IJEES

International Journal of Electrical Engineering and Sustainability (IJEES)

https://ijees.org/index.php/ijees/index

Volume 2 | Number 2 | April-June 2023 | Pages 1-9

Research Article

The Technology of Renewable Energy and Its Role in Achieving Sustainable Development

Abdulsalam Almabrouk [1]*, Salah Ali Abulifa [2]

[1] Department of Electrical-Electronics Engineering, Faculty of Engineering, Karabuk University, Karabuk, Turkey
[2] Department of Electrical and Electronic Technologies, Higher Institute of Technical Sciences, Misrata, Libya

*Corresponding author: ashuorashuor1942@yahoo.com

تم الاستلام: 01 مارس 2023 تم القبول: 18 أبريل 2023 تم النشر: 28 أبريل 2023
هذا المقال مفتوح الوصول بموجب ترخيصBY-CC

الملخص: تعتبر الطاقات المتجددة مدخلاً هاماً لتحقيق التنمية المستدامة، حيث تعتمد على مصادر طبيعية متجددة مثل الشمس والرياح والماء والبيوماس، وتختلف عن الوقود الأحفوري الذي ينفد مع مرور الوقت. توفر الطاقات المتجددة فرصًا لتوليد الكهرباء وتغطية احتياجات الطاقة في العديد من القطاعات مثل الصناعة والنقل والمنازل. إلى جانب ذلك، فإن استخدام الطاقات المتجددة يساهم في تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتلوث الهواء، مما يسهم في حماية البيئة والحفاظ على الصحة العامة. كما تعزز الطاقات المتجددة الاستدامة الاقتصادية من خلال توفير فرص عمل جديدة وتقليل اعتماد البلدان على واردات الوقود. بالتالي، تتقدم العديد من المزايا الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، وتساهم في الحد من الآثار السلبية لإنتاج الطاقة التقليدية على البيئة والصحة العامة. من الناحية الاقتصادية، توفر الطاقات المتجددة تكلفة أقل على المدى البعيد، وتحسن الاستقلال الطاقي وتوفر فرص العمل، وتحسن التجارة الخارجية. ومن الناحية الاجتماعية، تحسن الحياة المجتمعية والصحة العامة، وتحسن المناخ الاجتماعي وتعزز الشمولية وتحسن الأمن الغذائي. ومن الناحية البيئية، تقلل الانبعاثات الضارة وتحسن جودة الهواء والمياه وتقلل من استنزاف الموارد الطبيعية وتحافظ على التنوع البيولوجي. ويمكن القول إن الاستثمار في الطاقات المتجددة يمثل خطوة مهمة لتحقيق التنمية المستدامة في المدى البعيد، حيث تخفض تكاليف الإنتاج وتحسن الجودة وتحسن الصحة وتحافظ على البيئة، وتعمل على توفير بيئة أكثر استدامة للأجيال الحالية والمستقبلية. ويمكن للحكومات والشركات والأفراد أن يعملوا سويًا لتعزيز استخدام الطاقات المتجددة وتحقيق التنمية المستدامة في جميع أنحاء العالم. وفقًا لتقرير صادر عن الوكالة الدولية للطاقة، فإن دول الاتحاد الأوروبي استثمرت حوالي 66.7 مليار دولار في الطاقات المتجددة في عام 2020، وهو ما يمثل زيادة بنسبة 5% عن العام السابق. وتعتمد الاستثمارات في الطاقات المتجددة في دول الاتحاد الأوروبي على العديد من العوامل، مثل الحوافز الحكومية وتكاليف الطاقة المتجددة المتنازلة والمزايا الاقتصادية والبيئية وتطور التكنولوجيا.

الكلمات المفتاحية: الطاقات المتجددة ـ التنمية المستدامة ـ الجانب الاقتصادي – الجانب الاجتماعي – الجانب البيئي

Abstract: Renewable energies are an important entry point for achieving sustainable development, as they rely on renewable natural resources such as the sun, wind, water and biomass, and differ from fossil fuels that deplete over time. Renewable energies provide opportunities to generate electricity and cover energy needs in many sectors such as industry, transportation and homes. In addition, the use of renewable energies contributes to reducing greenhouse gas emissions and air pollution, which contributes to protecting the environment and preserving public health. Renewable energies also enhance economic sustainability by providing new job opportunities and reducing countries' dependence on fuel imports. Thus, many economic, social and environmental benefits advance, and contribute to reducing the negative impacts of conventional energy production on the environment and public health. From an economic point of view, renewable energies provide lower costs in the long run, improve energy independence, provide job opportunities, and improve foreign trade. Socially, it improves community life and public health, improves the social climate, promotes inclusivity and improves food security. Environmentally, they reduce harmful emissions, improve air and water quality, reduce the depletion of natural resources, and preserve biodiversity. It can be said that investing in renewable energies represents an important step for achieving sustainable development in the long term, as it reduces production costs, improves quality, improves health, preserves the environment, and works to provide a more sustainable environment for current and future generations. Governments, businesses and individuals can work together to promote the use of renewable energies and achieve sustainable development around the world. According to a report by the International Energy Agency, European Union countries invested about $66.7 billion in renewable energies in 2020, which is an increase of 5% over the previous year. Investments in renewable energies in the European Union depend on many factors, such

as government incentives, declining renewable energy costs, economic and environmental benefits, and technology development.

Keywords: Renewable Energies; Sustainable Development; Economic Aspect; Social Aspect; Environmental Aspect.

1. مقدمة

يتزايد الطلب على الطاقات المتجددة لمواكبة التنمية االجتماعية والاقتصادية وتحسين رفاهية المجتمع وصحتهم. وحتتاج كل المجتمعات لخدمات الطاقات المتجددة لتلبية الاحتياجات الانسانية)على سبيل امللثال؛ الاضاءة والطهي، والتنقل، والاتطالات السلكية ولاسلكية. ويمكن تعريف الطاقات المتجددة بأنها طاقة ناتجة عن مصادر طبيعية تتجدد بمعدل يفوق ما يتم استهلاكه. أشعة الشمس والرياح، على سبيل المثال، من المصادر التي تتجدد باستمرار. وإن مصادر الطاقات المتجددة وفيرة وموجودة في كل مكان حولنا. بالمقابل، الوقود الأحفوري (الفحم والنفط والغاز) من الموارد غير المتجددة التي يستغرق تشكيلها مئات الملايين من السنين. ويتسبب الوقود الأحفوري، عند حرقه لإنتاج الطاقة، في انبعاثات ضارة من غازات الدفيئة، مثل ثاني أكسيد الكربون. أما الانبعاثات الناجمة عن توليد الطاقات المتجددة، فهي أقل بكثير من تلك الناجمة عن حرق الوقود الأحفوري. ولهذا يعد التحول من الوقود الأحفوري، الذي يمثل حاليًا حصة الأسد من الانبعاثات، إلى الطاقات المتجددة أمرًا أساسيًا لمعالجة أزمة المناخ[1-5]. الطاقات المتجددة حاليا أقل تكلفة في معظم البلدان، وهي تخلق وظائف أكثر بثلاث مرات من الوقود الأحفوري. ويحظى تطوير استخدام الطاقات الشمسية في المجالات المختلفة للتنمية باهتمام متزايد في كافة أنحاء العالم، بما في ذلك الوطن العربي، الذي تقع كامل مساحته في الحزام الشمسي، ويتمتع بشمس ساطعة معظم أيام السنة، مما يعطي الطاقة الشمسية الأولوية في الاهتمام والتطوير، لا سيما كونها تتميز بأنها طاقة نظيفة خالية من كل أشكال التلوث، خلافا الطاقات التقليدية وما يترتب على استعمالها من تلوث للبيئة، وانتشار للأوبئة والأمراض [6-9].

تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية من الدول الرائدة في العالم في مجال الاستثمار في الطاقات المتجددة بشكل عام، حيث تعمل الحكومة الأمريكية والشركات والمستثمرون على تعزيز الاستثمار في هذا المجال. وفقًا لتقرير صادر عن الجمعية الأمريكية لطاقة الرياح والطاقة الشمسية، فإن الولايات المتحدة استثمرت حوالي 55 مليار دولار في الطاقات المتجددة في عام 2020، وهو ما يمثل زيادة بنسبة 11% عن العام السابق. وتعتمد الاستثمارات في الطاقات المتجددة في الولايات المتحدة على العديد من العوامل، مثل الحوافز الحكومية وتكاليف الطاقة المتجددة المتنازلة والمزايا الاقتصادية والبيئية وتطور التكنولوجيا. وتعمل الولايات المتحدة على تنفيذ مشاريع كبيرة في مجال الطاقات المتجددة، مثل محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية والرياح ومشاريع الطاقة الحرارية الجيوتيرمية والمائية والهيدروجين الأخضر. وفي عام 2020، بلغت الطاقة المتجددة المثبتة في الولايات المتحدة حوالي 118 جيجاواط، ويتوقع أن يستمر النمو في السنوات القادمة. وتسعى الولايات المتحدة إلى تحقيق هدفها في توليد 100% من الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة بحلول عام 2035، وذلك من خلال تعزيز الاستثمار في الطاقات المتجددة وتطوير التكنولوجيا وتشجيع الابتكار والبحث والتطوير.تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية من الدول الرائدة في العالم في مجال الاستثمار في الطاقة الشمسية. وفقًا لتقرير صادر عن الجمعية الأمريكية لطاقة الشمس، فإن الولايات المتحدة استثمرت حوالي 25 مليار دولار في الطاقة الشمسية في عام 2020، مما جعلها الدولة الثانية في العالم من حيث الاستثمار في هذا المجال [10-14]. ويعتمد الاستثمار في الطاقة الشمسية في الولايات المتحدة على العديد من العوامل، مثل الحوافز الحكومية وتكاليف الطاقة الشمسية المتنازلة والمزايا الاقتصادية والبيئية وتطور التكنولوجيا. وتعمل الولايات المتحدة على تعزيز الاستثمار في الطاقة الشمسية من خلال تنفيذ مشاريع كبيرة، مثل محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية ومشاريع الطاقة الشمسية المنزلية والتجارية. وفي عام 2020، بلغت الطاقة الشمسية المثبتة في الولايات المتحدة حوالي 97 جيجاواط، ويتوقع أن يستمر النمو في السنوات القادمة. وتسعى الولايات المتحدة إلى تحقيق هدفها في توليد 100% من الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2035، وذلك من خلال تعزيز الاستثمار في الطاقة الشمسية والرياح والهيدروجين الأخضر وغيرها من مصادر الطاقة المتجددة.

ويعمل دول الاتحاد الأوروبي على تنفيذ مشاريع كبيرة في مجال الطاقات المتجددة، مثل محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية والرياح ومشاريع الهيدروجين الأخضر والطاقة الحرارية الجيوتيرمية. وفي عام 2020، بلغت الطاقة المتجددة المثبتة في دول الاتحاد الأوروبي حوالي 415 جيجاواط، ويتوقع أن يستمر النمو في السنوات القادمة. وتسعى دول الاتحاد الأوروبي إلى تحقيق هدفها في توليد 32% من الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة بحلول عام 2030، وذلك من خلال تعزيز الاستثمار في الطاقات المتجددة وتطوير التكنولوجيا وتشجيع الابتكار والبحث والتطوير. كما تعمل دول الاتحاد الأوروبي على تحقيق هدفها الطموح في الحد من انبعاثات الكربون والتحول إلى اقتصاد منخفض الكربون.تعتبر الصين من أكبر المستثمرين في العالم في مجال الطاقات المتجددة، حيث تعمل الحكومة الصينية والشركات والمستثمرون على تعزيز الاستثمار في هذا المجال. وفقًا لتقرير صادر عن الوكالة الدولية للطاقة، فإن الصين استثمرت حوالي 83.4 مليار دولار في الطاقات المتجددة في عام 2020، وهو ما يمثل زيادة بنسبة 57% عن العام السابق. وتعتمد الاستثمارات في الطاقات المتجددة في الصين على العديد من العوامل، مثل الحوافز الحكومية وتكاليف الطاقات المتجددة المتنازلة والمزايا الاقتصادية والبيئية وتطور التكنولوجيا. وتعمل الصين على تنفيذ مشاريع كبيرة في مجال الطاقات المتجددة، مثل محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية والرياح ومشاريع الهيدروجين الأخضر والطاقة الحرارية الجيوتيرمية. وفي عام 2020، بلغت الطاقات المتجددة المثبتة في الصين حوالي 895 جيجاواط، ويتوقع أن يستمر النمو في السنوات القادمة. وتسعى الصين إلى تحقيق هدفها في توليد 50% من الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة بحلول عام 2025، وذلك من خلال تعزيز الاستثمار في الطاقات المتجددة وتطوير التكنولوجيا وتشجيع الابتكار والبحث والتطوير. كما تعمل الصين على تحقيق هدفها الطموح في الحد من انبعاثات الكربون والتحول إلى اقتصاد منخفض الكربون [15-19].

وقد أصبحت مصادر الطاقات المتجددة جزءًا لا يتجزأ من مسؤولية الشركات التي تسعى لتحقيق التنمية المستدامة، ويزيد استهلاك هذه الطاقة يومًا بعد يوم؛ ففي عام 2017 م غطَّت الطاقات المتجددة ما يُقارب 8% من كهرباء العالم، رُبع هذه الكمية حصلت عليه الصين، والسدس كان بين الولايات المتحدة الأمريكية والهند واليابان. تختلف معدلات استثمار الدول العربية في الطاقات المتجددة بشكل كبير، حيث تعتبر بعض الدول العربية من الرائدة في هذا المجال، في حين أن بعض الدول الأخرى ما زالت تتأخر في هذا الصدد. وفقًا لتقرير صادر عن وكالة الطاقة الدولية لعام 2021، فإن الدول العربية تستثمر حاليًا بشكل متزايد في الطاقات المتجددة، حيث تمثل الطاقة الشمسية والرياح أكثر من 80% من الطاقة المتجددة المثبتة في المنطقة.

ومن بين الدول العربية الرائدة في الاستثمار في الطاقات المتجددة، يمكن ذكر دول مثل الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية والأردن ومصر والمغرب وتونس والجزائر، حيث تعمل هذه الدول على تنفيذ مشاريع كبيرة في مجال الطاقات المتجددة، مثل مشروعات الطاقة الشمسية والرياح والهيدروجين الأخضر. وتعد الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية والأردن ومصر والمغرب وتونس والجزائر من

بين الدول العربية الرائدة في الاستثمار في الطاقة الشمسية. وتعمل هذه الدول على تنفيذ مشاريع كبيرة في هذا المجال، مثل محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية ومشاريع الطاقة الشمسية المنزلية. وفي العام 2020، بلغت الطاقة الشمسية المثبتة في الدول العربية حوالي 16 غيغاواط، ويتوقع أن يستمر النمو في السنوات القادمة، حيث تعمل الدول العربية على تحقيق أهداف طموحة في مجال الطاقات المتجددة، وخاصة الطاقة الشمسية.وتعتبر الطاقة الشمسية خياراً مهماً لتحقيق التنمية المستدامة في المنطقة، حيث توفر فرص عمل جديدة وتحسن اقتصاد الدول وتحسن جودة الهواء والمياه وتحافظ على التنوع البيولوجي. ويجب على الدول العربية العمل على تعزيز الاستثمار في هذا المجال وتبني استراتيجيات واضحة لتحقيق التنمية المستدامة والحد من التلوث والتغير المناخي. وعلى الرغم من ذلك، فإن معدل الاستثمار لا يزال متأخرًا في بعض الدول العربية، ويجب عليها العمل على تعزيز الاستثمار في الطاقات المتجددة وتبني استراتيجيات واضحة لتحقيق التنمية المستدامة والحد من التلوث والتغير المناخي [20-26].

تأتي هذا البحث في إطار السعي لتحقيق التنمية المستدامة من خلال الاستفادة من مصادر الطاقات المتجددة بشكل أكبر، وتجاوز الأزمة البيئية والطاقوية بأقل الأضرار الممكنة. يتم ذلك من خلال تعزيز الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة المتعددة والتي تتميز بأضرار بيئية أقل، مثل الطاقة الشمسية والرياح والهيدروجين الأخضر والطاقة الحرارية الجيوتيرمية. وتعتبر الطاقة الشمسية واحدة من أهم مصادر الطاقة المتجددة، حيث تتوفر بشكل واسع في العالم وتعتبر مجانية وغير محدودة. وتتميز الطاقة الشمسية بأنها تحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري وتحسن الأمن الطاقوي، كما تقلل من انبعاثات الغازات الدفيئة وتحسن الصحة العامة والبيئة. ويمكن للدول العربية أن تستفيد من موارد الطاقة الشمسية المتوفرة لديها وتعزيز الاستثمار في هذا المجال، وتوفير فرص عمل جديدة وتحسين الاقتصاد الوطني. كما يمكن للدول العربية أن تساهم في تزويد أوروبا بالطاقة الضرورية من خلال شبكة عالمية من الطاقة الشمسية، مما يعزز التعاون الدولي ويحقق مصلحة الجميع. وبالنهاية، يجب على الدول والشركات والمجتمعات المحلية والعالمية العمل بشكل مشترك لتحقيق التنمية المستدامة من خلال الاستفادة من مصادر الطاقات المتجددة وتحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية والاجتماعية.

2. أهمية الطاقات المتجددة

الطاقات المتجددة تلعب دوراً مهماً وحيوياً في تطوير الاقتصاد والحفاظ على البيئة.أهم الجوانب التي تبرز أهمية الطاقات المتجددة:

- الاستدامة :تستمد الطاقات المتجددة من مصادر طبيعية مثل الشمس والرياح والمياه والحرارة الأرضية، والتي لا تنفد بسهولة، وبالتالي تعتبر طاقة مستدامة.
- تقليل تلوث البيئة :تساهم الطاقات المتجددة في تقليل الانبعاثات الضارة والغازات المسببة للاحتباس الحراري، مما يعزز الحفاظ على جودة البيئة والحد من آثار تغير المناخ.
- تنوع مصادر الطاقة :توفر الطاقات المتجددة تنوعاً في مصادر الطاقة، مما يقلل من الاعتماد على المصادر التقليدية مثل النفط والغاز والفحم، ويعزز الأمان الطاقوي.
- تعزيز الاقتصاد المحلي :يمكن أن يساهم تطوير الطاقات المتجددة في خلق فرص عمل جديدة وتحفيز الاقتصاد المحلي من خلال استثمارات جديدة في مشاريع الطاقات النظيفة والمستدامة.
- توفير الطاقة :تساعد تقنيات الطاقات المتجددة على توفير الطاقات من خلال استخدام المصادر المتجددة بكفاءة، مما يقلل من استهلاك الطاقة ويحسن كفاءة الطاقة.
- الاستقلال الطاقوي :تقليل الاعتماد على واردات الوقود الأحفوري من الدول الأخرى يمكن أن يعزز الاستقلال الطاقوي للبلدان ويقلل من تأثير تقلبات أسعار الطاقة في الأسواق العالمية [27-33].

3. مميزات الطاقات المتجددة

تهدف الفكرة من استخدام الطاقة المتجددة في الوصول إلى تنمية مستدامة وأكثر نظافة، وللطاقة المتجددة عدَّة مزايا تعود فوائدها على الإنسان والبيئة، في ما يلي توضيح لأهم هذه المزايا:

- متجددة ولا يُمكن أن تنفذ: فهي باقية مع بقاء الإنسان على وجه الأرض، فالماء يتدفق باستمرار، والشمس تُشرق كل يوم، والرياح الخفيفة لا تتوقف، أما الرياح القوية فهي دائمة في بعض الأماكن والتي تُزود العالم بمصدر طاقة كبير.
- صديقة للبيئة: على عكس الوقود الأحفوري الذي يُنتج الكربون، كما أن تكلفة تركيب بعض أنواعها منخفضة نوعًا ما.
- لا تحتاج للصيانة كثيرًا وتكلفة الصيانة فيها مُناسبة: فتوليد الطاقة من الرياح والطاقة الشمسية باستخدام الألواح الكهروضوئية أقل ثمنًا من توليد الغاز.
- آمنة على الإنسان: فهي غير قابلة للاشتعال، واستخدامها يُساعد العالم على التخلص من هذه المواد الخطيرة ودائمة الحاجة للصيانة.
- موفرة للمال: فمع التقدم وازدياد كفائتها وانتشارها بين الناس ستُصبح تكاليفها بسيطة، كما أنها تُقلل من الفواتير الكهربائية الشهرية.
- لا تُنتج الغازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون: مما يعني تقليل ظاهرة الاحتباس الحراري وتوقف تفاقمها، فالمواد غير الطبيعية أحدثت ما يُعرف بأزمة المناخ وتحديدًا بعد الثورة الصناعية وحرائق الغابات وسرعة ذوبان الجليد.
- ترفع مستوى اقتصاد البلاد: وذلك لأنها تُقلل من استيراد الطاقة من الدول المُنتجة أو شراؤها، مما يعني اكتفاء البلاد بالطاقة التي تُنتجها ذاتيًا.
- تحافظ على صحة الإنسان: نظرًا لأنها لا تبعث الغازات الضارة في الغلاف الجوي، مما يعني تقليل نسبة الأمراض المنتشرة بين الناس.
- توفّر وظائف جديدة للباحثين عن العمل: فتركيبها وعمليات صيانتها تحتاج لجهد كبير مما يعني تقليل مستويات البطالة بين سكان العالم وخلق فرص عمل جديدة [34-38].

4. مفهوم الطاقات المتجددة ومصادرها

تشير الطاقات المتجددة إلى أي مصدر للطاقة يمكن إنتاجه مجددًا واستخدامه بشكل مستمر دون تأثير سلبي على البيئة. وتعد الطاقات المتجددة بديلًا مستدامًا عن الوقود الأحفوري الذي يستنزف موارد الأرض ويسبب تلوثًا بيئيًا شديدًا.
ومن أهم مصادر الطاقة المتجددة:

- الطاقة الشمسية: تحول الأشعة الشمسية إلى طاقة كهربائية باستخدام الخلايا الشمسية.
- الطاقة الرياح: تحول حركة الرياح إلى طاقة كهربائية باستخدام التوربينات الريحية.
- الطاقة الهيدروليكية: تحول حركة المياه في الأنهار والسدود إلى طاقة كهربائية باستخدام المحركات الهيدروليكية.
- الطاقة الحرارية الجوفية: تحول حرارة الأرض في الأعماق إلى طاقة كهربائية باستخدام مضخات الحرارة الجيوثيرمالية.
- الطاقة الحرارية الشمسية: تحول الطاقة الحرارية المنبعثة من الشمس إلى طاقة كهربائية باستخدام الأنظمة الحرارية الشمسية.
- الطاقة النووية: تستخدم تقنيات مختلفة لتحويل الطاقة النووية إلى طاقة كهربائية، وتشمل الطاقة النووية المستخرجة من اليورانيوم والثوريوم، بالإضافة إلى الطاقة المستخرجة من النظائر المشعة [39-45] .

4. خصائص وعيوب الطاقات المتجددة

تتوفر هذه المصادر في مختلف أنحاء العالم ويمكن أن تكون مثالية للمناطق التي تعاني من نقص في الطاقة أو تلوث بيئي، وتشكل الطاقات المتجددة جزءًا أساسيًا من حلول المستقبل المستدامة لتلبية احتياجات الطاقة العالمية. تتمتع الطاقات المتجددة بعدد من الخصائص الإيجابية، ولكنها تعاني أيضًا من بعض العيوب، ومن بين الخصائص الإيجابية للطاقات المتجددة:

- المصادر الطبيعية: تعتمد الطاقات المتجددة على مصادر طبيعية متجددة، مما يجعلها مستدامة وتجعل من الممكن الاعتماد عليها بشكل دائم.
- البيئة: تقلل الطاقات المتجددة من الآثار السلبية على البيئة، وتساهم بشكل فعال في تقليل انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري.
- انخفاض التكلفة: تتراوح تكلفة الطاقات المتجددة بين معقولة إلى منخفضة بالمقارنة مع الوقود الأحفوري، مما يجعلها خيارًا اقتصاديًا.
- الاعتماد المحلي: توفر الطاقات المتجددة فرصًا للمجتمعات المحلية للحصول على الطاقة بشكل مستقل وتشجع على التنمية المستدامة.
- الابتكار: تحفز الطاقات المتجددة على الابتكار في مجال الهندسة والتكنولوجيا لإيجاد حلول أكثر كفاءة واقتصادية.

ومن بين العيوب الشائعة للطاقات المتجددة:

- الاعتماد على الظروف الجوية: تعتمد الطاقات المتجددة على ظروف الطقس، وبالتالي فإن الإنتاجية تتأثر بشكل كبير بحالة الطقس والظروف الجوية.
- الاحتجاجات البيئية: يمكن أن يواجه مشاريع الطاقات المتجددة اعتراضات بيئية من بعض الأفراد والجماعات المحلية، والتي يمكن أن تؤثر على قدرتها على العمل بشكل كامل.
- الاستثمارات الكبيرة: تتطلب مشاريع الطاقات المتجددة استثمارات كبيرة في بعض الأحيان، والتي يمكن أن تكون صعبة لبعض المنظمات أو الدول.
- التخزين: يتعين على الطاقات المتجددة المتغيرة مثل الرياح والشمس الاعتماد على التخزين لضمان توفير الطاقة في الأوقات التي لا يتم فيها إنتاجها، ويمكن أن يكون التخزين مكلفًا في بعض الأحيان.
- الأداء الغير مستقر: تحتاج بعض تقنيات الطاقات المتجددة إلى مزيد من التحسين للحصول على أداء مستقر وموثوق به، مما يتطلب مزيدًا من البحث والتطوير.

يمكن القول بأن الطاقات المتجددة تمثل بديلًا قابلًا للاستدامة للوقود الأحفوري، وتشكل حلاً مستدامًا للتحديات البيئية والاقتصادية التي تواجه العالم، ولكنها تتطلب مزيدًا من الاستثمار والتطور لتحسين أدائها وزيادة فاعليتها[46-48].

5. أهداف وخصائص التنمية المستدامة

هدف التنمية المستدامة إلى تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية بشكل متوازن ومستدام، حيث تسعى إلى تلبية احتياجات الأجيال الحالية دون المساس بقدرة الأجيال المستقبلية على تلبية احتياجاتها. ويمكن تلخيص أهداف التنمية المستدامة فيما يلي:

- القضاء على الفقر: تسعى التنمية المستدامة إلى الحد من الفقر وتحسين مستوى المعيشة للأفراد والمجتمعات على المستوى العالمي.
- الحفاظ على البيئة: تهدف التنمية المستدامة إلى الحفاظ على البيئة والحفاظ على التنوع البيولوجي والاستدامة البيئية.
- التنمية الاقتصادية: تسعى التنمية المستدامة إلى تحقيق النمو الاقتصادي المستدام والمتوازن والعادل، وتشجيع الاستثمار والتجارة الدولية.
- العدالة الاجتماعية: تهدف التنمية المستدامة إلى تحقيق العدالة الاجتماعية وتحسين فرص الحصول على التعليم والصحة والعمل والإسكان والأمن الغذائي.
- الشراكة والتعاون: تشجع التنمية المستدامة على تعزيز الشراكة بين الحكومات والقطاع الخاص والمجتمع المدني والمنظمات الدولية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

وتتطلب تحقيق هذه الأهداف تعاونًا دوليًا ومستوى عالٍ من الالتزام والتنسيق بين الحكومات والشركات والمجتمع المدني والأفراد على مستوى العالم. تتميز التنمية المستدامة بعدد من الخصائص، ومن بينها:

- الاستدامة: تهدف التنمية المستدامة إلى توفير الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.
- التكامل: تشجع التنمية المستدامة على التكامل بين القطاعات المختلفة والمستويات المختلفة من الحكومة والمجتمع.
- التوازن: تسعى التنمية المستدامة إلى تحقيق التوازن بين الحفاظ على الموارد الطبيعية وتلبية احتياجات الإنسان.
- المشاركة: تشجع التنمية المستدامة على المشاركة الفاعلة للمجتمعات والشركاء المختلفين في تحديد الأولويات وتنفيذ الحلول.
- الابتكار: تحث التنمية المستدامة على الابتكار وتطوير التكنولوجيا والممارسات الجديدة لتحقيق الاستدامة.
- العدالة: تهدف التنمية المستدامة إلى تحقيق العدالة الاجتماعية وتلبية احتياجات الجميع دون تمييز.

وتعد التنمية المستدامة مفهومًا شاملاً يتطلب تعاونًا دوليًا وجهودًا متواصلة لتحقيق الأهداف المرجوة. وتتمثل أهمية التنمية المستدامة في ضمان الحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية وتحسين مستوى المعيشة للأجيال الحالية والمستقبلية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تساعد الطاقة المتجددة في تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية، وتوفير فرص عمل جديدة للمجتمعات المحلية وتحسين مستوى المعيشة للأفراد. لذلك، يجب على الحكومات والشركات والأفراد العمل سويًا لزيادة الاستثمار في الطاقة المتجددة وتعزيز استخدامها بشكل أكبر [49-54].

6. مساهمة الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة:

يمكن القول إن الطاقات المتجددة تعد واحدة من الحلول الرئيسية لتحقيق التنمية المستدامة، إذ تساعد في تلبية الاحتياجات الحالية للطاقة، دون التأثير السلبي على البيئة ودون المساس بقدرة الأجيال المستقبلية على تلبية احتياجاتها. وتعمل الطاقات المتجددة على الحفاظ على البيئة وتقليل التأثير الضار لإنتاج الطاقة على البيئة. كما تساهم في تحقيق الاستدامة الاقتصادية من خلال تحقيق الاعتماد الذاتي على الطاقة وتشجيع التنمية المستدامة للمجتمعات المحلية، وتعزيز التنمية الاجتماعية بتوفير فرص العمل الجديدة وتحسين مستوى المعيشة للأفراد والمجتمعات. وتحث استخدام الطاقات المتجددة على الابتكار وتطوير التكنولوجيا النظيفة والمستدامة، وتشجع على تعزيز الشراكة بين الحكومات والقطاع الخاص والمجتمع المدني والمنظمات الدولية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة. ولتحقيق هذه المساهمات، يجب على الحكومات والشركات والأفراد العمل سويًا لزيادة الاستثمار في الطاقات المتجددة وتعزيز استخدامها بشكل أكبر.

6.1 دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة من الجانب االقتصادي:

تلعب الطاقات المتجددة دورًا هامًا في تحقيق التنمية المستدامة من الجانب الاقتصادي، إذ تقدم العديد من المزايا الاقتصادية للدول والمجتمعات التي تستخدم هذه الطاقات، ومن أهم هذه المزايا:

- توفير التكلفة: يمكن أن تكون الطاقات المتجددة أكثر فعالية من حيث التكلفة على المدى الطويل مقارنة بالوقود الأحفوري، حيث تقلل من الاعتماد على الوقود الذي يشهد تقلبات في الأسعار، كما أنها تقلل من تكاليف الصيانة، وتحتاج إلى تكاليف أقل لنقل الطاقة على المدى البعيد.
- تحسين الاستقلال الطاقي: يمكن للطاقات المتجددة أن تعزز استقلال الدول عن الوقود الأحفوري وتقليل اعتمادها على الدول المصدرة للنفط والغاز.
- خلق فرص العمل: تساهم الطاقات المتجددة في خلق فرص العمل المحلية في مجالات مثل البناء والهندسة المدنية وتركيب وصيانة معدات الطاقة المتجددة، مما يساعد على تحسين الظروف الاقتصادية للمجتمعات المحلية.
- تحسين التجارة الخارجية: يمكن للدول التي تستثمر في الطاقات المتجددة أن تتحول إلى مصدر للتكنولوجيا النظيفة والمستدامة، وتصبح أكثر جاذبية للاستثمارات الأجنبية.
- الاستدامة البيئية: تحتوي الطاقات المتجددة على مصادر طاقة نظيفة ومتجددة، مما يساعد على تقليل الانبعاثات الضارة بالبيئة والحفاظ على البيئة النظيفة والصحية على المدى البعيد[55-59] .

وتشير هذه المزايا إلى أن الاستثمار في الطاقات المتجددة يمكن أن يساهم في تعزيز النمو الاقتصادي وتحقيق التنمية المستدامة، ويمكن للحكومات والشركات والأفراد أن يعملوا سويًا لتعزيز استخدام الطاقات المتجددة وتوفير المزيد من الفرص الاقتصادية والاستثمارية في هذا المجال.

6.2 دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة من الجانب االجتماعي

تلعب الطاقات المتجددة دورًا مهمًا في تحقيق التنمية المستدامة من الجانب الاجتماعي، حيث توفر العديد من المزايا الاجتماعية للمجتمعات التي تستخدم هذه الطاقات، ومن أهم هذه المزايا:

- توفير الطاقة النظيفة: تعتبر الطاقات المتجددة مصادر طاقة نظيفة ومتجددة، حيث تقلل من تلوث الهواء والمياه والتربة وتحسن جودة الحياة والصحة العامة.
- تحسين الحياة المجتمعية: تعمل الطاقات المتجددة على تحسين الحياة المجتمعية في المناطق النائية والمحرومة، حيث توفر فرص العمل والخدمات الأساسية، وتحسن الوصول إلى الكهرباء والماء والصرف الصحي والاتصالات.
- تحسين المناخ الاجتماعي: تساهم الطاقات المتجددة في تحسين المناخ الاجتماعي في المجتمعات، حيث تتضمن عملية تطوير وتعزيز التعليم والتدريب وتوفير فرص التنمية الشخصية والمهنية.
- تعزيز الشمولية: تساعد الطاقات المتجددة على تعزيز الشمولية في المجتمعات، حيث يمكن للأفراد والمجتمعات الحصول على الخدمات الطاقوية بشكل ملائم وميسر.
- تحسين الأمن الغذائي: تساعد الطاقات المتجددة على تحسين الأمن الغذائي في المجتمعات، حيث يمكن استخدامها لتحسين إنتاج الغذاء وتحسين التخزين والتوزيع.

وتشير هذه المزايا إلى أن الاستثمار في الطاقات المتجددة يمكن أن يساهم في تعزيز التنمية المستدامة من الجانب الاجتماعي، ويمكن للحكومات والشركات والأفراد أن يعملوا سويًا لتعزيز استخدام الطاقات المتجددة وتوفير المزيد من الفرص الاجتماعية والتنموية في هذا المجال[60-62] .

6.3 دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة من الجانب البيئي:

تلعب الطاقات المتجددة دورًا رئيسيًا في تحقيق التنمية المستدامة من الجانب البيئي، حيث تساهم في الحد من الآثار السلبية لإنتاج الطاقة التقليدية على البيئة، وتوفر العديد من المزايا البيئية، ومن أهم هذه المزايا:

- تقليل الانبعاثات الضارة: تساعد الطاقات المتجددة في تقليل الانبعاثات الضارة للغازات المسببة للتغيرات المناخية، مثل غازات الدفيئة، وبالتالي تحسن جودة الهواء وتقليل التلوث الجوي.
- التحكم في تغير المناخ: تساهم الطاقات المتجددة في التحكم في تغير المناخ، حيث تقلل من انبعاثات الغازات الدفيئة وتقلل من الاحترار العالمي.
- التقليل من استنزاف الموارد الطبيعية: تساهم الطاقات المتجددة في التقليل من استنزاف الموارد الطبيعية، حيث تعتمد على مصادر طاقة نظيفة ومتجددة، مما يعني أنها لا تؤثر على الموارد الطبيعية بشكل سلبي.
- الحفاظ على التنوع البيولوجي: تساهم الطاقات المتجددة في الحفاظ على التنوع البيولوجي والحيواني والنباتي، حيث تقلل من حاجة إنشاء محطات الطاقة التقليدية وتحافظ على الموائل الطبيعية.
- تحسين جودة المياه: تساعد الطاقات المتجددة في تحسين جودة المياه، حيث تقلل من التلوث الناتج عن إنتاج الطاقة التقليدية.

ويمكن القول إن الاستثمار في الطاقات المتجددة يمثل خطوة مهمة لتحقيق التنمية المستدامة من الجانب البيئي، حيث تساعد على الحفاظ على البيئة وتحسين جودة الحياة والصحة العامة، وتوفر بيئة أكثر استدامة للأجيال الحالية والمستقبلية[63-67] .

7. خاتمة

في الختام، يمكن القول إن الطاقات المتجددة تلعب دورًا حاسمًا في تحقيق التنمية المستدامة، إذ توفر العديد من المزايا الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. وتشمل هذه المزايا توفير تكلفة أقل على المدى البعيد، وتحسين الحياة المجتمعية والصحة العامة، والحفاظ على البيئة والحد من التلوث والتغير المناخي، وتحسين جودة المياه والحفاظ على التنوع البيولوجي. وتعتبر الطاقات المتجددة بديلاً مستدامًا للطاقات التقليدية، وتمثل خيارًا مهمًا لتحقيق التنمية المستدامة في المدى البعيد. ويمكن للحكومات والشركات والأفراد أن يعملوا سويًا لتعزيز استخدام الطاقات المتجددة وتحقيق التنمية المستدامة في جميع أنحاء العالم. ومن المهم أن يتم تعزيز الوعي بأهمية الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة، وتشجيع الاستثمار في هذا المجال، وتعزيز التعاون الدولي لتحقيق هذه الأهداف. ونحن جميعًا مسؤولون عن الحفاظ على البيئة وتحقيق التنمية المستدامة للأجيال الحالية والمستقبلية، ويجب علينا جميعًا العمل بشكل متحد وفعال لتحقيق هذه الأهداف. وتعمل الولايات المتحدة على تعزيز الاستثمار في الطاقة الشمسية من خلال تنفيذ مشاريع كبيرة، مثل محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية ومشاريع الطاقة الشمسية المنزلية والتجارية. وفي عام 2020، بلغت الطاقة الشمسية المثبتة في الولايات المتحدة حوالي 97 جيجاواط، ويتوقع أن يستمر النمو في السنوات القادمة. وتسعى الولايات المتحدة إلى تحقيق هدفها في توليد 100% من الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2035، وذلك من خلال تعزيز الاستثمار في الطاقة الشمسية والرياح والهيدروجين الأخضر وغيرها من مصادر الطاقة المتجددة.

مساهمات المؤلفين: قدم المؤلف المدرج مساهمة جوهرية ومباشرة وفكرية في العمل ووافق عليه للنشر.

التمويل: لم يتلق هذا البحث أي تمويل خارجي.

بيان توفر البيانات: لا ينطبق.

شكر وتقدير: نود أن ننتهز هذه الفرصة للتعبير عن خالص امتناني لقسم الإلكترونيات الكهربائية في جامعة كارابوك على دعمهم التقني الذي لا يقدر بثمن خلال بحثنا.

تضارب المصالح: يعلن المؤلف عدم وجود تضارب في المصالح.

المراجع المستعملة:

[1] S. Wahab, M. Imran, A. Safi, Z. Wahab, and D. Kirikkaleli, “Role of financial stability, technological innovation, and renewable energy in achieving sustainable development goals in BRICS countries,” Environ. Sci. Pollut. Res. Int., vol. 29, no. 32, pp. 48827–48838, 2022.

[2] M. A. Baloch, Danish, and Y. Qiu, “Does energy innovation play a role in achieving sustainable development goals in BRICS countries?,” Environ. Technol., vol. 43, no. 15, pp. 2290–2299, 2022.

[3] H. Lund, “Renewable energy strategies for sustainable development,” Energy (Oxf.), vol. 32, no. 6, pp. 912–919, 2007.

[4] I. Dincer and M. A. Rosen, “Energy, environment and sustainable development,” Appl. Energy, vol. 64, no. 1–4, pp. 427–440, 1999.

[5] M. Khaleel, A. Alsharif, and I. I. K. Imbayah, “Renewable energy technologies: Recent advances and future predictions,” AJAPAS, pp. 58–64, 2022.

[6] S. O. Oyedepo, “Towards achieving energy for sustainable development in Nigeria,” Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 34, pp. 255–272, 2014.

[7] K. Kaygusuz and A. Kaygusuz, “Renewable energy and sustainable development in Turkey,” Renew. Energy, vol. 25, no. 3, pp. 431–453, 2002.

[8] M. Khaleel, S. A. Abulifa, I. M. Abdaldeam, A. A. Abulifa, M. Amer, and T. M. Ghandoori, “A current assessment of the renewable energy industry,” African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS), vol. 2, no. 1, pp. 122–127, 2023.

[9] T. Güney, “Renewable energy, non-renewable energy and sustainable development,” Int. J. Sustainable Dev. World Ecol., vol. 26, no. 5, pp. 389–397, 2019.

[10] A. H. Abdou, T. H. Hassan, and M. M. El Dief, “A description of green hotel practices and their role in achieving sustainable development,” Sustainability, vol. 12, no. 22, p. 9624, 2020.

[11] M. A. Hannan et al., “Impact of renewable energy utilization and artificial intelligence in achieving sustainable development goals,” Energy Rep., vol. 7, pp. 5359–5373, 2021.

[12] M. Khaleel, Z. Yusupov, A. A. Ahmed, A. Alsharif, A. Alarga, and I. Imbayah, “The effect of digital technologies on energy efficiency policy,” International Journal of Electrical Engineering and Sustainability (IJEES), vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2023.

[13] Y. Cai, J. Xu, P. Ahmad, and A. Anwar, “What drives carbon emissions in the long-run? The role of renewable energy and agriculture in achieving the sustainable development goals,” Econ. Res.-Ekon. Istraž., vol. 35, no. 1, pp. 4603–4624, 2022.

[14] A. M. Omer, "Energy, environment and sustainable development," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 12, no. 9, pp. 2265–2300, 2008.

[15] F. Alasali, A. S. Saidi, N. El-Naily, O. Alsmadi, M. Khaleel, and I. Ghirani, "Assessment of the impact of a 10-MW grid-tied solar system on the Libyan grid in terms of the power-protection system stability," Clean Energy, vol. 7, no. 2, pp. 389–407, 2023.

[16] H. A. Bekhet and N. S. Othman, "The role of renewable energy to validate dynamic interaction between CO2 emissions and GDP toward sustainable development in Malaysia," Energy Econ., vol. 72, pp. 47–61, 2018.

[17] S. Tabrizian, "Technological innovation to achieve sustainable development—Renewable energy technologies diffusion in developing countries," Sustain. Dev., vol. 27, no. 3, pp. 537–544, 2019.

[18] A. Midilli, I. Dincer, and M. Ay, "Green energy strategies for sustainable development," Energy Policy, vol. 34, no. 18, pp. 3623–3633, 2006.

[19] Danish and R. Ulucak, "How do environmental technologies affect green growth? Evidence from BRICS economies," Sci. Total Environ., vol. 712, no. 136504, p. 136504, 2020.

[20] M. Khaleel, T. Mohamed Ghandoori, A. Ali Ahmed, A. Alsharif, A. J. Ahmed Alnagrat, and A. Ali Abulifa, "Impact of mechanical storage system technologies: A powerful combination to empowered the electrical grids application," in 2022 IEEE 2nd International Maghreb Meeting of the Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (MI-STA), 2022, pp. 628–636.

[21] M. W. Zafar, M. Shahbaz, A. Sinha, T. Sengupta, and Q. Qin, "How renewable energy consumption contribute to environmental quality? The role of education in OECD countries," J. Clean. Prod., vol. 268, no. 122149, p. 122149, 2020.

[22] S. P. Nathaniel and C. O. Iheonu, "Carbon dioxide abatement in Africa: The role of renewable and non-renewable energy consumption," Sci. Total Environ., vol. 679, pp. 337–345, 2019.

[23] R. Spalding-Fecher, H. Winkler, and S. Mwakasonda, "Energy and the World Summit on Sustainable Development: what next?," Energy Policy, vol. 33, no. 1, pp. 99–112, 2005.

[24] M. M. Vanegas Cantarero, "Of renewable energy, energy democracy, and sustainable development: A roadmap to accelerate the energy transition in developing countries," Energy Res. Soc. Sci., vol. 70, no. 101716, p. 101716, 2020.

[25] M. Khaleel, A. A. Ahmed, and A. Alsharif, "Energy Management System Strategies in Microgrids: A Review," The North African Journal of Scientific Publishing (NAJSP), vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2023.

[26] T. Li, A. Li, and X. Guo, "The sustainable development-oriented development and utilization of renewable energy industry——A comprehensive analysis of MCDM methods," Energy (Oxf.), vol. 212, no. 118694, p. 118694, 2020.

[27] R. Waheed, S. Sarwar, and A. Dignah, "The role of non-oil exports, tourism and renewable energy to achieve sustainable economic growth: What we learn from the experience of Saudi Arabia," Struct. Chang. Econ. Dyn., vol. 55, pp. 49–58, 2020.

[28] D. Gielen, F. Boshell, D. Saygin, M. D. Bazilian, N. Wagner, and R. Gorini, "The role of renewable energy in the global energy transformation," Energy Strat. Rev., vol. 24, pp. 38–50, 2019.

[29] M. Khaleel, "Intelligent Control Techniques for Microgrid Systems," Brilliance: Research of Artificial Intelligence, vol. 3, no. 1, pp. 56–67, 2023.

[30] D. Salman and N. A. Hosny, "The nexus between Egyptian renewable energy resources and economic growth for achieving sustainable development goals," Futur. Bus. J., vol. 7, no. 1, 2021.

[31] H. Dai, X. Xie, Y. Xie, J. Liu, and T. Masui, "Green growth: The economic impacts of large-scale renewable energy development in China," Appl. Energy, vol. 162, pp. 435–449, 2016.

[32] Z. Guang-Wen, M. Murshed, A. B. Siddik, M. S. Alam, D. Balsalobre-Lorente, and H. Mahmood, "Achieving the objectives of the 2030 sustainable development goals agenda: Causalities between economic growth, environmental sustainability, financial development, and renewable energy consumption," Sustain. Dev., vol. 31, no. 2, pp. 680–697, 2023.

[33] M. Khaleel, A. A. Ahmed, and A. Alsharif, "Artificial Intelligence in Engineering," Brilliance: Research of Artificial Intelligence, vol. 3, no. 1, pp. 32–42, 2023.

[34] M. Khaleel, S. A. Abulifa, and A. A. Abulifa, "Artificial intelligent techniques for identifying the cause of disturbances in the power grid," Brilliance: Research of Artificial Intelligence, vol. 3, no. 1, pp. 19–31, 2023.

[35] R.-D. Chang, J. Zuo, Z.-Y. Zhao, G. Zillante, X.-L. Gan, and V. Soebarto, "Evolving theories of sustainability and firms: History, future directions and implications for renewable energy research," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 72, pp. 48–56, 2017.

[36] A. Boudghene Stambouli, "Algerian renewable energy assessment: The challenge of sustainability," Energy Policy, vol. 39, no. 8, pp. 4507–4519, 2011.

[37] J. W. Lee, "The contribution of foreign direct investment to clean energy use, carbon emissions and economic growth," Energy Policy, vol. 55, pp. 483–489, 2013.

[38] K. Kaygusuz, "Energy for sustainable development: A case of developing countries," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 16, no. 2, pp. 1116–1126, 2012.

[39] Nam-Chol and H. Kim, "Towards the 2 °C goal: Achieving sustainable development goal (SDG) 7 in DPR Korea," Resour. Conserv. Recycl., vol. 150, no. 104412, p. 104412, 2019.

[40] L. Qin, Y. Hou, X. Miao, X. Zhang, S. Rahim, and D. Kirikkaleli, "Revisiting financial development and renewable energy electricity role in attaining China's carbon neutrality target," J. Environ. Manage., vol. 297, no. 113335, p. 113335, 2021.

[41] M. Khaleel, Faculty of Electrical Engineering Technology, University Malaysia Perlis, 02600, Arau, Malaysia, M. R. Adzman, S. M. Zali, M. M. Graisa, and A. A. Ahmed, "A review of fuel cell to distribution network interface using D-FACTS: Technical challenges and interconnection trends," Int. J. Electr. Electron. Eng. Telecommun., vol. 10, no. 5, pp. 319–332, 2021.

[42] A. M. Omer, "Green energies and the environment," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 12, no. 7, pp. 1789–1821, 2008.

[43] L. M. Fonseca, J. P. Domingues, and A. M. Dima, "Mapping the Sustainable Development Goals relationships," Sustainability, vol. 12, no. 8, p. 3359, 2020.

[44] A. Armin Razmjoo, A. Sumper, and A. Davarpanah, "Energy sustainability analysis based on SDGs for developing countries," Energy Sources Recovery Util. Environ. Eff., vol. 42, no. 9, pp. 1041–1056, 2020.

[45] F. Mneimneh, H. Ghazzawi, M. Abu Hejjeh, M. Manganelli, and S. Ramakrishna, "Roadmap to achieving sustainable development via green hydrogen," Energies, vol. 16, no. 3, p. 1368, 2023.

[46] M. Khaleel, M. R. Adzman, and S. M. Zali, "An integrated of hydrogen fuel cell to distribution network system: Challenging and opportunity for D-STATCOM," Energies, vol. 14, no. 21, p. 7073, 2021.

[47] S. A. Sarkodie, S. Adams, P. A. Owusu, T. Leirvik, and I. Ozturk, "Mitigating degradation and emissions in China: The role of environmental sustainability, human capital and renewable energy," Sci. Total Environ., vol. 719, no. 137530, p. 137530, 2020.

[48] A. J. Reid et al., "Post-2015 Sustainable Development Goals still neglecting their environmental roots in the Anthropocene," Environ. Sci. Policy, vol. 77, pp. 179–184, 2017.

[49] S. C. Bhattacharyya, "Energy access programmes and sustainable development: A critical review and analysis," Energy Sustain. Dev., vol. 16, no. 3, pp. 260–271, 2012.

[50] Y. Miao, A. Razzaq, T. S. Adebayo, and A. A. Awosusi, "Do renewable energy consumption and financial globalisation contribute to ecological sustainability in newly industrialized countries?," Renew. Energy, vol. 187, pp. 688–697, 2022.

[51] A. Alsharif, C. W. Tan, R. Ayop, A. A. A. Ahmed, A. Alanssari, and M. M. Khaleel, "Energy management strategy for Vehicle-to-grid technology integration with energy sources: Mini review," AJAPAS, pp. 12–16, 2022.

[52] M. Khaleel, N. El-Naily, H. Alzargi, M. Amer, T. Ghandoori, and A. Abulifa, "Recent progress in synchronization approaches to mitigation voltage sag using HESS D-FACTS," in 2022 International Conference on Emerging Trends in Engineering and Medical Sciences (ICETEMS), 2022, pp. 186–190.

[53] H. K. Fotio, S. Adams, H. Nkengfack, and B. Poumie, "Achieving sustainable development goal 7 in Africa: Does globalization matter for electricity access, renewable energy consumption, and energy efficiency?," Util. Policy, vol. 82, no. 101545, p. 101545, 2023.

[54] Q. Wang and Y. Chen, "Barriers and opportunities of using the clean development mechanism to advance renewable energy development in China," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 14, no. 7, pp. 1989–1998, 2010.

[55] M. Usman, K. Khalid, and M. A. Mehdi, "What determines environmental deficit in Asia? Embossing the role of renewable and non-renewable energy utilization," Renew. Energy, vol. 168, pp. 1165–1176, 2021.

[56] Wellmer and Becker-Platen, "Sustainable development and the exploitation of mineral and energy resources: a review," Geol. Rundsch., vol. 91, no. 5, pp. 723–745, 2002.

[57] M. Khaleel, Z. Yusupov, N. Yasser, H. Elkhozondar, and A. A. Ahmed, "An integrated PV farm to the unified power flow controller for electrical power system stability," International Journal of Electrical Engineering and Sustainability (IJEES), pp. 18–30, 2023.

[58] S. A. R. Khan, Y. Zhang, A. Kumar, E. Zavadskas, and D. Streimikiene, "Measuring the impact of renewable energy, public health expenditure, logistics, and environmental performance on sustainable economic growth," Sustain. Dev., vol. 28, no. 4, pp. 833–843, 2020.

[59] A. Haldar, N. Sethi, P. K. Jena, and P. C. Padhan, "Towards achieving Sustainable Development Goal 7 in sub-Saharan Africa: Role of governance and renewable energy," Sustain. Dev., 2023.

[60] A. A. Ahmed, A. Alsharif, and N. Yasser, "Recent advances in energy storage technologies," International Journal of Electrical Engineering and Sustainability (IJEES), pp. 9–17, 2023.

[61] Danish, R. Ulucak, and S. U.-D. Khan, "Determinants of the ecological footprint: Role of renewable energy, natural resources, and urbanization," Sustain. Cities Soc., vol. 54, no. 101996, p. 101996, 2020.

[62] S. Naz, R. Sultan, K. Zaman, A. M. Aldakhil, A. A. Nassani, and M. M. Q. Abro, "Moderating and mediating role of renewable energy consumption, FDI inflows, and economic growth on carbon dioxide emissions: evidence from robust least square estimator," Environ. Sci. Pollut. Res. Int., vol. 26, no. 3, pp. 2806–2819, 2019.

[63] T. Kousksou et al., "Renewable energy potential and national policy directions for sustainable development in Morocco," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 47, pp. 46–57, 2015.

[64] P. del Río and M. Burguillo, "An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 13, no. 6–7, pp. 1314–1325, 2009.

[65] K. Bilen et al., "Energy production, consumption, and environmental pollution for sustainable development: A case study in Turkey," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 12, no. 6, pp. 1529–1561, 2008.

[66] Vasylieva, Lyulyov, Bilan, and Streimikiene, "Sustainable economic development and greenhouse gas emissions: The dynamic impact of renewable energy consumption, GDP, and corruption," Energies, vol. 12, no. 17, p. 3289, 2019.

[67] H. N. Tran, "Renewable energy in achieving sustainable development goals (SDGs) and nationally determined contribution (NDC) of Vietnam," in Renewable Energy in Developing Countries, Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 41–56.