دور الابتكار الأخضر في تحقيق التنمية المستدامة بالمملكة العربية السعودية في سياق رؤية 2030 ومبادرة السعودية الخضراء

The role of green innovation in achieving sustainable development in the Kingdom of Saudi Arabia within the context of Vision 2030 and the Saudi Green Initiative

كمال زموري[1*]، محمد أمين قمبور[2]

[1] جامعة ميلة (الجزائر)، k.zemouri@centre-univ-mila.dz

[2] جامعة ميلة (الجزائر)، m.guembour@centre-univ-mila.dz

تاريخ الاستلام: 2025/12/21؛ تاريخ القبول: 2026/06/12؛ تاريخ النشر: 2026/06/30؛

ملخص:

هدفت الدراسة إلى إبراز الدور الهام الذي يلعبه الابتكار الأخضر في تحقيق التنمية المستدامةبأبعادها المختلفة، حيث تم التركيز على تقديم تحليل معمق لتجربة المملكة العربية السعودية في تبني الابتكار الأخضر ضمن سياق رؤية 2030 ومبادرة السعودية الخضراء. واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي القائم على مراجعة الأدبيات النظرية والتطبيقية، وتحليل تجربة دولة عربية رائدة من خلال ممارساتها العملية في مشاريع الطاقة المتجددة، اعادة تدوير النفاياتوتطوير المدن الذكية، والتي يمكن توظيف تلكالممارسات في السياق المحلي.

توصلت الدراسة إلى أن الابتكار الأخضر يمثل محركا أساسيا لتحقيق التنمية المستدامة بأبعادها المختلفة، حيث يساهم في تقليل الانبعاثات الكربونية، رفع كفاءة استخدام الموارد وتعزيز القدرة التنافسية للمؤسسات، كما أظهرت تجربة المملكة العربية السعودية تقدما كبيرا في دمج الحلول الابتكارية الخضراء في مختلف القطاعات بفضل مشاريع كبرى مثلنيوم، إنتاج وتصدير الهيدروجين الأخضر لشركة أرامكو،التوسعة الخضراء للحرم، والرقمنة الخضراء عبر منصة النفاذ الوطني الموحد.

وأوصت الدراسةبضرورة تعزيز الاستثمارفي القطاعات الاقتصادية المستدامة مثل مشاريع الاقتصاد الدائري، الطاقات المتجددة والذكاء الاصطناعي، تكوين وتدريب الموارد البشرية في المجال الرقمي والذكاء الاصطناعي،انشاء شراكات مربحة مع المؤسسات العالمية الرائدة، إضافة إلى تعزيز الوعي المجتمعيلضمان انتقال ناجح نحو اقتصاد أخضر مستدام.

الكلمات المفتاحية : ابتكار أخضر؛ تنمية مستدامة؛ رؤية 2030؛ مبادرة سعودية خضراء.

تصنيف JEL: Q55 ؛ Q01.

Abstract:

The study aimed to highlight the important role that green innovation plays in achieving sustainable development in its various dimensions. It focused on providing an in-depth analysis of the Kingdom of Saudi Arabia's experience in adopting green innovation within the context of Vision 2030 and the Saudi Green Initiative. The study relied on the descriptive analytical approach based on a review of theoretical and applied literature and analyzing the experience of a leading Arab country through its practical applications in renewable energy projects, waste recycling, and smart city development, whose practices can be applied to the local context.

The study concluded that the green innovation represents a key driver for achieving sustainable development in its various dimensions. As it contributes to reducing carbon emissions, increasing resource efficiency and enhancing the competitiveness of enterprises. Also the experience of the Kingdom of Saudi Arabia has shown a great progress in integrating innovative green solutions across the various sectors because of major projects such as NEOM, Aramco's green hydrogen production and export, the green expansion of the Grand Mosque, and green digitization via the unified national access platform.

The study recommended the need to promote investment in sustainable economic sectors such as circular economy projects, renewable energy and artificial intelligence, developing and training human resources in the digital and artificial intelligence fields, establishing profitable partnerships with leading global enterprises, in addition to promoting community awareness to ensure a successful transition towards a sustainable green economy.

Keywords:*Green innovation; Sustainable development; Vision 2030; Saudi green initiative.*

Jel Classification Codes :*Q55; Q01.*

*المؤلف المرسل: د. كمال زموري.

مقدّمة:

فرضت التطورات الاقتصادية الحاصلة في محيط المؤسسات على هذه الأخيرة الاهتمام بالتنمية المستدامة وتبني كل ما من شأنه المساهمة في تحقيقها، فمطلب الاهتمام بالتنمية المستدامة برز نتيجة الاستخدام غير العقلاني للموارد الطبيعية من طرف المؤسسات وذلك بمعدلات تفوق معدل تجددها، وكذلك نتيجة ما تنتجه هذه المؤسسات من نفايات صلبة وملوثات تؤثر بشكل مباشر على البيئة، إضافة للآلات التي تستخدمها في نشاطها والتي لها آثار سلبية على بيئتها الداخلية والخارجية. وهكذا تعتبر تلك المؤسسات أحد أهم أسباب تدهور البيئة بسبب نشاطاتها الانتاجية والتسويقية.

ومن هذا المنطلق أصبحت المؤسسات مجبرة على حماية البيئة والمحافظة عليها، وكان لا بد لها من البحث عن أدوات واستراتيجيات تستطيع من خلالها تقديم منتجات وخدمات غير مضرة بالبيئة، لذلك برز الابتكار الأخضر كأحد الحلول الجوهرية لإعادة بناء علاقة المؤسساتبالطبيعة على أسس أكثر وعيا واستدامة،وعليه فإن تبني الابتكار الأخضر يفتحآفاقا واسعة لتحويل الأزمات البيئية إلى فرص أعمال مبتكرة تجمع بين الكفاءة والربحية والمسؤولية المجتمعية، حيث يساهم هذا الأخير في تحسين كفاءة استخدام الموارد، خفض استهلاك الطاقة، تقليل التلوث والنفايات، خلق فرص عمل مستدامة، مع تحقيق مكاسب اقتصادية ومالية للمؤسسات من خلال تحسين صورتها وزيادة قدرتها التنافسية.

وضمن هذا السياق تواصل المملكة العربية السعودية تعزيز أجندتها نحو الاستدامة عن طريق ادخال الابتكار الأخضر ضمن سياستها البيئية، خاصة في ظل "رؤية 2030" و"مبادرة السعودية الخضراء"، حيث تبذل المملكة جهودا معتبرة في مشاريع الطاقة المتجددة وبناء المدن الذكية بما يضمن تصميم وتنفيذ حلول مبتكرة خضراء مؤثرة في مختلف القطاعات لتحقيق كفاءة استخدام الموارد البيئية وتقليل الانبعاثات الكربونية.

ومن هنا تسعى هذه الدراسة إلى ابراز الدور الحيوي الذي يلعبه الابتكار الأخضر في تحقيق التنمية المستدامة بأبعادها المختلفة، وذلك عبر تحليل تجربة المملكة العربية السعودية في تبني الابتكار الأخضر كجزء أساسي من مبادرة السعودية الخضراء ورؤية 2030 لبلوغ الاستدامة.

1. اشكالية الدراسة والتساؤلات الفرعية:

مما سبق ذكره، تتمحور اشكالية الدراسة في السؤال التالي:

كيف يمكن للابتكار الأخضر أن يساهم في تحقيق التنمية المستدامة من خلال تجربة المملكة العربية السعودية في سياق رؤية 2030 ومبادرة السعودية الخضراء؟

تندرج تحت هذا السؤال الرئيسي الأسئلة الفرعية التالية:

- ✓ ما هو الابتكار الأخضر؟ وما هي أنواعه؟
- ✓ ما المقصود بالتنمية المستدامة؟ وما هي أبعادها ومتطلباتها؟
- ✓ فيما تتمثل أهمية ودور الابتكار الأخضر في تحقيق التنمية المستدامة بأبعادها المختلفة؟
- ✓ كيف يؤثر تبني وتطبيق الابتكار الأخضر في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة بالمملكة العربية السعودية في سياق رؤية 2030ومبادرة السعودية الخضراء؟
- ✓ ما هي أبرز التحديات التي تواجه تبني وتطبيق الابتكار الأخضر في المملكة العربية السعودية؟

2. فرضيات الدراسة:

استجابة لمتطلبات الدراسة وتحقيقا لأهدافها، تقوم هذه الدراسة على الفرضيتين التاليتين:

- الفرضية الأولى: يلعب الابتكار الأخضر دورا ايجابيا في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة، حيث يساهم الابتكار الأخضر في تحسين كفاءة استخدام الموارد، خفض استهلاك الطاقة، تقليل التلوث والنفايات، خلق فرص عمل مستدامة، مع تحقيق الكفاءة التشغيلية للمؤسسات من خلال تحسين صورتها وزيادة قدرتها التنافسية.

- الفرضية الثانية: أدى تبني وتطبيق الابتكار الأخضر في المملكة العربية السعودية إلى الوصول لتحقيق بعض جوانب الاستدامة من خلال الاستخدام الفعال للموارد وذلك في سياق رؤية 2030 ومبادرة السعودية الخضراء.

3. أهمية الدراسة:

تتجلى أهمية الدراسة في كونها من الدراسات الحديثة التي تتناول متغيرات تعبر عن التوجهات الحديثة في مجال الأعمال، وهي الابتكار الأخضر ومساهمته في تحقيق التنمية المستدامة، ففي ظل الاهتمام المتزايد بالتنمية التي تأخذ في الاعتبار البيئة، الاقتصاد والمجتمع، والتوجه الجديد للمؤسسات نحو فلسفة الاستدامة التي لا يمكن من خلالها تجاهل الأجيال القادمة، تحاول هذه الدراسة تحديد مفهوم وأهمية تبني الابتكار الأخضر كمدخل حديث يستهدف تطوير حلول مبتكرة للتحديات البيئية بما يساهم في تحقيق التنمية المستدامة.

كما تم التركيز على استعراض تجربة تنموية عربية ناجحة (تجربة المملكة العربية السعودية) تحولت إلى نمط مبتكر يعتمد على استخدام الابتكار الأخضر كأداة لتحقيق الاستدامة البيئية والتنمية المستدامة من خلال دمج الابتكار الأخضر في عدة مشاريع قطاعية، وذلك في سبيل الوصول إلى انبعاث صفري للكربون فيها بحلول عام 2060، واستخدام طاقة نظيفة ومتجددة، وكذا حماية التنوع البيولوجي وحماية المناخ، الأمر الذي يحفز الدول العربية والدول النامية الأخرى في السير نحو تبني نفس السياسات الناجحة لبلوغ تنمية مستدامة.

4. أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق جملة من الأهداف أبرزها ما يلي:

- ✓ عرض الأدبيات النظرية بشكل مختصر لمواضيع الابتكار الأخضر والتنمية المستدامة؛
- ✓ التعرف على أبعاد التنمية المستدامة ومتطلباتها؛
- ✓ تسليط الضوء على أهمية ودور الابتكار الأخضر في تحقيق الاستدامة البيئية والتنمية المستدامة؛
- ✓ معرفة وعرض تجربة عربية رائدة في مجال استخدام الابتكار الأخضر كأداة لتحقيق التنمية المستدامة من أجل تبني أفضل الوسائل والإجراءات التي أثبتت فاعليتها؛
- ✓ ابراز بعض التحديات والعوائق التي تواجه تواجه تبني وتطبيق الابتكار الأخضر في المملكة العربية السعودية.

5. منهجية الدراسة وأدواتها:

تم في هذه الدراسة الاعتماد على المنهج الوصفي في بيان المفاهيم الخاصة بالابتكار الأخضر وأنواعه، وكذا التنمية المستدامة وأبعادها ومتطلباتها، بالإضافة إلى بيان دور ومساهمة الابتكار الأخضر في تحقيق التنمية المستدامة، كما تم استخدام المنهج التحليلي من خلال عرض وتحليل تجربة عربية رائدة في مجال تبني وتطبيق الابتكار الأخضر في عدة مشاريع قطاعية بالمملكة العربية السعودية مستهدفة تعزيز الاستدامة البيئية وتقليل البصمة الكربونية ودعم التحول الرقمي. وقصد الإلمام بجوانب هذه الدراسة، ارتأينا تقسيمها إلى المحاور التالية:

- ✓ المحور الأول: الإطار المفاهيمي للابتكار الأخضر.
- ✓ المحور الثاني: التنمية المستدامة: الأبعاد والمتطلبات.
- ✓ المحور الثالث: الابتكار الأخضر عامل أساسي لتحقيق الاستدامة البيئية والتنمية المستدامة.
- ✓ المحور الرابع: الابتكار الأخضر كمدخل حديث لتحقيق التنمية المستدامة: تجربة المملكة العربية السعودية.

6. الدراسات السابقة:

في إطار السعي للحصول على ما تم إجراؤه من بحوث ودراسات حول موضوع الابتكار الأخضر ودوره في تحقيق التنمية المستدامة من خلال عرض تجربة المملكة العربية السعودية، تم الحصول على مجموعة من الدراسات والتي رتبت حسب التسلسل الزمني كالآتي:

- دراسة "مناصرية أميرة ومدفوني هندة" (2024) بعنوان "الابتكار البيئي كمدخل حديث لتحقيق التنمية المستدامة في المؤسسات الجزائرية: دراسة ميدانية لمؤسسة هنكل الجزائر فرع شلغوم العيد ميلة"، مجلة المنهل الاقتصادي، المجلد 09، العدد 02، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة الوادي – الجزائر، ص ص 93-112، هدفت الدراسة إلى بيان دور ومساهمة الابتكار البيئي في تحقيق التنمية المستدامة كمدخل حديث تطبقه المؤسسات الجزائرية، حيث تم توزيع استبيان على عينة عشوائية مكونة من 80 عامل بمؤسسة هنكل الجزائر فرع شلغوم العيد بميلة، وتوصلت الدراسة إلى عدة نتائج أبرزها وجود دلالة معنوية لجميع أبعاد الابتكار البيئي في المؤسسة حيث كانت أقل من مستوى المعنوية البالغ 0.05، وهو ما يؤكد وجود أثر إيجابي لأبعاد الابتكار البيئي بأبعاده المتمثلة في الابتكار التنظيمي البيئي، الابتكار في المنتجات البيئية والابتكار في العمليات البيئية على تحقيق التنمية المستدامة، وأوصت الدراسة بضرورة ادخال وتبني الابتكار البيئي في سيرورة عمل المؤسسات الجزائرية سواء في الجانب التنظيمي أو المنتجات وعمليات تلك المؤسسات من أجل بلوغ التنمية المستدامة.
- دراسة "جياباو لين وآخرون" (2024) بعنوان "كيف يؤثر الذكاء الاصطناعي على الأداء البيئي للمنظمات؟ دور الابتكار الأخضر والثقافة الخضراء":

Jiabao Lin and al, How does artificial intelligence affect the environmental performance of organizations? The role of green innovation and green culture, Journal ofInformation & Management, Volume 61, Issue 2, March 2024, At: https://doi.org/10.1016/j.im.2024.103924

هدفت الدراسة إلى معرفة أثر الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء البيئي للشركات الزراعية الصينية، حيث أظهرت النتائج وجود أثر ايجابي للذكاء الاصطناعي ممثلا في الابتكار الأخضر للمنتجات والعمليات على الأداء البيئي لتلك الشركات، حيث تلعب الثقافة الخضراء دورا ايجابيا من خلال التخفيف من تأثير استخدام الذكاء الاصطناعي على ابتكار المنتجات الخضراء، وأيضا تعزز ايجابيا كمتغير وسيط على العلاقة بين استخدام الذكاء الاصطناعي والأداء البيئي، وتقدم هذه الدراسة رؤى جديدة حول الابتكار الأخضر المرتبط بالذكاء الاصطناعي، وأثره على الأداء البيئي لمنظمات الأعمال لتحقيق التنمية المستدامة.

- دراسة " عبد غرس مليكة" (2025) بعنوان " دور الابتكار الأخضر في تحقيق ادارة بيئية مستدامة"، مجلة الدراسات البيئية والتنمية المستدامة، المجلد 04، العدد 01، مخبر الدراسات البيئية والتنمية المستدامة بجامعة تبسة –الجزائر، ص ص 153-166، بينت هذه الدراسة الدور الهام الذي يلعبه الابتكار الأخضر في تحقيق إدارة بيئية مستدامة، حيث تم التركيز على عرض تجارب دولية ناجحة لمؤسسات وطنية وأجنبية في هذا المجال، وذلك بالاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي.وتوصلت الدراسة إلى أن المؤسسات التي تبنت الابتكار الأخضر ضمن عملها استطاعت تحقيق إدارة بيئية مستدامة من خلال التوجه نحو تفعيل دور الاقتصاد الأخضر، كما أن الابتكار الأخضر ساهم في تخفيض التكاليف التشغيلية وتحسين قدراتها التنافسية، وكذا تطوير منتجات بيئية صحية وآمنة، وأوصت الدراسة بضرورة اعتماد التكنولوجيات الخضراء كإطار يساعد تلك المؤسسات على التكيف مع التغيرات البيئية.
- دراسة "أشرف فوزي حسن" (2025) بعنوان: "السياحة الذكية والاستدامة البيئية: دراسة وصفية تحليلية في السياق السعودي المعاصر":

Ashraf Fawzy Hassan .(2025) .Smart Tourism and Environmental Sustainability: A Descriptive and Analytical Case Study of Saudi Arabia .Journal of Engineering Sciences and Information Technology (JESIT),Vol 9, Issue 3, 50-67. At: https://doi.org/10.26389/AJSRP.J070725

أوضحت الدراسة أهمية السياحة الذكية في تعزيز الاستدامة البيئية بالمملكة العربية السعودية، وذلك من خلال استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيات الحديثة لتقليل الأثر البيئي وتحسين إدارة الوجهات السياحية، وتم الاعتماد في هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لاستكشاف التكامل بين السياحة الذكية والاستدامة البيئية واقتراح آليات تطبيقية تدعم تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وتوصلت الدراسة إلى عدة نتائج أبرزها أن تطبيق السياحة الذكية يساهم في تحقيق كفاءة الموارد وحماية البيئة، وزيادة نشر الوعي البيئي لدى السياح وبالتالي توجيه سلوكهم نحو ممارسات مسؤولة، وهو ما يمثل ضرورة استراتيجية لتحقيق الاستدامة البيئية، كما أوصت الدراسة بضرورة تطوير سياسات سياحية أكثر استدامة تقوم على استخدام الذكاء الاصطناعي وانترنت الأشياء والواقع المعزز لتقديم خدمات سياحية مخصصة وفعالة.

من خلال عرضنا للدراسات السابقة التي تناولت موضوع بحثنا، يمكن القول أن هذه الدراسات كلها تناولت أحد متغيرات الدراسة، في حين تتميز الدراسة الحالية بتقديم اطار نظري وعملي متكامل من خلال تركيزها على دور الابتكار الأخضر في تحقيق التنمية المستدامة بالمملكة العربية السعودية، أي أنها تحصر مجال الدراسة في السياق السعودي المعاصر مما يثريها باستعراض أفضل الممارسات البيئية في إطار رؤية 2030ومبادرة السعودية الخضراء، حيث تسعى إلى تحقيق تحول اقتصادي واجتماعي وبيئي شامل من خلال تعزيز الابتكار الأخضر في مختلف القطاعات، مع تقديم توصيات يمكن أن تحفز الدول العربية والدول النامية الأخرى في السير نحو تبني نفس الخطط الرامية لتحقيق نمو مستدام في جميع جوانب الحياة.

وتؤكد الدراسة الحالية على أهمية اعتماد نماذج اقتصادية مبتكرة مثل الاقتصاد الدائري والتحول الرقمي والذكاء الاصطناعي، لما لها من دور في رفع كفاءة استخدام الموارد ودعم تحقيق تنمية متوازنة ومستدامة، ومن ثم لا تقتصر هذه الدراسة على طرح إطار نظري يوضح العلاقة بين الابتكار الأخضر والتنمية المستدامة، بل تتجاوز ذلك إلى اقتراح حلول تطبيقية تساعد متخذي القرار على تبني سياسات فعالة تعزز مسار التنمية المستدامة عبر الابتكار، بما ينسجم مع طموحات المؤسسات والدول لبناء مستقبل أكثر ازدهارا واستدامة.

المحور الأول: الإطار المفاهيمي للابتكار الأخضر

في ظل التحديات البيئية المتزايدة والتغيرات المناخية المتسارعة، يبرز الابتكار الأخضر كأحد الحلول الجوهرية لإعادة بناء علاقة الإنسان بالطبيعة على أسس أكثر وعيا واستدامة،فلم يعد الحفاظ على البيئة خيارا جانبيا بل أصبح ضرورة ملحة تتطلب رؤى جديدة ومقاربات ذكية توفق بين متطلبات التنمية من جهة، وحماية الموارد الطبيعية من جهة أخرى. ومن هنا يفتح الابتكار الأخضر آفاقا واسعة لتحويل الأزمات البيئية إلى فرص أعمال مبتكرة تجمع بين الكفاءة والربحية والمسؤولية المجتمعية.

أولا: مفهوم الابتكار الأخضر

ظهر هذا المفهوم كنتيجة مزيج من نظرية الابتكار التقليدية والمفهوم البيئي الأخضر، حيث يمكن تسمية الابتكار الأخضر أيضا بالابتكار البيئي والابتكار المستدام، الابتكار الايكولوجي، ويتشابه فهم الدلالة بين أنواع الابتكار الأربعة في الأوساط الأكاديمية، ولكن لا يوجد حتى الآن رأي موحد حول تعريف الابتكار الأخضر، على الرغم من أن مفاهيم الابتكار الأخضر تختلف قليلا عن بعضها البعض، إلا أنها تستند جميعها إلى تحسين البيئة. ويمكن استخدامها بالتبادل، وعلى الرغم من صعوبة تحديد تعريف موحد للابتكار الأخضر إلا أن هذه التعاريف لا تختلف كثيرا فيما بينها، وقبل التطرق لمفهومه لا بد من تعريف الابتكار.

1- تعريف الابتكار

يعرف الابتكار بأنه عملية معينة يحاول فيها الإنسان عن طريق استخدام تفكيره وقدراته العقلية وما يحيط بها من مؤثرات مختلفة وأفراد مختلفين، أن ينتج إنتاجا جديدا بالنسبة له أو بالنسبة لبيئته، على أن يكون هذا الإنتاج نافعا للمجتمع الذي يعيش فيه.(عبد الجواد، 2000، صفحة 12)

كما تعرف منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية (OCDE)الابتكار بأنه ابتكاران: الابتكار التكنولوجي للمنتج من خلال وضع فكرة أو مجموعة أفكار إبداعية وترجمتها وتسويقها في شكل منتج جديد بغرض إشباع حاجة ، أما الابتكار التكنولوجي للعملية فهو وضع أو تعديل طريقة الإنتاج داخل المؤسسة من أجل إحداث تغيير جوهري في أساليب العمل يسمح بخلق ميزة. (Gosselin, 2005, p. 4)

حسب المقاربة الشومبيتيرية (نسبة إلى J.A Schumpeter) الابتكار عبارة عن قوة إبداعية مدمرة تنحصر في النشاط الذي يقوم به المقاول بواسطة الابتكارات الجذرية التي تؤدي إلى إحداث تغييرات عميقة في الإنتاجية وتحفز النمو الاقتصادي وتحسن الرفاهية الاجتماعية، وهذا ما أكده "وليام أبرناتي" بأن الابتكار هو المحرك الرئيسي لدورة حياة الصناعة والمحفز لها في حالة الركود(Le Bas, 1995, pp. 10-14).

نستنتج من التعاريف السابقة أن الابتكار ما هو إلا إدخال أو تحسين جديد على مادة أو عملية إنتاجية أو خدمة للحصول على عائد اقتصادي وهو حالة من الحالات التالية: منتج أو عملية جديدة تماما ، تحسين منتج أو عملية موجودة في السوق أو خدمات. أما التعريف الذي نقدمه للابتكار بالاعتماد على مفهوم السوق هو قدرة المؤسسة على التوصل إلى كل ما هو جديد والذي يضِيف قيمة أكبر وأسرع من المنافسين في السوق.

2- تعريف الابتكار الأخضر

يعد الابتكار الأخضر مفهوما حديثا يستهدف تطوير حلول مبتكرة للتحديات البيئية بما يساهم في تحقيق التنمية المستدامة، وتحويل هذه التحديات إلى فرص أعمال ناجحة، فهو نهج يتبنى التقنيات والعمليات التي تقلل من الأثر البيئي، وفي الوقت نفسه ترفع من كفاءة الأداء الاقتصادي والاجتماعي.

يعرف "Chen et al" الابتكار الأخضر على أنه ابتكار في الأجهزة والبرامج التي تخص المنتجات الخضراء والذي يشمل ابتكار التقنية من أجل توفير الطاقة، منع التلوث، إعادة تدوير النفايات، تصميم المنتجات الخضراء والإدارة البيئية،كما أنه يمكن أن يظهر تأثيرات إيجابية على الأداء البيئي، فمن وجهة نظر الإدارة الاستراتيجية يساعد الابتكار الأخضر كل من المؤسسات والحكومة على تحقيق التنمية المستدامة.(كواش، 2021، صفحة 516)

ويرى "Hullavarad et al" أن الابتكار الأخضر هو خلق منتج أو تقديم خدمة من قبل المؤسسة يتناسب في عملها مع البيئة الطبيعية والاجتماعية في تكوينها واستهلاكها والتخلص منها. (عيشوش و طباخي، 2020، صفحة 93)

ويعرف الابتكار الأخضر كذلك بأنه تطوير منتج أو أسلوب عمل جديد أو عملية انتاجية بحيث تكون أقل ضررا وملائمة للبيئة، وتساهم في الحد من الأعباء البيئية، سواء ما تعلق باستنزاف الموارد الطبيعية غير المتجددة، أو ما تعلق بكيفية طرح وتسيير مخلفات العمليات الانتاجية والاستهلاكية وإعادة تدويرها.(عبد غرس، 2025، صفحة 155)

في الأخير يمكن القول أن الابتكار الأخضر يتمثل في تطوير منتجات وأساليب إنتاج تراعي حماية البيئة، وذلك من خلال استخدام مواد أولية صديقة للبيئة، وتصميم منتجات إيكولوجية تقلل من استهلاك المواد والانبعاثات الملوثة، إضافة إلى ترشيد استخدام موارد الطاقة مثل المياه والكهرباء، وتسعى المؤسسات عبر هذا المسار إلى تحقيق مواءمة بين الأهداف البيئية والابتكارية في مختلف مراحل دورة حياة المنتج أو العملية، بدءا من التصميم والتطوير مرورا بالتصنيع والتسويق ووصولا إلى إعادة التدوير، ويتم ذلك عبر تقييم مستوى تلبية المنتجات لاحتياجات المستهلكين الخضراء وتعزيز التعاون بين مختلف الوظائف داخل المؤسسة لدعم التحول الأخضر في عمليات الإنتاج، بما يساهم في نهاية المطاف في تحسين الأداء البيئي ويحافظ على القدرة التنافسية ويحقق التنمية المستدامة.

ثانيا: أنواع الابتكار الأخضر

تتمثل أنواع الابتكار الأخضر في ثلاثة عناصر هي: ابتكار منتجات، ابتكار عمليات وابتكار تنظيمي، ويمكن تقديم شرح كل نوع على حدا وفق ما يلي (بوجريو و بوراي، 2022، الصفحات 26-28):

✓ **ابتكار المنتج الأخضر**: هو الابتكار (الجذري والتحسين) حيث يشير إلى إدخال منتجات جديدة أو تحسين المنتجات القائمة بحيث تصبح أكثر ملاءمة للبيئة وأقل ضررا، ومن الأمثلة على ذلك إنتاج ورق خال من الكلور وقابل للتدوير. كما يعرف ابتكار المنتج الأخضر بأنه أي منتج يتم تصميمه وتصنيعه وفق معايير تهدف إلى حماية البيئة وتقليل استنزاف الموارد الطبيعية، مع الحفاظ على خصائص الأداء الأساسية للمنتج.

يجب على المؤسسة عند تقديمها لأحد المنتجات الخضراء الجديدة أن تراعي جانب مهم جدا ويتعلق بالمحافظة على الخصائص الأصلية للمنتج مع تمييزها، وبهذا يمكن القول أن ابتكار منتج أخضر يهدف إلى تحقيق جودة أعلى وأداء أفضل، وزيادة السلامة، أقل تكلفة، ميزة تنافسية وانخفاض تكاليف التخلص.

✓ **ابتكار العملية الخضراء**: يساهم الابتكار الأخضر في تطوير تقنيات وعمليات جديدة تكون أكثر صداقة للبيئة وأقل ضررا، مثل استخدام التكنولوجيا النظيفة أو التي تعتمد على مواد أولية وطاقة أقل في الإنتاج.

ويرتبط ابتكار العملية الخضراء بالتطور التكنولوجي باعتباره عاملا رئيسيا في تطوير المنتج، وتعد العملية نفسها أفضل مجال لتطبيق البحث والتطوير والابتكار، ويمكن دراسة وتحليل ابتكار العملية عبر أربعة مداخل تتمثل في مدخل التصميم الذي يركز على تصميم منتج وعملية جديدة تلبي احتياجات الزبائن، والمدخل الاستراتيجي الذييتم تحديده استنادا إلى قدرات المؤسسة والفرص والتهديدات في البيئة الخارجية، وكذا المدخل التكنولوجي حيث يمثل الأساس في ابتكار العملية من أجل ابتكار منتج أخضر، بالإضافة إلى المدخل المعلوماتي الذي يشير إلى أن ابتكار العملية هو نتيجة استخدام تكنولوجيا المعلومات.

✓ **الابتكار التنظيمي**: يشير"نجم عبود نجم" إلى أن الابتكار التنظيمي يلعب دورا في إدخال المفاهيم الجديدة وتطبيقاتها التي تسهم في تحسين البيئة الداخلية للمؤسسة ومن ثم تعزيز أداءها الكلي بما في ذلك الأداء البيئي.

يعرف الابتكار التنظيمي بأنه جهد طويل الأمد يهدف إلى تعزيز قدرة المؤسسة على حل المشكلات وتجديد عملياتها من خلال إحداث تطوير شامل في المناخ التنظيمي مع التركيز على زيادة فعالية فرق العمل داخلها، ويشمل ذلك الاستعانة بمستشارين أو خبراء في التغيير لإقناع أعضاء المؤسسة بالأفكار الجديدة واستغلالها بنجاح، سواء كانت هذه الأفكار مبتكرة تماما في السوق أو متعلقة بالإنتاج أو العمليات أو الإدارة. كما يتضمن الابتكار التنظيمي ابتكار تصاميم ومفاهيم وأساليب جديدة لأداء المهام، وأوضح "الكعبي" أن أي فكرة أو تحسين جوهري تقوم به المؤسسة بهدف إضافة قيمة لها سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة يعد جزءا من الابتكار التنظيمي.

ثالثا: أهمية وفوائد الابتكار الأخضر

يمكن إيجاز بعض فوائد الابتكار الأخضر فيما يلي (ونوغي و مريجة، 2020، الصفحات 154-155):

1. **على الصعيد البيئي**: تكمن أهمية الابتكار الأخضر في قدرته على تحقيق التنمية المستدامة من خلال تعزيز الاستدامة البيئية، فهو يقلل من الآثار السلبية للأنشطة البشرية على البيئة من خلال:

- ✓ يقلل من التلوث:يخفض من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ويحد من تلوث البيئة؛
- ✓ يحافظ على الموارد:يعزز الاستخدام الفعال للموارد الطبيعية مثل الطاقة والمياه، ويقلل من النفايات؛
- ✓ يعزز جودة البيئة:يحسن الجودة البيئية بشكل عام ويسهم في تحقيق مدن صديقة للبيئة.

2. **على الصعيد الاقتصادي والاجتماعي**: يمكن المؤسسات من تحسين أدائها المالي وتوفير مناصب عمل جديدة من خلال:

- ✓ يخلق فرص عمل:يساهم في توفير فرص عمل جديدة في قطاعات الاقتصاد الأخضر؛
- ✓ يحسن الأداء المالي:يساعد المؤسسات على خفض التكاليف وزيادة الإيرادات، مما يعزز قدرتها التنافسية؛
- ✓ يلبي طلبات العملاء: يسمح بتوفير منتجات وخدمات مستدامة تلبي حاجة المستهلكين المتزايدة للخيارات الصديقة للبيئة؛
- ✓ يعزز القدرة التنافسية:يمنح المؤسسات ميزة تنافسية في سوق يزداد فيه الاهتمام بالقضايا البيئية.

3.على مستوى المؤسسات: يؤدي تطبيق الابتكار الأخضر في المؤسسات إلى:

- ✓ يحسن الأداء البيئي:يساعد المؤسسات على تلبية المتطلبات والقوانين البيئية وتحسين أدائها الإداري البيئي؛
- ✓ يقلل التكاليف:يؤدي إلى زيادة الكفاءة في استخدام الموارد والطاقة، مما يقلل من تكاليف التشغيل؛
- ✓ يعزز من سمعة المؤسسة:يعكس التزام المؤسسة بالمسؤولية البيئية والاجتماعية مما يحسن سمعتها.

وعليه فإن الابتكار الأخضر يقوم بتوجيه المنتجات والعمليات نحو الاستدامة البيئية، مما يقلل من الأثر السلبي على البيئة، فهو يهدف إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد، وخفض استهلاك الطاقة، وتقليل التلوث والنفايات، وخلق فرص عمل مستدامة، مع تحقيق مكاسب اقتصادية ومالية للمؤسسات من خلال تحسين صورتها وزيادة قدرتها التنافسية.

المحور الثاني: التنمية المستدامة: الأبعاد والمتطلبات

سعت كثير من الدول إلى البحث عن تحقيق تطورها ونموها الاقتصادي من خلال التنمية الاقتصادية، ولكن التركيز على هذه الأخيرة دون التفكير في عواقبها على الجانب الاجتماعي والبيئي أدى إلى حدوث كثير من الأزمات مثل الزيادة المتنامية لاستنزاف الموارد وأنواع التلوث وتأثير ذلك على صحة ونوعية الحياة، فتغير المفهوم من التنمية الاقتصادية إلى مفهوم أوسع ألا هو التنمية المستدامة الذي يجمع بين بعدين أساسين هما التنمية كعملية للتغيير والاستدامة كبعد زمني.

أولا: التنمية المستدامة: المعنى والدلالات

برز مصطلح التنمية المستدامة كمفهوم على أكثر تقدير مع نهاية العقد الأخير من القرن العشرين عند تفاقم مشكلة التدهور البيئي مثل: الاحتباس الحراري وفقدان طبقة الأوزون، اتساع نطاق التصحر... وعلى هذا الأساس انتشر أشهر تعريف للتنمية المستدامة الذي ورد سنة 1987 في تقرير اللجنة العالمية للبيئة والتنمية المعروف بتقرير "بروندتلاند "، حيث عرف التنمية المستدامة على أنها التنمية التي تلبي وتفي باحتياجات الجيل الحالي دون الإضرار بقدرة الأجيال القادمة على الوفاء باحتياجاتها(Wackemann, 2008, p. 31). يتضح من خلال هذا التعريف أن جوهر مفهوم التنمية المستدامة هو وجوب ألا تقوض الممارسات الحالية مستويات المعيشة في المستقبل، أي ينبغي للنظم الاقتصادية الحالية أن تحافظ على الموارد والقاعدة البيئية، أو تحسنها لضمان نفس المستويات المعيشية أو مستويات أفضل للأجيال القادمة.

ويعرف "هيرمان دالي" التنمية المستدامة بأنها العملية التي يتم بمقتضاها الحفاظ على التنمية النوعية في الفترة الطويلة، والتي يصبح فيها النمو الاقتصادي مقيد بدرجة متزايدة بطاقة النظام البيئي، الاقتصادي والاجتماعي وذلك لأداء وظيفتين رئيسيتين في الأجل الطويل وهما إعادة توفير الموارد الاقتصادية والبيئية، واستيعاب فضلات النشاط البشري(مزارشي و مداني، 07 و08 أفريل 2008 ، صفحة 03). يوضح هذا التعريف أن هدف التنمية المستدامة هو تحسين في نوعية الحياة الإنسانية وقدرتها على تحمل الأنظمة البيئية.

أما البنك الدولي فيرى أن التنمية المستدامة تقوم وترتكز على تحقيق شكل مستمر من التكافؤ يضمن للأجيال القادمة نفس فرص التنمية المتاحة حاليا، وذلك من خلال الحفاظ على رأس المال الشامل أو العمل على زيادته بمرور الزمن، ويتضمن رأس المال الشامل كلا من رأس المال الصناعي (المعدات والطرق...)، رأس المال الفني (المعارف والمهارات...)، رأس المال الاجتماعي (العلاقات والمؤسسات...)، إضافة إلى رأس المال البيئي (الغابات والموارد المائية...)(تقرورت و طرشي، 07 و08 أفريل 2008، صفحة 03). يبين هذا التعريف أن العنصر الذي يحقق الاستدامة هو رأس المال اللازم والضروري لإحراز تقدم اقتصادي واجتماعي وبشري وبيئي.

نستنتج من تعاريف التنمية المستدامة بأنها تنبع أساسا من مبادئها الثلاثة والمتمثلة في تحقيق الكفاءة الاقتصادية، ضمان العدالة الاجتماعية وحماية البيئة. وهناك إجماع على أن التنمية المستدامة يتضمن مفهومها الوفاء بحاجات الحاضر دون الحد من قدرة أجيال المستقبل على الوفاء بحاجاتها، مع ضرورة وضع سياسات تركز على تنشيط النمو وتغيير نوعيته، ومعالجة مشكلات الفقر وسد حاجات الإنسان والنمو السكاني، ومع إعادة توجيه التكنولوجيا وإدارة المخاطر ودمج البيئة والاقتصاد في صنع القرار.

ثانيا: أبعاد التنمية المستدامة

تقوم التنمية المستدامة على عدة أبعادمتشابكة فيما بينها، وأن التعامل المتوازن مع هذه الأبعاد يعد شرطا رئيسيا لتحقيق تقدم فعلي نحو التنمية المستدامة المنشودة. ويمكن الإشارة هنا إلى خمسة أبعاد حاسمة ومتفاعلة هي(مصباح، 2015، الصفحات 232-234) و(مصطفى و حفظي، 2005، الصفحات 201-202):

✓ **الأبعاد الاقتصادية**: يعتبر النظام الاقتصادي مستداما عندما يتمكن من إنتاج السلع والخدمات بصورة متواصلة، ويحافظ على مستوى قابل للإدارة من التوازن الاقتصادي، مع تجنب حدوث اختلالات قد تنتج عن السياسات الاقتصادية المتبعة، كما تعني الاستدامة استمرارية وتعظيم الرفاه الاقتصادي لأطول فترة ممكنة، وتمثل العناصر التالية محور البعد الاقتصادي للتنمية المستدامة:تحقيق الإنصاف بين سكان العالم في استغلال الموارد، إيقاف تبديد الموارد، تقليص تبعية البلدان النامية للبلدان المتقدمة، الحد من التفاوت في المداخيل، المساواة في توزيع الموارد، مسؤولية البلدان المتقدمة عن التلوث وعن معالجته.

✓ **الأبعاد الاجتماعية**: إن تحقيق الأبعاد الاجتماعية للتنمية المستدامة يقوم على فكرة تنمية البشر من خلال الارتكاز على المشاركة الشعبية عن طريق إشراك الناس في تخطيط وصنع القرارات من جهة ثم المساهمة في تنفيذها من جهة أخرى، وضمان تحقيق الحاجات الأساسية من تعليم، رعاية صحية وفرص عمل ملائمة لكل أفراد المجتمع، وأيضا تحقيق العدالة الاجتماعية بين أفراد الجيل الحالي، ثم بين أفراد الجيل الحالي والمستقبلي، بالإضافة إلى الحفاظ على تثبيت واستقرار النمو الديموغرافي لأن الارتفاع المتسارع في عدد السكان يفرض ضغوطا كبيرة على الموارد الطبيعية، ويحد من قدرة الدول على توفير الخدمات الأساسية لأفراد المجتمع.

✓ **الأبعاد البيئية**: إن الاستدامة من المنظور البيئي تعني دائما المحافظة على قاعدة ثابتة من الموارد الطبيعية تتجنب الاستنزاف الزائد للموارد المتجددة وغير المتجددة، ويتضمن ذلك حماية التنوع الحيوي والاتزان الجوي وإنتاجية التربة. ويتمحور البعد البيئي حول مجموعة من العناصر تتمثل في: الاهتمام بالتنوع البيولوجي الذي يشمل البشر ، النباتات، الحيوانات، الغابات... وحماية الموارد المكتشفة والكامنة كالطاقة بمختلف أشكالها ومصادرها الناضبة والقابلة للتجدد، ومعالجة التلوث الذي تتعرض له البيئة خاصة المياه، الهواء، الأراضي وكل ما يحيط بالإنسان، وكذلك حماية المناخ من ظاهرة الاحتباس الحراري والحد من انجراف التربة وتدمير الغطاء النباتي، وفي الأخير تبني كافة الإجراءات التي تحد من استخدام المبيدات الحشرية، ومن الضغوطات البشرية التي تضر بالتنوع والإنتاجية البيولوجية.

✓ **الأبعاد السياسية**: لقد تزامن الاهتمام بقضايا البيئة مع التغير السياسي الذي شهده المعسكر الشرقي، حيث أكد البيان الصادر عن مؤتمر الأمن والتعاون الأوروبي، الذي أعلن عن نهاية الحرب الباردة في نوفمبر 1990 على أن انتهاء هذه الحرب سوف يؤدي إلى نقل بؤرة الاهتمام المشترك إلى ضرورة إحداث تغيرات اقتصادية واجتماعية وسياسية من أجل تحقيق التنمية المستدامة ومواجهة المشاكل البيئية. وترتقي التنمية المستدامة في الجانب السياسي إلى الحث على نشر مبادئ الحكم الراشد الذي يعيد الاعتبار للجماعات المهمشة ويسمح باندماجها في الفضاء السياسي، كما تدعو التنمية المستدامة إلى احترام حقوق الإنسان وفقا لمبادئ منظمة الأمم المتحدة (الحق في بيئة سليمة، الحق في تغذية سليمة وكافية، الحق في التعليم...).

✓ **الأبعاد التكنولوجية**: يعد البعد التكنولوجي ركيزة أساسية في تحقيق التنمية المستدامة، حيث يرجع التلوث البيئي في معظم الحالات إلى استخدام تكنولوجيات غير كفؤة أو لعمليات تجديد تفتقر إلى الرقابة الكافية، ومن هذا المنطلق تهدف التنمية المستدامة إلى الانتقال والتحول إلى استخدام تكنولوجيات أنظف وأكثر كفاءة،حيث تساهم هذه الأخيرة في التقليل من استهلاك الطاقة والمياه وغيرها من الموارد الطبيعية إلى الحد الأدنى، وتقليل التلوث في المقام الأول، كما تعيد تدوير النفايات داخليا مع المحافظة على التكنولوجيات التقليدية التي تفي بهذه المعايير، بالإضافة إلى الاعتماد على التكنولوجيات المحسنة والتي تستعمل الطاقة المتجددة بدلا من المحروقات بغرض الحد من ظاهرة انبعاث الغازات والتخلص من المواد الكيميائية المهددة للبيئة.

إن تحقيق هدف التنمية المستدامة يحتاج إلى إحراز تقدم متزامن في الأبعاد السالف ذكرها، ويكون هناك ارتباط بين هذه الأبعاد لأن الإجراءات التي تتخذ في إحداها من شأنها تعزيز الأهداف في بعضها الآخر. ويمكننا بيان تكامل أبعاد التنمية المستدامة في سبع قضايا تنموية هامة تمثل الأهداف الرئيسية لتحقيق التنمية المستدامة من خلال الجدول التالي:

الجدول رقم (1): تكامل أبعاد التنمية المستدامة في سبع قضايا تنموية هامة

القضية	الاستدامة الاقتصادية	الاستدامة الاجتماعية	الاستدامة البيئية
المياه	ضمان إمداد كاف ورفع كفاءة استخدام المياه في التنمية الزراعية والصناعية والحضرية والريفية.	تأمين الحصول على المياه النظيفة الكافية للاستعمال المنزلي والزراعة الصغيرة للأغلبية الفقيرة.	ضمان الحماية الكافية للمجمعات المائية والمياه الجوفية وموارد المياه العذبة وأنظمتها الإيكولوجية.
الغذاء	رفع الإنتاجية الزراعية والإنتاج ككل من أجل تحقيق الأمن الغذائي والتصدير للأسواق الخارجية.	زيادة الإنتاجية وأرباح الزراعة المنزلية مع ضمان تحقيق الأمن الغذائي للأسرة المنتجة.	ضمان استدامة الاستخدام والمحافظة على الأراضي والغابات والمياه والحياة البرية والبحرية.
الصحة	رفع مستويات انتاجية العامل عبر توفير الرعاية الصحية والوقائية وتحسين الصحة والسلامة في بيئة العمل.	فرض معايير للهواء والماء والضوضاء لحماية صحة البشر وضمان الرعاية الصحية الأولية للأغلبية الفقيرة.	ضمان الحماية الكافية للموارد البيولوجية العذبة والأنظمة الإيكولوجية الداعمة للحياة.
المأوى والخدمات	ضمان الإمداد الكافي والاستخدام الكفء لمواد البناء وشبكة الطرق والمواصلات.	ضمان توفير سكن ملائم بسعر مناسب، بالإضافة إلى توفير خدمات الصرف الصحي والمواصلات للأسر الفقيرة.	ضمان استدامة الاستخدام للأراضي والغابات ومصادر الطاقة والموارد الطبيعية.
الطاقة	ضمان الإمداد الكافي والاستخدام الكفء للطاقة في مجال التنمية الصناعية والمواصلات والاستعمال المنزلي.	ضمان الحصول على الطاقة الكافية للأغلبية الفقيرة خاصة بدائل الوقود الخشبي وتعميم الكهرباء.	خفض الآثار البيئية للوقود الأحفوري على النطاق المحلي والإقليمي والعالمي والتوسع في تنمية واستعمال الغابات والبدائل المتجددة الأخرى.
التعليم	توفير كوادر وكفاءات بشرية لكل القطاعات الاقتصادية الرئيسية.	ضمان توفير التعليم لجميع أفراد المجتمع من أجل حياة صحية سليمة ومنتجة.	دمج مختلف القضايا المتعلقة بالبيئة ضمن المعلومات العامة والمناهج التعليمية في الجامعات والمدارس.
الدخل	تحقيق الكفاءة الاقتصادية وزيادة النمو وتوسيع فرص الشغل في القطاع الرسمي.	دعم المشاريع الصغيرة وخلق الوظائف للفئات الفقيرة في القطاع غير الرسمي.	ضمان الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية اللازمة للنمو الاقتصادي في كل من القطاعين الرسمي وغير الرسمي.

المصدر: (الرسول، 2007، الصفحات 90-91)

من الجدول أعلاه نستنتج بأن التنمية المستدامة تسعى على أكثر من بعد إلى تحسين ظروف المعيشة، والرقي بالفرد والمجتمع إلى مستويات عليا من الرضا والإشباع المادي والمعنوي عن طريق عقلنة استغلال الموارد وإحلال استخدام الموارد المتجددة بدلا من غير المتجددة، والعمل على تحقيق التوازن البيئي والمساواة في توزيع عوائد النمو تحقيقا للعدالة، وبالنظر إلى هذه الجوانب فالتنمية المستدامة مفهوم واسع يشمل كل ميادين الإصلاح الاقتصادي، الاجتماعي، البيئي، السياسي والتكنولوجي، وتهدف بالخصوص إلى تحقيق حياة الرفاهية لأجيال الحاضر، وضمان الحياة الكريمة للأجيال القادمة مع حماية البيئة واستغلال الموارد البيئية بشكل عقلاني.

ثالثا: متطلبات التنمية المستدامة

يمكن حصر المتطلبات العامة للتنمية المستدامة فيما يلي(مركز الانتاج الاعلامي بجدة، 2006، الصفحات 40-41):

- ✓ القصد في استهلاك الثروات والموارد الطبيعية: يكون ذلك عن طريق تحديد وحصر الثروات والموارد الطبيعية المتاحة حاليا، وتقدير ما قد يتوفر منها في المستقبل؛
- ✓ تلبية الاحتياجات البشرية مع ترشيد الإستهلاك: تحديد كل احتياجات السكان الحالية والمستقبلية في الدولة وأولوياتها؛

✓ الاهتمام بالتنمية البشرية في المجتمع: السعي لبناء مجتمع يقوم على المعرفة يتضمن تعزيز التنمية البشرية، مع توفير مصادر المعرفة والمعلومات وطرق التعلم وتشجيع الابتكار واستغلال الطاقات البشرية المحلية؛

✓ حوكمة التنمية الاقتصادية: اعتماد برامج اقتصادية قائمة على المعرفة؛

✓ المحافظة على البيئة:العناية بالبيئة العامة والخاصة عن طريق العمل على نشر الوعي البيئي بين أفراد المجتمع للحفاظ عليها، مع ادراك أن سلامة البيئة العامة تؤثر بشكل مباشر على البيئة الخاصة؛

✓ الشراكة في العلاقات المحلية والخارجية: تعزيز وترقية علاقات التعاون وتبادل المعلومات داخل الدولة، وتطوير التبادل المعرفي مع الخارج بدءا بالمناطق ذات الخصائص والطبيعة المتشابهة؛

✓ ضرورة استخدام تكنولوجيا نظيفة لا تدمر البيئة وتستحدث بدائل للموارد القابلة للنضوب، وتبحث باستمرار عن حلول جديدة ذات قبول اجتماعي واقتصادي.

تلك المتطلبات تمثل الإطار العام لعملية التنمية المستدامة، ويلزم تسييرها وفق المنظومة الحضارية للبلد الذي تجري فيه جهود التنمية، حيث تتأثر تلك المتطلبات بطبيعة البلد الحضارية والثقافية والفكرية.

المحور الثالث: الابتكار الأخضر عامل أساسي لتحقيق الاستدامة البيئية والتنمية المستدامة

تعد الابتكارات الخضراء عاملا محوريا في تعزيز وتفعيل النمو الأخضر، حيث تمثل الطريق الأساسي لتحقيق التنمية المستدامة وضمان الاستدامة البيئية للمؤسسات، فهي تمكن هذه الأخيرة من تعزيز ميزتها التنافسية بالمقارنة مع المؤسسات الأخرى هذا من جهة، ومن جهة أخرى أصبح الابتكار الأخضر أكثر أهمية للمؤسسات وذلك نتيجة ارتفاع الوعي البيئي لدى المستهلكين الذين أصبحوا يفضلون شراء المنتجات الخالية من المواد الضارة والسامة(ونوغي و مريجة، 2020، صفحة 162). لذلك يعتبر الاعتماد على الابتكار الأخضر من أفضل الطرق لتحسين أداء الادارة البيئية لهذه المؤسسات، وبالتالي تلبية متطلبات اللوائح البيئية، وقد أثبتت التقارير أن المؤسسات المبتكرة الخضراء هي التي تهتم بعملية التغيير والتطوير المستمر وتساهم في تحقيق تطورات خضراء ملموسة.

أولا: القوى المحركة للابتكار الأخضر ودورها في تحقيق التنمية المستدامة

بالرجوع إلى تعريف الابتكار الأخضر والتنمية المستدامة، نستخلص أن الابتكار الأخضر والتنمية المستدامة لهما نفس البعد البيئي والتكنولوجي، فالابتكار الأخضر يهدف للحفاظ على البيئة من خلال استخدام تقنيات وأساليب تكنولوجية تكون أكثر نقاء ولا تضر بالبيئة، بينما التنمية المستدامة تسعى إلى حماية البيئة من خلال ادراج البعد التكنولوجي والبيئي، وهو ما يعني أن تطبيق المؤسسات للابتكار الأخضر يؤدي إلى تحقيق عملية التنمية المستدامة.

بشكل عام يسهم الابتكار الأخضر في تحقيق قيمة مضافة للتنمية المستدامة عن طريق مجموعة من القوى المحركة يمكن ذكرها وفق ما يلي(مناصرية و مدفوني، 2024، الصفحات 100-101):

- **القوى المحركة 1: الدخول إلى أسواق جديدة وناشئة:** تتزايد متطلبات السوق بشكل ملحوظ من أجل ايجاد حلول مبتكرة صديقة للبيئة في مختلف القطاعات، حيث توضح العديد من الأمثلة كيف تستطيع المؤسسات ولوج قطاعات سوقية جديدة،بدءا من المستهلكين محدودي الدخل وصولا إلى المستهلك النهائي ذو الدخل المرتفع، أو خدمة سلاسل التوريد الكبرى وتلبيتها للطلبيات غير المستغلة في المجالات التي تفتقر إلى الحلول المسبقة في السوق.

- **القوى المحركة 2:زيادة الأرباح إلى جانب سلسلة القيمة:** يجب النظر في جميع مراحل العمل وسلسلة قيمة المؤسسة لتحقيق استفادة قصوى من برنامج الابتكار الأخضر بهدف تحديد فرص التحسين وتقليل المخاطر، ومن خلال العمل على تقديم حلول مشتركة تمتاز بقيمة تجارية وبيئية واجتماعية أفضل، تتحقق القيمة والمكاسب في المؤسسة عبر زيادة استخدام المواد بشكل فعال أو تحسين كفاءة الإنتاج أو التقليل من النفايات واستغلال قنوات التوزيع بشكل أمثل،وتقليل مدة الإنتاج أو من خلال أدوات تجمع بين هذه الحلول كافة.

- **القوى المحركة 3:جذب الاستثمار**: تزداد الفرص المالية المتاحة أمام المؤسسات التي تعتمد برامج الابتكار الأخضر، حيث تعتبر أدوات شراء القيم العالمية والارتباط مع هذه المؤسسات مؤشرا على ذلك، كما ترغب البنوك وجهات الاستثمار طويلة الأجل مثل صناديق المعاشات التقاعدية على الاستثمار بشكل متزايد في المؤسسات التي تظهر مرونة عالية وقدرة على النجاح في المدى البعيد، وفي الأسواق الناشئة توفر البنوك خيارات استثمارية كثيرة بناء على مبادرات الاستدامة التي تقدمها هذه المؤسسات.

- **القوى المحركة 4:تصدر قائمة الالتزام بالمعايير واللوائح التنظيمية**: تتزايد صرامة المعايير واللوائح التنظيمية في مجال السياسة البيئية مع ارتفاع الحاجة إلى الاستدامة، فمثلا المؤسسات التي تعتمد برامج الابتكار الأخضر غالبا ما تتصدر قوائم الالتزام بالمتطلبات التنظيمية وهذا يمنحها ميزة تنافسية، فالالتزام بالقوانين يمكن هذه المؤسسات من التنبؤ بالتغيرات المستقبلية ومن ثم الابتكار بالاستعانة بالمواد المناسبة وتبني التقنيات التكنولوجية والحلول الجديدة التي تم اختبارها،حيث غالبا ما يزيد استمرار الابتكار من مسؤوليتها اتجاه الوفاء بالمتطلبات الصارمة.

تساعد هذه القوى المحركة المؤسسات من مواجهة التحديات الصناعية وبناء سلاسل توريد أكثر مرونة، والاستفادة من المزايا التنافسية في السوق مقارنة بمنافسيها، كما يستفيد عملاء هذه المؤسسات من تعزيز القيمة عبر عدة عوامل مثل: تقديم منتجات ذات جودة عالية ومعمرة، واكتساب قدرات وظيفية جديدة، بالإضافة إلى تقديم أسعار أكثر جاذبية، مما يؤدي في الأخير إلى تحسين الأداء الكلي للمؤسسة بما يشمل أداؤها البيئي، ويسهم في تحقيق التنمية المستدامة.

ثانيا: دور عناصر الابتكار الأخضر في تحقيق التنمية المستدامة

إن وجود نظام للابتكار الأخضر ضمن نظام الأداء البيئي داخل المؤسسة من شأنه أن يساهم في حماية البيئة، وبالتالي المساهمة في تحقيق التنمية المستدامة، ويتم ذلك من خلال: (جودي و جودي، 2021، الصفحات 350-351):

1- مساهمة المنتجات الخضراء:

المنتج الأخضر هو ذلك المنتج الذي يستهلك مواد أولية قابلة للتجدد، وهو ذلك المنتج الذي يخلف بقايا انتاجية بالإمكان اعادة تدويرها، وهو منتج ليس له آثار سلبية على المستهلك. إن استثمار المؤسسات في عناصر انتاج هذا الصنف من المنتجات من خلال تعديل المواد الأولية التي تدخل في تكوينه مثلا سيساهم في تحقيق التنمية المستدامة من خلال المحافظة والاستخدام العقلاني للمواد الأولية التي تدخل في انتاجه ذلك أن هذا المنتج يستهلك مواد قليلة، كذلك بقايا هذا المنتج بالإمكان اعادة تدويرها، كما أن انتاج هذه المنتجات يكون باستهلاك طاقة أقل، وأن هذا المنتج ليس لو آثار سلبية على مستهلكيه أو مستعمليه.

2- مساهمة العمليات الخضراء:

الاستثمار في العمليات أو في الآلات الانتاجية الخضراء من خلال اقتناء المؤسسة لهذا النوع من الآلات يمكن من تقليل استهلاك طاقة تشغيل الآلات أو العمليات، حيث أن الآلات الخضراء الصديقة للبيئة هي تلك الآلات التي تشتغل بطاقة أقل، عكس الآلات الأخرى والتي كانت تشتغل بمعدل أكبر من معدل تجديد هذه الطاقة.

كذلك العمليات الانتاجية التقليدية لها آثار سلبية على البيئة بمختلف مكوناتها وخاصة البشرية، لذا الاستثمار في العمليات الخضراء يساهم في تحقيق التنمية المستدامة من خلال استهلاك أقل لطاقة تشغيل العمليات هذا من جهة، ومن جهة أخرى نجد أن هذه العمليات ليس لها آثار سلبية على البيئة بمعنى أنها لا تلوث البيئة، فهذه العمليات تساهم في الحد من الآثار السلبية على البيئة والتي في مقدمتها التلوث، الذي يعتبر ظاهرة اقتصادية من المقام الأول، ذلك أن الأضرار الناجمة عنه تؤثر سلبيا على الموارد الاقتصادية للمجتمع وكذا على مستوى رفاهية الأفراد.

3- مساهمة الابتكار التنظيمي الأخضر:

يساهم الابتكار التنظيمي الأخضر هو الآخر في تحقيق التنمية المستدامة وذلك من خلال نشر مسؤولي المؤسسة لثقافة ولسياسة هدفها المحافظة على البيئة، والتشجيع على التنفيذ الناجح للأفكار الابداعية في استخدام أصول ومواد أولية صديقة للبيئة في العملية

الانتاجية، والتشجيع على تطبيق أفكار جديدة خاصة بطرق العمل مثلا، كذلك من خلال تشجيع المسيرين على اقتناء آلات صديقة للبيئة، ووضع قوانين تؤكد على ضرورة تحقيق معاملة متساوية بين جميع الأفراد، كل هذا من شأنه أن يساهم في تحقيق قيمة مضافة للمؤسسة وللبيئة المتواجدة فيها.

وتشير دراسات سابقة إلى أن المؤسسات التي تهتم بجودة المنتجات الخضراء والعمليات الخضراء من خلال الابتكار، وكذا إدماج مسائل الاستدامة البيئية في أنشطتها التجارية وتطوير المنتجات، بالإضافة إلى تبني الممارسات التنظيمية الاستباقية في مجال عملها تحقق زيادة في الأداء البيئي لاكتساب ميزة تنافسية، فالابتكار الأخضر يعد من الأدوات الرئيسية التي تعتمدها المؤسسات لتعزيز أدائها البيئي وكسب ثقة وولاء أصحاب المصالح، وهذا ما أشار إليه "كاريون فلوريس وإنيس" إلى أن الابتكار الأخضر يحفز الطلب على تحسين الأداء البيئي، ويرتبط ارتباطا وثيقا بالإدارة البيئية المؤسسية وتحقيق الأهداف الإيكولوجية. (بوطرفة و فرحي، 2020، صفحة 249).

بشكل عام يساهم الابتكار الأخضر في تحقيق التنمية المستدامة من خلال توجيه المؤسسة اهتمامها على تحسين أساليب الوقاية ومعالجة عناصر التلوث بهدف الحد من آثارها على البيئة، وبالتالي تخفيض التكلفة التي تمثل عنصرا مؤثرا في تحديد سعر تكلفة الإنتاج، والتي على أساسها يحدد سعر البيع، وكلما انخفضت هذه التكلفة انخفض سعر البيع وبالتالي أصبح بإمكان الفرد اقتناء منتجات المؤسسة وبالتالي المساهمة في تحقيق التنمية المستدامة من خلال تلبية تسهيل الفرد اقتناء منتجاته.

ثالثا: استخدام الذكاء الاصطناعي الأخضر لتحقيق التنمية المستدامة

يعد الذكاء الاصطناعي واحدا من العلوم التقنية الحديثة التي اتجهت نحوها منظمات الأعمال، وذلك من خلال توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي والاستفادة منها، والتي تعمل بدورها على زيادة كفاءة أداءها وتحقيق أهدافها الاستراتيجية وتقويم الممارسات الإدارية وترشيدها نحو مواطن التحسين والتطوير بما يحقق فاعلية الأداء في الوقت الحاضر والمستقبل.

وقد صرح المدير التنفيذي لشركة Google "سوندار بيتشاي" بأن الذكاء الاصطناعي يمثل أحد أهم المجالات التي يعمل عليها البشر، إذ يمكن الاعتماد عليه في خلق القيمة واستغلال الفرص المتاحة بما في ذلك المسؤولية اتجاه البيئة، وهذا لأنه يعرض طرقا مبتكرة لتوفير الطاقة وتقليل الانبعاثات من خلال المراقبة الذكية والتحسين الذكي والتحكم التلقائي، مما يمهد الطريق نحو تشكيل مستقبل الذكاء الاصطناعي الأخضر بهدف تحقيق الاستدامة البيئية،ويمكن ادماج الذكاء الاصطناعي في المنتجات الخضراء، وتعميقه في العمليات الإنتاجية من زيادة كفاءة الإنتاج وتسريع وتيرة تطويره، والمساهمة في تقليل هدر الموارد عبر التنبؤ الذكي والتشخيص والتنبيه المبكر، مما يحقق عمليات انتاج خضراء ذكية تؤدي إلى تحقيق الفوائد البيئية والتنمية المستدامة(حمودة و مقداد، 2024، صفحة 155).

تأسيسا على ذلك تبين أن الذكاء الاصطناعي له القدرة على رفع وتحسين الكفاءة بنسبة 15-25% في العمليات التي يتم تنفيذها بفضل قدرته على توفير بيانات بيئية شاملة تعزز من قدرات اتخاذ القرار، إذ تتيح تقنيات الذكاء الاصطناعي تسهيل عملية المراقبة والتحليل والإدارة في الوقت الحقيقي، كما تزود المؤسسات بأدوات تكنولوجية متقدمة وتوجهها نحو تحقيق الاستدامة البيئية لاسيما في التنبؤ بانبعاثات التلوث. وفيما يلي عرض لبعض المنصات الرقمية البارزة التي تسهم في تحقيق الاستدامة البيئية عبر استخدام الذكاء الاصطناعي:

الجدول رقم (2): استخدامات الذكاء الاصطناعي في منصات تحقيق الاستدامة البيئية

استخدامات الذكاء الاصطناعي	دور المنصات في تحقيق الاستدامة البيئية
منصة **NIVIDA Green GPU**	توفر هذه المنصة امكانيات كبيرة لتوفير الطاقة من خلال دمج ميزات الأجهزة المتخصصة والوثائق الشاملة مع استراتيجيات ادارة الطاقة المتقدمة وتصميم فعال للطاقة، حيث تحقق المنصة وفورات ملحوظة في استهلاك الطاقة من خلال تقنيات مثل NVLink ، ووحدات معالجة الرسوميات المتعددة، مما يتيح نقل البيانات بكفاءة وفعالية أعلى، واستخدام الموارد في مراكز البيانات بشكل أمثل، مع الحفاظ على قدرات الحوسبة عالية الأداء، مما يسهم في خفض الاستهلاك الكهربائي بـــ 50%، وتقليل الأثر البيئي.
منصة**Google AL** للاستدامة	توفر المنصة مجموعة شاملة من الأدوات والموارد التي تساعد على تقدير البصمة الكربونية، وتقديم توصيات حول استخدام الأجهزة الصديقة للبيئة، مما يؤدي إلى تقليل البصمة الكربونية بنسبة 40%.
منصة**Microsoft Azure ML**	تعمل المنصة على تقديم رؤى حديثة حول الاستدامة، حيث تتكامل بسلاسة مع نظام Azure البيئي، كما تقدم نماذج مرنة قابلة للتطبيق في السيناريوهات التي تتطلب تحسين الأداء.
خدمة**Amazon Sage Maker Green inference**	تؤدي هذه الخدمة إلى خفض استهلاك الطاقة وتقليل الأثر البيئي عبر تحسين عملية الاستدلال المستخدمة في اجرء التنبؤات في الوقت الفعلي ومعالجة البيانات الضخمة.
مجموعة**IBM Maximo Asset Efficiency**	تمثل هذه المجموعة حلا برمجيا متكاملا مصمما بغية تعزيز أداء الأصول والكفاءة التشغيلية، مع دعم الاستدامة عبر مختلف الصناعات من خلال تقليل الأثر البيئي في بنيتها التحتية ومراقبة تحسين أداء المعدات باستمرار.
بنية **Tancent Green AI** التحتية	تهدف هذه البنية إلى خفض استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل انبعاثات الكربون من خلال استخدام أجهزة فعالة وخوارزميات مبتكرة وممارسات مستدامة في مراكز البيانات، مع تخصيص الموارد بشكل مسؤول عبر تقديم توصيات حول الأجهزة الصديقة للبيئة.

المصدر:(حمودة و مقداد، 2024، صفحة 156).

من الجدول أعلاه نستنتج أن الذكاء الاصطناعي الأخضر يسهم في الحفاظ على سلامة البيئة الحيوية عبر تقليل استهلاك الطاقة والموارد وخفض توليد النفايات والتلوث، فضلا عن تقليل التأثيرات السلبية على النظم الايكولوجية والأرض والماء والهواء... وتنعكس هذه المساهمة بشكل ايجابي على أداء المؤسسة، والمحافظة على سمعتها وتحقيق الاستخدام الأمثل للمواد الأولية، وذلك من خلال إمكانية تجديد أو اعادة استخدام المنتجات الصديقة للبيئة، وبالتالي تحقيق مستوى عال من الكفاءة البيئية التي تسهم في خلق القيمة وتحسين جودة الحياة وحفظ البيئة، والارتقاء بجودة السلع والخدمات ودعم الاستهلاك المستدام وتحسين العمليات والإنتاجية.

رابعا: دور الابتكار الأخضر في تحقيق الاستدامة الاجتماعية

إن الاستدامة الاجتماعية هي نتيجة مباشرة للابتكار الأخضر أو غير مباشرة من خلال تحقيق هذا الأخير لهدفي الاستدامة البيئية والاقتصادية، والمؤسسات التي تهتم بالابتكار الأخضر لها القدرة على خلق الثروة وتحقيق الربحية، الأمر الذي يجعلها مؤهلة لتوفير مناصب عمل للمختصين في الابتكار الأخضر أو غيرها من المناصب، وبالتالي المساهمة في تحقيق هدف القضاء على الفقر والجوع، كما أن اهتمام المؤسسات بالعمليات الخضراء يساهم في تحسين جودة حياة الموظفين وتوفير بيئة عمل آمنة وصحية، بالإضافة إلى شعور الأفراد أنهم يعيشون في بيئة مستدامة مع ظروف اقتصادية جيدة، يشجعهم على المساهمة في بناء المؤسسات القوية، وعلى سبيل المثال تساهم شركة "تسلا" في تحقيق هدف مجتمعات محلية ومدن مستدامة، وذلك من خلال حلولها الابتكارية التي تساهم في تقليل تلوث الهواء في المدن، وتوفير حلول نقل مبتكرة وصديقة للبيئة(عبد اللوش و شاطر، 11 فيفري 2025، صفحة 15).

من التحليل السابق نستنتج أن الابتكار الأخضر يلعب دورا مهما في تعزيز الاستدامة البيئية وتحقيق التنمية المستدامة بأبعادها المختلفة وذلك من خلال:

- ✓ حماية البيئة:يساعد في معالجة المشاكل البيئية مثل التلوث، وتقليل النفايات، وخفض انبعاثات الكربون؛

✓ كفاءة الموارد:يحسن إنتاجية الموارد ويقلل من استهلاك الطاقة والمياه، مما يساهم في الحفاظ على البيئة والحد من تدهوره؛

✓ النمو الاقتصادي:يخلق فرص عمل جديدة في قطاعات الاقتصاد الأخضر ويفتح أسواقا جديدة، مما يعزز التنافسية الاقتصادية ويقلل التكاليف التشغيلية على المدى الطويل؛

✓ الاستدامة الاجتماعية: يساهم في تحسين جودة الحياة والرفاهية بتوفير بيئة صحية وآمنة، ويساعد في مكافحة الفقر والجوع؛

✓ زيادة القدرة التنافسية:يساعد المؤسسات على التكيف مع التغيرات المناخية ويوفر لها ميزة تنافسية، خاصة من خلال الابتكار في المنتجات والعمليات والتقنيات.

المحور الرابع: الابتكار الأخضر كمدخل حديث لتحقيق التنمية المستدامة: تجربة المملكة العربية السعودية

تعتبر المملكة العربية السعودية نموذجا اقليميا في تحقيق التنمية المستدامة، خاصة مع إطلاق رؤية 2030(المنصة الحكومية السعودية، 2025) التي ترتكز على تنويع الاقتصاد الوطني، تعزيز كفاءة الموارد، وتحقيق التوازن بين الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. وتتميز المملكة العربية السعودية باقتصاد قوي ومتين، نظرا لموقعها الجغرافي الاستراتيجي الذي يسمح لها بسهولة الوصول إلى أسواق التصدير، وتتصدر المملكة دول العالم في احتياطي النفط وإنتاجه وتصديره، إذ تمتلك حوالي 25% من إجمالي الاحتياطي العالمي، وقد أكدت رؤية المملكة 2030 على أهمية توفير طاقة نظيفة بأسعار مدروسة، دعم الصناعات والابتكار وتطوير البنية التحتية، إضافة إلى تنويع مصادر المياه النظيفة، والعمل على إنشاء مدن ومجتمعات محلية مستدامة.

اعتمدت رؤية المملكة 2030 مجموعة واسعة من البرامج والمبادرات والمشروعات الهادفة إلى تعزيز جهود تحقيق التنمية المستدامة، والتي منها "مبادرة السعودية الخضراء" التي انطلقت في 2021 (Saudi Green Initiatives, 2024) ، حيث تهدف هذه المبادرة إلى دعم جهود حماية البيئة، وتسريع اعتماد مصادر الطاقة المتجددة، والحد من الانبعاثات الكربونية، خاصة وأن النظام البيئي في المملكة العربية السعودية يواجه تحديات بيئية كبيرة نتيجة مناخها الجاف وندرة الموارد المائية، حيث يعتبر التغير المناخي وزيادة درجات الحرارة من أبرز هذه التحديات، مما يؤثر سلبا على القدرة الإنتاجية للمشاريع، كما أن ارتفاع درجة الحرارة يؤثر على الصحة العامة مما يؤدي إلى زيادة حالات الأمراض المرتبطة بالحرارة والأمراض التنفسية.

وفي هذا السياق يمكن استخدام الابتكار الأخضر كآلية لتحقيق التنمية المستدامة في المملكة العربية السعودية من خلال خفض الانبعاثات، تحسين جودة الهواء، تعزيز كفاءة استخدام الطاقة، إعادة تدوير النفايات وتنويع الاقتصاد، حيث يعد الابتكار الأخضر جزءا أساسيا من مبادرة السعودية الخضراء ورؤية 2030 لتحقيق التنمية الشاملة والمستدامة.

أولا: مبادرة السعودية الخضراء التي تدعم الابتكار الأخضر

تعد "مبادرة السعودية الخضراء"مبادرة وطنية أعلن عنها ولي العهد السعودي الأمير "محمد بن سلمان"في 27 مارس 2021، وتهدف إلى زيادة الغطاء النباتي، وخفض الانبعاثات الكربونية، ومكافحة التلوث وتدهور الأراضي، والمحافظة على الحياة البرية.وبناء على معطيات المبادرة التي تمثل نهجا استباقي المعالجة آثار التغير المناخي، تلتزم السعودية بإعادة تأهيل 40 مليون هكتار من الأراضي وزراعة 10 مليارات شجرة في مختلف مناطق البلاد، اضافة إلى توليد 50% من الكهرباء من مصادر متجددة بحلول عام 2030(الموسوعة الحرة ويكيبيديا، 2025).

تهدف مبادرة السعودية الخضراء إلى بناء مستقبل أخضر مستدام من خلال تنفيذ خطة ترتكز على ثلاثة محاور رئيسية: تقليل الانبعاثات الكربونية بشكل كبير، توسيع الرقعة الخضراء عبر التشجير واستصلاح الأراضي، والمحافظة على التنوع البيولوجي من خلال حماية المناطق البرية والبحرية. ومنذ انطلاقها حققت المبادرة إنجازات ملموسة بتنفيذ أكثر من 80 مشروعا بيئيا لدفع عجلة النمو المستدام، باستثمارات تتجاوز قيمتها 700 مليار ريال(رؤية السعودية 2030، 2024)، وقد حولت المملكة التزاماتها إلى خطوات عملية من خلال توحيد جهود القطاعين الحكومي والخاص،وتعزيز فرص التعاون والابتكار، فيما تمضي بخطى ثابتة نحو تحقيق أهدافها المناخية الوطنية ودعم الأهداف العالمية في هذا المجال.

وشملت الابتكارات الخضراء قطاعات البيئة والطاقة والمياه والزراعة حيث تسعى إلى تحقيق أهداف الاستدامة في المملكة العربية السعودية من خلال(الابتكار البيئي في المملكة العربية السعودية، 2025):

✓ **مشروع محطة دومة الجندل:** يقع المشروع في منطقة الجوف المشهورة بقوة الرياح مما يسهم في نجاحه، ويعد المشروع من أبرز وأكبر المشروعات الريادية في المملكة نحو تحقيق الاستدامة البيئية، وقد تم منح المشروع على أساس التكلفة القياسية للكهرباء بقيمة 2.13 سنت/كيلو واط بالساعة، مسجلا بذلك رقما قياسيا جديدا لمشاريع مماثلة في أوروبا والشرق الاوسط وإفريقيا، وبلغت تكلفة المشروع الإنتاجية حوالي 1.876 مليار ريال، وتم تشغيله عام 2022، حيث جهز بـــ99 توربينا بسعة إجمالية بلغت 400 ميجا واط. من الناحية البيئية تساهم المحطة في تفادي انبعاث نحو مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنويا، كما وفر المشروع 1000 فرصة عمل.

✓ **مشروع محطة الخفجي لتحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية:**قام"الأمير محمد بن سلمان"بإصدار مرسوم تم بموجبه فتح مشروع محطة الخفجي لتحلية المياه سنة 2018، ليعد هذا المشروع انجازا رائدا في مجال تحلية المياه وتحويلها إلى مياه صالحة للشرب، وتعتمد المحطة في نشاطها على الطاقة الشمسية كمصدر طاقة نظيفة ومتجددة حيث تساهم في التقليل من الانبعاثات الكربونية لتحسين جودة الحياة، وتبلغ الطاقة الإنتاجية للمحطة حوالي 90000 متر مكعب يوميا.

✓ **مشروع مدينة أوكساجون في نيوم:** أنشأت مدينة "نيوم" انطلاقا من رؤية هادفة إلى تحقيق نموذج مثالي للعيش يقوم على تخطيط عمراني منسجم مع الطبيعة بشكل مستدام، وتعد "أوكساجون" أحد أبرز مشاريع "نيوم"إذ تتميز بموقعها الجغرافي المطل على البحر الأحمر، وهي أول مدينة ذات طابع صناعي تراعي متطلبات الاقتصاد الدائري، وترجع تسميتها بأوكساجون نسبة إلى غاز الأوكسجين بوصفه عنصرا أساسيا للمحافظة على بيئة نظيفة ودائمة الاخضرار.

تعد مدينة "أوكساجون" مركزا عالميا للصناعات النظيفة التي تستخدم التقنيات الحديثة والذكاء الاصطناعي خصوصا في مجال الاقتصاد الدائري،بما يسهم في دعم الابتكار وتعزيز القدرة التنافسية للمؤسسات لتحقيق تنمية صناعية مستدامة.

✓ **مشروع تصنيع الوقود الحيوي من زيوت الطهي:**جرى افتتاح أول مصنع في المملكة العربية السعودية لصناعة الوقود الحيوي صفري الكربون (البايوديزل) في منطقة الجبيل، وذلك عن طريق اعادة تدوير مخلفات زيوت الطهي وزيت النخيل وزيت عباد الشمس وتحويلها إلى وقود حيوي صديق للبيئة، بطاقة انتاجية تقدر بـــ 350 ألف لتر شهريا، ويستخدم هذا الوقود في تشغيل البواخر والشاحنات والمولدات الكهربائية،ويسهم المشروع في تعزيز الاستدامة البيئية من خلال توفير حياة آمنة خالية من الانبعاثات الكربونية، فضلا عن توفير فرص عمل.

✓ **مشروع البحر الأحمر:**أعلن ولي العهد السعودي في جوان 2017 عن إطلاق مشروع البحر الأحمر الذي يعد من أبرز المشاريع التنموية الحديثة في المملكة العربية السعودية، حيث يمتد المشروع على مساحة تقدر بـــ 28 ألف كيلومتر مربع، ويضم مجموعة من الأراضي الساحلية والبحيرات والشواطئ والجزر التي يفوق عددها التسعين جزيرة، وتتميز منطقة المشروع بتنوعها الطبيعي الغني بكثرة الشواطئ، والبراكين الخامدة، والكثبان الرملية والجبال الشاهقة، فضلا عن احتضانها للشعب المرجانية مما يمنح المشروع قيمة بيئية وسياحية فريدة.

يساهم مشروع البحر الأحمر في الحفاظ على البيئة من خلال أساليب البناء المعتمدة، والآليات المخطط لها في مجال الاستدامة البيئية، إذ سيتم تشغيل جميع مرافق المشروع بالاعتماد الكامل على مصادر الطاقة المتجددة بنسبة 100%، وتضمنت الخطة البيئية لمشروع البحر الأحمر مجموعة من الاجراءات الصارمة أبرزها منع استخدام البلاستيك غير القابل لإعادة التدوير، منع رمي النفايات داخل الموقع، حظر تصريف مياه الصرف الصحي في البحر، إضافة إلى إنشاء أكبر محمية بحرية في المملكة العربية السعودية.ومن أجل تزويد مشروع البحر الأحمر بالطاقة النظيفة، تم الاعلان في نوفمبر 2020 عن إنشاء أكبر منشأة لتخزين البطاريات في العالم وهو ما يعزز موثوقية الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة.

✓ **المركز الوطني لإدارة النفايات (MWAN)**:أنشأ المركز الوطني لإدارة النفايات بهدف تنظيم أنشطة إدارة النفايات والإشراف عليها، وتشجيع الاستثمار في الاقتصاد الدائري بما يسهم في تعزيز حماية البيئة وجودة الحياة لبلوغ أهداف التنمية المستدامة.

تتمثل رؤية المركز في تنظيم قطاع إدارة النفايات من خلال اطلاق مبادرتين هما: "مبادرة مستدام"، ومبادرة "شركاء الاستدامة" وذلك بهدف تعزيز الفعالية والابتكار إدارة النفايات.

✓ **شركة تدوير**:تعد هذه الشركة من الشركات الرائدة والمتخصصة في إعادة تدوير مخلفات الأجهزة الإلكترونية والكهربائية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، حيث تهدف إلى تحقيق مبادرة السعودية الخضراء عبر التحول من نظام المرادم إلى إعادة التدوير المستدام، وقد أطلقت شركة "تدوير" مبادرتها المجتمعية من خلال خدمة "دورك تدورها" والتي هدفت إلى إعادة تدوير أكثر من 100 ألف طن من النفايات الإلكترونية والكهربائية خلال خمس سنوات، وقد بدأت الطاقة الإنتاجية للشركة بحوالي15 ألف طن في السنة الواحدة مستهدفة رفعها إلى أكثر من 45 ألف طن، وصولا إلى 128 ألف طن في عام 2025، وتسعى شركة "تدوير" إلى رفع حجم استثماراتها في هذا المجال إلى 70 مليون ريال لتحديث خطوط الإنتاج، مع الاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي في عمليات الفرز وفصل المواد مما يعزز الكفاءة والاستدامة في إدارة مخلفات الأجهزة الإلكترونية والكهربائية.

خلاصة القول تبدي المملكة ضمن مبادرة السعودية الخضراء حرصها الشديد على تحقيق الاستدامة البيئية والتنمية المستدامة من خلال دمج الابتكار الأخضر في المشروعات الكثيرة التي اعتمدتها، وتهدف هذه الجهود إلى الوصول إلى انبعاثات صفرية للكربون بحلول عام 2060، والاعتماد على الطاقة النظيفة والمتجددة، إضافة إلى حماية التنوع البيولوجي وحماية المناخ،ويعكس هذا التوجه دور المملكة العربية السعودية في تشجيع دول العالم وخاصة الجوار على اتباع خطط تهدف إلى تأمين حياة بيئية وصحية خالية من التلوث.

ثانيا: مشروع مدينة "نيوم" NEOM

أعلن الأمير "محمد بن سلمان" يوم 24أكتوبر2017عن مشروع مدينة "نيوم"، حيث تقع هذه المدينة المخطط بنائها في أقصى شمال غرب المملكة العربية السعودية ضمن إمارة منطقة تبوك بمحافظة ضباء، وذلك على مسافة 460 كم على ساحل البحر الأحمر. في إطار رؤية 2030 يسعى هذا المشروع إلى تحويل المملكة إلى نموذج عالمي رائد في مختلف جوانب الحياة، وذلك من خلال التركيز على جذب سلاسل القيمة في مجال الصناعة والتقنية داخل المدينة، وقد تم دعم المشروع من قبل صندوق الاستثمارات العامة السعودي بقيمة 500 مليار دولار، وكذا المستثمرين المحليين والعالميين،مع تجاوز التكاليف الاجمالية المقدرة للمشروع 8.8 تريليون دولار أمريكي (أكثر من 25 ضعف الميزانية السنوية للمملكة)(الموسوعة الحرة ويكيبيديا، مدينة نيوم، 2025).

يهدف مشروع "نيوم" إلى ما يلي(هيئة الحكومة الرقمية، 2025):

✓ تنمية وتنويع اقتصاد المملكة العربية السعودية ووضعها على خريطة الريادة العالمية في التنمية والتطوير؛

✓ أن تكون "نيوم" وجهة للمعيشة والعمل للعالم تتبنى ثقافة الاستكشاف والمغامرة؛

✓ تبني نموذج جديد للاستدامة قائم على الابتكار؛

✓ انشاء معايير جديدة لصحة المجتمع وحماية البيئة.

إن مشروع "نيوم"ليس مشروعا عمرانيا تقليديا، بل بيئة متكاملة تعيد تعريف مفهوم المدن الذكية المستدامة من حيث السكن، الطاقة، الاستثمار، البيئة وجودة الحياة، وهو يحتضن أهم 5 مناطق رئيسية نذكر منها (تمت الاشارة سابقا إلى منطقة أوكساجون ومشروع البحر الأحمر (منطقة مقنا)) (NEOM ، 2025):

✓ **منطقة سندالة**: هي أولى مشاريع "نيوم" التي ستتجسد على الأرض، وهي جزيرة ستمثل بوابة استثنائية للمملكة من خلال البحر الأحمر؛ فتلتقي بالمنطقة الطبيعة الساحرة بالتصميمات المعمارية والتقنية الملهمة، وفوق سطح الجزيرة البالغ مساحته 840000 متر مربع وتحت مياهها أيضا سيتم انشاء: ملعب جولف، منتجع ونادي شاطئي،نادي يخوت بـــ 75 عوامة إرساء بحرية،منتجع

صحي ومركز لرفاه الصحة، 51 متجر عالمي، 3 فنادق فاخرة بطاقة413 غرفة، 88 فيلا، 333 شقة فندقية،محمية بحرية طبيعية لأكثر من 600 نوع من الكائنات البحرية.

✓ **منطقة ذا لاين:** مشروع "ذا لاين" ثورة حضرية في مفهوم السكن العصري، فمن المنتظر أن تعيد منطقة "ذا لاين " صياغة مفهوم مدن المستقبل من خلال مدينة خالية تماما من الشوارع ومن السيارات، أي أنها خالية تماما من الانبعاثات الكربونية، ومعتمدة اعتمادا كليا على الطاقة المتجددة، ويبلغ عرض مدينة "ذا لاين" 200 متر، ويبلغ طولها 170 كم، وترتفع عن سطح البحر بـــ 500 متر.

بحسب المخطط ستحتضن "ذا لاين" 9 مليون نسمة، يسكنون مساحة 34 كيلومتر مربع هم إجمالي مساحة المباني بالمدينة فقط، ومقدر لهؤلاء السكان الوصول إلى جميع المرافق فيما لا يزيد على 5 دقائق مشيا. مع توفر منظومة تنقل متكاملة عمودها القطار فائق السرعة بحد زمني أقصى بين نقطة بداية مدينة "ذا لاين" ونقطة نهايتها 20 دقيقة.

✓ **منطقة تروجينا:** تبلغ مساحتها 60 كيلومتر مربع، وستصبح وجهة جبلية يتداخل فيها الصخر مع الأنشطة القائمة كليا على التكنولوجيا المتطورة. تضم منطقة "تروجينا" 6 أحياء مصممة بتآلف بين واقع المنطقة الجغرافي وبين ابتكارات هندسية غير مسبوقة ومن الفن المعماري الافتراضي، موقع المنطقة بأحيائها الستة على مسافة 50 كم من خليج العقبة، وتشتمل على مناطق جغرافية تتراوح الارتفاعات بين 1500 و2600 متر فوق سطح البحر.

ويشمل مخططها إقامة عدد من مقومات الترفيه الجديدة مثل: التزلج على المنحدرات، التزلج على الثلوج، التزلج السريع، مهرجانات للموسيقي، أسابيع للموضة، سباقات، منتجع يوجا، صعود الجبال بالدراجات، الطيران الشراعي، التسلق، اكتشاف الحياة البرية في محمية برية طبيعية كاملة الأبعاد والمقومات وغيرهم.

إن المنتظر من مشروع "نيوم" أبعد ما يكون عن مجرد بقعة سياحية للسفر والتنزه أو حتى الاستثمار التقليدي، بل يشير بشكل واضح إلى أن مشروع "نيوم" يمثل نقطة التقاء بين الابتكار والتقنية والطبيعة، ويطمح إلى أن يكون مركزا عالميا للمعرفة وريادة الأعمال، ومختبرا مفتوحا لتقنيات المستقبل التي تطبق على أرض الواقع.

ثالثا: تجربة شركة "أرامكو" لتحويل مزيج الطاقة في المملكة إلى مزيج أكثر استدامة

"أرامكو" هي شركة النفط العربية السعودية الوطنية تعمل في مجالات النفط والغاز الطبيعي والبتروكيماويات بما يشمل أعمال التنقيب والإنتاج والتكرير والتوزيع والشحن والتسويق، تأسست "أرامكو" عام 1933، ويقع مقرها الرئيسي في الظهران،وتعد واحدة من أكبر الشركات في العالم من حيث القيمة السوقية، حيث بلغت في عام 2015 حوالي 10 تريليون دولار، كما سجلت أرباحا اجمالية بلغت 111 مليار دولار خلال عام2018، واحتلت المرتبة الخامسة في قائمة Forbes Global 2000 لعام 2020 لأكبر الشركات العامة في العالم (الموسوعة الحرة ويكيبيديا، أرامكو السعودية، 2025).

في الوقت الراهن تبنت شركة "أرامكو" العديد من البرامج والمبادرات والمشروعات البناءة التي تهدف إلى توفير طاقة نظيفة وبأسعار مدروسة،ومن بين تلك المشاريع والجهود المبذولة في سبيل تحقيق التنمية المستدامة ما يلي(شركة الزيت العربية السعودية (أرامكو)، 2025):

✓ **استخدام الكربون الملتقط لإنتاج المواد الكيميائية والوقود الاصطناعي:** وذلك عن طريق استخدام تقنيات جديدة لتحويل ثاني أكسيد الكربون الملتقط إلى 12 طن من الميثانول الأخضر يوميا؛

✓ **مبادرة إنتاج وتصدير الهيدروجين الأخضر:** تطمح شركة "أرامكو" لتحويل المملكة لأن تصبح أحد أهم المصدرين والمنتجين للهيدروجين الأخضر على مستوى العالم، وتسعى للحصول على شهادة في الهيدروجين الأخضر معترف بها في الأسواق المستهدفة؛

✓ **مشاريع الطاقة المتجددة:** عززت "أرامكو" استثماراتها في الطاقة المتجددة عبر حزمة مشاريع تشمل خمسة مرافق للطاقة الشمسية ومحطتين لطاقة الرياح، بطاقة إجمالية تصل إلى 15 جيغاواط من التيار المتردد، وبقيمة استثمارية تقارب 31.1 مليار ريال.

إن هذا التقدم المتحقق في المشاريع الخمسة أسهم خلال ثلاث سنوات في رفع قدرة الشركة التشغيلية وقيد التطوير من الطاقة المتجددة إلى 7.4جيغاواط حتى الآن، أي ما يزيد على نصف مستهدفها البالغ 12 جيغاواط بحلول 2030، وبهذه المشاريع تبدو "أرامكو" عازمة على زيادة حجم مصادر الطاقة المتجددة والمستخدمة لتوليد الكهرباء ضمن مزيج الطاقة في المملكة بنسبة تصل إلى 50٪، واستبدال أكثر من مليون برميل من الوقود السائل يوميا عبر ثلاثة قطاعات رئيسية هي محطات الطاقة، القطاع الصناعي والقطاع الزراعي؛

✓ **تخزين الطاقة:** دشنت الشركة تجربة في تطويع أدوات الطاقة المتجددة لخدمة أنشطتها من خلال استخدام بطاريات تخزين الطاقة التي تعمل بتدفق الحديد والفاناديوم لأول مرة على مستوى العالم، حيث أوضحت شركة "أرامكو" أن نظام بطارية التدفق الذي تبلغ قدرته 1 ميغاواط/ساعة يستند على تقنية خاصة بالشركة حاصلة على براءة اختراع، وتم تطويره بالتعاون مع شركة "رونغكيباور" المتخصصة في بطاريات التدفق، وأضافت أنه يمثل بديلا فعالا لحلول الطاقة الشمسية التقليدية، بفضل مرونته في تلبية احتياجات الطاقة المتغيرة وكفاءته العالية في ظروف المناخ الحار، بالإضافة إلى تكلفته المناسبةما يعزز الأداء في بيئة قاسية؛

✓ **استثمارات الذكاء الاصطناعي:** أشارت شركة "أرامكو" إلى تركيز خاص على استخدام الذكاء الاصطناعي في إطار التزامها بمواصلة الاستثمار في الطاقة المتجددة والابتكار الرقمي، مستفيدة من تنوع أعمالها وانخفاض تكاليفها وتقدمها التقني لتحقيق نجاح مستدام، حيث ترى أن الذكاء الاصطناعي قوة تحولية لكل الصناعات لا الطاقة فحسب. إن حلول الذكاء الاصطناعي مستخدمة لدى الشركة في عدة مجالات مثل مراقبة حرق الغاز في الشعلات، ونماذج محاكاة المكامن، وأنظمة تحديد أماكن وصلات أنابيب الحفر، فضلا عن أجهزة الاستشعار في الحقول.

بفضل الابتكار الأخضر تحظى "أرامكو" بمكانة رائدة بوصفها أفضل منتج للطاقة على مستوى العالم من حيث انخفاض التكلفة، وانخفاض كثافة الانبعاثات الكربونية الناتجة عن أعمال التنقيب والإنتاج، ولهذا تبدو "أرامكو" عازمة على بناء مستقبل يوازن بين إرثها النفطي ومشاريع الطاقة المتجددة، لتضع نفسها في موقع ريادي داخل مشهد الطاقة الجديد.

رابعا: الحج كنموذج لتطبيق ممارسات الاستدامة في المملكة العربية السعودية

يعتبر الحج في المملكة العربية السعودية نموذجا لتطبيق ممارسات الاستدامة من خلال التركيز على تحسين البنية التحتية، واستخدام التقنيات الحديثة، وتغيير سلوكيات الضيوف لتقليل الأثر البيئي وتحقيق استدامة المناسك ككل. وسوف نستعرض بعض المشاريع والابتكارات الخضراء التي تسعى إلى تحقيق التنمية المستدامة بحلول عام 2030، وجعل الحج نموذجا عالميا في الاستدامة البيئية(Hassan, 2025, pp. 62-64) و(وزارة الحج والعمرة، 2025، الصفحات 9-22):

✓ **قطار الحرمين:** يعتبر من أبرز مشاريع النقل المستدام في المملكة العربية السعودية، حيث يربط بين المدن الرئيسية)مكة المكرمة، المدينة المنورة(، مرورا بمدينة جدة ومدينة الملك عبدالله الاقتصادية، بطول يتجاوز 450 كيلومترا، وتستغرق الرحلة بين مكة والمدينة المنورة أقل من ساعتين ونصف مما يسهل حركة الحجاج والمعتمرين، ويسهم في خفض استهلاك الوقود، وتقليل الاعتماد على وسائل النقل التقليدية التي تزيد من الازدحام المروري والانبعاثات الكربونية.

✓ **التوسعة الخضراء للحرم:** إلى جانب تلبية الحاجة المتزايدة لاستيعاب أعداد متنامية من الحجاج والمعتمرين، تركز هذه التوسعة على دمج حلول هندسية وبيئية ذكية تضمن الحفاظ على الموارد وتقليل الأثر البيئي ويتمثل ذلك فيما يلي:

- **إدارة ذكية للحشود:** تم تطوير مسارات متعددة ومستويات حركية متدرجة تتيح التحكم بتدفق الحشود وتقليل التكدس داخل صحن الطواف والممرات الحيوية، كما تم دمج أنظمة مراقبة إلكترونية تعتمد على الذكاء الاصطناعي لمراقبة الكثافة والتفاعل المباشر في إدارة التدفق؛

- **الطاقة الشمسية وتقنيات المباني الخضراء:** تعتمد التوسعة على استخدام الألواح الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية في بعض مرافق الخدمة، خاصة في الأسطح والمظلات، مما يسهم في تقليل الاعتماد على الطاقة التقليدية، كما تم استخدام أنظمة التكييف عالية الكفاءة والمواد العازلة التي تقلل من استهلاك الكهرباء (LED) الموفرة للطاقة في الأماكن الداخلية والخارجية؛
- **مواد بناء مستدامة:** تم استخدام مواد إنشائية منخفضة الانبعاث الكربوني، ومراعاة تقنيات العزل الحراري والمائي، مما يطيل عمر المرافق ويقلل من التأثير البيئي طويل الأمد؛
- **مراعاة التصميم البيئي والعمراني:** روعي في التصميم أن يكون متجانسا مع البيئة المحيطة، مع الحفاظ على المعالم التاريخية والثقافية، بما يحقق التوازن بين الحداثة والاستدامة؛
- **إدارة النفايات والمياه الرمادية:** ضمن المبادرات المستقبلية للتوسعة، تسعى الجهات المعنية إلى تدوير المياه الرمادية من الوضوء والنظافة العامة، بالإضافة إلى تطوير نظام متكامل لإدارة النفايات يعتمد على الفرز من المصدر وإعادة التدوير.

تشير هذه التوسعة إلى التوجه الجاد للمملكة نحو دمج التكنولوجيا والاستدامة في المواقع المقدسة بما يخدم ملايين الزوار سنويا، ويعزز من موقع المملكة كوجهة دينية وسياحية مستدامة عالميا وفق تطلعات ورؤية 2030.

- **مدينة الحجاج الذكية:** برزت فكرة إنشاء "مدينة الحجاج الذكية" في مكة المكرمة أو المدينة المنورة كأحد الحلول المبتكرة لتلبية احتياجات الحجاج المتزايدة وتحسين جودة الخدمات المقدمة لهم. تتكامل في هذه المدينة مجموعة من الخدمات الذكية تشمل أنظمة إدارة الحشود في الوقت الحقيقي باستخدام الذكاء الاصطناعي، وخدمات الإرشاد الإلكتروني بلغات متعددة، وتطبيقات متنقلة لتسهيل الوصول إلى المرافق والخدمات، بالإضافة إلى بوابات دخول وخروج ذكية لضمان تدفق آمن وفعال للحشود، كما تشتمل المدينة على مراكز صحية رقمية مرتبطة بشبكات إسعاف فورية لتعزيز سرعة الاستجابة للحالات الطارئة.

✓ **النسك الذكي:** هو نظام رقمي متقدم يستخدم بطاقة رقمية تربط بيانات الحاج، ما يمكن من التتبع الفوري، وتنظيم الحشود، وتسهيل الوصول للخدمات الطبية والإرشاد، إضافة إلى تبسيط التنقل ومنع الازدحام أثناء تأدية المناسك.

✓ **إدارة النفايات الذكية:** يعتمد نظام "تي يو اتش ار" على أنظمة إنترنت الأشياء وأجهزة الاستشعار لرصد مستويات عبوات النفايات والتنبيه عند امتلائها، وهو الأمر الذي يسهم في تقليل الأثر البيئي وتحسين النظافة بشكل أكثر كفاءة وفاعلية.

✓ **مبادرة "إحرام مستدام:** تعمل على جمع وفرز وإعادة تدوير نفايات المنسوجات مثل الإحرامات والبطانيات لتقليل النفايات وتحويلها إلى منتجات مستدامة (المركز الوطني لادارة النفايات، 2024).

✓ **دليل الحج الأخضر:** ينظر إلى السلوك البيئي الواعي على أنه امتداد روحي للسلوك الإيماني، ولهذا فإن دليل الحج الأخضر يقدم للحجاج إرشادات لاتباع ممارسات مسؤولة بيئيا أثناء أداء المناسك من خلال الحفاظ على الماء والطاقة والهواء وادارة النفايات بشكل فعال(earthsguards، 2025).

✓ **محطات تحلية المياه:** مثال ذلك محطة "الشعيبة 5" التي تعتبر نموذجا عالميا في كفاءة استخدام الطاقة، حيث تستهلك كميات قليلة من الطاقة مقارنة بقدرتها الإنتاجية العالية، وذلك بمعدل 2.34 كيلو واط/ ساعة لكل متر مكعب من المياه المحلاة،وتبلغ قدرتها الإنتاجية حوالي 664 ألف متر مكعب يوميا، كما يتم أيضا ترشيد استهلاك المياه والطاقة من خلال تطبيق تقنيات حديثة مثل أغشية تناضح عكسي متطورة وأنظمة استعادة الضغط، مع تكامل جزئي مع الطاقة الشمسية في المشاريع(الهيئة السعودية للمياه، 2025).

إن المشاريع والمبادرات الخضراء السالفة الذكر تتسق معرؤية2030، حيث تعد مثالا حيا على كيفية توظيف الابتكارات والتقنيات الحديثة لتحقيق تنمية دينية مستدامة تضمن استمرارية الخدمات وتحافظ على قدسية المكان وراحة ضيوف الرحمان.

خامسا: الرقمنة الخضراء عبر منصة " النفاذ الوطني الموحد"

قامت الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) بتحقيق نقلة نوعية في مجال الذكاء الاصطناعي،وذلك من خلال تطوير خدمات وحلول رقمية متقدمة أسهمت في تعويض المعاملات الورقية التقليدية بالمعاملات الإلكترونية، ومن أبرز خدماتها منصة

"نفاذ" التي تعمل على توحيد جميع المعاملات الإلكترونية في مكان واحد وتوفر آلية وصول موحدة ومركزية لمقدمي الخدمات من الجهات الحكومية أو الخاصة، وقد ساهمت هذه المنصة في تقليل استهلاك الورق، ودعم الاستدامة البيئية بما ينسجم مع الأهداف الاستراتيجية لرؤية 2030 الهادفة إلى تمكين المجتمع وتحقيق خدمة ذات جودة عالية(هيئة الحكومة الرقمية، مشروع البنية التحتية والخدمات المشتركة: اعتماد التقنية الخضراء، 2025).

إن منصة النفاذ الوطني الموحد "نفاذ" هو مشروع سعودي وطني لتوفير آلية إلكترونية موثقة للدخول الموحد للعديد من المنصات والمواقع الحكومية وغير الحكومية وتوفير معلومات أساسية عن الفرد للجهة المستفيدة، وقد بلغت عمليات التحميل لتطبيق "نفاذ" أكثر من 7 مليون عملية، وأكثر من 6 مليون عملية تفعيل، وأكثر من 78 مليون عملية قبول للطلبات، مع توقع الارتباط مع أكثر من 500 منصة وتطبيق آخر(الموسوعة الحرة ويكيبيديا، النفاذ الوطني الموحد (نفاذ)، 2025).

إن تسهيل التعاملات الإلكترونية يعبر عن متانة البنية التحتية للبيانات في المملكة العربية السعودية، حيث ساعدت تلك المنصات في تقديم الخدمات بشكل الكتروني، وتقليل استخدام التعاملات الورقية لتعزيز الحفاظ على البيئة وتقليل نسبة التلوث واستنزاف مصادر الطاقة والمواد الخام.

من التحاليل السابقة نستنتج أن الابتكار الأخضر يلعب دورا حاسما في تحقيق التنمية المستدامة في المملكة العربية السعودية من خلال تعزيز الاستدامة البيئية وتقليل البصمة الكربونية ودعم التحول الرقمي، وذلك عبر مشاريع ومبادرات تشمل تطوير الطاقة المتجددة، تطبيقمفاهيم الاقتصاد الدائري، تحسين كفاءة الموارد وإنتاج منتجات صديقة للبيئة والوصول الموحد للخدمات، وتدعم "مبادرة السعودية الخضراء" هذا الدور من خلال توحيد الجهود، وتشجيع الابتكار، وتوجيه استثمارات كبيرة نحو تحقيق أهداف الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

لكن على الرغم من التقدم الكبير في مجال الابتكار الأخضر ودوره في تحقيق التنمية المستدامة بالمملكة العربية السعودية ضمن إطار رؤية السعودية 2030، لا تزال هناك تحديات تعيق تطبيق الابتكار الأخضر من أجل تحقيق التنمية المستدامة بكامل أهدافها وإمكانياتها، وتشمل هذه التحديات الجوانب التالية:

✓ **التحديات التقنية:** من أبرزها محدودية نفقات البحث والتطوير في بعض القطاعات، حيث يعد هذا الأخير ركيزة أساسية في دعم جهود الابتكار، إذ لا تزال الاستثمارات البحثية في بعض القطاعات في المملكة العربية السعودية قليلة ومحدودة مقارنة بالدول المتقدمة، وذلك على الرغم من المبادرات الحكومية الداعمة لمراكز الأبحاث في المؤسسات والجامعات، كما أن هناك ضرورة لوجود تكامل قوي بين القطاعين الأكاديمي والصناعي بما يضمن تحويل مخرجات البحث العلمي إلى ابتكارات تطبيقية مستدامة، وكذا الحاجة إلى تطوير بنية تحتية رقمية متقدمة، ذلك أن التنمية المستدامة تستلزم توظيف تقنيات تكنولوجية حديثة في مجالات الطاقة المتجددة، إدارة الموارد والذكاء الاصطناعي، ولا تزال بعض المناطق في المملكة العربية السعودية بحاجة إلى تحديث بنيتها التحتية الرقمية لدعم المشاريع الابتكارية المستدامة، فمثلا يستلزم التحول نحو المدن الذكية استثمارات كبيرة في شبكات الاتصالات، إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي.

✓ **التحديات الاقتصادية:** من أبرزها ارتفاع تكاليف تبني التكنولوجيا المستدامة، إذ يعد التمويل من أهم العوائق التي تحد من انتشار تلك التكنولوجيا، نظرا لارتفاع تكاليف البحث والتطوير، وشراء المعدات المتقدمة، وكذا ارتفاع تكاليف تدريب الموارد البشرية المؤهلة، كما تواجه المؤسسات الصغيرة والمتوسطة تحديات أكبر في هذا المجال مما يستدعي توفير دعم مالي وحوافز حكومية تمكنها من تبني حلول مستدامة دون التأثير على قدرتها التنافسية. إضافة إلى ذلك تبرز الحاجة إلى تبني سياسات تحفيزية فعالة لدعم الابتكار المستدام مثل الإعفاءات الضريبية وتمويل المشاريع الخضراء بما يسهم في تعزيز التحول نحو اقتصاد أكثر استدامة.

✓ **التحديات الثقافية والاجتماعية:** تتمثل في مقاومة بعض القطاعات التقليدية لمسارات التغيير، إذ رغم الجهود المبذولة لنشر ثقافة الابتكار في القطاعات المختلفة بالمملكة العربية السعودية، لا تزال بعض القطاعات التقليدية متحفظة اتجاه تبني التحولات

التكنولوجية والرقمية في أنشطتها، وذلك بسبب الخوف من المخاطر المحتملة أو بسبب محدودية المعارف التقنية، ويستدعي الأمر تكثيف الجهود التوعية لإبراز مدى أهمية ومزايا الابتكار الأخضر من حيث تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف على المدى الطويل، كما تتطلب الحاجة أيضا إلى إحداث تحول في الثقافة المجتمعية باتجاه دعم الابتكار والاستدامة، باعتبار تغيير الذهنيات في المجتمع يعتبر عاملا حاسما في مسار تحقيق التنمية المستدامة، خاصة في ظل استمرار نظرة بعض الأفراد والمؤسسات إلى الاستدامة على أنها عبء مالي إضافي بدلا من كونها استثمارا مربحا على المدى الطويل، وعليه تبرز الحاجة إلى ضرورة نشر التوعية وتعزيز التعليم في المدارس والجامعات، إضافة إلى تقديم حوافز مالية ومعنوية تشجع على السلوك المستدام.

الخاتمة:

إن التنمية المستدامة تعني النهج الذي يهدف إلى تحقيق الكفاءة الاقتصادية القصوى للأنشطة البشرية، مع مراعاة استخدام الموارد المتجددة المتاحة وقدرة النظم البيولوجية الطبيعية على استيعابها، ويقوم هذا النهج على تلبية متطلبات الجيل الحاضر بما لا يمس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية متطلباتها، ومن ثم تركز التنمية المستدامة على تحقيق التكامل المتوازن للأهداف الاقتصادية والاجتماعية والبيئية بالإنصاف.

لكن في ظل التحديات الاقتصادية والبيئية التي تواجه العالم في العصر الحالي، أصبح من الضروري البحث عن آليات جديدة تعزز التنمية المستدامة وتحقق التوازن بين الاحتياجات الحالية والمستقبلية، ويأتي في هذا السياق الابتكار الأخضر كأداة فعالة لتحقيق التنمية المستدامة بأبعادها المختلفة، حيث يساهم الابتكار الأخضر في حماية البيئة من خلال معالجة المشاكل البيئية مثل التلوث، تقليل النفايات وخفض انبعاثات الكربون، وكذا تحسين كفاءة استخدام الموارد والتقليل من استهلاك الطاقة والمياه، وخلق فرص عمل جديدة في قطاعات الاقتصاد الأخضر وفتح أسواق جديدة، مما يعزز التنافسية الاقتصادية ويقلل التكاليف التشغيلية على المدى الطويل، اضافة إلى تحقيق الاستدامة الاجتماعية عن طريق تحسين جودة الحياة والرفاهية بتوفير بيئة صحية وآمنة، ويساعد في مكافحة الفقر والجوع، وهو ما يثبت صحة الفرضية الأولى لهذه الدراسة.

وتعتبر المملكة العربية السعودية نموذجا اقليميا في تحقيق التنمية المستدامة، خاصة مع إطلاق رؤية 2030 التي ترتكز على تنويع الاقتصاد الوطني، تعزيز كفاءة الموارد، وتحقيق التوازن بين الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. لكن وعلى الرغم من التقدم المحقق في عدة مجالات تنموية إلا أن المملكة العربية السعودية تواجه عدة تحديات في سبيل تحقيق أهداف التنمية المستدامة منها مناخها الجاف، ندرة الموارد المائية، التغير المناخي وزيادة درجات الحرارة... ولمواجهة هذه التحديات البيئية اتبعت المملكة نهجا استباقيا في معالجة تأثيرات التغير المناخي من خلال تبني "مبادرة السعودية الخضراء" التي انطلقت في 2021، والعنصر المحرك في هذه المبادرة هو الابتكار وتقنيات الذكاء الاصطناعي الخضراء الهادفة إلى خفض الانبعاثات، تعزيز كفاءة استخدام الطاقة والمياه، إعادة تدوير النفايات وتنويع الاقتصاد، وهو ما يثبت صحة الفرضية الثانية للدراسة والتي مفادها وصول المملكة العربية السعودية لتحقيق بعض جوانب الاستدامة في التنمية نتيجة تبني وتطبيق الابتكار الأخضر في بعض المشاريع القطاعية في سياق رؤية 2030 ومبادرة السعودية الخضراء.

بناء على ما تقدم، توصلت دراستنا لمجموعة من النتائج نوردها فيما يلي:

- ✓ يقصد بالابتكار الأخضر تطوير منتجات وعمليات صديقة للبيئة تقوم على استخدام المواد الخام الخضراء، واعتماد تصميمات ايكولوجية تهدف إلى تقليل استهلاك المواد الأولية والحد من الانبعاثات الملوثة، وترشيد استخدام موارد الطاقة كالمياه والكهرباء، حيث تسعى المؤسسات من هذا التوجه إلى تحقيق مواءمة متكاملة بين الأهداف البيئية والابتكارية عبر مختلف مراحل دورة حياة المنتج أو العملية، ابتداء من التصميم والتطوير، ومرورا بالتصنيع والإنتاج والترويج، ووصولا إلى اعادة التدوير، مما يعزز في نهاية المطاف الأداء البيئي ويحافظ على القدرة التنافسية ويحقق التنمية المستدامة؛
- ✓ تتمثل أنواع الابتكار الأخضر في ثلاثة عناصر هي: ابتكار منتجات، ابتكار عمليات وابتكار تنظيمي؛

✓ تشمل التنمية المستدامة كل ميادين الإصلاح الاقتصادي، الاجتماعي، البيئي، السياسي والتكنولوجي، وتهدف بالخصوص إلى تحقيق حياة الرفاهية لأجيال الحاضر، وضمان الحياة الكريمة للأجيال القادمة مع حماية البيئة واستغلال الموارد البيئية بشكل عقلاني؛

✓ يسهم الذكاء الاصطناعي الأخضر في دعم مسار التنمية المستدامة من خلال اعادة صياغة الاستراتيجيات لمواجهة التحديات البيئية المعقدة، وذلك عبر تحسين ادارة الموارد، رفع كفاءة استخدام الطاقة،وتعزيز الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، كما يساهم أيضا في تبسيط عمليات ادارة النفايات،وتطوير أنظمة النقل والحفاظ على التنوع البيولوجي والحد من البصمات البيئية، إلى جانب دوره في التقليل من المخاطر المحتملة الناجمة عن تغير المناخ؛

✓ يعد الابتكار الأخضر جزءا أساسيا من مبادرة السعودية الخضراء ورؤية 2030 لتحقيق التنمية الشاملة والمستدامة، حيث يلعب الابتكار الأخضر دورا حاسما في تعزيز الاستدامة البيئية وتقليل البصمة الكربونية ودعم التحول الرقمي، وذلك عبر مشاريع ومبادرات تشمل تطوير الطاقة المتجددة، تطبيق مفاهيم الاقتصاد الدائري، تحسين كفاءة الموارد وإنتاج منتجات صديقة للبيئة والوصول الموحد للخدمات؛

✓ يمثل مشروع "نيوم" نقطة التقاء بين الابتكار والتقنية والطبيعة، ويطمح إلى أن يكون مركزا عالميا للمعرفة وريادة الأعمال، ومختبرا مفتوحا لتقنيات الذكاء الاصطناعي؛

✓ يساهم الابتكار الأخضر في جعل "أرامكو"شركة رائدة عالميا بوصفها أفضل منتج للطاقة من حيث انخفاض التكلفة، وانخفاض كثافة الانبعاثات الكربونية الناتجة عن أعمال التنقيب والإنتاج، كما يعمل أيضا على بناء مستقبل يوازن بين إرثها النفطي ومشاريع الطاقة المتجددة، لتضع نفسها في موقع ريادي داخل مشهد الطاقة الجديد؛

✓ يعتبر الحج في المملكة العربية السعودية نموذجا لتطبيق ممارسات الاستدامة من خلال التركيز على تحسين البنية التحتية، واستخدام التقنيات الذكية الحديثة، وتغيير سلوكيات ضيوف الرحمان لتقليل الأثر البيئي وتحقيق استدامة المناسك ككل؛

✓ من أبرز التحديات التي تعيق تطبيق الابتكار الأخضر في المملكة العربية السعودية هو ضعف أنشطة البحث والتطوير في بعض القطاعات، وارتفاع تكاليف تبني التقنيات والتكنولوجيا الحديثة والمستدامة،إضافة إلى وجود مقاومة ثقافية للتغيير داخل المجتمع السعودي المحافظ.

استنادا إلى النتائج التي تم التوصل إليها توصي الدراسة بما يلي:

✓ العمل على تشجيع المؤسسات لتبني الابتكار الأخضر ضمن أنشطتها المختلفة من خلال تقديم حوافز مادية ومالية وضريبية، وذلك لدفع عجلة التحول الأخضر في عمليات الانتاج، مما يعزز في نهاية المطاف الأداء البيئي ويحقق التنمية المستدامة؛

✓ ضرورة توجيه المؤسسات للاستثمار في القطاعات الاقتصادية المستدامة مثل الاستثمار في مشاريع الاقتصاد الدائري، الطاقات المتجددة والذكاء الاصطناعي، مع تكثيف الجهود للاستفادة من التمويل الأخضر المتاح لدعم الابتكارات الخضراء، وهذا من أجل تحقيق التنمية المستدامة بأبعادها المختلفة؛

✓ يجب على المؤسسات توجيه استراتيجياتها الحالية والمستقبلية نحو تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي الأخضر التي تدعم الابتكار في المنتجات والعمليات الخضراء لضمان أفضل ممارسات الاستدامة؛

✓ زيادة نفقات البحث والتطوير في المؤسسات ومراكز البحث والجامعات،حيث يعد البحث والتطوير عنصرا أساسيا في تعزيز الابتكار، إضافة إلى تحقيق التكامل بين القطاعين الأكاديمي والصناعي لضمان تحويل مخرجات البحث العلمي إلى ابتكارات تطبيقية مستدامة؛

✓ تمكين القطاع الخاص من لعب دور أكبر في تحقيق التنمية المستدامة عن طريق تشجيع المؤسسات الناشئة على تبني الابتكار الأخضر وتطوير حلول تكنولوجية تدعم الاستدامة؛

✓ تفعيل القوانين والتشريعات الخاصة بحماية البيئة وتطبيقها بطريقة صارمة على المؤسسات التي تضر بالبيئة والصحة العامة؛

✓ العمل على نشر ثقافة الابتكار الأخضر في جميع المستويات التنظيمية للمؤسسة وخاصة لدى العمال، وهذا لزيادة وعيهم بأهمية الابتكار الأخضر وتحديد طبيعته وآليات تنفيذه، وذلك من خلال المساهمة في انتاج منتجات صديقة للبيئة، وادارة النفايات، والترشيد في استهلاك الموارد والطاقة من أجل تحقيق التنمية المستدامة؛

✓ ضرورة ترسيخ الوعي البيئي والمجتمعي بين أفراد المجتمع من خلال اقامة ندوات تحسيسية وتوعوية بأهمية الحفاظ على البيئة وتقليل التأثيرات السلبية عليها، وتشجيعهم على استخدام التطبيقات الذكية وممارسة السلوك البيئي المسؤول؛

✓ العمل على تعزيز التعليم والتدريب في مجال الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا والاستدامة عبر ادراج برامج تعليمية ومهنية متخصصة في الابتكار والاستدامة لضمان اعداد كوادر بشرية مؤهلة لمتطلبات المستقبل؛

✓ ضرورة اعتماد الشراكة مع الدول المتقدمة والمؤسسات العالمية الناجحة والرائدة التي تستخدم الابتكار الأخضر في مجال عملها، وذلك لتبني أفضل التكنولوجيات والوسائل والإجراءات التي أثبتت فاعليتها، والتي تتوافق مع خصوصيات البيئة المحلية.

في الختام يمكن القول أن تبني الابتكار الأخضر من أجل تحقيق التنمية المستدامة ليس مجرد نهج تقني، بل هو اطار فكري وتنموي يشترط تكاملا وانسجاما بين التكنولوجيا، البيئة والانسان، وعند تطبيقه بشكل متوازن يصبح قاعدة أساسية لضمان مستقبل مستدام.

الإحالات والمراجع:

قائمة المراجع باللغة العربية:

1. هيئة الحكومة الرقمية. (2025). *مشروع البنية التحتية والخدمات المشتركة: اعتماد التقنية الخضراء*. تاريخ الاسترداد 13 11, 2025، من المنصة الحكومية السعودية: https://my.gov.sa/ar/content/110089#section-3
2. *الابتكار البيئي في المملكة العربية السعودية*. (2025). تاريخ الاسترداد 12 11, 2025، من الابتكار الاجتماعي: https://innovationhub.social/articles/alabtkar-albyyy-fy-almmlkt-alerbyt-alsewdyt
3. earthsguards. (14 ماي, 2025). *دليلك إلى أداء فريضة الحج بصورة مستدامة*. تاريخ الاسترداد 13 11, 2025، من حماة الأرض: يد واحدة.. استدامة واعدة: https://earthsguards.com/%D8%A3%D8%AF%D8%A7%D8%A1-%D9%81%D8%B1%D9%8A%D8%B6%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%AD%D8%AC-%D8%A8%D8%B5%D9%88%D8%B1%D8%A9-%D9%85%D8%B3%D8%AA%D8%AF%D8%A7%D9%85%D8%A9/#:~:text=%D8%A5%D9%86%D9%8E%D9%91%20%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%A7%D9%84
4. NEOM . (2025). *نبذة عن نيوم: مناطقنا*. تاريخ الاسترداد 13 11, 2025، من NEOM : https://www.neom.com/ar-sa/about
5. أحمد أبو اليزيد الرسول. (2007). *التنمية المتواصلة: الأبعاد والمنهج* (الإصدار الطبعة الأولى). الاسكندرية، مصر: مكتبة بستان المعرفة.
6. المركز الوطني لادارة النفايات. (15 جوان, 2024). *مبادرة احرام مستدام تعزز الاستدامة البيئية في المشاعر المقدسة*. تاريخ الاسترداد 13 11, 2025، من المركز الوطني لادارة النفايات (موان): https://mwan.gov.sa/blog/khbr-lmrkz-30/hj-mwn-mbdr-hrm-mstdm-t-zz-lstdm-lbyyy-fy-lmsh-r-lmqds-78
7. المنصة الحكومية السعودية. (2025). *برنامج 2030 وأهداف التنمية المستدامة*. تاريخ الاسترداد 12 11, 2025، من هيئة الحكومة الرقمية للمملكة العربية السعودية: https://my.gov.sa/ar/content/sdgportal#section-6
8. الموسوعة الحرة ويكيبيديا. (2025). *أرامكو السعودية*. تاريخ الاسترداد 13 11, 2025، من الموسوعة الحرة ويكيبيديا: https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A3%D8%B1%D8%A7%D9%85%D9%83%D9%88_%D8%A7%D9%84%D8%B3%D8%B9%D9%88%D8%AF%D9%8A%D8%A9
9. الموسوعة الحرة ويكيبيديا. (28 أكتوبر, 2025). *النفاذ الوطني الموحد (نفاذ)*. تاريخ الاسترداد 13 11, 2025، من الموسوعة الحرة ويكيبيديا: https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D9%81%D8%A7%D8%B0
10. الموسوعة الحرة ويكيبيديا. (2025). *مبادرتي السعودية الخضراء والشرق الأوسط الأخضر*. تاريخ الاسترداد 12 11, 2025، من الموسوعة الحرة ويكيبيديا: https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%A8%D8%A7%D8%AF%D8%B1%D8%AA%D9%8A_%D8%A7%D9%84%D8%B3%D8%B9%D9%88%D8%AF%D9%8A%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D8%AE%D8%B6%D8%B1%D8%A7%D8%A1_%D9%88%D8%A7%D9%84%D8%B4%D8%B1%D9%82_%D8%A7%D9%84%D8%A3%D9%88%D8%B3%D8%B7_%D8%A7%D9%84%D8%
11. الموسوعة الحرة ويكيبيديا. (2025). *مدينة نيوم*. تاريخ الاسترداد 13 11, 2025، من الموسوعة الحرة ويكيبيديا: https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D9%8A%D9%88%D9%85
12. الهيئة السعودية للمياه. (31 ماي, 2025). *نموذج عالمي في الكفاءة.. محطة "الشعيبة" 5 درة منظومة المياه في موسم الحج*. تاريخ الاسترداد 13 11, 2025، من الهيئة السعودية للمياه: https://www.swa.gov.sa/ar/news/73#:~:text=%D9%88%D8%AA%D8%B6%D8%A7%D9%87%D9%8A%20%D9%82%D8%AF%D8%B1%D8%A7%D8%AA%D9%87%D8%A7%20%D8%A7%D9%84%D8%A5%D9%86%D8%AA%D8%A7%D8%AC%D9%8A%D8%A9%20664%20%D8%A3%D9%84%D9%81,%D9%88%D8%A7%D8%B7/%D8%B3%D8%A7%D8%B9%D8%A9%20%
13. أميرة مناصرية، و هندة مدفوني. (ديسمبر, 2024). الابتكار البيئي كمدخل حديث لتحقيق التنمية المستدامة في المؤسسات الجزائرية: دراسة ميدانية للمؤسسة هنكل الجزائر فرع شلغوم العيد – ميلة. *مجلة المنهل الاقتصادي. المجلد 09*(العدد 02).93-112.
14. بلقاسم مصباح. (جوان, 2015). دور الحكم الراشد في تحقيق التنمية المستدامة. *مجلة معارف. المجلد 10*(العدد 18). 223-242.
15. رؤية السعودية 2030. (2024). *مشروع مبادرة السعودية الخضراء*. تاريخ الاسترداد 12 11, 2025، من هيئة الحكومة الرقمية: https://www.vision2030.gov.sa/ar/explore/projects/saudi-green-initiative
16. زهية كواش. (2021). أهمية الابتكار الأخضر في التحول نحو الإقتصاد الدائري لحماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة – دراسة حالة شركة ناتورا. *مجلة الاقتصاد الجديد، المجلد 16*(العدد 1). 509-529.
17. شركة الزيت العربية السعودية (أرامكو). (2025). *نهج أرامكو نحو تحقيق الاستدامة* . تاريخ الاسترداد 13 11, 2025، من Aramco: https://www.aramco.com/ar/sustainability
18. صورية بوطرفة، و سمرة فرحي. (ديسمبر, 2020). دور الابتكار الأخضر في تحسين الأداء البيئي "تجارب مؤسسات". *مجلة دراسات في الاقتصاد وادارة الأعمال،المجلد 03*(العدد 06). 238-256.
19. عبد الرؤوف بوجريو، و زينب بوراي. (جوان, 2022). الابتكار الأخضر كتوجه استراتيجي للمؤسسات الصغيرة والمتوسطة: عرض تجارب بعض المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الجزائرية الناجحة في مجال الابتكار الأخضر. *مجلة البصائر للبحوث في العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير،المجلد 01*(العدد 00). 23-43.

20. عواطف عيشوش، و سناء طباخي. (جوان, 2020). محددات الابتكار الأخضر قوة محركة لتحسين الأداء البيئي" نماذج لمؤسسات". *مجلة نماء للاقتصاد والتجارة، المجلد 04*(العدد 01). 90-103.

21. فتيحة مزارشي، و حسينة مداني. (07 و08 أفريل 2008). استراتيجيات ترقية الكفاءة الإستخدامية للثروة البترولية في الاقتصاديات العربية في إطار ضوابط التنمية المستدامة. *الملتقى الدولي حول التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة*. جامعة فرحات عباس سطيف:كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير. 01-21.

22. محمد تقرورت، و محمد طرشي. (07 و08 أفريل 2008). إشكالية النفط والتنمية المستدامة في الدول العربية. *المؤتمر الدولي حول التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة*. جامعة فرحات عباس سطيف:كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير. 01-21.

23. محمد رمزي جودي، و أمينة جودي. (2021). الإستثمار في الإبتكار الأخضر من أجل التنمية المستدامة. *مجلة الباحث الاقتصادي،المجلد 09*(العدد 02). 341-352.

24. محمد عبد الجواد. (2000). *كيف ننمي مهارات الإبتكار والإبداع الفكري* (الإصدار الطبعة الأولى). القاهرة، مصر: دار البشير للثقافة والعلوم.

25. محمد عبد اللوش، و شفيق شاطر. (11 فيفري 2025). الابتكار الأخضر ودوره في تحقيق التنمية المستدامة. *الملتقى الوطني حول ادارة المعرفة والابتكار في المؤسسات الاقتصادية كسبيل للاندماج في الاقتصاد الرقمي*. جامعة الطارف: كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير. 01-19.

26. مركز الانتاج الاعلامي بجدة. (2006). التنمية المستدامة في الوطن العربي بين الواقع والمأمول. *سلسلة دراسات نحو مجتمع المعرفة*(العدد 11).

27. مريم أحمد مصطفى، و احسان حفظي. (2005). *قضايا التنمية في الدول النامية*. الاسكندرية، مصر: دار المعرفة الجديدة.

28. مليكة عبد غرس. (2025). دور الابتكار الأخضر في تحقيق ادارة بيئية مستدامة. *مجلة الدراسات البيئية والتنمية المستدامة، المجلد 04*(العدد 01). 153-166.

29. نبيل ونوغي، و خديجة مريجة. (2020). الابتكار الأخضر كأداة مستحدثة لدعم وترقية المؤسسات الصغيرة والمتوسطة: بين مكانته في التشريع الجزائري ودوره في تحقيق التنمية المستدامة. *المجلة الأكاديمية للبحث القانوني، المجلد 11*(العدد 03 (عدد خاص)). 148-167.

30. نسيم حمودة، و ايمان مقداد. (ديسمبر, 2024). تحليل أثر استخدامات الذكاء الاصطناعي في تعزيز أداء الابتكار الأخضر: دراسة حالة شركة كوندور – فرع المكيفات الهوائية. *مجلة اقتصاد المال والأعمال، المجلد 8*(العدد 4). 151-166.

31. هيئة الحكومة الرقمية. (2025). *أهداف مشروع نيوم*. تاريخ الاسترداد 13 11, 2025، من رؤية السعودية 2030:
https://www.vision2030.gov.sa/ar/explore/projects/neom

32. وزارة الحج والعمرة. (2025). *تحدي الحلول المستدامة لضيوف الرحمان: نبذة عن التحدي ومنظومة الابتكار في الحج والعمرة*. تاريخ الاسترداد 13 11, 2025، من مؤتمر ومعرض الحج:
https://hajjconfex.com/SustainableSolutionsChallenge.pdf

References in english:

33. Ashraf Fawzy Hassan .(2025) .Smart Tourism and Environmental Sustainability: A Descriptive and Analytical Case Study of Saudi Arabia .*Journal of Engineering Sciences and Information Technology (JESIT), (Vol 9*)(Issue 3). 50-67.

34. Christian Le Bas .(1995) .*économie de l 'innovation*.Paris ،France: edition Economica.

35. Elise Gosselin .(2005) .*cultiver l'innovation: recolte les performances*. Retrieved04 11, 2025 from: http://www.agriesean.qc.ca/bovainslaities/documents/gosselin-elise.pdf

36. Gabriel Wackemann .(2008) .*Le développement durable*.Paris ،France: edition ellipses.

37. Saudi Green Initiatives .(2024) .*Saudi 's whole-of-society approach to climate action.* Retrieved12 11, 2025 from Saudi and middle east green Initiatives: https://sgi.gov.sa/?csrt=2959339727089250680