

تحليل أثر اتجاهات التغير طويلة المدى في سرعة الرياح وعلاقتها بإنتاج كثافة طاقة الرياح، في المنطقة الشرقية لمحافظة ميسان

م.د. محمد وحيد حسن حسين الساعدي

المديرية العامة لتربية ميسان

sa3dy.1363@gmail.com

الملخص:

تم انجاز تقييم الجدوى من تأثيرات اتجاهات التغير المناخي في سرعة الرياح بالاستعانة بمعامل مان-كيندال و معامل الانحدار (sen,s slope) للمدة ١٩٩٠-٢٠٢٠ ولمستويات مختلفة من الارتفاع عن مستوى سطح البحر، واتضح من خلال تحليل الاتجاه للتغير ان السلسلة الزمنية سجلت اتجاه سلبيا كبيرا في سرعة الرياح، وان اكثر الأشهر تأثيرا بهذا الاتجاه السلبى كان لأشهر الصيف رغم تسجيلها اعلى قيم لسرعة الرياح الشهري، اما من حيث انتاج الطاقة والمستويات الارتفاع (١٠، ٣٠، ٤٠، ٦٠، ٨٠م) فأعلى الأشهر تسجيلا لإنتاج طاقة الرياح، تمثل بشهري حزيران وتموز نحو (٣٨٣٩٦,٥، ٦٧٥٩٨,٥، ٨١٠٨٠,٩، ٨٤٧١١,٩، ١٠٤٤٩,٤) كيلو/واط، (٣٣٩١٨,٩، ٦٠٩١٨,١، ٦٧٠٠٥,٦، ٧٣٤٨٥,٧، ٩١٤٨٤,٢) كيلو/واط، بينما اقل الأشهر انتاجا للطاقة فتمثل بشهر كانون الأول نحو (٤٨٩٦,٨، ٨٢٨٨,٦، ٩٩٩٨,٦، ١٠٩٣٥,٤، ١٢٩٨٠,٩) كيلو/واط.

الكلمات المفتاحية: مان-كيندال، طاقة الرياح، كثافة الهواء، التوربين، كثافة طاقة الرياح

Analysis of the impact of long-term trends in wind speed and its relationship to the production of wind energy intensity, In the eastern region of Missan province

Dr. Mohammed Waheed Hassan Hussein Al-Saadi
General Directorate of Maysan Education

Abstract:

The feasibility evaluation of the effects of climatic change trends on wind speed was carried out using the Mann-Kendall coefficient and the (sen,s slope) coefficient for the period 1990-2020 and for different levels of altitude above sea level, and it was clear through the trend analysis of change that the time series recorded a negative trend Great in wind speed, and that the months most affected by this negative trend were the summer months, although they recorded the highest values of the monthly wind speed. June and July are about (38396.5, 67598.5, 81080.9, 84711.9, 10449.4) k/w, (33918.9, 60918.1, 67005.6, 73485.7, 91484.2) k/w, while the least energy-producing months are represented in December, about (4896). 8, 8288.6, 9998.6, 10935.4, 12980.9) k/w.

Keywords: Mann-Kendall, wind energy, air density, turbine, wind energy intensity

DOI: <https://doi.org/10.36317/kaj/2024/v1.i59.13302>

Kufa Journal of Arts by University of Kufa is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

مجلة آداب الكوفة - جامعة الكوفة مرخصة بموجب ترخيص المشاع الإبداعي 4.0 الدولي.



١-المقدمة:

تعد الطاقة من العناصر الضرورية والمؤثرة في حياتنا، في الأونة الأخيرة بدأت الدول بالتحقق من إمكانية استخدام طاقة الرياح كإحدى موارد الطاقة البديلة وذلك من أجل تقليص اعتمادها على المصادر الطاقة الأخرى وتعزيز أمن الطاقة لديها (AL-Yahyai et al., 2010)، تعد طاقة الرياح من موارد الطاقة المتجددة التي يمكن الحصول عليها في معظم دول العالم (Pashardes & Christofides, 1995)، كما يعد حصاد الطاقة على نطاق عالمي ومستدام واقتصادي أحد التحديات الرئيسية لهذا القرن. مع الأسواق الناشئة والدول الصناعية الجديدة ونقص الموارد الحالية، ستستمر هذه المشكلة في النمو. تلعب طاقة الرياح، في السيناريو الحالي، دورًا مركزيًا، كونها المصدر الأسرع نموًا للطاقة في جميع أنحاء العالم، ومع ذلك، لا يزال يتعين تحقيق الاستدامة الاقتصادية طويلة الأجل لطاقة الرياح (Garcia-Sanz & Houppis, 2012) تعتبر طاقة الرياح إحدى أعمدة نظام الطاقة منخفض الكربون في المستقبل، في حين أن هناك إجماعًا علميًا واسعًا على أن الكهرباء الناتجة عن الرياح تحتوي على نسبة منخفضة من ثاني أكسيد الكربون (Thess & Lengsfeld, 2022)، الأسباب الأخرى وراء الميل إلى موارد الطاقة المتجددة تشمل: تقلبات أسعار النفط، الرغبة في توفير أمن الطاقة دون انقطاع، والآثار البيئية الناتجة عن ذلك منها انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (Coetzee et al., 2018)، في بعض الدراسات العالمية تم الاعتماد على جوانب مختلفة من تقييم سرعة الرياح في حين البعض منها تم الاهتمام بنوعية التوربينات وخصائصها لإنتاج طاقة الرياح (Akpınar & Akpınar, 2005) قام (Eichelberger et al., 2008)، بتحليل حقول الرياح السطحية من مجموعة مكونة من ١٤ عضوًا من عمليات محاكاة GCM لتقييم تأثير تغير المناخ العالمي على سرعات الرياح القريبة من السطح باستخدام سيناريوهات A1 و B2 الصادرة من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC). إذ كشفت النماذج على مستوى العالم، أن المناطق التي تحتوي على النسب المثوية للنماذج والتي تُظهر قيمًا متزايدة لسرعة الرياح السنوية حتى عام ٢٠٥٠. وعلى مستوى العراق هناك جملة من الدراسات اهتمت بدراسة بالطاقة البديلة منها (لبنى حسين داموك الفرطوسي، ٢٠٢١، إيات عبد الكريم عاجل وزميلها، ٢٠١٩،

تحليل أثر اتجاهات التغير طويلة المدى في سرعة الرياح وعلاقتها بإنتاج كثافة طاقة الرياح، (٢٠٣)

سولاف عدنان النوري، ٢٠١٤، وتوصلت الى إمكانية استخدام طاقة الرياح في العراق.

٢- مشكلة الدراسة:

أ- ما هو الاتجاه العام لسرعة الرياح في منطقة الدراسة؟

ب- هل تتمتع المنطقة بالظروف المناسبة لإنتاج الطاقة البديلة المتمثلة بالطاقة الكهرو ريحية؟

٣- فرضية الدراسة:

أ- هنا اتجاه سلبي لسرعة الرياح لمدة الدراسة وتشهد انخفاضا ملحوظا في سرعة الرياح لمنطقة الدراسة.

ب- تتمتع منطقة الدراسة بالظروف المواتية لإنتاج الطاقة الريحية لاسيما سرعة الرياح المرصودة الشهرية.

٤- هدف الدراسة:

الهدف من الدراسة تحليل وتقييم خصائص سرعة الرياح فضلا عن تحديد إمكانية إنتاج كثافة طاقة الرياح والإفادة منها في محافظة ميسان.

٥- موقع منطقة الدراسة:

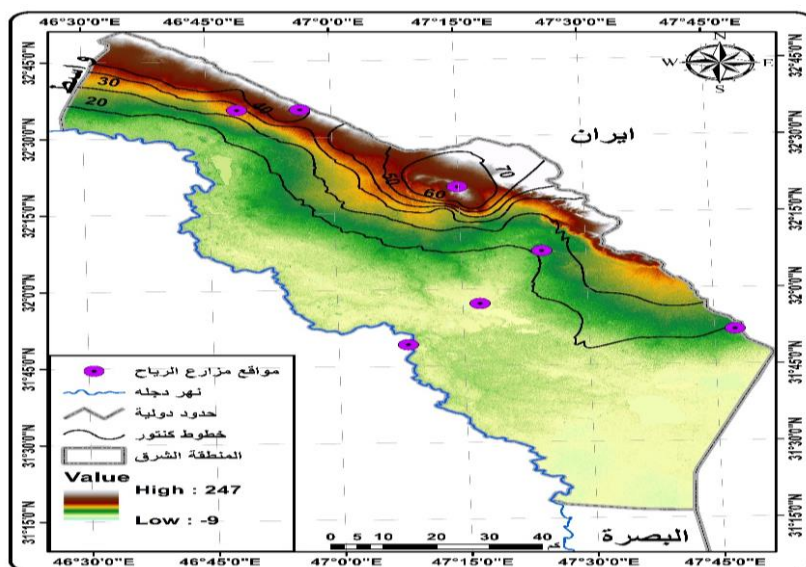
تتمثل منطقة الدراسة بمحافظة ميسان التي تقع في الجزء الجنوب الشرقي من العراق اذ يتمثل الموقع الجغرافي بإحاطتها من الشمال بمحافظة واسط ومن الشرق إيران ومن الجنوب محافظة البصرة في حين تحدها محافظة ذي قار من الغرب، وكذلك ان موقعها الفلكي فينحصر بدائرتي (٨ ٣١-٥٢ ٣٢) شمالا وخطي طول (٤٦ ٣٢-٥٢ ٤٧) شرقا (Al-Saadi, 2023). ايضا في هذه الدراسة تم الاعتماد على مجموعة من المواقع الفلكية والجغرافية بهدف تحليل و تقييم كثافة طاقة الرياح فيها ، كما جاء الاختيار على المواقع، بناء على عامل الارتفاع في المنطقة الشرقية من محافظة ميسان اذ تمثل هذه المواقع توزيع مكاني امثل لمزارع الرياح فضلا عن المشاريع الاقتصادية القائمة في هذه المنطقة وجدوى إقامة هذه المزارع من الناحية الطبوغرافية و ابتعادها عن مصادر الطاقة في محافظة ميسان، أيضا تم اختيار المواقع وفقا الى المشاريع المقامة في المنطقة الشرقية من محافظة ميسان منها ؛ منفذ الشيب الحدودي ، موقع البازركان النفطي، موقع سيد نور النفطي، و الزبيدات (تلال البند)، موقع جلات الصناعي وموقع محمية غزال الريم الجدول (١) والخريطة (١).

تحليل أثر اتجاهات التغير طويلة المدى في سرعة الرياح وعلاقتها بانتاج كثافة طاقة الرياح، (٢٠٤)

جدول (١) خصائص الجغرافية ومعامل الوعورة لسطح الارض (Z_0) للجزء الشرقي من محافظة ميسان

الموقع	خط الطول	دائرة العرض	الارتفاع (م)	Z_0
بازركان	47°24'47.768"E	32°7'25.408"N	30	0.05
سيد نور	47°17'12.257"E	31°57'10.948"N	10	0.05
شيب	47°47'30.255"E	31°51'38.87"N	30	0.05
جلات	46°56'24.4"E	32°35'36.3"N	60	0.05
محمية غزال الريم	46°48'28.078"E	32°35'17.745"N	60	0.05
تلال البند	47°14'10.045"E	32°21'20.852"N	80	0.09

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي ومخرجات برنامج Arc gis v10.5



تحليل أثر اتجاهات التغير طويلة المدى في سرعة الرياح وعلاقتها بإنتاج كثافة طاقة الرياح، (٢٠٥)



خريطة (١) موقع منطقة الدراسة

المصدر: بالاعتماد على مخرجات برنامج Arc gis v10.5

٦- تحليل اتجاهات التغير في سرعة الرياح للمدة ١٩٩٠-٢٠٢٠:

في هذا البحث تم الاعتماد على معامل مان -كيندال للارتباط وبالاستعانة بمعامل اتجاه الانحدار (Sen,s slope) لتحديد اتجاه التغيرات الشهرية لسرعة الرياح في محطة العمارة، اذ يبين الجدول (٢) ٢٠٢٠-٢٠١٠ شهد اتجاهها سالبا في سرعة الرياح لمعظم الأشهر للدورة المناخية المدروسة، فضلا عن ذلك ان الاتجاه كان بمعنوية ٠,٠٥، اذ تشير النتائج لشهر كانون الثاني اتجاهها سالبا بقيمة (٠,٠٣٩ م/ثا، في حين ان معدل العام لهذا الشهر بلغ نحو (٢,٧) و اعلى سرعة سجلت لهذا لشهر لمدة الدراسة نحو (٤,٢ م/ثا) وادنى سرعة كانت بمقدار (١,٩ م/ثا) و بانحراف معياري نحو (٠,٦٠٨)، بينما شهر شباط بلغت قيمة الاتجاه التغير بمقدار (٠,٠٣٧) و بمعدل نحو (٣,٠ م/ثا) أيضا نلاحظ ان اعلى قيمة مسجلة للدورة و لهذا الشهر كانت بنحو (٤,٨ م/ثا) فضلا عن ذلك يبين الانحراف المعياري تزايدا في قيمه خلال هذا الشهر مما يدل على ارتفاع قيمة التغير عن المعدل بمقدار (٠,٦٣٠)، في حين ان اتجاه التغير بدء يرتفع خلال شهر آذار اذ بلغت قيمة التغير نحو (٠,٠٤٨-) وأيضا كان الاتجاه سالبا مما يبين انخفاض سرعة الرياح لهذا الشهر، وبلغ المعدل للدورة بمقدار (٣,٧ م/ثا) و اعلى قيمة لسرعة الرياح بمقدار (٥,٩ م/ثا)، كما لاحظنا مع بدء فصل الربيع زادت قيم سرعة الرياح وتزامن مع

الزيادة أيضا في اتجاه التغير اذ بلغ خلال شهر نيسان نحو(٠,٠٥٥-) وان هذه القيمة ذات دلالة إحصائية بمعنوية ٠,٠٥ مما يؤكد اتجاه التغير في رفض الفرضية الصفرية والاستجابة للفرضية البديلة، كما ان المعدل للدورة المناخية كبرى بلغ نحو(٣,٧٥/م/ثا) واعلى سرعة بلغت بمقدار(٥,٧/م/ثا) في حين بلغت قيمة التغير لسرعة الرياح في شهر أيار بمقدار(٠,٠٤٠-) وان المعدل بلغ نحو(٣,٨/م/ثا) و قيمة الانحراف المعياري بمقدار(٠,٨٧)، بحلول فصل الصيف اخذ الاتجاه انحدارا كبيرا اذ تبين نتائج التحليل ان قيمة اتجاه التغير لشهر حزيران بلغت نحو(٠,٠٨٠-) وان معدل الدورة بمقدار(٥,٣/م/ثا) و بلغ الانحراف المعياري نحو(١,٢) فضلا عن ذلك ان شهر تموز شهد ارتفاعا في اتجاه التغير بمقدار(٠,١٠٩-) و بمعدل للدورة المناخية نحو(٥,١/م/ثا) وبانحراف معياري (١,٥) كما ان شهر اب يأتي بالمرتبة الثانية بعد شهر تموز بأعلى الأشهر تأثراً بالتغير اذ بلغ الاتجاه نحو(٠,٠٨٩-) و بمعدل (٤,٤٩/م/ثا) وقيمة الانحراف المعياري بلغت بمقدار(١,٦) في حين نشاهد عند حلول فصل الخريف اخذت قيم الاتجاه بالانخفاض مقارنةً بفصل الصيف اذ بلغت للأشهر أيلول، تشرين الأول، تشرين الثاني نحو(٠,٠٧٠-، ٠,٠٢٩-، ٠,٠٥٠-) على التوالي، واخذ التناقص بالاستمرار اذ بلغت اتجاه التغير لشهر كانون الأول نحو(٠,٠٥٠-) و بمعدل (٢,٦/م/ثا).

نستنتج مما ورد أعلاه ان عقد التسعينات شهد ارتفاعا ملحوظا في سرعة الرياح وكما يشير الشكل(١) لكن بحلول العقد الالفيه الثانية اخذت سرعة الرياح للدورة المناخية و للسلسلة الزمنية بالاستقرار النسبي واخذت اتجاهها منخفضا في التغير باستثناء اشهر فصل الصيف الذي شهد اتجاهاً حاداً وسلبياً بالمقارنة مع فترة التسعينات من القرن الماضي و ممكن الاستدلال على ذلك بنشاط المرتفع المداري فضلا عن سيطرة الظروف المدارية على المنطقة بفضل التدرج الحراري الكبير بين الاتجاه العام لزيادة معدلات اتجاه الرياح الشمالية بالمقارنة مع الاتجاهات الأخرى و مما ورد في دراسات كثيرة في العراق، أيضا ان عامل الطوبوغرافي المتمثل بخشونة سطح الأرض يلعب دورا هاما في سرعة الرياح على محطة الدراسة، ان اعلى سرعة للرياح سجلت لفصل الصيف مما يؤكد ما ورد أعلاه بالتدرج الحراري و انعكاسه على التدرج الضغطي الكبير المؤثر في سرعة الرياح، أيضا تبين النتائج عدم تباين سرعة الرياح و يرجع السبب الى التباين الزمني لقيم الضغط الجوي مما ينعكس على منحدرها واثاره المرتبطة بشكل مباشر على الرياح. كما ان السيطرة التامة لمنظومة المنخفض الموسمي خلال فصل الصيف على العراق ولفترة طويلة فضلا عما أشار أعلاه لامتداد المرتفع المداري على المناطق الواقعة على بحر المتوسط لعبت دورا مهما في استمرارية ارتفاع سرعة الرياح على منطقة الدراسة(Hassan & Al-Asadi, 2023).

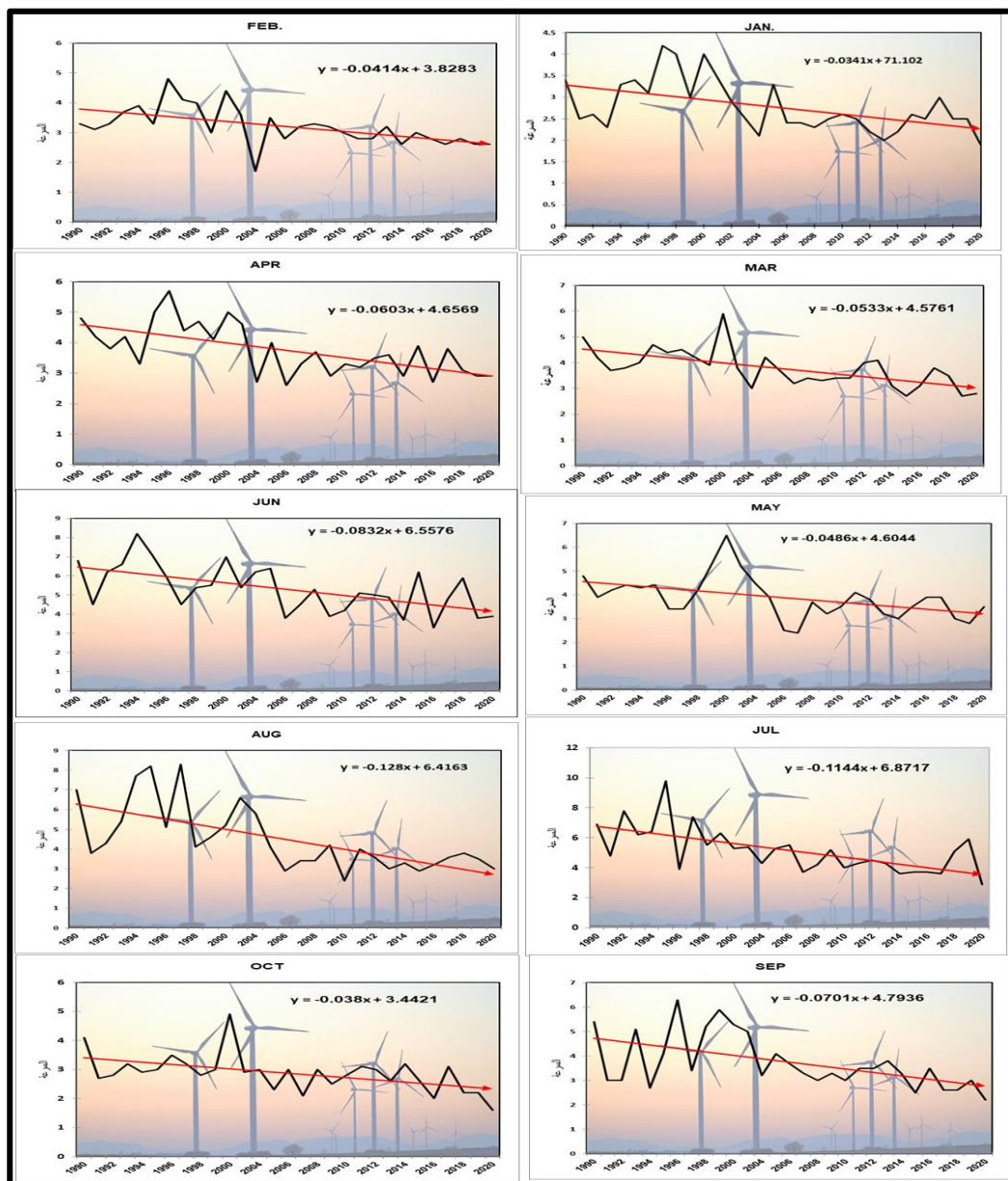
تحليل أثر اتجاهات التغير طويلة المدى في سرعة الرياح وعلاقتها بإنتاج كثافة طاقة الرياح، (٢٠٧)

جدول (٢) الخصائص الإحصائية لسرعة الرياح (م/ثا) واتجاهات التغير المرصودة للمدة ١٩٩٠-٢٠٢٠

Variable month	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation	Kendall's tau	Sen's slope:
JAN.	1.9	4.2	2.766	0.608	-0.348	-0.0309
FEB.	1.7	4.8	3.207	0.630	-0.526	-0.037
MAR	2.7	5.9	3.776	0.717	-0.488	-0.048
APR	2.6	5.7	3.752	0.814	-0.448	-0.055
MAY	2.4	6.5	3.876	0.876	-0.371	-0.040
JUN	3.3	8.2	5.310	1.218	-0.429	-0.080
JUL	2.9	9.8	5.155	1.516	-0.521	-0.109
AUG	2.4	8.3	4.497	1.650	-0.491	-0.089
SEP	2.2	6.3	3.741	1.098	-0.388	-0.070
OCT	1.6	4.9	2.872	0.629	-0.323	-0.029
NOV	1.7	5.2	2.831	0.824	-0.467	-0.050
DEC	1.7	3.9	2.666	0.643	-0.588	-0.050

المصدر: بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، ٢٠٢٠ ومخرجات برنامج .xlstat

تحليل أثر اتجاهات التغير طويلة المدى في سرعة الرياح وعلاقتها بإنتاج كثافة طاقة الرياح، (٢٠٨)



شكل (١) اتجاه التغير للمعدلات السنوية والشهرية لسرعة الرياح (م/ثا) للمدة ١٩٩٠-٢٠٢٠
المصدر: بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأتواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، ٢٠٢٠
ومخرجات برنامج xlstat.

٧- تحليل وتقييم كفاءة سرعة الرياح لإنتاج كثافة طاقة الرياح:

بالإمكان تحويل الطاقة الحركية للرياح الى طاقة كهربائية وذلك باستخدام وتوظيف وسائل وسيطة لاسيما منها التوربينات الخاصة بإنتاج طاقة الرياح لكن لابد من تطبيق جملة من العمليات الرياضية لمعرفة أفضل التوربينات استخداما لإنتاج طاقة الرياح منها:

المعادلة ١:

$$P = \frac{1}{2} \rho A u^3$$

$$WPD = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \rho u^3$$

المعادلة ٢:

حيث: P = تسمى كثافة طاقة الرياح (WPD)

الذي يجمع بين تأثير توزيع سرعة الرياح في الموقع واعتماده على كثافة الهواء وسرعة الرياح. بسبب الوضع الطبيعي تقلبات سرعة الرياح وعلاقة السرعة التكعيبية يجب استخدام WPD لجميع قيم الرياح خلال الفترة وليس لمتوسط واحد طويل الأجل (أي شهرياً وسنوياً). إذا تم استخدام متوسط واحد طويل الأمد لحساب WPD، إذن سيتم التقليل من WPD في حالة توفر الظروف الشهرية فقط، عامل نمط الطاقة (EPF) يمكن تطبيقه من خلال المعادلة (٢) للتغلب على التقليل. EPF هي النسبة بين متوسط المكعبات لكل نقطة بيانات مقسومة على مكعب المتوسط لسلسلة من بيانات

المعادلة ٣:

$$EPF = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (\text{monthly mean})^3}{(\text{annual mean})^3}$$

٧-١ كثافة الهواء:

$$P = \frac{1}{2} \rho A u^3 EPF$$

كثافة الهواء تعتمد على عامل الارتفاع والضغط الجوي ودرجة الحرارة، وعند الارتفاع عن مستوى سطح البحر ينخفض الضغط الجوي اذ يتزامن مع الارتفاع انخفاض حجم كتلة الهواء وفي النتيجة سرعة الرياح عند مستويات مختلفة (الارتفاع/انخفاض) تقل مخرجات الطاقة من التوربينات في المناطق المرتفعة، وتستخرج كثافة الهواء من المعادلة الآتية:

المعادلة ٤:

$$\rho = \frac{P}{R} (\text{kg/m}^3)$$

هنا P تعنى الضغط الجوي، R الثابت الخاص بالغاز و مقدار (٢٨٧) و T درجة حرارة الهواء بمقياس كلفن (C+273.15) ان قيمة الضغط الجوي المعياري عند مستوى سطح البحر

تحليل أثر اتجاهات التغير طويلة المدى في سرعة الرياح وعلاقتها بإنتاج كثافة طاقة الرياح، (٢١٠)

تكون ١٠١٣ ملليبار عند مستوى درجة حرارة ١٥°، والثابت لكثافة الجو يساوي (1.225kg/m²) ولاستخراج قيمة الثابت لكثافة الجو لكل شهر، قمنا بتعويض قيمة معدل درجة حرارة لكل شهر للسلسلة الزمنية في المعادلة وذلك بهدف الحصول على مخرجات كثافة الهواء وتطبيق معادلة (١).

٢-٧- التقدير الراسي لسرعة الرياح:

يتم تسجيل معظم قياسات سرعة الرياح من محطات الأرصاد الجوية التي يتم تثبيتها عادة في ١٠ أمتار فوق سطح الأرض، لكن توربينات الرياح أعلى من ذلك بكثير. لذلك، من المستحسن دراسة سرعة الرياح عند ارتفاعات مختلفة لتحديد أفضل الارتفاع لتوربينات الرياح، يمكن حساب الرياح عند المستويات الأعلى باستخدام قانون اللوغاريتمي:

المعادلة ٥:

$$v_2 = v_1 \frac{\ln(z_2/z_0)}{\ln(z_1/z_0)}$$

اذ ان:

v_1 هي سرعة الرياح المعروفة عند ارتفاع z_1 و v_2 سرعة الرياح المتوقعة عند ارتفاع z_2 ؛ z_0 هو طول الخشونة عند موقع الاهتمام. يتم أخذ z_2 ك ٠,٤، للخشونة للغاية (التضاريس الوعرة) وغير المتساوية تضاريس (AL-Yahyai et al., 2010).

٣-٧- حساب المقطع العرضي للرياح:

في المعادلة (١) ورد A ونعني هنا مساحة المقطع العرضي للرياح وتستخرج بناءً على قطر و مساحة الدائرة للريش التوربين أي بمعنى اعتماد على اجتياح مساحة التوربين وتستخرج من المعادلة الاتية:

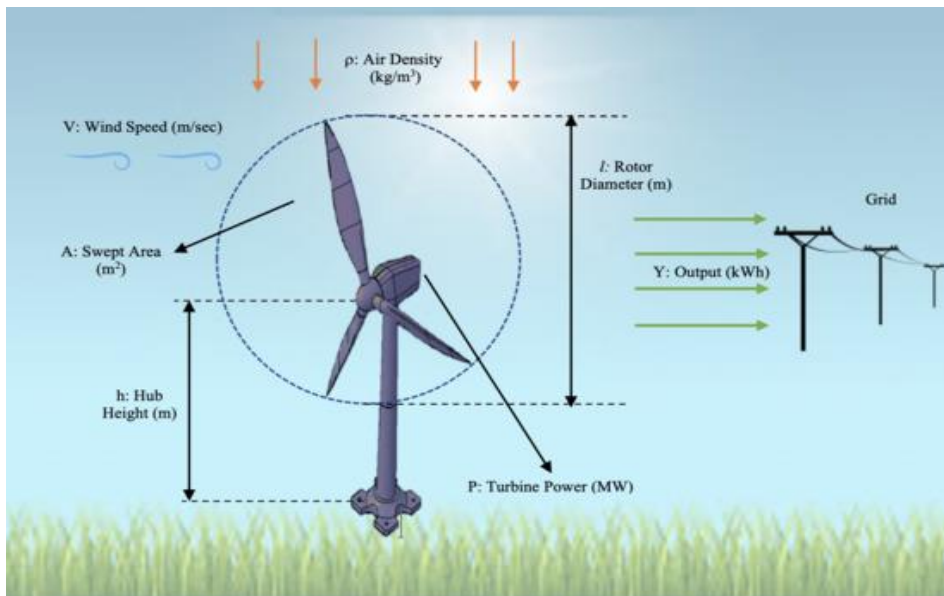
المعادلة ٦:

$$\text{Area} = \pi r^2$$

اذ ان: r = طول القطر يساوي طول ريش التوربين
 Π = الثابت مقداره (٣,١٤١٥٩) (Sairam, 2013) الشكل (١).

تحليل أثر اتجاهات التغير طويلة المدى في سرعة الرياح وعلاقتها بإنتاج كثافة طاقة الرياح، (٢١١)

شكل (١) المعادلات المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية باستخدام التوربين



SOURCE: Ayaz Atalan, Y., Tayanç, M., Erkan, K., & Atalan, A. (2020). Development of nonlinear optimization models for wind power plants using box-Behnken design of experiment: A case study for Turkey. Sustainability, 12(15), 6017.

وبناء على ما تقدم، فإن الطاقة المتاحة لتوربينات الرياح تعتمد على كثافة الهواء (عادة حوالي ١,٢ كجم / م^٣) ، والمنطقة المنحرفة لشفرات التوربينات (تخيل دائرة كبيرة يتم تكوينها بواسطة الشفرات الدوارة) ، وسرعة الرياح. من الواضح أن المدخلات الأكثر تغيراً هي سرعة الرياح. ومع ذلك، فإن سرعة الرياح هي أيضاً المتغير الأكثر تأثيراً لأنها مكعبة، في حين أن المدخلات الأخرى ليست كذلك.

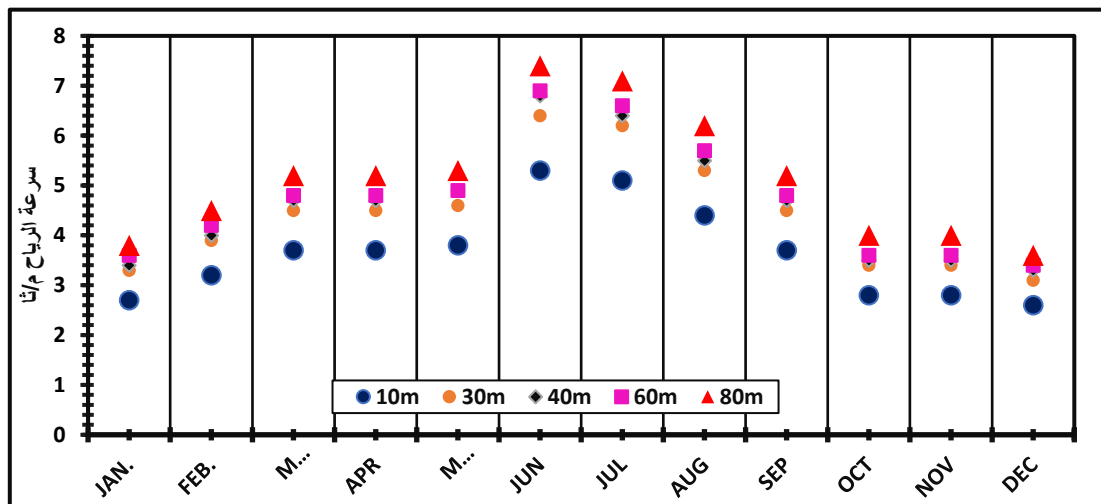
ويتضح من الجدول (٣) الشكل (٢) أن قيمة كثافة الهواء تتباين بحسب كل شهر فضلاً عن ذلك أن هناك اختلاف في سرعة الرياح بحسب التوزيع الراسي للرياح إذ تبين أن شهر كانون الثاني ولارتفاع (١٠، ٣٠، ٤٠، ٦٠، ٨٠ متر) بلغ نحو (٢,٧، ٣,٣، ٣,٤، ٣,٦، ٣,٨) م/ثا، على التوالي ، وكذلك الحال لشهر شباط نحو (٣,٢، ٣,٩، ٤، ٤,٢، ٤,٥) م/ثا، على التوالي ، في حين ارتفعت قيم السرعة خلال شهر آذار مقارنة بالشهر السابقة نحو (٣,٧، ٤,٥، ٤,٧، ٤,٨، ٥,٢) م/ثا على التوالي ونفس القيم انطبقت لشهر نيسان ، إذ بلغت السرعة لشهر أيار نحو (٣,٨،

٤،٦، ٤،٩، ٤،٩، ٥،٣) م/ثا على التوالي ، في حين بحلول فصل الصيف زادت سرعة الرياح بشكل كبير بسبب الانحدار الضغطي اذ بلغت لشهر حزيران نحو(٥،٣، ٦،٤، ٦،٨، ٦،٩، ٧،٤) م/ثا، وأيضا انخفاضا ضئيلا لشهر تموز نحو(١،٥، ٢،٦، ٤،٦، ١،٧) م/ثا على التوالي واستمر الانخفاض لشهر اب نحو(٤،٤، ٣،٥، ٥،٧، ٢،٦) م/ثا، وبحلول فصل الخريف اخذ الانخفاض يظهر بشكل كبير مقارنة بأشهر الصيف بمقدار(١) م/ثا، اذ بلغت القيم للسرعة الرياح لشهر أيلول(٣،٧، ٥،٤، ٧،٤، ٨،٤، ٢،٥) م/ثا، وأيضا الحالة تنطبق على شهري تشرين الأول وتشرين الأول بمقدار(٨،٢، ٤،٣، ٥،٣، ٦،٣، ٤،٤) م/ثا، في حين شهر كانون الأول سجل سرعة للرياح بمقدار(٦،٢، ١،٣، ٣،٣، ٤،٣، ٦،٣) م/ثا وان هذا الانخفاض في سرعة الرياح يرجع بالأساس الى الحالة المستقرة للجوء خلال اشهر الشتاء والخريف لسيطرة المرتفع السيبيري الذي يرافق تقدمه حالات الاستقرار النسبي لحركة الرياح فوق منطقة الدراسة.

جدول (٣) كثافة الهواء والتباين الراسي لسرعة الرياح (م/ثا) في منطقة الدراسة

الارتفاع الامتري	$\rho = \frac{P}{R} (kg/m^3)$ $P = p/r * t$	10m	30m	40m	60m	80m
JAN.	1.24	2.7	3.3	3.4	3.6	3.8
FEB.	1.23	3.2	3.9	4	4.2	4.5
MAR	1.18	3.7	4.5	4.7	4.8	5.2
APR	1.18	3.7	4.5	4.7	4.8	5.2
MAY	1.16	3.8	4.6	4.9	4.9	5.3
JUN	1.14	5.3	6.4	6.8	6.9	7.4
JUL	1.13	5.1	6.2	6.4	6.6	7.1
AUG	1.14	4.4	5.3	5.5	5.7	6.2
SEP	1.15	3.7	4.5	4.7	4.8	5.2
OCT	1.17	2.8	3.4	3.5	3.6	4
NOV	1.21	2.8	3.4	3.5	3.6	4
DEC	1.23	2.6	3.1	3.3	3.4	3.6

المصدر: بالاعتماد على مخرجات معادلة (٤) و(٥).



شكل (٢) التباين الشهري في سرعة الرياح (م/ثا) لارتفاعات مختلفة المصدر: بالاعتماد على جدول (٣).

٨- حساب كثافة إنتاج طاقة الرياح:

بعد تطبيق مجمل المعادلات الواردة أعلاه وإدخال القيم على المعادلة (١) بهدف الحصول على طاقة الرياح اتضح من الجدول (٤) والشكل (٣) ان شهر كانون الثاني بلغت قيم الإنتاج فيه ولخمس مستويات من الارتفاع نحو (٥٥٢٥,٦، ١٠٠٧٩,٩، ١١٠٢٤,٣، ١٣٠٨٦,٤، ١٥٣٩٠,٩) كيلوواط، على التوالي، في حين خلال شهر شباط بلغ الإنتاج نحو (٩١٢٥,٨، ١٦٥٠٤,١، ١٧٨٠٦,٥، ٢٠٦١٣,٢، ٢٥٣٥٣,٣) كيلوواط، على التوالي، اذ يلاحظ من القيم الإنتاج هناك ارتفاعا تصاعديا بحسب المستويات الارتفاع مما يؤكد ان للارتفاع وخشونة السطح في الطبقات الأعلى لها دورا مباشرا في سرعة الرياح و انعكاسها على قيم الإنتاج للطاقة ، أيضا الحالة تبين انه كلما تقدما باتجاه اشهر الربيع و الصيف نشهد تصاعدا في الإنتاج ، اذ بلغت قيم الطاقة خلال شهر اذار نحو (١٣٥٣٢,٤، ٢٤٣٢٢,٧، ٢٧٧١٢، ٢٩٥١٨,٨، ٣٧٥٣٠,٥) كيلوواط، والحالة تنطبق على شهر نيسان بنفس القيم و ذلك بسبب ان سرعة الرياح نفسها الوارد خلال شهر اذار ، في حين خلال شهر أيار زادت قيم الإنتاج نحو (١٤٤٠٥,٢، ٢٥٥٤٠,٢، ٣٠٨٧٠,٢، ٣٠٨٧٠,٢، ٣٩٦٠٤,١) كيلوواط، واعلى قيم الإنتاج سجلت لشهر حزيران نحو (٣٨٣٩٦,٥، ٦٧٥٩٨,٥، ٨١٠٨٠,٩، ٨٤٧١١,٩، ١٠٤٤٩,٤) كيلوواط، شهد شهر تموز واب انخفاضاً ضئيلاً مقارنة بشهر حزيران اذ بلغ الإنتاج للطاقة نحو (٣٣٩١٨,٩، ٦٠٩١٨,١، ٦٧٠٠٥,٦، ٧٣٤٨٥,٧، ٩١٤٨٤,٢) (٢١٩٧٠,٤، ٣٨٣٩٠,٦، ٤٢٩٢٠,٣، ٤٧٧٥٥,٣، ٦١٤٥٧,٢) على التوالي، كما ان الحالة لم تختلف كثيرا و من الواضح اشهر الخريف شهدا انخفاضا حادا بالمقارنة مع اشهر الصيف اذ سجل شهر أيلول من انتاج الطاقة

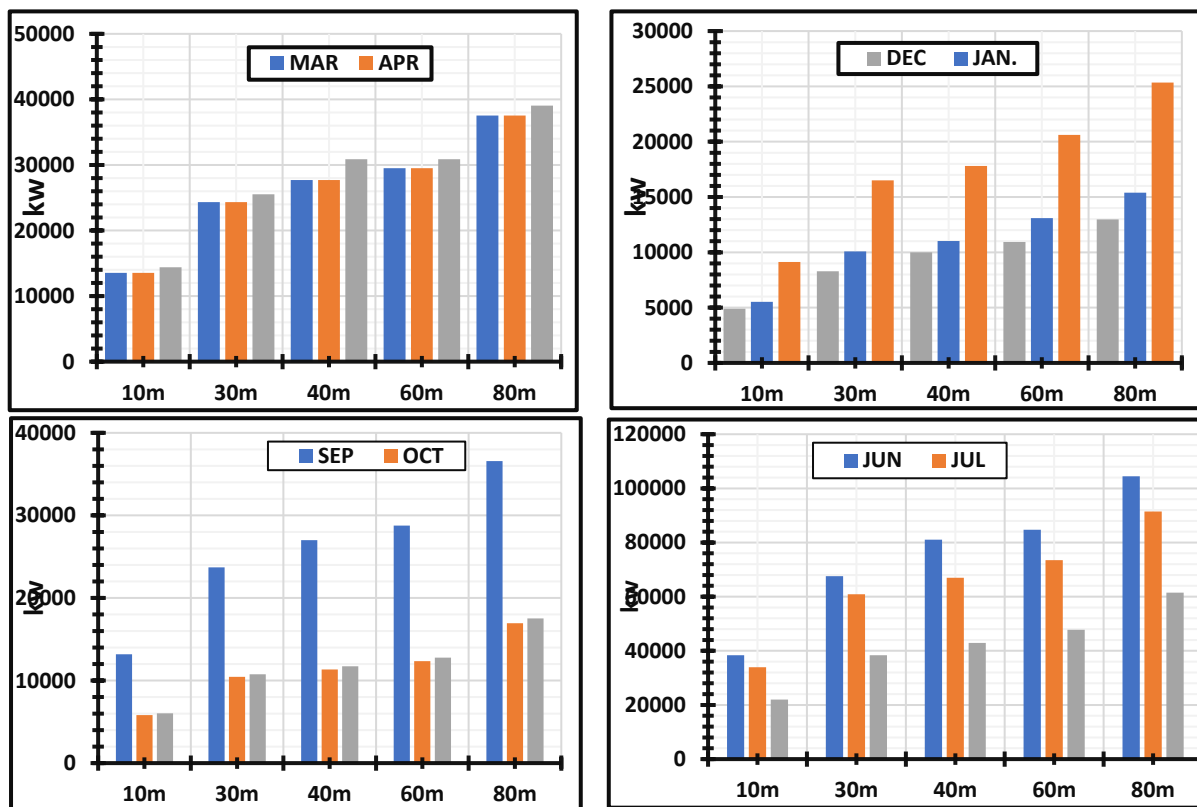
تحليل أثر اتجاهات التغير طويلة المدى في سرعة الرياح وعلاقتها بإنتاج كثافة طاقة الرياح، (٢١٤)

بمقدار (١٣١٨٨,٦، ٢٣٧٠٤,٣، ٢٧٠٠,٥، ٢٨٧٦٨,٣، ٣٦٥٧٦,٤) كيلو/واط، وخلال شهر تشرين الأول نحو (٥٨٢٢,٤، ١٠٤٤٠,٢، ١١٣٤٧، ١٢٣٤٧,٧، ١٦٩٣٧,٩) كيلو/واط، في حين لشهر تشرين الثاني بلغت قيم الإنتاج نحو (٦٠٢١,٤، ١٠٧٥٧,٦، ١١٧٣٤,٩، ١٢٧٦٩,٨، ١٧٥١٦,٩) كيلو/واط، وأقل الشهر إنتاجاً للطاقة سجلت لشهر كانون الأول بمقدار (٤٨٩٦,٨، ٨٢٨٨,٦، ٩٩٩٨,٦، ١٠٩٣٥,٤، ١٢٩٨٠,٩) كيلو/واط على التوالي، نستنتج مما ورد أعلاه أن أعلى الأشهر تسجيلاً لقيم الإنتاج تمثلت بأشهر الصيف وأقلها إنتاجاً شهر الشتاء وذلك بسبب الاستقرار النسبي وسيطرة المرتفع السيبيري على أجواء منطقة الدراسة بينما خلال الصيف الحالة تنطبق عكسياً لأن خلال هذا الفصل من السنة تشهد المنطقة وصول امتدادات المنخفض الموسمي للمنطقة فضلاً عن اتجاه العام للرياح المتمثلة بالرياح الشمالية الغربية التي تتزامن مع سيطرة المرتفعات على إقليم بحر المتوسط وتركيا لذا بسبب التدرج الضغطي بين إقليمتين مختلفتين تهب الرياح بأعلى سرعة مما تنعكس على ارتفاع قيم إنتاج الطاقة في منطقة الدراسة.

	10m	30m	40m	60m	80m
JAN.	5525.6	10079.9	11024.3	13086.4	15390.9
FEB.	9125.8	16504.1	17806.5	20613.2	25353.3
MAR	13532.4	24322.7	27712.02	29518.8	37530.5
APR	13532.4	24322.7	27712.02	29518.8	37530.5
MAY	14405.3	25540.2	30870.2	30870.2	39064.1
JUN	38396.5	67598.5	81081.9	84711.9	104494.3
JUL	33918.9	60918.1	67005.6	73485.7	91484.2
AUG	21970.4	38390.6	429202.8	47755.3	61457.2
SEP	13188.6	23704.3	27007.5	28768.3	36576.4
OCT	5822.4	10440.9	11347.04	12347.7	16937.9
NOV	6021.4	10757.6	11734.9	12769.8	17516.9
DEC	4896.8	8288.6	9998.6	10935.4	12980.9

جدول (٤) كثافة إنتاج الشهري لطاقة الرياح (كيلو/واط) في منطقة الدراسة

المصدر: بالاعتماد على مخرجات المعادلات (١ - ٦)



شكل (٣) التوزيع الشهري والفصلي لكثافة إنتاج طاقة الرياح (كيلو/واط) في منطقة الدراسة
المصدر: بالاعتماد على الجدول (٤).

٩- الاستنتاجات:

- ١- بينت نتائج تحليل الاتجاه التغير ان سرعة الرياح وللسلسلة الزمنية تتجه نحو الانخفاض واخذ الاتجاه سلبيا لمدة الدراسة.
- ٢- اتضح ان هناك تباين بين عقود الدراسة اذ تبين ان مدة التسعينات كانت سرعة الرياح اعلى بكثير عن العقد الثاني (٢٠١٠-٢٠٢٠).
- ٣- اعلى طاقة للإنتاج سجلت خلال شهري حزيران وتموز بينما اقل الأشهر انتاجا للطاقة سجله شهر كانون الأول.
- ٤- بينت النتائج لخشونة السطح فضلا عن الارتفاع دور كبير بزيادة إنتاج طاقة الرياح.

الهوامش:

- ١) لبنى حسين الفرطوسي (٢٠٢١)، أثر المناخ في إنتاج الطاقة الكهربائية وامكاناته في استثمار الطاقة البديلة في محافظتي البصرة و كربلاء، رسالة ماجستير (غ.م) كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة.
- ١) آيات عبد الكريم عاجل والكناني، مالك ناصر (٢٠١٩)، التغير في اتجاهات الرياح من القطاعات الجنوبية، مجلة كلية التربية، عدد ٣٦.
- ١) سولاف عدنان النوري والساكني، عبير يحيى، (٢٠١٤)، إمكانية سرعة الرياح في العراق ودورها في إنتاج الطاقة الكهربائية، مجلة كلية التربية الأساسية، عدد، ١٨.

المصادر:

١. آيات عبد الكريم عاجل والكناني، مالك ناصر (٢٠١٩)، التغير في اتجاهات الرياح من القطاعات الجنوبية، مجلة كلية التربية، عدد ٣٦.
 ٢. سولاف عدنان النوري والساكني، عبير يحيى، (٢٠١٤)، إمكانية سرعة الرياح في العراق ودورها في إنتاج الطاقة الكهربائية، مجلة كلية التربية الأساسية، عدد، ١٨.
 ٣. لبنى حسين الفرطوسي (٢٠٢١)، أثر المناخ في إنتاج الطاقة الكهربائية وامكاناته في استثمار الطاقة البديلة في محافظتي البصرة و كربلاء رسالة ماجستير (غ.م) كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة.
- Akpinar, E. K., & Akpinar, S. (2005). An assessment on seasonal analysis of wind energy characteristics and wind turbine characteristics. *Energy Conversion and Management*, 46(11–12), 1848–1867.
- Al-Saadi, M. W. H. H. (2023). Analysis and modeling of drought effects based on drought indicators in the eastern region of Missan. *Journal of Sustainable Studies*, 5(2).
- AL-Yahyai, S., Charabi, Y., Gastli, A., & Al-Alawi, S. (2010). Assessment of wind energy potential locations in Oman using data from existing weather stations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(5), 1428–1436.
- <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.01.008>
- Coetzee, R. A. M., Mwesigye, A., & Huan, Z. (2018). A numerical analysis and optimization of the dynamic performance of a multipurpose solar thermal system for residential applications. *Science and Technology for the Built Environment*, 24(10), 1156–1173.
- Eichelberger, S., McCaa, J., Nijssen, B., & Wood, A. (2008). Climate

change effects on wind speed. North American Windpower, 7, 68–72.

Garcia-Sanz, M., & Houppis, C. H. (2012). Wind energy systems: control engineering design. CRC press.

Hassan, M. W., & Al-Asadi, K. A. W. H. (2023). Analysis of large-scale correlations on temperatures over Iraq. Arab Gulf Journal of Scientific Research, 41(1), 2–17. <https://doi.org/10.1108/AGJSR-05-2022-0046>

Pashardes, S., & Christofides, C. (1995). Statistical analysis of wind speed and direction in Cyprus. Solar Energy, 55(5), 405–414.

Sairam, K. (2013). The influence of radial area variation on wind turbines to the axial induction factor. University of Cincinnati.

Thess, A. D., & Lengsfeld, P. (2022). Side Effects of Wind Energy: Review of Three Topics—Status and Open Questions. Sustainability (Switzerland), 14(23). <https://doi.org/10.3390/su142316186>

