جـــــــامعة يـــــحي فـــــارس بالمدية

كليـــــة الحقوق والعلوم السياسية

قسم الحقوق

دور الذكاء الاصطناعي في حماية البيئة

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر في الحقوق

تخصص: دولة ومؤسسات

من إعداد الطالبتين:

- العيشي عامرة
- تومي مفيدة

تحت إشراف الأستاذة :

د/ بوزيدي عائشة

لجنة المناقشة :

الاسم واللقب	المؤسسة الأصلية	الدرجة العلمية	الصفة
حماني عبلة	جامعة المدية	د.أ	رئيسا
بوزيدي عائشة	جامعة المدية	د.أ	مشرفا ومقررا
شيكر ريمة	جامعة المدية	د.أ	مناقشا

السنة الجامعية: 2025/2024 م

شكر وعرفان

الحمد لله الذي انعم علينا بنعمة العلم، ووفقنا لإنجاز هذا العمل وإتمامه، نتقدم بالشكر الجزيل والتقدير الخالص والاحترام الفائق إلى كل من ساعدنا من قريب أو بعيد في إنجاز هذا العمل المتواضع، ونخص بالذكر الأستاذة المشرفة:

"بوزيدي عائشة"

الذي كان لها الفضل بالإشراف على هذا البحث منذ أن كان مجرد فكرة حتى اكتمل في صورته النهائية، لم تدخر جهدا في مساعدتنا بما قدمته من توجهات ونصائح ثمينة زادت من قيمة الدراسة.

نتقدم بأسمى عبارات الشكر والتقدير لجميع الأساتذة الذي تابعونا طيلة مشوارنا الجامعي ونشكر أيضا لجنة المناقشة لتفضلهم بقبول مناقشة هذه المذكرة.

"جزاكم الله خيرا"

الاهداء:

إلى العزيز الذي حملت اسمه فخرا وإلى من كللّه الله بهيبة والوقار إلى من حصد الاشواك عن دربي وزرع لي راحة بدلا منها إلى أبي

لم يحني ظهر أبي مكان يحمله لكن ليحملني من أجلي نحدب فكنت أحجب عن نفسي مطالبها فكان يكشف عما أشتهي المحجب فشكرا لكونك أبي

وإلى من علمتني الأخلاق قبل أن اتعلمها إلى الجسر الصاعد به إلى الجنة إلى اليد الخفية التي أزالت عني العقبات ومن ظلت دعواتها تحمل إسمي ليلا ونهارا أمي محبوبتي وملهمتي

إلى من وهبني الله نعمة وجودهم إلى مصدر قوتي وأرضي الصلبة وجدار قلبي متين إخوتي وأخوتي

إلى ما أن ضاقت بيا الدنيا وسعت بخطاهم وإن سقطت كانو من أول من رفعوني بكلماتهم

إلى من رافقني بالقلب قبل الدرب أصحابي وأحبتي

ها أنا يوم طويت صفحة من التعب في تاريخي فخرا لا ينسى لم أعد أتساءل عن ملامح الوصول فقد رأيتها في عيوني تلاشت غيوم التعب وإبتسم الأفق بعد عتمة الانتظار هاهي خطى كانت تتعثر أحيانا قد وجد مستقرها في قمة الإنجاز بين طيات الطريق تنفست سلاما وفرحا وإمتنانا وآخر دعواهم أن الحمد الله ربي العالمين.

عامرة

الاهداء:

الحمد الله حبا وشكرا وامتنانا على البدء والختام

"أخر دعواهم أن الحمد الله ربي العالمين "

لم تكن الرحلة قصيرة والطريق محفورة بالتسهيلات لكنني فعلتها

فالحمد الله الذي بنعمته تتم الصالحات.

أهدي هذا النجاح إلي نفسي الطموحة أولا أبدأت بطموح انتهت بنجاح

وبكل حب أهدي ثمرة نجاحي الى الذي زين أمسي بأجمل الألقاب ومن دعمني بلا حدود وأعطاني بلا مقابل

إلى من علمني أن الدنيا كفاح وسلاحها العلم والمعرفة الى من حصد الأشواك عن دربي لمهد لي طريق العلم الى داعمي الأول في مسيرتي ملاذي بعد الله الى أبي الغالي.

إلى من جعل الجنة تحت أقدامها واحتضنني قلبها قبل يدها وسهلت الي الشدائد بدعائها، الى القلب الحنون والشمعة التي كانت لي في الليالي مظلمة سر قوتي ونجاحي ومصباح دربي، الى وهج حياتي أمي ورفيقة دربي

إلى ضلعي الثابت الى من شددت عضدي بهم فكانوا لي ينابيع أرتوي منها الى خيرة أيامي وصفوتي إخوتي

إلى من ساندي بكل حب وقت ضعف الى من داعمني وأنتظر هذه اللحظات لي يفتخر بي

الى من أراه خالدا وسط قلب

ي "زوجي"

إلى كل الأحبة والأصدقاء الذين كإنو موضع الاتكاء في كل عثراتي الى من تحلى بإخاء وتميزت بالوفاء والعطاء صديقة عامرة العيشي.

مفيدة

مـــــقدمـــــــة

مقدمة:

يشهد عالمنا اليوم تحولات جذرية في مختلف المجالات، ويعود الفضل في ذلك إلى التطورات التكنولوجية الهائلة، وتحديدًا الانتشار الواسع للعمليات الرقمية عبر التطبيقات والبرمجيات الحديثة. من أبرز هذه التطورات يبرز الذكاء الاصطناعي(AI) ، وهو مجال حديث ومتطور يسعى لتطوير أنظمة قادرة على محاكاة القدرات البشرية في التفكير واتخاذ القرارات. يعتمد الذكاء الاصطناعي على تقنيات متقدمة مثل التعلم الآلي ومعالجة البيانات الضخمة، مما يتيح له تطبيقات واسعة في مجالات متنوعة؛ فمن تحسين عمليات الصيانة إلى تطوير حلول مبتكرة في الطب والتعليم، وصولًا إلى الجانب البيئي الذي يشكل محور دراستنا هذه.

مع تزايد المشكلات البيئية كالتغير المناخي والتلوث واستنزاف الموارد الطبيعية، أصبح البحث عن حلول مبتكرة ضرورة ملحة للحفاظ على بيئتنا. هنا يبرز دور الذكاء الاصطناعي كأداة فعالة يمكنها المساعدة في رصد وتحليل هذه المشكلات البيئية، وتقديم حلول ذكية تعزز الاستدامة.

تبرز أهمية هذه الدراسة في تسليط الضوء على دور الذكاء الاصطناعي في حماية البيئة، فمن الضروري التوعية بوجود هذه التقنية وإبراز كيف يمكن للتكنولوجيا الحديثة، وخاصة الذكاء الاصطناعي، أن تواجه التحديات البيئية التي تهدد مستقبل الأرض والإنسانية. تهدف الدراسة إلى تسليط الضوء على تأثير الذكاء الاصطناعي على الاستدامة البيئية، وكيف يمكنه المساعدة في تحسين إدارة البيئة وتقليل الأضرار البيئية. كما تسعى إلى توعية المجتمع بأهمية دمج التكنولوجيا في القضايا البيئية، من خلال نشر ثقافة الاستفادة من التقنيات الحديثة لصالح البيئة والمجتمع. بالإضافة إلى ذلك، تحاول الدراسة تبيان الآثار والتحديات المتعلقة باستخدام الذكاء الاصطناعي في حماية البيئة، وتقييم مساهماته في تعزيز آليات الحماية البيئية من خلال نماذج واقعية لتجسيد توظيفه الفعال.

أما الأسباب الموضوعية لهذه الدراسة فتكمن في أهمية الموضوع في ظل التحديات البيئية الراهنة مثل التغير المناخي، التصحر، والتلوث البيئي، بالإضافة إلى قلة الدراسات الأكاديمية التي تناولت العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وحماية البيئة. كما أن قصور الوسائل التقليدية في مواجهة التحديات البيئية الحالية يفرض ضرورة دمج أدوات تكنولوجية حديثة قادرة على المعالجة الذكية للبيانات البيئية.

تنبع الدوافع وراء هذه الدراسة من الرغبة الشخصية في الخوض في مواضيع تهتم بالبيئة والمساهمة في حمايتها، والرغبة في البحث في موضوع جديد يجمع بين التكنولوجيا وحماية البيئة، إلى جانب الفضول العلمي تجاه الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته المتعددة.

وتعد الدراسات السابقة من بين عناصر البحث الأساسية والمنهجية لطرق باب البحث وعليه استندنا لمجموعة من الدراسات التي تخدم الموضوع وتنميه من بينها بن مارس هالة ،مخانشة مايا ،تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الصفقات العمومية ،مذكرة مقدمة ضمن متطلبات الحصول على شهادة الماستر مشروع مؤسسة ناشئة في اطار وزاري 12/75تخصص قانون عام كلية الحقوق والعلوم السياسية جامعة 8ماي 1945حيث تناولت دراسة في جانب الصفقات العمومية والتي تختلف عن دراستنا في كونها ركزت على دور الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي وأيضا محمد كمال جلال في مذكرته المراقبة بواسطة الذكاء الاصطناعي وتداعياته على حقوق الانسان حيث تناول تداعيات وتقييم مدى تأثيرها على حقوق الانسان بشتى الطرق فأخذنا منه التأثيرات الإيجابية والسلبية للذكاء الاصطناعي الذي بدوره يؤثر على الانسان وحقوقه خاصة ان البيئة النظيفة والجيدة تخدمه وتخدم مصالحه.

وعليه نطرح الإشكالية التالية :

إلى أي مدى يمكن للذكاء الاصطناعي أن يكون أداة لحماية البيئة؟

ومنها نستطيع ان نزود الإشكالية الرئيسية بأسئلة فرعية نذكر منها:

-ماهي أبرز تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي؟

-هل الذكاء الاصطناعي يساعد في الوقاية ام المعالجة فقط؟

أبرز الصعوبات التي واجهت هذه الدراسة، كانت في حداثة الموضوع حيث كان من بين التحديات التي واجهت الباحثين أثناء هذه الدراسة. هذا ما جعل عملية البحث أكثر صعوبة في إيجاد المراجع ذات الصلة، وكذلك نقص البيانات البيئية الدقيقة، مما أدى إلى نقص نسبي في المعلومات، خاصة في إطار مجال الذكاء الاصطناعي واستخداماته في المجالات البيئية.

للإجابة على الإشكالية المطروحة وتحقيق الإحاطة بمختلف جوانب هذا الموضوع والوصول إلى النتائج المرجوة، تم الاعتماد على المنهج الوصفي من خلال استعراض المفاهيم والتعريفات ذات الصلة بالموضوع. بالإضافة إلى ذلك، تم استخدام المنهج التحليلي في تحليل مختلف نماذج وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي.

لتحقيق الهدف من الدراسة، ونظرًا لطبيعة الموضوع والمعالجة القانونية لإشكالية البحث، تم تقسيم الموضوع إلى فصلين: خصص الفصل الأول للإطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي، حيث تم التطرق

إلى مفهوم الذكاء الاصطناعي في المبحث الأول وعلاقته بالبيئة في المبحث الثاني. أما الفصل الثاني فخصص للتوظيف التكنولوجي للذكاء الاصطناعي في خدمة البيئة، حيث تم التطرق في المبحث الأول إلى تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي، وفي المبحث الثاني إلى آثار وتحديات الذكاء الاصطناعي التي تواجه البيئة.

الفصل الأول

الإطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي في حماية البيئة

الفصل الأول: الإطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي في حماية البيئة

يواجه كوكب الأرض في ظل التحديات البيئية المتزايدة من تغير القدرة على إحداث فارق مناخي وازياد في معدلات التلوث وفقدان التنوع البيولوجي، حيث أصبح من الضروري البحث عن حلول مبتكرة ومستدامة وقد برز الذكاء الاصطناعي كأداة تقنية حديثة قادرة على احداث فارق حقيقي في هذا المجال فالقدرة الهائلة للذكاء الاصطناعي على تحليل كميات ضخمة من البينات والتنبؤ بالأنماط واتخاذ قرارات دقيقة جعلت منه حليفا قويا في الجهود العالمية لحماية البيئية والحفاظ على الموارد الطبيعة ، وفي هذا فصل سوف نتطرق الى الاطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي في حماية البيئة والذي ينقسم بدوره الى مبحثين سنتناول في الأول الاطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي وفي الثاني علاقة الذكاء الاصطناعي بالبيئة.

المبحث الأول: الإطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي

يعتبر الذكاء الاصطناعي من أهم مخرجات الثورة الصناعية الرابعة وجزء أساسي من هذه الثورة، نظرا لتنوع استخداماته في عديد من القطاعات العسكرية والصحية والبيئية وغيرها حيث أضحى هذا المجال جزء أساسيا في حياتنا اليومية وأصبح من المتوقع في المستقبل القريب أن تزيد نسبه الاعتماد عليه خاصة مع التقدم المستمر للتكنولوجيا وزيادة قدرات الذكاء الاصطناعي وهذا ما سنتناول في هذا المبحث.

المطلب الأول: تعريف الذكاء الاصطناعي

لقد تعددت التعاريف الفقهية لذكاء الاصطناعي إلا أنه لا يوجد تعريف موحد له وهو ما سنتطرق إليه في هذا المطلب.

لمعرفة ذكاء الاصطناعي يجب علينا بداية تعريف الذكاء الإنساني، فهذا الأخير هو الذي يرتبط بالقدرات العقلية مثل القدرة على التكيف مع ظروف الحياة والاستفادة من التجارب والخبرات السابقة والتفكير والتحليل والتخطيط وحل المشاكل والاستنتاج السليم والاحساس بالأخرين، وكذا تعلم مختلف المهارات واستخدام ما تتعلمه في كل ما هو صحيح ومفيد. أما الذكاء الاصطناعي فهو يحاول يحاكي ذكاء الانسان ويفهم طبيعته من خلال عمل برنامج للحساب الالي قادر على محاكاة السلوك الإنساني المتسم بالذكاء.

إذن يمكن تعريف الذكاء الاصطناعي على أنه علم " يهتم بصناعة آلات تقوم بتصرفات يعتبرها الانسان تصرفات ذكية.

يحاول العلماء الباحثون في هذا المجال جعل الالة أو الجهاز يعرض سلوك الانسان، ويسمى بالسلوك الذكي وحيث أن هذه الألة هي غالبا جهاز الحاسوب، فإن الذكاء الاصطناعي يعد أحد فروع "علم الحاسوب " يهتم بدراسة وصناعة أنظمة يمكننها أن تفكر وتستنبط استنتاجات مفيدة حول العالم الذي نعيشه ونعيش فيه.[1]

[1] خديجة الكبرى سلطاني، **الذكاء الاصطناعي مداخلة ومفاهيمه وأهم خصائصه وتطبيقاته في المعالجة الالية للغة العربية**، جسور المعرفة، المجلد 11، العدد01، جامعة معسكر الجزائر، مارس2025، ص318-319.

يعرفه ادوارد فيجنبوم: بقوله أنه جزء من علوم الكومبيوتر يسعى إلى انشاء وتصميم أنساق ذكية تعطى خصائص الذكاء نفسها المعروفة في الذكاء الإنساني. ويعرفه أيضا بأنه العلم الذي يهدف إلى إنشاء تطبيقات قادرة على أداء سلوكيات توصف بالذكاء عند الإنسان.[1]

أما مارتن ويك: فيقول أنه العلم القادر على بناء الات تؤدي مهاما تحتاج للذكاء البشري عند أدائها مثل الاستنتاج المنطقي والتعلم والقدرة على التعديل، كما يمكن أن يعرف على أنه محاكاة بعض جوانب الذكاء البشري من خلل برنامج أو تطبيق محدد.

يرى مصطفى جودت صالح الذكاء الاصطناعي في مقال له: " الذكاء الاصطناعي ونظم الخبرة" على أنه " مبحث يتناول كيفية جعل الألة تؤدي عمليات محاكية لقدرات البشر العقلية"[2]

يعنى الذكاء الاصطناعي بالتحكم بالروبوت أو الجهاز الرقمي باستخدام جهاز كمبيوتر، ويعتمد على تقليد ومحاكاة العمليات الحركية والذهنية التي يمارسها الانسان، وقد أخذ الذكاء الاصطناعي بالتطور والدخول في مجالات الحياة بصورة أقوى وأكثر انتشارا منذ أن تم تطوير جهاز الحاسوب في أربعينات وخمسينيات القرن العشرين للقيام بالعمليات البشرية التي تتطلب قدرات تحليلية واستنتاجية معقدة، مثل محاكاة لعبة الشطرنج بصورة متقنة، وإثبات النظريات الرياضية.[3]

الملاحظ من خلال التعريفات السابقة أنه لا يوجد تعريف جامع وشامل للذكاء الاصطناعي، فبعض التعريفات ركزت على تشبيه الذكاء الاصطناعي بالذكاء البشري، وأخرى ركزت على الهدف من الذكاء الاصطناعي، وبعض التعريفات ركزت على التصرف الذكاء الاصطناعي كالإنسان، إلا أن جميع التعريفات السابقة تدور حول فكرة واحدة وهي قدرة الالة على التصرف مثل البشر.[4]

[1]

[2] خديجة الكبرى سلطاني، المرجع السابق ص318-319.

[3] المرجع نفسه، ص 318-319.

[4] هاشيمي رشيدة ومليايني عبد الوهاب، **الاطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي**، مجلة التراث، المجلد 14، العدد02، جامعة الأغواط، الجزائر، جوان 2024، ص 50.

الفرع الأول: أنواع الذكاء الاصطناعي

نظام الذكاء الاصطناعي ليس تقنية واحدة بل مجموعة من التقنيات التي يمكن دمجها لأداء أنواع مختلفة من المهام وقد تكون تلك المهام محددة الوظائف مثل فهم اللغة التي يتحدث بها والاستجابة بشكل مناسب. في هذا الفرع سنتطرق الى أنواع الذكاء الاصطناعي الذي نعتمد على صنفين هما[1]

أولا: أنواع الذكاء الاصطناعي حسب قدرة الذكاء الاصطناعي

الذكاء الاصطناعي يمكن تصنيفه حسب قدراته الى ثلاثة أنواع

1ـ الذكاء الاصطناعي الضيق

بمكن لهذا النوع أن يقوم بمعالجة فعالة لمشكلة محددة الغاية معينة، فبإمكانه لعب لعبة الشطرنج بطريقة احترافية والتعرف على إذا كان هناك قطعة في صورة معينة، ويضمن الذكاء الاصطناعي الضعيف القيام بالمهام الأساسية وجزء من المهام، مثل روبوتات الدراسة وخدمات الاستجابات الصوتية

Amazon (من Alexa وsiri++ Appl

2ـ **الذكاء الاصطناعي القوي :** في هذا النوع تكون الآلات الذكية القادرة على أداء المهام البشرية، بدون تدخل البشر، بحيث يمكن لها إجراء تفكير معمق وحل المشكلات بشكل إبداعي، فالكمبيوتر يمكنه القيام بحساب سريع على مخازن ضخمة من البيانات، مثل : سيارات uber ذاتية القيادة.[2]

3ـالذكاء الاصطناعي الخارق: نموج لازال تحت التجربة ويسعى لمحاكاة الأنسان، ويمكن هنا التميز بين نمطين أساسين، الأول يحاول فهم الأفكار البشرية والانفعالات التي تؤثر على سلوك البشر، وتمتلك قدرة محدودة على التفاعل الاجتماعي، أما الثاني فهو نموذج لنظرية العقل، حيث تستطيع هذه النماذج التعبير عن حالتها الداخلية وأن تتنبأ بمشاعر الأخرين ومواقفهم وقادرة على التفاعل معهم، وتوقيع أن تكون هي الجيل القادم من الآلات فائقة الذكاء.[3]

[1] بن مارس هالة ومخانشة مايا، تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الصفقات العمومية)، مذكرة للحصول على شهادة الماستر مشروع مؤسسة ناشئة في إطار القرار ال وزاري1275، (تخصص قانون عام، كلية الحقوق، جامعة قالمة،2023-2024، ص12.

[2] المرجع نفسه، ص13،12.

[3] الدكتورة سابق اميرة، الذكاء **الاصطناعي رؤى متعددة الاختصاصات**، الطبعة الأولى، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الاستراتيجية، الاقتصادية والسياسية، برلين، المانيا، افريل 2024، ص13.

ثانيا: أنواع الذكاء الاصطناعي من حيث الوظائف

1- الات الاستجابة:

أو كما تعرف بالآلات الردية هي أنظمة الذكاء الاصطناعي التي تملك ذاكرة وتم تصميمها لأداء مهمة محددة للغاية نظرا لعدم قدرتها على استعادة النتائج أو القرارات السابقة، تعمل فقط بالبيانات المتاحة حاليا. ينبع الذكاء الاصطناعي الردي من الرياضيات الإحصائية ويمكنه تحليل كميات هائلة من الإنتاج ناتج ذكاء يبدو وكأنه مسبق. من الأمثلة على الذكاء الاصطناعي الآلات الردية.

ا- جهاز شركة ايمم ديب بلو: (ibm-deep-Blue(هو جهاز سوبر كمبيوتر يلعب الشطرنج منibm وقد هزم بطل الشطرنج جاري كاسباروف في أواخر التسعينات من خلال قطع الشطرنج على اللوحة وتوقيع النتائج المحتملة لكل حركة

ب - محرك شركة توصيات نيتفلكس: (netfliw-re)يقوم باقتراح توصيات مشاهدة مدعومة بنماذج تعالج مجموعات بيانات تم جمعها من تاريخ المشاهدة لتوفير محتوى يستمتع به العملاء بشكل أكبر.[1]

2- الذكاء الاصطناعي ذو الذاكرة المحدودة:

هذا النوع من الذكاء الاصطناعي يمكنه استعادة الأحداث والنتائج السابقة ومراقبة الكائنات أو الحالات المحددة عبر الزمن، يمكن للذكاء الاصطناعي ذو الذاكرة المحدودة استخدام البيانات السابقة والحالية الاتخاذ قرار بإجراء الأنسب لتحقيق النتيجة المرغوبة.

من الأمثلة على الذكاء الاصطناعي ذو الذاكرة المحدودة:

ا- الذكاء الاصطناعي الإبداعي

يعتمد أدوات الذكاء الاصطناعي الإبداعي مثل deepal-bard-chatgbtعلى القدرات الذكاء الاصطناعي ذو الذاكرة المحدودة لتوقيع الكلمة، العبارة، او العنصر البصري التالي في المحتوى الذي يقومون بإنشائه.

[1] محمد كمال جلال، المراقبة بواسطة الذكاء الاصطناعي وتداعياتها على حقوق الانسان،)مذكرة للحصول على شهادة ماستر(، تخصص قانون دولي عام، كلية الحقوق، جامعة المدية ،2023-2024، ص17.

ب- المساعدين الافتراضين وروبوتات الدردشة: تجمع siri، Alexa، Google،assistant ، Cortana، و ibm- watsson-assistantبين معالجة اللغة الطبيعة والذكاء الاصطناعي ذو الذكراة المحدودة لفهم الأسئلة والطلبات، اتخاذ الاجراءات المناسبة، وصياغة الردود.

ج- السيارات ذاتية القيادة: تستخدم المركبات الذاتية القيادة الذكاء الاصطناعي ذو الذاكرة المحدودة لفهم العالم من حولها في الوقت الحقيقي واتخاذ قرارات مستنيرة حول متى يجب تطبيق السرعة، أو تقديم الفرامل، او القيام بمنعطف، وما إلى ذلك.[1]

3 - الذكاء الاصطناعي الذاتي الوعي

في هذا النوع تتمتع الآلات بوعي الآلات بوعي ذاتي ومشاعر خاصة تجعلها أكثر ذكاء من الانسان وهذا النوع لايزال غير موجود في أرض الواقع، وهو السلاح الجديد الذي ستتناقش عليه الدول، حيث عرفه البروفيسور في جامعة أكسفورد بوستوم بأنه: قدرة تفوق أداء أفضل العقل البشرية في كافة المجالات، وتشمل الإبداع العلمي، الحكمة العامة والمهارات الاجتماعية.[2]

ثالثا: تمييز الذكاء الاصطناعي عن الذكاء البشري

يثار سؤال مهم في هذ الصدد هل يمكن الذكاء الاصطناعي خصائص فكرية مشابها للذكاء البشري كما تتمتع أجهزة الحاسوب بقدرات عالية تضاهي قدرات البشر حيث تقوم بخزن البيانات والمعلومات والمستندات وارشفتها ويضمن الذكاء الاصطناعي تطوير هذه الأنظمة الحاسوبية لدرجة ان تكون قادرة على القيام بمهمات المختلفة والتي لها خصائص فكرية مشابه للذكاء الاصطناعي والذكاء البشري، وعلى الرغم من هذا التشابه وجد كثير من الاختلافات بين الذكاء الاصطناعي والذكاء البشري، ولعل أبرزها ما يأتي:

أ- **من حيث السرعة**: نقصد بها سرعة المعالجات، ففي الذكاء البشري لا يوجد سرعة معينة أنما تتباين من شخص الي أخر، وبصورة عامة لأيمكن للبشر التغلب على سرعة الذكاء الاصطناعي أو الآلات الذكية لأن سرعة أنظمة المعالجات في الذكاء الاصطناعي هي سرعة خارقة وفي أغلب الأحيان لها وقت محدد، فعلى سبيل المثال يمكن للدكاء البشري حل المشكلة معينة خلال خمس دقائق[3] ولكن

[1] المرجع السابق، محمد كمال جلال، ص18.

[2] بن مارس هالة ومخانشة مايا، المرجع السابق، ص15.

[3] رشا محمد صائم احمد، تطبيقات الإدارة للذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرارات الإدارية،) رسالة لاستكمال الحصول على درجة الماجستير (، القانون العام، كلية الحقوق، جامعة الشرق الأوسط ،2022، ص34

للذكاء الاصطناعي حل عشر مشكلات حسابية في دقيقة واحدة او من الممكن اقل من ذلك، بمعنى انه لا يمكن للذكاء البشري التغلب على سرعة الذكاء الاصطناعي

ـ **من حيث الهدف**: يهدف الذكاء الإنساني بصورة عامة الي التكيف مع البيئة المحيطة به من خلال الاستفادة من مجموعة من العمليات الادراكية المختلفة التي يتميز بها غيره من الكائنات، ولكن هدف الذكاء الاصطناعي بناء الأت باستطاعتها محاكاة السلوك البشري وأداء أفعال متشابهة الى حد ما أفعال البشر.

ب ـ **من حيث استقبال المعلومة**: يكون التعلم في الذكاء البشري بطريقة تراكمية عن طريق الاستفادة من التجارب السابقة التي ستعرض لها طوال حياته. لكن الذكاء الاصطناعي لا يتعلم بالطريقة نفسها التي يتعلم بها الذكاء البشري ولكن وسيلة التعلم للذكاء الاصطناعي يكون تعلمنا أليا عن طريق البيانات الضخمة التي يجري تزويده بها ويكون ذلك من خلال التدريب المستمر.

ج-من حيث ذاكرة: إن الذاكرة البشرية محدودة المدة مقارنة بذاكرة الوصول العشوائي للكمبيوتر على الرغم من أوجه الشبه بين الذاكرتين يمكن التميز في الذاكرة البشرية بين الأخيرة والبرامج وغيرها من حيث حجم المعلومات وكمية المخزون منها، ويمتاز العقل البشري فضلا عن ذلك بأن وجود الدماغ وأهمية وجوده في الجسد، وكذلك فان الدماغ البشري هو نظام ذاتي من صنع الخالق (عزوجل) ولاحد يتدخل في تنظيمه سوى الله تعالى.[1]

الفرع الثالث: خصائص الذكاء الاصطناعي

يتميز الذكاء الاصطناعي بمجموعة من الخصائص أو المميزات التي تحيط به وتتمثل في:

شرح المواد الدراسية، وتقديم تغذية راجعة فورية على الإجابات.

تقديم النصح والإرشاد الأكاديمي للطلاب حول أفضل قسم يمكن الالتحاق به في الكلية أو لدراسة مواد دراسية تتلاءم مع قدراتهم العقلية.

الوصول لعدد كبير من الطلاب حيث يساعد في جعل الفصول الدراسية متاحة للجميع، خاصة إذا كانوا يتحدثون بلغات مختلفة أو يعانون من إعاقات سمعية.[2]

[1] رشا محمد صائم احمد، المرجع السابق، ص 35.
[2] ا.م.د هناء رزق محمد، أنظمة الذكاء الاصطناعي ومستقبل التعليم، مجلة دراسات في التعليم الجامعي، العدد الثاني والخمسون،2021، ص574.

القدرة التنبئية من خلال تحليل البيانات للتعرف على الطالب المعرض للفشل أو التسرب من التعليم وبالتالي يمكن التدخل من المؤسسة مبكرا في الوقت المناسب.

يمكن استخدامه في النواحي الإدارية والتنظيمية بالمؤسسة التعليمية في الرد على استفسارات الطلاب عن مواعيد الاختبارات، أو التسجيل والالتحاق بالكليات، والرد على أسئلة الطلاب الجدد حول مجالات الدراسة المناسبة لهم وذلك من خلال روبوت محادثة مزود بإمكانات الذكاء الاصطناعي.

تمكين الطلاب من العثور على المعلومات بشكل أسرع ومن مصدر واحد.

ـتحرير المعلمين والإداريين من الأعمال الروتينية.

ـتجميع كمية بيانات ضخمة من النظام تستخدم في تغذية شبكات التعلم الآلي من أجل تطوير برامج تعليمية مخصصة وتحسين تجارب الطلاب.

توفير الوقت والجهد والأسهام في توفير واقع بديل للطلاب، فأنها تعود الطلاب على المواجهة، ومواكبة التكنولوجيا الحديثة.[1]

المطلب الثاني: مكانة الذكاء الاصطناعي

في ظل التطورات المتسارعة في مجال التكنولوجيا أصبح الذكاء الاصطناعي أحد ركائز التي تقوم عليها الثورة الصناعية الرابعة لما له من القدرة على إحداث تغيرات جوهرية في مختلف جوانب الحياة.

إذا لم بعد الذكاء الاصطناعي مجرد مفهوم نظري او تقني بل اضحى أداة استراتيجية تعتمد عليها الدول المؤسسات لتحقيق التقدم والنمو ويكسب الذكاء الاصطناعي أهمية وأهداف سوف نتطرق إليها في هذا المطلب

الفرع الأول: أهمية الذكاء الاصطناعي

أولا: حفظ الخبرة التي يمكن أن تتفقد من خلال التقاعد أو الاستعمال أو الموت

ثانيا: خزن المعلومات لخلق قاعدة المعرفة للعديد من المستخدمين أو أن تكون قواعد التعلم.

ثالثا: إزالة الروتين والأعمال غير المرضية.

[1] المرجع نفسه، هناء رزق محمد، ص575.

رابعا: تحسين أساس معرفة المنظمة من خلال اقتراح حلول للمشكلات المحددة والمعقدة وذلك بان يحللها الانسان لمدة قصيرة.[1]

خامسا: المساعدة في حل المشكلات المعقدة ذات مسارات الحل المتعددة أو التي ليس لها طريقة حل معروفة باستخدام البرمجية التقليدية وخزنها لحين الاستفادة منها.

الفرع الثاني: أهداف الذكاء الاصطناعي

يهدف الذكاء الاصطناعي الاستيعاب طبيعة الذكاء البشري من خلال برامج وأنظمة حاسوبية قادرة على محاكاة الإنسان في حل مسألة ما أو اتخاذ قرارات معنية، حيث يعتمد الذكاء الاصطناعي في الأساس على مبدأ الاستقراء والاستدلال. كما يهدف الذكاء الاصطناعي إلى تطوير أنظمة برمجية تحاكي في أدائها الذكاء البشري أو أفضل منه، لذلك صممت تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتكون تقليدا لتصرفات العقل البشري.

إن الذكاء الاصطناعي يحاول وضع المعارف البشرية داخل الحاسوب ضمن ما يعرف بقواعد المعرفة، ثم يستطيع الحاسوب عبر الأدوات البرمجية البحث في هذه القواعد، والقيام بالمقارنة والتحليل لأجل استخلاص واستنتاج أفضل الأجوبة والحلول للمشكلات المختلفة. وهذا يشبه ما يقوم به الإنسان عندما يحاول حل مشكلات جديدة تصادفه في حياته اليومية، فهو يستحضر خبراته وتجاربه السابقة وتوقعاته للنتائج المحتملة، ومن خلال مهاراته في الاستنتاج والمفاضلة يختار أحسن الحلول المتاحة.[2]

[1] حيدة سعاد وكادي سليمة، استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين عملية اتخاذ القرار في المؤسسة الاقتصادية، دراسة حالة شركة انتاج الكهرباء والغاز،) مذكرة للحصول على شهادة ماستر، تخصص إدارة اعمال (، كلية العلوم الاقتصادية، تجارية وعلوم التسيير، جامعة ادرار، الجزائر،2019-2020، ص10.

[2] صفاء جمال جواس واحمد جمال جواس، استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مؤسسات التعليم العالي في اليمن (دراسة استكشافية)، مجلة قيس للدراسات الإنسانية والاجتماعية، المجل د08، ال عدد01، جوان2024، ص1374.

المبحث الثاني: علاقة الذكاء الاصطناعي بالبيئة

تعد البيئة من أهم المقومات التي تقوم عليها حياة الكائنات الحية، فهي الإطار الشامل الذي يحتضن الإنسان وجميع عناصر الطبيعة، ويؤثر فيه ويتأثر به. ومع تطور الحياة وزيادة الأنشطة البشرية أصبحت البيئة تواجه تحديات متزايدة تهدد توازنها واستدامتها. في هذا السياق برز الذكاء الاصطناعي كأداة قوية تسهم في فهم التحديات واقتراح حلول مبتكرة لها لأهمية هذا الموضوع بات من الضروري التعرف على البيئة بمفهومها الشامل، وفهم أنواعها المختلفة، للوقوف على جوهر علاقة بين الذكاء والبيئة في مجموعة من المبادئ التي تضمن حمايتها والحفاظ الأجيال القادمة في هذا المبحث سنتناول مطلبين الأول بعنوان مفهوم البيئة والثاني بعنوان المبادئ القانونية لحماية البيئة.

المطلب الأول: مفهوم البيئة

رغم التغيرات المتسارعة التي يشهدها العالم المعاصر برز الذكاء الاصطناعي كأداة محورية في رسم ملامح المستقبل، ليس فقط في المجالات الاقتصادية والتقنية، بل كذلك في التصدي للتحديات البيئية المتزايدة، بينها يرسخ قواعده في حماية الموارد الطبيعة وتحقيق التنمية المستدامة، ويتقاطع مع الذكاء الاصطناعي في العديد من المبادئ الجوهرية.

الفرع الأول: تعريف البيئة

يعدّ مفهوم البيئة من أهم المفاهيم التي تشغل الفكر الإنساني والعلمي في العصر الحديث، وذلك نظرًا لتزايد الوعي بالتحديات البيئية التي تواجه كوكبنا. لم يعد الحديث عن البيئة مقتصرًا على الأوساط المتخصصة، بل أصبح جزءًا لا يتجزأ من الحوار اليومي والسياسات العالمية. على الرغم من شيوع هذا المصطلح، إلا أن تعريفه الدقيق يظل موضوع نقاش بين الباحثين والعلماء، وذلك لتعدد أبعاده وتداخل مكوناته.

يهدف هذا الفرع إلى استكشاف مفهوم البيئة بشكل متعمق، بدءًا من أصوله اللغوية في اللغة العربية وغيرها من اللغات، مرورًا بتطوره الاصطلاحي في مختلف السياقات العلمية والقانونية. سيتم تناول التعريفات المتعددة للبيئة، مع التركيز على العناصر الأساسية التي تشكلها، سواء كانت طبيعية (كالهواء والماء والتربة والكائنات الحية) أو صناعية (كالمنشآت التي أقامها الإنسان).[1] من خلال هذا الاستعراض، سيتضح لنا مدى اتساع مفهوم البيئة، وأهمية فهمه الشامل لتحديد آليات حمايتها وإدارة

[1] د. بن فاطيمة بوبكر، القانون الدولي لحماية البيئة، مطبوعة خاصة بطلبة الماستر تخصص النظام القانوني لحماية البيئة ،كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة الدكتور مولاي الطاهر سعيدة، الجزائر ،2016-2017، ص04 و05

مواردها بفعالية، وهو ما يمثل نقطة انطلاق أساسية لدراسة دور التقنيات الحديثة كالذكاء الاصطناعي في تحقيق الاستدامة البيئية

أولا: تعريف البيئة لغة

البيئة في اللغة اسم مشتق من الفعل الماضي باء بواء ومضارعه يبوء، وتشير معاجم اللغة العربية إلى أن الفعل قد استخدم في اكثر من معنى، ولكن أشهر هذه المعاني هو ما كان في أصله اللغوي يرجع إلى الفعل باء ومضارعه يتبوا بمعنى نول وأقام"،[1] وكذلك مكنا ليوسف في الأرض يتبوا منها حيث يشاء "وأيضا قوله تعالى،" واوحينا الى موسى واخيه ان تبوءا لقومكما بمصر بيوتا" وفي الحديث الشريف "من كذب عليا متعمدا فليتبوا مقعده من النار"، أي لينزل منزله من النار، وهذا التبوء هو الحلول والنزول والسكن، ويمكن أن يؤخذ منه أن البيئة هي المحل والمنزل والسكن ولفظ البيئة من الالفاظ الجديدة في اللغة الفرنسية وقد ادخله معجم اللغة الفرنسية" le petit Larousse" ضمن مفرداته عام 1972 ليعبر عن مجموعة العناصر الطبيعية والصناعية " التي تلتزم لحياة الأنسان، أما في اللغة الإنجليزية فان البيئة تستخدم بلفظ "environnement" للدلالة على الظروف المحيطة المؤثرة على النمو، كما يستخدم للتعبير عن الظروف الطبيعية مثل الهواء والماء والأرض التي يعيش فيها الأنسان، أما من الوجهة العملية فهي المكان الذي يحيط بالشخص ويؤثر على مشاعره وأخلاقه وأفكاره ويتطابق هذا التعريف مع التعريف الفرنسي كلمة" environnement" التي تعني مجموع الظروف الطبيعية للمكان من هواء وماء وأرض والكائنات الحية المحيطة بالإنسان.

كما يشير مصطلح البيئة إلى منطقة محددة أو كوكب بأكمله وجزء من الفضاء الخارجي المحيط به، فمنظمة اليونسكو تستعمل مصطلح " المجال الحيوي" وهو مفهوم واسع للبيئة باعتبار أنه يشير الى كل البيئة البشرية وجزء من الكون أين تتركز جميع أشكال الحياة.[2]

ثانيا: تعريف البيئة اصطلاحا

أن لفظ البيئة أصبح من الألفاظ الشائعة الاستعمال في الوقت الحاضر، على الرغم من أنه لم يكن هناك اتفاق ما بين الباحثين والعلماء، على تحديد معنى البيئة اصطلاحا بشكل دقيق، الأ أن معظم التعريفات تشير إلى المعنى نفسه، يعرف بعض الباحثين البيئة بأنها:" هي المحيط الذي يعيش فيه الانسان بما يشمله من ماء، هواء، فضاء، تربة، كائنات حية، منشأة أقامها الأنسان لإشباع حاجاته.

[1] د. بن فاطيمة بوبكر، المرجع السابق، ص04 و05.
[2] المرجع نفسه، ص05.

بالنظر إلى هذا التعريف نجده قد أضاف عنصرا جديدا إلى جانب العناصر الحية وغير الحية، يتمثل في جملة المنشاة التي أقامها الأنسان كجزء هام من مكونات المواد البيئية، من جملة التعاريف السابقة يمكننا وضع تعريف تقريبي للبيئة قوامه أنها مجموعة من العوامل الطبيعية الحية منها وغير الحية من جهة أخرى، ومجموعة من العوامل الوضعية المتمثلة في كل ما أقامه الأنسان من منشأة لسد حاجاته من جهة أخرى. أما الدكتور " ميشال بريور" فأنه يشير في تعريفه إلى مجموعة العناصر الطبيعية والاصطناعية التي تحدد بها حياة الانسان."[1]

ثالثا: تعريف القانوني

برجوع إلي قانون البيئة 10/03المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة

حيث نصت المادة02 من القانون 10/03 على اهداف حماية البيئة وذلك كما يلي:

- تحديد المبادئ الأساسية وقواعد تسير البيئة.
- ترقية وتنمية وطنية مستدامة بتحسين شروط المعيشة والعمل على ضمان إطار معيشي سليم.
- الوقاية من كل أشكال التلوث والأضرار الملحقة بالبيئة وذلك بضمان الحفاظ على مكوناتها.
- إصلاح الأوساط المتضررة.

ترقية الاستعمال الأيكولوجي العقلاني للموارد الطبيعة المتوفرة وذلك باستعمال التكنولوجيات الأكثر نقاء.

- تدعيم الأعلام والتحسيس ومشاركة الجمهور ومختلف المتدخلين في تدابير حماية البيئة.

رابعا: مكونات البيئة

تضمن المادة 03 منه القانون 03/10مكونات البيئة.

يعرف النظام البيئي على أنه مجموعة من العناصر التي تعمل بشكل مترابط فيما بينها في منطقة ما بها ذلك الكائنات التي تعيش فيها ويكون النظام كبيرا جدا مثل نبتة في أرض ما

[1] بن عبد الرحمن الحاج، النظام القانوني لحماية البيئة في الجزائر،)مذكرة نهاية الدراسة لنيل شهادة الماستر(، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم ،2022، ص08.

كما عرفه قانون 10/03 المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة في مادته 4 على انه "هو مجموعة ديناميكية مشكلة من أصناف النباتات الحيوانات وأعضاء مميزة وبيئتها غير الحية والتي حسب تفاعلها تشكل وحدة وظيفية.[1]

الفرع الثاني: أنواع البيئة

تشمل البيئة كل العناصر طبيعة أو الصناعية التي تحيط بالإنسان ويؤثر في جودة وتنقسم الي نوعين رئيسين:

أولا: البيئة الطبيعة

وهي التي تشمل الماء والهواء والتربة والمعادن ومصادر الطاقة والأحياء بكل صورها وأنوعها، أي أنها مجموع الموارد طبيعة التي وجدت في الطبيعة بالإضافة إلى الكائنات الحية على اختلافها.

ثانيا: البيئية المستحدثة

تشمل ما شيده الانسان من مبان ومنشئات وطرق ومؤسسات ومناطق سكنية وصناعية وموانئ ومطارات وغيرها من البنية الأساسية.[2]

وأهم ما يميز البيئة الطبيعة هو توزنها واستقرارها، فإذا حدث تغير ما في أحد عناصر مكونات البيئية الطبيعية فأنها تعمل بصورة ما على استفادة هذا التغير وتوازنه مرة ثانية فاذا ما حدث حريق في إحدى غابات فإنه ينتج عن ذلك تغيرات منها: موت وحرق عدد كبير من الأشجار وربما موت إعداد من الحيوانات وتشردها وزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون ونقص نسبة غازالاكسجين ولكن بعد فترة زمنية تطول أو تقصر تعود النباتات إلي النمو والازهار مرة أخرى وتعود اليها حيواناتها لترعى وتستقر وتتكاثر مرة ثانية وسرعان ما تعود نسبة غاز الأكسجين إلى ما كانت عليه بفضل عملية البناء الضوئي التي تقوم بها النبات.

يري العلماء والمهتمون بدراسة البيئة أن هذا التوازن شيئا حقيقيا وقائما بالفعل بين العناصر المكونة، وهم يعبرون عنه باسم النظام البيئي، وهو ما يمكن تعريفه بانه وحدة طبيعة متكاملة تشمل الاحياء الموجودة والعوامل الطبيعة غير الحية والتي تتفاعل مع بعضها حتى تنج في النهاية نظاما ثابتا

[1] بحاش ادريس وسلامة فاطمة الزهراء، الحماية القانونية للبيئة في التشريع الجزائري ،)مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي(، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة المسيلة،2021-2022، ص 05و06.

[2] الأستاذ الدكتور رمضان عبد الحميد الطنطاوي ،**التربية البيئية)تربية حتمية(**، الطبعة الأولى، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008، ص30.

مستقر تتبادل فيه المواد الحية وغير الحية المنفعة في نظام دقيق ومتوازن لتستمر الحياة، من أمثلة النظم البيئية (الغابة النهر، البحيرة، البحر).[1]

المطلب الثاني: المبادئ القانونية لحماية البيئة

استهل المشرع الجزائري حماية البيئة 10/03 القواعد الأساسية التي تقوم عليها حماية البيئة ثم أضافت في المادة الثالثة منه المبادئ العامة التي يتأسس عليها هذا القانون، هاته المبادئ التي جعلت البيئة أكثر مرونة وتتماشى مع التغيرات والتطورات التي تعرفها البيئة وتهدف لضمان حماية المستدامة للبيئية.

الفرع الأول: المبادئ العامة في قانون البيئة03 /10

تُعدّ المبادئ العامة لقانون البيئة بمثابة الأعمدة الأساسية التي يقوم عليها الإطار التشريعي والتنظيمي لحماية البيئة وإدارة مواردها. هذه المبادئ، التي نشأت وتطورت عبر عقود من الجهود الدولية والوطنية، تعكس التزام المجتمعات بتحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والحفاظ على النظم البيئية للأجيال الحالية والمستقبلية. إنها ليست مجرد توجيهات نظرية، بل هي أسس راسخة تُرشد صياغة القوانين، وتوجيه السياسات، وتحديد مسؤوليات الدول والأفراد في التعامل مع القضايا البيئية.

سيتناول هذا الفرع بالتفصيل مجموعة من أبرز هذه المبادئ، كما وردت في القانون الجزائري رقم 10/03 وغيره من الصكوك الدولية. سنستعرض مبادئ مثل الإعلام والمشاركة، التي تؤكد على حق الجمهور في المعرفة والمساهمة في القرارات البيئية؛ والإدماج، الذي يدعو إلى تضمين الاعتبارات البيئية في كافة خطط التنمية؛ والحيطة، الذي يفرض اتخاذ تدابير وقائية حتى في ظل عدم اليقين العلمي؛ إضافة إلى مبادئ أخرى كالمحافظة على التنوع البيولوجي، ومبدأ الملوث الدافع، ومبدأ التنمية المستدامة، ومبدأ النشاط الوقائي. سيتم تحليل كل مبدأ على حدة لتوضيح أهميته، مفهومه، وكيفية تجسيده في التشريعات والسياسات البيئية. فهم هذه المبادئ أمر جوهري لأي مقاربة شاملة وفعالة لحماية البيئة.

أولا: مبدا الاعلام والمشاركة

المشاركة العامة بعبارات بسيطة تعنى إشراك أولئك الذين يتأثرون بالقرار وهي تقوم على فكرة أن مشاركة الجمهور يمكن أن تساعد في اتخاذ قرارات أفضل تعكس اهتمامات المتضررين من

[1] المرجع السابق، محمد رمضان عبد الحميد الطنطاوي ،ص30.

الأشخاص والكيانات المعنية، ويقوم مفهوم المشاركة العامة على ثلاثة مبادئ تعتبر ركائز أساسية: الحق في المعلومات، الحق في المشاركة في عملية صنع القرار والحق في العدالة، حيث يلعب الاعلام دورا هاما في تكريس الشراكة البيئية، لأنه بناء على درجة الشفافية أو التعتيم الإداري تحدد أهمية التعاقد والأعمال التشاورية. وتساهم الإدارة في تفعيل الحماية البيئية من خلال اعلام الجمهور بكل المسائل البيئية.

اكتسى الحق في الاعلام أهمية خاصة في قمة بريو دياجير 1992، واعتبر من المبادئ الأساسية التي تضمن معالجة أمثل للمشاكل التي تطرحها البيئة حيث في مبدا 10 من الإعلان ما يلي "أحسن طريقة لمعالجة المسائل البيئية هي ضمان مشاركة المواطنين المعنيين وعلى المستوى ذي الصلة، وتتوفر لكل فرد فرصة مناسبة على الصعيد الوطني، لوصول إلى المعلومات التي تحتفظ بها السلطات العامة بشأن البيئة وفرصة المشاركة في عمليات صنع القرار. وتقوم الدول بتسيير وتشجيع نوعية الجمهور ومشاركة عن طريق إتاحة المعلومات على نطاق واسع، وتهيئ فرص الوصول بفعالية إلى الإجراءات القضائية والإدارية، بما في ذلك التعويض وسبيل الأنصاف".

خصص المشرع الجزائري ضمن أحكام القانون رقم 10/03، فصلا كاملا يحدد القواعد المتعلقة بالحق في الأعلام كفية ممارسة، وعرفه في المادة 03 منه على أنه: المبدأ الذي يكون بمقتضاه، لكل شخص الحق في أن يكون على علم بحالته البيئية والمشاركة في الإجراءات المسبقة عند اتخاذ القرارات التي قد تضر بالبيئية.[1]

ثانيا: مبدا الادماج

لا يوجد اتفاق على مفهوم واحد لهذا المبدأ على مفهوم، لكن المفهوم الأكثر رواجا في الوثائق الدولية الخاصة بالبيئة يبرز العناصر الأساسية لهذا المبدأ. والممثلة في الحالة التي يكون فيها تهديد باحتمال وقوع أضرار بيئية خطيرة أو لا يمكن معالجتها،[23] فإن غياب اليقين العلمي الذي يؤكد تلك الأضرار البيئية خطيرة لا يمكن معالجتها، فإن غياب اليقين العلمي الذي يؤكد تلك الأضرار لا يجوز أن تكون سببا لعدم اتخاذ الإجراءات الوقائية من تللك الاضرار المحتملة، وذلك بمنع وقوعها أو التخفيف من أثارها ضمن تكاليف اقتصادية معقولة ، نجد أصله في المبدأ 13 أعلان ستوكهولم : من أجل ترشيد

[1] جيلالي قرميط والطيب ولد عمر، المبادئ العامة المستحدثة في قانون البيئية الجزائري، مجلة الدراسات القانونية المقارنة، المجلد 07، العدد 01، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة ابن خلدون تيارت، جوان 2021، ص1751و1752.

[2] ال عدد01، نورة بجامعة باتنة01، الجزائر، افريل 2021، ص 714و715.

[3] نورة بوعبد الله، المبادئ العامة لتحقيق البيئة المستدامة في التشريع الجزائري ،مجلة العلوم القانونية والسياسية، المجلد

تسير الموارد وتطوير البيئة ، يجب على الدول تبنى مفهوم مدمج ومرتبط بتخطيطهم للتنمية ، بطريقة تكون فيها التنمية متماشية مع ضرورة حماية وتطوير البيئة في مصلحة شعوبهم ، ثم الإعلان ريو ديجنيرو عام 1992 حيث نصت المادة15 من الإعلان على أنه حيثما وجدت تهديدات بأضرار خطيرة للبيئة لا يمكن إصلاحها رغم عدم ثبوت وجود التأثيرات السلبية علميا فلا يجوز التذرع بالافتقار الى القين العلمي الكامل كحجة لتأجيل اتخاذ تدبير فعالة من حيث التكلفة لمنع التدهور البيئي أو اتخاذ الإجراءات المناسبة لتجنب أو التقليل من هذه الاضرار.

عرف المشرع الجزائري هذا المبدأ من خلال قانون 10/03 المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة لعام 2003 في مادته أين نصت على أنه يجب بمقتضاه دمج الترتيبات المتعلقة بحماية البيئة والتنمية المستدامة في عدة برامج قطاعية وتطبيقها، والملاحظ من خلال هذه المادة أن المشرع الجزائري قد أدمج التخطيط البيئي المستدام كألية لتحقيق البعد البيئي المستدام، وذلك من خلال دمج الترتيبات المتعلقة بحماية البيئة والتنمية المستدامة في عدة برامج ومبادئ الاستدامة.

الهدف من اعتماد هذا المبدأ من قبل المشرع الجزائري هو الاستعانة بوسيلة التخطيط لتسير حماية البيئة واعتباره أداة هامة في تجسيد السياسية البيئية المعتمدة، ذلك التخطيط أصبح يشكل إحدى الوسائل الفعالة التي تستعملها الإدارة البيئية والمحافظة عليها.[1]

ثالثا: مبدا الحيطة

لقد صدر في ظل هذا القانون مرسوم تنفيذي رقم 78/90 المتعلق بدراسات التأثير في البيئة ، بحيث عرفت المادة 02 منه نظام دراسة التأثير بأنه اجراء قبلي يخضع اليه جميع اشغال واعمال التهيئة او المنشئات الكبرى التي يمكن بسبب أهميتها وأبعادها وأثارها أن تلحق ضرار مباشرا بالبيئة لاسيما الصحة العمومية والفلاحة والمساحات الطبيعية والحيوان والنبات والمحافظة على الأماكن والاثار وحسن الجوار ،ومن هذا يتضح ان تهدف الراي من مبدا الحيطة يتعلق بتحقيق الامن الصحي والغذائي والصحي والاجتماعي.[2] ما تعلق بالمشاريع الخاضعة لدراسة التأثير لقد حدد المشرع الجزائري في المادة 15 من القانون 10/03 المشاريع التي تتطلب دراسة وهي: مشاريع التنمية والهياكل والمنشئات والمصانع والأعمال الفنية الأخرى وكل الأعمال وبرامج البناء والتهيئة.

[1] المرجع السابق، نورة بن بوعبد الله، ص715.

[2] منصر نصر الدين، المبادئ العامة لقانون البيئة كأليات لتحقيق الأمن الإنساني في التشريع الجزائري، مجلة الباحث في العلوم القانونية والسياسية، العدد 02، جامعة العربي التبسي، تبسة ،2019، ص189.

رابعا: مبدأ المحافظة على التنوع التكنولوجي

تعتمد السلع والخدمات الأساسية التي ينعم بها كوكبنا على تنوع وتباين الجينات والأنواع وتجمعات الحية والنظم الإيكولوجي التي تمدنا بدورها بالمكان والملبس والمسكن والدواء، وهذا يظهر ضرورة تحسين وحفظ التنوع الإيكولوجي والاستخدام المستدام للموارد البيولوجية.

تزداد أهمية المحافظة على وجه الكرة الأرضية في عصر التطور السريع والاستهلاك المتزايد لموارد الطبيعة وإلحاق الضرر بالبيئة، وهي تلك المنظومات الداعمة لوجود حياتنا. تتكون هذه المنظومات من ملاين الكائنات الحية التي تبني معا مجتمعات بيئية، وتزود الإنسان بمنتوجات وبخدمات كثيرة. وبينما يمكن معرفة حجم قيمة هذا القسم من هذه المنتوجات والخدمات، فإنه يتعذر في غالب الأحيان تقدير قيمة الكثير منه، اين تزود المنظومات البيئية الإنسان بخدمات كثيرة، كتقنية المياه، موازنة تركيبة الغازات في الغلاف الجوي، تفكيك) تحليل (مركبات عضوية، منع الفيضانات والمساعدة في تغلل المياه، الإنتاج والمحافظة على خصوبة الأرض، تلقيح المحاصيل الزراعية، مراقبة الآفات الزراعية الضارة وغيرها. أن قيمة هذه الخدمات التي لا بديل لها تقدر بمليارات دولارات سنويا. كما يستخلص الإنسان من الطبيعة مواد خام ومنتوجات أخرى من بينها الغذاء، والأدوية منتجات صناعية وموارد وراثية لتحسين جودة المحاصيل الزراعية للتنوع البيولوجي قيمة حضارية روحانية ساهمت في تصميم كافة الحضارات الإنسانية وقبل كل شيء أن للتنوع التكنولوجي قيمة في حد ذاته.[1]

خامسا: مبدا الملوث الدافع

تعريفه كمبدأ قانوني فيتصرف الى أحد المعنين التالين:

أولا: أن كل من تسبب في إحداث أضرار بيئية للغير يلزم بدفع التعويض عن الضرر، أي أن خرق الالتزامات الدولية يستوجب تعويضا مناسبا. وتوطيد متل هذه المبادئ الدولية هو الذي يخفف على الأقل من انتهاك الدول لالتزاماتها الدولية، مما سهل التعايش بين أعضاء المجتمع الدولي.

وثانيا: يقصد به أن يحتمل الشخص المسؤول عن النشاط الضار بالبيئة كافة التكاليف الضرورية لمنع حدوث هذه الأضرار.

[1] بوسراج زهرة، قانون البيئة والتنمية المستدامة، مطبوعة دروس مقدمة لطلبة السنة الثالثة ليسانس، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة باجي مختار عنابة ،2021،2022، ص 57و58.

وتم تكريس هذا المبدأ ضمن المبدأ 16 من إعلان ريود جانيرو لسنة 1992 حيث نص في توصيته:

على أنه: ينبغي أن تسعى السلطات الوطنية إلى تشجيع الوفاء بالتكاليف البيئة داخليا. واستخدام الأدوات الاقتصادية أخذه في الحسبان النهج القاضي بأن يكون المسؤول عن التلوث هو الذي يتحمل من حيث المبدأ تكلفة التلوث مع إيلاء المراعاة على النحو الجانب للصالح العام، ودون الاخلال بالتجارة والاستثمار الدوليين يلاحظ أن النص المبدأ 16 من إعلان ريو جاء في شكل توصية أي أن صياغة غير امرة، كما اعتبر مبدأ الملوث الدافع مبدأ اقتصادي كونه يتم إدماج تكلفة التلوث ضمن تكلفة الإنتاج.[1]

سادسا: مبدأ التنمية المستدامة

شرع الجزائر مؤخرا في اتخاذ العديد من الإجراءات والسياسات في سبيل تحقيق التنمية المستدامة، وذلك من خلال ادراكها بأهمية إقامة التوازن بين واجب حماية البيئة ومتطلبات التنمية، عن الإدارة الراشدة للموارد ولتجسيد هذه الأهداف، صدرت العديد من القوانين منها:

أ- قانون رقم 01/20 المتعلق بتهيئة الإقليم وتنمية المستدامة

يعتبر أول قانون تضمن مصطلح التنمية المستدامة في الجزائر، حيث تحدد أحكام هذا القانون التوجهات والأدوات المتعلقة بتهيئة الإقليم، التي من طبيعتها ضمان تنمية القضاء الوطني، تنمية منسجمة ومستدامة على أساس الاختبارات الاستراتيجية التي تُقتضيها تنمية من هذا النوع، وكذا السياسات التي تساعد على تحقيق هذه الاختيارات، بالإضافة إلى تدرج أدوات تنفيذ سياسية تهيئة الإقليم وتقنية المستدامة.

جسد هذا المبدأ من خلال الأهداف التي سطرها للسياسية الوطنية لتهيئة الإقليم وتنميته المستدامة التي ترمى إلى تنمية مجموع الإقليم الوطني تنمية منسجمة على أساس خصائص ومؤهلات كل فضاء جهوي عن طريق خلق الظروف الملائمة لتنمية الثورة الوطنية والتشغيل بمقابل حماية وتثمين التوظيف العقلاني للموارد الطبيعية والثقافية وحفظها للأجيال القادمة، وهذا هو الهدف الأساسي لمبدأ التنمية المستدامة.[2]

[1] المرجع السابق، نورة بو عبد الله، ص721.

[2] عايدة مصطفاوي، تكريس مبدا التنمية المستدامة في الحماية القانونية للبيئة في الجزائر ،دفاتر السياسية والقانون، العدد جانفي 2018، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة البليدة02، الجزائر، ص363.

ب ـ القانون رقم 03-01 المتعلق بالتنمية المستدامة للسياحية

عرف القانون رقم 03-01 التنمية المستدامة في المادة 03 منه على انها: التنمية المستدامة نمط تنمية تضمن فيه الخيارات وفرص التنمية التي تحافظ على البيئية والموارد الطبيبة والتراث التفافي للأجيال القادمة.

ج ـ القانون رقم 10/03 المتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة

عرف المشرع الجزائري التنمية المستدامة في المادة 04 من القانون رقم 03-10 على انه مفهوم يعنى التوفيق بين تنمية اجتماعية واقتصادية قابلة للاستمرار وحماية البيئة، أي ادراج البعد البيئي في إطار تنمية تضمن تلبية حاجات الأجيال الحاضرة والاجيال المستقبلية.

حذا المشرع الجزائري حذا المشرع الفرنسي فيما يتعلق بتكففيه لمفهوم التنمية المستدامة كهف تسعى اليه السلطات العمومية وذلك من خلال ما نص عليه مادة 02 من نفس القانون حيث تهدف حماية البيئية في إطار التنمية المستدامة الي تحقيق جملة من الأهداف منها

ـ تحديد المبادئ الأساسية وقواعد البيئية.
ـترقية تنمية وطنية مستدامة بتحسين شروط العشي والعمل على ضمان إطار معيشي سليم.
ـ الوقاية من كل اشكال التلوث والأضرار الملحقة بالبيئة، وذلك بضمان الحفاظ على مكونتها.
ـ ترقية الاستعمال الأيكولوجي العقلاني للموارد الطبيعة المتوفرة، وكذلك استعمال التكنولوجيا الأكثر نقاء.[1]

سابعا: مبدا النشاط الوقائي

يتضح لنا بان مصطلح الوقاية يقصد به الضرر قبل وقوعه والاحترام منه، وتتجسد فكرة المبدأ على اتخاذ الإجراءات الوقائية في الوقت المناسب لمنع حصول تدهر البيئي.

وقد قدم الفقه تعريفات عدة للمبدأ، نذكر منها تعريف ميشال بريو: تحقيق الوقاية لمنع وقوع الضرر على البيئة من خلال التدبير الوقائية المناسبة قبل تطوير مصنع التحقيق عمل النشاط والإجراء الوقائي هو اجراء استباقي اما الفقيه بربوتنا المقرر الخاص للجنة القانونية الدولية المكلفة بأعداد اتفاقية حول المسؤولية الدولية عن النتائج الضارة ناجمة عن أفعال لا يحظرها القانون الدولي فقد عرفه على انه مجموعة التدابير التي تمنع وقو ع حادث والتدبير الكفيلة باحتواء الاثار الضارة لحادث قبل

[1] المرجع السابق، عايدة مصطفاوي، ص364.

وقوعه وتخفيفه الى الحد الأدنى فالنوع الأول يتخذ لمنع وقوع الحادث اما الثاني فهو لمنع وقوع الضرر بشكل كلي او جزئي .

مما سبق نستخلص ان مبدا الوقاية يتمثل في مجموعة التدبير والإجراءات القبلية المتخذة من اجل تفدي حدوث الاضرار البيئية المتوقعة والتي يعصب معالجتها من طرف الدول والمجتمع.[1]

تسعى السلطات من خلال تكريسها لمبدأ الوقاية الي تحقيق هدفين الأول هو ومنع الاضرار التي قد يكون من الصعب إصلاحها بعد حدوثها، والثاني اقتصادي يهدف الي تقليل التكلفة التي كان من الممكن تكبدها لإزالة الضرر البيئي واصلاحه.

ا- ضوابط تطبيق مبدا النشاط الوقائي

الاثبات العلمي للضرر المتوقع حدوثه

تقوم فكرة المبدأ على تجنب التدهور البيئي انطلاقا من منع الاضرار المتوقع ان تأثر على البيئة من اجل تفادي تكلفة الإصلاح التي تتكون باهظة ويصعب جبرها، فحينما يأمر القاضي بوقف نشاط غير قانوني فهذا يعتبر اجراء وقائيا يهدف الى الحد من الضرر البيئي المستقبلي.

بـ - ان تكون تكلفة التدبير الوقائية معقولة

ليس هناك أي إشكالية في وقف وامنع الاعمال التي من الواضح انها خطرة وتنعكس بالضرر على البيئية او أحد مصادرها او على صحة الانسان. حيث يتم منعها قبل حدوث الضرر بالفعل وهنا تكون التكاليف شبه منعدمة اوغير موجودة نهائيا.

ج - استخدام أفضل التقنيات التكنولوجية المتاحة

إن مبدأ النشاط الوقائي يحقق تطبيقه من خلال استعمال أفضل التكنولوجيا متوفرة مع تكلفة اقتصادية مقبولة، وهذا ما أكدت عليه الاتفاقيات الدولية والقوانين الوطنية المتعلقة بحماية البيئة المكرسة للمبدأ حيث ربطت تطبيقه باستعمال أفضل التقنيات العلمية والتكنولوجية المتاحة.[2]

[1] ورخ نور الدين ود، رياحي الطاهر، مبدا النشاط الوقائي كأساس جديد لقيام المسؤولية المدنية عن الاضرار البيئية ،مجلة المنهل للبحوث والدراسات الإسلامية، المجلد 09، العدد02، ديسمبر 2023، ص239.

[2] المرجع نفسه ،240،241،242.

الفرع الثاني: مبادئ وضوابط الذكاء الاصطناعي

تتمثل المبادئ الذكاء الاصطناعي في مجموعة من الأسس الأخلاقية والتقنية التي يجب مراعاتها اثناء تصميم الأنظمة الذكية واستخدمها منها العدالة، والشفافية والخصوصية، المسؤولية، الامن والاستدامة ولا تعتبر هذه المبادئ مجرد إرشادات نظرية بل أصبحت جزءا من السياسات العالمية التي تهدف إلى توجيه تطوير الأمن والمسؤول لهذه التكنولوجيا.

أولا: الخصوصية والامن

يتم تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي لتكون محمية بطريقة أمنة وتراعي المتطلبات النظامية ذات العلاقة ومن ذلك المتطلبات النظامية المتعلقة بحماية خصوصية أصحاب البيانات الشخصية، ومعيار الأمن السيرباني ذات العلاقة، يهدف منع الوصول غير المشروع الي البيانات والنظام مما قد يؤدي إلى الاضرار بالسمعة أو الأضرار النفسية أو المالية او المهنية.

يتم تصميم أنظمة الذكاء الاصطناعي باستخدام اليات وضوابط توفر إمكانية إدارة ومراقبة النتائج والتقديم الذي يتم طوال دورتها لضمان امتثالها بقواعد وضوابط الخصوصية والامن ذات العلاقة.[1]

ثانيا: الشفافية والقابلية للتفسير

يؤسس مبدأ الشفافية والقابلية للتفسير لبناء الثقة في أنظمة وتقنيات الذكاء الاصطناعي لذا يجب بناء أنظمة الذكاء الاصطناعي بدرجة عالية من الوضوح والقابلية للتفسير ، مع وجود ميزات لنتبع مراحل اتخاذ القرارات المؤتمنة ولا سيما تلك التي قد تؤدي إلى اثار ضارة على الافراد ،وهذا يعني ان البيانات والخوارزميات والقدرات والعمليات والغرض من نظام الذكاء الاصطناعي جميعها تحتاج إلى تكون شفافة وقابلة للتفسير على سياق نظام الذكاء الاصطناعي ومطورها قادرين على تبرير أسس تصميمها وممارستها وعملياتها وخوارزمياتها وقرارتها وسلوكياتها المسموح بها أخلاقيا وغير الضارة للعامة.[2]

[1] مبادئ اخلاقيات الذكاء الاصطناعي، الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي، الإصدار الأول، سبتمبر 2023، ص14.
[2] المرجع نفسه، ص21.

ثالثا: مبدأ العدالة وتقليل التحيز

تعد العدالة مكونا أساسيا ضمن تحديات الذكاء الاصطناعي، حيث يجب أن تكون الأنظمة خالية من التحيزات التي قد تؤدي إلى التميز بين الأفراد أو المجتمعات. لتحقيق ذلك

يتم جمع بيانات متنوعة وشاملة تمثل مختلف الفئات.

تستخدم تقنيات " العدالة الخوارزمية " لضمان معاملة المجموعات بشكل متساوي

ـتجزي مراجعات دورية للأنظمة لضمان عدالة المخرجات، خاصة في التطبيقات الحساسة مثل التوظيف أو القروض.

رابعا: مبدأ المساءلة

تتطلب المساءلة تحديد **المسؤوليات** عند حدوث أخطاء في أنظمة الذكاء الاصطناعي. لذلك يجب ان يكون هناك أليات واضحة لمراجعة القرارات وحل المشكلات مثل:

ـ تحديد جهات أو فرق مسؤولية عن إدارة نظام الذكاء الاصطناعي.

ـالاحتفاظ بسجلات دقيقة توثق كيفية اتخاذ القرارات.

ـ انشاء أليات لتلقي الشكاوى من المستخدمين وتحليلها بجدية.[1]

خامسا: مبدا الإنسانية

يعتبر المبدأ الذي ينص على ضرورة بناء أنظمة الذكاء الاصطناعي، بمنهجية عادلة مسموح بها أخلاقيا تستند إلى حقوق الأنسان والقيم الثقافية، وان تصمم النماذج التنبؤية بحيث لا تخدع أو تتلاعب، بل يجب أن تسهم في تمكين التقدم الاجتماعي والبيئي، مع معالجة التحديات الاجتماعية والبيئية.[2]

سادسا: مبدا المنافع الاجتماعية

يسعى مبدأ المنافع الاجتماعية والبيئية إلى تحقيق الأثر الإيجابي والمفيد للأولويات الاجتماعية والبيئية

[1] موقع الذكاء الاصطناعي بالعربية،https//3arabi.ai ، 22 ماي 2025، 16:17.

[2]، 22ماي2025 ،www.digitaldubai.ae https// . ،موقع دبي الرقمية 22:12.

التي يجب أن تخدم مصلحة الأفراد والمجتمع ككل. هذا المبدأ يركز على تحقيق الأهداف والغايات المستدامة، ويسعى إلى منع أنظمة الذكاء الاصطناعي من تسبب الضرر أو التأثير السلبي على البشر.

بدلا من ذلك، يجب على أنظمة الذكاء الاصطناعي ان تسهم في تمكين التقدم التقني والاجتماعي والبيئي من خلال مساهمتها في معالجة التحديات المرتبطة بهذه الأولويات وتعزيزها.[1]

سابعا: مبدا الموثوقية والسلام

بناء الثقة من الأهمية بمكان أن تعمل أنظمة الذكاء الاصطناعي بشكل موثوق وامن ومتسق وينبغي ان تكون هذه النظم قادرة على العمل كما صممت أصلا والاستجابة بأمان للظروف غير المتوقعة، ومقاومة التلاعب الضار وتعكس الطريقة التي يتصرفون بها وتنوع الظروف التي يمكنهم التعامل مع مجموعة المواقف والظروف التي يتوقعها المطورون في اثناء التصميم والاختبار

ثامنا: مبدأ الموثوقية والسلامة في التعلم الالي منazure :

يمكن مكون تحليل الأخطاء في لوحة معلومات الذكاء الاصطناعي المسؤول علماء البيانات والمطورين من:

- احصل على فهم عميق لكفية توزيع الفشل للنموذج.
- تحديد مجموعات من البيانات بمعدل خطا على اعلى من المعيار العام.

قد تحدث هذه التناقضات عندما يكون أداء النظام او النموذج ضعيفا لمجموعات ديموغرافية محددة او ظروف الادخال التي لوحظت بشكل غير متكرر في بيانات التدريب.[2]

تاسعا: مبدأ الاستدامة

تضمن اخلاقيات الذكاء الاصطناعي النظر في التأثير البيئي والمجتمعي طويل المدى لتقنيات الذكاء الاصطناعي. ويشمل ذلك تقليل استهلاك الطاقة لأنظمة الذكاء الاصطناعي والتأكد من مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحقيق نتائج اقتصادية وبيئية إيجابية.[3]

[1] محمد كمال جلال، المرجع السابق، ص74.

[2] https//learn.microsoft.com.10:02، 23 ماي 2025

[3] https//www.for9a.com.10:10 ، 23 ماي 2025

عاشرا: قابلية المعلومات القانونية لمعالجتها الكترونا

يجب ان تكون المعلومات المراد معالجتها، بمعنى ادق ان تكون البيانات صحيحة وقابلة المعالجة اليا، وعلى ذلك إذا تم تقديم بيانات غير صحيحة من الناحية القانونية وهذا يقلل من فائدة استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي في مجال القضاء.

قدرة الذكاء الاصطناعي على فهم ومعالجة المعلومات القانونية يستوجب ان تكون تلك المعلومات منظمة ومدرجة بشكل صحيح في البرمجة ويتم تزويدها بالمعارف القانونية ,وكذلك لكي يعمل بصورة اكثر فعالية يجب ان يحتاج الي بيانات كافية أي توفير العديد من الاحكام القضائية لذات القضية واحدة وان تكون تلك الاحكام متضمنة عدادا كبيرا من القرارات الإجرائية والموضوعية ، وامام ذلك كله نرى انه من المؤكد تدخل العنصر البشري ، في تلك المسالة فكلما زادت مفاتيح الادخال والبينات[1] الكافية التي يتم تدعيمها للذكاء الاصطناعي كلما كانت المعطيات النابعة منه اكثر فعالية ودقة واستفاضة.

الفرع الثالث: مبادئ المشتركة بين الذكاء الاصطناعي والبيئية

يظهر تقاطع الذكاء الاصطناعي والعمل البيئي توافقا في مجموعة من المبادئ التي تشكل أساسا لتوجيه السياسات والتقنيات نحو مستقبل أكثر عدالة واستدامة وهذا ماسنتاوله في هذا الفرع

أولا: العدالة السياسية للاستدامة

تعتبر العدالة الاجتماعية والبيئة أحد اهم القيم في سياق الاستدامة. تعني هذه القيمة ضرورة ضمان توزيع الثورة والفرص بشكل عادل بين جميع فئات المجتمع، دون التسبب في أي ضرر للبيئية .فعلى سبيل المثال، يجب ان توجد فرص العمل والتعلم متاحة للجميع دون التميز ويجب ان تكون أنماط الاستهلاك مستدامة دون التسبب في التلوث او التدهور البيئي.

ثانيا: الشمولية والمساواة

تعني الشمولية والمساواة ضرورة تأمين فرص متساوية للجميع في الوصول إلي الخدمات والفرص والموارد. يجب أن يتمتع جميع افراد المجتمع بحقوقهم بغض النظر عن خليفتهم الاجتماعية أو

[1] سيد احمد محمود، "الذكاء الاصطناعي والعمل القضائي ـ دراسة تحليلية مقارنة "، التحديات والافاق القانونية والاقتصادية للذكاء الاصطناعي، ص 937.

الاقتصادية أو الثقافية وعلى سبيل المثال، يتعين على الحكومات تقديم الخدمات العامة مثل المياه النظيفة والصرف الصحي بشكل عادل ومتساوي لجميع المواطنين.

ثالثا: المسؤولية والشفافية

تعني المسؤولية والشفافية ضرورة تحمل الجميع مسؤولية الحفاظ على البيئية وتطوير المجتمعات بشكل مستدام. يجب على الأفراد والشركات والحكومات أن يكونوا شفافين في تسهم في بناء الثقة وتعزيز عمليات اتخاذ القرار[1]

رابعا: الحوكمة والقدرة على التكيف مع المناخ

يعالج هذا القضايا الحرجة المتعلقة بتغير المناخ، إدارة الكوارث، والحوكمة، مع التأكيد على الحاجة الى حكومة بيئية فعالة وتدبير حماية.

خامسا: علوم وبيانات البيئية المستدامة

دمج هذا التقنيات المتقدمة مثل التنقيب عن البيانات والذكاء الاصطناعي مع الاستدامة والتنوع البيولوجي، مما يعكس الطبيعة متعددة التخصصات لعلوم البيئية الحديثة.

من خلال المبادئ المشتركة بين البيئة والذكاء الاصطناعي نستنتج بأن علاقة البيئة بالذكاء الاصطناعي أصبحت متزايدة الأهمية في السنوات الأخيرة، إذ يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساهم في حماية البيئة ومعالجة التحديات البيئية، كما أن له أيضا أثار بيئية يجب الانتباه لها.[2]

[1] مبادى الاستدامة: أساسيات المبادئ الاستدامة: القيم والمعايير المستدام ،https //exsua.ae، 23ماي 2025، 38:14.
[2] دور الذكاء الاصطناعي في إدارة البيئة ،www.pmpmaster.com // https، 23 ماي 2025، 42:21.

خلاصة الفصل الأول

نستخلص من خلال دراستنا لهذا الفصل أن الذكاء الاصطناعي من أبرز ابتكارات العصر الرقمي، حيث يعرف بانه مجموعة من الأنظمة الحاسوبية القادرة على محاكاة القدرات العقلية البشرية كالتعلم، التحليل، اتخاذ القرار، ويتميز بعدة خصائص منها القدرة على المعالجة الذاتية للبيانات، التكيف المستمر، والعمل بكفاءة عالية دون تدخل بشري مباشر، ويتنوع الذكاء الاصطناعي إلي ذكاء ضيق، ذكاء عام وفائق وتكمن أهميته في المساهمة في حل المشكلات المعقدة وتحقيق الكفاءة في مختلف المجالات، ومن جهة أخرى، تعرف البيئة بأنها الإطار الذي يحكم العلاقة بين الأنسان والطبيعة، وتعدد أنواعها إلي طبيعية ومستحدثة وتؤطرها مجموعة من المبادئ أبرزها مبدأ الإعلام والمشاركة، مبدأ الحيطة، مبدأ الادماج، مبدأ الملوث الدافع يقوم الذكاء الاصطناعي على مبادئ قانونية وأخلاقية مثل الشفافية ، الخصوصية ، عدم التحيز والمساءلة وعند تقاطع هذين المجالين ، تبرز مبادئ مشتركة بينهما تتمثل في العدالة السياسية للاستدامة والشمولية والمساواة وتعد علاقة تكاملية.

الفصـــــــل الثانـي

التوظيف التكنولوجي للذكاء الاصطناعي في الخدمة البيئية

الفصل الثاني: التوظيف التكنولوجي للذكاء الاصطناعي في الخدمة البيئية

يشكل الذكاء الاصطناعي اليوم أداة حيوية في مواجهة التحديات البيئية المتزايدة حيث يلعب دورا محوريا في تعزيز الاستدامة البيئية حيث أصبح أداة فعالة في معالجة البيانات واتخاذ القرارات البيئية الذكية، مما يسهم في حماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة يستخدم الذكاء الاصطناعي في مجالات متعددة مثل الزراعة، وأدراه الموارد المائية، وحماية التنوع البيولوجي، ومكافحة تغير المناخ، حيث يمكنه تحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعة وتقليل الاضرار البيئية الناتجة عن الأنشطة الصناعية. في هذا الفصل سوف نتطرق المبحث الأول بعنوان التوظيف للذكاء الاصطناعي في خدمة البيئية والمبحث الثاني بعنوان الاثار والتحديات الذكاء الاصطناعي في المواجهة البيئية.

المبحث الأول: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي

يشهد العالم في العصر الراهن تطورا عالميا متسارع في مجال التكنولوجيا وعلى راسها الذكاء الاصطناعي الذي بات يلعب دورا محوريا في مختلف القطاعات من الاقتصاد والصحة والي التعليم والنقل وغير انه من بأبرز واهم مجالات توظيف الذكاء الاصطناعي تلك المرتبطة بحماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة فقد اضحى هذا النوع من التكنولوجيا أداة فعالة في مواجهة التحديات البيئية المتزايدة مثل تغير المناخ والتلوث، فقدان التنوع الأيكولوجي وغيرهما القضايا البيئية المعقدة ويركز هذا المبحث على التوظيف التكنولوجي الذي بات ضروري في خدمة البيئة.

المطلب الأول: تقنيات الذكية في الرصد البيئي

تعد تقنيات الرصد البيئي من الركائز الأساسية في فهم ومتابعة التغيرات التي، تطرأ على النظم البيئة بفعل العوامل الطبيعة والأنشطة البشرية، ومع ازدياد التحديات البيئية مثل تغير المناخ، وتلوث الهواء والماء، وفقدان التنوع التكنولوجي، وتبرز أهمية استخدام أدوات وتقنيات متطورة على جمع البيانات وتحليها بدقة وفعالية في هذا المطلب سوف نتطرق الى كيف تتم هذه التقنيات.

الفرع الأول: مراقبة تغيرات المناخ بواسطة الذكاء الاصطناعي

يعد التغير المناخي أحد أكبر التحديات التي تواجه البشرية في القرن الحادي والعشرون حيث يهدد استقرار النظم البيئية والاقتصادية العالمية، ارتفاع درجات الحرارة العالمية وذوبان الأنهار الجلدية وارتفاع مستويات سطح البحر وزيادة الظواهر مجرد تنبؤ نظرية بل هي واقع ملموس تشهده العديد من الدول اليوم مما يجعل الحاجة الي حلول مستدامة وفعالة امرا ملحا في هذا الفرع .

أولا: استخدام الرؤية الحاسوبية لرصد تغير المناخ

تلعب الرؤية الحاسوبية دورا متزايد الأهمية في كيفية مراقبة التغيرات البيئية. فمع نماذج الرؤية بالذكاء أصبح من الممكن تتبعYOLO11 الاصطناعي مثل التحولات في البيئة بسرعة ودقة وعبر مساحات كبيرة فيما يلي بعض الطرق الرئيسية التي تستخدم فيها الرؤية الحاسوبية لمراقبة تغيرات المناخ[1].

[1] **استخدام الذكاء الاصطناعي للرؤية لرصد التغير المناخي تأثيره في عام2025**، http://www.ultralytics.com، اطلع عليه بتاريخ 28 ماي 2025 الساعة 18.30.

ا- **تحليل الصور على نطاق واسع**: يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي المرئي لمعالجة كميات كبيرة من الصور البيئية لتحيد الأنماط في الغطاء النباتي ومستويات المياه واستخدام الأراضي.

ب - **اكتشاف التغيرات بمرور الوقت:** من خلال مقارنة الصور من فترات زمنية مختلفة، يمكن لنماذج الذكاء الاصطناعي للرؤية ان توفر رؤى حول التغيرات مثل انحسار الأنهار الجلي او تأكل السواحل او إزالة الغابات.[1]

ج - تنبيهات في الوقت الحقيقي: يمكن للأنظمة الممكنة للرؤية اكتشاف النشاط الاعتيادي مثل الفيضانات او الحرائق، وفي وقت مبكر، مما يساعد فرق الاستجابة على التصرف بسرعة وتقليل المخاطر.

د مراقبة عن بعد: يمكن مراقبة المناطق النائية او المناطق التي يصعب الوصول اليها بشكل مستمر باستخدام الرؤية الحاسوبية دون الاعتماد على فرق أرضية.

ثانيا: مهام الرؤية الحاسوبية الرئيسية للذكاء الاصطناعي لرصد تغير مناخYOLO11

تتجاوز نماذج الذكاء الاصطناعي للرؤية مثل مجرد معالجة الصور ، فهي تمكن مهام الرؤية الحاسوبية المتخصصة مثل تتبع الاجسام وتصنيف الصور وتقدير الوضعية .تساعد هذه المهام في تحديد الأنماط واكتشاف الحلات الشاذة وتتبع **التغيرات** البيئية بدقة أكبر.

ا- **اكتشاف الاجسام في الوقت الحقيقي:** اكتشاف الكائنات هو تقنية رؤية حاسوبية يمكن استخدامها لتحديد وتحديد موقع كائنات معينة داخل الصور او مقاطع الفيديو. ويمكنه الكشف عن أشياء مثل الحريق او الدخان او المركبات او الحيوانات او الحطام، والتي قد تشير إلي وجود تهديد او تغير بيئي تغير بيئي .

هذه التكنلوجيا مفيدة بشكل خاص لأنظمة الإنذار المبكر. على سبيل المثال، يمكن الكشف عن الاجسام أنظمة الذكاء الاصطناعي على التعرف على هذه العلامات بسرعة، مما يتيح استجابة أسرع لتقليل الاضرار من خلال الكشف عن التهديدات في وقت مبكر يتاح لفرق الطوارئ لمزيد من الوقت للتصرف، مما يساعد على حماية الغابات والمنازل وجودة الهواء.

[1] استخدام الذكاء الاصطناعي للرؤية لرصد التغير المناخي تأثيره في عام2025، مرجع سابق.

ب ـ **تصنيف الصور: مراقبة التغيرات مع مرور الوقت**

بينما يحدد اكتشاف الكائنات كائنات محددة داخل الصورة، فان تصنيف الصور يعين تسمية واحدة لصورة بأكملها بناء على السمة السائدة فيها، مثل "غابة"او "ثلج "او " ماء" او منطقة حضرية فيما يتعلق بالرصد البيئي، يشيع استخدام الأراضي والغطاء الأرضي. ويساعد هذه الطريقة على تتبع التغيرات واسعة النطاق في البيئية طولية الاجل.

ج ـ **تجزئة المثيل: توفير رؤى مفصلة**

في حالات مثل الفيضانات غير المتوقعة الناجمة عن تغير المناخ، نحتاج الي معرفة اين يؤثر الفيضان بالضبط، ومقدار الضرر الذي يتسبب فيه، وما الذي يتأثر به. وهنا يصبح تجزئة الحالات امرا ضروريا على عكس تصنيف الصور، الذي يقوم بتسمية الصورة بأكملها، يعمل تجزئة المثيل على مستوى البيكسل فهو يحدد السمات الفردية في الصورة، مثل الطرق المغمورة بالمياه او المركبات المغمورة او الخطوط الساحلية المتغيرة. يمكن ان تدعم كلا من الاستجابات السريعة لحالات الطوارئ وخطط التكيف مع المناخ على مدى الطويل.[1]

الفرع الثاني: استخدام الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالكوارث

في عالم يواجه فيه البشر تحديات كبيرة مثل الزلازل والفيضانات والاعاصير، أصبح استخدام التقنيات المتقدمة، مثل الذكاء الاصطناعي في إدارة الازمات امرا حيويا للتقليل من الاضرار وإنقاذ الأرواح في وقت تكون فيه السرعة والكفاءة في الاستجابة هي الفارق بين الحياة والموت. في هذا الفرع سوف نتطرق إلى كيفية استخدام الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالكوارث.

أولا: معالجة كميات كبيرة من البيانات

الذكاء الاصطناعي يمكنه معالجة كميات ضخمة من البيانات بسرعة مذهلة، مما يسمح بتحديد الأنماط والتحذيرات المبكرة، يمكن للنماذج التنبؤية تحليل بيانات الأقمار الصناعية، شبكات الاستشعار، وحتى بيانات وسائل التواصل الاجتماعي لاكتشاف التغيرات المناخية او الأرضية التي قد تشير الحدوث كارثة على سبيل المثال، يتم استخدام نظام pairs geoscopeالتابع لشركة imp لتحيل البيانات الجغرافية بشكل مباشر، مما يسهم في التنبؤ بالفيضانات وموجات الجفاف بدقة كبيرة.

[1] راجع الموقع السابق، https : //www.ultralytics.com.

ثانيا: مراقبة المصادر الإعلامية والدردشة الألية

تستخدم الحكومات والشركات أدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة الازمات لمراقبة وسائل الاعلام والبيانات الاجتماعية لتحديد الكوارث الوشيكة، حيث يمكن لبرامج المحادثة الذكية والشات بوت" مثل " كلارا" التي انشئها الصليب الأحمر تقديم معلومات حيوية حول أماكن الايواء ووسائل المساعدة فورا وبطريقة أكثر فعالية من الطرق التقليدية.

ثالثا: التحليل التنبؤي

يمكن للذكاء الاصطناعي اجراء التحليل التنبؤي باستخدام البيانات السابقة، مثل أنماط الزلازل والتغيرات المناخية للتنبؤ بالكوارث قبل وقوعها على سبيل المثال، يعتمد الباحثون على خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتوقع الزلازل بناء على البيانات التاريخية للهزات الأرضية ومن أحد الأمثلة على ذلك هو مشروع xview2 الذي يقوم بالمراقبة المستمرة لبيانات الأقمار الصناعية لتقييم الاضرار الهيكلية بسرعة فائقة مما يسمح للفرق باتخاذ قرارات دقيقة وسريعة .

كما يستخدم نظام serapلتحليل البيانات الحية وتقيم مرونة المجتمعات المحلية امام الكوارث والتخطيط لتحسين استجابة هذه المجتمعات.[1]

رابعا: نظم الإنذار المبكر

تستخدم أنظمة الإنذار المبكر الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات في الوقت الحقيقي وإصدار تحذيرات مبكرة. تعتمد هذه الأنظمة على تحليل بيانات متنوعة مثل الزلازل، الامطار، وحركات الأرض لاستخلاص استنتاجات فورية حول احتمالية حدوث الكارثة، هذه الأنظمة توفر وقتا ثمينا للسلطات والفرق المختصة لاتخاذ الإجراءات اللازمة والبدء في عمليات الخلاء إذا لزم الامر .

هذا الإطار تستخدم الحكومات والمنظمات نماذج الذكاء الاصطناعي للطوارئ لمراقبة الاحداث بشكل مستمر من خلال الحوسبة السحابية تتيح هذه المنصات للفرق الاغاثية متابعة التطورات اللحظية والاستجابة الفورية للأحداث على سبيل المثال، تستخدم منصات مثلhavrion protect التكنولوجيا السحابية للتتبع حركة الافراد والفرق خلال الكوارث وتحديد طرق الاخلاء المثلى.

[1] دور الذكاء الاصطناعي في إدارة الأزمات والكوارث الطبيعية، https ://3arabi.ai.com، اطلع عليه بتاريخ 28 ماي 2025 الساعة 20:12.

الفرع الثالث: تتبع جودة الهواء والتلوث المياه باستعمال تقنيات الذكاء الاصطناعي

يعدّ كل من تلوث الهواء ونقص المياه النظيفة من التحديات البيئية الملحة التي تؤثر سلبًا على صحة الإنسان والنظم البيئية حول العالم. مع تزايد الأنشطة الصناعية والتوسع الحضري، ازدادت الحاجة إلى حلول مبتكرة وفعالة لرصد هذه المشكلات البيئية والتصدي لها. في هذا السياق، برزت تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) كأداة تحويلية تمتلك إمكانيات هائلة لتعزيز قدرتنا على مراقبة جودة الهواء والماء بشكل لم يسبق له مثيل.

سيتناول هذا الفرع كيفية توظيف الذكاء الاصطناعي، بالاستفادة من قدراته التحليلية والتنبؤية، في مجالي جودة الهواء ومراقبة تلوث المياه .سنستكشف كيف تساهم أجهزة الاستشعار الذكية ونماذج التعلم الآلي في جمع البيانات الدقيقة وتحليلها في الوقت الفعلي، مما يتيح التنبؤ بالظروف البيئية المتغيرة، وتحديد مصادر التلوث، واقتراح التدابير الوقائية والعلاجية. من خلال تسليط الضوء على هذه التطبيقات، سنوضح كيف يمكن للذكاء الاصطناعي أن يكون ركيزة أساسية في الجهود العالمية الرامية إلى حماية بيئتنا وتحقيق التنمية المستدامة.

أولا: جودة الهواء والتلوث

يعتبرتلوث الهواء من التحديات البيئية التي تؤثر على الصحة العامة باستخدام الذكاء الاصطناعي، يمكن مراقبة جودة الهواء عبر أجهزة استشعار متقدمة وتحليل البيانات لتحديد مستويات التلوث بدقة. كما يمكن التنبؤ بالأوقات والأماكن التي يحتمل ان تزيد فيها مستويات التلوث، مما يساعد السلطات في اتخاذ التدابير الوقائية.

الذكاء إلا اصطناعي يساهم بشكل فعال في تحسين جودة الهواء ومكافحة التلوث من خلال:

1- رصد التلوث:

تحليل بيانات أجهزة الاستشعار لرصد مستويات الملوثات مثل ثاني أكسيد الكربون والمجسمات الدقيقة مراقبة جودة الهواء في الوقت الفعلي لتحديد المناطق الأكثر تلوثا.[1]

2- التنبؤ بالمشكلات:

[1] محمد علي الأنباري وخليل إبراهيم سرمد، الذكاء الاصطناعي والبيئة المستدامة " دراسة تكاملية "، الطبعة 01، دار الكتب والوثائق ببغداد، كربلاء، كانون الثاني 2025، ص22.

استخدام نماذج التعلم الالي للتنبؤ بنوبات التلوث بناء على الطقس وانشطة البشر.

تنبيه السكان والجهات المختصة لتقليل التعرض للتلوث.

3ـالسياسات المستدامة:

تحليل بيانات الانبعاثات لمساعدة في تصميم خطط لتقليل التلوث.

دعم تطبيق القوانين مثل تقيد حركة المركبات الملونة.

4ـ تقليل الانبعاثات

تحسين كفاءة وسائل النقل والمصانع باستخدام أنظمة ذكاء اصطناعي تقلل استهلاك الوقود. دعم الانتقال للطاقة النظيفة في القطعات المختلفة.[1]

ثانيا: مراقبة جودة الهواء والماء

تستخدم الخوارزميات الذكية وأجهزة الاستشعار المتصلة بالأنترنت لجميع بيانات عن مستويات التلوث في الهواء والماء بشكل مستمر وتحليها في الوقت الفعلي تساهم هذه التحليلات في الكشف المبكر عن مصادر التلوث والحد من انتشاره.

1 مراقبة جودة الهواء

تعتمد المدن الذكية على مجموعة من الأساليب والتقنيات البيئية الذكية لتحسين جودة الهواء بالذكاء الاصطناعي، من أحد أساليب المستخدمة هو استخدام اجهزة الاستشعار تلوث الهواء موزعة في جميع انحاء المدينة لجمع البيانات البيئية، هذه الأجهزة قادرة على قياس مستويات الملوثات مثل أكسيد الكربون والجسيمات العمالقة في الهواء ليتم بعدها تحليل هذه البيانات باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحديد أنماط التلوث وتقديم توصيات لتقليل منها

أحد امثلة البارزة هي استخدام تقنيات انترنت الأشياء (lot) في بعض المدن المتقدمة مثل دبي، حيث يتم دمج البيانات من أجهزة استشعار الهواء مع بيانات أخرى مثل بيانات المرور والطقس لتقديم صورة دقيقة عن حالة الهواء في الوقت الفعلي مما يسمح باتخاذ تدابير سريعة مثل إشارات المرور لتقليل الازدحام، الذي يؤدي بطبيعة الحال الي تقليل انبعاث المركبات.

[1] محمد علي الأنباري وخليل إبراهيم سرمد، المرجع السابق، ص22.

يمكن تحسين جودة الهواء بالذكاء الاصطناعي **من** خلال تحليل كميات ضخمة من البيانات في وقت قصير، تعتمد هذه الخوارزميات التعلم العميق لتحليل البيانات من خلال أجهزة الاستشعار والاقمار الصناعية، هذه الخوارزميات قادرة على تحديد مصادر التلوث بدقة سواء كانت ناتجة عن حركة مرور، او النشاط الصناعي، العوامل أخرى الامر الذي يقضي وضع خطط استباقية لتقليل التلوث.

إضافة الي ذلك، يمكن للذكاء الاصطناعي تحسين دقة التنبؤات البيئية عبر تقنيات مثل نماذج النقل الجوي (modelling system atmospheric transport) التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي لفهم تأثير الملوثات البيئية، مثل الجسيمات الدقيقة (bm)، وتحديد كيفية تحرك هذه الملوثات عبر الهواء مما يساعد في اتخاذ قرارات مدروسة بشأن التدبير اللازمة لتحسين جودة الهواء.[1]

2 مراقبة جودة المياه

طور فريق بحثي من معهد كوريا للعلوم والتكنلوجيا، تقنية تعتمد على الذكاء الاصطناعي لمراقبة جودة مياه الشرب، وأوضح الباحثون ان هذه التكنلوجيا تأتي مساهمة في تحسين جودة المياه من خلال تطبيقها في شبكات قياس جودة المياه الوطنية الالية، وفق النتائج التي نشرت، الاثنين في دورية (water research)

حيث يواجه نحو 2،2 مليار شخص حول العالم، أي أكثر من ربع سكان الكوكب تحديات في الوصول الي مياه الشرب الامنة. كما يعني نصف سكان العالم تقريبا من نقص حاد في المياه خلال أجزاء من السنة، مما يزيد الحاجة الي حلول فعالة لضمان جودة المياه وتوافرها.

هنا تكمن الحاجة الي تقنيات معالجة مبكرة والتغلب على نقص المياه، تنفق تكاليف ضخمة على مشاريع مثل الري عبر أنظمة الصرف الصحي واستخدام مياه بدلية مثل إعادة استخدام مياه الامطار وتحليه مياه البحر، مع زيادة الحاجة الي تكنولوجيا انتاج المياه اللامركزية.

تشمل هذه التكنولوجيا وفق دراسة تقنيات المعالجة الكهروكيميائية، التي تستخدم الكهرباء لإزالة الملوثات وتحسين جودة المياه. وتعتمد هذه الأساليب على الأقطاب الكهربائية لتحفيز تفاعلات اكسدة اختزال، ما يساعد على تحيد الملوثات او فصلها عن الماء. وتستخدم هذه الطرق بشكل متزايد في الأنظمة اللامركزية لإزالة ايونات العناصر الثقيلة الضارة في المياه مثل الصوديوم والبوتاسيوم وتحسين نقاء المياه.

---

https ://3arabi.ai.com، كيف يمكن تحسين جودة الهواء بالذكاء الاصطناعي في المدن ؟ الموقع السابق اطلع عليه بتاريخ 29 ماي 2025 الساعة 08:06.

تتطلب فاعلية المعالجة معرفة نوع الايونات وكميتها، حيث يمكن ان تؤثر هذه العوامل على التوصيل الكهربائي للماء وتفاعلات الأقطاب. مع ذلك، كانت المستشعرات المستخدمة في هذه العمليات غير قادرة على قياس وتتبع الايونات الفردية بدقة، مما يجعل من الصعب تقدير جودة المياه بشكل دقيق.

لذا لجأ الباحثون، إلى نموذج يعتمد على الذكاء الاصطناعي وبالتحديد التعلم الالي، لتوقيع تركيزات ايونات العناصر الثقيلة في المياه، مثل الصوديوم والبوتاسيوم، بهدف تقييم مستوى التلوث في محطات تقنية المياه. وقد اثبت النموذج كفاءته في التنبؤ بدقة عالية بتركيزات الايونات المختلفة، مما يعزز القدرة على مراقبة جودة المياه بشكل أفضل.

خلال استخدام هذا النموذج، يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل البيانات واستنتاج تركيزات الايونات المختلفة مما يعزز القدرة على مراقبة جودة المياه بدقة أكبر ويسهم في تحسين كفاءة المعالجة وتتيح استجابة أسرع لتغيرات نوعية المياه وفقا للباحثين.[1]

اظهرت النتائج انه يجب تحديث التنبؤات كل 20الي 80 ثانية لتحسين الدقة، مما يعني ان شبكات جودة المياه الوطنية يجب ان تقيس جودة المياه بشكل مستمر، على اقل مرة واحدة في الدقيقة، لتدريب النموذج بشكل صحيح.

وأشار الباحثون إلى أن هذه التكنولوجيا تمثل خطوة مهمة نحو تعزيز نظم إدارة المياه وتحقيق توزيع أكثر عدلا وأمانا للمياه على الصعيدين المحلي والعالمي.[2]

المطلب الثاني: نماذج تطبيقه من واقع لمساهمة الذكاء الاصطناعي في حماية البيئية

إن الذكاء الاصطناعي بما يتضمنه من خوارزميات متقدمة، وقدرة على معالجة كميات ضخمة من البيانات، وإمكانات تنبؤية وتحليلية عالية أصبح مستخدم على نطاق البيئية، وتحسين كفاءة الطاقة، ورصد التلوث وإدارة النفايات والزراعة الذكية، وتعد هذه الاستخدامات بمثابة تجسيد واقعي لمكانة الذكاء الاصطناعي ر في تعزيز حماية البيئية والحد من اثار السلوك البشري الضار على الطبيعة. في هذا المطلب سوف نتطرق إلى مجموعة نماذج تبين لنا كيفية المساهمة في حماية البيئة بطرق ذكية.

[1] كيف يمكن تحسين جودة الهواء بالذكاء الاصطناعي في المدن؟ المرجع السابق.
[2] تقنية " ذكية" لمراقبة جودة مياه الشرب، https ://aawsat.com، اطلع عليه بتاريخ 29ماي 2025 الساعة13.12.

الفرع الأول: تحديات البيئية المرتبطة بالزراعة التقليدية

الزراعة التقليدية تواجه تحديات بيئية كبيرة تؤثر سلبا على استدامة الموارد. من أكثر القطاعات استهلاك للمياه. انظمة الري التقليدي غالبا ما تسب هدر كميات هائلة من المياه، مما يزيد الضغط على موارد المائية التي تعاني من شح في العديد المناطق، الى جانب ذلك، يؤدي الافراط في استخدام المبيدات والاسمدة الكيمائية الى تلوث التربة والمياه الجوفية، مما يضر بالنظام البيئي ويهدد جودة الغذاء. كما إزالة الغابات لتوفير مساحات للزارعة تعد من ابرز الممارسات التي تؤثر على البيئية ,اذا تسهم في فقدان التنوع البيولوجي وزيادة انبعاثات الكربون نتيجة القضاء على الغطاء النباتي . هذا بالإضافة الى ان الأنشطة الزراعية التقليدية تسهم بشكل كبير في انبعاثات ا الغازات الدفيئة، مثل غاز الميثان الناتج عن زراعة الأرز وتربية الماشية، مما يزيد من تفاقم مشكلة التغير المناخي. هذه التحديات الأثر البيئي للزارعة من خلال تحسين إدارة الموارد وتقليل الهدر مع الحافظ على الإنتاجية الزراعية.

أولا: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة

1- أنظمة الري الذكي

الذكاء الاصطناعي يمكن المزارعين من تحسين استخدام المياه من خلال أنظمة الري الذكي. تعتمد هذه الأنظمة على تحليل البيانات التي تجمعها أجهز استشعار التربة والطقس لتحديد الكميات المثلى من المياه اللازمة للنباتات. على سبيل المثال: استخدام أجهزة استشعار التربة حيث يمكن لأجهزة استشعار متصلة بأنظمة ذكاء اصطناعي قياس رطوبة التربة في الوقت الفعلي. بناء على هذه البيانات، تصدر الأنظمة توصيات بالري فقط عند الحاجة. كما يمكن التنبؤ بالطقس باستخدام تقنيات التنبؤ المتقدمة، ويساعد هذا في الري المفرط عند توقع هطول أمطار.

2- مكافحة الآفات باستخدام التعلم الالي

مكافحة الآفات باستخدام تقنيات التعلم الالي تعد من أكثر التطبيقات فعالية استدامة للذكاء الاصطناعي في الزراعة. تتيح هذه التقنيات الكشف المبكر عن الآفات من خلال استخدام أنظمة مزودة بكاميرات عالية الدقة وخوارزميات تحليل الصور بفضل هذه الأنظمة ،[1] يمكن رصد جودة الآفات في مراحلها الأولى قبل أن تتسبب في أضرار واسعة النطاق، مما يمنح المزارعين فرصة اتخاذ التدبير

[1] خالد علي الدرندلي وجيهان بسرى أيوب وأمل فاروق عبد الجواد، الذكاء الاصطناعي والبيئة (دور الذكاء الاصطناعي في حماية البيئة وتحقيق الاستدامة)، قطاع شؤون البيئة وخدمة المجتمع كلية الحاسبات والمعلومات، جامعة الزقازيق، ص 10-11.

الوقائية المناسبة .إضافة الى ذلك ، يمكن الذكاء الاصطناعي من استهداف دقيق للمبيدات الي مناطق المصابة فقط .مما يقلل من استخدام الموارد الكيميائية ويمحي المحاصيل الأخرى من التأثير. هذا النهج لا يسهم فقط في الحفاظ على البيئية وتقليل التكاليف، ولكنه أيضا يساعد في تحسين جودة المنتجات الزراعية وتعزيز استدامة الزراعة على المدى الطويل.[1]

3- زراعة الدقيقة:

الزراعة الدقيقة تعتمد على استخدام الذكاء الاصطناعي أجمع وتحليل البيانات من المزارع. الأمثلة تشمل تحليل خصوبة التربة حيث أنظمة الذكاء الاصطناعي يمكنها تحديد المناطق التي تحتاج إلى تحسين الخصوبة، مما يقلل من استخدام الأسمدة الكيميائية. كما أن تقنيات الذكاء الاصطناعي تساعد على تنبؤ بالظروف الجوية بدقة أكبر. مما يمكن المزارعين من اتخاذ القرارات أفضل بشأن مواعيد الزراعة والحصاد وتحديد مناطق فيها المخاطر المناخية مثل الجفاف الفيضانات، وأيضا تساهم هذه التقنيات في اختيار المحاصيل المناسبة حيث أنه عن طريق تحليل الظروف المناخية يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي تحليل بيانات التربة وعرفة مكوناتها ونسبة الأملاح والرطوبة وغيرها من مكونات التربة، ثم يقوم الذكاء الاصطناعي باقتراح أفضل المحاصيل الأكثر ملائمة لهذه الظروف للمساهمة في زيادة الإنتاجية.

ثانيا: الروبوتات الذكية في الزراعة

الروبوتات الزراعية المدعمة بالذكاء الاصطناعي تشهد تطورا سريعا، حيث تلعب دورا بارزا في تحسين الكفاءة وتقليل التكاليف المرتبطة بالعمليات الزراعية. تعتمد هذه الروبوتات على تقنيات متقدمة مثل التعلم الالي والرؤية الحاسوبية، مما يمنحها القدرة على أداء العديد من المهام التي تتطلب في السابق مجهودا بشريا كبيرا على سبيل المثال، تستخدم الروبوتات في زراعة المحاصيل من خلال توزيع البذور بدقة داخل التربة، ما يقلل من التباين في العمق ويعزز فرص نجاح الانبات. كما تساهم أنظمة الري المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تعديل كميات المياه المستخدمة استنادا الي ظروف المناخ وحالة التربة، مما يؤدي الي تقليل الفاقد وتحسين استهلاك الموارد المائية.

علاوة على ذلك تستخدم الروبوتات في عمليات الحصاد الآلي لجمع المحاصيل مثل الفواكه والخضروات بدقة عالية دون الاضرار بالمنتجات، مما يرفع من جودة الحصاد ويسرع إنجازه. كما تعتمد الروبوتات على الرؤية الحاسوبية لتحليل البصري، ما يتيح لها تميز المحاصيل الناضجة والتعامل

[1] خالد علي الدرندلي وجيهان بسرى أيوب وأمل فاروق عبد الجواد، المرجع السابق، ص 10-11.

معها بكفاءة وفي خطوة أخرى لتحسين جودة الإنتاج، تقوم الروبوتات بفرز المحاصيل بناء على معاير مثل الحجم والشكل واللون، مما يسمح بالتخلص من المحاصيل غير الناضجة او التالفة. بعد ذلك، يمكن لهذه الروبوتات تنفيذ عمليات التعبة والتغليف بدقة وامان، ما يقلل تكاليف العمالة ويجعل بتوصيل المنتجات الى الأسواق.

إلى جانب ذلك، تستخدم الطائرات بدون طيار (drones)، وهي جزء من منظومة الروبوتات الزراعية لمراقبة المحاصيل من الجو، وتقوم هذه الطائرات بالتقاط صور وتحليها باستخدام الذكاء الاصطناعي للكشف عم المشكلات مثل نقص مياه او ظهور الآفات الزراعية مما يمكن المزارعين عن اتخاذ التدبير الازمة في الوقت المناسب. كل هذه التطبيقات تظهر كيف يمكن للذكاء الاصطناعي ان تحدث تحولا جذريا. في الزراعة، من خلال زيادة الإنتاجية وتحقيق الاستدامة مع التقليل الاعتماد على الطرق التقليدية.

بعض الأمثلة من الحياة الواقعية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في الزراعة تظهر بوضوح كيف يمكن التكنلوجيا ان تحدث فرقا كبيرا في تحسين الإنتاجية والاستدامة. في الهند على سبيل المثال، أطلقت عدة مشاريع تبتنى أنظمة الري الذكي المدعمة بالذكاء الاصطناعي، من بين هذه المشاريع، مشروع يعتمد أجهزة الاستشعار متصلة لتوفير المياه الي جانب زيادة ملحوظ في إنتاجية المحاصيل، مما يعكس تأثير التقنية في معالجة تحديات ندرة الموارد.[1]

الولايات المتحدة الأمريكية، فلقد أصبحت الطائرات بدون طيار المزودة بتقنيات الذكاء الاصطناعي جزءا أساسيا في عملية مراقبة المحاصيل. تقوم هذه الطائرات بجمع بيانات دقيقة عن صحة النباتات، انتشار الآفات، ومستوى الرطوبة في التربة بفضل هذه التقارير التفصيلية، يمكن للمزارعين اتخاذ قرارات مستنيرة تسند الي معلومات دقيقة، مما يعزز من فعالية العمليات الزراعية ويقلل من الخسائر المحتملة.[2]

الفرع الثاني: إدارة الموارد الطبيعية

يمكن للذكاء الاصطناعي أن يلعب دورا محوريا في تحسين إدارة الموارد من خلال تحليل البيانات الكبيرة وتقديم روى دقيقة. على سبيل المثال، يمكن استخدام تقنيات التعلم الالي لتحليل بيانات

[1] الذكاء الاصطناعي والبيئة، ، المرجع السابق، ص 11.
[2] المرجع نفسه، ص12.

استهلاك المياه والطاقة، مما يساعد في تحديد الأنماط وتحسين الكفاءة وفقا لدراسة أجرتها شركةMcKinsey

يمكن أن يؤدي استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المياه الي تقليل الفاقد بنسبة تصل الى 30% علاوة على ذلك، يمكن للذكاء الاصطناعي تحسين إدارة الغابات والموارد الطبيعة الأخرى. من خلال استخدام الطائرات بدون طيار وتقنيات الرؤية الحاسوبية، يمكن مراقبة صحة الغابات وتحديد المناطق المتضررة من الحرائق او الامراض.هذا النوع من التحليل يمكن أن يسهم في اتخاذ قرارات سريعة وفعالة لحماية هذ المورد.

الفرع الثالث: إدارة النفايات

تعتبر إدارة النفايات من التحديات الكبرى التي تواجه المدن الحديثة. يمكن للذكاء الاصطناعي أن يعلب دورا محوريا في تحسين كفاءة إدارة النفايات من خلال تحليل البيانات وتقديم حلول مبتكرة. على سبيل المثال يمكن استخدام تقنيات التعلم الالي لتحليل بيانات جمع النفايات وتحديد الأنماط، مما يساعد في تحسين جداول الجمع وتقليل التكاليف.

علاوة على ذلك. يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساعد في تطوير تقنيات إعادة التدوير. من خلال استخدام الرؤية الحاسوبية، يمكن فرز النفايات بشكل أكثر كفاءة، مما يزيد من المعدلات إعادة التدوير ويقلل من كمية النفايات المرسلة الي المدافن وفقا لتقرير صادر منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية، يمكن أن تؤدي استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة النفايات بنسبة تصل الى 50%.[1]

الفرع الرابع: تحسين كفاءة الطاقة باستخدام الذكاء الاصطناعي

يمكن للذكاء الاصطناعي **ان** يسهم بشكل كبير في تحسين كفاءة الطاقة **من** خلال تحليل البيانات وتقديم حلول مبتكرة**.** على سبيل المثال، يمكن استخدام تقنيات التعلم الالي لتحيل استهلاك الطاقة في المباني، مما يساعد في تحديد الفرص لتحسين الكفاءة وتقليل الفاقد. وفقا لدراسة أجرتها شركة Deloitte يمكن ان يؤدي استخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة الطاقة بنسبة تصل 20بمئة.

علاوة على ذلك، يمكن الذكاء الاصطناعي أن يساعد في تحسين إدارة الشبكات الكهربائية، من خلال تحليل البيانات في الوقت الحقيقي، يمكن للذكاء الاصطناعي ان يساعد في التنبؤ بالطلب على

[1] رفي برازي، **كيف يساهم الذكاء الاصطناعي في حماية البيئة؟ اكتشف دور التكنولوجيا الحديثة!** ،20مايو 2025، اطلع عليها بتاريخ 2025/05/30 الساعة 6.45، https ://bawabaai.com.

الطاقة وتوجيه الموارد بشكل أكثر كفاءة. هذا النوع من التحليل يمكن ان يسهم في تقليل استدامة الشبكات انبعاثات الكربون وتحسين استدامة الشبكات الكهربائية.

الفرع الرابع: تقنية الرصد البيئي

يعلب الذكاء الاصطناعي دورا مهما وحيويا في تحسين عمليات الرصد البيئي من خلال جمع البيانات وتحليلها بطرق أكثر كفاءة ودقة. فيما يلي أبرز أدوار الذكاء الاصطناعي في هذا المجال:

ا- تحليل بيانات الاستشعار عن بعد: يستخدم الذكاء الاصطناعي لتحليل البينات الضخمة التي تجمعها الأقمار الصناعية والطائرات المسيرة (الدرون)وأجهزة الاستشعار الأرضية. يساعد ذلك في مراقبة التغيرات البيئية بمرور الوقت، مثل تدهور الغابات، ذوبان الجليد، ونسب التلوث في المحيطات، مما يوفر صورة شاملة ودقيقة عن الحالة البيئية.

ب **-كشف التلوث في الوقت الفعلي**: تستخدم أنظمة الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات أجهزة استشعار التلوث في الوقت الفعلي، سواء كانت تراقب جودة الهواء، الماء او التربة. يمكن للذكاء الاصطناعي كشف وجود مواد ضارة وتحديد مصدرها بسرعة، مما يمكن الجهات المسؤولة من اتخاذ إجراءات سريعة للحد من انتشار التلوث.

ج -التنبؤ بالكوارث الطبيعة: يعتمد الذكاء الاصطناعي على نماذج تنبؤية لتحليل بيانات الطقس والمناخ والتنبؤ بحدوث كوراث وبيئية مثل الأعاصير، الفيضانات، او الحراق. توفير هذه التوقعات وقتا كافيا للجهات المعنية لاتخاذ تدابير وقائية للحد من التأثير هذه الكوارث على البيئة الناس.[1]

ت **-التتبع الذكي للحياة البرية**: باستخدام الذكاء الاصطناعي يمكن تتبع تحركات الحيوانات البرية حمايتها من المخاطر مثل الصيد الجائراو التهديدات البيئية. تجمع الكاميرات الذكية وأجهزة التتبع بيانات

حول أنماط حركة هذه الحيوانات، وبتحليل هذه البيانات، يمكن حماية الأنواع المهددة بالانقراض وإدارة البيئات الطبيعية التي تعيش فيها.

[1] محمد علي الأنباري، خليل إبراهيم سرمد، الذكاء الاصطناعي والبيئة المستدامة " دراسة تكاملية"، دار الكتب والوثائق ببغداد، كانون الثاني 2025، ص 39.

الفرع الخامس: تشجيع الاقتصاد الدائري وإدارة النفايات:

تسهم الذكاء الاصطناعي في تحسين عمليات إعادة التدوير من خلال تقنيات التعرف الذكي على النفايات وتصنيفها تلقائيا، مما يزيد من كفاءة عمليات أدارة النفايات وقلل من النفايات التي تنتهي في المكبات. هذا يعزز الاقتصاد الدائري الذي يعيد استخدام الموارد ويقلل من استهلاك الموارد الخام.[1]

المبحث الثاني: الأثار وتحديات الذكاء الاصطناعي التي تواجه البيئية

رغم **ما** يتيحه الذكاء الاصطناعي من فرص واعدة في خدمة البيئية ألا أن استخدامه لا يخلو من أثار سلبية وإيجابية ألا أنه ساهم في تحسين طرق المراقبة والرصد البيئي، وتقديم حلول ذكية لتخفي

ف من تلوث وإدارة الموارد الطبيعة. غير انا هذا التقدم لا يخلو من التحديات، مثل طاقة عالية في تشغيل أنظمة الذكاء الاصطناعي وتعقيد البيانات، مخاوف استخدامه بشكل غير أخلاقي أو مضر بل بيئية.

لذلك، فإن دراسة أثاره وتحدياته تعد ضرورية لتحقيق التوازن بين التقدم التكنلوجي وحماية البيئية. وعليه فتم التطرق في مطلب الأول الى الأثار المترتبة للذكاء الاصطناعي في حماية البيئية في حين تناول الفصل الثاني التحديات للذكاء الاصطناعي في حماية البيئية.

المطلب الأول: الأثار المترتبة للذكاء الاصطناعي في حماية البيئة

يعد الذكاء الاصطناعي أداة فعالة في المجال البيئي، حيث تركز العديد من الدارسات على أثاره المباشرة وغير المباشرة، لذلك، سيتم في هذا المطلب تناول أبرز الاثار التي يحدثها الذكاء الاصطناعي على البيئية، سواء كانت إيجابية أو سلبية، بهدف إبراز مدى تأثير التكنولوجيا على المحيط البيئي سنتطرق للأثار الإيجابية للذكاء الاصطناعي على حماية البيئة (كفرع اول) والاثار السلبية للذكاء الاصطناعي على حماية البيئة (كفرع ثاني).

الفرع الأول: الأثار الإيجابية للذكاء الاصطناعي على حماية البيئة

يمكن للذكاء الاصطناعي أن يحدث ثورة في مراقبة جودة المياه والهواء، حيث تقوم الأنظمة المتطورة بتحليل بيانات المستشعرات للكشف عن الملوثات في الوقت الحقيقي، مما يمكننا كم اتخاذ إجراءات فورية لتحسين بيئتنا.

[1] محمد علي الانباري وخليل إبراهيم سرمد، المرجع السابق، ص45.

تلعب تقنيات الذكاء الاصطناعي دورا في إدارة إنتاج الطاقة المتجددة، حيث تتنبأ بظروف الطقس وتوازن العرض والطلب في الشبكات الكهربائية

يستخدم الذكاء الاصطناعي في تتبع وحماية الأنواع مهددة بانقراض مثل النمور عبر تحليل الصور وتقيم اعدادها بدقة

تعمل أنظمة الذكاء الاصطناعي على تحسين طرق جمع النفايات، مما يزيد من كفاءة إعادة التدوير ويقلل من الأثر البيئي[1]

يقلل الذكاء الاصطناعي من هدر الطاقة في مباني من خلال الصيانة التنبئية

يعزز الذكاء الاصطناعي استخدام المياه ويقلل من الهدر في الري مما يقلل من استهلاك بنسبة تصل الي 50%

يساهم الذكاء الاصطناعي في مكافحة التلوث البصري حيث يصنف الملوثات البصرية بدقة تصل الي 95 % في عملية التدريب 85% في تحقيق

يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي ان تحسن استهلاك الطاقة في المباني الذكية، على سبيل المثال، يقوم مشروع windnode في برلين باستخدام تقنيات التعلم الالي لضبط استهلاك التدفئة بناءا على وجود السكان، مما يحقق وفورات كبيرة في الطاقة

خلال هاته الإيجابيات يمكن القول ان الذكاء الاصطناعي يعزز الاستدامة البيئية من خلال تحسين كافة الموارد، مراقبة التلوث، التنوع البيولوجي، وإدارة المخاطر البيئية بفعالية.[2]

الفرع الثاني: الأثار السلبية للذكاء الاصطناعي على البيئة

الذكاء الاصطناعي من أبرز التنقنيات الحديثة التي تساهم في تطوير العديد من المجلات، الاأنه له مشاكل بيئية سلبية لا يمكن تجاهلها، لذا أصبح من ضروري فهم سلبيات الذكاء الاصطناعي والعمل على تقليدها لضمان مستقبل أكثر استدامة.

[1] **الذكاء الاصطناعي وحماية البيئة: ما هو دور التكنولوجيا الحديثة؟**، 2024/12/10، مقال، أطلع عليه بتاريخ 2025/06/01 الساعة 10.52، https ://3arabi.ai.com.

[2] **أفاق مستدامة: تقاطع الذكاء الاصطناعي والابتكار البيئي**، الإصدار السادس 15 يوليو2024، اطلع عليه بتاريخ 2025/06/01 الساعة 16.09، https ://ae.linkedm.com.

أولا: النفايات الالكترونية

مراكز البيانات تضم الذكاء الاصطناعي تنتج كميات كبيرة من النفايات الإلكترونية، والتي تحتوي غالبا على مواد خطرة مثل الزئبق الرصاص. هذه المواد تعتبر من سلبيات الذكاء الاصطناعي على البيئية إذا لم يتم التخلص منها بشكل صحيح، مما يؤدي الي تلوث التربة والمياه.

ثانيا: الاستهلاك العالي للطاقة

يتطلب الذكاء الاصطناعي كميات من الكهرباء لتشغيل مراكز البيانات، خاصة لتشغيل الخوادم وتخزين البيانات. غالبا ما تستمده هده الطاقة من مصادر غير متجددة مثل الوقود الاحفوري، مما يساهم في زيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

ثالثا: الاستهلاك الكبير للمياه

تستهلك مراكز البيانات كميات البيانات كميات كبيرة من المياه اثناء البناء ولتبريد الأجهزة والمكونات الالكترونية اثناء التشغيل. هذا الاستهلاك يشكل ضغطا إضافيا على موارد المياه، خاصة في المناطق تعاني بالفعل من ندرة المياه.[1]

رابعا: الاعتماد على المعادن النادرة

تعتمد صناعة رقائق الذكاء الاصطناعي والمكونات الالكترونية الأخرى على معادن نادرة تستخرج بطرق غير مستدامة. يؤدي ذلك الي تدمير النظم البيئية في مناطق التعدين وزيادة الضغط على الموارد الطبيعي.

خامسا: التأثيرات غير متوقعة، مثل زيادة الاعتماد على السيارات ذاتية القيادة بلادا من وسائل النقل العام، مما يرفع انبعاثات الكربون. كما قد تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي لنشر معلومات مضللة تقلل من وعي الجمهور بخطر التغير المناخي.

[1] **سلبيات الذكاء الاصطناعي .... هل تهدد البيئة على كوكب الأرض؟**، 2025/01/19، اطلع عليه بتاريخ 2025/06/01 الساعة 22.25، https ://3arabi.ai.com.

سادسا: زيادة عدد مراكز البيانات

تضاعف عدد مراكز البيانات بشكل كبير خلال السنوات الأخيرة لتلبية متطلبات الذكاء الاصطناعي. هذا التوسع يؤدي الي استنزاف الموارد الطبيعة ويزيد من الأثر البيئي لمراكز البيانات، بما في ذلك انبعاثات الكربون واستهلاك المياه والطاقة.[1]

المطلب الثاني: تحديات الذكاء الاصطناعي في حماية البيئية.

رغم الإمكانيات التي يقدمها الذكاء الاصطناعي في مجال حماية البيئة إلا أن استخدامه لا يخلو من صعوبات وتحديات، في هذا المطلب، سيتم التطرق الى أهم العوائق التقنية والبيئية وحتى الأخلاقية، التي تقيد فاعلية هذه التكنولوجيا في تحقيق أهداف التنمية البيئية المستدامة.

الفرع الأول: تحدي استهلاك الطاقة

تتطلب تقنيات الذكاء الاصطناعي قوة حسابية كبيرة، ما يترجم إلى استهلاك مرتفع للطاقة، حيث تستهلك مراكز البيانات التي تدعم تطبيقات الذكاء الاصطناعي كميات هائلة من الكهرباء، والتي لا تزال تتولد من الوقود الأحفوري ما يؤدي إلى ارتفاع انبعاثات الكربون، ويزيد من تفاقم أزمة المناخ.[2]

الفرع الثاني: تحدي البصمة الكربونية التكلفة البيئية للذكاء الاصطناعي

يستهلك تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي الكبيرة كميات هائلة من الطاقة، مما يساهم في انبعاثات غازية الدفيئة. وتشير إحدى الدراسات إلى أن تدريب نموذج ذكاء اصطناعي كبير واحد يمكن أن يبعث كمية من الكربون تعادل ما تبعثه خمس سيارات على مدار عمرها فتراضي بالكامل. كما أن مراكز البيانات، التي تعد العمود الفقري لعمليات الذكاء الاصطناعي، تستهلك كميات ضخمة من الكهرباء حوالي 1-2 % من الكهرباء العالمية في عام 2022، ومن المتوقع أن تصل إلى 10بالمية من كهرباء الولايات المتحدة بحلول عام 2030، والمياه لأغراض التبريد.[3]

يزال العديد من هذه المراكز يعتمد على الوقود الأحفوري كمصدر للطاقة، بالإضافة إلى ذلك، فإن تصنيع الأجهزة المتخصصة للذكاء الاصطناعي مثل وحدات معالجة الرسوم gpus ووحدات

[1] **افاق مستدامة: تقاطع الذكاء الاصطناعي والابتكار البيئي**، https://ae.linkedm.com. المرجع السابق.

[2] أسماء زايد، **تحديات استخدام الذكاء الاصطناعي في مواجهة تغير المناخ. أبرزها زيادة استخدام الطاقة**، صحيفة الوطن، الأربعاء 04 سبتمبر 2024، ال ساعة10.55، أطلع عليها بتاريخ 2025/06/02 الساعة09:35، https ://elatannews.com.

[3] طارق قابيل، **الذكاء الاصطناعي وتحسين نماذج المناخ: بين الفرص والتحديات**، شبكة بيئة أبو ظبي، أسبوع من تاريخ النشر، أطلع عليه بتاريخ 2025/06/02 الساعة 23:03 https ://abudhabienv.ae.com .

معالجة الموترات tpus له بصمة كربونية كبيرة، تشمل تعدين المعادن الأرضية النادرة، كما أن النفايات الإلكترونية الناتجة عن تقادم أجهزة الذكاء الاصطناعي تمثل مصدر قلق متزايد.

الفرع الثالث: التحديات الأخلاقية

رغم الفوائد العديد لاستخدام الذكاء الاصطناعي في حماية البيئة، إلا أن هناك تحديات أخلاقية يجب مراعاتها، تتعلق هذه التحديات بالخصوصية، والشفافية، والمساءلة، على سبيل المثال، قد تتطلب تقنيات الذكاء الاصطناعي جمع بيانات حساسة عن الأفراد والمجتمعات، مما يثير مخاوف بشأن الخصوصية.

علاوة على ذلك، يجب أن تكون هناك شفافية في كيفية استخدام البيانات وتحليلها، يجب أن يكون هناك إطار قانوني يضمن المساءلة ويمنع إساءة استخدام التكنولوجيا، من المهم أن يتم تطوير سياسات واضحة لضمان استخدام الذكاء الاصطناعي بشكل أخلاقي ومستدام.[1]

الفرع الرابع: التحديات اقتصادية:

مع التطور المتسارع لتقنيات **الذكاء الاصطناعي (AI)** وتزايد اندماجها في مختلف جوانب الحياة والاقتصاد، تبرز مجموعة من التحديات الجديدة التي تستدعي اهتمامًا خاصًا. فبقدر ما يحمل الذكاء الاصطناعي من فرص هائلة للنمو والتقدم، فإنه يطرح في المقابل تحديات اقتصادية معقدة قد تؤثر على المجتمعات والدول بشكل متفاوت.

سيتناول هذا الفرع جانبًا محددًا من هذه التحديات، وهو **التفاوت في النفاذ** إلى تقنيات الذكاء الاصطناعي. سنستكشف كيف يمكن لهذا التفاوت أن يؤدي إلى تعميق الفجوات الاقتصادية بين الدول والشركات، بل وحتى بين الأفراد داخل المجتمع الواحد، وكيف يؤثر ذلك على توزيع الثروة والفرص. فهم هذه الديناميكيات أمر بالغ الأهمية لوضع سياسات واستراتيجيات تضمن توزيعًا أكثر عدالة لفوائد الذكاء الاصطناعي، وتخفيف آثاره السلبية المحتملة على التنمية الاقتصادية الشاملة.

أولا: التفاوت في النفاذ

يظل تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي متفاوت وغير متوازن، وإن إمكانية النفاذ إلى تقنيات الذكاء الاصطناعي ليست موحدة للدول والشركات والأفراد، ومن الممكن أن تستفيد الأفراد (الدول/ الشركات/ الأفراد) ذات (الموارد المائية / البنية التحتية) من التقنيات الذكاء الاصطناعي، وبالتالي الحصول على

[1] رافي برازي، المرجع السابق، أطلع عليها بتاريخ 2025/06/03 ال ساعة17:53.

دخل أعلى ومزايا تنافسية أكثر من غيرها، الأمر الذي يؤدي إتساع فجوة التفاوت الاقتصادي بين الدول والشركات في الاقتصادات المختلفة. وكذلك، من المتوقع ان تتسع فجوة التفاوت في الأجور، حيث يتمتع الأفراد ذوي المهارات التقنية المطلوبة لتطوير التنفيذ وإدارة برامج الذكاء الاصطناعي بفرص اقتصادية أكبر من الأفراد ذوي المهارات المنخفضة. [1]

ثانيًا: تأثير الذكاء الاصطناعي على سوق العمل

يتوقع أن تحدث تقنيات الذكاء الاصطناعي تحولًا كبيرًا في سوق العمل، فبينما تخلق وظائف جديدة في مجالات مثل تطوير الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات، فإنها قد تؤدي أيضًا إلى أتمتة العديد من المهام الروتينية والمتكررة. هذا يمكن أن يؤدي إلى فقدان وظائف في قطاعات معينة، خاصة تلك التي تعتمد بشكل كبير على العمل اليدوي أو المهام الإدارية البسيطة.

هذا التحول يتطلب من القوى العاملة التكيف واكتساب مهارات جديدة (مثل مهارات التفكير النقدي، حل المشكلات المعقدة، والإبداع، بالإضافة إلى المهارات الرقمية المتقدمة) لتلبية متطلبات الوظائف المستقبلية. وقد يؤدي عدم القدرة على التكيف إلى زيادة معدلات البطالة الهيكلية، وتفاقم الفجوات بين العمالة الماهرة وغير الماهرة، مما يشكل تحديًا كبيرًا أمام الحكومات والمؤسسات التعليمية لضمان الانتقال السلس والعادل لسوق العمل.

[1] **الذكاء الاصطناعي ما بين المزايا والتحديات**، الإصدار السادس مارس 2024، بنك الكويت المركزي، أطلع عليه بتاريخ 2025/06/03 الساعة 8.41، https ://specialized.com.

خلاصة الفصل الثاني:

يعد الذكاء الاصطناعي من أبرز الأدوات التكنولوجية الحديثة التي أسهمت بشكل فعال في خدمة القضايا البيئية، حيث أصبحت يوظف في تحليل البيانات البيئية الضخمة، والتنبؤ بالتغيرات المناخية، ومراقبة جودة الهواء والماء، إدارة الموارد الطبيعة بكفاءة. وقد مكن هذا التوظيف من تحسين دقة الرصد البيئي، وتسريع الاستجابة للكوارث الطبيعية، ودعم الابتكارات في مجالات مثل الزراعة الذكية والطاقة المتجددة.

ورغم هذه الإيجابيات، إلا أن استخدام الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي يواجه عددا من التحديات، من بينها ارتفاع التكاليف، والحاجة الى بنى تحتية رقمية متطورة، ونقص الكفاءات التقنية، فضلا عن الأثر البيئي المرتبط باستهلاك الطاقة. ومع ذلك فإن دمج هذه التكنولوجيا في السياسات البيئية يمثل فرصة حقيقية في تعزيز الاستدامة وحماية كوكب الأرض بطرق أكثر فعالية وابتكارا.

الـــــخاتمـــة

الخاتمة:

استنادا مما سبق عرضه، لنا أن نستخلص ختاما بأن الذكاء الاصطناعي وتعلم الألة يمكن اعتبارها مستقبل الابتكار التكنولوجي البشري، حيث شهدت هذه المجالات تقدما كبيرا خلال العقود الأخيرة، وخاصة المجال البيئي وسيستمران في ثورة الطرق التي يعيش بها الناس حياتهم.

فإن توظيف الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي يظل مرتبطا بمدى توافر بنية تحتية تقنية، وإدارة سياسية وتعاون دولي يضمن تسخير هذه التكنولوجيا بطريقة مستدامة وعادلة. كما يجب الانتباه الى التحديات المرتبطة بالأثر البيئي لتقنيات الذكاء الاصطناعي نفسها، مثل استهلاك الطاقة وحجم النفايات الإلكترونية.

يمكننا القول مما سبق بأن الاستفادة القصوى من الذكاء الاصطناعي لحماية البيئية تتطلب تبني استراتيجيات متكاملة تجمع بين التطوير التكنولوجي والحفاظ على التوازن البيئي في سبيل بناء مستقبل أكثرإستدامة لأجيال القادمة.

ومن خلال دراستنا لهذا الموضوع توصلنا للنتائج التالية:

ـ الذكاء الاصطناعي يساهم بفاعلية في تخفيف أثار تغير المناخ والتنبؤ بأنماط الطقس المستقبلية، مما يساعد في وضع استراتجيات التخفيف المناسبة.

تحسين استخدام الموارد في الزراعة مثل المياه والاسمدة، مما يعزز الممارسات المستدامة ويزيد الإنتاجية مع الهدر.

ـ مراقبة صحة المحيطات وجودة المياه والهواء عبر تحليل بيانات المستشعرات والأقمار الصناعية للكشف المبكر عن التلوث اتخاذ إجراءات فورية.

ـ التنبؤ بالكوارث الطبيعية وتحسين الاستجابة لها بفضل أنظمة الذكاء الاصطناعي التي تحلل البيانات التاريخية والحالية، مما يقلل من الأضرار والخسائر البشرية.

ـ حماية الأنواع المهددة بالانقراض عبر تتبعها وتحليل سلوكها باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل الحاسوبية.

ـ تعزيز كفاءة استهلاك الطاقة في المباني والمدن الذكية من خلال أنظمة ذكية تتحكم في الإضاءة والتكيف وتقليل الفاقد.

ومن هذا المنطلق فقد بات من الضروري تقديم

بعض التوصيات وهي كالاتي:

ـ تعزيز البحث العلمي في مجال الذكاء الاصطناعي البيئي، من خلال دعم مشاريع البحث التي تدمج تقنيات الذكاء الاصطناعي بحلول مستدامة لحماية البيئية.

ـ إنشاء شراكات بين القطاعين العام والخاص ولتطوير تقنيات ذكية تساهم في رصد ومراقبة الموارد الطبيعية بشكل فعال.

ـ تشجيع الاستثمار في الذكاء الاصطناعي الأخضر، أي التطبيقات الصديقة للبيئية، خاصة في مجالات الطاقة المتجددة، الزراعة الذكية، والنقل المستدام.

ـ إدماج الذكاء الاصطناعي في السياسات البيئية الوطنية من خلال تطوير أطر تشريعية تراعي الأبعاد الأخلاقية والتقنية، وتمنح الأولية لاستدامة البيئية.

ـ رفع مستوى الوعي المجتمعي حول أهمية الذكاء الاصطناعي في خدمة حملات إعلامية وتوعوية الى مختلف فئات المجتمع.

ـ تعين وزيز الذكاء الاصطناعي، كما هو معمول به في دولة الامارات العربية المتحدة، وتعتبر أول دولة عربية لديها وزيز للذكاء الاصطناعي وإسمه عمر سلطان العماء وعيين منذ سنة 2017 إلى يومنا هذا.

ـ يجب على الدولة الجزائرية سن ووضع قانون خاص بالذكاء الاصطناعي كما هو معمول به في الاتحاد الأوربي والصين.

قائمة المصادر و المراجع

قائمة المصادر و المراجع

قائمة المراجع

أولاً: الكتب

1.الطنطاوي رمضان عبد الحميد، **التربية البيئية (تربية حتمية)**، الطبعة الأولى، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008.

2.الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي، **مبادئ أخلاقيات الذكاء الاصطناعي**، الإصدار الأول، (د.ن)، السعودية، سبتمبر 2023.

3.سابق اميرة، **الذكاء الاصطناعي رؤى متعددة الاختصاصات**، الطبعة الأولى، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الاستراتيجية والاقتصادية والسياسية، برلين، المانيا، افريل 2024.

4.بنك الكويت المركزي، **الذكاء الاصطناعي ما بين المزايا والتحديات**، الإصدار السادس، (د.ن)، الكويت، مارس 2024.

5.الأنباري، محمد علي وسرمد، خليل إبراهيم، **الذكاء الاصطناعي والبيئة المستدامة "دراسة تكاملية"**، الطبعة الأولى، دار الكتب والوثائق ببغداد، العراق، كانون الثاني 2025.

6.الدرندلي علي خالد وجيهان يسرى أيوب وأمل فاروق عبد الجواد، **الذكاء الاصطناعي والبيئة (دور الذكاء الاصطناعي في حماية البيئة وتحقيق الاستدامة(**،)د.ط)، قطاع شئون البيئة وخدمة المجتمع بكلية الحاسبات والمعلومات، جامعة الزقازيق، مصر، (د.س.ن).

7.محمود سيد احمد، **" الذكاء الاصطناعي والعمل القضائي ـ دراسة تحليلية مقارنة"**، ضمن كتاب جماعي :**التحديات والآفاق القانونية والاقتصادية للذكاء الاصطناعي**،)د.ط)، (د.ن)، (د.ب)، (د.س.ن)

ثانياً: المقالات

1.مصطفاوي عايدة، **" تكريس مبدأ التنمية المستدامة في الحماية القانونية للبيئة في الجزائر"**، دفاتر السياسة والقانون، العدد 19، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة البليدة 02، الجزائر، جانفي 2018.

2.منصر نصر الدين، **" المبادئ العامة لقانون البيئة كآليات لتحقيق الأمن الإنساني في التشريع الجزائري"**، مجلة الباحث في العلوم القانونية والسياسية، العدد 02، جامعة العربي التبسي، تبسة، الجزائر، 2019.

3.قرميط جيلالي وولد عمر، الطيب، **" المبادئ العامة المستحدثة في قانون البيئية الجزائري"**، مجلة الدراسات القانونية المقارنة، المجلد 07، العدد 01، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة ابن خلدون تيارت، الجزائر، جوان 2021.

4.محمد، هناء رزق،" **أنظمة الذكاء الاصطناعي ومستقبل التعليم**"، مجلة دراسات في التعليم الجامعي، العدد 52، (د.ن)، 2021.

5.بوعبد الله، نورة،" **المبادئ العامة لتحقيق البيئة المستدامة في التشريع الجزائري**"، مجلة العلوم القانونية والسياسية، المجلد 12، العدد 01، جامعة باتنة 01، الجزائر، افريل 2021.

6.ورخ، نور الدين ورياحي، الطاهر،" **مبدأ النشاط الوقائي كأساس جديد لقيام المسؤولية المدنية عن الأضرار البيئية**"، مجلة المنهل للبحوث والدراسات الإسلامية، المجلد 09، العدد 02، ديسمبر 2023.

7.هاشيمي، رشيدة ومليايني، عبد الوهاب،" **الإطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي**"، مجلة التراث، المجلد 14، العدد 02، جامعة الأغواط، الجزائر، جوان 2024.

8.جواس، صفاء جمال وجواس، احمد جمال،" **استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مؤسسات التعليم العالي في اليمن (دراسة استكشافية)**"، مجلة قيس للدراسات الإنسانية والاجتماعية، المجلد 08، العدد 01، جوان 2024.

9.سلطاني، خديجة الكبرى،" **الذكاء الاصطناعي: مداخله ومفاهيمه وأهم خصائصه وتطبيقاته في المعالجة الآلية للغة العربية**"، جسور المعرفة، المجلد 11، العدد 01، جامعة معسكر، الجزائر، مارس 2025.

ثالثاً: الاطروحات والرسائل والمذكرات الجامعية

أ- رسائل الماجستير

1.احمد، رشا محمد صائم، **تطبيقات الإدارة للذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرارات الإدارية**،)رسالة لاستكمال الحصول على درجة الماجستير في القانون العام)، كلية الحقوق، جامعة الشرق الأوسط، 2022.

ب- مذكرات الماستر

1.حيدة سعاد وكادي، سليمة، **استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين عملية اتخاذ القرار في المؤسسة الاقتصادية: دراسة حالة شركة إنتاج الكهرباء والغاز**، (مذكرة للحصول على شهادة ماستر في إدارة الأعمال)، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أدرار، الجزائر، 2019-2020.

2.بحاش ادريس وسلامة، فاطمة الزهراء، **الحماية القانونية للبيئة في التشريع الجزائري**، (مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي)، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة المسيلة، الجزائر، 2021-2022.

3.بن عبد الرحمن، الحاج، **النظام القانوني لحماية البيئة في الجزائر**،)مذكرة نهاية الدراسة لنيل شهادة الماستر)، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم، الجزائر، 2022.

4.بن مارس هالة ومخانشة، مايا، **تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الصفقات العمومية**، (مذكرة للحصول على شهادة الماستر في إطار القرار الوزاري 1275)، تخصص قانون عام، كلية الحقوق، جامعة قالمة، الجزائر، 2023-2024.

5.جلال محمد كمال، **المراقبة بواسطة الذكاء الاصطناعي وتداعياتها على حقوق الإنسان**، (مذكرة للحصول على شهادة ماستر في القانون الدولي العام)، كلية الحقوق، جامعة المدية، الجزائر، 2023-2024.

رابعا :المطبوعات الجامعية :

1.بن فاطمة بوبكر،**القانون الدولي لحماية البيئة** ،(مطبوعة خاصة بطلبة الماستر)،كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة الدكتور مولاي الطاهر ،سعيدة ،الجزائر، 2016-2022

2.بوسراج زهرة،قانون **البيئة والتنمية المستدامة،(**مطبوعة دروس مقدمة لطلبة السنة الثالثة لسانس)، كلية الحقوق والعلوم السياسية ،جامعة باجي مختار،عنابة،الجزائر،2021-2022

خامسا: القوانين

- القوانين البيئية

-القانون رقم 10/03المؤرخ في 19 يوليو 2003، يتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة.

-القانون رقم 20/01المؤرخ في 12 ديسمبر 2001، يتعلق بتهيئة الإقليم والتنمية المستدامة.

-القانون 03رقم-01 المؤرخ في 5 فيفري 2003يتعلق بالتنمية المستدامة للسياحة.

-القانون رقم 20/04المتعلق بالوقاية من الاخطار الكبرى.

-القوانين المتعلقة بالتكنلوجيا والذكاء الاصطناعي:

-الأمر رقم 03-11 المؤرخ في 26 اوت 2003، يتعلق بالتوقيع الالكتروني والمعاملات الالكترونية.

-القانون رقم 18-07المؤرخ في 10يونيو 2001،

-مشروع قانون الذكاء الاصطناعي قيد الدراسة من 2022.لم يصدر كقانون بعد لكن توجد توصيات من المجاس الوطني الاقتصادي والاجتماعي والبيئي بشأن ضرورة تشريع خاص بالذكاء الاصطناعي في الجزائر.

سادسا: المواقع الإلكترونية

1.موقع دبي الرقمية، متاح على الرابط: https://www.digitaldubai.ae، تاريخ الاطلاع: 22 ماي 2025

2.موقع الذكاء الاصطناعي بالعربية، متاح على الرابط: https://3arabi.ai، (تاريخ الاطلاع: 22 ماي 2025.

3.موقع فرصة، متاح على الرابط: https://www.for9a.com، (تاريخ الاطلاع: 23 ماي 2025.

4.موقع مايكروسوفت التعليمي، متاح على الرابط: https://learn.microsoft.com، تاريخ الاطلاع: 23 ماي 2025.

5. **"مبادئ الاستدامة: أساسيات المبادئ الاستدامة: القيم والمعايير المستدامة"**، موقعExsua ، متاح على الرابط: https://exsua.ae، تاريخ الاطلاع: 23 ماي 2025.

6. **"دور الذكاء الاصطناعي في إدارة البيئة"**، موقعPMP Master ، متاح على الرابط: https://www.pmpmaster.com، تاريخ الاطلاع: 23 ماي 2025

7. **"استخدام الذكاء الاصطناعي للرؤية لرصد التغير المناخي وتأثيره في عام 2025"**، موقع Ultralytics، متاح على الرابط: http://www.ultralytics.com، تاريخ الاطلاع: 28 ماي 2025.

8. **"دور الذكاء الاصطناعي في إدارة الأزمات والكوارث الطبيعية"**، موقع الذكاء الاصطناعي بالعربية، متاح على الرابط: https://3arabi.ai، (تاريخ الاطلاع: 28 ماي 2025.

9. **"كيف يمكن تحسين جودة الهواء بالذكاء الاصطناعي في المدن؟"**، موقع الذكاء الاصطناعي بالعربية، متاح على الرابط: https://3arabi.ai، تاريخ الاطلاع: 29 ماي 2025.

10. **"تقنية 'ذكية' لمراقبة جودة مياه الشرب"**، موقع صحيفة الشرق الأوسط، متاح على الرابط: https://aawsat.com، (تاريخ الاطلاع: 29 ماي 2025

11.برازي، رفي، **" كيف يساهم الذكاء الاصطناعي في حماية البيئة؟ اكتشف دور التكنولوجيا الحديثة"!**، موقع بوابة الذكاء الاصطناعي، متاح على الرابط: https://bawabaai.com، (تاريخ الاطلاع: 30 ماي 2025

12. **"الذكاء الاصطناعي وحماية البيئة: ما هو دور التكنولوجيا الحديثة؟"**، موقع الذكاء الاصطناعي بالعربية، متاح على الرابط: https://3arabi.ai، تاريخ الاطلاع: 01 جوان 2025.

13. **"آفاق مستدامة: تقاطع الذكاء الاصطناعي والابتكار البيئي"**، موقع لينكدإن، متاح على الرابط: https://ae.linkedin.com، تاريخ الاطلاع: 01 جوان 2025

14. **"سلبيات الذكاء الاصطناعي .... هل تهدد البيئة على كوكب الأرض؟"**، موقع الذكاء الاصطناعي بالعربية، متاح على الرابط: https://3arabi.ai ،) تاريخ الاطلاع: 01 جوان 2025.

15. زايد، أسماء، **" تحديات استخدام الذكاء الاصطناعي في مواجهة تغير المناخ.. أبرزها زيادة استخدام الطاقة"**، صحيفة الوطن، متاح على الرابط: https://elwatannews.com ، تاريخ الاطلاع: 02 جوان 2025.

16. قابيل، طارق، **" الذكاء الاصطناعي وتحسين نماذج المناخ: بين الفرص والتحديات"**، شبكة بيئة أبو ظبي، متاح على الرابط: https://abudhabienv.ae ،) تاريخ الاطلاع: 02 جوان 2025.

الفهرس

الفهرس

مقدمة: 2
الفصل الأول: الإطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي في حماية البيئة 6
المبحث الأول: الإطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي 7
المطلب الأول: تعريف الذكاء الاصطناعي..... 7
الفرع الأول: أنواع الذكاء الاصطناعي..... 9
الفرع الثالث: خصائص الذكاء الاصطناعي..... 12
المطلب الثاني: مكانة الذكاء الاصطناعي 13
الفرع الأول: أهمية الذكاء الاصطناعي..... 13
الفرع الثاني: أهداف الذكاء الاصطناعي 14
المبحث الثاني: علاقة الذكاء الاصطناعي بالبيئة..... 15
المطلب الأول: مفهوم البيئة 15
الفرع الأول: تعريف البيئة 15
الفرع الثاني: أنواع البيئة 18
المطلب الثاني: المبادئ القانونية لحماية البيئة..... 19
الفرع الأول: المبادئ العامة في قانون البيئة03 /10 19
الفرع الثاني: مبادى وضوابط الذكاء الاصطناعي 26
الفرع الثالث: مبادئ المشتركة بين الذكاء الاصطناعي والبيئية..... 29
الفصل الثاني: توظيف التكنولوجي للذكاء الاصطناعي في الخدمة البيئية..... 33
المبحث الأول: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي..... 34
المطلب الأول: تقنيات الذكية في الرصد البيئي 34
الفرع الأول: مراقبة تغيرات المناخ بواسطة الذكاء الاصطناعي 34
الفرع الثاني: استخدام الذكاء الاصطناعي في التنبؤ في الكوارث..... 36
الفرع الثالث: تتبع جودة الهواء والتلوث المياه باستعمال تقنيات الذكاء الاصطناعي 38
المطلب الثاني: نماذج تطبقيه من واقع لمساهمة الذكاء الاصطناعي في حماية البيئية..... 41
الفرع الأول: تحديات البيئية المرتبطة بالزراعة التقليدية..... 42
الفرع الثاني: إدارة الموارد الطبيعية..... 44
الفرع الثالث: إدارة النفايات 45

الفرع الرابع: تحسين كفاءة الطاقة باستخدام الذكاء الاصطناعي..... 45
الفرع الرابع: تقنية الرصد البيئي 46
الفرع الخامس: تشجيع الاقتصاد الدائري وإدارة النفايات: 47
المبحث الثاني: الاثار وتحديات الذكاء الاصطناعي التي تواجه البيئية 47
المطلب الأول: الاثار المترتبة للذكاء الاصطناعي في حماية البيئية..... 47
الفرع الأول: الاثار الإيجابية للذكاء الاصطناعي على حماية البيئية..... 47
الفرع الثاني: الاثار السلبية للذكاء الاصطناعي على البيئية 48
المطلب الثاني: التحديات الذكاء الاصطناعي في حماية البيئية..... 50
الفرع الأول: تحدي استهلاك الطاقة 50
الفرع الثاني: تحدي البصمة الكربونية التكلفة البيئية للذكاء الاصطناعي..... 50
الفرع الثالث: تحديات الأخلاقية..... 51
الفرع الرابع: تحديات اقتصادية:..... 51
خلاصة الفصل الثاني:..... 53
الخاتمة:..... 55
قائمة المصادر و المراجع 58