الذكاء الاصطناعي كمحرك للتحول نحو الاقتصاد الدائري وتحقيق التنمية المستدامة:
دراسة حالة المملكة العربية السعودية

Artificial Intelligence as a Driver for the Transition Toward a Circular Economy and Achieving Sustainable Development:
A Case Study of the Kingdom of Saudi Arabia

مريم زايدي[1,*]

[1] مخبر الشراكة والاستثمار في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الفضاء الأورومغاربي، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف1 (الجزائر)

(meriem_zaidi@yahoo.fr)

تاريخ الاستلام: 2026/04/27؛ تاريخ المراجعة: 2026/04/27؛ تاريخ القبول: 2026/05/24

ملخص:

يعد الذكاء الاصطناعي والاقتصاد الدائري من بين أهم التحولات الاقتصادية الحديثة ، حيث تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على تقنيات الذكاء الاصطناعي والتي تعتبر محرك قوي للتحول إلى الاقتصاد الدائري الذي يعمل بدوره على تحقيق التنمية المستدامة ، وبالنظر إلى تجربة المملكة العربية السعودية التي كانت من بين الدول العربية الأولى المهتمة بالذكاء الاصطناعي والاقتصاد الدائري اللذان هما محور رئيسي في استراتيجيات التنمية المستدامة في السعودية، ومن خلال اعتماد المنهج الوصفي والمنهج التحليلي ، حيث تناولت الدراسة واقع المبادرات السعودية في الاقتصاد الدائري الكربوني واستعراض كيف يدعم الذكاء الاصطناعي عمليات إعادة التدوير والصيانة ، وقد استخلص من ذلك أن التكامل بين الاقتصاد الدائري والذكاء الاصطناعي يعتبر بمثابة ميزة تنافسية للمملكة العربية السعودية من جهة وتحقيق التنمية المستدامة من جهة أخرى، كما تم تقديم بعض المقترحات من جل تحقيق التكامل التكنولوجي والبيئي بشكل أفضل.

الكلمات المفتاح: ذكاء الاصطناعي، اقتصاد دائري، تنمية مستدامة، اقتصاد الكربون الدائري.

تصنيف JEL: Q57؛ P48؛ Q56؛ Q55

Abstract:

Artificial Intelligence and the Circular Economy are among the most important modern economic transformations. This study aims to shed light on Artificial Intelligence technologies, which are considered a strong driver for the transition to the Circular Economy that, in turn, works to achieve sustainable development. Looking at the experience of the Kingdom of Saudi Arabia, which was among the first Arab countries interested in Artificial Intelligence and the Circular Economy—both of which are a main axis in sustainable development strategies in Saudi Arabia—and by adopting the descriptive and analytical approaches, the study addressed the reality of Saudi initiatives in the Circular Carbon Economy and reviewed how Artificial Intelligence supports recycling and maintenance processes. It was concluded that the integration between the Circular Economy and Artificial Intelligence is considered a competitive advantage for the Kingdom of Saudi Arabia on one hand, and a means to achieve sustainable development on the other. Additionally, some suggestions were presented to better achieve technological and environmental integration

Keywords: Artificial Intelligence, Circular Economy, Sustainable Development, Circular Carbon Economy.

.

Jel Classification Codes : Q55؛ Q56؛ P48؛ Q57

* مريم زايدي، meriem_zaidi@yahoo.fr

I- تمهيد :

يشهد الاقتصاد العالمي في العقود الأخيرة تحولات هيكلية عميقة مدفوعة بالتقدم المتسارع في تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث أصبحت هذه التقنيات تمثل محورا أساسيا في إعادة تشكيل أنماط الإنتاج ورفع كفاءة استخدام الموارد بشكل مستدام من خلال ما يعرف بالاقتصاد الدائري فالذكاء الاصطناعي اصبح محرك لابتكار البيئي، وتعد المملكة العربية السعودية من بين الدول السباقة للاعتماد عليهما حيث تبنت استراتيجية طموحة تمثلت في مشروع نيوم والذي من اهدافه تنمية وتنويع الاقتصاد للمملكة، ووضعها على خريطة الريادة العالمية في التنمية والتطوير، وأن تكون نيوم وجهة للمعيشة والعمل للعالم، تتبنى ثقافة الاستكشاف والمغامرة وتبني نموذج جديد للاستدامة مع إنشاء معايير جديدة وعصرية لصحة المجتمع وحماية البيئة.

وعليه تكمن الإشكالية في التحدي الذي يواجه عملية الانتقال من المفاهيم النظرية للاقتصاد الدائري إلى مشاريع اقتصادية ملموسة ذات جدوى استثمارية، ومن هنا تبرز الحاجة لدراسة الدور الوسيط الذي يلعبه الذكاء الاصطناعي في تذليل العقبات أمام المبتكرين، وكأبرز تجربة في هذا المجال تم تسليط الضوء على المدينة المبتكرة نيوم الذي ساهمت بشكل كبير في دعم المشاريع التي تتبنى الاقتصاد الدائري وهي مشاريع عصرية تتمثل في: ذالاين، أوكساجون، وتورجينا، وسندالة، لذا ارتأينا لوضع التساؤل التالي:

"كيف ساهم الذكاء الاصطناعي في تحقيق ركائز الاقتصاد الدائري المستدام في المملكة العربية السعودية؟"

ولتبسيط هذا السؤال تم طرح الأسئلة الفرعية التالية:

-ما هي المفاهيم الأساسية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي والاقتصاد الدائري وكذا التنمية المستدامة؟

-ماهي السياسات الاستراتيجية المتبعة من قبل السعودية في التحول نحو الاقتصاد الدائري المستدام؟

-ما هي النتائج البيئية والاقتصادية المترتبة على وجود مدن مبتكرة وذكية تدعم مشاريع الاقتصاد الدائري في دولة السعودية، مثل مشروع نيوم ؟

مما سبق يمكن إعطاء الفرضيات التالية:

-يعمل الذكاء الاصطناعي كحلقة وصل أساسية في تحويل الأفكار الابتكارية في مجال الاستدامة إلى مشاريع ناجحة.

-التكامل بين القطاعين الحكومي والخاص في السعودية يعد المحرك الرئيسي لنجاح نموذج الاقتصاد الدائري.

II- الإطار النظري للذكاء الاصطناعي ودوره في دعم الاقتصاد الدائري والتنمية المستدامة.

نظرا للدور المتزايد الذي حظي به الذكاء الاقتصادي في العديد من المجالات فيما يلي نسلط الضوء على دوره في دعم الاقتصاد الدائري والتنمية المستدامة.

1- **الإطار النظري للذكاء الاصطناعي**: وفي هذا الجزء سنتطرق إلى أهم أساسيات الذكاء الإصطناعي.

1.1. **مفهوم الذكاء الإصطناعي**: ونتناول فيه كل من النشأة والتعريف.

1.1.1. **نشأة الذكاء الإصطناعي.**

زاد الاهتمام والاستثمار بالذكاء الإصطناعي في العقود الأولى من القرن الحادي والعشرين، عندما طُبقت عملية تعلم الآلة بنجاح على العديد من المشكلات في الأوساط الأكاديمية والصناعية بسبب الأساليب الجديدة، وطُبقت أجهزة الكمبيوتر القوية، وجُمعت مجموعات ضخمة من البيانات.

في أوائل الألفية الجديدة، بدأ تطبيق التعلم الآلي على مجموعة واسعة من المشكلات في الأوساط الأكاديمية والصناعية، وحققت هذه التقنية نجاحات بفضل توفر أجهزة حاسوب قوية، وجمع مجموعات بيانات ضخمة، وتطبيق أساليب رياضية متقدمة. في عام 2012، أثبت التعلم العميق أنه تقنية اختراقية متفوقًا على كل الأساليب الأخرى. وظهر هيكل "المحول" (Transformer) في عام 2017، ليستخدم في إنتاج تطبيقات مثيرة

للإعجاب في مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي، مما أدى إلى طفرة في الاستثمار في الذكاء الاصطناعي خلال العشرينيات من القرن الحالي، وواصل التطور في هذا المجال إلى غاية يومنا الحالي (وكيبيديا، 2024)..

2.1.1. **تعريف الذكاء الإصطناعي**: يعرف الذكاء الاصطناعي بأنه عبارة عن مجموعة التقنيات المستخدمة لإنتاج الآلات قادرة على محاكاة الذكاء البشري، وذلك باستخدام خوارزميات قوية لتوفير إجابات فعالة وموثوقة ومخصصة للمستخدمين من خلال الجمع بين الأجهزة والبرامج، ويعمل الذكاء الاصطناعي على تعبئة المعرفة متعددة **التخصصات** (سعيدي، 2021، صفحة 273)

يعتبر الذكاء الاصطناعي في شكله المعاصر على أنه من ميادين علم الحوسبة، إلا أن بدايته كانت على يد مختصي الأعصاب وعلم النفس، لكنه صنف كذلك لأنه تزامن مع التطورات التكنولوجية ومرتبطا بأنظمة الحوسبة والخوارزميات، ويجمع كافة التقنيات التي تهدف إلى محاكاة قدرات الذهنية للبشر وأنماط عملها دون برمجة مسبقة لتلك السلوكيات، وأهم هذه الخاصيات: القدرة على الاستدلال، والتعلّم الآلي **الذاتي** (الأسد، 2023، صفحة 167) .

2.1. مميزات الذكاء الاصطناعي:

يعتبر الذكاء الاصطناعي أحد أنواع العلوم الحديثة التي انتشرت على نطاق واسع في الآونة الأخيرة حتى أنه دخل في كثير من المجالات الصناعية والبحثية، وعلى راسها الروبوت والخدمات الذكية للحكومات والشركات وهو يتميز بمجموعة من القدرات والخصائص أهمها: (الحسين، 2022، صفحة 1157) أهمها:

- يكتسب الذكاء الاصطناعي المعلومات عن طريق الممارسات العملية كما أنه قادر على التمييز بين القضايا المتعددة بشكل كبير.
- استجابة الذكاء الاصطناعي للمتغيرات وتميزه بالمرونة وسرعة رد الفعل في جميع المواقف.
- يتمتع الذكاء الاصطناعي بقدرته على الادراك الحسي وبالتالي اتخاذ القرارات بشكل سليم اعتمادا على دراسة جميع الاحتمالات واتقان نتائجها ومن ثم اختيار أفضل القرارات التي تؤدي إلى النتائج المطلوبة.
- التمكن من اكتشاف الأخطاء وتصحيحها بشكل سريع واجراء التحسينات الأفضل في المستقبل.

3.1. أهداف الذكاء الاصطناعي: تختلف الأهداف بحسب المجال الذي يستخدم فيه، ومن بين الأهداف الرئيسية نذكر: (التعليمية، 2024)

- تحسين الأداء: يهدف الذكاء الاصطناعي الى تحسين الأداء في العديد من المجالات من خلال توفير حلول فاعلة وسريعة ودقيقة للمشكلات المختلفة.
- تحسين الكفاءة: يسعى الذكاء الاصطناعي إلى تحسين الكفاءة في العمليات المختلفة، من خلال تحليل البيانات والأنماط وتحسين التنبؤات والتصميم والتحكم في العمليات
- توفير الوقت والجهد: يهدف الذكاء الاصطناعي إلى توفير الوقت والجهد في العديد من المجالات، من خلال تقليل الوقت المستغرق في العمليات وتحسين الدقة وتقليل الأخطاء.
- تحسين الخدمات: يسعى الذكاء الاصطناعي إلى تحسين الخدمات المقدمة للمستخدمين والعملاء، من خلال تحسين تجربة المستخدم وتحسين الخدمات الطبية والتعليمية وغيرها.
- تحسين الامن والسلامة: يهدف الذكاء الاصطناعي إلى تحسين الأمن والسلامة في العديد من المجالات، من خلال تحليل البيانات والتعرف إلى الأنماط غير العادية وتحسين نظام الإنذار المبكر والتحكم في الأنظمة الآلية.

تتمحور أهداف الذكاء الاصطناعي حول تحسين الأداء والكفاءة وتوفير الوقت والجهد وتحسين الخدمات والأمن والسلامة، وذلك من خلال استخدام التقنيات المرتبطة بالتحليل والتعلم الآلي والشبكات العصبية وغيرها.

4.1. التقنيات المستخدمة في تطبيقات الذكاء الاصطناعي" Techniques Artificial Intelligence":

يعبر الذكاء الاصطناعي عن الجهود المبذولة لتطوير التقنيات المعتمدة على الحاسوب والتي يمكن أن تتصرف كالبشر مع القابلية لتعلم اللغات، وتعزيز خبرة الانسان في اتخاذ القرار وذلك من خلال مجموعة من التقنيات تتمثل فيما يلي: (حرفوش و بن عطاء الله، 2023، صفحة 6.5)

النظم الخبيرة (Expert System): هي عبارة عن برامج كمبيوتر قادرة على أداء المهام المتخصصة بناءا على فهم كيفية قيام الخبراء بنفس المهام؛ وتتضمن قاعدة معارف، محرك استدلالي، وحدة شرح وواجهة مستخدم، وتستخدم هذه المكونات لتقليد اتخاذ قرارات الخبراء.

- المنطق الضبابي (Fuzzy Logic): هي التقنية المعتمدة على الحاسوب لمعالجة البيانات الضبابية غير الكاملة أو الصحيحة جزئيا، وهذه التقنيات تحل المشاكل غير المهيكلة مع معرفة ناقصة، وتستخدم التكنولوجيا المعتمدة على القواعد والتي تجيز الغموض لحل المشاكل التي لم يتم حلها سابقا.
- الشبكات العصبية (Artificial Neural Network): تعتبر هي إحدى تقنيات الذكاء الاصطناعي جاءت لتحاكي أسلوب الدماغ البشري في اتخاذ القرارات الذكية، ولدت فكرتها من علم التشريح ودراسة الخلية العصبونية، والتي يعبر عنها بمعدلات غير خطية ومعقدة، وتقدم هذه الشبكات الذكية نموذجا معرفيا لكونها تستطيع أن تتعلم من المعلومات التي قامت بمعالجتها، فهي تستطيع أن تحلل كمية كبيرة من البيا ت ومن ثم تضع خصائصها في مواقع أو قواعد منطقية لم تكن معروفة مسبقا، وتعمل الشبكات العصبية بشكل متوازي ومتفاعل ديناميكيا لتحليل البيانات في بيئة معتمدة على الطبيعة المعقدة للدماغ البشري مما يجعل أدائها يحاكي أداء خلايا الدماغ البشري.
- **الخوارزميات الجينية** (Genetic Algorithms): تقوم هذه التقنية على فكرة عملية لبرنامج محوسبة تتنافس فيه الحلول الممكنة للقرار مع بعضها البعض، كما تستخدم في مجالات الأعمال المالي والمصرفية، والعمليات اللوجستية والسيطرة على حركة المواد.
- **التعلم الآلي** (ML): هو أحد تقنيات الذكاء الاصطناعي يركز على بناء التطبيقات التي تتعلم من البيانات وتحسن دقتها بمرور الوقت دون أن يتم برمجتها للقيام بذلك.
- **التعلم العميق** (DL): وهو عبارة عن نماذج حسابية تتكون من طبقات معالجة متعددة لتعلم تمثيل البيانات، حيث يمكن لتقنية التعلم العميق تعلم هياكل البيانات الكبيرة باستخدام الخوارزميات للتأثير على الآلات للتفاعل مع التمثيلات.
- **معالجة اللغة الطبيعة** (NLP): تمكن هذه التقنية أجهزة الكمبيوتر من معالجة اللغة البشرية وفهمها واستخدامها، هي تمثل تقنية التعرف على الصوت والبرمجيات.
- **أتمتة العمليات الروبوتية** (RPA): أتمتة العمليات الآلية هي التكنولوجيا التي تسمح لأي شخص بتكوين برامج الكمبيوتر، أو الروبوت لمحاكاة ودمج تصرفات الإنسان داخل الأنظمة الرقمية لتنفيذ العمليات، تستخدم روبوتات (**RPA**) واجهة المستخدم لالتقاط البيانات ومعالجة التطبيقات مثلما يفعل البشر، فهي تفسر وتحفز الاستجابات وتتواصل مع الأنظمة الأخرى من أجل القيام بمجموعة واسعة من المهام المتكررة.

2. **أساسيات حول الاقتصاد الدائري:** في هذا العنصر سيتم التطرق إلى أهم الجوانب المتعلقة بالاقتصاد الدائري.

1.2. **مفهوم الاقتصاد الدائري:** ونتناول فيه كل من التعريف والأهمية.

1.1.2. **تعريف الاقتصاد الدائري:** استخدم مصطلح "الاقتصاد الدائري" لأول مرة من قبل اثنين من خبراء الاقتصاد البيئي البريطانيين، هما بيرس، وتومر في كتابهما "اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئة"، حيث أشاروا إلى أن الاقتصاد الشائع مفتوح النهاية تطور دون أن يتضمن في بنيته الأساسية فكرة إعادة التدوير، الأمر الذي انعكس في التعامل مع البيئة باعتبارها مستودعا للنفايات، بينما الاقتصاد الدائري (غير الخطي) يرتكز على دراسة الأنظمة الغنية بردود الأفعال، وبشكل خاص المنظومات الحيوية. (عولمي، 2022، صفحة 66،65).

وعرف أيضا بأنه نظام اقتصادي قائم على نماذج أعمال تستبدل مفهوم نهاية العمر الافتراضي بتقليل المواد أو إعادة استخدامها أو إعادة تدويرها أو استعادتها في عمليات الإنتاج، التوزيع والاستهلاك، وبالتالي فهو يعمل على المستوى الجزئي والمتوسط والكلي بهدف تحقيق التنمية المستدامة التي تنطوي على خلق جودة بيئية وازدهار اقتصادي وعدالة اجتماعية لصالح الأجيال الحالية والمقبلة. (الغني و ركيمة، 2025، صفحة 123).

2.1.2. **أهمية الاقتصاد الدائري:** وتكمن أهميته في: (شنافي و غبولي، 2024، صفحة 338،337)

- يحمي البيئة من خلال التقليل من الانبعاثات التي تزيد من آثار تغير المناخ، وكذا يقلل من استهلاك الموارد الطبيعية، ومن إنتاج النفايات.
- يشجع على إنتاج النماذج القائمة على إعادة استخدام الفاقد المحلي كمواد خام وبذلك يعود بالفائدة على الاقتصاد المحلي.
- يحفز تطوير نموذج صناعي جديد أكثر ابتكارا وتنافسية، ويعزز النمو الاقتصادي، ويزيد من فرص العمل.
- يقوم بإعادة استخدام الموارد المحلية فيقلل بذلك الاعتماد على المواد الخام المستوردة ومنه يعزز استقلالية الموارد.
- يعزز من الرفاهية الاجتماعية والعدالة من خلال تحسين الوصول إلى السلع والخدمات.

3.1.2. **مميزات الاقتصاد الدائري:** نذكرها فيما يلي: (كواش، 2021، صفحة 513)

- هناك دائرة كاملة على طول سلسلة القيمة من المواد الأولية إلى المنتجات ثم إعادة استخدام المواد في نهاية عمر السلع المنتجة.
- تعزيز تدفق السلع والخدمات من خلال إعادة بناء رأس المال ويشمل ذلك الموارد المالية والطبيعية والاجتماعية.
- الاقتصاد الدائري محفز ومشجع للابتكار وداعم للإنتاج الصديق للبيئة والاستهلاك الرشيد وإعادة التدوير.

ومنه فالاقتصاد الدائري لا ينتج عنه نفايات نهائية إلا بكميات قليلة جداً وفي أضيق الحدود، ولا يترتب عليه أي آثار سلبية على البيئة، كما يقوم على تدوير المكونات والمنتجات، واعادة الاستخدام بجودة عالية، أما بالنسبة للسلع والمنتجات فتكون قابلة للإصلاح والتجديد من بداية تصميمها بما يضمن الاستفادة منها مرات عديدة، مع ضمان الاستخدام الأمثل والفعال للموارد المتاحة، بما يحقق التنمية المستدامة.

4.1.2. **أبعاد الاقتصاد الدائري:** وتتمثل في العناصر التالية: (الغني و ركيمة ، صفحة 124)

- **التصميم للتخلص من النفايات والتلوث:** يبدأ من مرحلة التصميم إذ تصمم المنتجات والخدمات لتكون متينة وقابلة للإصلاح والتفكيك وإعادة التدوير بسهولة مع تجنب المواد السامة.
- **إطالة عمر المنتجات والمواد:** يهدف إلى إبقاء المنتجات والمواد قيد الاستخدام لأطول فترة ممكنة من خلال عمليات الصيانة والإصلاح وإعادة الاستخدام والتجديد وإعادة التصنيع.
- **تجديد النظم الطبيعية:** يسعى هذا المبدأ إلى إعادة بناء رأس المال الطبيعي بدلا من استنزافه عبر ممارسات مثل الزراعة التجديدية التي تعيد العناصر الغذائية إلى التربة.

– **التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة:** يرتكز تشغيل النموذج الدائري على الطاقة النظيفة والمستدامة لتقليل البصمة الكربونية للأنشطة الاقتصادية.

3.2. أهداف الاقتصاد الدائري: إن الاقتصاد الدائري يهدف إلى خوض ومواجهة التحدي وهو تلبية الاحتياجات المتزايدة للاستهلاك مع المحافظة قدر الإمكان على الموارد، فالاقتصاد الدائري يتمحور حول أربعة برامج رئيسية وهي: (نصيرة، 2019، صفحة 9)

(حماية الموارد، الإنتاج المستدام، عقلنة الاستهلاك، خلق القيمة من خلال التحويل وإعادة التدوير).

لا يهدف هذا النهج الدائري إلى خلق ديناميكية جديدة وحسب وإنما يعزز ثقافة التعايش مع الأنظمة الايكولوجية الصناعية والتعاون مع المجتمعات.

3. مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

قبل التطرق إلى هذا العنصر نقوم بإعطاء تعريف للتنمية المستدامة والتي نعرفها كما يلي:

التنمية المستدامة تعني تلبية احتياجات الجيل الحالي دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها من خلال التوازن بين الابعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، وتهدف الى تحقيق التقدم الشامل والدائم دون الحاق ضرر بالبيئة او استنزاف الموارد الطبيعية. (هرموزي، 2024، صفحة 117)

شهدت السنوات الأخيرة دورا هاما للذكاء الاصطناعي في مختلف مناحي الحياة، فلم تعد الاستفادة من الذكاء الاصطناعي مقتصرة على البرمجيات فقط، بل امتدت الى مجالات التعليم والطب، والهندسة، والزراعة وغيرها وفي الآونة الأخيرة اتجهت الدول نحو دمجه وتوجيهه لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، ويعد تحقيق هذه الأخيرة من أهم أولويات الدول وخاصة في ظل التحديات المختلفة التي يواجهها العالم سواء تحديات اقتصادية أو سياسية أو بيئية. وفي ظل التطور التكنولوجي اللامحدود وظهور تقنيات الذكاء الاصطناعي كان لابد أن تتوجه الدول نحو الاستفادة من هذه التقنيات وتطويعها نحو تحقيق أهدافها وخاصة أهداف التنمية المستدامة.

وقد لعبت منظمة اليونسكو دورا فعالا في الاستفادة من الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة من خلال دورها في مساعدة الدول في ذلك وبما يتناسب مع كل دولة، وقد أدت جائحة كورونا إلى الزامية توجه العالم نحو استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي، بل وتحديثها بشكل يساعد على حل مختلف الازمات أو على أقل تقدير الحد من تهديداتها ونتائجها. ومن أبرز استخدامات تطبيقات الذكاء الاصطناعي خلال جائحة كورونا استخدامها في العملية التعليمية وكذلك العملية الطبية.

فضلا عن أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي في عصرنا الحديث تستخدم في شتى المجالات العسكرية والبيئية والاقتصادية والتعليمية ومن بين هذه التطبيقات:

-السيارات ذاتية القيادة والطائرات بدون طيار.

–الانسان الآلي والذي يتواجد حاليا في المستشفيات والجامعات وبعض المطارات.

–برامج الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الاقتصادية كالبورصة وتطوير أنظمة تداول الأسهم.

–الأجهزة الذكية القادرة على القيام بالعمليات الذهنية كفحص التصاميم الصناعية، ومراقبة العمليات واتخاذ القرارات.

التطبيقات الذكية الخاصة بتحويل الأموال والتعامل مع البنوك.

–خدمات المنازل الذكية، والأسلحة ذاتية العمل، والهواتف، وأجهزة التلفاز، والاف التطبيقات الأخرى.

ومنه فحشد الوسائل اللازمة لتنفيذ خطة التنمية المستدامة 2030من خلال تنشيط الشراكة العالمية من أجل تحقيق التنمية المستدامة، على أساس روح من التضامن العالمي المعزز، مع التركيز بوجه خاص على احتياجات الفئات الأشد فقرا والأكثر ضعفا، وبمشاركة من جميع البلدان وجميع

أصحاب المصلحة وجميع الشعوب. إذ أن الذكاء الاصطناعي يمتلك إمكانيات هائلة لدعم وتحقيق التنمية المستدامة عبر تحسين الكفاءة، تقليل الفاقد، وتقديم حلول مبتكرة لمجموعة من التحديات البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية لدولة. (نعمة، 2024، صفحة 2)

II – دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز التحول نحو الاقتصاد الدائري في المملكة العربية السعودية.

1. السياسة الاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي في المملكة العربية السعودية

عملت المملكة العربية السعودية على وضع استراتيجية حقيقية من أجل التقدم في مجال التحول الرقمي، هذا الأخير الذي أصبح يعد حتمية عالمية، حيث تهدف هذه الاستراتيجية الى تحقيق رؤية 2030.

1.1. سياسات الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي:

اعتمدت الهيئة سياسات لحوكمة البيانات الوطنية في سبتمبر 2020م، وهي سياسة تصنيف البيانات إلى أربعة مستويات (سري للغاية، سري، مقيد، عام)، وسياسة حماية البيانات الشخصية، وسياسة مشاركة البيانات للحد من ازدواجيتها وتعارضها وتعدد مصادرها، وسياسة حرية المعلومات لتنظيم حقوق الاطلاع على المعلومات العامة من الجهات الحكومية، وسياسة البيانات المفتوحة لإتاحة البيانات المفتوحة للمستفيدين، حيث أطلقت المملكة، ممثلة في الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي "سدايا"، الاستراتيجية السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي "نُسدي"، التي تستهدف حتى عام 2030م: الوصول إلى : أعلى 15 دولة في الذكاء الاصطناعي، أعلى 10 دول في البيانات المفتوحة، أعلى 20 دولة في الإسهام بالمنشورات العلمية، وتطوير الأفراد ببناء مورد مستدام للكفاءات لأكثر من 20 ألف متخصص وخبير في البيانات والذكاء الاصطناعي، وجذب استثمارات في مجال البيانات والذكاء الاصطناعي بنحو 75 مليار ريال، وتحفيز ريادة الأعمال والإسهام في خلق 300 شركة ناشئة في مجال البيانات والذكاء الاصطناعي. (للبيانات، 2026)

2.1. أبعاد الاستراتيجية السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي:

لقد ارتكزت رؤية السعودية على عدة أبعاد تمثلت في: (للبيانات، 2026)

- جعل موقع المملكة يتصدر مركز عالمي من أجل تمكين تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي.
- العمل على بناء مورد مستدام للكفاءات المحلية في المجال، من أجل تطوير العمال والموظفين في المملكة،
- وضع بيئة تشريعية ذات كفاءة من أجل تشجيع الشركات والمواهب المتخصصة.
- المساهمة في عملية جذب التمويل المناسب للفرص الاستثمارية المتميزة.
- قيادة الابتكار من خلال تمكين المؤسسات البحثية المتخصصة في البيانات والذكاء الاصطناعي.
- وضع المحفزات المناسبة لتبني تقنيات البيانات والذكاء الاصطناعي.

3.1. الأهداف الاستراتيجية السعودية للذكاء الاصطناعي.

يمكن تلخيصها من خلال النقاط التالية:

- أن تصبح المملكة العربية السعودية موطنا للتقنية المالية.
- تمكين منظمة قائمة على الرقمية أولا.
- تعزيز الابتكار المتعلق بالتقنية المالية.

حيث من المتوقع أن تصبح هناك 525شركة تقنية مالية تعمل في المملكة العربية السعودية و18ألف فرصة وظيفية في قطاع التقنية المالية ومساهمة قطاع التقنية المالية في الناتج المحلي الإجمالي بحوالي 13,3مليار ريال سعودي، كما من المتوقع أن يصل الاستثمار في قطاع التقنية المالية إلى 2,12 مليار ريال سعودي كل هذا بحلول 2030م. (السعودية، 2026)

2. الاقتصاد الدائري الكربوني في المملكة العربية السعودية:

يعد مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون ركيزة أساسية في استراتيجية الطاقة والاستدامة في المملكة العربية السعودية، كونه يمثل الطريق لإدارة الانبعاثات مع الحفاظ على النمو الاقتصادي.

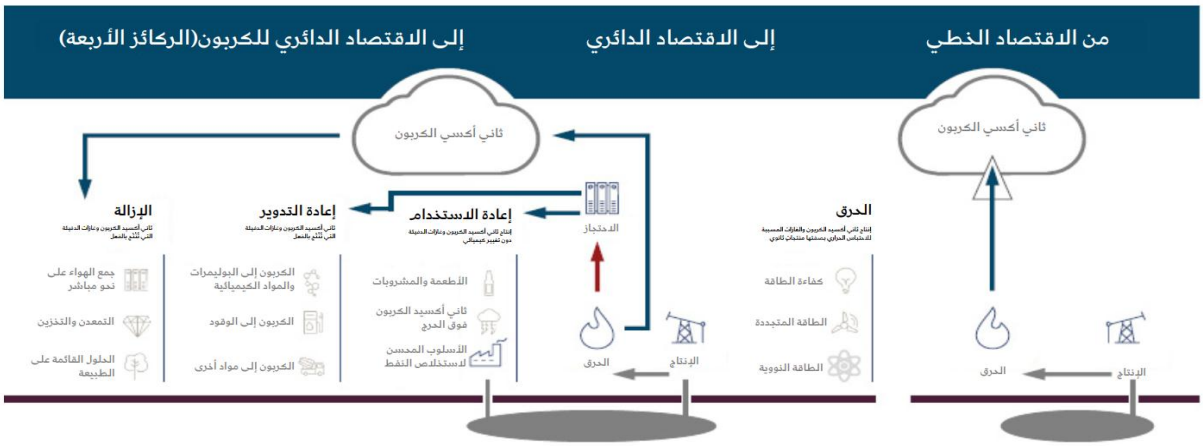
1.2. مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون وإطاره العام (الركائز الأربع)

يركز هذا المطلب على تعريف الاقتصاد الدائري للكربون كنموذج مطور للاقتصاد الدائري التقليدي، حيث يتم التعامل مع الكربون كعنصر ذي قيمة اقتصادية بدلاً من كونه مجرد نفايات بيئية. يعتمد هذا الإطار على استراتيجية (Rs4): (مركز الملك عبد الله، 2020، صفحة 9)

- **الخفض (Reduce)**: تقليل كمية الكربون الداخلة في النظام عبر كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة.
- **إعادة الاستخدام (Reuse)**: تحويل الكربون إلى مواد كيميائية أو وقود أو استخدامه في عمليات استخراج النفط المعزز.
- **إعادة التدوير (Recycle)**: تحويل الكربون عبر العمليات الطبيعية (مثل التشجير) أو العمليات الكيميائية إلى منتجات مفيدة مثل الأسمدة.
- **الإزالة (Remove)**: استخلاص الكربون من الغلاف الجوي وتخزينه جيولوجياً بشكل آمن ودائم.

ويمكن التوضيح أكثر من خلال الشكل التالي:

الشكل 1: الركائز الأربعة للاقتصاد الدائري للكربون



المصدر: مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك)، (2024)، **الاقتصاد الدائري للكربون – من المفهوم إلى التحقيق**، التقرير الثاني لمركز أبحاث مبادرة مهمة الابتكار، كابسارك، ص7.

2.2. المبادرات والجهود الوطنية لتطوير الاقتصاد الدائري للكربون.

يتناول هذا العنصر الخطوات العملية التي اتخذتها المملكة لتحويل المفهوم إلى واقع ملموس، ومن أبرزها: (الطاقة، 2022، الصفحات 15-18)

- **مبادرة السعودية الخضراء**: التي تهدف إلى تقليل الانبعاثات الكربونية بمقدار 278 مليون طن سنوياً بحلول عام 2030.
- **تقنيات استخلاص الكربون وتخزينه (CCUS)**: الاستثمار الضخم في مراكز عالمية لاستخلاص الكربون، مثل المركز التابع لشركة أرامكو وجامعة كاوست، ومركز الجبيل المرتقب بسعة تخزين ضخمة.
- **ريادة الهيدروجين الأخضر والأزرق**: مشروع مدينة "نيوم" لإنتاج الهيدروجين الأخضر، الذي يضع المملكة كمصدر عالمي للطاقة النظيفة، مما يعزز من كفاءة دورة الكربون.

3.2. الأثر الاقتصادي والمكانة الدولية للمملكة في تحول الطاقة

لقد أطلق ولي العهد رئيس مجلس الوزراء السعودي، مبادرة السعودية الخضراء (وهي مبادرة وطنية طموحة تهدف إلى مواجهة تداعيات تغير المناخ، وتحسين جودة الحياة، وحماية البيئة، بما يعود بالفائدة على الأجيال القادمة) بهدف تفعيل دور كافة فئات المجتمع، وتوحيد جهود الاستدامة، وتسريع وتيرة العمل المناخي في المملكة، وتدعم مبادرة السعودية الخضراء طموح المملكة المتمثل في تحقيق هدف الحياد الصفري بحلول عام 2060م عبر تبني نموذج الاقتصاد الدائري للكربون، كما تعمل على تسريع رحلة انتقال المملكة نحو الاقتصاد الأخضر. وتسعى المبادرة إلى تحقيق ثلاثة أهداف طموحة تتمثل في تقليل الانبعاثات الكربونية، وتشجير المملكة، وحماية المناطق البرية والبحرية.

ومنذ الإعلان عن مبادرة السعودية الخضراء، تم إطلاق 77 برنامج مختلف لدعم هذه الأهداف ودفع عجلة النمو المستدام، باستثمارات تتجاوز قيمتها 700 مليار ريال سعودي، وحولت المملكة التزاماتها إلى إجراءات ملموسة من خلال توحيد جهود القطاعين الحكومي والخاص ودعم فرص التعاون والابتكار، كما تمضي بخطى ثابتة نحو تحقيق طموحاتها المناخية الوطنية ودعم الأهداف العالمية في هذا الإطار (رؤية، 2026)، ومن النتائج المتوقعة لتبني هذا الاتجاه على الصعيدين المحلي والدولي:

- خلق قطاعات صناعية جديدة تعتمد على تدوير الكربون، وهذا يساهم في زيادة الناتج المحلي غير النفطي وتوليد فرص عمل نوعية في مجالات التقنية والابتكار.
- نجاح المملكة في حشد الإجماع الدولي حول هذا المفهوم خلال رئاستها لمجموعة العشرين (G20) في عام 2020، واعتماده كأداة فاعلة للوصول إلى الحياد الصفري بحلول عام 2060.
- تحقيق التوازن من خلال إثبات قدرة الدول النفطية على المساهمة في مواجهة التغير المناخي دون التخلي عن كونها مورد عالمي للطاقة، وهذا عن طريق جعل الوقود الأحفوري "أنظف" وأكثر استدامة.

ولما سبق ذكره يمكن توضيحه بالشكل التالي:

الجدول 1: جاهزية تقنيات تحويل ثاني أكسيد الكربون الرئيسة في السعودية

	تقنية التحويل	مستويات الاستعداد التكنولوجي	مؤشرات الاستعداد التجاري
وقود	ثاني أكسيد الكربون إلى أنواع الوقود الهيدروكربوني	9	مرتفع
	ثاني أكسيد الكربون إلى وقود الميثان الاصطناعي	6	متوسط
	ثاني أكسيد الكربون إلى وقود الميثانول	7	متوسط
مواد كيميائية	ثاني أكسيد الكربون إلى اليوريا الخضراء	9	متوسط
	ثاني أكسيد الكربون إلى الميثانول	9	مرتفع
بوليمرات	ثاني أكسيد الكربون إلى البولي أوليفينات	9	مرتفع
	ثاني أكسيد الكربون إلى البوليولات	7	متوسط
بلوكات البناء	ثاني أكسيد الكربون في أنابيب النانو الكربونية	3	منخفض
	ثاني أكسيد الكربون في الجرافين	1	منخفض
	ثاني أكسيد الكربون إلى البلوكات الخرسانية	9	مرتفع
	ثاني أكسيد الكربون إلى الأسمنت أو الخرسانة	9	مرتفع
	ثاني أكسيد الكربون إلى الكربونات	4	منخفض
أغراض أخرى	ثاني أكسيد الكربون إلى المواد الخافضة للضغط	3	منخفض
	ثاني أكسيد الكربون في المستحضرات الدوائية	9	مرتفع
	ثاني أكسيد الكربون في التطبيقات الطبية	9	مرتفع

المصدر: مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية كابسارك ومبادرة مهمة الابتكار، (2024)، **الاقتصاد الدائري للكربون: من المفهوم إلى التحقيق**، التقرير الثاني لمركز أبحاث مبادرة مهمة الابتكار، كابسارك، ص15

من خلال الجدول أعلاه نلاحظ أن قطاع البناء هو الأنجح؛ حيث يتم تحويل غازات الكربون إلى مواد صلبة يتم استخدامها في تشييد المباني والاسمنت، وهذه التقنية مربحة تجاريا، وتتميز بقدرتها العالية على حبس التلوث داخل جدران المنشآت. حيث يمكن القول أن هذا القطاع يمثل الحل الأسرع والأكثر استقرارا لتحويل الكربون من ملوث بيئي إلى مورد اقتصادي ضخم، يساهم مساهمة فعالة في تحقيق التنمية المستدامة.

3. تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الموارد والطاقة والنفايات.

1.3. دور الذكاء الاصطناعي في المدن الذكية في المملكة العربية السعودية.

يعد مفهوم المدينة الذكية حديثا نسبيا وهو مصطلح لوصف تطوير المدن لجعلها أكثر كفاءة من خلال استخدام التقنيات الحديثة، وتهدف المدن الذكية إلى الاستفادة من البيانات والتقنيات الرقمية لمراقبة الأحداث والتغيرات حول المدينة في الوقت الفعلي، وسرعة الاستجابة لتلك التغيرات، مما يساعد على تحسين الحياة الحضرية، وتمثل رؤية المملكة العربية السعودية 2030م خطة شاملة تهدف إلى الوصول للتنوع الاقتصادي وتقليل الاعتماد على عائدات النفط ، وتحدد الخطة الأهداف والمبادرات في مختلف القطاعات، بما في ذلك تطوير المدن الذكية وتحقيق ثلاث مدن سعودية ضمن أفضل 100 مدينة في العالم بحلول عام 2030م (سعودية، 2026)، وتشمل قطاعات المدن الذكية في القطاع البلدي والسكني، 9 قطاعات وهي: الرقابة الذكية، المواقف الذكية، الإسكان والإدارة المجتمعية الذكية، الأنظمة الذكية لإدارة الأراضي والأصول، الأنظمة الذكية لتحسين المشهد الحضري والتخطيط العمراني، الأنظمة الذكية للمحافظة على البيئة والتخلص من النفايات، إدارة البنية التحتية والصيانة الذكية، والإدارة الذكية للكوارث. (المعلومات، 2023، صفحة 47)

2.3. تطبيقات الذكاء الاصطناعي في استدامة الموارد المائية في المملكة العربية السعودية.

تعمل المؤسسات السعودية المختصة في تحلية المياه بخطوات متسارعة لتحقيق التطور التقني من خلال تبنيها للابتكار كقيمة أساسية في التخطيط والتنفيذ، ويعزز ذلك وجود معهد الأبحاث وتقنيات التحلية التابع للمؤسسات، كما تركز كل جهودها لزيادة استخدام الطاقة المتجددة في منظوماتها، مما يساهم في الحد من التلوث البيئي ومن الانبعاثات الكربونية، كما تولي المؤسسات كامل كل جهد لزيادة الفرص للمنتجات الحيوية التي تعزز فرص النمو للاقتصاد الوطني مثل تعدين مياه البحر وكذا تدوير استخدام أغشية التناضح العكسي من أجل تعظيم الاستفادة في محطات التنقية ومن الجهود التي قامت بها وزارة البيئة والمياه والزراعة تحسن ربط العدادات الذكية بالأنظمة إلى أكثر من 96% مقابل 90.9% في عام 2020 تم اطلاق تطبيق "مرشدك الزراعي" المطور ومن أهم أهدافه تسهيل وصول المزارعين للمسئولين بجميع مناطق المملكة لحل أي مشكلات تواجههم وللإجابة عن استفساراتهم مع توفير خدمات ذكية تساعد المزارعين في عملهم. وفي أكتوبر من عام 2021م تم عقد ورشة العمل الافتراضية الدولية الثانية لتطوير المزارع العمودية الخضراء الذكية وتحسين اقتصاداتها بالمملكة العربية السعودية بمشاركة فريق من الخبراء الأكاديميين والجهات الحكومية وشركات القطاع الخاص والقطاعات الصناعية من عدة دول. بدأت الوزارة في تأسيس مركز متخصص لتحليل البيانات من قنوات التواصل الرقمية وذلك لمعالجة شكاوى المستفيدين ودعم القيادات في اتخاذ القرارات الاستباقية. (رؤى، 2026)

3. مشروع نيوم في المملكة العربية السعودية.

في عام 2017 أطلق الأمير محمد بن سلمان بن عبد العزيز ولي العهد رئيس مجلس الوزراء مشروع نيوم ليحول الصحراء إلى مدينة مستقبلية مبتكرة في شمال غرب المملكة العربية السعودية، حيث تعمل بالكامل بالطاقة المتجددة، من أجل أن تصبح نموذج جديد للحياة المستدامة والعمل والازدهار، وكذا تحقيقي التطور دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تحقيق احتياجاتهم تشتمل نيوم على مشاريع عصرية تتمثل في: ذالاين، أوكساجون، وتورجينا، وسندالة ومن أهداف هذا المشروع تنمية وتنويع الاقتصاد للمملكة، ووضعها على خريطة الريادة العالمية في

التنمية والتطوير، وأن تكون نيوم وجهة للمعيشة والعمل للعالم، تتبنى ثقافة الاستكشاف والمغامرة وتبني نموذج جديد للاستدامة مع إنشاء معايير جديدة لصحة المجتمع وحماية البيئة.

ويعد مشروع "ذا لاين" ثورة في الحياة الحضرية، يضع الإنسان على رأس أولوياته بمنحه تجربة معيشة حضرية غير مسبوقة مع الحفاظ على الطبيعة المحيطة به. وستعيد "ذا لاين" تعريف مفهوم التنمية الحضرية وما يجب أن تكون عليه المدن في المستقبل.

تتفرّد المدينة بخلوّها من الشوارع والسيارات وبالتالي فهي خالية من الانبعاثات الكربونية، إذ ستمد المدينةَ بالكامل طاقةٌ متجددة بنسبة 100%، كما ستكون 95% من مساحة نيوم طبيعة محمية لن تُمس. وستُصمم وسائل التنقل والبنية التحتية لخدمة الإنسان وليس العكس كما يحدث في المدن التقليدية. وستبلغ مدينة "ذا لاين" 200م عرضاً، و170 كم طولا، و500م ارتفاعاً فوق سطح البحر.

سيحتضن "ذا لاين" 9 ملايين نسمة داخل مدينة ستُبنى على مساحة 34 كم^2 فقط، وبالتالي ستصل آثار البنية التحتية إلى أدنى مستوياتها، لتكون النتيجة مستويات فائقة من الكفاءة غير المسبوقة في توظيف موارد المدينة. كما سيضمن المناخ المثالي على مدار العام للسكان الاستمتاع بالطبيعة المحيطة والوصول إلى جميع المرافق في غضون 5 دقائق مشياً، بالإضافة إلى منظومة متكاملة للتنقل عبر قطار فائق السرعة، يصل بين أقصى نقطتين داخل "ذا لاين" في مدة لا تتجاوز 20 دقيقة. (نيوم، 2026)

صُمّمت منظومة التصنيع في أوكساچون لتقدّم ميزة تنافسية ودعماً شاملاً للشركات التي تتطلع إلى تدشين عملياتها في المنطقة. سيتمكّن المصنعون القادمون إلى "حي أوكساچون الصناعي" من الوصول المباشر إلى سوق التطوير النشط في نيوم ومناطقها وقطاعاتها. وبالإضافة إلى الميزة الاستراتيجية للموقع الجديد، ستساهم التزاماتنا بالطاقة المتجددة، ومركز الابتكار، والبنية التحتية للمدن الذكية في تمكين المصنعين من اختبار عملياتهم وتوسيع نطاقها مع تحقيق أهداف الاستدامة العالمية. (رؤى، 2026).

IV- الخلاصة :

أصبح الذكاء الإصطناعي ضرورة حتمية في اقتصادنا المعاصر في ظل الاستنزاف الكبير للموارد فهو يعد أداة رئيسية في تحقيق الإقتصاد الدائري، حيث يسهم في تحسين إدارة النفايات وعمليات إعادة التدوير بطرق أكثر كفاءة وابتكار، ومن خلال هذه الدراسة، توصلنا إلى أن الجمع بين الذكاء الاصطناعي والاقتصاد الدائري سيشكل فرصة هامة لتحقيق تحول مستدام، وهذا ما تظهره التجربة السعودية عبر مشروعها نيوم ليحول الصحراء إلى مدينة مستقبلية مبتكرة في شمال غرب المملكة العربية السعودية، حيث تعمل بالكامل بالطاقة المتجددة، من أجل أن تصبح نموذج جديد للحياة المستدامة والعمل والازدهار، وكذا تحقيقي التطور دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تحقيق احتياجاتهم ، فهي قدمت مساهمة ملموسة في تحقيق الإقتصاد الدائري من خلال تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي فيها، فتعتبر هذه التجربة نموذجًا ناجحًا يمكن أن يلهم ويوجه الجهود نحو تحقيق الإقتصاد الدائري في المستقبل.

ومما سبق يمكننا استخلاص النتائج التالية:

- أن الذكاء الاصطناعي يمتلك إمكانيات هائلة لدعم وتحقيق التنمية المستدامة عبر تحسين الكفاءة، تقليل الفاقد، وتقديم حلول مبتكرة لمجموعة من التحديات البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية لدولة
- أن الاقتصاد الدائري يعد أداة جد مهمة وفاعلة لتجسيد مفهوم الاستدامة على أرض الواقع.
- الدور الهام للاقتصاد الدائري إذ يعمل كحلقة وصل أساسية في تحويل الأفكار الابتكارية في مجال الاستدامة إلى مشاريع حقيقية ناجحة.
- المساهمة الفاعلة للذكاء الاصطناعي في تعزيز ركائز الاقتصاد الدائري في السعودية.
- التكامل بين القطاع الحكومي والخاص بالسعودية كان المحرك الرئيسي لنجاح هذه التجربة.

- الإحالات والمراجع :

أحلام هرموزي. (2024). استراتيجيات الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية المستدامة تجربة الامارات العربية المتحدة. مجلة الجغرافيا، 117.

أسد صالح الأسد. (2023). الفرص والمخاطر والواقع في الدول العربية. *مجلة إضافات إقتصادية*، 167.

الهيئة السعودية للبيانات. (5 مارس, 2026). *موسوعة سعوديبيديا*: https://saudipedia.com/article/123

بن طلحة عبد الغني، وفارس ركيمة. (2025). الاقتصاد الدائري كتوجه حديث لتعزيز إستدامة ريادة الاعمال الفندقية البيئية. مجلة المنتدى للدراسات والابحاث الاقتصادية، المجلد 9 العدد 2، الجزائر: جامعة زيان عاشورالجلفة، ص ص 118-135 .

رؤية. (2026): https://www.vision2030.gov.sa/ar/explore/projects/saudi-green-initiative.

رؤية السعودية. (12 مارس, 2026): https://www.vision2030.gov.sa/ar/explore/strategies/fintech-strategy.

رؤية سعودية. (12 مارس, 2026). *استراتيجية التقنية المالية*: https://www.vision2030.gov.sa/ar/explore/strategies/fintech-strategy.

زهية كواش. (2021). اهمية الابتكار الاخضر في التحول نحو الاقتصاد الدائري لحماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة. مجلة جديد الاقتصاد، المجلد 12 العدد 4، الجزائر: جامعة خميس مليانة، 459-479.

زينب حرفوش، وعادل بن عطاء الله. (2023). استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المؤسسات الناشئة لتعزيز ريادة الاعمال. الملتقى التكويني الاول لفائدة طلبة الدكتوراه، الجزائر: جامعة فرحات عباس سطيف1.

صبيرة سعيدي. (2021). تبني الذكاء الاصطناعي في شركات التامين كآلية لتعزيز الشمول المالي. المجلة الجزائرية للتسيير والاقتصاد، المجلد 15 العدد 1، الجزائر: جامعة محمد بن أحمد وهران 2، 270-287.

عمروش الحسين. (2022). الذكاء الاصطناعي ودوره في تحقيق التنمية المستدامة. مجلة الدراسات القانونية والاقتصادية، المجلد 5 العدد 1، الجزائر: المركز الجامعي بريكة، 1177-1153.

كفية شنافي، و احمد غبولي. (2024). إعادة تدوير النفايات المنزلية في إطار ممارسة الاقتصاد الدائري ودوره في تحقيق التنمية المستدامة. مجلة دراسات اقتصادية، المجلد 11 العدد 1، الجزائر: جامعة قسنطينة 2، 2321-362.

مركز الملك عبد الله. (2020). دليل الاقتصاد الدائري للكربون: https://apps.kapsarc.org/askcce/assets/downloads.

منصة حصون التعليمية. (4 12, 2024). منصة حصون التعليمية: https://hosoun.com/detail/blog/7 .

موسوعة وكيبيديا. (4 12, 2024). موسوعة وكيبيديا.: https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%A7%D8%B1%D9%8A%D8.

نغم حسين نعمة. (2024). تأثير الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية المستدامة. مجلة الريادة للمال والاعمال، المجلد 5، العدد 4، العراق: جامعة النهرين، 01-03.

نيوم. (2026).: https://www.neom.com/ar-sa/regions/theline.

وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات. (2023). تقرير عن المدن الذكية: مستقبل المدن في عصر التقنيات الحديثة. السعودية: وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات.

وزارة الطاقة. (2022). *التقرير السنوي للاستدامة*. الرياض، السعودية: وزارة الطاقة.