كلية الشريعة والقانون بدمنهور

جامعة الأزهر

مجلة البحوث الفقهية والقانونية

مجلة علمية محكمّة
تصدرها كلية الشريعة والقانون بدمنهور

بحث مستل من

العدد الأربعين - "إصدار يناير ٢٠٢٣م - ١٤٤٤هـ"

دور التشريعات لتمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة في نيوم "دراسة نقدية تحليلية"

The role of legislation to enable sustainable technologies in the field of energy storage in NEOM "Analytical Critical Study"

الدكتـــور

محمد بن عمر الحجيلي

أستاذ القانون الخاص المساعد

قسم الأنظمة - كلية الشريعة والأنظمة

جامعة تبوك

المجلة حاصلة على اعتماد معامل

" ارسيف Arcif " العالمية

وتقييم ٧ من ٧ من المجلس الأعلى للجامعات

رقم الإيداع

٦٣٥٩

الترقيم الدولي

(ISSN-P): (1110-3779) - (ISSN-O): (2636-2805)

للتواصل مع المجلة

٠١٢٢١٠٦٧٨٥٢

journal.sha.law.dam@azhar.edu.eg

موقع المجلة على بنك المعرفة المصري

https://jlr.journals.ekb.eg

دور التشريعات لتمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة في نيوم "دراسة نقدية تحليلية"

The role of legislation to enable sustainable technologies in the field of energy storage in NEOM "Analytical Critical Study"

الدكتـــــور

محمد بن عمر الحجيلي

أستاذ القانون الخاص المساعد

قسم الأنظمة - كلية الشريعة والأنظمة

جامعة تبوك

شكر وتقدير

يتقدم فريق الدراسة بخالص الشكر لعمادة البحث العلمي بجامعة تبوك على دعمها العلمي والمادي بالمنحة البحثية رقم ٠٢٢٨-١٤٤٣-S.

Acknowledgment

The authors extend their appreciation to the Deanship of scientific Research at university of Tabuk for funding this work through Research no 00228-1443-S.

دور التشريعات لتمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة في نيوم "دراسة نقدية تحليلية"

محمد بن عمر الحجيلي
قسم الأنظمة، كلية الشريعة والأنظمة، جامعة تبوك، المملكة العربية السعودية.
البريد الإلكتروني: malhejaili@ut.edu.sa

ملخص البحث:

تتناول الدراسة موضوع دور التشريعات الممكنة للتقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة، وذلك لتحقيق حماية البيئة من الانبعاثات الضارة الناتجة عن الاستهلاك المفرط لمصادر الطاقة الاحفورية حيث يتطلب تحقيق التقدم والاستغلال الأمثل لمصادر الطاقة النظيفة والمتجددة إيجاد الحلول المناسبة لمشكلة تخزين الطاقة المتجددة للتمكين من استخدامها في الأوقات التي لا تكون فيها مصادر الطاقة المتجددة متاحة، ويعد تخزين الطاقة أحد التقنيات الداعمة الرئيسية للثورة الطاقوية وله أهمية استراتيجية كبيرة، حيث تدعم السياسات التشريعية عموما تمكين التقنيات المستدامة في تخزين الطاقة كأحد دعائم الاستدامة الطاقوية في نيوم وفى المملكة العربية السعودية ككل، وتوضح الدراسة أهمية دعم التشريعات لتمكين التقنيات المستدامة في تخزين الطاقة إلى جانب العوامل الاخرى المساعدة في استغلال الطاقة المتجددة، وتوضح الدراسة أهمية دعم التشريعات لتمكين التقنيات المستدامة لتحقيق مستهدفات الاكتفاء الطاقوي في نيوم، وقد توصلت الدراسة إلى ضرورة وضع إطار تشريعي داعم ومرن يتناسب مع التطور المتوقع في تقنيات تخزين الطاقة ويخدم مستهدفات بناء نيوم كمدينة مستدامة العناصر.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة، نيوم، التقنيات المستدامة، تخزين الطاقة، الاستدامة الطاقوية.

The role of legislation to enable sustainable technologies in the field of energy storage in NEOM "Analytical Critical Study"

Mohammed Omar Alhejaili
Regulations Department, College of Sharia and Regulations, Tabuk University, Saudi Arabia.
E-mail: malhejaili@ut.edu.sa

Abstract:

This study explores the role of possible legislation for sustainable technologies in the field of energy storage, in order to achieve environmental protection from harmful emissions resulting from excessive consumption of fossil energy sources. Energy storage is one of the main supporting technologies for the energy revolution and has great strategic importance, as legislative policies generally support enabling sustainable technologies for energy storage as one of the pillars of sustainability in NEOM and in the Kingdom of Saudi Arabia as a whole. This study displays the importance of supporting legislation to enable sustainable energy storage technologies, along with other factors that help in exploiting renewable energy and achieving the objectives of the NEOM project as one of the energy sustainable cities.

Keywords: Renewable Energy, Neom, Sustainable Technologies, Energy Storage, Energy Sustainability.

مقدمة:

إن الاهتمام العالمي اليوم متوجه إلى الطاقة المتجددة[١] التي تعد محوراً رئيساً للانتقال إلي منظومة طاقوية مستدامة[٢]، فالحصول على مصادر الطاقة المتجددة أصبح محط اهتمام عالمي وتنافسي، باعتبار أن ذلك من أهداف خطة التنمية المستدامة، والتي حدد فيها قادة العالم مجموعة من الأهداف أهمها حماية الأرض[٣].

ومن هذا المنطلق تكاتفت الجهود الدولية قبل حلول عام ٢٠٣٠م لوضع أجندة أهداف عالمية تشمل على حلول وآليات للانتقال إلى الطاقة النظيفة[٤]، للحفاظ على البيئة والحد من الانبعاثات الضارة[٥]، وقد أدي سن التشريعات واعتماد خطط وبرامج عمل وسياسات

---

(١) – حسين، مروة (٢٠٢٢)، كيفية الاستفادة من الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية، مجلة الديمقراطية، مج٢٢، ع٨٥ ، ص ٨٦.

(٢) – الهلالي، جيهان عبدالقادر محمد، (٢٠١٥)، الطاقة المتجددة: مزاياها، اهميتها، استخداماتها ومعوقاتها. مجلة الدراسات الإنسانية، ع١٤، ص ٢٤٥.

(3) – Gjorgievski, V. Z., Markovska, N., Pukšec, T., Duić, N., & Foley, A. (2021), Supporting the 2030 agenda for sustainable development: Special issue dedicated to the conference on sustainable development of energy, water, and environment systems 2019. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 143.

(٤) – عمارة، هشام محمد، والعجمي، أحمد عبد العليم (٢٠١٧)، الطاقة المتجددة: الواقع – التحديات – السياسات، مجلة مصر المعاصرة، مج١٠٨، ع٥٢٥، ص ٥.

(٥) – خوجة، هشام طراد، (٢٠١٧)، الطاقة المتجددة: الفعالية الاقتصادية والإيجابية البيئية، مجلة رماح للبحوث والدراسات، ع٢٣، ص ٢٣٦.

تحفيزية عالمية في مجال الطاقة المتجددة إلى مزيد من التقدم التكنولوجي[١]، وانخفاض التكاليف واستخدام متسارع للطاقة المتجددة عالمياً، وزيادة حصتها في المزيج الوطني للطاقة في العديد من الدول سواء أكانت متقدمة أم نامية[٢] .

وكل المحاولات العالمية للتحول نحو الطاقة النظيفة إنما جاءت على أنظمة قائمة استمرت ردحاً طويلاً من الزمن تعتمد على مصادر الطاقة التقليدية إلا أن الوضع مختلف في مشروع نيوم حيث يقوم بداية على الطاقة النظيفة[٣] ويستهدف تحقيق الاستدامة[٤] في أنظمة الطاقة الكهربائية[٥]، في حين أن بعض مصادر الطاقة المتجددة مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية تتسم بعدم الاستقرار كمصدر ثابت، مما يجعل من الصعب التنبؤ بالحصول علي الطاقة الناتجة منها، فهي وليدة تقلبات وظروف غير ثابتة، لذا ستكون هناك حاجة إلى أنظمة تسهل وتدعم وتمكن من تحقيق التوافق بين مصادر الطاقة

---

(١) – بن علي، قريجيج، بن ناصر، سيد أحمد، وشاعة، عبد القادر، (٢٠١٩)، الطاقة الخضراء وتحديات تحقيق التنمية الاقتصادية الشاملة. مجلة الاستراتيجية والتنمية، مج٩، عدد خاص، ص٢١٨-٢١٩.

(2) – Weiland, S., Hickmann, T., Lederer, M., Marquardt, J., & Schwindenhammer, S. (2021). The 2030 agenda for sustainable development: transformative change through the sustainable development goals? Politics and Governance, 9(1), 90-95

(3) Boretti, A (2022), Hydrogen key technology to cover the energy storage needs of NEOM City.

(4) – Boretti, A, (2021), Integration of solar thermal and photovoltaic, wind, and battery energy storage through AI in NEOM city. Energy and AI, P 3,

(٥) – العتيبي، ليلى صنهات ذياب الروقي، (٢٠٢١)، دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مشروع نيوم في ظل رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠، مجلة القراءة والمعرفة، ع٢٣٥، ص ٣٠٧.

المتجددة والاستهلاك المتوقع و أنظمة تخزين فائض الطاقة من المصادر المتجددة لاستخدامها لاحقًا خلال فترات عدم التوليد أو فترات توليد الطاقة المنخفضة[1].

وتؤدي التشريعات والسياسات التشريعية دوراً رئيسيا لتمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة باعتبارها نقطة ارتكاز لتحقيق أهداف الاستدامة الطاقوية حيث تدعم الإقبال على الابتكار في هذا المجال ويمكن من خلالها تقديم الدعم اللازم سواء تشريعياً أو ضريبياً كما أن سياسة سن التشريعات المنظمة لأنشطة تخزين الطاقة، إن لم تكن مرنة بالشكل الكافي ومواكبة لتطورات العلوم في مجال تخزين الطاقة فلن تؤدي هدفها في تمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة.

موضوع الدراسة وأهميتها:

تتناول الدراسة معالجة المعوقات التشريعية للابتكار في التقنيات المستدامة لتخزين الطاقة، ودعم خلق البيئة المحفزة من خلال وضع الحلول التشريعية الملائمة لطبيعة الطاقة المتجددة والمشكلات التي تواجهها كمصدر يعتمد عليه بالكامل في تشغيل مشروع نيوم من حيث إنتاج الطاقة ونقلها وصولاً إلى تخزينها وتكلفتها.

مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة الدراسة في عدم وجود سياسة تشريعة داعمة لتمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة المتجددة ككل فمشكلة التخزين بالنسبة للطاقة المتجددة لاتزال مشكلة فنية فقط في حين أن التشريعات ذات العلاقة يمكن أن تكون وسيلة دعم كبيرة في هذا الصدد.

---

(1) - Boretti, A., & Castelletto, S. (2022). Opportunities of renewable energy supply to NEOM city. Renewable Energy Focus, 40, 67-81.

الدراسات السابقة:

ثمة دراسات عديدة في موضوع الطاقة المتجددة لكن في مجال دور التشريعات لتمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة في نيوم- على حد علمنا واطلاعنا- لم نقف على دراسة متخصصة في الموضوع، ولكن ما وقفنا عليه من دراسات نذكر منها:

- دراسة (عبد الأمير، ٢٠٢٢)[١] بعنوان "دور التشريع في مجال الطاقة المتجددة " هذه الدراسة ركزت علي الطاقة المتجددة كأحد أهم البدائل العالمية للتحول من الطاقة التقليدية (الأحفورية) المتمثلة في الغاز والبترول والفحم والتحول نحو الطاقة النظيفة، متناولاً دور الاتفاقيات الدولية في تعزيز هذا التحول وتوصلت الدراسة إلي أن الطاقة المتجددة لها انعكاسات علي المستوي الاجتماعي من خلال توفير فرص عمل للشباب والقضاء علي الفقر.، وهذه الدراسة تختلف اختلافاً كبيراً عن دراستنا والتي يتناول فيها دور التشريعات لتمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة في نيوم

- دراسة (الجنايني،٢٠٢٢)[٢] بعنوان "أهداف التنمية المستدامة ومستقبل الطاقة" ركزت هذه الدراسة على اهتمام مصر بالطاقة المتجددة وذلك لتحقيق عدة أهداف منها، التوسع في تنوع مصادر الطاقة المتجددة بهدف التنوع في مصادر الاقتصاد المحلي ومصادر الدخل، ويتمثل الدور المخول للطاقات المتجددة في إطار الاستراتيجية المصرية في الوقت الراهن، وجاءت التوصيات بضرورة تحديث الاستراتيجية باستمرار لتحقيق فاعلية وكفاءة مستمرة، وتشجيع تطبيق الطاقة المستدامة كجزء لا يتجزأ ولا ينفصل عن استراتيجية قطاع الطاقة، وهذه الدراسة تختلف اختلافاً كبيراً عن دراستنا

---

(١) – عبد الأمير، رجاء حسين، ودهش، فاطمة عبد مهدي، (٢٠٢٢)، دور التشريع في مجال الطاقة المتجددة. مجلة كلية القانون للعلوم القانونية والسياسية، مج١١، ع٤١، ص ١٤١-١٦٣.

(٢) – الجنايني، محمود عدلي، (٢٠٢٢)، أهداف التنمية المستدامة ومستقبل الطاقة، مجلة الديمقراطية، مج٢٢، ع٨٥، ص ٦٦-٧١.

والتي يتناول فيها دور التشريعات لتمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة في نيوم.

منهج الدراسة:

تتبني الدراسة المنهج التحليلي الوصفي حول موضوع دور التشريعات لتمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة في نيوم، وتعتمد الدراسة على مجموعة من المصادر الأولية والثانوية والمنشورات العلمية.

خطة الدراسة:

- مقدمة
- المبحث الأول: تهيئة البيئة التشريعية المحفزة لتمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة.
- المطلب الأول: دور التشريعات في تذليل التحديات العالمية والمحلية في التحول للطاقة المتجددة.
- المطلب الثاني: التشريعات الممكنة للتقنيات المستدامة في تخزين الطاقة.
- المبحث الثاني: موائمة رؤية نيوم مع مستهدفات تمكين التقنيات المستدامة في تخزين الطاقة.
- المطلب الأول: مفهوم الاستدامة الطاقوية في نيوم.
- المطلب الثاني: تخزين الطاقة كألية لتحقيق الاستدامة الطاقوية في مشروع نيوم.
- الخاتمة وتحتوي على أهم النتائج والتوصيات.
- المراجع.

المبحث الأول:
تهيئة البيئة التشريعية المحفزة لتمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة

تمهيد وتقسيم :

الحد الأدنى من المتطلبات التي يجب أن تكون موجودة للتحول الطاقوي هو توافر المصادر المتجددة كالرياح، والشمس[١]، فجودة وكثافة وكمية الموارد التي سيتم استغلالها ضرورية ومع ذلك، فقد ثبت أنه لا يجب أن يكون العامل المحدد للنجاح[٢]، فالعديد من الدول الرائدة في مجال الطاقة المتجددة وتخزينها[٣] لا تتمتع بموارد طبيعية بشكل بارز جدًا، مثل الصين[٤] وألمانيا[٥]، حيث إن قطاع الطاقة الكهروضوئية متقدم جدًا، وبالتحديد لا نتحدث عن دول تتميز بساعات طويله لسطوع الشمس، ففي البلدان التي

---

(١) – الثعلبي، سكنه جهية فرج، وخلف، قاسم جبار، (٢٠١٩)، الأهمية الاقتصادية لاستخدامات الطاقة العالمية المتجددة: الطاقة الشمسية وطاقة الرياح أنموذجاً مع إشارة خاصة إلى العراق. مجلة كلية الإدارة والاقتصاد للدراسات الاقتصادية والإدارية والمالية، مج١١، ع٢، ص ٥١-٥٢.

(2) –Kousksou, T., Bruel, P., Jamil, A., El Rhafiki, T., & Zeraouli, Y. (2014) Energy storage: Applications and challenges. Solar Energy Materials and Solar Cells, 120, 59-62

(3) – Chu, S., Cui, Y., & Liu, N. (2017). The path towards sustainable energy. Nature materials, 16(1), p1.

(4) – Haisheng, C. H. E. N., Hong, L. I., Wentao, M. A., Yujie, X. U., Zhifeng, W. A. N. G., Man, C. H. E. N., ... & Peng, Q. I. N. (2022). Research progress of energy storage technology in China in 2021. Energy Storage Science and Technology, 11(3), 1052.

(5) – S temmle, R., Hammer, V., Blum, P., & Menberg, K. (2022). Potential of low-temperature aquifer thermal energy storage (LT-ATES) in Germany. Geothermal Energy, 10(1), 1-25

لديها أكثر من كميات كافية من الموارد الطبيعية، مثل الشرق الأوسط أو أفريقيا[١]، حيث تشرق الشمس لساعات أكثر، لم تطور مشاريع الألواح الكهروضوئية، ومما لا يمكن إنكاره أن توفير الموارد الطبيعية شرط لا غنى عنه لتوليد الطاقة المتجددة ، ولكنه ليس أمرًا حاسمًا، فيجب أن يرتبط وجود الموارد الطبيعية ارتباطًا وثيقًا بالتشريعات ، ولذا سنناقش في هذا المبحث تحليل ونشر بعض الإنجازات والتحديات التي تم التوصل إليها في قطاع الطاقة عالمياً ومحلياً، على الطريق الطويل نحو الامتثال لأهداف التنمية المستدامة، مع التركيز بشكل خاص على "منطقة نيوم" التي لديها مصادر طاقة متجددة ووفيرة، لكنها تتطلب إصلاحات مهمة لتحفيز استثمار رأس المال والتقنيات المستدامة في تخزين الطاقة، بهدف تحقيق استخدامها بشكل فعال، يسمح لها بتلبية احتياجات الطاقة لجميع الناس الذين يعيشون في هذه المنطقة، بدون إهمال الاستدامة وذلك من خلال المطالب التالية:

- المطلب الأول: دور التشريعات في تذليل التحديات العالمية والمحلية في التحول للطاقة المتجددة.
- المطلب الثاني: التشريعات الممكنة للتقنيات المستدامة في تخزين الطاقة.

---

(١) – سي ناصر، هاجر، وشريط، صلاح الدين، (٢٠٢٢)، التحول نحو الطاقة المتجددة لضمان تحقيق أمن طاقوي مستدام: حالة دول إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. مجلة أبحاث ودراسات التنمية، مج٩، ع١، ص ٢٠٥.

المطلب الأول:
دور التشريعات في تذليل التحديات العالمية والمحلية في التحول للطاقة المتجددة

نظراً لتوجه معظم الدول نحو الطاقات المتجددة(١) للتخلي التدريجي عن الوقود الأحفوري(٢) في المدى البعيد بالإضافة إلى ضرورة التخفيف من انبعاث الغازات الدفيئة فيتعين على الدول أن تعد النظر في سياستها الطاقوية(٣)، فتستطيع الدولة مواجهة ظاهرة الاحتباس الحراري باستخدام سياستي التكيف والتخفيف من خلال استبدال الوقود الأحفوري بالوقود الأخضر لحماية البيئة والمجتمع(٤)، بالنظر إلى وجود أهداف سياسية طموحة لتقليل انبعاثات الكربون الضارة، فإن تسريع عملية مقاومة الانبعاثات الكربونية وتمويل برامج تخفيفها يطرح العديد من القضايا المرتبطة بها.

---

(1) – Kamal, M. M., Asharaf, I., & Fernandez, E. (2022). Optimal renewable integrated rural energy planning for sustainable energy development. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 53, 102581.

(٢) – الوقود الأحفوري هو عبارة عن المركبات العضوية الناتجة عن عمليات البناء الضوئي حيث إن المواد العضوية للنباتات والحيوانات لم تتحل تحليل كامل، بل طمرت تحت طبقات من التربة الرملية والطينية والجيرية مما نتج عنه النفط والغاز الطبيعي والفحم الحجري، وطاقة الوقود الأحفوري هي طاقة كيمائية كامنة في باطن الأرض. خوجة، هشام طراد، الطاقة المتجددة: الفعالية الاقتصادية والإيجابية البيئية، المرجع السابق ص٢٣٩.

(٣) – الهلالى، جيهان عبدالقاد محمد (٢٠١٥)، "الطاقة المتجددة: مزاياها، أهميتها، استخداماتها ومعوقاتها" مجلة الدراسات الإنسانية: جامعة دنقلا – كلية الآداب والدراسات الإنسانية ع١٤، ص ٢٤٦.

(٤) – معمري، عبد الناصر، ومليكة هنان، (٢٠٢٢) "مبدأ الحيطة لحماية البيئة وتعزيز التنمية المستدامة." مجلة الاجتهاد للدراسات القانونية والاقتصادية: المركز الجامعي أمين العقال الحاج موسى أق أخموك لتامنغست – معهد الحقوق والعلوم السياسية مج١١، ع١، ص ٤٤٧.

وفي هذا الشأن تدعم التشريعات عملية التحول نحو الطاقة المتجددة والتي من مقوماتها عملية التخزين فوضع تشريعات داعمة ومرنة تحفز تطويع التقنيات وتوظيفها في مجال تخزين الطاقة.

الفرع الأول:
التحديات العالمية المرتبطة بالتحول للطاقة المتجددة

أصبح التحول الطاقوي أحد أهم اهتمامات صانعي السياسات حول العالم[١]، نتيجة لما يشهده العالم اليوم من أضرار بيئية قد تدفعه إلى الهاوية[٢]، وتلعب مصادر الطاقة البديلة بلا شك دورًا رئيسياً ليس فقط في العملية التي طال انتظارها لإزالة الكربون، ولكن أيضاً في تنفيذ نموذج اقتصادي جديد، يهدف إلى تعزيز الاستدامة في تخزين الطاقة[٣] .

فالأزمة المناخية التي يمر بها العالم في السنوات الأخيرة تشكل تهديداً حقيقياً لكل من استدامة الإنسان والنظام البيئي[٤]، إن تزايد تواتر شدة العواصف وموجات الحر والجفاف وارتفاع مستويات سطح البحر وذوبان الأنهار الجليدية واحترار المحيطات كلها عوامل تهدد البيئة والعالم، وتتطلب معالجة هذه الأزمة حاجة ملحة للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ومعالجة عواقب التهديد الذي نواجهه بالفعل، وتحاول الجهود المشتركة للمجتمع الدولي مكافحة التأثير الضار للاحتباس الحراري العالمي[٥].

---

(١) – عاشور، سهام عقل عبد الله علي، (٢٠١٧) "محددات استخدام الطاقة الشمسية كأحد مصادر الطاقة المتجددة في مصر." مجلة مركز صالح عبد الله كامل للاقتصاد الاسلامي: جامعة الازهر – مركز صالح عبد الله كامل للاقتصاد الإسلامي مج٢١، ع٦١، ص ٣٨٣.

(٢) – القرعيش، سمير، (٢٠٢٢)، اتجاهات الطاقة النظيفة وتعزيز البيئة: الطاقة الهيدروجينية نموذجا. مجلة الديمقراطية، مج٢٢، ع٨٥، ص ٤٨.

(٣) – الصوري، السيد علي أحمد، (٢٠٢٠)، تجارب الطاقة الشمسية دولياً. المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، مج١١، ع٤، ص ١٠١.

(4)– Chu, S., & Majumdar, A. (2012). Opportunities and challenges for a sustainable energy future. nature, 488(7411), p294-303.

(٥) – جاد الله، إسلام، (٢٠٢٢)، دور قطاع الطاقة في التنمية: الرؤية والإنجاز والتحديات، مجلة الديمقراطية، مج٢٢، ع٨٥، ص ٤٢.

ويمر قطاع الطاقة العالمي بتحول سريع ومتسارع، فيتم تحفيز هذا المسار المتسارع بواسطة مجموعة من المحركات تعتبر معالجة تغير المناخ من الاعتبارات الهامة بين هذه الدوافع، ولكن صانعي السياسات والحكومات يواجهون أولويات أخرى[١]، بما في ذلك ضمان إمدادات الطاقة بأسعار معقولة، وتعزيز أمن الطاقة، وضمان وصول الطاقة للجميع[٢] في هذا السياق، سيستمر الوقود الأحفوري في لعب دوره في تلبية الطلب المتزايد على الطاقة لفترة زمنية، جنباً إلي جنب مع الاعتماد على سياستان رئيسيتان للطاقة لتحقيق أهداف اتفاقية باريس هما: كفاءة الطاقة[٣] والطاقة المتجددة[٤].

---

(١) – مداحي، محمد، (٢٠٢١)، الاستثمار في اقتصاديات الطاقة المتجددة في الجزائر: مدخل لتحقيق مبادئ الاقتصاد الأخضر دراسة قياسية. مجلة إيليزا للبحوث والدراسات، مج٦، ع٢، ص ٥٨٠.

(٢) – حريتاني، محمود، (٢٠٢١)، الطاقة النظيفة المتجددة: الطاقة الشمسية، المعرفة، س٥٩، ع٦٨٩، ص٢١١.

(٣) – فكفاءة الطاقة مجموعة من التقنيات التي تسمح بتحسين الموارد وتحقيق أقصى استفادة منها في أي نظام لتوليد الطاقة، وتحويلها، وتوزيعها، واستخدامها.، كما أنها تمثل العلاقة بين الطاقة المستخدمة والإجمالي المستخدم في أي عملية من سلسلة الطاقة، والتي تسعى إلى تعظيمها من خلال الممارسات الجيدة لإعادة التحويل التكنولوجي أو استبدال الوقود.

-Lovins, A. (2017). Energy efficiency. Energy Economics, 1, 234-258،

-Paramati, S. R., Shahzad, U., & Doğan, B. (2022). The role of environmental technology for energy demand and energy efficiency: Evidence from OECD countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 153.

(٤) – هي الطاقة التي تعتمد على موارد متوفرة ومستدامة بيئياً كطاقة الرياح وطاقة الشمس.

Qazi, A., Hussain, F., Rahim, N. A., Hardaker, G., Alghazzawi, D., Shaban, K., & Haruna, K. (2019). Towards sustainable energy: a systematic review

الفرع الثاني:
التحديات المحلية المرتبطة بالتحول للطاقة المتجددة

على الرغم من بعض التجارب الناجحة في التحول نحو الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية[١]، إلا أن هناك من المعوقات ما يؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على هذه الفكرة، خاصة وأن المملكة العربية السعودية تمتلك أعلى مستوى من الناتج المحلي الإجمالي بين دول مجلس التعاون الخليجي، ولكنها في ذات الوقت تعد من أعلي الدول مستوي في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون[٢].

ولذا فتواجهه المملكة العديد من التحديات نحو التوجه للطاقة المتجددة فهي من بين دول مجلس التعاون الخليجي الست تبرز كواحدة من أكبر الأسواق التي تمثل معظم المشاريع الخاصة بالطاقة المتجددة ومن المتوقع أن تساهم في جعل المنطقة مركزًا للتوسع في مجال الطاقة المتجددة وتخزينها[٣].

---

of renewable energy sources, technologies, and public opinions. IEEE access, 7.

(١) – المجحدي، ابتسام علي صالح، (٢٠١٩)، تقييم الرؤية المستقبلية لدور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في ضوء رؤية المملكة "٢٠٣٠"، العلوم التربوية، مج٢٧، ع٣، ص ٣٩٦.

(٢) – عكاشة، هاجر سعد محمد، (٢٠٢١)، الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية: الواقع والمأمول: مجلة الدراسات التاريخية والاجتماعية، ع٥١، ص٢٧٠.

(٣) – المالكي، أمل حسن، سمرقندي، نهلة صدر الدين، وبخاري، عبلة بنت عبد الحميد محمد. (٢٠١٩). المحددات الاقتصادية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المملكة العربية السعودية: الدور والأثر. مجلة العلوم الإقتصادية والإدارية والقانونية، مج٣، ع١٢، ص ٢-٣.

أولاً: معوقات التحول نحو الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية.

الطاقات المتجددة هي مفتاح مكافحة تغير المناخ فيتم توليد الطاقة المتجددة من الموارد الطبيعية التي لا تنفد أبداً وهذا له فوائد عديدة [١]، لكننا نجد أيضاً بعض العيوب، **أهمها**:

١. الافتقار إلى سياسات الأعمال وبيئة الأعمال المناسبة بعض الأسباب الأخرى التي يجب معالجتها على الفور لتعزيز مبادرات الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية.

٢. هناك نقصًا في ضمان أمن الاستثمار وعائد الاستثمار لجذب المستثمرين في هذه المنطقة.

٣. نقص التشريعات الوطنية الخاصة بالموافقات القانونية والتراخيص اللازمة لإقامة المشروعات والتي تؤثر سلباً على الإقبال من قبل المستثمرين في مجالات الطاقة خاصة مع قلة الوعي البيئي بأهمية الطاقة المتجددة ومستقبلها [٢].

٤. العائق التكنولوجي لتقنيات الطاقة المتجددة ، فتقنيات الطاقة هي عبارة عن نقل المعرفة الخاصة بتكنولوجيا الطاقة وهو أمر في غاية الأهمية [٣]، والذي يحتاج إلي توافر

---

(١) – بالعجين، خالدية، عبد الرحيم، ليلى، وساجي، فاطمة، (٢٠٢٠)، التجارب الرائدة عالمياً في استغلال الطاقة المتجددة: الصين أنموذجاً، مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصرة، مج٣، ع٢، ص ١٠٧.

(٢) –يوسف، سحر أحمد حسن (٢٠٢٠)، "الطاقة المتجددة بين الواقع والمأمول: خارطة الطريق "Irina Analysis" Remap." المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة: جامعة عين شمس – كلية التجارة ع٤، ص ٢٦٥

(3) – Wang, S., Wei, T., & Qi, Z. (2008). Supercapacitor energy storage technology and its application in renewable energy power generation system. In Proceedings of ISES World Congress 2007 (Vol. I–Vol. V) (pp. 2805-2809). Springer, Berlin, Heidelberg.

الخبرات الفنية القادرة علي ذلك ولذا فنحتاج إلي خطط مدروسة على أسس سليمة وقانونية تشترك فيها كل مؤسسات الدولة تمكن من نقل هذه المعرفة، وتأخذ في اعتبارها الامكانيات اللازمة(المادية والبشرية) والمتوفرة في الدولة، فغياب الجانب المعرفي في ظل إطار تشريعي يعتبر من أهم معوقات الطاقة المتجددة ، ولذا نحتاج إلي المزيد من الخطط الاستراتيجية وأليات للتنفيذ[١].

٥. قلة الوعي المجتمعي بأهمية التحول للطاقة المتجددة، واستخدام تقنيات الطاقة وهذا أمر يعتبر عائقاً كبيراً، خاصة في مجتمعات نشأت في ظل الوقود الأحفوري، كما أن الشعور العام لدي المجتمع ينظر إلى استخدام الظواهر الطبيعة (الشمس – الرياح – المياه) في إنتاج الطاقة أمر عديم الجدوى[٢].

ثانياً: التحديات

١. تتطلب استراتيجيات وسياسات تطوير الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية إصدار تشريعات جديدة، وتوقيع معاهدات دولية جديدة.

٢. توفير حوافز للاستثمار، وتوليد الطاقة المستهدفة، ووضع مبادئ توجيهية للحفاظ على الطاقة، فجدير بالذكر أن الاستثمار يتنامى في الطاقات المتجددة لأسباب

---

(١) – عمارة، هشام محمد، وأحمد عبد العليم العجمي، "الطاقة المتجددة: الواقع – التحديات – السياسات المرجع السابق، ص ٢٩-٣٠.

(٢) – زعزوع، زينب عباس، (٢٠٢٠) "دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة والمعوقات التي تواجهها: دراسة ميدانية بالتطبيق على وزارتي الكهرباء والبترول في مصر ٢٠٣٠" مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية: جامعة القاهرة – كلية الاقتصاد والعلوم السياسية مج٢١، ع١، ص١٧١.

مختلفة[١] ، من بينها أنه يوفر ميزة تنافسية كبيرة، بسبب انخفاض التكاليف التي يسمح بتحقيقها عن طريق التقنيات المبتكرة في تخزين الطاقة[٢] ، ولأننا نعتقد أنه يمكن أن يشهد توسعًا كبيرًا في السنوات القادمة في المملكة العربية السعودية، أحد البلدان التي تتمتع بأكثر ساعات سطوع الشمس استخداماً بالإضافة إلى ذلك، فهو يمثل فرصة عمل مبتكرة في سوق العمل السعودي.

٣. وضع استراتيجيات لتحفيز قطاع الطاقة من خلال اعتماد الضرائب المناسبة، وتدابير السياسة العامة الأخرى والتي تحتاج إلى معالجة من خلال خلق مستوى متكافئ لتعزيز البنية التحتية للطاقة المتجددة، فالحاجة إلى اعتماد تدابير ضريبية بيئية، وتحديث النظام الضريبي لتحقيق نمو مستدام وشامل أمر بالغ الأهمية[٣].

---

(١) – كردودي، سهام، وصبيحي، شهيناز، (٢٠١٩)، الاستثمار في الطاقات المتجددة كبديل للطاقة الأحفورية: بعض المشاريع الرائدة في مجال الطاقة المتجددة في الدول العربية. مجلة آفاق للعلوم، ع١٦، ص ٨٣.

(2) – McCrone, A., Moslener, U., d'Estais, F., Usher, E., & Grüning, C. (2017). Global trends in renewable energy investment 2017. Bloomberg New Energy Finance.

(3) – B ashir, M. F., Ma, B., Bashir, M. A., Radulescu, M., & Shahzad, U. (2022). Investigating the role of environmental taxes and regulations for renewable energy consumption: evidence from developed economies. Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 35(1), 1262-1284.

المطلب الثاني:
التشريعات الممكنة للتقنيات المستدامة في تخزين الطاقة

تخزين الطاقة هو تقنية أساسية للتحويل للطاقة المتجددة من أجل تعزيز التنمية المستدامة لصناعة تخزين الطاقة[١]، ويرتبط مفهوم التقنيات المستدامة لتخزين الطاقة بمجمل الابتكارات والتقنيات الحديثة التي تعمل على استدامة استخدام الطاقة في أوقات الندرة، فاستراتيجية تخزين الطاقة النظيفة تساعد بشكل كبير في عملية التحول الطاقوي[٢].

فالمملكة العربية السعودية تتميز بوضع مناخي وبيئي خاص، لذا ينصح بوضع سياسات وتدابير التحول الطاقوي بطريقة منهجية مبتكرة تناسب تحقيق استخدام أكثر لكفاءة الطاقة[٣]، فوجود تشريعات وسياسات مرنة وكافية توفر الأمن والاستقرار في تنفيذ مستهدفات الطاقة المستدامة والتي تمثل تحدياً مشتركاً للمنطقة، والتي لا يمكن أن تستند استجابتها إلى القضايا الاقتصادية فقط، ولكن أيضاً الاجتماعية والبيئية، فالتحول من الوقود الأحفوري إلى الطاقات المتجددة أمر حتمي وهذا يستلزم الحاجة إلى تخطيط لتخزين الطاقة للاستجابة لهذا الواقع[٤].

---

(1) - Whittingham, M. S. (2012). History, evolution, and future status of energy storage. Proceedings of the IEEE, one hundred (Special Centennial Issue), 1518.

(2) - Mitali, J., Dhinakaran, S., & Mohamad, A. (2022). Energy storage systems: A review. Energy Storage and Saving, p166.

(3) - Alkeaid, M. M. G. (2018). Study of NEOM city renewable energy mix and balance problem, P4

(4) - Albalawi, H., & Eisa, A. (2019, April). Energy Warehouse-A New Concept for NEOM Mega Project. In 2019 IEEE Jordan International Joint

فضرورة خفض مستويات الكربون لحماية البيئة، تعد من ضرورات التحول الطاقوي، ووفقًا للتشريعات السائدة يعد تخزين الطاقة هو أساس لحماية حق الإنسان في استدامة الطاقة[١] وبأسعار معقولة بحيث يضمن طاقة آمنة ومستدامة وحديثة للجميع، فوجود تشريعات مرنة في كل ما يتعلق بظاهرة الطاقة، يتطلب الحاجة إلى إيلاء الاهتمام الواجب للأطر التنظيمية التي تنفذها الدول لتعزيز انتقال الطاقة، إلى جانب توحيد أكثر دقة لجهود القطاعين العام والخاص لصالح الاهتمام بالبيئة والاستخدام الرشيد للطاقة.

كما يجب أن تُشرك سياسة التحول في مجال الطاقة بين القطاع الخاص والمجتمع المدني في تحقيق الهدف المشترك المتمثل في الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ويتم التخلي عن نماذج التنمية التي تسيء استخدام النظم البيئية من أجل الابتكار التكنولوجي والطاقات المتجددة، والتي لها إمكانات ثلاث من ناحية، تتيح تلبية الطلب على الطاقة للعديد من الأشخاص والقطاعات، ومن ناحية أخرى، المساهمة في التخفيف من تغير المناخ ، الذي يترتب عليه فوائد اجتماعية واقتصادية وبيئية[٢]، بالإضافة إلى أنها بديل للامتثال لأهداف التنمية المستدامة، والتي تساهم في تقليص فجوات عدم المساواة والتمييز المرتبط بنقص الوصول إلى الطاقة في ظروف مستدامة، ويعد تخزين الطاقة هو احتمال يدعم توريده واستدامته وإمكانية الوصول إليه من خلال السماح بإدارة

Conference on Electrical Engineering and Information Technology (JEEIT), pp. 215-221.

(1) - Benítez, L., & Ortega, M. (2015). Y LA GESTIÓN DE LOS DESAFÍOS DE

SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA DE LAS CIUDADES

INTELIGENTES. CONTENIDOS, 87.

(٢) - سعودي، & هجيره. (٢٠١٩). المدينة والاستدامة: الممارسات في العمران المعاصر (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra).

أكثر دقة وكفاءة لجميع المتغيرات المشاركة في توازن النظام، أي الوقت والعرض والطلب والشروط الفنية التشغيلية للشبكات ومن المهم اعتبار التقنيات الجديدة عنصرًا أساسيًا لانتقال الطاقة[١].

كما يعد تخزين الطاقة والمسؤولية الاجتماعية هما صمام الأمان لما يمكن أن نسميه فقر الطاقة والمشاكل التي تنجم عنه، لذا أولت المنظمات والاتفاقيات الدولية للمسؤولية الاجتماعية لتنمية قطاع الطاقة اهتماماً بالغاً، بالنظر إلى الحاجة إلى توحيد الجهود لتحقيق الأهداف التي حددتها والتي لا تقع على عاتق الدول فحسب، بل تقع أيضًا على عاتق المجتمعات المنظمة في إطار العوامل الاقتصادية؛ فالوضع الحالي للطاقات المتجددة عالمياً ومحلياً والتحديات التي تواجهها تتطلب وضع تشريعات داعمة لكل عناصر الطاقة المتجددة ولا تحتوي فقط على مصادر من القانون الملزم بل أيضًا من الثقافة العامة ودواعي المسئولية الاجتماعية .

فتقنيات تخزين الطاقة على النطاق العالمي والمحلي تشهد نموًا سريعًا وملحوظًا[٢]، ولكن لا تزال هناك تحديات مختلفة، وذلك على النحو التالي:

١. لا يمكن أن يلبي حجم التكنولوجيا وتكلفتها وعمرها الافتراضي متطلبات التطبيق بالكامل، ولا يمكن إتقان بعض التقنيات الأساسية بشكل كامل[٣].

---

(1) – Bazmi, A. A., & Zahedi, G. (2011). Sustainable energy systems: Role of optimization modeling techniques in power generation and supply—A review. Renewable and sustainable energy reviews, 15(8).

(2) – Beardsall, J. C., Gould, C. A., & Altai, M. (2015, September). Energy storage systems: A review of the technology and its application in power systems. In 2015 50th International Universities Power Engineering Conference (UPEC) p1-6.

(3) –Brunet, Y. (Ed.). (2013). Energy storage. John Wiley & Sons, P2-4

٢. لا يزال نظام الأمان لمنتجات تخزين الطاقة بحاجة إلى التحسين.

٣. يحتاج سوق تخزين الطاقة إلى مزيد من التقدم[1].

كل هذه التحديات يمكن تذليلها في حالة وجود خطة تشريعية شاملة كتسهيلات للاستثمار في تقنيات تخزين الطاقة او وضع رؤية مستقبلية تستهدف تحقيق النجاح المطلوب في عملية تخزين الطاقة.

(1) – Yang, Y., Bremner, S., Menictas, C., & Kay, M. (2022). Modelling and optimal energy management for battery energy storage systems in renewable energy systems: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 167,

المبحث الثاني:
موائمة رؤية نيوم مع مستهدفات تمكين التقنيات المستدامة في تخزين الطاقة

تمهيد وتقسيم:

تستهدف نيوم الاعتماد على الطاقة المتجددة بنسبة ١٠٠٪ من طاقة الشمس والرياح كطاقة نظيفة ومتجددة كما تستهدف انتاجها بأقل تكلفة، وذلك من خلال الحلول المبتكرة والتي على رأسها تمكين تقنيات تخزين الطاقة، حيث تعتبر سياسة استخدام وتنظيم موارد الطاقة من الأمور الحاسمة في تحقيق مستهدفات الطاقة المتجددة ضمن خطة محكمة لإدارة الموارد الطبيعية، فالأولوية في نيوم معطاه لما يمكن من الوصول الموثوق والمستدام إلى الطاقة في كل مجتمع[١]، لذلك فإن وضع السياسات والتشريعات والهياكل المؤسسية أمر بالغ الأهمية لاستدامة الطاقة المتجددة، فتحفيز ودعم قطاع الطاقة يحقق أهداف التنمية المستدامة ويخلق البيئة المناسبة[٢]، وذلك بوضع السياسات والتشريعات واللوائح التي تساعد على تحقيق هذه الأهداف حيث تمثل التشريعات عنصراً فاصلا في تحقيق مستهدفات الاستدامة الطاقوية، وبالتبعية لا يمكن تحقيق استدامة الطاقة الا من خلال توافرها في كل وقت سواء كانت مصادرها الطبيعية متاحة أو غير متاحة وذلك عن طريق التخزين في أوقات الفائض واستخدامها في أوقات الندرة، هنا يلعب التشريع دورا بارزاً في دعم توظيف وابتكار التقنيات الخاصة بتخزين الطاقة واعطائها الأولوية لتحقق الاستدامة

---

(١) – سنوسي، سعيدة، وجابة، أحمد، (٢٠١٦)، برامج الطاقة المتجددة والفعالية الطاقوية: آلية لتجسيد الاستدامة: دراسة حالة الجزائر، مجلة التواصل في العلوم الإنسانية والاجتماعية، ع٤٨، ص ٢٥٩.

(٢) – أمان، إيمان عبد الله. (٢٠١٦)، طاقة: الهدف السابع في خطة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة.. ما المقصود بضمان الوصول إلى الطاقة؟ مجلة القافلة، مج٦٥، ع٤، ص ٣٣-٣٥.

وتحقيق المحافظة على البيئة وخلق التوازن من الناحية الاقتصادية في التكلفة، المردود الاقتصادي والانتاجي، وسنتناول ذلك من خلال المطالب التالية:

- المطلب الأول: مفهوم الاستدامة الطاقوية في نيوم.
- المطلب الثاني: تخزين الطاقة كألية لتحقيق الاستدامة الطاقوية في مشروع نيوم.

المطلب الأول:
مفهوم الاستدامة الطاقوية في نيوم

تسعي الأنظمة التي تستهدف الاستدامة الطاقوية في مختلف البلدان دمج أطر السياسات المتقدمة في أنظمتها التنظيمية، فيلزم وجود إطار تشريعي داعم ومنهج حوكمة للحفاظ على الاستثمارات المتزايدة في الطاقة المتجددة، وسيعزز تخزين الطاقة الصمود وتوفير الطاقة في أوقات الأزمات بأن تصبح أنظمة الطاقة أكثر قوة، فالأنظمة تختلف من نظام لأخر ومن نظام سياسي إلى آخر(١).

وفي هذا الصدد، تشير الدلائل المتزايدة إلى أن مثل هذه التنمية المستدامة تتطلب إصلاحات مؤسسية وسياسات إنمائية متماسكة في جميع البلدان، فأصبح مصطلح الاستدامة بحد ذاته أكثر من مجرد قضية علمية وأخلاقية وبيئية بل أصبح وصفاً لتوجه بنية الطاقة في المجتمع الحديث، ومنظوراً لما يمكن أن تبدو عليه التنمية المستدامة(٢)، وما الذي يجعل التنمية العادلة مفيدة لجميع أنحاء العالم(٣) لذا يمكن القول بأن الاعتماد على الطاقة المتجددة والنظيفة يحقق المعادلة بين الأبعاد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية الأساسية للتنمية و يحدد قابليتها للبقاء على المدى الطويل معتمداً على الأمن البيئي

---

(١) – شارف، ليلي، وزنافي، سليماني، (٢٠٢٢)، مستوى كفاءة الطاقة المتجددة في اقتصاد الجزائر. مجلة البشائر الاقتصادية، مج٨، ع١، ص ٦٩٤.

(2)– Nastasi, B., Markovska, N., Puksec, T., Duić, N., & Foley, A. (2022). Renewable and sustainable energy challenges to face for the achievement of Sustainable Development Goals. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 157.

(٣) – بلهادف، رحمة، ورشيد، يوسفي، (٢٠١٤)، الابتكار في الطاقة المتجددة: دعم للنمو الاقتصادي وحماية البيئة. دفاتر بوادكس السياسة الصناعية وتنمية المبادلات الخارجية، عدد خاص، ص ٩٧-٩٨.

والمسؤولية الاجتماعية، بهدف تحقيق توازن عام قائم على حلول مبتكرة قوامها الاهتمام بالبيئة والحوكمة عند اتخاذ قرارات الاستثمار في الطاقة، وفى حالة الوصول لجعل مسألة التخزين أو الاعتماد على التقنيات المستدامة في عملية تخزين الطاقة من الموارد المتجددة النظيفة، سيؤدي إلى زيادة الاستثمار طويل الأجل في الأنشطة والمشاريع الاقتصادية المستدامة ويعيد النظر في المبادئ الأساسية للتنمية المستدامة[1].

(١) – أبو تراب، تغريد قاسم محمد، (٢٠٢١)، الطاقة المتجددة وآثارها البيئية والاقتصادية في العراق. مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصرة، مج٤، ع٢، ص ٢٤١.

المطلب الثاني:
تخزين الطاقة كأليةٍ لتحقيق الاستدامة الطاقوية في مشروع نيوم

الطاقة بأي شكل من الأشكال هي سلعة أساسية تحتل المركز الأكثر شيوعاً كعنصر أساسي في تنمية أي مجتمع أو بناؤه ففي مشروع نيوم كمشروع في مرحلة البناء تحتل الطاقة مكانة كبيرة وركيزة يقوم عليها المشروع .

وتأتي الطاقة في أشكال مختلفة على الرغم من أنه يمكن تصنيفها في العموم إلى قسمين أو شكلين،

أولاً: الشكل الأولي، وثانياً: الشكل الثانوي، وفى العموم ترتبط الطاقة بمصادرها التي قد تتضمن فقط الاستخراج أو الالتقاط، قبل أن يتم تحويلها إلى شكل آخر يمكن الاستفادة منه، وهي توجد في الطبيعة كطاقة الرياح والطاقة الشمسية، وتشمل الأشكال الثانوية للطاقة جميع أشكال الطاقة الناتجة عن تحويل الطاقة الأولية باستخدام عمليات تحويل الطاقة، وهي أشكال أكثر ملاءمة يمكن استخدامها مباشرة، وتُعرف أيضًا باسم ناقلات الطاقة من أمثلة أشكال الطاقة الثانوية الكهرباء[١].

ونتيجة للانبعاثات الناتجة عن استهلاك الوقود الأحفوري الذي ساهم في خلق تهديد بيئي عالمي كأحد مسببات ظاهرة الاحتباس الحراري على مدى السنوات الماضية، تم بذل العديد من الجهود للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من أجل التخفيف من الآثار البيئية المرتبطة بذلك من خلال تقنيات التحول للطاقة النظيفة والمجددة بطرق مبتكرة تهدف إلي تحسين كفاءة تحويل الطاقة الحالية[٢]، وحتى الأنظمة الطاقوية التي

---

(1) – Alva, G., Lin, Y., & Fang, G. (2018). An overview of thermal energy storage systems. Energy, 144, P 341-378.

(2) – Olabi, A. G., & Abdelkareem, M. A. (2021). Energy storage systems towards 2050. Energy, 219.

تقوم على الوقود الأحفوري الضار بيئياً تستهدف تقليل إهدار الطاقة عن طريق تخزينها للاستخدام المستقبلي[١] وابتكار تقنيات معالجة تؤثر في تقليل الانبعاثات الضارة.

الا أن الأمر مختلف بالنسبة لمشروع نيوم الذى يستهدف (صفر) انبعاثات ضارة، ويعتمد بشكل كامل على الطاقة المتجددة، فقد استشعرت المملكة أهمية بناء المدن المستدامة والتي يعتبر من أساسياتها الطاقة المستدامة، ولن تكون هناك طاقة متجددة مستدامة إلا من خلال توافرها في كل وقت عن طريق التخزين واستخدامها في أو قات الندرة.

أولاً: دوافع تخزين الطاقة وفق مستهدفات مشروع نيوم.

تخزين الطاقة يعد مكون أساسي في سلاسل إمداد الطاقة[٢] نتيجة لدعمه للمحافظة على الطاقة من الهدر أيا كانت صورته، وتأكيد جاهزيتها في كل وقت من خلال تخزين الطاقة، فيمكن جعل الموارد المتجددة مصادر طاقة موثوقة وثابتة من خلال تخزين الطاقة الزائدة المتولدة عند توفر الموارد المتجددة وإعادة استخدام الطاقة المخزنة عندما لا تتوفر الموارد المتجددة[٣].

كما أن مستهدفات نيوم في مجال الطاقة تشمل على الطاقة المتجددة من مصادر الرياح والطاقة الشمسية والهيدروجين الأخضر وكلها مصادر جديدة نظيفة تحتاج إلى تقنيات مناسبة لعملية

---

(1) - Sarbu, I., & Sebarchievici, C. (2018). A comprehensive review of thermal energy storage. Sustainability, 10(1), 191.

(2) - Mahlia, T. M. I., Saktisahdan, T. J., Jannifar, A., Hasan, M. H., & Matseelar, H. S. C. (2014). A review of available methods and development on energy storage; technology update. Renewable and sustainable energy reviews, 33, P532.

(3) - Vazquez, S., Lukic, S. M., Galvan, E., Franquelo, L. G., & Carrasco, J. M. (2010). Energy storage systems for transport and grid applications. IEEE Transactions on industrial electronics, 57(12), 3881-3884.

التخزين.

ثانياً: مميزات تخزين الطاقة في مشروع نيوم.

يعود الإهتمام المتزايد بتخزين الطاقة الكهربائية في جزء كبير منه إلى النمو الهائل في التوجه نحو مصادر الطاقة المتجددة والتي تعتبر بطبيعتها متقطعة مثل الرياح والطاقة الشمسية بالإضافة إلى الدافع العالمي نحو إزالة الكربون من اقتصاد الطاقة.

أما مشروع نيوم يختلف يعتمد مستهدفات ليس من ضمنها التحول إلى طاقة نظيفة متجددة بل يبنى المشروع أساساً وأحد ركائزه الطاقة النظيفة المتجددة، وكما سبق تحتاج هذه الطاقة حتى تحقق الاستفادة منها وتكونن كأحد عناصر المدن المستدامة أن تكون متوفرة في كل وقت وغير مرتبطة بتقلبات مصادرها الطبيعية فكان من الضروري تحفيز التقنيات المستدامة في مجال التخزين عن طريق التشريعات المناسبة التي تدعم الاعتماد عليها والابتكار فيها عن طريق التسهيلات والاعتماد على التشريعات المرنة والحامية للتقنيات المستدامة.

الخاتمـــة:

يعتبر التشريع بشكل عام أحد وسائل الدعم الهامة الممكنة للتقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة، فعلمية تخزين الطاقة في الأساس عملية ترتبط بالتقية بشكل أساسي ولا يمكن تخزين الطاقة إلا من خلال تقنيات خاصة بعمليات التخزين على أن يتم تهيئة البيئة التشريعية المناسبة لتمكين هذه التقنيات.

النتائج:

١. أن تبني سياسات تشريعية ناجحة نحو الطاقة الخضراء يتم من خلال تنظيم الأطر التشريعية المنظمة لعملية الاستثمار في نيوم.

٢. أن تخزين الطاقة المتجددة يؤثر إيجاباً على الاقتصاد الوطني من خلال ما توفره من مشاريع استثمارية.

٣. تعد تكنولوجيا تخزين الطاقة بمثابة تكامل نموذجي متعدد التخصصات للعلم والتكنولوجيا وفي نيوم، ويدخل الطاقة النظيفة في مرحلة جديدة من الاستدامة والتطور واسع النطاق.

٤. يعتمد نجاح الدولة في تحقيق هدفها للتخفيف من الانبعاثات الضارة عن طريق استخدام الطاقة المتجددة أن تضع أهدافاً واضحة محددة بإطار تشريعي ووفق خطة زمنية محددة ومدرجة وفق الأوليات الهامة الدولة.

٥. يأخذ التحول الطاقوي في المملكة العربية السعودية عامة وفى مشروع نيوم خاصة، تقدماً ملحوظاً من خلال المشاركة المتزايدة في تحقيق كفاءة الطاقة واستهداف الاستدامة الطاقوية.

التوصيات:

١. يفترض بداية وضع تشريع عام على نطاق الدولة يخدم تمكين كل تقنية مستدامة تخدم مستهدف عام في الدولة، وفى نيوم يفترض ربط التشريعات المنظمة لتحقيق

مستهدفات الطاقة بكافة التشريعات ذات العلاقة على النطاق المحلى والدولي.

٢. يفترض ربط مشروعات تخزين الطاقة بالمشروعات الاستثمارية المستقبلية كمشروع استثماري مستدام.

٣. ضرورة إنشاء صندوق لتمويل مشاريع تخزين الطاقة المتجددة.

٤. تشجيع استثمار تخزين الطاقة المتجددة من قبل القطاع الخاص وتوفير الحوافز اللازمة كالإعفاءات الضريبية وتخصيص قطع أراضي وتسهيل إجراءات التراخيص اللازمة لذلك.

المراجع:

أولاً: باللغة العربية

١. أبو تراب، تغريد قاسم محمد، (٢٠٢١)، الطاقة المتجددة وآثارها البيئية والاقتصادية في العراق، مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصرة، مج٤، ع٢.

٢. الثعلبي، سكنه جهية فرج، وخلف، قاسم جبار،(٢٠١٩)، الأهمية الاقتصادية لاستخدامات الطاقة العالمية المتجددة: الطاقة الشمسية وطاقة الرياح أنموذجاً مع إشارة خاصة إلى العراق، مجلة كلية الإدارة والاقتصاد للدراسات الاقتصادية والإدارية والمالية، مج١١، ع٢.

٣. الجنايني، محمود عدلي، (٢٠٢٢)، أهداف التنمية المستدامة ومستقبل الطاقة، مجلة الديمقراطية، مج٢٢، ع٨٥.

٤. الحربي، وجدان، وراجح، مي، (٢٠٢١)، أثر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على النمو الاقتصادي في المملكة العربية السعودية خلال الفترة ١٩٨٠-٢٠١٨، مجلة رؤى اقتصادية، مج١١، ع٢.

٥. الرهيمي، سعد خضير عباس، وكربل، رفاه كريم، (٢٠١٩)، أثر التنظيم القانوني للضرائب الخضراء في تخفيض نسب التلوث البيئي في العراق، مجلة كلية الإدارة والاقتصاد للدراسات الاقتصادية والإدارية والمالية، مج١١، ع٤.

٦. الصوري، السيد علي أحمد،(٢٠٢٠)، تجارب الطاقة الشمسية دولياً، المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، مج١١، ع٤.

٧. العبسي، سعيد خليل، (٢٠١٦)، الاستثمار في الطاقة المتجددة، التعاون الصناعي في الخليج العربي، ع١١٦.

٨. العتيبي، ليلى صنهات ذياب الروقي، (٢٠٢١)، دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مشروع نيوم في ظل رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠، مجلة القراءة والمعرفة، ع٢٣٥.

٩. القرعيش، سمير،(٢٠٢٢)، اتجاهات الطاقة النظيفة وتعزيز البيئة: الطاقة الهيدروجينية نموذجا. مجلة الديمقراطية، مج٢٢، ع٨٥.

١٠.المالكي، أمل حسن، سمرقندي، نهلة صدر الدين، وبخاري، عبلة بنت عبد الحميد محمد. (٢٠١٩)، المحددات الاقتصادية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المملكة العربية السعودية: الدور والأثر، مجلة العلوم الإقتصادية والإدارية والقانونية، مج٣، ع١٢.

١١.المجحدي، ابتسام علي صالح، (٢٠١٩)، تقييم الرؤية المستقبلية لدور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في ضوء رؤية المملكة "٢٠٣٠" العلوم التربوية، مج٢٧، ع٣.

١٢.الهلالي، جيهان عبدالقادر محمد (٢٠١٥). "الطاقة المتجددة: مزاياها، أهميتها، استخداماتها ومعوقاتها" مجلة الدراسات الإنسانية: جامعة دنقلا - كلية الآداب والدراسات الإنسانية ع١٤.

١٣.أمان، إيمان عبد الله، (٢٠١٦)، طاقة: الهدف السابع في خطة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة.. ما المقصود بضمان الوصول إلى الطاقة؟ مجلة القافلة، مج٦٥، ع٤.

١٤.بالعجين، خالدية، عبد الرحيم، ليلى، وساجي، فاطمة (٢٠٢٠) التجارب الرائدة عالمياً في استغلال الطاقة المتجددة: الصين أنموذجاً، مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصرة، مج٣، ع٢، ص ١٠٧.

١٥.بغداد، تركية، وبن رحو، بتول، (٢٠٢١)، الاستثمار في الطاقة المتجددة بين الواقع والمأمول: دراسة تحليلية لتجربة ألمانيا، الصين والجزائر، مجلة الاقتصاد والبيئة، مج٤، ع١.

١٦.بلهادف، رحمة، ورشيد، يوسفي. (٢٠١٤)، الابتكار في الطاقة المتجددة: دعم للنمو الاقتصادي وحماية البيئة، دفاتر بوادكس السياسة الصناعية وتنمية المبادلات الخارجية، عدد خاص.

١٧.بن علي، قريجيج، بن ناصر، سيد أحمد، وشاعة، عبد القادر. (٢٠١٩). الطاقة الخضراء وتحديات تحقيق التنمية الاقتصادية الشاملة، مجلة الاستراتيجية والتنمية، مج٩، عدد خاص.

١٨.جاد الله، إسلام، (٢٠٢٢)، دور قطاع الطاقة في التنمية: الرؤية والإنجاز والتحديات. مجلة الديمقراطية، مج٢٢، ع٨٥.

١٩.حريتاني، محمود، (٢٠٢١)، الطاقة النظيفة المتجددة: الطاقة الشمسية. المعرفة، س٥٩، ع٦٨٩

٢٠.حسين، مروة، (٢٠٢٢)، كيفية الاستفادة من الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية. مجلة الديمقراطية، مج٢٢، ع٨٥.

٢١.خوجة، هشام طراد، (٢٠١٧)، الطاقة المتجددة: الفعالية الاقتصادية والإيجابية البيئية، مجلة رماح للبحوث والدراسات، ع٢٣.

٢٢.زعزوع، زينب عباس (٢٠٢٠) "دور الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة والمعوقات التي تواجهها: دراسة ميدانية بالتطبيق على وزارتي الكهرباء والبترول في مصر ٢٠٣٠" مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية: جامعة القاهرة – كلية الاقتصاد والعلوم السياسية مج٢١، ع١.

٢٣.سعودي، & هجيره(٢٠١٩)، المدينة والاستدامة: الممارسات في العمران المعاصر (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider–Biskra)،

٢٤.سنوسي، سعيدة، وجابة، أحمد. (٢٠١٦)، برامج الطاقة المتجددة والفعالية الطاقوية: آلية لتجسيد الاستدامة: دراسة حالة الجزائر، مجلة التواصل في العلوم الإنسانية والاجتماعية، ع٤٨.

٢٥.سي ناصر، هاجر، وشريط، صلاح الدين، (٢٠٢٢)، التحول نحو الطاقة المتجددة لضمان تحقيق أمن طاقوي مستدام: حالة دول إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. مجلة أبحاث ودراسات التنمية، مج٩، ع١.

٢٦.شارف، ليلي، وزنافي، سليماني، (٢٠٢٢)، مستوى كفاءة الطاقة المتجددة في اقتصاد الجزائر. مجلة البشائر الاقتصادية، مج٨، ع١.

٢٧.عاشور، سهام عقل عبد الله علي (٢٠١٧)، محددات استخدام الطاقة الشمسية كأحد مصادر الطاقة المتجددة في مصر، مجلة مركز صالح عبد الله كامل للاقتصاد الإسلامي: جامعة الأزهر – مركز صالح عبد الله كامل للاقتصاد الإسلامي مج٢١، ع٦١.

٢٨.عبد الأمير، رجاء حسين، ودهش، فاطمة عبد مهدي، (٢٠٢٢)، دور التشريع في مجال الطاقة المتجددة، مجلة كلية القانون للعلوم القانونية والسياسية، مج١١، ع٤١.

٢٩.عكاشة، هاجر سعد محمد. (٢٠٢١). الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية: الواقع والمأمول: مجلة الدراسات التاريخية والاجتماعية، ع٥١.

٣٠.عمارة، هشام محمد، والعجمي، أحمد عبد العليم، (٢٠١٧) الطاقة المتجددة: الواقع – التحديات – السياسات. مجلة مصر المعاصرة، مج١٠٨، ع٥٢٥.

٣١.كردودي، سهام، وصبيحي، شاهيناز، (٢٠١٩)، الاستثمار في الطاقات المتجددة كبديل للطاقة الأحفورية: بعض المشاريع الرائدة في مجال الطاقة المتجددة في الدول العربية. مجلة آفاق للعلوم، ع١٦.

٣٢.لعمري، خديجة، بن منصور، عبد الله، وبومدين، طيبي، (٢٠٢٠)، الاستثمار في الطاقات المتجددة كمدخل استراتيجي لدعم التنمية الاقتصادية والريفية: تجارب دولية المملكة العربية السعودية، ماليزيا، المنطقة العربية، مجلة الحكمة للدراسات الاقتصادية، ع١٣.

٣٣.مداحي، محمد، (٢٠٢١)، الاستثمار في اقتصاديات الطاقة المتجددة في الجزائر: مدخل لتحقيق مبادئ الاقتصاد الأخضر دراسة قياسية، مجلة إيليزا للبحوث والدراسات، مج٦، ع٢.

٣٤.معمري، عبد الناصر، ومليكة هنان، "مبدأ الحيطة لحماية البيئة وتعزيز التنمية المستدامة" مجلة الاجتهاد للدراسات القانونية والاقتصادية: المركز الجامعي أمين العقال الحاج موسى أق أخموك لتامنغست – معهد الحقوق والعلوم السياسية مج١١، ع١ (٢٠٢٢): ٤٤٧.

٣٥.نزاري، رفيق، لطفي، بشر محمد موفق، ومانع، سبرينة، (٢٠٢٢)، ديناميكية الطاقة الخضراء والتنمية المستدامة من خلال برنامج كفاءة الطاقة المتجددة، مجلة اقتصاديات شمال إفريقيا، مج١٨، ع٢٨.

٣٦.وليد، لطيف، (٢٠٢٢)، تقييم سياسات الاستثمار في الطاقات المتجددة: البرنامج الوطني لتعزيز الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة في الجزائر ٢٠١١-٢٠٢٠، مجلة اقتصاديات المال والأعمال، مج٦، ع١.

٣٧.يوسف، سحر أحمد حسن، (٢٠٢٠) "الطاقة المتجددة بين الواقع والمأمول: خارطة الطريق "Irina Analysis" Remap." المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة: جامعة عين شمس – كلية التجارة ع٤.

ثانياً: باللغة الأجنبية

1. Albalawi, H., & Eisa, A. (2019, April). Energy Warehouse-A New Concept for NEOM Mega Project. In 2019 IEEE Jordan International Joint Conference on Electrical Engineering and Information Technology.
2. Alva, G., Lin, Y., & Fang, G. (2018). An overview of thermal energy storage systems. Energy, 144.
3. Ashir, M. F., Ma, B., Bashir, M. A., Radulescu, M., & Shahzad, U. (2022). Investigating the role of environmental taxes and regulations for renewable energy consumption: evidence from developed economies. Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 35(1).
4. Boretti, A., & Castelletto, S. (2022). Opportunities of renewable energy supply to NEOM city. Renewable Energy Focus, 40.
5. Boretti, A. (2022). Hydrogen key technology to cover the energy storage needs of NEOM City.
6. Beardsall, J. C., Gould, C. A., & Al-Tai, M. (2015, September). Energy storage systems: A review of the technology and its application in power systems. In 2015 50th International Universities Power Engineering Conference (UPEC) .
7. Bazmi, A. A., & Zahedi, G. (2011). Sustainable energy systems: Role of optimization modeling techniques in power generation and supply—A review. Renewable and sustainable energy reviews, 15(8),
8. Boretti, A. (2021). Integration of solar thermal and photovoltaic, wind, and battery energy storage through AI in NEOM city. Energy and AI, 3.
9. Bradbury, K. (2010). Energy storage technology review. Duke University.
10. Brunet, Y. (Ed.). (2013). Energy storage. John Wiley & Sons

11. Chen, M., Zhang, Y., Xing, G., Chou, S. L., & Tang, Y. (2021). Electrochemical energy storage devices working in extreme conditions. Energy & Environmental Science, 14(6),.
12. Chu, S., Cui, Y., & Liu, N. (2017). The path towards sustainable energy. Nature materials, 16(1).
13. Chu, S., & Majumdar, A. (2012). Opportunities and challenges for a sustainable energy future. nature, 488(7411).
14. Goodenough, J. B. (2014). Electrochemical energy storage in a sustainable modern society. Energy & Environmental Science, 7(1).
15. Goodenough, J. B., & Manthiram, A. (2014). A perspective on electrical energy storage. Ms. Communications, 4(4).
16. Gür, T. M. (2018). Review of electrical energy storage technologies, materials and systems: challenges and prospects for large-scale grid storage. Energy & Environmental Science, 11(10).
17. Gjorgievski, V. Z., Markovska, N., Pukšec, T., Duić, N., & Foley, A. (2021). Supporting the 2030 agenda for sustainable development: Special issue dedicated to the conference on sustainable development of energy, water and environment systems 2019. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 143.
18. Haisheng, C. H. E. N., Hong, L. I., Wentao, M. A., Yujie, X. U., Zhifeng, W. A. N. G., Man, C. H. E. N., ... & Peng, Q. I. N. (2022). Research progress of energy storage technology in China in 2021. Energy Storage Science and Technology, 11(3).
19. Kousksou, T., Bruel, P., Jamil, A., El Rhafiki, T., & Zeraouli, Y. (2014) Energy storage: Applications and challenges. Solar Energy Materials and Solar Cells, 120.
20. Kamal, M. M., Asharaf, I., & Fernandez, E. (2022). Optimal renewable integrated rural energy planning for sustainable energy development. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 53
21.- Le Chat, G., Issautier, K., & Meyer-Vernet, N. (2012). The solar wind energy flux. Solar Physics, 279(1).
22. Mahlia, T. M. I., Saktisahdan, T. J., Jannifar, A., Hasan, M. H., & Matseelar, H. S. C. (2014). A review of available methods and development on energy storage; technology update. Renewable and sustainable energy reviews.

23. Mitali, J., Dhinakaran, S., & Mohamad, A. A. (2022). Energy storage systems: A review. Energy Storage and Saving.
24. Nastasi, B., Markovska, N., Puksec, T., Duić, N., & Foley, A. (2022). Renewable and sustainable energy challenges to face for the achievement of Sustainable Development Goals. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 157.
25. McKenna, R., Pfenninger, S., Heinrichs, H., Schmidt, J., Staffell, I., Bauer, C., ... & Wohland, J. (2022). High-resolution large-scale onshore wind energy assessments: A review of potential definitions, methodologies and future research needs. Renewable Energy, 182.
26. McCrone, A., Moslener, U., d'Estais, F., Usher, E., & Grüning, C. (2017). Global trends in renewable energy investment 2017. Bloomberg New Energy Finance.
27. Lovins, A. (2017). Energy efficiency. Energy Economics, 1, 234-258,.
28. Olabi, A. G., & Abdelkareem, M. A. (2021). Energy storage systems towards 2050. Energy.
29. Paramati, S. R., Shahzad, U., & Doğan, B. (2022). The role of environmental technology for energy demand and energy efficiency: Evidence from OECD countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 153.
30. Qazi, A., Hussain, F., Rahim, N. A., Hardaker, G., Alghazzawi, D., Shaban, K., & Haruna, K. (2019). Towards sustainable energy: a systematic review of renewable energy sources, technologies, and public opinions. IEEE access, .
31. Smallbone, A., Jülch, V., Wardle, R., & Roskilly, A. P. (2017). Levelised Cost of Storage for Pumped Heat Energy Storage in comparison with other energy storage technologies. Energy Conversion and Management, 152.
32. Stemmle, R., Hammer, V., Blum, P., & Menberg, K. (2022). Potential of low-temperature aquifer thermal energy storage (LT-ATES) in Germany. Geothermal Energy, 10(1).
33. Sarbu, I., & Sebarchievici, C. (2018). A comprehensive review of thermal energy storage. Sustainability, 10(1),.
34. Vazquez, S., Lukic, S. M., Galvan, E., Franquelo, L. G., & Carrasco, J. M. (2010). Energy storage systems for transport and

grid applications. IEEE Transactions on industrial electronics, 57(12).
35. Weiland, S., Hickmann, T., Lederer, M., Marquardt, J., & Schwindenhammer, S. (2021). The 2030 agenda for sustainable development: transformative change through the sustainable development goals?. Politics and Governance, 9(1).
36. Wang, S., Wei, T., & Qi, Z. (2008). Supercapacitor energy storage technology and its application in renewable energy power generation system. In Proceedings of ISES World Congress 2007 (Vol. I–Vol. V) (pp. 2805-2809). Springer, Berlin, Heidelberg.
37. Whittingham, M. S. (2012). History, evolution, and future status of energy storage. Proceedings of the IEEE, one hundred (Special Centennial Issue).
38. Yang, Y., Bremner, S., Menictas, C., & Kay, M. (2022). Modelling and optimal energy management for battery energy storage systems in renewable energy systems: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
Zhang, Z., Ding, T., Zhou, Q., Sun, Y., Qu, M., Zeng, Z., ... & Chi, F. (2021). A review of technologies and applications on versatile energy storage systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews.

References:

1: biallugha alearabia

1. 'abu trab, taghrid qasim muhamad, (2021), altaaqat almutajadidat watharuha albiyiyat walaiqtisadiat fi aleiraqi, majalat aldirasat altijariat walaiqtisadiat almueasirati, mij4, ea2.
2. althaelabi, sakanah jahiat faraj, wakhalfa, qasim jabar,(2019), al'ahamiyat alaiqtisadiat liaistikhdamat altaaqat alealamiat almutajadidati: altaaqat alshamsiat wataqat alriyah anmwdhjaan mae 'iisharat khasat 'iilaa aleiraqi, majalat kuliyat al'iidarat walaiqtisad lildirasat alaiqtisadiat wal'iidariat walmaliati, mij11, ea2.
3. aljinayni, mahmud eadli, (2022), 'ahdaf altanmiat almustadamat wamustaqbal altaaqati, majalat aldiymuqratiati, mij22, ea85.
4. alharbi, wijdanu, warajih, mi, (2021), 'athar ainbieathat thani 'uksid alkarbun ealaa alnumui alaiqtisadii fi almamlakat alearabiat alsaeudiat khilal alfatrat 1980-2018, majalat rua aiqtisadiati, mij11, ea2.
5. alrahimi, saed khudir eabaas, wakarbil, rafah krim, (2019), 'athar altanzim alqanunii lildarayib alkhadra' fi takhfid nisab altalawuth albiyiyi fi aleiraqi, majalat kuliyat al'iidarat walaiqtisad lildirasat alaiqtisadiat wal'iidariat walmaliati, mij11, ea4.
6. alsuwri, alsayid eali 'ahmadu,(2020), tajarib altaaqat alshamsiat dwlyaan, almajalat aleilmiat lildirasat altijariat walbiyiyati, mij11, ea4.
7. aleabsi, saeid khalil, (2016), alaistithmar fi altaaqat almutajadidati, altaeawun alsinaeiu fi alkhalij alearabii, ea116.
8. aleatibi, laylaa sanahat dhiab alruwqi, (2021), dawr altaaqat almutajadidat fi tahqiq altanmiat almustadamat fi mashrue nium fi zili ruyat almamlakat alearabiat alsaeudiat 2030, majalat alqira'at walmaerifati, ea235.
9. alqareish, smir,(2022), atijahat altaaqat alnazifat wataeziz albiyati: altaaqat alhaydurujiniat namudhaja. majalat aldiymuqratiati, mij22, ea85.
10. almalki, 'amal hasana, samarqandi, nahlat sadr aldiyn, wabakhari, eablat bint eabd alhamid muhamad. (2019), almuhadadat alaiqtisadiat liainbieathat thani 'uksid alkarbun fi

almamlakat alearabiat alsaeudiat: aldawr wal'athra, majalat aleulum al'iiqtisadiat wal'iidariat walqanuniati, mij3, ea12.
11. almajhadi, abtisam eali salihi, (2019), taqyim alruwyat almustaqbaliat lidawr altaaqat almutajadidat fi tahqiq altanmiat almustadamat fi daw' ruyat almamlaka "2030" aleulum altarbawiati, mij27, ea3.
12. alhalali, jihan eabdalqadir muhamad (2015). "altaaqat almutajadidati: mazayaha, 'ahamiyatiha, aistikhdamatiha wamueawiqatiha" majalat aldirasat al'iinsaniati: jamieat dunqula - kuliyat aladab waldirasat al'iinsaniat ea14.
13. 'aman, 'iiman eabd allah, (2016), taqati: alhadaf alsaabie fi khutat al'umam almutahidat liltanmiat almustadamati.. ma almaqsud bidaman alwusul 'iilaa altaaqati? majalat alqafilati, mij65, ea4.
14. bialeajin, khalidiat, eabd alrahimi, lilaa, wasaji, fatima (2020) altajarib alraayidat ealmyaan fi aistighlal altaaqat almutajadidati: alsiyn anmwdhjaan, majalat aldirasat altijariat walaiqtisadiat almueasirati, mij3, ea2, s 107.
15. baghdadu, turkiatun, wabin rahu, bitul, (2021), alaistithmar fi altaaqat almutajadidat bayn alwaqie walmamuli: dirasat tahliliat litajribat 'almanya, alsiyn waljazayar, majalat alaiqtisad walbiyati, mij4, ea1.
16. bilhadifi, rahmat, warashidi, yusfi. (2014), alaibtikar fi altaaqat almutajadidati: daem lilnumui alaiqtisadii wahimayat albiyati, dafatir buadks alsiyasat alsinaeiat watanmiat almubadalat alkharijiati, eadad khasin.
17. bin eulay, qirijij, bin nasir, sayid 'ahmadu, washaeatu, eabd alqadir. (2019). altaaqat alkhadra' watahadiyat tahqiq altanmiat alaiqtisadiat alshaamilati, majalat alastiratijiat waltanmiati, mij9, eadad khasin.
18. jad allah, 'iislam, (2022), dawr qitae altaaqat fi altanmiati: alruwyat wal'iinjaz waltahadiyati. majalat aldiymuqratiati, mij22, ea85.
19. haritanaa, mahmud, (2021), altaaqat alnazifat almutajadidatu: altaaqat alshamsiatu. almaerifatu, si59, ea689

20. hsin, mirwat, (2022), kayfiat aliaistifadat min altaaqat almutajadidat fi tahqiq altanmiati. majalat aldiymuqratiati, mij22, ea85.
21. khujatu, hisham taradi, (2017), altaaqat almutajadidatu: alfaeaaliat alaiqtisadiat wal'iijabiat albiyiyati, majalat ramah lilbuhuth waldirasati, ea23.
22. zaezuea, zaynab eabaas (2020) "dawr altaaqat almutajadidat fi tahqiq altanmiat almustadamat walmueawiqat alati tuajihuha: dirasatan maydaniatan bialtatbiq ealaa wizaratay alkahraba' walbitrul fi misr 2030" majalat kuliyat alaiqtisad waleulum alsiyasiati: jamieat alqahirat - kuliyat alaiqtisad waleulum alsiyasiat mij21, ea1.
23. saeudi, & hajiruhu(2019), almadinat waliastidamatu: almumarasat fi aleumran almueasir (Doctoral dissertation, Universite Mohamed Khider-Biskra)
24. sanusi, saeidatun, wajabatu, 'ahmadu. (2016), baramij altaaqat almutajadidat walfaealiat altaaquiatu: alyt litajsid alaistidamati: dirasat halat aljazayar, majalat altawasul fi aleulum al'iinsaniat walaijtimaeiati, ea48.
25. si nasir, hajir, washariti, salah aldiyn, (2022), altahawul nahw altaaqat almutajadidat lidaman tahqiq 'amn taqawiin mustadami: halat dual 'iifriqia janub alsahra' alkubraa. majalat 'abhath wadirasat altanmiati, mij9, ea1.
26. sharif, lili, wazinafi, sulaymani, (2022), mustawaa kafa'at altaaqat almutajadidat fi aiqtisad aljazayar. majalat albashayir alaiqtisadiati, mij8, ea1.
27. eashur, siham eaql eabd allah eali (2017), muhadadat aistikhdam altaaqat alshamsiat ka'ahad masadir altaaqat almutajadidat fi masr, majalat markaz salih eabd allah kamil lilaiqtisad al'iislami: jamieat al'azhar - markaz salih eabd allah kamil lilaiqtisad al'iislamii mij21, ei61.
28. eabd al'amir, raja' husayn, wadahsh, fatimat eabd mahdi, (2022), dawr altashrie fi majal altaaqat almutajadidati, majalat kuliyat alqanun lileulum alqanuniat walsiyasiati, mij11, ea41.
29. eikashat, hajir saed muhamad. (2021). altaaqat alshamsiat fi almamlakat alearabiat alsaeudiati: alwaqie walmamuli: majalat aldirasat altaarikhiat walaijtimaeiati, ea51.

30. eimarat, hisham muhamadu, waleajami, 'ahmad eabd alealim, (2017) altaaqat almutajadidatu: alwaqie - altahadiyat - alsiyasati. majalat misr almueasirati, mij108, ea525.
31. kardudi, sham, wasabihi, shahinaz, (2019), alaistithmar fi altaaqat almutajadidat kabadil liltaaqat al'uhfuriati: baed almasharie alraayidat fi majal altaaqat almutajadidat fi alduwal alearabiati. majalat afaq lileulumi, ei16.
32. laeamri, khadijat, bin mansur, eabd allah, wabumdin, tibi, (2020), alaistithmar fi altaaqat almutajadidat kamadkhal aistiratijiin lidaem altanmiat alaiqtisadiat walriyfiati: tajarib dualiat almamlakat alearabiat alsaeudiata, malizia, almintaqat alearabiati, majalat alhikmat lildirasat alaiqtisadiati, ea13.
33. mdahi, muhamad, (2021), alaistithmar fi aiqtisadiaat altaaqat almutajadidat fi aljazayir: madkhal litahqiq mabadi alaiqtisad al'akhdar dirasatan qiasiatan, majalat 'iiliza lilbuhuth waldirasati, mij6, ea2.
34. mieamari, eabd alnaasir, wamalikat hinan, "mabda alhitat lihimayat albiyat wataeziz altanmiat almustadamati" majalat alaijtihad lildirasat alqanuniat walaiqtisadiati: almarkaz aljamieiu 'amin aleiqal alhaji musaa 'aq 'akhmuk litamnaghast - maehad alhuquq waleulum alsiyasiat mij11, ea1 (2022): 447.
35. nizari, rafiqi, litfi, bashar muhamad muafaq, wamanie, sbrinat, (2022), dinamikiat altaaqat alkhadra' waltanmiat almustadamat min khilal barnamaj kafa'at altaaqat almutajadidati, majalat aiqtisadiaat shamal 'iifriqia, mij18, ea28.
36. wlid, litifi, (2022), taqyim siasat alaistithmar fi altaaqat almutajadidati: albarnamaj alwatanii litaeziz altaaqat almutajadidat wakafa'at altaaqat fi aljazayir 2011-2020, majalat aiqtisadiaat almal wal'aemali, mij6, ea1.
37. yusif, sahar 'ahmad hasanin, (2020) "altaaqat almutajadidat bayn alwaqie walmamuli: kharitat altariq "Remap "Irina Analysis." almajalat aleilmiat lilaiqtisad waltijarati: jamieat eayn shams - kuliyat altijarat ea4.

2: biallugha al'ajnabia

38. Albalawi, H., & Eisa, A. (2019, April). Energy Warehouse-A New Concept for NEOM Mega Project. In 2019 IEEE Jordan

International Joint Conference on Electrical Engineering and Information Technology.
39. Alva, G., Lin, Y., & Fang, G. (2018). An overview of thermal energy storage systems. Energy, 144.
40. Ashir, M. F., Ma, B., Bashir, M. A., Radulescu, M., & Shahzad, U. (2022). Investigating the role of environmental taxes and regulations for renewable energy consumption: evidence from developed economies. Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 35(1).
41. Boretti, A., & Castelletto, S. (2022). Opportunities of renewable energy supply to NEOM city. Renewable Energy Focus, 40.
42. Boretti, A. (2022). Hydrogen key technology to cover the energy storage needs of NEOM City.
43. Beardsall, J. C., Gould, C. A., & Al-Tai, M. (2015, September). Energy storage systems: A review of the technology and its application in power systems. In 2015 50th International Universities Power Engineering Conference (UPEC) .
44. Bazmi, A. A., & Zahedi, G. (2011). Sustainable energy systems: Role of optimization modeling techniques in power generation and supply—A review. Renewable and sustainable energy reviews, 15(8),
45. Boretti, A. (2021). Integration of solar thermal and photovoltaic, wind, and battery energy storage through AI in NEOM city. Energy and AI, 3.
46. Bradbury, K. (2010). Energy storage technology review. Duke University.
47. Brunet, Y. (Ed.). (2013). Energy storage. John Wiley & Sons
48. Chen, M., Zhang, Y., Xing, G., Chou, S. L., & Tang, Y. (2021). Electrochemical energy storage devices working in extreme conditions. Energy & Environmental Science, 14(6),.
49. Chu, S., Cui, Y., & Liu, N. (2017). The path towards sustainable energy. Nature materials, 16(1).
50. Chu, S., & Majumdar, A. (2012). Opportunities and challenges for a sustainable energy future. nature, 488(7411).

51. Goodenough, J. B. (2014). Electrochemical energy storage in a sustainable modern society. Energy & Environmental Science, 7(1).
52. Goodenough, J. B., & Manthiram, A. (2014). A perspective on electrical energy storage. Ms. Communications, 4(4).
53. Gür, T. M. (2018). Review of electrical energy storage technologies, materials and systems: challenges and prospects for large-scale grid storage. Energy & Environmental Science, 11(10).
54. Gjorgievski, V. Z., Markovska, N., Pukšec, T., Duić, N., & Foley, A. (2021). Supporting the 2030 agenda for sustainable development: Special issue dedicated to the conference on sustainable development of energy, water and environment systems 2019. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 143.
55. Haisheng, C. H. E. N., Hong, L. I., Wentao, M. A., Yujie, X. U., Zhifeng, W. A. N. G., Man, C. H. E. N., ... & Peng, Q. I. N. (2022). Research progress of energy storage technology in China in 2021. Energy Storage Science and Technology, 11(3).
56. Kousksou, T., Bruel, P., Jamil, A., El Rhafiki, T., & Zeraouli, Y. (2014) Energy storage: Applications and challenges. Solar Energy Materials and Solar Cells, 120.
57. Kamal, M. M., Asharaf, I., & Fernandez, E. (2022). Optimal renewable integrated rural energy planning for sustainable energy development. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 53
58. - Le Chat, G., Issautier, K., & Meyer-Vernet, N. (2012). The solar wind energy flux. Solar Physics, 279(1).
59. Mahlia, T. M. I., Saktisahdan, T. J., Jannifar, A., Hasan, M. H., & Matseelar, H. S. C. (2014). A review of available methods and development on energy storage; technology update. Renewable and sustainable energy reviews.
60. Mitali, J., Dhinakaran, S., & Mohamad, A. A. (2022). Energy storage systems: A review. Energy Storage and Saving.
61. Nastasi, B., Markovska, N., Puksec, T., Duić, N., & Foley, A. (2022). Renewable and sustainable energy challenges to face for the achievement of Sustainable Development Goals. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 157.

62. McKenna, R., Pfenninger, S., Heinrichs, H., Schmidt, J., Staffell, I., Bauer, C., ... & Wohland, J. (2022). High-resolution large-scale onshore wind energy assessments: A review of potential definitions, methodologies and future research needs. Renewable Energy, 182.
63. McCrone, A., Moslener, U., d'Estais, F., Usher, E., & Grüning, C. (2017). Global trends in renewable energy investment 2017. Bloomberg New Energy Finance.
64. Lovins, A. (2017). Energy efficiency. Energy Economics, 1, 234-258,.
65. Olabi, A. G., & Abdelkareem, M. A. (2021). Energy storage systems towards 2050. Energy.
66. Paramati, S. R., Shahzad, U., & Doğan, B. (2022). The role of environmental technology for energy demand and energy efficiency: Evidence from OECD countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 153.
67. Qazi, A., Hussain, F., Rahim, N. A., Hardaker, G., Alghazzawi, D., Shaban, K., & Haruna, K. (2019). Towards sustainable energy: a systematic review of renewable energy sources, technologies, and public opinions. IEEE access, .
68. Smallbone, A., Jülch, V., Wardle, R., & Roskilly, A. P. (2017). Levelised Cost of Storage for Pumped Heat Energy Storage in comparison with other energy storage technologies. Energy Conversion and Management, 152.
69. Stemmle, R., Hammer, V., Blum, P., & Menberg, K. (2022). Potential of low-temperature aquifer thermal energy storage (LT-ATES) in Germany. Geothermal Energy, 10(1).
70. Sarbu, I., & Sebarchievici, C. (2018). A comprehensive review of thermal energy storage. Sustainability, 10(1),.
71. Vazquez, S., Lukic, S. M., Galvan, E., Franquelo, L. G., & Carrasco, J. M. (2010). Energy storage systems for transport and grid applications. IEEE Transactions on industrial electronics, 57(12).
72. Weiland, S., Hickmann, T., Lederer, M., Marquardt, J., & Schwindenhammer, S. (2021). The 2030 agenda for sustainable development: transformative change through the sustainable development goals?. Politics and Governance, 9(1).

73. Wang, S., Wei, T., & Qi, Z. (2008). Supercapacitor energy storage technology and its application in renewable energy power generation system. In Proceedings of ISES World Congress 2007 (Vol. I–Vol. V) (pp. 2805-2809). Springer, Berlin, Heidelberg.
74. Whittingham, M. S. (2012). History, evolution, and future status of energy storage. Proceedings of the IEEE, one hundred (Special Centennial Issue).
75. Yang, Y., Bremner, S., Menictas, C., & Kay, M. (2022). Modelling and optimal energy management for battery energy storage systems in renewable energy systems: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
Zhang, Z., Ding, T., Zhou, Q., Sun, Y., Qu, M., Zeng, Z., ... & Chi, F. (2021). A review of technologies and applications on versatile energy storage systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews.

فهـــــرس الموضوعـــــات

مقدمة: ٨٤٥

موضوع الدراسة وأهميتها: ٨٤٧

مشكلة الدراسة: ٨٤٧

الدراسات السابقة: ٨٤٨

منهج الدراسة: ٨٤٩

خطة الدراسة: ٨٤٩

المبحث الأول: تهيئة البيئة التشريعية المحفزة لتمكين التقنيات المستدامة في مجال تخزين الطاقة ٨٥٠

المطلب الأول: دور التشريعات في تذليل التحديات العالمية والمحلية في التحول للطاقة المتجددة ٨٥٢

الفرع الأول: التحديات العالمية المرتبطة بالتحول للطاقة المتجددة ٨٥٤

الفرع الثاني: التحديات المحلية المرتبطة بالتحول للطاقة المتجددة ٨٥٦

المطلب الثاني: التشريعات الممكنة للتقنيات المستدامة في تخزين الطاقة ٨٦٠

المبحث الثاني: موائمة رؤية نيوم مع مستهدفات تمكين التقنيات المستدامة في تخزين الطاقة ٨٦٤

المطلب الأول: مفهوم الاستدامة الطاقوية في نيوم ٨٦٦

المطلب الثاني: تخزين الطاقة كآلية لتحقيق الاستدامة الطاقوية في مشروع نيوم ٨٦٨

الخاتمـــة: ٨٧١

النتائج: ٨٧١

التوصيات: ٨٧١

المراجع: ٨٧٣

REFERENCES: ٨٨٢

فهـــرس الموضوعـــات ٨٩٠