

العنوان باللغة العربية

تأثير استخدام الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية
في المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب/

أحمد محمد البطاح

إشراف/

د. الفصيل عبد الحميد محمد

د. فايز علي جراد

العام الدراسي:

2024

فهرس المحتويات:

2.....	فهرس المحتويات:
5.....	قائمة الجداول :
6.....	فهرس الأشكال:
7.....	المستخلص Abstract:
8.....	الفصل الأول
9.....	1.1. المقدمة:
10.....	1.2. مشكلة الدراسة.
10.....	1.3. أهمية الدراسة.
11.....	1.4. أهداف الدراسة.
12.....	1.5. تساؤلات الدراسة.
12.....	1.6. فروض الدراسة.
13.....	1.7. النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث
15.....	الفصل الثاني
15.....	الدراسات السابقة
16.....	مقدمة
17.....	الدراسات السابقة.
21.....	الإطار النظري
21.....	أولاً: الطاقة المتجددة
21.....	2.1. مفهوم الطاقة المتجددة
22.....	2.2. أهمية الطاقة المتجددة

23	2.3. اشكال الطاقة المتجددة
24	2.4. خصائص الطاقة المتجددة
25	2.5. تحديات الانتقال الي مصادر الطاقة المتجددة
26	2.6. الحلول المقترحة للتغلب علي تحديات الانتقال الي مصادر الطاقة المتجددة
27	2.7. تحليل استدامة الطاقة المتجددة من منظور نظري
30	ثانيا: التنمية المستدامة
30	2.8. مفهوم التنمية المستدامة:
32	2.9. خصائص التنمية المستدامة:
34	2.10. أهداف التنمية المستدامة:
35	2.11. متطلبات التنمية المستدامة:
37	2.12. تحديات التنمية المستدامة:
39	2.13. أبعاد التنمية المستدامة:
41	2.14. مؤشرات التنمية المستدامة:
44	2.15. نظريات التنمية المستدامة:
45	ثالث: استقرار الشبكة الكهربائية
46	2.16. مفهوم استقرار الشبكة الكهربائية
47	2.17. طرق استقرار الشبكة الكهربائية
47	2.18. اهمية استقرار الشبكة الكهربائية
48	2.19. اشكال استقرار الشبكة الكهربائية
49	2.20. العلاقة بين الطاقة المتجددة واستقرار الشبكة الكهربائية
50	2.21. الطاقة المتجددة وسيلة لتحقيق أهداف الاستدامة البيئية
52	الفصل الثالث

52	منهجية الدراسة
53	3.1. مقدمة
53	3.2. المنهجية وطرق البحث
53	3.3. مجتمع البحث
55	3.4. حدود البحث
56	الفصل الرابع
56	منهجية الدراسة
57	4.1. مقدمة
57	4.2. تحليل البيانات
58	4.2.1. الطاقة المتجددة
59	4.2.2. التنمية المستدامة
60	4.2.3. استقرار الشبكة الكهربائية
62	4.3. النتائج
63	4.4. التوصيات
65	المراجع
65	المراجع العربية
71	المراجع الأجنبية
74	الملاحق
74	الاستبانة
78	الملخص Abstract

قائمة الجداول :

جدول 1	خصائص العينة.....	54
جدول 2	يوضح مستويات الإجابة على مقياس ليكرت	54
جدول 3	يوضح صدق الأداة	57
جدول 4	يوضح معامل الفا كرونباخ	58
جدول 5	يوضح نتائج المحور الاول	58
جدول 6	يوضح نتائج المحور الثاني.....	59
جدول 7	يوضح نتائج المحور الثالث.....	61

شكل 1 متغيرات الدراسة 12

المستخلص : Abstract

تهدف الدراسة الحالية إلى التعرف على مستوى تطبيق الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة في الشبكة الكهربائية، والتعرف على تأثير الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية، فضلاً عن التعرف على التحديات التي تواجه تطبيق الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة في الشبكة الكهربائية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي عن طريق عمل استبيان تكونت عينة من 118 فرداً. تشير النتائج إلى أن تحسين استقرار الشبكة الكهربائية من خلال الطاقة المتجددة هو أولوية بارزة. يُظهر الاستبيان أن المشاركين يعتبرون الاستثمارات في البنية التحتية والتحديثات التقنية ضرورية لتعزيز كفاءة الشبكة الكهربائية. كما يؤكد المشاركون على أهمية تقنيات تخزين الطاقة ونظم التحكم والمراقبة الحديثة في تعزيز استقرار الشبكة خلال فترات انخفاض الإنتاج وتكيفها مع التغيرات السريعة في توليد الطاقة. بينما يظهر أن دعم السياسات الحكومية يلعب دوراً في تحسين استقرار الشبكة، هناك تفاوت في تقييم فعاليتها. ويبدو أن الحاجة إلى استراتيجيات متقدمة لإدارة الشبكة في ظل مصادر الطاقة المتجددة تحصل على أقل درجة من التقدير. من الضروري أن تستثمر الحكومات والشركات في تحديث البنية التحتية والتقنيات الحديثة لتحسين استقرار الشبكة الكهربائية. ينبغي أن تشمل هذه الاستثمارات تحديثات في نظم التحكم والمراقبة، وزيادة كفاءة تقنيات تخزين الطاقة، بما يعزز قدرة الشبكة على التكيف مع التغيرات في توليد الطاقة ويقلل من التباين في الإنتاج. ينبغي تشجيع البحث والتطوير في مجال تقنيات تخزين الطاقة المتقدمة. كذلك، من الضروري تحسين التحديثات التكنولوجية لضمان تكامل فعال للطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية، مع التركيز على تطوير حلول مبتكرة لتجاوز التحديات التقنية والتكلفة.

الفصل الأول

1.1. المقدمة:

أصبحت مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وسائل حيوية لتوليد الكهرباء في العصر الحديث. ومع التركيز المتزايد على التنمية المستدامة وحفظ البيئة، أصبح تحليل تأثير الطاقة المتجددة على استقرار الشبكة الكهربائية موضوعاً ذا أهمية كبيرة. الشبكة الكهربائية هي نظام معقد يعتمد على التوازن المستمر بين الطلب على الكهرباء والإنتاج. في الماضي، كانت معظم مصادر التوليد تعتمد على الوقود الأحفوري مثل الفحم والنفط، مما نتج عنه تلوث بيئي وآثار سلبية على المناخ. ومع ذلك، تزايدت الجهود لزيادة استخدام الطاقة المتجددة بهدف تقليل انبعاثات الكربون وتعزيز استدامة نظام الطاقة (إبراهيم حسن، 2018).

يتضمن تحليل تأثير الطاقة المتجددة على استقرار الشبكة الكهربائية دراسة الآثار التقنية والاقتصادية والبيئية لدمج هذه المصادر في الشبكة القائمة. تتطلب هذه الدراسات فهماً شاملاً للتحديات والفوائد المحتملة المرتبطة بتوليد الكهرباء من مصادر متجددة. أحد التحديات التقنية لدمج الطاقة المتجددة هو التغير الطبيعي في توليد الكهرباء. فعلى سبيل المثال، تعتمد الطاقة الشمسية على توفر ضوء الشمس، في حين تتأثر طاقة الرياح بتغيرات سرعة الرياح. تؤثر هذه التغيرات على استقرار الشبكة الكهربائية وقدرتها على تلبية الطلب المتقلب (فيصل وآخرون، 2019).

علاوة على ذلك، يتطلب توجيه الطاقة المتجددة من مصادر التوليد البعيدة إلى مناطق الاستهلاك تحسين بنية الشبكة الكهربائية وتطوير نظم نقل الطاقة. يتطلب ذلك معالجة فقدان الطاقة أثناء النقل، والتخفيف من ازدحام الشبكة، وضمان تدفق الطاقة بكفاءة عبر الشبكة. من الناحية الاقتصادية، قد يتطلب دمج الطاقة المتجددة استثمارات إضافية في محطات التوليد والبنية التحتية. ومع ذلك، يمكن أن يؤدي الاستخدام المتزايد للطاقة المتجددة إلى تخفيض تكاليف التشغيل على المدى الطويل نظراً لانخفاض تكاليف الموارد المستدامة. بالإضافة إلى ذلك، تمتلك مصادر الطاقة المتجددة القدرة على خلق فرص عمل وتحفيز النمو الاقتصادي في قطاع الطاقة النظيفة (علي & ناظم، 2016).

بيئياً، تعتبر الطاقة المتجددة بديلاً أنظف وأكثر صداقة للبيئة مقارنة بالوقود الأحفوري. تساهم في تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة والتلوث البيئي المرتبط بأشكال أخرى من توليد الكهرباء. وهذا يدعم الجهود المبذولة لمكافحة تغير المناخ والحفاظ على البيئة للأجيال القادمة. لضمان استقرار الشبكة الكهربائية مع دمج الطاقة المتجددة، يتم استخدام تقنيات وحلول متقدمة. فعلى سبيل المثال، تُستخدم نظم

تخزين الطاقة لتوفير استقرار إضافي وتعزيز قدرة الشبكة على التعامل مع التغيرات المفاجئة في توليد الكهرباء. كما يتم تطوير تقنيات التحكم الذكي والتنبؤ لتحقيق التوازن الأمثل بين الطلب والإنتاج، مما يحقق الأداء الأمثل للشبكة الكهربائية (الحارثي، 2017).

يعد تحليل تأثير الطاقة المتجددة على استقرار الشبكة الكهربائية ضرورياً لتحقيق التنمية المستدامة في قطاع الطاقة. يساهم في توفير مصادر طاقة نظيفة ومستدامة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، والحد من الانبعاثات البيئية الضارة. يتطلب هذا التحليل التعاون بين الأطراف المعنية، بما في ذلك مشغلي الشبكات ومزودي الطاقة المتجددة والمؤسسات البحثية، لضمان تحقيق فوائد الطاقة المتجددة بأعلى معايير الجودة والاستدامة (جاد، 2024).

1.2. مشكلة الدراسة.

يطرح دمج الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية العديد من التحديات والشكوك فيما يتعلق بتأثيرها على استقرار وموثوقية الشبكة. مع تزايد انتشار مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، فمن الضروري تحليل الآثار السلبية المحتملة وتحديد الحلول لضمان التشغيل السلس والفعال للشبكة الكهربائية. أحد الاهتمامات الرئيسية هو الطبيعة المتقطعة لتوليد الطاقة المتجددة. يعتمد توليد الطاقة الشمسية على توفر ضوء الشمس، بينما تتأثر طاقة الرياح بسرعات الرياح المتغيرة. تؤدي هذه التقلبات إلى حالة من عدم اليقين في الشبكة، مما يؤثر على استقرارها وقدرتها على مطابقة إمدادات الكهرباء مع الطلب باستمرار. تثير الطبيعة المتقطعة لمصادر الطاقة المتجددة تساؤلات حول استقرار الشبكة وتنظيم الجهد والتحكم في التردد (عبد الوهاب، 2017). علاوة على ذلك، فإن التوزيع الجغرافي لموارد الطاقة المتجددة غالباً ما يختلف عن مراكز الطلب. وهذا يتطلب تطوير أنظمة نقل قوية لنقل الكهرباء من مواقع توليد الطاقة المتجددة النائية إلى المناطق ذات الاستهلاك العالي. يتطلب دمج الطاقة المتجددة في البنية التحتية للشبكة الحالية تخطيطاً واستثماراً دقيقاً لاستيعاب زيادة قدرة توليد الطاقة المتجددة وضمان موثوقية الشبكة.

1.3. أهمية الدراسة.

1.3.1. الأهمية النظرية:

1. تحليل تأثير الطاقة المتجددة على استقرار الشبكة الكهربائية يساهم في الفهم النظري للتفاعلات المعقدة بين مصادر الطاقة المتجددة والشبكة. يساعد ذلك في توسيع المعرفة بالجوانب التقنية

والاقتصادية والبيئية لدمج الطاقة المتجددة، مما يوفر رؤى قيمة حول التحديات والفرص المرتبطة بالانتقال إلى نظام طاقة مستدام.

2. يساعد البحث في هذا المجال على تطوير نماذج وأطر يمكنها تقييم تأثير الطاقة المتجددة على استقرار الشبكة الكهربائية بدقة. يمكن أن تساعد هذه النماذج في التنبؤ وتحديد آثار دمج الطاقة المتجددة، مما يمكن صناع القرار ومشغلي الشبكات ومخططي الطاقة من اتخاذ قرارات مستنيرة وتنفيذ استراتيجيات فعالة.

1.3.2. الأهمية العملية:

1. فهم تأثير الطاقة المتجددة على استقرار الشبكة الكهربائية أمر حاسم لتخطيط وتشغيل الشبكة. يمكن أن توجه نتائج البحث تطوير استراتيجيات لتصميم الشبكة وتوسيعها وتشغيلها بشكل أمثل لاستيعاب مصادر الطاقة المتجددة. يشمل ذلك تحديد المواقع الأكثر ملاءمة لتركيب الطاقة المتجددة، وتحديد التحديثات المطلوبة للبنية التحتية للشبكة، وتحسين عملية الدمج.
2. استقرار وموثوقية الشبكة: يمكن أن يؤثر دمج الطاقة المتجددة على استقرار وموثوقية الشبكة بسبب الطبيعة المنقطعة لهذه المصادر. من خلال تحليل التأثير، يمكن للباحثين اقتراح حلول واستراتيجيات لضمان شبكة كهربائية مستقرة وموثوقة. قد يشمل ذلك تطوير أنظمة تحكم متقدمة، وتقنيات تخزين الطاقة، وآليات استجابة الطلب للحفاظ على استقرار الشبكة وتوازن العرض والطلب.
3. يوفر البحث حول تأثير الطاقة المتجددة على الشبكة الكهربائية رؤى قيمة لصناع السياسات والهيئات التنظيمية. يساعد ذلك في صياغة سياسات ولوائح فعالة تشجع دمج الطاقة المتجددة مع ضمان استقرار الشبكة. يشمل ذلك تحفيز الاستثمارات في الطاقة المتجددة، وتحديد معايير اتصال الشبكة، وإنشاء آليات لإدارة ازدحام الشبكة والتغيرات.
4. تساهم نتائج البحث في التنفيذ الناجح للطاقة المتجددة كوسيلة لتحقيق أهداف الاستدامة البيئية. من خلال فهم تأثير دمج الطاقة المتجددة، يمكن لصناع السياسات وأصحاب المصلحة اتخاذ قرارات مستنيرة لتسريع الانتقال الطاقوي، وتقليل انبعاثات غازات الدفيئة، وتخفيف التأثير البيئي لتوليد الكهرباء.

1.4. أهداف الدراسة.

تهدف الدراسة الحالية الي التعرف علي

- 1- التعرف علي مستوى تطبيق الطاقة المتجددة علي التنمية المستدامة في الشبكة الكهربائية
- 2- التعرف علي تأثير الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية.
- 3- التعرف علي التحديات التي تواجه تطبيق الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة في الشبكة الكهربائية

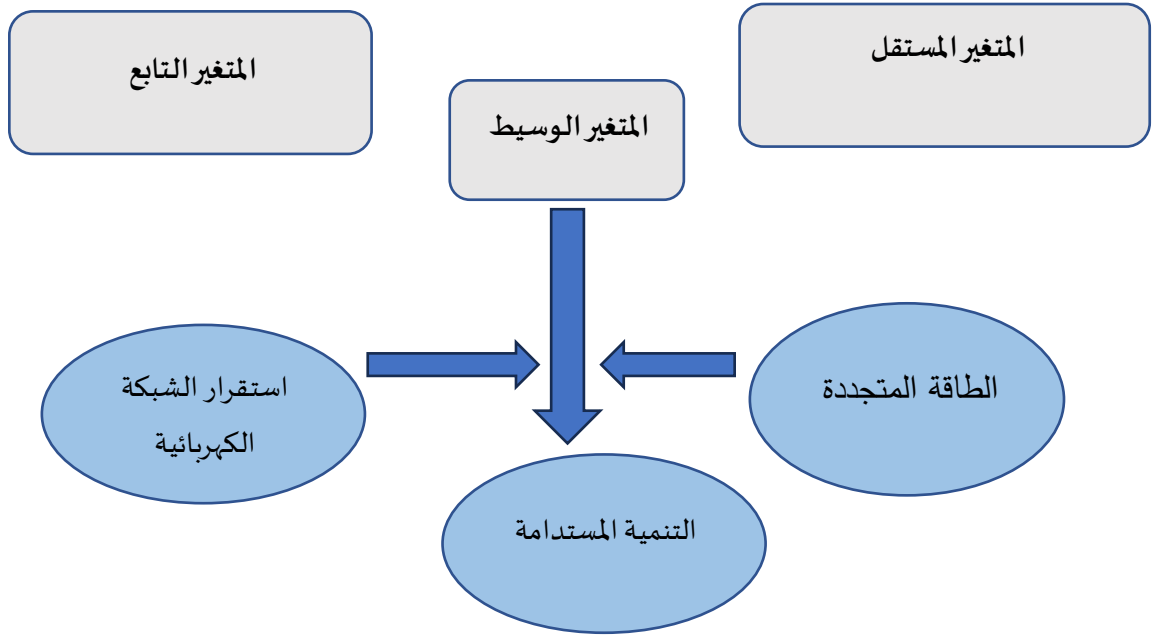
1.5. تساؤلات الدراسة

2. ما مستوى تطبيق الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية؟
3. ما تأثير الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية؟
4. ما التحديات التي تواجه تطبيق الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية؟

1.6. فروض الدراسة

المتغيرات في تحليل تأثير الطاقة المتجددة على استقرار الشبكة الكهربائية هي

- المتغير المستقل : الطاقة المتجددة
- المتغير الوسيط : التنمية المستدامة
- المتغير التابع : استقرار الشبكة الكهربائية



تبين لنا من خلال هذا الشكل أن شكل 1 متغيرات الدراسة ، تحليل تأثير الطاقة المتجددة على

استقرار الشبكة الكهربائية ، ومن ثم فإن البحث الحالي يقوم على الفرضيات التالية:

- توجد تأثير دالة إحصائية لتحليل تأثير الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة و استقرار الشبكة الكهربائية .

1.7. النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير استخدام الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية في المملكة العربية السعودية. يعتمد البحث على مجموعة من النظريات والمفاهيم العلمية التي تساعد في فهم العلاقات بين الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة واستقرار الشبكات الكهربائية. تركز على تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها، وتعني بالتوازن بين النمو الاقتصادي، الحماية البيئية، والعدالة الاجتماعية. في سياق الطاقة المتجددة، تسعى التنمية المستدامة إلى تطوير مصادر طاقة نظيفة ومستدامة تساهم في تقليل الانبعاثات الكربونية والمحافظة على الموارد الطبيعية، مما يحقق نمواً اقتصادياً مع حماية البيئة وضمان العدالة للأجيال القادمة. تركز على الحفاظ على توازن العرض والطلب في الشبكة الكهربائية لضمان استمرارية إمداد الطاقة بدون انقطاعات. تشمل جوانب هذه النظرية إدارة الأحمال، تحسين كفاءة الشبكة، ودمج مصادر الطاقة المتجددة مع الشبكات التقليدية لضمان الاستقرار. من خلال إدارة فعالة للأحمال واستخدام تقنيات متقدمة، يمكن تحقيق توازن مستدام في إمدادات الطاقة الكهربائية. - تعنى بعملية التحول من الاعتماد على الوقود الأحفوري إلى مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة. تركز هذه النظرية على التحديات والفرص المرتبطة بدمج الطاقة المتجددة في البنية التحتية القائمة والتغيرات الاقتصادية والتكنولوجية والاجتماعية المرتبطة بهذا التحول. يسعى التحول الطاقى إلى تحقيق تنوع في مصادر الطاقة، تقليل التلوث، وتعزيز استخدام التكنولوجيا المتقدمة لتحقيق اقتصاد طاقي أكثر استدامة.

من المتوقع أن تظهر الدراسة أن استخدام الطاقة المتجددة يساهم بشكل كبير في تعزيز التنمية المستدامة من خلال تقليل الانبعاثات الكربونية والحفاظ على الموارد الطبيعية. كما يُتوقع أن دمج الطاقة المتجددة مع الشبكة الكهربائية يعزز من استقرارها إذا تم التخطيط له وتنفيذه بطرق فعالة تشمل التقنيات الحديثة وإدارة الأحمال. بالإضافة إلى ذلك، تمتلك المملكة العربية السعودية إمكانيات كبيرة لتطوير مشاريع الطاقة المتجددة التي يمكن أن تساهم في تنوع مصادر الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري. يهدف هذا البحث إلى تقديم رؤية شاملة لتأثير استخدام الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية في المملكة العربية السعودية، مع التركيز على الفوائد والتحديات والمقترحات

لتحسين استخدام هذه الطاقة في المستقبل. من خلال دمج نظريات التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية والتحول الطاقوي، يمكن فهم وتحليل الفوائد والتحديات المتعلقة باستخدام الطاقة المتجددة بما يعزز التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية في المملكة.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة

مقدمة

تعتبر الطاقة المتجددة أحد أهم الحلول المستدامة لمواجهة التحديات البيئية والاقتصادية المعاصرة. في هذا السياق، تسعى المملكة العربية السعودية إلى تعزيز استخدام الطاقة المتجددة كجزء من رؤيتها الطموحة 2030 لتحقيق التنمية المستدامة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري. يهدف هذا الفصل إلى تقديم نظرة شاملة على الدراسات السابقة التي تناولت تأثير استخدام الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية، بالإضافة إلى بناء إطار نظري متكامل يعتمد على المفاهيم والنظريات العلمية ذات الصلة. من خلال استعراض الأدبيات والدراسات السابقة، سيتم تسليط الضوء على الأبحاث التي تناولت فوائد الطاقة المتجددة، مثل تقليل الانبعاثات الكربونية، تحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية، وتعزيز النمو الاقتصادي المستدام. بالإضافة إلى ذلك، سيتم مناقشة الدراسات التي تناولت استقرار الشبكة الكهربائية، بما في ذلك التحديات التقنية والإدارية المرتبطة بدمج مصادر الطاقة المتجددة مع الشبكات التقليدية.

الإطار النظري لهذا البحث سيعتمد على مجموعة من النظريات الأساسية مثل نظرية التنمية المستدامة، نظرية استقرار الشبكة الكهربائية، ونظرية التحول الطاقوي. هذه النظريات ستساعد في فهم الديناميكيات المعقدة للعلاقة بين الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة، وتقديم إطار عمل لتحليل البيانات وتفسير النتائج. الهدف النهائي من هذا الفصل هو بناء قاعدة معرفية قوية تساهم في تحقيق فهم أعمق للتأثيرات المتبادلة بين استخدام الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية في المملكة العربية السعودية، مما يساهم في صياغة توصيات عملية وسياسات فعالة لدعم التحول نحو مستقبل أكثر استدامة.

الدراسات السابقة

دراسة محمد عبد الحميد (2011) تتناول الدراسة المقارنة بين تأثير استخدام نوعين من قواطع إعادة الإغلاق (أحادية الطور وثلاثية الطور) على استقرار نظم الطاقة الكهربائية عند وجود مخمد اهتزاز. تم تحليل البيانات من حيث القدرة على تحسين استقرار الشبكة وتقليل التذبذبات الناتجة عن الأحمال والاضطرابات الطارئة. أظهرت النتائج أن قواطع إعادة الإغلاق ثلاثية الطور تحقق أداءً أفضل في تحسين استقرار النظام وتقليل التذبذبات بالمقارنة مع قواطع إعادة الإغلاق أحادية الطور. هذه الدراسة تسلط الضوء على أهمية اختيار النوع المناسب من القواطع لتعزيز استقرار وأمان الشبكات الكهربائية.

في دراسة نشرت في مجلة جامعة تشرين للعلوم الهندسية، يبحث جورج اسبر، فيصل شعبان، وسنان رزوق (2012) كيفية تحقيق التعويض الأمثل للاستطاعة الردية في شبكات التوزيع الكهربائية باستخدام النظم الخبيرة. تركز الدراسة على تطوير نموذج يعتمد على النظم الخبيرة لتحسين إدارة الاستطاعة الردية، التي تعتبر ضرورية للحفاظ على استقرار الشبكة وكفاءتها. يُظهر البحث أن استخدام النظم الخبيرة يمكن أن يساعد في تحديد مواقع وحجم المفاعلات اللازمة لتعويض الاستطاعة الردية بفعالية، مما يساهم في تحسين جودة الطاقة وتقليل خسائر النقل. تسلط الدراسة الضوء على أن النظم الخبيرة توفر حلولاً متقدمة وقابلة للتخصيص بناءً على تحليل البيانات التاريخية والظروف الحالية للشبكة، مما يعزز القدرة على التعامل مع تحديات الاستطاعة الردية بكفاءة. توصي الدراسة بتطبيق النظم الخبيرة في تصميم وإدارة شبكات التوزيع لتحسين الأداء العام وضمان استقرار الشبكة الكهربائية.

دراسة إبراهيم حسن (2018) تهدف هذه الدراسة إلى تحليل تأثير التوليد الموزع على استقرار الجهد الكهربائي في الشبكات الكهربائية، مع التركيز على الفرق بين المولدات التزامنية والمولدات التحريضية في الحالات الساكنة والديناميكية. تم استخدام نماذج محاكاة لتقييم الأداء وتحليل البيانات تحت ظروف تشغيل مختلفة. أظهرت النتائج أن المولدات التزامنية تقدم استقرار جهد أفضل مقارنة بالمولدات التحريضية، خاصة في الحالات الديناميكية التي تتطلب استجابة سريعة للتغيرات في الشبكة. توضح الدراسة أهمية اختيار نوع المولد المناسب لتحقيق استقرار الجهد وتحسين كفاءة واستدامة الشبكات الكهربائية المتكاملة مع التوليد الموزع.

في دراسة نشرت في مجلة جامعة تشرين للعلوم الهندسية، يدرس إبراهيم حسن (2018) تأثير التوليد الموزع على استقرار الجهد الكهربائي وعلاقته بنوع المولد المستخدم (تزامني أو تحريضي) في الحالة الساكنة والديناميكية للشبكة الكهربائية. تركز الدراسة على كيفية تأثير استخدام المولدات التزامنية

والتحريضية في نظم التوليد الموزع على استقرار الجهد الكهربائي، سواء في الحالات الثابتة أو المتغيرة. تُظهر النتائج أن التوليد الموزع، الذي يشمل مصادر الطاقة المحلية مثل الطاقة الشمسية أو الرياح، يمكن أن يؤثر بشكل إيجابي أو سلبي على استقرار الجهد، حسب نوع المولد المستخدم. حيث تساهم المولدات التزامنية في تحسين استقرار الجهد بفضل قدرتها على التحكم الفعال في تدفق الطاقة ودعم الجهد، بينما قد تواجه المولدات التحريضية تحديات في هذا المجال بسبب تقلبات القدرة الإنتاجية. توصي الدراسة بأهمية اختيار النوع المناسب من المولدات وتطوير استراتيجيات فعالة لإدارة التوليد الموزع لضمان استقرار الجهد الكهربائي في الشبكات الكهربائية المختلفة.

في دراسة نشرت في *المجلة العلمية للدراسات المحاسبية*، يستعرض إبراهيم أحمد هلال (2022) تأثير استخدام الطاقة المتجددة على تكاليف الإنتاج والقدرة التنافسية للمنتجات. تركز الدراسة على تحليل كيف يمكن لتبني مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، أن يؤثر على تكاليف الإنتاج لشركات التصنيع، وكذلك على قدرتها التنافسية في السوق. تشير النتائج إلى أن التحول إلى الطاقة المتجددة يمكن أن يقلل من التكاليف التشغيلية على المدى الطويل من خلال تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية، التي غالباً ما تكون ذات تكلفة متقلبة وعالية. كما يعزز استخدام الطاقة المتجددة القدرة التنافسية للمنتجات من خلال تحسين الاستدامة البيئية للشركات، مما يساهم في تحسين صورتها العامة وجذب العملاء المهتمين بالاستدامة. توصي الدراسة بضرورة تشجيع الشركات على استثمار الطاقة المتجددة من خلال تقديم حوافز مالية وتسهيلات، مما يمكن أن يساعدها في تحسين تكاليف الإنتاج وتعزيز قدرتها التنافسية في السوق.

في دراسة نشرت في *مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية*، يستعرض زعزوع وزينب عباس (2020) دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مصر، مع التركيز على المعوقات التي تواجهها. تتناول الدراسة تحليل تأثير الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة من خلال تطبيق ميداني على وزارتي الكهرباء والبتروك في مصر ضمن رؤية 2030. تكشف النتائج أن الطاقة المتجددة تلعب دوراً حاسماً في تعزيز التنمية المستدامة من خلال تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وتخفيف الآثار البيئية السلبية. ومع ذلك، تبرز الدراسة مجموعة من المعوقات التي تعرقل تحقيق هذا الدور الكامل، مثل نقص التمويل، تحديات في تكنولوجيا التصنيع، ومتطلبات البنية التحتية غير الكافية. توصي الدراسة بضرورة تطوير سياسات داعمة وتوفير حوافز للاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة، بالإضافة إلى تعزيز التعاون بين الوزارات والمؤسسات الحكومية لتجاوز هذه العقبات وتحقيق الأهداف الوطنية للتنمية المستدامة بحلول عام 2030.

تقدم دراسة كومار وآخرون (2020) مراجعة شاملة للاستراتيجيات والمنهجيات لتحسين موثوقية أنظمة الطاقة الكهربائية، مع التركيز على تأثيرات دمج مصادر الطاقة المتجددة. تسلط الدراسة الضوء على التحديات التي تطرحها تقلبات الطاقة المتجددة وعدم استقرارها، مثل تقلبات التردد والجهد الكهربائي والحاجة إلى طاقة احتياطية. تُقيم الدراسة مقاييس وأساليب تقييم الموثوقية، مع التأكيد على دور أنظمة تخزين الطاقة المتقدمة وتقنيات الشبكة الذكية في التخفيف من هذه التحديات. كما تبرز أهمية أنظمة المراقبة والتحكم في الوقت الحقيقي واستراتيجيات إدارة الشبكة الفعالة. تدعو الدراسة أيضاً إلى توفير أطر سياسية داعمة، وحوافز لاعتماد الطاقة المتجددة، وإجراء بحوث مستمرة في التقنيات المتقدمة مثل الذكاء الاصطناعي، والتعلم الآلي، وتقنية البلوكشين لضمان إمداد طاقة ثابت وموثوق. توفر النتائج رؤى قيمة لصانعي السياسات ومشغلي الشبكات والباحثين، مشجعةً على اتباع نهج شامل لموثوقية نظام الطاقة في ظل زيادة دمج الطاقة المتجددة

في دراسة نشرت في *المجلة العلمية للدراسات المحاسبية*، يبحث إبراهيم أحمد هلال (2022) تأثير استخدام الطاقة المتجددة على تكاليف الإنتاج والقدرة التنافسية للمنتج. تركز الدراسة على كيفية تأثير تبني مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح على تكاليف الإنتاج للشركات وقدرتها التنافسية في الأسواق. تبيّن النتائج أن الانتقال إلى الطاقة المتجددة يمكن أن يساهم في تقليل التكاليف التشغيلية طويلة الأمد من خلال خفض الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية ذات التكاليف العالية والمتقلبة. علاوة على ذلك، يمكن أن يحسن استخدام الطاقة المتجددة من القدرة التنافسية للمنتجات بفضل تعزيز الاستدامة البيئية، مما يعزز من صورة الشركة ويجذب العملاء الذين يفضلون المنتجات الصديقة للبيئة. توصي الدراسة بضرورة تشجيع الشركات على استثمار الطاقة المتجددة من خلال تقديم حوافز مالية وإعفاءات ضريبية، مما يساعد في تقليل تكاليف الإنتاج وتحسين القدرة التنافسية للمنتجات في الأسواق العالمية.

تدرس دراسة سميث وآخرون (2022) تأثير دمج مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، على استقرار ومرونة الشبكة الكهربائية. تُبرز الدراسة التحديات التي تطرحها تقلبات الطاقة المتجددة، والتي يمكن أن تؤدي إلى تقلبات في التردد والجهد الكهربائي، والحاجة إلى استراتيجيات فعالة لإدارة الشبكة، بما في ذلك أنظمة تخزين الطاقة وطرق التنبؤ المتقدمة، للتخفيف من هذه المشكلات. تؤكد الأبحاث على أهمية السياسات الداعمة والأطر التنظيمية لتسهيل دمج الطاقة المتجددة وتعزيز مرونة الشبكة. تُظهر دراسات الحالة والمحاكاة كيف تؤثر مستويات مختلفة من اختراق الطاقة المتجددة على استقرار الشبكة. تختتم الدراسة بأن دمج الطاقة المتجددة، رغم التحديات التي يطرحها، يمكن إدارته

من خلال التقدم التكنولوجي والتخطيط الاستراتيجي والتعاون بين أصحاب المصلحة. وتدعو الدراسة إلى مزيد من الأبحاث في مجالات تخزين الطاقة، وإدارة الشبكات، والتأثيرات الاقتصادية للطاقة المتجددة.

في دراستهم المنشورة في مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونية، يستعرض فيفيان محمد صالح نصر الدين وزملاؤها (2023) تأثير مؤشرات التنمية المستدامة على استهلاك الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية. تركز الدراسة على تحليل البيانات المتعلقة بمؤشرات التنمية المستدامة مثل النمو الاقتصادي، حماية البيئة، والعدالة الاجتماعية، وكيفية تأثير هذه المؤشرات على استهلاك الطاقة المتجددة. أظهرت النتائج أن هناك علاقة إيجابية بين تعزيز مؤشرات التنمية المستدامة وزيادة استهلاك الطاقة المتجددة في المملكة. إذ أكدت الدراسة أن السياسات والمبادرات التي تعزز من التنمية المستدامة، مثل تحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية وتبني تقنيات الطاقة النظيفة، تساهم بشكل مباشر في زيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة. توصي الدراسة بضرورة استمرار الحكومة السعودية في تبني سياسات تدعم التنمية المستدامة لتعزيز استهلاك الطاقة المتجددة وتحقيق أهداف رؤية المملكة 2030 في التحول نحو مصادر طاقة نظيفة ومستدامة.

في دراسة نشرت في المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية، يسلط غانم محمد حسين حفني (2023) الضوء على دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مصر. تتناول الدراسة تحليل تأثيرات الطاقة المتجددة على الأبعاد المختلفة للتنمية المستدامة، بما في ذلك النمو الاقتصادي، حماية البيئة، وتحقيق العدالة الاجتماعية. تشير النتائج إلى أن الطاقة المتجددة تلعب دوراً حاسماً في تعزيز التنمية المستدامة من خلال تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، مما يساهم في تقليل الانبعاثات الكربونية وتحسين جودة الهواء. كما تساهم الطاقة المتجددة في توفير فرص عمل جديدة وتعزيز الاستقلال الطاقوي، مما يعزز الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي. توصي الدراسة بضرورة تبني استراتيجيات شاملة لدعم مشاريع الطاقة المتجددة، بما في ذلك تطوير البنية التحتية، تقديم حوافز استثمارية، وتعزيز البحث والتطوير في هذا المجال، لتحقيق أهداف التنمية المستدامة بشكل أكثر فعالية.

في الدراسة المنشورة في مجلة *Engineering Research Journal*، يستعرض مطاوع صفاء إبراهيم وزملاؤه (2024) أثر استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة على تحقيق التنمية المستدامة في الظهير الصحراوي الغربي لمحافظة صعيد مصر. تسعى الدراسة إلى فهم كيفية تأثير مشاريع الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، على التنمية الاقتصادية، البيئية، والاجتماعية في هذه المنطقة ذات الظروف الجغرافية الصحراوية الخاصة. تظهر النتائج أن استخدام الطاقة المتجددة أسهم بشكل ملحوظ

في تحسين البنية التحتية المحلية، مثل الطرق وأنظمة المياه، وأدى إلى خلق فرص عمل جديدة للسكان المحليين، مما عزز الوضع الاقتصادي. كما ساهمت مشاريع الطاقة المتجددة في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، مما أدى إلى تقليل التلوث وحماية البيئة. ومع ذلك، تواجه هذه المشاريع تحديات تتضمن نقص التمويل، الحاجة إلى التكنولوجيا المتقدمة، وصعوبات في التكيف مع الظروف البيئية القاسية. توصي الدراسة بضرورة تعزيز السياسات الداعمة لمشاريع الطاقة المتجددة، وتوفير حوافز استثمارية، وتشجيع التعاون بين القطاعين العام والخاص، بالإضافة إلى توفير التدريب والتأهيل للسكان المحليين. في النهاية، تؤكد الدراسة أن مشاريع الطاقة المتجددة في الظهير الصحراوي يمكن أن تعزز التنمية المستدامة بشكل كبير، ولكن يتطلب ذلك معالجة التحديات وتبني استراتيجيات فعالة لتحقيق أقصى استفادة منها.

في أطروحة دكتوراه من جامعة بلدية 2-الونيسي علي، يبحث خليفة وبريس (تاريخ غير محدد) تأثير التغيرات المناخية على استخدام الطاقات المتجددة في الجزائر في سياق تحقيق التنمية المستدامة. تركز الدراسة على كيفية تأثير التغيرات المناخية، مثل تقلبات درجات الحرارة وتغيرات أنماط الرياح، على فعالية واستدامة مشاريع الطاقات المتجددة، بما في ذلك الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. تُظهر النتائج أن التغيرات المناخية تؤثر بشكل كبير على كفاءة هذه المشاريع، حيث يمكن أن تؤدي التقلبات المناخية إلى تقليل كمية الطاقة المتاحة وتقليل فعالية التقنيات الحالية. ومع ذلك، تبرز الدراسة أيضًا أن الاستثمارات في تكنولوجيا متقدمة وابتكارات جديدة يمكن أن تساعد في التكيف مع هذه التغيرات وتحسين الأداء. تُوصي الدراسة بضرورة تعزيز استراتيجيات التكيف مع التغيرات المناخية، بما في ذلك تحسين تقنيات التنبؤ المناخي وتطوير تكنولوجيا الطاقات المتجددة. كما تؤكد أهمية التعاون بين المؤسسات البحثية والحكومية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة وتعزيز فعالية مشاريع الطاقات المتجددة في مواجهة تحديات المناخ.

الإطار النظري

أولاً: الطاقة المتجددة

2.1. مفهوم الطاقة المتجددة

الطاقة المتجددة هي الطاقة التي تُستمد من الموارد الطبيعية التي تتجدد باستمرار ولا تنفذ، وتشمل عدة أنواع رئيسية مثل الطاقة الشمسية، والطاقة الريحية، والطاقة الكهرومائية، والطاقة الجوفية،

والطاقة الحيوية. تتميز الطاقة المتجددة بقدرتها على توفير الكهرباء والحرارة بطرق صديقة للبيئة ومنخفضة الانبعاثات الكربونية. يمكن للطاقة الشمسية أن تُستخدم لتوليد الكهرباء عبر الألواح الشمسية أو لتسخين المياه من خلال الألواح الحرارية. الرياح تُستخدم لتدوير توربينات تنتج الكهرباء، وهذه التوربينات يمكن أن تكون على اليابسة أو في البحر. الكهرومائية تعتمد على تدفق المياه لتشغيل مولدات الكهرباء، وغالباً ما تُستخدم السدود لتخزين المياه وإطلاقها عند الحاجة لتوليد الطاقة. الطاقة الجوفية تأتي من الحرارة المخزنة في باطن الأرض، وتُستخدم لتوليد الكهرباء أو لتدفئة المباني. الطاقة الحيوية تُستمد من المواد العضوية مثل النباتات والحيوانات وتُستخدم لتوليد الكهرباء والحرارة أو كوقود للنقل. يتميز استخدام الطاقة المتجددة بتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وتقليل التلوث البيئي، مما يساعد في مكافحة التغير المناخي. بالإضافة إلى ذلك، تساهم الطاقة المتجددة في تعزيز الأمن الطاقى عبر توفير مصادر متنوعة للطاقة وتخفيض الاعتماد على المصادر الخارجية. على الرغم من أن تكاليف الاستثمارات الأولية للطاقة المتجددة قد تكون مرتفعة، إلا أن تكاليف التشغيل والصيانة تكون منخفضة على المدى الطويل. والطاقة المتجددة تمثل حلاً مستداماً لمواجهة تحديات الطاقة في المستقبل وتلبية الطلب المتزايد على الكهرباء بطرق آمنة ونظيفة (قشرو & فتيحة, 2018).

2.2. أهمية الطاقة المتجددة

أولاً، الطاقة المتجددة تتميز باستدامتها البيئية. فمصادر مثل الطاقة الشمسية والرياح والمائية والحرارية الأرضية هي خيارات صديقة للبيئة لا تنتج انبعاثات ضارة أو تلوث. وبالتالي، فإن اعتمادنا عليها يساهم بشكل كبير في الحد من التغير المناخي والحفاظ على البيئة لصالح الأجيال القادمة.

ثانياً، الطاقة المتجددة تعزز الأمن الطاقى للدول وتحقق الاستقلالية. فهي تساعد على تنويع مصادر الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري المستورد. وهذا يقوي موقف الدول وينقذها من التبعية للموارد الخارجية. كما أنها تتيح إنتاج الطاقة محلياً وتوفير فرص عمل في هذا المجال (قشرو , & فتيحة, 2018).

ثالثاً، الطاقة المتجددة تتميز بالجذوى الاقتصادية على المدى الطويل. فتكاليف التشغيل والصيانة منخفضة نسبياً مقارنة بالمصادر التقليدية. كما أنها تساهم في تنويع الاقتصاد وتطوير الصناعات الخضراء الواعدة.

رابعاً، استخدام الطاقة المتجددة يحقق فوائد صحية وعامة. فتقليل التلوث الناتج عن الوقود الأحفوري ينعكس إيجاباً على صحة المواطنين وجودة الحياة. كما أنها تساهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة العالمية. بشكل عام، الطاقة المتجددة تمثل خياراً أكثر استدامة واقتصادية وبيئية مقارنة بالموارد التقليدية. لذا فإن الاستثمار والتحول نحو هذه المصادر هو توجه عالمي مهم لمواجهة التحديات المستقبلية (عرفات & نورا محمد, 2022)

من الناحية التقنية، تشمل مصادر الطاقة المتجددة الشائعة الطاقة الشمسية والطاقة الريحية والطاقة المائية والطاقة الحرارية الأرضية وطاقة الكتلة الحيوية. كل منها له تقنيات مختلفة للتوليد والتحويل إلى كهرباء أو طاقة حرارية. وتشهد هذه التقنيات تطورات سريعة لزيادة الكفاءة وخفض التكاليف.

من الناحية الجغرافية، توفر العديد من المناطق في العالم إمكانات هائلة للطاقة المتجددة بفضل موقعها الاستراتيجي. فالمناطق الاستوائية مثلاً تتمتع بإشعاع شمسي قوي، بينما المناطق الساحلية والجبليّة مؤهلة لاستغلال طاقة الرياح. كما أن هناك مناطق غنية بالموارد المائية والمصادر الحرارية الأرضية.

من الناحية السياسية والاقتصادية، تُعد الطاقة المتجددة محور اهتمام عالمي متزايد. فالعديد من الدول قد وضعت أهدافاً طموحة لزيادة حصتها من الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الوطني. وتقدم حكومات ومؤسسات دولية حوافز وتشريعات داعمة لتشجيع الاستثمار في هذا المجال. بشكل عام، تُعد الطاقة المتجددة حلاً واعداً للتحديات البيئية والطاقيّة والاقتصادية التي تواجه العالم في القرن الحادي والعشرين. وتستحق المزيد من التركيز والاستثمار لتعزيز دورها في مستقبل الطاقة العالمي (محمد السيد, 2023).

2.3. أشكال الطاقة المتجددة

1. الطاقة الشمسية: تتضمن تقنيات توليد الكهرباء باستخدام الخلايا الضوئية والتسخين الشمسي. وتعتبر من أكثر المصادر النامية في العالم.
2. طاقة الرياح: توليد الكهرباء باستخدام توربينات الرياح، والتي باتت تُنافس محطات الوقود الأحفوري في الكثير من المناطق.
3. الطاقة المائية: توليد الكهرباء من خلال السدود والمحطات الكهرومائية، وتُعد من أقدم مصادر الطاقة المتجددة (بركات أحمد, ناصف & حسان, 2020).

4. الطاقة الحرارية الأرضية: استخراج الحرارة من باطن الأرض لإنتاج البخار وتوليد الكهرباء.
5. طاقة الكتلة الحيوية: الحصول على الطاقة من المواد العضوية مثل الخشب والمحاصيل والنفايات البلدية.
6. طاقة المد والجزر: توليد الكهرباء من حركة المد والجزر في المحيطات والبحار.
7. الوقود الحيوي: إنتاج الوقود من مصادر طبيعية كالنباتات والزيوت النباتية.

2.4. خصائص الطاقة المتجددة

تتزايد أهمية الطاقة المتجددة في العالم اليوم نتيجة للعديد من الفوائد التي تقدمها. يمكن تلخيص هذه الفوائد في عدة نقاط أساسية:

- قابلية التجديد: تعتبر مصادر الطاقة المتجددة مثل الشمس والرياح والمياه والطاقة الحرارية الأرضية موارد مستدامة ومتجددة بشكل مستمر (خالد براك وآخرون, 2021). على النقيض من ذلك، تعد مصادر الوقود الأحفوري كالنفط والغاز والفحم مصادر محدودة وغير متجددة، مما يجعل الاعتماد عليها غير مستدام على المدى البعيد.
- نظافة البيئة: توليد الطاقة من المصادر المتجددة لا ينتج عنه انبعاثات ملوثة للبيئة أو غازات دفيئة (لعور & مسعودة, 2017). في المقابل، يتسبب احتراق الوقود الأحفوري في إنتاج ملوثات وغازات ضارة بالبيئة، مما يؤدي إلى تدهور جودة الهواء والمساهمة في تغير المناخ. هذا يجعل الطاقة المتجددة أكثر صداقة للبيئة وأقل تأثيراً سلبياً على المناخ.
- إمكانية التوزيع المحلي: يمكن توليد الطاقة المتجددة محلياً باستخدام الموارد المتوفرة في المنطقة، مما يقلل من الاعتماد على الشبكات القومية للطاقة ويعزز الاكتفاء الذاتي للطاقة (عبد & سعيد قاسم, 2022). هذا يساهم في تحقيق استقلالية أكبر للدول في مجال الطاقة وتحسين أمن الطاقة.
- التكلفة التشغيلية المنخفضة: بعد إنشاء محطات توليد الطاقة المتجددة، تكون التكاليف التشغيلية والصيانة منخفضة نسبياً، مما يجعل هذه المحطات تنافسية على المدى الطويل مقارنة بالوقود الأحفوري (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة, 2019).

- الاستدامة: مصادر الطاقة المتجددة لا تنضب ولا تنفذ طالما كان هناك ضوء الشمس والرياح والمياه الجارية. على العكس، فإن الوقود الأحفوري سينفذ مع مرور الوقت، مما يجعل الطاقة المتجددة خيارًا أكثر استدامة للأجيال القادمة.
- التنوع: تتنوع أشكال الطاقة المتجددة لتشمل الطاقة الشمسية والرياح والطاقة المائية والطاقة الحرارية الأرضية وغيرها. هذا التنوع يوفر خيارات متعددة لتلبية الاحتياجات المختلفة للطاقة (خالد براك وآخرون، 2021).
- توفير فرص العمل: يساهم تطوير وتركيب وتشغيل أنظمة الطاقة المتجددة في خلق المزيد من فرص العمل مقارنة بالصناعات القائمة على الوقود الأحفوري. هذا يؤدي إلى نمو اقتصادي وخلق وظائف جديدة في قطاع الطاقة المتجددة (لعور & مسعودة، 2017).
- التنمية الريفية: يمكن توليد الطاقة المتجددة في المناطق النائية والريفية حيث تكون مصادرها متوفرة، مما يساعد على تحسين البنية التحتية وتوفير الطاقة للمجتمعات الريفية (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، 2019).
- الاستقلالية والأمن: الاعتماد على مصادر محلية للطاقة المتجددة يقلل من الاعتماد على الواردات من الوقود الأحفوري، مما يعزز الأمن القومي والاستقلالية الطاقية للدول (عبير محمد عبد الرازق يوسف، 2024).
- المرونة والموثوقية: تتميز أنظمة الطاقة المتجددة بكونها موزعة وغير مركزية، مما يجعلها أكثر مرونة وموثوقية في حالات الطوارئ والكوارث. بينما تكون الشبكات المركزية للطاقة التقليدية أكثر عرضة لانقطاعات التيار (عبد & سعيد قاسم، 2022).

2.5. تحديات الانتقال الي مصادر الطاقة المتجددة

أحد أبرز التحديات هو التكلفة والقدرة على تحمل النفقات. على الرغم من التقدم الهائل الذي شهدته تقنيات الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح في السنوات الأخيرة، إلا أنها لا تزال في كثير من الأحيان أكثر تكلفة مقارنة بالأنظمة التقليدية القائمة على الوقود الأحفوري، وخاصة في بعض المناطق. ولتجاوز هذه الفجوة في التكلفة وجعل الطاقة المتجددة قادرة على المنافسة، يتطلب الأمر مزيدًا من التحسينات التقنية والاستفادة من وفورات الحجم، إلى جانب سياسات داعمة. تحدٍ آخر هو التقليدية

والقيود على التخزين. حيث تعتمد مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح بشكل كبير على الظروف الجوية، مما يجعلها متقلبة وغير منتظمة. وما زال تخزين كميات كبيرة من الطاقة المتجددة بتكلفة فعالة تحديًا تقنيًا يحتاج إلى مزيد من التطورات في مجال تخزين البطاريات وغيرها من حلول التخزين. كما يشكل دمج الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية والبنية التحتية تحديًا آخر. فالشبكة الحالية لم تُصمم للتعامل مع نسب عالية من مصادر الطاقة المتجددة الموزعة والمتغيرة. ويتطلب تحقيق هذا الأمر استثمارات كبيرة في تحديث وتطوير نظم النقل والتوزيع والشبكات الذكية. بالإضافة إلى ذلك، فإن تحدي توفير الموارد والقدرة على التوسع يُعد عقبة أخرى. حيث سيتطلب التوسع في استخدام الطاقة المتجددة لاستبدال الوقود الأحفوري على المستوى العالمي نشر هائل لتقنيات الطاقة المتجددة وتأمين المواد الخام اللازمة (محمود & أيمن حسان, 2019).

قد يكون ضمان التوريد الكافي للمعادن الحرجة ومواكبة طاقة التصنيع قيدًا على عملية التوسع السريع. وأخيرًا، يُعد قبول المجتمع والدعم السياساتي من التحديات المهمة. فقد تواجه مشاريع الطاقة المتجددة الجديدة مثل مزارع الرياح ومحطات الطاقة الشمسية معارضة محلية. ولذلك، فإن توفير الدعم السياساتي طويل الأجل والحوافز واللوائح المناسبة أمر حاسم لدفع عملية انتقال الطاقة المتجددة. بمواجهة هذه التحديات من خلال التطورات التكنولوجية وتحديث البنية التحتية والسياسات الداعمة، سيكون من الممكن تسريع عملية الانتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة, 2019).

2.6. الحلول المقترحة للتغلب على تحديات الانتقال الي مصادر الطاقة المتجددة

هناك عدة حلول رئيسية يمكن اقتراحها للتغلب على التحديات في الانتقال إلى الطاقة المتجددة: أولاً، تحسين التكلفة والقدرة على التحمل من خلال مواصلة التطور التقني وتوفير وفورات الحجم. فمع استمرار التقدم في تكنولوجيات الطاقة المتجددة مثل الخلايا الشمسية وتوربينات الرياح، تنخفض التكلفة بشكل مطرد. كما أن زيادة الإنتاج وتطوير سلاسل التوريد ستؤدي إلى انخفاض أكبر في التكاليف. وتلعب السياسات الحكومية دورًا محوريًا في تعزيز هذه الاتجاهات من خلال الاستثمارات والحوافز (رحاب واخرون, 2023)

ثانيًا، تعزيز قدرات التخزين والمرونة من خلال الابتكارات التكنولوجية. فتطوير تقنيات تخزين البطاريات المتقدمة والحلول المبتكرة للتخزين طويل المدى ستساعد على معالجة تقلبية الطاقة المتجددة.

كما أن تعزيز الترابط بين مختلف مصادر الطاقة المتجددة والشبكات الذكية سيزيد من المرونة (بوسيس، سليم، 2014).

ثالثاً، تحديث البنية التحتية للشبكة الكهربائية لدمج الطاقة المتجددة بشكل أكبر. ويتطلب ذلك استثمارات كبيرة في تطوير أنظمة النقل والتوزيع والشبكات الذكية التي تتيح استيعاب المزيد من الطاقة المتغيرة والموزعة. رابعاً، ضمان توافر الموارد والقدرة على التوسع من خلال تطوير سلاسل التوريد وزيادة إنتاج تقنيات الطاقة المتجددة. ويتطلب ذلك الاستثمار في أبحاث المواد والعمليات التصنيعية للمعجل من وتيرة النشر (محمود & أيمن حسان، 2019).

وأخيراً، تعزيز الدعم السياساتي والقبول المجتمعي من خلال سياسات طويلة الأمد وحوافز مناسبة. فالتخطيط طويل الأجل والأهداف الواضحة والحوافز المالية ستساعد على تذليل المعارضة المحلية وتشجيع النشر السريع للطاقة المتجددة.

2.7. تحليل استدامة الطاقة المتجددة من منظور نظري

✓ تعريف الاستدامة في سياق الطاقة

الاستدامة في سياق الطاقة تعني القدرة على تلبية احتياجات الطاقة الحالية دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها. يتضمن هذا تحقيق توازن بين الاستخدام الفعال للموارد، تقليل الأثر البيئي، وضمان استقرار الإمدادات.

✓ فوائد الطاقة المتجددة في تحقيق الاستدامة

الطاقة المتجددة تلعب دوراً حاسماً في تحقيق الاستدامة بفضل عدة خصائص:

1. قابلية التجديد: مصادر الطاقة المتجددة مثل الشمس والرياح والمياه هي موارد طبيعية متجددة لا تنضب، مما يضمن توفرها الدائم واستدامتها على المدى الطويل (خالد براك وآخرون، 2021).

2. النظافة البيئية: توليد الطاقة المتجددة لا ينتج عنه انبعاثات ضارة أو غازات دفيئة، مما يساعد في الحفاظ على جودة الهواء والحد من تغير المناخ (لعور & مسعودة، 2017). هذا يجعل الطاقة المتجددة خياراً أكثر صداقة للبيئة مقارنة بالوقود الأحفوري.

3. التنوع والمرونة: الطاقة المتجددة تتوفر بأشكال متعددة (الشمسية، الرياح، المائية، والحرارية الأرضية)، مما يتيح استخدام مصادر متنوعة بناءً على الظروف المحلية والمتطلبات. هذا التنوع يزيد من مرونة النظام الطاقوي وقدرته على التكيف مع التغيرات الطارئة.
1. الأثر الاقتصادي للطاقة المتجددة على الاستدامة

✓ **تساهم الطاقة المتجددة في تحقيق استدامة اقتصادية من خلال عدة طرق:**

4. التكلفة التشغيلية المنخفضة: بعد التكاليف الأولية لإنشاء محطات الطاقة المتجددة، تكون التكاليف التشغيلية والصيانة منخفضة نسبياً، مما يجعلها خياراً اقتصادياً على المدى الطويل (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، 2019).
5. توفير فرص العمل: قطاع الطاقة المتجددة يخلق العديد من فرص العمل في مجالات البحث والتطوير، التصنيع، التركيب، والصيانة. هذا يؤدي إلى تعزيز النمو الاقتصادي وتحسين مستويات المعيشة (لعور & مسعودة، 2017).

✓ **الطاقة المتجددة والأمن الطاقوي**

- الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة يساهم في تعزيز الأمن الطاقوي للدول من خلال:
6. تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري: الاعتماد على مصادر محلية للطاقة المتجددة يقلل من الحاجة إلى استيراد الوقود الأحفوري، مما يعزز الاستقلالية الطاقية ويقلل من المخاطر المرتبطة بتقلبات الأسعار العالمية (عبير محمد عبد الرازق يوسف، 2024).
7. استقرار الإمدادات: أنظمة الطاقة المتجددة، بفضل توزيعها الجغرافي وعدم مركزيتها، تساهم في تعزيز استقرار الإمدادات وتقليل تأثير الكوارث الطبيعية أو الأعطال التقنية على الشبكة الكهربائية (عبد & سعيد قاسم، 2022).

✓ **التحديات والحلول لتحقيق الاستدامة**

- رغم الفوائد العديدة للطاقة المتجددة، هناك تحديات يجب مواجهتها لتحقيق الاستدامة:
8. التحديات التكنولوجية: تحسين كفاءة تقنيات الطاقة المتجددة وضمان جدواها الاقتصادية يتطلب استثمارات كبيرة في البحث والتطوير.
9. التحديات اللوجستية: تتطلب مشاريع الطاقة المتجددة بنية تحتية ملائمة وشبكات توزيع فعالة.

10. الحلول المبتكرة: تطوير تقنيات جديدة لتحسين كفاءة تحويل الطاقة وتخزينها، وتبني سياسات دعم حكومية، وتعزيز التعاون الدولي يمكن أن يسهم في التغلب على هذه التحديات وتحقيق استدامة الطاقة المتجددة.

✓ دور الطاقة المتجددة في الحفاظ على البيئة.

تعتبر الطاقة المتجددة من أهم الحلول المستدامة التي تهدف إلى الحفاظ على البيئة وتقليل التأثيرات السلبية الناجمة عن استخدام المصادر التقليدية للطاقة مثل الوقود الأحفوري. تعتمد الطاقة المتجددة على مصادر طبيعية غير ناضبة مثل الشمس، الرياح، المياه، والكتلة الحيوية، مما يجعلها خياراً مستداماً وصديقاً للبيئة.

✓ تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة

تساهم الطاقة المتجددة بشكل كبير في تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة التي تعتبر العامل الرئيسي في تغير المناخ والاحتباس الحراري. على سبيل المثال، توليد الكهرباء باستخدام الألواح الشمسية أو توربينات الرياح لا ينتج عنه أي انبعاثات ضارة، مما يقلل من تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

✓ الحفاظ على الموارد الطبيعية

يعتمد الوقود الأحفوري على استخراج واستنزاف الموارد الطبيعية غير المتجددة مثل النفط والفحم والغاز الطبيعي. في المقابل، تعتمد مصادر الطاقة المتجددة على الموارد الطبيعية المتجددة والمتاحة باستمرار، مثل ضوء الشمس والرياح والمياه، مما يساعد في الحفاظ على هذه الموارد للأجيال القادمة.

✓ تقليل التلوث البيئي

تساهم محطات توليد الطاقة التقليدية في تلوث الهواء والمياه والتربة نتيجة للانبعاثات الكيميائية والمواد السامة التي تطلقها. على النقيض، فإن محطات توليد الطاقة المتجددة تساهم بشكل أقل في تلوث البيئة، حيث تعتمد على عمليات نظيفة وغير ضارة بالبيئة.

✓ حماية التنوع البيولوجي

تؤدي عمليات استخراج الوقود الأحفوري إلى تدمير الموائل الطبيعية والتأثير السلبي على التنوع البيولوجي. في المقابل، فإن مشاريع الطاقة المتجددة مثل المزارع الشمسية وتوربينات الرياح تتطلب مساحات أقل من الأراضي ويمكن دمجها بطرق تقلل من تأثيرها على الحياة البرية والنظم البيئية.

✓ تعزيز الاقتصاد الأخضر

تشجيع استخدام الطاقة المتجددة يساهم في تعزيز الاقتصاد الأخضر، حيث يفتح الباب لفرص عمل جديدة في مجالات مثل تركيب وصيانة الأنظمة الشمسية والرياحية، بالإضافة إلى البحوث والتطوير في تكنولوجيا الطاقة النظيفة. هذا يؤدي إلى تحسين الاقتصاد المحلي مع الحفاظ على البيئة.

ثانياً: التنمية المستدامة

في ظل التنافس العالمي بين الدول لتعزيز جميع قطاعاتها، واكتساب الميزة التنافسية في الأسواق العالمية، أصبحت التنمية أمراً أساسياً لتمكين الدول اقتصادياً وسياسياً واجتماعياً وعسكرياً وديمقراطياً. تسعى الدول إلى تحقيق التنمية المستدامة داخل حدودها بهدف الحفاظ على سيادتها على مواردها الداخلية وسيطرتها على قراراتها، ومنع تدخل قوى أخرى مهيمنة تهدف في الأساس إلى السيطرة عليها واستنزاف طاقاتها ومواردها والتحكم بها، بحجة تعزيزها وإعادة تأهيلها. وبالتالي، أصبح القطاع التنموي أساسياً لتحقيق رفاهية الشعوب وضمان الاستقلالية وحقوق صنع القرارات. يعتبر التنمية المستدامة هدفاً رئيسياً للدول لتحقيق حياة كريمة للشعوب، مع الحفاظ على استدامة الموارد الطبيعية والحفاظ على التوازن البيئي. تحقيق التنمية المستدامة يعني تحقيق التوازن بين الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، وتعزيز القدرة التنافسية للدول في الساحة الدولية. تحقيق التنمية المستدامة يتطلب تنفيذ استراتيجيات تنموية شاملة وتعزيز الابتكار والبحث العلمي وتعزيز قدرات المؤسسات وتحسين البنية التحتية وتعزيز التعليم وتمكين المجتمعات المحلية (دسوقي، 2021، ص8).

2.8. مفهوم التنمية المستدامة:

التنمية المستدامة: "مصطلح شامل لوسائل تطوير بغرض دعم مدينة وإدارتها بتقنية جديدة بحيث تحسين الظروف الاجتماعية في ظل حماية البيئة، تلك الأفكار والوسائل تتضمن تجديلات تكنولوجية واقتصادية واجتماعية. حيث يتم بناء المدن الجديدة وإدارة خدماتها من كهرباء وإضاءة ومياه وتدفئة ومواصلات واتصالات، وتستعمل لذلك تقنية جديدة لإدارة المدينة بتطبيق طرق التحكم الآني بواسطة

وسائل ذكية مثل كاميرات مجسات وشبكات اتصال وتجميع معلوماتها وإدارة تلك المعلومات من مركز يجمع المعلومات، ويتصرف فيها بحسب الأوضاع الآنية والاحتياجات" (سايح، 2019، ص16).

تعرف التنمية المستدامة: "تعني تزويد الفرد بالخبرات والمعارف والاتجاهات الضرورية وكذلك تعويده على عادات مفيدة، فالمعارف والخبرات وحدها لا تكفي فلا بد أن يتعود الفرد على عادات لها علاقة بالمحافظة على الموارد وخصوصا غير المتجددة، وحسن توظيف الدخل والتفكير في الآخرين المحيطين به والتفكير في مستقبل الأجيال التالية" (تي وآخرون، 2020، ص6).

تعرف التنمية المستدامة: "بأنها هي إدارة قاعدة الموارد الطبيعية، وتوجيه التغير التقني والمؤسسي بطريقة تضمن تحقيق واستمرار إرضاء الحاجات البشرية للأجيال الحالية والمستقبلية" (الهاشمي، 2020، ص15).

تعرف أيضًا التنمية المستدامة: "هي ممارسة الحفاظ على المصادر من أجل الأجيال القادمة دون أي ضرر يصيب طبيعتها أو مكوناتها الأخرى، وهي ذات ثلاثة أبعاد البعد البيئي والبعد الاجتماعي والبعد الاقتصادي، ويُعد الجانب الثقافي هو البعد الرابع من أبعاد التنمية المستدامة ويُعد التقدم والقياس ورأس المال الطبيعي والأعمال من أهم القضايا المتعلقة بالتنمية المستدامة" (أحمد وآخرون، 2021، ص19).

وتوصف التنمية المستدامة: " العملية التغييرية المفتعلة أو التي تقوم على تحسين وتطوير ثلاث أبعاد أساسية هي البعد الاقتصادي، البعد الاجتماعي والبعد البيئي، امكانية إضافة أبعاد ثانوية مشتقة الأبعاد الأساسية منها البعد التكنولوجي، البعد الثقافي والبعد مع من السياسي والتي تسعى جميعها إلى إيجاد توازن عقلائي بين تلبية احتياجات الافراد المختلفة وبين الموارد المتاحة المحدودة دون افراط أو تقريط، آخذةً بعين الحسبان متطلبات الاجيال القادمة في المستقبل لشتى الميادين المجالات" (عبد المحسن وآخرون، 2022، ص12).

تعرف التنمية المستدامة: "بأنها التنمية المستمرة والعادلة والمتوازنة، والمتكاملة والتي تراعي البعد البيئي في جميع مشروعاتها، والتي لا تجني الثمار للأجيال الحالية على حساب الأجيال (خواجة، 2021، ص14).

يرى Klarin (2018) التنمية المستدامة: "أنها تلبية الاحتياجات البشرية الأساسية، ودمج التنمية البيئية، وتحقيق المساواة، وضمان تقرير المصير الاجتماعي والتنوع الثقافي، والحفاظ على السلامة البيئية للأجيال الحالية مع ضمان حقوق الأجيال القادمة في التنمية" (Klarin, 2018, p10).

تعرف التنمية المستدامة أيضًا: "بأنها مجموعة السياسات والإجراءات التي تتخذ للانتقال بالمجتمع إلى وضع أفضل باستخدام التكنولوجيا المناسبة للبيئة، لتحقيق التوازن بين بناء الموارد الطبيعية وهدم الإنسان لها في ظل سياسة محلية وعالمية للمحافظة على هذا التوازن" (توتو، 2021، ص12).

عرفت التنمية المستدامة: "أنها التنمية التي لا تلوث البيئة المحيطة بها ولا تستنزف مواردها وتقوم على الإدارة البشرية المثلى للموارد الطبيعية وتدعم المشاركة الشعبية في جميع مراحل التنمية وتساوي بين كل الأجيال في حق الاستفادة من الموارد الطبيعية" (شنافي، خوني، 2020، ص9).

تعرف "التنمية المستدامة هي التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتهم الخاصة" (ندا، 2020، ص12).

وتعرف التنمية المستدامة: "بأنها التنمية المستمرة والعادلة والمتوازنة، والمتكاملة والتي تراعي البعد البيئي في جميع مشروعاتها، والتي لا تجني الثمار للأجيال الحالية على حساب الأجيال القادمة" (خواجة، 2021، ص13).

كما عرفها ادوارد باربير التنمية المستدامة: " هي ذلك النشاط الذي يؤدي إلى الارتقاء بالرفاهية الاجتماعية أكبر قدر من الحرص على الموارد الطبيعية المتاحة، ويوضح بأن التنمية المستدامة تختلف عن التنمية في كونها أكثر تعقيدًا وتداخلًا فيما هو طبيعي واجتماعي للتنمية" (سعدي، 2021، ص15).

وقد عرفت اللجنة العالمية للبيئة والتنمية عام ١٩٨٧ التنمية المستدامة: " هي التنمية التي تلبي حاجات الحاضر دون المساومة على قدرة الأجيال المقبلة في تلبية حاجاتهم" (دسوقي، 2021، ص14).

2.9. خصائص التنمية المستدامة:

تتميز التنمية المستدامة:

1. تنمية طويلة المدى: تركز على العنصر الزمني كأساس لها، حيث تهتم بتأمين مصير ومستقبل الأجيال القادمة. تعني التنمية طويلة المدى بضمان استدامة التقدم والتطور على المدى البعيد، بحيث

يتم تلبية احتياجات الأجيال الحالية دون المساس بقدرة الأجيال المستقبلية على تلبية احتياجاتها الخاصة. تتطلب هذه النهج المستدام مراعاة العواقب المستقبلية للقرارات والسياسات المتبعة اليوم. تتمثل أهداف التنمية طويلة المدى في تعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية على المدى البعيد. ويتضمن ذلك الحفاظ على الموارد الطبيعية والبيئة، وتعزيز العدالة الاجتماعية والتنمية الاقتصادية المستدامة، من خلال النهج الطويل المدى، تسعى التنمية إلى بناء مجتمعات قادرة على تحقيق النمو والازدهار على المدى البعيد، وتمكين الأجيال القادمة من الاستفادة من فرص متساوية وتحسين نوعية حياتهم. وتهدف إلى ترك إرث مستدام يمكن أن يعمم الفائدة على الأجيال المستقبلية (خواجة، 2021، ص17).

2. مراعاة حقوق الأجيال اللاحقة والمساواة: فيما يتعلق بالمساواة بين أفراد الجيل الحالي، يتعين على السياسات والتدابير التنموية ضمان توزيع الفرص بشكل عادل للجميع، بغض النظر عن العوامل الاجتماعية أو الاقتصادية. يتطلب ذلك تحقيق المساواة في الوصول إلى التعليم والرعاية الصحية والتشغيل والفرص الاقتصادية والموارد الأساسية الأخرى. أما فيما يتعلق بحقوق الأجيال اللاحقة، فإن التنمية المستدامة تعتبر الأجيال القادمة شركاء في صنع القرارات وتشكيل المستقبل. يجب على السياسات والتدابير التنموية تأمين وحماية الموارد الطبيعية والبيئة للأجيال اللاحقة، بحيث يتم ترك إرث مستدام وموارد متاحة للاستفادة منها في المستقبل. بالتالي، يتم تحقيق المساواة وحقوق الأجيال اللاحقة من خلال تبني سياسات وإجراءات تضمن توزيع الموارد والفرص بشكل عادل للأجيال الحالية واللاحقة. يتطلب ذلك التفكير بعيد المدى واتخاذ قرارات استراتيجية تهدف إلى الاستدامة وتحقيق التنمية المستدامة للجميع دون التضحية بحقوق الأجيال اللاحقة (عبد الدائم، 2018، ص12).

3. التنمية المستدامة تتميز بتعقيدها وتداخل عواصفها، خاصة عندما يتعلق الأمر بالعوامل الطبيعية والاجتماعية في عملية التنمية.

4. تركز التنمية المستدامة على الاهتمام الشامل بالجانب البشري وتطويره: حيث تعتبر تلبية احتياجاته ومتطلباته الأساسية من أولوياتها العليا. تهدف إلى تحقيق التوازن بين الاقتصاد والبيئة والمجتمع، وتضمن استدامة مستقبل الأجيال القادمة. بالإضافة إلى ذلك،

5. التنمية المستدامة تهدف إلى تنمية وتطوير الجوانب الروحية والثقافية، والحفاظ على التنوع الثقافي والتراثي لكل مجتمع. فهي تعترف بأهمية الثقافة والتراث في تعزيز التنمية الشاملة وبناء هوية المجتمعات.

6. التنمية المستدامة تعد عملية معقدة ومتداخلة: حيث تركز على تلبية احتياجات الجانب البشري وتحقيق التوازن بين الاقتصاد والبيئة والمجتمع. كما تهدف إلى تنمية الجوانب الروحية والثقافية والحفاظ على التراث الثقافي لكل مجتمع.

7. تهدف التنمية المستدامة إلى تحقيق متطلبات الشرائح الأكثر فقرًا وخفض معدلات الفقر على المستوى العالمي

8. تنمية المستدامة تسعى إلى تنمية وتطوير الجوانب الروحية والثقافية والحفاظ على الخصوصيات الحضارية لكل مجتمع، مما يضفي عليها طابعًا فريدًا ونوعية متميزة. تعتبر التنمية المستدامة حافزًا لتعزيز التنوع الثقافي والروحي في المجتمعات، حيث تقدر التنوع والاختلاف كثرة الثروة والتعبير عنها. تعزز التنمية المستدامة التعايش السلمي والاحترام المتبادل بين الثقافات والمجتمعات، وتعمل على الحفاظ على التراث الثقافي والتاريخي لكل مجتمع. بالإضافة إلى ذلك، تحرص التنمية المستدامة على تعزيز الوعي الروحي والقيم الأخلاقية في المجتمعات، من خلال تعزيز التعليم والتثقيف والتربية. تهدف إلى بناء مجتمعات تتمتع بالتوازن والاستقرار الروحي والثقافي، مما يسهم في رفاهية الأفراد وتعزيز التنمية الشاملة (عجروود، 2021، ص1).

2.10. أهداف التنمية المستدامة:

تسعى التنمية المستدامة عن طريق محتواها وآلياتها إلى تحقيق عدة أهداف يمكن تلخيص هذه الأهداف فيما يلي (الجندي، 2016، ص13):

- **تحقيق نوعية حياة أفضل للسكان:** تسعى التنمية المستدامة إلى تحقيق نوعية حياة أفضل للسكان من خلال عمليات التخطيط وتنفيذ السياسات التنموية. تهدف هذه الجهود إلى تحسين الجوانب الاجتماعية والاقتصادية والنفسية والروحية للحياة اليومية للأفراد في المجتمع. تركز التنمية المستدامة على النمو النوعي بدلاً من الكمي، حيث يتم تحقيق التقدم الشامل بشكل متوازن في مختلف جوانب الحياة. تتضمن هذه الجوانب توفير فرص عادلة ومتاحة للجميع في مجالات التعليم والصحة والتشغيل والإسكان والبنية التحتية والخدمات الأساسية الأخرى. يهدف النمو النوعي إلى ضمان توفير حياة كريمة ومستدامة للجميع دون تمييز. بالإضافة إلى الجوانب الاجتماعية والاقتصادية، تعمل التنمية المستدامة على تعزيز النواحي النفسية والروحية للسكان. يتم تعزيز الصحة العقلية والعاطفية والروحية

من خلال توفير بيئة مستدامة وملائمة للنمو الشخصي والتنمية الروحية. تشمل هذه الجوانب الاهتمام بالثقافة والفنون والتراث والتواصل الاجتماعي والمشاركة المجتمعية.

- **استخدام واستغلال الموارد بعقلانية:** تتعامل مع الموارد على أنها موارد محدودة، لذا تحول دون تدميرها أو استنزافها، وتعمل على توظيفها أو استخدامها بشكل عقلاني.
- **احترام البيئة الطبيعية:** تركز على العلاقة بين البيئة ونشاطات السكان، فتتعامل مع النظم الطبيعية وأيضًا محتواها وهي على أساس حياة الإنسان، وتستوعب العلاقة بين البيئة المبنية والبيئة الطبيعية، والعمل على تطويرها من أجل أن تصبح منسجمة ومتكاملة.
- **العمل على تعزيز وعي الناس بالمشاكل والتحديات البيئية القائمة:** من خلال تنمية إحساسهم بالمسؤولية تجاه البيئة وأيضًا الحث على مشاركتهم الفعالة من خلال إيجاد حلول وبدائل مناسبة لهم، وهذا عن طريق الاشتراك في تنفيذ وإعداد ومشاريع وتقديم التنمية المستدامة.
- **ربط التكنولوجيا بأهداف المجتمع:** عن طريق توظيفها لصالح أهداف المجتمع والتوعية للسكان بأهمية مختلف التقنيات في المجال التنموي، وأيضًا استخدام المتاح وتحقيق أهداف التنمية المستدامة تحدث أضرارًا أو مخاطرًا بيئية سلبية أو تكون قابلة من أجل السيطرة عليها وتحسين نوعية الحياة، وتحقيق الأهداف.
- **نمو اقتصادي مستدام:** عن طريق تحقيق التنمية المستدامة الاقتصادية أو المحافظة رؤوس المال الطبيعية بشكل يؤكد على المساواة في تقاسم الثروات بين الجيل والأجيال المتعاقبة.

2.11. متطلبات التنمية المستدامة:

يتطلب تحقيق التنمية المستدامة عدة متطلبات وهي كالآتي:

- **نظام اقتصادي:** يهدف إلى تحقيق فوائض إنتاجية مستدامة من خلال الاعتماد على الاكتفاء الذاتي والاستدامة. يسعى النظام الاقتصادي إلى تطوير نمط اقتصادي قائم على تحقيق فوائض في الإنتاج، وذلك من خلال التركيز على الاعتماد الذاتي والاستدامة. يهدف النظام إلى تحقيق توازن بين الاحتياجات والموارد المتاحة، مع التركيز على استغلال الموارد الطبيعية والبشرية بطريقة مستدامة وفعالة.

بدلاً من الاعتماد الكامل على الاستيراد والاعتماد على المصادر الخارجية، يعمل النظام الاقتصادي على تعزيز القدرات الإنتاجية المحلية وتنمية الصناعات المحلية. يتم ذلك من خلال تعزيز البحث

والتطوير، وتطوير البنية التحتية وتعزيز ريادة الأعمال والابتكار (Tsalis et al, 2020, p 1620).

- **نظام اجتماعي:** يسعى لتوفير حلول للتنمية غير المتناسقة ويقدم اقتراحات ممكنة لتعزيز استدامة وتصعيد فعاليات المشاركة للتنوع الاجتماعي. يهدف النظام الاجتماعي إلى تقديم حلول لتحقيق توازن وتناغم في عملية التنمية، حيث يعمل على معالجة التحديات والاختلافات التي تواجه المجتمع. يسعى النظام إلى تحقيق تنمية شاملة ومستدامة عن طريق تعزيز المشاركة الفعالة وتعزيز التواصل والحوار بين مختلف فئات المجتمع. بدلاً من التجاهل أو التهميش، يعمل النظام الاجتماعي على تعزيز المساواة وتعزيز الفرص والحقوق لجميع أفراد المجتمع بغض النظر عن خلفياتهم وهويتهم. يشجع النظام على تعزيز التنوع الاجتماعي وتقديم فرص متساوية للجميع (Blagojević & Tufegdžić, 2016, p7).

- **نظام سياسي:** يسعى لتوفير المشاركة الفاعلة في صنع القرارات على مختلف مستويات الحياة والفعاليات الإدارية والاجتماعية، ويتميز بالاستقرار. يهدف النظام السياسي إلى تحقيق المشاركة الفعالة للأفراد في صنع القرارات التي تؤثر على حياتهم ومجتمعاتهم. يشجع النظام على توفير آليات ومنصات تسمح للمواطنين بالتعبير عن آرائهم ومساهماتهم في صنع السياسات والقرارات العامة. يعزز النظام الشفافية والحوكمة الديمقراطية، حيث يضمن مساحة للمناقشة والتفاوض وتبادل الآراء. بالإضافة إلى ذلك، يهدف النظام السياسي إلى الاستقرار، حيث يعمل على توفير بيئة سياسية مستقرة ومؤسسات قوية. يعزز النظام قوانين الدولة واحترام حقوق الإنسان وحماية الحريات الأساسية، مما يسهم في تعزيز الاستقرار السياسي والاجتماعي (خطاط، 2022، ص16).

- **نظام إنتاجي:** يضمن احترام مبدأ الجودة البيئية ويتمحور حول مبدأ الاستدامة البيئية. يهدف النظام الإنتاجي إلى تطوير عمليات الإنتاج والصناعة التي تحترم وتحافظ على البيئة. يركز النظام على تحقيق جودة عالية في المنتجات والخدمات المقدمة، وذلك من خلال استخدام تقنيات وممارسات صديقة للبيئة. يتم التركيز على تقليل النفايات والانبعاثات الضارة، واستخدام الموارد الطبيعية بشكل مستدام. بالإضافة إلى ذلك، يكرس النظام مبدأ الجدوى البيئية، حيث يقوم بتقييم الآثار البيئية للعمليات والمشاريع المختلفة. يتم اعتبار العوامل الاقتصادية والاجتماعية والبيئية في عملية اتخاذ القرار، ويتم تفضيل الحلول التي تحقق التوازن بين الجدوى الاقتصادية والبيئية (Hák et al, 2016, p12).

• **نظام إداري:** مرن ويتمتع بقدرة التصحيح الذاتي: يتميز النظام الإداري بالمرونة والقدرة على التكيف والتعامل مع التحديات والمتغيرات. يتم تصميم النظام بطريقة تتيح الاستجابة الفعالة للتغيرات في البيئة الداخلية والخارجية. يشجع النظام على تقديم آليات لتقييم الأداء واستخلاص الدروس وتطبيق التحسينات المستمرة.

بفضل القدرة على التصحيح الذاتي، يمكن للنظام الإداري تحليل الأخطاء والتعلم منها، واتخاذ التدابير اللازمة لتحسين الأداء في المستقبل. يتم تعزيز ثقافة الابتكار والتغيير المستمر في النظام الإداري، مما يساعد على تحقيق الكفاءة والفعالية في العمليات.

• **نظام ثقافي:** يركز على تعزيز الوعي البيئي في جميع جوانب الحياة ويسعى لتحقيق التنمية المستدامة بشكل خاص. يهدف النظام الثقافي إلى تأصيل البعد البيئي في كافة نواحي الحياة، حيث يتم تعليم وتدريب الأفراد على أهمية الحفاظ على البيئة واستدامتها. يتم تعزيز الوعي البيئي والمعرفة حول التحديات البيئية وحقوق الطبيعة. يتم تعزيز التفكير المستدام والتصرفات المسؤولة تجاه البيئة في جميع جوانب الحياة الثقافية والاجتماعية (عبد الدائم، 2018، ص17).

• **نظام دولي:** يعزز التعاون وتبادل الخبرات في مشروع التنمية المستدامة. يهدف النظام الدولي إلى تعزيز التعاون بين الدول وتبادل الخبرات في مجال التنمية المستدامة. يتم تشجيع التعاون الدولي لتبني سياسات وإجراءات تهدف إلى حماية البيئة وتعزيز الاستدامة. يتم تبادل المعرفة والتقنيات والممارسات الناجحة بين الدول، مما يساهم في تعزيز التنمية المستدامة على المستوى العالمي (الجندي، 2016، ص 13).

• **نظام تكنولوجي:** يعتمد على الابتكار والإبداع واستخدام التقنيات الحديثة للحد من مخاطر التلوث، يتميز النظام التكنولوجي بالابتكار والإبداع في مجالات تكنولوجيا البيئة. يسعى النظام إلى تطوير واستخدام التقنيات الحديثة التي تساهم في تقليل التلوث وتحسين الكفاءة البيئية. يتم تشجيع البحث والتطوير في مجالات مثل الطاقة المتجددة، وإدارة الموارد الطبيعية، والتصنيع النظيف. يهدف النظام التكنولوجي إلى تحقيق توازن بين التنمية الاقتصادية والحفاظ على البيئة (الجندي، 2016، ص12).

2.12. تحديات التنمية المستدامة:

يواجه التنمية المستدامة عدة تحديات وهي تتمثل في الآتي (حجاب وآخرون، 2017، ص19):

- تأمين موارد التمويل الضرورية للدول النامية: بالإضافة إلى التزام المنظمات والهيئات الدولية بتمويل التنمية في تلك الدول. ضمان تمويل التنمية المستدامة في الدول النامية، وزيادة التعهدات المالية من قبل الدول الصناعية لدعم هذه الجهود. بهدف تحقيق التنمية المستدامة في الدول النامية، يجب إيجاد مصادر التمويل اللازمة لتمويل المشاريع والبرامج التنموية. ينبغي أن تلتزم المنظمات والهيئات الدولية بتقديم التمويل والدعم المالي للدول النامية، وذلك من خلال تعزيز التعاون وزيادة التعهدات المالية. على الصعيد الدولي، يجب أن تزيد الدول الصناعية دعمها المالي للدول النامية، وذلك من خلال زيادة التمويل وتخصيص موارد مالية إضافية لتحقيق التنمية المستدامة. يمكن تحقيق ذلك من خلال زيادة التعهدات المالية المباشرة، وتعزيز التعاون الاقتصادي والتجاري، وتوفير التمويل البيئي والمالي للمشاريع البيئية والاستدامة.
- إعداد البرامج الصحية والتعليمية والتنموية من أجل الشعوب الأقل نموًا في العالم، تشترك الدول والمجتمعات الإقليمية والوطنية والمحلية والمنظمات في المسؤولية وهي متفاوتة وهي تطالب بالمساهمة في رعاية الأمومة والطفولة، وتأسيس البنية التحتية وأيضًا المرافق العامة عن طريق التمويل لبرامج التنمية المستدامة وإنشاء ووضع السياسات والخطط الفاعلة في المجال؛ حيث تقاس أهلية كافة الأطراف ومدى كفاءتهم بمقدار تقديم الخدمات في كافة المجالات الهامة، وبمقدار اهتمامها بتطوير البرامج العمل التنموي سواء على المستوى الشعبي أو المستوى الحكومي ومؤسساته.
- تشجيع الاستثمار الأجنبي والداخلي وتحقيق التكامل: وذلك عن طريق إيجاد شراكة بين الدول النامية والدول الصناعية وتحقيق أفضل الفرص للمنتجات من أجل المنافسة في الأسواق العالمية والمحلية من خلال منظمة التجارة العالمية.
- إيجاد وسائل جديدة للتمويل من أجل دعم الجهود الخاصة بالتنمية في الدول النامية مثل التشجيع للاستثمارات الأجنبية المباشرة.
- تطوير ونقل التقنيات الحديثة التي تلائم البيئة وتوفير إمكانيات العمل التطبيقي وتشجيع الباحثين وهذا باعتباره من أهم أسباب تطوير العمل وسائله في المجال، ونقل المجتمع إلى مراحل متقدمة من التنمية والرقى في وقت سريع وبتكلفة أقل.
- تضرر الدول من الإجراءات التي يتم اتخاذها من قبل المجتمع الدولي لمجابهة القضايا البيئية العالمية ومسؤوليته في مساعدة الدولة المتضررة الإسلامية.

2.13. أبعاد التنمية المستدامة:

تتميز التنمية المستدامة بعدة أبعاد وهي كالآتي:

- **التنمية البيئية المستدامة:** البعد البيئي في إطار التنمية المستدامة يهدف إلى تحقيق مجموعة من الأهداف البيئية الهامة. يشمل ذلك تحقيق الاستخدام الفعال للموارد القابلة للنضوب، مع الأخذ في الاعتبار أن هذه الموارد يجب حمايتها لضمان وجودها للأجيال القادمة. كما يركز على ضرورة مراعاة قدرة البيئة المحدودة على استيعاب النفايات والملوثات، وتحديد كميات محددة ومدروسة للاستخدام من كل مورد.
- **التنمية الاجتماعية المستدامة:** عملية التنمية المستدامة تشمل جوانب التنمية الاجتماعية التي تهدف إلى تحسين مستوى الرعاية الصحية والتعليم. تسعى لضمان توفر الخدمات الصحية عالية الجودة والتعليم المناسب للجميع. بالإضافة إلى ذلك، تعزز التنمية المستدامة مشاركة المجتمعات المحلية في صنع القرارات التنموية التي تؤثر في حياتهم، حيث يُعتبر ذلك أساسياً لضمان تحقيق التنمية المستدامة والعدالة.
- **العدالة والإنصاف** تعد جوانب مهمة في التنمية المستدامة. يجب أخذ مصلحة الأجيال المقبلة في الاعتبار وضمان حماية الموارد والبيئة لتلك الأجيال. كما يجب أيضاً تحقيق العدالة للأفراد الذين يعيشون اليوم ويواجهون عدم المساواة في الحصول على الموارد الطبيعية والخدمات الاجتماعية. يهدف التنمية المستدامة إلى تعزيز المساواة وتوفير فرص متساوية للجميع في الحصول على الموارد والفرص الضرورية للتعليم والرعاية الصحية. بالإضافة إلى ذلك، تهدف التنمية المستدامة إلى دعم وتعزيز القطاعات الاقتصادية غير الرسمية، مثل المشاريع الصغيرة والمتوسطة، وتعزيز فرص التوظيف وتحسين الظروف الاقتصادية للأفراد. تعتبر تمكين المرأة أيضاً جزءاً هاماً في التنمية المستدامة، حيث يسعى لتحسين فرص التعليم والرعاية الصحية للمرأة وتعزيز دورها في المجتمع والاقتصاد (Fatimah et al, 2020, p7).

• **التنمية الاقتصادية المستدامة:** يشمل هذا الجانب ضرورة إجراء إصلاحات اقتصادية فعالة في المجتمع من أجل تحقيق مستوى عيش أفضل لأفراده وزيادة دخلهم الحقيقي. يجب أيضًا وقف تبديد الموارد الطبيعية، سواء من خلال تحسين كفاءة استهلاك الطاقة أو تغيير أنماط الاستهلاك التي تهدد التنوع البيولوجي. بالإضافة إلى ذلك، يجب تبني استراتيجيات وتوجهات تشمل جميع شرائح المجتمع، وتعزيز النظرة المشتركة لتحقيق التنمية المستدامة. تم تأكيد هذا الرؤية من خلال مؤتمر جانيرو، الذي أكد أن التنمية المستدامة هي مبدأ جديد للتنمية الاقتصادية ولا ينبغي التركيز المطلق على الاعتبارات الاقتصادية فقط، بل يجب أيضًا مراعاة العدالة الاجتماعية وحماية البيئة والموارد الطبيعية.

تؤكد التنمية المستدامة على ضرورة إجراء إصلاحات اقتصادية فعالة لتحسين مستوى المعيشة وزيادة الدخل الحقيقي للأفراد. يجب أيضًا وقف تبديد الموارد الطبيعية والعمل على حماية التنوع البيولوجي. يتطلب تحقيق التنمية المستدامة تبني استراتيجيات تشمل جميع شرائح المجتمع وتعزيز التوافق في الرؤية لتحقيق التنمية المستدامة. هذه الرؤية تم تأكيدها من خلال مؤتمر جانيرو الذي أكد ضرورة مراعاة العدالة الاجتماعية وحماية البيئة والموارد الطبيعية في عملية التنمية المستدامة (خواجة، 2021، ص18).

• **التنمية المستدامة التكنولوجية:** البُعد التكنولوجي للتنمية المستدامة يشمل عدة جوانب (توتو، 2021، ص17):

• **أولاً،** يتعلق بالاستخدام الأفضل لتكنولوجيا نظيفة في المرافق الصناعية. غالبًا ما تتسبب المرافق الصناعية في تلويث الهواء والمياه والتربة المحيطة بها. ومع ذلك، يمكن تجنب التلوث الناتج عن الأنشطة الصناعية إذا تم استخدام تكنولوجيا متطورة وفعالة، وتطبيق عمليات إعادة التدوير للنفايات. يجب أن يكون الهدف من هذا البُعد هو الاستفادة من العمليات والأنظمة التكنولوجية التي تساهم في دورة داخلية للنفايات.

• **ثانيًا،** يتضمن البُعد التكنولوجي للتنمية المستدامة الحفاظ على طبقة الأوزون. يُعد الحفاظ على طبقة الأوزون المحمية لكوكب الأرض جزءًا أساسيًا من التنمية المستدامة. تتضمن الإجراءات التي اتخذت لمعالجة هذه المشكلة تطبيق اتفاقية كيوتو التي تهدف إلى التخلص التدريجي من المواد الكيميائية التي تهدد طبقة الأوزون. يوضح ذلك أهمية التعاون الدولي في مواجهة المخاطر البيئية العالمية.

تؤكد التنمية المستدامة على ضرورة استخدام التكنولوجيا النظيفة في المرافق الصناعية وتطبيق إعادة التدوير للنفايات. كما تؤكد على أهمية الحفاظ على طبقة الأوزون وأن اتفاقية كيوتو تعزز الحاجة للتخلص التدريجي من المواد الكيميائية التي تهدد الأوزون. وتشدد على أن التعاون الدولي يلعب دوراً مهماً في مواجهة التحديات البيئية العالمية.

2.14. مؤشرات التنمية المستدامة:

ترتكز التنمية المستدامة على عدة مؤشرات وهي كالآتي:

1. **التنمية البشرية:** يتم التركيز في مؤشر التنمية البشرية على العناصر التي تؤثر في التنمية البشرية المستدامة. وتشمل هذه العناصر (تي وآخرون، 2020، ص16):
 - **مستوى المعيشة اللائق:** يتعلق بزيادة متوسط دخل الفرد لتحقيق مستوى معيشة أفضل. ويشمل ذلك الحصول على احتياجات أساسية مثل الغذاء والمأوى والماء النظيف والكهرباء، بالإضافة إلى الحد الأدنى من المستلزمات الأخرى التي تساهم في رفاهية الفرد.
 - **التعليم:** يتعلق بتوفير فرص التعليم للجميع، بما في ذلك التعليم الأساسي والثانوي والتعليم العالي. يساهم التعليم في تمكين الأفراد وتطوير قدراتهم وزيادة فرصهم في سوق العمل.
 - **الرعاية الصحية:** يتعلق بتوفير خدمات الرعاية الصحية الأساسية للجميع، بما في ذلك الوصول إلى الرعاية الصحية الوقائية والعلاجية والأدوية الضرورية. يهدف ذلك إلى تحسين حالة الصحة للفرد والحد من الأمراض والوفيات المبكرة.
 - **التغذية الملائمة:** يتعلق بضمان توفر التغذية الملائمة للجميع، وذلك من خلال الوصول إلى الغذاء الصحي والتوعية بأهمية التغذية الجيدة. يساهم التغذية الملائمة في تعزيز صحة الفرد وتحسين أدائه العام.
 - **فرص العمل:** يتعلق بتوفير فرص العمل اللائقة والمنصفة للجميع، بما في ذلك توفير فرص العمل المستدامة والمنتجة والتي توفر دخلاً مناسباً للأفراد. يهدف ذلك إلى تحقيق الاستقلال المالي وتحسين جودة الحياة للأفراد. تؤكد على أهمية توفير مستوى معيشة لائق للأفراد من خلال زيادة دخلهم الحقيقي. وتشمل أيضاً توفير التعليم والرعاية الصحية والتغذية الملائمة، بالإضافة إلى توفير فرص العمل التي تضمن تحقيق دخل مناسب. وتشدد على ضرورة تمكين جميع الأفراد وإشراكهم في صنع القرارات التي تؤثر في المجتمع.

3. **التنمية البيئية:** يعتبر المؤشر البيئي أحد المؤشرات الهامة التي تم تبنيها في مؤتمر قمة الأرض عام 1992 بواسطة الأمم المتحدة، وتم استخدامه أيضًا في القمة الثانية عام 2002 لقياس التقدم في الحفاظ على البيئة وتقييم الجهود المبذولة في هذا الصدد. يتضمن هذا المؤشر المحاور التالية (العكروت وآخرون، 2022، ص18):

- **نصيب الفرد من الأراضي الزراعية:** يقيس هذا المؤشر حجم الأرض الزراعية المتاحة لكل فرد وقابليتها للزراعة، ويعكس أهمية الزراعة في تحقيق التنمية المستدامة من خلال توفير الغذاء وفرص العمل. الزراعة تعتبر أيضًا محركًا للنمو الاقتصادي وتسهم في تقليل الفقر والبطالة.
 - **التغير في مساحات الغابات:** يعكس هذا المؤشر نسبة التغير في مساحة الغابات مقارنة بإجمالي مساحة البلد. إذا كانت نسبة هذا المؤشر مرتفعة، فإن ذلك يشير إلى إمكانية زيادة الإنتاج الزراعي، في حين أن نسبة منخفضة تشير إلى توسع التصحر وتدهور الأراضي الخضراء.
 - **التصحر:** يقيس هذا المؤشر الأراضي المتأثرة بالتصحر كنسبة من إجمالي مساحة البلد. يعتبر تقليص مساحات الأراضي الصحراوية أحد الشروط الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة.
- تؤكد التنمية المستدامة على أهمية المؤشر البيئي في قياس التقدم في الحفاظ على البيئة. يتضمن المؤشر نصيب الفرد من الأراضي الزراعية، التغير في مساحات الغابات، ومعدل التصحر. تحقيق التنمية المستدامة يتطلب العمل على تحسين هذه المؤشرات والحفاظ على البيئة لضمان استدامة الموارد الطبيعية والحفاظ على توازن النظم البيئية.

3. **المؤشرات الاجتماعية:** هي مجموعة من المؤشرات التي تساهم في قياس التقدم الاجتماعي وتحسين جودة حياة الأفراد. وفيما يلي إعادة صياغة وكتابة بعض هذه المؤشرات:

- **مكافحة الفقر:** يمكن رصد التقدم المحرز في مكافحة الفقر من خلال مؤشرات مثل معدل البطالة، الذي يقيس نسبة الأشخاص الباحثين عن عمل والعاطلين عن العمل بالنسبة للقوى العاملة. كما يمكن قياس الفقر من خلال نسبة السكان الذين يعيشون تحت خط الفقر الوطني، والذي يعبر عن النسبة المئوية للسكان الذين يعيشون دون مستوى المعيشة المعتاد للبلد.
- **الديناميكية الديمغرافية والاستدامة:** يتم قياس هذا المؤشر من خلال معدل النمو السكاني، والذي يعكس متوسط التغير السنوي في حجم السكان. يساعد هذا المؤشر في فهم التوزيع السكاني ومعدلات النمو السكاني لتحقيق الاستدامة الديمغرافية.

- **تعزيز التعليم والوعي العام والتدريب:** يمكن قياس جودة التعليم والوعي العام من خلال مؤشرات مثل معدل الأمية بين البالغين، ومعدل الالتحاق بالمدارس الثانوية. يعكس هذا المؤشر مستوى الوعي والمشاركة في العملية التعليمية والتدريبية.

- **حماية وصحة الإنسان وتعزيزها:** يتم قياس هذا المؤشر من خلال متوسط العمر المتوقع عند الولادة، والذي يعكس مدى صحة السكان وجودتهم في الحياة. كما يمكن قياسه من خلال عدد الأشخاص الذين لا يحصلون على مياه صالحة للشرب والخدمات الصحية الأساسية.

بشكل عام، تساهم هذه المؤشرات الاجتماعية في قياس التقدم الاجتماعي وتوفير البيانات الضرورية لاتخاذ القرارات السياسية والتخطيط الاجتماعي الفعال لتحسين الظروف الاجتماعية ورفاهية الأفراد في المجتمع.

4. **المؤشرات المؤسسية:** تعكس الجوانب المتعلقة بالهيكل والإطارات المؤسسية التي تدعم التنمية المستدامة. وفيما يلي إعادة صياغة وكتابة لبعض هذه المؤشرات المؤسسية (ناصر، 2022، ص16):

1. **الإطار المؤسسي:** يشمل إنشاء إطار مؤسسي مناسب لتنفيذ التنمية المستدامة، ووضع استراتيجيات وطنية تهدف إلى دمج الأولويات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. يمكن قياس الإطار المؤسسي من خلال مؤشرات مثل الاستراتيجية الوطنية للتنمية المستدامة وتنفيذ الاتفاقيات العالمية المصدق عليها.

2. **القدرة المؤسسية:** تمثل القدرة المؤسسية قدرة المؤسسات على إدارة التقدم نحو التنمية المستدامة. يمكن قياسها من خلال مؤشرات مثل الإنفاق على البحث العلمي والتطوير كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي، وهذا يعكس القدرة على الوصول إلى المعلومات والبنية التحتية للاتصالات والعلم والتكنولوجيا. كما يمكن قياسها من خلال مؤشر الخسائر البشرية والاقتصادية الناجمة عن الكوارث الطبيعية، والذي يعكس درجة الاستعداد والاستجابة للكوارث الطبيعية.

تساهم المؤشرات المؤسسية في قياس القدرة التنظيمية والمؤسسية لتحقيق التنمية المستدامة، وتساهم في توجيه السياسات واتخاذ القرارات لتحقيق التوازن بين الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لتحقيق التنمية المستدامة.

2.15. نظريات التنمية المستدامة:

يوجد العديد من النظريات للتنمية المستدامة وهي كالآتي:

1. **النظرية المتفائلة:** تعني في الاقتصاد تشير إلى الفكرة التي تعتقد بأن الاقتصاد لديه القدرة على التكيف والتطور للتغلب على التحديات والقيود القائمة وفقاً لهذه النظرية، فإن الابتكار والتكنولوجيا يمكن أن تسهم في تعزيز الإنتاجية وزيادة الثروة، وبالتالي فإن الحدود المفترضة للنمو ليست نهائية، يشار إلى جون ستيوارت ميل (John Stuart Mill) كواحد من الاقتصاديين الكلاسيكيين الذين يعبرون عن آفاق متفائلة. يعتقد ميل أن القيود على النمو الاقتصادي بسبب الموارد الطبيعية المحدودة لم تحدث بعد، ولا يمكن أن تحدث في المستقبل المنظور القريب، على الأقل فيما يتعلق بالصناعات الحالية.

يعزز ميل هذا الرأي بالاعتقاد بأن التكنولوجيا والابتكار يمكن أن يؤديان إلى تحسين استخدام الموارد وتطوير تقنيات جديدة لزيادة الإنتاجية، وبناءً على هذا الاعتقاد، يعتقد ميل أنه يمكن للدول أن تحقق نمو اقتصادي مستدام دون الاعتماد على الموارد الطبيعية المحدودة فقط مع ذلك، يجب أن نلاحظ أن هذه النظرية تثير جدلاً واسعاً في الاقتصاد الحديث، حيث يعتقد البعض أنها قد تغفل عن العوامل البيئية والاستدامة في التنمية الاقتصادية وبالتالي، يتوجب علينا مراعاة العديد من الجوانب والمتغيرات المختلفة عند دراسة نمو الاقتصاد وتحقيق التنمية المستدامة (حواس، 2021، ص 16).

2. **النظرية المتشائمة:** توماس مالتس (Thomas Malthus) كان عالم اقتصاد ورياضيات وكاهن أنجليكاني بريطاني، وقد قدم نظرية مشهورة ومتشائمة حول النمو السكاني والموارد الطبيعية في مقالته التي نشرها في عام 1798 بعنوان "مبادئ التركيب السكاني" (An Essay on the Principle of Population)، عبر مالتس عن قلقه من أن زيادة السكان ستفوق إمكانيات الموارد الطبيعية المتاحة. وعلى الرغم من أن التقدم التكنولوجي والتطور الاقتصادي يمكن أن يؤدي إلى زيادة مؤقتة في إنتاجية الموارد، إلا أنه يرى أن الزيادة السكانية ستفوق في نهاية المطاف على قدرة الأرض على تلبية احتياجات النمو السكاني، وبناءً على ذلك، توصل مالتس إلى استنتاج متشائم بأن النمو السكاني سيؤدي في نهاية المطاف إلى نقص الموارد وانخفاض مستوى المعيشة. وأشار إلى أن الحد الوحيد لنمو السكان هو الموارد الطبيعية المتاحة، في حين أن النمو السكاني يحدث بشكل طبيعي وبوتيرة أسرع.

كانت نظرية مالتس تتعارض مع النظريات المتفائلة التي اعتقدت أن التطور التكنولوجي والتقدم الاقتصادي سيحل المشاكل والعقبات الاقتصادية وفي حين أن توقعات مالتس لم تتحقق بالشكل الذي توقعه، إلا أن نظريته أثارت مناقشات وتفكيراً واسعاً حول علاقة السكان والموارد الطبيعية وأثرها على التنمية الاقتصادية (زموري وآخرون، 2019، ص 17).

3. **نظرية النضوج:** يشير مصطلح "نظرية النضوج" إلى الفكرة التي تقول بأن التقدم الاقتصادي الدائم والمستدام قد يواجه تحديات وحالات ركود، يشترك الاقتصاديون الذين يؤمنون بهذه النظرية في الاعتقاد بأن هناك حداً أقصى للتقدم الاقتصادي يمكن أن يتم تحقيقه، وبعد ذلك سيصبح من الصعب تحقيق مزيد من النمو والتطور، يبدو أن أ. هانسن (A. Hansen) كان مدافعاً رئيسياً عن نظرية النضوج، ويشير النص إلى أنه بعد الحرب العالمية الثانية، كانت هناك فترة من الزمن تميزت بتبني هذه النظرية وبحسب أنصار هذه النظرية، فإن التقدم الاقتصادي الذي تم تحقيقه في تلك الفترة لن يكون مستداماً على المدى الطويل، وسيكون مجرد حالة عابرة من التعافي بعد الحرب، ويعزز النص أيضاً فكرة أن التقدم الاقتصادي يعتمد على عوامل محدودة مثل الابتكار التكنولوجي وزيادة السكان ومع استنزاف هذه الموارد، فإن الاقتصاد قد يدخل في فترة ركود نسبي وقد لا يكون قادراً على الحفاظ على نفس معدل النمو والتطور، يجب أن نلاحظ أن هذه النظرية تعتبر واحدة من العديد من النظريات الاقتصادية المتنوعة والمتناقضة، ولا تمثل الرأي الوحيد في هذا الصدد. إن الاقتصاد والتقدم الاقتصادي عملية معقدة تتأثر بالعديد من العوامل المترابطة، ولذلك يوجد تنوع كبير في الآراء والنظريات التي تحاول تفسير وفهم هذه العملية (شنبي، 2017، ص 10).

4. **نظرية التنمية المتراكمة الدائرية:** قد وضع هذه النظرية الاقتصادي السويدي ميردال وتقوم على أساس أن التنمية الدائرية في دولة ما ترتبط بالظروف وأيضاً الخصائص التاريخية والطبيعية للدولة ولأقاليمها؛ حيث ينتج عن الحركة للقوى الاجتماعية والاقتصادية إلى ارتفاع الفوارق الإقليمية بكافة أنواعها المختلفة بين المراكز والتي تمثلها المدن والمناطق الحضرية والهامش الذي تمثله الأرياف، ويتم تحديده من خلال نوعين من التأثيرات والعمليات المتبادلة (بالنور، 2013، ص 22).

ثالث: استقرار الشبكة الكهربائية

استقرار الشبكة الكهربائية هو المفتاح لضمان أن هذه اللحظة الكابوسية لا تحدث! الشبكة الكهربائية هي نظام معقد يربط بين محطات توليد الكهرباء والمستهلكين، وهدفها الرئيسي هو ضمان

توفير الكهرباء بشكل مستمر ودون انقطاع. لتحقيق هذا الهدف، يجب أن تكون الشبكة قادرة على التعامل مع أي تغييرات أو اضطرابات قد تطرأ، سواء كانت نتيجة زيادة الطلب على الكهرباء أو بسبب عطل مفاجئ في أحد مكونات الشبكة. استقرار الشبكة الكهربائية يعتمد على العديد من العوامل، منها التكنولوجيا المستخدمة، وأسلوب إدارة الأحمال، والقدرة على استجابة الشبكة بشكل سريع وفعال لأي تغييرات. في عصر يتزايد فيه الاعتماد على الطاقة المتجددة وتكنولوجيا المعلومات، يصبح ضمان استقرار الشبكة تحديًا حيويًا، ولكنه أيضًا فرصة لتطوير أنظمة أكثر ذكاءً وكفاءة (طارق خيربك & رهدف سليمان, 2018).

2.16. مفهوم استقرار الشبكة الكهربائية

استقرار الشبكة الكهربائية هو أحد العوامل الحاسمة في ضمان توفير الطاقة الكهربائية بشكل موثوق وفعال. يشير استقرار الشبكة إلى قدرة نظام الطاقة الكهربائية على الحفاظ على التوازن بين الإمدادات والطلب، والتكيف بسلاسة مع التغييرات والاضطرابات دون انقطاع في إمدادات الكهرباء أو تذبذب في الجودة (محمد زهيرة, 2001).

تلعب البنية التحتية للشبكة الكهربائية دورًا محوريًا في تحقيق هذا الاستقرار. فالشبكات المتطورة والذكية تتميز بقدرات متطورة للتحكم والإدارة، والتي تمكنها من التكيف بسرعة مع التغييرات في الطلب والإمداد. كما تقوم هذه الشبكات بتنسيق مختلف مصادر الطاقة، بما في ذلك الطاقة المتجددة المتغيرة، لضمان استمرارية الإمدادات.

علاوة على ذلك، يشمل مفهوم استقرار الشبكة الكهربائية قدرة النظام على التعافي من الأحداث المفاجئة، مثل الأعطال الفنية أو الكوارث الطبيعية. فالشبكات المرنة والذكية تكون قادرة على إعادة التوازن بسرعة من خلال إعادة توجيه التدفقات، وإعادة تشغيل المكونات المتضررة، والاستفادة من مصادر الطاقة المتنوعة.

يتطلب استقرار الشبكة الكهربائية جهودًا متكاملة في مختلف المجالات، بما في ذلك التكنولوجيا، والهندسة والتخطيط التشغيلي والحوكمة. فالاستثمار في البنية التحتية الذكية، وتطوير أنظمة التحكم المتقدمة، والتخطيط الاستراتيجي للقدرات كلها عوامل أساسية لضمان استقرار الشبكة الكهربائية وتوفير إمدادات الطاقة الموثوقة للمستقبل (د. إبراهيم محمد الصغير, 2024).

2.17. طرق استقرار الشبكة الكهربائية

استقرار الشبكة الكهربائية هو أمر بالغ الأهمية لضمان توفير الطاقة الكهربائية بأمان وموثوقية. هناك عدة طرق رئيسية لتحقيق هذا الاستقرار:

أولاً، التركيز على التخطيط والتصميم الفعال للبنية التحتية الكهربائية. فتطوير شبكات ذكية متقدمة، مع قدرات متقدمة للتحكم والإدارة، يمكّن النظام من التكيف بسرعة مع التغيرات في الطلب والإمداد. كما يشمل ذلك تنويع مصادر الطاقة، بما في ذلك الطاقة المتجددة، وتحسين كفاءة نقل وتوزيع الكهرباء.

ثانياً، تعزيز قدرات النظام على التعافي من الأحداث الطارئة. يتطلب هذا تصميم شبكات مرنة، قادرة على إعادة التوزيع السريع للتدفقات الكهربائية وإعادة تشغيل المكونات المتضررة. كما يشمل ذلك تحسين التنسيق بين مختلف مكونات النظام وتطوير خطط الطوارئ (د. إبراهيم محمد الصغير، 2024).

ثالثاً، تحسين إدارة الطلب على الطاقة من خلال برامج الكفاءة والتحكم الذكي. فتطبيق تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي والتحليلات المتقدمة يمكّن المشغلين من التنبؤ بالطلب بدقة أكبر وإدارة الحمل بشكل أفضل. كما يساعد ذلك المستهلكين على المشاركة الفعالة في إدارة الطاقة.

رابعاً، الاستثمار في أنظمة الرصد والتحكم المتقدمة. فتطوير أنظمة الاستشعار والتحكم الذكية على مستوى الشبكة يزيد من قدرة النظام على مراقبة واستباق التغيرات والاضطرابات بسرعة (أحمد شرم، 2012).

في النهاية، تحقيق استقرار الشبكة الكهربائية يتطلب نهجاً متكاملًا يجمع بين التحسينات التقنية والتنظيمية والتشغيلية. وسيؤدي ذلك إلى زيادة موثوقية إمدادات الطاقة وتعزيز قدرة النظام على التكيف مع التحديات المستقبلية.

2.18. أهمية استقرار الشبكة الكهربائية

استقرار الشبكة الكهربائية يلعب دوراً حيوياً في حياتنا اليومية وله أهمية كبيرة لعدة أسباب.

- يضمن الاستقرار توفير الكهرباء بشكل مستمر دون انقطاع، مما يعني أننا نستطيع تشغيل الأجهزة المنزلية، الإضاءة، وأجهزة التدفئة والتبريد دون قلق. في القطاعات الحيوية مثل المستشفيات

والمرافق العامة، يمكن أن يكون انقطاع الكهرباء كارثيًا، حيث تعتمد هذه الأماكن على الطاقة للحفاظ على الحياة وسلامة الأفراد.

- يساهم استقرار الشبكة في تحسين كفاءة استخدام الطاقة. عندما تكون الشبكة مستقرة، يتم توزيع الطاقة بشكل أفضل وتقليل الفاقد، مما يساهم في تقليل التكاليف وزيادة كفاءة الأنظمة الكهربائية. هذا الأمر مهم للشركات والمصانع التي تعتمد على الكهرباء لإنتاج السلع وتقديم الخدمات، حيث أن أي انقطاع قد يؤدي إلى خسائر مالية كبيرة (يوسف ياخور، وآخرون، 2014).
- يعتبر استقرار الشبكة أساسياً لدعم النمو الاقتصادي. الاقتصادات الحديثة تعتمد بشكل كبير على الطاقة، سواء في القطاعات الصناعية أو الخدمية أو حتى الزراعة. وجود شبكة كهربائية مستقرة يساهم في خلق بيئة مستقرة للأعمال ويساعد في جذب الاستثمارات وتطوير المشاريع الجديدة.
- الاستقرار مهم لتحقيق التحول نحو الطاقة المتجددة. استخدام مصادر الطاقة المتجددة مثل الشمس والرياح يتطلب شبكة كهربائية قادرة على التعامل مع التغيرات الطبيعية في توليد الطاقة. شبكة مستقرة وذكية يمكنها التكيف مع هذه التغيرات وضمان استمرار تزويد الكهرباء بدون انقطاع.
- يساهم استقرار الشبكة في حماية البنية التحتية الكهربائية من الأضرار الناتجة عن الاضطرابات المفاجئة مثل الصواعق أو الأعطال الفنية. هذا يحمي الاستثمارات الضخمة في الشبكات الكهربائية ويقلل من تكاليف الصيانة والإصلاحات (طارق خيربك، رهنف سليمان، 2018).

في النهاية، استقرار الشبكة الكهربائية ليس مجرد رفاهية، بل هو ضرورة لضمان استمرار حياتنا اليومية بشكل سلس ودون انقطاع، ولتحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة والتحول نحو مستقبل أكثر استدامة وكفاءة.

2.19. أشكال استقرار الشبكة الكهربائية

هناك أربعة أشكال رئيسية لاستقرار الشبكة الكهربائية:

1) الاستقرار الزاوي (Angular Stability):

يتعلق بقدرة المولدات الكهربائية على الحفاظ على التزامن والتزامن مع بقية النظام بعد حدوث اضطرابات.

يعتمد على قوة نقل الطاقة في النظام والتحكم في السرعة ونظم التحريض للمولدات.

2) الاستقرار الجهد (Voltage Stability):

يتعلق بقدرة النظام على الحفاظ على جهود مقبولة في جميع نقاط الشبكة بعد حدوث اضطرابات. يتأثر بعوامل مثل القدرة التفاعلية، وأحمال المستهلكين، وأنظمة التحكم في الجهد.

(3) الاستقرار التردد (Frequency Stability):

يتعلق بقدرة النظام على الحفاظ على تردد ثابت بعد حدوث اختلالات بين العرض والطلب. يعتمد على قدرة المولدات على المحافظة على التوازن بين الإنتاج والاستهلاك.

(4) الاستقرار الديناميكي (Dynamic Stability):

يتعلق بقدرة النظام على الحفاظ على الاستقرار عند حدوث اضطرابات كبيرة. يتأثر بالخصائص الديناميكية للمولدات والأحمال وأنظمة التحكم.

تتفاعل هذه الأشكال المختلفة للاستقرار مع بعضها البعض، وتحقيق التوازن بينها هو المفتاح لضمان استقرار الشبكة الكهربائية الكلي. وتتطلب إدارة هذه الجوانب المختلفة للاستقرار تطبيق تقنيات وأساليب متقدمة في التصميم والتشغيل والمراقبة للشبكة (بسام عطية، ضحى جديد، 2015).

2.20. العلاقة بين الطاقة المتجددة واستقرار الشبكة الكهربائية

العلاقة بين الطاقة المتجددة واستقرار الشبكة الكهربائية معقدة لكنها مهمة للغاية في عصرنا الحالي.

- الطاقة المتجددة مثل الشمسية والريحية تعتبر مصادر غير ثابتة للطاقة، مما يعني أن توليد الكهرباء منها يمكن أن يكون متقطعاً بسبب التغيرات في الطقس والأوقات من اليوم. لذا، يمكن أن تطرح هذه الطبيعة غير المستقرة تحديات كبيرة لاستقرار الشبكة الكهربائية.
- الطاقة المتجددة تقدم فوائد كبيرة لاستقرار الشبكة إذا تم دمجها وإدارتها بشكل صحيح. مثلاً، يمكن استخدام تكنولوجيا تخزين الطاقة مثل البطاريات لتخزين الكهرباء المنتجة من الطاقة المتجددة في أوقات الفائض واستخدامها عند الحاجة. هذا يساهم في تحقيق توازن بين العرض والطلب، مما يعزز من استقرار الشبكة (أبو جامل & سمير أسعد & رأفت & عادل عصام، 2024).
- يمكن استخدام أنظمة إدارة الشبكة الذكية (smart grid) لمراقبة وتحليل تدفق الكهرباء بشكل مستمر، مما يسمح بتحسين توجيه الطاقة ومعالجة أي مشاكل قبل أن تؤدي إلى انقطاع الكهرباء. هذه الأنظمة الذكية يمكنها التنبؤ بفترات الإنتاج العالي والمنخفض للطاقة المتجددة وضبط الأحمال الكهربائية وفقاً لذلك.

- تنوع مصادر الطاقة المتجددة يمكن أن يساهم في استقرار الشبكة. فمثلاً، يمكن أن يكون توليد الطاقة الشمسية مرتفعاً خلال النهار، بينما تكون طاقة الرياح أكثر إنتاجية خلال الليل أو الفصول المختلفة. هذا التنوع يساعد في ضمان توفير مستمر للكهرباء من مصادر متعددة.
 - تطوير شبكات كهربائية إقليمية ودولية يمكن أن يعزز من استقرار الشبكة. فمثلاً، عندما تكون إحدى المناطق تعاني من نقص في إنتاج الطاقة المتجددة بسبب الظروف الجوية، يمكن نقل الكهرباء من مناطق أخرى لديها فائض في الإنتاج، مما يساعد في الحفاظ على استقرار الشبكة بشكل عام.
- في الختام، العلاقة بين الطاقة المتجددة واستقرار الشبكة الكهربائية تتطلب تخطيطاً وإدارة فعالة لتجنب الانقطاعات وضمان تدفق مستمر للكهرباء. من خلال استخدام التكنولوجيا الحديثة وتكامل المصادر المختلفة للطاقة المتجددة، يمكن تحقيق شبكة كهربائية مستقرة وفعالة، مما يدعم التحول نحو مستقبل طاقي مستدام وصديق للبيئة (جاد، هويده عواد ابراهيم، 2024).

2.21. الطاقة المتجددة وسيلة لتحقيق أهداف الاستدامة البيئية

تُعد الطاقة المتجددة وسيلة مهمة لتحقيق أهداف الاستدامة البيئية على المستويين العالمي والمحلي. فيما يلي بعض التفاصيل حول هذا الموضوع:

➤ الحد من انبعاثات الكربون:

○ مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح والطاقة الكهرومائية لا تنتج انبعاثات كربونية مباشرة أثناء التشغيل.

○ استبدال الوقود الأحفوري بالطاقة المتجددة يساهم بشكل كبير في الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

○ هذا يُعد خطوة أساسية نحو تحقيق أهداف المناخ العالمية كاتفاقية باريس.

➤ الحفاظ على الموارد الطبيعية (فيصل شعبان، وآخرون 2019):

○ مصادر الطاقة المتجددة معتمدة على مصادر طبيعية متجددة كالشمس والرياح والمياه.

○ هذا يساهم في الحفاظ على الموارد الطبيعية وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري المحدود.

➤ تقليل التلوث البيئي:

○ العديد من تقنيات الطاقة المتجددة لا تنتج أي ملوثات أو نفايات خطرة أثناء التشغيل.

○ هذا يُسهم في تحسين نوعية الهواء والمياه والتربة على المستوى المحلي.

➤ دعم التنمية المستدامة (جاد, هويده عواد ابراهيم, 2024):

○ الطاقة المتجددة توفر فرص عمل خضراء في قطاعات التصنيع والبناء والصيانة.

○ كما تساهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة كتوفير الطاقة النظيفة والوظائف الخضراء.

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

3.1. مقدمة.

في هذا الفصل، سيتم استعراض المنهجية المتبعة في دراسة تأثير استخدام الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية في المملكة العربية السعودية. تركز الدراسة على فهم كيف يمكن لتبني مصادر الطاقة المتجددة أن يعزز التنمية المستدامة ويؤثر على استقرار الشبكة الكهربائية في ظل التحول العالمي نحو مصادر طاقة أكثر نظافة واستدامة. يتناول الفصل منهجية البحث والطرق المستخدمة في جمع البيانات وتحليلها، ويحدد مجتمع البحث الذي يشمل الهيئات الحكومية والشركات والمجتمع المحلي والباحثين، بالإضافة إلى توضيح حدود البحث مثل الحدود الجغرافية والزمانية والمنهجية التي قد تؤثر على نطاق الدراسة ونتائجها. يهدف هذا الفصل إلى وضع إطار عمل متكامل لضمان دقة النتائج وتقديم توصيات فعالة تستند إلى البيانات والتحليلات المستخلصة.

3.2. المنهجية وطرق البحث.

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لتحقيق الأهداف التالية: التعرف على مستوى تطبيق الطاقة المتجددة في التنمية المستدامة داخل الشبكة الكهربائية. تقييم تأثير الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية. استكشاف التحديات التي تواجه تطبيق الطاقة المتجددة في سياق التنمية المستدامة للشبكة الكهربائية. ولتلبية هذه الأهداف، استخدمت الدراسة نوعين من البيانات:

- البيانات الأولية: تم جمعها من خلال دراسة ميدانية شملت استخدام أداة الاستبيان، التي صممها الباحث خصيصاً للدراسة. تم توزيع الاستبيانات على عينة من المشاركين، ثم تم تحليل البيانات باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (SPSS) للوصول إلى نتائج دقيقة.
- البيانات الثانوية: تتعلق بالمعلومات العلمية الموثوقة التي تم جمعها من الكتب العلمية، الأبحاث، الدراسات السابقة، والمقالات البحثية المنشورة ذات الصلة بموضوع الدراسة.

تعتبر البيانات الأولية والثانوية جزءاً أساسياً من منهجية البحث، حيث توفر البيانات الأولية معلومات مباشرة من المشاركين، مما يعزز دقة النتائج. بينما تقدم البيانات الثانوية سياقاً نظرياً وموثوقاً من مصادر علمية سابقة، مما يساعد في تفسير وتحليل النتائج بشكل شامل.

3.3. مجتمع البحث

تم استخدام أسلوب العينة العشوائية لاختيار عينة الدراسة. حيث كان الاستبيان يتم التقديم إلكترونياً عبر مواقع التواصل الاجتماعي للحصول على عينة الدراسة، وعينة الدراسة تكونت من (118) فرداً

ويوضح الجدول التالي خصائص العينة.

جدول 1 خصائص العينة

المتغير	ك	%
الجنس	ذكر	60
	أنثي	40
العمر	أقل من 25 سنة	34
	من 26 الي 30 سنة	30
	من 31 الي 35 سنة	17
	من 36 سنة فأكثر	19
المؤهل العلمي	بكالوريوس	40
	ماجستير	30
	دكتوراه	30
سنوات الخبرة	أقل من 5 سنوات	30
	من 6 إلى 10 سنوات	25
	من 11 إلى 15 سنه	20
	من 16 سنة فأكثر	25

تتألف أداة الدراسة من استبيان مصمم بدقة لتجميع المعلومات المطلوبة. يُقسم الاستبيان إلى قسمين رئيسيين: الأول يركز على جمع البيانات الأساسية عن أفراد العينة، مثل المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، والعمر، لتوفير خلفية حول المشاركين. أما القسم الثاني، فيشتمل على 15 بنداً أساسياً تركز على موضوع البحث. لتقييم الإجابات، يُستخدم مقياس ليكرت الخماسي، الذي يتيح قياس مدى توافق المشاركين مع كل بند. يتم احتساب الدرجات بناءً على هذا المقياس وفقاً للجدول المحدد، مما يساعد في تحليل البيانات بشكل دقيق وشامل.

جدول 2 يوضح مستويات الإجابة على مقياس ليكرت

مستويات الإجابة	أوافق بشدة	أوافق	محايد	رافض	رافض بشدة
-----------------	------------	-------	-------	------	-----------

1	2	3	4	5	الدرجة
---	---	---	---	---	--------

3.4. حدود البحث

- **الحدود الموضوعية :** التعرف علي مستوى تطبيق الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية ، التعرف علي تأثير الطاقة المتجددة على استقرار الشبكة الكهربائية ، التعرف علي التحديات التي تواجه تطبيق الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية.
- **الحدود البشرية :** سيتم إجراء هذا البحث على عدد من العاملين في الشبكات الكهربائية .
- **الحدود المكانية :** سيتم إجراء هذا في منظمات الشبكات الكهربائية.
- **الحدود الزمانية :** سيتم هذا البحث خلال الفصل العام الدراسي 2024 م

الفصل الرابع

منهجية الدراسة

4.1. مقدمة

في هذا الفصل، سيتم عرض منهجية الدراسة بشكل تفصيلي، حيث يُعنى هذا الجزء بتوضيح كيفية تحليل البيانات، النتائج التي تم التوصل إليها، والتوصيات المبنية على تلك النتائج. تُعتبر منهجية الدراسة أساساً لفهم كيفية تأثير استخدام الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية في المملكة العربية السعودية. من خلال هذا الفصل، سيتم استعراض خطوات تحليل البيانات التي تم جمعها عبر الاستبيانات، وتفسير النتائج التي تم الحصول عليها من التحليل، وتقديم توصيات عملية تستند إلى هذه النتائج. يهدف الفصل إلى توفير رؤية واضحة وشاملة حول كيفية تقييم تأثيرات الطاقة المتجددة، مما يعزز من فهمنا للأبعاد المختلفة المتعلقة بهذا الموضوع الهام.

4.2. تحليل البيانات

جدول 3 يوضح صدق الأداة

صدق الأداة								
الطاقة المتجددة			التنمية المستدامة			استقرار الشبكة الكهربائية		
رقم الفقرة	معامل الارتباط	مستوي الدلالة	رقم الفقرة	معامل الارتباط	مستوي الدلالة	رقم الفقرة	معامل الارتباط	مستوي الدلالة
1	0.460	0.000	1	0.570	0.000	1	0.640	0.000
2	0.690	0.000	2	0.550	0.000	2	0.600	0.000
3	0.710	0.000	3	0.680	0.000	3	0.630	0.000
4	0.750	0.000	4	0.630	0.000	4	0.700	0.000
5	0.690	0.000	5	0.650	0.000	5	0.700	0.000

من الواضح من هذا الجدول أن جميع العناصر تمتلك معامل ارتباط يتراوح بين (0.460: 0.750)، وقد كانت جميعها ذات دلالة عند مستوى الأهمية (0.000)، مما يشير إلى أن الاستبيان يمتلك معامل صلاحية عالي.

جدول 4 يوضح معامل الفا كرونباخ

البعد	عدد العبارات	ثبات المحور
الطاقة المتجددة	5	0.75
التنمية المستدامة	5	0.76
استقرار الشبكة الكهربائية	5	0.77

قيمة معامل الارتباط لجميع المحاور كانت بين (0.75: 0.77)، وهذا يشير إلى أن الاستبيان يمتلك معامل موثوقية جيد.

4.2.1. الطاقة المتجددة

جدول 5 يوضح نتائج المحور الاول

م	العبارات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب
1	"تسهم الطاقة المتجددة بشكل ملحوظ في تحسين استدامة الشبكة الكهربائية من خلال تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري."	3.93	.661	1
2	تعتبر تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من الحلول الفعالة لزيادة قدرة الشبكة الكهربائية على تلبية الطلب المتزايد	3.78	.816	2
3	تساهم مشاريع الطاقة المتجددة في خفض الانبعاثات الكربونية وتحقيق الأهداف البيئية المرتبطة بالتنمية المستدامة.	3.46	.872	4
4	يواجه دمج الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية تحديات تتعلق بالتقنيات والتكلفة، مما يتطلب حلولاً مبتكرة للتغلب عليها.	3.29	.956	5
5	تعتبر السياسات الحكومية والتشريعات الداعمة للطاقة المتجددة ضرورية لضمان نجاح مشاريع الطاقة وتكاملها مع الشبكة الكهربائية	3.69	.908	3

يعرض الجدول نتائج استبيان حول "الطاقة المتجددة" وأثرها على استدامة الشبكة الكهربائية، مع تحليل للمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لكل عبارة. تُظهر النتائج أن المشاركين يرون أن الطاقة المتجددة تسهم بشكل ملحوظ في تحسين استدامة الشبكة الكهربائية من خلال تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وتعزيز الاستقرار الكهربائي بفضل تنوع مصادر الإمداد، حيث حصلت العبارة المتعلقة بهذا الأثر على أعلى متوسط حسابي قدره 3.93 مع انحراف معياري منخفض (0.661)، مما يشير إلى توافق عالٍ في الآراء حول فعالية الطاقة المتجددة في هذا السياق. كما يُعتبر أن تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من الحلول الفعالة لزيادة قدرة الشبكة الكهربائية على تلبية الطلب المتزايد، حيث حصلت هذه العبارة على متوسط حسابي قدره 3.78، مع انحراف معياري أعلى (0.816)، مما يشير إلى بعض التباين في تقييم فعالية هذه التقنيات. بالإضافة إلى ذلك، تعتبر السياسات الحكومية والتشريعات الداعمة للطاقة المتجددة ضرورية لضمان نجاح مشاريع الطاقة وتكاملها مع الشبكة الكهربائية، حيث حصلت على متوسط حسابي قدره 3.69 مع انحراف معياري (0.908). في المقابل، يواجه دمج الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية تحديات تتعلق بالتقنيات والتكلفة، مما يتطلب حلولاً مبتكرة للتغلب عليها، وهي العبارة التي حصلت على أدنى متوسط حسابي قدره 3.29 مع انحراف معياري أعلى (0.956)، مما يدل على وجود تفاوت في تقييم المشاركين لهذه التحديات. بوجه عام، تعكس النتائج إجماعاً على أهمية الطاقة المتجددة في تحسين استدامة الشبكة الكهربائية، مع الاعتراف بالتحديات المتعلقة بالتكلفة والتقنيات وأهمية السياسات الحكومية في هذا المجال.

4.2.2. التنمية المستدامة

جدول 6 يوضح نتائج المحور الثاني

م	العبارات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب
1	"تسهم مشاريع الطاقة المتجددة في تحسين كفاءة الشبكة الكهربائية، مما يساعد على تلبية الطلب المتزايد بطريقة مستدامة.	3.58	.799	1
2	تدعم التنمية المستدامة من خلال الطاقة المتجددة فرص العمل والتنمية الاقتصادية في المناطق التي تستثمر في مشاريع الطاقة النظيفة	3.49	.862	4

3	تكامل الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية يتطلب تحديثات تكنولوجية وتخطيطاً دقيقاً لضمان تحقيق الاستدامة في إمدادات الطاقة	3.58	.852	2
4	التشريعات والسياسات الحكومية تلعب دوراً محورياً في دعم المشاريع الطاقية المتجددة وتحقيق أهداف التنمية المستدامة في قطاع الطاقة.	3.44	1.011	5
5	الاستثمار في تقنيات الطاقة المتجددة يعزز من تحقيق الأهداف البيئية والتنموية من خلال تقليل الانبعاثات الضارة والحفاظ على الموارد الطبيعية	3.50	.917	3

يعرض الجدول نتائج استبيان حول "التنمية المستدامة" في سياق الطاقة المتجددة، مع تحليل للمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لكل عبارة. تشير النتائج إلى أن المشاركين يعتبرون مشاريع الطاقة المتجددة ذات تأثير كبير على تحسين كفاءة الشبكة الكهربائية وتلبية الطلب المتزايد بشكل مستدام، حيث حصلت العبارة المتعلقة بهذا التأثير على أعلى متوسط حسابي (3.58) مع انحراف معياري منخفض، مما يدل على توافق عالٍ في الرأي. كما يتفق المشاركون على أن تكامل الطاقة المتجددة يتطلب تحديثات تكنولوجية وتخطيطاً دقيقاً لتحقيق الاستدامة، وهو ما يظهر أيضاً في المتوسط الحسابي العالي (3.58) مع تفاوت بسيط في الآراء حول التفاصيل الدقيقة. الاستثمار في تقنيات الطاقة المتجددة يُعتبر مهماً لتحقيق الأهداف البيئية والتنموية، لكنه يظهر تبايناً في تقييم فعاليته وفقاً للانحراف المعياري الأعلى (0.917). كما يشير المشاركون إلى أن الطاقة المتجددة تدعم فرص العمل والتنمية الاقتصادية، ولكن بدرجة أقل مقارنةً بالعوامل الأخرى، حيث حصلت على متوسط حسابي قدره 3.49. أخيراً، تسلط النتائج الضوء على بعض الشكوك حول فعالية السياسات الحكومية في دعم مشاريع الطاقة المتجددة، حيث حصلت على أقل متوسط حسابي (3.44) مع انحراف معياري أعلى، مما يشير إلى تباين أكبر في الآراء حول تأثير السياسات الحكومية. بشكل عام، تعكس النتائج توافقاً على أهمية مشاريع الطاقة المتجددة في تحسين الكفاءة وتحقيق الاستدامة، مع وجود بعض التباين في تقييم تأثير السياسات الحكومية والفرص الاقتصادية.

4.2.3. استقرار الشبكة الكهربائية

جدول 7 يوضح نتائج المحور الثالث

م	العبارات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب
<u>1</u>	تطلب إدارة الشبكة الكهربائية مع مصادر الطاقة المتجددة استراتيجيات متقدمة لضمان التوازن بين العرض والطلب وتقادي الانقطاعات.	3.38	.784	5
<u>2</u>	تحسين استقرار الشبكة الكهربائية من خلال الطاقة المتجددة يتطلب استثمارات في البنية التحتية وتحديثات تقنية لضمان تكامل فعال بين المصادر المختلفة.	3.73	.757	1
<u>3</u>	تسهم السياسات الداعمة للطاقة المتجددة في تعزيز استقرار الشبكة الكهربائية من خلال توفير الأطر التنظيمية اللازمة لضمان تشغيل مستدام وموثوق لمصادر الطاقة النظيفة	3.50	.906	4
<u>4</u>	تؤدي تقنيات تخزين الطاقة المتجددة إلى تعزيز استقرار الشبكة الكهربائية من خلال توفير طاقة احتياطية خلال فترات انخفاض الإنتاج من مصادر الطاقة المتجددة.	3.55	.825	2
<u>5</u>	تساهم نظم التحكم والمراقبة الحديثة في تعزيز استقرار الشبكة الكهربائية بفضل قدرتها على التكيف مع التغيرات السريعة في توليد الطاقة المتجددة.	3.55	.947	3

الجدول يعرض نتائج استبيان حول "استقرار الشبكة الكهربائية" عند دمج الطاقة المتجددة، ويقدم تحليلاً للمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لكل عبارة. تعكس النتائج أن المشاركين يرون أن استثمار البنية التحتية والتقنيات الحديثة هو العامل الأكثر أهمية لتحسين استقرار الشبكة الكهربائية، حيث حصلت العبارة المتعلقة بالاستثمارات في البنية التحتية على أعلى متوسط حسابي (3.73) مع انحراف معياري منخفض، مما يدل على توافق واسع بين المشاركين حول أهمية هذا الجانب. بينما تأتي تقنيات تخزين الطاقة والمراقبة الحديثة في المرتبتين الثانية والثالثة، مع تقدير عالٍ ولكن بتفاوت في الآراء، حيث أظهرت تقنيات التخزين متوسطاً حسابياً (3.55) وانحرافاً معيارياً (0.825)، في حين أن نظم المراقبة حصلت على نفس المتوسط ولكن بانحراف معياري أعلى (0.947)، مما يدل على اختلاف أكبر في التقييم. السياسات الداعمة للطاقة المتجددة تسهم أيضاً في تعزيز الاستقرار، لكنها حصلت على ترتيب أقل ومتوسط حسابي (3.50)، مما يعكس تفاوتاً في الآراء حول فعاليتها. تشير الحاجة لاستراتيجيات متقدمة لإدارة الشبكة

الكهربائية إلى أهمية معالجة التوازن بين العرض والطلب، رغم أن تقييم المشاركين في هذا الجانب كان أقل نسبياً (3.38). بشكل عام، تعكس النتائج أهمية الاستثمارات والبنية التحتية والتكنولوجيا المتقدمة في تحقيق استقرار الشبكة الكهربائية، مع ضرورة تحسين بعض الجوانب لتحقيق أفضل نتائج في دمج الطاقة المتجددة.

4.3. النتائج

تشير النتائج إلى أن تحسين استقرار الشبكة الكهربائية من خلال الطاقة المتجددة هو أولوية بارزة. يُظهر الاستبيان أن المشاركين يعتبرون الاستثمارات في البنية التحتية والتحديثات التقنية ضرورية لتعزيز كفاءة الشبكة الكهربائية. كما يؤكد المشاركون على أهمية تقنيات تخزين الطاقة ونظم التحكم والمراقبة الحديثة في تعزيز استقرار الشبكة خلال فترات انخفاض الإنتاج وتكيفها مع التغيرات السريعة في توليد الطاقة. بينما يظهر أن دعم السياسات الحكومية يلعب دوراً في تحسين استقرار الشبكة، هناك تفاوت في تقييم فعاليتها، ويبدو أن الحاجة إلى استراتيجيات متقدمة لإدارة الشبكة في ظل مصادر الطاقة المتجددة تحصل على أقل درجة من التقدير.

تشير النتائج إلى اعتقاد المشاركين بأن مشاريع الطاقة المتجددة تلعب دوراً أساسياً في تحسين كفاءة الشبكة الكهربائية وتلبية الطلب المتزايد بشكل مستدام. يعتبر المشاركون أن تكامل الطاقة المتجددة يتطلب تحديثات تكنولوجية وتخطيطاً دقيقاً لتحقيق الاستدامة. يُنظر أيضاً إلى الاستثمار في تقنيات الطاقة المتجددة على أنه مفيد لتحقيق الأهداف البيئية والتنموية، رغم وجود بعض الاختلافات في تقييم فعالية هذا الاستثمار. كما تبرز النتائج أن التنمية المستدامة من خلال الطاقة المتجددة تدعم فرص العمل والتنمية الاقتصادية، لكن هناك تباين في الآراء حول مدى تأثيرها. تُشير النتائج إلى أن التشريعات والسياسات الحكومية تلعب دوراً أساسياً في دعم مشاريع الطاقة المتجددة، لكن فعالية هذه السياسات تعتبر موضع شك.

تشير النتائج إلى أن الطاقة المتجددة تسهم بشكل ملحوظ في تحسين استدامة الشبكة الكهربائية، حيث يعترف المشاركون بدور الطاقة المتجددة في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وتعزيز الاستقرار الكهربائي. تُعتبر تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح حلولاً فعالة لزيادة قدرة الشبكة الكهربائية على تلبية الطلب المتزايد. يُشير المشاركون إلى أن المشاريع الطاقية المتجددة تسهم في خفض الانبعاثات الكربونية وتحقيق الأهداف البيئية، رغم وجود بعض التباين في الآراء حول تأثيرها على الأهداف البيئية. يظهر أن دمج الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية يواجه تحديات تتعلق بالتقنيات والتكلفة، مما يبرز

الحاجة إلى حلول مبتكرة. كما تعتبر السياسات الحكومية والتشريعات الداعمة للطاقة المتجددة ضرورية لضمان نجاح المشاريع وتكاملها مع الشبكة الكهربائية.

4.4. التوصيات

- من الضروري أن تستثمر الحكومات والشركات في تحديث البنية التحتية والتقنيات الحديثة لتحسين استقرار الشبكة الكهربائية. ينبغي أن تشمل هذه الاستثمارات تحديثات في نظم التحكم والمراقبة، وزيادة كفاءة تقنيات تخزين الطاقة، بما يعزز قدرة الشبكة على التكيف مع التغيرات في توليد الطاقة ويقلل من التباين في الإنتاج.
- ينبغي تشجيع البحث والتطوير في مجال تقنيات تخزين الطاقة المتقدمة. كذلك، من الضروري تحسين التحديثات التكنولوجية لضمان تكامل فعال للطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية، مع التركيز على تطوير حلول مبتكرة لتجاوز التحديات التقنية والتكلفة.
- تعتبر السياسات الحكومية والتشريعات الداعمة للطاقة المتجددة أساسية لتحقيق استدامة الشبكة الكهربائية وتكامل مشاريع الطاقة المتجددة. ينبغي على الحكومات تطوير سياسات دعم قوية وتقديم حوافز للمشاريع الطاقية المتجددة، مع ضمان تطبيق الأطر التنظيمية التي تدعم الابتكار وتقلل من العقبات التي تواجهها هذه المشاريع.
- من الضروري تعزيز الوعي بأهمية الطاقة المتجددة وفوائدها البيئية والاقتصادية من خلال برامج تدريبية وورش عمل للمختصين والممارسين في هذا المجال. يمكن أن يساعد ذلك في تحسين فهم كيفية دمج الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية بفعالية، ويساهم في تبني أفضل للممارسات التكنولوجية والتنظيمية.
- ينبغي تشجيع الأبحاث والابتكارات في مجال الطاقة المتجددة لاستكشاف حلول جديدة للتحديات المرتبطة بتكامل هذه المصادر في الشبكة الكهربائية. يجب أن تكون هناك شراكات بين القطاعين العام والخاص لتعزيز البحث وتطوير تقنيات جديدة يمكن أن تسهم في تحسين فعالية واستدامة الشبكة الكهربائية.
- تحتاج استراتيجيات إدارة الشبكة الكهربائية إلى التكيف مع تزايد الاعتماد على الطاقة المتجددة. ينبغي تطوير استراتيجيات متقدمة لضمان التوازن بين العرض والطلب، وتقادي الانقطاعات المحتملة في الشبكة الكهربائية نتيجة للتغيرات في توليد الطاقة المتجددة.

- ينبغي تعزيز الاستثمارات التي تدعم التنمية المستدامة من خلال الطاقة المتجددة وتوفير فرص العمل والتنمية الاقتصادية في المناطق المستثمرة. يمكن تحقيق ذلك من خلال تطوير مشاريع طاقة نظيفة تسهم في خلق وظائف جديدة وتحسين الظروف الاقتصادية في المناطق ذات الاحتياجات التنموية.

المراجع

المراجع العربية

1. إبراهيم أحمد هلال, هـ. (2022). تأثير استخدام الطاقة المتجددة على تكاليف الإنتاج والقدرة التنافسية للمنتج. *المجلة العلمية للدراسات المحاسبية*. 392-348, 4(3),
2. إبراهيم أحمد هلال, هـ. (2022). تأثير استخدام الطاقة المتجددة على تكاليف الإنتاج والقدرة التنافسية للمنتج. *المجلة العلمية للدراسات المحاسبية*. 392-348, 4(3),
3. إبراهيم حسن. (2018). تأثير التوليد الموزع على استقرار الجهد الكهربائي وعلاقته بنوع المولد المستخدم (تزامني-تحريضي) في الحالة الساكنة والديناميكية للشبكة الكهربائية *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 40(3).
4. إبراهيم حسن. (2018). تأثير التوليد الموزع على استقرار الجهد الكهربائي وعلاقته بنوع المولد المستخدم (تزامني-تحريضي) في الحالة الساكنة والديناميكية للشبكة الكهربائية *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 40(3).
5. إبراهيم حسن. (2018). تأثير التوليد الموزع على استقرار الجهد الكهربائي وعلاقته بنوع المولد المستخدم (تزامني-تحريضي) في الحالة الساكنة والديناميكية للشبكة الكهربائية *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 40(3).
6. أبو جامل, س. أ., سمير أسعد, رأفت & عادل عصام. (2024). مسار الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية. *التجارة والتمويل*. 1103-1038, 44(1),
7. أحمد شرم. (2012). حساب الأعطال البسيطة في الشبكات الكهربائية باستخدام نموذج رياضي عام. *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 34(5).
8. أحمد, سمير عبد الحميد القطب. وآخرون. (2021). التعليم وتفعيل قيم التنمية المستدامة في ضوء استراتيجية التنمية المستدامة رؤية مصر 2030, مجلة كلية التربية, (102).
9. بالنور, يوسف. (2013). المقاربات النظرية في معالجة مشكلات التنمية المستدامة, مجلة الباحث في العلوم الانسانية والاجتماعية, 4 (2).
10. بركات, أحمد, ناصف & حسان. (2020). أهمية ودور الطاقات المتجددة دوليا.

11. بسام عطية & ضحى جديد. (2015). تحسين أداء المرشحات الفعّالة التفرعية في الشبكات الكهربائية. *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 37(2).
12. بن الشيخ, حاج مبروك, بن الشيخ, عادل, شيحي & إسماعيل. تصميم عمليّ لنموذج محوّل كهربائيّ سعوي دراسة مميزاتة التحويلية (الجهد والطاقة) باستعمال قوانين الشبكات الكهربائية والنظرية الكهرومغناطيسية.
13. بوسيس، سليم. (2014). الآثار الاقتصادية للاستثمار في الطاقة البديلة: دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر.
14. توتو، فيصل محمد عبد الباري. (2021). التنمية المستدامة في السودان الواقع والتحديات، مجلة التطوير العلمي للدراسات والبحوث، (5).
15. تي، أحمد. وآخرون. (2020). التنمية المستدامة: أبعادها ومؤشرات قياسها: قراءة اقتصادية، أعمال الملتقى الوطني: جودة الحياة والتنمية المستدامة في الجزائر – الأبعاد والتحديات، 1.
16. تي، أحمد. وآخرون. (2020). التنمية المستدامة: أبعادها ومؤشرات قياسها: قراءة اقتصادية، أعمال الملتقى الوطني: جودة الحياة والتنمية المستدامة في الجزائر – الأبعاد والتحديات، 1.
17. جاد & هويده عواد ابراهيم. (2024). الاتجاه المعاصر لسياسات الطاقة المتجددة. *مجلة البحوث القانونية والاقتصادية-المنوفية*. 165-188, 59(3),
18. جاد, ه. ع. ا & . هويده عواد ابراهيم. (2024). الاتجاه المعاصر لسياسات الطاقة المتجددة. *مجلة البحوث القانونية والاقتصادية-المنوفية*. 165-188, 59(3),
19. الجرايدة، إسلام حسن سالم. (2021). أثر الابتكار الاستراتيجي في تعزيز الأداء التنظيمي للشركات الريادية الأردنية: دور القيادة التحويلية كمتغير وسيط، رسالة ماجستير، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية، جامعة آل البيت.
20. الجندلي، أيمن محمد ضو. (2016). لمحة نظرية عن التنمية المستدامة، *المجلة العربية للعلوم الاجتماعية*، 4 (10).
21. جورج اسبر, فيصل شعبان & سنان رزوق. (2012). التعويض الأمثل للاستطاعة الردية في شبكات التوزيع الكهربائية باستخدام النظم الخبيرة- *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 34(3).
22. الحارثي & خالد بن مبارك عوض. (2017). دور دول مجلس التعاون الخليجي في إستقرار أمن الطاقة في ظل المتغيرات الدولية. (Doctoral dissertation).

23. حجاب، عيسى. وآخرون. (2017). التنمية المستدامة: المبادئ الأبعاد الإشكاليات والتحديات، المؤتمر العلمي الدولي الثاني: أثر مناخ الاستثمار في تحقيق التنمية المستدامة، عمان.
24. حواس، أمين. (2021). نظريات التنمية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة ابن خلدون - تيارت.
25. خالد براك خلف براك، ع. ا.، عبد الله، عبد الوهاب ابو نحول، محمد، اسماعيل مصطفى رياض، رياض & ... ,حرب. (2021). الإطار التحليلي للطاقة المتجددة. مجلة البحوث والدراسات الإفريقية ودول حوض النيل. 688-708, 2(1) ,
26. خطاط، عبد الوهاب بن البشير. (2022). التنمية المستدامة: الأسباب والأهداف، مجلة البيئة والتنمية المستدامة وصحة الإنسان، 1 (1).
27. خليقة & ,برايس. أثر التغيرات المناخية على استخدام الطاقات المتجددة في ظل تحقيق التنمية المستدامة-حالة الجزائر. (Doctoral dissertation, Université de Blida 2-Lounici Ali).
28. خواجه، زينهم مشحوت سيد أحمد. (2021). استراتيجية التنمية المستدامة رؤية مصر 2030 كموجه لصنع سياسات الرعاية الاجتماعية، مجلة مستقبل العلوم الاجتماعية، 7 (3).
29. خواجه، زينهم مشحوت سيد. (2021). استراتيجية التنمية المستدامة رؤية مصر 2030 كموجه الصنع سياسات الرعاية الاجتماعية، مجلة مستقبل العلوم الاجتماعية، 7 (3).
30. خوج، حنان بنت أسعد محمد. (2018). دمج مبادئ الابتكار الاستراتيجي والإبداع الإداري لضمان جودة مؤسسات التعليم العالي: رؤية مستقبلية، مجلة الثقافة والتنمية، (130).
31. د. إبراهيم محمد الصغير. (2024). التحليل الجغرافي لمكونات الشبكة الكهربائية بمدينة غريان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة شمال إفريقيا للنشر العلمي. 73-86, (NAJSP)
32. دسوقي، رانيا عبد الحميد مبروك. (2021). مفهوم التنمية المستدامة وأهدافها، المجلة العربية للقياس والتقويم، 2 (4).
33. دسوقي، رانيا عبد الحميد مبروك. (2021). مفهوم التنمية المستدامة وأهدافها، المجلة العربية للقياس والتقويم، 2 (4).
34. الراعي، عبد الوهاب راغب. (2014). دور الابتكار الإستراتيجي في تطوير اداء المنظمات الخاصة الصناعية بالتطبيق على المنطقة الصناعية في مدينتي جمصة ودمياط الجديدة، مجلة البحوث الإدارية، 32 (2).

35. رتيمي، أسماء. غضبان، رحيمة. (2017). معوقات الإبداع والعوامل المؤثرة في الابتكار في المؤسسة، مجلة التنمية وإدارة الموارد البشرية، (8).
36. رحاب أمينة، بوشارب، بن ثامر، روميضاء & حمدان. (2023). الطاقات المتجددة في المؤسسة- دراسة حالة وحدة البحث التطبيقي للطاقات المتجددة-غرداية. جامعة غرداية: كلية العلوم الاقتصادية، التجارية والعلوم التسيير.
37. الروبي، انتصار فرحان. (2020). أثر التغيير التنظيمي على الابتكار الاستراتيجي في المستشفيات الأردنية الخاصة، رسالة ماجستير، كلية الأعمال، جامعة الاسراء الخاصة، الأردن.
38. زعزوع، ز. ع & زينب عباس. (2020). دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة والمعوقات التي تواجهها (دراسة ميدانية بالتطبيق على وزارتي الكهرباء والبتترول في مصر 2030). مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية. 155-196، 21(1) ،
39. زموري، كمال. وآخرون. (2019). نظريات التنمية وتطبيقاتها في الدول النامية مع رصد التجربة الجزائرية خلال الفترة (1967-2019)، مجلة أوراق اقتصادية، 3 (2).
40. سايج، فطيمة. (2019). دور المدن المستدامة في تحقيق التنمية المستدامة، أعمال الجامعة الصيفية السادسة: المدينة في العالم العربي - الواقع والتطلعات.
41. سعدي، عائشة. (2021). الوعي البيئي والتنمية المستدامة، المجلة الجزائرية للحقوق والعلوم السياسية، 6 (1).
42. شعبان، عبد الكريم هادي. وآخرون. (2022). الابتكار الإستراتيجي ودوره في تعزيز الالتزام التنظيمي في المنظمات دراسة تحليلية لآراء عينة من الموظفين في كلية الإدارة والاقتصاد - جامعة الكوفة، وقائع المؤتمر العلمي الدولي لكلية الإدارة والاقتصاد.
43. شنافي، نوال. خوني، رابح. (2020). التنمية المستدامة: فلسفتها وأدوات قياسها، مجلة المنهل الاقتصادي، 3 (1).
44. شنبلي، صورية. (2017). مفاهيم حول التنمية المستدامة، رسالة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير.
45. طارق خيربك & رهدف سليمان. (2018). تقييم أداء الشبكات الكهربائية عند شروط تشغيل مختلفة. *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 40(4).
46. طارق خيربك & رهدف سليمان. (2018). تقييم أداء الشبكات الكهربائية عند شروط تشغيل مختلفة. *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 40(4).

47. عبد الدائم، رباب حسن أحمد. (2018). الوقف وأثره في التنمية المستدامة، مجلة الدراسات العليا، 12 (45).
48. عبد المحسن، قاسم بدر. الأسدي، صلاح هاشم. (2022). أساليب التنمية المستدامة: مدينة العمارة أنموذجاً، المجلة الدولية أبحاث في العلوم التربوية والإنسانية والآداب واللغات، (24).
49. عبد الوهاب، م. (2017). الطاقة المتجددة وإمكانية مواجهة تحديات الطاقة التقليدية وتعزيز دور مصر كسوق جاذبة لتجارة الكربون. *المجلة العلمية لقطاع كليات التجارة*. 17(1), 1-67.
50. عبد، وليد وعد، الطائي & سحر سعيد قاسم. (2022). تنمية صناعة الطاقة المتجددة في مدينة الموصل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. *مجلة أبحاث كلية التربية الأساسية*. 18(4.1), 1235-1260.
51. عبير محمد عبد الرازق يوسف. (2024). الطاقة المتجددة لمستقبل أكثر أمناً *African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)*, 77-88.
52. عجرود، سارة. (2021). الاقتصاد الأخضر والتنمية المستدامة رؤية تحليلية لقطاع الفلاحي المغربي، مجلة الناقد للدراسات السياسية، 5 (1).
53. عجوز، موسى. وآخرون. (2020). العوامل المؤثرة في قبول المستخدمين المحتملين لتطبيق ركاب للنقل العام في فلسطين: إضاءة من نظرية انتشار الابتكارات ونموذج قبول التكنولوجيا، مجلة بحوث الإدارة والاقتصاد، 2 (5).
54. عرفات، ن. م. & ،نورا محمد. (2022). الاتجاهات الحديثة في دراسات جغرافية الطاقة المتجددة خلال المدة (2011-2021م). *المجلة العربية للدراسات الجغرافية*. 14(5), 1-44.
55. العكروت، زياد. وآخرون. (2022). التنمية المستدامة في تونس: الواقع والتحديات، مجلة ريحان للنشر العلمي، (22).
56. علي & ،ناظم ديب. (2016). الدراسة الاقتصادية لإنتاج و تخزين الهيدروجين من مصادر الطاقة المتجددة الريحية-الشمسية *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 38(4).
57. العنقري، عبد العزيز بن سلطان عبد الرحمن. (2014). الابتكار الإستراتيجي ودوره في تحسين ممارسات إدارة الموارد البشرية: دراسة تطبيقية على قطاع الخدمات الصحية بمدينة الطائف، المجلة العربية للعلوم الإدارية، 21 (3).

58. غانم, م. ح. ح & ,محمد حسين حنفى. (2023). دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مصر .*المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية*. 4(2), 267-319 ,
59. فيصل شعبان, طارق خيربك & ,سنان رزوق. (2019). تكامل عمل الشبكات الكهربائية التقليدية مع مصادر الطاقة المتجددة *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 41(3).
60. فيصل شعبان, طارق خيربك & ,سنان رزوق. (2019). تكامل عمل الشبكات الكهربائية التقليدية مع مصادر الطاقة المتجددة *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 41(3).
61. فيفيان محمد صالح نصر الدين, خديجة محمد أبو مديني, سمية عبدالرحمن ناصر آل بشر & , شروق محمد الزهراني. (2023). أثر مؤشرات التنمية المستدامة على استهلاك الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية .*مجلة العلوم الاقتصادية و الإدارية و القانونية*. 67-66, 7(11) ,
62. قشرو & ,فتيحة. (2018). دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة: دراسة التجربة الجزائرية.
63. لعور & ,مسعودة. (2017). الامن البيئي وطروحات الطاقة المتجددة.
64. محمد السيد محمد شطا. (2023). دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة لفن النحت المعاصر .*مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية*.
65. محمد زهيرة. (2001). أثر البيئة في أعطال الشبكات الكهربائية في المنطقة الساحلية *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 23(1).
66. محمد عبد الحميد. (2011). دراسة مقارنة بين تأثير استخدام قواطع إعادة إغلاق أحادية الطور وثلاثية الطور بوجود مخمد اهتزاز على استقرار نظم الطاقة الكهربائية *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 33(4).
67. محمود, أ. ح & ,أيمن حسان. (2019). النموذج المقترح لنظام المعلومات الجغرافي لتخطيط وتطوير مشروعات الطاقة المتجددة في مصر *Journal of the Egyptian Society of Engineers*, 58(2), 30-24.
68. مطاوع, ص. إ., صفاء إبراهيم, غيث, محمود محمد, أبوخطوة & ,شعبان عطية. (2024). أثر استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة على تحقيق التنمية المستدامة بالظهير الصحراوي الغربي لمحافظة صعيد مصر. *ERJ. Engineering Research Journal*, 47(1), 99-107.

69. ميدون، سيساني. (2022). إدارة الإبداع والابتكار، رسالة ماستر، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة أبي خلدون تيارت.
70. ناصر، هند جمعة علي. (2022). مؤشرات التنمية البشرية المستدامة: دراسة نظرية، مجلة الدراسات المستدامة، 4.
71. ندا، صفاء على رفاعي. (2020). التحول الرقمي والتنمية المستدامة: تحليل مضمون لعدد الفقرات التلفزيونية الحكومية والخاصة، مجلة الدراسات الإنسانية والأدبية، (23).
72. الهاشمي، إيمان أحمد محمد. (2020). الوقف وأهداف التنمية المستدامة، مجلة وادي النيل للدراسات والبحوث الإنسانية والاجتماعية والتربوية، 26 (26).
73. الهيتي، على جبير مصطفى. (2023). القيادة الإبداعية ودورها في دعم الابتكار الاستراتيجي: دراسة تحليلية في مديرية تربية الأنبار، مجلة الدراسات المستدامة، 5 (4).
74. هيثم عبد الله سلمان. (2016). اقتصاديات الطاقة المتجددة في ألمانيا ومصر والعراق. المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات.
75. الوكالة الدولية للطاقة المتجددة. (2019). المتجددة وتحليل pamER استناداً إلى تقييم جاهزية الطاقة-مصر الطاقة المتجددة آفاق.
76. يوسف ياخور، حسام شاهين & زينة أديب علي. (2014). تصميم ونمذجة نظام تحويل طاقة ريحي في منطقة قطينة والتحكم به بهدف ربطه مع الشبكة الكهربائية السورية *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series*, 36(4).

المراجع الأجنبية

1. Abusalma, A. (2021). The role of strategic innovation for sustainability of businesses during the covid-19 pandemic. *Management Science Letters*, 11(7), 1991-1998.
2. Alnazer, N. N., Alnuaimi, M. A., & Alzoubi, H. M. (2017). Analysing the appropriate cognitive styles and its effect on strategic innovation in Jordanian universities. *International journal of business excellence*, 13(1), 127-140.
3. AlQershi, N. (2021). Strategic thinking, strategic planning, strategic innovation and the performance of SMEs: The mediating role of human capital. *Management Science Letters*, 11(3), 1003-1012.

4. Blagojević, M. R., & Tufegdžić, A. (2016). The new technology era requirements and sustainable approach to industrial heritage renewal. *Energy and Buildings*, 115, 148-153.
5. Fatimah, Y. A., Govindan, K., Murniningsih, R., & Setiawan, A. (2020). Industry 4.0 based sustainable circular economy approach for smart waste management system to achieve sustainable development goals: A case study of Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122263.
6. Grillitsch, M., Hansen, T., Coenen, L., Miörner, J., & Moodysson, J. (2019). Innovation policy for system-wide transformation: The case of strategic innovation programmes (SIPs) in Sweden. *Research Policy*, 48(4), 1048-1061.
7. Grillitsch, M., Hansen, T., Coenen, L., Miörner, J., & Moodysson, J. (2019). Innovation policy for system-wide transformation: The case of strategic innovation programmes (SIPs) in Sweden. *Research Policy*, 48(4), 1048-1061.
8. Hák, T., Janoušková, S., & Moldan, B. (2016). Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. *Ecological indicators*, 60, 565-573.
9. Hyland, J., & Karlsson, M. (2021). Towards a management system standard for innovation. *Journal of Innovation Management*, 9(1), XI-XIX.
10. Jeronen, E. (2020). Sustainable development. In *Encyclopedia of Sustainable Management* (pp. 1-7). Cham: Springer International Publishing.
11. Klarin, Tomislav (2018): The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues, Faculty of Economics and Business, University of Zagreb and De Gruyter Open, Zagreb International Review of Economics & Business, Vol (21), No (1).
12. Kumar, S., Saket, R. K., Dheer, D. K., Holm-Nielsen, J. B., & Sanjeevikumar, P. (2020). Reliability enhancement of electrical power system including impacts of renewable

energy sources: a comprehensive review. *IET Generation, Transmission & Distribution*, 14(10), 1799-1815.

13. Oh, C., Cho, Y., & Kim, W. (2015). The effect of a firm's strategic innovation decisions on its market performance. *Technology Analysis & Strategic Management*, 27(1), 39-53.
14. Palmer, D., & Kaplan, S. (2017). Strategic Innovation. *Blending strategy and creative exploration to discover future business opportunities*. InnovationPoint LLC. URL: <https://www.Semanticscholar.Org/paper/A-Framework-for-Strategic-Innovation-BlendingandPalmer/db362c7f1b620e36c4bed9f64cd1a14ba3ed0cb4>.
15. Smith, O., Cattell, O., Farcot, E., O'Dea, R. D., & Hopcraft, K. I. (2022). The effect of renewable energy incorporation on power grid stability and resilience. *Science advances*, 8(9), eabj6734.
16. Tomashuk, I. V., & Tomashuk, I. O. (2021). Enterprise development strategy: innovation and internal flexibility. *Colloquium-journal*. Warszawa. Poland: Warszawa, 2021. № 3 (90), vol 4. P. 51-66.
17. Tsalis, T. A., Malamateniou, K. E., Koulouriotis, D., & Nikolaou, I. E. (2020). New challenges for corporate sustainability reporting: United Nations' 2030 Agenda for sustainable development and the sustainable development goals. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27(4), 1617-1629.

الملاحق

الاستبانة

السلام عليكم ورحمة الله

يسعدنا أن نطلب منكم التكرم بالمساعدة في دراستنا الموسومة " تأثير استخدام الطاقة المتجددة على التنمية المستدامة واستقرار الشبكة الكهربائية في المملكة العربية السعودية". نحن بحاجة إلى مساعدتكم من خلال الإجابة على هذه الاستبانة بكل شفافية وصدق. نؤكد لكم بأن جميع الإجابات ستظل سرية تامة ولن يتم استخدامها إلا لأغراض البحث العلمي. سيكون مساهمتكم في هذه الدراسة ذات أهمية بالغة لفهم الأثر التنظيمي لنظم المعلومات الإدارية في المستشفى، وسيساعدنا ذلك في تطوير فهمنا وتحليلنا لهذا الموضوع المعقد. نقدر تفضلكم بالموافقة على المشاركة في هذه الدراسة، ونشكركم مقدماً على وقتكم وتعاونكم.

الباحث

أحمد محمد البطاح

البيانات الأساسية:

الجنس: ذكر ☐ أنثى ☐

العمر:

- أقل من 30 سنة ().
- من 31 - 40 سنة ().
- من 41 - 50 سنة ().
- من 51 سنة فأكثر ().

المؤهل العلمي:

- بكالوريوس ().
- ماجستير ().
- دكتوراه ().

سنوات الخبرة:

- أقل من 5 سنوات ().
- من 6 - 10 سنوات ().
- من 11 - 15 سنة ().
- من 16 سنة فأكثر ().

برجاء الإجابة على البنود التالية:

التسلسل	البند	موافق بشدة	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق بشدة
الطاقة المتجددة						
1	"تسهم الطاقة المتجددة بشكل ملحوظ في تحسين استدامة الشبكة الكهربائية من خلال تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري."					

					2	تعتبر تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من الحلول الفعالة لزيادة قدرة الشبكة الكهربائية على تلبية الطلب المتزايد
					3	تساهم مشاريع الطاقة المتجددة في خفض الانبعاثات الكربونية وتحقيق الأهداف البيئية المرتبطة بالتنمية المستدامة.
					4	يواجه دمج الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية تحديات تتعلق بالتقنيات والتكلفة، مما يتطلب حلولاً مبتكرة للتغلب عليها.
					5	تعتبر السياسات الحكومية والتشريعات الداعمة للطاقة المتجددة ضرورية لضمان نجاح مشاريع الطاقة وتكاملها مع الشبكة الكهربائية
التنمية المستدامة						
					1	"تسهم مشاريع الطاقة المتجددة في تحسين كفاءة الشبكة الكهربائية، مما يساعد على تلبية الطلب المتزايد بطريقة مستدامة.
					2	تدعم التنمية المستدامة من خلال الطاقة المتجددة فرص العمل والتنمية الاقتصادية في المناطق التي تستثمر في مشاريع الطاقة النظيفة
					3	تكامل الطاقة المتجددة في الشبكة الكهربائية يتطلب تحديثات تكنولوجية وتخطيطاً دقيقاً لضمان تحقيق الاستدامة في إمدادات الطاقة
					4	التشريعات والسياسات الحكومية تلعب دوراً محورياً في دعم المشاريع الطاقية المتجددة وتحقيق أهداف التنمية المستدامة في قطاع الطاقة."
					5	الاستثمار في تقنيات الطاقة المتجددة يعزز من تحقيق الأهداف البيئية والتنموية من خلال

					تقليل الانبعاثات الضارة والحفاظ على الموارد الطبيعية	
استقرار الشبكة الكهربائية						
					1	تطلب إدارة الشبكة الكهربائية مع مصادر الطاقة المتجددة استراتيجيات متقدمة لضمان التوازن بين العرض والطلب وتقادي الانقطاعات.
					2	تحسين استقرار الشبكة الكهربائية من خلال الطاقة المتجددة يتطلب استثمارات في البنية التحتية وتحديثات تقنية لضمان تكامل فعال بين المصادر المختلفة.
					3	تسهم السياسات الداعمة للطاقة المتجددة في تعزيز استقرار الشبكة الكهربائية من خلال توفير الأطر التنظيمية اللازمة لضمان تشغيل مستدام وموثوق لمصادر الطاقة النظيفة
					4	تؤدي تقنيات تخزين الطاقة المتجددة إلى تعزيز استقرار الشبكة الكهربائية من خلال توفير طاقة احتياطية خلال فترات انخفاض الإنتاج من مصادر الطاقة المتجددة.
					5	تساهم نظم التحكم والمراقبة الحديثة في تعزيز استقرار الشبكة الكهربائية بفضل قدرتها على التكيف مع التغيرات السريعة في توليد الطاقة المتجددة.

شكرًا لتعاونكم معنا....

Abstract الملخص

The current study aims to explore the level of application of renewable energy for sustainable development in the electrical grid, examine the impact of renewable energy on sustainable development and grid stability, and identify the challenges facing the application of renewable energy in the electrical grid. The study used a descriptive-analytical approach by conducting a survey with a sample of 118 individuals. The results indicate that improving grid stability through renewable energy is a major priority. The survey shows that participants consider investments in infrastructure and technological updates as essential for enhancing grid efficiency. Participants also emphasize the importance of energy storage technologies and modern control and monitoring systems in improving grid stability during periods of low production and adapting to rapid changes in energy generation. While it is evident that government policies play a role in improving grid stability, there is variation in the assessment of their effectiveness. It appears that the need for advanced strategies for managing the grid under renewable energy sources is rated the lowest. It is essential for governments and companies to invest in updating infrastructure and modern technologies to improve electrical grid stability. These investments should include updates to control and monitoring systems and enhancements in energy storage technologies, which will enhance the grid's ability to adapt to changes in energy generation and reduce production variability. Encouraging research and development in advanced energy storage technologies is also necessary. Additionally, technological updates should be improved to ensure effective integration of renewable energy into the electrical grid, with a focus on developing innovative solutions to overcome technical and cost-related challenges.

Midocean University

College of Management

Department of Project Management



Title in English

**The Impact of Using Renewable Energy on Sustainable Development and
Electrical Grid Stability in Saudi Arabia**

Prepared by:

Ahmed Mohammed Albattah

Supervised by:

Dr. Faisal Abdul Hamid Mohammed

Dr. Fayez Ali Jarad

Year:2024