امكانيات استثمار خصائص المناخ كموردا طبيعياً في محافظة بابل

م.رفل حسين نجم
جامعة بابل/ كلية التربية للعلوم الانسانية / قسم الجغرافيا
أ.د علياء حسين سلمان
جامعة الكوفة/ كلية التربية للبنات /قسم الجغرافيا

The possibilities of investing the characteristics of the climate as a natural resource in the province of Babylon

Rafal Hussein Najm
University of Babylon/College of Education for Human Sciences/ Department of Geography
Prof. Dr. Alyaa Hussain Selman
University of Kufa/College of Education for Girls/Department of Geography

Abstract

The climatic characteristics have a great impact in Babylon governorate in terms of many possibilities, the most important of which is the provision of light and thermal energy and wind speed for plants .without these characteristics, along with the provision of irrigation water and fertile soil, agriculture would not have been established and agricultural crops diversified. therefore, the concerned authorities should take advantage of them by keeping pace with global development in a number of countries. however, the possibilities of exploiting a number of them, such as solar energy and wind speed, require providing certain conditions for the establishment of their project requirements in the study area, as they cost considerable material resources. However, specialists can save part of those amounts for the construction of electric power generation projects for the development of agricultural and economic activity . Hence, the hypothesis of the study was realized that there are climatic characteristics that can be taken advantage of as a very widely available natural resource, which was confirmed by its recorded rates, especially the solar radiation and wind elements in the study area. .

It also highlights the importance of solar radiation and its characteristics in that it contributes to the generation of electric power production using cells silicone which is clean energy and help protect the environment and the rationalization of electricity consumption through the use of the traffic lights and the illumination of streets and accessories solar water pumps for Wells by connecting solar cells that convert DC power (DC) to alternating current (AC) To run the pump motor and the rationalization of electricity consumption, as well as their use in the desalination of water using distilled solar and industrial complexes in transfer stations alternately blinking, and shows the influence of the wind through the visit, the processes of evaporation – transpiration, which in turn leads to the decreasing water levels of the river , It also leads to the dryness of the soil, which makes them susceptible to the processes of weathering and erosion, which is reflected on agricultural production and livestock alike except that there is an important aspect should be the Germans to provide the energy needed by the wind as a result of provide with large agricultural areas in the province of Babylon The annual rate of total solar radiation in Babylon governorate reached (19.08 MJ/m2/day), while the annual amount of diffuse solar radiation reached(6.680 MJ /m2/ day), while the annual amount of direct solar radiation reached (12.40 MJ /m2/ day).

The study showed that the total electrical energy generated from solar radiation in the province of Babylon amounted to (1934237 kW/ month). Babylon Province is also characterized by a high flood of daily and annual solar radiation, the intensity of which reaches (1000 W/m2) at midday, equivalent to (6 kW / h / m2) per day. This is important in achieving electrical efficiency by increasing its production in the study area due to the presence of an important natural source, namely solar radiation.
.

Keywords: - diffuse solar radiation, solar panels, direct solar radiation, economic motives

المستخلص

ان للخصائص المناخية تأثير كبير في محافظة بابل من حيث امكانيات عديدة اهمها توفير الطاقة الضوئية والحرارية وسرعة الرياح للنباتات ولولا تلك الخصائص مع توفير مياه الارواء والتربة الخصبة لما اقيمت الزراعة وتنوعت المحاصيل الزراعية فيها، لذا يجب على الجهات المعنية الاستفادة منها من خلال مواكبة التطور العالمي في عدد من الدول، الا ان امكانيات استغلال عدد منها كالطاقة الشمسية و سرعة الرياح تتطلب توفير شروط معينة لإقامة مستلزمات مشاريعها في منطقة الدراسة كونها تكلف امكانات مادية كبيرة. الا ان المتخصصين يستطيعون توفير جزء من تلك المبالغ لإقامة مشاريع توليد الطاقة الكهربائية لاجل تنمية النشاط الزراعي والاقتصادي . ومن هنا تحققت فرضية الدراسة القائلة بوجود خصائص مناخية ممكن الاستفادة منها كمورد طبيعي متوفر بشكل كبير جداً والتي اكدت ذلك معدلاتها المسجلة لاسيما عنصري الاشعاع الشمسي والرياح في منطقة الدراسة.

كما برز اهمية الاشعاع الشمسي وخصائصه في كونه يسهم في توليد و إنتاج الطاقة الكهربائية باستعمال الخلايا السليكونية وهي تعد طاقة نظيفة تساعد في حماية البيئة وترشيد استهلاك الكهرباء من خلال استعمالها في اشارات المرور وانارة الشوارع والطاقات الشمسية ومضخات المياه للآبار من خلال ربط الخلايا الشمسية التي تحول التيار المستمر (DC) الى تيار متناوب (AC) لتشغيل محرك المضخات وترشيد الاستهلاك الكهربائي، فضلاً عن استعمالها في تحلية المياه باستعمال المقطرات الشمسية وفي المجالات الصناعية في محطات التحليل بالتبخر الوميضي، و يظهر تأثير الرياح من خلال زيادة ،عمليات التبخر – النتح والذي يؤدي بدوره الى تناقص المناسيب النهرية , كما يؤدي الى جفاف التربة والذي يجعلها عرضة الى عمليات التجوية والتعرية والذي ينعكس على الانتاج الزراعي والحيواني على حد سواء الا ان هناك جانب مهم ينبغي الالمام به الا وهو توفير الطاقة اللازمة من خلال الرياح نتيجة توفر مساحات زراعية كبيرة في محافظة بابل، بلغ المعدل السنوي للاشعاع الشمسي الكلي في محافظة بابل (١٩,٠٨ ميكا جول/م٢/اليوم)، اما مقدار العدل السنوي للاشعاع الشمسي المنتشر فبلغ(٦,٦٨٠ ميكا جول /م٢/ اليوم)، في حين بلغ مقدار المعدل السنوي للاشعاع الشمسي المباشر (١٢,٤٠ ميكا جول /م٢/ اليوم).

١. اظهرت الدراسة ان مجموع الطاقة الكهربائية المتولدة من الاشعاع الشمسي في محافظة بابل بلغ (١٩٣٤٢٣٧ كيلو واط/ شهر). كما تتميز محافظة بابل بفيض عالي من الاشعاع الشمسي اليومي والسنوي والتي تصل كثافته الى (١٠٠٠ واط/م٢) في منتصف النهار اي ما يعادل (٦ كيلو واط / ساعة / م٢) في اليوم. وهذا له اهميته في تحقيق الكفاءة الكهربائية من خلال تزايد انتاجها في منطقة الدراسة بفعل وجود مصدر طبيعي مهم الا وهو الاشعاع الشمسي.

الكلمات المفتاحية :–الاشعاع الشمسي المنتشر، الالواح الشمسية ،الاشعاع الشمسي المباشر، دوافع اقتصادية.

.

المقدمة

تمثل العناصر المناخية وخصائصها ذات اهمية كبيرة كونها تمثل موردا طبيعيا يمكن استثمارها اقتصادياً لاجل الاستعاضة بها عن النقص الحاصل في احتياجات السكان لاسيما في مجال توفير الطاقة الكهربائية، و توجد عناصر تتميز بكونها من اهم مصادر الطاقة المتجددة المناخيه مثل(الشمس والرياح والبرق). ومن ثم فان اكثر العناصر المتواجدة هي التي نحاول استثمارها اقتصاديا كموردا طبيعيا، فضلا عن العناصر المستثمر نوعا ما في مجال الزراعة و نمو المحاصيل الزراعيه كدرجة الحراره على المثال، لاسيما ان محافظه بابل تفتقر الى وجود مشاريع كبيره للطاقة المتجدده التي يتم الحصول عليها من الخصائص المناخيه لسد العجز الطاقة الكهربائية، الا انها تمتلك عدد من المشاريع الصغيره المتعلقة بعنصر الاشعاع الشمسي لمنظومات تعمل بالطاقة الشمسية لاغراض خدمية بسيطة في استعمالها في المنظومات المتعلقه باللوحات الاستشارية والإنارة و كاميرات المراقبة، فضلا عن استعمالها في عدد من الأنشطة الخدمية والاقتصادية وفي الزراعة والري وعدد من المنازل وفق الامكانيات المادية المتوفرة.

اولا: مشكلة البحث

كيف يمكن استثمار الخصائص المناخية كمورداً طبيعيا في محافظة بابل ا و ما مدى امكانيات استغلالها؟.

ثانيا– فرضية البحث

تتباين الخصائص المناخية في محافظة بابل على وفق التباين الزماني للفصول في السنة مما ينعكس ذلك في امكانية استثمارها اقتصادياً لاسيما في مجال استثمار الطاقة الكهربائية و الريحية.

ثالثا – اهمية البحث

تنبع اهمية الدراسة من اهمية موضوع البحث العلمي الا وهو امكانيات استثمار الخصائص المناخية كمورداً طبيعياً في محافظة بابل . وما يمكننا من خلاله استغلال هذه الثروات وامكانيات استثمارها اقتصاديا لسد مختلف الاحتياجات الاقتصادية للسكان كونها منطقة ذات خصائص طبيعية متميزة في مناخها و خصوبة تربتها.

رابعاً– منهجية الدراسة.

اعتمد خلال هذه الدراسة على المنهج الوصفي و المنهج الاستقرائي الاستنتاجي الذي يفسر ويحلل النتائج المستخرجة لأجل الايضاح الى الجهات المعنية الدور في تكملة ما توصلت اليه الباحث في معالجة ما تشهده منطقة الدراسة من تباين في استغلال الخصائص المناخية كموارد طبيعية في المحافظة. وما تعكسها من تأثير في تباين استعمالاتها ، ويتم ذلك من خلال الاعتماد على اساليب معنية كالأسلوب الكمي مستعيناً بالبيانات ذات العلاقة بعد جمعها من الجهات المعنية ووسيلة الاستشعار عن بعد وتمثيلها وفق تقنية GIS وتفسيرها من خلال الاسلوب التحليلي الذي له اهميته في الترابط بين الاستعمالات الممكنة للموارد الطبيعية في محافظة بابل زمانيا ومكانياً.

خامسا : حدود الدراسة.

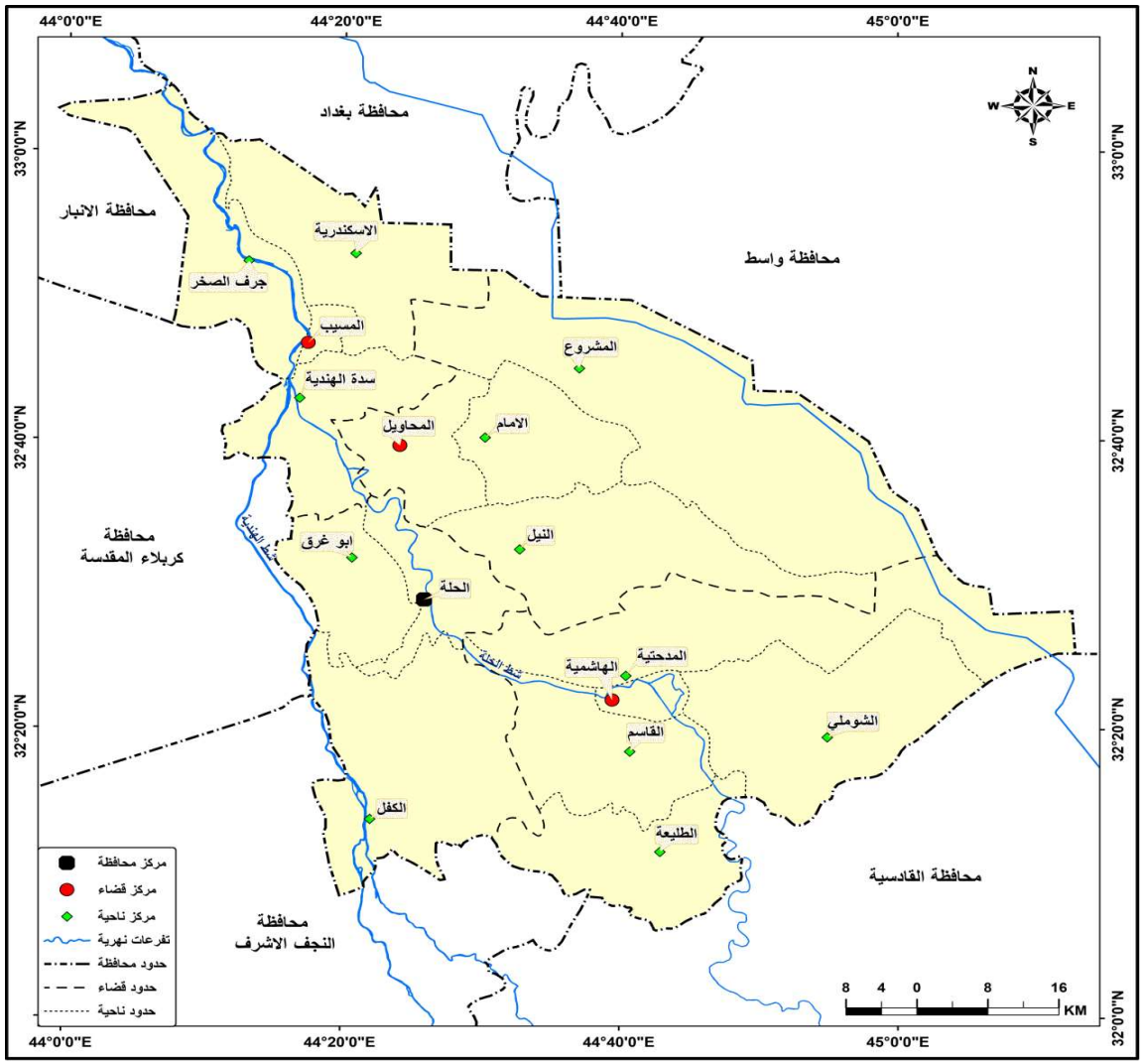
تقع محافظة بابل في وسط العراق ضمن منطقة السهل الرسوبي ، إذ تتركز بين خطي طول (َ٥٧ ٤٣° وَ١٢ ٤٥°).شرقا، كما أنها تقع بين دائرتي عرض(٧ ٣٢َ° و٨ ٣٣َ°) شمالاً. متخذة شكل المثلث قائم الزاوية، خريطة (١) لمسافة تمتد نحو (١٠٦ كم) شمالاً وجنوباً وبعرض غير منتظم يبلغ أقصاه حوالي٨٤ كم شرقا وغربا .

أما موقعها الجغرافي فيتحدد بمنطقة الدراسة على أساس التقسيمات والحدود الإدارية لمحافظات العراق التي حددت حدود محافظة بابل التي تبدأ في أقصى الشمال الغربي للمحافظة عند نهر الفرات لتسير بالاتجاه الجنوبي الشرقي حتى تلتقي بمشروع المصب العام، لتشكل الحدود الشمالية لمنطقة الدراسة التي تفصلها عن محافظة بغداد ليستمر سير هذه الحدود تماشياً مع مشروع المصب العام الذي يشكل الحدود مع محافظة واسط، ثم ينحرف إلى الجنوب الغربي ليشكل

الحدود مع محافظة القادسية بعدها ينحرف إلى الشمال الغربي عند حافة الهضبة الغربية مع حدود محافظة النجف الاشرف ثم محافظة كربلاء ثم محافظة الأنبار لتكتمل الحدود الغربية لمنطقة الدراسة، وتعد محافظة بابل من المحافظات الصغيرة فهي تأتي بعد محافظتي بغداد وكربلاء بمساحة تبلغ (٥١١٩ كم^{٢}) أي بنسبة (١,٢%) من مساحة العراق البالغة (٤٣٥٢٤٤ كم^{٢}) وهذه المساحة موزعة على أربع أقضية وبواقع (١٦) ناحية،[١]كما في الجدول (١). لذا فإن للموقع الفلكي أثراً ينعكس على مقدار ما تتسلمه المنطقة من طاقة حرارية من خلال تأثير الموقع في زاوية سقوط الإشعاع الشمسي، فضلا عن قوة واتجاه الرياح والتي تعد مصدرا من مصادر الموارد الطبيعية

خريطة (١)

الموقع الفلكي والجغرافي والوحدات الادارية في محافظة بابل



المصدر: وزارة الموارد المائية، المديرية العامة للمساحة، قسم الـ GIS، الخريطة الإدارية لمحافظة بابل، مقياس (١:٥٠٠٠٠٠).واستعمال برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc Gis 10.8.

[١] جمهورية العراق، وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، المجموعة الإحصائية السنوية ،بغداد، ٢٠١٧.ص ٩.

جدول (١) التقسيم الإداري والمساحة لمحافظة بابل

القضاء	التقسيمات الادارية	المساحة كم^2
قضاء الحلة	مركز الحلة	181.67
	الكفل	559.02
	ابي غرق	200.00
قضاء المحاويل	مركز المحاويل	190.00
	المشروع	933.39
	الامام	233.40
	النيل	448.38
قضاء الهاشمية	مركز الهاشمية	48.98
	القاسم	305.97
	المدحتية	542.41
	الشوملي	499.84
	الطليعة	303.50
قضاء المسيب	مركز المسيب	30.47
	سدة الهندية	268.34
	جرف الصخر	341.95
	الاسكندرية	372.27
مجموع مساحة محافظة بابل		5459.59

المصدر: بالاعتماد على جمهورية العراق، وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، المجموعة الإحصائية السنوية ، بغداد، ٢٠١٧، ص٩.

سادسا:- هيكلية البحث:-تكون البحث من ثلاث محاور هما :-

المحور الاول : خصائص المناخ في منطقة الدراسة:-

يعد الاشعاع الشمسي ذات اهمية كبيرة في توليد الطاقة الكهربائية في محافظة بابل و الذي يمثل مجموعة من الاشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة ويكون على ثلاثة انواع من الطاقة (الكيميائية و الحرارية و الضوئية)، إذ ان الاولى تتمثل في اهميتها للنبات والثانية مسؤولة عن الطاقة الحرارية في الغلاف الجوي، في حين الاخيرة هي المسؤولة عن الابصار والذي تطور فيما بعد الى التصوير[1] كما تبرز اهمية الاشعاع الشمسي وخصائصه في كونه يسهم في توليد و إنتاج الطاقة الكهربائية باستعمال الخلايا السليكونية وهي تعد طاقة نظيفة تساعد في حماية البيئة وترشيد استهلاك الكهرباء من خلال استعمالها في اشارات المرور وانارة الشوارع والطاقات الشمسية ومضخات المياه للآبار من خلال ربط الخلايا الشمسية التي تحول التيار المستمر (DC) الى تيار متناوب (AC) لتشغيل محرك المضخات وترشيد

[1]- قصي عبد الحميد السامرائي , مبادئ الطقس والمناخ , عمان , ٢٠٠٨ , ص٧١- ٧٣ .

الاستهلاك الكهربائي، فضلاً عن استعمالها في تحلية المياه باستعمال المقطرات الشمسية وفي المجالات الصناعية في محطات التحليل بالتبخر الوميضي[١] لاستخراج الطاقة التي يمكن استثمارها من خلال الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة لا بد من حساب كمية الاشعاع الشمسي الكلي والاشعاع الشمسي المنتشر والمباشر ولحساب الاشعاع الشمسي الكلي والمنتشر والمباشر فان هنالك مجموعه من المعادلات وكالاتي:

١- **حساب الاشعاع الشمسي الكلي** : يمكن حساب الاشعاع الشمسي الكلي من خلال مجموعة من المعادلات الرياضية الا ان الباحث قد اعتمدنا على معادلة انجستروم وذلك لإمكانية تطبيقها في منطقة الدراسة وكالآتي :

$$Rs = \left(as + bs \frac{n}{N} \right) Ra$$

إذ ان :

Rs = الاشعاع الشمسي الكلي (ميكا جول / م^{٢} / يوم)

as+bs = قيم ثابتة

n = المدة الفعلية لسطوع الشمس (ساعة)

N = المدة القصوى لسطوع الشمس (ساعات السطوع النظري)

Ra = الاشعاع الشمسي الخارجي للغلاف الجوي (ميكا جول / م^{٢} / يوم)

ويستخرج الاشعاع الشمسي الكلي لمنطقة الدراسة من المعادلة الاتية :

$$Rs = \left(as + bs \frac{n}{N} \right) Ra$$

إذ ان :

Rs = الاشعاع الشمسي الكلي

As + bs = قيم ثابتة , حيث ان (as =٠,٢٥) أما (bs = ٠,٥)

n = ساعات السطوع الفعلي

N = ساعات السطوع النظري

Ra = الاشعاع الشمسي الخارجي وتستخرج قيمتها تبعاً للعلاقة الآتية :

$$Ra = \frac{24(60)}{\pi} \quad Cs\ dr(ws \sin(Ø)+\cos(\delta)\ (\cos(Ø)\sin(ws)$$

إذ ان :

CS = الثابت الشمسي (ميكا جول / م^{٢})

Dr = نسبة المسافة بين الشمس والأرض

Ws= زاوية ارتفاع اشعة الشمس

Ø = درجة دائرة العرض

δ = زاوية سقوط اشعة الشمس

[١] – نهى تتركي حمد الطائي , تغير الاشعاع الشمسي واثره على انتاج الطاقة الكهربائية في محطة بغداد والموصل المناخيتين , رسالة ماجستير , كلية التربية للعلوم الانسانية , جامعة تكريت , ٢٠٢١ , ص١٥-١٦ .

تستخرج كل قيمة من تلك القيم على وفق المعادلة التالية :

$$Dr=1+0.033\ [\frac{2\pi}{365}]$$

إذ ان :

ل = ترتيب اليوم من السنة

δ = 23.45 sin [360 $\frac{284+J}{365}$] زاوية سقوط الاشعاع الشمسي

ws = ar cos [− Tan(Ø)Tan δ] زاوية ارتفاع الاشعاع الشمسي

وتستخرج قيمة (N) على النحو التالي :

$$N = \frac{24}{\pi}\ ws$$

N = ساعات السطوع النظري

π = النسبة الثابتة

Ws = زاوية ارتفاع الشمس

بعد تطبيق المعادلة اتضح ان المعدل السنوي للإشعاع الشمسي الكلي في منطقة الدراسة قد بلغ (١٩,٠٨ ميكا جول / م^{٢} / اليوم) جدول(٢) . والذي يبين ان اكبر قيمة للإشعاع الشمسي الكلي قد سجلت في شهري حزيران وتموز بمقدار(٢٦,٦٧) ميكا جول / م^{٢} / اليوم و(٢٦,٩٦) ميكا جول / م^{٢} / اليوم), ويرجع السبب الى تعامد اشعة الشمس على منطقة الدراسة ، فضلا عن صفاء السماء وخلوها من التغيم .اما اقل قيمة لمقدار الاشعاع الشمسي الكلي قد سجل في شهري كانون الاول وكانون الثاني وقد سجل كل منهما (١٠,٤٣ و١٠,٩٩ ميكا جول/ م^{٢} / اليوم) كما في الشكل (١) ويرجع ذلك الى ان الاشعة الشمسية في هذه الاشهر تصل بصورة مائلة كما تفقد الكثير من مقدارها , فضلاً عن تلبد السماء بالغيوم والذي يحجب وصول الاشعاع الشمسي الكلي الى منطقة الدراسة .

جدول (٢)

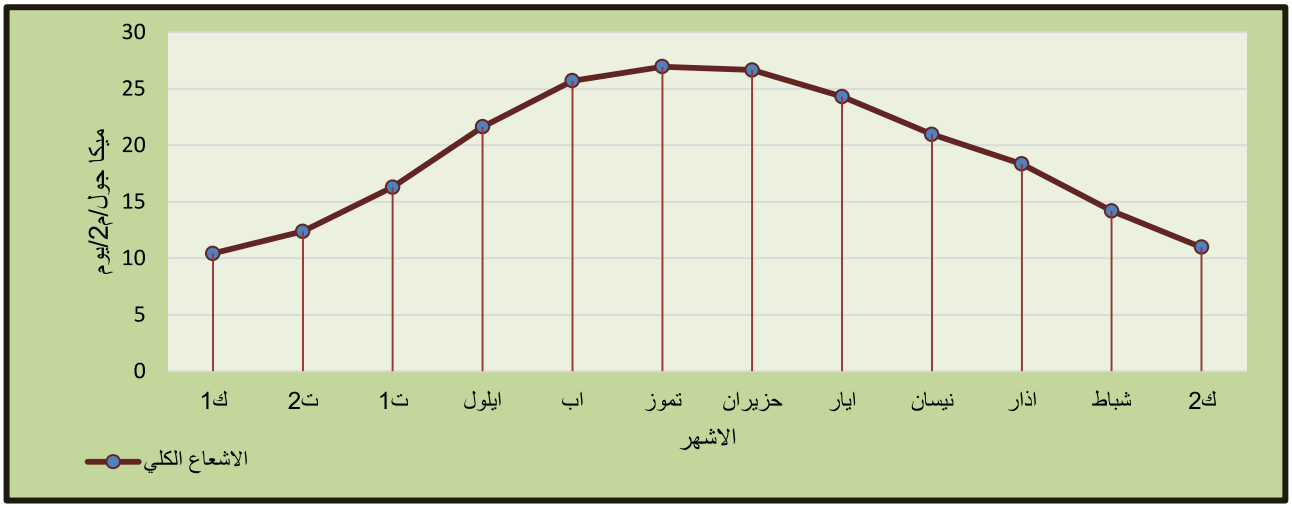
معدلات الاشعاع الشمسي الكلي (ميكا جول / م^{٢} / يوم) في محافظة بابل للمدة(1991–2020)

الاشهر	ك٢	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل
الاشعاع الشمسي الكلي	10.99	14.2	18.35	20.97	24.31	26.67	26.96	25.71	21.64	16.3	12.38	10.43	19.08

المصدر: بالاعتماد على جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢١.

شكل(١)

معدل الاشعاع الشمسي الكلي(ميكاجول/م^{٢}/يوم) في محافظة بابل للمدة (١٩٩١ -٢٠٢٠)



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (٢). و باستعمال برنامج Microsoft Excel16.I .

٢- **حساب الاشعاع الشمسي المنتشر** : لحساب الاشعاع الشمسي المنتشر فقد استعملنا المعادلة الرياضية الاتية :

$$Hd=[\ 0.0958 - 0.982\ kt\ ]\ Rs$$

$$Hd=[\ 1.00 - 17.13\ kt\ ]\ Rs$$

$$Hd=[\ 1.39 - 4.027\ kt + 5.531\ kt^{2} + 3.108\ kt^{3}]\ Rs$$

إذ ان:

Hd = الاشعاع الشمسي المنتشر.

Rs = الاشعاع الشمسي الكلي.

Kt = معامل صفاء الجو , ويمكن استخراج (Kt) باستعمال المعادلة الاتية :

$$Kt=\frac{Rs}{Ra}$$

إذ ان :

Rs = الاشعاع الشمسي الكلي

Ra = الاشعاع الشمسي الخارجي

تبين من تطبيق المعادلة الرياضية في الجدول (٣) ان المعدل السنوي للإشعاع الشمسي المنتشر بلغ (٦,٦٨٠ ميكا جول / م^{٢} / يوم) وان اكبر قيمة للإشعاع الشمسي المنتشر في منطقة الدراسة قد سجل في شهر أيار بمقدار(٨,٨٢ ميكا جول / م^{٢} / اليوم) وبنسبة مئوية مقدارها (١,٣٢%) يليه شهر حزيران بمقدار (٨,٧٢ ميكا جول / م^{٢} / اليوم) وبنسبة مئوية مقدارها (١,٣١%)، شكل (٥). والسبب يعود الى تزايد كمية الاشعاع الشمسي في هذا الوقت من السنة في منطقة الدراسة، فضلاً عن تزايد الظواهر الغبارية التي تعمل في انتشار الاشعة الشمسية , اما اقل قيمة سجلت للإشعاع الشمسي المنتشر فقد كانت في شهري كانون الاول وكانون الثاني والتي بلغت (٤,٣١ و ٤,٦٠ميكا جول / م^{٢} / اليوم) وبنسبة مئوية بلغت (٠,٦٥ %) و (٠,٦٩ %) لكل منها على التتالي، وان سبب تناقص الاشعة المنتشرة في هذه الاشهر يعود الى زيادة التغييم والذي يعمل على حجب الاشعة الشمسية، فضلاً عن ارتفاع نسبة الرطوبة في الجو والتي تعمل على امتصاص مقدار كبير من الاشعاع الشمسي .

جدول (٣)

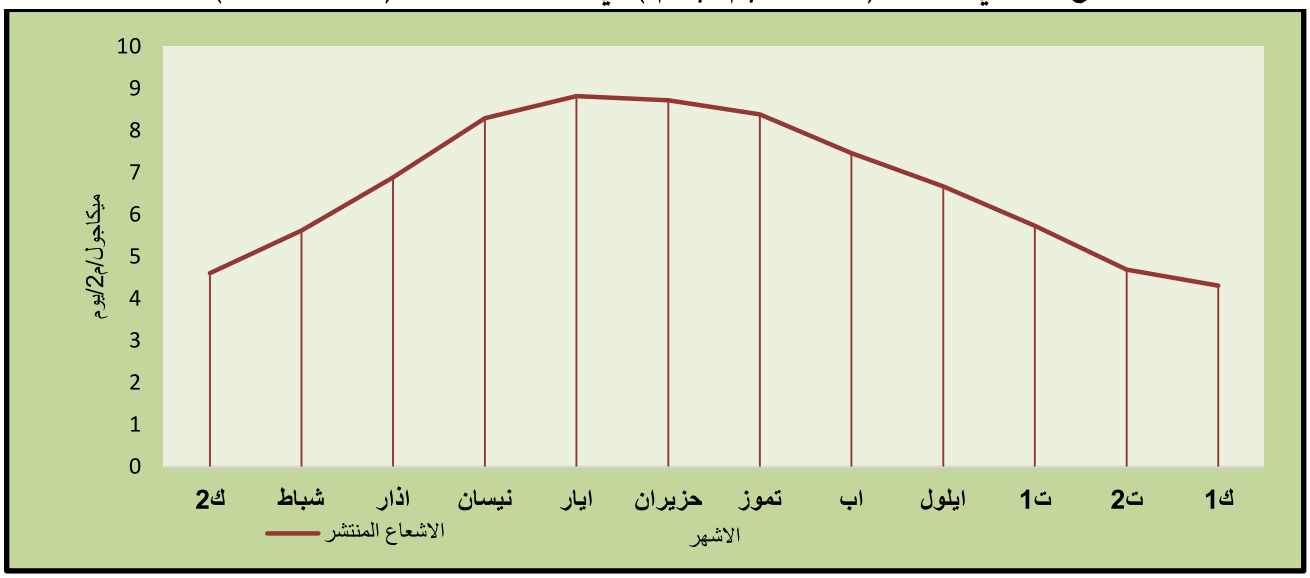
الاشعاع الشمسي المنتشر (ميكا جول / م^{٢} / يوم) في محطة الحلة للمدة (١٩٩١-٢٠٢٠)

الاشهر	ك٢	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل
الاشعاع المنتشر	4.60	5.62	6.88	8.29	8.82	8.72	8.38	7.46	6.67	5.73	4.69	4.31	6.68

المصدر: بالاعتماد على جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢١.

شكل (٢)

الاشعاع الشمسي المنتشر (ميكا جول / م^{٢} / يوم) في محطة الحلة للمدة (1991-2020)



المصدر: بالاعتماد على جدول(٢) واستعمال برنامج Microsoft Excel .

٣- **حساب الاشعاع الشمسي المباشر** : يمثل الاشعاع الشمسي المباشر ذات اهمية في تحديد كمية الطاقة التي يحتويها الاشعاع الشمسي , هناك طرائق لإنتاج الكهرباء منها والتي تتمثل بالاتي:

أ- **الطريقة غير المباشرة (الطريقة الحرارية الديناميكية)**: والتي يتم من خلالها استثمار الطاقة الشمسية من اجل توليد وانتاج الطاقة الحرارية، اذ تستعمل المجمعات الشمسية او المرتكزات الشمسية، والتي هي عبارة عن انظمة ومرايا تستعمل لحصر مساحة كبيرة من ضوء الشمس لتحولها الى طاقة كهربائية او طاقة حرارية فقسم منها يتم عملها ضمن درجات حرارة متناقصة تتراوح ما بين (١٥ – ٧٥ م°) ومنها الطباخ الشمسي او السخانات الشمسية المعمول بها في منطقة الدراسة، أما القسم الاخر والتي تعمل في درجات حرارة متزايدة لأكثر من (١٥٠ م°) فيمكن تمثيلها في المحركات الشمسية التي تستعمل في توليد الطاقة الكهربائية ويرجع عدم استعمالها في منطقة الدراسة الى تكاليفها المالية[١] .

ب-**الطريقة المباشرة (الخلايا الشمسية)** : تعمل الخلايا الشمسية عمل المحولات او الفولتات الضوئية، اذ تقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر الى طاقة كهربائية ويعرف الفولت الضوئي بأنه محولات فولتو ضوئية مصنعة من مواد شبه موصلة كالجرمانيوم والسليكون اذ تأخذ المحولات الطاقة، كما ان الاشعة الشمسية تقوم بطرد الحرارة بدون

(١) محمود العجمي , المركزات الشمسية , مجلة العلوم التقنية , العدد ٣ , ١٩٩٥ , ص٣٠ – ٣١ .

اي ملوثات للبيئة سواء كانت اشعاعية او ضوئية ويتم وضعها بشكل مائل اي بزاوية ميل ملائمة لأشعة الشمس لكي تسقط اشعة الشمس بشكل عمودي عليها فتمتص معظم الضوء الشمسي وتحول جزء منه الى طاقة كهربائية يمكن الاستفادة منها، [١] وتعتمد الخلايا الشمسية في عملها على ظاهرة التأثير الفولتو ضوئي وتتكون هذه الخلايا بالعادة من شريحتين من السليكون المستخلص من الرمل، اذ تكون الشريحتان متقابلتين رقيقتين يطلق على العليا منها بالزرنيخ او الفسفور. وتكون مواجهه لأشعة الشمس، اما السفلى منها فيطلق عليها الجاليوم او البوردت، اذ ان عند سقوط الاشعة الشمسية على الشريحة العليا يعطي طاقة للإلكترونيات فيحركها باتجاه الشريحة السفلى فيتولد منها تيار كهربائي يمكن الاستفادة منه ايضاً [٢] صورة(١).

صورة(١) الالواح الشمسية

/ Sourcehttps://images.app.goo.gl/GA9hosFRTzn7AfS88

كما يمكن التوصل الى نتائج الاشعاع الشمسي المباشر من خلال طرح كمية الاشعاع الشمسي المنتشر من الاشعاع الشمسي الكلي ليتضح من الجدول (٤) في منطقة الدراسة بأنه قد بلغ نحو (١٢,٤٠ ميكا جول / م^{٢} / اليوم) وان اكبر قيمة قد سجلت في شهري تموز وآب، اذ سجل كل منهما ما مقداره (١٨,٥٩ و ١٨,٢٥ ميكا جول / م^{٢} / اليوم) الشكل (٣)، اما اقل قيمة للإشعاع الشمسي المباشر في منطقة الدراسة فقد سجلت في شهري كانون الاول وكانون الثاني وبمقدار (٦,١٢ و ٦,٤٠ ميكا جول / م^{٢} / اليوم) على التتالي.

جدول (٤) الاشعاع الشمسي المباشر (ميكا جول / م^{٢} / يوم) في محطة الحلة للمدة (1991-2020)

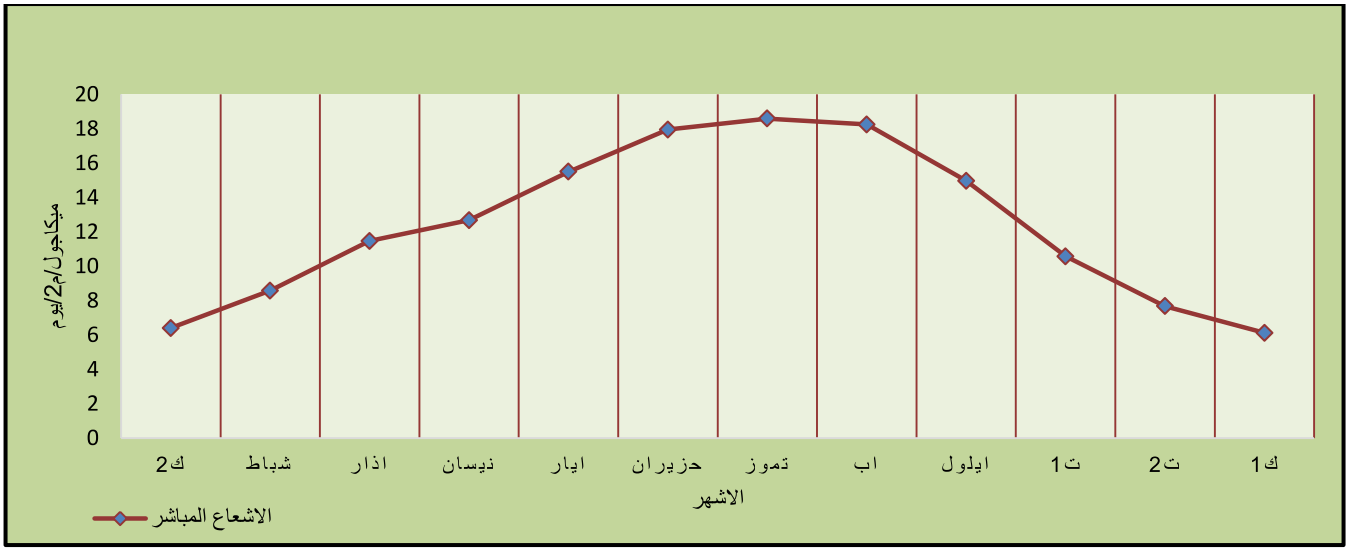
الاشهر	ك٢	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل
الاشعاع المباشر	6.4	8.58	11.47	12.68	15.5	17.95	18.59	18.25	14.97	10.57	7.68	6.12	12.40

المصدر: بالاعتماد على تطبيق معادلة الاشعاع الشمسي المباشر.

[١] –عبد العزيز حبيب العبادي , الطاقة الشمسية في العراق (دراسة في جغرافية الطاقة) , مجلة الجمعية الجغرافية العراقية , العدد ٢٦ , ١٩٩١ , ص٥٢ .

[٢] –يونس مولود حسن وسهام احمد علي , السليكون الغير مهدرج كمادة اساسية لصناعة الخلايا الشمسية , مجلة كلية التربية والعلم , جامعة الموصل , العدد ٦ ,١٩٨٩ , ص٣٠ .

شكل (٣) قيم الاشعاع الشمسي المباشر (ميكا جول / م٢ / يوم) في محطة الحلة للمدة (1991-2020)



المصدر: بالاعتماد على جدول (٤) واستعمال برنامج Microsoft Exce16.I .

المحور الثاني :- امكانيات استثمار الاشعاع الشمسي (اي كمية الطاقة الكهربائية المتولدة من الاشعاع الشمسي) في منطقة الدراسة :

تم حساب الطاقة الكهربائية المتولدة من المنظومات الشمسية الكهروضوئية وفق مساحة محددة تقدر بـ(١٠٠ م٢) وهو ما يمثل اسطح البنايات بوحدة كيلو واط * [١] / المدة، علماً ان الكمية المتولدة تولدت بدون وجود اي خسائر نتيجة للظل او تراكم الغبار على الالواح الشمسية ، فضلاً عن الضائع في الاسلاك الكهربائية الموصلة وتم حساب هذه الطاقة من خلال المعادلة الاتية:

$$E_{th\,annual} = 1*A*365$$

Eth = الامكانية النظرية المتاحة للطاقة الشمسية السنوية ميكا جول / م٢ / السنة.

I = معدل الاشعاع الشمسي الكلي لكل يوم ميكا جول / م٢ / اليوم.

A = مساحة الارض المتاحة (م٢). 365 = عدد ايام السنة .

يتضح من نتائج تطبيق المعادلة في جدول (٥) ان اكبر كمية طاقة كهربائية متولدة في شهري حزيران وتموز اذ بلغ (٢٧٠٣٧٣١ و ٧٣٣٧٩٣ كيلو واط / شهر) وبنسب مئوية مقدارها (١,٤٠ و ١,٤١%) على التتالي، الشكل (٤). اما اقل مقدار للطاقة الكهربائية المتولدة في منطقة الدراسة فقد سجلت في شهري كانون الاول وكانون الثاني بمقدار (١٠٥,٧٨٩,٢ و ١١١٤٦٧ كيلو واط/ الشهر) وبنسب مئوية مقدارها (٠,٥٥ و ٠,٥٨ %) لكل منها على التتالي , اما المعدل السنوي فقد بلغ (١٩٣٤٢٣,٧ كيلو واط / السنة) .

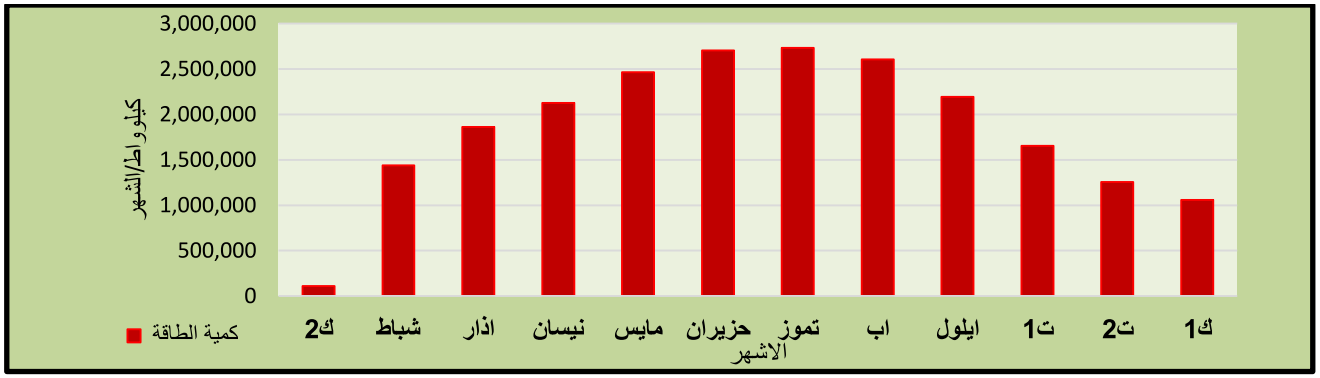
[١] - ١ كيلو واط / م٢ = ٣,٦ ميكا جول / م٢.

جدول (٥)الطاقة الكهربائية المتولدة من الاشعاع الشمسي (كيلو واط / الشهر) في محافظة بابل للمدة (1991-2020)

الاشهر	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	المجموع
كمية الطاقة	111467	1440091	1860612	2126593	2465119	2703731	2733793	2606512	2194188	1652878	1254763	1057892	1934237

المصدر: بالاعتماد على جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢١ .

شكل(٤) مجموع الطاقة المتولدة (كيلو واط/الشهر) في محافظة بابل للمدة (1991-2020)



يتبين مما سبق انه بالإمكان استثمار المورد الطبيعي الاشعاع الشمسي كونه يمثل اهم الخصائص المناخية المهمة لدى الانسان من حيث تزويده بفيتامين (D) والنبات من خلال دوره في القيام بعملية البناء الضوئي كما يمكن من خلاله سد احتياجات السكان من الطاقة الكهربائية في محافظة بابل من خلال ماتم القيام به من حسابات علمية ورياضية دقيقة الا ان ذلك يتطلب توفير امكانات مادية لشراء الخلايا الشمسية صورة (٢).

صورة (٢) الخلايا الشمسية المستثمرة في محافظة بابل .

وهي على ثلاثة انواع و كالاتي:

أ- خلايا السليكون الشمسية ذات البلورة الاحادية تعد هذه الخلايا ذات كفاءة عالية في تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية فهي تستخدم مادة السليكون والتي تعد مادة صديقة للبيئة وليست سامة , كما تمتاز بانتظامها كهربائياً وكيميائياً وميكانيكياً، لذا يعد هذا النوع من اكثر الانواع انتشاراً وتطوراً.[١]

ب- خلايا زرنيخ الجاليوم : تنتج هذه الخلايا في شركات امريكا و اوربا واليابان ويقتصر عملها على الاستعمالات الفضائية تقريباً الا انها تتميز بتزايد سعرها مقارنة مع خلايا السليكون. [٢]

ت- خلايا كبريت الكادميوم و كبريتيد النحاس: إذ على الرغم من انتشار هذا النوع من الخلايا الشمسية فهي تأتي بالمرتبة الثانية بعد خلايا السليكون الا ان عمرها قصير بعمر خلايا السليكون و تكاليف انتاجها زهيدة جداً، الامر الذي زاد من الاهتمام بها، إذ تقدر بعشر تكاليف خلايا السليكون، كما ان سلبيات هذا النوع من الخلايا الشمسية تتمثل فقط في شدة التيار الذي يتولد بهذا النوع من الخلايا والتي تتناقص تدريجيا[٣]

اما العوامل المؤثرة في اداء الخلايا الشمسية والتي تؤثر في اداء امكانات انتاجها للطاقة الكهربائية فهي تتمثل بالاتي([٤]) :

أ- **زاوية ميلان الاشعة الشمسية** : تؤثر زاوية سقوط الاشعاع الشمسي بصورة كبيرة في كمية الطاقة المنتجة من اللوح الشمسي , اذ لا بد من ان توضع الالواح الشمسية بزوايا تسمح لها الاستفادة بقدر كبير من الاشعة الشمسية الساقطة، لذا يجب ان تتوافق زاوية تنصيب اللوح الشمسي مع زاوية سقوط الاشعة الشمسية والتي تبدء من الساعة السابعة صباحاً وحتى الساعة الرابعة مساءً .

ب- **الظل** : يعد الظل من العوامل المؤثرة ايضاً في مقدرة اللوح الشمسي في انتاج الطاقة الكهربائية فهو يحجب اشعة الشمس من الوصول الى اللوح وهنا لا يقصد بالظل الناتج عندما تكون السماء غائمة وانما هو الظل الناتج من الاشخاص والبنايات والاجسام التي تحجب الاشعة الشمسية من الوصول الى الالواح .

ت- **الغبار والمواد العالقة** : يعمل الغبار والمواد العالقة في تشتت وانعكاس الاشعاع الشمسي مما يؤدي الى تناقص انتاجية اللوح الشمسي من الطاقة . كما تعمل ايضاً الملوثات البيئية والناتجة من عمليات الاحتراف والاعمال الصناعية والسيارات على زيادة المواد العالقة في المدن وبالتالي ينعكس ذلك في كمية الطاقة الكهربائية التي يمكن ان تتولد من اللوح الشمسي.

ث- **الغيوم** : تؤثر الغيوم بشكل سلبي في كمية الاشعاع الشمسي الذي يصل الى الالواح الشمسية , اذ تقوم بعمليات الامتصاص والانكسار وحتى الانعكاس بمقادير كبيرة مما يؤثر بصورة كبيرة في كمية الطاقة الكهربائية المنتجة بفعل الالواح الشمسية .

---

[١]- محمد رأفت اسماعيل , علي جمعان الثكيل , الطاقة المتجددة , دار الشروق , صنعاء , ١٩٨٨ , ص٦٩ .

[٢]- الوكالة الاوربية لمراكز الطاقة المتجددة (EUREC) المستقبل للطاقة المتجددة , توقعات وتوجهات , ترجمة موسى المبروك , حمد الدويب , ٢٠٠٤ , ص١٥١.

[٣]- سهيل فاضل , الياس الكية , مبادئ الطاقة الشمسية وتطبيقاتها , دار الحداثة للطباعة و النشر , بيروت , ١٩٨٧ , ص٢٠٢ .

[٤] - حسين الينا سعد فتح , الطاقة الشمسية البديل الواعد , مجلة الفقيه للبحث والتطوير , الجزء الثاني , العدد ٥ , مركز ابحاث الطاقة الشمسية والخلايا الضوئية , جامعة الملك عبد الله للعلوم ، ٢٠٠٩ , ص٣ .

أما المعوقات الاقتصادية والتقنية التي تحد من الامكانات المتاحة فتتمثل في الجدوى الاقتصادية لمشاريع توليد الطاقة الكهربائية و استعمال الالواح الشمسية فكلما تناقصت الكلفة كلما زاد الطلب والاستثمار بشكل اكبر على استعمال الوسائل البديلة كتوليد الطاقة بوساطة الالواح الشمسية، كما ويعد المعوق التقني ذات تأثير كبير في محطات الطاقة الشمسية والتي تتمثل بالتأثير البصري على الانسان نتيجة لانعكاس الضوء الناتج من المرايا المستعملة في الالواح الشمسية، لذا يفضل ان توضع في مناطق تكون بعيدة او مرتفعة بحيث لا تؤدي الى التأثير البصري .

كما ان كمية انبعاث غاز (CO_2) في محطات الخلايا الشمسية الفولتوضوئية ومحطات المرتكزات الشمسية الحرارية بلغت (٠,٠٠٩ طن / م. س) وفي محطات المرتكزات الشمسية الحرارية بلغت (٠,٠١٧ طن / م. س)، جدول (٦). والذي يبين استعمال تكنولوجيا محطات الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية التي تخلف نسب ضئيلة جداً من انبعاث غاز (CO_2) الملوث للبيئة عند مقارنته بالدورة البخارية العاملة بالفحم والتي وصلت الى (٠,٧٧٧ طن / م. س) , فضلا عن ذلك فلا بد من الاشارة الى ان استغلال الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة يكون مُجدي اقتصادياً عند مقارنته بالطاقة الكهربائية التي يمكن الحصول عليها من الوقود الاحفوري .

ومن اجل تنمية مصادر الطاقة المتجددة (الاشعاع الشمسي) وما تؤديه من دور حيوي في مساندة برامج التنمية المكانية والاقتصادية والاجتماعية في منطقة الدراسة ولوضع استراتيجية واسعة لهذا المصدر يتطلب دراسات واستكشافات وبحوث تطبيقية من قبل الحكومتين المركزية والمحلية لنجاح امكانية استثمار المصدر الحيوي المتجدد وبشكل افضل , وبما ان منطقة الدراسة تقع ضمن المناطق التي تتميز بفيض عالي من الاشعاع الشمسي اليومي والسنوي والتي تصل كثافته (١٠٠٠ واط / م^{٢}) في منتصف النهار اي يعادل (٦ كيلو واط (ساعة / م^{٢}) في اليوم [١]., الامر الذي يؤكد بأن منطقة الدراسة تتمتع بعنصر مناخي متجدد يتطلب الاهتمام به واستغلاله بشكل امثل لأغراض التنمية الواعدة في كافة المشاريع سواء كانت زراعية ام صناعية ام تعدين، كما انها طاقة متوافرة في اي مكان من منطقة الدراسة والتي تتميز بانها مصدر غير ناضب وغير ملوث للبيئة.

جدول (٦)

انبعاثات غاز ثنائي اوكسيد الكربون حسب التكنولوجيا المستخدمة والتأثيرات البيئية المرتبطة بعملية انتاج الكهرباء

التكنولوجيا	انبعاث ثاني اوكسيد الكربون (طن / م. س)	تأثيرات دورة الحياة (قبل وبعد الانتاج)			تأثيرات انتاج الكهرباء		
		الهواء	المياه	الاراضي	الهواء	المياه	الاراضي
الدورة البخارية فوق الحرجة العاملة بالفحم	٠,٧٧٧	التكنولوجيا المرجعية للمقارنة النسبية التالية					
محطات الرياح	٠,٠٠٢	ايجابي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	متغير / غير مؤكد
المحطات النووية	٠,٠٠٥	ايجابي	متغير / غير مؤكد	متغير / غير مؤكد	ايجابي	سلبي	ايجابي
محطات الخلايا الشمسية الفوتوفلطية	٠,٠٠٩	ايجابي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	محدود

[١]–حسين الينا سعد فتح , مصدر سابق, ص٣ .

محطات المرتكزات الشمسية الحرارية	٠,٠١٧	ايجابي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	سلبي	محدود
محطات الدورة المركبة بالغاز الطبيعي	٠,٤٠٣	ايجابي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	ايجابي	ايجابي

المصدر: ماجد كرم الدين محمود , كتيبات تبسيط المعلومات التقنية , الكهرباء من الرياح , المركز الاقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة , القاهرة , ٢٠١٢ , ص٩.

المحور الثالث– امكانيات استثمار الرياح في منطقة الدراسة.

تعد الرياح من اهم مصادر الطاقة المتجددة ذات الاهمية القصوى في الدراسات الحديثة والتي تعمل على تنمية مصادر الطاقة واستثمار الموارد الطبيعية المتاحة . ونظراً لعدم تساوي مستويات الضغط الجوي في ما بين الجهات المختلفة، الامر الذي جعل الرياح دائمة الانتاج للطاقة المتجددة، اذ تصنف طاقة الرياح ضمن الطاقة الميكانيكية الحركية ، كما تعد من مصادر الطاقة الحركية المتجددة ومن اقدم مصادر الطاقة المستغلة في العالم , اذ سخرت قديماً في طحن الحبوب ودفع السفن،[١] وكما تعد الطاقة الريحية طاقة مستمدة من حركة الهواء والتي تتناسب طردياً مع مكعب سرعة الهواء ويعتمد عليها في توليد الطاقة الكهربائية , إذ ان الطاقة الكهروريحية ذات علاقة مباشرة بسرعة الرياح فعند زيادتها سرعة الرياح تزداد كمية الكهرباء التي ينتجها التوربين الذي تديره الرياح لتتناقص كلفة الطاقة (لكل كيلو واط / ساعة) وتتضاعف هذه الطاقة الى ثمانية امثالها كلما ازدادت سرعة الرياح .

كما وتعد طاقة الرياح مصدر مهم من مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة في العالم فهي من اقدم مصادر الطاقة المستغلة، إذ ان أول من استعملها الفراعنة القدماء في مصر لاسيما في تحريك السفن في نهر النيل , كما استعملها البابليون طاقة الرياح في طحن الحبوب، في حين استعملها الصينيون في ضخ المياه الجوفية من الابار، كما عرفت اوربا الغربية والولايات المتحدة الامريكية الالاف من طواحين الهواء التي تحول طاقة الرياح الى حركة ميكانيكية تحويلاً مباشراً , واستفادت هولندا في عملية تجفيف الاراضي الواسعة التي كانت مغطاة بمياه البحر وتحويلها الى اراضي زراعية بواسطة طاقة الرياح،[٢] وأول من استعمل للرياح لتوليد الطاقة الكهربائية هو (تشارلز براش)، إذ بنى طاحونته في اوهايو وكانت تبدوا مثل مروحة ضخمة مع ذيل وانتجت الطاحونة (١٢كيلو واط) وقد عملت لمدة ٢٠ سنة. [٣]
وتتميز طاقة الرياح بالاتي :

١– انها طاقة نظيفة ومتجددة لا تنضب ويمكن ان تتوافر في اي مكان نسبياً , فضلاً عن سهولة انشاءها وتركيبها واستعمالها , اذ يمكن الانتهاء من انشاءها في عدد من الاسابيع .

٢– صديقة البيئة كونها تحافظ عليها وتساعد في تناقص معدلات تغيير المناخ الناتج عن انبعاثات ثاني اوكسيد الكربون .

---

[١]– مثنى فاضل علي , جغرافية الطاقة , اسس ومشكلات , مؤسسة دار الصادق الثقافية طبع ونشر وتوزيع , بابل , ٢٠١٧ , ص١٠٣.

[٢]– عثمان ناصر محمود عبد اللطيف , الرياح وامكانية استثمارها في انتاج الطاقة المتجددة في محافظة نينوى , رسالة ماجستير , جامعة الموصل , ٢٠١٩ , ص٤٧.

[٣]– المصدر نفسة , ص٤٨ .

٣- ان تغيير اسعار الوقود الاحفوري لا يؤثر عليها ولا تحتاج الى حفر او تنقيب لاستخراجها او لنقلها الى محطة توليد وبفضل التحسينات التي تدخل باستمرار الى التوربينات يتوقع ان تتراجع كلفة طاقة الريح في الواقع الجيدة عام ٢٠٢٠ بنسبة (٣٦%) أي اقل من كلفتها في عام ٢٠٠٣ مع ذلك فأن تكلفة الطاقة الكهربائية التي تولدها الرياح تعد قليلة نسبياً .

٤- ان استعمال التوربينات المتوسطة الحجم المجربة في المشاريع الكبرى يؤدي الى جهوزية عملية بنسبة (٩٨%) بفضل الربح مما يعني تناقص الوقت المخصوص للتصليح بنسبة (٢%) وهو اداء فضل بكثير مما يمكن ان نتوقعه من مصنع طاقة تقليدي .

تقل فيها متطلبات الصيانة مقارنة مع متطلبات انتاج الطاقة من المصادر الاخرى كما انها لا تتطلب يد عاملة كثيرة [١] . وبعد ذكر اهم مميزاتها فأن الأمر يتطلب الحصول على معلومات كافية عن المواقع المرشحة لإقامة محطة كهروريحية قبل البدء بتنفيذ اي من تلك المشاريع والتي تتمثل بالاتي:

١- مساحة المنطقة التي تهب عليها الرياح .

٢- اتجاه الرياح التي يتطلب انشاء الطاحونة الهوائية الثابتة عليها او المتحركة .

٣- يجب ان لا تقل سرعة الرياح من (١٢ ميل) في الساعة كمصدر سنوي لتكون السرعة مناسبة لتوليد الطاقة الكهربائية، [٢] اذ ان الزيادة الصغيرة في سرعة الرياح تنتج زيادة كبيرة في كمية الطاقة المتولدة عنها فمضاعفه سرعه الرياح يزيد الطاقة المنتجة ب(٨)اضعاف، اذ ان المراوح في منطقه تبلغ سرعه الرياح فيها(١٢م/ثا) ستولد(٨) اضعاف الطاقة الكهربائية المولدة في منطقة تبلغ سرعه الرياح فيها(٦م/ثا) [٣].

كما يتطلب توظيف جريان الهواء لاستثمارها كطاقة توربينات لتشغيل المولدات ميكانيكياً كي تولد الكهرباء والتي تتألف من ريشيتين او ثلاث ريش او شفرات مثبتة على دوار ونتيجة موقع وشكل هذه الريش فأن طاقة الرياح تديرها اي ان الطاقة التي تنقلها الرياح الى الدوار تعتمد على كثافة الهواء والمساحة التي تأخذ الشفرات خلال دورانها وسرعة الرياح، اي ان توربين الرياح النمطي على سبيل المثال يولد(1000كيلوواط) اي ميكا واط واحد له دوار قطره(54مترا) اي يأخذ مساحة خلال الدوران تقارب(2300متر مربع) والتي تتأثر بالرياح اي ان كثافة الهواء القياسية في ضغط جوي واحد و(15مْ) يبلغ(1225كغم/م^3)، وتزداد الكثافة كلما كان الهواء ابرد كما انها تقل كلما ارتفعنا عن سطح الارض وازدادت رطوبته.[٤] كما و تربط حقول طاقة الرياح عدد من التوربينات بشبكة الكهرباء بشكل مباشر لتحل محلّ محطات توليد الطاقة التقليدية. الا ان الرياح تتأثر بدرجة كبيرة بالعوائق لاسيما التضاريس والتي تسمى خشونة السطح وما النباتات والأبنية الا مثال للتضاريس التي تسهم في خشونة الارض. الا ان الامر يتطلب تحليل المناخ وتحديد الموقع المثالي لتركيب مولدات الطاقة الريحية، كما يتطلب الامر التعرف على تغير سرعة الرياح مع الارتفاع في طبقات الجو العليا. شكل (٥). جاءت كلمة التوربين من كلمة لاتينية تعني (الجسم الذي يدور) فهو جهاز مصنوع

---

[١]- مثنى فاضل علي , جغرافية الطاقة , (اسس ومشكلات) , جامعة الكوفة , كلية الاداب , ط الاولى , مؤسسة دار الصادق للثقافة ,النجف الاشرف , ٢٠١٧ , ص١٠٤ .

[٢]- صادق نغميش جاسم الجياشي , الامكانيات التنموية الطبيعية في بادية محافظة المثنى , اطروحة دكتوراه , كلية الآداب , جامعة القادسية , ٢٠٢٠ , ص١٢٣ .

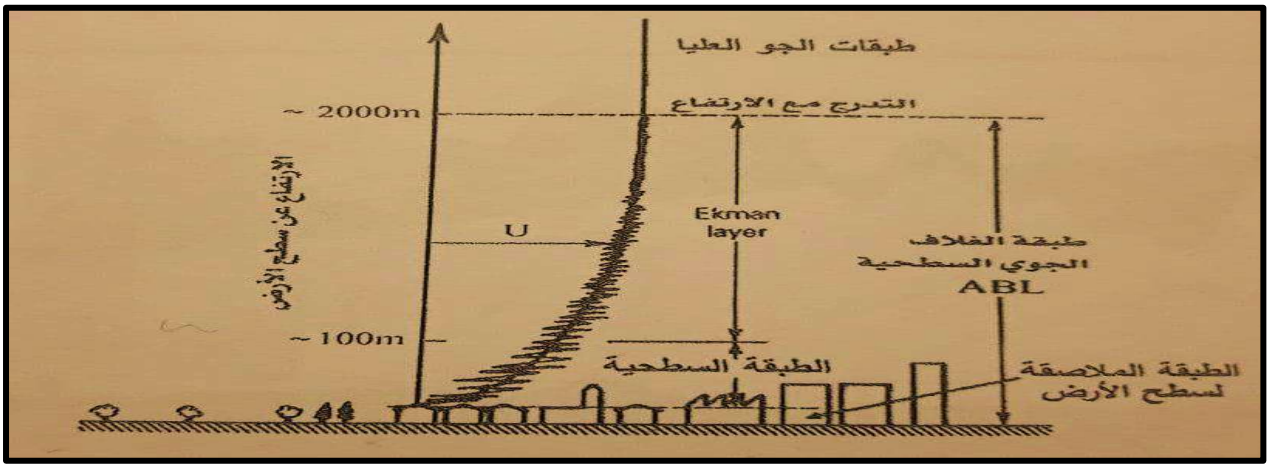
[٣]- علي احمد غانم , المناخ التطبيقي , دار المسيرة للطباعة والنشر , عمان، ٢٠١٠ , ص ٢١٦ .

[٤]- فؤاد قاسم الأمير، الطاقة التحدي الأكبر لهذا القرن، دار الكتب والوثائق، بغداد، 2005 ، ص 185 و 186.

من الصلب ذو عضو دوار يديره سائل او غاز متحرك مثل الماء و البخار و الغاز و الهواء، اذ يقوم التوربين بتحويل الطاقة السائلة الى طاقة حركية وهي طاقة الدوران التي تستعمل لتحريك الآلات، إذ يقوم التوربين بإيصال الطاقة الميكانيكية الى الآلات اخرى عن طريق دوران المحور الدوار وهناك اربع انواع من التوربينات هي (التوربين المائي , والتوربين الهوائي , والتوربين الغازي , والتوربين البخاري).

و تبرز اهم التوربينات الهوائية هي تلك التي تعتمد على حركة الرياح واتجاهها، إذ يتم انتاج الطاقة الكهربائية من خلال توربينات ذات ثلاثة اذرع دوارة محمولة على عمود وتقوم بتحويل الطاقة الحركية للرياح الى طاقة كهربائية وعندما تمر الرياح على الاذرع تولد دفعة هواء ديناميكية وتتسبب في دورانها , ومن خلال هذا الدوران يشغل التوربينات فتنتج منها طاقة كهربائية وتعتمد كمية الطاقة الناتجة من توربين الرياح على سرعة الرياح وارتفاع التوربين وقطر الذراع , لذا يجب ان توضع التوربينات التي تستعمل لتشغيل المصانع او للإنارة فوق الابراج لكون سرعة الرياح تزداد مع الارتفاع عن سطح الارض، [١] كما ويتكون التوربين الهوائي من مراوح هوائية يتراوح عددها من (١–٣) بحسب التصميم والقدرة والتي تختلف بدورها ايضاً فهناك مراوح هوائية لا تتعدى قدرتها(٠,٥ كيلو واط / ساعة) في حين هناك مراوح اخرى عملاقة تصل قدرتها الى (٣٠٠٠ كيلو واط / ساعة).

شكل (٥)تغير سرعة الرياح مع الارتفاع في طبقات الجز العليا



المصدر: فريد سليم ابو حامد، طاقة الرياح العنفات الريحية،المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر، دمشق،2017 ، ص59.

و تتميز طاقة الرياح واستثمارها في توليد الطاقة الكهربائية بكونها اقل تكلفة مقارنة ببقية مصادر الطاقة الاخرى الأحفورية والمحددة , اذ بلغت تكلفة توليد كهرباء الطاقة الريحية بين (٥–٧ سنت كيلو / ساعة)([٢]) من ثم فان امكانية استغلال مورد الرياح كطاقة كهربائية لا تكلف اثمان باهضه مقارنة بالأنواع الاخرى من المحطات الا ان معوقات استثمارها خفف احياناً عائق امام استغلالها منها المعوقات التكنولوجية فهي تحتاج الى الخبرة ومعدات واليات تتطلب اشخاص ذو خبرة واختصاص , فضلاً عن المعوقات الطبيعية والتي اهمها التذبذب اليومي والموسمي للرياح والتي لها تأثيرها في كمية الطاقة المولدة يومياً وهذا الجانب قد يضعف الاهتمام بها مالم تتوفر امكانيات

[١] – لامية عيوانه , الطاقات المتجددة ودورهما في الاقتصاد الجزائري , دراسة حالة مركز الطاقة المتجددة وحدة البحث التطبيقي في الطاقة المتجددة , رسالة ماجستير , كلية العلوم الاقتصادية ، جامعة قاصدي, ٢٠١٤ , ص١٧ .

[٢] – محمد ازهر السماك , جغرافية النفط والطاقة , دار الكتب للطباعة والنشر , جامعة الموصل , ١٩٨٠ , ص٤٧٩ .

خزن للطاقة في اوقات الذروة [١] فضلاً عن العواصف الغبارية , اذ تتعرض المكونات الرئيسة لتوربينات الرياح الى هذه العواصف بشكل يمثل عائقاً امام تنظيم معدلات دورانها او ايقاف حركتها لاسيما وان معظم هذه العواصف تحدث خلال النهار بعد الساعة الثانية عشر ظهراً ، وتصنف الى ثلاثة اصناف بحسب شكل المحور الى الاتي :

أ- المراوح ذات المحور الافقي : ان محور دوران هذه المراوح يجب ان يكون موازياً لاتجاه الرياح , فعندما تهب الرياح يدور العضو الدوار وذلك نتيجة ارتطام الهواء بالريشتين ذواتي الشكل الخاص وهذا النوع قد صمم ليتحمل التغيرات في سرعة الرياح واتجاهها ومن الممكن ان يكتم تغيير زاوية الريشيتين لكي تعمل المراوح بسرعة ثابتة بغض النظر عن سرعة الرياح انضر شكل (٦) وان هذا النوع من المراوح قد استخدم منذ امد بعيد واهم ما يميز هذا النوع هو امكانية استخدامها في حالتي احمال الازدواج العالية والمنخفضة [٢] .

ب- **المراوح ذات المحور العمودي** : يدور هذا النوع من المراوح مع اتجاه الرياح وان هذا النوع من المراوح يعد من اكثر الانواع شيوعاً واستعمالاً في الوقت الحاضر وان قوة وكفاءة هذه المراوح تعتمد بالدرجة الاساس على معامل القدرة الذي يمثل كفاءة وتحويل طاقة الرياح الى طاقة ميكانيكية [٣].

وفي العراق بشكل عام ومنطقة الدراسة بشكل خاص فان المراوح الهوائية من نوع (V 47 – 660 KW) هي من اكثر الانواع ملائمة للعمل في الأجواء المناخية السائدة في العراق ومنطقة الدراسة على وجه الخصوص , اضافة الى ان العمر الافتراضي لهذا النوع من المراوح يتجاوز ال(٢٠ سنة) وهذا النوع من المراوح ذو جدوى اقتصادية عالية وذو كفاءة ممتازة , فهناك مجموعة من العوامل التي تحدد المنطقة الملائمة لها وهي كالآتي[٤]:

١- يجب ان يحدد معامل الخشونة في المكان المراد اقامة مزارع الرياح فيه من اجل انتاج الطاقة الكهربائية
٢- يجب ان تكون الارض المخصصة لوضع التوربين الهوائي عليها رخيصة الثمن لكي تقلل الكلفة الاقتصادية .
٣- يجب ان تكون سرعة الرياح تتراوح ما بين (٣,٦ الى ٢٧ م / ثا) مع استمرارية هبوبها طول ايام السنة .
٤- يجب ان يكون الموقع قريباً من خطوط نقل الطاقة الكهربائية وقريبا من مناطق الاستهلاك كي لا يضيع قسم من الطاقة في الاسلاك الكهربائية .

---

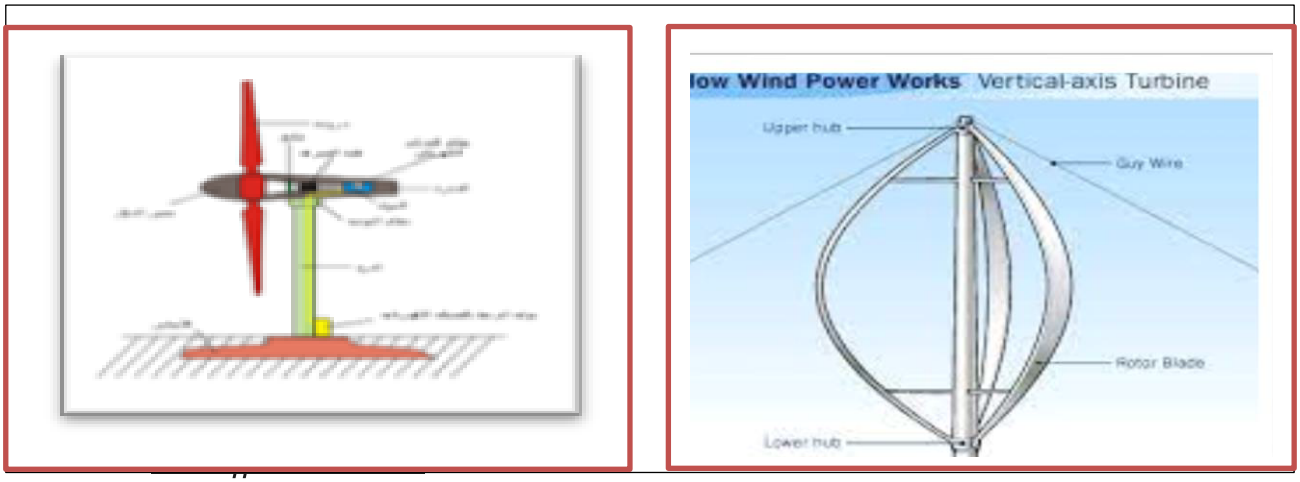
[١] – وهيب عيسى وهيب عيسى ناصر , مستقبل الطاقة المتجددة , مؤتمر الطاقة العربي السابع , القاهرة , ٢٠٠٢ , ص٢٥ .

[٢] محمد رأفت اسماعيل رمضان و علي شمعان الشكيل , الطاقة المتجددة , دار الشروق ,القاهرة , ١٩٨٨ , ص٧٥ .

[٣] ايناس عبد علي حبيب الخياط , اختيار مناطق مناسبة لبناء محطات لتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة طاقة الرياح في العراق , رسالة ماجستير , كلية العلوم , الجامعة المستنصرية , ٢٠٠٦ , ص٣٠ .

[4] P.Rasar, Dynamic in fluence of wind power on the power system, Riso National, Denmark,2003, 75.

شكل(٦) المراوح ذات المحور الافقي و المراوح ذات المحور العمودي



ولاجل استثمار الرياح في منطقة الدراسة التي تقع في المنطقة الوسطى من العراق والتي تقع ضمن القسم الغربي من السهل الرسوبي والجزء الشمالي من منطقة الفرات الاوسط، فأن الامر يستوجب الاخذ بهذا النوع من الطاقة لوجود دوافع مهمة اهمها الاتي

١- **دوافع اقتصادية** : يتمتع العراق بشكل عام ومنطقة الدراسة بشكل خاص بثروة استراتيجية هائلة يمكن ان تصبح مادة اولية ومصدر مهم من مصادر الطاقة ورأس المال النقدي الذي نستطيع بوساطته توفير معظم احتياجات التنمية بشكل عام والتي منها انشاء محطات لتوليد الطاقة الكهربائية من الرياح وان عملية انشاء هذه المحطات تحتاج الى امكانيات كبيرة من رؤوس الاموال من اجل استثمار حركة الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية ومن اجل الحصول على هذه الاموال لابد من القيام اما بزيادة الانتاج من البترول او خفض وترشيد معدلات الاستهلاك[١] , ومن ثم بالإمكان فانه بإمكان العراق بشكل عام ومنطقة الدراسة بشكل خاص انشاء محطات لاستثمار الطاقة المتجددة ومنها طاقة الرياح من خلال توظيف جزء من عائدات النفط في مجال استثمار طاقة الرياح وتطوير وتوفير مستلزماتها وما تحتاج اليه من معدات وصيانة باعتبار العراق يحتل المركز الثاني في العالم من حيث الاحتياطي النفطي البالغ ١٢٠ مليار برميل تقريباً .

٢-**تناقص تكاليف الانتاج** : يعد استثمار الطاقة الرسمية في توليد الطاقة الكهربائية هو الاقل تكلفة مقارنة ببقية مصادر الطاقة الاخرى الأحفورية والمتجددة، اذ بلغت التكلفة الرأسمالية لمحطات توليد كهرباء الطاقة الريحية بين (٥-٧ سنت كيلوواط / ساعة) ومن الخلايا الفولطا ضوئية كانت تتراوح ما بين (٥٠-٧٠ سنت كيلوواط / ساعة) ومن الفحم من (٥-١٠سنت) ومن الكهرومائية من (٢-٨ سنت) ومن طاقة المحطات من (١٢-٢٥سنت) ومن حرارة باطن الارض كانت تتراوح ما بين (٢-٢٠ سنت).[٢] .وبالرغم من اهمية الرياح كطاقة الا ان هناك معوقات تقف امام استثمارها الا وهي:

---

[١] رضا عبد الجبار الشمري , الاهمية الاستراتيجية للنفط العربي , اطروحة دكتوراه, كلية الاداب ،' جامعة بغداد , ٢٠٠٣ , ص١٦٠ .

[٢] محمد ازهر السماك وآخرون , جغرافية النفط والطاقة , دار الكتب للطباعة والنشر , جامعة الموصل , ١٩٨٠ , ص٤٧٩ .

١-**معوقات تكنولوجية:** ان استعمال محطات توليد الطاقة الكهربائية من حركة الرياح في منطقة الدراسة تقف امامها عدد من التحديات والصعوبات منها تكنولوجية ومنها فنية في ظل المنافسة الحاصلة بينها وبين مصادر الطاقة الأحفورية (النفط)، في حين نجد في عدد من الحكومات التي لا تمتلك الاحتياطي الكبير من الوقود الاحفوري تنمو وتزدهر وتكون لها قاعدة اقتصادية ويعود السبب الرئيس في هذا المجال الى المعرفة التكنولوجية التي ما زالت متأخرة في مثل هذه الانشطة الاقتصادية وفي استثمار مصادر الطاقة المتجددة كالرياح ولكن من الممكن التغلب على هذا العائق من خلال شراء تكنولوجيا لإنتاج الطاقة الكهربائية من الدول المتقدمة عن طريق مقايضة التكنولوجيا بالنفط او المال لاسيما وان الكثير من الدول المتقدمة في مجال الصناعة تكون بحاجة ماسة الى النفط، وبما ان منطقة الدراسة تقع ضمن العراق الذي يعد من البلدان المتأخرة صناعياً فهو بحاجة الى عملية نقل التكنولوجيا ولا تتم هذه العملية الا من خلال عملية اقتصادية وسياسية واجتماعية , اما اذا تم نقل التكنولوجيا بصورة عشوائية دون حسابات دقيقة لها فأن هذا يؤدي الى هدر اموال البلد وتضييعها على معدات وآليات تبقى جامدة دون عمل و قد تقع على عاتق العاملين في مجال التكنولوجيات ذوي الخبرة والاختصاص من اجل الاستثمار الامثل وتحقيق الاستثمار الاقتصادي للمورد الطبيعي المتاح .

٢-**المعوقات الطبيعية :** من ابرز المعوقات الطبيعية التي تقف حائلاً امام استثمار طاقة الرياح في توليد الطاقة الكهربائية هو التذبذب اليومي والموسمي للرياح والذي له اثر كبير في كمية الطاقة المولدة يومياً وهذا الجانب يضعف الاهتمام بهذه الطاقة ما لم تتوفر امكانيات خزن للطاقة في اوقات الذروة والحد المثالي لسرعة الرياح هو(١٠ م / ثا) والحد الادنى لتوليد الطاقة الكهربائية من الطواحين هو(٤ م / ثا) وهناك حد اعلى تصل اليه الرياح وعندها لا يمكن توليد الطاقة الكهربائية من الرياح وهي بسرعة ٢٥ م / ثا ولكن الرياح المثالية التي تعطي اقصى طاقة هي سرعة ١٥ م / ثا [١], ومن المعوقات الطبيعية الاخرى التي تؤثر بشكل غير مباشر في عملية توليد الطاقة الكهربائية من الرياح وهي العواصف الغبارية التي تعمل على حدوث مشاكل كبيرة عندما تتعرض المكونات الرئيسية لتوربينات الرياح الى هذه العواصف ومن هذه المشاكل اعاقة تنظيم معدلات دوراتها او ايقاف حركتها وان اغلب العواصف الغبارية تحدث اثناء النهار بعد الساعة الثانية عشر ظهراً لا سيما في اشهر اذار ونيسان وايار في منطقة الدراسة مقارنة مع الاشهر الاخرى للسنة .

وبالرغم مما ينسب الى استعمال هذا النوع من التقانة العلمية في مجال توليد الطاقة الكهروريحية الا انها في نفس الوقت تولد اثار اجتماعية منها الضجيج والانزعاج للأشخاص القريبين من مزارع الرياح سواء اكان ضجيج حركة الهواء حول التوربينات او الضجيج الميكانيكي , فضلاً من تأثيرها في الاتصالات اللاسلكية عندما تكون قريبة من عدد من الاماكن التي تكثر فيها الاتصالات كالمطارات .

ووفقاً لما تقدم فانه بالإمكان استغلال سرعة الرياح في منطقة الدراسة كطاقة مع توفر المساحة المناسبة للتوربينات لاسيما وان الرياح في محطة الحلة تتأثر بشكل عام بمنطقة الضغط العالي شبه المداري لا سيما خلال الفصل البارد من السنة والضغط الواطئ خلال الفصل الحار من السنة، فضلا عن السرعة التي تزداد بفعل حصول الدوامات الاعصارية القطبية والمتوسطية التابعة الى المنظومات الضغطية الواطئة لاسيما خلال الفصل الانتقالي

[١] وهيب عيسى ناصر , مستقبل الطاقة المتجددة , مؤتمر الطاقة العربي السابع , القاهرة , ٢٠٠٢ , ص٢٥ .

"الربيع" من السنة.[١] ولاجل هذا التباين توصلنا الى المعادلة التي تبين اختلاف سرعة الرياح ضمن ارتفاعات (80، 120 و160 مترا) والتي من خلالها يمكن تحديد التوربينات وفق الارتفاع الاكثر سرعة للرياح فيه في منطقة الدراسة، وهذه المعادلة هي الاتي:[٢]

$$UZ=Ur*z/zr^{a}$$

اذ ان:

UZ= سرعة الرياح وفق ارتفاع (80، 120 و160 مترا).

Ur= سرعة الرياح م/ثا.

Z= الارتفاع (80، 120 و160 مترا).

Zr= ارتفاع الجهاز وتفترضه الانواء الجوية في العراق(10 متراً).

^{a}= ثابت وقدره (0.26).

يتضح من تطبيق المعادلة في الملحق (1 ، 2 و3) وشكل (٧)ضمن ارتفاع (80 مترا) ان سرعة الرياح قد تباينت في محطة الحلة للمدة(1987–2020) لتسجل اعلى سرعة رياح في شهر اذار بواقع (56 .7م/ثا) وادناه في شهر تشرين الثاني بنحو(١.٨٩ م/ثا)، اما في ارتفاع (120مترا) فقد بلغ اعلى سرعة رياح لنفس المدة في شهر نيسان(7.70 م/ثا) واقلها في شهر تشرين الاول بواقع(30 .2 م/ثا)، في حين تتباين تلك السرعة في الرياح في ضمن ارتفاع(160 مترا) في شهر تموز(٥.١٥ م/ثا) واقلها في شهر تشرين الثاني بواقع(2.39 م/ثا). ومن ثم فأن احتمالية انشاء التوربينات تكون وفق معدلات سرعة الرياح في منطقة الدراسة وفق بيانات محطة الحلة ضمن ارتفاع (160 مترا) . ملحق (3).

كما تم استخراج الطاقة الكهربائية في محافظة بابل كطاقة نظيفة بديلة من خلال سرعة الرياح و باستعمال معادلة كثافة الهواء والتي تتضمن الاتي:[٣]

$$p=1/2*pv^{3}$$

اذ ان:

P= طاقة الرياح واط.

P=كثافة الهواء وتعد قيمة ثابتة مقدارها 1.29(kg/ ثا). V =سرعة الرياح (م/ثا).

٢– إسماعيل عباس هراط وياسمين فوزي غائب، تحديد افضل المواقع في صلاح الدين لاستثمار طاقة الرياح(دراسة في جغرافية المناخ)، المجلد 14،العدد57 ،2018، ص٤٨١.

١–منعم حكيم خلف، تلوث الغلاف الجوي ،مطبعة السيماء ، بغداد ،٢٠١٥، ص٨٤.

٢– اسماعيل عباس هراط وياسمين فوزي غائب ، مصدر سابق، ص 486.

شكل(٧) سرعة الرياح(م/ثا) ضمن الارتفاع عن مستوى سطح البحر(مترا) في محطة الحلة

المصدر: بالاعتماد على ملحق(1، 2 و3) وباستعمال برنامجMicrosoft Excel.

اتضح من نتائج تطبيق المعادلة في الجدول (٧) ان الطاقة الكهروريحية المتولدة من سرعة الرياح وفق الارتفاعات المحددة قد تباينت خلال المدة (1987–2020) ليبلغ اعلاه في شهر اذار بواقع(8302.94 واط م^2/ثا) واقلها في شهر تشرين الثاني بواقع(177.46واط م^2/ ثا)، كما بلغ اعلى مجموع للطاقة الكهربائية المتولدة من الرياح في سنة 1991 بواقع(1043.43 واط م^2/ثا) ليبلغ اعلاها في شهر اذار بواقع(534.02واط م^2/ثا) واقلها(9.03 واط م^2/ثا) في كل من اشهر (تشرين الاول وتشرين الثاني وكانون الثاني) على التتالي، في حين اظهرت السنة 2010 اقل مجموع للطاقة الكهروريحية ليصل اعلى مجموع لها خلال شهر اذار بواقع(117.57 واط م^2/ثا) واقلها في شهري(تشرين الاول وتشرين الثاني) بنحو(3.28 واط م^2/ثا) لكل منهما على التتالي مخطط (١). كما بلغ مجموع الطاقة الكهربائية في محافظة بابل وفقاً لبيانات محطة الحلة المناخية ضمن ارتفاع(120متر) نحو (2679.46 واط م^2/ثا) في سنة 2003 واقلها في سنة 1998 بواقع(212.78 واط م^2/ثا)، اما مجموع الطاقة الكهربائية خلال المدة (1987–2020) فقد بلغت نحو(**7199.74**واط م^2/ثا) خلا شهر شباط واقلها في شهر تشرين الاول بنحو(260.61واط م^2/ثا). جدول (٨) ومخطط (١).

وبشكل عام تتباين مجموع الطاقة الكهربائية المتولدة بفعل سرعة الرياح في محطه بابل خلال المدة(١٩٩١–٢٠٢٠) لتصل وفق ارتفاع(٨٠ متر) في سنة ١٩٩٣ نحو (٨٥٦,١٩ واط م٢/ثا) ثم تتناقص لتصل نحو (٢٠٤,٤٩ واط م٢/ثا) خلال سنة ١٩٩٩ بعدها تاخذ بالزيادة حتى تصل الى نحو(١٠٢٢,٥٠ واط م٢/ثا) خلال سنه ٢٠١٣. جدول(٩) ارتفاع(١٢٠ متر) فقد بلغت مجموع الطاقة الكهربائية خلال سنوات مده الدراسه نحو (١٦٠١,٧٦ واط م٢/ثا) خلال سنه ١٩٩٢ ثم تتباين الى ان تصل(١٥٧٦,٩٢ واط م٢/ثا)و(١٧٥ ١,١٠ واط م٢/ثا) لكل من سنتين ٢٠٠١و ٢٠٠٢) على التتالي جدول(١٠)

كما تبين من الجدول(٩) ومخطط (١) ان مجموع الطاقة الكهربائية ضمن ارتفاع (160 متر) قد بلغت(3208.41 واط م^2/ثا) ضمن جريان للرياح في شهر تموز(5.06 م/ثا)، ملحق(3). واقلها في شهر تشرين الثاني بنحو(304.87 واط م^2/ثا) ضمن سرعة للرياح بمعدل(2.29 م/ثا)، اما اعلى مجموع للطاقة الكهربائية فقد كانت في سنة 2013 بواقع(15.47 واط م^2/ثا) واقلها في سنة1998 بواقع(127.39 واط م^2/ثا) لتبلغ اعلاها في شهري اذار وحزيران بنحو(27.70 واط م^2/ثا) لكل منها على التتالي، في حين بلغ اقل مجموع للطاقة الكهربائية في شهر كانون الاول بنحو(1.22 واط م^2/ثا).

مما تقدم ومن خلال استعمال المعادلات الرياضية التي تبرز اهميتها في استعمال سرعه الرياح في توليد الطاقة الكهربائية والتي اثبتنا خلالها بانه انتاج تلك الطاقة تعتمد كذلك على قدره الأجهزة التي تستعمل في توليدها وعلى مقدار كفاءتها. عمر الذي يتطلب مبالغ ماليه لاجل تحديد امكانيه انشاء مشاريع الطاقة الريحيه مع توليد محطات ارصاد جويه اخرى تسهم في اخذ القياسات باستمرار خلال اشهر السنه لاجل توظيفها كمورد يسهم في خدمه سكان منطقه الدراسة.

جدول(٧) مجموع الطاقة الكهربائية المتولدة من سرعة الرياح(واط م^2/ثا) وفق ارتفاع (80 مترا) في محافظة بابل

السنة	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	ك ١	مجموع الطاقة
1991	9.03	24.25	534.02	3.28	180.42	72.23	72.23	72.23	51.28	4.35	11.08	9.03	1043.43
1992	16.06	64.43	196.61	22.55	30.34	34.84	34.84	30.34	4.35	4.35	5.64	7.25	451.61
1993	7.25	16.06	629.64	26.26	57.61	45.44	45.44	9.03	5.64	2.40	9.03	2.40	856.19
1994	9.03	22.55	306.09	51.28	34.84	88.62	88.62	45.44	4.35	9.03	9.03	19.22	688.08
1995	1.11	26.26	265.63	51.28	30.34	40.05	40.05	45.44	16.06	4.35	5.64	1.11	527.34
1996	5.64	16.06	196.61	45.44	9.03	22.55	22.55	11.08	13.41	13.41	1.70	7.25	364.73
1997	3.28	9.03	167.50	9.03	5.64	5.64	5.64	64.43	0.70	0.41	1.70	0.70	273.71
1998	7.25	3.28	140.72	7.25	5.64	16.06	16.06	1.11	5.64	1.11	0.21	0.70	205.04
1999	0.70	1.11	140.72	13.41	11.08	7.25	7.25	16.06	1.70	1.70	2.40	1.11	204.49
2000	4.35	13.41	196.61	13.41	4.35	51.28	51.28	11.08	7.25	2.40	0.41	4.35	360.20
2001	5.64	16.06	96.57	45.44	72.23	226.01	226.01	34.84	19.22	16.06	16.06	13.41	787.53
2002	19.22	30.34	448.60	72.23	26.26	51.28	51.28	51.28	26.26	5.64	9.03	8.05	799.47
2003	11.08	22.55	700.71	34.84	16.06	26.26	26.26	9.03	7.25	4.35	4.35	4.35	867.09
2004	5.64	40.05	306.09	45.44	340.25	51.28	51.28	13.41	7.25	0.70	3.28	5.64	870.31
2005	13.41	4.35	140.72	22.55	19.22	40.05	40.05	19.22	9.03	4.35	2.40	4.35	319.72
2006	13.41	16.06	448.60	19.22	11.08	30.34	30.34	11.08	11.08	7.25	3.28	11.08	612.82
2007	7.25	13.41	167.50	22.55	9.03	26.26	26.26	13.41	13.41	1.70	1.70	5.64	308.12
2008	9.03	34.84	96.57	19.22	13.41	97.67	97.67	9.03	7.25	3.28	3.28	16.06	407.30
2009	7.25	16.06	306.09	9.03	5.64	13.41	13.41	4.35	3.28	2.40	3.28	0.70	384.91
2010	16.06	16.06	117.57	13.41	13.41	26.26	26.26	4.35	5.64	3.28	3.28	5.64	251.23
2011	1.70	7.25	349.17	22.55	9.03	51.28	51.28	13.41	5.64	11.08	2.40	5.64	530.43
2012	7.25	22.55	140.72	11.08	9.03	34.84	34.84	13.41	5.64	2.40	2.40	9.03	293.18
2013	34.84	30.34	306.09	80.14	80.14	152.98	152.98	88.62	34.84	26.26	9.03	26.26	1022.50
2014	30.34	26.26	349.17	34.84	57.61	72.23	72.23	40.05	13.41	16.06	30.34	11.08	753.61
2015	30.34	45.44	265.63	45.44	45.44	88.62	88.62	30.34	9.03	13.41	5.64	16.06	684.00
2016	11.08	11.08	265.63	11.08	45.44	30.34	30.34	9.03	16.06	4.35	11.08	30.34	475.85
2017	5.64	13.41	167.50	30.34	22.55	45.44	45.44	26.26	9.03	4.35	7.25	7.25	384.46
2018	30.34	16.06	229.88	19.22	16.06	40.05	40.05	40.05	3.28	16.06	2.40	3.28	456.74
2019	7.25	11.08	396.11	22.55	7.25	19.22	19.22	16.06	3.28	2.40	1.11	4.35	509.88
2020	9.03	11.08	229.88	13.41	34.84	13.41	13.41	11.08	4.35	1.11	9.03	1.11	351.75
المجموع	339.50	600.78	8302.94	837.76	1223.25	1521.18	1521.18	764.56	324.61	190.04	177.46	242.47	16045.73

المصدر: بالاعتماد على ملحق(1) وتطبيق معادلة كثافة الهواء وباستعمال برنامج Microsoft Excel 2016.

جدول(٨) مجموع الطاقة الكهربائية المتولدة من سرعة الرياح(واط م^2/ثا) وفق ارتفاع (120مترا) في محافظة بابل

السنة	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	مجموع الطاقة
1991	12.33	291.32	83.64	39.29	246.61	98.66	357.33	98.66	70.22	5.98	132.60	33.84	1470.47
1992	22.08	773.31	30.83	269.48	41.62	47.86	246.61	41.62	5.98	5.98	67.89	48.51	1601.76
1993	9.87	193.02	98.66	314.31	78.99	62.13	121.35	12.33	7.77	3.28	107.81	7.20	1016.71
1994	12.33	269.48	47.86	613.88	47.86	121.35	161.51	62.13	5.98	12.33	107.81	71.92	1534.42
1995	1.54	314.31	41.62	613.88	41.62	54.68	121.35	62.13	22.08	5.98	67.89	0.53	1347.60
1996	7.77	193.02	30.83	543.12	12.33	30.83	35.95	15.17	18.41	18.41	20.12	17.06	943.01
1997	4.49	107.81	26.21	107.81	7.77	7.77	109.61	88.46	0.97	0.56	20.12	0.97	482.54
1998	9.87	39.29	22.08	86.32	7.77	22.08	9.87	1.54	7.77	1.54	2.51	2.13	212.78
1999	0.97	13.48	22.08	160.92	15.17	9.87	35.95	22.08	2.30	2.30	28.64	0.33	314.10
2000	5.98	160.92	30.83	160.92	5.98	70.22	15.17	15.17	9.87	3.28	4.91	7.96	491.22
2001	7.77	193.02	15.17	543.12	98.66	309.75	88.46	47.86	26.21	22.08	193.02	31.81	1576.92
2002	26.21	363.85	70.22	862.45	35.95	70.22	35.95	70.22	35.95	7.77	107.81	64.49	1751.10
2003	15.17	269.48	109.61	418.34	22.08	35.95	62.13	12.33	9.87	5.98	52.29	20.19	1033.43
2004	7.77	478.02	47.86	543.12	466.61	70.22	62.13	18.41	9.87	0.97	39.29	13.42	1757.68
2005	18.41	52.29	22.08	269.48	26.21	54.68	41.62	26.21	12.33	5.98	28.64	24.50	582.44
2006	18.41	193.02	70.22	229.13	15.17	41.62	54.68	15.17	15.17	9.87	39.29	62.13	763.88
2007	9.87	160.92	26.21	269.48	12.33	35.95	30.83	18.41	18.41	2.30	20.12	17.06	621.89
2008	12.33	418.34	15.17	229.13	18.41	133.89	47.86	12.33	9.87	4.49	39.29	60.59	1001.70
2009	9.87	193.02	47.86	107.81	7.77	18.41	78.99	5.98	4.49	3.28	39.29	2.13	518.90
2010	22.08	193.02	18.41	160.92	18.41	35.95	41.62	5.98	7.77	4.49	39.29	38.15	586.11
2011	2.30	86.32	54.68	269.48	12.33	70.22	26.21	18.41	7.77	15.17	28.64	3.98	595.50
2012	9.87	269.48	22.08	132.60	12.33	47.86	54.68	18.41	7.77	3.28	28.64	27.09	634.08
2013	47.86	363.85	47.86	958.20	109.61	209.68	246.61	121.35	47.86	35.95	107.81	382.84	2679.46
2014	41.62	314.31	54.68	418.34	78.99	98.66	133.89	54.68	18.41	22.08	363.85	140.47	1739.98
2015	41.62	543.12	41.62	543.12	62.13	121.35	98.66	41.62	12.33	18.41	67.89	204.49	1796.35
2016	15.17	132.60	41.62	132.60	62.13	41.62	47.86	12.33	22.08	5.98	132.60	140.47	787.05
2017	7.77	160.92	26.21	363.85	30.83	62.13	41.62	35.95	12.33	5.98	86.32	17.06	850.97
2018	41.62	193.02	35.95	229.13	22.08	54.68	109.61	54.68	4.49	22.08	28.64	41.62	837.62
2019	9.87	132.60	62.13	269.48	9.87	26.21	35.95	22.08	4.49	3.28	13.48	13.14	602.59
2020	12.33	132.60	35.95	160.92	47.86	18.41	3.28	15.17	5.98	1.54	107.81	4.23	546.08
المجموع	465.17	7199.74	1300.22	10020.60	1675.47	2082.92	2557.34	1046.87	444.82	260.61	2124.27	1500.33	30678.37

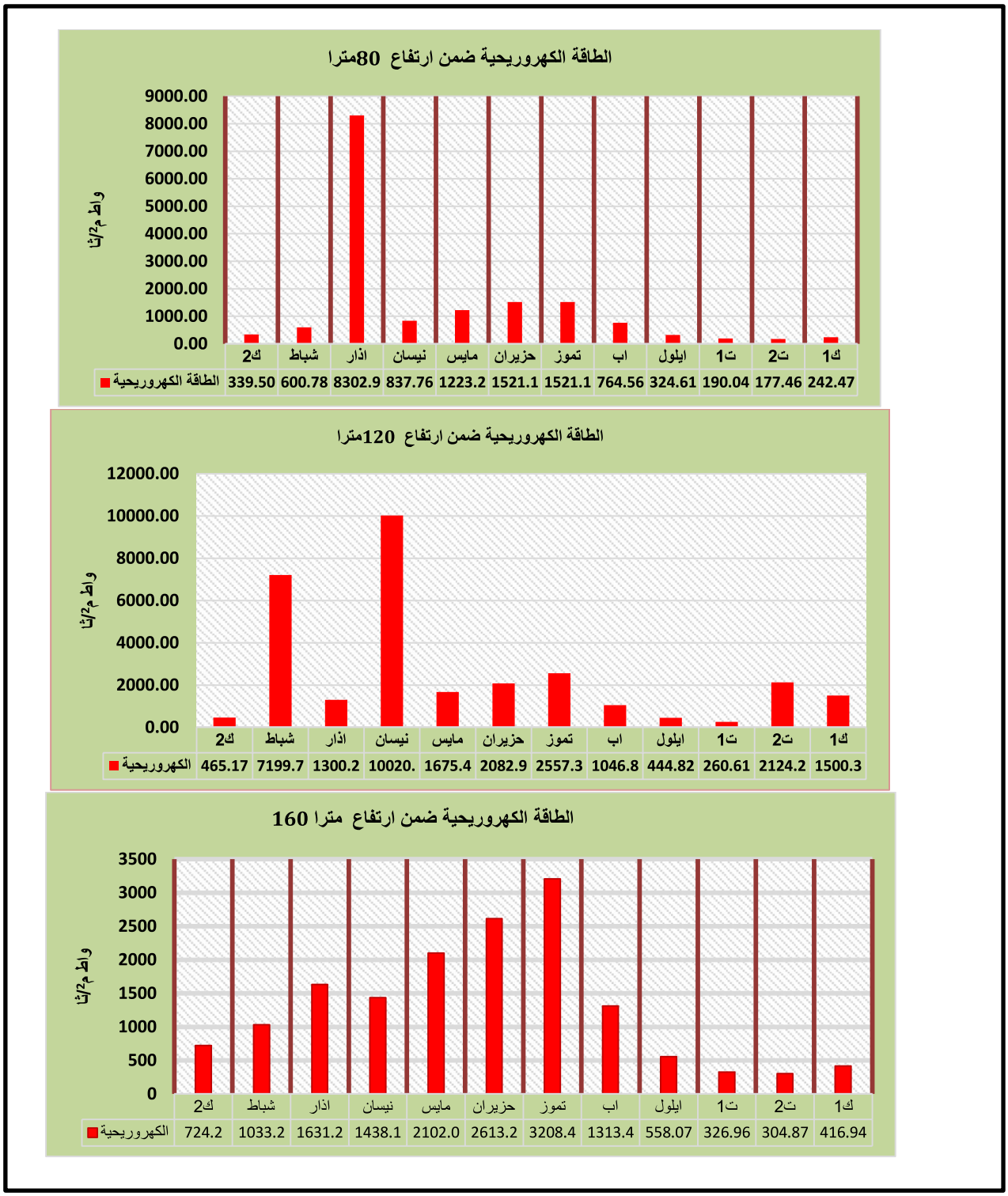
المصدر: بالاعتماد على ملحق(2) وتطبيق معادلة كثافة الهواء وباستعمال برنامج Microsoft Excel 2016.

جدول(٩) مجموع الطاقة الكهربائية المتولدة من سرعة الرياح(واط م^2/ثا) وفق ارتفاع (160مترا) في محافظة بابل

السنة	ك٢	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت١	ت٢	ك١	مجموع الطاقة
1991	9.64	41.81	104.93	5.64	309.39	123.78	448.30	123.78	88.10	7.50	19.03	15.47	1297.37
1992	10.64	110.98	38.67	38.67	52.22	60.04	309.39	52.22	7.50	7.50	9.74	12.39	709.97
1993	11.64	27.7	123.78	45.11	99.10	77.95	152.24	15.47	9.74	4.11	15.47	4.11	586.42
1994	12.64	38.67	60.04	88.10	60.04	152.24	202.63	77.95	7.50	15.47	15.47	32.88	763.64
1995	13.64	45.11	52.22	88.10	52.22	68.60	152.24	77.95	27.70	7.50	9.74	1.93	596.96
1996	14.64	27.7	38.67	77.95	15.47	38.67	45.11	19.03	23.10	23.10	2.89	12.39	338.71
1997	15.64	15.47	32.88	15.47	9.74	9.74	137.52	110.98	1.22	0.70	2.89	1.22	353.47
1998	16.64	5.64	27.70	12.39	9.74	27.70	12.39	1.93	9.74	1.93	0.36	1.22	127.39
1999	17.64	1.93	27.70	23.10	19.03	12.39	45.11	27.70	2.89	2.89	4.11	1.93	186.41
2000	18.64	23.1	38.67	23.10	7.50	88.10	19.03	19.03	12.39	4.11	0.70	7.50	261.88
2001	19.64	27.7	19.03	77.95	123.78	388.61	110.98	60.04	32.88	27.70	27.70	23.10	939.10
2002	20.64	52.22	88.10	123.78	45.11	88.10	45.11	88.10	45.11	9.74	15.47	13.87	635.35
2003	21.64	38.67	137.52	60.04	27.70	45.11	77.95	15.47	12.39	7.50	7.50	7.50	459.00
2004	22.64	68.6	60.04	77.95	585.40	88.10	77.95	23.10	12.39	1.22	5.64	9.74	1032.76
2005	23.64	7.5	27.70	38.67	32.88	68.60	52.22	32.88	15.47	7.50	4.11	7.50	318.70
2006	24.64	27.7	88.10	32.88	19.03	52.22	68.60	19.03	19.03	12.39	5.64	19.03	388.29
2007	25.64	23.1	32.88	38.67	15.47	45.11	38.67	23.10	23.10	2.89	2.89	9.74	281.26
2008	26.64	60.04	19.03	32.88	23.10	167.98	60.04	15.47	12.39	5.64	5.64	27.70	456.54
2009	27.64	27.7	60.04	15.47	9.74	23.10	99.10	7.50	5.64	4.11	5.64	1.22	286.90
2010	28.64	27.7	23.10	23.10	23.10	45.11	52.22	7.50	9.74	5.64	5.64	9.74	261.22
2011	29.64	12.39	68.60	38.67	15.47	88.10	32.88	23.10	9.74	19.03	4.11	9.74	351.49
2012	30.64	38.67	27.70	19.03	15.47	60.04	68.60	23.10	9.74	4.11	4.11	15.47	316.69
2013	31.64	52.22	60.04	137.52	137.52	263.07	309.39	152.24	60.04	45.11	15.47	45.11	1309.36
2014	32.64	45.11	68.60	60.04	99.10	123.78	167.98	68.60	23.10	27.70	52.22	19.03	787.89
2015	33.64	77.95	52.22	77.95	77.95	152.24	123.78	52.22	15.47	23.10	9.74	27.70	723.94
2016	34.64	19.03	52.22	19.03	77.95	52.22	60.04	15.47	27.70	7.50	19.03	52.22	437.05
2017	35.64	23.1	32.88	52.22	38.67	77.95	52.22	45.11	15.47	7.50	12.39	12.39	405.54
2018	36.64	27.7	45.11	32.88	27.70	68.60	137.52	68.60	5.64	27.70	4.11	5.64	487.84
2019	37.64	19.03	77.95	38.67	12.39	32.88	45.11	27.70	5.64	4.11	1.93	7.50	310.56
2020	38.64	19.03	45.11	23.1	60.04	23.10	4.11	19.03	7.50	1.93	15.47	1.93	259.00
المجموع	724.2	1033.27	1631.24	1438.11	2102.03	2613.21	3208.41	1313.40	558.07	326.96	304.87	416.94	15670.70

المصدر: بالاعتماد على ملحق(3) وتطبيق معادلة كثافة الهواء وباستعمال برنامج Microsoft Excel 2016

مخطط (١) مجموع الطاقة الكهروريحية (واط م^2/ثا) في محافظة بابل



المصدر: بالاعتماد على جدول (٧و ٨ و ٩) واستعمال برنامج Microsoft Excel 2016

يظهر تأثير الرياح كطاقة في منطقة الدراسة من خلال تأثيرها في الموارد المائية والتربة من خلال زيادة عمليات التبخر – النتح والذي يؤدي بدوره الى تناقص المناسيب النهرية , كما يؤدي الى جفاف التربة والذي يجعلها عرضة الى عمليات التجوية والتعرية والذي ينعكس على الانتاج الزراعي والحيواني على حد سواء، اذ يعمل على تناقص انتاجيات

الاراضي وكذلك يظهر تأثيره في النبات الطبيعي مما يجعل الثروة الحيوانية تعاني من عجز في مصادر الغذاء، فضلاً عن ان الرياح قد يكون لها دور سلبي في نقل الآفات والحشرات وحتى الامراض تؤدي دوراً سلبياً في النشاط الزراعي، الا ان هناك جانب مهم ينبغي الالمام به الا وهو توفير الطاقة اللازمة من خلال الرياح نتيجة توفر مساحات زراعية كبيرة في محافظة بابل تتمتع بإمكانيات زراعية فهناك اجزاء مستغلة بالزراعة ولا يزال القسم الاكبر منها غير مستغل وهذا يعود لطبيعة الحال الى عدم وجود خطط ورؤى مستقبلية من قبل المسؤولين في استثمار الثروات الطبيعية في المحافظة , اما الاجزاء المستغلة في المحافظة بالنشاط الزراعي فهي تعاني من نقص حاد جداً في امدادات الطاقة فالكثير من الاراضي الزراعية في المحافظة تعتمد في عمليات ري الاراضي على المضخات المائية التي تعمل بالطاقة الكهربائية او بمصادر الوقود التقليدية , لذا لا بد من سد النقص الحاصل في الطاقة الكهربائية المستثمرة في القطاع الزراعي بالاعتماد على الطاقة المتجددة ، اذ تشترك جميع انواع الطاقات المتجددة بما فيها طاقتي الرياح والاشعاع الشمسي بأن من اهم استخداماتها هي انتاج الطاقة الكهربائية لذا لا بد من وضع استراتيجية واضحة المعالم في المحافظة تستند على اسس علمية صحيحة في استغلال هذه الطاقات المتوفرة في المحافظة كونها ذات اهمية كبيرة في تنمية وتطوير القطاع الزراعي.

النتائج

تعد الخصائص المناخية ذات اهمية كبيرة للحياة ولجميع الكائنات الحية اذ ان اهميتها تظهر للانسان من خلال تزويده بفتامينD ، وامداد النباتات بما تحتاجه من معدلات حرارية ملائمة لنموها وكمية الضوء التي تحتاجها في عملية البناء الضوئي، الا ان استثمارها كطاقة كهربائية ولعدد من خصائص المتاح لاسيما كمية الاشعاع الشمسي والرياح لم يتم البحث عنها واستثمارها بصورة دقيقة في محافظة بابل، اذ تعد هذه الموارد الطبيعية مصادر طاقة غير ناضبة في منطقة الدراسة وهي من اهم مصادر الموارد الطبيعية والتي تتمثل بمصادر محدودة مثل طاقة الرياح ومصادر غير محدودة كالطاقة الشمسية وهذا يم توضيحه بالاتي:-

١. بلغ المعدل السنوي للاشعاع الشمسي الكلي في محافظة بابل (١٩,٠٨ ميكا جول/م٢/اليوم)، اما مقدار العدل السنوي للاشعاع الشمسي المنتشر فبلغ(٦,٦٨٠ ميكا جول /م٢/ اليوم)، في حين بلغ مقدار المعدل السنوي للاشعاع الشمسي المباشر (١٢,٤٠ ميكا جول /م٢/ اليوم).

٢. اظهرت الدراسة ان مجموع الطاقة الكهربائية المتولدة من الاشعاع الشمسي في محافظة بابل بلغ (١٩٣٤٢٣٧ كيلو واط/ شهر). كما تتميز محافظة بابل بفيض عالي من الاشعاع الشمسي اليومي والسنوي والتي تصل كثافته الى (١٠٠٠ واط/م٢) في منتصف النهار اي ما يعادل (٦ كيلو واط / ساعة / م٢) في اليوم. وهذا له اهميته في تحقيق الكفاءة الكهربائية من خلال تزايد انتاجها في منطقة الدراسة بفعل وجود مصدر طبيعي مهم الا وهو الاشعاع الشمسي.

٣. يبلغ المجموع السنوي للطاقة الكهربائية المتولدة من سرعة الرياح في محافظة بابل على ارتفاع (٨٠ متر) (١٦٠٤٥,٧٣ واط/ م٢/ ثا)، اما على ارتفاع (١٢٠ متر) فبلغ (٣٠٦٧٨,٣٧ واط/م٢/ثا)، في حين بلغ على ارتفاع (١٦٠ مترا) (١٥٦٧٠,٧٠ واط/م٢/ثا)، وهنا يتضح ان اكبر مقدار سجل على ارتفاع (١٢٠ مترا). ومن خلال النتائج توصلنا الى ضرورة الاستفادة من هذا النصر المناخي في توليد الطاقة الهرابئية من خلال توفير مراوح لاسيما وان هذه المراوح الهوائية ستكون من نوع (V 47 – 660 KW) وهي من اكثر الانواع ملائمة للعمل في الأجواء المناخية السائدة في العراق ومنطقة الدراسة على وجه الخصوص، فضلاً عن ان العمر الافتراضي لهذا النوع من المراوح يتجاوز ال(٢٠ سنة) وهذا النوع من المراوح ذو جدوى اقتصادية عالية وذو كفاءة ممتازة اذا ما تم الاعتماد عليها في محافظة بابل.

المصادر

الكتب

١. خلف، منعم حكيم ، تلوث الغلاف الجوي ،مطبعة السيماء ، بغداد ،٢٠١٥.
٢. ابو حامد ،فريد سليم ، طاقة الرياح العنفات الريحية،المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، المركز العربي للتعريب
٣. اسماعيل ، محمد رأفت , علي جمعان الثكيل , الطاقة المتجددة , دار الشروق , صنعاء , ١٩٨٨.
٤. الأمير ، فؤاد قاسم ، الطاقة التحدي الأكبر لهذا القرن، دار الكتب والوثائق، بغداد، 2005.
٥. رمضان ،محمد رأفت اسماعيل و علي شمعان الشكيل , الطاقة المتجددة , دار الشروق ,القاهرة , ١٩٨٨ , ص٧٥ .
٦. السامرائي ، قصي عبد الحميد , مبادئ الطقس والمناخ , عمان , ٢٠٠٨.
٧. السماك ،محمد ازهر, جغرافية النفط والطاقة , دار الكتب للطباعة والنشر , جامعة الموصل , ١٩٨٠.
٨. العجمي، محمود , المركزات الشمسية , مجلة العلوم التقنية , العدد ٣ , ١٩٩٥.
٩. علي ، مثنى فاضل , جغرافية الطاقة , (اسس ومشكلات) , جامعة الكوفة , كلية الاداب , ط الاولى , مؤسسة دار الصادق للثقافة ,النجف الاشرف , ٢٠١٧.
١٠. غانم، علي احمد, المناخ التطبيقي , دار المسيرة للطباعة والنشر , عمان، ٢٠١٠ .
١١. فاضل، سهيل , الياس الكية , مبادئ الطاقة الشمسية وتطبيقاتها , دار الحداثة للطباعة و النشر , بيروت , ١٩٨٧ .
١٢. فتح، حسين الينا سعد , الطاقة الشمسية البديل الواعد , مجلة الفقيه للبحث والتطوير , الجزء الثاني , العدد ٥ , مركز ابحاث الطاقة الشمسية والخلايا الضوئية , جامعة الملك عبد الله للعلوم ، ٢٠٠٩.
١٣. محمود، ماجد كرم الدين , كتيبات تبسيط المعلومات التقنية , الكهرباء من الرياح , المركز الاقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة , القاهرة , ٢٠١٢.
١٤. ناصر ، وهيب عيسى, مستقبل الطاقة المتجددة , مؤتمر الطاقة العربي السابع , القاهرة , ٢٠٠٢.
١٥. ناصر، وهيب عيسى وهيب عيسى, مستقبل الطاقة المتجددة , مؤتمر الطاقة العربي السابع , القاهرة , ٢٠٠٢ , ص٢٥ .
١٦. والترجمة والتأليف والنشر، دمشق،2017.
١٧. الوكالة الاوربية لمراكز الطاقة المتجددة (EUREC) المستقبل للطاقة المتجددة , توقعات وتوجهات , ترجمة موسى المبروك , حمد الدويب , ٢٠٠٤.

الرسائل والاطاريح الجامعية

١. الجياشي، صادق نغميش جاسم , الامكانيات التنموية الطبيعية في بادية محافظة المثنى , اطروحة دكتوراه , كلية الآداب , جامعة القادسية , ٢٠٢٠.
٢. الخياط، ايناس عبد علي حبيب , اختيار مناطق مناسبة لبناء محطات لتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة طاقة الرياح في العراق , رسالة ماجستير , كلية العلوم , الجامعة المستنصرية , ٢٠٠٦.
٣. الشمري، رضا عبد الجبار , الاهمية الاستراتيجية للنفط العربي , اطروحة دكتوراه, كلية الاداب ،' جامعة بغداد , ٢٠٠٣

٤. الطائي ، نهى تتركي حمد , تغير الاشعاع الشمسي واثره على انتاج الطاقة الكهربائية في محطة بغداد والموصل المناخيتين , رسالة ماجستير , كلية التربية للعلوم الانسانية , جامعة تكريت , ٢٠٢١ .
٥. عبد اللطيف، عثمان ناصر محمود, الرياح وامكانية استثمارها في انتاج الطاقة المتجددة في محافظة نينوى , رسالة ماجستير , جامعة الموصل , ٢٠١٩.
٦. عيوانه ، لامية , الطاقات المتجددة ودورهما في الاقتصاد الجزائري , دراسة حالة مركز الطاقة المتجددة وحدة البحث التطبيقي في الطاقة المتجددة , رسالة ماجستير , كلية العلوم الاقتصادية ، جامعة قاصدي, ٢٠١٤.

البحوث والمجلات

١. حسن، يونس مولود وسهام احمد علي , السليكون الغير مهدرج كمادة اساسية لصناعة الخلايا الشمسية , مجلة كلية التربية والعلم , جامعة الموصل , العدد ٦ ,١٩٨٩.
٢. العبادي ، عبد العزيز حبيب , الطاقة الشمسية في العراق (دراسة في جغرافية الطاقة) , مجلة الجمعية الجغرافية العراقية , العدد ٢٦ , ١٩٩١.
٣. هراط ،إسماعيل عباس وياسمين فوزي غائب، تحديد افضل المواقع في صلاح الدين لاستثمار طاقة الرياح(دراسة في جغرافية المناخ)، المجلد 14،العدد57 ،2018.

الدوائر الرسمية

١. جمهورية العراق، وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، المجموعة الإحصائية السنوية ،بغداد، ٢٠١٧.
٢. جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢١ .
٣. جمهورية العراق، وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، المجموعة الإحصائية السنوية ، بغداد، ٢٠١٧.
٤. وزارة الموارد المائية، المديرية العامة للمساحة، قسم الـ GIS، الخريطة الإدارية لمحافظة بابل، مقياس (١:٥٠٠٠٠٠).

المصادر الاجنبية والمواقع

1. ://images.app.goo.gl/GA9hosFRTzn7AfS88
2. P.Rasar, Dynamic in fluence of wind power on the power system, Riso National, Denmark,2003.
https://e3arabi.com

Sources
books
1. Khalaf, Munim Hakim, Atmospheric Pollution, Al-Sima Press, Baghdad, 2015.
2. Abu Hamed, Farid Selim, Wind Energy, Wind Turbines, Arab Organization for Education, Culture and Science, Arab Center for Arabization.
3. Ismail, Muhammad Raafat, Ali Jamaan Al-Thakil, Renewable Energy, Dar Al-Shorouk, Sana'a, 1988.
4. Al-Amir, Fouad Qassem, Energy, the Greatest Challenge of this Century, Dar al-Kutub and Documents, Baghdad, 2005.
5. Ramadan, Muhammad Raafat Ismail and Ali Shaman Al-Shakil, Renewable Energy, Dar Al-Shorouk, Cairo, 1988, p. 75.
6. Al-Samarrai, Qusay Abdel-Hamid, Principles of Weather and Climate, Amman, 2008.
7. Al-Sammak, Muhammad Azhar, Geography of Oil and Energy, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, 1980.
8. Al-Ajmi, Mahmoud, Solar Concentrators, Technical Sciences Journal, Issue 3, 1995.
9. Ali, Muthanna Fadel, Geography of Energy, (Foundations and Problems), University of Kufa, College of Arts, First Edition, Dar Al-Sadiq Foundation for Culture, Najaf, 2017.
10. Ghanem, Ali Ahmed, The Applied Climate, Al-Masira House for Printing and Publishing, Amman, 2010.
11. Fadel, Suhail, Elias Alkiyeh, Principles of Solar Energy and its Applications, Dar Al-Hadatha for Printing and Publishing, Beirut, 1987.
12. Fatah, Hussein Elina Saad, Solar Energy as a Promising Alternative, Al-Faqih Journal for Research and Development, Part Two, Issue 5, Solar Energy and Photovoltaic Cells Research Center, King Abdullah University of Science, 2009.
13. Mahmoud, Maged Karam El-Din, Technical Information Simplification Manuals, Electricity from Wind, Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency, Cairo, 2012.
14. Nasser, Wahib Issa, The Future of Renewable Energy, The Seventh Arab Energy Conference, Cairo, 2002.
15. Nasser, Wahib Issa Wahib Issa, The Future of Renewable Energy, Seventh Arab Energy Conference, Cairo, 2002, p. 25.
16. Translation, authorship and publishing, Damascus, 2017.
17. The European Agency for Renewable Energy Centers (EUREC), The Future for Renewable Energy, Expectations and Directions, translated by Musa Al-Mabrouk, Hamad Al-Duwaib, 2004.
Theses and university dissertations
1. Al-Jayashi, Sadiq Naghamish Jassim, The Natural Development Potential in the Badia of Al-Muthanna Governorate, PhD thesis, College of Arts, Al-Qadisiyah University, 2020.
2. Al-Khayyat, Enas Abd Ali Habib, Choosing suitable areas for building electric power generation stations by means of wind energy in Iraq, Master Thesis, College of Science, Al-Mustansiriya University, 2006.
3. Al-Shammari, Reda Abdel-Jabbar, The Strategic Importance of Arab Oil, PhD thesis, College of Arts, University of Baghdad, 2003
4. Al-Taie, Noha Turki Hamad, The change in solar radiation and its impact on the production of electric power at the climate stations of Baghdad and Mosul, Master's thesis, College of Education for Human Sciences, University of Tikrit, 2021.

5. Abdul Latif, Othman Nasser Mahmoud, Wind and the possibility of investing it in the production of renewable energy in Nineveh Governorate, Master Thesis, University of Mosul, 2019.
6. Ewana, Lamia, renewable energies and their role in the Algerian economy, a case study of the Renewable Energy Center and the Applied Research Unit in Renewable Energy, Master Thesis, Faculty of Economic Sciences, Kasdi University, 2014.

Research and journals

1. Hassan, Younis Mouloud and Siham Ahmed Ali, Non-hydrogenated Silicon as a Basic Material for the Manufacturing of Solar Cells, Journal of the College of Education and Science, University of Mosul, Issue 6, 1989.
2. Al-Abbadi, Abdul-Aziz Habib, Solar Energy in Iraq (A Study in the Geography of Energy), Journal of the Iraqi Geographical Society, No. 26, 1991.
3. Harat, Ismail Abbas, and Yasmine Fawzi Ghaeb, Determining the Best Sites in Salah Al-Din for Wind Energy Investment (Study in Climate Geography), Volume 14, Issue 57, 2018.

official circles

1. Republic of Iraq, Ministry of Planning and Development Cooperation, Central Agency for Statistics and Information Technology, Annual Statistical Collection, Baghdad, 2017.
2. Republic of Iraq, Ministry of Transport, General Authority for Meteorology and Seismic Monitoring, Climate Department, unpublished data, Baghdad, 2021.
3. Republic of Iraq, Ministry of Planning and Development Cooperation, Central Agency for Statistics and Information Technology, Annual Statistical Collection, Baghdad, 2017.
4. Ministry of Water Resources, General Directorate of Survey, Department of GIS, Administrative Map of Babylon Governorate, scale (500000:1).