الدراسات الجغرافية

الإمكانات المناخية لتوليد طاقة الرياح
في محافظة النجف الاشرف

الأستاذ الدكتور
مثنى فاضل علي الوائلي
جامعة الكوفة- كلية الآداب

المدرس المساعد
بنين فلاح حسن تويج

الإمكانات المناخية لتوليد طاقة الرياح في محافظة النجف الاشرف

Climatic potential for wind energy generation in Najaf Governorate

الأستاذ الدكتور
مثنى فاضل علي الوائلي
جامعة الكوفة- كلية الآداب

Prof: Muthanna Fadel Ali Al- Waeli
University of kufa/College of Arts
Muthana.alwaeli@uokufa.edu.iq

المدرس المساعد
بنين فلاح حسن تويج

Baneen Falah Hasan Twij
benenfalah1996@gmail.com

الملخص:

يهدف البحث الى تقييم طاقة الرياح في منطقة الدراسة ثم حسابها بالطرائق الرياضية، إذ تم تحديدها زمانياً (ساعياً، شهرياً، فصلياً، سنوياً) ومكانياً (لجميع محطات منطقة الدراسة السبع) وكذلك حساب الطاقة القصوى والدنيا من سرعة الرياح العظمى والصغرى ولثلاث أرتفاعات (١٠م، ٣٠م، ٥٠م) . لتوضيح التباين العمودي الرأسي للطاقة الكهروريحية . كما تم احتساب الطاقة المتولدة نظرياً، ثم حساب الطاقة الفعلية من خلال دلالة كثافة احتمالية توزيع (ويبل) (WPD) من معلمتي الشكل والقياس، ثم توزيع أقاليم طاقة الرياح في المحافظة لتحديد الأقاليم الكفؤة لاستثمار هذه الطاقة، ومن اهم نتائج البحث تزايد الطاقة الممكنة المحسوبة من الرياح صيفاً واكثر المناطق توليدا لهذه الطاقة في المحافظة هي ناحية الشبكة المتمثلة بمحطتي شبجة والمحمية الطبيعية.

الكلمات المفتاحية: الإمكانات المناخية، طاقة الرياح، محافظة النجف، توزيع ويبل

Abstract

The research aims to estimate and evaluate wind energy in the study area, it was calculated by mathematical methods, as it was caught temporally (hourly, monthly, quarterly, annually) and spatially for all the seven stations of the study area), as well as calculating the maximum and minimum energy from the maximum and minimum wind speed and for three heights (1۰ m, 30 m, 50 m) - to illustrate the vertical variance of the hydroelectric energy - as the energy generated by the wind was calculated, the actual energy was calculated through the indication of Whipple Probability Density Distribution (WPD) from the parameters of the figure and measurement, the wind energy regions were distributed in The governorate to determine the regions that are efficient to invest this energy, and one of the most important results of the research is the increase in the possible energy calculated from the wind in the summer, and the most generating areas of this energy in the governorate are the network side represented by the Shabiha stations and the natural reserve.

Keywords: climate potential, wind energy, Najaf Governorate, Weibull distribution.

المقدمة:

ترتبط إمكانات استغلال طاقة الرياح بعوامل كثيرة طبيعية وبشرية، الا ان الدراسات الجغرافية تمثل حجر الزاوية في تحديد متى وأين تستثمر هذه الطاقة وتقييم الإمكانات الموقعية لها والخطوة الأولى في التخطيط لاستثمارها، وبالأخص الدراسات المناخية لكون المناخ يمثل أهم عامل مؤثر في خصائص مصدرها. لذا فأن دراسة المناخ وطاقة الرياح لأي منطقة يستوجب دراسة عناصر وظواهر المناخ المؤثرة في هذه الطاقة ودراسة خصائص سرع الرياح وحساب الطاقة الممكن توليدها في ظل هذه المعطيات المناخية ليتضح دور المناخ في توليدها وتحديد الأقاليم الطاقية وفقا لأسس مناخية، لذا تمت دراسة الموضوع كأحد مواضيع المناخ التطبيقي التي تربط بين جغرافية المناخ وجغرافية الطاقة.

تعد طاقة الرياح شكلاً غير مباشر من الطاقة الشمسية، إذ تتحول (٢٪) من طاقة الشمس الداخلة للغلاف الجوي للأرض الى رياح، وهي تفوق (٥٠-١٠٠ مرة) على الطاقة المتحولة إلى الكتلة العضوية لكافة النباتات على سطح الأرض[١] ، وتنشأ طاقة الرياح من تباين درجات تسخين الشمس للجو و سطح الأرض، وتتناسب الطاقة التي يمكن الحصول عليها من الرياح مع مكعب سرعة الرياح. تعد طاقة الرياح من أسرع مصادر الطاقة البديلة نموا في العالم لما تمتاز به من انخفاض كلف انتاجها، لذا فقد يعول عليها في تلبية أغلب احتياجات الطاقة

الكهربائية في المستقبل، كما تعد سهلة الاستعمال إذ لا تحتاج إلى يد عاملة ذو مهارة لتشغيلها كما لا تحتاج إلى صيانة متكررة.

المبحث الأول: الدليل النظري للبحث

أولاً. مشكلة البحث: (كيف يمكن استثمار الرياح في محافظة النجف لتوليد طاقة الرياح؟).

ثانياً. فرضية البحث: يمكن استثمار سرعة الرياح في محافظة النجف لتوليد طاقة الرياح.

ثالثاً. هدف البحث: يهدف البحث الى بيان مدى إمكانية استثمار خصائص الرياح في منطقة الدراسة لتوليد الطاقة الكهربائية بناءا على المعطيات المتوفرة في المحطات المناخية قيد الدراسة.

رابعا . حدود الدراسة:

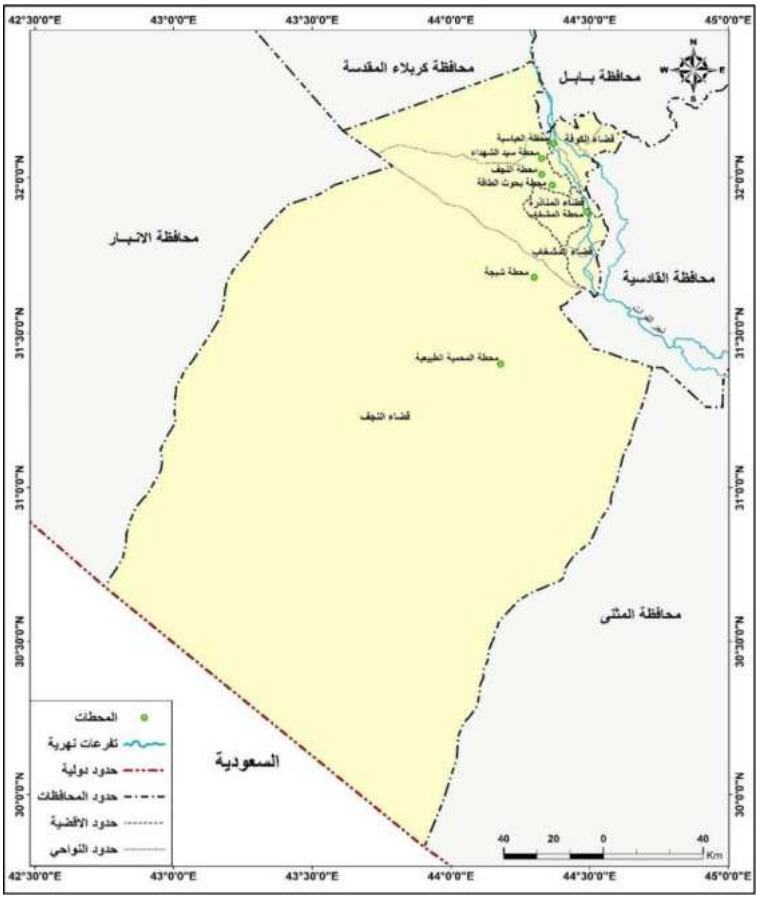
١. الحدود المكانية: تقع محافظة النجف الأشرف فلكيا بين دائرتي عرض (٥٠ ¯ ٢٩° - ٢١ ¯ ٣٢° شمالاً) وبين قوسي طول (٥٠ ¯ ٤٢° - ٤٤ ¯ ٤٥° شرقاً). في الجزء الجنوبي الغربي من العراق، تحدها محافظات كربلاء من الشمال وبابل من الشمال الشرقي والقادسية من الشرق والمثنى من الجنوب الشرقي والجنوب والسعودية من الجنوب الغربي والغرب والانبار من الشمال الغربي. تم اعتماد (٧ محطات)، لتغطية أكبر قدر ممكن من مساحة منطقة الدراسة مناخياً. كما يتضح في جدول (١) وخريطة (١)

جدول (١) مواقع المحطات المناخية في منطقة الدراسة.

ت	اسم المحطة	خط طول	دائرة عرض
1	النجف	44.19	31.57
2	المشخاب	44.49	31.89
3	العباسية	44.37	32.11
4	شبجة	44.3	31.68
5	وحدة بحوث الطاقة	44.36	31.97
6	المحمية الطبيعية	44.18	31.4
7	مركز سيد الشهداء	44.19	32.03

المصدر بالاعتماد على: ١. وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠. ٢. وزارة الزراعة، مركز الأرصاد الجوية، شعبة البيانات المناخية، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠. ٣.وزار العلوم والتكنولوجيا، دائرة الطاقات المتجددة، مركز بحوث الطاقة المستحدثة، قسم الإحصاء، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠. ٤. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الفرات الأوسط التقنية، وحدة بحوث الطاقة المتجددة، بيانات غير منشورة النجف الأشرف، ٢٠٢٠. ٥. وزارة الصحة والبيئة، مديرية بيئة النجف، قسم الهواء، بيانات غير منشورة، النجف، ٢٠٢٠.

خريطة (١) توزيع مواقع المحطات المناخية في منطقة الدراسة.



المصدر بالاعتماد على: جدول (١)، وبأستعمال برنامج Ar GIS 10.5.

٢. الحدود الزمانية: تتمثل تحديد المدة الزمنية التي سيتم اعتمادها في دراسة خصائص رياح منطقة الدراسة وهي المدة الزمنية (٢٠١٣. ٢٠١٩)، وتشمل تحليل البيانات الشهرية والفصلية والسنوية للرياح لتلك المحطات، وتم اعتماد هذه المدة لتوحيد البيانات زمانياً لكل محطات منطقة الدراسة.

٣. الحدود الموضوعية: يتمثل موضوع الدراسة الذي يتم البحث فيه بمحورين، يتضمن المحور الأول دراسة (خصائص الرياح)، اما المحور الثاني يشمل (حساب طاقة الرياح)، وباستعمال عدد من الاساليب الرياضية.

المبحث الثاني: خصائص رياح محافظة النجف الاشرف

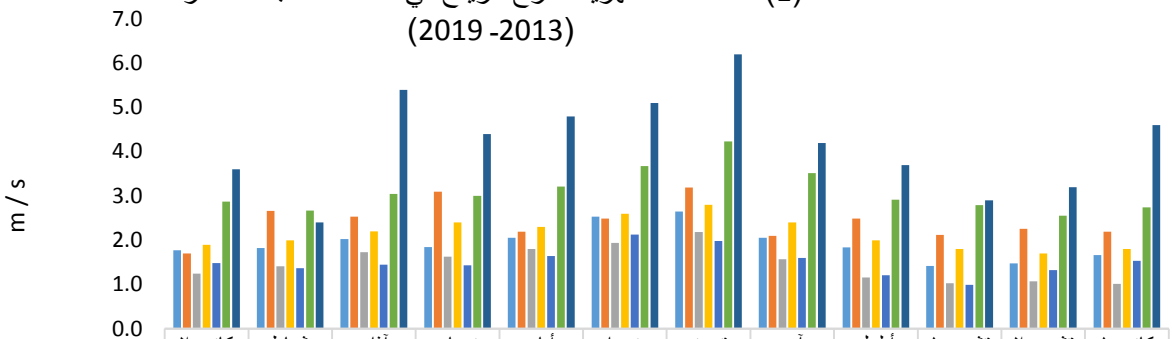
١. **سرعة الرياح:** يلاحظ من المخطط (١) اختلاف في سرع الرياح بين اشهر السنة إذ تبلغ اعلاها في شهر تموز في جميع محطات منطقة الدراسة وذلك بسبب ارتفاع الحرارة وانخفاض الضغط في هذا الشهر فيكون الهواء الحار قليل الكثافة خفيف إذ تكون جزيئاته متباعدة مما يساعد في سرعة حركتها، كما ان وقوع المنطقة تحت تأثير الضغط المنخفض الهندي الموسمي فتتحرك الرياح من مناطق فائض الطاقة (مناطق الضغط المرتفع) كالضغط العالي لهضبة الاناضول نحو منطقة عجز الطاقة (منطقة الضغط المنخفض)، إذ ان شدة التباين الضغطي بين هاتين المنطقتين في الاشهر الحارة مقارنة بالأشهر الباردة، أدى الى تسارع حركة الرياح في هذه الاشهر وخاصة تموز، وإذ ان العوامل المحلية اكثر تأثيراً في سرع الرياح من العوامل الإقليمية يلحظ ان اعلى سرعة سجلت في هذا الشهر كانت في محطتي ناحية الشبكة (شبجة والمحمية الطبيعية) إذ سجلت في محطة المحمية الطبيعية (٦,٢ م/ثا) وذلك لكونها منطقة صحراوية خالية من مصدات الرياح إذ انها تخلو من الحواجز الطبيعية والبشرية التي تعيق انسيابية مرور الهواء، بينما سجلت اقل سرعة في محطة المشخاب بلغت (٢ م / ثا) في الشهر نفسه، ويعود ذلك لكونها منطقة زراعية فالغطاء النباتي وخاصة الاشجار العالية تشكل عوائق تعترض مسار الرياح العامة فتغير اتجاهها نحو ممرات اخرى ان هذا التغير في مسار الرياح ولو كان طفيفا يفقدها الكثير من طاقتها الحركية فتتناقص سرعتها بشكل ملحوظ.

بينما سجلت ادنى سرعها في شهر كانون الاول وفي جميع محطات المحافظة وذلك لسيطرة منظومات الضغط العالي الشبه المداري وتأثيرات منظومات الضغط السيبيري ومن ثم ارتفاع الضغط الجوي في المحافظة في الاشهر الباردة يجعل المنطقة طاردة للرياح إذ ان المنطقة مرتفعة الضغط تخرج منها الرياح للمناطق الاقل ضغطا ومن ثم تباطؤ سرع الرياح في هذا الشهر، ويتبين ان اقل سرعة في هذا الشهر سجلت في محطة النجف بواقع (١,٠ م/ثا) لكون المحطة تقع ضمن مركز عمراني (مركز المدينة) ومن ثم تتأثر الرياح بالعوائق البشرية كالمباني المرتفعة وغيرها ومن ثم ظهور عامل خشونة السطح كمؤثر بارز في هدوء الرياح في موقع المحطة والمواقع المجاورة

لها. فيما سجلت اعلى السرع في هذا الشهر في محطة المحمية الطبيعية بنحو (٤,٦ م/ثا) لقلة تأثير عامل الخشونة والاعاقة.

مما سبق يتضح ان سرعة الرياح في منطقة الدراسة تقع ضمن درجة (1بوفورت) أي ان رياحها ''خفيفة هادئة''.

مخطط (1) المعدلات الشهرية لسرع الرياح في محافظة النجف الأشرف للمدة (2013-2019)

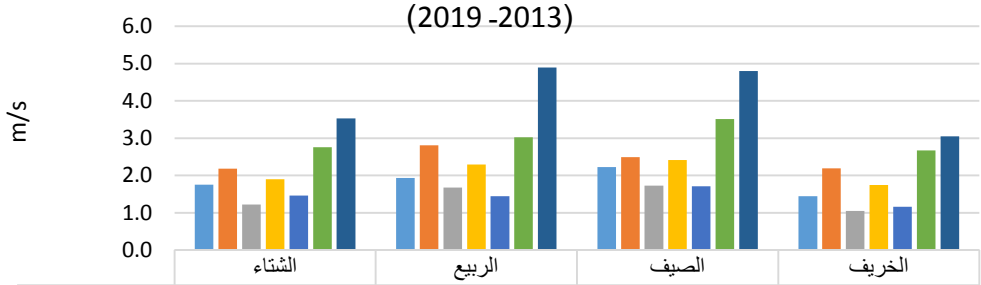


	كانون٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين١	تشرين٢	كانون١
العباسية	1.8	1.8	2.0	1.8	2.1	2.5	2.6	2.1	1.8	1.4	1.5	1.7
سيد الشهداء	1.7	2.7	2.5	3.1	2.2	2.5	3.2	2.1	2.5	2.1	2.3	2.2
النجف	1.2	1.4	1.7	1.6	1.8	1.9	2.2	1.6	1.2	1.0	1.1	1.0
بحوث الطاقة	1.9	2.0	2.2	2.4	2.3	2.6	2.8	2.4	2.0	1.8	1.7	1.8
المشخاب	1.5	1.4	1.5	1.4	1.6	2.1	2.0	1.6	1.2	1.0	1.3	1.5
الشبكة	2.9	2.7	3.1	3.0	3.2	3.7	4.2	3.5	2.9	2.8	2.6	2.7
المحمية الطبيعية	3.6	2.4	5.4	4.4	4.8	5.1	6.2	4.2	3.7	2.9	3.2	4.6

المصدر بالاعتماد على: ١. وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠. ٢. وزارة الزراعة، مركز الأرصاد الجوية، شعبة البيانات المناخية، بيانات منشورة، بغداد، ٢٠٢٠. ٣.وزار العلوم والتكنولوجيا، دائرة الطاقات المتجددة، مركز بحوث الطاقة المستحدثة، قسم الإحصاء، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠. ٤. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الفرات الأوسط التقنية، وحدة بحوث الطاقة المتجددة، بيانات غير منشورة النجف، ٢٠٢٠. ٥. وزارة الصحة والبيئة، مديرية بيئة النجف الأشرف، قسم الهواء، بيانات غير منشورة، النجف، ٢٠٢٠.

كما يلحظ من المخطط رقم (٢) تبايناً فصلياً في معدلات سرع الرياح إذ امتاز فصل الصيف بتسارع حركة الرياح في عموم المحافظة سجلت اعلاها في محطة المحمية الطبيعية (٤,٨ م/ثا)، في حين اتسم فصل الخريف بأقل سرعة للرياح وخاصة في محطة النجف (١,١ م/ ثا).

مخطط (2) المعدلات الفصلية لسرع الرياح في محافظة النجف الأشرف للمدة (2013 -2019)

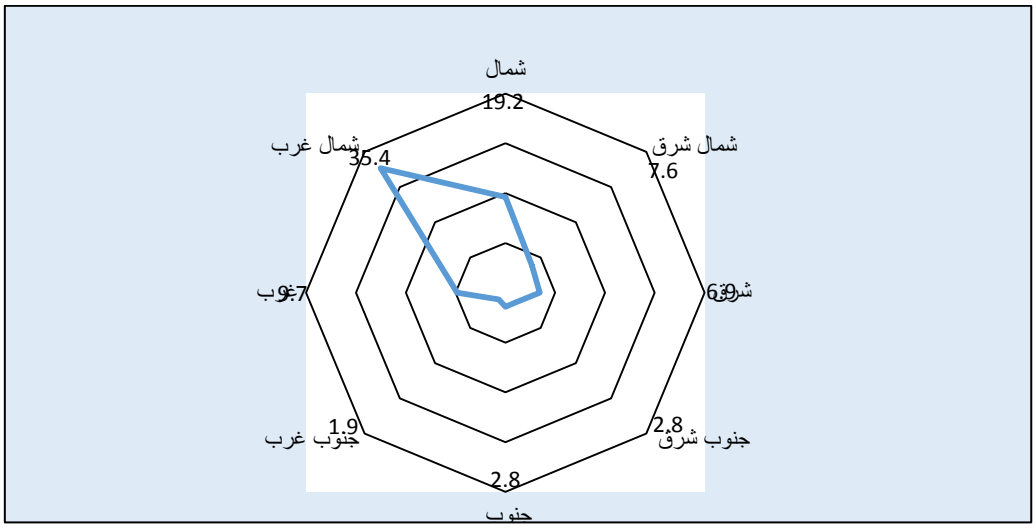


	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
العباسية	1.8	1.9	2.2	1.4
سيد الشهداء	2.2	2.8	2.5	2.2
النجف	1.2	1.7	1.7	1.1
بحوث الطاقة	1.9	2.3	2.4	1.8
المشخاب	1.5	1.4	1.7	1.2
الشبكة	2.8	3.0	3.5	2.7

المصدر: بالاعتماد على بيانات مخطط (١).

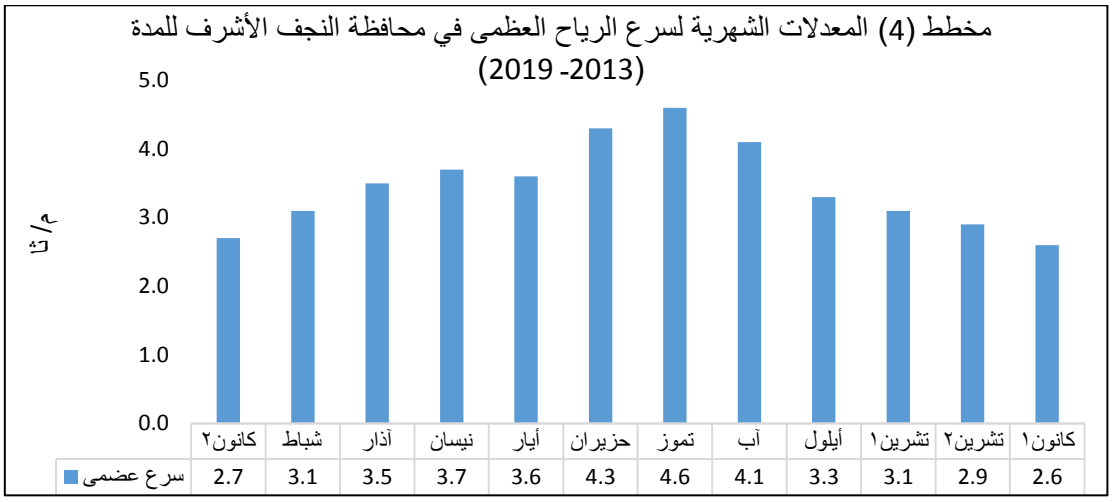
٢. **اتجاهات الرياح:** يبين المخطط (٣) سيادة الرياح الشمالية الغربية (٣٥,٤%) في منطقة الدراسة، تليها الرياح الشمالية (١٩,٢%) واقلها تكرارا هي الرياح الجنوبية الغربية (١,٩%).

مخطط (3) المعدلات السنوية لنسب تكرار اتجاهات الرياح في محافظة النجف الأشرف للمدة (2013 .2019)



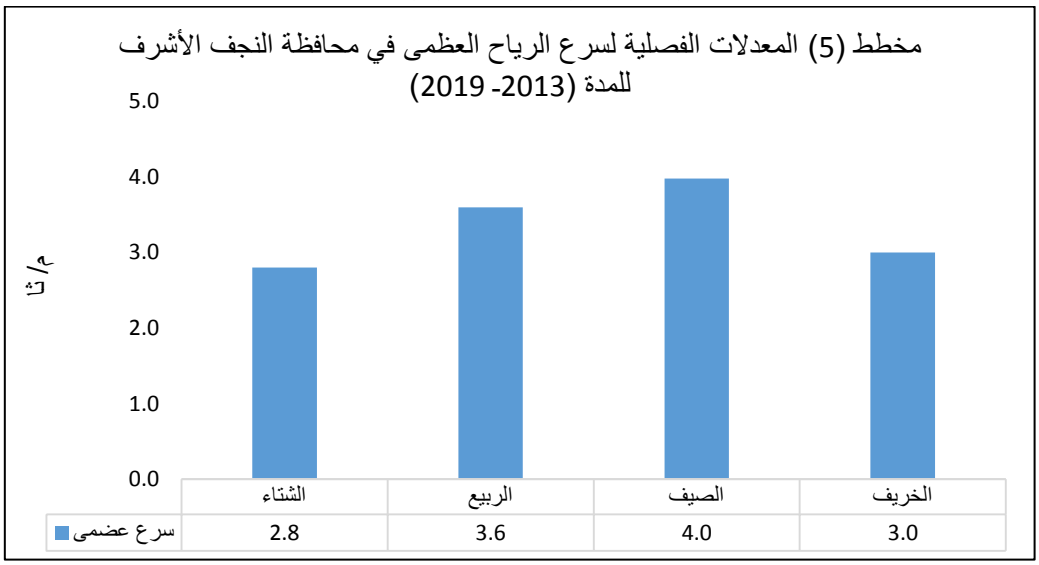
المصدر بالاعتماد على: وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠.

٣. **سرع الرياح العظمى:** وهي اقصى سرعة رياح تسجل خلال اليوم وغالبا تحصل في ساعات الظهيرة، ويشير المخطط (٤) تبايناً شهرياً في معدلات سرعة الرياح العظمى إذ سجلت اعلاها في شهر تموز بنحو (٤,٦ م/ثا) وادناها في كانون الأول (٢,٦ م/ثا).



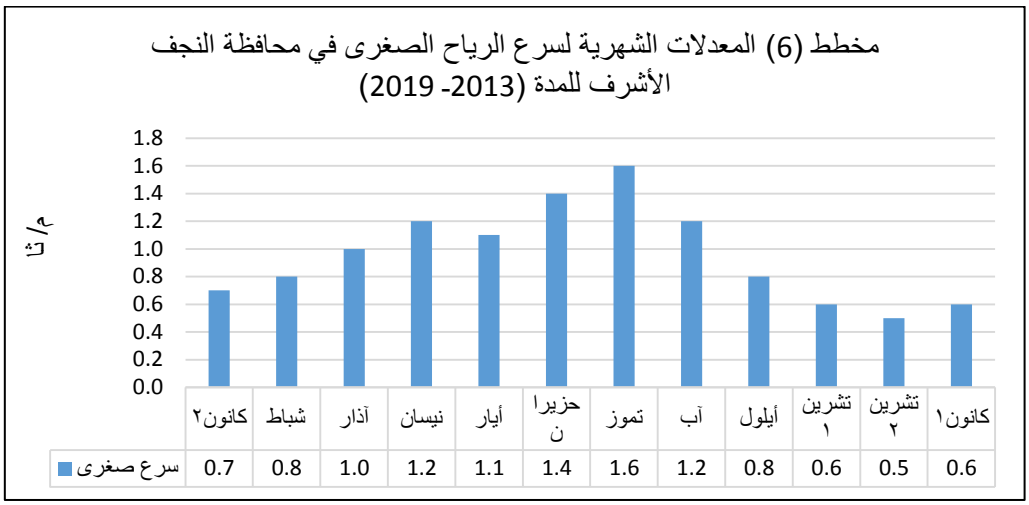
المصدر بالاعتماد على: وزار العلوم والتكنولوجيا، دائرة الطاقات المتجددة، مركز بحوث الطاقة المستحدثة، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠.

كما تتباين معدلات سرع الرياح العظمى فصلياً في منطقة الدراسة إذ سجلت أقصاها في فصل الصيف بمعدل (٤,٠ م/ثا) واقلها شتاءً بمعدل (٢,٨ م/ثا). مخطط (٥).



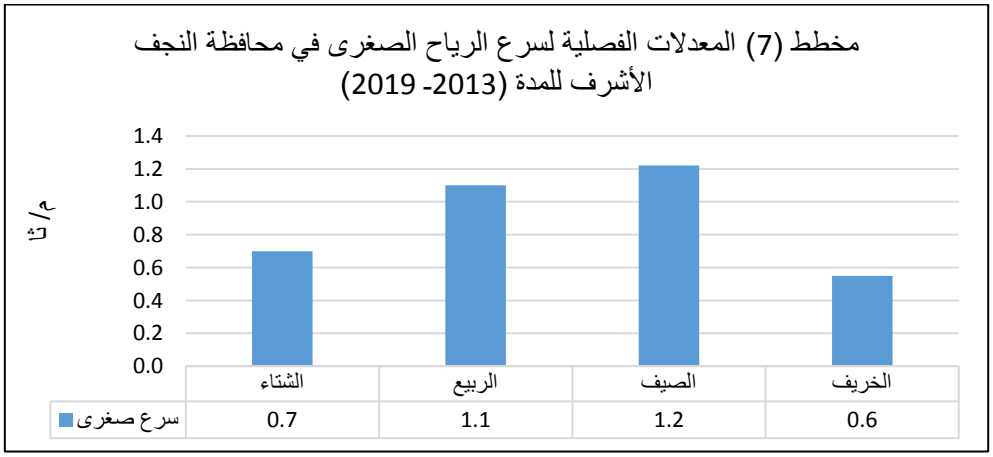
المصدر: بالاعتماد على مخطط (٤)

٤. سرع الرياح الصغرى: تمثل اقل سرعة رياح مسجلة خلال اليوم وتسجل غالبا بعد منتصف الليل إذ تكون الرياح في اقل سرعة لها. ويتضح من المخطط (٦) تبايناً شهرياً في معدلات سرع الرياح الصغرى إذ كانت اكثرها هدوءً في شهر تشرين الثاني (٠,٥ م/ثا) وأسرعها في شهر تموز (١,٦ م/ثا).



المصدر بالاعتماد على: وزار العلوم والتكنولوجيا، دائرة الطاقات المتجددة، مركز بحوث الطاقة المستحدثة، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠.

يتضح من المخطط (٧) اختلاف في المعدلات الفصلية لسرعة الرياح في المحافظة إذ بلغت ادناها في فصل الخريف بنحو (٠,٦ م/ثا) واقصاها في فصل الصيف إذ تقدر بـ (١,٢ م/ثا).



المصدر: بالاعتماد على مخطط (٦).

المبحث الثالث: حساب طاقة الرياح في محافظة النجف الاشرف

اولاً: معادلات حساب طاقة الرياح

تم احتساب قدرة الرياح في وحدة المساحة (واط/م٢) من خلال العلاقة الآتية [٢] :

$$P = \frac{1}{2} * p * v^3 \dots\dots\dots\dots (1)$$

إذ إن:

P= قدرة الرياح (W/m^2).

p = كثافة الهواء (١,٢٩ كغم / م^٣).

V = سرعة الرياح (م / ثا).

تمثل هذه المعادلة الطاقة المحسوبة (نظريا) للهواء غير المنتظم (أي بدون مروحة الرياح) في الموقع. ولأن سرعة الرياح متغيرة فأن القدرة تعتمد على دالة كثافة احتمالية سرعة الرياح (PDF) (Wind Speed Probability Density Function) وليس على المتوسط الحسابي فحسب والتي يمكن التعبير عنها بدلالة توزيع ويبل بالعلاقة الآتية [٣]:

$$F(x) = \frac{k}{A}\left(\frac{x}{A}\right)^{K-1} * exp\left(-\frac{x}{A}\right)^{k} \dots\dots\dots\dots (2)$$

إذ إن A (m/s) و K معلمتي توزيع ويبل (Weibull distribution parameters) بواسطتهما يمكن حساب معلمة القياس (Scale parameter) [٤] :

$$A = \frac{\bar{X}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)} \dots\dots\dots\dots (3)$$

إذ إن:

$\bar{X}$= هو المتوسط الحسابي (m/s).

Γ= دالة كاما Gamma والتي تحسب من أي برنامج احصائي*

تم حساب معلمة الشكل (Shape parameter) من العلاقة الآتية[٥] :

$$K = \left(\frac{S.D}{\bar{X}}\right)^{-1.086} \dots\dots\dots\dots (4)$$

إذ إن:

S.D = الانحراف المعياري.

كما تم تقدير طاقة الرياح عملياً باستعمال معلمة الشكل (K) والقياس (A) من العلاقة الاتية [٦]:

$$WPD = \frac{1}{2}\rho . A^3 . \Gamma\left(\frac{1+3}{K}\right) \dots\dots\dots\dots (5)$$

ρ= كثافة الهواء (قيمة ثابتة ١,٢٩).

A = معلمة القياس.

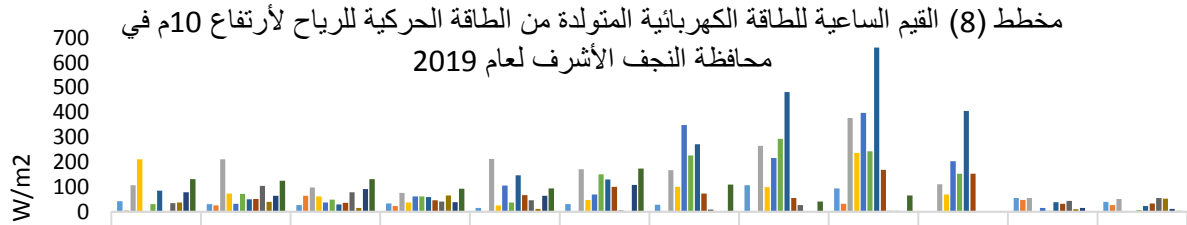
Γ= دالة كاما.

K= معلمة الشكل.

ثانيا:حساب كمية الطاقة المتولدة من الرياح في منطقة الدراسة:

يُشاهد من المخطط (٨) تبايناً في كمية الطاقة الكهربائية المتولدة من الرياح تبعا للتباين الساعي لسرعة الرياح على ارتفاع (١٠م)، إذ ترتفع خلال النهار وخاصة بعد الظهر من الساعة (١٢:٠٠م) وحتى الساعة (٦:٠٠ م) وتصل ذروتها عند الساعة (٤:٠٠ م) بمعدل (١٩١ W/m^2)، لتزايد سرع الرياح إذ ترتبط طاقة الرياح مع مكعب سرعة الرياح فإذا ازدادت سرعة الرياح الى الضعف سترتفع كمية الطاقة المتولدة منها الى ثلاث اضعاف والعكس صحيح، لذا فأن التباين القليل في سرع الرياح يؤثر بشكل كبير في الطاقة المتولدة منها. كما يتضح ان الطاقة اليومية تصل ادناها خلال ساعات الليل الأولى (قبل منتصف الليل) وخاصة خلال الساعة (١٠:٠٠ م) بمعدل (٢٦ W/m^2)، وهذا يعود الى هدوء الرياح ليلا بسبب ارتفاع الضغط نتيجة انخفاض الحرارة. ان قلة الطاقة المتولدة من الرياح بشكل عام يعود الى قلة سرع الرياح على ارتفاع ١٠م إذ تتأثر بالعوائق ومصدات الرياح التي تبطئ حركتها.

مخطط (8) القيم الساعية للطاقة الكهربائية المتولدة من الطاقة الحركية للرياح لأرتفاع 10م في محافظة النجف الأشرف لعام 2019

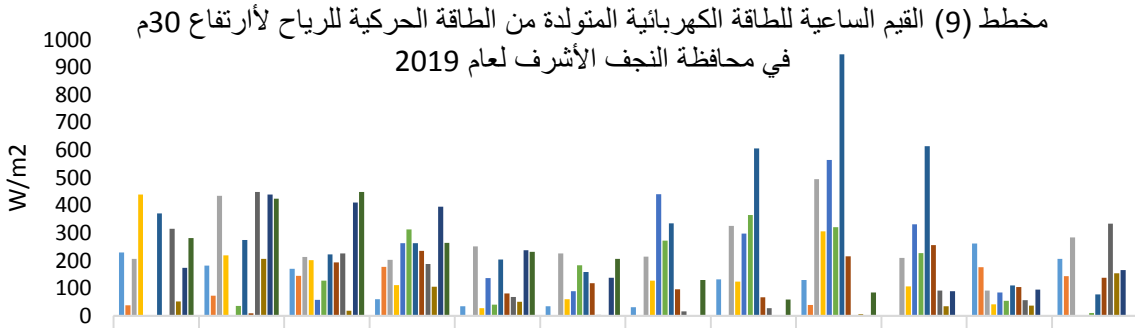


	١٢:٠٠ص	٢:٠٠ص	٤:٠٠ص	٦:٠٠ص	٨:٠٠ص	١٠:٠٠ص	١٢:٠٠م	٢:٠٠م	٤:٠٠م	٦:٠٠م	٨:٠٠م	١٠:٠٠م
كانون٢	43	31	28	34	16	32	29	108	94	0	56	41
شباط	6	26	64	23	0	0	0	0	32	2	48	27
آذار	108	212	99	76	213	171	168	267	378	111	55	52
نيسان	212	74	62	38	27	48	101	99	238	70	0	0
أيار	0	32	37	63	107	70	350	217	399	204	15	0
حزيران	31	73	49	62	38	151	228	294	244	154	5	7
تموز	85	51	31	60	148	131	272	483	663	407	39	24
آب	0	52	37	47	67	100	74	56	170	154	32	35
أيلول	35	104	80	42	46	5	10	28	4	0	44	55
تشرين١	38	40	16	66	12	1	3	0	5	0	11	53
تشرين٢	80	64	92	39	65	108	0	1	0	0	16	12
كانون١	132	126	132	93	94	175	110	41	66	0	0	4

المصدر بالاعتماد على: ملحق (1) ومعادلة (١).

يُرى من المخطط (٩) تبايناً ساعياً في كمية الطاقة المتولدة من الرياح عند ارتفاع (٣٠م) من سطح الارض، تزداد بشكل عام خلال النهار وخاصة بعد الظهيرة خلال ست ساعات (١٢:٠٠ م . ٦:٠٠ م) عند ارتفاع درجات الحرارة، وتقل في باقي ساعات اليوم. وتصل قمة الطاقة المتولدة عند الساعة الرابعة عصراً بمتوسط (٢٦٠ W/m^2) وتتسم بالانخفاض ليلا وتصل لأقل قيمها في الساعة العاشرة مساءً بمعدل (١٢٦ W/m^2). أي انها بشكل عام اعلى من نضيرتها عند ارتفاع (١٠م)، وذلك لزيادة سرعة الرياح مع الارتفاع عن سطح الأرض.

مخطط (9) القيم الساعية للطاقة الكهربائية المتولدة من الطاقة الحركية للرياح لأرتفاع 30م في محافظة النجف الأشرف لعام 2019



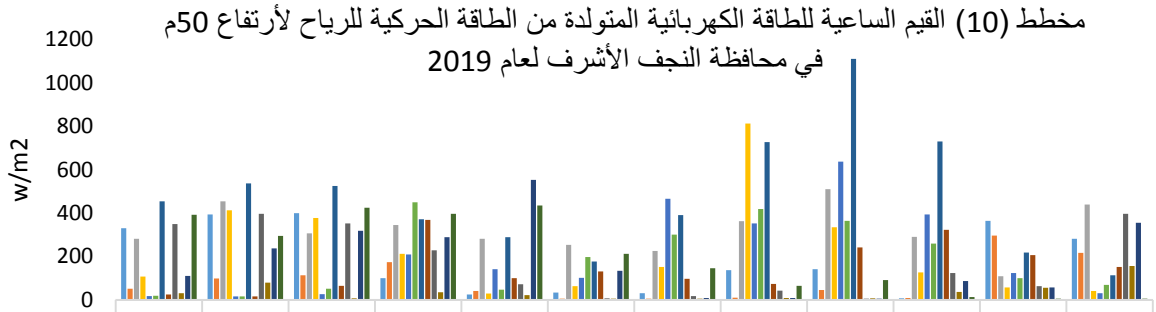
	١٢:٠٠ ص	٢:٠٠ص	٤:٠٠ص	٦:٠٠ص	٨:٠٠ص	١٠:٠٠ ص	١٢:٠٠م	٢:٠٠م	٤:٠٠م	٦:٠٠م	٨:٠٠م	١٠:٠٠م
كانون٢	230	183	171	61	35	35	32	133	130	0	262	206
شباط	39	73	146	178	1	0	0	0	40	3	177	144
آذار	206	435	214	204	252	226	215	327	496	210	92	284
نيسان	440	219	202	111	28	61	128	125	306	107	42	0
أيار	0	0	58	263	137	90	441	298	565	331	85	3
حزيران	0	37	128	313	41	184	273	366	322	228	55	11
تموز	371	275	223	263	205	159	335	607	948	615	110	79
آب	0	10	194	236	81	118	97	68	217	257	105	139
أيلول	316	449	227	189	69	4	16	29	3	92	57	334
تشرين١	53	206	18	106	52	0	2	0	6	36	37	154
تشرين٢	175	440	410	396	238	139	0	1	0	90	95	166
كانون١	282	425	449	265	233	207	130	60	86	0	0	0

المصدر بالاعتماد على: ملحق (2) ومعادلة (١).

تزداد قيم الطاقة الكهربائية الساعية المحسوبة والمتولدة من الرياح عند ارتفاع (٥٠ م) لزيادة سرعة الرياح بسبب قلة تأثير عامل خشونة السطح والتضرس والعوائق الطبيعية والبشرية التي تمثل مصدات تعترض سير الرياح وتغير اتجاهها فتقل طاقتها الحركية لانخفاض سرعتها ومن ثم تقل الطاقة المتوقعة منها. يُظهر المخطط (١٠) تبايناً ساعياً خلال اليوم للطاقة الكهربائية الريحية إذ تبلغ قمة الطاقة عند الساعة (٤:٠٠ م) في تموز إذ قدرت بـ (١١١٢ w/m^2) أي أكثر من (١ kw/m^2).

يستنتج من المخططات (٨)، (٩)، (١٠) تزايد في كثافة الطاقة الكهروريحية في منطقة الدراسة كلما ارتفعنا عن سطح الأرض نتيجة للتباين العمودي لسرع الرياح ضمن هذه الأرتفاعات.

مخطط (10) القيم الساعية للطاقة الكهربائية المتولدة من الطاقة الحركية للرياح لأرتفاع 50م في محافظة النجف الأشرف لعام 2019



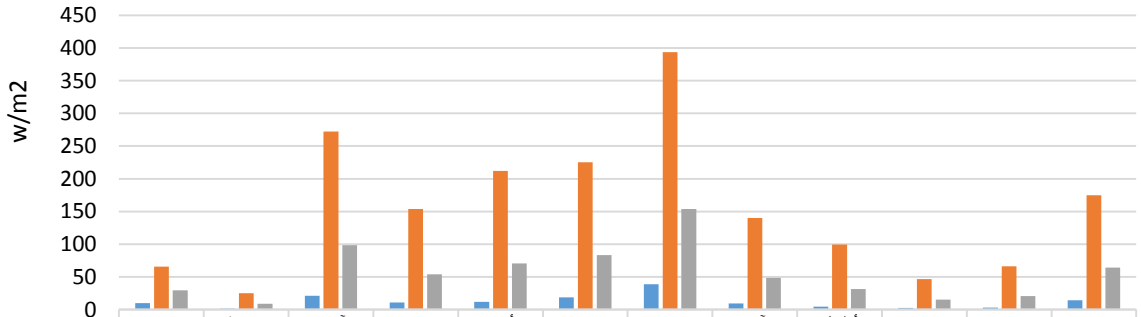
	١٢:٠٠ ص	٢:٠٠ص	٤:٠٠ص	٦:٠٠ص	٨:٠٠ص	١٠:٠٠ ص	١٢:٠٠م	٢:٠٠م	٤:٠٠م	٦:٠٠م	٨:٠٠م	١٠:٠٠م
كانون٢	330	393	399	99	25	34	31	137	141	7	365	281
شباط	51	99	113	174	42	5	6	10	45	8	296	217
آذار	282	455	306	345	281	254	226	362	510	290	109	440
نيسان	107	413	377	212	28	64	152	813	335	126	56	41
أيار	17	16	27	209	141	102	466	352	637	393	123	31
حزيران	19	16	51	450	47	197	300	419	365	259	100	68
تموز	455	537	526	371	289	176	391	728	1112	730	218	114
آب	25	16	65	369	100	130	98	73	242	323	206	152
أيلول	349	396	353	228	72	7	17	42	5	123	63	396
تشرين١	31	79	7	35	21	5	6	8	6	37	55	156
تشرين٢	111	238	318	289	553	134	8	9	5	86	57	356
كانون١	392	294	425	396	435	212	146	65	92	13	5	6

المصدر بالاعتماد على: ملحق (3) ومعادلة (١).

اما شهرياً فيشير المخطط (١١) الى تباين واضح في الطاقة الكهربائية الممكنة والمحسوبة من معدل سرعة الرياح وكذلك سرعة الرياح العظمى والصغرى على ارتفاع (١٠م) فوق مستوى سطح الأرض، فتصل الطاقة العظمى اقصاها في تموز إذ تقدر (٣٩٣ w/m^2) لارتفاع سرع الريح في هذا الشهر، وتبلغ ادناها في شباط (٢٥ w/m^2)، وكذلك الطاقة الصغرى تبلغ اعلاها في تموز (٣٩ w/m^2) واقلها في شباط (١,٩ w/m^2)، وأيضا معدل الطاقة الكهروريحية تصل أقصاها في تموز (١٥٤ w/m^2) وادناها في شباط (٩ w/m^2). إذ يتضح تباين المعدلات الشهرية للطاقة الريحية المحسوبة يكون تبعا لتباين المعدلات الشهرية لسرعة الرياح والتي توازي في سيرها السير الشهري لدرجات الحرارة. ويبلغ المعدل السنوي

للطاقة الكهروريحية الصغرى (١٢,٣ w/m^2)، والعظمى (١٥٦,٣ w/m^2)، والمعدل (٥٦,٧ w/m^2). في حين يبلغ المجموع السنوي للطاقة الصغرى للرياح (١٤٨ w/m^2) والعظمى (١٨٧٥ w/m^2) والمعدل (٦٨٠ w/m^2).

مخطط (11) المعدلات الشهرية للطاقة الكهربائية المتولدة من الطاقة الحركية للرياح في سرعتها العظمى والصغرى والمعدل لأرتفاع 10م في محافظة النجف الأشرف لعام 2019

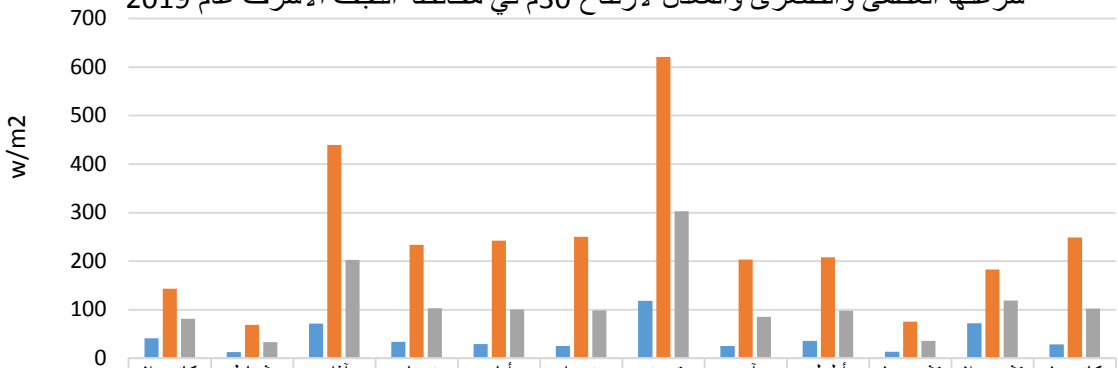


	كانون٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين١	تشرين٢	كانون١
صغرى	10.0	1.9	21.1	10.7	12.1	18.7	39.0	9.4	4.8	2.6	3.0	14.3
عضمى	65.7	25.1	272.1	153.9	212.1	225.2	393.8	140.1	99.7	46.7	66.3	174.8
معدل	29.6	9.0	98.8	54.0	70.4	83.4	154.0	48.7	31.5	15.4	20.6	64.5

المصدر بالاعتماد على: ملحق (4) ومعادلة (١).

تختلف معدلات الطاقة الكهروريحية المقدرة من معدل سرع الرياح والرياح العظمى والصغرى شهرياً عند مستوى (٣٠ م) من سطح الأرض، إذ سجلت اعلى قيمة لها في تموز إذ قدرت الطاقة عند السرعة العظمى (٦٢١,١ w/m^2) والصغرى (١١٧,٩ w/m^2) والمعدل (٣٠٣,٢ w/m^2)، وبلغت أدنى القيم في شباط، إذ تبلغ الطاقة عند الرياح العظمى (٦٨,٨ w/m^2) والصغرى (١٢,٨ w/m^2) والمعدل (٣٣,٣ w/m^2)، كما يتضح من المخطط (١٢). وبلغ المجموع السنوي للطاقة العظمى (٢٩١٧ w/m^2) والصغرى (٥٠٤ w/m^2) والمعدل (١٣٦٣ w/m^2). في حين بلغ المعدل السنوي للطاقة القصوى (٢٤٣ w/m^2) والدنيا (٤٢ w/m^2) والمعدل (١١٣,٥ w/m^2).

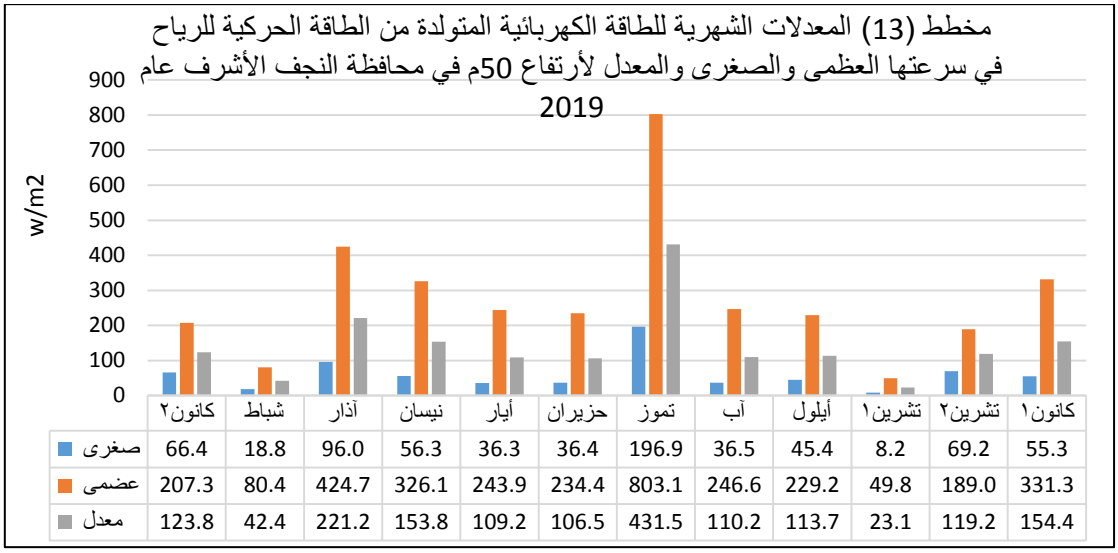
مخطط (12) المعدلات الشهرية للطاقة الكهربائية المتولدة من الطاقة الحركية للرياح في سرعتها العظمى والصغرى والمعدل لأرتفاع 30م في محافظة النجف الأشرف عام 2019



	كانون٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين١	تشرين٢	كانون١
صغرى	40.7	12.8	71.3	33.5	28.9	25.1	117.9	25.1	35.4	13.1	71.9	28.7
عضمى	143.3	68.8	439.5	234.0	242.1	249.9	621.1	203.6	208.1	75.5	182.6	248.9
معدل	81.5	33.3	202.8	103.3	100.6	98.1	303.2	85.4	97.7	35.6	118.8	102.2

المصدر بالاعتماد على: ملحق (4) و معادلة (١).

يلاحظ من المخطط (١٣) تباين شهري لكثافة الطاقة الكهربائية الريحية المحسوبة من معدلات سرعة الرياح العظمى والصغرى والمعدل عند ارتفاع (٥٠ م) في منطقة الدراسة إذ وصل اعلاها في شهر تموز فبلغت الطاقة عند سرع الرياح العظمى (٨٠٣,١ w/m^2) قد يعود ذلك لسيادة ظاهرة الحمل الحراري الذي يزداد نشاطا في الأشهر الحارة بسبب تسخين اليابس فضلا عن زيادة المنحدر الضغطي بفعل تعمق المنخفض الحراري الموسمي. وبلغت اقل طاقة ممكن توليدها في شهر تشرين الأول عند سرع الرياح الصغرى (٨,٢ w/m^2). في حين بلغ المعدل السنوي لطاقة الرياح العظمى (٢٨٠,٥ w/m^2) والصغرى (٦٠ w/m^2) والمعدل (١٤٢,٤ w/m^2)، وبمجموع سنوي للطاقة العظمى (٣٣٦٦ w/m^2) والصغرى (٧٢٢ w/m^2) والمعدل (١٧٠٩ w/m^2).

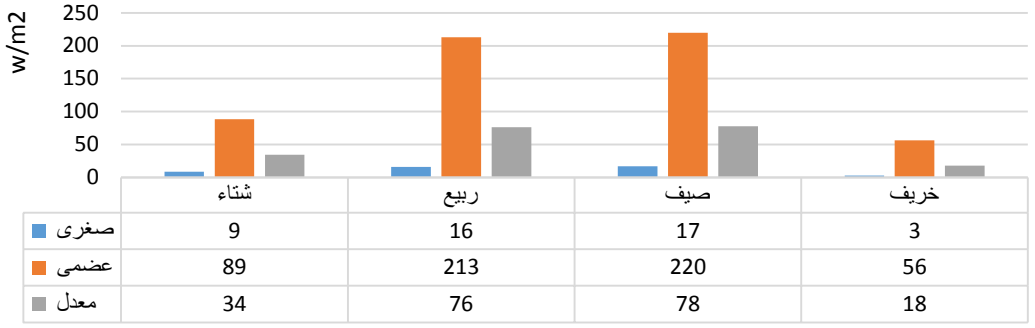


	كانون٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين١	تشرين٢	كانون١
صغرى	66.4	18.8	96.0	56.3	36.3	36.4	196.9	36.5	45.4	8.2	69.2	55.3
عضمى	207.3	80.4	424.7	326.1	243.9	234.4	803.1	246.6	229.2	49.8	189.0	331.3
معدل	123.8	42.4	221.2	153.8	109.2	106.5	431.5	110.2	113.7	23.1	119.2	154.4

المصدر بالاعتماد على: ملحق (4) ومعادلة (١).

كما تتباين فصليا معدلات الطاقة المتولدة من الرياح عند ارتفاع (١٠م)، بلغت أقصاها صيفاً، (٢٢٠ w/m^2) والصغرى (١٧ w/m^2) والمعدل (٧٨ w/m^2) في حين سجلت ادناها خريفاً، إذ وصلت الطاقة العظمى (٥٦ w/m^2) والصغرى (٣ w/m^2) والمعدل (١٨ w/m^2). مخطط (١٤).

مخطط (14) المعدلات الفصلية للطاقة الكهربائية المتولدة من الطاقة الحركية للرياح في سرعتها العظمى والصغرى والمعدل لأرتفاع 10م في محافظة النجف الأشرف عام 2019

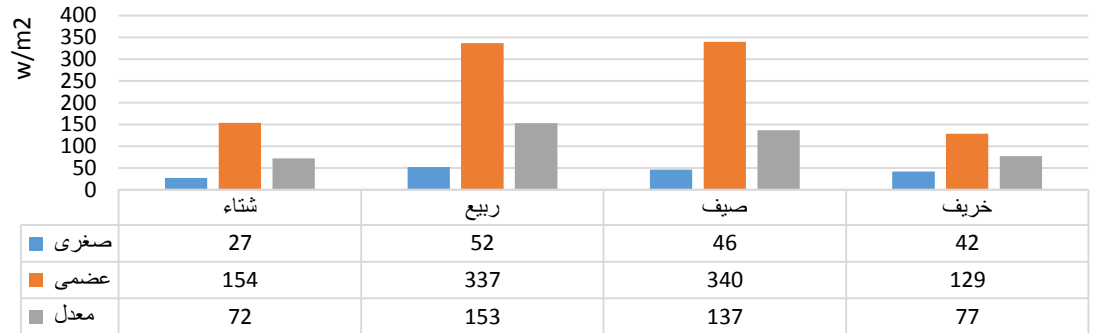


	شتاء	ربيع	صيف	خريف
صغرى	9	16	17	3
عضمى	89	213	220	56
معدل	34	76	78	18

المصدر: بالاعتماد على: ملحق (٥) ومعادلة (١).

تتباين شدة الطاقة المقدرة من الرياح على ارتفاع (٣٠م) فصلياً، إذ بلغت اعلاها عند فصل الصيف لكل من الطاقة العظمى (340 w/m2) والصغرى ((46 w/m2 والمعدل (137 w/m2)، وبلغت اقلها في الخريف لكل من الطاقة العظمى (129 w/m2) والصغرى (42 w/m2 والمعدل (77 w/m2)، مخطط (١٥).

مخطط (15) المعدلات الفصلية للطاقة الكهربائية المتولدة من الطاقة الحركية للرياح في سرعتها العظمى والصغرى والمعدل لأرتفاع 30م في محافظة النجف الأشرف لعام 2019

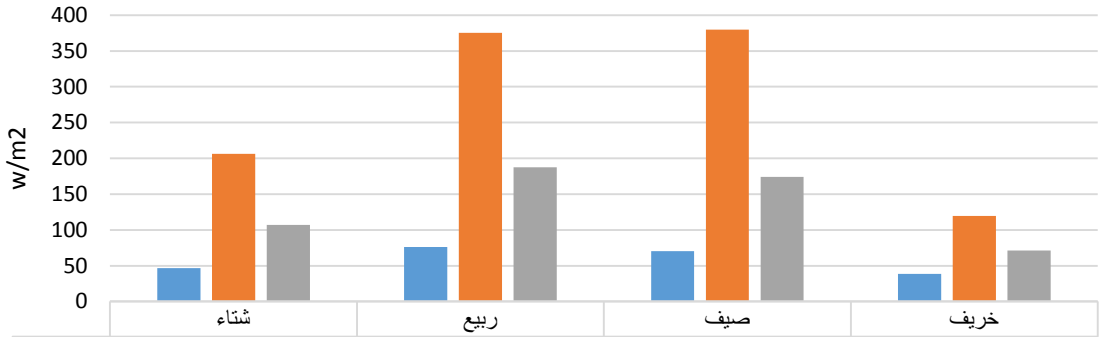


	شتاء	ربيع	صيف	خريف
صغرى	27	52	46	42
عضمى	154	337	340	129
معدل	72	153	137	77

المصدر بالاعتماد على: ملحق (٥) ومعادلة (١).

يبرز المخطط (١٦) تبايناً فصلياً في الطاقة الكهربائية المنتجة من الرياح العظمى والصغرى والمعدل عند الارتفاع (٥٠م) إذ تبلغ اعلاها في فصل الصيف بواقع (380 w/m2)للطاقة الكهروريحية العظمى و (70 w/m2)للطاقة الصغرى و (174 w/m2) لمعدل الطاقة. وبلغت ادناها في الخريف نحو (119 w/m2) للطاقة العظمى، و (39 w/m2) للصغرى و (71 w/m2) للمعدل.

مخطط (16) المعدلات الفصلية للطاقة الكهربائية المتولدة من الطاقة الحركية للرياح في سرعتها العظمى والصغرى والمعدل لأرتفاع 50م في محافظة النجف الأشرف عام 2019



	شتاء	ربيع	صيف	خريف
صغرى	47	76	70	39
عضمى	206	375	380	119
معدل	107	188	174	71

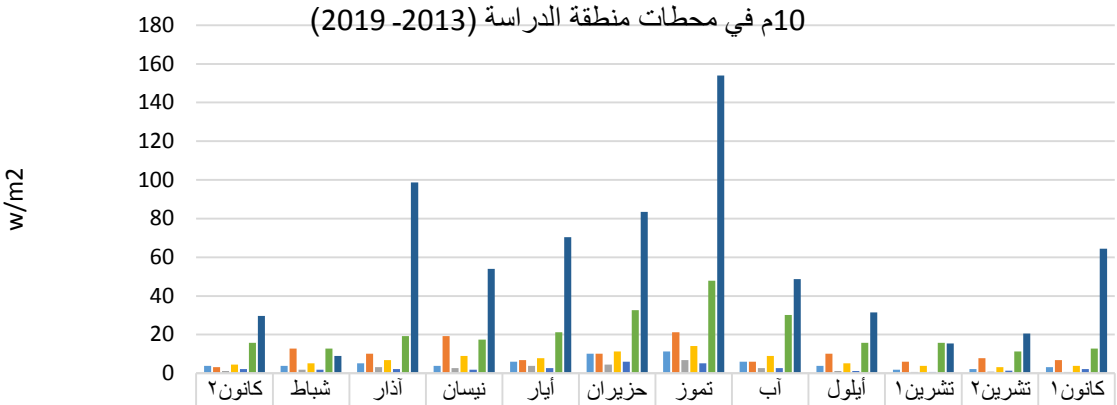
المصدر بالاعتماد على: ملحق (٥) ومعادلة (١).

تتباين قدرات الرياح المتوقعة في توليد الطاقة الكهربائية زمانياً ومكانياً بتباين سرعها المسجلة، إذ يشير المخطط (١٧) ان اعلى معدل شهري لقيم قدرة الرياح بلغت ($154\ W/M^2$) خلال شهر تموز في محطة المحمية الطبيعية ما يشير الى ان القيم العالية لقدرة الرياح ترتبط بزيادة المعدلات الشهرية لسرع الرياح المسجلة في محطات الدراسة. اما اقل معدل شهري لقيم قدرة الرياح المتوقع توليدها من سرعة الرياح فقد بلغت في محطة النجف ($0.6\ W/m^2$) خلال شهر كانون الأول، اي ان القيم الواطئة لقدرة الرياح ترتبط بانخفاض المعدلات الشهرية لسرع الرياح المسجلة في محطات الدراسة، والتي تتأثر بالتباين الزماني لخصائص مناخ المنطقة.

اما فيما يخص التباين المكاني لقيم قدرة الرياح المتوقعة في توليد الطاقة الكهربائية في محطات الدراسة فيلاحظ ان القيم تزداد ضمن محطات المنطقة الغربية والجنوبية الغربية المتمثلة

بمحطتي ناحية الشبكة (محطة شبجة، ومحطة المحمية الطبيعية) نتيجة لازدياد المعدلات الشهرية لسرع الرياح المسجلة في كل منهما بسبب طبيعة موقع المحطات وخصائص مناخها المحلي، إذ تقع في ارض صحراوية جرداء تخلو من مصدات الرياح الطبيعية والبشرية. وتقل القيم ضمن محطات المنطقة الشمالية الشرقية والشرقية والتي تتمثل بباقي محطات منطقة الدراسة، ويعود ذلك لانخفاض سرعة الرياح فيها نتيجة عدة عوامل فبعضها تقع ضمن منطقة زراعية تكثر فيها الأشجار العالية التي تصد الرياح كمحطتي المشخاب والعباسية، وبعضها تقع ضمن منطقة سكنية او مركز عمراني كمراكز المدن الحضرية التي تكثر فيها البنايات العالية والتي تعيق مجرى الرياح وتحرفها وتبطء حركتها كمحطات النجف وبحوث الطاقة وسيد الشهداء.

مخطط (17) المعدلات الشهرية للطاقة الكهربائية الممكنة من معدل سرع الرياح لأرتفاع 10م في محطات منطقة الدراسة (2013-2019)



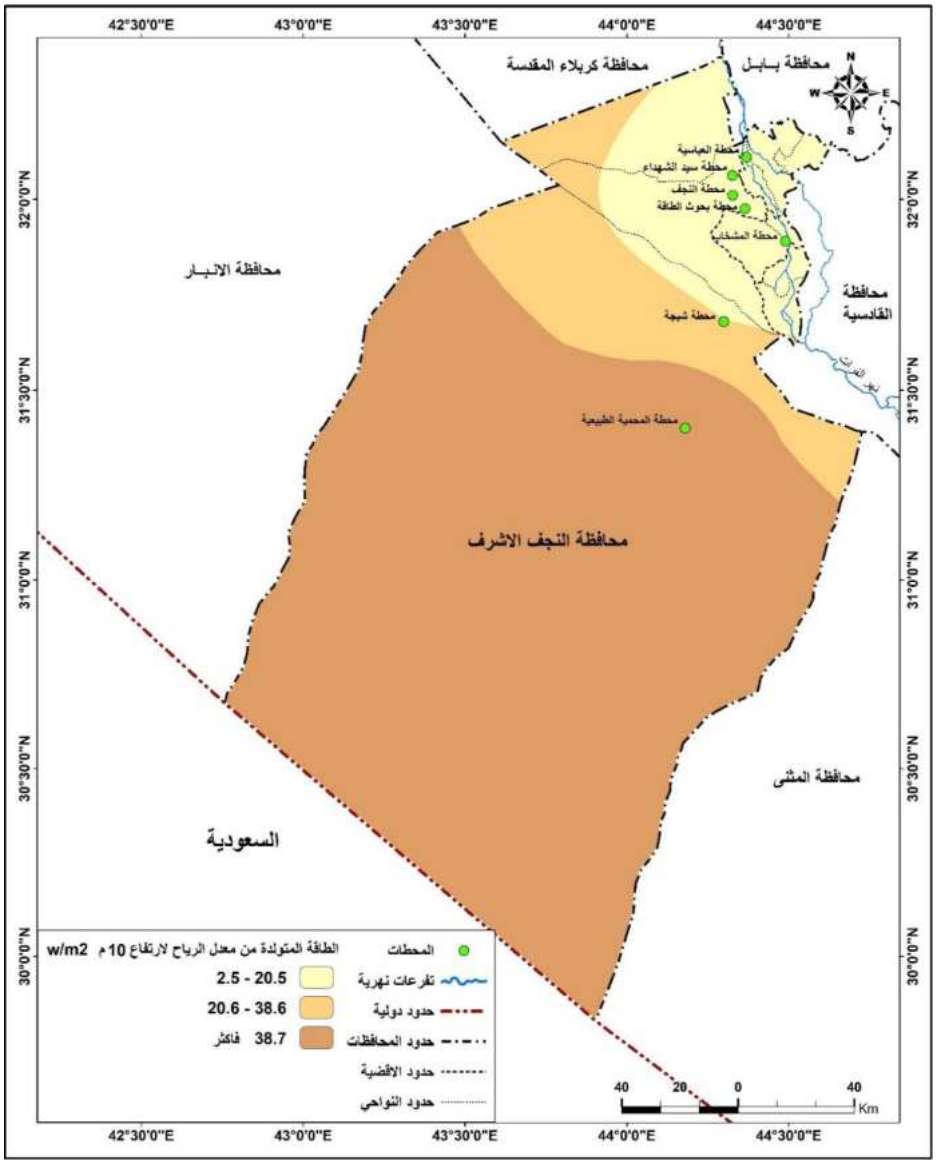
	كانون٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين١	تشرين٢	كانون١
العباسية	3.8	3.8	5.2	3.8	6.0	10.1	11.3	6.0	3.8	1.8	2.2	3.2
سيد الشهداء	3.2	12.7	10.1	19.2	6.9	10.1	21.1	6.0	10.1	6.0	7.8	6.9
النجف	1.1	1.8	3.2	2.6	3.8	4.4	6.9	2.6	1.1	0.6	0.9	0.6
بحوث الطاقة	4.4	5.2	6.9	8.9	7.8	11.3	14.2	8.9	5.2	3.8	3.2	3.8
المشخاب	2.2	1.8	2.2	1.8	2.6	6.0	5.2	2.6	1.1	0.6	1.4	2.2
الشبكة	15.7	12.7	19.2	17.4	21.1	32.7	47.8	30.1	15.7	15.7	11.3	12.7
المحمية الطبيعية	29.6	9.0	98.8	54.0	70.4	83.4	154.0	48.7	31.5	15.4	20.6	64.5

المصدر بالاعتماد على: مخطط (١) ومعادلة (١).

يتضح من خريطة (٢) تباين التوزيع المكاني لطاقة الرياح المتوقعة من كل محطة مناخية، إذ يمكن تمييز ثلاث فئات طاقية في منطقة الدراسة، الفئة الأولى وتمثل المنطقة قليلة الطاقة (٢,٥ – ٢٠,٥ W/m^2) وتشمل اغلب محطات منطقة الدراسة، في حين تضم الفئة الثانية

المنطقة متوسطة الطاقة (٢٠,٦ – ٣٨,٦ W/m^2) وتتمثل بمحطة شبجة، أما الفئة الثالثة فهي منطقة طاقة الرياح العالية، وتضم محطة المحمية.

ريطة (٢) التمثيل المكاني للطاقة المتولدة من معدل سرع الرياح على ارتفاع ١٠م في منطقة الدراسة



المصدر بالاعتماد على: مخطط (١٧)، وبأستعمال برنامج Ar GIS 10.5.

لغرض حساب دالة كثافة الاحتمالية ودالة احتمالية توزيع ويبل لسرعة الرياح في محطات الدراسة السبع حسب متوسط سرعة الرياح، ولمعرفة أكثر بصفات الرياح للمحطات يوضح الجدول (٢) كل من المتوسط الحسابي الشهري لسرعة الرياح مقاسة على ارتفاع (10 m) فوق مستوى سطح الأرض بوحدة (m/s) والانحراف المعياري لسرعة الرياح (انحراف المعدل السنوي لسرعة الرياح في كل محطة عن المعدل السنوي لسرعة رياح في منطقة الدراسة).

جدول (٢) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للمحطات الانوائية المختارة في النجف الأشرف

المحطات	المتوسط الحسابي X	الانحراف المعياري S.d
العباسية	1.9	0.3
سيد الشهداء	2.3	0.1
النجف الأشرف	1.5	0.7
بحوث الطاقة	2.2	0.2
المشخاب	1.5	0.6
الشبكة	3.1	0.5
المحمية الطبيعية	4.2	1.3
المعدل	2.4	ـــ

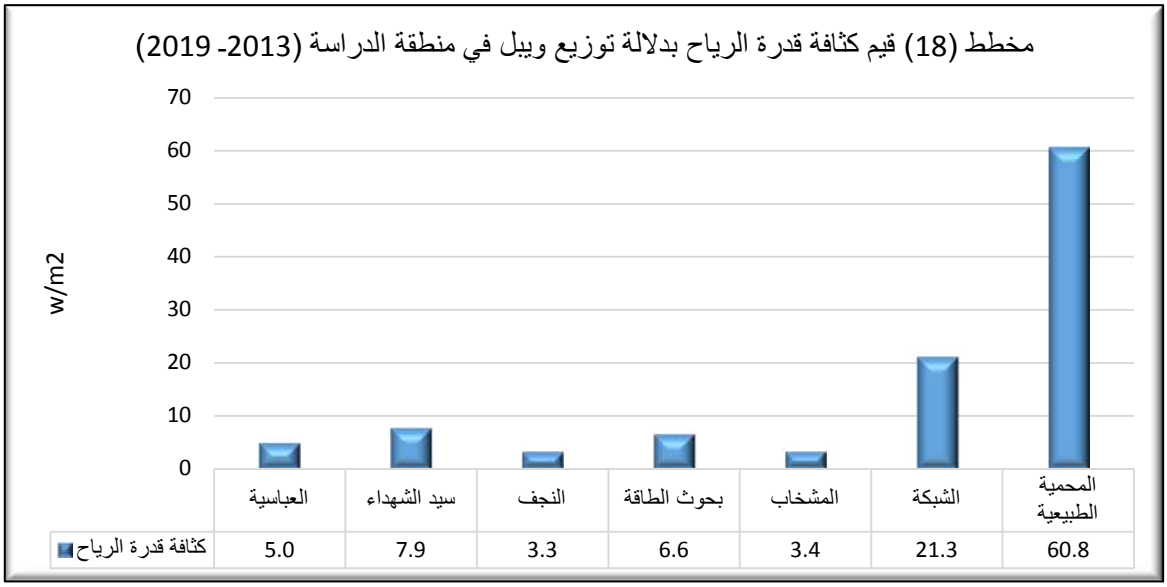
تحسب معلمة الشكل (K) (Shape Parameter) اعتمادا على المعادلة (٤)، إذ ان معلمة الشكل تحدد شكل التوزيع ومنه نحصل على معلمة القياس (A) من المعادلة (٣) والتي عادة ما تكون قيمة قريبة من المتوسط الحسابي إذ يعتمد على دالة Gamma، كما يتضح من الجدول (٣) والذي يبين قيم معلمتي الشكل (K) والقياس (A) لمحطات الدراسة السبعة في محافظة النجف الأشرف. من الجدول (٣) يمكن ملاحظة ان اعلى قيمة لمعلمة الشكل هي (٤٣,٩) في محطة سيد الشهداء واقل قيمة هي (٢,٤) لمحطة النجف، اما فيما يخص معلمة القياس نجد ان قيمها قريبة من المتوسط الحسابي لسرعة الرياح الفعلية عند مقارنتها مع الجدول (٣) وان اعلى قيمة لها عند محطة المحمية الطبيعية (٤,٧ م/ثا) واقل قيمة عند محطتي النجف والمشخاب (١,٧ م/ثا) وهذا يرجع الى قيم كل من المتوسط الحسابي والانحراف المعياري

واللذان يعتمد عليهما في حساب المعلمتين، كما مبين في المعادلتين (٣) و(٤).

جدول (٣) قيم معلمتي الشكل (K)والقياس (A) لمحطات الدراسة

المحطات	معلمة الشكل K	معلمة القياس A
العباسية	6.7	2.1
سيد الشهداء	43.9	2.3
النجف الأشرف	2.4	1.7
بحوث الطاقة	15.7	2.2
المشخاب	2.6	1.7
الشبكة	7.1	3.3
المحمية الطبيعية	3.7	4.7

ان افضل ما يمثل قدرة الرياح هو كثافة قدرة الرياح "Wind Power Density" وذلك لأن كثافة قدرة الرياح تعطي صورة واضحة عن كيفية توزيع سرعة الرياح حول المتوسط (mean) فضلا عن وجود كثافة الهواء (ρ) ضمن المعادلة إذ يمكن حسابها بدلالة معلمتي (Weibull) باستعمال المعادلة (٥) وكما مبين في المخطط (١٨)، إذ يلاحظ ان اعلى كثافة لقدرة الرياح عند محطة المحمية الطبيعية ومقدارها (٦٠,٨ w/m^2) واقل قيمة عند محطة النجف ومقدارها (٣,٣ w/m^2) إذ تعتمد هذه القيم على معلمتي الشكل والقياس كما جاء في الجدول (٣). ويرجع تباين القدرة الفعلية للرياح الى تباين سرعة الرياح بين المحطات.



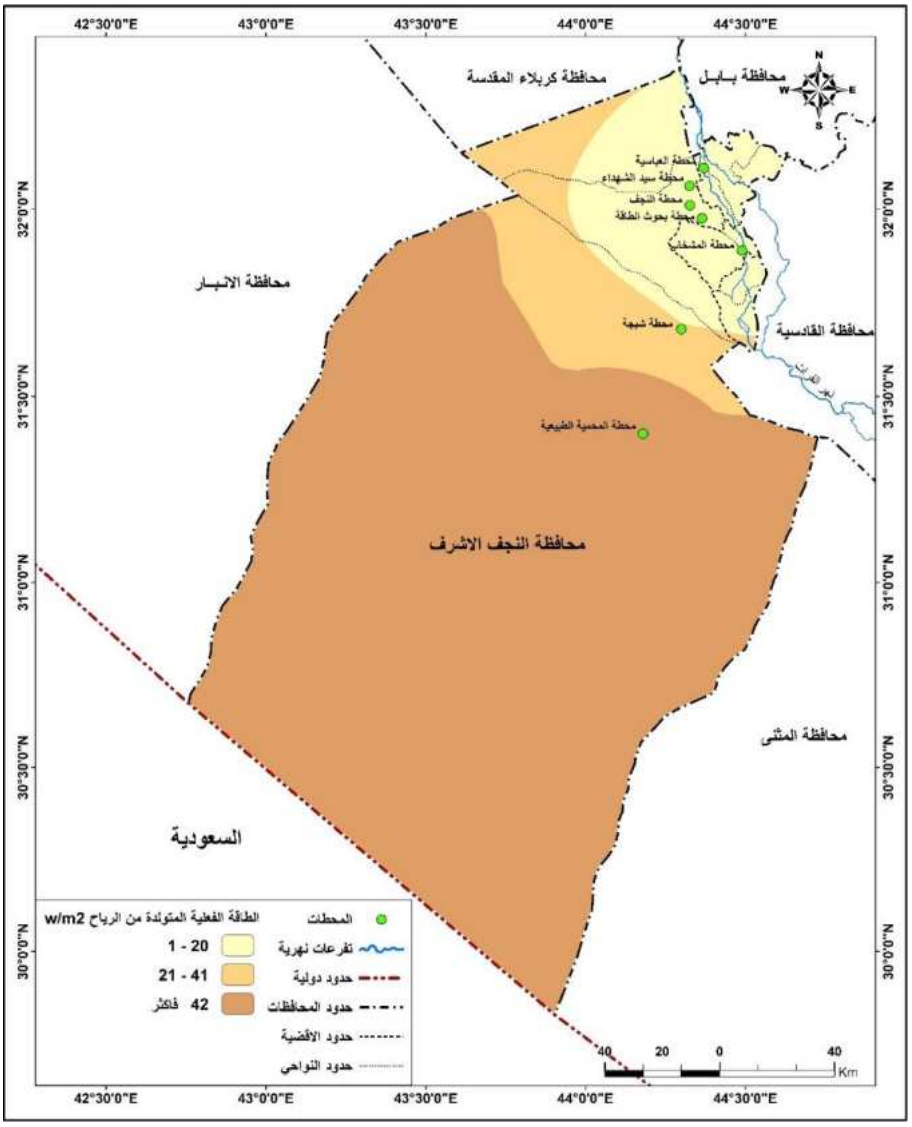
المصدر بالاعتماد على: جدول (٣) ومعادلة (٥).

يتضح من خريطة (٣) من خلال حساب كمية الطاقة الكهربائية الممكن تحويلها من الرياح يمكن تقسيم منطقة الدراسة الى ثلاث أقاليم متباينة لطاقة الرياح وفقا للمعدلات السنوية:

- **الإقليم الأول (إقليم الطاقة الرياحية العالية) .** تكون كمية الطاقة المتولدة فيه (42 w/m^2 فأكثر، ويشمل الإقليم منطقة المحمية الطبيعية (60.8 w/m2).
- **الإقليم الثاني (إقليم الطاقة الرياحية المتوسطة) .** تتراوح كمية الطاقة المتولدة فيه (w/m^2 21 . 41 w/m^2)، وتشمل محطة شبجة (21.3 w/m^2).
- **الإقليم الثالث (إقليم الطاقة الرياحية المنخفضة) .** تكون كمية الطاقة المتولدة فيه (20 w/m2) فأقل، وتشمل محطات كل من المشخاب، بحوث الطاقة، النجف، سيد الشهداء، العباسية.

لذا فأن انسب الأقاليم الكفوءة لأنتاج طاقة الرياح هو الإقليم الأول وخاصة موقع المحمية الطبيعية، ولحصاد أكبر طاقة رياح من هذا الموقع يفضل ان تستثمر على ارتفاع (٥٠م) أي ان يكون ارتفاع التوربينات (٥٠م) فيما لو تقرر انشاء مزارع للرياح في المحافظة.

خريطة (٣) معدلات قيم كثافة قدرة الرياح بدالة توزيع ويبل في منطقة الدراسة



المصدر بالاعتماد على: مخطط (١٨)، وبأستعمال برنامج Ar GIS 10.5.

النتائج

١. تتباين كمية الطاقة الكهربائية المتولدة من الرياح تبعا لتباين سرعة الرياح على ارتفاع (١٠م) خلال ساعات اليوم، إذ ترتفع خلال النهار وتصل ذروتها عند الساعة (٤:٠٠ م) إذ تصل في تموز في هذا الوقت (٦٦٣ W/m^2). كما يتضح ان الطاقة اليومية تصل ادناها خلال ساعات الليل الأولى وخاصة عند الساعة (١٠:٠٠ م). كما تتباين ساعياً عند ارتفاع (٣٠م)، وتصل قمة الطاقة المتولدة عند الساعة (٤:٠٠ م) في تموز إذ تقدر بـ (٩٤٨ W/m^2) وتتسم بالانخفاض ليلا. وتتباين ساعياً عند ارتفاع (٥٠ م) إذ تبلغ قمة الطاقة عند الساعة (٤:٠٠ م) في تموز (١١١٢ w/m^2). إذ تتزايد كثافة الطاقة الكهروريحية في منطقة الدراسة مع الارتفاع عن سطح الأرض نتيجة للتباين العمودي لسرع الرياح ضمن هذه الأرتفاعاًت.

٢. تختلف معدلات الطاقة الكهروريحية المحسوبة من معدل سرع الرياح والرياح العظمى والصغرى شهرياً عند مستوى ارتفاع (١٠م) فتصل الطاقة العظمى اقصاها في تموز (٣٩٣ w/m^2)، وادناها في شباط (٢٥ w/m^2)، وكذلك الطاقة الصغرى تبلغ اعلاها في تموز (٣٩ w/m^2) واقلها في شباط (١,٩ w/m^2)، وأيضا معدل الطاقة الكهروريحية تصل أقصاها في تموز (١٥٤ w/m^2) وادناها في شباط (٩ w/m^2). كما تتباين عند ارتفاع (٣٠ م)، إذ سجلت اعلى قيمة لها في تموز إذ قدرت الطاقة عند السرعة العظمى (٦٢١w/m2) والصغرى (١١٧ w/m2) والمعدل (٣٠٣ w/m2)، وبلغت أدني القيم في شباط، إذ تبلغ الطاقة عند الرياح العظمى (٦٨ w/m2) والصغرى (١٢ w/m2) والمعدل (٣٣w/m^2). وتتباين الطاقة الممكنة عند ارتفاع (٥٠ م) إذ بلغت اعلاها في شهر تموز عند سرع الرياح العظمى (٨٠٣ w/m2). وبلغت اقلها في تشرين الأول عند سرع الرياح الصغرى (٨ w/m2).

٣. وتتباين فصلياً عند ارتفاع (١٠م)، بلغت أقصاها صيفاً، قدرت الطاقة العظمى فيه (٢٢٠ w/m^2) والصغرى (١٧ w/m^2) والمعدل (٧٨ w/m^2) في حين سجلت ادناها خريفاً، قدرت الطاقة العظمى فيه (٥٦ w/m^2) والصغرى (٣ w/m^2) والمعدل (١٨ w/m^2). وتتباين فصلياً على ارتفاع (٣٠م)، إذ بلغت اعلاها عند فصل الصيف لكل من الطاقة العظمى (340 w/m2) والصغرى ((46 w/m2 والمعدل (137 w/m2)، وبلغت اقلها في الخريف لكل من الطاقة العظمى (129 w/m2) والصغرى (42 w/m2) والمعدل (77 w/m2). كما تتباين فصلياً في الارتفاع (٥٠م) إذ تبلغ اعلاها في

فصل الصيف بواقع (380 w/m2)للطاقة الكهروريحية العظمى و (70 w/m2)للطاقة الصغرى و (174 w/m2)لمعدل الطاقة. وبلغت ادناها في الخريف نحو (119 w/m2) للطاقة العظمى، و (39 w/m2) للصغرى و (71 w/m^2) للمعدل.

٤. يتضح التباين الزماني . الشهري . والمكاني لقدرة الرياح المتوقعة في توليد الطاقة الكهربائية في محطات الدراسة، إذ ان اعلى معدل شهري لها بلغ (154 W/M2) خلال شهر تموز في محطة المحمية الطبيعية. اما اقل معدل شهري لها فقد سجلت في محطة النجف وبلغت (0.6 W/m2) خلال شهر كانون الأول. اما التباين المكاني لقيم قدرة الرياح المتوقعة على توليد الطاقة الكهربائية في محطات الدراسة فتبين ان القيم تزداد ضمن محطات المنطقة الغربية والجنوبية الغربية المتمثلة بمحطتي ناحية الشبكة (محطة شبجة، ومحطة المحمية الطبيعية). وتقل القيم ضمن محطات المنطقة الشمالية الشرقية والشرقية.

٥. تبين ان اعلى كثافة لقدرة الرياح (وفق دلالة ويبل) عند محطة المحمية الطبيعية ومقدارها (٦٠,٨ w/m^2) واقل قيمة عند محطة النجف ومقدارها (٣,٣ w/m^2).

الملاحق

ملحق (١) سرعة الرياح الساعية على ارتفاع ١٠م في محافظة النجف ٢٠١٩.

الوقت	كانون٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين1	تشرين2	كانون1
12:00 ص	4.1	2.1	5.5	6.9	0.4	3.7	5.1	0.3	3.8	3.9	5	5.9
2:00 ص	3.6	3.4	6.9	4.9	3.7	4.8	4.3	4.3	5.5	4	4.6	5.8
4:00 ص	3.5	4.6	5.4	4.6	3.9	4.2	3.6	3.8	5	2.9	5.2	5.9
6:00 ص	3.7	3.3	4.9	3.9	4.6	4.6	4.5	4.2	4	4.7	3.9	5.2
8:00 ص	2.9	0.3	6.9	3.5	5.5	3.9	6.1	4.7	4.2	2.6	4.7	5.3
10:00ص	3.7	0.3	6.4	4.2	4.8	6.2	5.9	5.4	2	1.1	5.5	6.5
12:00 م	3.6	0.4	6.4	5.4	8.2	7.1	7.5	4.9	2.5	1.7	0.8	5.6
2:00 م	5.5	0.9	7.5	5.4	7	7.7	9.1	4.4	3.5	0.6	1.2	4
4:00 م	5.3	3.7	8.4	7.2	8.5	7.2	10.1	6.4	1.8	1.9	0.6	4.7
6:00 م	0.3	1.6	5.6	4.8	6.8	6.2	8.6	6.2	0.9	0.6	0.4	0.3
8:00 م	4.4	4.2	4.4	0.3	2.9	2	3.9	3.7	4.1	2.6	2.9	0.3
10:00 م	4	3.5	4.3	0.3	0.3	2.2	3.3	3.8	4.4	4.3	2.6	1.8

المصدر بالاعتماد على: وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة الطاقات المتجددة، مركز بحوث الطاقة المستحدثة، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠.

ملحق (٢) سرعة الرياح الساعية على ارتفاع ٣٠م في محافظة النجف ٢٠١٩.

الوقت	كانون2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين1	تشرين2	كانون1
12:00ص	7.1	3.9	6.8	8.8	0.4	0.4	8.3	0.4	7.9	4.3	6.5	7.6
2:00 ص	6.6	4.8	8.8	7	0.4	3.9	7.5	2.5	8.9	6.8	8.8	8.7
4:00 ص	6.4	6.1	6.9	6.8	4.5	5.8	7	6.7	7.1	3.1	8.6	8.9
6:00 ص	4.6	6.5	6.8	5.6	7.4	7.9	7.4	7.2	6.6	5.5	8.5	7.4
8:00 ص	3.8	1.3	7.3	3.5	6	4	6.8	5	4.7	4.3	7.2	7.1
10:00 ص	3.8	0.4	7.1	4.6	5.2	6.6	6.3	5.7	1.8	0.6	6	6.9
12:00 م	3.7	0.4	6.9	5.8	8.8	7.5	8	5.3	2.9	1.4	0.8	5.9
2:00 م	5.9	0.8	8	5.8	7.7	8.3	9.8	4.7	3.6	0.4	1.1	4.5
4:00 م	5.9	4	9.2	7.8	9.6	7.9	11.4	7	1.6	2.1	0.4	5.1
6:00 م	0.4	1.7	6.9	5.5	8	7.1	9.8	7.4	5.2	3.8	5.2	0.5
8:00 م	7.4	6.5	5.2	4	5.1	4.4	5.6	5.5	4.5	3.9	5.3	0.4
10:00 م	6.8	6.1	7.6	0.4	1.7	2.6	5	6	8	6.2	6.4	0.4

المصدر بالاعتماد على: وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة الطاقات المتجددة، مركز بحوث الطاقة المستحدثة، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠.

ملحق (٣) سرعة الرياح الساعية على ارتفاع ٥٠م في محافظة النجف ٢٠١٩.

الوقت	كانون2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين1	تشرين2	كانون1
12:00ص	8	4.3	7.6	5.5	3	3.1	8.9	3.4	8.2	3.6	5.6	8.5
2:00ص	8.5	5.4	8.9	8.6	2.9	2.9	9.4	2.9	8.5	5	7.2	7.7
4:00ص	8.5	5.6	7.8	8.4	3.5	4.3	9.3	4.7	8.2	2.2	7.9	8.7
6:00ص	5.4	6.5	8.1	6.9	6.9	8.9	8.3	8.3	7.1	3.8	7.7	8.5
8:00ص	3.4	4	7.6	3.5	6	4.2	7.7	5.4	4.8	3.2	9.5	8.8
10:00ص	3.8	2	7.3	4.6	5.4	6.7	6.5	5.9	2.2	2	5.9	6.9
12:00م	3.6	2.1	7.1	6.2	9	7.8	8.5	5.3	3	2.1	2.3	6.1
2:00م	6	2.5	8.3	10.8	8.2	8.7	10.4	4.8	4	2.3	2.4	4.7
4:00م	6	4.1	9.3	8	10	8.3	12	7.2	2	2.2	2	5.2
6:00م	2.2	2.3	7.7	5.8	8.5	7.4	10.4	7.9	5.8	3.9	5.1	2.7
8:00م	8.3	7.7	5.5	4.4	5.8	5.4	7	6.8	4.6	4.4	4.5	2
10:00م	7.6	7	8.8	4	3.6	4.7	5.6	6.2	8.5	6.2	8.2	2.1

المصدر بالاعتماد على: وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة الطاقات المتجددة، مركز بحوث الطاقة المستحدثة، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠.

ملحق (٤) سرع الرياح العظمى والصغرى والمعدل على ارتفاعات (١٠م، ٣٠م، ٥٠م) في محافظة النجف ٢٠١٩.

10 م	كانون2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين1	تشرين2	كانون1
صغرى	2.5	1.4	3.2	2.5	2.7	3.1	3.9	2.4	1.9	1.6	1.7	2.8
عظمى	4.7	3.4	7.5	6.2	6.9	7	8.5	6	5.4	4.2	4.7	6.5
معدل	3.6	2.4	5.4	4.4	4.8	5.1	6.2	4.2	3.7	2.9	3.2	4.6
30 م												
صغرى	4	2.7	4.8	3.7	3.6	3.4	5.7	3.4	3.8	2.7	4.8	3.5
عظمى	6.1	4.7	8.8	7.1	7.2	7.3	9.9	6.8	6.9	4.9	6.6	7.3
معدل	5	3.7	6.8	5.4	5.4	5.3	7.8	5.1	5.3	3.8	5.7	5.4
50 م												
صغرى	4.7	3.1	5.3	4.4	3.8	3.8	6.7	3.8	4.1	2.3	4.8	4.4
عظمى	6.9	5	8.7	8	7.2	7.1	10.8	7.3	7.1	4.3	6.6	8
معدل	5.8	4	7	6.2	5.5	5.5	8.7	5.5	5.6	3.3	5.7	6.2

المصدر بالاعتماد على: وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة الطاقات المتجددة، مركز بحوث الطاقة المستحدثة، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠.

ملحق (٥) المعدل الفصلي لسرع الرياح العظمى والصغرى والمعدل على ارتفاعات (١٠، ٣٠ ،٥٠) م في محافظة النجف ٢٠١٩.

ارتفاع 10	شتاء	ربيع	صيف	خريف
صغرى	9	16	17	3
عظمى	89	213	220	56
معدل	34	76	78	18
ارتفاع 30				
صغرى	27	52	46	42
عظمى	154	337	340	129
معدل	72	153	137	77
ارتفاع 50				
صغرى	47	76	70	39
عظمى	206	375	380	119
معدل	107	188	174	71

المصدر بالاعتماد على: وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة الطاقات المتجددة، مركز بحوث الطاقة المستحدثة، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠.

الهوامش والمصادر:

١- فريد سليم أبو حامد، طاقة الرياح العنفات الريحية، المركز العربي للتعريب والنشر، دمشق، ٢٠١٧، ص٣٠.

٢- عادل سعيد الراوي وقصي عبد المجيد السامرائي، المناخ التطبيقي، مطبعة دار الحكمة، بغداد، ١٩٩٠، ص٢٩٦.

3-Johnson Kotz and Balakrishnan, Engineering statistics Handbook Weibull Distribution, chapter 8, p.55.

4- Characteristic Effect of the shape scale, location parameter for Weibull distribution, 2006, p.140.

تم حسابها من برنامج اكسل. *

5- M. Akhlaque Ahmed, Firoz Ahmed, Assessment of Wind Power Potential for Coastal Areas of Pakistan, 2004.

6- K. Rosen, An Assessment of the potential for utility- scale wind power Generation in Eritrea, 1998. P. 46.

٧. وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠.

٨ وزارة الزراعة، مركز الأرصاد الجوية، شعبة البيانات المناخية، بيانات منشورة، بغداد، ٢٠٢٠.

٩وزار العلوم والتكنولوجيا، دائرة الطاقات المتجددة، مركز بحوث الطاقة المستحدثة، قسم الإحصاء، بيانات غير منشورة، بغداد، ٢٠٢٠.

١٠. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الفرات الأوسط التقنية، وحدة بحوث الطاقة المتجددة، بيانات غير منشورة النجف، ٢٠٢٠.

١١. وزارة الصحة والبيئة، مديرية بيئة النجف الأشرف، قسم الهواء، بيانات غير منشورة، النجف، ٢٠٢٠.

footnotes and sources

1. Farid Salim Abu Hamid, Wind energy Wind turbines, Arab Center for Arabization and Publishing, Damascus, 2017, p. 30.
2. Adel Saeed Al-Rawi and Qusay Abdul Majeed Al-Samarrai, Applied Climate, Dar Al-Hekma Press, Baghdad, 1990, p. 296
3. Johnson Kotz and Balakrishnan, Engineering statistics Handbook Weibull Distribution, chapter 8, p.55.
4. Characteristic Effect of the shape scale, location parameter for distribution Weibull, 2006, p.140.
5. M. Akhlaque Ahmed, Firoz Ahmed, Assessment of Wind Power Potential for Coastal Areas of Pakistan, 2004.
6. K. Rosen, An Assessment of the potential for utility-scale wind power generation in Eritrea, 1998. p. 46.
7. Ministry of Transport, General Authority for Meteorology and

Seismic Monitoring, Climate Department, unpublished data, Baghdad, 2020.

8. Ministry of Agriculture, Meteorological Center, Climatic Data Division, published data, Baghdad, 2020
9. Ministry of Science and Technology, Department of Renewable Energy, Center for New Energy Research, Department of Statistics, unpublished data, 2020, Baghdad.
10. Ministry of Higher Education and Scientific Research, Al-Furat Al-Awsat Technical University, Renewable Energy Research Unit, unpublished data, 2020, Najaf.
11. Ministry of Health and Environment, Najaf Environment Directorate, Air Department, unpublished data, Najaf, 2020.