بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

دراسة تحديد المناطق الواعدة لاستثمار الطاقة المتجددة في محافظة الانبار (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح)

اشارة الى الامر الجامعي المرقم 1132 في 10/ 2/ 2022، المتضمن اعداد دراسة اكاديمية تهدف إلى دراسة جدوى استخدام مصادر الطاقة المتجددة في محافظة الأنبار والتحقق من إمكانية استخدام مصادر الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح في محافظة الأنبار والمناطق الصالحة لها ومدى صلاحيتها وجدوى استخدامها.

إعـــداد:

أ.د. وليد محمد عبد (كلية الهندسة)

أ.م. د. رائد خضر سلمان (مركز بحوث الطاقة المتجددة)

د. صلاح عدنان مجول (كلية الآداب) **م.م. صلاح صبار ثميل (مركز حوض الفرات)**

المقدمة:

تعتبر الطاقة الكهربائية من اهم مقومات العصر الحديث وأسباب ازدهار المجتمعات ونمو الحياة الحضرية. في الآونة الأخيرة، بسبب توسع الرقعة الجغرافية للمدن وزيادة الكثافة السكانية شهدت تلك المناطق زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية وبقدرات عالية لتتمكن من تلبية الاحتياجات المتزايدة. وفي الوقت الذي تشهد فيه مولدات الطاقة التقليدية تطورات تقنية عالية تجعلها أفضل الخيارات بسبب كفاءتها العالية في توليد الطاقة، الا انها تمثل عقبة كبيرة تتمثل في استخدامها الوقود الاحفوري لتوليد الطاقة. مما يجعلها عبئ على البيئة والمجمعات السكانية. فالتلوث الذي تسببه هذه المولدات كبير جداً على المديات المختلفة وبأضرار مختلفة تشمل الأضرار البيئية المباشرة مثل التلوث الحيوي بسبب انبعاثات الكاربون الضارة المرافقة لعملية الاحتراق والتسبب بزيادة الاحتباس الحراري. أما العامل الاخر فهو التلوث الضوضائي والذي تسببه الأصوات العالية لهذه المولدات مما يؤثر سلباً على صحة الانسان خاصة والكائنات الحية عامة. من المساوئ الأخرى لمصادر الطاقة التقليدية (القائمة على استخدام الوقود الاحفوري كمصدر للطاقة) فهي تعتبر مصادر ناضبة (مستنفذة) وان طال امدها، أي ان استخدامها سيكون على حساب وجودها وبالتالي فهي ستنضب في يوم من الأيام تاركةً المجتمعات البشرية في انقطاع تام عن مقومات الحضارة والأنشطة الحيوية.

لحسن الحظ هناك نوع اخر من المصادر التي يمكن استغلالها لإنتاج الطاقة والتي تتسم بأنها مصادر دائمة دوام الحياة على كوكب الأرض، وبنفس الوقت فإن انتاجها للطاقة لا يؤثر سلباً على البيئة ولا يترك اثراً كاربونياً كما تفعل مصادر الوقود الاحفوري. وهذه المصادر تسمى بمصادر الطاقة المتجددة والتي ترتكز جميعاً على مصادر طبيعية مثل، الشمس، الرياح، المد والجز، الكهرومائية، الطاقة الحيوية ....الخ. على النقيض من مصادر الوقود الاحفوري فإن مصادر الطاقة المتجددة تختزل الأثر الكاربوني وتقلل من الاحتباس الحراري بالإضافة الى استخدامها مواد صديقة للبيئة وبالتالي فهي تقلل من كلفة الصيانة لمنظوماتها المنتجة للطاقة.

أبرز مصادر الطاقة المتجددة مع بعض اهم التقنيات المنتجة لها:

1) الطاقة الشمسية والتقنيات الخاصة بها بنوعيها (المجمعات الشمسية) و (الخلايا الفوتوفولطائية)
2) طاقة الرياح والتوربينات الهوائية بنوعيها (الأفقية) و (العمودية).
3) الطاقة الكهرومائية والتي تشمل (طاقة السدود)، (طاقة المد والجزر) و (طاقة الأمواج).
4) طاقة حرارة باطن الأرض (الطاقة الجيوحرارية).

5) طاقة الزلازل والبراكين.

من الجدير بالذكر ان جميع المصادر المذكورة أعلاه قابلة للاستخدام ولكن البعض يتطلب تقنيات معقدة ومكلفة للتنفيذ، بالإضافة الى ضرورات جغرافية وجيولوجية فعلى سبيل المثال فإن طاقة الأمواج تتطلب تواجد الكثافة السكانية بالقرب من البحار للاستفادة من هذا المصدر. كما ان طاقة البراكين والزلازل لا تتوفر في جميع المواقع والدول حيث ان هذه الظواهر نادرة ومقتصرة على مناطق معينة. لذا فإن أفضل المصادر التي يمكن استثمارها في تولد الطاقة المتجددة هي الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، حيث ان الشمس تعتبر مصدر متوفر طيلة المواسم وخصوصاً في منطقتنا حيث وفرة الاشعاع الشمسي طيلة أيام السنة، وبجميع اطيافه بما فيه طيف الاشعة تحت الحمراء والذي يعتبر من اهم عوامل الاستفادة من الطاقة الحرارية للشمس وليس فقط الضوئية.

وتعتبر محافظة الأنبار من المناطق المرشحة لمشاريع الطاقة المتجددة لما تتمتع به من خصائص مناخية وموقع جغرافي يتميز بتوفر مساحات شاسعة ضمن الهضبة الغربية، حيث يمكن إقامة مشاريع عملاقة من هذا النوع. ولهذا السبب تم إقرار هذه الدراسة بناءً على توصيات رئاسة الجامعة الموقرة في كتابها المرقم 1132 في 10/2/2022 لغرض الخروج بنتائج حول إمكانية استثمار مشاريع الطاقة المتجددة في المحافظة ومدى فاعليتها في معالجة نقص الطاقة. وقد تم تقييد الدراسة من قبل الباحثين بعدد من الشروط التي من شأنها ان تزيد من الكفاءة وتحقيق الأمن لتلك المشاريع والعاملين فيها. والتي سيتم ايرادها في الفقرة التالية:

شروط إقامة مشاريع الطاقة المتجددة في محافظة الأنبار

رغم ان هذه الدراسة تتركز على تحديد المناطق الواعدة لاستثمار الطاقة المتجددة في محافظة الانبار لمعرفة صلاحية مناطق المحافظة لإنتاج الطاقة، الا ان المصادر بحد ذاتها غير كافية للبت في هذا الموضوع بل يجب ان تتوافر شروط مكانية وإسكانية وامنية لتحقيق النجاح لهذه المشاريع التي تعتبر من المشاريع الاستراتيجية في البلد عامة والمحافظة خاصة. ومن هذه الشروط التي تم الاتفاق عليها هي:

أولاً/ الشروط الأمنية:-

ينبغي لأي مشروع حيوي ان تتم حماية مرافئه ومنشآته وافراده للحفاظ على ديمومته وخدماته. وبما ان مشروع الطاقة المتجددة يعتبر من اهم المشاريع بل ويعتبر من المشاريع الاستراتيجية في المنطقة، فمن الواجب توفير حماية لمنشاته كافة سواء من اعمال التخريب المتعمد والغير متعمد او ضد الاعمال والتعرضات الإرهابية. ومن وجهة نظر الباحثين في هذا الموضوع هي ان يتم انشاء هذه المشاريع ضمن

المناطق الخاضعة لسلطة الدولة والمحمية بتشكيلات وزارة الدفاع من القطعات العسكرية او تشكيلات وزارة الداخلية، وبالتالي فسيكون المشروع ضمن حمايتها وبنفس الوقت تستطيع هذه القطعات الاستفادة من الطاقة التي ينتجها المشروع.

ثانياً/ الشروط الحضرية:-

1) يجب اختيار مناطق ذات مساحات شاسعة ومفتوحة لضمان توفر التيارات الهوائية بشكل كبير فيما يتعلق بطاقة الرياح، وكذلك لتوفير مساحات للإشعاع الشمسي الساقط بالنسبة لمشاريع الطاقة الشمسية.
2) يجب ان تكون هذه المناطق بمسافات محايدة، أي ان تكون بمسافات كافية لتجنب الضوضاء الناتجة من حركة ريش التوربينات الهوائية بالنسبة لطاقة الرياح، وفي نفس الوقت يجب ان لا تكون بعيدة جدا عن الكثافة السكانية لتجنب هدر الطاقة عبر الاسلاك الناقلة.

وتبعاً للشروط أعلاه سيتم مسح المواقع المختلفة للمحافظة لإيجاد المناطق الأفضل من حيث سرعة الرياح وشدة الاشعاع الشمسي على طول السنة، مع الاخذ بنظر الاعتبار الشروط الواردة أعلاه.

مصادر الطاقة المتجددة المقترحة

أولاً طاقة الرياح:

تتمثل تقنيات استغلال طاقة الرياح بالتوربينات الهوائية او توربينات الرياح والتي تصنف بموجب مجموعة من المعايير المختلفة وتشمل البيئة التي تعمل فيها ونوع القطاع (شخصي او لمناطق كاملة) وكذلك نوع التصميم المستخدم. ولكل نوع من هذه الأنواع له مميزات وسلبيات، والتي سيتم ذكرها فيما يلي:

تصنيف التوربينات حسب البيئة التي تعمل فيها:

اولاً البيئة البحرية: تسمى التوربينات العائمة Offshore Wind Turbine، والموضحة صورها في شكل 1 ادناه. وتتميز هذه التوربينات بقدرتها العالية بالمقارنة مع التوربينات على اليابسة Onshore Wind Turbine كون الأولى مناطق مفتوحة وذات رياح عالية السرعة بالمقارنة مع مناطق اليابسة التي تتأثر رياحها بالتضاريس المختلفة [1]. معدل القدرة التي يولدها التوربين العائم تصل يصل إلى 80,000 MW.h في السنة [2]، وهي كمية هائلة من القدرة بالمقارنة مع أي توربين على اليابسة 6000MW.h [3]. ولكن رغم ميزات

القدرة العالية لهذه التوربينات إلا ان كلفة انشاؤها وصيانتها معقدة، بالإضافة إلى كلفة ايصالها الى المستهلكين. كذلك تتطلب وجود بيئة بحرية مفتوحة وهذه لا تتوفر الا في بعض الدول التي لها منافذ على البحار والمحيطات والخلجان.

شكل 1 التوربينات العائمة

ثانياً توربينات الأرض اليابسة Onshore Wind Turbines:

تعتبر هذه التوربينات هي الأكثر شيوعاً واستخداماً كونها قريبة من المستهلكين ويمكن تثبيتها بسهولة على الأرض اليابسة (شكل 2)، بعكس التوربينات العائمة التي تتطلب معدات خاصة معقدة ومكلفة لتثبيتها فوق سطح البحار.

شكل 2 توربينات اليابسة

ويمكن تصنيف هذه التوربينات إلى نوعين حسب الميزانية والقدرة المطلوبة، وهما:

1) التوربينات الصغيرة المستخدمة على المستوى الشخصي او للمنزل الواحد، وهذه يمكن توفرها في السوق بأسعار مناسبة وقدرات بسيطة تتراوح من 500W- الى 10KW تقريباً وهي كمية كافية للاحتياجات المنزلية الخاصة (شكل 3).

شكل 3 توربين صغير للاستخدام المنزلي

2) التوربينات الكبيرة او توربينات المدن والمجمعات السكانية، وهذه الأنواع تتطلب معدات ومبالغ طائلة لبنائها لذلك فإنشاءها مقتصر على مؤسسات الدولة والشركات الكبيرة، وكذلك توليدها عالٍ يصل الى 6MW الواحد، وللاستثمار في هذه التوربينات فهي تثبت بمجاميع في المنطقة الواحدة تسمى مزارع التوربينات Turbine Farms. حيث يمكن تثبيت اعداد تتراوح من 5 الى 150 توربين في المزرعة الواحدة وذلك حسب المساحة المتوفرة. وبالتالي فإن تزايد عدد التوربينات في المزرعة يزيد من الطاقة المزودة للمستهلكين (شكل 4).

شكل 4 مزرعة توربينات كبيرة

تصنيف التوربينات حسب ملائمة التصميم للمنطقة

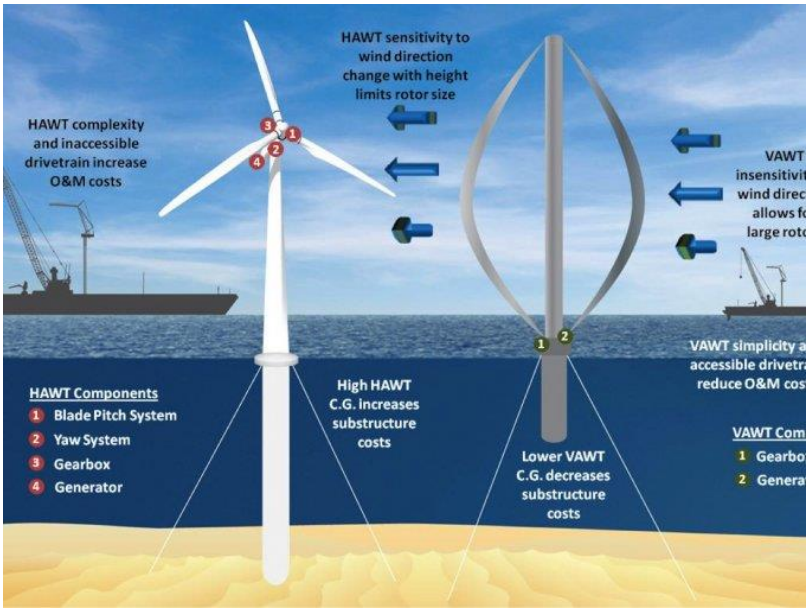
1) **التوربينات الأفقية (HAWT):** تصمم هذه التوربينات بحيث يكون محور دوران التوربين باتجاه موازٍ لاتجاه الأرض واتجاه الرياح، أي انه يتم وضع شفرات التوربين باتجاه افقي مع اتجاه الرياح ومن هنا جاءت تسميتها. والاشكال التي وردت في الفقرات أعلاه جميعها تمثل هذا النوع من التوربينات (الافقي HAWT). ويتميز هذا التصميم بإمكانية تشغيله سرع رياح قليلة مقارنة مع التوربينات العمودية، وذلك لأن جميع الشفرات تكون مواجهة للرياح في ان واحد وبالتالي يكون كسب الطاقة اعلى. الا ان وضع الشفرات الافقي والذي يتطلب ان تكون مواجهة دائماً لاتجاه الرياح

يقلل من كفاءته وخصوصاً عند تغير اتجاه الرياح حيث يجب ان يتم توجيه الشفرات دائماً باتجاه الرياح لكي يعمل التوربين.

2) **التوربينات العمودية (VAWT)**[4]: يتميز هذا النوع من التوربينات بخاصية الدوران مع هبوب الرياح في أي اتجاه كانت، وبالتالي فتكون كفاءته اعلى. والسبب في ذلك ان اتجاه محور دوران شفرات هذا التوربين تكون عمودية على اتجاه الرياح. وهناك نوعان أيضاً من التوربينات العمودية بحسب الاستخدام وهي التوربينات الكبيرة والمخصصة لتغذية مناطق او قطاعات كاملة (شكل 5 على اليمين)، والتوربينات الصغيرة المخصصة لتغذية المنازل او للاستخدامات الشخصية (نفس الشكل على الجهة اليسرى). ورغم ميزة الدوران في جميع اتجاهات هبوب الرياح بدون تغيير اتجاه التوربين فإن التوربين العمودي يتطلب عزم تدوير أكثر مما يتطلبه التوربين الافقي وذلك لأن الأخير يعتمد على تفاعل شفرة واحدة لكل اتجاه لهبوب الرياح على النقيض من التوربين الأفقي والذي تتفاعل جميع شفراته مع تيارات الرياح لحظياً. الا ان التوربين العمودي يبقى متفوقاً على التوربين الافقي في خاصية كثافة الطاقة. ففي الوقت الذي يصل معدل انتاج التوربين الافقي 2-3 واط لكل متر مربع فإن التوربين العمودي يمكن ان ينتج 30 واط لكل متر مربع. وبالتالي فإن حجم التوربين العمودي يمكن ان يكون أصغر بكثير من حجم الافقي مع توفير قدرة اعلى. وهذه الخاصية تجعله ملائم أكثر للتجمعات السكانية بعكس التوربين الافقي الذي يتطلب مساحات شاسعة مفتوحة لكي يعمل بكفاءة. والشكل 6 يوضح مقارنة بين النوعين المذكورين للتوربينات العمودي والأفقي وميزات الأخير.

توربين عمودي كبير	توربين عمودي منزلي صغير

شكل 5 التوربينات العمودية



شكل 6 مقارنة بين التوربين العمودي والتوربين الافقي

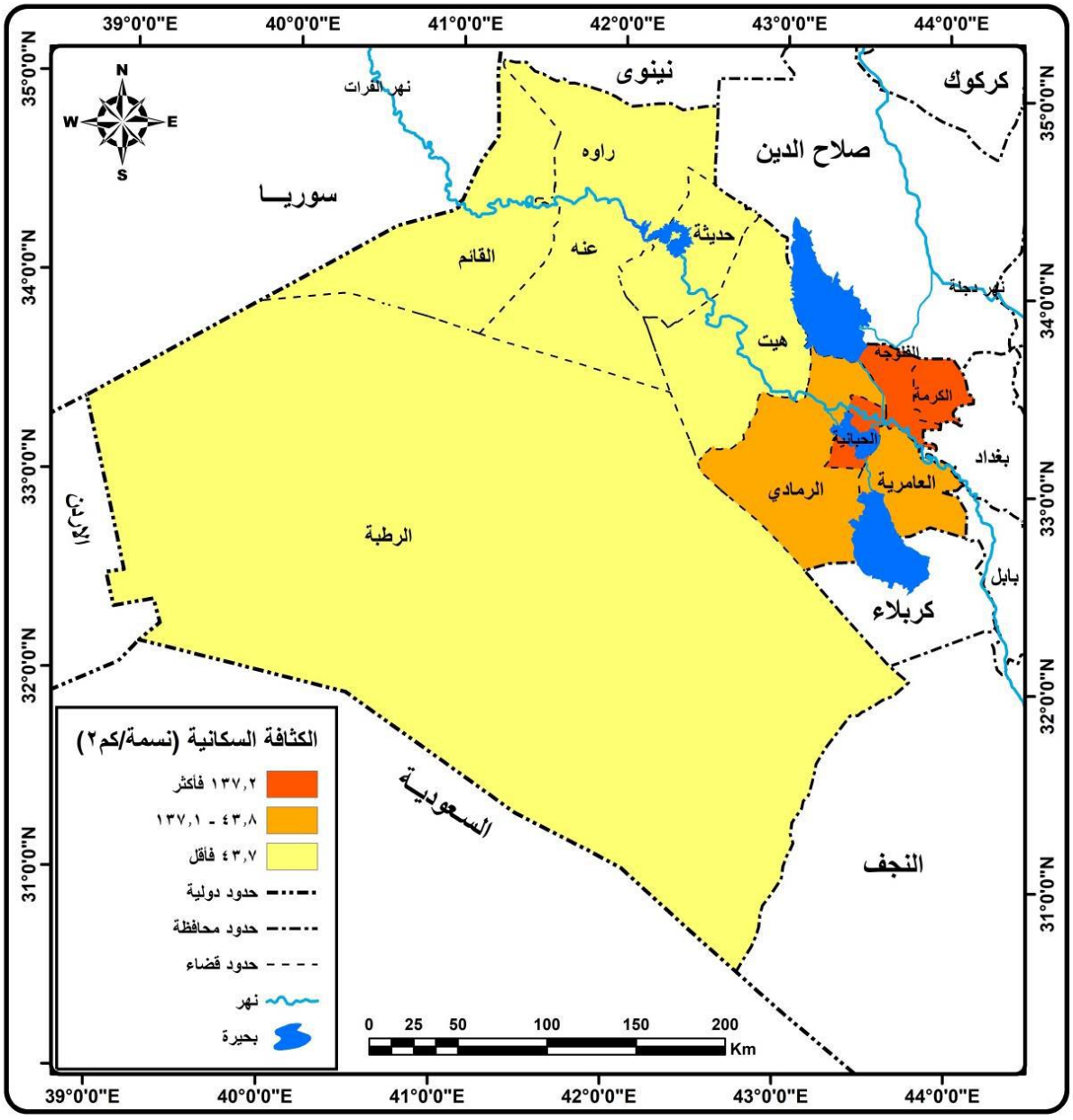
صلاحية توربينات الرياح وجدواها لمحافظة الأنبار

إن افتقار المحافظة إلى الدراسات والبحوث الخاصة في مجال استثمار المتجددة في المحافظة، حدا بالباحثين إلى اختيار مصادر أخرى للمعلومات والتي أبرزها المواقع الرسمية للتنبؤات الجوية وأطلس الرياح العالمي وغيرها من المواقع المهمة والرصينة لتزويد الباحثين بالبيانات الخاصة بحركة الرياح وسرعتها ومدى جدواها للاستثمار. وفيما يلي عرض لأهم النقاط الفاصلة في مسألة جدوى استخدام التوربينات الهوائية لتوليد الطاقة الكهربائية في محافظة الأنبار.

- ✓ تعتبر محافظة الأنبار من المناطق الشاسعة وذات مساحات كبيرة خالية من الاستيطان السكاني والتي تصلح مكانياً لبناء توربينات الرياح واستغلالها الأمثل.
- ✓ تبلغ سرعة الرياح الأدنى لتشغيل التوربينات الافقية بين 3.3-5m/s وهذه السرعة متوفرة في العديد من مناطق المحافظة وعلى مدار السنة تقريباً. ولكن للحصول على طاقة مجدية وقابلة لتشغيل الاحمال الكهربائية يتطلب سرعة رياح 5 متر/ثانية على الأقل. بينما تتطلب التوربينات العمودية اقل من هذه المعدلات، ولكنها تتطلب قوة جر كبيرة وبالتالي تتطلب كثافة أكثر للهواء المكون للرياح.

اختيار مواقع الدراسة

من اجل اختيار وتحديد المواقع المثلى لأنشاء محطات توليد الطاقة الكهربائية بواسطة الطاقات المتجددة (طاقة الرياح والطاقة الشمسية) في مناطق محافظة الانبار المبينة على الخريطة في شكل 7 من خلال الرصد الجغرافي والمناخي للمنطقة.



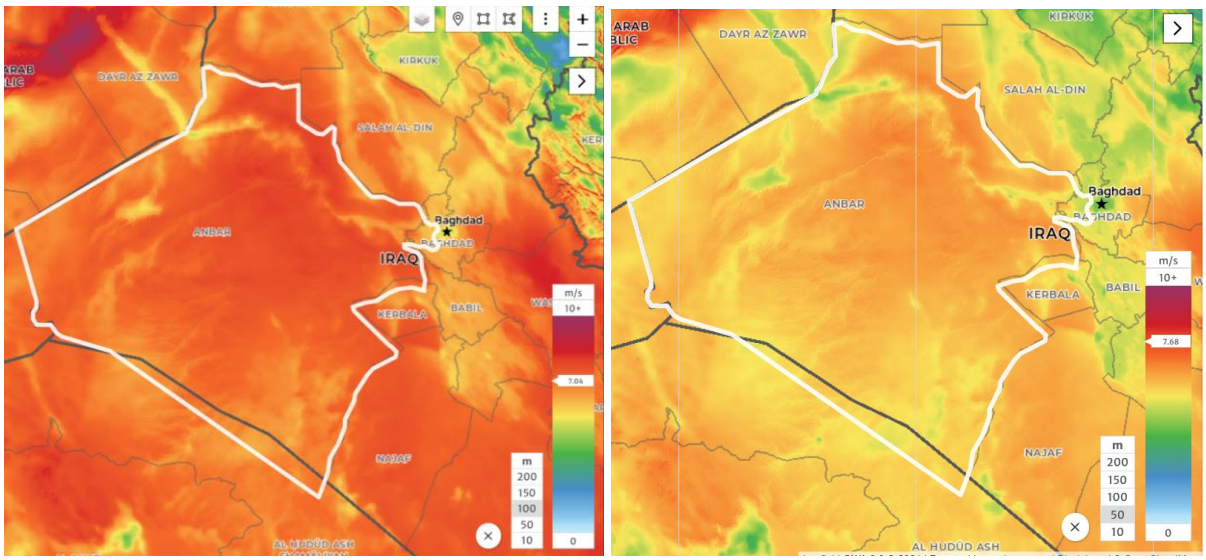
شكل 7 يوضح خارطة محافظة الأنبار موضحة عليها التقسيمات الإدارية

مواقع طاقة الرياح الأكثر ملائمة ضمن محافظة الانبار

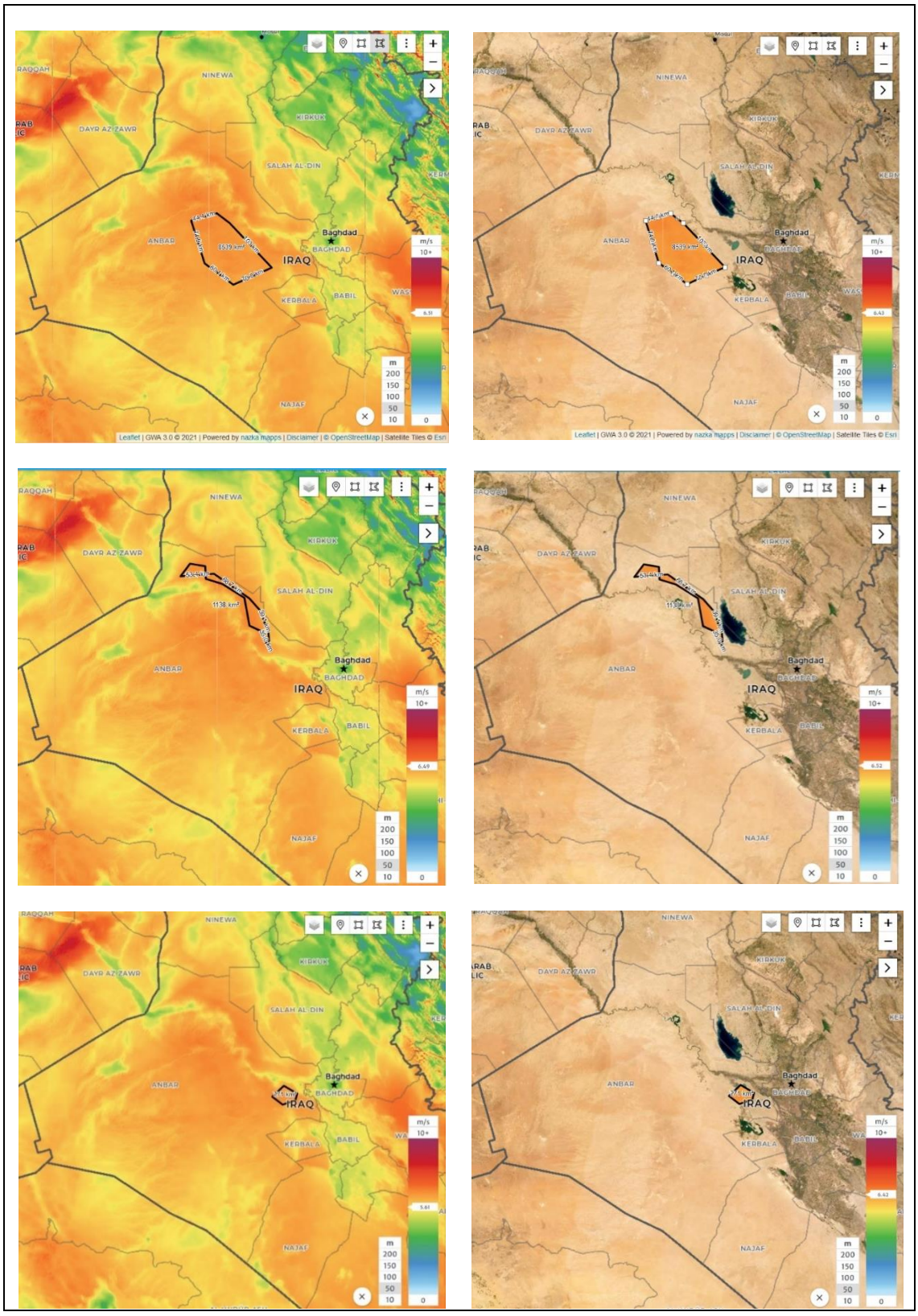
في ضوء النقص الحاد في الطاقة الكهربائية يبقى السؤال المطروح هل من الممكن استغلال طاقة الرياح كأحد مصادر الطاقة المتجددة لسد النقص الحاصل في الطاقة؟ اثبتت الدراسات والاحصائيات الاولية ان استغلال الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) لم تستغل في مشاريع استراتيجية (مشاريع للطاقات المتجددة) في العراق لحل مشاكل النقص في الطاقة الكهربائية بالمقارنة مع دول الشرق الاوسط الاخرى (المغرب، الإمارات العربية المتحدة، الأردن ومصر)، في هذا الجزء نحاول الاجابة على الاسئلة المطروحة التالية: هل من الممكن توليد طاقة كهربائية من الرياح ضمن بيئة محافظة الانبار؟ هل توجد مناطق واعدة في محافظة الانبار لنصب مزرعة توربينات ريحيه؟

المناطق المرشحة لاستغلال طاقة الرياح

تم استخدام موقع أطلس الرياح العالمي للحصول على بيانات المعدلات السنوية لسرع الرياح في مناطق مختلفة من محافظة الأنبار. ويوضح الشكل 8 التفاوت الواضح لسرع الرياح في مناطق المحافظة المختلفة والتي يبينها التدرج اللوني من اللون الأحمر إلى اللون الأزرق، حيث إن اللون الأحمر يمثل السرع الأعلى بينما اللون الأزرق يمثل المديات الأقل للسرعة.



شكل 8 يوضح المديات المختلفة لسرعة الرياح من منطقة إلى أخرى في محافظة الأنبار: الصورة على اليمين على ارتفاع 50 متر وعلى اليسار على ارتفاع 100 متر



شكل 9 يوضح المناطق المرشحة لإنتاج اعلى مديات لسرعة الرياح على مدار السنة و على ارتفاع 50 متر

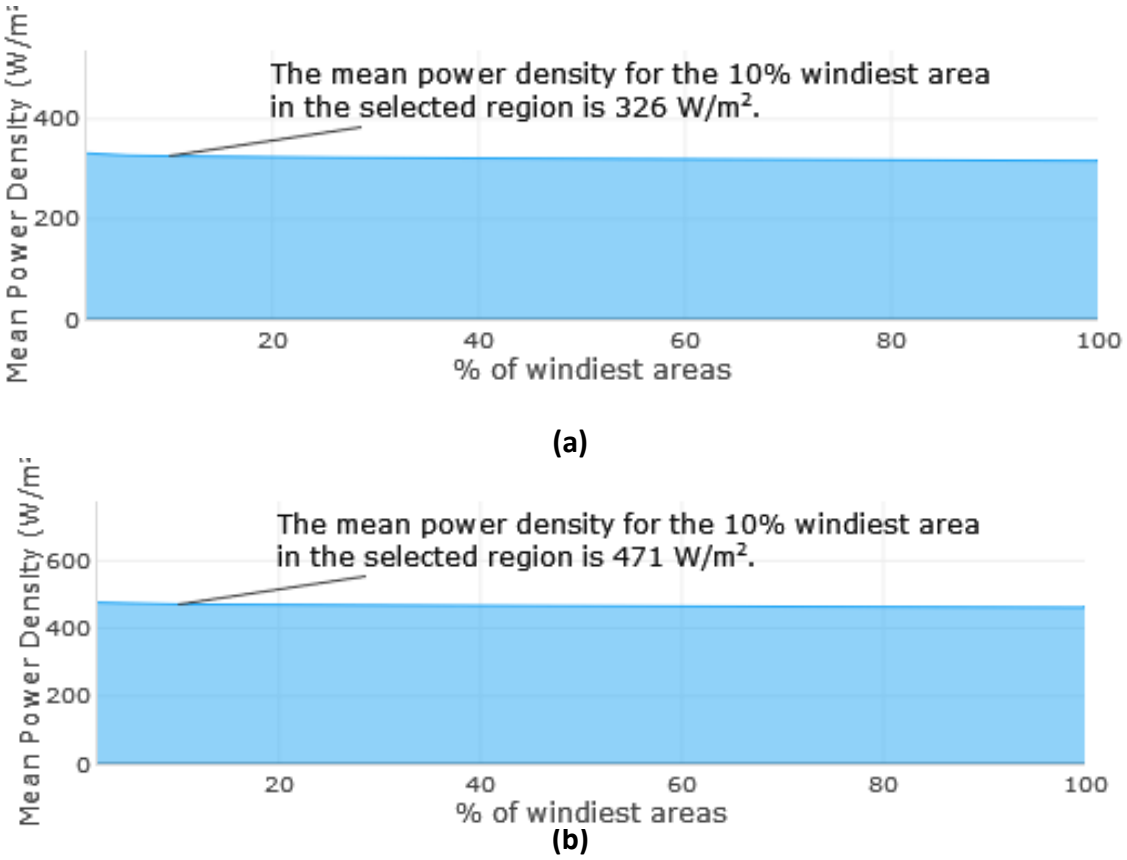
أما الصور في شكل 9 اعلاه فتوضح بعض المناطق التي سجلت اعلى مديات لسرع الرياح في المحافظة. وقد تراوحت سرع الرياح بين 6.5-6.9 متر بالثانية عند ارتفاع 50 متر وتزداد هذه النسب لتصل إلى مديات من 7- 8 متر بالثانية على ارتفاع 100 متر.

كذلك تم رصد عدة مناطق على الخارطة تم الحصول عندها على اعلى مقدار من سرع الرياح. تضمنت هذه المناطق الضواحي القريبة من مراكز الأقضية مثل هيت وعنه وحديثة وكبيسة والقائم بالإضافة إلى الضواحي الطرفية ومداخل مدينة الرمادي.

كثافة الطاقة:

يعد مصطلح كثافة الطاقة من المصطلحات المهمة في مجال الطاقة المتجددة، فهو يحدد كمية القدرة التي يمكن انتاجها بمساحة مترب مربع واحد. ووحدة قياسها هي W/m2 او الواط لكل متر مربع.

وقد سجلت كثافة الطاقة للمناطق المشرحة مديات مختلفة تراوحت حول 300W/m2 عند ارتفاع 50 متر، و 450W/m2 على ارتفاع 100 متر، وكما موضح في الشكل 10 ادناه.



شكل 10 مديات كثافة الطاقة للمناطق المرشحة عند ارتفاع (*a*) 50 متر، و (*b*) على ارتفاع 100 متر للمناطق المرشحة ضمن المحافظة.

ثانياً: الطاقة الشمسية

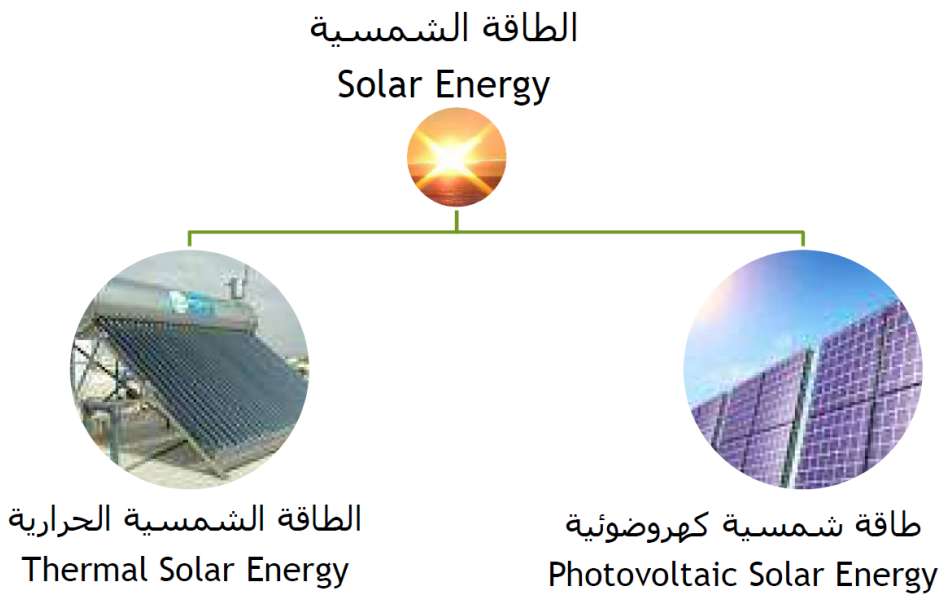
تمثل الطاقة الشمسية المصدر الأكثر استدامة وصلاحية على وجه الأرض، حيث ان وجود الشمس يعني الحياة على كوكب الأرض واختفاؤها يعني فناؤها. وترجع أهمية الشمس كمصدر للطاقة الى الكميات الهائلة للإشعاع الشمسي التي تضرب الأرض يومياً منذ بداية الخليقة والى انتهائها.. فالإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض في كل يوم يقدر بـ 121.8 بيتا واط أي (121.8x1015 W) حيث ان الـ بيتا واط تعادل 10^{15} واط. وهذا المقدار الهائل من الطاقة لو استغل 50 بالمئة منه لكان كافياً لتوليد الطاقة الكهربائية بصورة كافية على مدار اليوم ولمختلف التطبيقات والأجهزة سواء كانت أجهزة تدفئة وتكييف او أجهزة منزلية عادية او صناعية. وتعتبر المنطقة العربية وبالأخص العراق من المناطق الغنية بالإشعاع الشمسي على مدار السنة.

وقد طور الباحثين والمهندسين العديد من التقنيات لاستغلال الطاقة الشمسية وتحويلها الى مصادر طاقة للاستفادة منها. وتتميز تقنيات الطاقة الشمسية بعدد من المزايا والتي من أهمها:

1) تقنياتها لا تشمل أجزاء أو قطع متحركة.
2) لا تستهلك وقود اً ولا تلوث الجو.
3) حياتها طويلة ولا تتطلب إلا القليل من الصيانة.

ومن أبرز تقنيات الطاقة الشمسية الأساسية هي منظومات الطاقة الشمسية الكهروضوئية والمجمعات الشمسية الحرارية (انظر ال

شكل **11**) والتي سيرد توضيحها في الفقرات القادمة.



شكل 11: التقنيات الرئيسية للطاقة الشمسية

منظومات الطاقة الشمسية الكهروضوئية:

تستخدم في هذه المنظومات الخلايا الشمسية الفوتوفولطائية المصنوعة من مواد شبه موصلة. وتقوم هذه الخلايا بتحويل فوتونات الاشعاع الشمسي الساقطة عليها إلى فرق جهد كهربائي يمر عبر الخلية. وعند دمج هذه الخلايا مع بعض في صفوف ربط توازي وتوالي تكون ما يسمى باللوح الشمسي (انظر الشكل 12)، والذي يمكن ان يستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية الى الاحمال المختلفة.

شكل 12 الألواح الشمسية المؤلفة من الخلايا الفوتوفولطائية

ومن مزايا هذه التقنية:

1) لا تحتوي على أي عناصر ميكانيكية متحركة.
2) وبالتالي فهي تعمل بصمت دون اصدار تلوث ضوضائي.
3) عديمة التلوث للبيئة.
4) تنتج الطاقة في اي مكان.
5) تعمل بشكل جيد حتى مع وجود الغيوم.. او برودة الطقس.

اما مساوئ هذه التقنية فهي:

1) عدم إمكانية توليد الطاقة في ساعات الظلام، ويتم تعويض هذا النقص من خلال بطاريات الشحن المدمجة مع منظومة الطاقة الشمسية.

2) عدم انتظام الطاقة المزودة وذلك بسبب تغير موقع الشمس بالنسبة الى الالواح وكذلك وجود الغيوم في بعض الأحيان التي تسبب تذبذب في كمية الاشعاع الشمسي الواصل، لذا يفضل إضافة محرك بسيط مع متحسس لتتبع حركة الشمس وإبقاء الالواح الشمسية معرضة لأعلى اشعاع شمسي قدر الإمكان. وتسمى هذه المنظومة من الحساس والمحرك بمنظومة التتبع الشمسي. كذلك للبطاريات دور مهم في تحسين التيار الكهربائي وانتظامه.
3) رغم التطور الحاصل في الخلايا الشمسية إلا ان كفاءتها لاتزال ضمن حيز 20%. وبالتالي ينبغي زيادة عدد الألواح أكثر بكثير من حسابات الحمل لضمان الحصول على الطاقة الكافية لتشغيل الأحمال.

تقنيات الطاقة الشمسية الحرارية:

في المنظومات الشمسية الحرارية يتم انتاج الطاقة مباشرة من الحرارة المصاحبة للإشعاع الشمسي. حيث يمكن استغلال الحرارة بشكل مباشر في التدفئة وتسخين المياه كما في المجمعات والسخانات الشمسية المنزلية (شكل 13). او يمكن تحويلها إلى طاقة حركية لتشغيل توربينات ضخمة لتوليد الطاقة الكهربائية كما في الأبراج الشمسية (شكل 14). وتتميز هذه التقنيات بكفاءتها العالية جداً بالمقارنة مع الخلايا الفوتوفولطائية. وبعض هذه التقنيات يصلح للاستخدام المنزلي اما البعض الاخر فيتطلب ميزانية عالية لإنشائه والاستفادة من الطاقة الهائلة التي يولدها. وفيما يلي تفصيل لأهم تقنيتين من تقنيات الطاقة الشمسية الحرارية.

1) **السخان الشمسي:** يمثل السخان الشمسي الحل الأمل للحصول على الماء الساخن مباشرة بدلاً من السخانات الكهربائية التي تستهلك كميات هائلة من الطاقة الكهربائية. كما ان السخان الشمسي يمكن تأهيله بإضافة تمديدات ومواد انشائية بسيطة ليستخدم في تدفئة المنزل دون الحاجة إلى المدافئ الكهربائية او المستهلكة للوقود الاحفوري.

شكل 13 السخان الشمسي المنزلي

2) **البرج الشمسي**: تعتبر هذه المنشآت من اهم التقنيات المستخدمة لاستغلال الطاقة الشمسية على مستوى البلد. ويتطلب بناء البرج الشمسي والاستفادة منه ميزانية عالية جداً بالمقارنة مع التقنيات الأخرى. ولكن في المقابل يحقق هذا المشروع استفادة قصوى للطاقة الشمسية حيث ان معدلات القدرة المنتجة منه تصل إلى 1100 ميكا واط بالساعة والتي يمكن ان تزود اكثر من 75000 منزل بالطاقة الكهربائية او الحرارية المنتظمة [5]. ومن ميزات البرج الشمسي الأهم هي انه لا يحتاج إلى بطاريات لخزن الطاقة كما في بقية التقنيات الأخرى بل يتم خزن الطاقة على شكل حرارة في مستودعات حرارية تابعة للمنشأة نفسها. وبالتالي فيمكن ان يستمر مشروع البرج بالتزويد بالطاقة حتى عند غياب الشمس او في ساعات الظلام وذلك من خلال الطاقة المخزونة في المستودعات الحرارية التابعة له.

وتجدر الإشارة إلى ان الدول العربية بدأت تتسابق في إنشاء مثل هذه المشاريع الواعدة ومنها دولة الإمارات العربية حيث بدأت مشروع برج شمسي كجزء من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية. حيث سيعمل هذا البرج البالغ ارتفاعه 222 متر على توليد قدرة تصل إلى 950 ميكا واط. والذي من المؤمل ان يزود 320 ألف منزل بالطاقة النظيفة.

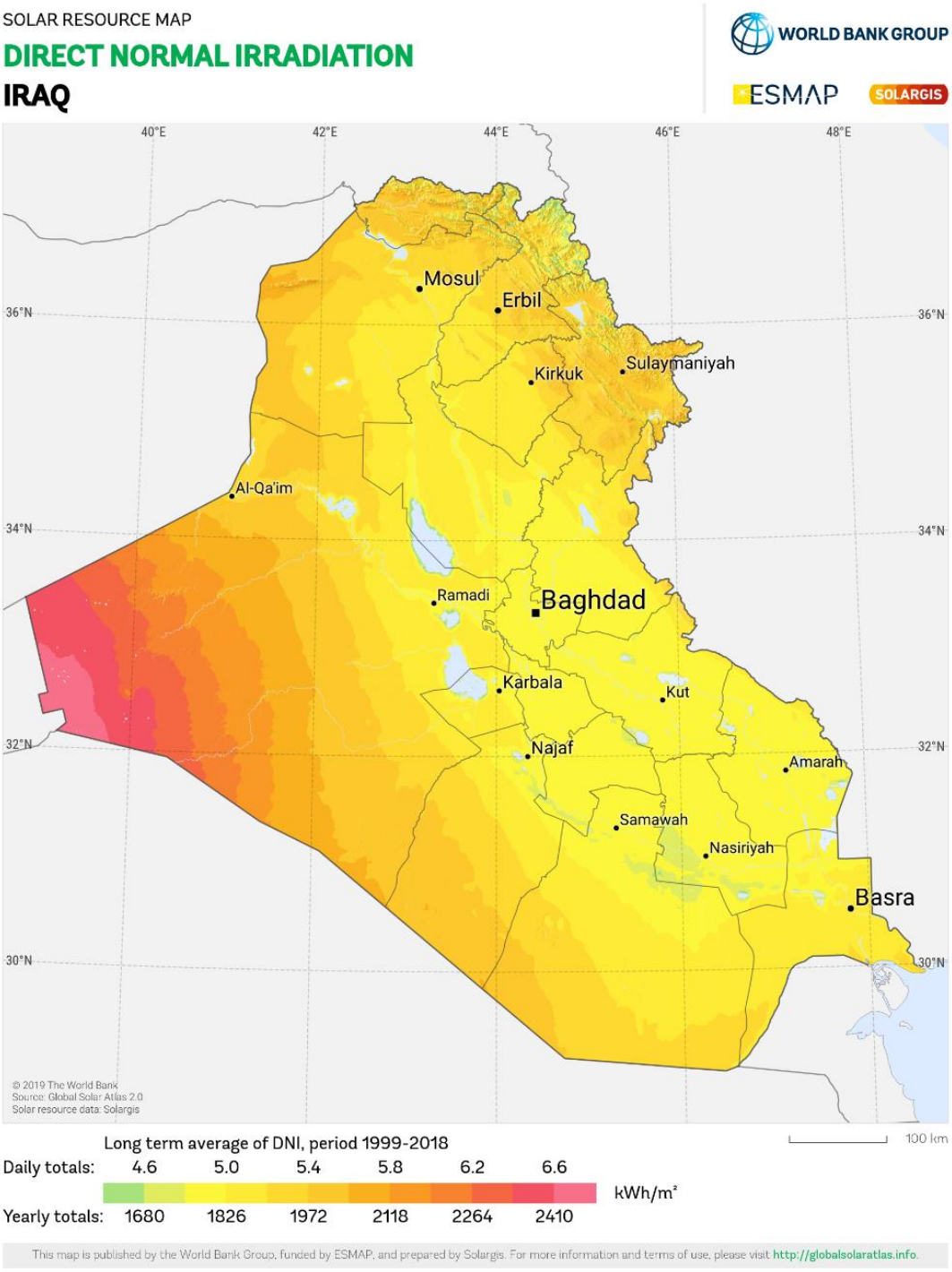
شكل 14 البرج الشمسي القادر على توليد 300 ميكا واط تقريباً من حرارة الشمس

مواقع الاشعاع الشمسي الأكثر ملائمة

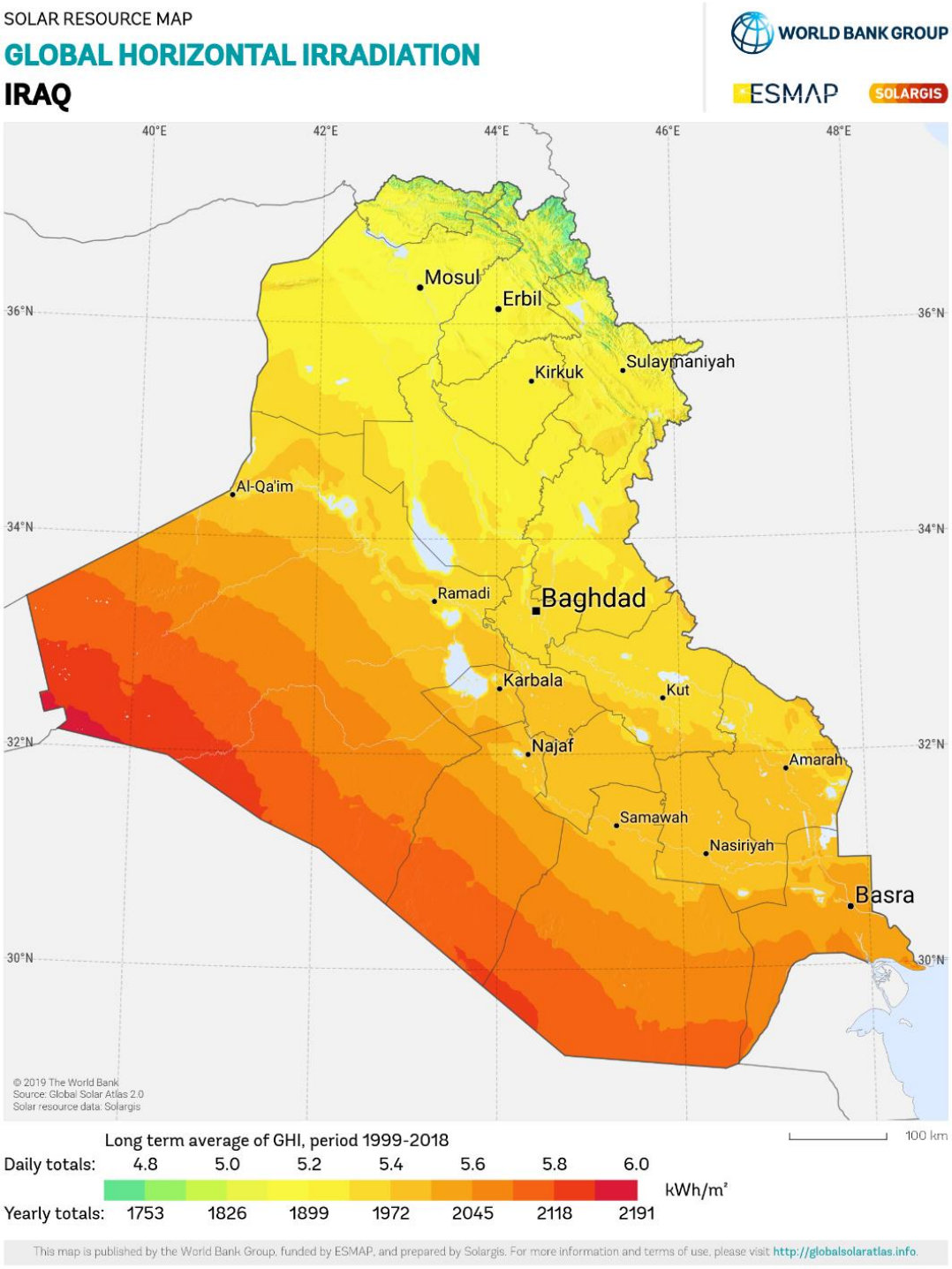
يوضح الشكل 15 المعدلات السنوية للإشعاع الشمسي الساقط على العراق عمودياً بشكل مباشر موضحاً تركز أعلى كمية من الاشعاع ضمن محافظة الأنبار. ويظهر الشكل 16 معدلات الإشعاع الشمسي الأفقي، والذي يوضح كذلك حصول المناطق الغربية عموماً ومحافظة الأنبار خصوصاً على اعلى حصة من كميات الإشعاع على مستوى القطر. أما الشكل 17 فيوضح كميات الطاقة التي يمكن استخلاصها بواسطة الألواح الشمسية الفوتوفولطائية لمختلف مناطق القطر. ويبين هذا الشكل تفوق المنطقة الغربية للمحافظة على جميع محافظات القطر. لمعرفة جدوى البيانات الواردة في الأشكال أعلاه تم عمل مقارنة مع أبرز الدول العربية الشقيقة المستغلة للطاقة الشمسية كالمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة، والدول الأجنبية الأبرز كألمانيا وبريطانيا واسبانيا. وقد تم تلخيص بيانات المقارنة في الاشكال شكل 18 وشكل 19 وشكل 20. والتي تتضمن بيانات الإشعاع الشمسي العمودي المباشر، والإشعاع الشمسي الأفقي وكذلك بيانات الطاقة الممكن انتاجها بواسطة الألواح الشمسية الفوتوفولطائية.

وقد بينت البيانات المستخلصة تفوق العراق على معظم الدول المستهلكة للطاقة الشمسية حيث حل العراق بالمركز الثاني عربياً بعد المملكة العربية السعودية وجاءت الإمارات بعده في كمية الاشعاع الساقط، اما فيما يتعلق بالإشعاع الشمسي الأفقي والطاقة المنتجة فالسعودية والإمارات بنفس المعدل تفوق العراق بشكل بسيط. اما الدول الغربية فقد بينت البيانات ان كميات الاشعاع الشمسي والطاقة المنتجة قليلة جداً بالمقارنة

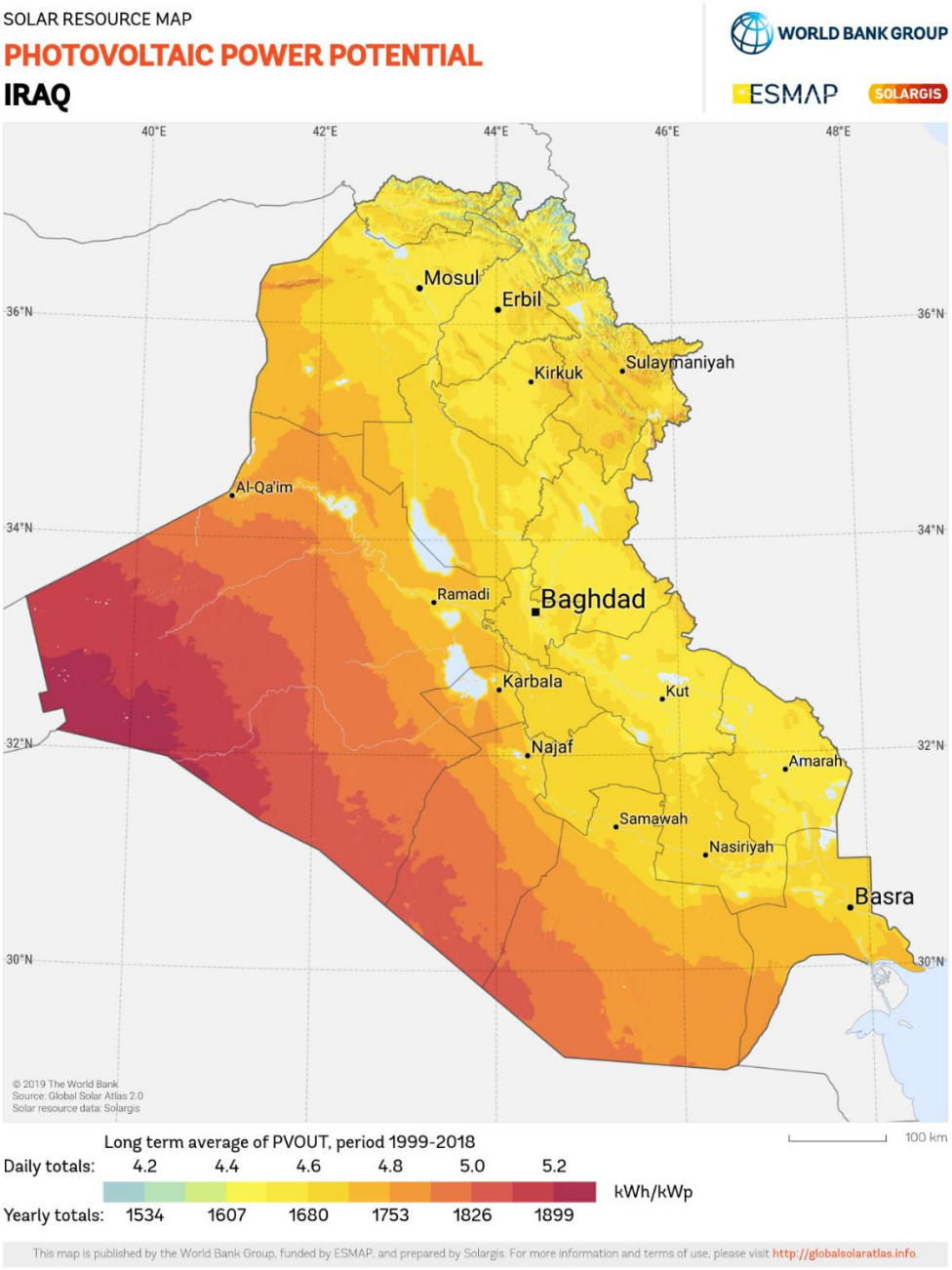
مع العراق. وهذا يدل على ان العراق يمتلك مصدر طاقة شمسية واعد يمكن ان يعول عليه في انتاج طاقة كافية لسد حاجة القطر والمحافظة بشكل خاص.



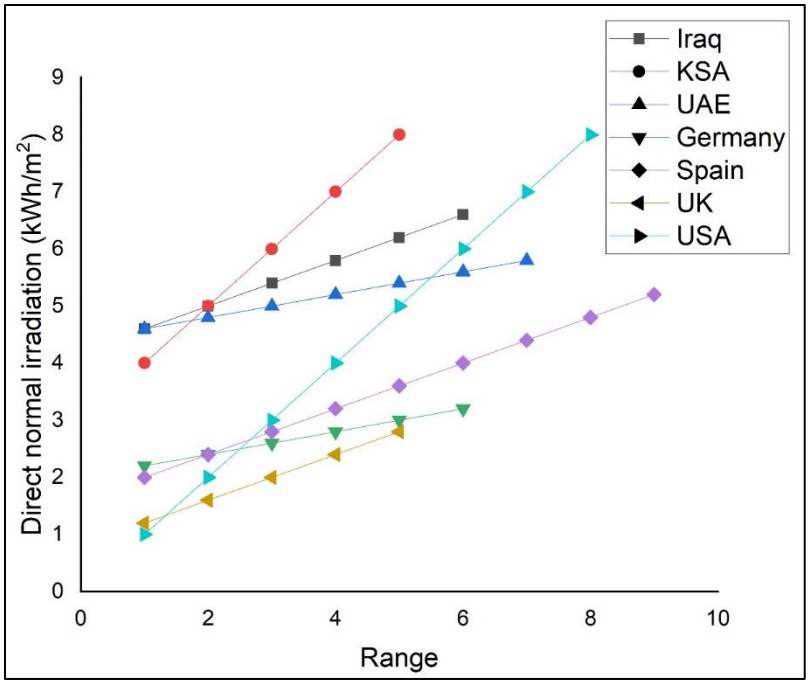
شكل 15 معدلات الاشعاع الشمسي العمودي المباشر



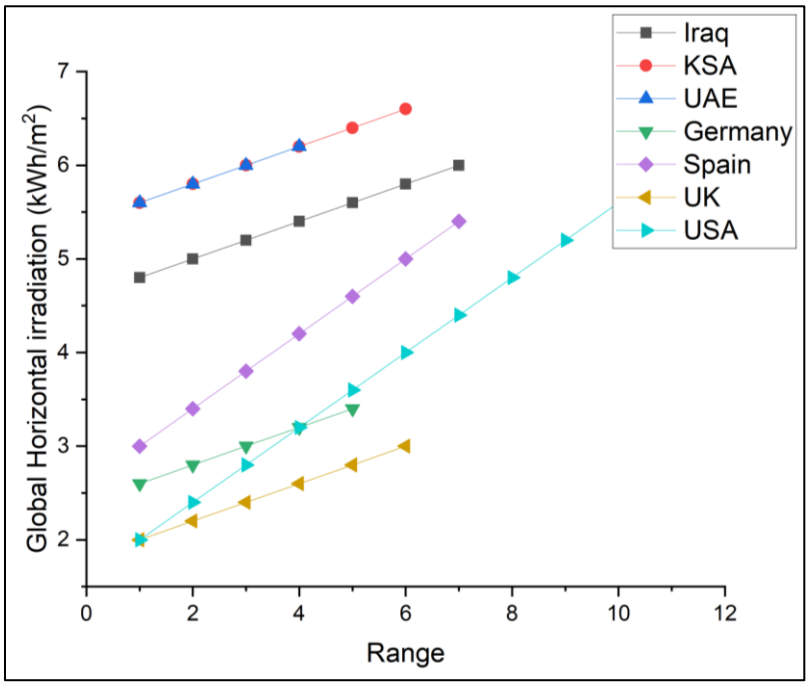
شكل 16 الاشعاع الشمسي الأفقي العالمي



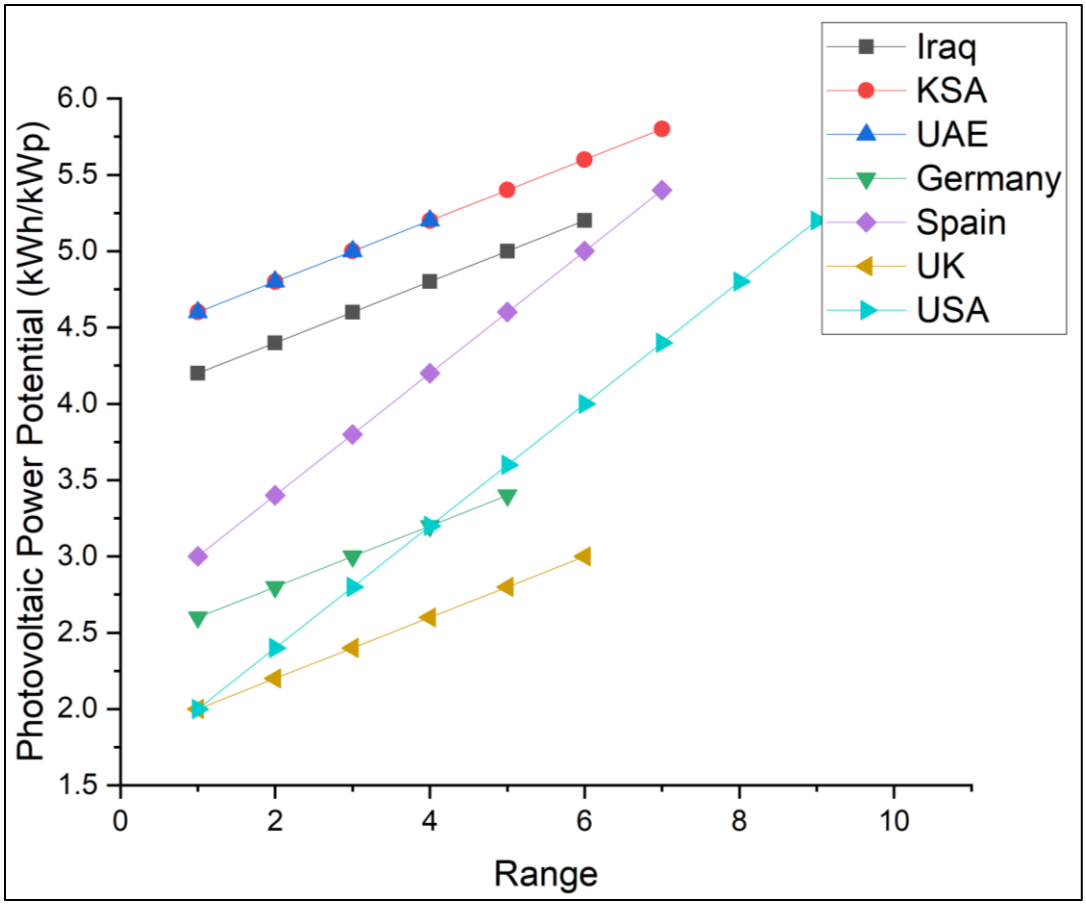
شكل 17 القدرة الممكن تحصيلها من الألواح الشمسية الفوتوفولطانية



شكل 18 بيانات الإشعاع الشمسي العمودي المباشر للعراق مقارنة مع بعض الدول العربية والعالمية المنتجة للطاقة الشمسية



شكل 19 بيانات الإشعاع الشمسي الأفقي للعراق مقارنة مع بعض الدول العربية والعالمية المنتجة للطاقة الشمسية



شكل 20 معدل القدرة الممكن انتاجها من الألواح الشمسية للعراق مقارنة مع بعض الدول العربية والعالمية المنتجة للطاقة الشمسية

استنتاجات الدراسة

اولاً: طاقة الرياح

1) تمثل سرعة الرياح في الأنبار كميات معتدلة سنوياً قابلة لتشغيل توربينات الرياح والحصول على طاقة مجدية.
2) يمكن الحصول على طاقة جيدة عند ارتفاع 50 متر ولكن لتحقيق الاستفادة القصوى من طاقة التوربين يمكن الحصول عليها على ارتفاع 100 متر.
3) تتباين الرياح من منطقة إلى أخرى حتى داخل الأقضية والنواحي وذلك بسبب تباين التضاريس والبنى التحتية التي تؤثر بشكل مباشر في حركة الرياح.

ثانياً: الطاقة الشمسية

1) يمثل العراق عموماً والأنبار خصوصاً منطقة خصبة لاستغلال الطاقة الشمسية بمختلف تقنياتها.
2) تمثل المناطق الغربية المناطق الأكثر وفرة في معدلات الاشعاع الشمسي وتوفير كميات هائلة من الطاقة الشمسية.
3) يمكن استخدام تقنية البرج الشمسي كحل إستراتيجي بسبب توفر مناطق شاسعة ومفتوحة تصلح لمثل هذه المشاريع.

التوصيات

توصي اللجنة عموماً بتشجيع البحث العلمي في مجال الطاقة المتجددة وتقنياتها بالاتجاه العملي التطبيقي والبحث التطويري ودعمه بالتمويل اللازم. وكذلك توصي بإجراء دراسات مكثفة أكثر تتضمن زيارات ميدانية للمناطق المرشحة للوقوف على الواقع المكاني لتلك المناطق وتحصيل أفضل النتائج في حصد أكبر مقدار للطاقة المتجددة في المحافظة.

طاقة الرياح

1) على المستوى الاستراتيجي يفضل استخدام التوربينات من 100 متر فما فوق. اما على المستوى المنزلي او الدوائر الخدمية فينصح باستخدام التوربينات العمودية.
2) يفضل استغلال التوربينات العمودية عند البحيرات والمصبات والمناطق القريبة من الكثافات السكانية.
3) كذلك ينصح بتشجيع المواطنين على اقتناع التوربينات المنزلية وخصوصاً التوربينات العمودية والتي يمكن ان تعمل بكفاءة أعلى.

الطاقة الشمسية

توصي اللجنة باعتماد استراتيجيتين للاستفادة القصوى من الطاقة الشمسية إعتماداً على سياسة الاستخدام وكما يلي:

- ✓ في حالة اختيار المركزية في انتاج الطاقة وتزويدها فتتضمن التقنية الأولى استخدام البرج الشمسي والذي يمكن ان يوفر طاقة هائلة تكفي مئات الالاف من المنازل ضمن المحطة الواحدة. وكذلك يمثل الحل لمشكلة غياب الشمس او ساعات الظلام الليلي.
- ✓ أما على المستوى الشخصي او الغير مركزي، فالتقنية الثانية والتي عبارة عن الألواح الشمسية الفوتوفولطائية فينصح ان يكون استخدامها على المستوى المنزلي او ضمن التشكيلات المطلوب

تزويدها بالطاقة وذلك لسهولة السيطرة عليها وصيانتها وحمايتها. حيث ان انتاج هذه الألواح للطاقة يعتبر محدود بالمقارنة مع البرج الشمسي، مما يتطلب الاف الألواح لإنشاء محطة مركزية، وبالتالي ستكون عرضة للتلف وصعوبة تتبعها وحمايتها.

وختاماً، توصي اللجنة بدعم التوجه لاستخدام تقنيات الطاقة المتجددة للاستخدام المنزلي بواسطة التسهيلات كالتجهيز بالتقسيط او القروض الميسرة. او يمكن استخدام نظام التعريفة الخاصة بالتقنية، وهذا النظام معتمد في بريطانيا وألمانيا وفرنسا. وكذلك نشر وعي استخدام الطاقة المتجددة بين عموم المواطنين وحثهم على استخدامها وفي نفس الوقت ترشيد استهلاك الطاقة.

كذلك توصي اللجنة بدعم المراكز البحثية واعتمادها كمراكز مراقبة للجودة وفحص التقنيات قبل الشروع بتجهيزها وذلك لضمان الجودة وضبط المنتج.

مراجع الدراسة

المصادر العربية

1) علي احمد غانم، الجغرافية المناخية، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن ،2007، 43.
2) سعد إبراهيم الجوراني، تكنولوجيا الطاقة الشمسية، دار الشؤون الثقافية العامة، بغداد، 1995، ص29-23. فهد بن سلطان الحريب، الطاقة الشمسية، مجلة العلوم والتقنية، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، 1995.
3) حمد مصطفى الخياط، تكنلوجيا طاقة الرياح، مجلة الكهرباء العربية، العدد:33، 2009، ص3.
4) هالسي، د.س. ، الطاقة الشمسية سلاح المستقبل، ترجمة نجاح شمعة قدورة واحمد عزت طه، دار الشرق العربي، سورية، حلب، 2013.
5) البوعلي، علي مجيد ياسين، إمكانية استغلال طاقة الرياح في قضاء الناصرية مجلة آداب ذي قار ،العدد:١ 2012، المجلد: 2،
6) يونس هندي عليوي وعادل رشيد حسين، امكانية توليد الطاقة الكهربائية من الشمس والرياح في محطات مدن الانبار لتحقيق التنمية المستدامة، مجلة مداد الاداب، العدد السادس عشر، ص 679 – 699، 2017.
7) مكي غازي عبد اللطيف المحمدي، الاختيار الامثل لبناء محطات توليد الطاقة الكهربائية في العراق بواسطة طاقة الرياح باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة سر من رأى، المجلد 6/ العدد 18/ 2010.

المصادر الاجنبية

1. Yu, X., *Modelling Offshore Wind Farm Operation and Maintenance: The Benefits of Condition Monitoring*. 2020: Cambridge Scholars Publisher.

2. Fircroft, N. *The Biggest Wind Turbines In The World*. 2021; Available from: https://www.nesfircroft.com/blog/2021/12/the-biggest-wind-turbines-in-the-world?source=google.com.

3. Energy, G. *How do wind turbines work?* 2022; Available from: https://www.goodenergy.co.uk/how-do-wind-turbines-work/.

4. Whittlesey, R., *Chapter 10 - Vertical Axis Wind Turbines: Farm and Turbine Design*, in *Wind Energy Engineering*, T.M. Letcher, Editor. 2017, Academic Press. p. 185-202.

5. Sheikh, K. *ew Concentrating Solar Tower Is Worth Its Salt with 24/7 Power*. 2016; Available from: https://www.scientificamerican.com/article/new-concentrating-solar-tower-is-worth-its-salt-with-24-7-power/.

Chaichan MT.(2017) Emissions and Performance Characteristics of Ethanol-Diesel Blends in CI Engines. Engineering and Technology 17- Abass KhI, Chaichan MT.(2012) Experimental study of using solar energy storage wall for heating Iraqi houses purposes. Wassit Journal for Science & Medicine 18- Al-Rawi AM, An Experimental And Theoretical Study To Improve The Performance Of A Solar Water Heater of Pyramidical Right Triangular Cross-Sectional Area, M.Sc. Thesis, University of technology, Iraq

Poullikkas, A. Economic analysis of power generation from parabolic trough solar thermal plants for the Mediterranean region: A case study for the island of Cyprus. Renew. Sustain. Energy Rev, 13.

Ummadisingua, A.; Soni, M.S.(2015) Concentrating solar power technology, potential and policy in India. Renew. Sustain. Energy Rev, 15, 6.

Rashid H. Al-Rubayi, DhariY.Mahmood, Marwa M. Al-Khuzaei,A study on a Suitable Renewable Energy in 6 1-9);Pages: 3(13. esearchRciences Spplied Aournal of J. 7201. Iraq 7- 1.

Chaichan MT, Abaas KhI, Hatem FF.(2011) Experimental study of water heating salt gradient solar pond performance in Iraq, Industrial Applications of Energy Systems (IAES09). Oman: Sohar University.