آفاق إنتاج الطاقة المتجددة في العراق طاقة الرياح أنموذجاً
The Outlook of Renewable Energy Production in Iraq "Wind Energy Case Study"

الأستاذ المساعد الدكتور
هيثم عبدالله سلمان
جامعة البصرة ـ مركز دراسات البصرة والخليج العربي

المقدمة:

تُعد الطاقة من الموارد الطبيعية التي لا يمكن الاستغناء عنها مهما بلغ تطور الدول اقتصادياً وسياسياً واجتماعياً، حتى عُدت من السلع الإستراتيجية التي كلما نمت الدول وتطورت ارتفعت معها الحاجة إليها بهدف المحافظة على رفاهيتها وتحضر مجتمعاتها، وباتت تأخذ مسار التجاذبات الجيوسياسية بهدف تأمين الإمداد الكافي لها في خضم زيادة الطلب عليها.

وبهذا أصبحت أهمية الطاقة بمصادرها المختلفة سواءً أكانت طاقة أحفورية أم طاقة متجددة تمثل الحجر الأساس للنهوض وتحقيق التنمية. ومن بين مصادر الطاقة المتجددة تأتي طاقة الرياح لتشكل إحدى مصادر الطاقة الأبدية التي شاع استخدامها منذ أمداً بعيد. وعلى الرغم من أن أول استخدام لها سجل في تسيير السفن الشراعية وطحن الحبوب في القرون الوسطى، آلا أن أول تسجيل رسمي لها في توليد الطاقة الكهربائية قد سجل في عام ١٩٣١ في الإتحاد السوفيتي السابق، ثم الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٤١.

ومن هنا فأن استخدام طاقة الرياح في إنتاج الطاقة الكهربائية في العراق سيسهم في حل بعض مشاكل قطاع الطاقة الكهربائية لاسيما وأن استخدام مصادر الطاقة المتجددة بشكل عام يتم الإفادة منها في القرى والمناطق النائية، فضلاً عن المناطق البعيدة عن مراكز المدن الكبرى والتي لا تصلها شبكات التوزيع.

أهمية البحث:

تأتي من أن مصادر الطاقة المتجددة ومن بينها طاقة الرياح هي طاقة منخفضة التلوث من جهة، ومصادرها دائمة ومجانية في الطبيعة وخاضعة لعوامل جغرافية بحته من جهة أخرى .

فرضية البحث:

أستند البحث إلى فرضية مفادها أن استخدام مصادر طاقة الرياح في إنتاج الطاقة الكهربائية لتنويع ميزان الطاقة الكهربائية في العراق، يتطلب دراسة وتحليل العوامل الجغرافية ولاسيما سرعة الرياح، بهدف إيجاد مصادر ثانوية لتوليد الطاقة الكهربائية التي يعاني منها البلاد حالياً .

مشكلة البحث:

تنبع مشكلة البحث من الأسباب الآتية:-

- أن العراق يعاني من قصور شديد في إنتاج الطاقة الكهربائية.
- أن معظم إنتاج الطاقة الكهربائية في العراق يتم توليده من مصادر الطاقة الحرارية (النفط الخام والغاز الطبيعي).
- أن استخدام طاقة الرياح في توليد الطاقة الكهربائية سيخفض التلوث الناجم عن استخدام مصادر الطاقة الحرارية.
- أن استخدام طاقة الرياح سيعزز ميزان الطاقة الكهرومائية في ميزان إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادرها المتجددة.

منهجية البحث:

تعتمد الدراسة على المنهج التحليلي من خلال جمع وتبوب البيانات وتحليلها كمياً باستخدام الطرق الإحصائية، فضلاً عن التحليل الوصفي من خلال المنهج الاستقرائي والاستنباطي .

المحور الاول

الإطار النظري لطاقة الرياح وأهميتها الإستراتيجية وخصائصها الفنية

تؤدي الطاقة دوراً مهماً في الحياة سواءً أكانت الحياة في المدن المتحضرة أم غيرها من المدن ذات النزعة البدائية أو الريفية. ومن الطبيعي أن تتنوع مصادر الطاقة تبعاً لمصدر إنتاجها. فمنها الطاقة غير المتجددة التي يطلق عليها الطاقة الأحفورية التي تشمل طاقة النفط والغاز الطبيعي والفحم والطاقة النووية (التي منشئها اليورانيوم). ومنها الطاقة المتجددة التي تشمل مجموعة كبيرة من المصادر ومن بينها الطاقة الشمسية والرياح والمائية والإحيائية والجوفية وغيرها. ومن أهم ما يميزهما أن الأولى ذات آثار سلبية على البيئة عند إنتاجها واستخدامها، فيما الأخيرة لا ينجم عن إنتاجها أي تلوث بيئي يمكن أن يعتد به من الناحية البيئية.

لذا تعددت تعريفات الطاقة المتجددة وذلك تبعاً لاختلاف الخلفيات العلمية لمفكريها. فالبعض عرفها على إنها مصادر الطاقة التي لا تنضب في الطبيعة[١]، فيما عرفها آخرون على إنها الطاقة التي يتم الحصول عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري[٢]، أي بمعنى تلك الطاقة التي تولدها البيئة الطبيعية ضمن سياق متوالي ومستمر يمكن من خلالها بث الحياة لكل مكوناتها الحياتية من إنسان وحيوان ونبات.

١ـ تعريف طاقة الرياح وأهميتها الاستراتيجية.

طاقة الرياح هي الطاقة الحركية المستمدة من التيارات الهوائية الناتجة من تفاوت سخونة سطح الأرض لتوليد الطاقة الكهربائية[٣]، وهو أمر يدل على أن طاقة الرياح هي طاقة يمكن أن تتفاوت في إنتاجها؛ وذلك تبعاً للموقع الجغرافي والعوامل المناخية للدول المختلفة. بيد أن الدور التكنولوجي يمكن أن يلعب دور كبير في إنتاجها.

لذلك من البديهي أن تتكرس حالة الاهتمام العالمي بطاقة الرياح؛ نتيجة الاهتمام المشتق بحماية البيئة من الملوثات التي تنبع من مصادر الطاقة الأحفورية التي

طالما استخدمت منذ أمد بعيد، تاركةً ورائها جملة من الملوثات ومن أهمها إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وما يستتبعه من ظاهرة الاحتباس الحراري (البيت الزجاجي) بأتساع طبقة الأوزون.

لذا فأن من أهم الاعتبارات الرئيسة التي أحاطت بأهمية طاقة الرياح ليس لاعتبارات بيئية فقط، وإنما لاعتبارات اقتصادية وسياسية واجتماعية على حداً سواء. حتى بلغت آفة التلوث البيئي آفة القرن الحادي والعشرين، ولدرجة أن أصبح مقياس مدى تخلف الدول وتقدمها منوط بمعيار حماية الإنسان من مخاطر البيئة وحمايتها من تعديه عليها[٤]، فضلاً عما تتركه من آثار إيجابية لاستثمار أرض البور والصحارى ذات المنفعة الصفرية في كثير من الأحيان، ومن ثم إيجاد قنوات إضافية لزيادة إنتاجية وحدة مساحة الأرض التي طالما أهملت خلال العقود الماضية.

٢ـ مميزات طاقة الرياح وخصائصها الفنية.

يمكن تمييز مصادر الطاقة المتجددة ومن بينها طاقة الرياح عن مصادر الطاقة الأحفورية بسهولة ويسر. فالأولى تكون مصادرها متجددة في الطبيعة ولا يمكن أن تنفد عند إنتاجها، وتقدم حلولاً بيئية ملائمة لتلبية الاحتياجات من الطاقة[٥]، ولا تخضع لقانوني العرض والطلب، ولا ينتج عن إنتاجها ملوثات يمكن أن يعتد بها من الناحية البيئية لضآلة آثارها السلبية، فضلاً عن أمكانية إنتاجها بشكل منفصل عن الشبكة الكهربائية الوطنية بسعات إنتاجية مختلفة. أما من حيث خصائصها الفنية، فيمكن إيجازها بالآتي:-

١- سهلة الاستخدام ولا تحتاج إلى صيانة متكررة.

٢- يمكن إنتاج أجزاء متنوعة من توربينات طاقة الرياح محلياً.

٣- تلقائية التوجيه نحو هبوب الرياح العالية.

٤- أقل مصادر الطاقة المتجددة تلوثاً للبيئة.

٥- ذات كفاءة إنتاجية عالية تقدر بـ ٩٥ ٪.

٦- لا تحتاج إلى عمال ذات مهارات عالية لتشغيلها.

المحور الثاني

دور طاقة الرياح في تعزيز مصادر الطاقة المتجددة في العراق

١ـ واقع مصادر الطاقة المتجددة.

أنحسر إنتاج الطاقة المتجددة في العراق بإنتاج الطاقة الكهرومائية فقط. إذ يمكن تقسيم المحطات الكهربائية المحلية إلى ثلاثة أنواع رئيسة وهي: المحطات البخارية والغازية والمائية. فمن ملاحظة بيانات الجدول (١) يتبين أن إنتاج الطاقة الكهرومائية قد ارتفعت من ١٥١ ميكاواط عام ١٩٨٠ إلى ٦٣٢ ميكاواط عام ١٩٩٠ ثم إلى ٢٦٢٠ ميكاواط عام ٢٠٠٠، الأمر الذي رفع نسبتها في إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة من ١٣٪ إلى ١٩٪ ثم إلى ٤٠٪ للأعوام الثلاثة على التوالي؛ وذلك نتيجة استمرار تزايد التدفقات المائية لنهري دجلة والفرات، ومن ثم ارتفاع مناسيب السدود والخزانات لتوليد الطاقة الكهرومائية. فيما انخفضت نسبتها إلى ١٢٪ عام ٢٠١٠؛ وذلك نتيجة شحه وتذبذب مناسيب المياه الواردة من منابعها في تركيا بشكل عام، وانخفاض نفقات الصيانة على المحطات التوليدية المائية المقامة على السدود، ثم ارتفعت إلى ١٤.٨٪ عام ٢٠١٢. إذ تزود محطات الطاقة الكهرومائية في أغلب إنتاجها المنطقة الشمالية في إقليم كردستان من المحطتين الرئيسيتين وهما محطة دوكان التي أنشأة عام ١٩٥٩ ومحطة دربندخان عام ١٩٦٣ اللتين تولدان معاً حوالي ٦٤٩ ميكاواط عام ٢٠٠٩[٦]، أي أنهما تسهمان بـ ٦٩٪ من إجمالي إنتاج الطاقة الكهرومائية في العراق. وعلى الرغم من المزايا التي تتمتع بها هكذا محطات مثل طول العمر الإنتاجي وقصر فترة التشغيل، وقلة احتياجها إلى المواد الاحتياطية، فضلاً عن كونها صديقة للبيئة وغير ملوثة لها، ألا ان لم يتوسع العراق بالاستثمار في إنتاجها.

الجدول (١)
تطور إنتاج الطاقة الكهربائية المتجددة في العراق لسنوات مختارة (ميكاواط)

السنوات	إنتاج الطاقة الكهربائية المتجددة	نسبتها في الطاقة الكهربائية الإجمالية
١٩٨٠	١٥١	% ١٣
١٩٩٠	٦٣٢	% ١٩
٢٠٠٠	٢٦٢٠	% ٤٠
٢٠١٠	٩٤٥	% ١٢
٢٠١١	...	...
٢٠١٢	٢٥١٣	% ١٤.٨

المصدر:
- التقرير الإحصائي السنوي، منظمة أوابك، الكويت، أعداد متنوعة.
- وزارة الكهرباء، تقارير وبيانات، بغداد، ٢٠١٠.
www.moelc.gov.lq/detailsarticle_ar.aspx?id=38

٢ـ مبررات إنتاج طاقة الرياح وعوائقها.

لقد فرضت متطلبات النهوض بواقع التنمية المستدامة في جميع اقتصاديات الدول سواءً أكانت نامية أم متقدمة، تحقيق أقصى المنافع الاقتصادية للموارد ولاسيما الطاقة؛ وذلك لكونها متغير مهم في رفاه المجتمع واستقرار أنظمة الحكم التي لا يمكن تجاوزه في حسابات الأمن الإقليمي(٧)، ومن ثم فأن الاهتمام بمصادر الطاقة بمختلف أنواعها يؤمن العامل المهم لتحقيق التنمية الاقتصادية. ومن أهم المبررات التي تؤدي إلى التوجه نحو الاستثمار في طاقة الرياح في العراق هي:-

- تنويع محفظة مصادر إنتاج الطاقة محلياً.
- تخيف العبء عن مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادرها الأحفورية.
- رفع مؤشرات الطاقة المستدامة كونها تُعد من الإنتاج النظيف.
- تلبية حاجة القرى والمناطق النائية من الطاقة الكهربائية.
- تخفيض نسبة الهدر في الطاقة الكهربائية التي تبلغ ٤٠٪ في إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية عام ٢٠١٠، إذ تسهم شبكة التوزيع بهدر ٢٩٪(٨).
- الإفادة من أرض البور والأراضي الصحراوية ذات الإنتاجية الصفرية لإنتاج طاقة ذات كفاء ٩٥٪.

في حين يواجه إنتاج طاقة الرياح في العراق مجموعة من العوائق الاقتصادية من بينها:-

- عدم وجود نظام مؤسسي يرعى هكذا مشاريع.
- وعدم وجود قاعدة صناعية وتكنولوجية يمكن الإفادة منها لتصنيع بعض أجزاء توربينات طاقة الرياح.
- أن تطوير مصادر الطاقة المتجددة لإنتاج الطاقة الكهربائية بشكل عام لا تتم بفعل الية السوق وحدها[٩]، ما لم يتم تشجيعها من قبل الحكومة من خلال تقديم الحوافز والتسهيلات والضمانات.
- ارتفاع تكلفة الوحدة الواحدة من الطاقة الكهربائية المنتجة من طاقة الرياح مقارنةً بالواحدة الواحدة المنتجة من الطاقة الأحفورية، طالما أن سوق حقوق التلوث في العراق قائمة على نظرية رونالد كواز عام ١٩٦٠ التي تنص على عدم تضمين قيمة سوقية للتدهور البيئي[١٠].
- عدم تخصيص أية مبالغ مالية للاستثمار في إنتاج طاقة الرياح في العراق في ميزانية الوزارات المهنية سواءً أكانت وزارة الكهرباء أم البيئة.
- أنها متقطعة الإنتاج بسبب اعتمادها على الظروف المناخية التي لا يمكن التنبؤ بها لفترات طويلة نسبياً.

المحور الثالث
إمكانية إنتاج طاقة الرياح في العراق وآفاقها

١ـ العوامل الطبيعية المؤثرة بإنتاج طاقة الرياح

يواجه إنتاج طاقة الرياح في العراق محددات الجغرافية عدة تحد من إنتاجها ومن أهمها: وقوع العراق بين دائرتي العرض (٢٩-٣٧) درجة شمالاً وبين خطي طول

(٣٩-٤٨) درجة شرقاً، الأمر الذي جعلت مناخه يتسم بالحرارة الشبيهه بالمدارية ورياحه معتدلة بشكل عام، وهو أمر يجعل من كمية الطاقة التي يمكن إنتاجها من طاقة الرياح لا تعتمد على سرعة الرياح فقط، بل على مدى استمرارها خلال أيام السنة[١١]، فضلاً عن مستوى نسبة الرطوبة في الجو التي كلما ارتفعت، ارتفعت معها كثافة الرياح، ومن ثم ارتفاع إنتاجية وحدة سرعة الرياح لكل متر/ ثانية.

فمن ملاحظة بيانات الجدول (٢) يتبين أن المنطقة الوسطى وخصوصاً في محافظة ديالى حققت أعلى معدلات سرعة الرياح في العراق إذ بلغت ٧.٤ م/ ثا. فيما بلغت أدنى معدلاتها في المنطقة الشمالية وخصوصاً في محافظة نينوى بمعدل بلغ ١ م/ ثا. فيما تراوحت باقي محافظات العراق بين هذين المعدلين؛ ويرجع سبب انخفاض سرعة الرياح هذه إلى وقوع العراق ضمن المنطقة المعتدلة الشمالية وأن مناخه قاري شبة مداري وبالتالي فأن رياحه الشمالية الغربية تكون خفيفة معتدلة السرعة[١٢]، ومن ثم يمكن تحقيق إفادة عظمى من طاقة الرياح في محافظة ديالى فقط، لوقوعها ضمن الحدود الدنيا لتشغيل التوربينات الهوائية الشائع استخدامها في العالم التي تعمل بسرعة رياح لا تقل عن ٦م/ ثا، فيما يمكن استخدام توربينات هوائية أكثر تحسساً للهواء ذات مستويات تكنولوجية متطورة في بقية المحافظات بهدف الإفادة من طاقة الرياح إلى أقصى حد ممكن.

الجدول (٢)
المعدل السنوي لبعض الخصائص المناخية في محافظات العراق لعام ٢٠١٠

المحافظة		سرعة الرياح (م/ ثا)	الرطوبة (%)
الشمالية	نينوى	١.٠	٤٦ (٢٠٠٨)
	كركوك	٢.٩	....
	صلاح الدين	....	....
الوسطى	ديالى	٧.٤ (٢٠٠٧)	....
	الأنبار	٢.٠ (٢٠٠٤)	٤٨ (٢٠٠٢)
	بغداد	....	٣٩ (٢٠٠٨)
	بابل	١.٦ (٢٠٠٥)	....
	واسط	٣.٨ (٢٠٠٥)	....
	كربلاء المقدسة	٢.٥ (٢٠٠٧)	....

الجنوبية	القادسية	....	....
	النجف الأشرف	١.٨ (٢٠٠٧)	....
	المثنى	٤.٢ (٢٠٠٢)	....
	ميسان	٣.٨ (٢٠٠٥)	....
	ذي قار	٣.١ (٢٠٠٧)	....
	البصرة	٤.٥ (٢٠٠٧)	٤٢ (٢٠٠٥)
المعدل		١-٤.٧	....

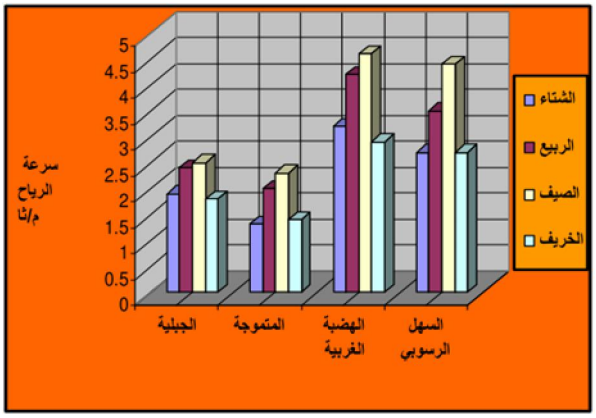
المصدر:

- وزارة التخطيط، المجموعة الإحصائية السنوية (٢٠١٠-٢٠١١)، الجهاز المركزي الإحصاء، بغداد، ٢٠١١، ص ١١.
- وزارة التخطيط، تقرير الإحصاءات البيئية للعراق لسنة ٢٠١٠، الجهاز المركزي للإحصاء، مديرية إحصاءات البيئة، بغداد، تشرين الأول ٢٠١١، ص ٩٨.

أما من ناحية تغير سرعة الرياح أثناء فصول السنة حسب المناطق الجغرافية في العراق. فيلاحظ من الشكل (١) يتبين أن فصل الصيف هو الفصل الذي ترتفع فيه سرعة الرياح في جميع المناطق الجغرافية، فيما ترتفع سرعة الرياح في الهضبة الغربية بشكل كبير مقارنةً بالمناطق الأخرى، اذ تشكل ٣٩.٢٪ في إجمالي مساحة العراق التي تبلغ ٤٣٥٠٥٢ كم٢[١٣]، وهو أمر يجعلها من المناطق الأكثر حظوة بإنتاج طاقة الرياح لكونها تشكل أكبر مساحة مقارنةً بمساحات السهل الرسوبي والأرض المتموجة والجبلية.

الشكل (١)

المعدل الفصلي لسرعة الرياح بالمتر/ ثانية في أقسام سطح العراق عام ٢٠١٠



المصدر:

- د. ظافر مانع حاجم الحسناوي، مصادر الطاقة المتجددة وتطبيقاتها في العراق، ٢٠١٠، ص ٢٠.

thiqaruni.org/files2/high/Workshops/(9).pptx

٢ـ تكاليف إنتاج طاقة الرياح.

تُعد التكاليف من أهم العوامل التي تدخل في معادلة اختيار مصدر الطاقة التي يمكن الاستثمار في توليد الطاقة الكهربائية. فالكلفة الإجمالية لدورة حياة المحطة الكهربائية تتمثل بجمع النفقات الاستثمارية والجارية أو التشغيلية. وعند تقسيمها على إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة خلال العمر الافتراضي للمحطة الكهربائية تستخرج كلفة الوحدة الواحدة من الطاقة الكهربائية التي تقاس بـ سنت/ كيلوواط. ساعة[١٤]. وتُعد مصادر الطاقة المتجددة حالياً بشكل عام أفضل مصدر منخفض التكلفة للكهرباء بالنسبة للأنظمة التي تعمل خارج شبكات التوزيع. وكما هو الحال على سبيل المثال بالنسبة للانتقال من الهواتف الثابتة إلى المحمولة (النقالة).

فمن ملاحظة بيانات الجدول (٣) أن كلفة إنتاج الوحدة الواحدة من الطاقة الكهربائية من مصادرها الكهرومائية الكبيرة قد حققت أدنى كلفة من بين مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، إذ تراوحت ما بين (٥-٣) سنت/ كيلوواط. ساعة عام ٢٠١٠؛ وذلك نتيجة للخصائص الفنية التي تتمتع بها التوربينات الكبيرة التي يديرها تدفق المياه من السدود والخزانات المائية الكبيرة. فيما حققت مصادر الطاقة الشمسية أعلى تكلفة لإنتاج الوحدة الواحدة من الطاقة الكهروضوئية، إذ تراوحت ما بين (٥٠-١٤) سنت/ كيلوواط. ساعة. في حين توسطت كلفة إنتاج طاقة الرياح ما بين الطاقة الكهرومائية والطاقة الشمسية، إذ تراوحت ما بين (٢٠-٥) سنت/ كيلوواط. ساعة، مما يتيح لها التوسع بشكل كبير في ظل ارتفاع كفاءتها مقارنة بمصادر الطاقة المتجددة الأخرى، فضلاً عن انخفاض تكاليف إنتاجها بشكل كبيرة عما كانت عليه في السنوات الماضية؛ وذلك نتيجة إدخال مسحة تكنولوجية دقيقة وشاملة حول مجمل معدات وأجهزة إنتاج التوربينات البرية والبحرية، إذ انخفضت تكلفة طاقة الرياح في المناطق البرية بنسبة ١٨ ٪ منذ عام ٢٠٠٩ مع تراجع تكلفة التوربينات بنحو ٣٠ ٪ منذ عام ٢٠٠٨ مما يجعلها أرخص مصدر للكهرباء الجديدة في ضمن نطاق واسع ومتنام من الأسواق[١٥].

الجدول (٣)
كلفة إنتاج الوحدة الواحدة من الطاقة الكهربائية من مصادرها المتجددة عالميا لعام ٢٠١٠ (سنت/ كيلوواط. ساعة)

مصدر الطاقة المتجددة	الكلفة
الطاقة الحيوية (الإحيائية)	٥-١٢
طاقة الرياح	٥-٢٠
الطاقة الشمسية	١٤-٥٠
الطاقة الكهرومائية الكبيرة	٣-٥
الطاقة الكهرومائية الصغيرة	٥-١٢
الطاقة الحرارية الجوفية	٤-٧

Source: (REN21st), Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Renewable 2011, Global Status Report, Paris, 2011, p 33. www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR2011.pdf

أما من ناحية التكاليف الإجمالية بشقيها: فبينما تمثل نسبة التكاليف الرأسمالية لإنشاء محطات إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادرها المتجددة حوالي (٩٠-٧٥) ٪ من التكاليف الإجمالية[١٦]، تمثل التكاليف الجارية حوالي (٢٥-١٠) ٪، بينما تشكل التكاليف الجارية في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادرها الأحفورية ٨٠ ٪ من التكاليف الإجمالية، وتشكل التكاليف الرأسمالية ٢٠ ٪، مما يجعل ارتفاع أو انخفاض أسعار الوقود المؤثر الرئيس في أسعار إنتاجها للكهرباء[١٧]. وهكذا يمكن عد محطات الطاقة الكهربائية العاملة بالطاقة المتجددة بمبدئية التحميل؛ وذلك نتيجة ارتفاع نفقاتها الاستثمارية عن نفقاتها التشغيلية. ومن ملاحظة بيانات الجدول (٤) يتبين أن التكاليف الرأسمالية لإنشاء محطات طاقة الرياح البرية التي تراوحت (١٩٦٠-١١٧٠) دولار/ كيلوواط هي الأقل من بين التكاليف الرأسمالية التي يمكن أن تتحملها محطات الطاقة الكهربائية من مصادر المتجددة الأخرى، ويتوقع أن

الجدول (٤)
تكاليف إنتاج طاقة الرياح مقارنة بمصادر الطاقة المتجددة الأخرى عام ٢٠٠٨ وتوقعاتها لعام ٢٠٣٠

مصدر الطاقة المتجددة	٢٠٠٨	٢٠٣٠
	التكاليف الرأسمالية (دولار/ كيلوواط)	التكاليف الرأسمالية (دولار/ كيلوواط)
المائية	١٩٧٠ -٢٦٠٠	١٩٤٠ -٢٥٧٠
رياح على البر	١٧٧٠ -١٩٦٠	١٤٤٠ -١٦٠٠
رياح في البحر	٢٨٩٠ -٣٢٠٠	٢٢٨٠ -٢٥٣٠
كتلة احيائية	٢٩٦٠ -٣٦٧٠	٢٥٥٠ -٣١٥٠
خلايا كهروضوئية	٥٧٣٠ -٦٨٠٠	٢٠١٠ -٢٤٠٠

حرارة شمسية	٣٤٧٠- ٤٥٠٠	١٧٣٠- ٢١٦٠
حرارة جوفية	٣٤٧٠- ٤٠٦٠	٣٠٢٠- ٣٥٤٠
الامواج	٥١٥٠- ٥٤٢٠	٢٢٤٠- ٢٣٩٠

المصدر: د. وليد الدغيلي، الفوائد والمعوقات الاقتصادية والفنية لتغذية الشبكة الكهربائية من مصادر الطاقة المتجددة، ورشة العمل حول" توسيع نطاق استخدام الطاقات المتجددة في المناطق الريفية للبلدان الأعضاء في الأسكوا " للمدة (١-٢) شباط ٢٠١٢، الأسكوا، بيروت، ٢٠١٢، ص٥٣.

تنخفض إلى ما بين (١٦٠٠-١٤٤٠) دولار/ كيلوواط عام ٢٠٣٠. وبذلك تُعد طاقة الرياح البرية الطاقة المثلى لاستثمارها في العراق.

٣ـ دور التكنولوجيا بإنتاج طاقة الرياح.

وهنا ينبغي أن نميز ما بين تكنولوجيتين، أحداها تتعلق بهدف تطور تكنولوجيا الطاقة الأحفورية، والأخرى تتعلق بتكنولوجيا الطاقة المتجددة، فالأولى طورت على أساس استجابة لهدف خاص ببعض الدول الصناعية من أجل تخفيض الاعتماد على الطاقة الأحفورية المستوردة من الدول العربية[١٨]، أي بمعنى أن الهدف من تطور تلك التكنولوجيا هو هدف اقتصادي وسياسي في آن واحد، بينما الأخيرة جاءت استجابة لهدف عام للدول أجمع من أجل الإفادة من الطاقة المتجددة لإطالة العمر الافتراضي للطاقة الأحفورية، وحماية البيئة من التلوث، فضلاً عن تحقيق الأرباح للشركات المنتجة لها في الدول الصناعية، أي بمعنى أن الهدف هو هدف اقتصادي وسياسي وبيئي.

أما فيما يخص دور التكنولوجيا بطاقة الرياح فأن كلما زادت كمية الاستثمارات الموجهة لتطوير تكنولوجيا الطاقة انخفضت تكلفتها، فوفقاً لتقارير دولية ذكرت أن تضاعف القدرة على توليد الطاقة من الرياح تخفض سعر الكهرباء المولدة بنسبة ما بين (١٧-٩)٪[١٩]، وهو أمر يجعل من اقتصاديات الحجم الكبير لإنتاج مستلزمات ومعدات توربينات طاقة الرياح المتضمنة تكنولوجيا متطورة تتيح للتكاليف الاجمالية أن تنخفض بصورة دراماتيكية تتلائم مع كمية الاستثمار المنفق.

٤ـ متطلبات آفاق إنتاج طاقة الرياح.

مما لا ريب فيه أن توجيه المسار المستقبلي لإنتاج طاقة الرياح في العراق يتطلب مجموعة من الإجراءات الضرورية التي ينبغي إنجازها قبل الولوج بتحديد آفاق إنتاجها، فضلاً عن تذليل بعض العوائق الفنية التي تزيح من كمية إنتاج الطاقة المتجددة وتقللها. فمن ناحية أكدت وزارة الكهرباء في بداية عام ٢٠١٣ نيتها باستثمار ١.٦ مليار دولار لإنشاء محطات كهرباء تعمل بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح خلال الثلاث سنوات القادمة لإضافة ٤٠٠ ميكاواط إلى الشبكة الوطنية، وذلك للوصول إلى الهدف الذي يسعى العراق بلوغه على المدى البعيد هو أن تشكل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ٢٪ من الكهرباء المولدة في العراق[٢٠]. فوفقاً لدراسة المانية لا يحتاج العراق سوى ٣٪ من المساحة الكلية لأراضيه لتوفير جميع احتياجاته من الطاقة الكهربائية عام ٢٠٥٠، إذ تحتاج طاقة الرياح مساحة قدرها ٢٧٩ كم^{٢} من المساحة الإجمالية المقدرة ٤٣٨٣١٧ كم^{٢} لإنتاج الطاقة الكهربائية من مصادرها المتجددة[٢١]. ويمكن إيجاز أهم تلك الإجراءات التي تواجه إنتاج طاقة الرياح في العراق وعوائقها بما يأتي:-

- إعداد سياسة للطاقة في العراق تحمل في طياتها ضرورة الاهتمام بقطاع مصادر إنتاج الطاقة بشكل عام من خلال إتباع سياسة الباب المفتوح التي تهدف إلى فتح الباب على مصراعيه للإفادة من جميع مصادر الطاقة المتوافرة سواءً أكانت أحفورية أم متجددة. ومن ثم التأكيد على خصوصية تطبيق سياسة إدارة طلب على الطاقة التي تعني التحول من المهام التقليدية لهيآت وشركات إنتاج الطاقة إلى هيآت وشركات خدمات الطاقة، مثل تقديم الخدمات الاستشارية للعملاء ومتابعة التطورات العالمية في تقنيات وصناعة الأجهزة الكهربائية والتخطيط الإعلامي وإدخال نظم محاسبة وتشريعات جديدة[٢٢]. وهو أمر يجعل من قطاع الطاقة عند إتباع تلك السياسة إلى أن يصبح أكثر شفافية لسوق الطاقة وواقعية؛ وذلك لأن سياسة الطاقة في أية

دولة ينبغي أن تكون نقطة انطلاق نحو راحة الأجيال القادمة. بيد أن ما ينقص سياسات الطاقة غالباً هو ذلك الترابط ما بين الانشغالات السياسية قصيرة الأجل جداً والحلول التكنولوجية طويلة الأجل، ومن ثم فأن عملية الانتقال ستكون طويلة[٢٣]، إذا لم يكن صناع القرار من السياسيين العراقيين أكثر جدية في رسم سياسة طاقة وطنية تلبي طموحات الأجيال الحالية وتؤمن لطموحات الأجيال القادمة. ويمكن تحديد بعض الأطر العامة التي ينبغي أن تتضمنها سياسة الطاقة في العراق وهي[٢٤]:-

١- تحديد الاستراتيجيات وأهدافها.

٢- توفير الحوافز السياساتية للبحث والتطوير والابتكار والإنتاج في مجال تكنولوجيات الطاقة المتجددة

٣- توفير الحوافز السياساتية لتكييف تكنولوجيات الطاقة المتجددة المتاحة واستخدامها.

٤- تعزيز تعبئة الموارد المحلية اللازمة لتكنولوجيات الطاقة المتجددة في السياقات الوطنية.

٥- إيجاد قنوات الاتصال ما بين الدول والتعاون لتحسين القدرة على الابتكار.

- تشريع قانون لإنتاج الطاقة المتجددة بهدف النهوض بواقع إنتاجها ومن بينها طاقة الرياح في العراق يضمن للمستثمر المحلي والأجنبي بيع الطاقة الكهربائية المنتجة بالأسعار الحقيقية التي تحقق له سد تكلفة إنتاج الوحدة الواحدة ومقدار من الربح الملائم الذي لابد أن يعلو عن سعر الفائدة السائد في السوق حتماً، في ظل أتسام إنتاج طاقة الرياح بحالة عدم اليقين نتيجة ما تعانيه من مشكلات كثيرة ومتضافرة فهي غالية الثمن وذات قدرات ضعيفة ومتناثر وليست دائما متوفرة[٢٥]، على عكس ما تتسم به أسعار الطاقة الأحفورية من حالة عدم اليقين في اسواقها.

- فتح قنوات الاتصال في مجال البحث والتطوير والتعاون ما بين الدول العربية من جهة، وباقي الدول المتقدمة في مجال إنتاج طاقة الرياح واستخدامها.
- تخصيص جزء من الميزانية العامة للحكومة العراقية بالاستثمار بإنتاج الطاقة المتجددة ومن بينها طاقة الرياح من خلال تخصيص جزء من عوائد صادرات الطاقة غير المتجددة (النفط الخام) لإنتاج طاقة متجددة.
- إنشاء كليات ومراكز أبحاث متخصصة ترعى تطوير آلات إنتاج الطاقة المتجددة ومعداتها، فضلاً عن البحث في الحلول المناسبة للمشاكل التي تواجه إنتاج مثل هذه الطاقات وعوائقها الإدارية والفنية .

الخاتمة:

لا يمكن للعراق أن يحرز تقدم بمؤشرات الطاقة المستدامة ذات مصداقية أمام المنظمات الدولية ما لم يول اهتمام بالبيئة وحماية الإنسان من آثار التلوث الذي أصبح مقياس لتحضر الدول ونماؤها. ومن أهم تلك المؤشرات الواجب مراعاتها لتحسين صورته أمام المحافل الدولية هو الاعتناء بالبيئة الطبيعية لأنها وعاء الحياة. ومن أبرز ما ينبغي الاهتمام به هو إنتاج الطاقة المتجددة ومن بينها طاقة الرياح.

لذا فأن الاستنتاج الرئيس الذي توصل اليه رفض فرضية البحث وهي أن استخدام مصادر طاقة الرياح في إنتاج الطاقة الكهربائية في العراق، يتطلب دراسة وتحليل العوامل الجغرافية ولاسيما سرعة الرياح. إذ ان التطور التكنولوجيا قد غير من الاعتقاد القديم وهو اعتماد طاقة الرياح على سرعة الرياح فقط، ولكن هناك تقنيات جديدة ادخلتها بعض الشركات العالمية ومن بينها شركة أنركون الألمانية التي استطاعت أن تشغيل توربينات رياح تعمل بسرعة رياح منخفضة تصل ما بين (٤-٢) م/ ثا.

إن العراق لم يباشر بعد بإنتاج طاقة الرياح لأسباب قد تتعلق بأمور فنية ومن بينها:

١- لم يصدر العراق لحد الآن اطلس العراق.

٢- لم يباشر لحد الان بإنشاء محطات للأنواء الجوية لقياس سرعة الرياح بشكل دقيق وشامل لجميع مناطق العراق الجغرافية، وان وجدت بعضها فأنها غالباً ما تكون منشاة في المناطق السكنية امثال محطة الحسين للأنواء الجوية في محافظة البصرة، ومن ثم لا يستطيع تطبيق برنامج هوفر الاحصائي لتحديد المناطق الجغرافية المناسبة لإقامة محطات إنتاج طاقة الرياح فيها.

٣- لم تباشر وزارة الكهرباء العراقية بتعديل أسعار وحدة الطاقة الكهربائية المباعة لتعكس الأسعار الحقيقية التي من خلال ستشجع القطاع الخاص من إنشاء محطات لطاقة الرياح.

٤- اتسام سوق الطاقة الكهربائية بأنه سوق احتكار تام لصالح الحكومة، وما مشاركة قطاع الاهالي بإنتاج الطاقة الكهربائية ما هو ألا إنتاج طاقة كهربائية بشكل هامشي لسد النقص اليومي الحاصل، ولم يرتق بعد لان يكون قطاعاً خاصاً ينشئ محطات طاقة كهربائية تنافسية، ومن ثم تخوف القطاع الخاص بالاستثمار بإنتاج طاقة الرياح والخوض بهكذا سوق تحكمه حالة الاحتكار التام.

ABSTRACT

Using of renewable energy considers one of the most important indicators in achieving a sustained development. It is major tools to reducing carbon dioxide emissions resulted from consumption of fossil fuel such as oil and coal which are main source of environment pollution. However, wind energy is a vital option for the possibility of using of one of renewable energy resource in Iraq.

This paper is based on a hypothesis, which postulates that the use of wind energy resource in generation electricity to diversify balance of electricity power in Iraq is required studying and analysing the geographical factors, particularly wind speed in order to find a

substituted source for power generating. And for proving or disproving the said hypothesis, this paper is designed into three sections in addition to the conclusion. However, the results obtained have disproved the study hypothesis, and we therefore accepted the alternative ones. This implies the technological progress has revealed that the wind energy generation does not only rely on wind speed, where the new technologies – which invented by several companies like Enercon Company in Germany – have made wind turbines operated by a low wind speed (2 – 4 M/S). Finally, the study suggested a number of recommendations that targeted possibility of engaging of wind energy in Iraq in light of its potentials, climatic situation and technological progress.

Key words: Renewable Energy, Wind Energy, Wind Speed, Sustainable Energy, Enercon Company.

هوامش البحث

(١) روبرت ل. ايفانز، شحن مستقبلنا بالطاقة: مدخل الى الطاقة المستدامة، ترجمة: د. فيصل حردان، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، والمنظمة العربية للترجمة، بيروت، ٢٠١١، ص١٣١.

(٢) محمد طالبي، محمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة: عرض تجربة المانيا، مجلة الباحث، العدد (٦)، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، ٢٠٠٨، ص٢٠٣.
http://rcweb.luedld.net/rc6/16-Talbi.pdf

(٣) تقرير التكنولوجيا والابتكار ٢٠١١: تسخير تكنولوجيات الطاقة المتجددة في دفع عجلة التنمية (عرض عام)، مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية الأونكتاد، الأمم المتحدة، نيويورك وجنيف، ٢٠١١، ص٦.

(٤) د. محمد صابر، الإنسان وتلوث البيئة، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، الرياض، ٢٠٠٠، ص٦.

(٥) تقرير التكنولوجيا والابتكار ٢٠١١: تسخير تكنولوجيات الطاقة المتجددة في دفع عجلة التنمية (عرض عام)، مصدر سابق، ص ١٥.

(٦) موجز التقرير البيئي لمشروع محطة ديرلوك الكهرومائية على نهر الزاب الكبير في قضاء العمادية في محافظة دهوك، إقليم كردستان العراق، شباط ٢٠٠٩، ص ٢.
www.krgelectric.org/fileup/258ArabicEIA2009.pdf

(٧) د. جهاد عوده، د. عبد العظيم حنفي، إشكاليات أمن الطاقة ونمط التفاعل الدولي والإقليمي بالخليج العربي حتى عام ٢٠٠٩، ص ١٠.
http://ebookbrowse.com/gdoc.php?id=477686653&url=a624809cafb6777353631f8f3613944e
(٨) وزارة الكهرباء، التقرير الاحصائي السنوي ٢٠١٠، مديرية المعلوماتية، قسم الاحصاء، بغداد، ٢٠١١، ص. ص٢٣-٢٤.
(٩) جان ماري شوفالييه، معارك الطاقة الكبرى، ترجمة: ليس عزب، الطبعة الأولى، كتاب العربية: الترجمة ٤، الرياض، ٢٠٠٩، ص٢٣٠.
(١٠) اوريليان بيرنييه، مكافحة التغير المناخي رهينة الوضع المالي، سلسلة أوضاع العالم ٢٠١٠، مؤسسة الفكر العربي، الطبعة الأولى، بيروت، ٢٠١٠، ص ٢٣٩.
(١١) ادوارد س. كاسيدي، بيتر ز. غروسمان، مدخل إلى الطاقة: المصادر والتكنولوجيا والمجتمع، ترجمة صباح صّديق الدملوجي، الطبعة الأولى، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، ٢٠١١، ص ٦٠.
(١٢) وزارة التخطيط، المجموعة الإحصائية (١٩٩٥-١٩٩٦)، الجهاز المركزي الإحصاء، بغداد، ١٩٩٧، ص٢.
(١٣) وزارة التخطيط، المجموعة الإحصائية السنوية (٢٠٠٨-٢٠٠٩)، الجهاز المركزي الإحصاء، بغداد، ٢٠١٠.
(١٤) ادوارد س. كاسيدي، بيتر ز. غروسمان، مدخل إلى الطاقة: المصادر والتكنولوجيا والمجتمع، مصدر سابق، ص ٣٣٨.
(١٥) الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، إعادة النظر في الطاقة، ص ٣.
http://www.irena.org/rethinking/Rethinking_Summary_AR.pdf
(١٦) أحمد الطوافشة، اقتصاد طاقة الرياح، الدورية الأردنية لملخصات الطاقة، العدد (٤)، المركز الوطني لبحوث الطاقة، الجمعية العلمية الملكية، عمان، كانون الأول ٢٠٠٧، ص ١٦.
(١٧) غراهام ساندن، ديفيد مالبورو، اقتصاديات أنتاج الكهرباء بواسطة الطاقة المتجددة، الدورية الأردنية لملخصات الطاقة، العدد (٤)، ترجمة: معاوية فيضي، المركز الوطني لبحوث الطاقة، الجمعية العلمية الملكية، عمان، كانون الأول ٢٠٠٧، ص ١٤.
(١٨) د. عدنان شهاب الدين، مساهمة في المائدة المستديرة بخصوص مستقبل الطاقة والمياه في الدول العربية، في تطوير سياسات الطاقة الداخلية وعلاقاتها بقطاع المياه في الوطن العربي، سلسلة الحوارات العربية، تحرير: وائل صبري، وآخرون، عمان، ٢٠٠١، ص ٢٦٨.
(١٩) تقرير التكنولوجيا والابتكار ٢٠١١: تسخير تكنولوجيات الطاقة المتجددة في دفع عجلة التنمية (عرض عام)، مصدر سابق، ص ١٨.
(٢٠) ١.٦ مليار دولار لإنتاج كهرباء العراق من الطاقة الشمسية والرياح ٢٠١٣/١/٢٨
http://www.kurdsat.tv/arabic.php
(٢١) وهيب الناصر، ناصر الناصر، طاقة الشمس والرياح: خيارات ممتازة لمزيج الطاقة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، وقائع المؤتمر السنوي الثالث عشر للطاقة المصادر المستقبلية للطاقة في الخليج

العربي: هيدروكربونية أم نووية أم متجددة للمدة (١٩-٢١) تشرين الثاني ٢٠٠٧، الطبعة الأولى، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، ٢٠٠٩، ص ٣٥٢.

(٢٢) د. محمود سرى طه، ترشيد الطاقة وإدارة الطلب عليها، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ٢٠٠٧، ص١٧٣.

(٢٣) جان ماري شوفالييه، معارك الطاقة الكبرى، مصدر سابق، ص ١٨.

(٢٤) تقرير التكنولوجيا والابتكار ٢٠١١: تسخير تكنولوجيات الطاقة المتجددة في دفع عجلة التنمية (عرض عام) ، مصدر سابق، صvii.

(٢٥) جان ماري شوفالييه، معارك الطاقة الكبرى، مصدر سابق، ص ٢٣٠.

قائمة المصادر والمراجع

- الكتب

١- ادوارد س. كاسيدي، بيتر ز. غروسمان، مدخل إلى الطاقة: المصادر والتكنولوجيا والمجتمع، ترجمة: صباح صّديق دملوجي، الطبعة الأولى، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، ٢٠١١.

٢- اوريليان بيرنييه، مكافحة التغير المناخي رهينة الوضع المالي، سلسلة أوضاع العالم ٢٠١٠، مؤسسة الفكر العربي، بيروت، ٢٠١٠.

٣- جان ماري شوفالييه، معارك الطاقة الكبرى، ترجمة: لميس عزب، الطبعة الأولى، كتاب العربية: الترجمة ٤، الرياض، ٢٠٠٩.

٤- روبرت ل. ايفانز، شحن مستقبلنا بالطاقة: مدخل إلى الطاقة المستدامة، ترجمة: د. فيصل حردان، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، ٢٠١١.

٥- عدنان شهاب الدين، مساهمة في المائدة المستديرة بخصوص مستقبل الطاقة والمياه في الدول العربية، في تطوير سياسات الطاقة الداخلية وعلاقاتها بقطاع المياه في الوطن العربي، سلسلة الحوارات العربية، تحرير: وائل صبري، وآخرون، عمان، ٢٠٠١.

٦- محمد صابر، الإنسان وتلوث البيئة، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، الرياض، ٢٠٠٠.

٧- محمود سرى طه، ترشيد الطاقة وإدارة الطلب عليها، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ٢٠٠٧.

- الدوريات

٨- أحمد الطوافشة، اقتصاد طاقة الرياح، الدورية الأردنية لملخصات الطاقة، العدد (٤)، المركز الوطني لبحوث الطاقة، الجمعية العلمية الملكية، عمان، كانون الأول ٢٠٠٧.

٩- غراهام ساندن، ديفيد مالبورو، اقتصاديات أنتاج الكهرباء بواسطة الطاقة المتجددة، الدورية الأردنية لملخصات الطاقة، العدد (٤)، ترجمة: معاوية فيضي، المركز الوطني لبحوث الطاقة، الجمعية العلمية الملكية، عمان، كانون الأول ٢٠٠٧.

١٠- محمد طالبي، محمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة: عرض تجربة المانيا، مجلة الباحث، العدد (٦)، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر، ٢٠٠٨.

http://rcweb.luedld.net/rc6/16-Talbi.pdf

- التقارير والإحصاءات الرسمية

١١- تقرير التكنولوجيا والابتكار ٢٠١١: تسخير تكنولوجيات الطاقة المتجددة في دفع عجلة التنمية (عرض عام)، مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية الاونكتاد، الامم المتحدة، نيويورك وجنيف، ٢٠١١.

١٢- موجز التقرير البيئي لمشروع محطة ديرلوك الكهرومائية على نهر الزاب الكبير في قضاء العمادية في محافظة دهوك، إقليم كردستان العراق، شباط ٢٠٠٩.

www.krgelectric.org/fileup/258ArabicEIA2009.pdf

١٣- وزارة الكهرباء، التقرير الاحصائي السنوي ٢٠١٠، مديرية المعلوماتية، قسم الاحصاء، بغداد، ٢٠١١.

١٤- وزارة التخطيط، المجموعة الإحصائية (١٩٩٥-١٩٩٦)، الجهاز المركزي الإحصاء، بغداد، ١٩٩٧.

١٥- وزارة التخطيط، المجموعة الإحصائية السنوية (٢٠١٠-٢٠١١)، الجهاز المركزي الإحصاء، بغداد، ٢٠١١.

١٦- وزارة التخطيط، تقرير الإحصاءات البيئية للعراق لسنة ٢٠١٠، الجهاز المركزي للإحصاء، مديرية إحصاءات البيئة، بغداد، تشرين الأول ٢٠١١.

- الندوات والمؤتمرات

١٧- وليد الدغيلي، الفوائد والمعوقات الاقتصادية والفنية لتغذية الشبكة الكهربائية من مصادر الطاقة المتجددة، ورشة العمل حول" توسيع نطاق استخدام الطاقات المتجددة في المناطق الريفية للبلدان الأعضاء في الأسكوا " للمدة (١-٢) شباط ٢٠١٢، الأسكوا، بيروت، ٢٠١٢.

١٨- وهيب الناصر، ناصر الناصر، طاقة الشمس والرياح: خيارات ممتازة لمزيج الطاقة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، وقائع المؤتمر السنوي الثالث عشر للطاقة المصادر المستقبلية للطاقة في

الخليج العربي: هيدروكربونية أم نووية أم متجددة للمدة (١٩-٢١) تشرين الثاني ٢٠٠٧، الطبعة الأولى، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، ٢٠٠٩.

- المواقع الالكترونية

١٩- ظافر مانع حاجم الحسناوي، مصادر الطاقة المتجددة وتطبيقاتها في العراق، ٢٠١٠.

thiqaruni.org/files2/high/Workshops/(9).pptx

20- (REN21st), Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Renewable 2011, Global Status Report, Paris, 2011.

www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR2011.pdf

٢١- ١.٦ مليار دولار لإنتاج كهرباء العراق من الطاقة الشمسية والرياح ٢٠١٣/١/٢٨.

http://www.kurdsat.tv/arabic.php

٢٢- وزارة الكهرباء، تقارير وبيانات، بغداد، ٢٠١٠.

www.moelc.gov.lq/detailsarticle_ar.aspx?id=38

٢٣- جهاد عوده، د. عبد العظيم حنفي، إشكاليات أمن الطاقة ونمط التفاعل الدولي والإقليمي بالخليج العربي حتى عام ٢٠٠٩.

http://ebookbrowse.com/gdoc.php?id=477686653&url=a624809cafb6777353631f8f3613944e

٢٤- الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، إعادة النظر في الطاقة.

http://www.irena.org/rethinking/Rethinking_Summary_AR.pdf