .لإدارة عمليات مكيفات الهواء، مع التركيز على تقليل استهلاك الطاقة. ، الذي استعمل التعلم العميق وإنترنت الأشياء الذكية، لا تزال هناك فجوة بين البحث الأكاديمي ومتطلبات الصناعة. في حين تركز الدراسات الأكاديمية غالبًا على حالات أو سيناريوهات استعمال محددة، تتطلب الصناعة حلولاً شاملة وقابلة للتطوير وقابلة للتكيف يمكنها تلبية أنواع المباني المتنوعة والبيئات وتحديات إدارة الطاقة. علاوة على ذلك، فإن دمج البيانات في الوقت الفعلي، وتفضيلات المستعمل، والعوامل الخارجية، مثل الظروف الجوية، في أنظمة إدارة الطاقة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي يظل تحديًا يحتاج إلى معالجة.

على الرغم من التقدم الكبير في الذكاء الاصطناعي والتعلم الرقمي لإدارة الطاقة في المباني

في الختام، في حين أن الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد قد أحدثا تغييرات تحويلية في إدارة الطاقة في المباني الذكية، إلا أن هناك حاجة ملحة لسد الفجوة بين الابتكارات البحثية ومتطلبات الصناعة العملية .يجب أن تركز الدراسات المستقبلية على تطوير حلول شاملة وقابلة للتكيف ومرتكزة على المستعمل ويمكن دمجها بسلاسة في المشهد الديناميكي لإدارة الطاقة في المباني الذكية.

باختصار، أحدث الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي ثورة في إدارة الطاقة في المباني الذكية من خلال زيادة قدرات التنبؤ والتحسين والأتمتة .تدعم هذه التقنيات الأساليب المبتكرة لإدارة الطاقة، وتدفع التقدم في DRL لمواجهة التحديات المعقدة، وتسهيل استكشاف الأساليب القائمة على التوأم الرقمي .كما ساهمت في تعزيز مجالات مختلفة، من الطاقة والراحة إلى التصميم والصيانة، وأصبحت حيوية في إدارة تعقيد ومرونة المصانع الذكية .على الرغم من التقدم الكبير الذي تم إحرازه، فإن تعقيد وتنوع بيانات طاقة البناء يستلزم المزيد من الاستكشاف والتطوير لنماذج وتقنيات أكثر تطوراً للذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد .ومن المتوقع أن تؤدي الأبحاث المستقبلية إلى دفع حدود الكفاءة والفعالية في هذا المجال سريع التطور.

.التحديات والتوجهات المستقبلية

لقد أظهر تطبيق الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في مختلف القطاعات، مثل تحقيق أهداف التنمية المستدامة، والطاقة المتجددة، والصحة البيئية، وإدارة الطاقة في المباني الذكية، وعدًا كبيرًا .ومع ذلك، هناك العديد من التحديات التي يجب معالجتها لتسخير إمكانات هذه التقنيات بشكل كامل .وفي هذا القسم، نناقش بعض هذه التحديات ونقترح التوجهات المستقبلية المحتملة للبحث .ويرد في الشكل تمثيل مرئي لهذه التحديات والاتجاهات٤.

.إمكان الشرح والشفافية لنماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد

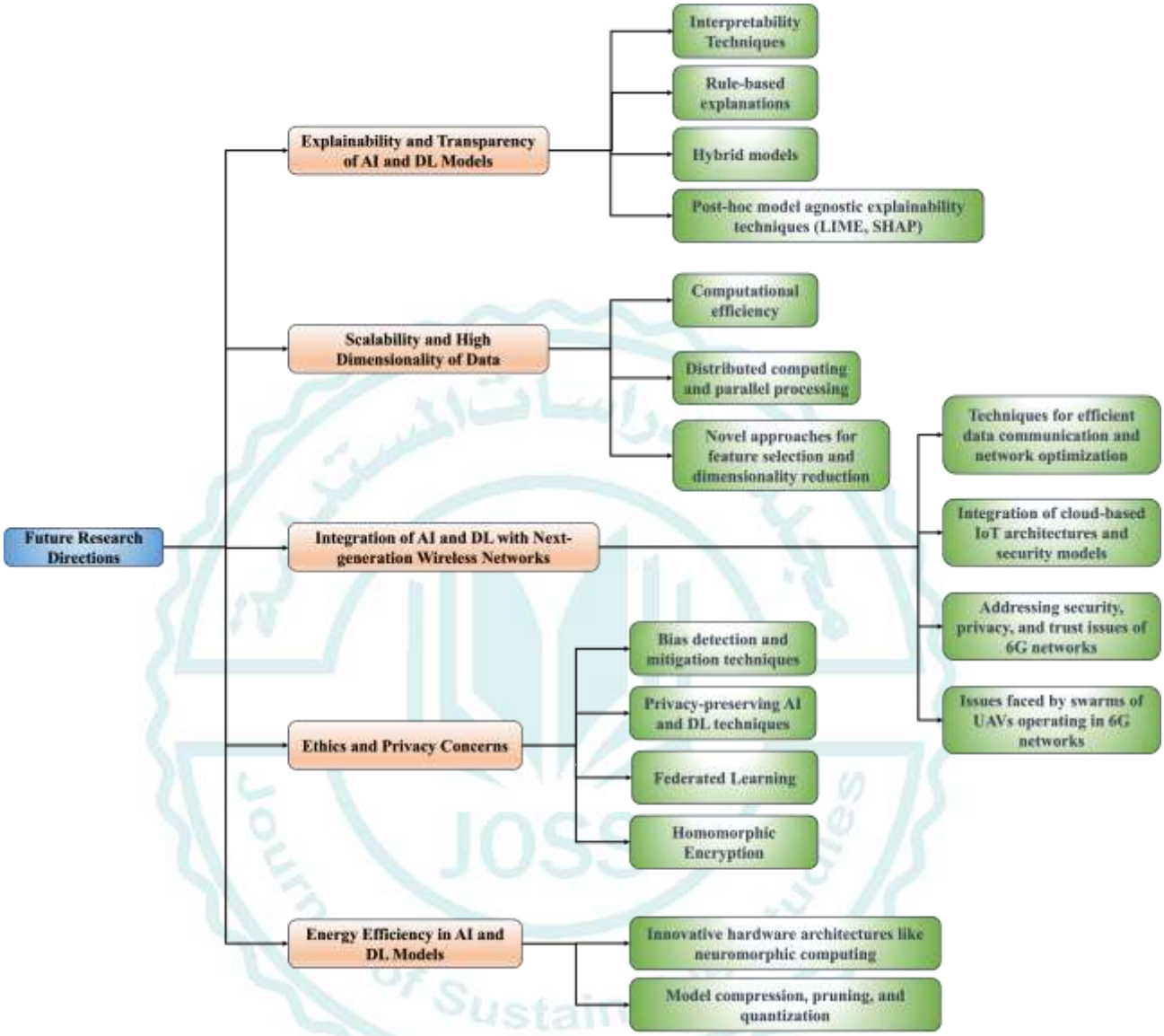
يعد الافتقار إلى الشفافية وقابلية الشرح في نماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد عائقًا كبيرًا أمام اعتمادها على نطاق واسع .وبما أن هذه النماذج أصبحت معقدة ومتطورة، فإن عمليات صنع القرار فيها أصبحت غامضة على نحو متزايد .يمكن أن يؤدي هذا التعتيم، الذي يشار إليه غالبا باسم مشكلة" الصندوق الأسود"، إلى عدم الثقة والتردد في اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي، وخاصة في القطاعات الحيوية مثل الطاقة المتجددة والصحة البيئية، إذ تكون المخاطر عالية. , .

ولذلك، ينبغي لمستقبل أبحاث الذكاء الاصطناعي أن يعطي الأولوية لتطوير الأساليب والتقنيات التي تعزز قابلية التفسير والشفافية لهذه النماذج .قد يتضمن ذلك دمج تقنيات التفسير في تصميم النموذج .على سبيل المثال، يمكن للتفسيرات القائمة على القواعد أن توفر منطقًا واضحًا ومفهومًا لقرارات النموذج، مما يجعله أكثر شفافية .وبالمثل، فإن تصور الأجزاء الداخلية للنموذج يمكن أن يقدم رؤى قيمة حول عملية صنع القرار، وبالتالي تحسين قابلية تفسيره .

علاوة على ذلك، فإن تطوير النماذج الهجينة التي تجمع بين القوة التنبؤية للتعلم العميق وشفافية النماذج الأبسط يمكن أن يكون وسيلة واعدة أخرى للبحث .ومن الممكن أن توفر مثل هذه النماذج أفضل ما في العالمين :الأداء العالي وقابلية التفسير .تم تطبيق تقنيات التفسير المتقدمة لنماذج ما بعد المخصصة، مثل LIME وSHAP، على نماذج تسجيل الائتمان القائمة على التعلم الآلي، مما يسلط الضوء على إمكانات هذه التقنيات في تعزيز إمكان شرح نماذج الذكاء الاصطناعي .

.قابلية التوسع والأبعاد العالية للبيانات

في عصر البيانات الضخمة، أصبحت القدرة على التعامل مع كميات هائلة من البيانات ومعالجتها تحديًا بالغ الأهمية .ويتجلى هذا التحدي بشكل خاص في قطاعات مثل الصحة البيئية وإدارة الطاقة في المباني الذكية، إذ يتم إنشاء كميات كبيرة من البيانات المكانية والزمانية .وتتطلب هذه البيانات، التي تتميز بأبعادها وحجمها العالي، تقنيات معالجة وتحليل متطورة يمكنها التعامل مع حجمها وتعقيدها .



الشكل ٤ .اتجاهات البحث المستقبلية. تمثل الألوان المختلفة مستوى تجريد طرق البحث المحتملة.

ولذلك، يجب أن تركز الأبحاث المستقبلية على تطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد القابلة للتطوير والتي يمكنها معالجة وتحليل مجموعات البيانات الكبيرة هذه بكفاية .ولا يتضمن ذلك تحسين الكفاءة الحسابية لهذه الخوارزميات فحسب، بل يشمل أيضًا قدرتها على استخلاص رؤى ذات معنى من البيانات عالية الأبعاد .يمكن الأفادة من تقنيات مثل الحوسبة الموزعة والمعالجة المتوازية للتعامل مع المتطلبات الحسابية لمعالجة البيانات على نطاق واسع] .يمكن لهذه التقنيات توزيع الحمل الحسابي عبر معالجات أو أجهزة متعددة، وبالتالي تقليل الوقت اللازم لمعالجة البيانات بشكل كبير.

فضلا عن الكفاية الحسابية، يمكن استعمال تقنيات ضغط البيانات لإدارة الحجم الكبير من البيانات .ومن خلال تقليل حجم البيانات دون فقدان كبير للمعلومات، يمكن لهذه التقنيات أن تجعل البيانات أكثر قابلية للإدارة وأسهل في المعالجة.

علاوة على ذلك، فإن الأبعاد العالية للبيانات تفرض مجموعة من التحديات الخاصة بها .يمكن أن تؤدي البيانات عالية الأبعاد إلى الإفراط في التجهيز وزيادة التعقيد الحسابي في نماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد .ولذلك، ينبغي التحقيق في أساليب جديدة لاختيار الميزة والحد من الأبعاد .يمكن أن تساعد هذه الأساليب في تحديد الميزات الأكثر صلة وتقليل أبعاد البيانات، ومن ثم تحسين كفاية وفعالية نماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد] ٩٩.[

6.3.تكامل الذكاء الاصطناعي و DLمع شبكات الجيل التالي اللاسلكية

يفرض التقدم السريع في الشبكات اللاسلكية وتقنيات إنترنت الأشياء (IoTs) تحديات أمام تكامل الذكاء الاصطناعي والتعلم الرقمي في الطاقة المتجددة وإدارة الطاقة في المباني الذكية .في حين أن شبكات الجيل الخامس (5G) يمكنها دعم خدمات إنترنت كل شيء (IoE) المختلفة، إلا أنها قد لا تكون قادرة على تلبية متطلبات التطبيقات الجديدة بشكل كامل .ومن المتوقع أن تتغلب الأنظمة اللاسلكية من الجيل السادس (6G) على هذه القيود،إذ يؤدي الذكاء الاصطناعي دورًا حاسمًا في إدارة الشبكات وتحسين كفاية الطاقة .يجب أن تركز الأبحاث المستقبلية على استكشاف التطورات الحديثة التي تم إحرازها نحو تمكين أنظمة 6G ووضع مبادئ توجيهية عملية للتعامل مع التحديات التي تفرضها شبكات الجيل التالي اللاسلكية .يتضمن ذلك استكشاف تقنيات اتصالات البيانات بكفاءة وتحسين الشبكة والأمان في بيئات إنترنت الأشياء التي تدعم الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد .على وجه الخصوص، يجب دراسة تكامل بنية إنترنت الأشياء والخدمات والتكوينات ونماذج الأمان المستندة إلى السحابة، جنبًا إلى جنب مع أحدث التطورات في هجمات إنترنت الأشياء المستندة إلى السحابة .علاوة على ذلك، ينبغي معالجة مشكلات الأمان والخصوصية والثقة لشبكات ، فضلا عن التحسينات على بنية 5G .إن قضايا الأمن والخصوصية والذكاء وكفاية الطاقة التي تواجهها أسراب الطائرات بدون طيار العاملة في شبكات الهاتف المحمول 6Gتستحق الاهتمام أيضًا، خاصة مع تكامل blockchain و AI / ML مع شبكات الطائرات بدون طيار التي تستعمل النظام البيئي 6G .

.مخاوف الأخلاق والخصوصية

مع استمرار انتشار تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم العميق (DL) في مختلف القطاعات، أصبح من الضروري بشكل متزايد معالجة الاعتبارات الأخلاقية ومخاوف الخصوصية المرتبطة .إن نماذج الذكاء

الاصطناعي، المدربة على مجموعات بيانات واسعة النطاق، تخاطر بترميز وإدامة التحيزات الموجودة في البيانات، مما قد يؤدي إلى ممارسات غير عادلة , .وهذا الخطر ليس نظريا فحسب؛ أظهرت الدراسات الحديثة أن التحيزات في نماذج الذكاء الاصطناعي يمكن أن يكون لها تأثيرات كبيرة في العالم الحقيقي، مثل تعزيز عدم المساواة الاجتماعية القائمة , .

ومن أجل مكافحة ذلك، يعد تطوير تقنيات قوية للكشف عن التحيز والتخفيف منه أمرًا ضروريًا .تهدف هذه التقنيات إلى ضمان إنشاء نماذج ذكاء اصطناعي عادلة وغير متحيزة، ومن ثم تعزيز العدالة والإنصاف في تطبيقات الذكاء الاصطناعي .علاوة على ذلك، يعد استكشاف تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد التي تحافظ على الخصوصية أمرًا بالغ الأهمية لحماية البيانات الحساسة وضمان الامتثال للوائح حماية البيانات الصارمة , .

أحد السبل الواعدة في هذا الصدد هو استعمال التعلم الموحد، وهي تقنية تسمح بالتعلم اللامركزي عبر أجهزة متعددة , .من خلال الحفاظ على البيانات محلية، يمكن للتعلم الموحد أن يقلل بشكل كبير من مخاطر اختراق البيانات والوصول غير المصرح به .ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أنه حتى في نظام التعلم الموحد، يمكن في بعض الأحيان استنتاج المعلومات الحساسة من معلمات النموذج المشترك، مما يستلزم المزيد من التدابير الأمنية

تقنية واعدة أخرى هي التشفير المتماثل، والذي يتيح إجراء العمليات الحسابية على البيانات المشفرة .باستعمال التشفير المتماثل، من الممكن إجراء التعلم الآلي على البيانات بينما تظل مشفرة، وبالتالي توفير ضمانات خصوصية قوية .

لا تعمل هذه التطورات على حماية الخصوصية الفردية فحسب، بل تعزز أيضًا الاستعمال الأكثر أخلاقية لتقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد .ومع ذلك، من المهم أن نلاحظ أن هذه التقنيات ليست حلا سحريا .هناك حاجة إلى البحث المستمر واليقظة لضمان استعمال تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد بشكل أخلاقي ومسؤول .

. .كفاية الطاقة في نماذج الذكاء الاصطناعي وDL

يمثل تصاعد استهلاك الطاقة والمتطلبات الحسابية لنماذج الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم العميق (DL) عقبات كبيرة أمام تنفيذها على نطاق واسع، لا سيما في البيئات ذات الموارد المحدودة .ومن الضروري أن تركز الأبحاث المستقبلية على إنشاء نماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي الموفرة للطاقة .يمكن أن يتضمن ذلك استكشاف تقنيات مثل ضغط النماذج، وتقليصها، وتكميمها، والتي لديها القدرة على تقليل المتطلبات الحسابية والذاكرة لهذه

النماذج. .علاوة على ذلك، فإن دراسة بنيات الأجهزة المبتكرة، مثل الحوسبة العصبية، يمكن أن توفر طرقًا واعدة لتعزيز كفاية استعمال الطاقة في نماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم الرقمي.١١٨,١١٩.]

ومع ذلك، فمن الأهمية بمكان معالجة الآثار البيئية لنماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد .يتطلب تدريب هذه النماذج قوة حسابية كبيرة، وهو ما يترجم غالبًا إلى استهلاك مرتفع للطاقة .يتم توليد هذه الطاقة في الغالب باستعمال الوقود الأحفوري، مما يؤدي إلى زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة , .على سبيل المثال، شهدت دول مثل الصين والهند، والتي تعد مراكز رئيسة لأبحاث وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، ارتفاعًا كبيرًا في انبعاثات الكربون بسبب زيادة استهلاك الطاقة من المصادر غير المتجددة .علاوة على ذلك، فإن النمو الاقتصادي السريع، الذي غالبًا ما يكون مدفوعًا بالتقدم التكنولوجي، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي، يمكن أن يؤدي إلى تفاقم التدهور البيئي .

في حين أن الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد يوفران إمكانات كبيرة للتنمية المستدامة، إلا أنهما يطرحان أيضًا سلسلة من التحديات التي يجب معالجتها .ويشمل ذلك تعزيز قابلية الشرح والشفافية لنماذج الذكاء الاصطناعي، وإدارة قابلية التوسع والأبعاد العالية للبيانات، ودمج الذكاء الاصطناعي والتعلم الرقمي مع الشبكات اللاسلكية من الجيل التالي، ومعالجة المخاوف الأخلاقية والخصوصية .علاوة على ذلك، تظل كفاية استعمال الطاقة في نماذج الذكاء الاصطناعي مجالًا بالغ الأهمية للتحسين .يجب أن تركز الأبحاث المستقبلية على هذه التحديات، بهدف ضمان الاستعمال المسؤول والفعال لتقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد من أجل مستقبل أكثر استدامة , .

6.6.التأثير البيئي لأنظمة الذكاء الاصطناعي

في السنوات الأخيرة، أظهر دمج أنظمة الذكاء الاصطناعي في مختلف القطاعات آثارًا إيجابية وسلبية على البيئة . على سبيل المثال، ميخائيلوفا وشاروفا سلط الضوء على إمكانات أنظمة الذكاء الاصطناعي للحد من التأثير البشري على البيئة، لاسيما في قطاع الرعاية الصحية .ومع ذلك، فقد أكدوا أيضًا على أهمية النظر في التأثير البيئي لأنظمة الذكاء الاصطناعي عند صياغة المعايير الأخلاقية، خاصة أثناء مراحل التطوير والاختبار والتطبيق. علاوة على ذلك، مهد دمج التقنيات التي تدعم إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي الطريق لتطوير المدن الذكية، وتحسين نوعية الحياة لسكان المناطق الحضرية مع تعزيز الاستدامة والإنتاجية .ولا يقدم هذا التكامل حلولاً للتحديات الحضرية فحسب، بل يقدم أيضًا فرصًا لتصميم وإدارة البيئات الحضرية المستقبلية .

علاوة على ذلك، أظهر تطبيق الخوارزميات القائمة على الذكاء الاصطناعي في المراقبة البيئية، مثل الكشف عن الطحالب الضارة التي تشكل الإزهار، نتائج واعدة .جور وآخرون . أجرى تقييمًا مقارنًا لمختلف الخوارزميات

القائمة على الذكاء الاصطناعي، ووجد أن نموذج ResNeXt-50 يمكنه تحديد الطحالب بدقة عالية، مع التركيز على إمكانات الذكاء الاصطناعي في الأساليب البيئية البيئية نحو الاستدامة .

.استنتاجات

في الختام، استعرضت هذه الدراسة التطورات والتطبيقات الحديثة للذكاء الاصطناعي والتعلم العميق (DL) في دفع الاستدامة عبر مختلف القطاعات، بما في ذلك تحقيق أهداف التنمية (AI) المستدامة(SDGs) ، والطاقة المتجددة، والصحة البيئية، والبناء الذكي .إدارة الطاقة .

يتمتع الذكاء الاصطناعي بالقدرة على المساهمة في تحقيق 134 هدفًا من أصل 169 هدفًا في جميع أهداف التنمية المستدامة، مما يجعله أداة قوية لتعزيز الممارسات المستدامة .ومع ذلك، فإن التطور السريع لتقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد يسلط الضوء على الحاجة إلى رقابة تنظيمية شاملة لضمان الشفافية والسلامة والمعايير الأخلاقية .

وفي قطاع الطاقة المتجددة، أظهر الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد إمكانات كبيرة لتحسين إدارة الطاقة واكتشاف الأخطاء واستقرار شبكة الطاقة .وأظهرت هذه التقنيات أيضًا نتائج واعدة في إدارة النفايات والتحليل التنبؤي في محطات الطاقة الكهروضوئية، مما أسهم في كفاية واستدامة أنظمة الطاقة المتجددة.

وفي مجال الصحة البيئية، سهّل تكامل الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد تحليل البيانات المكانية المعقدة، مما أدى إلى تحسين نمذجة التعرض والتنبؤ بالأمراض .

وقد عززت هذه التقنيات أيضًا دقة وكفاية إجراءات التشخيص والمراقبة البيئية..

ومع ذلك، هناك الكثير من التحديات التي يجب معالجتها للأفادة الكاملة من إمكانات الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في دفع الاستدامة .تشمل هذه التحديات الافتقار إلى إمكان الشرح والشفافية في نماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد، وقابلية التوسع والأبعاد العالية للبيانات، وتكامل الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد مع شبكات الجيل التالي اللاسلكية، والاعتبارات الأخلاقية ومخاوف الخصوصية المرتبطة بهذه التقنيات .

يجب أن تركز اتجاهات البحث المستقبلية على تطوير التقنيات التي تعزز قابلية الشرح والشفافية لنماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد، وإنشاء خوارزميات قابلة للتطوير لمعالجة مجموعات البيانات الكبيرة، واستكشاف تكامل الذكاء الاصطناعي مع الشبكات اللاسلكية من الجيل التالي، ومعالجة الاعتبارات الأخلاقية واعتبارات الخصوصية .

فضلا عن ذلك، يعد تحسين كفاية استعمال الطاقة في نماذج الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد أمرًا بالغ الأهمية لضمان استعمالها المستدام .

ومن خلال معالجة هذه التحديات وتعزيز الاستعمال المسؤول والمبتكر، يمكن للذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد أن يسهما بشكل كبير في مستقبل أكثر استدامة .إن دمج هذه التقنيات في مختلف القطاعات لديه القدرة على تحسين العمليات وتحسين عملية صنع القرار ودفعنا نحو تحقيق أهداف الاستدامة العالمية..

في الختام، يعد الذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد أدوات قوية يمكنها تشكيل مستقبل أكثر استدامة من خلال معالجة التحديات المجتمعية وتعزيز الممارسات المسؤولة والأخلاقية .سيكون البحث والتطوير المستمر في هذه المجالات أمرًا أساسيًا لإطلاق الإمكانات الكاملة للذكاء الاصطناعي والتعلم عن بعد في دفع الاستدامة عبر مختلف القطاعات.

المصادر .

١. ستروبيل، إي. غانيش، أ؛ ماكالوم، أ. اعتبارات الطاقة والسياسة لأبحاث التعلم العميق الحديثة. وفي وقائع مؤتمر AAAI حول الذكاء الاصطناعي، نيويورك، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ٧-١٢ فبراير ٢٠٢٠؛ المجلد ٣٤، ص ١٣٦٩٣-١٣٦٩٦.

٢. يو، ل.؛ تشين، س. تشانغ، م. شين، C.؛ جيانغ، T.؛ Guan, X. مراجعة للتعلم المعزز العميق لإدارة الطاقة في المباني الذكية. IEEE Internet Things J. 2021، ٨، ١٢٠٤٦١٢٠٦3-. [المرجع المتقاطع]

٣. تشن، Z .؛ هو، ي. الذكاء الاصطناعي وحماية البيئة للمباني. مشكلة. إيكوروزفوجو/مشكلة. حَافَظ على. ديف. ٢٠٢٣، ١٨، ٢٥٤-٢٦٢. [المرجع المتقاطع]

٤. بيرديكا، ر. باولانتي، م.؛ فيليسيتي، أ. بيتشينيني، F.؛ Zingaretti، P. الكشف التلقائي عن الأخطاء في المزارع الكهروضوئية: SolAIR، نظام قائم على التعلم العميق للصور الحرارية. طاقات ٢٠٢٠، ١٣، ٦٤٩٦. [المرجع المتقاطع]

٥. روميرو، هفم. هيرناندير كاليجو، L.؛ ريبولو، إم جي؛ كاردينوسو-بايو، V.؛ غوميز، فيرجينيا؛ بيلو، إتش جيه؛ مويو، RT؛

أراغونيس، مجموعة بيانات JIM الاصطناعية لصور اللمعان الكهربائي للخلايا الكهروضوئية بواسطة شبكات الخصومة التوليدية التلافيفية العميقة. الاستدامة ٢٠٢٣، ١٥، ٧١٧٥. [المرجع المتقاطع]

٦. Noh, SK نظام تصنيف الملابس المعاد تدويرها باستخدام إنترنت الأشياء الذكي والتعلم العميق مع AlexNet. حساب. إنتل. علم الأعصاب. ٢٠٢١، ٢٠٢١، ٥٥٤٤٧٨٤. [المرجع المتقاطع] [مجلات]

٧. خانا، أ. لامبا، BY؛ جاين، س. بولشيف، ف؛ بودنيكوف، د.؛ بانتشينكو، V.؛ سميرنوف، أ. إنتاج وقود الديزل الحيوي من الجاتروفا: نهج حسابي عن طريق الذكاء الاصطناعي والخوارزمية الجينية. الاستدامة ٢٠٢٣، ١٥، ٩٧٨٥. [المرجع المتقاطع]

٨. بن عثمان، أ.؛ أوني، أ.؛ بسبس، م. التقدير القائم على التعلم العميق لإمكانات محطات الطاقة الكهروضوئية في ظل تغير المناخ: دراسة حالة العكاريت، تونس. استدامة الطاقة. شركة نفط الجنوب. ٢٠٢٠, ١٠, ٣٤. [المرجع المتقاطع]

٩. موكياه، س.س. ثانجافيلو، ج.؛ هيبار، ر.؛ هالدار، ن.؛ Singh، H. تصميم وتطوير نظام إدارة النفايات الصلبة القائم على إنترنت الأشياء الذكي باستخدام الرؤية الحاسوبية. البيئة. الخيال العلمي. التلوث. الدقة. ٢٠٢٢, ٢٩, ٦٤٨٧١–٦٤٨٨٥. [المرجع المتقاطع]

١٠. كورديرو كوستاس، م.؛ فيلانويفا، د.؛ إيجويا–أولر، ب. Granada–Álvarez, E. نماذج التعلم الآلي والتعلم العميق المطبقة على التنبؤ بإنتاج الطاقة الكهروضوئية. تطبيق. الخيال العلمي. ٢٠٢٢، ١٢، ٨٧٦٩. [المرجع المتقاطع]

١١. أغاروال، ك.؛ مجويل، مم. المستريحي، ح؛ العمري، س.؛ جوك، م. علاء الدين، AMZ؛ عبد الرحمن، ش. وآخرون. هل بدأ المستقبل؟ النمو الحالي للذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق. العراقي ج. كومبيوتر. الخيال العلمي. الرياضيات. ٢٠٢٢، ٣، ١١٥–١٢٣.

١٢. مهلانجا، د. الذكاء الاصطناعي في الصناعة ٤.٠ وتأثيره على الفقر والابتكار وتطوير البنية التحتية وأهداف التنمية المستدامة: دروس من الاقتصادات الناشئة؟ الاستدامة ٢٠٢١، ١٣، ٥٧٨٨. [المرجع المتقاطع]

١٣. فينويسا، آر؛ عزيزبور، هـ؛ لايت، أنا. بلعام، م.؛ ديجنوم، V.؛ دومش، S .؛ فيلاندر، أ.؛ لانغانس، SD؛ تيجمارك، م. فوسو نيريني، ف. دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. نات. مشترك. ٢٠٢٠، ١١، ٢٣٣. [المرجع المتقاطع] [مجلات]

١٤. تشودري، IS؛ ساراواري، سام؛ الرفاعي، جورجيا؛ شبشوب، ح. حان الوقت لإعادة النظر في منهج تقييم أداء الطلاب الحالي في قطاع التعليم العالي في عصر جديد من ChatGPT – دراسة حالة. تعليم مقنع. ٢٠٢٣، ١٠، ٢٢١٠٤٦١. [المرجع المتقاطع]

١٥. حمادي، س.س. مجيد، BH؛ حسن، أ.ك. أثر استراتيجية التعلم العميق في التحصيل في الرياضيات والذكاء العملي لدى طلاب المدارس الثانوية. كثافة العمليات. جي إمرج. تكنول. يتعلم. ٢٠٢٣، ١٨، ٤٢. [المرجع المتقاطع]

١٦. أمبوبويوج، EMI؛ لاوموك، جي إل سي؛ مانتاك، قروض إدارة الإسكان الفدرالية؛ باجولايان، إف إم سي؛ سايسون، CJEC؛ فيلاسكو، إيه سي إم؛ بيراي، ET الاستماع النشط: تأثيره على تعلم اللغة وفهم طلاب التعليم. كثافة العمليات. Multidiscip .J. تطبيق. حافلة. تعليم. الدقة. ٢٠٢٣، ٤، ٦٧١-٦٧٦. [المرجع المتقاطع]

١٧. دونغ، أ. تحليل خطوات تدريس التربية البدنية على أساس التعلم العميق. كثافة العمليات. J. التوزيع. النظام. تكنول. (إيجدست) ٢٠٢٣، ١٤، ١-١٥. [المرجع المتقاطع]

١٨. أولتشاك، J .؛ بافلوبولوس، J .؛ بريجس، J.؛ إيجبما، ف.ف. دورنبيرج، JN؛ لوندستروم، C .؛ هيدلوند، J.؛ جوردون، م. تقديم دراسات الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق والتعلم الآلي للأطباء والمساهمين في الرعاية الصحية: مرجع تمهيدي

مع إرشادات ومقترح قائمة مرجعية لأبحاث الذكاء الاصطناعي السريري (CAIR). اكتا أورثوب. ٢٠٢١، ٩٢، ٥١٣-٥٢٥. [المرجع المتقاطع]

١٩. فينويسا، آر؛ Sirmacek, B. نماذج التعلم العميق القابلة للتفسير للمساعدة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. نات. ماخ. إنتل. ٢٠٢١، ٣، ٩٢٦-٩٢٦. [المرجع المتقاطع]

٢٠. ستريش، J.؛ روميرو، J.؛ جازولا، ججفم؛ كينر، د.؛ كليف، أ.؛ براتس، إت؛ براون، جي بي؛ خوري، س. توسكان، جورجيا؛ جارفين، م. وآخرون. هل تستطيع حوسبة الإكساسكيل والذكاء الاصطناعي القابل للتفسير المطبق على بيولوجيا النبات تحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة؟ العملة. رأي. التكنولوجيا الحيوية. ٢٠٢٠, ٦١, ٢١٧-٢٢٥. [المرجع المتقاطع]

٢١. جيريت، أ.؛ جوليان، V.؛ كاراسكوسا، سي. التوائم الرقمية المدعومة بالذكاء الاصطناعي في التطبيقات المتعلقة بأهداف التنمية المستدامة. وفي وقائع مؤتمر FLAIRS الدولي، كليرووتر، فلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية، ١٤-١٧ مايو ٢٠٢٣؛ المجلد ٣٦.

٢٢. العلمي، هـ. العلبي، AG. أيوب، م.؛ الجاغوب، هـ.؛ الأسد، س. عبد الكريم، ماجستير طباعة الخرسانة ثلاثية الأبعاد: التقدم الحديث والتطبيقات والتحديات والدور في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. عمارات ٢٠٢٣، ١٣، ٩٢٤. [المرجع المتقاطع]

٢٣. Si, D. إطار عمل لتحليل تأثيرات الذكاء الاصطناعي على أهداف التنمية المستدامة. يسلط الضوء على العلوم. م. تكنول. ٢٠٢٢، ١٧، ٣١٣-٣٢٣. [المرجع المتقاطع]

٢٤. تروبي، ج. إدارة الذكاء الاصطناعي لصالح أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة. حَافَظ على. ديف. ٢٠٢٠، ٢٨، ٩٤٦-٩٥٩.[المرجع المتقاطع]

٢٥. جابر، م. إنترنت الأشياء والتعلم الآلي لتمكين أهداف التنمية المستدامة. أمام. مشترك. شبكة. ٢٠٢٣, ٤, ١٢١٩٠٤٧.[المرجع المتقاطع]

٢٦. تشانغ، سي. نحو التأثير المجتمعي للذكاء الاصطناعي. وفي وقائع مؤتمر AAAI حول الذكاء الاصطناعي، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية، ٧-١٤ فبراير ٢٠٢٣؛ المجلد ٣٧، ص ١٥٤٦٣-١٥٤٦٣.

٢٥-كيلانيوتي، إيرين؛ بابادوبولوس، جورج أ. إطار التعلم العميق القائم على الرسم البياني المعرفي للبحث الفعال في تشابه المحتوى لبيانات أهداف التنمية المستدامة. ذكاء البيانات ٢٠٢٣، ١-١٩.