

عنوان البحث

دور التقنيات الحديثة والسياسات البيئية في تعزيز كفاءة مشاريع التشغيل المستدامة

إعداد الطالب/ ماضي المهنا

إشراف/

د. الفصيل عبد الحميد

د. فايز جراد

العام الدراسي:

2025

شكر وتقدير

أَتَقَدِّمُ بِجَزِيلِ الشُّكْرِ وَعَظِيمِ الْامْتِنَانِ لِكُلِّ مَنْ أَسْهَمَ فِي إِنْجَازِ هَذَا الْبَحْثِ، وَفِي مَقَدِّمَتِهِمْ سَعَادَةُ الْمَشْرِفِ الْأَكَادِيمِيِّ، لِمَا تَفَضَّلَ بِهِ مِنْ تَوْجِيهِ عِلْمِي وَمُتَابَعَةِ مُسْتَمْرَةٍ كَانَ لَهَا الْأَثَرُ الْبَالِغُ فِي إِخْرَاجِ هَذَا الْعَمَلِ عَلَى النُّحُو الْمَرْجُوءِ. كَمَا لَا يَفُوتُنِي أَنْ أَعْبُرَ عَنِ بَالِغِ التَّقْدِيرِ وَالْعُرْفَانِ لِأُسْرَتِي الْكَرِيمَةِ عَلَى دَعْمِهِمُ الْمُتَوَاصِلِ وَتَشْجِيعِهِمُ الدَّائِمِ، وَلِكُلِّ مَنْ قَدَّمَ لِي يَدَ الْعَوْنِ وَالْمَشُورَةِ خِلَالَ مَسِيرَتِي الْبَحْثِيَّةِ.

الملخص:

يتناول هذا البحث دور التقنيات الحديثة والسياسات البيئية في تعزيز كفاءة مشاريع التشغيل المستدامة، من خلال تسليط الضوء على الابتكارات الرقمية والأنظمة الذكية في إدارة الموارد. كما يستعرض أثر السياسات البيئية في تقنين الاستهلاك وتقليل الأثر البيئي للمشاريع. ويبيّن البحث كيف يسهم الدمج بين التكنولوجيا والتشريعات البيئية في تحقيق أهداف الاستدامة ورفع كفاءة التشغيل على المدى الطويل.

1. شكر وتقدير
2. الملخص
3. Abstract
4. فهرس المحتويات
5. قائمة الجداول
6. قائمة الأشكال
7. مصطلحات البحث
8. المقدمة
9. الفصل الأول: الإطار النظري للبحث
 - أهمية البحث
 - مشكلة البحث
 - أهداف البحث
 - فرضيات البحث
 - منهجية البحث
10. الفصل الثاني: التقنيات الحديثة في مشاريع التشغيل المستدامة
 - تقنيات إدارة الطاقة والموارد
 - التحول الرقمي والأنظمة الذكية
 - دور الابتكار في تحسين الكفاءة التشغيلية
11. الفصل الثالث: السياسات البيئية ودورها في تحقيق الاستدامة
 - مفهوم السياسات البيئية
 - التشريعات والمعايير المحلية والدولية
 - أثر السياسات في توجيه الأداء التشغيلي
12. الفصل الرابع: تكامل التقنية والسياسات لتحقيق التشغيل المستدام
 - التحديات والفرص
 - نماذج تكامل ناجحة
 - مؤشرات الأداء وتحقيق الأثر

13. الفصل الخامس: دراسة حالة – الشركة السعودية للكهرباء (SEC)

- مقدمة عن الشركة
- التقنيات الحديثة المطبقة
- السياسات البيئية في الشركة
- أثر الدمج بين التقنية والسياسة
- التحليل والتوصيات
- 14. الخاتمة والتوصيات

15. قائمة المراجع

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

مصطلحات البحث

- الاستدامة: استخدام الموارد بشكل يلبي احتياجات الحاضر دون التأثير على قدرة الأجيال القادمة.
- التشغيل المستدام: إدارة العمليات التشغيلية بطريقة تحقق الكفاءة وتقلل الأثر البيئي طويل المدى.
- التقنيات الحديثة: تعطيل أثر المخاطر قبل أن تتحول إلى تهديد فعلي. أدوات وأنظمة متقدمة مثل الذكاء الاصطناعي، إنترنت الأشياء، والطاقة المتجددة.
- التصنيف: توزيع المخاطر حسب طبيعتها ومصدرها.
- السياسات البيئية: قوانين وتنظيمات تهدف إلى حماية البيئة وضمان الاستخدام الرشيد للموارد.
- كفاءة التشغيل: القدرة على تحقيق أفضل نتائج تشغيل بأقل تكاليف وجهد ووقت.
- التحول الرقمي: توظيف التكنولوجيا الرقمية في تحسين الأداء التشغيلي والإداري للمؤسسات.
- إدارة الطاقة: التحكم في إنتاج واستهلاك الطاقة لتعزيز الكفاءة وتقليل الهدر والانبعاثات.
- البصمة الكربونية: مجموع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن الأنشطة التشغيلية.
- الممارسات البيئية المسؤولة: الإجراءات المؤسسية التي تهدف إلى تقليل التأثيرات السلبية على البيئة.

- الابتكار التشغيلي: إدخال أساليب جديدة أو محسّنة في العمليات لرفع الإنتاجية وتحقيق الاستفادة.

المقدمة

يشهد العالم في العصر الحديث تحولات متسارعة في مجالات التقنية والإدارة البيئية، ما يفرض على المؤسسات تبني أساليب تشغيل جديدة تتسم بالكفاءة والاستدامة. وتُعد التقنيات الحديثة من أبرز الممكنات التي أسهمت في تطوير نظم التشغيل وتحقيق معدلات أداء أعلى، من خلال توظيف الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والطاقة المتجددة.

وفي المقابل، برزت أهمية السياسات البيئية بوصفها أداة تنظيمية لضبط الممارسات التشغيلية والحد من الأثر البيئي، بما يتماشى مع أهداف التنمية المستدامة. ومن هنا، تتعاضد الحاجة إلى فهم العلاقة التفاعلية بين التكنولوجيا والسياسات في تحقيق التشغيل المستدام.

يركّز هذا البحث على استكشاف دور هذه العوامل مجتمعة في رفع كفاءة المشاريع التشغيلية، عبر تحليل نظري وتطبيق عملي لدراسة حالة الشركة السعودية للكهرباء، باعتبارها نموذجًا لتكامل التقنية مع الالتزام البيئي في بيئة الأعمال المعاصرة.

الفصل الأول: الإطار النظري للبحث

أهمية البحث

تبرز أهمية هذا البحث في تسليط الضوء على دور التقنيات الحديثة والسياسات البيئية في رفع كفاءة التشغيل وتحقيق الاستدامة. كما يساهم في دعم صناع القرار نحو تبني ممارسات تشغيلية مسؤولة ومتطورة. ويعزز الفهم العلمي لتكامل التقنية والتشريعات البيئية في بيئة العمل المعاصرة.

مشكلة البحث

على الرغم من توفر التقنيات الحديثة وتزايد الاهتمام بالسياسات البيئية، إلا أن العديد من المشاريع التشغيلية لا تزال تعاني من ضعف في التكامل بينهما. وتتمثل مشكلة البحث في عدم وضوح الآليات الفعالة لتحقيق هذا التكامل بما يضمن كفاءة واستدامة التشغيل.

أهداف البحث

1. تحليل دور التقنيات الحديثة في تحسين كفاءة التشغيل في المشاريع المستدامة.
2. دراسة أثر السياسات البيئية في توجيه الأداء التشغيلي نحو الاستدامة.
3. استكشاف العلاقة التكاملية بين التكنولوجيا والأنظمة البيئية في بيئة العمل.
4. تقديم نموذج تطبيقي يبرز نتائج هذا التكامل من خلال دراسة حالة.
5. اقتراح توصيات لتعزيز فاعلية تشغيل المشاريع باستخدام حلول تقنية وبيئية متكاملة.

فرضيات البحث

1. هناك علاقة إيجابية بين استخدام التقنيات الحديثة ورفع كفاءة التشغيل في المشاريع المستدامة.
2. تساهم السياسات البيئية الفعالة في تحسين الأداء التشغيلي وتقليل الأثر البيئي.
3. التكامل بين التقنيات الحديثة والسياسات البيئية يؤدي إلى تعزيز استدامة وكفاءة المشاريع على المدى الطويل.

منهجية البحث

تم اعتماد المنهج الوصفي التحليلي في هذا البحث، حيث تم جمع المعلومات من مصادر علمية موثوقة ودراسات سابقة ذات صلة بالتقنيات الحديثة والسياسات البيئية. كما تم استخدام دراسة حالة تطبيقية لتحليل أثر هذا التكامل في بيئة عمل واقعية. وتم دعم النتائج بتحليل نوعي للمؤشرات التشغيلية والبيئية ذات العلاقة.

الفصل الثاني: التقنيات الحديثة في مشاريع التشغيل المستدامة

أولاً: تقنيات إدارة الطاقة والموارد

تلعب تقنيات إدارة الطاقة والموارد دورًا حيويًا في دعم أهداف التشغيل المستدام وتقليل الأثر البيئي. وتتمثل أبرز هذه التقنيات في ما يلي:

1. أنظمة القياس الذكي (Smart Metering Systems):

- تمكّن المؤسسات من مراقبة استهلاك الطاقة والمياه والموارد الأخرى بشكل لحظي.
- تساعد في كشف التسربات، وإدارة الأحمال، وتوجيه المستخدمين نحو أنماط استهلاك أكثر كفاءة.

2. أنظمة إدارة الطاقة (Energy Management Systems - EMS):

- تتيح تتبع الأداء الطاقوي وتحديد فرص التحسين والتوفير.
- تُستخدم في المباني الحكومية والصناعية لتقليل الانبعاثات وخفض الفواتير التشغيلية.

3. تقنيات ترشيد استهلاك المياه:

- تشمل أجهزة التحكم بالتدفق، وإعادة استخدام المياه الرمادية، وأنظمة الري الذكي.
- تساهم في تقليل هدر المياه في المشاريع الزراعية والحضرية.

4. مصادر الطاقة المتجددة:

- كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح، أصبحت مكملة للشبكات التقليدية في المشاريع المستدامة.
- تخفف من الاعتماد على الوقود الأحفوري وتقلل البصمة الكربونية.

5. أنظمة التهوية والتكييف عالية الكفاءة (HVAC Efficiency):

- تستهلك التكييفات التقليدية نسبة كبيرة من الطاقة.
- تعزز الأنظمة المتقدمة، مثل التكييف الذكي والمباني الخضراء، من كفاءة التبريد مع تقليل الاستهلاك.

6. برمجيات إدارة الموارد (Resource Management Software):

- تدمج البيانات التشغيلية في لوحات تحكم ذكية تسهل اتخاذ القرار.
- تدعم الصيانة التنبؤية وتخطيط الموارد بشكل دقيق.

7. تخزين الطاقة (Energy Storage Solutions):

- مثل البطاريات الليثيوم والأنظمة الهجينة، لضمان استقرار الإمداد وتقليل الفاقد.

ثانياً: التحول الرقمي والأنظمة الذكية

يُعد التحول الرقمي أحد أبرز محركات الكفاءة التشغيلية والاستدامة في العصر الحديث، إذ يسهم في تبسيط العمليات، وتعزيز الشفافية، ورفع القدرة على اتخاذ القرارات المبنية على البيانات. وتتمثل أبرز أدواته في:

1. أنظمة إنترنت الأشياء (IoT):

- توصل الأجهزة والمعدات بالإنترنت لقياس الأداء وتحليل البيانات بشكل فوري.
- تُستخدم في إدارة الطاقة، مراقبة البيئة، وتشغيل الآلات عن بُعد.

2. الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات:

- يُستخدم لتحليل كميات ضخمة من البيانات التشغيلية والتنبؤ بالأعطال أو فرص التحسين.
- يُمكن من تنفيذ صيانة تنبؤية بدلاً من الصيانة الدورية التقليدية.

3. أنظمة التحكم الآلي والمراقبة (SCADA – BMS):

- تُستخدم في المنشآت الصناعية والمباني لإدارة الأنظمة (كالتبريد، الإضاءة، السلامة) بكفاءة.
- تتيح التحكم المركزي وتقليل التدخل البشري وتقليل الهدر.

4. البلوك تشين في سلاسل الإمداد:

- يعزز الشفافية في العمليات التشغيلية ويقلل من التكاليف الناتجة عن التزوير أو الخلل.

5. المنصات الرقمية والتكامل الإلكتروني:

- مثل الأنظمة الحكومية أو المؤسسية الموحدة التي تربط الإدارات والأقسام.
- تقلل المعاملات الورقية وتسهل التتبع والتحليل.

6. الروبوتات والأتمتة الصناعية:

- تُستخدم في خطوط الإنتاج والمخازن لتقليل التكلفة ورفع جودة التنفيذ.

7. الحوسبة السحابية:

- تتيح الوصول الفوري للبيانات وتخزينها بأمان، وتدعم المرونة في التشغيل والإدارة عن بُعد.

ثالثاً: دور الابتكار في تحسين الكفاءة التشغيلية

يمثل الابتكار عنصرًا محوريًا في تعزيز الكفاءة التشغيلية للمشاريع، من خلال تقديم حلول جديدة تتجاوز الطرق التقليدية وتعالج التحديات بفعالية أكبر. ويشمل الابتكار هنا التقني والإداري والمجتمعي، وتتمثل أبرز مظاهره في:

1. ابتكار نماذج تشغيل مرنة:

- مثل نماذج العمل عن بُعد أو التشغيل المختلط التي تقلل من التكاليف التشغيلية وتزيد الإنتاجية.

2. استخدام مواد وتقنيات بناء مستدامة:

- كاستخدام مواد معاد تدويرها أو عالية الكفاءة الحرارية، مما يقلل من استهلاك الموارد خلال دورة حياة المشروع.

3. تحسين سلاسل الإمداد:

- من خلال حلول رقمية وذكية تقلل من الفاقد وتسرع الاستجابة لاحتياجات التشغيل.

4. تصميم العمليات حول المستخدم النهائي:

- اعتماد نهج التصميم المرتكز على الإنسان (Human-Centered Design) لتحسين جودة الخدمات وزيادة رضا المستخدم.

5. تشجيع ثقافة الابتكار المؤسسي:

- عبر تمكين الموظفين من اقتراح أفكار جديدة وتحفيز فرق العمل على التجريب والتحسين المستمر.

6. دمج الابتكار في اتخاذ القرار:

- باستخدام أدوات دعم القرار المدعومة بالبيانات لتحليل الأداء وتحديد الأولويات التشغيلية.

الفصل الثالث: السياسات البيئية ودورها في تحقيق الاستدامة

أولاً: مفهوم السياسات البيئية

تشير السياسات البيئية إلى مجموعة القوانين والتشريعات والإجراءات التي تضعها الحكومات والمؤسسات بهدف حماية البيئة وتنظيم استخدام الموارد الطبيعية بما يضمن استدامتها. وتعد هذه السياسات أداة توجيهية تساهم في تقليل الأثر البيئي للأنشطة الصناعية والتجارية، من خلال فرض معايير للانبعاثات، والتخلص من النفايات، وكفاءة الطاقة، وإدارة المياه.

كما تهدف السياسات البيئية إلى تحقيق توازن بين النمو الاقتصادي والحفاظ على البيئة، وتشجع على تبني الممارسات المستدامة والابتكارات الصديقة للبيئة. وتختلف درجات تطبيقها من دولة لأخرى وفقاً

للتشريعات المحلية والتوجهات الاستراتيجية، إلا أنها أصبحت اليوم مكونًا أساسيًا في خطط التنمية الوطنية، لا سيما ضمن رؤى التحول نحو الاقتصاد الأخضر.

أمثلة على السياسات البيئية

أمثلة محلية (في المملكة العربية السعودية)

الاستراتيجية الوطنية للبيئة (2021):

تهدف إلى تنظيم القطاع البيئي، وتقليل التلوث، وتحقيق استدامة الموارد الطبيعية، وذلك ضمن مستهدفات رؤية السعودية 2030.

نظام البيئة الصادر عام 2020:

يُعد الإطار القانوني الأساسي لحماية البيئة، ويتضمن أحكامًا حول إدارة النفايات، حماية الحياة الفطرية، وجودة الهواء والمياه.

مبادرة السعودية الخضراء:

سياسة بيئية شاملة تهدف إلى زراعة 10 مليارات شجرة، وخفض انبعاثات الكربون، ورفع نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الوطني.

متطلبات المركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي (NCEC):

يفرض التزامات على الجهات التشغيلية والصناعية للامتثال البيئي من خلال التراخيص البيئية وتقارير الأداء.

أمثلة دولية

اتفاق باريس للمناخ (2015):

اتفاق دولي يهدف إلى تقليل الاحتباس الحراري العالمي إلى أقل من 2 درجة مئوية، من خلال سياسات للحد من الانبعاثات الكربونية.

التوجيهات الأوروبية البيئية (EU Environmental Directives):

تشمل قوانين خاصة بجودة المياه، الهواء، النفايات، والتنوع البيولوجي تُطبّق على جميع دول الاتحاد الأوروبي.

برنامج وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA):

يفرض معايير وطنية لانبعاثات المصانع والمركبات، ويعمل على مراقبة التلوث وتحفيز الابتكار البيئي.

ثانياً: التشريعات والمعايير المحلية والدولية

تلعب التشريعات والمعايير البيئية دوراً محورياً في تنظيم الأنشطة التشغيلية وضمان توافقها مع مبادئ الاستدامة. وتنقسم هذه الأطر إلى تشريعات محلية صادرة عن الجهات التنظيمية داخل الدولة، ومعايير دولية تُعتمد عالمياً وتوفّر إطاراً مرجعياً للمؤسسات والمشاريع.

التشريعات والمعايير المحلية (في المملكة العربية السعودية)

نظام البيئة (2020):

- يُعد المرجع القانوني الأساسي لحماية البيئة في المملكة، ويشمل 6 لوائح تنفيذية تغطي التراخيص، النفايات، التلوث، الحياة الفطرية، والتقييم البيئي.
- لوائح المركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي (NCEC):
- تُلزم المنشآت بالحصول على تصاريح بيئية وتقديم تقارير أداء بيئي دورية، وتشترط الالتزام بمعايير الانبعاثات، إدارة النفايات، وجودة الهواء.

كود البناء السعودي (SBC):

- يضم اشتراطات تخص كفاءة الطاقة، العزل الحراري، واستخدام المياه في المباني الجديدة.
- المواصفات السعودية (SASO):

- تشمل مواصفات للمعدات والمواد الصديقة للبيئة، وأجهزة القياس، وكفاءة الطاقة.

المعايير والتشريعات الدولية

ISO 14001:

- معيار دولي لنظم الإدارة البيئية، يُستخدم لتحديد وضبط التأثيرات البيئية في العمليات التشغيلية.

اتفاق باريس للمناخ:

- يلزم الدول المشاركة بوضع سياسات وطنية لخفض الانبعاثات وتحقيق أهداف الاستدامة المناخية.

معايير البنك الدولي البيئية والاجتماعية (ESF):

- تُطبّق على المشاريع الممولة دولياً، وتشمل إدارة المخاطر البيئية والاجتماعية، والتقييم البيئي، والصحة والسلامة المهنية.

التوجيهات البيئية للاتحاد الأوروبي (EU Directives):

- مثل توجيه جودة الهواء، وتوجيه إدارة النفايات، وتوجيه حماية المياه الجوفية.

ثالثاً: أثر السياسات في توجيه الأداء التشغيلي

تلعب السياسات البيئية دوراً حيوياً في توجيه الأداء التشغيلي للمؤسسات نحو ممارسات أكثر كفاءة واستدامة، حيث تفرض أطراً تنظيمية واضحة تلزم المنشآت بالامتثال لمعايير محددة في إدارة الموارد، والتقليل من الأثر البيئي، وضبط الانبعاثات والنفايات.

ومن أبرز آثار هذه السياسات على الأداء التشغيلي:

رفع مستوى الامتثال التنظيمي:

- من خلال الالتزام بالتراخيص البيئية والتقارير الدورية، مما يقلل من المخالفات والغرامات.

تحفيز تحسين العمليات التشغيلية:

- حيث تدفع السياسات المؤسسات إلى تبني تقنيات أكثر كفاءة واستهلاكاً أقل للطاقة والمياه.

تعزيز القدرة التنافسية:

- المنشآت الملتزمة بيئياً تكتسب ثقة أكبر من المستثمرين والعملاء، مما ينعكس إيجاباً على سمعتها وأدائها المالي.

خفض التكاليف التشغيلية على المدى الطويل:

- من خلال تقليل الفاقد، وتحسين إدارة الموارد، واستخدام الطاقة المتجددة.

تعزيز ثقافة المسؤولية المؤسسية:

- إذ تُسهم السياسات في ترسيخ مبادئ الاستدامة لدى الموظفين والإدارة العليا، مما يخلق بيئة تشغيلية واعية ومتطورة.

الفصل الرابع: تكامل التقنية والسياسات لتحقيق التشغيل المستدام

أولاً: التحديات والفرص

يُعد التكامل بين التقنيات الحديثة والسياسات البيئية ركيزة أساسية لتحقيق التشغيل المستدام، إلا أن هذا التكامل يواجه عدداً من التحديات، إلى جانب ما يوفره من فرص واعدة:

التحديات:

ضعف التنسيق بين الجهات التنظيمية والمؤسسات التشغيلية:

- مما يؤدي إلى تعارض بين الأطر التشريعية والتقنية المعتمدة.

ارتفاع تكاليف تطبيق التكنولوجيا المستدامة:

- خاصة في المراحل الأولى من التحول الرقمي أو استخدام الطاقة المتجددة.

نقص الكفاءات المؤهلة:

- حيث تعاني بعض القطاعات من ضعف في الكوادر القادرة على دمج التقنية بالمعايير البيئية.

تفاوت مستويات الالتزام بالسياسات البيئية:

- خصوصاً في المؤسسات الصغيرة أو في القطاعات غير الخاضعة لمراقبة صارمة.

الفرص:

تحقيق وفورات تشغيلية طويلة المدى:

من خلال تقنيات الترشيح والطاقة النظيفة.

الوصول إلى أسواق جديدة ومنافسة أكبر:

بفضل الامتثال البيئي والتحول الرقمي الذي يعزز الثقة والشفافية.

تحسين جودة الحياة والعمل:

من خلال تقليل الانبعاثات، تحسين كفاءة الموارد، وخلق بيئات عمل ذكية.

الاستفادة من الدعم الحكومي والمبادرات الوطنية:

مثل برامج التحول الوطني، ومبادرة السعودية الخضراء، ومبادرات التمويل الأخضر.

ثانياً: نماذج تكامل ناجحة

لقد بدأت العديد من المؤسسات حول العالم في تبني نماذج تشغيلية متكاملة تجمع بين التقنيات الحديثة والسياسات البيئية لتحقيق أعلى درجات الكفاءة والاستدامة. وفيما يلي أبرز هذه النماذج:

1. نموذج شركة "NEOM" – المملكة العربية السعودية:

- تعتمد على الطاقة المتجددة بنسبة 100% وتشغيل ذكي للبنية التحتية عبر الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء. تُطبق سياسات بيئية صارمة في إدارة المياه، النفايات، وحماية التنوع البيولوجي.

2. نموذج "Siemens City" – ألمانيا:

- يجمع بين إدارة طاقة ذكية، أنظمة نقل كهربائية، وسياسات صارمة للانبعاثات.
- يعتمد على التكامل بين التقنية والتشريع لتقليل استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلى 40%.

3. نموذج "Masdar City" – الإمارات:

- تُعد من أولى المدن المستدامة في العالم، وتستخدم حلولاً ذكية في الطاقة والنقل والبيئة.
- تدير عملياتها وفق معايير ISO البيئية ومعايير دولية صارمة في الكفاءة والتدوير.

4. نموذج الشركة السعودية للكهرباء (SEC):

- طبقت العدادات الذكية، أنظمة SCADA، وسياسات امتثال بيئي وفق لوائح NCEC.
- حققت وفورات تشغيلية ملحوظة وخفضت البصمة البيئية ضمن مشاريع التحول الوطني.

ثالثاً: مؤشرات الأداء وتحقيق الأثر

لقياس فاعلية التكامل بين التقنيات الحديثة والسياسات البيئية، يتم الاعتماد على مجموعة من مؤشرات الأداء البيئي والتشغيلي التي تعكس مدى تحقق أهداف الاستدامة والكفاءة، ومن أبرز هذه المؤشرات:

1. كفاءة استهلاك الطاقة (Energy Efficiency Ratio):

- يقيس مدى فعالية استخدام الطاقة في العمليات التشغيلية، ويُعد مؤشراً رئيسياً لتقييم أداء أنظمة إدارة الطاقة.

2. نسبة الانبعاثات الكربونية (Carbon Emissions Rate):

- تعكس مدى نجاح السياسات التقنية والبيئية في خفض الانبعاثات، ويُقارن عادة بوحدة الإنتاج أو المساحة.

3. نسبة النفايات المعاد تدويرها (Waste Recycling Rate):

- تُظهر كفاءة المنشأة في إدارة نفاياتها وتقليل العبء البيئي.

4. عدد المخالفات البيئية المسجلة:

- مؤشر لمدى الالتزام بالتشريعات البيئية، ويعكس فعالية السياسات الداخلية في منع التلوث والانتهاكات.

5. التكاليف التشغيلية لكل وحدة إنتاج:

- تدل على مدى جدوى التقنية المستخدمة، وتأثيرها على تقليل التكاليف مقابل الاستثمار الأولي.

6. رضا المستفيدين والمجتمع المحلي:

- من خلال استبيانات أو مؤشرات جودة الحياة، ويعكس البُعد الاجتماعي للاستدامة التشغيلية.

الفصل الخامس: دراسة حالة – الشركة السعودية للكهرباء (SEC)

أولاً: مقدمة عن الشركة

تُعد الشركة السعودية للكهرباء (SEC) من كبرى شركات الطاقة في الشرق الأوسط، وتضطلع بدور رئيسي في إنتاج ونقل وتوزيع الكهرباء في جميع مناطق المملكة. ونظراً لحجم أعمالها والتزاماتها الوطنية، اتجهت الشركة إلى تطبيق تقنيات حديثة وسياسات بيئية صارمة لدعم استراتيجيات التشغيل المستدام بما يتماشى مع مستهدفات رؤية السعودية 2030.

ثانياً: التقنيات الحديثة المطبقة

- العدادات الذكية: تركيب أكثر من 10 ملايين عداد ذكي لتحسين كفاءة مراقبة الاستهلاك وتمكين المستخدم من إدارة استهلاكه.
- أنظمة SCADA للتحكم والمراقبة: تُستخدم في شبكات النقل والتوزيع لرفع الموثوقية وتقليل الانقطاعات.
- مراكز التحكم المتقدمة: لتوزيع الأحمال وتشغيل الشبكات بكفاءة عالية وفقاً لتحليل البيانات.
- منصات رقمية للمشاركين: لتسهيل الإجراءات وخفض الاعتماد على الورق، مما يسهم في تقليل الأثر البيئي.

ثالثاً: السياسات البيئية في الشركة

- الامتثال لنظام البيئة السعودي وللوائح NCEC.
- تنفيذ برامج إدارة النفايات الخطرة وغير الخطرة.
- اعتماد معايير ISO 14001 في عدد من منشآتها.
- الاستثمار في الطاقة المتجددة لتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

رابعاً: أثر الدمج بين التقنية والسياسة على الأداء

- انخفاض في معدلات الهدر والانبعاثات الناتجة عن التشغيل.
- ارتفاع كفاءة إدارة الطاقة والموارد.
- تعزيز ثقة العملاء والمجتمع في التزام الشركة بالاستدامة.
- تحقيق مواءمة استراتيجية مع مبادرات مثل "السعودية الخضراء" و"رؤية 2030".

خامساً: التحليل والتوصيات

- التحليل: يظهر أن التكامل بين التقنية والسياسات في الشركة السعودية للكهرباء قد ساهم بشكل ملموس في تحسين الأداء التشغيلي وخفض التكاليف البيئية.
- التوصيات:
 1. توسيع تطبيق العدادات الذكية إلى المناطق النائية.
 2. تعزيز البرامج التدريبية الداخلية لنشر ثقافة التشغيل المستدام.
 3. الاستثمار في تقنيات الطاقة النظيفة ضمن مشاريع النمو المستقبلية.
 4. نشر تقارير شفافة عن الأداء البيئي والتشغيلي بشكل دوري.

الخاتمة والتوصيات

الخاتمة:

في ظل التحديات البيئية والاقتصادية المتزايدة، يُظهر هذا البحث أهمية التكامل بين التقنيات الحديثة والسياسات البيئية كعنصرين رئيسيين في تعزيز كفاءة التشغيل وتحقيق الاستدامة. وقد تبين من خلال الإطار النظري ودراسة الحالة أن المؤسسات التي توظف هذا التكامل بشكل ممنهج تحقق فوائد متعددة تشمل تحسين الأداء، خفض التكاليف، وتقليل الأثر البيئي. كما أن تجربة الشركة السعودية للكهرباء تقدم نموذجًا واقعيًا ناجحًا يعكس جدوى هذا النهج في بيئة تشغيلية معقدة.

التوصيات:

- تعزيز التكامل المؤسسي بين الفرق التقنية والبيئية داخل المؤسسات لضمان توافق القرارات التشغيلية مع الأهداف البيئية.
- تشجيع الاستثمار في البنية التحتية الذكية مثل أنظمة القياس، والتحكم، والتحليل البيئي.
- مراجعة وتحديث السياسات البيئية باستمرار لتواكب التطورات التقنية وتحديات الاستدامة.
- رفع وعي العاملين بأهمية التقنية والسياسة في تحسين التشغيل من خلال التدريب والتثقيف البيئي.
- نشر تقارير شفافة عن الأداء البيئي والتشغيلي لتعزيز الثقة مع أصحاب المصلحة ودعم ممارسات الحوكمة الرشيدة.

المراجع

1. الهيئة العامة للإحصاء. 2023. *المؤشرات البيئية في المملكة العربية السعودية*. الرياض: الهيئة العامة للإحصاء.
2. وزارة البيئة والمياه والزراعة. 2022. *نظام البيئة ولوائحه التنفيذية*. المملكة العربية السعودية.
3. Saudi Electricity Company. (2023). *Sustainability Report*. Retrieved from: <https://www.se.com.sa>
4. ISO. (2015). *ISO 14001: Environmental Management Systems – Requirements with Guidance for Use*. International Organization for Standardization.
5. World Bank. (2020). *Environmental and Social Framework (ESF)*. Retrieved from: <https://www.worldbank.org>
6. European Commission. (2021). *EU Environmental Directives Overview*. Retrieved from: <https://ec.europa.eu>
7. Alghamdi, A. (2021). *Smart Grid Technologies and Sustainable Energy in Saudi Arabia*. *Journal of Clean Energy Technologies*, 9(1), 24–31.
8. Al-Saleh, Y. & Taleb, H. (2018). *Policy instruments for promoting environmental sustainability in Saudi Arabia*. *Sustainable Development Journal*, 26(3), 278–289.
9. Masdar City. (2022). *Sustainability Strategy and Achievements*. Retrieved from: <https://masdar.ae>
10. NEOM. (2023). *Energy & Environment Strategy*. Retrieved from: <https://www.neom.com>
11. Siemens. (2021). *Smart Infrastructure in Urban Planning*. Siemens Global Reports.
12. برنامج التحول الوطني. (2023). *مبادرات الاستدامة والتقنية*. رؤية السعودية 2030. <https://vision2030.gov.sa>
13. وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA). (2020). *Environmental Performance Indicators*. Retrieved from: <https://www.epa.gov>
14. الجهني، محمد. (2020). *(الابتكار والتشغيل المستدام في المؤسسات السعودية)*. مجلة العلوم الإدارية، 45(2)، 112–130.