

دراسة تحليلية لواقع طاقة الرياح البحرية والطاقة الكهرومائية في الصين، ومدى استفادة الدول العربية من هذه التجربة

analytical study of the reality of offshore wind energy and hydroelectric energy in China and the extent to which Arab countries benefit from this experience

حاجي فطيمة*¹، شمانى وفاء

¹ جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج (الجزائر)، fatima.hadji@univ-bba.dz

² جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج (الجزائر)، wafa.chemani@gmail.com

تاريخ النشر: 2023/12/31

تاريخ القبول: 2023/12/31

تاريخ الاستلام: 2023/03/01

ملخص:

تناول هذا البحث دراسة تحليلية وتقييمية للتجربة الصينية في مجال طاقة الرياح وخاصة طاقة الرياح البحرية، كما تناول كذلك الطاقة الكهرومائية في الصين، وكيف أثر هذا التوجه في مجال الكهرباء في الصين، من خلال تحليل أهم الاستراتيجيات في هذا المجال.

وخلصت الدراسة إلى أن الصين حققت قفزة كبيرة في مجال التحول الطاقوي من خلال التوجه لطاقة الرياح، والطاقة الكهرومائية غير أن هذه الأخيرة تواجه العديد من المشاكل والتحديات خاصة في ظل الاحتباس الحراري وارتفاع نسبة الحرارة مما يؤدي إلى الجفاف . وفي الختام تم تقديم مجموعة من التوصيات للاستفادة من التجربة الصينية. الكلمات المفتاحية: طاقة الرياح، الطاقة الكهرومائية، الصين، الطاقة الكهربائية.

ترميز JEL : Q4.Q2.P5.

Abstract:

This research dealt with an analytical and evaluative study of the Chinese experience in the field of wind energy, especially offshore wind. It has made a big leap in the field of energy transformation by turning to wind energy and hydroelectric energy, but the latter faces many problems and challenges, especially in light of global warming and high temperature, which leads to drought. In conclusion, a set of recommendations were presented to benefit from the Chinese experience.

Keywords. : wind energy, hydroelectric power, China, electric power.

JEL Classification Codes: Q4.Q2.P5.

1. مقدمة:

إن توجه العالم نحو مصادر الطاقة المتجددة من الرياح والمياه والطاقة الشمسية، شكل ما نسبته 20 % من مصادر توليد الطاقة الكهربائية في العالم اليوم، ويبدو أن الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة التي لم تكن موجودة قبل خمسة عشر عاما كان لها تأثير جيد في تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ومن بين الدول السبّاقة في هذا التوجه نجد الصين حيث قامت برسم سياسات وتحديد أهداف تصبوا من خلالها لتحقيق التحول الطاقوي والتقليل من استهلاكها للفحم، وقامت باستحداث هياكل وآليات وسخرت جهودا لذلك بغية تحقيق أهدافها بالوصول إلى تحقيق أبعاد التنمية المستدامة في غضون سنة 2060 بصفر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

إشكالية الدراسة:

إن المشكلة التي أثارت بداخلنا البحث في مجال الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة، في ظل زيادة الاعتماد على مصادر أحفورية مهددة بالنضوب والتي لم تسمح بوجود تنمية مستدامة بسبب الانبعاثات الضارة على البيئة فضلا عن عدم استدامتها، وفي إطار سعي الصين لتحقيق تنمية مستدامة وفقا لاستراتيجية 2060، فإن الدراسة تتجه إلى الاستفادة من هذه التجربة التي طبقت استخدام الطاقة المتجددة من بينها طاقة الرياح والطاقة الكهرومائية لتحقيق التنمية المستدامة. من هذا المنطلق نطرح إشكاليتنا في التالي:

"ما مدى نجاح الصين في التحول الطاقوي وذلك من خلال التوجه لطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية، وما مدى استفادة الدول العربية من هذه التجربة؟"

محاور الدراسة:

المحور الأول: الإطار النظري والمفاهيمي لطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية.

المحور الثاني: واقع طاقة الرياح، والطاقة الكهرومائية في العالم اليوم.

المحور الثالث: تحليل وتقييم طاقة الرياح، والطاقة الكهرومائية في الصين، ومدى استفادة الدول العربية من تجربة الصين في مجال طاقة الرياح البحرية.

المحور الأول: الإطار النظري والمفاهيمي لطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية.

أولا: طاقة الرياح

إن استخدام الإنسان لطاقة الرياح ليس بالأمر الجديد، فقد فرضت الظروف الماضية التي عاش في ظلها ضرورة أن يلجأ إلى استخدام مصادر الطاقة المتوفرة في الطبيعة وإخضاعها لتلبية احتياجاته ضمن ظروف ومستويات التكنولوجيا السائدة في مختلف العصور (يوسف، 1981).

1. مفهوم طاقة الرياح:

يمكن تعريفها بأنها القدرة التي تمتلكها الرياح وتمكنها من تحريك الأشياء، أي هي الطاقة الحركية الميكانيكية التي يمتلكها الهواء نتيجة الحركة، وطاقة الرياح هي طاقة هائلة يمكن الحصول من خلالها على كميات جد معتبرة من الطاقة لتغنيينا عن أضعاف ما يستهلك اليوم من منتجات وقود (الشكيل، 1988).

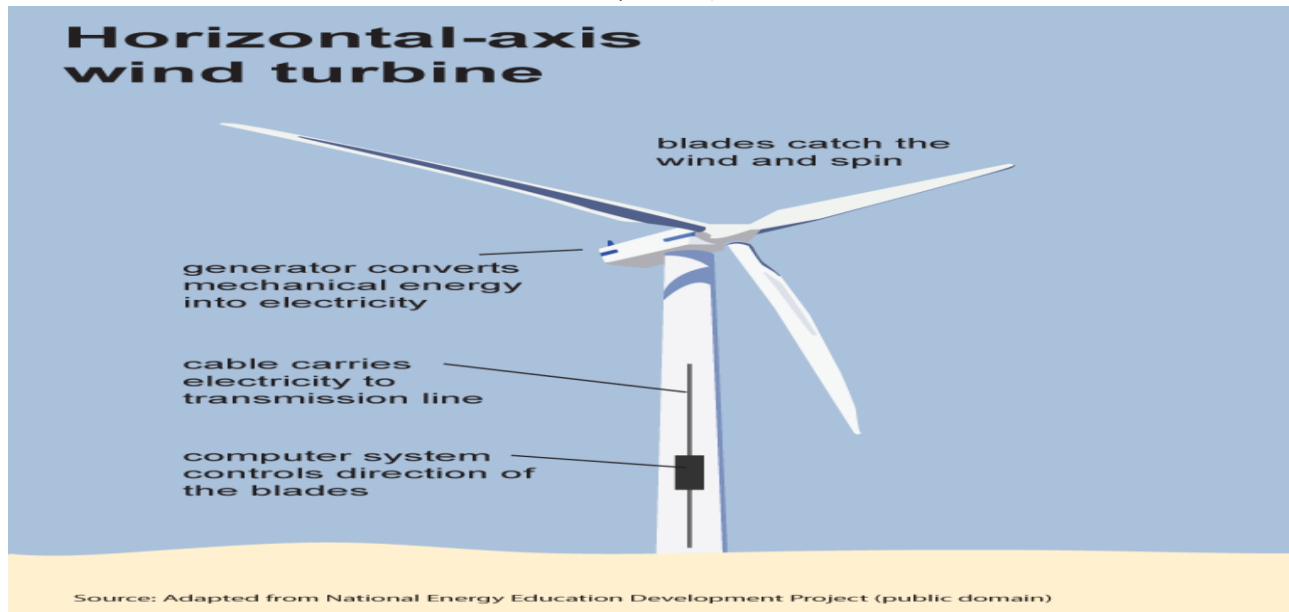
و الطاقة الهوائية هي الطاقة المستمدة من حركة الهواء والرياح، و يرتبط اليوم مفهوم هذه الطاقة باستعمالها في توليد الكهرباء بواسطة "طواحين هوائية" ومحطات توليد تنشأ في مكان معين ويتم تغذية المناطق المحتاجة عبر الأسلاك الكهربائية وبالإمكان حسب تقديرات منظمة المقاييس العالمية أن تولد 20 مليون ميغاواط من هذا المصدر على نطاق عالمي، وهو أضعاف قدرة الطاقة المائية (ساحل، 2008).

ونلاحظ بأن القدرة العالمية لإنتاج الطاقة الكهربائية من الرياح تزداد تدريجياً، وتعمل الدول المتقدمة وعلى رأسها الولايات المتحدة الأمريكية على تطوير طاقة الرياح وزيادة تخفيض تكاليف إنتاج الطاقة من الرياح، في سبيل الرفع من حجم الإنتاج للاستخدام العام، ولتحقيق هذه الأهداف وغيرها.

2. أنواع التوربينات المستخدمة في توليد طاقة الرياح:

أ. التوربينات أفقية المحور: يكون اتجاه العنفة فيها مواز لاتجاه الرياح مع انحراف بسيط لشفرات التوربين بزاوية معينة ويكون محور دورانها موازي للأرض ولاتجاه الرياح. تتكون هذه العنفات عادة من شفتين أو ثلاث أو أكثر . حيث تسمى العنفات ذات الشفرات الكثيرة بالتوربينات الصلبة لأنها تشبه القرص الصلب، أما العنفات التي لها عدد قليل من الشفرات تسمى التوربينات المرنة. حيث يكون تصميمها الحديث انسيابي إعتقاداً على قوانين حركة الموائع حيث تم اقتباسها من تصميم اجنحة الطائرات والأجهزة الدوارة الأخرى ويحتوي على توربين على شفتين أو ثلاث مشابه للأجنحة. وتحتاج تلك التوربينات إلى موجه وهو لوح صلب ذو شكل يشبه ذيل الطائرة تقريباً، يوضع عادة في الجهة الخلفية من المنظومة لتغيير اتجاه العنفة باتجاه الرياح (الفهدواي). والشكل التالي يوضح ذلك.

الشكل رقم 1: التوربينات الأفقية



Source: Adapted from National Energy Education Development Project (public domain). U.S.

Washington,. August 19, 202

<https://www.eia.gov/energyexplained/wind/types-of-wind-turbines.php>

ب. **التوربينات العمودية:** وفيها تعلق منظومة التوربين على عمود بحيث يكون محور دورانها عمودي على اتجاه الأرض وكذلك اتجاه الرياح. وهذا التصميم يجعل العنفة لا تحتاج إلى موجه فأي اتجاه للرياح سوف يقوم بتدوير شفرات العنفة وبالتالي توليد الطاقة. ابتكرت هذه التوربينات من قبل مخترع يسمى جورج داروين وقد حملت اسمه. هذه التوربينات لها شفرات منحنية متصلة من أحد جوانبها في عمود الدوران من الأعلى والطرف الآخر في نفس العمود من الأسفل. إن توربينات داروين هي الأكثر تقنية بين كل أنواع العنفات العمودية حيث تكون شفراتها بشكل منحنى يشبه حبل القفز لذلك تكون لها كفاءة في تحمل القوة الطاردة المركزية عليها (الفهدواي) . والشكل التالي يوضح ذلك.

الشكل رقم 2: التوربينات العمودية



Source: Adapted from National Energy Education Development Project (public domain). U.S. Washington, . August 19, 2020.

<https://www.eia.gov/energyexplained/wind/types-of-wind-turbines.php>

3. منافع ومعوقات طاقة الرياح:

إن المنافع الرئيسية للطاقة الرياح هي أنها نظيفة وآمنة وقابلة للتجدد بشكل لا نهائي، كما أن الوقود الذي يشغل توربينات الرياح هو مجاني، بالإضافة إلى أن طاقة الرياح قليلة التكلفة، فإن طاقة الرياح هي مصدر للكهرباء يتم إنتاجه محليا ولا تتطلب الوقود، مما يمكن للمجتمعات المحلية من الحفاظ على الأموال في اقتصادها وتوفير فرص العمل وزيادة قاعدة الضرائب التي تعتبر من فوائد التنمية الاقتصادية الأخرى للمجتمعات المحلية التي تستخدم طاقة الرياح (<https://wind.appstate.edu/wind-power>) . كما أن توربينات الرياح متوفرة في أحجام عدة وهذا يعني إمكانية استخدامها في العديد من المجالات والأعمال وحتى في المنازل والقرى. غير أن لهذه الطاقة العديد من المعوقات فسرعة الرياح لا تبقى ثابتة، لذا فإن تجهز الطاقة قد لا يكون دائما هو نفسه المطلوب من المستهلكين (سمير سعدون مصطفى، ص 195). ، كما ترتفع الكلفة لإنتاج الكهرباء والمقدرة بأربعة أضعاف تكاليف الكهرباء بواسطة الطاقة التقليدية، حيث يحتاج هذا المصدر إلى مساحات واسعة، فعلى سبيل المثال يلزم 50 ألف طاحونة هوائية قطرها 56 مترا لإنتاج طاقة كهربائية تعادل مليون برميل من النفط الخام. كذلك تكمن المشكلة الأساسية، في كون أن الطاقة الهوائية لا تتوفر إلا في بعض المواقع وفي عدم استقرار قوتها، وصعوبة حفظ الطاقة الكهربائية التي يمكن توليدها والذي يتمثل في مشكلة التخزين (أمينة مخلفي، ص 34) ، كما تعتبر توربينات الهواء مزعجة، حيث أنها تولد ضوضاء معادلة

لضوضاء المنبعثة من محرك سيارة تسير بسرعة 70 كلم/سا، وتعتبر صناعة التوربينات نفسها تولد انبعاث بعض الملوثات والذي يتعارض مع الاتجاه السائد بأن تصبح البيئة خضراء من جديد. بالإضافة إلى التأثير البصري تشير دراسة في الدنمارك أن 77% من الناس يرتاحون لمنظر الطواحين، بل أن 48% من الناس مستعدون لدفع كلفة أكثر لهذا النوع من التقنية، إلا أن هناك بعض الناس لا يرتاح لمنظر هذه الطواحين) وهيب عيسى الناصر، حنان مبارك البوفلاسه، ص (26-25).

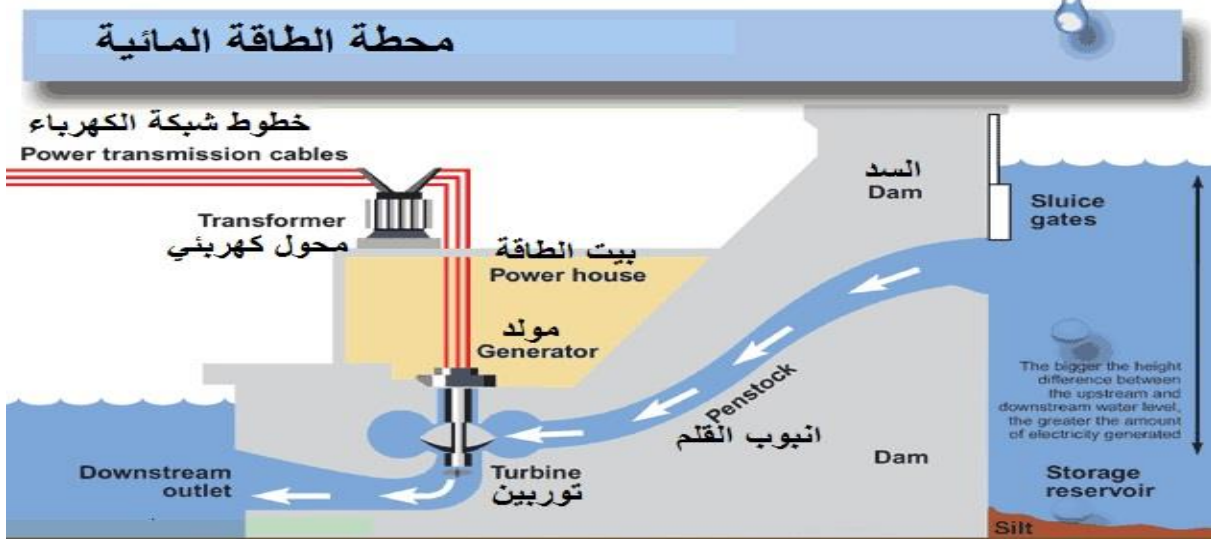
ثانياً: الطاقة المائية

1. تعريفها: الطاقة المائية هي طاقة مستمدة من قوة الماء وعلى الأغلب وفي أكثر الأحيان حركته (سمير سعدون مصطفى، ص195). ، وتتبع القوة المائية كنتيجة للدورة الأزلية من التبخر وسقوط أمطار وجريان للمياه بواسطة حرارة الشمس وجذب الأرض، وباستخدام قوة سقوط المياه في إحدى خطوات هذه الدورة -أثناء عودة المياه إلى البحر- فتحول السواقي والتوربينات هذا المصدر اللانهائي للطاقة المتجددة إلى طاقة كهربائية (محمد رأفت إسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل، ص 147).

2. كيفية توليد الطاقة الكهرومائية:

حيث توجد المياه في أماكن مرتفعة كالبحيرات ومجاري الأنهار .. يمكن التفكير بتوليد الطاقة، خاصة إذا كانت طبيعة الأرض التي تهطل فيها الأمطار أو تجري فيها الأنهار جبلية ومرتفعة. ففي هذه الحالات يمكن توليد الكهرباء من مساقط المياه أما إذا كانت مجاري الأنهار ذات انحدار خفيف فيقتضي عمل سدود في الأماكن المناسبة من مجرى النهر لتخزين المياه .

تتشأ محطات التوليد عادة بالقرب من هذه السدود كما هو الحال في مجرى نهر النيل. وقد بني السد العالي وبنييت معه محطة توليد كهرباء بلغت قدرتها المركبة 1800 ميغاواط. وعلى نهر الفرات في شمال سوريا بني سد ومحطة توليد كهرباء بلغت قدرتها المركبة 800 ميغاواط. إذا كان مجرى النهر منحدرًا انحدر كبيرًا فيمكن عمل تحويلة في مجرى النهر باتجاه أحد الوديان المجاورة وعمل شلال اصطناعي، هذا بالإضافة إلى الشلالات الطبيعية التي تستخدم مباشرة لتوليد الكهرباء كما هو حاصل في شلالات نياغرا بين كندا والولايات المتحدة . وبصورة عامة أن أية كمية من المياه موجودة على ارتفاع معين تحتوي على طاقة كامنة في موقعها . فإذا هبطت كمية المياه إلى ارتفاع أدنى تحولت الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية . وإذا سلطت كمية المياه على توربينة مائية دارت بسرعة كبيرة وتكونت على محور التوربينة طاقة ميكانيكية . وإذا ربطت التوربينة مع محور المولد الكهربائي تولد على أطراف العضو الثابت من المولد طاقة كهربائية (نادي الهندسة الكهربائية، جامعة فلسطين التقنية) .



المصدر: نادي الهندسة الكهربائية، جامعة فلسطين التقنية، <https://eecptuk18.wixsite.com/eecptuk/mhtat-altwlyd-almaeyh>

3. إيجابيات وسلبيات الطاقة المائية:

للطاقة المائية مجموعة من الإيجابيات والسلبيات على اختلاف أشكالها نوجزها فيما يلي:

أ. الإيجابيات:

- تمتاز بعدم نضوبها؛ وتتسم بالتكلفة القليلة مقارنة بغيرها من أشكال الطاقة؛
- دائمة الوفرة؛ كما أن طاقة صديقة للبيئة كونها لا تنتج عنها مخلفات ونفايات؛
- إمكانية استخدام البحيرات الناجمة عن الاستغلال لغايات الأنشطة الترفيهية.

ب. السلبيات:

- إن محطات الطاقة التي تستعمل الوقود الأحفوري، يمكن أن تبنى في أي مكان لأن الوقود هو الذي يجلب إليها، ولكن مع محطات الطاقة المائية فإن المحطة هي ما يجب جلبه إلى الوقود، بمعنى أن المحطات يجب أن تبنى على الأنهار، وعلى طول السواحل وفي الخلجان، وهذا ما يتعارض مع البيئة الطبيعية (سمير سعدون مصطفى، ص 199-200).

- وتعتمد كمية الطاقة الكامنة في محطات التوليد المناسبة على حجم كمية الماء وعلى مساحة سقوط الماء، فكلما ارتفعت قيمة أي من العاملين ارتفعت قيمة الطاقة الكامنة (سعود يوسف عياش، ص 30). كما توفر الطاقة الكهرومائية حوالي خمس الكهرباء المستخدمة في العالم، وتعمل محطات الطاقة المائية بكفاءة عالية تصل من 80 إلى 90% بالمقارنة مع محطات توليد الطاقة الحرارية التي تستعمل الوقود الأحفوري والتي تعمل بكفاءة لا تزيد عن 30% في العادة. كما تعد المضائق الثلاث على نهر اليانغتسي في الصين واحدة من أكبر محطات الطاقة الكهرومائية.

- وجود احتمالية تدمير بعض المواطن الطبيعية للكائنات الحية في حال بناء السدود، إذ أنه يمكن تغرق بعض المناطق القريبة من السد فتؤدي الكائنات الحية ويهجرها السكان؛

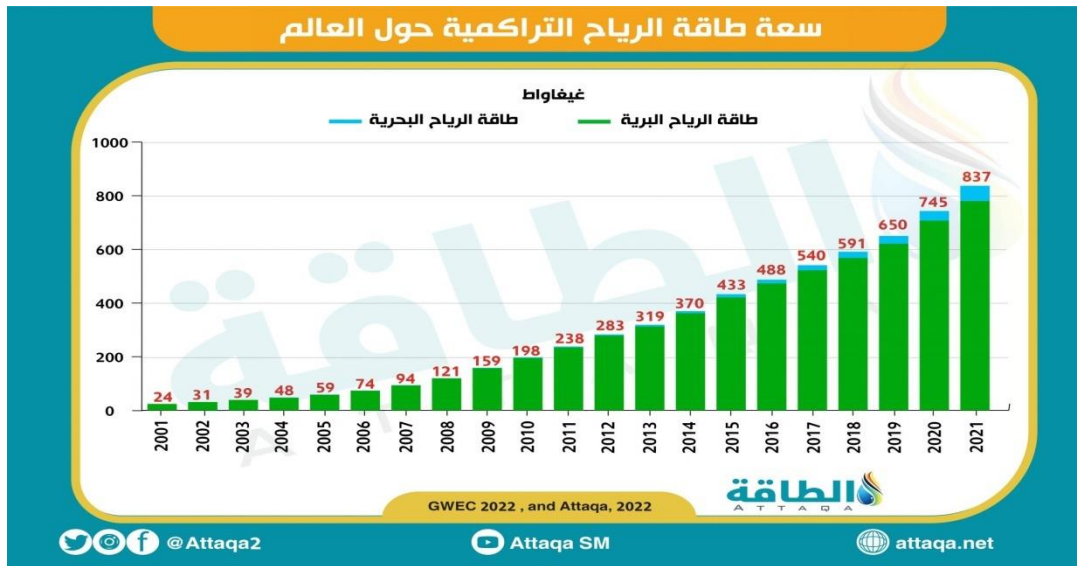
- الخوف من حدوث كوارث كالفيضانات وإلحاق الدمار بالغابات، في حالة عدم قدرة السد على استيعاب الكميات الضخمة من المياه فيه؛

المحور الثاني: واقع طاقة الرياح، والطاقة الكهرومائية في العالم اليوم

أولاً: تطور طاقة الرياح في العالم خلال الفترة 2000-2021

شكّلت طاقة الرياح نمواً بـ 6.6% في مزيج توليد الكهرباء عالمياً خلال عام 2021، والذي كان بمعدل 3.5% في عام 2015 عندما وقّعت اتفاقية باريس للمناخ، ما يجعلها المصدر الأسرع نمواً للكهرباء بعد الشمسية. وتأتي الدنمارك في المرتبة الأولى عالمياً من حيث حصة نمو طاقة الرياح في توليد الكهرباء بنحو 48%، تليها أوروغواي وأيرلندا بنحو 43% و33% على التوالي، بينما تبلغ حصة توليد طاقة الرياح 27% في البرتغال؛ ما يجعلها في المرتبة الرابعة عالمياً، تتبعها إسبانيا والمملكة المتحدة بنحو 23% و21% على الترتيب. وفي المركز من السابع حتى العاشر، تبلغ حصة طاقة الرياح في مزيج الكهرباء 20% في كل من ألمانيا واليونان، ونحو 16% في كينيا والسويد على التوالي (تقارير أبحاث وحدة الطاقة، 2021). ومن المقرر أن يستمر توليد الكهرباء من طاقة الرياح في النمو مع زيادة حجم التوربينات والطلب المتزايد على الطاقات المتجددة، والشكل التالي يوضح ذلك.

الشكل رقم 4: تطور طاقة الرياح التراكمية خلال الفترة 2000-2021



المصدر: تقارير أبحاث وحدة الطاقة، 2021، <https://attaqa.net/2021/04/08/%D9>

ثانياً: تكلفة طاقة الرياح

يتأثر إنتاج توربينات الرياح تأثراً مباشراً بسرعة الرياح حيث تتناسب الطاقة المنتجة مع مكعب السرعة، ولبيان هذه العلاقة نضرب المثال التالي: إذا كانت سرعة الرياح 5 متر/ثانية فإن الطاقة الناتجة تعادل - تقريباً - 125 -وحدة طاقة، فإذا ارتفعت السرعة وأصبحت 6 متر/ثانية فإن الطاقة الناتجة تزيد إلى 216 وحدة طاقة، ويبين هذا المثال البسيط كيف أن ارتفاع سرعة الرياح بمقدار 1 متر/ثانية أدى إلى زيادة كبيرة في الطاقة المنتجة، أيضاً تتأثر الطاقة المنتجة من التوربينات بعوامل أخرى منها كثافة الهواء وارتفاع البرج

ومساحة سطح الدوران وتأثير التوربينات علي بعضها البعض "Wake Effect" إلا أن التأثير المباشر يكون مع سرعة الرياح (محمد مصطفى محمد الخياط، ص 8).

بشكل عام تتضمن تكلفة توربينات الرياح العديد من الأشياء مثل: المفاوضات المناسبة والهندسة وعوامل أخرى، حيث أن سوق توربينات الرياح صغير نسبياً حتى الآن، إذ تنخفض الأسعار دائماً عندما تكون هناك منافسات في السوق، ومع ذلك لا توجد منافسة كبيرة في هذا المجال، وبالتالي فإن الأسعار تكون مرتفعة بشكل كبير، وأيضاً قد تأتي هذه التوربينات بأحجام وأشكال مختلفة، وهنا تعتمد التكلفة على بعض الأشياء مثل: حجم التوربينات وعقد التركيب ونوع التوربينات والموقع والشحن وترقيات نظام المرافق ومعدات القياس والصيانة والضمان. وستختلف التكاليف الإجمالية أيضاً لترتيب توربينات الرياح على نطاق تجاري اعتماداً على عدد التوربينات المطلوبة وتكلفة التمويل ووقت تنفيذ اتفاقية شراء التوربينات وعقد البناء وموقع المشروع وعوامل أخرى، كما تتضمن أيضاً مكونات التكلفة لمشاريع الرياح أشياء أخرى غير التوربينات مثل تقييم موارد الرياح ونفقات تحليل الموقع ودراسات التصاريح والربط البيئي والرسوم القانونية والاستشارية. تبلغ تكلفة توربينات الرياح التجارية حوالي 1 إلى 2 مليون دولار أمريكي لسعة لوحة ميغاواط مثبتة، وإذا قمنا بشراء نفس التوربينات ب 2 ميغاواط فستكون تكلفتها حوالي 2.8 مليون دولار أمريكي، ومع ذلك تكون توربينات الرياح للإقامة والمزرعة أقل تكلفة عندما يتم تطبيق قدرة إنتاج طاقة (KW) على الأسعار، كما أن سعر توربينات الرياح التي تنتج 10 كيلو واط حوالي 28.000 دولار، وسعر 100 كيلو واط يكون حوالي 48.000 دولار. والجدول التالي يوضح ذلك.

الجدول رقم 1: التكلفة المستوية لكهرباء طاقة الرياح البرية، والبحرية خلال الفترة 2010-2020

البيان	اجمالي التكلفة المركبة		عامل القدرة الانتاجية		التكلفة المئوية	
	الدولار "الكيلوواط ساعة"		نسبة مئوية		دولار/كيلوواط	
طاقة الرياح البرية	2010	2020	نسبة التغير	2010	2020	نسبة التغير
	1971	1355	-31%	27	36	31%
طاقة الرياح البحرية	2010	2020	نسبة التغير	2010	2020	نسبة التغير
	4706	3185	-32%	38	40	6%

المصدر: الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "IRENA"، 2022

المحور الثالث: تحليل وتقييم طاقة الرياح، والطاقة الكهرومائية في الصين، ومدى استفادة الدول العربية من

تجربة الصين في مجال طاقة الرياح البحرية

تعد الصين الدولة الرائدة عالمياً في إنتاج الكهرباء من مصادر طاقة متجددة، تصل إلى ضعف إنتاج الطاقة الكهربائية للولايات المتحدة التي تأتي في المرتبة الثانية بعدها. بلغت القدرة الإجمالية التي تنتجها في نهاية عام 2018 من الطاقة المتجددة 728 غيغاواط بشكل رئيس من الطاقة المائية وطاقة الرياح، ويتفوق قطاع الطاقة المتجددة الصيني على قطاع طاقة الوقود الأحفوري والطاقة النووية في سرعة نموه .

رغم أن الصين تملك حالياً أكبر قدرة طاقة مائية وشمسية وريحية مقررة في العالم، فحاجاتها للطاقة كبيرة جداً حتى إن مصادر الطاقة المتجددة لم توفر إلا 24% من إنتاجها للكهرباء، ومعظم ما تبقى تُوفره مصانع الطاقة العاملة بالفحم. وفي عام 2017 شكلت الطاقة المتجددة 36.6% من قدرة الطاقة الكهربائية الإجمالية المقررة في

الصين، و 26.4% من إجمالي إنتاج الطاقة الإجمالية، ويأتي معظمها من مصادر مائية. ومع هذا، فإن نسبة مصادر الطاقة المتجددة ضمن مجموعة الطاقات الأخرى في تزايد تدريجي في السنوات الأخيرة (احمد شوقي). كما تستمر الصين في قيادة نمو طاقة الرياح البحرية حول العالم، بفضل شركاتها العملاقة، التي تعزز أحجام التوربينات ذات القدرة العالية على توليد الكهرباء.

أولاً: طاقة الرياح في الصين

في الواقع لم تكن إستراتيجية الصين لتوليد الطاقة من الرياح تعتمد على المحطات البحرية، ففي عام 2009 انطلقت أعمال بناء قاعدة جيوتشيوان على أطراف صحراء جوبي بالقرب من الحدود المنغولية، حيث تهب الرياح عبر الأراضي ذات الكثافة السكانية المنخفضة. لكن بناء القاعدة لم يكتمل، وتم إيقاف تشغيل بعض التوربينات بسبب انخفاض الطلب، إذ أن القرى النائية القريبة من القاعدة لا تحتاج إلى كل ذلك القدر من الكهرباء الذي تنتجه التوربينات، فيما تقع العاصمة بكين على بعد 20 ساعة بالسيارة على الأقل من المنطقة. وقد حاولت الحكومة الصينية آنذاك بناء كابلات نقل ضخمة لتغطية مسافة تزيد على ألف ميل، لكنها لم تحقق النجاح المأمول، حيث أنه في بعض المناطق في الصين ذهب أكثر من 20 % من الكهرباء التي تنتجها التوربينات سدى، وهذا يعتبر خسارة كبيرة. "وعند هذه النقطة قررت الصين أن تحول إستراتيجيتها نحو الاستثمار في الرياح البحرية بداية من عام 2015، وكان الانتقال ناجحاً فمن السهل نقل طاقة الرياح عبر البحر، كما أن هناك رياح على طول الساحل الشرقي، والمدن الصناعية مأهولة بالسكان، ومن السهل استهلاك الطاقة، النشاط الاقتصادي هناك أكبر، مما يعني جني المزيد من الأموال، ولا حاجة إلى بناء كابلات كهرباء طويلة (tps://www.aljazeera.net/ebusiness/2020/9/18).

1. طاقة الرياح البحرية في الصين:

تعتبر الصين الموطن الأكبر لصناعة طاقة الرياح البحرية في العالم؛ حيث شكّلت البلاد 32% من إجمالي نمو السعة العالمية خلال المدة من عام 2010 حتى عام 2020. كما إن الصين وسعت مكانتها كأكبر سوق لطاقة الرياح البحرية في العالم إلى حد بعيد بقدرة مركبة تبلغ 24.9 جيجاوات ، أكثر من المملكة المتحدة (13.6 جيجاوات) وألمانيا (7.7 جيجاوات) وهولندا (3 جيجاوات) مجتمعة (Adnan Durakovic) .

2. القدرة التنافسية لطاقة الرياح من حيث التكلفة:

انخفضت أسعار توربينات الرياح الصينية مع انتهاء صلاحية مخطط تعرفه التغذية للرياح البرية في عام 2020 والرياح البحرية عام 2021، مما يجعلها تمتلك قدرة تنافسية كبيرة على الصعيد العالمي. ونتيجة لذلك، لدى الصين حالياً أرخص توربينات الرياح في العالم، بفضل القدرة الهائلة في صناعة الصلب ووفرة المعادن الأرضية النادرة وسلسلة التوريد التنافسية، ما يجعل هوامش الربح الإجمالية للشركات الصينية أعلى بنسبة 14 % من متوسط شركات تصنيع التوربينات العالمية. ومنذ عام 2020، شهدت الصين تركيب 7 من كل 10 توربينات لطاقة الرياح البحرية حول العالم، مع وجود 11 مُصنّعاً للتوربينات في البلاد، بحسب معهد اقتصاديات الطاقة (https://attaqa.net/2022/09/11).

3. أهم المشاريع الصينية في مجال طاقة الرياح:

ومن بين هذه المشاريع تركيب 64 من أكبر توربينات الرياح في محافظة قواتشو بشمال غربي البلاد. وفي منطقة شيلينغول بشمال الصين، يجري بناء قاعدة لطاقة الرياح على نطاق واسع يبلغ 1600 ميغاواط على قدم وساق. وستوفر القاعدة أكثر من خمسة مليارات كيلوواط-ساعة من الطاقة النظيفة لمنطقة بكين-تيانجين-خبي كل سنة بعد اكتمالها في نهاية العام الجاري.

وتم إنشاء الدفعة الأولى من السعة المركبة التي تبلغ 30 ميغاواط لأكبر مشروع في الصين لتوليد الطاقة الكهروضوئية، في صحراء ماووسو بشمال غربي البلاد. وقامت الدولة أيضا بالتركيز على سرعة بناء قواعد تكميلية متعددة الطاقات بطريقة شاملة عبر مقاطعة يوننان بجنوب غربي البلاد (<https://arabic.cgtn.com/n/BfJIA-BAA-IA/HafEAA/index>).

وشهدت الصين نمو سريع في الاستثمارات الموجهة لمزارع الرياح، وأصبحت الصين من أكبر دول العالم في إنشاء مزارع الرياح، علاوة على أن هناك شركتين صينيتين من أول ثلاثة شركات على مستوى العالم في تصنيع التوربينات المستخدمة لتوليد الطاقة من الرياح.

ففي خلال خمسة أعوام فقط استطاعت الصين أن تكون أكبر سوق في قطاع طاقة الرياح بعد أن كانت مجرد لاعب مبتدئ في هذا المجال. فقد بلغت طاقة الرياح بالصين نحو أكثر من 60 جيجا واط، كما بلغ عدد التوربينات التي أنشأت في عام 2020 نحو ألف توربين، وبلغت نسبة طاقة الرياح نحو 19% من إجمالي الطاقة المنتجة بالصين، كما جاءت طاقة الرياح ثالثا في مصادر الطاقة بعد الطاقة الحرارية والكهرومائية في عام 2020 بالصين ويوضح الشكل التالي ترتيب أكبر 10 دول على مستوى العالم في مجال طاقة الرياح. الشكل رقم 5: أهم عشر دول منتجة لطاقة الرياح في العالم سنة 2021.



المصدر: تقارير أبحاث وحدة الطاقة، 2022، <https://attaqa.net/2022/05/08/%D9>

من خلال الشكل أعلاه نجد أن الصين هي أكثر الدول إنتاجا لطاقة الرياح، حيث تمتلك مزرعة رياح بقدرة 221 جيجاواط، ولديها أكبر مزرعة رياح برية في العالم بسعة 7965 ميغاواط، ثم تليها الولايات المتحدة في المرتبة الثانية بقدرة 96.4 جيجاواط، حيث تمتلك ستة من أكبر 10 مزارع رياح برية، منهم ثاني أكبر مزرعة رياح برية

في العالم بسعة 1548 ميغاواط. بعدها تأتي ألمانيا في المرتبة الثالثة عالمياً بقدرة 59.3 جيغاواط، حيث تمتلك واحدة من أكبر مزارع الرياح البحرية بطاقة إجمالية تبلغ 582 ميغاواط، ثم تأتي الهند رابع دولة عالمياً وثاني دولة في آسيا إنتاجاً لطاقة الرياح بسعة إجمالية تبلغ 35 جيغاواط، حيث تمتلك ثالث ورابع أكبر مزارع رياح برية في العالم بقدرة 1500 و1064 ميغاواط. كما تنتج إسبانيا طاقة رياح بسعة 23 جيغاواط، ويغطي هذا 18 في المائة من حاجتها من الكهرباء، تبلغ القدرة الإجمالية لطاقة الرياح في المملكة المتحدة 20.7 جيغاواط تقريباً، ولديها 6 من أصل 10 مشروعات طاقة رياح بحرية ذات سعة قصوى في العالم. وتحاول فرنسا حالياً الابتعاد عن الطاقة النووية واستبدالها، وتبلغ قدرة طاقة الرياح الإجمالية لديها 15.3 جيغاواط. كما نجد البرازيل لديها أكبر قدرة لطاقة الرياح في أمريكا الجنوبية بسعة 14.5 جيغاواط. كما تحتوي كندا على 299 مزرعة رياح، يوجد بها 6596 توربينة، بقدرة تبلغ 12.8 جيغاواط.

4. الجهود الصينية لدعم طاقة الرياح:

بلغت استثمارات الصين في طاقة الرياح نحو 57.8 مليار دولار خلال النصف الأول من سنة 2021، بزيادة 107% على أساس سنوي، لتكون في المركز الأول، تليها الولايات المتحدة باستثمارات 19.7 مليار دولار، ونتيجة لذلك فإن الصين تسير على الطريق الصحيح لتحقيق هدفها المتمثل في تركيب 1200 جيغاواط من طاقة الرياح، والطاقة الشمسية بحلول نهاية العقد الجاري (2030). (استثمارات الطاقة المتجددة) 2022.

كما تعمل الصين على تنمية طاقة الرياح عن طريق أهداف طموحة مع دعم سياسي قوى بحلول عام 2030، بحيث تهدف الصين إلى تثبيت نحو جيغاواط من طاقة الرياح، وذلك في إطار الخطة الخماسية الثانية عشر للدولة، حيث تقوم الصين بتقديم الحوافز المالية والتشريعية لدعم تنمية صناعة طاقة الرياح، فكانت المشاريع في أوائل عام 2000 تتلقى تعريفية جمركية نحو 1.2 إيوان لكل كيلو واط ساعة منتج، كما تم خفض هذه التعريفية على المشاريع إلى 0.51-0.61 إيوان لكل كيلوواط ساعة على حسب موقع المشروع، ولكن تظل هذه التعريفية أعلى من الكهرباء الناتجة عن طريق حرق الفحم.

كما تقوم الحكومة الصينية بتقديم دعم مادي لمنتجي طاقة الرياح، حيث تحصلت كل مزرعة رياح تقوم بتوليد الكهرباء من طاقة الرياح على خصم ضريبي يقدر ب 50%.

وفي 2008 قام صندوق الصين الخاص بإعطاء منح "لتصنيع معدات طاقة الرياح" تتراوح ما بين 6.7 مليون دولار أمريكي إلى 22.5 مليون دولار أمريكي لمصنعي توربينات الرياح الصينية، بغية تحفيزهم على استخدام المعدات المحلية) عاصم عبد المنعم احمد، ص (15). وفي 2011 شجع البرنامج على الاستثمار الأجنبي في التكنولوجيا والصناعات الخضراء وطاقة الرياح البرية، ومساعدة الشركات الصينية على مواجهة الشركات الأجنبية في مجال صناعة الطاقات المتجددة (Chen Chunlai, p 90)

-وابتداء من عام 2014 تم تطوير صناعة الرياح الصينية بشكل كافٍ لتكون قادرة على تغطية السوق المحلية، والانتشار، حيث تم تسريعها ودعمها من خلال نظام الصناديق الائتمانية (Hanjie Wang, 2016).

كما قامت الصين ببناء مرافق التخزين، وترقية شبكات الطاقة فيها لتتميز بوظائف ذكية، في محاولة لمواكبة تطوير الطاقة النظيفة. وفي هذا الإطار أكد بنك التنمية الصيني، أنه قدم قروضا بقيمة 109 مليارات يوان (17.12 مليار دولار أميركي) لقطاع الطاقة، لدعم تنمية الطاقة النظيفة وتحويل الطاقة التقليدية إلى طاقة خضراء، خلال الربع الأول من عام 2022 (<https://www.alaraby.co.uk/economy>).

علاوة على ذلك وضعت المقاطعات الصينية أهدافا مختلفة لزيادة طاقة الرياح البحرية، نتيجة لذلك، تعتزم قوانغدونغ بناء 30 جيغاواط من طاقة الرياح البحرية بحلول عام 2030، تليها جيانغسو (15 جيغاواط) وتشجيانغ (6.5 جيغاواط) وفوجيان (5 جيغاواط). وضعت المقاطعات الأخرى أيضا أهدافا خاصة بها ووضعت خططا لتطوير طاقة الرياح البحرية (<https://www.mordorintelligence.com>).

الشكل رقم 6: أهم الشركات العالمية لإنتاج طاقة الرياح في العالم عام 2021



من خلال الشكل أعلاه يتضح لنا أن أكبر الشركات العالمية في إنتاج طاقة الرياح هي شركات صينية، تليها شركات أمريكية وألمانية.

5. مشاكل وتحديات طاقة الرياح في الصين:

من أبرز هذه المشاكل والتحديات التي تواجه الصين في مجال طاقة الرياح (Hanjie Wang, 2016) الآتي :

- كيفية تخزين مصادر الطاقة المتجددة خاصة طاقة الرياح، حتى يتمكن المستهلكين مستقبلاً بتوليد وتخزين الطاقة من دون الحاجة لشركات الكهرباء.

- تحتاج توربينات الرياح لزيادة البحث والتطوير التكنولوجي، من أجل التعزيز للإمداد شفرات متقدمة ، وأنظمة ميكانيكية عالية التكنولوجيا ، مع ضمان الجودة ومراقبة الجودة، كما يجب أن تصبح الشفرات أقل طولاً ، مع تقليل الحمل والوزن وتحسين السلامة البيئية.

- استخدام التقنيات الجديدة للتوربينات ، بحيث تصنع من المواد القابلة لإعادة التدوير.

- لا تزال الصين تفتقر إلى الخبرة في خاصة، في مجال تحسين عمر التحمل، قدرة التحمل. مع ضرورة وجود تخفيضات في تحويل الطاقة الكاملة.

- يجب إيلاء المزيد من الاهتمام لتأمين توريد الفولاذ ، لأنه يؤثر على تطوير صناعة طاقة الرياح. فالفولاذ في عام 2009 عندما تم تركيب 13.8 جيجاوات من طاقة الرياح في الصين ، استخدم منه حوالي 1.75 مليون طن ، 0.38% فقط من إنتاج الصلب الخام في الصين. وفقاً لتوقعات تقريبية ، فإن إجمالي الفولاذ اللازمة لتصنيع توربينات الرياح في المستقبل سيكون 2.39 مليون طن في 2020 ، 3.04 مليون طن في 2030 و 6.27 مليون طن (WANG Zhongying, 2012) .

ثانياً: واقع الطاقة الكهرومائية في الصين

1. القدرة الطاقوية للطاقة الكهرومائية في الصين:

توجهت الصين إلى اعتماد الطاقة المائية لتوليد الكهرباء، نظراً لقلّة تكلفتها وسهولة تخزينها وتوزيعها ولكونها تنتج بدون احتراق للوقود، الأمر الذي يعني أنها لا تطلق ثاني أكسيد الكربون أو ملوثات كما يحدث بالنسبة لمحطات توليد الكهرباء التي تحرق الوقود الأحفوري مثل الفحم أو الغاز الطبيعي. بلغت القدرة المركبة لتوليد الطاقة الكهرومائية في الصين نحو 385 مليون كيلواط سنة 2021، وتوفر الطاقة الكهرومائية نحو 19 في المائة من احتياجات البلاد من الكهرباء.

وتقود الصين اليوم الطريق للطاقة الكهرومائية، باعتبارها أكثر دول العالم بناء للسدود وأكبر مصدر لها. من عام 2001 إلى عام 2020، قدمت الصين أكثر من 44 مليار دولار لبناء مشاريع الطاقة الكهرومائية، تتباهى الصين بسد الخوانق الثلاثة العملاق الذي تبلغ طاقته الإنتاجية 22.5 جيجاواط. ويعتبر من أكبر محطات توليد الطاقة الكهرومائية في العالم، حيث يتم إنتاج ما يقارب 71% من جميع الكهرباء المتجددة المؤدّة على الأرض، حيث يبلغ طول السد 2335م، وارتفاعه 185م، وبه مولدات قادرة على إنتاج 22.500 ميغاواط. والشكل التالي يوضح ذلك.

الشكل رقم 7: ترتيب أوائل الدول في العالم في إنتاج الطاقة الكهرومائية سنة 2021



2. أهم مشروعات الطاقة الكهرومائية في الصين:

تعاني المقاطعات في شرق ووسط الصين ذات عدد السكان الأكبر والاقتصاد الأكثر تقدماً، من نقص في الكهرباء خلال فترات ذروة الطلب. وجدير بالذكر أن عددًا من المناطق التي اعتمدت على الفحم في إنتاج الكهرباء حوّلت وجهتها لمصادر الطاقة النظيفة، بشكل رئيس من مناطق في غرب الصين، لدفع اقتصاداتها وسط ضغوط من الحكومة المركزية لتحقيق أهداف تغيير المناخ.

وبحسب خطة مقاطعة سيتشوان الخماسية (2021 إلى 2025)، من المقرر استكمال بناء 10 محطات للطاقة الكهرومائية، والبدء في بناء 7 مشروعات أخرى. (<https://attaqa.net/2021/06/28>) وتم تشغيل مشروع ودونجدي المائي بقدرة 10.2 غيغاواط، والذي بُني في أعلى نهر جينشا من بايهيتان، في منتصف الشهر الجاري.

3. أهم التحديات التي تواجه الصين في مجال الطاقة الكهرومائية:

تتعرض العديد من المناطق في الصين إلى موجة حر ، وتأثر الحرارة الشديدة من سيتشوان في الغرب إلى شنغهاي شرقاً، وتسبب الجفاف في خفض مستويات المياه في خزانات الطاقة الكهرومائية. وكانت مقاطعة سيتشوان الجنوبية الغربية ومدينة تشونغتشينغ على الروافد العليا لنهر اليانغتسي (أطول أنهار الصين) الأكثر تضرراً.

وتشتهر سيتشوان بالطاقة المائية التي توفر 80% من طاقتها، لكن الجفاف قلّل من قدرة توليد الكهرباء بنسبة 50% على أساس سنوي في أوت سنة 2022، وقد أثر انخفاض توليد الطاقة الكهرومائية في سيتشوان أيضاً على إمدادات الكهرباء الإجمالية للبلاد، حيث تعدّ سيتشوان واحدة من المقاطعات الرئيسة المصدرة للطاقة في الصين. وحسب الحكومة المحلية، فإن الكهرباء المولدة في المقاطعة تُرسل إلى الروافد الوسطى والدنيا لنهر اليانغتسي ضمن "مشروع نقل الكهرباء بين الغرب والشرق". (ebusiness/2022/9/7).

كما تتخوّف الدول المجاورة للصين- مثل الهند وفيتنام، اللتين تعتمدان أيضاً على المياه من روافد نهر اليانغتسي- من أنّ توسّع سيطرة الصين على أجزاء كبيرة من إمدادات المياه سيؤدي إلى عواقب سلبية على دول المصب.

ثالثاً: مدى استفادة الدول العربية من التجربة الصينية في مجال طاقة الرياح البحرية والطاقة الكهرومائية

تمتلك الدول العربية كل المؤهلات والامكانيات الطبيعية التي تمكنها من التحول الطاقوي، إلا أنها مازالت تمشي بخطوات متباطئة في هذا المجال خاصة في بعض الدول، في الوقت نفسه نجد التجربة الصينية الفريدة في هذا المجال، والتي تستحق أن تكون مثالاً يحتذى به لغيرها من الدول، التي تسعى لتحقيق خطوات في التحول الطاقوي، حيث أنها حققت المعادلة الصعبة بين اقتصاديات الطاقات التقليدية والطاقات المتجددة وبالأخص طاقة الرياح البرية والبحرية، واستطاعت أن تحقق التحول الطاقوي، مع الحفاظ على البيئة من ناحية أخرى، وأن محاولة إثارة الدول العربية، للاستفادة من التجربة الصينية لا يعني بالمطلق استنساخ هذه التجربة كما هي بالكامل ، بل إن هناك فوارق كبيرة بين المعطيات الصينية والمعطيات الخاصة بالدول العربية ، ومن بينها التكنولوجيا الهائلة التي تمتلكها الصين، ولكن القصد هنا هو التعلم من التجربة الاقتصادية الصينية التي ركزت

على تشجيع الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة وبالتحديد طاقة الرياح، ويمكن تلخيص أهم الدروس المستفادة من هذه التجربة في النقاط التالية:

- لقد برهنت تجربة الصين في التوجه إلى طاقات الرياح والطاقات المائية لتوليد الكهرباء، معتمدة على الصين ذاتها من حيث الأساس، ولم تكن تعتمد على التكنولوجيا المستوردة، بقدر ما كانت تسعى إلى تسخير مواردها المادية والبشرية في تحولها الطاقوي، مع تبني سياسة الانفتاح على العالم الخارجي.

* يجب على الدول العربية ومن بينهم الجزائر بضرورة مضاعفة إمدادات الكهرباء من مصادر الطاقة النظيفة خلال السنوات المقبلة للحد من ارتفاع درجة الحرارة العالمية، وإلا فسيكون هناك خطر يتمثل في أن يؤدي تغير المناخ والطقس الأكثر تطرفاً والإجهاد المائي إلى تقويض أمن طاقتنا، بل وتعرض إمدادات الطاقة المتجددة للخطر.

- زيادة الإنفاق والاستثمار على البحث والتطوير وتوفير الإمكانيات اللازمة لذلك في مجال الطاقة، من أجل تحسين قطاع التكنولوجيا الخضراء، وكفاءة الألواح الشمسية والتوربينات الهوائية.

- ضرورة دعم سياسات التحول الطاقوي عاجلاً قبل أن يكون آجلاً، من نهج يعتمد على دعم الطاقات التقليدية إلى نهج يعتمد على دعم الطاقات المتجددة، وسوف يفضي هذا مع مرور الزمن إلى التقليل من تكاليف النظام الإجمالية للطاقات المتجددة إلى أدنى حد ممكن.

* يجب على الدول العربية من سن قوانين وإصدار تشريعات، من شأنها تحسين الاستخدام وتطوير الإنتاج في مجال الطاقة المتجددة.

* يجب تفعيل المشاركة بين القطاعين الخاص والعام في مجال الاستثمارات في الطاقة الجديدة.

* ضرورة العمل الجماعي لجميع الجهات الفاعلة المشاركة في تطوير الطاقة المتجددة، بما فيها القطاعين العام والخاص والقطاع المالي والقطاع الأكاديمي، حيث يعد أمراً ضرورياً لتمكين الانتقال المنهجي نحو الطاقة المتجددة، فضلاً عن أن الإدراك الباكر لأهمية مشاركة الجهات الفاعلة في عملية صنع القرار سيقول من المخاطر المرتبطة باستيعاب، واعتماد تقنيات الطاقة المتجددة تلك،.

* إتاحة الفرصة وتذليل العقبات أمام المستثمر الأجنبي لكي يفيد بخبراته وموارده في هذا المجال.

الخاتمة:

قامت الصين بالعديد من الإجراءات من أجل التحول الطاقوي، والتخلي عن طاقة الفحم وطاقة البترول، إذ قامت باستثمارات ضخمة في مجال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، والطاقة الكهرومائية، واستطاعت أن تحقق نتائج ممتازة خاصة في مجال طاقة الرياح البحرية، واحتلت المرتبة الأولى في هذا المجال في العالم، كما نجد أن الطاقة الكهرومائية في الصين تساهم بأكثر من 9% من مجمل الطاقة.

وفي هذه الدراسة تم التوصل إلى مجموعة من النتائج أهمها:

* عرفت طاقة الرياح في الصين نجاحاً كبيراً، وتطورت صناعة التوربينات بسرعة، وأصبحت طاقة الرياح أكثر وأكثر قدرة على المنافسة مع الإنتاج بحرق الفحم .

* تمكنت الصين اليوم من تخفيض تكاليف طاقة الرياح وخاصة تكاليف طاقة الرياح البحرية، حيث انخفضت بحوالي الثلث عما كانت من قبل.

*يعتمد نظام الطاقة في الصين على سلسلة من التفويضات الإدارية ، والتي تعمل على التنسيق بين الحكومة والقطاع الخاص، من أجل تطوير واستغلال أكثر لطاقة الرياح والطاقة المائية ، وذلك للحد من التأثير البيئي من خلال وضع حد أقصى للانبعاثات.

*بذلت الحكومة الصينية جهودا كبيرة لتوسيع قدرة النقل، وتخزين الطاقات المتجددة وخاصة طاقة الرياح، ووضعت تشريعات وألويات من أجل التحول الطاقوي.

*لا تزال الصين لديها أهداف طموحة لتطوير طاقة الرياح، كوسيلة فعالة لتحقيق أهداف السياسة المتعلقة بالطاقة والبيئة، وتطوير الصناعة.

عموما نجد الصين حققت نهضة وقفزة في التحول الطاقوي دون الاعتماد على أي طرف آخر، وهو ما يجعلها الرابع الأكبر في سباق التحول إلى الطاقة البديلة.

5. المراجع:

-عياش سعود يوسف، تكنولوجيا الطاقة البديلة، سلسلة عالم المعرفة المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، رقم 31، عدد فبراير 1981، الكويت، ص 287.

-محمد رأفت اسماعيل، رمضان علي جمعان الشكيل، الطاقة المتجددة، دار الشروق، بيروت، ط 1، 1988، ص 99.

-محمد طالبي، محمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة، مجلة الباحث، جامعة البليدة، العدد السادس، 2008، ص 204.

-رائد خضر الفهدوي، محاضرة رقم 6، انواع التوربينات الهوائية وعوامل زيادة كفاءتها، ص 23-24، www.uoanbar.edu.iq
-<https://wind.appstate.edu/wind-power> consultée 19/06/2018 à 20:41

-سمير سعدون مصطفى، لطاقة البديلة مصادرها واستخداماتها ; دار اليازوري العلمية، 2012 ، ص 231.

-أمينة مخلفي، أثر تطور أنظمة استغلال النفط على الصادرات (دراسة حالة الجزائر بالرجوع إلى بعض التجارب العالمية)، أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2013/2014، ص 34.

-وهيب عيسى الناصر، حنان مبارك البوفلاس، مصادر الطاقة النظيفة أداة ضرورية لحماية البيئة، المنظمة العربية لتربية والثقافة والعلوم ، ص 25- 26.

-محمد رأفت إسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل، الطاقة المتجددة، الطبعة الثانية، دار الشروق، بيروت، 1988، ص 147.
<https://eecptuk18.wixsite.com/eecptuk/mhtat-altwlyd> نادي الهندسة الكهربائية، جامعة فلسطين التقنية، almaeyh@ptuk.edu.ps

-سعود يوسف عياش، تكنولوجيا الطاقة البديلة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، عالم المعرفة، 1981، ص 30

-تقارير ابحاث وحدة الطاقة، 2021، <https://attaqa.net/2021/04/08/%D9>

-محمد مصطفى محمد الخياط، تكنولوجيا طاقة الرياح، الجزء الاول: أسس عمل وأنواع توربينات الرياح، مجلة الكهرباء العربية، العدد 91، ديسمبر 2009، ص 8، www.energyandeconomy.com

-احمد شوقي، الطاقة المتجددة في الصين.. ريادة عالمية في التصنيع والسعة المضافة"، تقرير "

<https://attaqa.net/2022/02/25/%>

-WANG Zhongying, SHI Jingli, ZHAO Yongqiang, Technology Roadmaps China Wind Energy, Development Roadmap 2050, Energy Research Institute, China National Development and Reform Commission. Beijing, China, October, 2011, P33.

-Hanjie Wang ,Lucy Kitson, Richard Bridle, Wind Power in China: cautionary tale,. International Institute for Sustainable Development A; September 2016; p 16.

-Adapted from National Energy Education Development Project (public domain). U.S. Washington,. August 19, 2020. <https://www.eia.gov/energyexplained/wind/types-of-wind-turbines.php>

-التحول نحو الطاقات المتجددة في الصين، <https://www.aljazeera.net/ebusiness/2020/9/18>

-Adnan Durakovic .China Dominates Offshore Wind Rankings, Global Operating Capacity at 55 GW – WFO, September 7, 2022, <https://www.offshorewind.biz/2022>

-تقارير وحدة أبحاث الطاقة، <https://attaqa.net/2022/09/11>

-<https://arabic.cgtn.com/n/BfJIA-BAA-IA/HafEAA/index.html>

-استثمارات الطاقة المتجددة، 2022، <https://attaqa.net/2022/08/08>

-عاصم عبد المنعم احمد، طريق الصين الى الطاقة المتجددة، مجلة اسبوط للدراسات البيئية، العدد الثاني والاربعون، مركز البحوث الزراعية، مصر ، 2015، ص 15.

-Chen Chunlai, The Development of China's FDI Laws and Policies WTO Accession, in JaneGolley and Ligans Song, eds, rosining China: Global Challenges and Opportunities (Canberra: ANNE-Press, 2011, pp.90.

-الكهرباء المستهلكة من الطاقة المتجددة في الصين، 2022، <https://www.alaraby.co.uk/economy>

- سوق طاقة الرياح في الصين: النمو والاتجاهات، 2022، <https://www.mordorintelligence.com/ar/industry-reports/china-wind-energy-market>

-الطاقة، 2021، <https://attaqa.net/2021/06/28>

-ازمة الطاقة في الصين، <https://www.aljazeera.net/ebusiness/2022/9/7>