الارتقاء بالبحوث العلمية طريقنا لخدمة المجتمع

تصميم وتصنيع توربين الرياح سافونيس ودراسة خصائصه

ياسين حميد محمود ، عبد السميع فوزي عبد العزيز ، مصطفى عقيل فيصل

قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

معلومات البحث

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة ، طاقة الرياح، توربينات الرياح، توربين سافونيس ، منظومة الرياح العمودية

الاسم: ياسين حميد محمود

البريد الاليكتروني: d.yaseen.ph.sc@tu.edu.iq

رقم الهاتف:

الملخص

تم تصنيع وبناء منظومة عمودية تعمل على طاقة الرياح. وذلك للحصول على افضل نموذج يعمل في محافظة صلاح الدين يمكن من خلاله زيادة الكفاءة. إنَّ المساحة الإجمالية للتوربين بلغت ($0.49m^2$). حيث تم تثبيت المنظومة على ارتفاع (8 m). وتم اختبار المنظومة المصنعة لمدة ثلاثة أشهر (شباط ، آذار، نيسان) 2018 ضمن محافظة صلاح الدين، وجد بان المنظومة تعمل ضمن سرعة (m/s) 3.5 ،كان افضل 378 rpm في سرعة رياح 6.2 m/s منها تم الحصول على قدرة التوربين 55.8 watt ، كما تم تصميم مولد كهربائي يعمل في سرعة دوران بطيئة وله قدرة توليد كهربائية جيدة.

المقدمة

تعتبر طاقة الرياح احدى انواع الطاقات المتجددة وهي طاقة نظيفة لا ينتج عنها اي انبعاثات غازية وهي متجددة باستمرار. زاد الاهتمام بهذه الطاقة في الآونة الاخيرة نتيجة ازدياد التلوث بسبب استخدام الوقود الاحفوري. عمل العديد من الباحثين على تطوير توربينات الرياح الافقية والعمودية لاستخدامها في توليد الطاقة الكهرباء وكذلك لرفع المياه من الابار [1–5]. تم في هذه الدراسة مقارنة عملية لتوربين رياح بشفرتين واخر بثلاثة شفرات ووجد ان التوربين ذو الشفرتين ذو كفاءة اعلى من ثلاث شفرات. حيث كان عرض التوربين الى طوله يساوي 1 وحصل على اعلى نسبة سرعة طرف شفره (λ) يساوي1 [6]. كما تم دراسة تأثير عدد الشفرات على اداء تور بينات الرياح العمودية نوع سافيونيس ووجد العزم ومعامل القدرة مع سرعة الرياح ، ووجد ايضا ان افضل نسبة سرعة طرف شفره باستخدام توربين ذو ثلاثة شفرات وافضل نسبة سرعة طرف ريشه 0.55 عند سرعة رياح7) m/s) [7]. عمل الباحث على تصميم وتصنيع توربين رياح عمودي باستخدام شفرات خفيفة وذات انحاء جيدة .حيث استخدم هذا التوربين على الطرقات السريعة وكان الهواء الناتج عن حركة المركبات كافي لدوران التوربين. حيث تم توصيل الشفرات بواسطة شفت وان الشفت متصل مع المولد الكهربائي [8] . عمل الباحثون على تصنيع توربين رياح بقطر 0.6 m ذو شفرات ثلاثة ،كما تم ربط مولد كهربائي مباشرتا مع التوربين حيث وجد ان اعظم معامل قدرة 0.26 ،عند سرعة رياح 10m/s و 651 rpm واستخدم لا نتاج قدرة صغيرة [9]. عمل الباحثون على تدوير شفرات توربين رياح بواسطة مصدر خارجي للرياح وكانت المنظومة المصنعة تتكون من شفت ثبت عليه شفرتين بشكل مزدوج كما ثبت في نهاية الشفت قرص دوار ونظم مركزيا بحيث عند دوران الشفرات يدور القرص الدوار اوتوماتيكيا .واستخدمت المنظومة عمليا لرفع المياه من الابار [10].

الجانب النظري

ان اساسيات تحويل طاقة الرياح تتضمن ما يأتي:

1- طاقة الحركية Kinetic Energy :

ان الطاقة الحركية تقاس بالجول من خلال العلاقة الاتية [11]

$$E_{air} = \frac{1}{2}mV^2 - - - -(1)$$

حيث E_{air} تمثل طاقة الهواء ، و m تمثل الكتلة وتقاس (kg) تمثل V السرعة وتقاس ب (m/s)

ولإيجاد الطاقة الحركية لتوربينات الرياح سوف يتم ادخال مفهوم الكثافة والحجم ستصبح العلاقة رقم (1) بالشكل التالي

$$E_{air} = \frac{1}{2}\rho vV^2 - - - (2)$$

حيث ρ تمثل كثافة الهواء وتقاس ب $(\frac{Kg}{m^3})$ وقيمته 1.225 و v الحجم ويقاس ب (m^3) .

قدرة توربين عبارة عن الطاقة الحركية مقسومة على الزمن وتعطى بالعلاقة التالية :

$$p = \frac{1}{2}\dot{m}V^2 \quad ------(3)$$

من ميكانيك الموائع سوف ندخل مفهوم المساحة حيث ان المساحة ناتجة عن دوران شفرات التوربين تعطى بالعلاقة :

$$\dot{m} = \frac{dm}{dt} = \rho AV \quad ----(4)$$

$\dot{m}$ تقاس بوحدة $\frac{kg}{s}$.

وقدرة الهواء تعطى بالعلاقة التالية حيث A مساحة الدوار التوربين:

$$P = \frac{1}{2}\rho AV^3 \quad ---------(5)$$

وطبقا للعلاقة $P=FV$ قوى الدفع (N) للدوار ب [6]

$$F = \frac{1}{2}\rho AV^2 \quad -------(6)$$

ولكن من العلاقة $T=R\times F$ [6], يكون العزم للدوار $(N\cdot m)$ حيث R هو نصف قطر الدوار ، و H هو ارتفاع الدوار و D هو قطر الدوار التوربين

$$T = \frac{1}{2}\rho AV^2R \quad ------(7)$$

$$A = H.D \quad --------(8)$$

القدرة للتوربين العمودي سافونيس هي :

$$P = \frac{1}{2}\rho HDV^3 \quad -------(9)$$

2-معامل القدرة (C_p) The Power Coefficient :-

ليس كل طاقة الرياح تتحول الى طاقة كهربائية بواسطة توربينات الرياح حيث ان هناك استهلاك للطاقة الحركية بواسطة الدوار من معادلة (5) سوف نجد معامل القدرة (C_p) , وهذه تمثل كفاءة نقل الطاقة بواسطة التوربين [6، 11] وكالاتي :

$$C_p = \frac{p_m}{p} = \frac{2p_m}{\rho AV^3} \quad -----(10)$$

اي ان هذا العامل هوكفاءة تحويل طاقة الرياح الى طاقة توربين ومن ثم الى طاقة كهربائية حيث P_m هي القدرة الميكانيكية على المحور الدوار بعد مرورها على التوربين

$$P_m = \frac{1}{2}\rho AV^3C_P \quad ------(11)$$

3 - نسبة سرعة الطرف Tip Speed Ratio TSR

وتعرف حسب قيم الابعاد للدوار الخاص بتوربينات الرياح [12] ،كالاتي

$$TSR = \lambda = \frac{V_{tip}}{V} = \frac{\omega R}{V} \quad -----(12)$$

حيث ω تمثل السرعة الزاوية و R نصف قطر الدوار و V_{tip} السرعة الطرفية للشفرة

الجانب العملي

تم تصميم وتصنيع جميع اجزاء المنظومة حيث تقسم هذه الاجزاء الى اجزاء ميكانيكية و كهربائية والشكل (1) يوضح تركيب المنظومة المصنعة.

شكل (1) يوضح تركيب المنظومة المصنعة

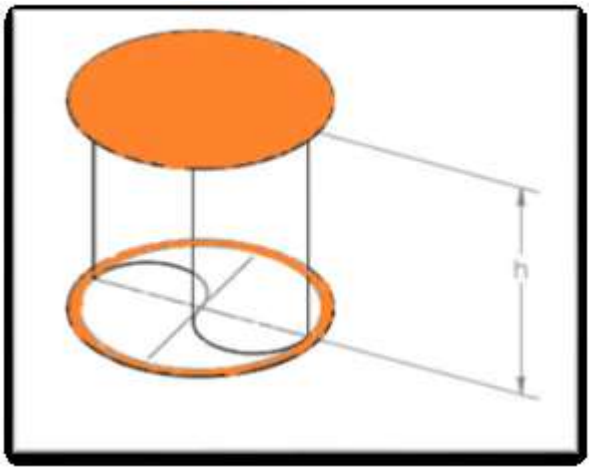
الاجزاء الميكانيكية

1 – الهيكل المعدني

تم استخدام هيكل معدني من حديد زاوية بسمك (5 ملم) ، وارتفاع 180 cm تم استخدام الهيكل لتثبيت جميع مكونات المنظومة مثل المولد الكهربائي والتوربين كما ان الهيكل يعطي للنظام قوة امام تحديات الرياح . الشكل (1) يوضح هيكل المنظومة.

2– توربين الرياح

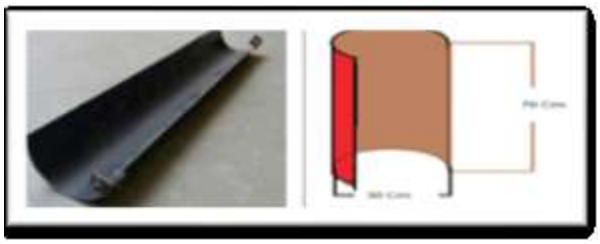
تم تصميم التوربين من اقراص دوارة عدد اثنان من الحديد ذات قطر (30 Cm) ، يثبت بينهما من المركز شفت معدني ذو طول (180 cm) تثبت الشفرات ما بين القرص المعدني والشفت باستخدام براغي شكل (2) يوضح قاعدة التوربين.



شكل (2) يوضح قاعدة التوربين

3– الشفرات

تم تصنيع شفرات الدوارة ، من شرائح الحديد (3 mm) و بأبعاد (cm 70×30) وباستخدام مثبتات وبراغي تثبت الشفرات شكل (3) يوضح شفرة الدوار التوربين.



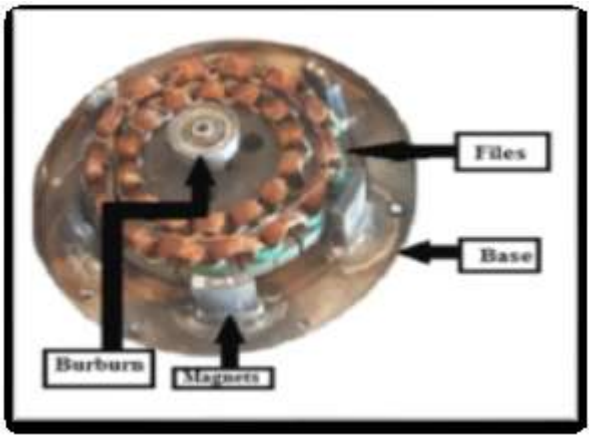
الشكل (3) يوضح شفرة الدوار التوربين

الاجزاء الكهربائية

وتتضمن جهاز توليد الكهرباء من الرياح والتوصيلات الكهربائية

جهاز توليد الكهرباء

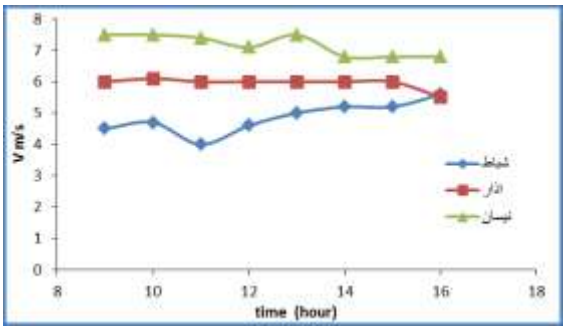
تم تعديل مروحة سقفيه بالاستفادة من الملفات والاجزاء الميكانيكية واضافة مغانط ثابتة ومنتظمة عدد (5) بحيث يدور الملف داخل المجال المغناطيسي ،يعمل الجهاز على توليد فولتية مستمر ة بحدود 15 V شكل (4) يوضح اجزاء جهاز التوليد.



شكل (4) يوضح اجزاء جهاز توليد الكهرباء المصنع

النتائج والمناقشة

تم دراسة سرعة الرياح مع الزمن خلال ثلاثة اشهر لمدينة تكريت العراق عند خط طول (43.679) وخط عرض (34.616) ومن خلال الدراسة نلاحظ ان هذه المنطقة تكون فيها سرعة الرياح منخفضة الى متوسطة، على مدار السنة. من خلال الشكل (5) نلاحظ أن سرعة الرياح لشهر شباط تتراوح بين (4–4.5)m/s.اما شهر اذار زادت فيه سرعة الرياح من (6–6.5)m/s ومن خلال ملاحظة هذه السرع تم الاخذ بتصميم منظومة تعمل بسرعة رياح منخفضة ولها الإمكانية على توليد طاقة كهربائية

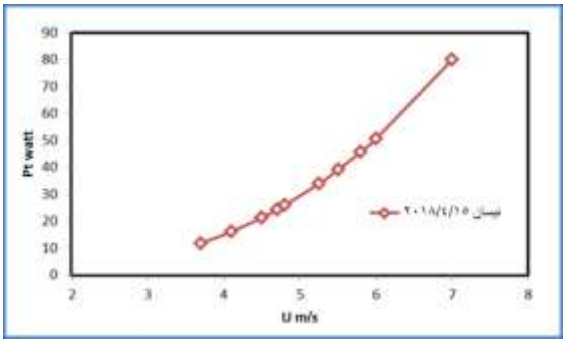


شكل (5) يمثل العلاقة بين سرعة الرياح والزمن .

تم تصنيع المنظومة من مواد محلية الصنع بخصائص معينة يوضح الجدول(1) الخصائص الهندسية للمنظومة المصنعة .

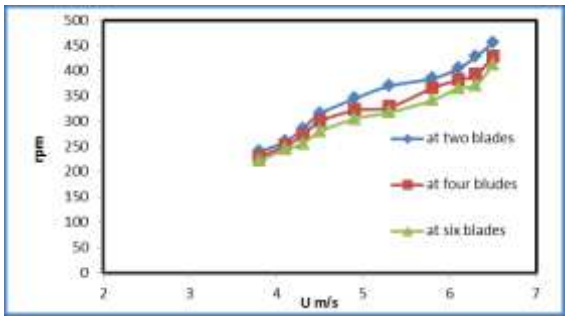
الجدول (1) يمثل الخصائص الهندسية للمنظومة

المواصفات	المقدار والوحدة
الطاقة P	297.8729
معامل الطاقة C_P	0.53
نسبة سرعة طرف λ	22.8
سرعة عند مقدمة الشفرة v_{tip}	0.2983 m/s
طاقة توربين الرياح p_t	2.327
القدرة التوربين P	111.975 watt
مساحة المروحة A	0.49 m^2



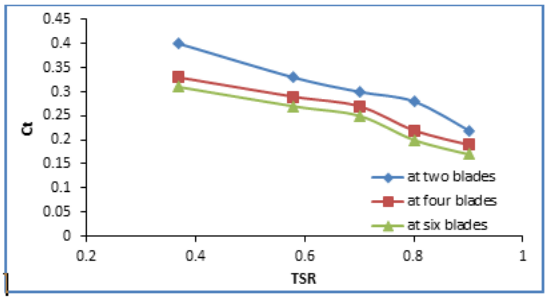
شكل (6) يمثل العلاقة بين سرعة الرياح وقدرة التوربين .

تم دراسة العلاقة بين سرعة الرياح وقدرة التوربين ومن خلال الشكل (6) نلاحظ ان المنظومة تبدأ بالدوران عند سرعة رياح 3.5 m/s خلال الشكل (7) نلاحظ زيادة عدد الدورات مع زيادة سرعة الرياح وهذا متفق مع [8]. ومن خلال نفس الشكل تم تغيير عدد شفرات التوربين ودراسة العلاقة . وتم ملاحظة عند استخدام شفرتين سوف نحصل على افضل عدد دورات تقريبا من (220–477) . اما عند استخدام اربعة شفرات تم الحصول على عدد دورات (210–445). وباستخدام ست شفرات تم الحصول على عدد دورات (198–410). إذ تم ملاحظة بزيادة عدد الشفرات سوف يقل عدد الدورات وذلك لان الشفرات تعمل كمصد يمنع تدفق الهواء من خلال الشفرات وهو متفق مع [6].



الشكل (7) يمثل العلاقة بين سرعة الرياح وعدد دورات التوربين rpm .

من خلال الشكل (8) نلاحظ وجود علاقة عكسية بين TSR وCt وتم ملاحظة افضل معامل عزم باستخدام شفرتين وذلك بسبب زيادة عدد الدورات وهذا يؤدي الى زيادة TSR لكن Ct سوف يبدا بالتناقص.



الشكل (8) يوضح العلاقة بين TSR و Ct

الاستنتاجات

ومن خلال الدراسة تم التوصل الي ان سرعة الرياح في مدينة تكريت منخفضة الى متوسطة من خلال التصميم وجد ان قدرة التوربين تزداد بزيادة سرعة الرياح وان اقل سرعة يعمل بها التوربين المصنع هي 3.5 متر/ ثانية وان قدرة التوربين تزداد بزيادة سرعة الرياح وان افضل عدد شفرات مناسبة لعمل التوربين هي اربع شفرات وان المنظومة مناسبة للعمل في ظروف مدينة تكريت.

المصادر

[1] Jorge, E.; Jaime, M. and Oliver, P. (2009). Experimental study of a small wind turbine for low- and medium-wind regimes . International Journal of Energy Research, **33 (32):2-4**

[2] Al-Bahadly, I .(2009). Building a wind turbine for rural home," Energy for Sustainable Development, **13 (3): 6-9.**

[3] Ronak, D. G, Debarshi, S.(2016). Design and Development of Windmill Operated Water Pump. International Journal of Innovative Research in Science, **5(1): 392-413.**

Engineering and Technology

[4] Huei- J .(2018) . Influence of the vertical wind and wind direction on the power output of a small vertical-axis wind turbine installed on the rooftop of a building Applied Energy, **209:3-12**

[5] Bala G.(2017) .Increasing the operational capability of a horizontal axis wind turbine by its integration with a vertical axis wind turbine," Applied Energy, **199 : *479-494*** .

[6] Mohammed, H. A. (2013). Experimental Comparison Study for Savonius Wind Turbine of Two & Three Blades At Low Wind Speed", International Journal of Modern Engineering Research, **3(5) : pp-2978-2986.**

[7] Frederikus. W, and Andy, S.(2015). An experimental study on the performance of Savonius wind turbines related with the number of blades", Energy Procedia **68: pp 297 – 304,** 2nd International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application, ICSEEA.

[8] Niranjana. S.J. (2015). Power Generation by Vertical Axis Wind Turbine," International Journal of Emerging Rese.[arch in Management &Technology, **6(1):1-4.**

[9] Saoke, C. Otieno, K (2014) .Design and fabrication and testing of a low speed wind turbine generator using tapered type rotor blade made from fibre reinforced plastic, International Journal of Renewable and Sustainable Energy, **3(1)**: **20-25**.

[10] Chinnamani, P,. Hariharan, B.(2016). DESIGN AND FABRICATION OF WINDMILL RECIPROCATING WATER PUMPING SYSTEM. IJARIIE, **2 (3): 2395-4396** .

[11] Arcadii ,G, (2016). Maximum Efficiency of a Wind Turbine, Undergraduate Journal of Mathematical Modeling: One + Two,**6(2):3-19.**

[12] Çetin, N.S., Yurdusevm. M.A. (2005). ASSESSMENT OF OPTIMUM TIP SPEED RATIO OF WIND TURBINES. Mathematical and Computational Applications, **10(1): 147-154.**

Design and fabrication of savonius wind turbine and study its characterizations

Abstract

In this paper discusses Design and fabrication vertical axis ,to obtained the best system work in salah aldeen tikret ,to increasing the efficiency ,the total aera of turbine ($0.49m^2$) the system fixed at 8 meters highest. the system tested at three month (February ,march, April) in 2018 ,we found the system work at 3.5 m/s speed, and the best Rpm (378)at 6.2 m/s and wind power turbine 55.8 watt.