تقييم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحقيق الاستدامة البيئية:"دراسة حالة "

د.سالمة أحمد محمود شرف*

الملخص:
تُعنى الدراسة باستكشاف مجالات وآليات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحقيق الاستدامة البيئية وبيان أهم العوامل المؤثرة على توظيف هذه التقنيات، وتقييم درجة نجاحها في تحقيق الاستدامة البيئية وأبرز معوقات تفعيلها بالشركات .
المنهج والعينة: تستخدم الدراسة منهج دراسة حالة عبر عينة عمدية لأربعة قطاعات مختلفة هما "القطاع التكنولوجي ويمثله شركة جوجل ،قطاع التجارة الإليكترونية ويمثله شركة أمازون، القطاع الصناعي ويمثله شركة سيمنز والقطاع المعماري" ، وذلك اعتبارا أن هذه الشركات وظفت تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية للوقوف على أبرز مجالات وآليات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية بتلك القطاعات.
أدوات جمع البيانات: استمارة تحليل المضمون لتحليل مضمون المواقع الإليكترونية، والتقارير والمقالات الصحفية للشركات محل الدراسة، إجراء مقابلات متعمقة مع أربعة من المتخصصين في مجال العمارة البيئية.
الإطار النظري للدراسة : تطبيق نظرية الإدارة البيئية Environmental management Theory على موضوع الدراسة، بالإضافة إلى تقديم نموذج مقترح حول كيفية توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية .
وقد توصلت الدراسة إلى عديد من النتائج أهمها: تعدد مجالات تفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية والممثلة في عده قطاعات **كالقطاع التكنولوجي** من خلال تطوير المنتجات التي تساعد على حياة أكثر استدامة، الاستثمار في الطاقة المتجدّدة، إصدار تطبيقات أو ميزات ببرامج إليكترونية للمساعدة في اختيار المسارات المستدامة للبيئة، **والقطاعات المتعلقة بالصناعة والتجارة الإليكترونية من خلال** تعزيز إدارة المحاصيل الزراعية، التصميم الصديق للبيئة وإنتاج المنتجات الخضراء، إدارة البصمة الكربونية للمنتجات، وتنفيذ البرمجيات الذكية Smart Software's في التصنيع والإنتاج، **وأخيرا القطاع المعماري من خلال** التصميم التوليدي،معالجة البيانات، استخدام المواد المستدامة، محاكاة واختبار التصاميم، إدارة المشاريع والجداول الزمنية، تحسين الجودة والأمان، تحسين كفاءة الطاقة واستخدام الموارد، استخدام الطاقة الشمسية وتدوير المياه، العزل الحراري، هذا بالإضافة إلى البرمجيات المدعومة بالذكاء الاصطناعي المصممة للمراقبة والتنبؤ ومعالجة تأثيرات الطقس والمناخ.

- **<u>أبرز مزايا تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية و-خصوصا- بمصر:</u>** توفير الطاقة وحسن استخدام للموارد، سرعة إنجاز التصميم للمباني وتقديم حلول متنوعة لاختيار أفضل قرار تصميمي، وتوظيف التقنيات الذكية في اتخاذ القرارات الخاصة بالاستدامة .

* مدرس العلاقات العامة بكلية الإعلام –جامعة سيناء– فرع القنطرة شرق

- **وتتمثل أهم معوقات تفعيل التقنيات الذكية في الاستدامة البيئية و-خصوصا- في مصر** : عدم تهيئة البنية التحتية لمثل هذه المباني المستدامة ، قلة الكفاءات البشرية المتخصصة في مجال الذكاء الاصطناعي المستدام، التكلفة العالية لصيانة التقنيات الذكية .
- **تهدد** تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية عددا من الوظائف بالمستقبل وبالأخص العاملين في مجال الهندسة المعمارية .

الكلمات الدالة: الذكاء الاصطناعي والاستدامة البيئية - تقنيات الذكاء الاصطناعي في العمارة البيئية – الذكاء الاصطناعي المستدام .

Evaluating the use of artificial intelligence techniques in achieving environmental sustainability
"Case Study"

Abstract:
The study is concerned with exploring the areas and mechanisms for using artificial intelligence technologies to achieve environmental sustainability, explaining the most important factors influencing the use of these technologies, evaluating the degree of their success in achieving environmental sustainability, and identifying the most prominent obstacles to activating them in companies.

Methodology and sample: The study uses a case study approach through a deliberate sample of four different sectors: "the technological sector, represented by Google, the e-commerce sector, represented by Amazon, the industrial sector, represented by Siemens, and the architectural sector," given that these companies have employed artificial intelligence techniques in environmental sustainability. To identify the most prominent areas of using artificial intelligence technologies in environmental sustainability in these sectors.

Data collection tools: content analysis form to analyze the content of websites, reports, and newspaper articles of the companies under study, conducting in-depth interviews with four specialists in the field of environmental architecture.

The theoretical framework of the study: applying environmental management theory to the subject of the study, in addition to

presenting a proposed model on how to employ artificial intelligence techniques in environmental sustainability.

The study reached many results, **the most important of which are**: multiple areas of activating artificial intelligence techniques in environmental sustainability, represented in several sectors, such as the technological sector, through developing products that help lead a more sustainable life, investing in renewable energy, issuing applications or features in new electronic programs to help in Choosing sustainable paths for the environment, the sector related to e-commerce and the industrial sector by enhancing agricultural crop management, environmentally friendly design and green products, managing the carbon footprint of products, and implementing smart software's, and finally the architectural sector through generative design, data processing, and the use of sustainable materials, Simulate and test designs, manage projects and schedules, improve quality and safety, improve energy efficiency and resource use, utilize solar energy and water recycling, thermal insulation, and AI-powered software designed to monitor, forecast, and address weather and climate impacts.

- The most prominent advantages and obstacles of applying artificial intelligence techniques to environmental sustainability, especially in Egypt, are: saving energy and making good use of resources; quickly completing the design of buildings; and providing various solutions to choose the best design decision. Buildings have become decision-makers related to sustainability.
- The most important obstacles to implementation and use, especially in Egypt, are: the lack of prepared infrastructure for such sustainable buildings; the lack of human competencies specialized in the field of artificial intelligence in environmental sustainability to ensure its effectiveness; and the high cost of maintenance.
- Artificial intelligence technologies in environmental sustainability threaten a number of jobs in the future.

Keywords: artificial intelligence and environmental sustainability; artificial intelligence techniques in environmental architecture; sustainable artificial intelligence.

أولاً: المقدمة:

في عالم يواجه تحديات بيئية ومناخية متزايدة، يظهر الذكاء الاصطناعي كحل واعد يمكن أن يسهم بشكل كبير في مكافحة هذا التحدي الضخم. من خلال توظيف تقنيات التعلم الآلي، يمكن تحسين فهمنا للتأثيرات البيئية المعقدة، مما يسهم في توجيه السياسات واتخاذ القرارات بشكل أفضل.

الذكاء الاصطناعي يمكنه أيضًا تحليل البيانات المتغيرة بشكل مستمر، مما يتيح تحديث النماذج وتكاملها في الوقت الحقيقي لضمان استمرارية الرصد والاستجابة.

يدفع الذكاء الاصطناعي التقدم عبر جميع أهداف التنمية المستدامة للشركات، والنهوض بالتنمية المستدامة والاقتصادية، ولكن يترتب على استعماله آثار اجتماعية واقتصادية وأخلاقية واسعة. ولذلك، تستعد العديد من الحكومات والمنظمات لاعتماد واستعمال هذه التكنولوجيات على نطاق واسع بما في ذلك حماية البيانات وتشريعات الخصوصية.

وفقا لنتائج استبيان ماكنزي العالمي حول الذكاء الاصطناعي لعام 2022 . تطورت مجالات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تحقق القيمة للشركات .وفي عام 2018، حقق مجالا التصنيع وتقييم المخاطر القيمة الأكبر من استخدام الذكاء الاصطناعي. وتتركز النسبة الأكبر من الإيرادات في مجالات التسويق والمبيعات، وتطوير المنتجات والخدمات، والاستراتيجية والتمويل المؤسسي. كما تتحقق أعلى المزايا من حيث التكلفة عند استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة سلسلة التوريد. وأشارت الإحصائيات بعام 2022 إلى أن تقنيات الذكاء الاصطناعي أسهمت بما لا يقل عن 5% من الأرباح لمستخدميها .

يظهر الذكاء الاصطناعي كرفيق قوي في رحلة البشر لفهم تغير المناخ ومواجهته. ويشكل الابتكار في هذا المجال جسرًا مهمًا نحو مستقبل أكثر استدامة، حيث يتفاعل الإنسان مع التقنيات الذكية للحفاظ على البيئة وتحسين حياته.

ثانيًا: مشكلة الدراسة:

في ضوء الأهمية التي توليها الشركات العالمية لتقنيات الذكاء الاصطناعي واتجاه البعض إلى توظيفها نحو الممارسات الخضراء بما يدعم تحقيق الاستدامة البيئية، تُعنى الدراسة من خلال دراسة حالة لهذه الشركات بتقييم واستكشاف ممارسات الشركات العالمية لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تحقيق الاستدامة البيئية ، وبيان أهم العوامل المؤثرة على استخدامها لمثل هذه التقنيات للوقوف على أبرز جهود الاستدامة البيئية ، وتقييم درجة الاختلاف في مستوى التخطيط الاستراتيجي والثقافة التنظيمية داخل هذه الشركات مما قد يؤثر فيما بعد على القرارات الشرائية للمستهلكين نحو المنتجات الخضراء، وذلك من خلال دراسة حالة متكاملة لأربعة قطاعات مختلفة في إطار تقديم نموذج مقترح حول كيفية توظيف هذه التقنيات في الاستدامة البيئية.

تسعى الدراسة إلى الإجابة **على تساؤل رئيسي وهو**: كيفية توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية؟ .

ثالثًا: أهمية موضوع الدراسة:

ترجع أهمية الدراسة إلى مجموعة من العوامل، ومنها:

- **حداثة** موضوع الدراسة، فتعد هذه الدراسة فريدة من نوعها نسبيًّا، حيث إن الدراسة ترتاد مجالًا بحثيًّا حديثًا تقل فيه الإسهامات البحثية العربية والأجنبية .
- **تبرز** أهمية الدراسة في ضوء اهتمام الدول والشركات العالمية بتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية.
- **قلة** الوعي بمجالات وآليات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية.
- **تعدد** المزايا التي تحققها تقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام مثل الكفاءة في استخدام الموارد، تقليل الضرائب وغيرها.
- **ندرة** توظيف هذه التقنيات الذكية في الاستدامة البيئية بالشركات العاملة في مصر.
- **قلة** الوعي بإمكانية إصدار منتجات جديدة قائمة على الذكاء الاصطناعي في مجال الاستدامة البيئية.

رابعًا: أهداف الدراسة:

تسعى الدراسة لتحقيق الأهداف التالية:

- **استكشاف** تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تم استخدامها من قبل الشركات العالمية في الاستدامة البيئية "مجالات وآليات الاستخدام ".
- **التعرف** على نقاط القوة والضعف في أساليب ممارسة الشركات العالمية لتقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام .
- **التعرف** على الأفكار الجديدة والتقنيات الذكية التي توظفها الشركات في الاستدامة البيئية والوقوف على أبرز نتائجها وأقوى تحدياتها .
- **التعرف** على الاستراتيجيات التسويقية للشركات محل الدراسة ومدى ارتباطها بالاستدامة.
- **الوقوف** على مستقبل بعض الوظائف الحيوية عند توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية.
- **الخروج** بمؤشرات عامة عما ينبغي تنفيذه لتطوير الأداء التسويقي للشركات في مصر ليصبح محققا لمبدأ الاستدامة البيئية .
- **الخروج** بنموذج مقترح يوضح كيفية توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية بالشركات بغض النظر عن مجال عملها .

خامساً: الدراسات السابقة:

تستعرض الباحثة التراث العلمي السابق بالاعتماد على الدراسات التي تناولت مجالات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية وآليات تطبيقها ، والدراسات المتعلقة بمدى وعى المستهلكين بأهمية التحول للأخضر وشراء المنتجات الخضراء.

المحور الأول: الدراسات التى تناولت مجالات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية وآليات تطبيقها ، وتشمل:

دراسة (Jankovic, S.D., Curovic, D.M,2023) تناولت استخدام الذكاء الاصطناعي في جهود الاستدامة بالشركات الربحية من خلال التأثير على إدارة البيانات في الشركات وتعدد مجالات التفاعل للمستخدمين في البيئة الرقمية .

وأشارت نتائجها إلى إمكانية تعزيز تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة البيانات من خلال التمكين من جمع البيانات وتحليلها واستخدامها بكفاءة مما يسهم في تحسين عمليات صنع القرار، هذا بالإضافة إلى الاستفادة المثلى من الموارد، والكفاءة التشغيلية للممارسات المستدامة. كما توصلت الدراسة إلى أن تقنيات الذكاء الاصطناعي تعزز من التفاعلات البشرية بالبيئة الرقمية -على سبيل المثال- تقنية عرض التوصيات للعملاء التي لها تأثير كبير على تجارب المستعملين ودرجة رضاهم وولائهم، مما يسهم في النهاية نحو نمو الأعمال التجارية على نحو مستدام وتمتعها بميزة تنافسية عن غيرها.

كما أظهرت الدراسة اختلاف في مستوى التخطيط الاستراتيجي والثقافة التنظيمية لتقنيات الذكاء الاصطناعي بين الشركات التي تم إجراء الدراسة المسحية عليها، حيث نجد بعض الشركات قد يكون لديها استراتيجيات محددة للذكاء اصطناعي، **بينما** لا يزال البعض الآخر في المراحل الأولى من الاعتماد على الذكاء الاصطناعي. **وبالتالي،** الشركات التي لديها القدرة على التكيف مع التغيير الذي يعزز من توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي من المرجح أن تنجح في الذكاء الاصطناعي وتصبح قادرة على مواجهة التحديات التنافسية في السوق.

وأضافت دراسة كل من (Ying, Y., Cui, X., Jin, S. ,2023) إمكانية توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنمية الخضراء للشركات من خلال التخفيف من انبعاثات التلوث البيئي، وتعزيز كفاءة استخدام الموارد والطاقة المتجددة ، وتحسين المنتجات والعمليات المصنعة لحل المشكلات البيئية وتحقيق التنمية المستدامة.

حيث **قدمت** الدراسة أساسًا نظريًا لفهم شامل للتكنولوجيا الرقمية والتنمية الخضراء للمؤسسات. كما أسهمت برؤى عملية لصياغة السياسات ذات الصلة باستخدام التكنولوجيا الرقمية لتحقيق التنمية الخضراء.

بينما أظهرت نتيجة دراسة كل من :

(Hafid Gallo , Amir Khadem , and Ahmad Alzubi , 2023) اهتمامًا متزايدًا نحو توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الضخمة فعلى سبيل المثال تطبيق BDA-AI يسهم في تحليل البيانات الضخمة تحقيقا لسلسلة التوريد الخضراء وتعزيز العمليات الخضراء مما يؤثر في الأداء البيئي للشركات.

كما توصلت نتيجة دراسة كل من:

(Al-Sharafi , Al-Emran , Arpaci , Normin Shah A. Iahad ,AlQudah , Mohammad Iranmanesh , Noor, 2023)

إلى أن منتجات الذكاء الاصطناعي تلعب دورًا مهمًا في تحقيق الاستدامة البيئية. يمكن لهذه المنتجات توفير موارد مختلفة (مثل الطاقة والمياه)، قلة التكاليف، وإدارة النفايات على نحو أفضل، وتخطيط الإنتاج وكشف الأعطال. تشمل المحددات الرئيسة لاستجابة المستهلكين للمنتجات الخضراء: الفعالية ،التكاليف وسهولة الاستخدام .

واتفقت نتيجة دراسات كل من :

(Lara , Steffen , Julian , Alexander , Robert , 2021),

(Hanan Ayoubi , Yassine Tabaa , Moad El kharrim,2023)

مع الدراسات السابقة في أن الذكاء الاصطناعي هو إدارة قوية التي تقدم تحليلات ورؤى متفوقة على تلك التي يقدمها البشر. يخفض التكاليف ويوفر الوقت عن طريق أتمتة العمليات المتكررة، والتنبؤ بسلوك العملاء، ويحسن سلاسل التوريد مع مراعاة تأثيرها على البيئة مما ينعكس على تحسين الأداء وصنع القرارات.

كما يمكن للذكاء الاصطناعي التصنيع المبتكر المستدام وتعزيز كفاءة استخدام الطاقة ، وخفض انبعاثات الكربون من خلال إدارة الشبكة الذكية والرصد البيئي لخوارزميات الذكاء الاصطناعي التي تعزز من فرص تحسين استخدام الموارد، وتقليل العمليات كثيفة الطاقة وتحقيق المزايا البيئية.

وقدمت الدراسة نماذج لشركات عالمية اعتمدت على برامج مدفوعة بالذكاء الاصطناعي لتشجيع الاستدامة والإشراف البيئي. على سبيل المثال، حسنت جوجل Google استخدام الطاقة في مراكز البيانات الخاصة بها باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي، مما أدى إلى توفير الطاقة ، كما قامت شركة سيمنز Siemens بدمج الذكاء الاصطناعي في عمليات الإنتاج لتحسين كفاءة الطاقة وتقليل تأثيرها البيئي.

ومع ذلك، فإن دمج الذكاء الاصطناعي في الإدارة يمثل صعوبات ومعضلات أخلاقية.نظرًا لأن الذكاء الاصطناعي يعتمد على جمع البيانات وتحليلها ، فإن خصوصية البيانات تمثل تحديًا كبيرًا. ولذلك يُؤْدَى التحيز الخوارزمي إلى عدم ضمان ممارسات الذكاء الاصطناعي الأخلاقية.

ولذلك تستفيد الشركات كلّياً من تأثير الذكاء الاصطناعي في الإدارة لتحقيق الاستدامة البيئية من خلال: "التعاون وتبادل الخبرات، دعم الابتكار ،تنفيذ الممارسات المستدامة التي يحركها الذكاء الاصطناعي ، ومعايير مرجعية لتقييم الأداء البيئي عند حدوث عواقب غير متوقعة عند توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي.

وأكدت الدراسة على ضرورة دمج الذكاء الاصطناعي في الإدارة ونشر تلك الثقافة مع مراعاة الاعتبارات الأخلاقية بالممارسات المستدامة.

دراسة (Amanda Engberg ,2020) استعرضت دراسة حالة لكيفية توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي بقطاع صناعة الأغذية في تحقيق التنمية المستدامة من خلال إنتاج سلاسل التوريد التي تحافظ على الموردين والعملاء في جميع أنحاء العالم، تقليل المساهمة في هدر الطعام والعمل مع الإدارة المستدامة بهدف مشترك هو إنتاج المزيد من الأغذية وفقا للتنبؤ بطبيعة الاستهلاك ونتائج القرارات المتعلقة بالاستدامة.

يمتلك الذكاء الاصطناعي إمكانية أتمتة وتحسين كثير من العمليات التي يمكن أن تسهل العمل التنظيمي بصناعة الأغذية.

وأضافت نتيجة دراسة كل من (Khan, Parvez, Alansari, Farid, 2023) إمكانية توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية من خلال الطائرات من دون طيار التي تسهم نحو استكشاف كيفية تطبيق المباني الخضراء وتحقيق الحل المستدام مع تقليل الوقت وتكلفة التجربة في الوقت نفسه.

بينما تناولت دراسة (القحطاني ،عايض على ، 2022) دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في إطار رؤية المملكة العربية السعودية 2030 ، **وتوصلت إلى** أن تطبيق الذكاء الاصطناعي بنجاح في مجالات عديدة مثل الطب، التعليم، القانون، التحكم الآلي، الصناعة ومحركات البحث يسهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة .

اختلفت نتيجة دراسة كل من:

(Huishuang Su , Xintong Qu, Shuo Tian , Qiang Ma, Ling Li Yong Chen ,2022)

عن الدراسات السابقة في توضيح أن الذكاء الاصطناعي أصبح قوة دافعة مهمة تقود الجولة الجديدة من الثورة العلمية والتكنولوجية والتحول الصناعي في جميع أنحاء العالم. حيث يعمل الذكاء الاصطناعي على تمكين الابتكار الجذري الأخضر GRI، وهو توجه استراتيجي حيوي يتمحور حول التحول من "البحث والتطوير" إلى الذكاء الاصطناعي وتحسين قدرة الشركات على الابتكار وتحقيق قفزة تكنولوجية نحو التنمية المستدامة.

ومن ثَمَّ يجب على المؤسسات التكنولوجية دمج الذكاء الاصطناعي في عملية GRI على نحو أكثر أمانًا وعمقًا وموثوقية لتلبية احتياجات الإدارة وصناعة القرارات بدقة أكثر، تكوين ثقافة تنظيمية تشجع على الابتكار حتى يتمكن الموظفون من التكيف على نحو أفضل.

المحور الثاني :الدراسات المتعلقة بمدى وعى المستهلكين بأهمية التحول للأخضر وشراء المنتجات الخضراء :

ركزت دراسة كل من (Bang Nguyen-Viet,2023) على اتجاه الشركات نحو التنمية المستدامة، حيث اهتمت بتقييم تأثير عناصر مزيج التسويق الأخضر من خلال إجراء مقابلات مع 870 مستهلكاً في فيتنام.

وأشارت النتائج إلى أن عناصر مزيج التسويق الأخضر تؤثر على نحو إيجابي على بناء علامة تجارية خضراء مما يستلزم من المسوقين التوجه نحو برامج التسويق الخضراء لزيادة أسهم العلامات التجارية الخضراء وللاستفادة من منافع تنافسية واقتصادية كبيرة.

وأضافت دراسة كل من :

(Razib Chandra ,Salmi Mohd Isa ,Tofayel Ahmed ,2023)

تأثير المعرفة البيئية لدى المستهلكين عن المنتجات الخضراء على نية المستهلكين لشراء تلك المنتجات. كما يجب تزويد العملاء بتوفير معلومات كافية عن المشكلات البيئية وعلاج أثارها من خلال تنظيم حملات توعوية لعملائها مما يؤدي إلى زيادة النية الشرائية للمنتجات الخضراء.

واتفقت نتيجة دراسة (Utkal Khandelwal, 2023) مع الدراسة السابقة في نتائجها تأثير تكرار الإعلان الأخضر من خلال وسائل الإعلام المتنوعة على مصداقية الرسالة الخضراء، مصداقية المعلن ، مصداقية العلامة التجارية الخضراء، والنوايا الشرائية.

وأضافت نتيجة دراسات كل من: (A.N. Sarkar ,2012,)

(Cong Doanh Duong , 2023) التأثير الإيجابي لمبادرات المسؤولية الاجتماعية للشركات على النوايا الشرائية للمنتجات الخضراء ، وكشفت النتائج عن كون النية الشرائية متغير وسيط للعلاقة بين الموقف تجاه المنتجات الخضراء والسلوك الشرائي لها، علما بأن

النية الشرائية تزداد مع مبادرات المسئولية الاجتماعية للشركات . ولذلك تسهم هذه الدراسة نحو تعزيز ممارسات المسؤولية الاجتماعية للشركات .
كما توصلوا إلى أن هناك شرط أساسي للعلامة التجارية الخضراء، وهي: أن تكون مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالسياسة البيئية الوطنية والدولية الشاملة ، لذلك يحتاج الأمر إلى استراتيجية الابتكار البيئي مع التركيز على الاستدامة عبر مجالات وقطاعات مختلفة.
واتفقت نتيجة دراسة كل من (Mukesh Srivastava, Komal Malik & Rajendra Kumar Amit ، 2016) مع الدراسات السابقة في أن المستهلكون أصبحوا على وعي بالقضايا البيئية ولديهم استعداد لشراء المنتجات الخضراء، **واختلفت عنهم** في اظهار سبب التوجه نحو التسويق الأخضر والذى وضحته في الضغط المجتمعي المتزايد سواء للأفراد أو الشركات لإعادة هندسة عملياتها. ولذلك هذا الإلحاح يجبر الأفراد على إجراء تغييرات صديقة للبيئة في نمط الحياة مما يستلزم من المسوقين تبرير سبب ارتفاع سعر المنتجات الخضراء لتشجيع هذا التوجه.
بينما وضحت نتائج دراسات كل من: (Maichum, Parichatnon, Peng, 2017) (Eppiaar Nagar, Rajiv Gandhi Salai, Chennai ,2022)المحددات التي تؤثر على نية الشراء تجاه المنتجات الخضراء، والممثلة في : "الوعي البيئي والمعرفة البيئية والموقف البيئي" كما أن الموقف البيئي يتوسط العلاقة بين الوعي البيئي والمعرفة البيئية والنية الشرائية للمنتجات الخضراء، **كما أشارت النتائج** إلى أن المؤهلات التعليمية هي المتغير الديموغرافي الوحيد الذي له علاقة باللون الأخضر وشراء للمنتجات الخضراء أو المنتجات الصديقة للبيئة.
بينما اختلفت نتائج دراسات كل من (Shayala Yesmin Sharmin Akter , 2018) (Antonius Satria Hadi, Niken Permata Sari, and Ardhi Khairi)
مع الدراسات السابقة في إبراز خيبة أمل المستهلكين تجاه الإجراءات الترويجية للمسوقين، حيث توصلت إلى أن المستهلكين لديهم معرفة سطحية حول السمات المختلفة للمنتجات الخضراء ببنجلاديش، وأن الاتصال عبر الفم هو المصدر الرئيسي للحصول على معلومات بشأن المنتجات البيئية، كما أتفق المستهلكون على أن المنتجات الخضراء ليست مناسبة للشراء.
لذلك يجب أن تكون رسائل تحديد مواقع المنتجات أكثر وضوحًا والمطالبات الخضراء أكثر إقناعًا، والإبلاغ بفوائد المنتجات الخضراء بشكل كافٍ والتي توفر ضمانًا لرضا المستهلكين.

التعليق على الدراسات السابقة وأوجه الاستفادة منها:

- **كشف** مسح التراث العلمي في موضوع الدراسة عن ندرة الدراسات العربية والأجنبية التي تناولت تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية وآليات تطبيقها، بينما **تنوعت** الدراسات السابقة في مجال الاتصالات التسويقية الخضراء على نحو أكثر.
- **اعتمدت** غالبية الدراسات على منهج المسح عبر إجراء استقصاء وإجراء المقابلات لبيان آراء المتسوقين في المنتجات الخضراء وخصوصا التكنولوجيا الخضراء.

- **أكدت** الدراسات السابقة على تنوع الآثار الإيجابية الناتجة عن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية ، كما **استعرضت** المجالات المتنوعة لتفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنمية الخضراء والاستدامة البيئية .
- **أشارت** إلى أن الضغط المجتمعي بشأن التغير المناخي والتغيرات المناخية الملحوظة دفع العديد من الشركات لتفعيل الممارسات الخضراء وكذلك اتجاه الأفراد لتبني المنتجات الخضراء .
- **قلة** الدراسات التي تناولت آثار توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاقتصاد الأخضر والاستدامة البيئية سواء كانت إيجابية أو سلبية .

سادسًا: الإجراءات المنهجية للدراسة:

أ- نوع الدراسة:

- تنتمي هذه الدراسة إلى **الدراسات الوصفية** التي تستهدف وصف خصائص الظاهرة، من خلال تحليل عناصرها ومحدداتها لمحاولة الخروج بمؤشرات أساسية حول مجالات وآليات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية وتقييم مزاياها وأبرز معوقات تنفيذها ، وبذلك يكون لدينا القدرة على تقديم التفسيرات العلمية والمنطقية لتلك الظاهرة، من خلال مجموعة من البراهين والشواهد التي من شأنها أن تُساعد الباحثَيَّن على وضع إطار وتصور محدد للمشكلة، والاعتماد عليها بعد ذلك في تحديد نتائج هذه الدراسة.

ب- منهج الدراسة، تعتمد الدراسة على:

- **منهج المسح التحليلي Analytical Survey** الذي يهدف إلى تحليل مضمون المواقع الإليكترونية والتقارير والمقالات الصحفية للشركات الرائدة في توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام .
- **منهج دراسة الحالة Case Study** نتيجة ملاءمته لدراسة الشركات المستخدمة لتقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية ، ويقوم منهج دراسة الحالة بالدراسة المتعمقة والمركزة والشاملة لمفردة واحدة أو عدد محدود من المفردات التي يمكن التعامل مع عناصرها بهذا المنهج .

ج- مجتمع الدراسة

يتمثل مجتمع الدراسة في الشركات الرائدة في توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام ، والخبراء في مجال العمارة البيئية .

د- عينة الدراسة:

تم اختيار عينة عمدية لعدد 3 شركات كممثلين عن القطاع التكنولوجي والصناعي والتجارة الإليكترونية، وهى **جوجل، أمازون وسيمنز** على أن تكون وحدة التحليل هي جميع صفحات مواقع تلك الشركات، **كما تم اختيار عينة متاحة من المتخصصين** في مجال العمارة البيئية وعددهم "أربعة".

معايير اختيار الحالات الخاضعة للدراسة :

- يقوم البحث على دراسة أفضل الشركات في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية ، وقد تمثلت في الشركات التالية "جوجل، أمازون، سيمنز"وهذا وفقا للدراسة الاستطلاعية التي قامت بها الباحثة ونتائج الدراسات السابقة، مع ضرورة توافر فيهم الصفات التالية :
- **الاختبار المسبق** : أن تكون هذه التقنيات تم تنفيذها واختبارها بالفعل وحققت نتائج إيجابية.
- **عدم انتهاك خصوصية الأفراد**: أن تكون هذه التقنيات تم استخدامها لأغراض الاستدامة البيئية وعدم انتهاكها لخصوصية الأفراد لتحقيق مصالحها والأرباح .
- **التنوع** في مجالات عمل الشركات محل الدراسة: وذلك لتعظيم الاستفادة واستكشاف مجالات استخدام هذه التقنيات الذكية .

هـ- أدوات جمع البيانات:

استمارة تحليل المضمون: لتحليل مضمون المواقع الإليكترونية للشركات الرائدة في تقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام محل الدراسة، **حيث أن الصفحة الإليكترونية هى وحدة التحليل.**

إجراء مقابلات متعمقة مع عدد أربعة من الخبراء المتخصصين في مجال العمارة البيئية والذكاء الاصطناعي المستدام بالعمارة والتى تركزت حول أربعة محاور أساسية : مجالات وآليات استخدام تقنيات الذكاء المستدام، أبرز مزايا الاستخدام ومعوقات الاستخدام، ومستقبل المعمارين عند تفعيل هذه التقنيات ومدى امكانية تطبيقها في مصر .

و- استراتيجية التحليل:

- تتمثل استراتيجية التحليل في تحليل مضمون وطريقة عرض المعلومات الخاصة بتفعيل الشركات هذه التقنيات واشتملت على فئات خاصة بالشكل وفئات خاصة بالمضمون:

أولا : الفئات الخاصة بالشكل :

- فئة كم المعلومات المتواجدة عن تقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام .
- فئة نوع المعلومات الخاصة بتقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام .
- فئة طريقة عرض المعلومات ودرجة حداثتها.
- فئة القالب الفني المقدم فيه المعلومات على المواقع الإليكترونية لهذه الشركات .
- فئة عدد الصفحات الإليكترونية المخصصة لتقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام .

ثانيا : الفئات الخاصة بالمضمون سواء للموقع الإليكتروني أو المقالات الصحفية:

- فئة طبيعة تقنيات الذكاء الاصطناعي بالاستدامة البيئية "مجالات وآليات الاستخدام".
- فئة مزايا وعيوب استخدام هذه التقنيات.

- فئة الاستراتيجية الاتصالية للشركات.
- وتم استخدام دليل التكويد بالاستعانة باثنين من المحللين الخارجين ، وبلغت نسبة الثبات بعد إعادة التحليل 90% ، واستغرقت فترة التحليل لمواقع الشركات الخاضعة للدراسة عبر الويب شهر ابتداء من 1-1-2024 وحتى 1-3- 2024 .

ونظرا لصعوبة استخدام المعاملات الإحصائية، لذا قامت الباحثة بإجراء تحليل كيفي للمعلومات التى تم الحصول عليها من واقع تحليل أساليب ممارسة الشركات الخاضعة للدراسة لتقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام عبر مواقع الويب .

سابعًا: الأطر النظرية للدراسة

نظرية الإدارة البيئية هي نهج في إدارة المنظمات يركز على تكامل الاهتمام بالبيئة والاستدامة في عمليات الإدارة واتخاذ القرارات. تعتبر البيئة جزءاً أساسياً من سياق عمل المنظمة، وبالتالي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اتخاذ القرارات ووضع السياسات والإجراءات.

نظرية الإدارة البيئية تعتبر مهمة في العصر الحديث نظرًا للتحديات البيئية التي تواجه العالم، وتعكس الحاجة الملحة للمنظمات لاتخاذ خطوات للحفاظ على البيئة وتحقيق التنمية المستدامة.

تشمل **فروض نظرية الإدارة البيئية** عدة جوانب، وهي عادة تُعتبر كمبادئ يجب أن تتبناها المنظمات لتحقيق الأهداف البيئية والاستدامة. **من بين الفروض الرئيسية:**

فرضية البيئة كعامل مؤثر: تفترض نظرية الإدارة البيئية أن البيئة المحيطة بالمنظمة تؤثر على عملياتها وقراراتها بشكل كبير. وبالتالي، يجب على المنظمة أن تتعامل مع البيئة بحساسية وتأخذ في الاعتبار تأثيرات أنشطتها على البيئة.

فرضية المسؤولية الاجتماعية: تفترض نظرية الإدارة البيئية أن المنظمة لها مسؤوليات اجتماعية تجاه المجتمع والبيئة، وأنه يجب أن تتخذ إجراءات للحفاظ على البيئة وتحسينها.

فرضية التوازن والاستدامة: تقوم هذه الفرضية على فكرة ضرورة تحقيق التوازن بين الاحتياجات البيئية والاقتصادية والاجتماعية لضمان استدامة التنمية. وتشير إلى أن المنظمة يجب أن تعمل بطريقة تحافظ على الموارد وتساهم في الحفاظ على البيئة للأجيال الحالية والمستقبلية.

فرضية التكامل والتفاعل: تعتمد نظرية الإدارة البيئية على فكرة التكامل بين الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية في عمليات الإدارة. وتفترض أيضًا التفاعل بين هذه الأبعاد، حيث تؤثر تحركات وقرارات المنظمة في إحدى الأبعاد على الأبعاد الأخرى.

هذه الفروض تشكل أساسًا للتفكير في نظرية الإدارة البيئية وتوجه المنظمات نحو التحول نحو ممارسات إدارية أكثر استدامة ومسؤولية اجتماعية وبيئية.

تطبيق النظرية على موضوع الدراسة: باعتبار الشركات العالمية مؤسسات اقتصادية، فإنه يتعين عليها الاهتمام بالاعتبارات البيئية ودمجها في استراتيجياتها طويلة الأجل خلال تبني

(نظرية الإدارة البيئية) من خلال: التخطيط البيئي : يتضمن معالجة كافة المشاكل البيئية الناجمة أو التي قد تنجم بالمستقبل من خلال وضع استراتيجية متعلقة بالاستدامة ، التنظيم البيئي: وهو تطوير للمفهوم التنظيم الإداري بحيث يشمل البعد الاقتصادي والبيئي والاجتماعي والتكنولوجي داخل المنظمة وهنا يظهر الاستعانة بتقنيات الذكاء الاصطناعي، التوجيه البيئي: وهي عملية التنسيق بين المهام الإدارية المختلفة مع الأخذ في الاعتبار البعد البيئي والاقتصادي والاجتماعي والتكنولوجي مثل تبني ممارسات المسؤولية الاجتماعية ، الرقابة البيئية: (الضبط البيئي) هي مجموعة من الإجراءات المتبعة داخل المنظمة للعمل على تحقيق أهدافها بالالتزام بكل المعايير واللوائح البيئية والأخلاقية .

ومن ثم تسعى الدراسة لاستكشاف مجالات تفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية ومدى تحقيق الأبعاد الأربعة في موضوع الدراسة .

ثامنًا: تساؤلات الدراسة:

- ما مجالات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية بالشركات محل الدراسة وآليات تفعيلها ؟.
- ما مجالات تفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية وفقا للأبعاد الأربعة لنظرية الإدارة البيئية "التخطيط البيئي، التنظيم البيئي والاستدامة، التوجيه البيئي والمسؤولية الاجتماعية والرقابة البيئية"؟ .
- ما العوامل المؤثرة على العلاقة بين توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي والاستدامة البيئية ؟
- ما أبرز مزايا توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام بالقطاعات محل الدراسة؟.
- ما معوقات توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية بالقطاعات محل الدراسة ؟.
- ما مستقبل مصر نحو توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية ؟ .
- ما مستقبل الاعتماد على العنصر البشري عند البدء في توظيف تقنيات الذكاء الاصناعي المستدام؟.

تاسعًا: مفاهيم الدراسة النظرية والإجرائية:

جدول رقم (1)

المفاهيم النظرية	المفاهيم الإجرائية
مفهوم الذكاء الاصطناعي: يمكن تعريف الذكاء الاصطناعي على أنه أحد أبرز العلوم الحديثة التي نتجت بسبب الالتقاء بين الثورة التقنية في مجال علم النظم والحاسوب والتحكم الآلي ، حيث يهدف إلى فهم طبيعة الذكاء الإنساني عن طريق عمل برامج للحاسب الآلي قادرة على محاكاة السلوك الإنساني المتسم بالذكاء، لتزويد الحاسوب بهذه البرامج التي تمكنه من حل مشكلة ما.**(عبد الحميد 2020، ص 2818)**	يتم قياسه من خلال أنظمة الكمبيوتر التى تفكر مثل البشر مثل: - **التعرف على الكلام:** يعرف أيضا باسم التعرف الآلي على الكلام (ASR) ، أو تحويل الكلام إلى نص، وهو عبارة عن إمكانية تستخدم معالجة اللغة الطبيعية (NLP) لمعالجة الكلام البشري وتحويله إلى نسق مكتوب. -**روبوتات المحادثة عبر الإنترنت**: فهي تحل محل الوكلاء البشريين على طول رحلة العميل. وهي

	تجيب على الأسئلة التي يكثر طرحها (FAQs) حول موضوعات معينة . - قياس اتجاه الجمهور حول العلامات التجارية من خلال ما يتم تداوله على صفحاتهم الشخصية ، حيث يتم استخلاص معلومات ذات مغزى من الصور الرقمية ومقاطع الفيديو والمدخلات المرئية الأخرى.
الاستدامة البيئية : الاستدامة البيئيه هي مفهوم يركز على تحقيق التوازن بين البيئة والاقتصاد والمجتمع. تهدف الاستدامة البيئيه إلى الحفاظ على النظم البيئية الطبيعية ومواردها بطريقة تضمن استدامة الاقتصاد والمجتمع.وتعتمد الاستدامة البيئيه على مفهوم النمو الأخضر الذي يهدف إلى تحقيق التنمية الاقتصادية بطرق تحافظ على البيئة وتحقق العدالة الاجتماعية.**(الشبكة العربية للتنمية والاستدامة)**	**يمكن تحقيقها من خلال:** ● حفظ الموارد الطبيعية ● تقليل التلوث ● حماية التنوع البيولوجي ● استدامة الطاقة والتي تهدف إلى توفير مصادر طاقة متجددة ونظيفة ● تكنولوجيا الطاقة المتجددة، و تتضمن هذه التكنولوجيا مصادر مثل الطاقة الشمسية والرياح والمائية والحرارية، والتي تعتمد على مصادر طبيعية قابلة للاستمرار. ● تقنيات توفير الطاقة عن طريق تحسين كفاءة استخدام الطاقة. تعتبر تقنيات توفير الطاقة مثل العزل الحراري واستخدام المصابيح الفعالة وتحكم في استهلاك الطاقة وسائل فعالة للحد من الاستهلاك الزائد وتحسين الكفاءة. ● استدامة الماء : تهدف إلى توفير المياه بطرق مستدامة، وتقليل الفاقد والهدر، وتحسين جودة المياه من خلال جمع واستخدام مياه الأمطار وإعادة تدوير المياه المستعملة واستخدام تقنيات الري الذكي للحد من استهلاك المياه في الزراعة.
الذكاء الاصطناعي المستدام Sustainable AI وهو مصطلح يناقشه الخبراء المؤيدين لاستخدامه ويؤكدون على أن الذكاء الاصطناعي سيلعب دوراً فعالاً للنهضة بالتنمية المستدامة والاستفادة في العديد من المجالات التي تسير نحو مفهوم الاستدامة إلى جانب الذكاء الاصطناعي .حيث سيعمل كلاهما على تعزيز الكفاءة وتحسين الموارد وتقليل الأخطاء البشرية.	**يمكن تحقيقه من خلال:** ● الزراعة الذكية ● الاتصالات وإدارة الشبكات ● إدارة النفايات وإعادة التدوير ● الطاقة المتجددة ● النقل والتخطيط العمراني ● إدارة الموارد والمحافظة عليها ● الرصد البيئي وتغير المناخ

عاشرًا: نتائج الدراسة

أ- نتائج دراسة الحالة التي تم اجرائها على عدد من الشركات العالمية المطبقة لتقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية من خلال تحليل مضمون المواقع

الإليكترنية لهذه الشركات كيفيا والإطلاع على عدد من الدراسات والمقالات العلمية والصحفية، موضحة بالجداول أدناه:

- **القطاعات محل الدراسة وما يمثلها من شركات هى**: القطاع التكنولوجي ويمثلة شركة جوجل، القطاع الصناعي ويمثله شركة سيمنز، قطاع التجارة الإليكترونية ويمثله شركة أمازون ، والقطاع المعماري.

جدول رقم (2)

شركة جوجل **- تتيح شركة جوجل الأخبار والقضايا المتعلقة بالاستدامة من خلال مدونة جوجل عبر القسم المتعلق بأخبار الشركة، بينما يستعرض الموقع الإليكتروني الاستراتيجيات الاتصالية المتبعة بها .** **- المعلومات المقدمة في شكل مقالات وفيديوهات تتعلق بموضوع الاستدامة يكتبها المديرين التنفيذين بالشركة ، علما بأنها محددة ولكنها غير محدثة خصوصا المقالات المتاحة على المدونة .**	
فئات التحليل الخاصة بالمضمون	**أبرز النتائج**
مجالات وآليات استخدام تقنيات الذكاء المستدام وأبرز النتائج المتحققة	- أعلِن مؤخرًا، أن القيمة السوقية للشركة الأم لجوجل، تقدّر بما لا يقل عن 1.3 تريليون دولار، في عام 2023. ولكن وراء الأموال الكبيرة للشركات التكنولوجية الضخمة، مثل جوجل، يخفتي تأثيرًا بيئيًا كبيرًا، فهي وخوادمها (سيرفرات)، تستهلك الكثير من الطاقة، وكميّة النفايات التي تُنتجها هائلة، ونشاطها يشجّع على الاستهلاك الكبير. - هذا التأثير يقود العديد من الشركات إلى تبنّي توجّهات بيئية. فعلى سبيل المثال، نشرت جوجل مؤخرًا، تقرير البيئة لعام 2023، والذي يكشف تقدّم شركة التكنولوجيا العملاقة، نحو تحقيق أهداف الاستدامة الخاصة بها، سواءً كان ذلك في إطار عملها الروتيني، في تطوير المنتجات والتقنيّات التي تساعد على حياة أكثر استدامة، أو الاستثمار في الطاقة المتجدّدة، وتقليل انبعاث غازات الدفيئة من قِبل الشركة. **وتتمثل مجالات وآليات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام بجوجل على النحو التالي:** **توفير خيارات يومية تحقق الاستدامة البيئية عبر منتجات Google عبر :** ▪ إطلاق ميزة المسار الصديق للبيئة على "خرائط Google للمساعدة في اختيار المسارات الأقل استهلاكًا للوقود. حيث يمكن تحديد نوع محرّك السيارة - سواء التي تعمل على البنزين، الديزل أو الطاقة الكهربائية. ▪ البحث عن فنادق صديقة للبيئة ورحلات جوية ذات انبعاثات كربونية أقل من خلال "بحث "Google لمختلف المواقع الجغرافية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. **- قدمت الشركة مجموعة من واجهات برمجة التطبيقات المستدامة التي تستخدم الذكاء الاصطناعي** لتوفير إمكانات الطاقة الشمسية وجودة الهواء. ومن خلال هذه الموارد، تهدف Google إلى مساعدة الأفراد والمدن والشركاء في تقليل انبعاثات الكربون المكافئة بمقدار 1 جيجا طن كل عام بحلول عام 2030. **أطلقت الشركة مشروع Calling our Corals** لمساعدة الباحثين والعلماء في مراقبة حالة الشعاب المرجانية من ضمنها الموجودة في شرم الشيخ، وتتبُّع عمليات التعدين غير القانونية وقياس مدى النجاح في الأماكن التي يتم العمل فيها على استعادة الشعاب المرجانية، علما بأن هذا المشروع سيشمل مصر بصفتها أول دولة عربية تشارك في هذه المبادرة العالمية، إذ يمكن للأشخاص تجربة

التثبيت التفاعلي للمشروع وسماع أصوات الشعاب المرجانية في شرم الشيخ وغيرها من الدول، والتعرف على مدى تأثير الشعاب المدمّرة على النظام البيئي وتم تنفيذه بمؤتمر COP27.

قامـــت جوجـــل بتوســـيع مشـــروع Sunroof إلـــى Solar API تعد Solar API امتدادًا لمشروع Project Sunroof وتستخدم خرائط محدثة وموارد حوسبة محسنة.

في عام 2015، أطلقت جوجل مشروع Sunroof، الذي دمج بيانات الموقع وضوء الشمس والملاحة لتقديم تقدير للطاقة التي يمكن أن تولدها الألواح الشمسية المثبتة على السطح.

والآن، ستغطي واجهة API للطاقة الشمسية 320 مليون مبنى في 40 دولة، بما في ذلك الولايات المتحدة وفرنسا واليابان.، ويشير إلى أن الاهتمام بالبحث عن "الألواح الشمسية والطاقة على الأسطح" ارتفع بنسبة 60 في المائة في عام 2022.

- **طورت نموذجًا للذكاء الاصطناعي** يمكنه تحديد زوايا ومنحدرات السطح بدقة من خلال تحليل صور الأقمار الصناعية أو الصور الجوية. يأخذ النموذج أيضًا تقديرات الظل للأشجار القريبة ويجمع هذه البيانات مع أنماط الطقس التاريخية وأسعار الطاقة الحالية. وهذا من شأنه أن يوفر للشركات التركيب ولأصحاب المنازل تقييمًا شاملاً لإمكانيات الألواح الشمسية الخاصة بهم دون الحاجة إلى زيارة فني للموقع.

- **تقدم Google طبقة جودة الهواء كخدمة API في أكثر من 100 دولة.** تستخدم الطبقة محطات المراقبة الحكومية وبيانات الأرصاد الجوية وأجهزة الاستشعار والأقمار الصناعية لتوفير مؤشر جودة الهواء المحلي والعالمي. كما أنه يتنبأ بالملوثات بناءً على ظروف حركة المرور وحجم السيارة. هذه المعلومات مفيدة للرعاية الصحية والنقل والسيارات وغيرها من الصناعات.

تهتم شركة DeepMind، وهي شركة تابعة لشركة Google بتسخير قوة الذكاء الاصطناعي لتعزيز استخدام الطاقة داخل مراكز البيانات. باستخدام نظام DeepMind AI، حققت الشركة انخفاضًا يصل إلى 40% في نفقات التبريد. ولا يؤدي هذا الإنجاز إلى تعزيز كفاءة استخدام الطاقة في مراكز البيانات فحسب، بل يرسخ أيضًا نموذجًا رائعًا للبنية التحتية التكنولوجية الصديقة للبيئة.

أبرز النتائج :

- ساعدت منتجات جوجل الأساسية، (مثل خرائط جوجل وجوجل سفريات، وجوجل طيران وغيرها)، أكثر من مليار مستخدم، في جميع أنحاء العالم، على اتخاذ خيارات أكثر استدامة.
- تبين أن عامي 2011 و 2022، تم توفير حوالي 113 مليار كيلووات من الطاقة، (ضعف استهلاك الكهرباء السنوي في البرتغال)، من قِبَل العملاء، الذين استخدموا منظِّمات الحرارة (ترموستات) الذكية الخاصّة بشركة جوجل، (برنامج ذكي للمحافظة على درجة حرارة المنزل).
- استثمرت الشركة في أكثر من 400 شركة ناشئة للتنمية المستدامة، ووفّرت أكثر من مليون متر مكعب من المياه، في إطار تشغيل مكاتبها، ومراكز البيانات، (أي ما يعادل أكثر من 400 حمام سباحة أولمبي)، واستثمرت الكثير من المال في إنشاء مشاريع الطاقة المتجددة.
- "الاستثمار في البيئة، يقوّي شركات مثل جوجل، ويحوّلها إلى شركات 'إيجابية'"، تجعل من نفسها محبوبة لدى الجمهور العالمي، الذين هم زبائنها، وكذلك لدى هيئات المراقبة والتنظيم، من أجل إبعاد السخط والمشاكل عن نفسها.

الاستراتيجية الخاصة بالشركة ومدى ارتباطها بالاستدامة	تعتمد الشركة على تسعة عشر استراتيجية لزيادة نسبة الوصول إلى الجمهور ومن أهمها استراتيجيات طويلة المدى **والممثلة في**: استثمار ميزانيتك الإعلانية على المواقع الإلكترونية التي تحقّق النتائج، زيادة حجم شرائح بياناتك عن طريق زيادة عدد زيارات موقعك الإلكتروني.

جدول رقم (3)

شركة سيمنز

- **تخصص** الشركة صفحة إليكترونية متعلقة بالاستدامة فقط بداخلها عدة صفحات "صفحة لكل قطاع" ، تتميز المعلومات بالحداثة وسهولة العرض والترتيب ، ونجد القالب الفني للمعلومات هو النص ،الفيديو ، اينفوجراف ، جولة افتراضية ، عرض تقديمي ، **بينما المعلومات المتعلقة بالاستدامة مقسمة إلى عدة فئات** وهي :إحصائيات الاستدامة ،انبعاثات الكربون،التنوع والشمول ، تمكين الأفراد والمجتمعات من خلال" التبرعات والعيادات الذكية "، البيئة والصحة ، مراعاة حقوق الإنسان ، مؤسسة سيمنز للتنمية ،البصمة الكربونية للمنتجات ،سلسلة التوريد المستدامة.

فئات التحليل الخاصة بالمضمون	أبرز النتائج
مجالات وآليات استخدام تقنيات الذكاء المستدام وأبرز النتائج المتحققة	- **تصدرت** شركة التكنولوجيا الألمانية "سيمنز" قائمة أكثر الشراكات استدامة في العالم وفقًا للتصنيف الذي نشره موقع "ريتش توبيا." والشركة المستدامة هي التي تمكنت من تحقيق التوازن بين نموها وبين أن يكون لها تأثير سلبي ضئيل على البيئة. - **تلتزم الشركة** بثلاثة مجالات رئيسية هي : البيئة والتعليم والمجال الاجتماعي ، تعمل الشركة بالقطاع البيئي على تقليل التغير المناخي من خلال زيادة كفاءة استخدام الموارد وحماية البيئة، أما في قطاع التعليم فتعمل الشركة على دعم المبادرات التعليمية والطبية وزيادة الوعي بالاستدامة، وفي المجال الاجتماعي تحرص الشركة على المشاركة في حملات الإغاثة في حالات الكوارث وتحسين الظروف المعيشية وتعزيز التنوع الاجتماعي. - **تركز** سيمنز للطاقة على أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر من منظور الهدف السابع الذي يؤكد على حق الجميع في الحصول على طاقة مستدامة ورخيصة وحديثة ويُعتمد عليها. فالطاقة تمس كل مكونات المجتمع، بداية من استخدامات الطاقة اليومية وتشغيل الآلات التي تستخرج النفط والغاز الطبيعي، وصولًا إلى الطاقة التي تضيء المنازل والبنية التحتية والشركات والأجهزة الشخصية . **سيمنز نفذت برنامج Shut Down on Demand SOD ، لإدارة التوربينات النشطة خلال موسم هجرة الطيور**، وهو برنامج يمكن إيقاف تشغيل توربينات الرياح في حالة الحاجة لتجنب أي وفيات للطيور المهاجرة، كما تقوم الشركة بتطبيق تدابير بيئية مستدامة للحفاظ على الموارد الطبيعية للموقع والحفاظ على استدامتها. **وأبرز مجالات استخدامها لتقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام :** - التقليل من انبعاثات الكربون بجميع المشاريع التي تنفذها الشركة بحلول عام 2030 والذى سيحقق مزايا اقتصادية مستدامة . - الرقمنة Digitalization والتي من خلالها يتم استخدام الذكاء الاصطناعي ، الميتافيرس الصناعي Industrial Metaverse. - التصميم الصديق للبيئة والمنتجات الخضراء . - إدارة البصمة الكربونية للمنتج من خلال اصدار تطبيق SaaS لالتقاط البصمة الكربونية الفعلية للمنتج (PCF) على طول سلسلة التوريد مما يساهم في اكتساب فعال وتبادل آمن لبيانات الانبعاثات الديناميكية والتوافق مع معايير PCFالمتعددة لتحقيق الشفافية والتعاون عبر القطاعات، و بالفعل أكثر من

	200 شركة في أكثر من 25 دولة كعملاء، على سبيل المثال السيارات والكيماويات والمواد الغذائية و صناعات المشروبات. - **-أبرز النتائج المتحققة**: دخلت شركة التكنولوجيا الألمانية 'سيمنز' في شراكة مع 'مايكروسوفت'، وأعلنت عن مساعدها الجديد القائم على الذكاء الاصطناعي التوليدي، 'سيمنز إندستريال كوبايلوت' Siemens Industrial Copilot. لتعزيز "التعاون بين الإنسان والآلة" وتعزيز الإنتاجية. لتلبية احتياجات المتخصصين في قطاعات التصنيع والرعاية الصحية والنقل والبنية التحتية. - **الذكاء الاصطناعي الصناعي** Industrial-grade AI : تسعى الشركة لإطلاق السيارة ذاتية القيادة، ، وفقًا لمجلةNature ، فإن 79% من الأهداف التي حددتها أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة يمكن أن تتأثر بشكل إيجابي بالذكاء الاصطناعي في المستقبل. - **امكانية استخدام الذكاء الاصطناعي في** البرمجيات الذكية Smart Softwares، استكشاف الفضاء التصميمي design space exploration وتطبيق المحاكاة في التصميم، العمليات القائمة على برامج الذكاء الاصطناعي AI –Enabled Operation سواء في التصميم أو التشغيل او اقتراح حلول ، حلول الذكاء الاصطناعي العمودي Vertical AI solutions كما في الصناعات المائية .
الاستراتيجية الخاصة بالشركة ومدى ارتباطها بالاستدامة	استراتيجية طويلة المدى تتكيف مع الاتجاهات الخاصة بالتغير البيئي، العولمة، التحضر، التغير الديموغرافي، والرقمنة، كما تهدف إلى تحقيق النمو المستدام في جميع أنحاء العالم، كما تقوم بدمج التطبيقات والحلول التكنولوجية من العالمين الواقعي والرقمي من أجل تصميم حلول تتسم بالاستدامة والراحة وفعالية التكاليف.

جدول رقم (3)

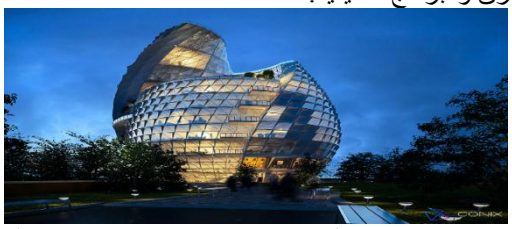
شركة أمازون

تخصص الشركة صفحة إليكترونية متعلقة بالاستدامة فقط بداخلها عدة صفحات ،تتميز المعلومات بالحداثة وسهولة العرض والترتيب ، ونجد القالب الفني للمعلومات هو النص ،الفيديو ، اينفوجراف ، مدونة ، وتنقسم المعلومات المتعلقة بالاستدامة إلى عدة فئات تتناول المجالات المختلفة التي تطبق فيها أمازون الذكاء الاصطناعي لتحقيق الاستدامة ، ومنها : " تقليل استخدام التغليف ،تحديد العناصر التالفة لمنع الهدر ،مراقبة المنتجات للحد من هدر الطعام ،تقليل العوائد من خلال مساعدة العملاء في العثور على المنتج المناسب، قياس البصمة الكربونية للمنتجات" ، بالإضافة إلى عدد من المقالات ذات الصلة بالاستدامة .

فئات التحليل الخاصة بالمضمون	أبرز النتائج
مجالات وآليات استخدام تقنيات الذكاء المستدام وأبرز النتائج المتحققة	**تقنية Amazon Sage Maker** : التي تم تقديمها في عام 2017، عبارة عن منصة سحابية للتعلم الآلي (ML) تمكن المطورين من إنشاء نماذج تعلم الآلة وتدريبها وتنفيذها في السحابة، مع السماح أيضًا للمطورين بنشر نماذج تعلم الآلة على الأنظمة المدمجة والأجهزة. **أطلقت شركة أمازون برنامجاً بيئياً جديداً يسمى (Climate Pledge Friendly)**، هدفه التسهيل على المتسوقين شراء المنتجات المستدامة وأن يصبحوا صديقين للبيئة.وصنفت الشركة أكثر من 25000 من منتجاتها على أنها من فئة المنتجات المستدامة، وأشارت إلى أن كل منتج من هذه المنتجات يتوافق مع تعهدها للمناخ، وهو التزام بالحصول على بصمة كربونية صفرية بحلول عام 2040. - **تعهد المناخ هذا هو التزام أمازون وتستثمر فيها من خلال** الوصول إلى

	صافي انبعاثات كربونية صفرية بحلول عام 2040. بالإضافة إلى ذلك، فهي تسعى إلى تشغيل عملياتها بالطاقة المتجددة بنسبة 100% بحلول عام 2025 . - **العمليات المستدامة** بدءًا من تقليل استخدام المياه في مراكز البيانات إلى استخدام وقود الطيران المستدام، فأمازون ملتزمة ببناء أعمال مستدامة لعملاءها ومجتمعاتنا والعالم. - **تزويد** العمليات بالطاقة المتجددة بنسبة 100٪ بحلول عام 2025. - **التخطيط** لاستثمار 100 مليون دولار في مشاريع إعادة التشجير في جميع أنحاء العالم . - **انطلاق** صندوق تعهدات المناخ، وهو صندوق بقيمة ملياري دولار لدعم الشركات صاحبة الرؤية التي تعمل منتجاتها وخدماتها على تسهيل التحول إلى اقتصاد منخفض الكربون. - **أبرز النتائج المتحققة** : يشتري العديد من المستهلكين العناصر عبر الإنترنت بشكل متكرر – لكنهم يشترون فقط عددًا قليلاً من العناصر في كل مرة، مما يؤدي إلى مزيد من النفايات لكل عملية شراء، وتتسبب عمليات الشحن الأسرع بزيادة الانبعاثات.وللتخفيف من ذلك، دخلت أمازون في شراكة مع 19 وكالة حكومية ومنظمة غير ربحية ومختبرات مستقلة لمبادرتها، حيث يعملون معًا على إيجاد قائمة المنتجات المستدامة، ولدى كل منتج صديق للبيئة شهادة من واحدة على الأقل من تلك المجموعات. - **تركز أمازون** على المنتجات المستدامة التي تقلل من البصمة الكربونية، حيث يمكنك البحث عن منتجات أمازون الصديقة للمناخ حسب الفئة على موقع الويب، ويتم تمييز العناصر بوضوح في نتائج التسوق. - **تعمل** أمازون على جعل التغليف أكثر كفاءة مع تقليل انبعاثات الكربون من خلال مبادرة(Compact by Design) ، وتتضمن هذه العملية استخدام هواء وماء أقل في الحاويات لإيجاد شحن أكثر كفاءة من الناحية البيئية. - **أعلنت** أمازون في عام 2019 أنها ستشتري 100000 شاحنة كهربائية كجزء من تعهدات مناخية أوسع، كما التزم الرئيس التنفيذي لشركة أمازون، (جيف بيزوس)، بالوفاء باتفاقية باريس للمناخ قبل 10 سنوات، مما يجعل الشركة محايدة للكربون بحلول عام 2040. - **وفقًا لدراسة أجرتها Amazon Ads و Environics Research**لعام 2022، سئم 73٪ من المستهلكين من الماركات التي تتصرف وكأنها معفاة من المسؤولية البيئية، ويعتقد 78٪ أن الماركات يجب أن تفعل المزيد لتشجيع الناس على أن يكونوا مستهلكين واعين . علاوة على ذلك، يريد المستهلكون أن تساعدهم الماركات في تحويل قيمهم إلى أفعال، كما ذكر 62% من المستهلكين أن الاستدامة أصبحت أكثر أهمية بالنسبة لهم على مدى السنوات الثلاث، بينما قال 65% من البالغين من الجيل Gen Z وجيل الألفية أنه من المهم أن تلتزم الماركات التي يشترون منها بالاستدامة.
الاستراتيجية الخاصة بالشركة ومدى ارتباطها بالاستدامة	تبني ممارسات الاستدامة كجزء من رسائلها الإعلانية لتحفيز النمو و جذب اهتمام العملاء على مستوى العالم.

جدول رقم (4)

القطاع المعماري	
فئات التحليل الخاصة بالمضمون	أبرز النتائج
مجالات وآليات استخدام تقنيات الذكاء المستدام وأبرز النتائج المتحققة	- **تقنيات الذكاء الاصطناعي في التصميم التوليدي : توفر** إمكانات هائلة للمهندسين المعماريين ومطوري العقارات، حيث تساعدهم على تقديم حلول معمارية متطورة في زمن قياسي لا يمكن تحقيقه بالأساليب التقليدية. يتطلب تنفيذ هذه التقنية تحليل كميات هائلة من البيانات لإنشاء التصميم المثلى، مما يتطلب خبراء مهندسين معماريين متخصصين. هذه الصورة لمبنى تم تصميمه بإستخدام التصميم التوليدي لإنتاج تصميمات معمارية فريدة. تعتمد عملية التصميم التوليدي على تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل مئات وآلاف البيانات، بما في ذلك أكواد البناء المحلية. يتيح ذلك للمهندسين المعماريين ومطوري العقارات إنتاج تصميمات دقيقة لمبانٍ معينة في دقائق بدلاً من أسابيع العمل المطلوبة في الطرق والبرامج التقليدية.  الصورة السابقة عبارة عن تصميم لمبنى إداري، ثوري و جذاب و عملي في نفس الوقت تم انجازه في ربع ساعة في شركةCONIX.AI **ومن أشهر هذه التقنيات محرك CONIX.AI**: الذي يتيح إنتاج تصميم يتضمن مراعاة لأعلى مساحة بيعية ممكنة، إضافةً إلى توفير أقصى ضوء نهاري على مدار اليوم بزيادة وصلت لـ65% وتقليل الشمس المباشرة بنسبة تجاوزت الـ56% مقارنة بتصميم تقليدي سابق تم تنفيذه في شهرين. - **معالجة البيانات:** تتيح هذه التكنولوجيا معالجة البيانات المتنوعة المتعلقة بأكواد البناء الخاصة بكل منطقة، تقسيم المناطق، التصميمات الداخلية للمباني السكنية والتجارية وتحليل المساحات، العلاقات بين الغرف، الخصوصية، اتجاه الرياح والضوء والحرارة وغيرها من الجوانب. بدلاً من مراجعة كل هذه العناصر يدويًا، يساعد الذكاء الاصطناعي على أتمتة عمليات التصميم بكفاءة فائقة، مع مراعاة جميع الجوانب المذكورة وغيرها. يتيح ذلك للمعماريين الاستفادة من إمكانات التصميم التوليدي بطريقة عملية وفعالة من حيث التكلفة، ويعزز التطور والابتكار في مجال الهندسة المعمارية. **استخدام المواد والاستدامة :**يمكن للذكاء الاصطناعي مساعدة المهندسين المعماريين

واصحاب المشاريع والمقاولين في اختيار المواد المناسبة وتحسين الاستدامة في المشاريع.

محاكاة واختبار التصاميم :يمكن استخدام نماذج الذكاء الاصطناعي لاختبار التصاميم المعمارية في ظروف مختلفة، مثل التدفق الهوائي والإضاءة والمعاينة ثلاثية الأبعاد او التجول داخل المنزل.

إدارة المشاريع والجداول الزمنية :يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين إدارة المشاريع المعمارية وضبط الجداول الزمنية.

تحسين الجودة والأمان : من خلال التحليل الذكي للبيانات وتقنيات الذكاء الاصطناعي تحسين جودة الأعمال المعمارية وزيادة مستوى الأمان.

يُعزز استخدام الذكاء الاصطناعي في الهندسة المعمارية على تطوير تصاميم أفضل وأكثر فعالية، مما يسهم في تحسين تجربة الحياة والعمل.

تحسين كفاءة الطاقة :يستطيع الذكاء الاصطناعي تحليل البيانات المتعلقة باستهلاك الطاقة في المباني وتحديد فرص التحسين. على سبيل المثال، يُمكن استخدامه ايضا لضبط أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) تلقائيًا استجابةً للظروف المتغيرة.

كفاءة استخدام الماء :مراقبة استخدام المياه في المباني وتحديد فرص توفيرها. على سبيل المثال، يمكن استخدامه لاكتشاف التسريبات في أنظمة المياه.

إدارة النفايات :مراقبة تدفق النفايات في المباني وتحديد فرص الحد من تكدسها وإدارتها بكفاءة أكبر.

كفاءة استخدام المواد :مساعدة المهندسين المعماريين في اختيار واستخدام المواد بشكل أكثر كفاءة وفعالية. على سبيل المثال، يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لاختيار المواد ذات العمر الافتراضي الأطول والأقل تأثرًا بالتآكل.

التكييف التلقائي :يقوم النظام الذكي بقراءة درجة حرارة الجسم للموظفين ويعدل تلقائيًا درجة التبريد أو التدفئة في المكاتب والمساحات العامة.

التحكم في الإضاءة ودرجة الحرارة :يتيح النظام الذكي ضبط الإضاءة ودرجة الحرارة وفقًا لتفضيلات الموظفين والشروط البيئية الحالية.

استخدام الطاقة الشمسية وتدوير المياه :يستفيد المبنى من ألواح شمسية ويقوم بتخزين المياه الساخنة والباردة لتحقيق الكفاءة في استهلاك الموارد.

العزل الحراري: يهدف إلى تحسين عزل الجدران والأسقف والأرضيات لتقليل تسرب الحرارة وتقليل استهلاك الطاقة لأغراض التدفئة والتبريد.

إدارة المياه: يتم استخدام تقنيات جمع مياه الأمطار وإعادة تدوير المياه الرمادية لتقليل استهلاك المياه العادية، ويتم استخدام تكنولوجيا المراحيض ذات الاستهلاك المنخفض والحنفيات الذكية لتوفير المياه.

مواد البناء المستدامة: يتم استخدام مواد البناء المستدامة مثل الخشب المعاد تدويره والمواد العضوية والخرسانة ذات الأثر البيئي المنخفض لتقليل استنزاف الموارد الطبيعية والنفايات.

تقنيات أخرى تشمل استخدام الواقع الافتراضي (VR والواقع المعزز AR في عمليات التصميم والتنفيذ : تسمح هذه التقنيات للفرق الهندسية بتجربة البناء الافتراضي قبل البدء الفعلي في البناء، مما يقلل من الأخطاء والتعديلات ويقلل من استهلاك المواد والموارد.

أبرز النتائج:

تقنيات التصميم المستدام والتصميم البيوفيلي ضرورة لا غنى عنها في صناعة البناء حتى تسنى لنا بذلك إنشاء مشاريع تعمل على تقليل انبعاثات الكربون والحفاظ على الموارد.

	- **استخدام تحليل البيانات والذكاء الاصطناعي لتحسين كفاءة استخدام الطاقة والموارد في عمليات البناء.** يمكن تحليل البيانات المتاحة من أنظمة المراقبة والاستشعار لتحديد النقاط الضعيفة وتحسين الأداء البيئي للمباني والمنشآت ، بما في ذلك تقليل الاستهلاك وتحسين كفاءة الطاقة وإدارة النفايات. بشكل عام، يعمل استخدام التقنيات الرقمية في صناعة البناء على تعزيز الاستدامة من خلال تحسين الكفاءة والدقة والتحكم في العمليات، مما يسهم في تقليل البصمة الكربونية والحفاظ على الموارد الطبيعية. **أهم البرامج المعمارية المدمجة بالذكاء الاصطناعي وكيف تساهم في تحقيق مستقبل أكثر ذكاءً في مجال الهندسة المعمارية :** **برنامج Autodesk Revit :** من أكثر البرامج شهرة في مجال الهندسة المعمارية والبناء حيث يقوم بتطوير تصاميم ثلاثية الأبعاد متطورة ومشاركة المعلومات بين فرق العمل. **برنامج ArchiCAD :** يُستخدم لإنشاء نماذج BIM وتصميم مباني معمارية معقدة وإدارة المشاريع بشكل فعال. **برنامج Rhino** : يتعلق بالتصميم المباني ثلاثية وثنائية الأبعاد بشكل دقيق. يُستخدم غالبًا في تصميم المباني غير التقليدية والمعقدة. **برنامج Grasshopper:** يعتبر جزءًا من Rhino ويستخدم لإنشاء نماذج معمارية وإجراء التحليلات والتفاعل مع التصاميم باستخدام البرمجة الرسومية. **برنامج Dynamo :** تُستخدم مع Autodesk Revit لإضافة تفاعلية وأتمتة عمليات التصميم وإنشاء أسكريبتات مخصصة. **برنامج Lumion :** لإنشاء صور ورسوم متحركة وجولات افتراضية واقعية للمشاريع المعمارية. **برنامج Sefaira :**تُستخدم هذه الأداة لإجراء تحليلات استدامة وأداء للمباني وتقديم توصيات لتحسين كفاءة الطاقة. **برنامج Enscape** :يُستخدم لإنشاء تجارب افتراضية واقعية للمشاريع المعمارية واستكشاف التصاميم بشكل مباشر داخل البرامج المعمارية الرئيسية. **سوفت وير BIM** :يُستخدم لنمذجة معلومات البناء والجدولة الزمنية للمشاريع ، فهو يتعلق بتصميم نموذج للمبنى شامل جميع المعلومات والبيانات الخاصة به وحل المشكلات الطارئة ،

جدول رقم (5)

نماذج لأنظمة وبرامج تعمل بالذكاء الاصطناعي وظفتها الشركات لتحقيق الاستدامة البيئية	
فئة التحليل	**أبرز النتائج**
مجال تطبيق الذكاء المستدام بتلك الشركات	**شركة Blue River Technology** ، وهي شركة تابعة لشركةJohn Deere ، وتستخدم آلات تعتمد على الذكاء الاصطناعي لتعزيز إدارة المحاصيل .ومن خلال التعلم الآلي والروبوتات، تزود آلة See & Spray المزارعين باستخدام مبيدات الأعشاب فقط على الأعشاب الضارة، مما يمكّن المزارعين من تحقيق أقصى قدر من إمكانات كل نبات في حقولهم. **شركة Carbon Engineering** تأسست في عام 2009، وهي في طليعة الشركات التي تعمل على تطوير الأساليب المعتمدة على الذكاء الاصطناعي لاحتجاز الكربون والقضاء عليه. تقنية التقاط الهواء المباشر (DAC) الخاصة بالشركة مهيأة لاستخراج ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من الغلاف الجوي، وهو إجراء حاسم في مكافحة تغير المناخ، حيث يلعب الذكاء الاصطناعي دورًا لا غنى عنه في زيادة الفاعلية .

	أحدثت أنظمة إدارة المياه لشركة Xylem المدعومة بالذكاء الاصطناعي، ثورة في نهج الحفاظ على موارد المياه وتوزيعها. ومن خلال مراقبة البنية التحتية للمياه وتعزيزها، تقلل تقنية Xylem من فقدان المياه وتضمن توزيعًا أكثر استدامة للمياه. **برنامج Nokia AVA Energy Efficiency** يوفر إمكانية خفض تكاليف الطاقة وانبعاثات الكربون بنسبة تصل إلى 30% مع الحفاظ على الأداء وتجربة العملاء . ويمكن نشر الحل المدعوم بالذكاء الاصطناعي في غضون أسابيع، مما يمكّن مزودي الطاقة الشمسية بسرعة من تحقيق وفورات كبيرة في الطاقة. **أنشأت META** بالتعاون مع جامعة إلينوي، نموذجًا جديدًا للذكاء الاصطناعي مصممًا لتعزيز استدامة وقوة الخلطات الخرسانية. حققت التجارب في الموقع انخفاضًا ملحوظًا في انبعاثات الكربون بنسبة 40%، وهو ما يتجاوز متطلبات القوة الأسمنت المستخدم في الخرسانة مسؤول عن حوالي 8٪ من انبعاثات الكربون العالمية، وبالتالي إذا أثبتت الجهود نجاحها، فقد تمتد الآثار إلى ما هو أبعد من بناء مراكز البيانات، مما يفيد صناعة البناء والتشييد الأوسع. **تعمل سيارات تسلا ذاتية القيادة،** المجهزة بأحدث تقنيات الذكاء الاصطناعي ، على الحد من انبعاثات الكربون. يلعب رسم خرائط المسار الفعالة وسلوكيات القيادة لسيارات Tesla التي تعمل بالذكاء الاصطناعي دورًا في تعزيز مستقبل أكثر صداقة للبيئة واستدامة للنقل. تلتزم شركة Tesla بتطوير وتنفيذ الاستقلالية على نطاق واسع في المركبات والروبوتات. **IBM Environmental Intelligence Suite** عبارة عن منصة برمجيات كخدمة (SaaS) مدعومة بالذكاء الاصطناعي مصممة للمراقبة والتنبؤ ومعالجة تأثيرات الطقس والمناخ. عن طريق تحليل بيانات الأرصاد الجوية واسعة النطاق وواجهات برمجة تطبيقات بيانات الطقس(APIs) ، توفر نماذج الذكاء الاصطناعي الخاصة بشركة IBMمعلومات قيمة يمكن أن تعزز الاستعداد للكوارث وجهود الاستجابة، مما يؤدي إلى إمكانية إنقاذ الأرواح وتقليل التأثير البيئي. **شركة مايكروسوفت العالمية** تستخدم الذكاء الاصطناعي لحماية التنوع البيولوجي من خلال برنامج الذكاء الاصطناعي "من أجل الأرض". يساعد هذا البرنامج في الحفاظ على البيئة العالمية من خلال تقديم أدوات الذكاء الاصطناعي لرصد وإدارة النظام البيئي. من خلال تسهيل الاختيارات الأكثر استنارة والمعتمدة على البيانات، **برنامج الذكاء الاصطناعي "من أجل الأرض"** يعد بمثابة التزام بقيمة 50 مليون دولار أمريكي لمدة خمس سنوات من مايكروسوفت يهدف إلى تسخير الإمكانات التحويلية للذكاء الاصطناعي لمعالجة القضايا البيئية العالمية في المجالات الحيوية مثل المناخ والزراعة والمياه والحفاظ على التنوع البيولوجي.

ب- <u>نتائج المقابلات المتعمقة التى تم اجرائها مع أربعة من المتخصصين فى العمارة البيئية:</u>

تلخصت نتائج المقابلات في عده محاور رئيسية تم الوقوف عليها في محاولة للإجابة على تساؤلات الدراسة :

- **<u>مجالات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية :</u>**

تتمحور تقنيات الذكاء الاصطناعي في العمارة البيئية بمجالين أساسين هما التصميم والتشغيل ، ويتعلق التصميم التوليدي/ التخليقي Generative design باستخدام كلمات مفتاحية معينة من قبل المهندس المعماري لإنتاج تصميم متميز بواسطة الذكاء الاصطناعي

وإمكانية تقديم حلول لتصميم مبتكر مثل تصميم مبنى بلدية دبي أو طلب التصميم وفقا لأنظمة ومحددات بيئية معتمدة مثل نظام Leed أو الهرم الأخضر ، بينما المجال الثاني والمتعلق بالتشغيل فيتحقق إما من خلال استخدام أجهزة تعمل بالتقنيات الناشئة للذكاء الاصطناعي مثل الأجهزة الذكية التي يتم التحكم فيها من خلال الهاتف المحمول أو التشغيل عبر تقنيات الذكاء الاصطناعي المتطورة التي تتفاعل مع البيئة المحيطة وتصبح هي صاحبة القرار وتتخذه بالفعل مثل تزويد الإضاءه عند شعور أنك محتاج لها أو درجة الحرارة وغيرها والتي ترجع إلى أجهزة تُرَكَّب بالمبنى لتُشَغَّل على نحو متفاعل مع البيئة المحيطة .

- **أبرز مزايا ومعوقات تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية وخصوصا بمصر :**

تتلخص **أبرز مزايا التطبيق** في : توفير الطاقة وحسن استخدام للموارد ، سرعة إنجاز التصميم الهندسي للمباني وتقديم حلول إبداعية للمشاكل الطارئة قبل وأثناء التنفيذ لاختيار أفضل قرار تصميمي للمباني المستدامة ، **وتتمثل أهم معوقات التنفيذ** والاستخدام وخصوصا في مصر : عدم تهيئة البنية التحتية لمثل هذه المباني المستدامة ، قلة الكفاءات البشرية المتخصصة في مجال الذكاء الاصطناعي المستدام لضمان فعاليتها ، تكلفة الصيانة العالية والتي قد لا تعتبر مجدية لأن هذه المباني المستدامة توفر العديد من الموارد.

- **مستقبل المهندس المعماري في ظل التقنيات المتطورة للذكاء الاصطناعي** :

اختلفت الآراء حول مستقبل المهندس المعماري في ظل تقنيات الذكاء الاصطناعي المستدام فأكد أغلب المبحوثين على تأثير الذكاء الاصطناعي على جميع الوظائف الهندسية وبالفعل أُسْتُغْنِي عدد من الشركات على عدد من المهندسين بالفترة الحالية، كما أن هناك توجهاً من الشركات للاستعانة ببرامج التصميم التوليدي والاستغناء عن مهندسي التصميم، **بينما اختلف أحدهم** وأكد استحالة الاستغناء عن المهندس المعماري لأنه هو الذي يعطي المدخلات للذكاء الاصطناعي كما أشار إلى أن التصميمات التي تُوَلَّد بالذكاء الاصطناعي جامدة تنتقص الروح الإنسانية المميزة المبدعة أو ربما الذكاء الاصطناعي يقدم لنا تصميمات رائعة لكنها غير قابلة للتنفيذ مؤكدا أن اللمسة الإنسانية لم ولن تنتهي مهما تطورت تقنيات الذكاء الاصطناعي في العمارة البيئية .

أهم برامج وتطبيقات الذكاء الاصطناعي التي يمكن استخدامها في الاستدامة البيئية :
Midjourney ، beautiful.ai ، Gamma.ai، Leonardo ، BIM software.

الحادي عشر: مناقشة النتائج العامه للدراسة:

أولا : مجالات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية:

- **القطاع التكنولوجي /التقني :** تطوير المنتجات التي تساعد على حياة أكثر استدامة، الاستثمار في الطاقة المتجدّدة، تقليل انبعاث غازات الدفيئة من قِبل الشركات، إصدار تطبيقات أو ميزات ببرامج إليكترونية جديدة للمساعدة على اختيار المسارات المستدامة للبيئة مثل اختيار الطرق الأقل استهلاكًا للوقود أو

الفنادق الصديقة للبيئة وغيرها ،برمجة التطبيقات المستدامة التي تستخدم الذكاء الاصطناعي لتوفير إمكانات الطاقة الشمسية وجودة الهواء ، هذا بالإضافة إلى مساعدة الأفراد والمدن والشركاء في تقليل انبعاثات الكربون، تتبُّع عمليات التعدين غير القانونية ، دمج البيانات الخاصة بالمباني وضوء الشمس لتقديم تقدير للطاقة التي يمكن أن تولدها الألواح الشمسية المثبتة على أسطح المباني كما أنه يتنبأ بالملوثات بناءً على حركة المرور وحجم السيارة، إدارة البيانات وتحليلها واستخدامها بكفاءة مما يساهم في تحسين عمليات صنع القرار. كما أن تقنيات الذكاء الاصطناعي تعزز من التفاعلات البشرية بالبيئة الرقمية.

- **قطاع التجارة الإلكترونية والقطاع الصناعي:** تعزيز إدارة المحاصيل الزراعية ، التصميم الصديق للبيئة والمنتجات الخضراء ، إدارة البصمة الكربونية للمنتجات ،تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي الصناعي -Industrial grade AI مثل إطلاق السيارة ذاتية القيادة، تنفيذ البرمجيات الذكية Smart Software's نحو استكشاف الفضاء التصميمي design space exploration وتطبيق المحاكاة في التصميم، العمليات القائمة على برامج الذكاء الاصطناعي AI –Enabled Operation سواء في التصميم أو التشغيل أو اقتراح حلول ،إطلاق برامج بيئية هدفها التسهيل على المتسوقين شراء المنتجات المستدامة.
- **القطاع المعماري :**إمكانية تفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي في عدة مهام منها: " التصميم التوليدي واستخدام الواقع الافتراضي VR والواقع المعزز AR في عمليات التصميم والتنفيذ، معالجة البيانات، استخدام المواد المستدامة ، محاكاة واختبار التصاميم، إدارة المشاريع والجداول الزمنية ، تحسين الجودة والأمان، تحسين كفاءة الطاقة واستخدام الموارد، استخدام الطاقة الشمسية وتدوير المياه، العزل الحراري، التكييف التلقائي، منصة برمجيات مدعومة بالذكاء الاصطناعي مصممة للمراقبة والتنبؤ ومعالجة تأثيرات الطقس والمناخ عن طريق تحليل بيانات الأرصاد الجوية واسعة النطاق حيث يمكن أن تعزز من الاستعداد للكوارث وجهود الاستجابة، مما يؤدي إلى إمكانية إنقاذ الأرواح وتقليل التأثير البيئي، توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية من خلال الطائرات بدون طيار والتي تساهم نحو استكشاف كيفية تطبيق المباني الخضراء وتحقيق الحل المستدام مع تقليل الوقت وتكلفة التجربة في الوقت نفسه".
- **أبرز مزايا تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية وخصوصا بمصر:** سرعة إنجاز التصميم للمباني وتقديم حلول متنوعة لاختيار أفضل قرار تصميمي، وتوظيف التقنيات الذكية في اتخاذ القرارات الخاصة بالاستدامة، إدارة البيانات وتحليلها واستخدامها بكفاءة مما يساهم في تحسين عمليات صنع القرار، كما أن تقنيات الذكاء الاصطناعي تعزز من التفاعلات البشرية بالبيئة الرقمية، توفير الوقت عن طريق أتمتة العمليات المتكررة، والتنبؤ بسلوك العملاء بما يحسن سلاسل التوريد مما ينعكس على تحسين

الأداء وصنع القرارات، التصنيع المبتكر المستدام وتعزيز كفاءة استخدام الطاقة، وخفض انبعاثات الكربون من خلال إدارة الشبكة الذكية والرصد البيئي لخوارزميات الذكاء الاصطناعي التي تعزز من فرص تحسين استخدام الموارد، وتقليل العمليات كثيفة الطاقة وتحقيق المزايا البيئية مثل الحفاظ على التنوع البيولوجي، استكشاف كيفية تطبيق المباني الخضراء من خلال الطائرات بدون طيار.

- **وتتمثل أهم معوقات تفعيل التقنيات الذكية في الاستدامة البيئية وخصوصا في مصر**: عدم تهيئة البنية التحتية لمثل هذه المباني المستدامة، قلة الكفاءات البشرية المتخصصة في مجال الذكاء الاصطناعي بالاستدامة البيئية، التكلفة المرتفعة لصيانة تفعيل التقنيات الذكية.
- **التخطيط الاستراتيجي بالشركات محل الدراسة:** يوجد اختلاف في مستوى التخطيط الاستراتيجي لتقنيات الذكاء الاصطناعي بين الشركات، فهناك من يمتلك استراتيجيات محددة للذكاء الاصطناعي وآخرين يزالون في المراحل الأولى من الاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي .
- **مستقبل عديد من الوظائف بعد تفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية** تباينت الآراء حول مستقبل العنصر البشري فهناك من يرى أن التقنيات الذكية ستهدد العديد من الوظائف إذا لم يتم التدريب عليها واستخدامها وفي ذات الوقت هناك من يدعي أنه لا يجب الاعتماد الكلي على تلك التقنيات فهى قد تقيد الروح الإبداعية واللمسة الإنسانية.

الثاني عشر: أوجه التشابه والاختلاف بين نتائج الدراسة ونتائج الدراسات السابقة

تتمثل أوجه التشابه في تناول المجالات المتنوعة لتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامة البيئية وأبرز نتائجها المتحققة **ولكن اختلفت النتائج عن الدراسات السابقة** في اشارتها لعدم ضمان خصوصية البيانات عند تفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي، وكذلك **تناولت نتائج الدراسات السابقة** تأثير المعرفة البيئية والضغط المجتمعي لدى المستهلكين نحو تبني المنتجات الخضراء والأفكار المستدامة وهذا ما لم تتناوله الدراسة، **كما اختلفت نتائج الدراسة في** إبراز مستوى التخطيط الاستراتيجي لعدد من الشركات "محل الدراسة" وكيفية ادارتها لتحقيق الاستدامة.

الثالث عشر: أوجه التشابه والاختلاف بين نتائج الدراسة والاطار النظري للدراسة

طبقت الشركات محل الدراسة نظرية الادارة البيئية بأبعادها الثلاثة وهى :**"التخطيط البيئي** من خلال صياغة الاستراتيجيات الخاصة بالاستدامة البيئية وإدارة الموارد والإنتاج والتسويق وغيرها من الجوانب الإدارية ، **التنظيم البيئي** من خلال الاستدامة عبر البرامج والتطبيقات الذكية والتوازن بين الاحتياجات البيئية والاقتصادية والاجتماعية لضمان استدامة التنمية ، **التوجيه البيئي** من خلال حرصها على تنفيذ ممارسات المسئولية المجتمعية، و التكامل بين الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية في عمليات الإدارة، **بينما لم تهتم الشركات محل الدراسة بتطبيق البعد الرابع لنظرية الادارة البيئية** وهو الرقابة البيئية بعد تفعيل التقنيات الذكية .

- **تقترح الدراسة نموذجا يوضح كيفية استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامه البيئية وذلك على النحو التالي:**

نموذج مقترح يوضح كيفية استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الاستدامه البيئية

الرابع عشر: توصيات الدراسة وآليات التنفيذ

يطرح البحث العديد من التوصيات والتي تمت صياغاتها على النحو التالي:

جدول رقم (6)

التوصيات	آليات التنفيذ
توصي الدراسة بضرورة الحرص عند تفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي حيث أن الاعتماد المتزايد عليها قد يؤدي إلى زيادة استخدام الطاقة.	التوجيه بصيانة أنظمة الذكاء الاصطناعي واستخدام تقنيات تقلل من استهلاك الطاقة .

التوصيات	آليات التنفيذ
توصي الدراسة بضرورة دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في الإدارة لمعالجة البيانات الضخمة وتحليلها لتعزيز الكفاءة البيئية والتفاعلات البشرية بالبيئة الرقمية .	- تفعيل تقنية عرض التوصيات للعملاء حيث لها تأثيرا كبيرا على تجارب المستعملين ودرجة رضاهم وولائهم كما يتم تنفيذه بأمازون . - استخدام تطبيق BDA-AI كونه يساهم في تحليل البيانات الضخمة تحقيقا لسلسلة التوريد الخضراء وتعزيز العمليات الخضراء مما يؤثر على الأداء البيئي للشركات.
توصي الدراسة بتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في العمارة البيئية خصوصا بالمدن الجديدة التي يتم انشائها في مصر مع التأكيد على عدم الاعتماد عليها كليا حتى لا يخلو العمل الهندسي من اللمسة الإنسانية والروح الإبداعية .	- امكانية التنفيذ من خلال تقنيات التصميم التوليدي التي تحسن من جودة التصميم والاستدامة عبر الاستعانة **بالمواقع التالية :** Midjourney - beautiful.ai - Gamma.ai - Leonardo – Conix-BIM software . ▪ استخدام تقنيات الواقع الافتراضي VR والواقع المعزز AR في التصميم والتنفيذ . ▪ إنشاء نماذج معمارية وإجراء تحليلات الاستدامة والتفاعل مع التصاميم باستخدام البرمجة وكذلك انشاء صور ورسوم متحركة وجولات افتراضية واقعية للمشاريع المعمارية وتقديم توصيات لتحسين كفاءة الطاقة .
توصي الدراسة بضرورة تفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي نحو تقليل انبعاثات الكربون مثل انتاج الهيدروجين الأخضر، الذي له استخدامات في تطبيقات متنوعة، بداية من إنتاج الطاقة وصولا إلى الصناعات التحويلية وإنتاج المواد الكيميائية.	بناء مصانع للهيدروجين الأخضر وبالفعل بدأت مصر في انشاء مصنع للهيدروجين الأخضر في العين السخنة ، ومن المتوقع أن يصل معدل انتاجه إلى 20 ألف طن سنويا.
توصي الدراسة بضرورة مقارنة مخرجات الذكاء الاصطناعي بما لدينا من خبرات ومعلومات حيث أن هناك بعض النتائج والمخرجات غير دقيقة في كثير من التجارب وفي بعض التطبيقات.	▪ التدقيق في ما يتم انتاجه من قبل الذكاء الاصطناعي .
توصي الدراسة بدمج برامج الذكاء الاصطناعي في عمليات الانتاج لتشجيع الاستدامة وكفاءة الطاقة وتقليل تأثيرها البيئي .	- استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحسين استخدام الطاقة في مراكز البيانات مثل شركتي جوجل وسيمنز. - العمل مع الإدارة المستدامة بهدف مشترك هو إنتاج المزيد من المنتجات وفقا للتنبؤ بطبيعة الاستهلاك ونتائج القرارات المتعلقة بالاستدامة.
توصي الدراسة بتقليل البصمة الكربونية لتقنيات الذكاء الاصطناعي والممثلة في الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية التي تتركها هذه التقنيات على البيئة والمجتمع والاقتصاد.	- **استهلاك الطاقة:** يتطلب تدريب وتشغيل نماذج الذكاء الاصطناعي الضخمة قوة حسابية كبيرة، مما يؤدي إلى استهلاك كبير للطاقة. - **البنية التحتية الرقمية:** يتطلب تمكين تطبيقات الذكاء الاصطناعي بنية تحتية رقمية متقدمة بما في ذلك مراكز البيانات الكبيرة ومتطلبات الاتصالات عالية السرعة. وهذا يتطلب أيضاً استهلاكاً إضافياً للطاقة واستخدام الموارد الطبيعية في البناء والصيانة. - **الإلكترونيات وإعادة التدوير:** تتضمن صناعة الذكاء الاصطناعي استخدام المواد الإلكترونية وأجهزة الكمبيوتر، مما يتطلب استخراج الموارد وإنتاجها، مما يسهم في الانبعاثات واستهلاك الموارد.
توصي الدراسة بسرعة التوجه نحو انتاج المنتجات الخضراء حيث أن المستهلكون أصبحوا على وعي بالقضايا البيئية ولديهم استعداد لشراء المنتجات الخضراء .	-التسويق الابداعي للمنتجات الخضراء لذلك يجب أن تكون الرسائل الترويجية أكثر وضوحًا والمطالبات الخضراء أكثر إقناعًا، وتوضيح فوائد المنتجات الخضراء بشكل كافٍ والتي توفر ضمانًا لرضا المستهلكين وتبرير ارتفاع أسعارها.

المراجع:

أولًا: العربية:

القحطاني،عايض علي .(2022)." دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية المستدامة في إطار رؤية المملكة العربية السعودية٢٠٣٠ "، المجلة العربية للمعلوماتية وأمن المعلومات، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، مج 3 ع (9)، ص ص 97- 130.

ثانيا: الأجنبية:

Jankovic, S.D.; Curovic, D.M. (2023).” Strategic Integration of Artificial Intelligence for Sustainable Businesses: Implications for Data Management and Human User Engagement in the Digital Era”. Sustainability, 15, 15208. https://doi.org/10.3390/ su152115208

Ying, Y.; Cui, X.; Jin, S. 2023.” Artificial Intelligence and Green Total Factor Productivity: The Moderating Effect of Slack Resources”. Systems, 11, 356. https://10.3390/11070356doi.org

Hafid Gallo , Amir Khadem , and Ahmad Alzubi .2023.”The Relationship between Big Data Analytic-Artificial Intelligence and Environmental Performance: A Moderated Mediated Model Green Supply Chain Collaboration (GSCC) and Top Management Commitment (TMC) . Hindawi Discrete Dynamics in Nature and Society, https://doi.org/10.1155/2023/4980895

Bang Nguyen-Viet .(2023).”The impact of green marketing mix elements on green customer based brand equity in an emerging market “, Asia-Pacific Journal of Business Administration, Vol. 15 No. 1, pp. 96-116.

Razib Chandra Chanda Salmi Mohd Isa Tofayel Ahmed.(2023).” Factors influencing customers’ green purchasing intention: evidence from developing country” .Journal of Science and Technology Policy Management, ISSN 2053-4620

Utkal Khandelwal . Trilok Pratap Singh .(2023).”Explaining media effect of green advertising on audience attitude” , Society and Business Review Vol. 18 No. 3, pp. 523-546.

Cong Doanh Duong .(2023). “Environmental corporate social responsibility initiatives and the attitude-intention-behaviour gap in green consumption”. Social Responsibility Journal ,ISSN: 1747-1117.

Mohammed A. Al-Sharafi . Mostafa Al-Emran . Ibrahim Arpaci , Noorminshah A. Iahad .Adi Ahmad AlQudah . Mohammad Iranmanesh .Noor Al-Qays .(2023).”Generation Z use of artificial intelligence products and its impact on environmental sustainability: A cross-cultural comparison”, Computers in Human Behavior, SP - 107708.

Hanan Ayoubi . Yassine Tabaa . and Moad El kharrim .(2023).” Artificial Intelligence in Green Management and the Rise of Digital Lean for Sustainable Efficiency”, E3S Web of Conferences 412, 01053

Amanda Engberg .(2020).”Artificial Intelligence contribution to sustainability in the food industry of Barcelona”. Bachelor Thesis ,Geneva Business School,**https://gbsge.com/wp-content/uploads/2023/05/engberg-amanda-2020-artificial-intelligence-contribution-to-sustainability-in-the-food-industry-of-barcelona-bba-thesis.pdf**

Osama Khan. Mohd Parvez. Monairah Alansari. Mohammad Farid. Yuvarajan Devarajan. Subash Thanappan .(2023).”Application of artificial intelligence in green building concept for energy auditing using drone technology under different environmental conditions, Scientific Reports 13(8200):1-18.

A.N. Sarkar .(2012). “Green Branding and Eco-innovations for Evolving a Sustainable Green Marketing Strategy”, Asia-Pacific Journal of Management

Research and Innovation 8(1) 39–58.

Waltermann, Lara .Kiemel, Steffen . Stuhlsatz, Julian . Sauer, Alexander . Miehe, Robert .(2021) .”Artificial Intelligence Applications for Increasing Resource Efficiency in Manufacturing Companies”—A Comprehensive Review ,VL - 13 , 10.3390/su13126689

Huishuang Su & Xintong Qu & Shuo Tian & Qiang Ma & Ling Li & Yong Chen, 2022. "Artificial intelligence empowerment: The impact of research and development investment on green radical innovation in high-tech enterprises," Systems Research and Behavioral Science, Wiley Blackwell, vol. 39(3), pages 489-502, May.

Mukesh Srivastava. Komal Malik & Rajendra Kumar Amity .(2016).”Consumers’ Readiness for Green Products and its Effect on Sustainable Development”, Journal of Marketing 1(1), (93–104) ADMAA.

Kamonthip Maichum, Surakiat Parichatnon, and Ke-Chung Peng .(2017).” Factors Affecting on Purchase Intention towards Green Products: A Case Study of Young Consumers in Thailand.”, International Journal of Social Science and Humanity, Vol. 7, No. 5.

Jeppiaar Nagar, Rajiv Gandhi Salai, Chennai. (2022).”Attitude Of People Towards Green Products Submitted In Partial Fulfilment Of The Requirement For The Reward Of Bachelor Of Commerce” , SCHOOL OF Management Studies Sathyabama Institute Of Science And Technology (Deemed To Be University) Accredited With Grade “A” By Naac Approved By – 600119. Antonius Satria Hadi(B). Niken Permata Sari. and Ardhi Khairi Widya .(2023).” The Relationship Between Green Marketing Mix and Purchasing Decisions: The Role of Brand Image as Mediator”. 1st International Conference of Management and Business (ICoMB 2022) At: Yogyakarta, Indonesia .

Shayala Yesmin Sharmin Akter .(2018).”Consumer Awareness and Purchase Attitude Towards Green Products in Bangladesh”, European Journal of Business and Management, ISSN 2222-1905 (Paper) ISSN 2222-2839 (Online) Vol.10, No.27, https://core.ac.uk/download/pdf/234628572.pdf

ثانيا : المواقع الإليكترونية:

https://www.mckinsey.com/featured-insights/highlights-in-arabic/the-state-of-ai-in-2022-and-a-half-decade-in-review-arabic/ar

https://blog.google/intl/ar-mena/company-news/outreach-initiatives/cop27-sustainability-mena/
https://www.emaratalyoum.com/business/local/2022-11-02-1.1684173
https://www.elbalad.news/5521510
https://shorturl.at/lnwIS
https://www.alwafd.news/5155772
https://shorturl.at/gmnru
https://www.siemens-energy.com/mea/ar/news/magazine/ar-how-partnership-will-lead-to-decarbonization.html
https://www.siemens-energy.com/mea/ar/we-energize-society.html
https://businessline-eg.com/63506/
https://shorturl.at/gOU19
https://advertising.amazon.com/ar-ae/library/guides/effectively-promote-sustainability-efforts
https://www.aboutamazon.com/planet
https://evc.sa/%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AF%D9%86-%D8%A7%D9%84%D8%B0%D9%83%D9%8A%D8%A9/
https://www.planradar.com/ae/smart-sustainable-construction-reducing-carbon-footprint-building-sector/
https://shorturl.at/ghjwT
https://shorturl.at/jpCGS
https://www.ecomena.org/artificial-intelligence-sustainable-future-ar/