

دور التحول الرقمي في تحقيق الاستدامة البيئية وحماية النظام البيئي

The role of digital transformation in achieving environmental sustainability and protecting the ecosystem

فواز العابد

مخبر الامن القومي الجزائري الرهانات و التحديات - جامعة خميس مليانة -

f.labeled@univ-dbkm.dz

تاريخ الاستلام: 2024/03/29 تاريخ القبول: 2024/06/15 تاريخ النشر: 2024/06/30

ملخص:

يعالج هذا المقال دور التحول الرقمي في تحقيق الاستدامة البيئية، حيث يعد التحول الرقمي أحد الاستراتيجيات الأساسية لإنشاء وتطوير حلول صديقة للبيئة في العصر الحالي، حيث أصبح التحليل الدقيق والفعال للبيانات البيئية ممكناً بفضل التكنولوجيا الرقمية المتطورة، التي تعمل على تعزيز فهمنا للقضايا البيئية وتساعد على تقديم حلول إبداعية وعملية، علاوة على ذلك، تعمل التقنيات الرقمية على تعزيز استخدام الموارد الطبيعية وتقليل النفايات، مما يساهم بشكل كبير في تحقيق الاستدامة البيئية والحفاظ على النظام البيئي.

كلمات مفتاحية: التحول الرقمي، الاستدامة البيئية، النظام البيئي.

Abstract:

This article addresses the role of digital transformation in achieving environmental sustainability, as digital transformation is one of the basic strategies for creating and developing environmentally friendly solutions in the current era, as accurate and effective analysis of environmental data has become possible thanks to advanced digital technology, which works to enhance our understanding of environmental issues and helps provide Creative and practical solutions Moreover, digital technologies enhance the use of natural resources and reduce waste, which contributes significantly to environmental sustainability and ecosystem preservation.

Keywords: Digital transformation, environmental sustainability, ecosystem.

المؤلف المرسل: فواز العابد ، الإيميل: f.labeled@univ-dbk.m.dz

مقدمة:

يعتبر التحول الرقمي من أهم العوامل التي تمكن وتعزز من إيجاد حلول بيئية مستدامة في العصر الحالي، حيث جعلت التقنيات الرقمية المتقدمة من الممكن تحليل البيانات البيئية بشكل صحيح وفعال، مما أدى إلى معرفة أكبر بالمخاطر التي تهدد البيئة العالمية وإنشاء حلول إبداعية وعملية. بالإضافة إلى ذلك، تساعد التقنيات الرقمية على تقليل النفقات وزيادة كفاءة استخدام الموارد الطبيعية - وهما جانبان مهمان للحفاظ على البيئة واستدامتها- وتتيح التكنولوجيات الرقمية أيضا تطوير الطاقة المتجددة وتوسيع نطاقها واستخدامها بشكل أكثر فعالية، مما يساعد على دفع الاقتصاد نحو أن يصبح أكثر مراعاة للبيئة، لذلك فإن التحول الرقمي ضروري لتعزيز وتطوير المنتجات الصديقة للبيئة.

الإشكالية: ما هي آثار التحول الرقمي على الاستدامة البيئية، وكيف تساهم التقنيات الرقمية في الحفاظ على النظام البيئي ضد التلوث وتدهور الموارد الطبيعية ؟

فرضية الدراسة: يساهم التحول الرقمي من خلال توظيف التكنولوجيا الرقمية بشكل فعال وإيجابي في تحقيق الاستدامة البيئية، والحفاظ على النظام البيئي.

أهداف البحث:

- استكشاف كيفية تأثير التقنيات الرقمية مثل الذكاء الاصطناعي، والإنترنت الأشياء، وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات على البيئة والاستدامة البيئية.
- دراسة الفرص الجديدة التي يفتحها التحول الرقمي في مجال الاستدامة البيئية، بالإضافة إلى التحديات التي يمكن أن تنشأ من تبني هذه التقنيات.
- فحص كيفية استخدام التكنولوجيا الرقمية لتحسين إدارة الموارد الطبيعية
- فهم كيف يؤثر التحول الرقمي على سلوك المستهلكين واعتباراتهم البيئية.
- اقتراح سياسات وإجراءات لتعزيز التحول الرقمي في دعم الاستدامة البيئية.
- تحليل الحالات النموذجية والمشاريع التي تستخدم التحول الرقمي بنجاح لتحقيق الاستدامة البيئية، واستخلاص الدروس المستفادة والتوصيات المناسبة.
- فحص كيف يمكن أن يساهم التحول الرقمي في المحافظة على التنوع البيولوجي ومواجهة التحديات المتعلقة بالتغير المناخي.
- وسعيا لتغطية مختلف جوانب الموضوع تم الاعتماد على مقدمة ومحورين وخاتمة.

مقدمة

أولاً: التحول الرقمي والاستدامة البيئية (مقاربة مفاهيمية)

ثانياً: أثر التحول الرقمي على الاستدامة البيئية ودوره في تعزيز النظام البيئي

خاتمة

2. التحول الرقمي والاستدامة البيئية (مقاربة مفاهيمية)

1.2 التحول الرقمي:

يتجه العالم بسرعة نحو الرقمنة في جميع المجالات، حيث أصبحت ظاهرة التحول الرقمي التي لا مفر منها عاملاً رئيسياً في نمو وتقدم العديد من القطاعات الاجتماعية والاقتصادية من خلال استخدام التكنولوجيا الرقمية لتطوير الخدمات وتحسين العمليات، مما سيزيد من الكفاءة وتحسين تجربة المستخدم وتطوير التفاعل.

1.1.2 مفهوم التحول الرقمي

يعرف التحول الرقمي بالعملية التي تتحول من خلالها الشركات إلى نموذج أعمال يعتمد على التكنولوجيا الرقمية لتطوير سلعها وخدماتها، وفتح مصادر دخل جديدة، وخلق فرص ترفع قيمة منتجاتها. التحول الرقمي (DX) هو المصطلح المستخدم لوصف التغييرات الجذرية التي يتم إجراؤها على نموذج الأعمال والإجراءات والعمليات من أجل إحداث التحول في الشركة أو الحكومة، قد يتم تضمين عملية تغيير الخدمة أو المنتج بالكامل في عملية التحويل، من خلال التدخل في كل جانب من جوانب العمل، بما في ذلك تكنولوجيا المعلومات والتوريد والمبيعات والقيمة الكاملة. (بلباي، 2022، صفحة 415)

كما يعرف التحول الرقمي بأنه عملية تحويل المواد المطبوعة، والمواد المخزنة على الميكروفيلم أو الميكروفيش، والمواد التناظرية - مثل أشرطة الفيديو الصوتية والمرئية - من خلال المسح الضوئي و/أو إعادة الإدخال إلى شكل رقمي وهو الشكل الذي يمكن لجهاز الكمبيوتر معالجته، ويتم تحقيق ذلك عن طريق تقسيم البيانات إلى أجزاء منفصلة تعرف باسم "Bytes" وتخزينها على أجهزة تخزين خارجية أو داخلية مثل أقراص الليزر أو محركات الأقراص الثابتة.

وفقاً لقاموس ODLIS فإن الرقمنة هي عملية تحويل البيانات إلى تنسيق رقمي بحيث يمكن معالجتها باستخدام جهاز كمبيوتر إلكتروني وفي سياق أنظمة المعلومات، وتشير الرقمنة إلى عملية تحويل النصوص أو الصور المطبوعة - مثل الصور والرسومات والخرائط وما إلى ذلك - إلى إشارات رقمية ثنائية "Binary Signals"، وتُعرف عملية نقل البث الإذاعي والتلفزيوني من نظام إشارات البث التماثلي إلى البث الرقمي الأرضي باسم المسح (المعروف أيضاً باسم التحويل الرقمي)، وبما أن حجم المساحة التي تشغلها عمليات الإرسال الرقمية أقل من حجم الإشارات التناظرية، فيمكن الوصول إلى المزيد من طيف الموجات للبث، وسينتج عن ذلك المزيد من فرص العمل في شبكات الإذاعة والتلفزيون. (عصفورا، 2020، الصفحات 4-5)

بعد التطرق لتعريف التحول الرقمي يمكن اعتباره بأنه استخدام التكنولوجيا الرقمية بشكل استراتيجي وشامل في جميع جوانب الحياة والعمل. يتضمن هذا التحول استخدام التقنيات الرقمية مثل الحوسبة السحابية، والذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، وتحليل البيانات الضخمة، والتعلم الآلي، وغيرها لتحديث العمليات الحالية وتحسينها، وجعلها أكثر فعالية وكفاءة.

2.1.2 أهداف و فوائد التحول الرقمي

يمثل التحول الرقمي ركيزة أساسية في تطور المؤسسات والمجتمعات نحو مستقبل أكثر تطوراً واستدامةً، مما يبرز أهميته كمحرك للتغيير الإيجابي والتحسين المستمر.

أولاً: أهداف التحول الرقمي

يسعى التحول الرقمي للتمكن من الوصول إلى الأهداف التالية:

- ربط الأسواق والمؤسسات في الدول الناشئة بالأسواق العالمية.
- الترويج للسلع والخدمات وتبادل المعلومات داخل وخارج الشركة.

- الارتقاء بمستوى الخدمات المقدمة للجمهور وتبسيط الإجراءات للمستخدمين منها.
- يعمل على تعزيز التقدم الثقافي والإبداعي في المجتمع، وظهور آفاق عمل جديدة ومبتكرة تتمحور حول استخدام التكنولوجيا والأنظمة الإلكترونية.
- الاستمرار في تحسين النظام التعليمي من أجل الانتقال إلى التعلم عبر الإنترنت، مما ينتج طلابا مبتكرين ومواكبة التغيرات السريعة في العالم.
- زيادة الثقة والشفافية وأمن البيانات والفعالية التنظيمية والتشغيلية. (شعبان، 2021، الصفحات 10-11)

من خلال ما سبق يمكن القول إن تعزيز الابتكار وإنشاء سلع وخدمات جديدة ليس سوى عدد قليل من أهداف التحول الرقمي، الذي يهدف أيضًا إلى زيادة القدرة التنافسية، وتحسين تجارب العملاء، وتمكين الشركات من استخدام التكنولوجيا لتحقيق أهدافها الإستراتيجية، وتحسين التفاعل والتواصل بينها وبين عملائها.

ثانيا: فوائد التحول الرقمي

- الاستثمار في التحول الرقمي يقلل بشكل كبير من النفقات والعمالة.
- يعزز ويتحكم في فعالية العمليات.
- يعزز المعايير ويبسط العمليات لضمان حصول المستخدمين على الخدمات التي يحتاجون إليها.
- خلق فرص لتقديم الخدمات بطريقة فريدة ومبتكرة تخرج عن الطرق التقليدية لتقديم الخدمات.
- يساعد المؤسسات والشركات للوصول إلى نطاق أوسع من العملاء وعامة الناس من خلال التوسع والانتشار ضمن إطار أكبر. (عصفورا، 2020، صفحة 06)

وتماشيا مع ما تم ذكره من فوائد التحول الرقمي يمكن اعتباره أمراً ضرورياً لأنه يوفر العديد من المزايا التي تعود بالنفع على الأفراد والشركات على حد سواء، حيث تعد زيادة الإنتاجية والكفاءة من أبرز مزايا التحول الرقمي، وذلك لأن التكنولوجيا الرقمية قد تعمل على تبسيط الإجراءات وتقصير أوقات التنفيذ وتوفير التكاليف مع زيادة الإنتاج، بالإضافة إلى ذلك، ومن خلال استخدام وسائل التواصل الاجتماعي وأدوات الاتصال الرقمية، يعزز التحول الرقمي تفاعلاً وتواصلًا أفضل بين الأشخاص والمنظمات. مما يؤدي ذلك إلى تحسين العمل الجماعي وتبادل المعرفة والخبرات بين الأقسام والفرق المختلفة.

3.1.2 خطوات التحول الرقمي:

تعتبر رقمنة البيانات مجرد مرحلة واحدة من مراحل عملية التحول الرقمي، علاوة على ذلك، يجب تحويل المنصات القديمة إلى بيئة تكنولوجيا المعلومات التي يمكن أن تتغير لتلبية متطلبات مختلف المنظمات. من أجل تسريع تقديم الخدمات وتعزيز النمو الاقتصادي، لذلك تبني الحكومات والمنظمات في جميع أنحاء العالم التحول الرقمي من خلال استخدام الحوسبة السحابية، وهي تقنية تعتمد على نقل معالجة الكمبيوتر وسعة التخزين إلى ما يسمى السحابة والتي هي جهاز خادم يمكن الوصول إليه عبر الإنترنت.

- **تحويل الرؤية:** من خلال دمج التكنولوجيا في الإجراءات المؤسسية، حيث تهدف جميع المنظمات إلى تقديم خدمات متطورة وعالية الجودة. وبما أن الحوسبة السحابية تسهل تنفيذ الأفكار الجديدة، فإن هذا يتطلب رؤية واضحة حول مكان بدء عملية التحول الرقمي، لذلك تتخذ المؤسسات موقفاً يتناسب مع طبيعة عملياتها وخدماتها مع توجه الرؤية نحو التحول الرقمي.

- **ثقافة التغيير:** لتشجيع فكرة التغيير، من الضروري أن يكون لديك قوة عاملة على دراية بتكنولوجيا المعلومات وقادرة على مواكبة التطورات فيها.

- تعديل نموذج التكلفة: من المرجح أن تتوصل الفرق ذات الموارد المحدودة إلى حلول جديدة للمشكلات باستخدام مخيلتها. حيث هناك طريقة أخرى لتحسين الحوسبة السحابية وهي تجميع موارد تكنولوجيا المعلومات لتوفير المال مقارنة بالأنظمة التقليدية وتسريع تطوير التطبيقات التعاونية.

- إطلاق أعمال تجارية تعتمد على السحابة: بينما تختار بعض الشركات تحويل التراخيص ومشاريع محددة إلى السحابة، يقرر البعض الآخر إطلاق أعمال تجارية تعتمد على السحابة خارج البوابة. يستخدم هذا النهج في تطوير التطبيقات وتنفيذها نموذج الحوسبة السحابية بشكل كامل. (معيزي، 2021، الصفحات 648-649)

وتأتي بعد هذه الخطوات تتبع عملية قياس التقدم لأنه من المهم تطوير مقاييس لرصد التقدم الذي تم تحقيقه خلال رحلة التحول الرقمي، والتي يتم تسهيلها بواسطة الحوسبة السحابية التي توفر قفزات كبيرة نحو المستقبل.

2.2 الاستدامة البيئية

الاستدامة البيئية هي خلق مجتمعات أكثر نجاحاً على المدى الطويل، من خلال تحقيق التوازن بين متطلبات الأجيال الحالية والمستقبلية عبر اتخاذ قرارات مدروسة تحمي التنوع البيولوجي والموارد الطبيعية.

1.2.2 مفهوم الاستدامة البيئية:

الاستدامة البيئية هي قدرة النظام البيئي على دعم وتنمية سكانه مع الحفاظ على توازنهم وصحتهم خاصة مع تزايد اعتماد المجتمع البشري على النظم البيئية والموارد الطبيعية من أجل البقاء، حيث أصبح ذلك عنصراً حاسماً في الحياة الحديثة، وتشمل

الاستدامة البيئية تقليل الآثار السلبية على البيئة، والحفاظ على الموارد الطبيعية وحمايتها، وتشجيع خيارات نمط الحياة المستدامة في جميع المجالات.

تعتبر الاستدامة البيئية والتنمية المستدامة مفاهيم وثيقة الصلة تسعى إلى تحقيق التوازن بين تلبية الاحتياجات الحالية دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها الخاصة. حيث هناك ثلاث أفكار أساسية تشكل حجر الزاوية للتنمية المستدامة: تقليل استخدام الموارد الطبيعية، وحماية وتحسين جودة البيئة، وتلبية المتطلبات الحالية دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تحقيق أهدافها. (الاختلافات بين الاستدامة والاستدامة البيئية والتنمية المستدامة، 2024)

كما تُعرّف الاستدامة البيئية على أنها منع استنزاف أو تدهور الموارد الطبيعية والحفاظ على الجودة البيئية على المدى الطويل ومن خلال دعم الاستدامة البيئية، يمكننا التأكد من تلبية متطلبات الجيل الحالي دون التضحية بمتطلبات أجيال المستقبل، وهذا يتم من خلال مراقبة العالم الطبيعي الذي يتمتع بقدرات مذهلة على التجديد والحفاظ على استمراره، ومثالا على ذلك يوفر تحلل الشجرة العناصر الغذائية للأرض بعد سقوطها، حيث تساعد هذه العناصر الغذائية في الحفاظ على الشروط اللازمة لنمو الشتلات الصغيرة في المستقبل. (محمود، 2024)

2.2.2 أسباب وأهداف الاستدامة البيئية

أولا: أسباب الاهتمام بالاستدامة البيئية

- ضرورة تجنب المشكلات البيئية وتقليل النقص في المواد الأولية من خلال حماية الموارد الطبيعية غير المتجددة وتحقيق التوازنات الأساسية في النظم البيئية.
- ارتفاع معدلات التلوث نتيجة الأضرار البيئية الناجمة عن العمليات التي أدت إلى توسيع النشاط الصناعي وزيادة كمية الملوثات المنطلقة.

- لقد أدت عولمة الاقتصاد وتراخي الرقابة على العمليات التي تقوم بها الشركات عبر الوطنية لتحقيق الربح إلى خسائر في الأرواح البشرية، ويشكل هذا الاتجاه أكبر تهديد للتقدم وتعميق الانقسامات الاجتماعية.

- تزايد عدد السكان، مما دفع إلى البناء في المساحات الخضراء، وزيادة الاستهلاك، وطرح النفايات الذي أدى إلى تأثيرات سلبية على البيئة والتنمية بصفة عامة. (حمزة، 2021، صفحة 83)

ثانياً: أهداف الاستدامة البيئية

تسعى الاستدامة البيئية إلى تحقيق مجموعة من الأهداف موزعة على خمس فئات:

- متطلبات المجتمع:

- * لا تنتج مواد من شأنها أن تضر الأجيال القادمة.
- * إنشاء وتوفير السلع والخدمات التي تساهم في اقتصاد أكثر استدامة.
- * خلق فرص العمل ومساعدة العمالة الجاهزة.
- * تشجيع التداول المعقول.
- * إعطاء الأولوية للاستدامة البيئية عند اختيار المكونات أو المواد الخام للسلع والخدمات الجديدة.

- الحفاظ على التنوع البيولوجي:

- * اختيار المواد الخام التي تحمي التنوع البيولوجي في الموارد الطبيعية.
- * استخدام مصادر الطاقة الصديقة للبيئة والمستدامة.
- * القيام باستثمارات لزيادة كفاءة الطاقة.

- النظر في القدرة على التجديد:

- * استنزاف المصادر غير المتجددة بمعدل أقل من معدل تجديد المصادر المتجددة البديلة.
- * استخدام الموارد المتجددة بمعدلات تتناسب مع قدرة النظم الطبيعية التي تنتجها.

- إعادة الاستخدام وإعادة التدوير:

- * إنشاء تصميمات تزيد من إعادة استخدام المنتج وإعادة تدويره.
- * إنشاء أنظمة حلقة مغلقة للعمليات التجارية أو الصناعية لتقليل الانبعاثات الخطرة للنفايات.

- الحد من استهلاك الموارد غير المتجددة وتقليل توليد النفايات:

- * إبقاء معدلات الزيادة السكانية واستهلاك الفرد والتقدم التكنولوجي ثابتة مع إبقائها في حدود الطاقة الاستيعابية للبيئة، أي مع مراعاة الاستدامة البيئية.
- * إبقاء كمية الانبعاثات والنفايات المنتجة ضمن القدرة الاستيعابية للأنظمة البيئية، دون التقليل من قدرتها على احتواء النفايات في المستقبل أو التأثير على الخدمات البيئية الهامة الأخرى.
- * وضع معايير لوسائل النقل بحيث تكون الأولوية للوسائل ذات التأثير البيئي المنخفض الضرر.
- * اتخاذ جميع القرارات المتعلقة بتطوير وإدارة المنتجات مع مراعاة البيئة. (غنيومات، 2020)

من خلال ما سبق يمكن القول أن مبادرات الاستدامة البيئية تسعى إلى تحقيق التوازن بين استخدام الموارد والطاقة والحفاظ على الموارد الطبيعية للأجيال الحالية والمستقبلية، باعتماد إستراتيجية تطوير التكنولوجيا والممارسات التي تقلل من الآثار

السلبية للنشاط البشري على البيئة وتحسين الاستدامة في مختلف المجالات الاجتماعية والاقتصادية.

3.2.2 مؤشرات وقضايا الاستدامة البيئية

أولاً: مؤشرات الاستدامة البيئية

- **الوعي بالاستدامة البيئية:** والذي يتم من خلال رفع الوعي العام بقضايا الاستدامة من أجل تعزيز أنماط الاستهلاك الصديقة للبيئة والبديلة عبر استخدام برامج التوعية والتثقيف البيئي من أجل التنمية المستدامة، وكذلك الحملات الإعلانية التي تساهم في تحسين سلوك المستهلكين نحو البيئة. ونتيجة إلى زيادة الوعي البيئي يصبح تقديم المنتجات الخضراء والصديقة للبيئة أحد متطلبات المسؤولية الاجتماعية للمؤسسات.

- **الحد من النفايات (التلوث):** تساعد إعادة التدوير على إعادة استخدام المواد التالفة بدلاً من التخلص منها كنفايات، ويتم إنتاج مواد جديدة تكاد تكون مماثلة في جودتها للمواد الأصلية، وهذا يجعل الحد من النفايات العنصر الأكثر أهمية في الاستدامة البيئية. تتمتع طريقة إعادة التدوير بميزة خفض التكاليف الإجمالية، والحاجة إلى التعدين على الأرض، والقوى العاملة اللازمة لإنتاج المواد مرة أخرى. ووفقاً لبعض الدراسات، فإن طن واحد من الورق المقوى المستعاد يمكن أن يوفر 25 طناً من أخشاب الغابات، ويمكن لكل قطعة من الورق المستعاد أن توفر ما لا يقل عن لتر واحد من الماء وتساعد في تقليل استخدام الكهرباء، وكل ذلك يساهم في تقليل الأثر البيئي. (حمزة، 2021، صفحة 84)

ثانياً: قضايا الاستدامة البيئية

- صنع القرار بين الأجيال: يجب أن نأخذ في الاعتبار آثار أفعالنا على الأجيال القادمة وكذلك على الحاضر أثناء اتخاذ القرارات الاقتصادية. على سبيل المثال، يؤدي حرق الفحم إلى إنتاج قدر أقل من التلوث على المدى القريب، ولكنه يلحق الضرر بالأجيال القادمة على المدى الطويل.

- الموارد المتجددة: التنوع في مصادر الطاقة مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية التي لا تعتمد على الموارد غير المتجددة.

- منع آثار ظاهرة الاحتباس الحراري التي يسببها الإنسان: ويشمل ذلك اتخاذ تدابير للتأكد من أن بيئة الأرض لا تتدهور إلى درجة تضطر فيها الأجيال القادمة إلى التعامل مع الطقس المتطرف، ونقص المياه، والحرارة المفرطة، وكلها أمور يمكن أن تؤدي إلى تغير المناخ، وجعل الحياة صعبة للغاية أو مستحيلة في بعض أنحاء العالم.

- الحفاظ على التنوع البيئي وتنوع الأنواع: تحتوي بعض أنواع النباتات على مكونات تكون ضرورية في بعض الأحيان في صناعة الأدوية، إذا انقرضت هذه الأنواع فإنها تهدد من الابتكار التكنولوجي في المستقبل.

- التعامل مع الموارد البيئية كما لو كانت لها قيمة وحقوق جوهرية: وبعبارة أخرى، لا ينبغي لنا أن نبنى قراراتنا على المكاسب المالية فقط، بل يتعين علينا بدلاً من ذلك أن ننقذ الغابات المطيرة لأنها ذات قيمة، بدلاً من تحديد ما إذا كان القيام بهذا من شأنه أن يزيد من أرباحنا.

- استهداف الرفاه الاجتماعي: إعطاء المتعة والاستدامة البيئية أولوية أعلى من مقاييس التقدم الخام مثل الناتج المحلي الإجمالي. (محمود د.، 2022)

وتمشيا مع ما تم ذكره تعتبر القضايا المتعلقة بالاستدامة البيئية تحديات كبيرة خاصة تغير المناخ، وفقدان التنوع البيولوجي، واستنزاف الموارد، وتلوث البيئة. لذلك

يتطلب الأمر تضافر جهود المجتمعات والشركات والحكومات والأفراد لحل هذه المشاكل. حيث تعتمد القدرة على حماية البيئة للأجيال الحالية والمستقبلية على التمكن من زيادة الوعي وتبني ممارسات مستدامة.

3. اثر التحول الرقمي على الاستدامة البيئية ودوره في تعزيز النظام البيئي

يساهم التحول الرقمي والابتكار في الاستدامة البيئية. عن طريق استخدام التكنولوجيا في المجال البيئي، وتحويل البيئة إلى مصدر للاستدامة، وحفظها للأجيال القادمة، وتحقيقها يتطلب استخدام الأمثل للموارد البيئية المتاحة ودمج التكنولوجيا في العمل البيئي.

1.3 تقنيات وتطبيقات التحول الرقمي ودورها في تحقيق الاستدامة البيئية

1.1.3 تقنيات التحول الرقمي المساعدة في تحقيق الاستدامة البيئية

التحول الرقمي يشمل مجموعة واسعة من التقنيات والأدوات التي تؤثر إيجابياً على البيئة، مثل:

- تقنيات الحوسبة السحابية وإنترنت الأشياء (IoT): السماح للمعدات والأجهزة بالتواصل وتبادل البيانات، مما يساعد على مراقبة استخدام الموارد والتحكم فيها بشكل أفضل وتقليل الهدر والخسارة.

- الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات: من خلال تحليل اتجاهات الاستهلاك والإنتاج، قد يؤدي الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات إلى تعزيز الفعالية التشغيلية وخفض انبعاثات الكربون.

- تقنيات الطاقة المتجددة: يساعد التحول الرقمي عبر تطوير تقنيات الطاقة المتجددة، مما يساهم في زيادة كفاءة واستدامة استخدام مصادر الطاقة النظيفة. (محمود ك.، 2024)

واستنادا على ما سبق يمكن القول أن محاولات تحقيق الاستدامة البيئية يعتمد الآن بشكل كبير على تطبيق تكنولوجيا التحول الرقمي، وهذا ما توصلت إليه العديد من الشركات حيث أصبحت قادرة على زيادة إنتاجيتها وتقليل تأثيرها البيئي بطرق إبداعية وعملية بسبب تطور التكنولوجيا الرقمية، فعلى سبيل المثال، يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي وتكنولوجيا التحليل الضوئي لتتبع وفحص أنماط استخدام الموارد الطبيعية، مثل الكهرباء والمياه، مما يجعل من الممكن إصدار قرارات أكثر دقة ومفيدة من شأنها تقليل النفقات وزيادة كفاءة الاستخدام.

يمكن أيضاً استخدام تقنية إنترنت الأشياء لرصد التلوث وإدارته من خلال جمع وتقييم بيانات الجودة البيئية واتخاذ الإجراءات العلاجية اللازمة على الفور. علاوة على ذلك، يمكن الاستفادة من التقنيات الرقمية لتعزيز السلوكيات المستدامة ورفع الوعي البيئي لدى الأفراد والمجتمعات، ومن الأمثلة على ذلك منصات التواصل الاجتماعي التي تسهل تبادل الممارسات الصديقة للبيئة وتطبيقات الهواتف الذكية التي تقدم معلومات بيئية. لذلك، أثبتت تطبيقات التكنولوجيا الرقمية للحفاظ على البيئة أنها وسيلة فعالة لتحقيق التنمية المستدامة وحماية النظم البيئية للأجيال القادمة.

2.1.3 تطبيقات تكنولوجية مبتكرة لتعزيز الاستدامة البيئية

أدى دمج التكنولوجيا في العمل البيئي إلى ابتكار تطبيقات تكنولوجية ساهمت في تعزيز الاستدامة البيئية، وتطوير البيئة، ومن بين هذه التطبيقات نذكر ما يلي:

- **تطبيق أوصلي:** يتيح تحديد مواقع الأفراد وتحديد نوع القمامة والتواصل مع موظفي مجلس المدينة المتخصصين الذين يقومون بتوزيع الأكياس الورقية والتشجيع على تجنب الأكياس البلاستيكية في محاولة لتقليل التلوث، وهي مبادرة للتحول للأكياس الورقية.
 - **تطبيق تيكنوبيئة:** يتيح هذا التطبيق للمستخدمين نشر مقاطع فيديو لأنفسهم وهم يقومون بإعادة تدوير المخلفات من أجل إلهام الآخرين لفعل الشيء نفسه.
 - **تطبيق علمي بيئة من ايه تو زد:** يعمل على تعليم الأطفال كيفية إعادة التدوير والحفاظ على البيئة.
 - **تطبيق تحسن:** لقياس معدل التلوث البيئي من خلال النظر إلى معدل التلوث البصري والسمعي وتقديم حلول إبداعية لتحسين البيئة والبعد عن أماكن التلوث.
 - **تطبيق مشروع البيئي:** يعلم ريادة الأعمال وكيفية البدء بالمشاريع البيئية.
 - **تطبيق برامج بيئية:** يتم إنشاء وتقديم برامج التوعية البيئية من قبل خبراء في التلفزيون لرفع الوعي بين مختلف فئات المجتمع. (إبراهيم، 2021)
- 2.3 الآثار الإيجابية للتقنيات الناشئة في حماية النظام البيئي وتحقيق الاستدامة البيئية**
- ساهمت التقنيات الناشئة في العمل على حماية وتطوير النظام البيئي في ثلاثة مجالات رئيسية، وهي إدارة النفايات ومعالجتها، ومنع التلوث ومكافحته، والإدارة المستدامة للموارد.

1.2.3 إدارة النفايات ومعالجتها

يعد تراكم النفايات مشكلة بيئية كبيرة بسبب التحضر السريع والنمو السكاني، ومن ثم فإن الإدارة السليمة والتعامل مع النفايات أمر ضروري لأي بلد لمنع التلوث

والحد من المخاطر على الصحة العامة. يمكن للتحويل الرقمي مع استخدام التقنيات الحديثة أن يساعد في تطوير أساليب جديدة للتعامل مع النفايات على نطاقات هائلة. على سبيل المثال، استخدم مؤلفون الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) للتنبؤ بتوليد النفايات الصلبة من أجل الإدارة الفعالة للنفايات البلدية وصنع السياسات.

وفي الوقت نفسه، اقترح باحثو استخدام تقنيات البيانات الضخمة لتقليل التكلفة، مما أدى إلى تقليل النفايات وتحسين الكفاءة في صناعة السيارات. كما تم استخدام البيانات الضخمة لتحليل أداء إدارة نفايات البناء والهدم، وكذلك تحديد إلقاء نفايات البناء غير القانوني.

وفي دراسة أخرى، تم تطبيق إنترنت الأشياء والبيانات الضخمة كحلول لإدارة نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية. تم استخدام إنترنت الأشياء أيضًا لمعالجة نفايات الطعام المتولدة أو تصميم نموذج لجمع النفايات في المدن الذكية.

كما عملت تقنيات أخرى على إحداث تحول في مجال إدارة النفايات ومعالجتها، وتم عبر خوارزميات الذكاء الاصطناعي تحسين كفاءة جمع النفايات الإلكترونية. واقترح الباحثون نظامًا ذكيًا لتصنيف مواد النفايات، والذي حقق دقة قدرها 87٪ على العكس من ذلك، اقترح المبتكرون استخدام تقنية blockchain في إدارة النفايات لأنها يمكن أن توفر ميزات النزاهة والمرونة والشفافية والتدقيق بطريقة موثوقة ولا مركزية وآمنة. (Kaluri, 2022, pp. 4-5)

وفي نفس السياق وعلى سبيل المثال وضمن مشروع (دبي مدينة ذكية و مستدامة) قامت بلدية دبي بجملة من التدابير والآليات من أجل إدارة ذكية ومستدامة لنفاياتها وهذا عن طريق:

- **واحة الاستدامة الذكية:** حيث تم تركيب أجهزة استشعار وكاميرات مراقبة في منشأة إعادة التدوير ذات الاكتفاء الذاتي والتي تعمل بالطاقة الشمسية، والتي ترتبط مباشرة بالمراكز الرئيسية. وفي دبي تعتبر واحة الاستدامة الذكية واحدة من المراكز الرائدة لحلول إعادة التدوير الإبداعية.

يمكن للجمهور ترك المواد القابلة لإعادة التدوير والسلع غير المرغوب فيها في هذه المراكز إذا لم يكن من الممكن التخلص منها في مواقع جمع القمامة المعتادة على جانب الرصيف في المدينة. تهدف بلدية دبي إلى تشجيع الجمهور على الاستفادة من مرافق إعادة التدوير وعدم التخلص من السلع غير المرغوب فيها والقابلة لإعادة التدوير، وبالتالي قامت بإنشاء 13 مركزًا استراتيجيًا في جميع أنحاء المدينة. ومع إدخال هذا النظام الجديد تأمل الحكومة في زيادة المعرفة العامة بإعادة التدوير كبديل للتخلص من القمامة، ومع تطبيق هذا النظام يتم تقديم الخدمات المعرفية من خلال شاشات العرض الذكية التي تحفز المستخدمين من خلال الرسائل التي تظهر عليها. بدأ هذا البرنامج بهدف تقليل كمية القمامة التي يتم التخلص منها في مدافن النفايات، وزيادة إعادة التدوير داخل الإمارة.

- **نظام البوابة الذكية (نافذ):** هو نظام إدارة يوفر الدخول الآلي بالكامل إلى مواقع النفايات المملوكة لبلدية دبي، يتم استخدام تقنيات التعرف على اللوحات الرقمية المستقلة، والبرمجيات المتكاملة، وتقنيات تحديد ترددات الراديو (RFID) لإدارة دخول المركبات إلى المواقع وجمع البيانات حول الأوزان والخصم الائتماني التلقائي، ومن خلال تقليل الوقت اللازم لدخول السيارة، سيعمل هذا المشروع على زيادة الكفاءة وتقليل انبعاثات السيارات، ونظرًا لأن جميع المعلومات ستكون في نظام مستقل، فإن النظام

الجديد لن يقلل من الأخطاء البشرية فحسب، بل سيققل أيضاً من استخدام الورق في إدخال المعاملات وإعداد التقارير.

- حاويات ضغط نفايات Bigbelly: وهي عبارة عن حاويات قمامة مصنوعة من الكربون وتعمل بالكامل على الطاقة الشمسية لتلبية متطلباتها من الطاقة، وبسبب آلية ضغط النفايات يمكن لحاوية Bigbelly أن تحتوي على ستة إلى ثمانية أضعاف كمية القمامة التي يمكن أن تحتويها حاويات الشوارع العادية، بالإضافة إلى ذلك، تم إضافة أجهزة استشعار حجميه إلى وحدات الضغط في الحاوية لإصدار إنذار عند الوصول إلى مستوى معين. تم وضع علامات جغرافية على محطات Bigbelly باستخدام برنامج CLEAN (الإدارة)، مما يتيح للمقر الرئيسي مراقبة فعالية هذه الحاويات حيث تقوم أجهزة الاستشعار أيضاً بتنبيه المقر الرئيسي عندما تكون الحاويات ممتلئة تقريباً بناءً على مواضعها، و ذلك لزيادة فعالية الخدمات اللوجستية، وتعمل Bigbelly بشكل عام على تحسين فعالية أسطول بلدية دبي من خلال زيادة القدرة على جمع النفايات في وقت واحد، مما يؤدي بدوره إلى تقليل استهلاك الوقود واستغلال العمالة والمعدات.

- نظام تتبع المركبات (راصد): وهي تقنية نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) التي تمنح أسطول بلدية دبي وشركات إدارة القمامة المملوكة للقطاع الخاص والمسجلة في الإمارة إمكانات الإدارة والتتبع في الوقت الفعلي، ولزيادة إنتاجية العمالة والمركبات تم تجهيز النظام أيضاً بميزات الكفاءة والأمان، مما ساعد إدارة النفايات في بلدية دبي على المراقبة والإبلاغ عن المتجاوزين والتصدي لهم من خلال المرونة والقوة والتوازن والأداء المستمر وغير المتوقف للمراقبة. وقد سمح هذا النظام بالاستخدام الأمثل لمداخن النفايات، و وفر العديد من الميزات بما في ذلك صيانة المركبة وتتبعها وتشخيص أي أعطال قد

تصويبها وكذلك إدارة السائق وإدارة السرعة والوقود وإدارة الصحة والسلامة. (القادر، 2021، الصفحات 36-37)

من خلال ما سبق يمكن القول أن توظيف التقنيات الرقمية مثل تحليل البيانات الضخمة والاستشعار عن بعد يساهم في تتبع النفايات ومساراتها بدقة مما يسهل جمعها وإعادة تدويرها بطرق أكثر فعالية، علاوة على ذلك، فإن استخدام تقنيات التحول الرقمي يساعد على تعزيز التواصل، ونشر الوعي بأهمية إعادة تدوير النفايات وتشجيع مشاركة المجتمع في هذا المجال.

2.2.3: منع التلوث ومكافحته

يعد التلوث البيئي وآثاره الصحية قضية أساسية للاستدامة البيئية، ولذلك هناك حاجة إلى مزيد من الإجراءات للحد منه، حيث يؤدي منع التلوث إلى الحفاظ على الطبيعة، بينما تحاول استراتيجيات مكافحة التلوث إدارة الملوثات بعد إطلاقها وتقليل تأثيرها على البيئة تجمد التقنيات الرقمية المبتكرة تطبيقات في مجموعة واسعة من المجالات التي تساهم في منع التلوث البيئي ومكافحته.

وفي سياق التحكم في الانبعاثات ومراقبتها، يمكن أن يساعد استخدام الذكاء الاصطناعي في أنظمة التحكم في الاستفادة من أفضل التقنيات المتاحة لتحقيق أداء أفضل. ففي هذا الصدد تم تقديم تطبيق DSS لتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الطاقة، و تصنيف مستويات الانبعاثات والتنبؤ بها، والتي أظهرت نتائج واعدة.

كما قام مبتكرون آخرون بدمج نموذج آلة التعلم المتطرف وخوارزمية البحث المتناغم لتصميم نموذج لتقليل انبعاثات أكسيد النيتروجين، مما أدى إلى أداء مقبول،

علاوة على ذلك، لتقدير انبعاث أكسيد النيتروجين تم أيضًا استخدام العديد من خوارزميات الذكاء الاصطناعي مثل آلة التعلم ثنائية الاتجاه العميقة أو شبكة المعتقدات العميقة (DBN)، أو الذاكرة الطويلة قصيرة المدى (LSTM).

وبصرف النظر عن الذكاء الاصطناعي أتاحت البيانات الضخمة أيضًا فرصًا لرصد الانبعاثات والتحكم فيها، مما ساعد على الاستدامة البيئية. كما تم استخدام البيانات الضخمة لدراسة العلاقة بين انبعاثات الكربون والنمو الاقتصادي، وبالتالي توفير خلفية للحكومات لصياغة سياسات خفض الانبعاثات، وطبقت دراسات أخرى بيانات ضخمة لتصميم مسارات الانبعاثات في المناطق الحضرية، و بحثت في فوائد مشاركة الدراجات لتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وساعدت في اختيار المورد الأمثل مع الأخذ في الاعتبار انبعاثات الكربون.

وفي سياق حل مشاكل التلوث، يمكن أن تساعد التقنيات الناشئة في تقليل التلوث في البيئة وتحقيق الاستدامة. على سبيل المثال، تم تنفيذ النماذج القائمة على الذكاء الاصطناعي لنمذجة قضايا الملوثات المتعلقة بعمليات إزالة الملوثات وتحسينها والتننبؤ بها والسيطرة عليها، وتحليل ملوثات الهواء والتنبؤ بها. كما تساهم تقنيات التحول الرقمي الأخرى، مثل البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء، بشكل كبير في مكافحة التلوث والوقاية منه حيث تم استخدام تقنية blockchain (هي نوع من التقنيات اللامركزية والموزعة تستخدم لتخزين البيانات وتسجيل المعاملات بطريقة آمنة) لتطوير نظام تداول الانبعاثات، والذي كان حافزًا اقتصاديًا للسيطرة على التلوث البيئي. (Kaluri, 2022, p. 05)

مما سبق يمكن القول أن الحد من التلوث البيئي أمرًا بالغ الأهمية للحفاظ على الاستدامة البيئية، لما له من عواقب ضارة على الصحة، وتتم معالجة هذه المشكلة بعدة

طرق من مكافحة التلوث إلى منع التلوث باستخدام التكنولوجيا الرقمية المتطورة وتطبيقات الذكاء الاصطناعي للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، وتساعد البيانات الضخمة أيضًا على تتبع الانبعاثات ودراسة العلاقة بين الانبعاثات والنمو الاقتصادي، مما يساعد الحكومات على وضع سياسات تهدف إلى خفض الانبعاثات. إن استخدام التقنيات المتطورة مثل blockchain والذكاء الاصطناعي يعزز محاولات تحقيق الاستدامة البيئية ومعالجة قضية التلوث.

3.2.3 الإدارة المستدامة للموارد

أصبح التوجه نحو الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة أكثر أهمية في جميع أنحاء العالم، وخاصة في أوروبا وأمريكا، لأن ذلك يبشر بأفاق اقتصادية مشرقة في المستقبل القريب، حيث تضطر الدول إلى البحث عن مصادر طاقة بديلة ومستدامة وبأسعار معقولة بسبب ارتفاع تكلفة النفط، خاصة في ظل المخاوف المستمرة بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري والتغير المناخي، التي قد تؤدي في نهاية المطاف إلى حدوث فجوة بين الإنتاج والاستهلاك لمصادر الطاقة التقليدية، مما سيجعل استخدام الطاقات المتجددة أو البديلة وتزايد الطلب عليها أمراً ضرورياً. (ناصف، 2020، الصفحات 91-92)

وتشير الموارد المستدامة إلى موارد الطاقة والمعادن التي تكون إما متجددة (يمكن أن تجدد نفسها) أو غير متجددة (منضبة في نهاية المطاف). يجب إدارة كل من الموارد المتجددة وغير المتجددة بعناية لتقليل استهلاك الموارد والتلوث مع تحقيق الأهداف الإنمائية. فيما يتعلق بالإدارة المستدامة للموارد، تفتح التقنيات الرقمية إمكانيات لتقليل الآثار البيئية السلبية للأعمال من خلال تحسينات كبيرة في كفاءة الطاقة واستغلال وإدارة الموارد المتجددة.

تشير كفاءة الطاقة إلى طريقة أو تقنية تقليل استهلاك الطاقة باستخدام طاقة أقل لتحقيق نفس الوظيفة، يمكن أن تساهم الحلول الرقمية في إدارة الطاقة بكفاءة وتخفيف العبء على البيئة، على سبيل المثال، تم الاستفادة من التقنيات الجديدة للتنبؤ باستهلاك الطاقة، أو تحليل استهلاك الطاقة، أو تصميم أنظمة موفرة للطاقة، أو مراقبة الموارد وإدارتها. في عمل حديث اقترح المبتكرون بنية تستخدم خوارزمية مستوحاة من الطبيعة لتحسين الطاقة تعمل هذه التقنيات على تحويل عملية صنع القرار المتعلقة بالعمليات واستراتيجيات الاستجابة للطلب والتخطيط وإدارة أنظمة الطاقة.

وفيما يتعلق باستغلال وإدارة الموارد المتجددة، يمكن للحلول الرقمية أن تعزز بشكل فعال في توليد الطاقة وإدارة الاستهلاك حيث تم استخدام DSS لاختيار المواقع الواعدة لتركيب أنظمة الطاقة المتجددة المعتمدة على مصادر الطاقة الطبيعية، وبالمثل تم استخدام DSS لتقدير مدى توفر الكتلة الحيوية للغابات لإنتاج الطاقة أو الإدارة الفعالة للطاقة لنظام الطاقة المتجددة الهجين، وفي الوقت نفسه، تم استخدام طرق أخرى للتنبؤ بمصادر توليد الطاقة المتجددة المتغيرة، وتصميم أنظمة الطاقة المتجددة وأسواق طاقة الشبكات الصغيرة، وتطوير حل قائم على إنترنت الأشياء لتوليد الطاقة الكهربائية من أجهزة استشعار متعددة. (Kaluri, 2022, p. 05)

إن الاستخدام المستدام للموارد يلعب دورًا حاسمًا في تحقيق الأهداف الإنمائية، وأن التقنيات الرقمية تقدم فرصًا لزيادة كفاءة الطاقة وإدارتها بشكل أكثر فعالية، وفي تحسين توليد الطاقة وإدارة استهلاكها، بما في ذلك استخدام النظم الخبيرة لاختيار مواقع التركيب المثلى لأنظمة الطاقة المتجددة ومعرفة أين تتوفر المصادر الحيوية للطاقة، بالإضافة إلى تطوير تقنيات تنبؤ بمصادر الطاقة المتجددة وتصميم أنظمة الطاقة المستدامة.

4. خاتمة:

من خلال استخدام التكنولوجيا الرقمية لتقليل الآثار البيئية الضارة وتعزيز السلوكيات البيئية المستدامة، يعد التحول الرقمي ضروريًا لتحقيق الاستدامة البيئية من خلال عدة آليات:

- **زيادة الكفاءة:** يساهم التحول الرقمي في رفع كفاءة استخدام الموارد الطبيعية مثل الطاقة والمياه من خلال تطبيق التقنيات الذكية في العمليات الصناعية والزراعية.
 - **تحليل البيانات:** يساعد التحول الرقمي من توفير أدوات تحليلية قوية تسهل فهم كيفية تأثير النشاط البشري على البيئة وتحديد المجالات التي يمكن تحسين الأداء البيئي فيها.
 - **تعزيز الابتكار:** قد تؤدي الثورة الرقمية إلى تطوير تقنيات جديدة تعمل على تحسين الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة بالإضافة إلى أساليب مبتكرة لحل المشاكل البيئية.
 - **تعزيز الوعي والتواصل:** من أجل تحقيق أهداف الاستدامة البيئية، يساهم التحول الرقمي في إنشاء منصات تزيد من المعرفة العامة بالتحديات البيئية وتعزز المشاركة والتواصل بين الأفراد والمؤسسات.
 - **إدارة النفايات:** يمكن للتحول الرقمي أن يوفر تقنيات تعمل على تطوير حلول فعالة لإدارة النفايات وإعادة تدويرها وتصنيفها والتخلص منها بطرق صديقة للبيئة.
- يلعب التحول الرقمي دورًا فعالًا في تحقيق الاستدامة البيئية، وحماية النظام البيئي من خلال تحسين الكفاءة، وتعزيز الابتكار، وتعزيز الوعي، وإدارة النفايات بطرق تعالج القضايا البيئية الحالية والمستقبلية.

قائمة المراجع العربية:

أولاً: المقالات

- احمدوش بلال ،اوزال عبد القادر، دور المدن الذكية في تسيير النفايات البلدية الصلبة- إمارة دبي كأنموذج، مجلة المؤسسة، المجلد10، العدد01، 2021.
- احمد بركات، حسان ناصف، أهمية ودور الطاقات المتجددة دوليا، مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصرة، المجلد03، العدد02، 2020.
- إكرام بلباي، التحول الرقمي وأبعاد التنمية المستدامة، مجلة البحوث في الحقوق والعلوم السياسية، المجلد08، العدد01، 2022.
- أمينة نغموشي، جزيرة معيزي، تحقيق التنمية المستدامة بالاعتماد على التحول الرقمي في الجزائر، مجلة البحوث الاقتصادية والمالية، المجلد08، العدد02، 2021.
- ذياب عبد الله الحارثي، يفان عصفورا، التحول الرقمي وأثره على الارتقاء بالخدمات البيئية- دراسة تطبيقية على وزارة البيئة والمياه والزراعة بمحافظة جدة-، المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث- مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونية-، 2020.
- غادة سيد عبد الله شعبان، اثر التحول الرقمي على التنمية المستدامة في ظل جائحة كورونا (بالتطبيق على بعض الدول العربية) ، المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، المجلد12، العدد04، 2021.
- غني دحام تناي الزبيدي، محمد فليح حمزة، تحقيق الاستدامة البيئية على وفق ممارسات إدارة الموارد البشرية الخضراء، مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة، العدد63، 2021.

ثانيا: مواقع الانترنت

- إسلام غنيمات (2020)، ماهي البيئة المستدامة، تاريخ
الاطلاع: 2024/03/09

<https://mawdoo3.com/%D9%85%D8%A7>

- الاختلافات بين الاستدامة والاستدامة البيئية والتنمية المستدامة، تاريخ الاطلاع: 2024/03/09، <https://dei.so/ar/the-differences-between-sustainability-environmental-sustainability-and-sustainable-development>

- أمنية إبراهيم (2021)، التحول الرقمي البيئي، تاريخ الاطلاع: 2024/03/10، <https://www.albawabhnews.com/4293476>

- دينا محمود (2022)، مفهوم الاستدامة البيئية، تاريخ الاطلاع: 2024/03/09، <https://www.almrsal.com/post/914182>

- كريم محمود (2024)، التحول الرقمي.. زيادة مستدامة للحفاظ على البيئة، تاريخ الاطلاع: 2024/03/11، <https://arabianutopia.com>

قائمة المراجع الأجنبية

- Rajesh Kaluri (2022) , **The Impact of Digital Transformation on Environmental Sustainability**, p04-05 , تاريخ الاطلاع: 2024/03/10 , <https://www.hindawi.com/journals/am/2022/6324325/#data-availability>