

تصميم وتصنيع وإختبار نموذج لمروحة هوائية

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف في الهندسة الميكانيكية

إعداد الطلاب :

آمال عبد الله هارون شعيب
الظاهر الأمين محمد رملي
جمال الدين يوسف أبوبكر عبد القادر

إشراف :

أ/ خالد طه السيد علي

قسم الهندسة الميكانيكية

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبدالله البدري



فبراير 2023م

الاية

وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيحَ
بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ ^ط حَتَّىٰ إِذَا أَقْلَتِ
سَحَابًا ثَقَالًا سُفِنَاهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ
الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ ^ع كَذَلِكَ
نُخْرِجُ الْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ

صدق الله العظيم

سورة الأعراف الآية (57)

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات والصلاة والسلام على اشرف خلق الله سيد محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين .

أما بعد :

الشكر أولا وأخيرا لله عز وجل الذي وفقنا لإتمام هذا البحث ثم الشكر إلى الأستاذ الجليل خالد طه الذي وجهنا وأرشدنا للعمل كما نتوجه بالشكر للأساتذة: حامد الجزولي ، صلاح حداد ،الفاضل عمر الحسين . وإلى كل من شجعنا ودعمنا معنويا أو ماديا ولا ننسى أن من قام بمراجعة هذا البحث حتى يخرج في هذه الصورة .

الإهداء

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بذكرك ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك ولا تطيب الجنة إلا برويتك الله جل جلاله .

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة و نصح الأمة رسول الله صلى الله عليه وسلم.

إلى ملاكي في الحياة إلي معنى الحب وإلي معنى الحنان والتفاني إلى بسمة الحياة وسر الوجود إلى من كان دعائهن سر نجاحنا وحنانهن بلسم جروحنا إلى أغلى الحبايب... أمهاتنا الحبيبات.

إلى النجم الساري في سمائنا إلى الغالي الذي سكن في أعماقنا إلى منبع الخير الدافق والحنان الوافر ... أبائنا الأعراء.

نهدي هذا البحث إلى روح الوالد يوسف أبو بكر عبد القادر.

إلى الأخوان والأخوات والأصدقاء الذين هم دائما بجانبنا.

المحتويات (الفهرس)

رقم الصفحة	الموضوع	الرقم
I	الآية	
II	الشكر و التقدير	
III	الإهداء	
IV	المحتويات (الفهرس)	
VI	قائمة الجداول والصور	
VII	المستخلص	
VIII	Abstract	
الفصل الأول : المقدمة		
1	المقدمة	1-1
1	سبب حركة الرياح	2-1
2	مميزات و مساوئ طاقة الرياح	3-1
2	مشكلة البحث	4-1
2	أهمية البحث	5-1
3	منهجية البحث	6-1
3	أهداف البحث	7-1
3	الهيكل العام للبحث	8-1
الفصل الثاني : المراوح الهوائية وأنواعها واستخداماتها		
4	المراوح الهوائية	1-2
8	مقارنة بين المراوح الهوائية أفقية ورأسية المحاور	2-2
8	إمكانية استخدام طاقة الرياح في السودان	3-2
8	استخدامات طاقة الرياح	4-2
10	العوامل الأساسية المؤثرة على طاقة الرياح	5-2
الفصل الثالث: برنامج الرسم والتصميم Solidworks وتصميم أجزاء المروحة وتنفيذ النموذج		
11	برنامج الرسم والتصميم Solidworks	1-3
14	التصميم والتنفيذ	2-3
16	تنفيذ النموذج	3-3
19	أجهزة القياس	4-3
الفصل الرابع: المناقشة والنتائج		
20	التحليل الرياضي لطاقة الرياح	1-4
21	الطريقة	2-4
22	النتائج	3-4
الفصل الخامس: الخلاصة والتوصيات والمصادر والمراجع		
23	الخلاصة	1-5

24	التوصيات	2-5
25	المصادر والمراجع	3-5

قائمة الجداول والصور

رقم الصفحة	الشكل	
الفصل الثاني		
5	دوار سافونيوس	1-1
5	دوار داريوس	2-1
6	دوار ميسكروف	3-1
7	المراوح الأفقية المحور	4-1
7	التوربينات الهوائية ذات المحور الأفقي	5-1
9	الأجزاء الرئيسية للتوربينات الهوائية	6-1
10	أنواع المضخات المستخدمة للري باستخدام طاقة الرياح	7-1
الفصل الثالث		
14	الريش	1-3
14	الدوار	2-3
15	الحامل	3-3
15	البرج	4-3
16	البكرة	5-3
16	العمود	6-3
17	المولد	7-3
18	نموذج المروحة الهوائية	8-3
19	التاكوميتر	9-3
19	الأفوميتر	10-3

الجداول

الباب الأول		
8	مقارنة بين المرواح افقية المحور ورأسية المحور	1-1
الفصل الرابع		
22	النتائج	1-4

المستخلص

في هذا المشروع تم تصميم نموذج لمروحة هوائية عن طريق برنامج (Solidworks) وتصنيع الأجزاء عن طريق طباعة 3D لحساب القدرة الداخلة والقدرة الخارجة والكفاءة عند سرعات مختلفة للهواء .

وان الكفاءة تزيد كلما زادت سرعة الهواء (تناسب طردي)

وأظهرت النتائج أن كفاءة المروحة تتراوح بين 32-42% نسبة لأن المروحة تتكون من ريشتين أو ثلاثة .

Abstract

In this project , a model of an wind fan was designed using the solidworks program, and the part were manufactured using a 3D printer, to calculate the input power, and the output power, and the efficiency at different wind speeds .

The result showed that the fan efficiency ranged from 32 to 42% because the fan consists of two or three blades.

الفصل الأول

المقدمة

الفصل الأول

المقدمة

1-1 مقدمة :

أصبحت أزمة الطاقة من أهم المشاكل التي يواجهها العالم حالياً بسبب الزيادة الكبيرة والمستمرة في إستهلاك الطاقة الذي يقابلها احتياطي محدد من موارد الطاقة التقليدية فضلاً عن ارتفاع كبير في أسعار الوقود و المشاكل البيئية التي تسببها مصادر الطاقة التقليدية لذا عمد الباحثون إلى التفكير بتطوير مصادر جديدة و بديلة لها، وتوجهت الأنظار إلى الطاقات المتجددة وعلى رأسها طاقة الرياح والطاقة الشمسية وبدأت البحوث والدراسات لمواجهة حقيقة نضوب الوقود التقليدي .

تعرف الطاقات المتجددة أنها تلك الطاقات التي تتولد بصورة طبيعية ومستديمة وتتميز أنها غير ناضبة ومتوفرة في الطبيعة بصورة غير محدودة و أحياناً محدودة ولكنها متجددة باستمرار، فضلاً على أنها نظيفة لا ينتج عن استخدامها أي تلوث بيئي؛ وتشمل هذه المصادر، الطاقة الشمسية التي تعد المصدر الرئيسي للطاقة على سطح الأرض وكذلك طاقة الرياح وطاقة المد والجزر الناتجة عن قوى التجاذب ما بين الأرض والقمر و الشمس وطاقة الأمواج وطاقة التدرج الحراري في مياه المحيطات وطاقة الحرارة الجوفية وطاقة المساقط المائية.

تعد طاقة الرياح من أولى الطاقات المتجددة التي استخدمها الإنسان ، كان البابليون من الأوائل الذين انتبهوا إلى طاقة الرياح وسخروها لبعض استخداماتهم . حيث صنعوا أشرعة بسيطة لتسيير القوارب ، واستخدام الطواحين الهوائية للأغراض السقي في القرن السابع عشر قبل الميلاد . كما وجد علماء الآثار في إيران والصين دلائل على وجود مضخات مياه تعمل بطاقة الرياح . وانتشرت مراوح الهواء في أوروبا في القرون الوسطى ووصل عددها في عام 1750م إلى أكثر من 800 مروحة هوائية وأكثر من 1000 في بريطانيا .

استمر استخدام طاقة الرياح بشكل متزايد حتى منتصف القرن التاسع عشر ، حيث قل استخدامها بسبب اكتشاف الماكينة البخارية من قبل جيمس وات وقل استخدامها بشكل أكبر بعد اكتشاف النفط في بداية القرن الماضي .

تعتبر طاقة الرياح نوع غير مباشر من أنواع الطاقة الشمسية التي تنتشأ نتيجة لتأثير فروقات درجات الحرارة على الأرض الأمر الذي يؤدي إلى نشوء الرياح .

1-2 سبب حركة الرياح:-

تتكون الرياح في الكرة الأرضية نتيجة الاختلافات في درجات الحرارة بين المناطق المختلفة من الأرض، فعند سقوط الإشعاع الشمسي على منطقة ما، يسخن الهواء فيها مما يؤدي إلى انخفاض كثافته وتقليل الضغط الجوي. أما المناطق التي ينخفض فيها مقدار الإشعاع الشمسي فأن كثافة الهواء تزداد و بذلك يزداد الضغط الجوي فيها وينتقل الهواء من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض وهذا التدفق في الهواء من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض يسمى الرياح. لما كانت منطقة خط الاستواء تستلم أكبر كمية من الإشعاع الشمسي، ولو افترضنا إن الأرض لا تدور فسوف يتكون لدينا نظام بسيط من تيارات

الحمل (convection currents) يتجه فيه الهواء الحار في منطقة خط الاستواء إلى طبقات الجو العليا لانخفاض كثافته ويتجه إلى القطبين الشمالي والجنوبي مزيجا بذلك الهواء البارد الموجود في منطقة القطبين إلى خط الاستواء.

3-1 مميزات ومساوئ طاقة الرياح :

تعتبر طاقة الرياح من الطاقات الرائدة التي يشجع على استخدامها في التطبيقات المختلفة، حيث إن استخدامها لا يخلف أي تلوث للبيئة أو أية أضرار أخرى. كما إنها متوفرة بشكل هائل ويمكن الحصول عليها في أماكن كثيرة. ولها في نفس الوقت مساوئ منها انخفاض معدل الطاقة فيها، وهذا يعني ضرورة توفير مساحات كبيرة نسبيا من الأراضي المفتوحة التي تنصب عليها معدات استغلال طاقة الرياح وعلى ارتفاعات عالية نسبيا أو تكبير حجم المراوح المستخدمة في التوربينات الرياحية (wind mills) لغرض الحصول على معدل عال للطاقة، وبالتالي فإن الكلفة الابتدائية تكون عالية نسبيا في بعض المناطق، إضافة إلى ذلك أنه لا يمكن الحصول على الطاقة بشكل مستمر وبمعدلات ثابتة وذلك نتيجة لتذبذب واختلاف سلوكية حركة الرياح بسبب كونها ظاهرة طبيعية لا يمكن التحكم بها والسيطرة عليها. كما تتعرض ريش التوربينات الرياحية إلى الظواهر الطبيعية المختلفة من رطوبة وحرارة وغيرها مما يؤدي إلى تأكلها بسبب الصدأ وغير ذلك من العوامل الميكانيكية الأخرى والتي تسبب تكاليف إضافية لأغراض الحماية والصيانة .

و بما إن الأرض لها حركة دورانية لذا تنشأ قوى تسمى بقوى كوريولس تؤثر على حركة الرياح، لذلك لا تأخذ الرياح أثناء هبوبها اتجاها مباشرا و إنما تنحرف إلى يمين اتجاهها المباشر في نصف الكرة الشمالي وإلى يساره في نصف الكرة الجنوبي بسبب دورانها حول نفسها .

4-1 مشكلة البحث :

الاستهلاك المتزايد على الطاقة التي يقابلها احتياطي محدد من موارد الطاقة التقليدية وارتفاع كبير في أسعار الكهرباء و الوقود والمشاكل البيئية التي تسببها مصادر الطاقة التقليدية .

5-1 أهمية البحث:

تبرز أهمية البحث في أن طاقة الرياح تحتل مكانة مهمة بين الطاقات المتجددة وأنها صديقة للبيئة ووفرتها الكبيرة في السودان . مع تزايد الطلب على الطاقة الكهربائية المتولدة من المصادر التقليدية والتي تصاحبها عيوب التلوث البيئي والاحتباس الحراري ، مما أدى إلى الاتجاه نحو طاقة الرياح .

6-1 منهجية البحث :

تصميم نموذج لمروحة هوائية، و تصنيع نموذج المروحة، وإجراء الاختبارات اللازمة لتحديد كفاءة المروحة .

7-1 أهداف البحث :

تكمّن أهداف البحث في تصميم وتصنيع نموذج لمروحة هوائية تستخدم لتوليد الكهرباء .

8-1 الهيكل العام للبحث :

- الفصل الأول يشتمل علي مقدمة عامة للبحث ومشكلة البحث وأهمية البحث وأهداف البحث ومنهجية البحث .
- الفصل الثاني يحتوي علي مقدمة عن المراوح وأنواعها واستخداماتها .
- الفصل الثالث يحتوي علي نبذة عن برنامج التصميم (solidworks) و تصميم أجزاء المروحة وتنفيذ النموذج .
- الفصل الرابع يحتوي علي النتائج والمناقشة .
- الفصل الخامس يحتوي علي الخاتمة والتوصيات والمراجع .

الفصل الثاني

المراوح الهوائية وأنواعها واستخداماتها

الفصل الثاني

المراوح الهوائية وأنواعها واستخداماتها

2-1 المراوح الهوائية :

المروحة هي جهاز ميكانيكي مصمم لتزويد وإزالة وخلق الكتل الهوائية . يتشكل دوران الهواء نتيجة حدوث اختلاف في الضغط يحدث بين قنوات مدخل ومخرج وحدة التهوية .

تصنف المراوح الهوائية إلى قسمين رئيسيين هما :

2-1-1-2 مراوح المحور الرأسي (Vertical Axis Wind Fans):-

ويكون فيها محور الدوران بشكل عمودي وحركة السطوح المؤثرة باتجاه حركة الرياح وغالبا ما يزيد عدد الريش فيها عن ثلاثة وتستخدم عادة في التطبيقات الميكانيكية مثل ضخ المياه .

مميزاتها :

1. بسيطة التركيب من حيث الهيكل والريش وسهولة الصيانة والتصليح ورخيصة الثمن مقارنة بذات المحور الأفقي .
2. يمكن إن تدور بأي اتجاه للرياح أي إنها مرنة الحركة عند تغير اتجاه الرياح ولذلك فهي لا تحتاج إلى نظام لتغيير اتجاه الحركة باتجاه الرياح مما يعني كلفة أقل .
3. تحتاج إلى برج بسيط التركيب ورخيص الثمن .

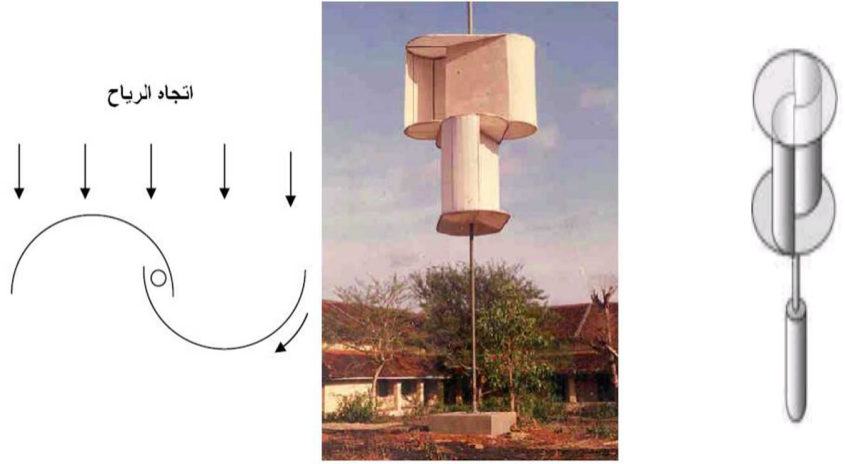
عيوبها :

1. ذات معامل قدرة أو كفاءة واطئة مقارنة بالمراوح الأفقية المحور .
2. إن كبر مساحة الريش في هذه الأنواع قد يسبب بعض المشاكل عند هبوب رياح قوية .
3. تحتاج إلى منظومة ميكانيكية للتشغيل الأولي في حالة كون المروحة متوقفة عن الحركة .

هنالك ثلاثة أنواع معروفة من توربينات الرياح ذات المحاور الرأسية :

2-1-1-2 دوار سافونيوس (Savonius Rotor)

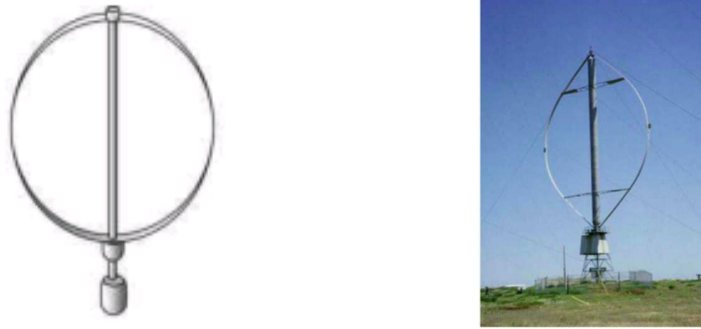
يتكون دوار سافونيوس من مغرفين علي شكل نصف اسطوانة مفتوحة باتجاهين متعاكسين تتواصل حركة المغرفين بحيث ينساب الهواء من ريشة إلي أخرى بصورة متبادلة. يصل معامل القدرة الأقصى في دوارات سافونيوس إلي حوالي 0.25 .



الشكل (1-1): دوار سافونيوس

2-1-1-2 دوار دارايوس (Darious Rotor) :

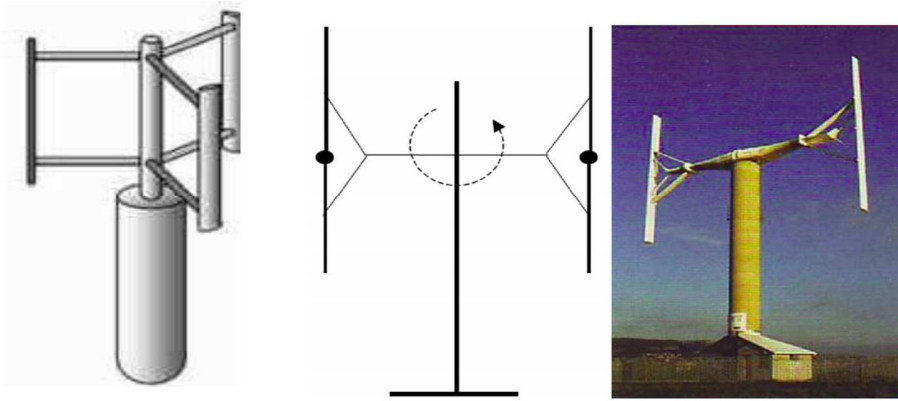
تعود تسمية دوار دارايوس إلي المخترع الفرنسي جورج دارايوس و تتكون من ريشتين أو ثلاث في شكل قطع مكافئ كما يوضح تعتبر مردود دوار دارايوس أعلى من مردود دوار سافونيوس و من الممكن أن يصل إلي حوالي 75% من دوارات الرياح ذات المحاور الأفقية. يستخدم هذا النوع غالباً في مجال توليد الكهرباء . أحد مشاكل دوار دارايوس هي عدم قدرته علي الإقلاع الذاتي و بالتالي فهي تحتاج دائماً لمساعدة في الإقلاع و التي يمكن التحصل عليها إما من موتور كهربائي أو باستخدام دوار سافونيوس.



شكل (1-2) : دوار دارايوس

2-1-1-3 دوار ميسكروف – دوار H (Musgrove Rotor):-

طور هذا التصميم لأول مرة من قبل فريق بحثي يقوده البروفيسور (Musgrove) في بريطانيا وشكله الخارجي مشابه للحرف (H) وتسبب الرياح الهابة توليد عزم دوراني يستخدم لتوليد الطاقة الميكانيكية. يعتبر دوار (H) إلى حد ما تطوير لدوار داريوس و يتكون غالبا من ثالث ريش تأخذ شكل (H). عادة ما تكون أطراف الريش في هذا النوع من الدورات ذات مقاطع انسيابية.



شكل (1-3): دوار ميسكروف

2-1-2 مراوح المحور الأفقي (Horizontal Axis Wind Fans):-

ويكون فيها محور الدوران بشكل أفقي ويكون الدوران في مستوى عمودي على اتجاه الرياح ويمكن وضعها إما في مواجهة أو في عكس اتجاه الرياح معظم محطات توليد الكهرباء من الرياح الحالية من النوع الذي يستخدم دوارات رياح ذات محاور أفقية حيث وصلت القدرة المنتجة بواسطة هذه المحطات إلى 1.5 MW. يعتمد شكل الريش المستخدم في الدورات من هذه الأنواع على استخدام الريش ذات المقاطع الانسيابية. تتألف محطات الرياح ذات المحاور الأفقية من :

1. الدوار (الريش + الصرة) .
2. المولد الكهربائي و صندوق التروس .
3. منظومة قياس سرعة الرياح و اتجاهها .
4. معدات التوصيل لشبكة الكهرباء العامة.

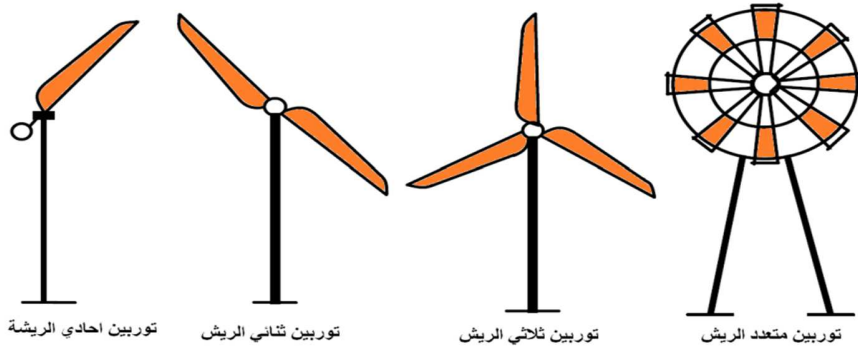
1-2-1-2 مميزات و عيوب مراوح الهواء ذات المحاور الأفقية :

المميزات :

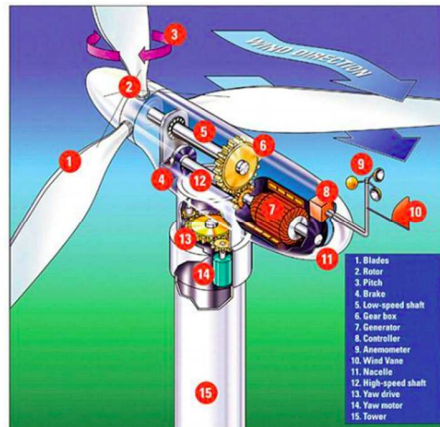
1. عالية القدرة.
2. مساحة الريش تكون صغيرة.
3. عمود الدوار و عمود المولد الكهربائي يكونان في نفس الاتجاه.

العيوب:

1. أكثر تعقيدا و كلفة مقارنة بتوربينات الرياح ذات المحاور الرأسية .
2. تحتاج إلي توجيه .
3. الضجيج عالي .



الشكل (1-4): المراوح الأفقية المحور



الشكل (1-5): التوربينات الهوائية ذات المحور الأفقي

2-2 مقارنة بين المراوح الهوائية أفقية المحور ورأسية المحور :

جدول (1-1): مقارنة المراوح الأفقية والرأسية المحاور

أفقية المحور	رأسية المحور
اتجاه محور الدوران مواز لاتجاه الرياح والأرض	اتجاه محور الدوران عمودي على اتجاه الرياح والأرض
جميع الشفرات تعمل بنفس الوقت بسبب مواجهتها جميعها للرياح بنفس الوقت	شفرة واحدة يمكن ان تتأثر بالرياح في اللحظة التي تتعرض فيها لمواجهتها لأن كل شفرة تكون باتجاه مختلف
يعمل في اتجاه واحد فقط لذا يحتاج إلي موجه يغير اتجاهه باستمرار باتجاه الرياح عند تغير اتجاهها	يعمل في جميع اتجاهات الرياح
أعلى كفاءة بسبب دوران جميع المراوح بنفس الوقت	اقل كفاءة
تتطلب مساحة وارتفاع أكثر	تتطلب مساحة وارتفاع اقل
بسبب كبر المساحة المطلوبة لا يمكن تنصيب توربينات عملاقة من هذا النوع في المدن والتجمعات السكانية	بسبب قلة المساحة المطلوبة وسهولة التنصيب يمكن نصبها في المدن والتجمعات السكانية وكذلك في الطرق المرورية
عزم التدوير ينتج عن قوة رفع	عزم التدوير ينتج عن قوة دفع

2-3 إمكانية استخدام طاقة الرياح في السودان :

السودان من الأقطار التي تهب فيها الرياح شكل منتظم ودوري ومن الرياح الموسمية ورياح السموم ونسيم البحر والبر .

هنالك كثير من المناطق التي تتوافر فيها طاقة الرياح اللازمة مثال لذلك ساحل البحر الأحمر والصحراء الكبرى ومنطقة العوينات حيث تبلغ سرعة الرياح 30 كيلومتر في الساعة وهي سرعة مناسبة تكفي لإدارة مراوح يصل قطرها الي 20 متر.

2-4 استخدامات طاقة الرياح:

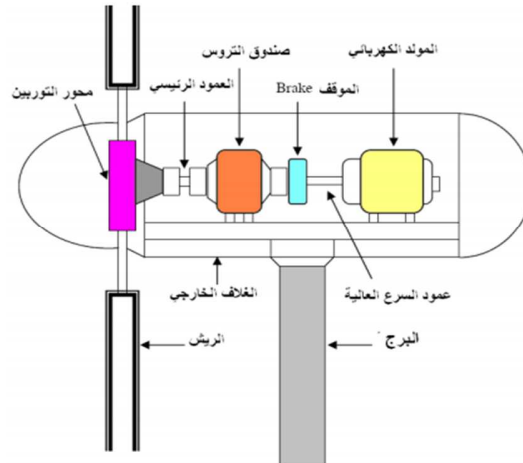
تعددت استخدامات طاقة الرياح، ففي القرون الماضية استخدمت طاقة الرياح بصورة رئيسة لطحن الحبوب وسقي المزروعات، إما في الوقت الحاضر فالاستخدامات الرئيسية لطاقة الرياح هو في مجال توليد الطاقة الكهربائية ولأغراض السقي.

1-4-2 توليد الطاقة الكهربائية:

حققت عدد من الدول تقدم مذهل في مجال استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء. تحول التوربينات الطاقة الحركية Kinetic energy في الرياح إلى كهرباء ومعظم التوربينات الريحية المستخدمة في توليد الكهرباء هي من التوربينات الأفقية المحاور الثلاثية الريش وفي بدء التشغيل يعتمد المولد الحثي على سحب تيار كهربائي من الشبكة الوطنية وهو ما يعني أن التوربين يعمل في البداية كمحرك حتى تصل سرعة دوران الريش إلى سرعة معينة تختلف باختلاف تصميم التوربين.

تتكون محطة توليد الطاقة الكهربائية بصورة رئيسية من الأجزاء الآتية :

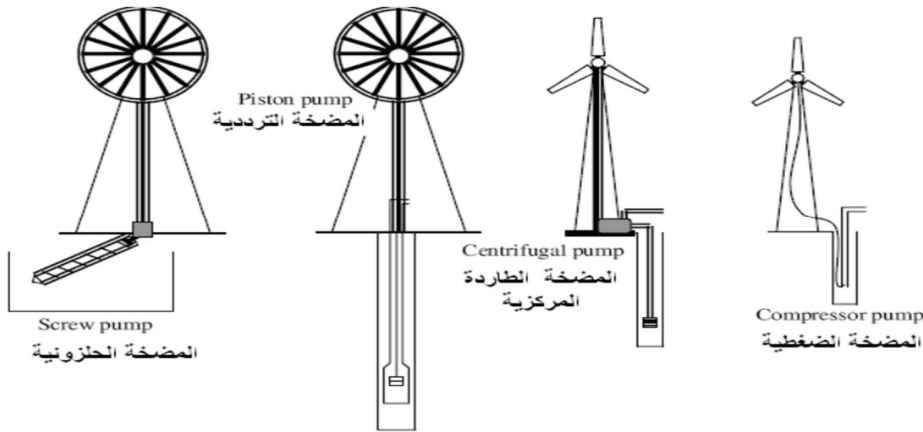
- 1- البرج (Tower).
- 2- الجزء الدوار (الريش ومحور العجلة الدوارة)
- 3- عمود السرعة العالية والواطئة.
- 4- صندوق التروس (Gear box) ..
- 5- المولد الكهربائي (Generator) .
- 6- التوربين وموجهات المتحسسات (Sensors and yaw drive).
- 7- منظمات القدرة ووحدات السيطرة (Power regulation and controlling units).
- 8- أنظمة السلامة (Safety systems).



شكل (1-6) الأجزاء الرئيسية للتوربين الهوائي المستخدم في توليد الكهرباء

2-4-2 سقي المزروعات :

إن أقدم استخدامات طاقة الرياح هو استخدامها للسقي، إذ أنه بمجرد تحويل الحركة الدورانية إلى حركة خطية باستخدام نظام الكامات أو المحاور الدوارة يمكن تشغيل المضخة الترددية أو المضخات الأخرى بصورة عملية والشكل يمثل أنواع المضخات المستخدمة للري باستخدام طاقة الرياح.



شكل (7-1): أنواع المضخات المستخدمة للري باستخدام طاقة الرياح

2-5 العوامل الأساسية المؤثرة على طاقة الرياح :

سرعة الرياح.... وفي الواقع لا تتناسب الطاقة الكامنة في الرياح طردياً مع سرعة الرياح فقط.. بل تتناسب طردياً مع مكعب سرعة هذه الرياح وبحسبة بسيطة يمكننا بسهولة استنتاج أنه إذا ما كانت سرعة الرياح في موقع ما ضعف سرعتها في موقع آخر.. فإن الطاقة الكامنة المحتواة في رياح الموقع الأول ستزيد ثمانية أضعاف عن تلك الكامنة في رياح الموقع الثاني الأبطأ . ومن هنا يتبين لنا أهمية السعي للتعرف على المواقع الأعلى في سرعات الرياح ورسم خرائط لها.

كثافة الهواء.... وهي علاقة طردية. ويعني هذا ببساطة أنه كلما كان الموقع أبرد في درجات الحرارة كلما زادت كثافة الهواء به وكلما زادت الطاقة المحتواة في الرياح المارة به .. والعكس صحيح.

المساحة الدائرية التي سيمر خلالها الهواء عبر المروحة.... أي مساحة دوران ريش مروحة الرياح نفسها. وهذه المساحة الدائرية تتناسب بالطبع مع مربع طول ريشة المروحة -التي تمثل نصف قطر المساحة الدائرية.

الفصل الثالث

برنامج الرسم والتصميم

Solidworks

وتصميم أجزاء المروحة

وتنفيذ النموذج

3-1 برنامج الرسم والتصميم Solidworks :

هو عبارة عن برنامج (تطبيق) تصميم ميكانيكي ثلاثي الأبعاد (التصميم بمساعدة الكمبيوتر) يعمل هذا البرنامج تحت بيئة مايكروسوفت ويندوز تم تطويره بواسطة شركة (داسو سيستمز - Dassultsystemes solid works corp) الفرنسية .

يستخدم برنامج Solidworks حالياً أكثر من مليوني مهندس ومصمم في أكثر من 165,000 شركة حول العالم . كما أن ثلاث ممن الجامعات الألمانية اعتمدته كبرنامج مقرر لطلابها . كما أنه برنامج معتمد في كثير من الشركات العالمية والوكالات البحثية مثل وكالة أبحاث الفضاء الأمريكية (NASA) .

تم صدور أول إصدار من برنامج Solidworks في 21 مارس عام 1995م برخصة مملوكة واستمر التطوير عبر السنوات إلى أن صدر آخر إصدار (Solidworks 2022 SP1) في نوفمبر 2021م .

يمتاز هذا البرنامج بسهولة النمذجة وتحريك النموذج واختباره . ويعد البرنامج الأول في مجاله الذي يختص بتصميم المجسمات الهندسية ثلاثية الأبعاد . إلى جانب رسم المجسمات رسم هندسي ثنائي الأبعاد ، يحتوي أيضاً على برنامج الكوزموس المدمج الذي يمكنك من اختبار تصاميمك .

من أهم المميزات التي تميز هذا البرنامج هو إمكانية رسم الأجزاء بدقة عالية بحيث يتوفر فيه الضبط الدقيق للمقاسات والأبعاد الهندسية لتقليل الأخطاء التي تنتج من عدم الدقة .

أيضاً يحتوي على جزء خاص يتم فيه تجميع الأجزاء الهندسية المعدة مسبقاً لتكوين التصميم المطلوب .

3-1-1 المميزات والوظائف :

يعمل برنامج Solidworks كبرنامج حدودي . يعني ان كل ميزة في الجزء المصمم في البرنامج مبنية على معلومات السمة المرتبطة بها فعلياً . يعني انه إذا تم تغيير الميزة الأساسية فستتأثر الميزات الثانوية المرفقة في الأسفل .

1- المحاكاة :

تستفيد من وظائف المحاكاة في اختبار الإجهادات للعيوب الهيكلية باستخدام قياسات دقيقة وأدوات تحليل قوية . ويمكن قياس معدلات التدفق والضغط و جوانب أخرى لتقليل الحاجة إلى إنشاء نماذج أولية واختبارها .

2- النمذجة الصلبة ثلاثية الأبعاد :

يتم إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد و إنشاء وتجميع رسومات ثنائية الأبعاد .

3- النمذجة الصلبة ثلاثية الأبعاد :

يتم إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد و إنشاء وتجميع رسومات ثنائية الأبعاد .

4- التصميم النظري :

يتم عن طريق إنشاء رسومات تخطيطية .

5- تصميم تجميع كبير :

يتم من خلاله إدارة وإنشاء تصميمات كبيرة إلى حد بالغ والعمل إما بأوضاع مفصلة أو أوضاع مبسطة .

6- تسطيح مقدمة :

يتم من خلالها تحرير وإنشاء الأشكال الصلبة والأشكال السطحية .

7- صفيحة معدنية :

يتم تصميمها من الصفر أو يتم تحويل جزء ثلاثي الأبعاد إلى صفائح معدنية .

8- اللحامات :

تكون مكونة من مجموعات و أعضاء هيكلية وألواح يجب تصميمها .

9- تصميم قوالب :

يمكن برنامج Sold works تصميم الأجزاء المقلوبة و الأدوات التي تلزم بما في ذلك التجويف واللب ، والمسودة و مكونات قاعدة القالب والأسطح الفاصلة الآلية .

10- أتمتة التصميم :

يتم تنفيذها بما يتضمن إنشاء وتكوين الأجزاء والرسم والتجميع بواسطة " Drive works xpress " .

11- التكوينات :

من الممكن إنشاء العديد من إصدارات التجميعات وحفظها في ملف وذلك للرجوع إليها ثانية بسهولة .

12- رسومات ثنائية الأبعاد :

يقوم البرنامج بنقل التصاميم بوضوح للقيام بالمعالجات المناسبة لها .

13- فاتورة المواد " Bom " :

الإنشاء الآلي لـ BOMs بواسطة وسائل شرح لقوائم مقطوعة ولملاحظات البالون ويتم تحديثها عبر تغييرات النموذج ؛ الإخراج إلى Excel أو تحميله إلى أنظمة . MRP / ERP

14- القضاء على التدخلات :

وذلك لضمان التشغيل السليم .

15- التعاون و التزامن :

يمكن مشاركة بيانات CAD مع الآخرين والتعاون بسهولة وسرعة في تصميمات المنتجات .

16- التقييم :

بعد الانتهاء من جزء أو تجميع يمكن استخدام أداة الرسومات القوية يؤدي الى إنشاء تمثيل دقيق ثنائي الأبعاد . يمكن إضافة الأبعاد إلى الرسم بمجرد النقر على السطح وتحديد مكان عرض البعد .

2-1-3 مجموعة وظائف الرسم :

- الأشكال : الخطوط ، الدوائر ، والمستطيلات ، الأقواس ، الحذف ، النصوص ، الفتحات ، و المضلعات .
- وظائف الرسم : القطع ، الإزاحة ، المرآة ، النمط الدائري والخطي ، التحريك ، النسخ ، القياس ، التمديد ، التدوير .

3-1-3 بناء نموذج ثلاثي الأبعاد :

على الرغم من وجود تعقيدات إلا أن إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد في برنامج CAD من المستوى الأساسي إلى المستوى المتوسط لم يكن أسهل ممن أي وقت مضى . فيما يلي بعض الأدوات المتاحة للمساعدة :

البتق : قذف ، قطع ، ثقب ، تقليص ،

أدوات بناء ثلاثية الأبعاد : فيليه ، شطب ، مرآة ، غلاف ، التفاف ، نمط خطي أو دائري أو منحنى ، أو رسم خط تخطيطي .

2-3 التصميم والتنفيذ

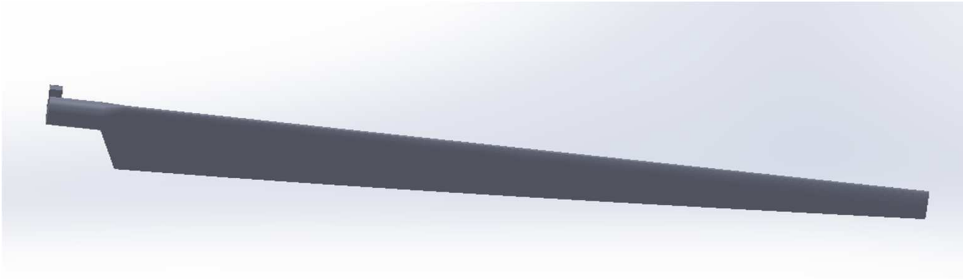
من اجل تنفيذ وتصميم نظام لتوليد الطاقة الكهربائية من طاقة الرياح تم استخدام المكونات الآتية :

1-2-3 برنامج الرسم والتصميم Solidworks :

تمت الاستعانة بهذا البرنامج في تصميم أجزاء المروحة بالموصفات المطلوبة .

1-1-2-3 الريش:

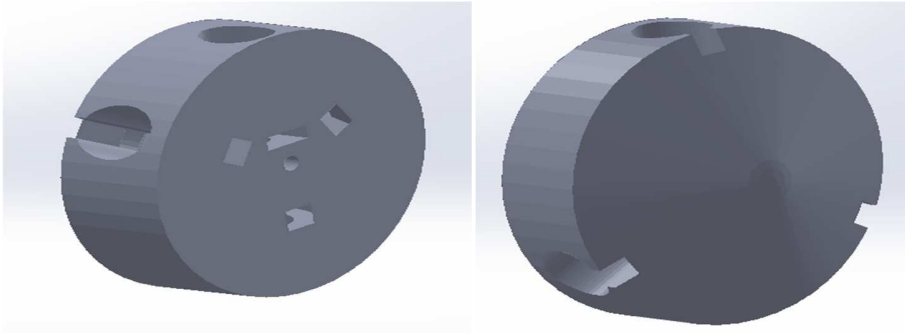
تم اختيار مروحة أفقية المحور ذات ثلاثة ريش طول الريشة 24 cm ذات مقطع انسيابي (صفحة هوائية - airfoil) بمساعدة الحاسوب .



الشكل (3-1): الريشة

2-1-2-3 الدوار :

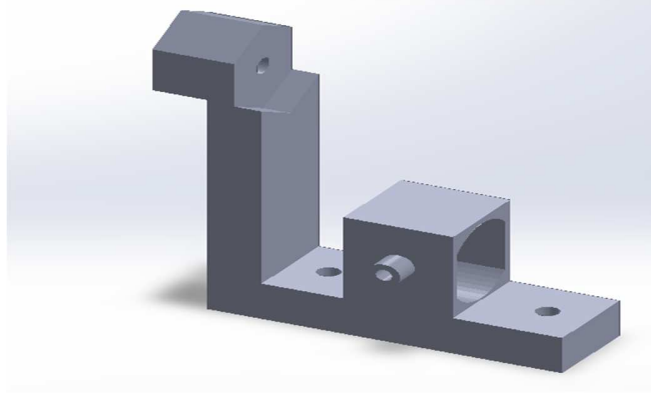
يبلغ قطر الدوار 4 cm وتم تثبيت الريش عليه بعمل تجاوزيف خاصة لتمكنا من سهولة الفك والتركيب للريش .



الشكل(3-2): الدوار

3-1-2-3 الحامل :

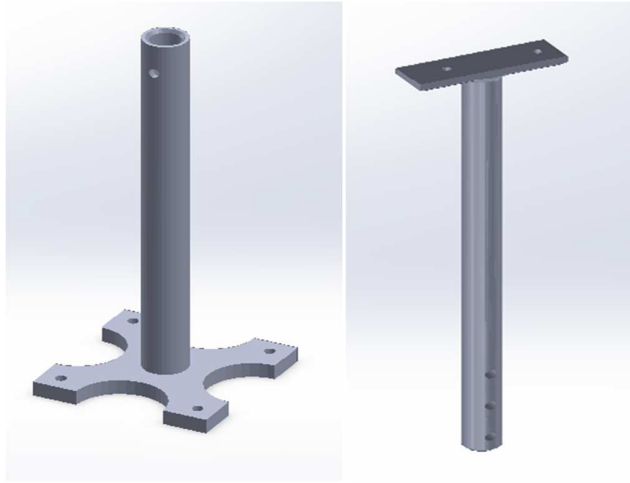
يعتبر الحامل من أهم أجزاء المروحة تتمثل أهميته في أنه يمثل الأساس للدوار والعمود والبرج والبكرة حيث تم تزويده بجزء ليحمل المولد ويتم تثبيته على البرج بواسطة مسمارين ربط .



الشكل(3-3):الحامل

3-1-2-3 البرج :

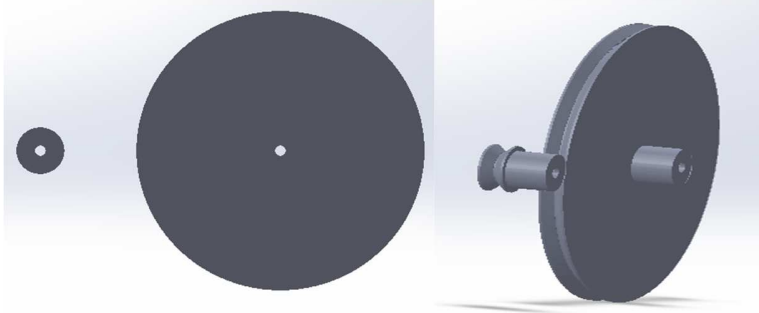
تم تصميم برج يتكون من جزئين مزود بثلاثة ثقوب بحيث تتيح إمكانية التحكم في مستوى ارتفاعه عبر ثلاثة مستويات .



الشكل(3-4):البرج

3-1-2-3 البكرة :

تم تصميم بكرتين : بكرة كبيرة وتثبت على العمود ، وبكرة صغيرة تثبت على الموتور . بحيث يستفاد من نسبة الأقطار في زيادة سرعة دوران المولد ويتم نقل الحركة بينهم بواسطة سير صغير .



الشكل (3-5):البكرة

3-3 تنفيذ النموذج :

تم تنفيذ تصميم هذا النموذج ومحاكاته بواسطة طابعة ثلاثية الأبعاد (3D printer) للإنتاج أجزاء من مادة البلاستيك الحراري (thermoplastic) وربط الأجزاء بواسطة مسامير ربط .

1-3-3 العمود:

تم اختيار عمود من الصلب بقطر 3mm ليتناسب مع الدوار والبكرة وتكون في مقدمته أسنان قلوظ لتساعد في ربطه وتثبيته على الدوار .



الشكل (3-6):العمود

2-3-3 المولد الكهربائي :

هو جهاز ميكانيكي يحول الطاقة الحركية الي طاقة كهربائية بوجود مجال مغناطيسي ويعمل علي مبدأ الحث الكهرومغناطيسي .

تم اختيار مولد صغير من النوع DC.



الشكل (3-7): المولد





شكل () نموذج المروحة الهوائية

4-3 أجهزة القياس :

1-4-3 جهاز قياس سرعة الرياح (تاكوميتر)



الشكل (3-8): جهاز التاكوميتر

2-4-3 جهاز قياس فرق الجهد والتيار (الأفوميتر) :



الشكل (3-9):جهاز الأفوميتر

الباب الرابع المناقشة والنتائج

الباب الرابع المناقشة والنتائج

في هذا البحث يتم حساب الكفاءة للمروحة الهوائية عن طريق مقارنة القدرة الخارجة من المولد مع القدرة المدخلة للمروحة

1-4 التحليل الرياضي لطاقة الرياح:

إن معدل القدرة لأي مائع متحرك يساوي حاصل ضرب معدل التدفق الكتلي m في الطاقة الحركية للرياح و لذلك فإن:

$$P_{total} = m^{\circ} \times k.E = m^{\circ} \times \frac{V_i^2}{2}$$

إذ أن :

$$P_{total} = (W) \text{ القدرة الكلية}$$

التدفق الكتلي ($m^\circ = \text{kg/s}$)

سرعة الرياح الداخلة إلى المروحة ($V_i = \text{m/s}$)

ويحسب معدل التدفق الكتلي من معادلة الاستمرارية:

$$m^\circ = \rho * A * V_i$$

إذ أن :

كثافة الهواء الداخل إلى المروحة ($\rho = \text{kg/m}^3$)

مساحة الجزء المعرض للرياح أو مساحة المروحة ($A = \text{m}^2$)

بتعويض المعادلتين نحصل على :

$$P_{total} = \frac{1}{2} * \rho * A * V_i^3$$

تشير المعادلة أعلاه إلى أن القدرة الناتجة من الرياح تتناسب مع مكعب سرعة الرياح ومع المساحة التي تغطيها ريش المروحة عند تحركها .

كلما زادت سرعة الرياح فإن القدرة الناتجة المستخرجة ستزداد .

من المستحيل تحويل كل طاقة الرياح إلى طاقة ميكانيكية ، لحساب أعظم طاقة يمكن استغلالها من طاقة الرياح سنأخذ مروحة أفقية المحور .

للإنتاج الطاقة الكهربائية المطلوبة عند مضاعفة سرعة الرياح هذا يعني مضاعفة طاقة الرياح لذلك فإن اختيار الموقع المناسب أمر مهم لزيادة الإنتاج .

2-4 الطريقة :

تم توصيل أقطاب المولد الكهربائي بجهاز الأفومتر وتمت قراءة كلاً من فرق الجهد والتيار الذي أنتجته المروحة ومن ثم قياس القدرة الكهربائية له

$$P = I * V$$

حيث :

P = القدرة الخارجة من المولد (W)

I = التيار الخارج من المولد (A)

V = فرق الجهد في المولد (V)

بعد تسليط تيار هواء قسري بواسطة مروحة وقياس سرعة الرياح بجهاز التاكومتر بوحدة (rpm) حيث يتم تحويلها إلى وحدة (m/s) . وتحسب القدرة الناتجة في المروحة عبر المعادلة

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

تعطى الكفاءة للمروحة بقسمة القدرة الخارجة من المولد على القدرة الداخلة للمروحة

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

3-4 النتائج :

جدول (4-1):نتائج الاختبار

V (m/s)	V _{out} (v)	I (A)	P _{out}	P _{in}	η
12.25	23.72	4.17	98.8	231.6	42.7
11.09	18.85	3.15	66	172	38.4
10	16.83	2.4	40.4	126	32

بناءً على النتائج : المراوح الهوائية مهما كانت كفاءتها لا تستطيع أن تحول أكثر من 60% من طاقة الرياح الكلية بأحسن الأحوال . لأن المراوح الأفقية المحور تتكون من ريشتين أو ثلاثة ريش .

الفصل الخامس

الخلاصة والتوصيات والمصادر

الفصل الخامس

الخلاصة والتوصيات والمصادر والمراجع

5-1 الخلاصة :

يلخص البحث إلى أن طاقة الرياح طاقة مفيدة تتميز بالنظافة وقلة التكلفة ، ويمكن تنفيذها على أرض الواقع لحل مشاكل الطاقة في السودان لامتياز بعض مناطقه بالرياح الشديدة التي تهب في أغلب شهور السنة مثل البحر الأحمر والصحراء الكبرى والولاية الشمالية . يمكن الحصول على قدرة تصل إلى 20 ميغا وات من المروحة الواحدة مما يشكل حل لمشكلة الطاقة في المناطق النائية التي لا تصلها خطوط الكهرباء والمشاريع الصغيرة كخطوة أولى .

5-2 التوصيات :

الطاقة المستمدة من المصادر التقليدية تسبب الكثير من التلوث لذلك لابد من إيجاد بدائل منها طاقة الرياح .
لذلك نقترح الأتي :

- 1- استخدام طرق جديدة لتوليد الكهرباء من طاقة الرياح .
- 2- إنشاء مزارع هوائية في المناطق التي تهب فيها الرياح بصورة شبه دائمة.
- 3- القيام بمشاريع رائدة وكبيرة على مستوى يفيد البلد كمصدر آخر للطاقة في السودان .
- 4- دعم الباحثين في مجالات الطاقة المتجددة وخاصة طاقة الرياح .
- 5- عقد مؤتمرات وندوات بخصوص إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح .
- 6- تشجيع المواطنين على استخدام طاقة الرياح في المنازل .

5-3 المصادر والمراجع :

1. دكتور عمر خليل-أحمد حسن أحمد- مبادئ الطاقة المتجددة -المعهد التقني الحويجة – (2010م).
2. مهندس ماجد كرم الدين محمود – رياح التغيير في أنظمة الطاقة العالمية والعربية الكهربائية من الرياح – 4283 – (2012).
3. أ/نافع أحمد البهلي – أ/محمد محمود الحنيش –د/طارق أحمد الصالح – دراسة ومحاكاة توليد الطاقة الكهربائية باستخدام طاقة الرياح بمنطقة مطار طرابلس الدولي - (5)-(2020).
4. د/رائد خضر الفهداوي – محاضرة أنواع التوربينات الهوائية وعوامل زيادة كفاءتها
5. د/محمد رأفت إسماعيل رمضان – د/علي جمعان – الشكل الطاقة المتجددة.
6. Wind Turbine Blade Design –Peter J.Schubel *and Richard J.Crossley-(2012).
7. Aerodynamics of Wind Turbines– Second Edition-Martin O .L .Hansen .
8. The Basics of AXIAL FLOW FANS – HUDSON Products Corboration -(1998).