

دور الذكاء الاصطناعي في تخفيض التكاليف البيئية

The role of artificial intelligence in reducing environmental costs

م.م زينب كاظم رهياف²

Asst. Lect. Zainab Kadhem Rhaif

جامعة الفرات الأوسط التقنية، المعهد التقني، كربلاء

Al-Furat Al-Awsat Technical University,
Technical Institute, Karbala

zainab.dakhil.ikr33@atu.edu.iq

م.م ضحى كمال عبد الكريم¹

Asst. Lect. Doha Kamal Abd Al- Kreem

جامعة الفرات الأوسط التقنية، المعهد التقني – كربلاء

Al-Furat Al-Awsat Technical University,
Technical Institute, Karbala

dhaha.al-hamri.ikr31@atu.edu.iq

المستخلص:

يهدف البحث الى توضيح دور الذكاء الاصطناعي في خفض التكاليف البيئية من خلال تحسين الكفاءة وتقليل هدر الموارد الطبيعية. اذ يوضح أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يكون أداة قوية لمعالجة المشاكل البيئية من خلال مجموعة من التطبيقات التي تساعد على تحسين العمليات وتقليل الآثار البيئية السلبية ، وتحديد الأنماط البيئية الضارة والتنبؤ بها وتمكين اتخاذ قرارات مستنيرة لتقليل الأضرار البيئية في المستقبل. كما وضح ايضا كيف يمكن للتقنيات الذكية أن تساهم في تحسين إدارة النفايات من خلال تقنيات متقدمة لإعادة التدوير وتقليل النفايات. تم اجراء استطلاع من خلال انشاء استبيان الكتروني وتم توزيعه الى عدد من المحاسبين في محافظة كربلاء وكانت عدد الاجابات المستلمة 30 استبيان ، واستخدم التحليل الاحصائي في برنامج الاكسل لاستخراج نتائج البحث . وتوصل البحث الى عدة استنتاجات اهمها ان الذكاء الاصطناعي يحسن من العمليات الانتاجية من خلال تحليل البيانات لتحديد اوقات التوقف او الهدر في المواد الخام مما تؤدي هذه التحسينات الى تقليل الفاقد و التلوث الناتج عن العمليات الصناعية ، ووصى بالاهتمام بمفهوم الذكاء الاصطناعي والتطبيقات الحديثة المرتبطة به ودورها الفعال في تقليل التكاليف البيئية.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي ، التكنولوجيا ، تكاليف بيئية ، الاستدامة .

Abstract:

The research aims to clarify the role of artificial intelligence in reducing environmental costs by improving efficiency and reducing the waste of natural resources. It demonstrates that artificial intelligence can be a powerful tool for addressing environmental problems through a range of applications that help improve operations and reduce negative environmental impacts, identify and predict harmful environmental patterns, and enable informed decision-making to minimize future environmental damage. It also demonstrates how smart technologies can contribute to improving waste management through advanced recycling and waste reduction techniques. An electronic survey was conducted and distributed to a number of accountants in Karbala Governorate, with 30 responses received. Statistical analysis was used in Excel to extract the research results. The research reached several conclusions, most notably that artificial intelligence improves production processes by analyzing data to identify downtime or waste in raw materials. These improvements lead to a reduction in waste and pollution resulting from industrial processes. It also recommended paying attention to the concept of artificial intelligence and its related modern applications and their effective role in reducing environmental costs.

Keywords: Artificial intelligence, technology, environmental costs, sustainability

1- المقدمة :

تعد القضايا البيئية من أهم المشاكل التي تواجه العالم اليوم. فكوكبنا يواجه ضغوطاً متزايدة نتيجة للتلوث وتغير المناخ واستنزاف الموارد الطبيعية. وفي ضوء هذه التحديات، هناك حاجة ملحة لإيجاد حلول مبتكرة ومستدامة لمعالجة هذه الأزمات. ومن بين هذه الحلول، يبرز الذكاء الاصطناعي (AI) كأداة قوية وفعالة لتحسين الكفاءة البيئية وتقليل التأثير السلبي للأنشطة البشرية على البيئة .

الذكاء الاصطناعي هو فرع من فروع علوم الكمبيوتر التي يمكن أن تحاكي القدرات العقلية البشرية مثل التعلم والتنبؤ والتحليل. ويمكن أن يؤدي تطبيق هذه التقنيات المتقدمة إلى الحد من هدر الموارد الطبيعية وتحسين استهلاك الطاقة وتقليل الانبعاثات الضارة؛ كما يُستخدم الذكاء الاصطناعي لتحسين استراتيجيات الإدارة البيئية، مثل إدارة النفايات وتحسين الإدارة الزراعية المستدامة وتطوير النقل الذكي. أذ هدفت هذا البحث الى استكشاف كيفية استخدام الذكاء الاصطناعي لتقليل التكاليف البيئية من خلال مجموعة من التطبيقات التي تهدف إلى تحسين استدامة النظم البيئية وتقليل الآثار البيئية السلبية. لذا تضمن هذا البحث اربعة مباحث المبحث الاول منهجية البحث ، والمبحث الثاني الاطار النظري لمتغيرات البحث ن اما المبحث الثالث تضمن الجانب العملي للمبحث والمبحث الرابع تضمن اهم الاستنتاجات والتوصيات التي توصل اليها البحث .

2- المبحث الاول : منهجية البحث

1-2 مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث في التحديات البيئية التي تأتي مع ارتفاع التكاليف البيئية، مثل التلوث، والاستخدام غير الفعال للطاقة، وزيادة النفايات في العديد من الصناعات. وفي حين أن الذكاء الاصطناعي أداة قوية يمكن أن تساعد في تحسين كفاءة الموارد والحد من التأثيرات البيئية، فإن العديد من الوحدات تواجه صعوبة لتطبيق هذه التكنولوجيا بسبب عدة عوامل، مثل التكلفة العالية للتكنولوجيا، ونقص الوعي باستخدامها، والتحديات التقنية في دمجها في بيئات معقدة. ويظل قياس تأثير الذكاء الاصطناعي على التكاليف البيئية يشكل تحدياً أيضاً، مما يجعل من الصعب تقييم الفوائد الاقتصادية والبيئية طويلة الأجل. وعليه، تهدف الدراسة إلى التحقيق في دور الذكاء الاصطناعي في خفض التكاليف البيئية وتحديد التحديات والفرص المرتبطة بتطبيقه في هذا السياق.

2-2 اهمية البحث

تتمثل اهمية البحث بالاتي:

- 1- يعتبر من أحدث وأهم الأبحاث في مجال المحاسبة والإدارة، إذ يسلط الضوء على كيفية استخدام التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي لتحسين فعالية المحاسبة وضمان سلامتها.
- 2- تساهم هذه الدراسة في إثراء التفكير التكنولوجي والمحاسبي المبني على تطبيقات الذكاء الاصطناعي، كما تعمل على تقديم رؤى حول المهارات المستقبلية التي يحتاجها المحاسبون.
- 3- يساهم الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية والطاقة وتقليل من النفايات من خلال اعادة تدويرها .

3-2 هدف البحث

يهدف البحث الى :

- 1- توضيح الاطار النظري للذكاء الاصطناعي والتكاليف البيئية .
- 2- بيان دور تطبيق الذكاء الاصطناعي في تخفيض التكاليف البيئية للوحدات الاقتصادية .
- 3- من خلال تطبيق الذكاء الاصطناعي يتم اقتراح حلول متطورة لتحقيق الاستدامة البيئية .

4-2 فرضيات البحث

يستند البحث الى الفرضيات الاتية :

- 1- هناك دور للذكاء الاصطناعي لتخفيض التكاليف البيئية .
- 2- لا يوجد هناك دور للذكاء الاصطناعي لتخفيض التكاليف البيئية .

3- المبحث الثاني : الاطار النظري

1-3 نشأة ومفهوم الذكاء الاصطناعي

لقد شهدت التطورات التقنية تغيرات جذرية وسريعة في البيانات الاقتصادية، حيث ظهرت تطبيقات جديدة لنظم المعلومات ومعايير جديدة لتصميم هذه الأنظمة، وقد ساعدت عوامل عديدة على انتشار استخدام هذه التطورات، من أهمها: جهود كافة الدول لمواكبة الأنظمة التكنولوجية الجديدة في جميع أنحاء العالم، ووجود كميات كبيرة من البيانات المتاحة للتعلم، مما أدى إلى إنشاء خوارزميات الذكاء الاصطناعي، ويعتبر الذكاء الاصطناعي من أبرز التطبيقات الحديثة لنظم المعلومات، حيث يمثل أحد أهم العلوم الحديثة التي ظهرت نتيجة التقاء الثورة التقنية في مجال الحاسب الآلي والتحكم الآلي من جهة وعلوم الرياضيات والمنطق واللغات من جهة أخرى (Li,2018:813-816) .

اذ يهدف الذكاء الاصطناعي إلى توجيه الحاسوب لأداء الأشياء التي يؤديها البشر بشكل أفضل، ويتم ذلك باستخدام لغات برمجة متخصصة ومقدمة تهدف إلى محاكاة السلوك البشري للذكاء الاصطناعي، وذلك بتزويد الحاسوب بتقنيات برمجية تسمح له بحل المشكلات، كما أكدت الدراسة ذاتها أن الذكاء الاصطناعي يمثل التيار العلمي والتقني الذي يشمل الأساليب والنظريات والتقنيات التي تهدف إلى خلق آلات قادرة على محاكاة الذكاء البشري (Sutton et al., 2016: 60-3). وقد أظهرت العديد من الدراسات أنه من خلال اعتماد تقنية الذكاء الاصطناعي، تصبح عملية اتخاذ القرار للوحدات الاقتصادية والزبائن أبسط بكثير من خلال تقليل تكاليف البحث وتوفير الوقت وتوفير المزيد من الخيارات للاختيار من بينها، بالإضافة إلى دقة وسرعة المعلومات وإمكانيات التحليل الدقيق للبيانات (Azibi, 2024: 2997). ونتيجة استمرار نمو الذكاء الاصطناعي، فمن الضروري إعطاء الأولوية للممارسات المستدامة للحد من تأثيره البيئي وإيجاد التوازن بين الابتكار والمسؤولية من خلال اعتماد تدابير تعطي الأولوية للبيانات الجيدة، والبنية التحتية الفعالة، وتنفيذ الاستراتيجيات التي يمكن أن تؤدي إلى المزيد من البيئة الخضراء ومستقبل مستدام لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي، حيث شهد الذكاء الاصطناعي نمواً هائلاً في كل من البحث والصناعة، مما أدى إلى إحداث تحول في مجالات مختلفة مثل العلوم والطب والاقتصاد والتعليم، وبينما يتيح هذا التطور للذكاء الاصطناعي تحقيق اكتشافات علمية، وخلق فرص جديدة، وتعزيز نمو الصناعات، إلا أنه يكون له تأثير سلبي على البيئة، لذلك من الضروري إيجاد توازن بين تطور الذكاء الاصطناعي و البيئة (Qanabers, 2023: 892).

يعرف الذكاء الاصطناعي بأنه فرع من فروع الحاسوب يمكن من خلاله إنشاء وتصميم برامج حاسوبية تحاكي أسلوب الذكاء البشري، مما يسمح لأجهزة الكمبيوتر بأداء بعض المهام بدلاً من تلك التي تتطلب التفكير والفهم والسمع، اذ ان أجهزة الكمبيوتر لها القدرة على أداء المهام والوظائف التي تحاكي ما يفعله العقل البشري (Moulay et al., 2021: 190). وعرف ايضا بأنه من علوم الحاسوب الذي يعمل على تصميم أنظمة معلومات ذكية توفر خصائص شبيهة بالذكاء في السلوك البشري، اذ يعمل من خلال التعامل مع أوصاف الأشياء والأحداث والعمليات باستخدام خصائصها النوعية وعلاقاتها المنطقية والرياضية (Amir, 2022: 256). اما (Abdul Fattah, Abu Al-Nasr, 2024: 425) هي مجموعة متنوعة من التقنيات التي تعمل معاً لتمكين الآلات من الإحساس والتعلم والفهم والعمل على تعزيز القدرات البشرية. حيث يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أن تتعلم وتتفاعل مع كميات هائلة من البيانات التي من شأنها تحسين العمليات وتغييرها بشكل فعال في العديد من المجالات في مجال واحد، ويمكن لفترة معينة من التعلم وفهم تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي توقع الاحتياجات واتخاذ قرارات مستنيرة وذات صلة بعد تحليل البيانات.

لذا اكدت دراسة (sharma,2019:240) إن تطبيقات الذكاء الاصطناعي في العديد من المجالات مهمة وضرورية، وتمثل حاجة ملحة في الوحدات الاقتصادية لا يمكن الاستغناء عنها، في تحقيق العديد من الفوائد، أهمها: اتخاذ القرارات بشكل أفضل، وحل كافة المشاكل الإدارية، وتقليل التكاليف، وتحسين الجودة، وغيرها.

2-3 خصائص الذكاء الاصطناعي

يتمتع الذكاء الاصطناعي بمجموعة من الخصائص المتنوعة اهمها (Zohuri&Rahmani,2020: 55) :

1. القدرة على معالجة البيانات الرمزية غير الرقمية.
2. يستخدم أسلوباً إنسانياً إلى حد ما لحل المشكلات المعقدة وغير الروتينية.
3. القدرة على التعامل مع الحالات الصعبة والمعقدة دون المعلومات المطلوبة.
4. القدرة على تصور وإنشاء وفهم وملاحظة الأشياء بصرياً.
5. المساهمة في دعم المعرفة الإنسانية وتوفير البدائل المتعددة للنظام مما يتيح توفير البدائل.
6. اكتشاف الأخطاء وتصحيحها لتحسين الأداء المستقبلي.
7. القدرة على التكيف مع الظروف المتغيرة وتغيير الاستجابات والسلوكيات وفقاً لذلك.

3-3 انواع الذكاء الاصطناعي

قسم الذكاء الاصطناعي إلى ثلاث فئات بناءً على مستوى الذكاء الذي تحققة الآلة (Lahmar, 2021:97):

1. الذكاء الاصطناعي الضيق: يعني أن أجهزة الكمبيوتر يمكنها أداء مهمة محددة بكفاءة عالية وتكرارية عالية، تفوق قدرة البشر على أدائها، لكنها لم تصل بعد إلى مستوى الذكاء البشري، وجميع الاستخدامات والأجهزة التي نراها الآن هي من هذا الرجل .
2. الذكاء الاصطناعي العام : ويعني أن الآلات ستصل إلى مستوى من الذكاء يقلد الذكاء البشري وتطبيقاته، ومن المتوقع الوصول لهذا المستوى سنة 2025 ونتيجة عدم الوصول لهذا المستوى الى الان لان هناك عدة جوانب للدماغ البشري معقدة .

3. الذكاء الاصطناعي الفائق (الخارق): يعني أن ذكاء الآلة سيتفوق على ذكاء الإنسان، ومن المتوقع أن نصل إليه بحلول عام 2099م.

3-4 مزايا استخدام الذكاء الاصطناعي

لقد أضاف الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات العديد من المزايا التي وضعت تحليل البيانات في موضع مختلف أهمها (Chukwuani&Egiyi, 2020:447) :

- 1- يمكن أن يؤدي العمل مع الذكاء الاصطناعي إلى تقصير وقت اتخاذ القرار وتحسين أساس اتخاذ القرار من خلال بيانات أفضل وأكثر، بالإضافة إلى ذلك، فإن عملية صنع القرار تتغير من نهج أكثر نوعية إلى نهج منظم وقائم على الأدلة.
- 2- إن العمل مع الذكاء الاصطناعي والعمليات الرياضية والإحصائية الأكثر تطوراً، بالإضافة إلى الخوارزميات والأساليب الأكثر تطوراً، يزيد من أهمية المعلومات الواردة في البيانات التي يمكن تطبيقها في معالجة البيانات.
- 3- يتم توفير الوقت وتحسين العمليات، والتي بدورها يمكن أتمتتها باستخدام الذكاء الاصطناعي، ودعم الاستخدام الأكثر استهدافاً واستدامة للموارد وتقليل المهام المتكررة لتؤدي بدورها إلى تقليل التكاليف.
- 4- بسبب توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي، يتمتع كل موظف بامتيازات فريدة (ماسح بصمات الأصابع، ماسح شبكية العين، وما إلى ذلك) ولديه كلمات مرور وحسابات مختلفة، مما تساهم في تقليل حالات الاحتيال المالي ولكن لا يمكنها إيقاف الاحتيال المالي بشكل كامل إذ ما زالت تتطلب موظفين بشريين للسيطرة على الاحتيال المالي .
- 5- عندما تستخدم إحدى الوحدات الذكاء الاصطناعي لجميع الإجراءات المالية، فإنها توفر الوقت وفي حالة إدخال البيانات بشكل غير صحيح، يقوم النظام تلقائياً بالإبلاغ عن الخطأ على أنه إدخال بيانات غير صحيح، والذي يمكن تصحيحه.

3-5 تحديات تطبيق الذكاء الاصطناعي

يواجه اعتماد تطبيق الذكاء الاصطناعي تحديات كثيرة أهمها (Boubha, 2022: 98):

1. عدم وضوح المشكلة: يحتاج الذكاء الاصطناعي إلى أهداف واضحة ليخرج بنتائج مفيدة، وهذا يعتمد على تحديد المهام وتحديد شكل واضح.
2. نقص البيانات: نظراً لأن العديد من تطبيقات الذكاء الاصطناعي اليوم تعتمد على توفير كميات كبيرة من البيانات من أجل الجودة، فإن نقص كمية البيانات أو جودتها يمكن أن يؤثر سلباً على نتائج الذكاء الاصطناعي.
3. سهولة المشكلة: بعض المسائل قد لا تحتاج إلى الذكاء الاصطناعي بسبب بساطتها واعتمادها على قواعد ومعادلات واضحة يمكن حلها باستخدام الطرق التقليدية والحسابات الإحصائية.
4. البيانات غير المنظمة: تتطلب العديد من تطبيقات الذكاء الاصطناعي جمع البيانات وتنظيمها وتخزينها وتوفير الوصول إليها بشكل منهجي لتحقيق النتائج المرجوة.

3-6 مفهوم المحاسبة البيئية كمدخل للتكاليف البيئية

المحاسبة البيئية هي فرع من فروع المحاسبة المتعلقة بالاستدامة حيث يقتصر اهتمام المحاسب على العلاقة بين الوحدة الاقتصادية وأثرها البيئي. ويقصد بالأثر البيئي في هذا السياق الأثر البيئي الإيجابي المتمثل في المنافع التي تحققها وحدة اقتصادية ما لأصحاب المصلحة المرتبطين بشكل مباشر أو غير مباشر بتلك الوحدة الاقتصادية. أما التأثيرات السلبية فتتمثل في الأضرار البيئية التي تلحقها الوحدات الاقتصادية عموماً بالهواء والماء والتربة، والتي تعتبر امتداداً للإضرار بالأجيال القادمة وتجاهل حقوق الأجيال الحالية، بحيث تشكل الحاجة إلى تنظيف البيئة كمطلب أخلاقي ضغطاً كبيراً على الوحدات الاقتصادية . تتعامل المحاسبة البيئية مع المعلومات المتعلقة بالقضايا البيئية للوحدات الاقتصادية. وتحلل المحاسبة البيئية المعلومات البيئية الهامة وتستخدمها لتحسين البيئة التنظيمية والأداء الاقتصادي للوحدات الاقتصادية. ويمتد نطاق المحاسبة البيئية ليشمل إعداد المعلومات عن بيئة الوحدات الاقتصادية والإفصاح عنها في الحسابات (Nazal, 2019: 762).

3-7 مفهوم التكاليف البيئية

تحدث التكاليف البيئية ضمن أنشطة الوحدة الاقتصادية وتتعلق باستخدام الموارد الطبيعية وحمايتها. والتكاليف البيئية هي نفقات ضرورية اجتماعياً لحماية البيئة من أجل منع المشاكل البيئية وتقليل الأضرار التي تلحق بالبيئة، ويمكن القول بأن جميع التكاليف المتعلقة بتأثير المنتجات وعمليات التصنيع على البيئة هي تكاليف بيئية. وتعتبر التكاليف المترتبة على العمل البيئي العام في الوحدات الاقتصادية تكاليف بيئية أيضاً، ويتعين على الوحدات الاقتصادية أن تأخذ في الحسبان بشكل متزايد هذه التكاليف البيئية، وذلك حسب طبيعة كل وحدة اقتصادية والقطاع الذي تنتمي إليه (Mahalhal, Nouri, 2023: 203). إذ تتأثر البلدان الصناعية المتقدمة والنامية على حد سواء، حيث يؤدي التلوث البيئي إلى الإخلال بالتوازن بين العوامل البيئية والتأثير على الموارد الطبيعية (Ibrahim, 2019: 19).

و تعكس التكاليف البيئية مسؤولية الوحدة تجاه البيئة وتأخذ في الاعتبار تأثير القضايا البيئية على مهنة المحاسبة كأداة لتقديم التقارير المالية للمستخدمين، وعلى وجه الخصوص، فإن التكاليف البيئية تمكن مهنة المحاسبة من تقديم تقارير أعلى جودة وأكثر ملاءمة ومناسبة لصانعي القرارات، وتعد التكاليف البيئية هي تقديرات للالتزامات البيئية. أما من منظور المحاسبة الإدارية، فإن التكاليف البيئية هي عملية تجميع للمعلومات المحاسبية لاتخاذ القرارات الإدارية في مجال حماية البيئة (Buthaina, Sonia, 2024: 13).

عرفت التكاليف البيئية بأنها جميع التضحيات الصريحة والضمنية التي تقوم بها المنظمة لمنع أو تجنب الأضرار البيئية الحالية أو المستقبلية (سواء كانت مائية أو هوائية أو تربة أو بشرية أو حيوانية) نتيجة لأنشطتها المختلفة، وتصحيح الأخطاء أو الأضرار الناجمة عن الإجراءات أو القرارات التي لها تأثير سلبي على البيئة (Abdul Karim, Boussif, 2024: 16). وأيضا هي التكاليف الداخلية والخارجية المرتبطة بالضرر البيئي وحمايته، بما في ذلك معالجة النفايات والانبعاثات، والوقاية البيئية وإدارتها، وقيمة شراء ومعالجة المواد غير المنتجة، وجميع التكاليف التي يكون للتكاليف البيئية فيها تأثير مالي مباشر على الوحدات الاقتصادية والأفراد والمجتمع والبيئة، إذ تشكل النفايات جزءاً مهماً من التكاليف البيئية. والنفايات هي جميع المواد، بما في ذلك المياه والطاقة، التي تم شراؤها ودفع ثمنها ولكن لم يتم تحويلها إلى منتجات قابلة للتسويق، مما يشير إلى عدم كفاءة الإنتاج (Iredele & Ogunleye, 2018: 4-3).

إن الإفصاح عن التكاليف البيئية وحساباتها يسهل عملية اتخاذ القرار من قبل أصحاب المصلحة الداخليين ويجذب أصحاب المصلحة الخارجيين إلى الوحدة الاقتصادية، مما يؤدي بدوره إلى تحسين أدائها. وبشكل أكثر تحديداً، عندما تفصح الوحدات الاقتصادية عن التكاليف البيئية وأرقام الاستثمار المتعلقة بالبيئة، ويوضح الإبلاغ عن التكاليف البيئية فوائد التكامل الفعال بين المحاسبة والبيئة. فمحاسبة التكاليف البيئية تدعم وتطور تشغيل نظام شامل ومتكامل للإدارة البيئية، لأن تطبيقها يؤدي إلى تحسين الأداء (Al-Waeli., et al., 2020: 1960).

ويساعد الإفصاح عن الآثار الاقتصادية للتلوث البيئي على تحليل كفاءة الموارد الاقتصادية للوحدة الاقتصادية والتنبؤ بها في ضوء المتغيرات البيئية، إذ يزيد من ثقة الجمهور في الوحدات المسؤولة بيئياً ويشجع على تطوير أنشطتها، بينما يزيد الضغط على تلك التي لا تتحلّى بالمسؤولية البيئية، إضافة إلى ذلك الاستجابة للحاجة المتزايدة لمستخدمي البيانات والتقارير المالية للحصول على معلومات حول الالتزامات البيئية للوحدة وترشيد القرارات الاقتصادية التي يستند إليه مستخدمو البيانات المالية في تقييم مدى وفاء الوحدة بمسؤولياتها البيئية. (Kinda, 2022: 18).

3-8 اسباب حدوث التكاليف البيئية

تحدث التكاليف البيئية نتيجة الى الاتي (Al-Hajj, 2017: 135):

- 1- **التكاليف المتكبدة لأسباب قانونية وتنظيمية:** التكاليف التي تتكبدها الوحدات بسبب القوانين واللوائح البيئية، مثل معالجة النفايات والتخلص منها ومنع الانبعاثات الهوائية الخطرة، والتي يشار إليها بتكاليف الامتثال وتردج تحت التكاليف الإلزامية أو غير الانتقائية.
- 2- **التكاليف المتكبدة لأسباب خاصة بالمستهلكين:** وهي التضحيات التي تتكبدها الوحدات لإرضاء رغبة المستهلكين في استخدام منتجات يسهل التخلص منها ويسهل التعامل معها ويسهل إعادة تدويرها وغير سامة وصديقة للبيئة، مثل تكلفة اختيار المواد الصناعية التي لا تضر المستهلكين، مثل الأصباغ في بعض منتجات المنسوجات.
- 3- **التكاليف التي يتم تكبدها لأسباب اجتماعية وثقافية:** وهي التضحيات التي يتعين على الوحدة تقديمها من أجل تحقيق صورة تنافسية. ويُشار إلى هذه التكاليف بتكاليف السمعة أو العلاقات الجيدة مع المجتمع. وتشمل الأمثلة على ذلك تكاليف إعداد التقارير البيئية وتكاليف المؤتمرات وتكاليف برنامج الحوافز.

3-9 اهداف التكاليف البيئية

ان اهداف تحديد التكاليف البيئية تتمثل في الاتي (Abdul Karim, Boussif, 2024: 20):

- 1- تقديم التوجيهات بشأن مزيج المنتجات والتسعير لضمان استناد القرارات إلى معلومات دقيقة عن التكلفة الحقيقية للمنتجات وربحياتها.
- 2- تقدير التكاليف البيئية على مستوى الوحدة لتحديد الوحدات ذات الأداء الجيد والضعيف وفرص التحسين.
- 3- وضع ميزانية للتعرف على المنافع والتكاليف والمسؤوليات البيئية الحالية والمستقبلية.
- 4- يُعد تقييم الأثر البيئي (EIA) جزءاً من التقييم البيئي للمؤسسة لتطوير فهم أثارها البيئية. ويتكون تقييم الأثر البيئي من مقارنة جميع البدائل الممكنة واختيار أفضل مزيج من التكاليف البيئية وفوائد المشروع.
- 5- ويؤدي الإفصاح عن التكاليف البيئية في البيانات المالية إلى تقييم الأداء البيئي على أساس المسؤولية البيئية والمالية من خلال إعداد مجموعة من البيانات المالية التي تعطي صورة شاملة لأنشطة المنظمة.

- 6- يوفر الإفصاح عن التكاليف البيئية في سوق الأوراق المالية معلومات عن أنشطة المنظمة والتكاليف المرتبطة بها ومركزها المالي وسيولتها وتأثيرها على عائدات الأسهم، ويشجع صانعي القرارات الاستثمارية في الأسهم على استثمار أموالهم في أسهم المنظمات التي تتسم بالكفاءة في مجال منع التلوث.
- 7- تتعزز سمعة المنظمة في المجتمع عندما يُنظر إليها على أنها راعية للبيئة وحامية لها.

10-3 تصنيفات التكاليف البيئية

حدد الاتحاد الدولي للمحاسبين (IFAC) فئات التكاليف المرتبطة بشكل مباشر وغير مباشر بالبيئة (Bur, Bahr, 2020: 86):

- 1- التكاليف المادية للمخرجات المواد الخام التي يتم معالجتها إلى منتجات.
- 2- التكاليف المادية للمخرجات غير الإنتاجية شراء ومعالجة المواد التي تعتبر مخرجات للإنتاج وليست منتجات، مثل الطاقة والمياه وغيرها من النفايات والانبعاثات.
- 3- تكاليف إدارة النفايات والانبعاثات، بما في ذلك تكاليف المعالجة والتخلص منها، وتكاليف التعويضات المتعلقة بالأضرار البيئية والتكاليف الأخرى بما في ذلك الامتثال لقوانين ولوائح مكافحة التلوث.
- 4- تكاليف الإدارة البيئية الوقائية وغيرها من تكاليف الإدارة البيئية: تشمل تكاليف أنشطة الإدارة البيئية الوقائية مثل مشاريع وخطط الإنتاج النظيف، وأنشطة الإدارة البيئية الأخرى مثل التخصص البيئي وأنظمة القياس البيئي والاتصال البيئي.
- 5- تكاليف البحث والتطوير: تكاليف مشاريع البحث والتطوير المتعلقة بالقضايا البيئية.
- 6- التكاليف غير الملموسة: تشمل التكاليف الداخلية والخارجية المتعلقة بالبيئة غير الملموسة، مثل المسؤولية القانونية والتشريعات المستقبلية والصورة الاجتماعية.

يمكن تصنيف التكاليف البيئية إلى تكاليف بيئية داخلية وتكاليف بيئية خارجية، إذ أن التكاليف البيئية الداخلية هي التكاليف الناجمة عن عوامل الإنتاج الداخلية التي يمكن قياسها من الناحية النقدية؛ وتشمل التكاليف الداخلية بشكل رئيسي تكاليف حماية البيئة وتكاليف انبعاثات التلوث. أما التكاليف البيئية الخارجية فهي التكاليف الناجمة عن أنشطة إنتاج الوحدات الاقتصادية التي لها تأثير سلبي على البيئة ولكن لا تتحملها الوحدة الاقتصادية، وتشمل تكاليف استخراج الموارد وتكاليف معالجة التلوث. لذا تعتبر التكاليف البيئية أحد عناصر التكاليف التي تنفقها الوحدات الاقتصادية والتي يجب عليها تصنيفها وحسابها والإفصاح عنها في بياناتها المالية (Mahalhal, Nouri, 2023: 205).

11-3 دور الذكاء الاصطناعي في تخفيض التكاليف البيئية

في عصر التكنولوجيا الرقمية والابتكار السريع، يعد دور الذكاء الاصطناعي (AI) حاسماً في تحقيق الاستدامة البيئية، إذ يمكن لهذا العمل الذكي القائم على البيانات أن يغير وجه العالم بشكل إيجابي من خلال تسخير التكنولوجيا لحل المشاكل البيئية المعاصرة، حيث يمكن للذكاء الاصطناعي تحسين العديد من جوانب الحياة التي تؤثر على البيئة، مما يساهم في تقليل التكاليف البيئية التي قد تتكبدها الوحدات الاقتصادية من خلال الاستخدام الفعال للموارد الطبيعية وإدارة الطاقة والزراعة والبنية التحتية الحضرية حيث يمكن للذكاء الاصطناعي أن يتيح فهماً أفضل للمشكلات البيئية وتطوير حلول قائمة على البيانات لمعالجتها (Qanaber, 2023: 897). ويمكن للذكاء الاصطناعي إيجاد طرق لتحسين الإنتاجية والحد من الهدر من خلال فحص مجموعات كبيرة من البيانات حول اتجاهات استخدام الطاقة. على سبيل المثال، يمكن استخدام خوارزميات التعلم الآلي لتقييم البيانات المتعلقة باستخدام الطاقة في المباني والمرافق. وهذا يمكن أن يحدد متى يتم استخدام الطاقة بشكل غير فعال واتخاذ إجراءات لتقليل الاستهلاك (Ahmed, 2023: 11). يعمل الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة وإنتاجية العمليات الصناعية في مجموعة من التطبيقات المتطورة، حيث يُعد الذكاء الاصطناعي قوة رئيسية وراء النمو الاقتصادي والابتكار. من خلال استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل التعلم الآلي وتحليل البيانات، يمكن للشركات دراسة عملياتها وتحديد فرص التحسين وبالتالي تقليل الهدر وزيادة الإنتاجية وخفض التكاليف. إذ يمكن الذكاء الاصطناعي الشركات من ابتكار منتجات جديدة وتحسين المنتجات الحالية (Jawad, 2024: 123).

4- المبحث الثالث : الجانب العملي

1-4 المحور الاول : البيانات الديموغرافية

عند المجيبين على الاستبانة الإلكترونية 30 شخص، تم توزيعهم في جدول مزدوج حسب المؤهل العلمي وسنوات الخبرة والتخصص العلمي كما في جدول رقم (1) ، وعند ملاحظته نجد أعلى فئة للمؤهل العلمي هو الماجستير بنسبة (53%) من حجم العينة، ويعد هذا مؤشر جيد، في حين كان مؤشر سنوات الخدمة الأعلى هو أقل من خمس سنوات وبنسبة 50 %، وكان من نصيب تخصص المحاسبة أعلى نسبة في حقل التخصص العلمي بلغت (56%) وهذا مؤشر جيد يعكس صدق الاجابات ودقتها من اصحاب الاختصاص.

الجدول رقم (1) المواصفات الديموغرافية لعينة البحث

ت	الصفة	المتغير	التكرار	النسبة
1	المؤهل العلمي	دبلوم	4	12%
		بكالوريوس	7	23%
		ماجستير	16	53%
		دكتوراه	3	10%
	المجموع		30	100%
2	سنوات الخبرة	أقل من 5 سنوات	15	50%
		5-10 سنوات	5	16%
		10-15 سنة	2	7%
		15 سنة فأكثر	8	27%
	المجموع		30	100%
3	التخصص العلمي	محاسبة	17	56%
		تدقيق	2	7%
		علوم مالية ومصرفية	3	10%
		غير ذلك	8	27%
	المجموع		30	100%

المصدر : اعداد الباحثان بالاعتماد على نتائج الاستبيان

2-4 المحور الثاني : الذكاء الاصطناعي

يتضمن الجدول رقم (2) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمتغير الذكاء الاصطناعي.

جدول رقم (2) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لمتغير الذكاء الاصطناعي

ت	الفقرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
1	يساهم الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة الحسابات والتقارير المالية	4.2	0.71
2	يساعد الذكاء الاصطناعي على تقليل فرص حدوث اخطاء جوهرية في اعداد البيانات المالية	4.26	0.69
3	ان تطبيق اجراءات الذكاء الاصطناعي يمنع حدوث الاختراق للمعلومات المحاسبية	3.73	0.86
4	استخدام الذكاء الاصطناعي ادى الى سهولة التوسع في التطبيقات المحاسبية	4.43	0.56
5	استخدام الذكاء الاصطناعي يساهم في تقليل الجهد وزيادة السرعة في العمل	4.73	0.44
	المتوسط الحسابي العام	4.27	

المصدر : اعداد الباحثان بالاعتماد على نتائج الاستبيان

يلاحظ من الجدول (2) ان الفقرة (5)، استخدام الذكاء الاصطناعي يساهم في تقليل الجهد وزيادة السرعة في العمل حصلت على اعلى متوسط حسابي بلغ (4.73) وانحراف معياري (0.44) وهذا يعني اتفاق افراد عينة البحث على امكانية مساهمة الذكاء الاصطناعي في تقليل الجهد وزيادة السرعة في العمل. في حين ان الفقرة (3)، ان تطبيق اجراءات الذكاء الاصطناعي يمنع حدوث الاختراق للمعلومات المحاسبية حصلت على اقل متوسط حسابي حيث بلغ (3.73) وانحراف معياري (0.86)، وعند ملاحظة نسبة الانحراف المعياري لجميع الفقرات نلاحظ انه اقل من واحد وهو مؤشر على ان التشتت بين الاوساط الحسابية قليل وهذا شيء جيد .

3-4 المحور الثالث: التكاليف البيئية

بالنظر الى الجدول رقم (3) نجد ان اعلى وسط حسابي لمتغير التكاليف البيئية هو (4.26) الذي يقع في الفقرة رقم (2)، التزام الوحدات الاقتصادية بالمعايير والقوانين البيئية يساهم في تخفيض التكاليف البيئية ما يعني ضرورة التزام الوحدات الاقتصادية بالمعايير والقوانين البيئية ، اما بالنسبة للانحراف المعياري فكانت اعلى نسبة هي (0.83) التي تقع ضمن الفقرة رقم (3)، تفعيل دور الحكومة في فرض الضرائب على الوحدات الاقتصادية التي لا تلتزم بالمعايير والقوانين البيئية، في حين

كان أقل متوسط حسابي هو (4) والذي يقع ضمن الفقرة رقم (4), (تؤثر التكاليف البيئية على الاقتصاد الوطني بشكل عام) ما يعني ان العينة رأت عدم تأثير التكاليف البيئية على الاقتصاد الوطني. اما الانحراف المعياري فكان أقل نسبة هو (0.53) والذي يمثل الفقرة رقم (تساهم الوحدات الاقتصادية في تطبيق مبادئ الاستدامة لتحقيق التوازن بين الاداء المالي والاداء الاجتماعي والاداء البيئي).

الجدول رقم (3) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لمتغير التكاليف البيئية

ت	الفقرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
1	يعد القياس والافصاح عن التكاليف البيئية في التقارير المالية مؤشر ايجابي لبيان دور الوحدة الاقتصادية في المحافظة على البيئة	4.2	0.61
2	التزام الوحدات الاقتصادية بالمعايير والقوانين البيئية يساهم في تخفيض التكاليف البيئية	4.26	0.69
3	تفعيل دور الحكومة في فرض الضرائب على الوحدات الاقتصادية التي لا تلتزم بالمعايير والقوانين البيئية	4.16	0.83
4	تؤثر التكاليف البيئية على الاقتصاد الوطني بشكل عام	4	0.58
5	تساهم الوحدات الاقتصادية في تطبيق مبادئ الاستدامة لتحقيق التوازن بين الاداء المالي والاداء الاجتماعي والاداء البيئي	4.16	0.53
	المتوسط الحسابي العام	4.16	

المصدر : اعداد الباحثان بالاعتماد على نتائج الاستبيان

4-4 المحور الرابع: دور الذكاء الاصطناعي في تخفيض التكاليف البيئية

يلاحظ من الجدول ادناه رقم (4) ان اعلى متوسط حسابي هو (4.26) والذي يمثل الفقرة رقم (1), (استخدام الذكاء الاصطناعي في الشركات يقلل من التكاليف البيئية الناتجة عن العمليات الانتاجية) وان اعلى انحراف معياري كان من نصيب الفقرة رقم (3), (ان تقنيات الذكاء الاصطناعي تساهم في تقليل الانبعاثات الكربونية المضرّة للبيئة في الصناعات الكبيرة) , في حين كان أقل متوسط حسابي هو (3.93) وأقل انحراف معياري هو (0.47) .

جدول رقم (4) المتوسط الحسابي والاهمية النسبية دور الذكاء الاصطناعي في تخفيض التكاليف البيئية

ت	الفقرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
1	استخدام الذكاء الاصطناعي في الشركات يقلل من التكاليف البيئية الناتجة عن العمليات الانتاجية	4.26	0.58
2	يساعد الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الموارد الطبيعية وتقليل الفاقد في الصناعات	4.16	0.59
3	ان تقنيات الذكاء الاصطناعي تساهم في تقليل الانبعاثات الكربونية المضرّة للبيئة في الصناعات الكبيرة	3.93	0.86
4	استخدام الذكاء الاصطناعي في مراقبة وإدارة استهلاك الطاقة يقلل من التكاليف البيئية على المدى الطويل	4.2	0.61
5	ان الذكاء الاصطناعي يساهم في تطوير تقنيات أكثر استدامة في مجال النقل والشحن لتقليل التكاليف البيئية	4.33	0.47
	المتوسط الحسابي العام	4.18	

المصدر : اعداد الباحثان بالاعتماد على نتائج الاستبيان

ومن نتائج تحليل متغيرات البحث تبين ان هناك دور واضح للذكاء الاصطناعي في تخفيض التكاليف البيئية ، اذ ان يمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي (AI) في تحسين عمليات الإنتاج من خلال تحليل البيانات لتحديد وقت التوقف عن العمل وهدر المواد الخام، مما يؤدي إلى تقليل النفايات والتلوث الناتج عن العمليات الصناعية. لذا سوف يتم اثبات الفرضية الاولى المتمثلة بـ (هناك دور للذكاء الاصطناعي في تخفيض التكاليف البيئية).

5- الاستنتاجات والتوصيات

1-5 الاستنتاجات

1. الذكاء الصناعي يساهم في تخفيف التكاليف البيئية عن طريق عدة استخدامات حديثة..
2. يعمل الذكاء الاصطناعي على تطوير العمليات الإنتاجية عبر تحليل البيانات لتحديد نقاط التوقف أو الهدر في المواد الخام، مما يساهم في خفض الفاقد والتلوث الناجم عن الصناعة.
3. يساهم الذكاء الاصطناعي في تعزيز كفاءة منظومات الطاقة المتجددة، كالشمسية والرياح، الأمر الذي يقلل من التكاليف على البيئة.
4. باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، يمكن تتبع مستوى تلوث الهواء والماء والتربة باستمرار وبدقة، مما يسهل اتخاذ إجراءات أسرع للحد من التلوث.
5. للحكومة دور في تحفيز الشركات على تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي لتقليل التأثيرات البيئية في عملياتها من خلال تقديم حوافز مالية أو منح لدعم الشركات التي تستثمر في حلول ذكية ومستدامة.

2-5 التوصيات

1. الاهتمام بمفهوم الذكاء الاصطناعي والتطبيقات الحديثة المرتبطة به وما لدوره الفعال في تخفيض التكاليف البيئية .
2. اعطاء الموظفين في القطاعات المختلفة العديد من الدورات التدريبية والتعريفية في سبيل التطوير والحصول على الخبرات العملية الكافية المستحدثة في مجال الذكاء الاصطناعي
3. تفعيل الدور الحكومي من خلال تشريع القوانين التي تنص على اهمية البيئة والحد من التلوث الناتج عن الاعمال الصناعية المختلفة
4. فرض الضرائب على الوحدات التي لا تلتزم بالتشريعات والقوانين الخاصة بالبيئة
5. العمل على دمج الذكاء الاصطناعي ضمن استراتيجيات الاستدامة التي تعتمدها المؤسسات وتطوير مؤشر قياس للتأكد من فعالية هذه الاستراتيجيات في تقليل التأثير البيئي
6. التعاون بين القطاع العام والخاص في تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي للمساهمة في الحلول البيئية المستدامة .

References

1. Abdul Fattah, Youssef, Narmin, Ali Mahmoud Abu Al-Nasr, & Salah. (2024). The Impact of Using Artificial Intelligence in Big Data Analysis on Internal Auditing. Scientific Journal of Financial and Commercial Studies and Research, 5(2), 413-449.
2. Qanaber, Reem Bakr Abdel Fattah, (2024), Building a More Sustainable Future: "The Role of Sustainable Artificial Intelligence in Promoting the Green Economy: A Study of its Importance and Applications." Journal of Legal and Economic Sciences, 66(3), 885-916.
3. Abdul Karim, Si Amar, Si Abdul Qader, Boussif. (2024). "The Problem of Accounting Disclosure of Environmental Costs and Its Impact on the Environmental Performance of Industrial Companies," Master's Thesis, Ain Temouchent University.
4. Abdul Salam Ali Ahmed. (2023). A Study on the Use of Artificial Intelligence in Language Teaching in Arab Countries. Libyan Journal of Contemporary Academic Studies, pp. 9-19.
5. Al-Hajj, Wafaa Omar Al-Toum, The Effects of Environmental Costs on Evaluating the Performance of Industrial Establishments, Monthly Peer-Reviewed Scientific Journal, College of Graduate Studies, University of Nilein, Volume 1, Issue 43, 4411.
6. Al-Waeli, A. J., Ismail, Z., & Khalid, A. A. (2020)" The Impact Of Environmental Costs On The Financial Performance Of Industrial Companies In Iraq. International Journal Of Management , 11(10).
7. Al-Zamili, Ali Abdul-Hussein, Al-Ajibi, Hussein Muhammad Harfil A. (2021). Activity-Based Environmental Cost Analysis and Its Role in Improving the Environmental Performance of Economic Units: An Applied Study on the Kufa Cement Plant. Al-Muthanna Journal of Administrative and Economic Sciences, 11(2).
8. Amirhom, Jihan Adel Naji, (2022). The Impact of the Use of Artificial Intelligence Applications on the Future of the Accounting and Auditing Profession. Journal of Financial and Commercial Research, 23(2), 244-294.
9. Azibi, Yahya Muhammad, (2024), Artificial Intelligence, Journal of the Higher Institute for Qualitative Studies, 4(8), 2967-3140.

9. Bor, Muhammad Reda Mahraban, and Bahr Ahmad Shanan, (2020), "The Role of Environmental Accounting Disclosure in Correcting the Course of Environmental Economic Units: An Applied Study in the Diwanayah Municipality Directorate," *Al-Muthanna Journal of Administrative and Economic Sciences*, Volume (10), Issue (2).
10. Chukwuani, V. N., & Egiyi, M. A. (2020). Automation of Accounting Processes: Impact of Artificial Intelligence. *International Journal of Research and Innovation in Social Science (IJRISS)*, 4(8), 444-449.p445,446,448.
11. Ibrahim, Bakr Muhammad Abdullah, (2019), "The Impact of Measuring Environmental Costs on Rationalizing Administrative Decisions / A Field Study on a Sample of Industrial Units in Khartoum State," published master's thesis, Sudan University of Science and Technology.
12. Iredele, O. O., & Ogunleye, O. J. (2018). An Evaluation of Environmental Management Accounting (EMA) Practices and Barriers to its implementation: A comparative study of Nigeria and south Africa. *crawford Journal of Business & Social Sciences*, 13(1).
13. Kinda, Radwan Al-Nil, (2022), "Accounting Measurement and Disclosure of Environmental Costs and Their Role in Achieving Sustainable Development: Applied to Banks Operating in the City of Damazin," *Arab Journal of Humanities and Social Sciences*, Issue 13.
14. Lahmar, Heiba. (2021). The Transition to Artificial Intelligence: Between Fears and Aspirations - The Emirati Experience as a Model. *Economics and Development*, 9(2), 94-107.
15. Li Zehong, (2018). The Impact of Artificial Intelligence on Accounting. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, volume 181, th International Conference on Social Science and Higher Education (ICSSHE), pp. 813-815 .
16. Maayouf, Buthaina, Zahaf, & Sonia. (2024). The Role of Environmental Auditing in Disclosure of Environmental Costs in Light of ISO 14001 Standard Specifications.
17. Mahlahal, Kawakib Ali, Nouri, Muqdad Ahmed, 2023, "The Role of Environmental Costs in Achieving Competitive Advantage in Economic Units," *Journal of the College of Economics, University of Baghdad*, Issue 72, pp. 199-218.
18. Moulay, Amina, Tayyibi, Ikram, Ben Al-Zarqa, & Ikram. (2021). Application of Artificial Intelligence and Emotional Intelligence in Decision-Making. *Knowledge Groups*, 7(2), 187-205.
19. Nazzal, Iyad Jumaa Khalaf, 2019, "The Extent of Availability of the Components of Accounting for and Disclosure of Environmental Impacts," *Journal of the College of Knowledge, University of Baghdad*, Issue 29.
20. Sutton, S., Holt, M. & Arnold, V. (2016). The reports of my death are greatly exaggerated – artificial intelligence research in accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*, 22, pp.60-73.
21. Verma, S. and Sharma, A. (2019). Artificial intelligence: Employment and society. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 8(7S2), pp.239-242.
22. Zohuri, B. and Rahmani, F. M. (2020). Artificial intelligence versus human intelligence: A new technological race. *ACTA Scientific Pharmaceutical Sciences*, 4(5), pp.50-58.