AL KUT JOURNAL OF ECONOMIC AND ADMINISTRATIVE SCIENCES
Publisher: College of Economics and Management - Wasit University

دراسة الجدوى الاقتصادية لأنشاء مشروع محطة توليد الطاقة الكهربائية باستعمال التوربينات الهوائية في محافظة واسط

Economic Feasibility Study for Establishing A Wind Turbine Power Generation Station Project In Wasit Governorate

زهراء حسن مناتي[1] أ . م . د رشا خالد شهيب[2]

جامعة واسط/ كلية الادارة والاقتصاد

std20222023.zkoda@uowasit.edu.iq rshahib@uowasit.edu.iq

المستخلص

إنَّ مصادر الطاقة المتجددة هي اجراءات تخفيف الضغط على البيئة وتعمل على تخفيض واستهلاك الطاقات التقليدية في المدى القصير والمتوسط، كما أنَّ الانتقال الى الاعتماد عليها بشكل أوسع سيؤدي الى استدامه المصادر التقليدية ومنه امكانية الاستفادة لمدة اطول من تلك المتوقعه وهو ما سيسمح الاجيال قادمة تليبية جزء من احتياجاتها بالاعتماد على هذه المصادر. وقد نبعت أهمية البحث من أنَ الطاقة تعد أهم عناصر إلانتاج وتكمن أهمية دراستها في أنّها تبرز مدى امكانية الاستثمار في الطاقة المتجددة في محافظة واسط من اجل تحقيق التنمية المحلية المستدامه. و تنعكس مشكلة البحث في انخفاض الطاقة الكهربائية المنتجة ونقص امداداتها وفي المقابل ارتفاع كمية الطلب عليها و يعاني العراق من تأخير كبير في عملية الانتقال نحو مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة وتنطلق فرضية البحث أنّ مشروع أنشاء محطة لتوليد الطاقة الكهربائية باستعمال التوربينات الهوائية له ذو جدوى بيئية وفنية ومالية لتحقيق منافع مجزية لكلَّ من المستثمر الخاص والعام والاقتصاد المحلي استنادا الى معايير تقييم المشروعات الاقتصادية. في حين يستهدف البحث دراسة الجدوى الاقتصادية لمشروع توليد الطاقة الكهربائية بواسطه التوربينات الهوائية في محافظة واسط وتحليل المضامين الاقتصادية وتشجيع الاستثمار. إنّ انتاج الكهرباء بواسطة توربينات الرياح يعزز حالة أمن الطاقة في البلد بوجه عام ولمحافظة واسط بوجه خاص لانها تنتج محلياً باستدامة ودون تحمل تكاليف اجتماعية. ويجب على الجهات المعنية في العراق ومحافظة واسط تعزيز السياسات الداعمة للطاقة المتجددة مع التركيز على توربينات الرياح كجزء من استراتيجية أمن الطاقة.

Abstract

Renewable energy sources serve as a means to reduce environmental pressure and decrease the consumption of conventional energy sources in the short and medium term. A broader shift towards renewable energy will also contribute to the sustainability of conventional energy sources, allowing for a longer-than-expected use, which will enable future generations to meet part of their needs through these resources. The importance of this research stems from the fact that energy is one of the most critical elements of production, and the study highlights the potential for investment in renewable energy in Wasit Governorate to achieve sustainable local development. The research problem lies in the decline of electricity production and supply shortages, alongside increasing demand. Iraq faces significant delays in transitioning to renewable and clean energy sources. The research hypothesis posits that establishing a wind turbine power plant is environmentally, technically, and financially viable, providing substantial benefits to both private and public investors and contributing to the local economy, based on economic project evaluation criteria. The research aims to assess the economic feasibility of a wind turbine power generation project in Wasit Governorate, analyze its economic implications, and encourage investment in the sector. The production of electricity through wind turbines enhances the overall energy security of the country, and specifically in Wasit Governorate, as it is produced locally in a sustainable manner without incurring social costs. Relevant authorities in Iraq and Wasit Governorate should strengthen policies that support renewable energy, with a focus on wind turbines as part of the energy security strategy.

المُقدَّمة

تُعَدُّ الطاقة حجر الأساس للتنمية الاقتصادية، ويُعد إنتاجها واستهلاكها من المؤشرات الرئيسة لقياس تنوع اقتصاد البلد إذ أصبح معدل نصيب الفرد من الطاقة المستهلكة مؤشراً على تقدم البلد بين بلدان العالم. من ابرز اهداف البحث تسليط الضوء على مصادر الطاقة المتجددة في العراق وبالخصوص طاقة الرياح واستثمارها في مختلف القطاعات الاقتصادية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.إنّ مصادر الطاقة المتجدده هي اجراءات تخفيف الضغط على البيئة وتعمل على تخفيض استهلاك الطاقة التقليدية في المدى القصير والمتوسط ، كما أنّ الانتقال إلى الاعتماد عليها بشكل أوسع سيؤدي إلى استدامه المصادر التقليدية ومنه امكانية الاستفادة لمدة اطول من تلك المتوقعه وهو ما سيسمح الأجيال قادمة تليبية جزء من احتياجاتها بالاعتماد على هذه المصادر . هنالك الكثير من الدوافع أدت الى تعاظم دور الطاقة المتجددة في المنظومه الاقتصادية أبرزها ما يتعلق بتحقيق آمن الطاقة ومن ثم سيؤدي الى تخفيف الضغط على أسواق الطاقة الدولية، ومنها مايتعلق بالتغيرات المناخية ومختلف أنواع التلوث البيئي الناتج عن الاعتماد على المصادر التقليدية في تلبية الاحتياجات العالمية فضلاً عن انخفاض التكلفة نتيجةً التطور الحاصل في تكنولوجياتها.

الكلمات المفتاحية : دراسة الجدوى الاقتصادية، الطاقة، التوربينات الهوائية ،المناخ.

أهمية البحث

تعد الطاقة من أهم عناصر الإنتاج وتبرز أهمية دراستها في إظهار مدى إمكانية الاستثمار في الطاقة المتجددة بمحافظة واسط، بهدف تحقيق التنمية المحلية المستدامة وتعزيز الأمن الطاقوي في العراق.

مشكلة البحث

تنعكس مشكلة البحث في انخفاض الطاقة الكهربائية المنتجة ونقص أمداداتها وفي المقابل إرتفاع كمية الطلب عليها، يعاني العراق من تأخير كبير في عملية الانتقال نحو مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة، وهوما يتسبب في تفاقم مستويات التلوث.

فرضية البحث

إنَّ مشروع إنشاء محطة لتوليد الطاقة الكهربائية باستعمال التوربينات الهوائية يتمتع بجدوى بيئية، فنية، ومالية، مما يحقق فوائد ملموسة لكل من المستثمرين، سواء كانوا من القطاع الخاص أو العام، فضلاً عن دعم الاقتصاد المحلي، وذلك وفقاً لمعايير تقييم المشروعات الاقتصادية.

هدف البحث

دراسة الجدوى الاقتصادية لمشروع توليد الطاقة الكهربائية باستعمال التوربينات الهوائية في محافظة واسط تتناول تحليل الجوانب الاقتصادية وتشجيع الاستثمار.

منهجية البحث

يعتمد البحث على المنهج الاستقرائي Approach Indctive الذي يستند بشكل رئيس على تحليل ودراسة المصادر الموجودة بالفعل بصورة فردية، ثم يسعى إلى فهم الانماط العامة الكلية ليتيح استنتاج النماذج العامة الكلية لتحقيق رؤيا أعمق للظاهرة المدروسة وتفسير البينات الاحصائية عبر اعتماد الاسلوب الوصفي لتعميم النتائج الكلية عالية اليقين.

هيكلية البحث

يتألف البحث من خمسة محاور، يتضمن الاول الاسس النظرية لدارسة الجدوى الاقتصادية والطاقة المتجددة، وناقش المحور الثاني المنظور الاقتصادي للطاقة من خلال تحليل نظرية النمو الداخلي حول الطاقة، وانطوى المحور الثالث التوربينات الهوائية والتكنولوجيا المستخدمة في محطات الطاقة الكهربائية ، وتناول المحور الرابع هياكل التصميم الاساسية المتعلقة بالعوامل المناخية والجغرافية لمحطة توليد الطاقة الكهربائية باستعمال التوربينات الهوائية ونقل تكنولوجياتها ، واستعرض المحور الخامس الاستنتاجات والتوصيات التي توصل اليها البحث.

المحور الاول: الاسس النظرية لدراسة الجدوى الاقتصادية والطاقة المتجدده

في ظل التحديات الاقتصادية والبيئية التي يواجهها العالم اليوم تتزايد الحاجة الى استراتيجيات اقتصادية مستدامة تستند الى مصادرالطاقة المتجددة يعد موضوع دراسة الجدوى من المواضيع الاساسية في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة إذ تساعد دراسة الجدوى على تحديد مدى جدوى المشاريع المختلفة من الناحية الاقتصادية والتقنية والبيئية لاسيما تضمن الاسس النظرية لدارسة الجدوى تحديد مدى توافق المشروع مع الاهداف الاستراتيجية وتحليل التكاليف والمنافع. وتعد تعد دراسات الجدوى أساس الاقتصاد وأدارة المشاريع بشكل عام واقتصاديات المشروع بشكل خاص، لكن دراسة الجدوى في تحديد صلاحية المشروعات الاستثماري تتم من جوانب متعددة[1]. حيث يتطلب كل جانب دراسة مستقله لجدوى المشروع مثل (الدراسة البيئية ،الدراسة التسويقية، الدراسة الفنية ، الدراسة المالية ، المحاسبية والاقتصادية)، لذا لايحتاج الامر إلى دراسة واحدة وانّما يحتاج إلى مجموعة دراسات تهدف في حالة استكمالها الى الوصول الى القرار الذي يحدد صلاحية المشروع للتنفيذ ، وأما اذا كان يمكن تحويلة الى منشأه عامةُ نرى الابتعاد عنه ويجب أنْ نلاحظ أنّه لاتوجد منهجية موحدة للدراسات الجدوى يمكن تطبيقها على مشروع استثماري لتحديد جدواه[2] ، وهذا يعود إلى بعض الاعتبارات (تختلف المشاريع الاستثمارية بناءً على نوع النشاط الذي تقوم به ، تختلف انوع المشاريع الاستثمارية وحجم الاستثمارات المطلوبة لكل منها وتتباين مضامين المشاريع من حيث الحداثة فضلا عن برامج التطوير للمرافق والقائمة واستبدال الطاقات الانتاجية) ويمكن تمثيل المشروع الاستثماري عن طريق انشاء نظام للمعلومات تكون محدد وبدأت الخطوات في تحويلة إلى نشاط قائم ومستقل[3]. أما في مجال الطاقة المتجددة فتمثل الاسس النظرية دراسة شاملة لتوافر الموارد الطبيعية وتقنيات التحويل والآثار البيئية والاقتصادية وتشمل معوقات اجراء دراسة الجدوى نقص البيانات الدقيقة وصعوبة تقدير التكاليف والعوائد المستقبلية وتحديات التمويل تزداد التحديات نظراً لعدم الاستقرار في السياسات المتعلقة بالطاقة والبيئة وكذلك التغيرات السريعة في التكنولوجيا وتشير مفاهيم الطاقة المتجددة إلى الاستعمال المستدام للموارد الطبيعية لانتاج الطاقة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية يتماشى استعمال الطاقة المتجددة مع الاهداف الانمائية المستدامة للأمم المتحدة التي تركز على تقليل الانبعاثات الكربونية وتعزيز الوصول إلى طاقة نظيفة وميسورة التكلفة وتسعى الأهداف الانمائية إلى تعزيز التنمية المستدامة التي تحمي البيئة وتحسن من جودة الحياة[4].

1)State Administrative and Accounting Manual, Economic Feasibility Study,USA,2011,p10,13.

2) ابراهيم هيمي ، ادراة العمليات والانتاج، القاهرة،مكتبة التجارة والتعاون ، 1979 ،ص7.

3) عبد الستار محمد ومحسن العلي ، تقييم المشاريع الصناعية ، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل، 1987 ،ص 15.

4) أمينة ابو الرب ، نادية عليلي ،الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق حماية البيئة وكأداة التنمية المستدامة ، المؤتمرالعلمي الدولي للعلوم الاقتصادية والعلوم الادارية والقانونية في ظل التحديات العولمة ، تونس، 2019 ،ص3.

5) Norweian University Of Science and Technology 59 Publications 533 Citations,Energy industry and Politics : Energy Economic growth and development, Elsevier, Energy 35 2010 1730- 1740, 35,2010.

المحور الثاني : المنظور الاقتصادي للطاقة

رؤية نظرية النمو الداخلي للطاقة

نظرية النمو الاقتصادي الداخلي هي تطور للنظرية الكلاسيكية التي تنص على النمو على المدى الطويل، وأن نموذج الانحدار على اساس نظرية النمو الاقتصادي الداخلي يستند على الكثير من المتغيرات المستقلة داخل النموذج، وتفترض كلّ نظريات النمو الاقتصادي الحديثة أنّ نمو الناتج المحلي الاجمالي للفرد مقترن بتطور وانتشار المعارف.

1-المنظور التحليلي لمؤشرات النمو في نموذج رومر

من خلال التقدم التكنولوجي واستثمار رأس المال بما في ذلك الاستثمار المعرفي والمتمثل في المصطلح الحالي هو انتاجية العمل المعزز بالتكنولوجيا على افتراض رأس المال ومخزون المعرفة يتراكم مع مرور الوقت فإنّ معظم خبراء الاقتصاد في مجال النمو وكذلك السياسة يُعّدون إنّ الدخل سيرتفع في المتوسط بنسبة (2- 2.5%) سنوياً والاجيال القادمة ستشهد وفرة في الموارد. وإنّ النظرية الكلاسيكية للنمو لا تأخذ في الاعتبار توفير الطاقة واسعارها ولا يمكنها تفسير التراجع الاقتصادي إلا بسبب تخفيض ساعات العمل والتي عادة ماتكون نتيجة وليس لانخفاض ما وعلى ذلك فإنّ التراجع الاقتصادي (الركود هي حقيقه من حقائق الحياة الاقتصادية) . وهنالك انواع مختلفة من الادلة تدعم المنظور القائل بإنّ الطاقة مهمة في النمو الاقتصادي ، ولا يوجد بديل للطاقة رغم أنّه يمكن أستبدال بعض اشكال الطاقة بأخرى سيما طاقة الرياح و الطاقة النووية.

أمّا صياغة دالة رومر فتكون على النحو الاتي[5].

$$Y=F(A.K)$$

حيث تمثل

Y: الناتج المحلي الاجمالي

A: التكنولوجيا

K: رأس المال

من خلال أجراء التفاصيل للدالة السابقة

$$Y=A.K \quad (1)$$

$$\Delta y/y=\Delta A/A+\Delta K/K \quad (2)$$

Δ : تمثل معدل النمو في المعاملات وبما أنّ الادخار (S) يعبر عن الزيادة في رأس المال (Δk) إلى الناتج المحلي الاجمالي نحصل على :

$$S=\Delta K \ / \ y$$

$$\Delta K=s*y \qquad (3)$$

بالتعويض عن y في المعادلة (3) بما يساويها في المعادلة (4)

$$\Delta \ AK = S * A * K \quad (4)$$

بالتعويض (Δk) بالمعادلة (2) بما يساويها بالمعادلة (4)

$$\Delta y/y \ = \Delta A/A + S * A * K/K$$

$$\Delta y/y =\Delta A/A+S*A \qquad (5)$$

وحسب المعادلة (5) أنّ معدل النمو الناتج المحلي الاجمالي ($\Delta y/y$) يعتمد على معدل النمو التكنولوجي من جهة ، وعلى مستوى التكنولوجي ومستوى الادخار من جهة اخرى.

2-التاصيل المفاهيمي لدور الطاقة في نموذج لوكاس

وجود علاقة ايجابية بين استعمال الطاقة والنمو الاقتصادي ، وذلك من خلال ارتباط نفقات البحث والتطوير واستهلاك الطاقة بعلاقة إيجابية ، وتظهر النتائج ايضاً وجود تأثير سلبي احادي الاتجاه لانخفاض الاستثمار برأس المال البشري على جميع اشكال استهلاك الطاقة .

لقد حظى تفسيرالدور الدافع لاستهلاك الطاقة في النمو الاقتصادي أهتمام الاقتصاديين وتعد التكنولوجيات الصديقة للبيئة والنظيفة لتحقيق النمو الاقتصادي المستدام وسيلة لتحيقيق هذه النمو ، ويتم ذلك من خلال استيعاب التأثيرات الخارجية عبر زيادة وانتشار المعرفة والتقدم التكنولوجي وامكانية الاستبدال بين ما يعالجة الاكاديمين والمستخدمين ، وأدى هذا التحدي لاقتراح استراتيجيات وسياسات الطاقة النظيفة المناسبة لايجاد حلول للطب المضطرد. وإنّ ربط استهلاك الطاقة بالنمو الاقتصادي فقد اعتمدت معظم الابحاث اما على نظرية الانتاج الكلاسيكية الجديدة أو نماذج النمو الداخلي إذ يأخذ تقدير دالة الانتاج الكلاسيكي الجديدة في الاعتبار(مدخلات العمالة ورأس المال والطاقة بشكل خارجي).أما في نظرية النمو الداخلي فيتم تضمين هذه المتغيرات في داخل النموذج وهي سبب النمو.

وفيما يخص دالة انتاج لوكاس يمكن صياغتها على النحو التالي[6].

$$Y = \ K^B(HL)^{1-B} \qquad (1)$$

وتؤكد المعادلة(1) أنّ هذا النموذج يشبة نموذج سولو فقط باستبدال (H) الذي يعبر عن تراكم رأس المال البشري بدلاً من (A) المعبر عن التقدم التكنولوجي عند سولو، تراكم رأس المال البشري يمثل مخزون المعارف التكنولوجية والمهارات التي تتراكم عبر الزمن حسب المعادلة التالية:

6) صالح مهدي البرهان، تحليل الفجوة التكنولوجية في بيئة اقتصاد المعرفة ،بيئات Escw Euro حالة دراسية ، اطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة البصرة ، 2009، ص67 و68.

$$h = B\ (1 - u_t)h \qquad (2)$$

ut= المدة الزمنية

(ut-1)= فترة تأسيس تطوير رأس المال البشري ،وهي الفتره الزمنية المطلوبة لاكنساب المعارف التكنولوجية .

H= تراكم رأس المال البشري.

B= النسبة المخصصة لرأس المال البشري من الناتج.

ومن المعادلة (2) يبدو أنّ التركيز على الحصول على المعارف لة التأثير الكبير في زيادة النمو الاقتصادي . إذ كلما زاد هذا العامل زادت مساهمتة في تعزيز كفاءة رأس المال البشري ، ومن ثم دفع عجلة النمو الاقتصادي نحو الزيادة على المدى الطويل.

المحور الثالث : التوربينات الهوائية والتكنولوجيا المستخدمة في محطات الطاقة

يتم توليد الطاقة الكهربائية بأستعمال الطاقة الموجودة في الرياح لتشغيل توربينات الرياح لانتاج الطاقة الميكانيكية ، ويمكن تحويل هذه الطاقة ّلى طاقة كهربائية بأستعمال مولدات الحث الكهربائي[7].

أول عالم أكتشف هذه الطاقة هو (روبرت بويل)عام 1660 ثم تطورت نظرياً على يد (وانسل برنولي) عام 1738 ، وتعد تكنولوجيا توربينات الرياح أحدى مصادر الطاقة المتجددة الجذابة إذ تم تطوير هذه التكنولوجيات بشكل ملحوظ في عام 1990 وتم انتاج أكثر من (10000) ميجاواط من طاقة الرياح المستخدمة في جميع انحاء العالم .

وشهدت طاقة الرياح التطور السريع خصوصاَ في القدرات المركبة والقيم المضافة ، ويتركز توليد طاقة الرياح حالياً في الصين والولايات المتحدة الامريكية والمانيا. وتوليد طاقة الرياح حالياً تّوسع في البلدان الناشئة ، وقد تعاظمة مساهمتها على مّر السنين من أجل مواجهة اتجاهات الكلفة غير المؤاتية سيما محطات الطاقة الكهرومائية ،وطاقة الرياح، لأنّ هذه الطاقة نظيفة ومتجددة ولاتحمل تكاليف اجتماعية[8].

نما التركيب التراكمي لتوربينات الرياح بوتيره سريعة على مدى العقدين الماضيين ويتم توليد طاقة الرياح المركبة والتي تزيد عن (440 كيكاوات لتتجاوز 760 كيكاوات) بحلول عام 2020 مما يجعل الطاقة المتجددة عنصراً هاماً في الحاضر والمستقبل كما تغيرت أنظمة التوربينات في (30) سنة الماضية وفي التسعينات كانت الكترونيات تكنولوجيا الطاقة تستخدم بشكل رئيس للتحكم في مقاومة دوار المولدات الحديثة والتي تكون أكثر تقدماً أجهزة الكترونيات الطاقة سيما جسور الصمام الثنائي ، واستعمال المروحيات للتحكم في مقاومة دوار المولد ويمكن أن تختلف توربينات الرياح في نطاق محدود خاصة عند استعمال الطاقة لتوربينات الرياح (0% - 10%) أي أعلى من السرعة

7) Robert U.Ayres, et…al, The underestimated Contribution of Energy to Economic Growth, The Business School for the World , Social Innovation Center, Working Paper, 2013 ,p3.
8) hRobert,Lucas,"On the Medianics of Economic Development", Journal of Monetary Economics,number2, Volume22, Issuel 1988,p 42.

المتزامنة للمولد . ومنذوعام (2000) تم استعمال المحولات ذات تدفق الطاقة ثنائي الاتجاة وبدأت الكترونيات الطاقة في التعامل معها. ومن خلال المقياس الجزئي لقدرة الطاقة للمولدات الحديثة ذات التغذية المزدوجة يمكن رصد القدرة الكاملة لطاقة المولدات غير المتزامنة او المتزامنة، إذ تمثل طاقة الرياح نسبة (55%) من قدرة الطاقة المتجددة على مستوى العالم، وحققت بعض البلدان مستويات عالية في استعمال هذه الموارد سيما الدنمارك بنسبة (42%)،البرتغال بنسبة (23.2%)، ايرلندا بنسبة (23%)، اسبانيا بنسبة (18%)، المانيا بنسبة (13.3%)، والمملكة المتحدة بنسبة (11%) عام (2017) . وتمتلك أسواق طاقة الرياح قدراً كبيراً من المساهمات المالية ورأس المال المغامرفي كلّ من الولايات المتحدة (4.7%) والصين(3.3%)[9].وتعمل توربينات الرياح على توليد كهرباء عالية الجودة بتردد الشبكة والتي يجب أنْ تعمل كل توربينة رياح بمحطة مستقلة يتم التحكم فيها تلقائياً انه امر لايمكن تصورة بالنسبة لتوربينات الرياح الحديثة. وأنّ المعالجات الدقيقة تؤدي دوراً حاسماً في تمكين تكنولوجيا الرياح من حيث التكلفة وتعمل توربينات الرياح الحديثة بدون مراقبة مع صيانة منخفضة الكلفة ولمدة تزيد عن (20) سنة . معظم الأجهزة الديناميكية الهوائية* أدت الى انشاء متطلبات التصميم لتنظيم استعمال الاجهزة سيما شرائط المماطلة ومولدات الدوامة والأسوار والقلابات المتحركة لضبط أداء الشفرة الدوارة ولاتزال هذه الأجهزة تؤثر على اختيار توربينات الرياح[10]. ويمكن أنْ تكون الدورات التي تحركها المكونات الرئيسة أكبر من حجم الآلات الدوارة الاخرى وتعمل توربينات الرياح لمدة (13) عاماً تقريباً الى (20) عاماً وغالباً ماتكون غير مراقبة وتتمتع تكنولوجيا الرياح بتقنية متطورة إذ تطورة تجارة التكنولوجيا وكانت المحاولة المبكرة لتوليد الطاقة التجارية على نطاق واسع من الرياح بقطر (53) متراً (توربينات رياح سميث بقدرة (1.25) ميكاواط وأقيمت في ولاية فيرمونت في الولايات المتحدة عام (1939).وكان هذا التصميم من قبل فون كارمان و دن هارتوغ الذي وضّح التحليل الديناميكي وعملت توربينات الرياح بنجاح كامل لفترة اطول من بعض الآت في وقتها[11].

المحور الرابع: هياكل التصميم الاساسية المتعلقة بالعوامل المناخية والجغرافية لمحطة توليد الطاقة الكهربائية باستعمال التوربينات الهوائية ونقل تكنولوجياتها .

تشمل (درجة الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة ،الامطار والاشعاع الشمسي والتضاريس). ولتقييم آثار توربينات الرياح وانعكاساتها على البيئة الاقتصادية يتم استعمال مجموعة من المؤشرات التي تغطي الجوانب الاقتصادية والبيئية والاجتماعية تشمل هذه المؤشرات مايلي:

اولاً: درجة الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة

9)Kharsan AImakhalas and Faisal Aksehli, Wind Power,Bleking Insitute ofT Technology School of Engineering Department of Electrical Engineering ,2014, P8,P10.

10) Samira Yusef Araujode Falani…., Federl Rural University of Semiarid (ufersa), Trends in the Technolog ical devel opment of Wind energy generation , International Journal of Techndogy Management and Sustainable Development ,Volume19,Number1, 2020, P44.

11) Paul Bardoner ,et...la, Wind Energy –The Facts Parti,European Wind Energy Association,2009,P63.

يجب تحديد نطاق درجات الحرارة القصوى والدنيا في موقع محطة توربينات الرياح إذ تتاثر كفاءة توليد الكهرباء بدرجات الحرارة و يمكن أنْ تؤثر الحرارة المرتفعة على كفاءة التوربينات. وكلما انخفضت درجة الحرارة يؤدي الى زيادة الطاقة ومن ثم الى زيادة كفاءة أداء توربينات الرياح .أمّا سرعة الرياح تؤثر الرياح على أداء التوربين وترتبط درجات الحرارة بسرعة الرياح كلما ارتفعت درجات الحرارة تنخفض سرعة الرياح وتحتاج هياكل التصاميم الاساسية الى طرائق مقاوم للرياح القوية لتجنب الاضرار وان الطاقة الحركية مستخلصة من استعمال التوربين الهوائي يمكنها أنْ تتجاوز اكثر من (0.59) وتعادل (3\1) سرعة الرياح قبل دخول التوربين الهوائي ، وأنّ زيادة سرعة الرياح تؤدي الى زيادة الطاقة ومن ثم ارتفاع اداء توربينات الرياح . فيما يتعلق في الرطوبة يتم الاعتماد على معدل السنوي للرطوبة النسبية، إذ يمكن أنْ تؤثر على كفاءة الأنظمة الكهربائية ، وتسبب تأكل المعدات وتحتاج أنظمة العزل والحماية الى تصميم مناسب لمقاومة الرطوبة العالية هذا من جانب ، ومن جانب آخر ترتبط معدلات الرطوبة بعلاقة ايجابية بسرعة الرياح . إذ أن زيادة الرطوبة تؤدي الى ارتفاع معدل الكتلة الهوائية مما يتسبب في ارتفاع الطاقة الحركية وهذا يؤثر على ارتفاع الطاقة وارتفاع اداء توربينات الرياح[12].

جدول (1) المعدل السنوي لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح في محافظة واسط للمدة (2018-2023)

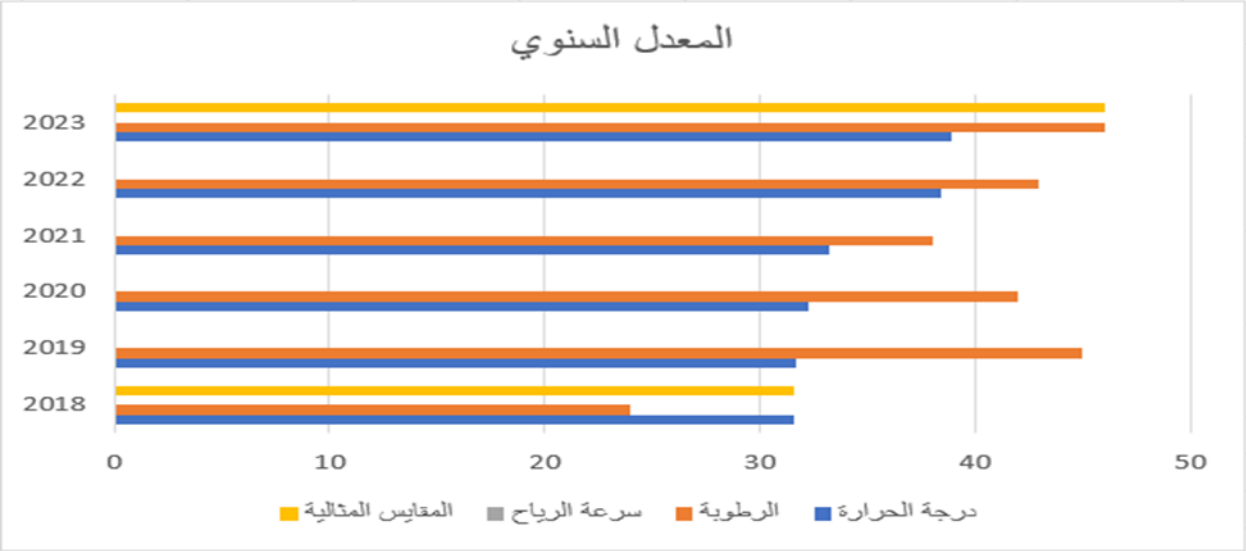
السنة	درجة الحرارة	الرطوبة	سرعة الرياح	المقايس المثالية
2018	31.6	24	60 كم/ س	31.6
2019	31.7	45	74 كم /س	
2020	32.3	42	50 كم/ س	
2021	33.2	38	75 كم /س	
2022	38.4	43	76 كم/س	76 كم/ساعة
2023	38.9	46	73 كم/ساعة	46

المصدر: الجدول من اعداد الباحثة بالاعتماد على : دائرة الانواء الجوية في الكوت.

وتفسيراً للجدول (1) بلغ معدل درجة الحرارة (31.2%) في عام (2018) واستمر هذا المعدل بالارتفاع بشكل تدريجي حتى بلغ (33.2%) عام 2021. ومن ثم اخذ معدل درجة الحرارة بالارتفاع حتى بلغ (38.9%) في عام 2023. وكان المقياس المثالي لمعدل درجة الحرارة نحو (31.2%) في عام 2018.

12) اسراء عادل منصور ، تأثير الظروف المناخية على اداء التوربين الهوائي في مدينة كركوك ، الكلية التقنية كركوك، قسم تقنيات هندسة التبريد والتكيف، المؤتمرالعلمي الاول لبحوث طلبة الدراسات العليا ونتاجات وابداعات طلبة المراحل المنتهية ،2017.ص2.

شكل (1) المعدل السنوي لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح في محافظة واسط للمدة (2018-2023)



المصدر: الشكل من اعداد الباحثة بالاعتماد على : دائرة الانواء الجوية في الكوت.

أمّا بالنسبة لمتوسط الرطوبة النسبيه بلغ هذا المتوسط نحو (24%) في عام 2018 . ثم أخذ هذا المتوسط بالارتفاع الى (38%) في عام 2021 . وأستمر بالارتفاع حتى اصبح (46%) في عام 2023. والمقياس المثالي لمتوسط الرطوبة النسبية نحو (46%) في عام 2023.

في حين بلغ معدل سرعة الرياح (60 كم /س) عام 2018. واخذ هذا المعدل بالارتفاع بصورة متذبذبة عندما بلغ (75 كم /س) عام 2012. ومن ثم استمر التذبذب بين ارتفاع وأنخفاض حتى بلغ (76 كم /س) عام 2023. والمقياس المثالي لمعدل سرعة الرياح نحو (76 كم /س) عام 2023. لقد أوضحت الدراسات أنَّ أقل سرعة تعمل على توربين الهواء لتوليد الطاقة الكهربائية هو (3.5 م/ث) .

ثانياً: الامطار والاشعاع الشمسي والتضاريس

الامطار تؤدي إلى زيادة في الكثافة الجوية وتغيرات في تركيبة الهواء سيما ارتفاع الرطوبة ، وهذا الارتفاع يؤدي تحسين اداء توربين الرياح ، فضلاً عن دور الامطار في تغيرات أنماط الرياح ، بسبب تأثيرها على الهواء والمساحات المفتوحة سيما تقلبات الرياح إذ تجعلها أكثر استقراراً ولكن تزيد من حاجة التوربينات الى عمليات الصيانة بسبب التأثير على المكونات الميكانيكية مثل المحامل والاجزاء الدوارة[13]. وفي هذا الصدد يجب تحديد موقع محطة توربينات الرياح الذي يتميز بنمط رياح مستقرة وقليلة التقلبات الجوية مع اتخاذ الإجراءات الازمة لتصميم الاسطح والهياكل للتعامل مع الامطار الغزيرة لتجنب تسرب المياه أو انهيار الهياكل.

13) اميره احمد عبد الظاهر ، مجدي عبد الحميد محمد السرسي، محمود عبد الحميد،التقييم البيئي والاجتماعي لمشروع ايطالجين لطاقة الرياح لمنطقة وادي دارة مدينة رأس غارب وأثارها على التنمية الحضرية ، مجلة العلوم البيئية ، مجلد 43، الجزء الثاني، معهد الدراسات والبحوث البيئية ، جامعة عين شمس ، 2018، ص ،193.

أما الاشعاع الشمسي الذي يسخن الارض والجو ويؤدي الى ارتفاع درجة الحرارة الهواء في الطبقات السفلى من التروبوسفير (الطبقة الجوية السفلية) هذا التسخين ينشأ فرقاً في درجات الحرارة بين الطبقات السطحية والطبقات العليا، مما يتسبب في حدوث حركة هوائية تُعّرف بالتيارات المحلية تؤثر على انتاجية الطاقة سيما إذ كان هنالك تدفقات هوائية معينة ، بسبب تأثير الاشعاع الشمسي قد يزيد أو يقلل من كفاءة توليد الطاقة ومن ثم على اداء توربينات الرياح . إذ أنَّ الاشعاع الشمسي له دور في توليد حركة الهواء ونمط الرياح فكلما ارتفع الاشعاع الشمسي يؤدي إلى تبابين درجة الحرارة بين المناطق المختلفة ومن ثم فإن هذه التفاوات في درجات الحرارة ، تسبب كتل هوائية وهذا يؤثر بدورة على اداء توربينات الرياح من حيث السعة واتجاه الرياح فضلاً عن انتاجية الطاقة. ويجب دراسة تأثير الشمس على المعدات والأبنية لضمان عدم ارتفاع درجة حرارتها. ومن المعروف أنَّ العراق يتمتع بساعات طويلة من اشعة الشمس اثبتت الدراسات ان العراق يحصل على الطاقة الشمسية (3000) ساعة سنوياً في محافظة واسط وحدهاز الاشعاع الشمسي المحتمل هو (2000) كيلوات س / م2 / سنة.

أمّا بالنسبة للتضاريس فيجب أنْ تنشأ محطة توربينات الرياح في موقع مكشوف ولا تتواجد حولها حواجز صلبة او مرتفعات أو حواجز صناعية تعيق حركة الرياح إذ تقام محطة توربينات الرياح خارج المدن في المناطق المفتوحة ومن الافضل أنْ تكون في مناطق مرتفعة إذ تزداد سرعة الرياح مع الارتفاع فوق طبقة الاحتكاك التي تقع في الثلاث كيلو مترات الاولى من التروبوسفير هذا لأنَّ العوائق السطحية تؤدي إلى تغير إتجاه الرياح مما يجعل التيار الهوائي ينقسم الى اقسام وفقاً للتضاريس المحيطة بأختصار يتطلب تصميم محطة لتوليد الكهرباء دراسة متأنية للعوامل المناخية والجغرافية لضمان كفاءة التشغيل واستدامة المحطة وسلامتها البيئية[14].

جدول (2) المعدل السنوي للامطار والاشعاع الشمسي في محافظة واسط للمدة (2018-2023)

السنة	الامطار	الاشعاع الشمسي
2018	305.6 ملم	4750 واط س / م2
2019	156.4 ملم	4844 واط س / م2
2020	186.4 ملم	4821 واط س / م2
2021	160.5ملم	4730 واط س / م2
2022	168.4 ملم	4700 واط س / م2
2023	193.4 ملم	4870 واط س / م2

المصدر: الجدول من اعداد الباحثة بالاعتماد على : دائرة الانواء الجوية في الكوت.

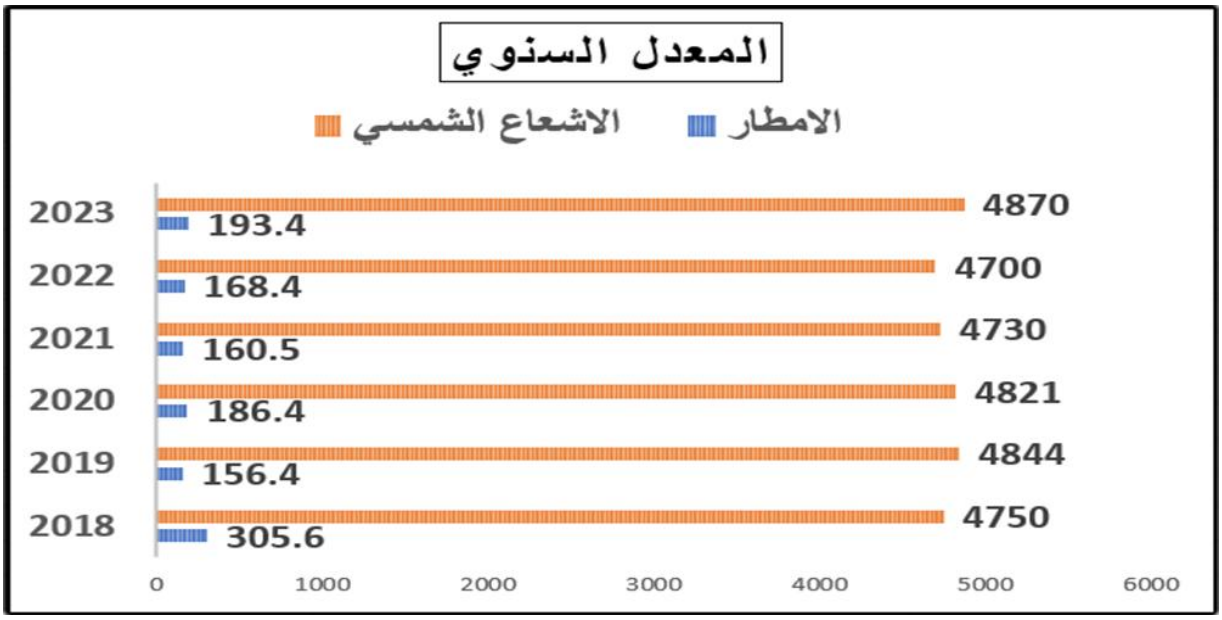
نلاحظ من بيانات للجدول (2) أنَّ المعدل السنوي للامطار في محافظة واسط قد بلغ (305.6 ملم) في عام (2018) وهي الكمية الأكبر التي استقبلتها المحافظة حسب التسلسل الزمني للسنوات، ثم انخفض هذا المعدل الى نحو (

14) اميره احمد عبد الظاهر ، مجدي عبد الحميد محمد السرسي، محمود عبد الحمبد،مصدر سابق، 2018، ص 193.

186.4 ملم) في عام (2020) ، واستمرمعدل الامطار السنوي بالتذبذب بين الانخفاض والارتفاع حتى بلغ (193.4 ملم) في عام (2023) وحسب ماتم ذكرة فإنَّ البيئة المناسبة لعمل تروبينات الرياح تحتاج الى استقرار معدل السنوي الامطار، وأنَّ السنة المثالية لمعدل الامطار المستقر هي سنة (2020) بمعدل امطار مستقر نسبياً بلغ نحو (186.4 ملم) .

بينما بلغ معدل الاشعاع الشمسي في محافظة واسط (4750 واط س / م2) في عام (2018)، ثم اخذ بالارتفاع بشكل مستمر ليبلغ نحو (4821 واط س / م2) في عام (2020) ثم اخذ هذا المعدل بالتذبذب بين الارتفاع والانخفاض ، ووصل إلى أعلى قيمة في عام (2023) عندما بلغ (4870 واط س / م2) ويعد هذا المعدل الملائم لعمل توربينات الرياح بالكفاءة القصوى.

شكل (2) المعدل السنوي للامطار والاشعاع الشمسي في محافظة واسط للمدة (2018-2023)



المصدر: الشكل من اعداد الباحثة بالاعتماد على : دائرة الانواء الجوية في الكوت

وفي سياق متصل تتراوح تكلفة توربين رياح من (1 - 4) ميلون دولار امريكي لكلّ توربين تقريباً. وقد استحوذت شركتا GE)) و(VESTAS) على (78%) من سوق طاقة الرياح في الولايات المتحدة في عام (2018) إذ استحوذت شركة GE)) على (40%) من سوق الولايات المتحدة متفوقة على (VESTAS) التي حققت نسبة (38%) ، وكانت سلسلة التوريد العالمية لصناعة طاقة الرياح مستقرة نسبياً في عام (2019) . أمّا البعد الزمني لإتجاهات اسعار التوربينات يؤكد أنَّ اسعار شراء طاقة الرياح عند ادنى مستوياتها التاريخية قد وصلت إلى مايزيد عن (70) دولاراً لكلّ ميكاواط / ساعة لمحطات طاقة الرياح التي تم تنفيذها في عام (2009) هو متوسط السعر العالمي المّوحد لمحطات طاقة الرياح . وقد انخفض إلى أقل من(20) دولاراً لكلّ ميكاواط في الساعة في عام (2017-2018) ، والسبب هذا الانخفاض يتعلق بتطورعوامل السعة فضلاً عن انخفاض تكاليف التشغيل والتركيب . أمّا اسعار توربينات الرياح فيمكن ان تختلف

بشكل كبير بناءً على عوامل عدّة مثل حجم التوربين، قدرتها، الموقع وتكاليف التركيب والصيانة ويتم تصنيف توربينات الرياح إلى فئات مختلفة بناءً على قدرتها (الصغيرة، المتوسطة، الكبيرة)[15].

جدول(3) النطاق التقريبي لأسعار توربينات الرياح بالدولار الامريكي

القدرة	نطاق السعر التقريبي
صغيرة (1-10) كيلوواط	6000-2000 دولار لكل كيلوواط
متوسطة (10-100) كيلوواط	3500-1500 دولار لكل كيلوواط
كبيرة (100-2000) كيلوواط	2500-1000 دولار لكل كيلوواط

Source:European Wind Energy Association (EWEA), The Economics of Wind Energy, European Wind Energy Association (EWEA), Belgium,2009.

وتفسيراً للجدول (3) فإنّ توربينات الرياح ذات القدرة الصغيرة (1-10) كيلوواط تتراوح أسعارها بين (2000-6000) دولار لكلّ كيلوواط، في حين أنَّ التوربينات ذات القدرة المتوسطة (10-100) لكلّ كيلوواط تكون أسعارها نحو (1500-3500) والتوربينات ذات القدرة الكبيرة (100-2000) تبلغ أسعارها (1000-2500) لكل كيلوواط

أمّا السعة تتراوح سعة توربينات الرياح مابين (1) ميكاواط الى (10) ميكاواط مثلاً توربينات (VESTAS) 64 بحجم 8 ميكاواط هي أكبر التوربينات التجارية المتاحة . والكهرباء التي ينتجها التوربين يولد حوالي (20-30) مليون كيلوواط/ ساعة سنوياً وهذا يكفي لتغطية احتياجات الاف من الاسر.

وتكلفة صيانة توبينات الرياح تتأثر عوامل عّدة سيما حجم التوربين ونوعية التكنولوجيات المستعملة وسرعة الرياح في الموقع فضلاً عن سياسات الصيانة التي تتبعها الشركات المشغلة ، إذ تتراوح كلفة الصيانة السنوية بين (1-3%) من تكلفة الاستثمار الاجمالية للتوربين.

جدول(4) الافترضات المالية لمشروع طاقة الرياح الارضية

المعامل	القيمة النسبية من اجمالي راس المال الاستثماري
المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال	%50.37
عامل استرداد رأس المال	%37.33
معدل الرسوم الثابتة	% 12.3

14) European Wind Energy Association (EWEA), The Economics of Wind Energy, European Wind Energy Association (EWEA), Belgium,2009.p 46.

المصدر: الجدول من اعداد الباحثة بالاعتماد على:

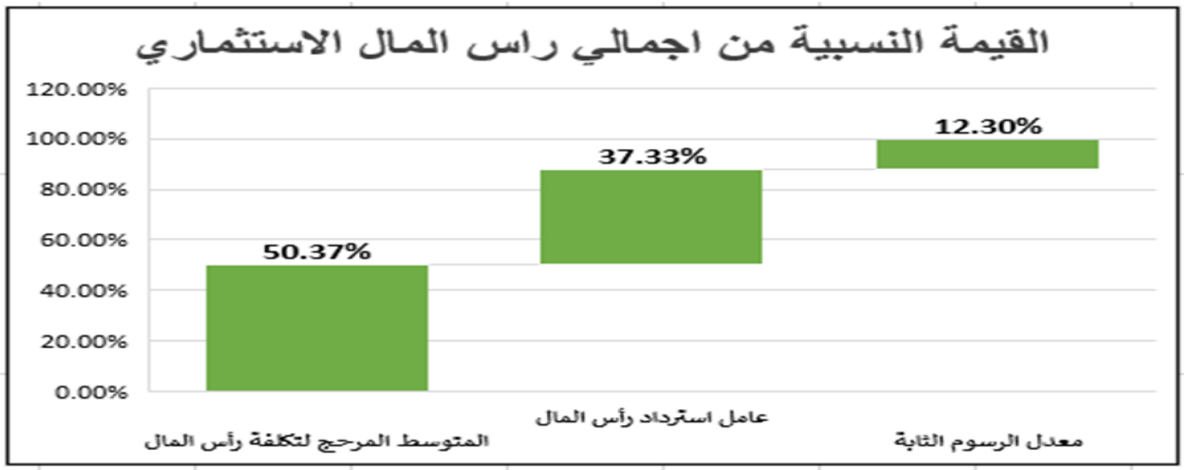
European Wind Energy Association (EWEA), The Economics of Wind Energy, European Wind Energy Association (EWEA), Belgium,2009.

يتضّح من الجدول (4) أنّ المتوسط المّرجح لتكلفة راس المال يبلغ نسبة (50%) من اجمالي رأس المال الاستثماري المقرر للمشروع ، إذ يعد هذا المتوسط "معدل الخصم الذي تستخدمة الشركات لتحديد تكلفة تمويلها من مصادر مختلفة سيما حقوق الملكية الفكرية وبراءات الاختراع .

أمّا عامل استرداد رأس المال ، والذي يتم احتسابة من خلال رصد القيمة المستردة من الاستثمار وتقسيمها على اجمالي راس المال الاستثماي ، وفي مشروع محطات توربينات الرياح يبلغ عامل استرداد راس المال نسبة (37.33%) من اجمالي رأس المال الاستثماري.

وفيما يتعلق بمعدل الرسوم الثابة في مشروع محطات توربينات الرياح يعتمد على عناصر عّدة وابرزها الموقع وحجم المشروع والتكنولوجيا المستخدمة ، وتكاليف الاستطلاع والتقييم والانشاء والتركيب والتوصيل بالشبكة العامة ، ويبلغ هذا المعدل نسبة (12.3%) من اجمالي رأس المال الاستثماري ، وتقدم الكثير من الدول الإعفاءات الضريبة لهذا الأنشطة.

شكل (3) الافترضات المالية لمشروع طاقة الرياح الارضية



المصدر: الشكل من اعداد الباحثة بالاعتماد على :

European Wind Energy Association (EWEA), The Economics of Wind Energy, European Wind Energy Association (EWEA), Belgium,2009,P30.

وتتمّحور عملية نقل التكنولوجيا حول ثلاث مراحل رئيسة اولاً تطور العلم ثانياً تحويل العلم إلى تكنولوجيا واخيراً تحويل التكنولوجيا إلى منتجات إذ يعرف العلم بأنّه المعرفة المكتسبة من مبادئ الطبيعة بينما يشير مفهموم التكنولوجيا إلى تطبيق الهندسة للعلم واستعمال الفهم لتطوير الطرائق الفنية العملية لتحقيق اهداف الإنتاج وتطبيق

التكنولوجيا وتحويلها الى شكل مادي لاستعماله في مهام محددة ويعرف نقل التكنولوجيا بأنه سلسلة من المسارات التي تتيح وتسهيل تدفق المهارات والأفكار والخبرات والتكنولوجيات بين الاطراف المعينة سيما الجامعات ومؤسسات البحث والمنظمات الدولية الحكومية وغير الحكومية وكيانات القطاع الخاص ، فضلاً عن النقل الدولي للتكنولوجيا بين الاقتصاديات المختلفة[16]. ، ويمكن تلخيص عناصر نقل التكنولوجيا كما يلي[17]:

أ- عناصرالإنتاج: تشمل الآلات والمعدات والأدوات ضمن رأس المال الإنتاجي المباشرفضلاً عن الموارد و السلع الوسيطة.

ب- أساليب الإنتاج: تتعلق بكيفية معالجة عناصر رأس المال الإنتاجي والموراد المستخدمة بطرائق مختلفة.

ت- المعلومات: تشمل معرفة كيفية استعمال العمليات والأساليب والمنتجات والمكونات الأساسية في الهندسة العكسية لضمن الاستعمال الأمثل ومعرفة الأداء المتعلق بتركيب وتشغيل وصيانة وإصلاح الآلات والمعدات والأدوات

المحور الخامس: الاستنتاجات والتوصيات

اولاً: الاستنتاجات

1- شهدت طاقة الرياح تطورات سريعة خصوصاَ في القدرات المركبة ، والقيم المضافة و توسع انتاج طاقة الرياح حالياً في البلدان الناشئة فضلاً عن ، تعاظم مساهمتها على مرّ السنين من اجل مواجهة اتجاهات الكلفة غير المؤاتية.
2- يعد التأثير البيئي لتوليد الكهرباء من طاقة الرياح ضيئلاً بالمقارنة مع طاقة الوقود الاحفوري ، إذ تتمتع توربينات الرياح بأقل قدرة على احداث الاحتباس الحراري لكلّ وحدة من الكهرباء المنتجة وتساعد في الحد من تغير المناخ ولا تستهلك طاقة الرياح اي وقود.
3- ان الطابع المحلي للتكنولوجبا له آثار مهمة على فهم نقل التكنولوجيا وينشأه تعقيدة من المعرفة الضمنية التي تتجسد في التكنولوجيات التي تتصف بالتطور المستمر،إذ إنّ عمليات التصنيع تصبح أكثر تعقيد من ناحية النقل مع نضج وتقدم التكنولوجيا وتتطب عملية نقل التكنولوجيا استثمارات جديدة في مفاصل البيئة الاقتصادية .

ثانياً: التوصيات

1- يجب على الجهات المعنية في العراق ومحافظة واسط تعزيز السياسات الداعمة للطاقة المتجددة مع التركيز على توربينات الرياح كجزء من استراتيجية أمن الطاقة.
2- - ينبغي على الحكومة توفير برامج تمويلية لتشجيع المستثمرين على تبني هذه التكنولوجيا ومنح الإعفاءات الضريبة ذات الصلة في ظل سياسات الانفتاح الرامية للتعاقد مع الشركات العالمية في سياق تعزيز الروابط بين الطاقة والنمو الاقتصادي عبر الانتقال الى الأساليب ذات الكفاءة وتقليل الاعتماد على الوقود الاحفوري والحد من الاضرار البيئية وتغير المناخ.

---

15) نظام البراءات الدولي (الويبو)، استخدام نظام المعاهدة كدافع لنقل التكنولوجيا، منظمة حقوق الملكية الفكرية، جنيف، 2015، ص3.
16) عبد القادر بوعزة و محمد بن مسعود، الشراكة الأجنبية ودورها في نقل التكنولوجيا، ملتقى دولي حول الاستثمار الأجنبي ونقل التكنولوجيا في الدول النامية، المركز الجامعي بشار، 2007، ص11.

3- التأكيد على توفير المتطلبات الأساسية اللازمة لنقل وتوطين التكنولوجيا المتعلقة بطاقة الرياح.

4- دعم المراكز الوطنية الخاصة في الانواء الجوية، وانشاء مراكز جديدة لتقيم ومتابعة فاعليتها، بغية الحصول على بينات ومعلومات عن الرياح، والأمطار، والاشعاع الشمسي، ودرجات الحرارة والرطوبة وتحليل الظروف الجوية الحالية أو المستقبلية؛ إذ تسهم هذا البينات والمعلومات على كفاءة أداء توربينات الرياح.

المراجع

1) ابراهيم هيمي ، ادراة العمليات والانتاج، القاهرة،مكتبة التجارة والتعاون ، 1979.

2) اسراء عادل منصور ، تأثير الظروف المناخية على اداء التوربين الهوائي في مدينة كركوك ، الكلية التقنية كركوك، قسم تقنيات هندسة التبريد والتكيف، المؤتمرالعلمي الاول لبحوث طلبة الدراسات العليا ونتاجات وابداعات طلبة المراحل المنتهية ،2017.

3) اميره احمد عبد الظاهر ، مجدي عبد الحميد محمد السرسي، محمود عبد الحمبد،التقييم البيئي والاجتماعي لمشروع ايطالجين لطاقة الرياح لمنطقة وادي دارة مدينة رأس غارب وأثارها على التنمية الحضرية ، مجلة العلوم البيئية ، مجلد 43، الجزء الثاني، معهد الدراسات والبحوث البيئية ، جامعة عين شمس ، 2018.

4) أمينة ابو الرب ، نادية عليلي ،الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق حماية البيئة وكأداة التنمية المستدامة ، المؤتمرالعلمي الدولي للعلوم الاقتصادية والعلوم الادارية والقانونية في ظل التحديات العولمة ، تونس، 2019.

5) صالح مهدي البرهان، تحليل الفجوة التكنولوجية في بيئة اقتصاد المعرفة ،بيئات Escw Euro حالة دراسية ، اطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة البصرة ، 2009.

6) عبد الستار محمد ومحسن العلي ، تقييم المشاريع الصناعية ، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل، 1987.

7) عبد القادر بوعزة و محمد بن مسعود، الشراكة الأجنبية ودورها في نقل التكنولوجيا، ملتقى دولي حول الاستثمار الأجنبي ونقل التكنولوجيا في الدول النامية، المركز الجامعي بشار، 2007.

8) نظام البراءات الدولي (الويبو)، استعمال نظام المعاهدة كدافع لنقل التكنولوجيا، منظمة حقوق الملكية الفكرية، جنيف، 2015.

9) State Administrative and Accounting Manual, Economic Feasibility Study,USA,2011.

10) Norweian University Of Science and Technology 59 Publications 533 Citations,Energy industry and Politics : Energy Economic growth and development, Elsevier, Energy 35 2010 1730- 1740, 35,2010.

11) Robert U.Ayres, et…al, The underestimated Contribution of Energy to Economic Growth, The Business School for the World , Social Innovation Center, Working Paper, 2013.

12) hRobert,Lucas,"On the Medianics of Economic Development", Journal of]Monetary Economics,number2, Volume22, Issuel 1988.

13) Kharsan AImakhalas and Faisal Aksehli, Wind Power,Bleking Insitute ofT Technology School of Engineering Department of Electrical Engineering ,2014.

14) Samira Yusef Araujode Falani…., Federl Rural University of Semiarid (ufersa), Trends in the Technolog ical devel opment of Wind energy generation , International Journal of Techndogy Management and Sustainable Development ,Volume19,Number1, 2020.
15) Paul Bardoner ,et...la, Wind Energy –The Facts Parti,European Wind Energy Association,2009.
16) European Wind Energy Association (EWEA), The Economics of Wind Energy, European Wind Energy Association (EWEA), Belgium,2009.