الطاقات المتجددة

المحاضرة (٦)

طاقة الرياح

نظري

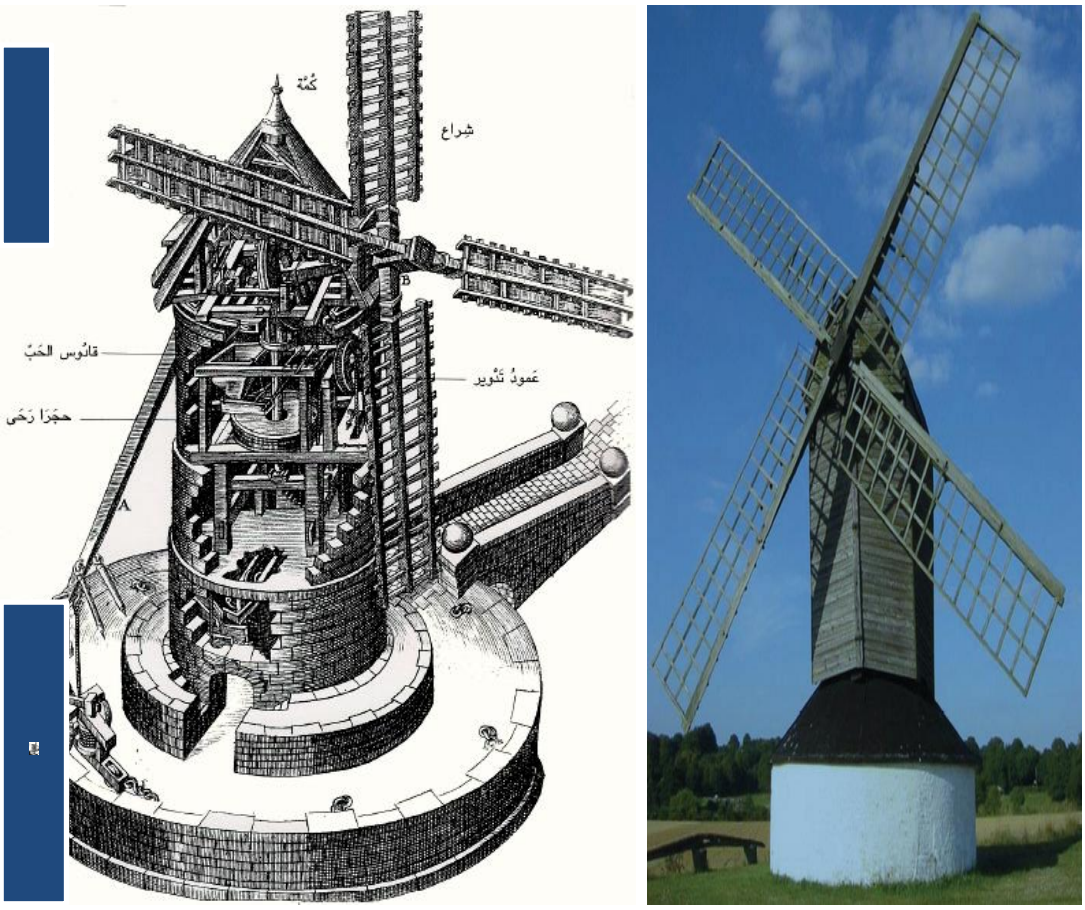
الدكتور داود ملوك

طاقة الرياح

مقدمة عامة:

تتكون الرياح في الكرة الأرضية نتيجة الاختلافات في درجات الحرارة بين المناطق المختلفة من الأرض، وذلك نتيجة لامتصاص أسطح الأرض والبحار والمحيطات لأشعة الشمس "Solar Radiation" بنسب متفاوتة. فعند سقوط الإشعاع الشمسي على منطقة ما، يسخن الهواء مما يؤدي إلى انخفاض كثافته وتقليل الضغط الجوي. أما المناطق التي ينخفض فيها مقدار الإشعاع الشمسي فإن كثافة الهواء تزداد وبذلك 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.

تم استغلال الطاقة الحركية الموجودة في الرياح منذ ألاف السنين، وتعد طاقة الرياح من أولى أنواع الطاقات المتجددة التي استخدمها الإنسان، إذ تشير الشواهد التاريخية إلى أن البابليون – في بلاد الشام – كانوا من الاوائل الذين انتبهوا إلى طاقة الرياح وسخروها لبعض استخداماتهم، حيث صنعوا أشرعة بسيطة لتسيير بعض القوارب الصغيرة. وكان الفُرس هم أول من استخدم طاقة الرياح في إدارة الطواحين لطحن الحبوب وضخ المياه منذ حوالي ٢٠٠ عام قبل الميلاد. وانتشرت طواحين الرياح "Wind Mills" في أوربا في القرون الوسطى، وقد تجاوز عددها المئات في هولندا وبريطانيا، يبين الشكل (١) طاحونة الهواء.

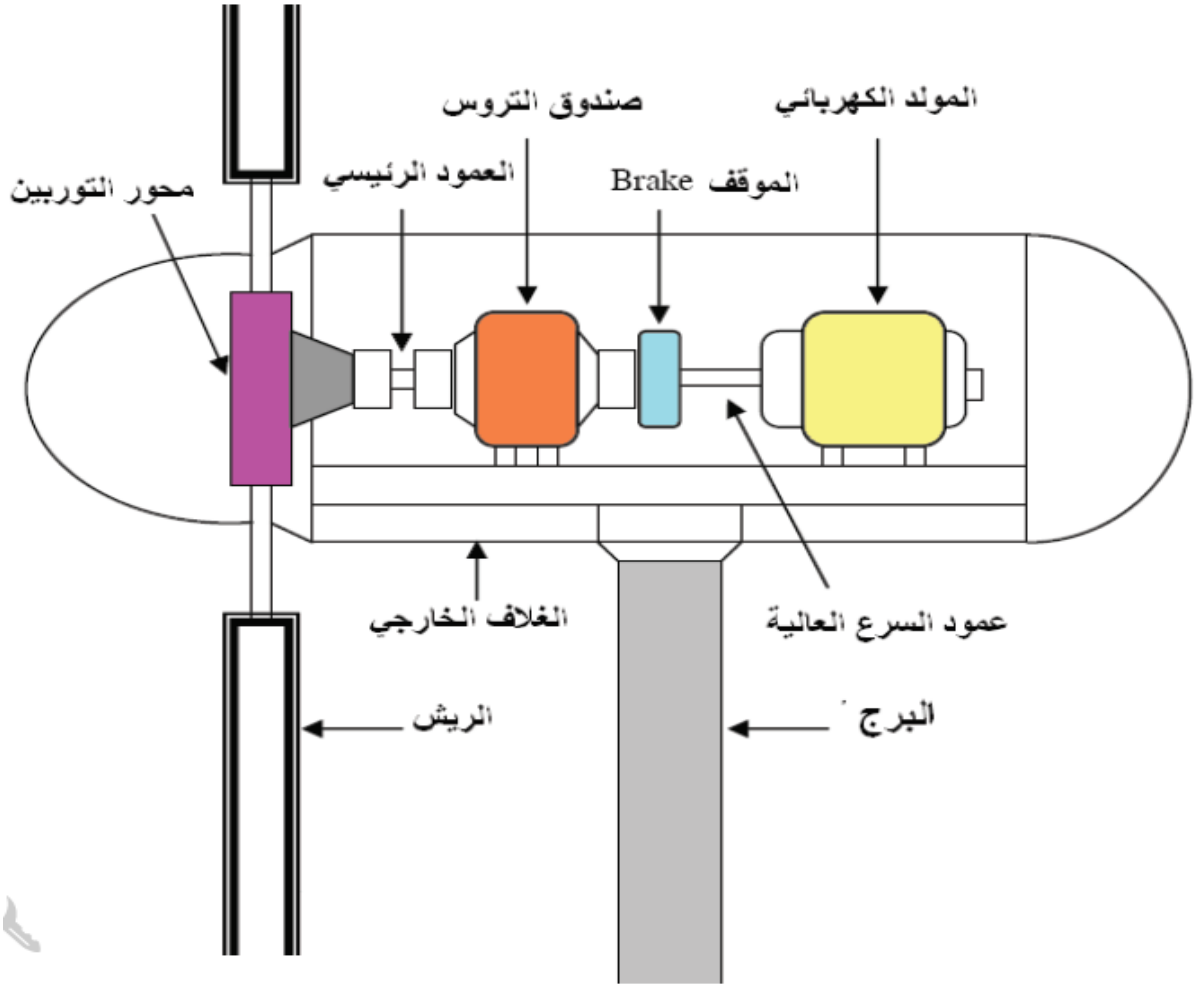


الشكل (١) طاحونة الهواء /للاطلاع/

استخدام طاقة الرياح في وتوليد الكهرباء:

مع دخول الإنسان عصر الكهرباء واختراعه للمولدات الكهربائية والمحركات التي تعمل على الطاقة الكهربائية تغيرت صورة وضع الطاقة في العالم، وبالتالي أختلف الوضع الذي كانت تعمل عليه الطواحين الهوائية، فإذا كان في استطاعة طاحونة الهواء تشغيل مضخة ماء أو مطحنة دقيق فما الذي يمنع من استخدامها في تشغيل مولد كهربائي لتوليد الطاقة الكهربائية ؟، وفعلاً، وخلال القرن التاسع عشر، بدأت محاولات لتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة طواحين الهواء التي تدار بطاقة الرياح، ومع نهايات القرن التاسع عشر وبدايات القرن العشرين انتشرت توربينات الرياح بشكل واسع والتي تحول الطاقة الحركية في الرياح إلى كهرباء.

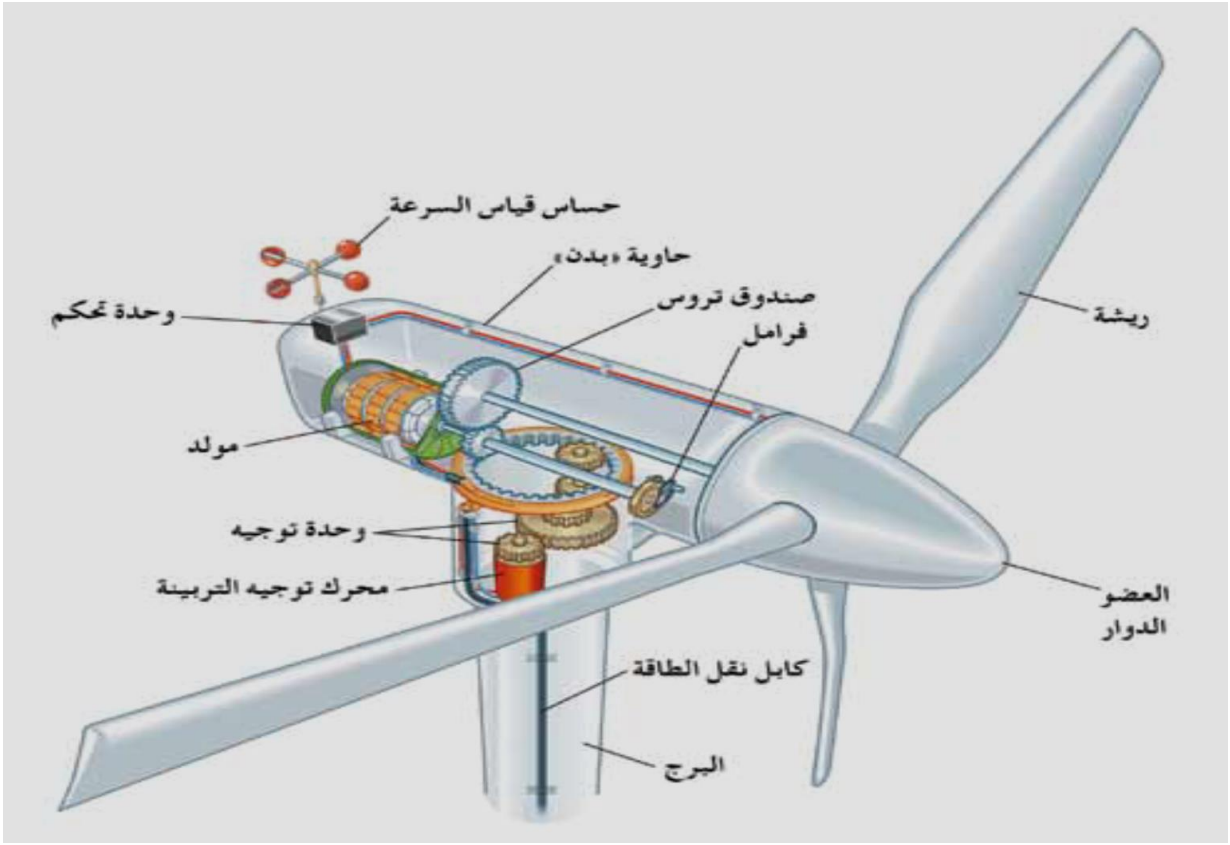
واليوم تستخدم طاقة الرياح في توليد الكهرباء، عن طريق تحويل طاقة الحركة الموجودة في الرياح إلي طاقة كهربية، وتُسمي الماكينات التي تعمل في توليد الكهرباء توربينات الرياح بخلاف تلك المستخدمة في طحن الحبوب والتي يطلق عليها طواحين الرياح.
تُثبت التوربينات علي أبراج تُصنع من الحديد المعالج يستطيع أن يتحمل مكونات التوربينة والتي يصل وزنها إلي قرابة ثلاثين طناً، ويبين الشكل (٢) رسم تخطيطي مبسط لتوربينة أو توربين رياح.



الشكل (٢) رسم تخطيطي مبسط لتوربينة رياح

تتلخص فكرة إنتاج الطاقة الكهربية من تو ربينات الرياح علي النحو التالي، تعمل الطاقة الحركية للرياح علي إدارة الريش المثبتة علي التوربينة، وكما هو مبين بشكل رقم (٢) نجد أن ريش التوربينة مثبتة على محور الدوران أو ما يسمى صُرة "Hub" والتي ترتكز على عمود الدوران الرئيسي (العمود الرئيسي) الموصل بصندوق السرعات أو صندوق التروس "Gearbox" والذي يتولى رفع سرعة الدوران، ثم تنتقل الحركة إلى عمود السرعة العالية أو عمود الدوران السريع "High Speed Shaft" والذي بدورة يشغل المولد فتنتج طاقة كهربائية. وبالتالي يمكننا الاعتماد علي توربينة رياح صغيرة كتلك المبينة في شكل رقم (٢) لإنارة منزل أو مدرسة. أما إذا ارتفعت سرعة الرياح فإن الموقف أو الفرامل "Brakes" تمنع الريش من الدوران مخافة أن يؤدي دورانها بسرعة عالية إلي تحطمها وتكسير الأجزاء الدّوارة، وتُعرف السرعة العالية في التوربينة بأنها الأعلى من 25 متر/ثانية.

يبين الشكل (٣) مخططاً تفصيلياً لتوربينة رياح، حيث يظهر فيه صندوق التروس (صندوق السرعات) والذي يتكون من مسنن (كبير) موصول مع عمود الدوران الرئيسي، ومسنن (صغير) موصول مع عمود الدوران السريع – الذي يتصل مع المولد – مما يؤدي إلى رفع سرعته، ولضمان توجيه ريش التوربينات نحو اتجاه الريح، يوجد نظام توجيه (وحدة توجيه) خاص بالتوربينة يعمل علي توجيه التوربينة في اتجاه الرياح، وتتكون وحدة التوجيه من محرك توجيه التوربينة ومسننات، ونلاحظ أيضاً من الشكل (٣) وجود حساس قياس السرعة يقوم بقياس سرعة الرياح، ووحدة تحكم والتي تستخدم في تشغيل ومراقبة أداء التوربينات، وكابل نقل الطاقة الكهربائية من المولد.

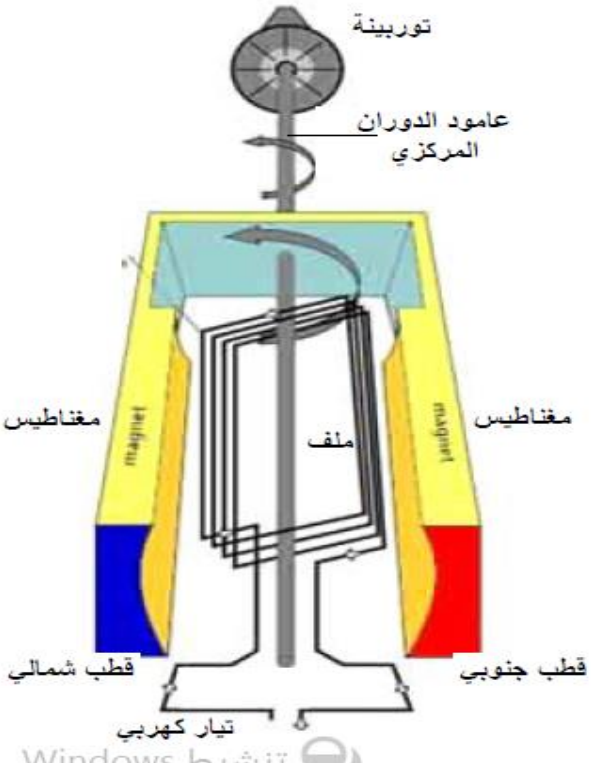


الشكل (٣) مخطط تفصيلي لتوربينة رياح

عادة ما تستخدم التوربينات مولدات صغيرة نسبياً، ويرجع هذا إلي أن السرعة العالية في الدوران تقلل حجم المولد وتكلفته.

<u>كيفية عمل المولد ؟</u>

يتم وصل التوربينة من خلال عامود الدوران المركزي أو الرئيسي – وصندوق السرعة وعامود الدوران السريع – مع مولد يحتوي علي مجال مغناطيسي كبير وبدوران التوربينة يدور العامود المركزي فيقطع الملف المجال المغناطيسي فنحصل علي كهرباء، أي أن المولد يحول الطاقة الميكانيكية إلي طاقة كهربية من خلال إدارة ملف في وجود مجال مغناطيسي كما هو مبين في الشكل (٤).



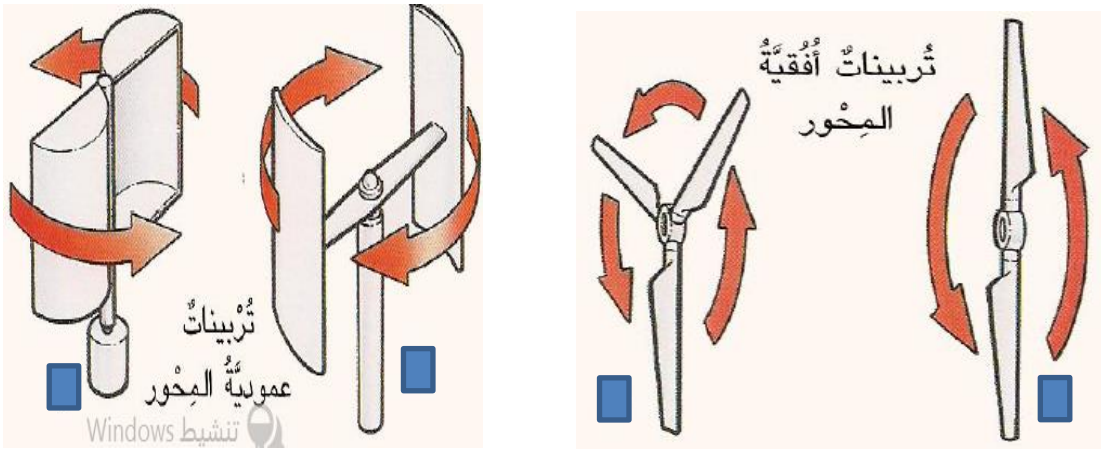
الشكل (٤) رسم توضيحي للتوربينة والمولد

<u>ملاحظة:</u> *بشكل عام تتشابه الطريقة وتختلف مصادر الطاقة ..! أي أنه وعلى سبيل المثال – لا الحصر – من أجل الحصول علي طاقة حركة لإدارة الملف يمكننا استخدام الرياح أو المياه الساقطة من الشلالات أو بخار ينتج من تسخين المياه بالفحم أو البترول أو الغاز الطبيعي، فكل هذه المصادر تقوم بتوليد الطاقة اللازمة لإدارة الملف بين قطبي مغناطيس لتتولد الكهرباء .*

تختلف قدرات التوربينات حسب تصميمها فمثلا توجد توربينة بقدرة 300 كيلوواط، ولتوضيح معني" قدرة التوربينة " فسوف نضرب المثال التالي، إذا أضأنا عشرة لمبات قدرة الواحدة 100 واط فإننا نستهلك 1000 واط، أي واحد كيلوواط، وهو ما يعني أن التوربينة ال 300 كيلووات تكفي لإضاءة 3000 لمبة قدرة الواحدة 100 كيلوواط. وقد بلغت قدرات التوربينات في الوقت الراهن حوالي 5000 كيلوواط إلا أن استخدامها مازال علي نطاق ضيق.

أنواع توربينات الرياح:

تُصنف توربينات الرياح بالنسبة لمحور الدوران إلي نوعين هما توربينات أفقية المحور"Horizonal Axis Wind Turbine" وتوربينات رأسية المحور " Vertical Axis Wind Turbine" كما هو مبين في الشكل (٥). والتوربينات الأفقية المحور هي التي يكون محور دورانها موازياً لسطح الأرض ويمكن وضعها إما في مواجهة أو عكس اتجاه الريح، وتتميز التوربينات التي توضع في مواجهة الريح بأن الريح تؤثر فيها بشكل مباشر وهذا النوع من التوربينات هو الشائع الاستخدام، أما التوربينات رأسية المحور فهي التي يكون محور دورانها عمودي علي سطح الأرض، ويمكن استخدام كلا النوعين في توليد الكهرباء وإن كانت التوربينات الرأسية المحور غالبا ما تستخدم في الأغراض الميكانيكية مثل ضخ المياه.

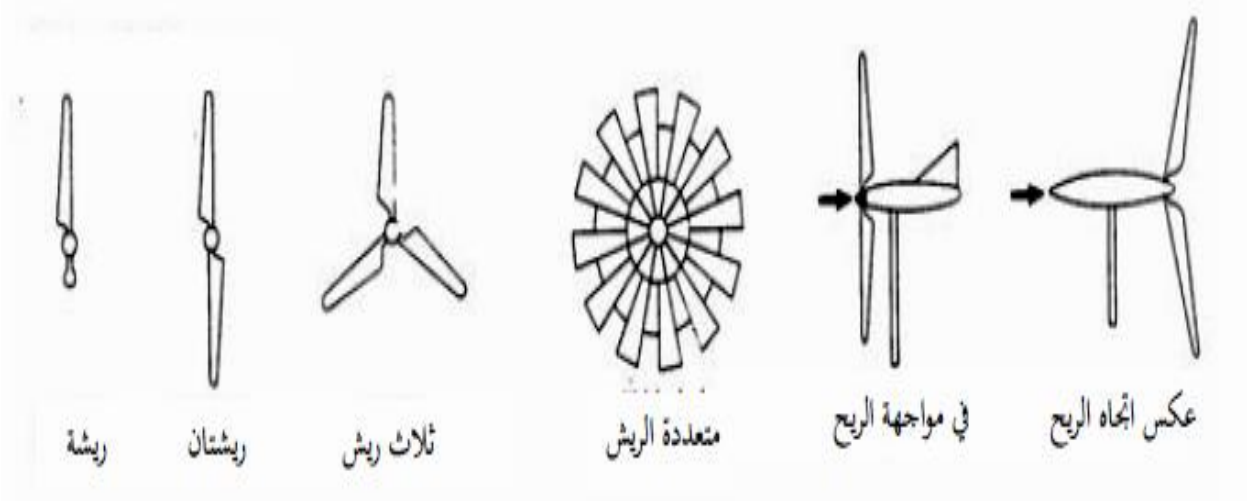


الشكل (٥) التوربينات الأفقية والعمودية

أ - توربينات الرياح الأفقية المحور:

حالياً، تستخدم توربينات الرياح الأفقية المحور ثلاث ريش علما بأن بدايات هذا النوع ترجع إلي التوربينة ذات الريشة الواحدة ثم تطورت إلي ريشتين، ويرجع سبب انتشار استخدام الثلاث ريش إلي أن توزيع وتوازن الأحمال علي محور الدوران يكون أفضل من استخدام ريشة واحدة أو ريشتين، ويعد حساب الأحمال الواقعة علي محور الدوران أمراً بالغ الأهمية حيث يبلغ وزن الريشة الواحدة قرابة ال 2000 كيلوغرام (2 طن)، وتوجد توربينات متعددة الريش " Multi Blades Wind Turbines" إلا أنها غالبا ما تستخدم في ضخ المياه.

يبين الشكل (٦) رسم توضيحي لتوربينات الرياح أفقية المحور.



الشكل (٦) رسم توضيحي لتوربينات الرياح أفقية المحور

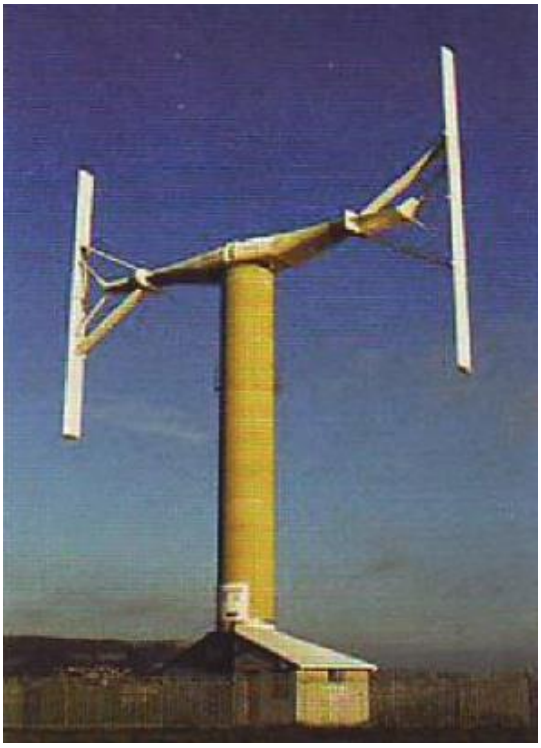
ب - توربينات الرياح الرأسية المحور:

يعتمد هذا التصميم على توجيه محور الدوران بشكل عمودي على الأرض بحيث تدور الشفرات حول هذا المحور. وغالبا ما يزيد عدد الريش عن ثلاثة وتستعمل هذه التوربينات عادة في التطبيقات الميكانيكية مثل ضخ المياه.

توجد تصاميم مختلفة لتوربينات الرأسية المحور، وتعتبر توربينة داريوس من أشهر أنواع التوربينات الرأسية المحور والتي تأخذ شكل مضرب البيض (الخلاط المستخدم في المطابخ)، وتنسب هذه التوربينة إلي المهندس الفرنسي "جورج داريوس George Darrieus" الذي استطاع أن يبتكرها في عام 1931، ويحتوي هذا التوربين على ريشتين أو أكثر ويمتاز بأداء عالي في مدى السرعة المحصورة بين 7 - 4.5 متر/ثانية، ويستخدم هذا التصميم عادة في مجال توليد الطاقة الكهربائية، ويبين الشكل (٧) صورة فوتوغرافية لتوربين داريوس. ومن تصاميم التوربينات الرأسية أيضاً (توربين مسكروف)، والذي تم تطويره لأول مرة من قبل فريق بحثي يقوده البروفسور "Musgrove"، وشكله الخارجي مشابه للحرف (H) كما هو موضح في الشكل (٧).

يتميز هذا النوع من التوربينات أنها لا تحتاج إلي نظام توجيه في اتجاه الرياح، كما أن عمليات التشغيل والصيانة الخاصة بها تتميز بسهولتها مقارنة بالتوربينات الأفقية المحور.

توربين داريوس



توربين مسكروف

الشكل (٧) صوره فوتوغرافية لتوربين داريوس وتوربين مسكروف

الاستطاعة المتاحة من التوربين:

الاستطاعة المتاحة من التوربين أو (العنفة الريحية) بدون وجود مقاومات تحسب من العلاقة:

$P_a = 1/2p.A.V^3$ [W]

حيث:

P: الكلتة النوعية للهواء(كثافة الهواء) [Kg/m^3]

V: سرعة الهواء [m/s]

A: المساحة التي تمسحها شفرات العنفة [m^2] وتعطى بدلالة طول الشفرة r [$A = \pi.r^2$]

ولكن من الناحية العملية فإن حركة الهواء تتعرض إلى مقاومة من قبل الشفرات، وبالتالي يؤدي هذا إلى تخفيض قيمة الاستطاعة الفعلية الناتجة عن دوران العنفة، ويعبر عن هذا التخفيض بعامل يسمى عامل الاستطاعة C_P (مردود الاستطاعة) ويعطى بالعلاقة التالية:

$$C_p = \frac{P}{P_a}$$

حيث:

P: الاستطاعة الفعلية الناتجة عن العنفة الريحية [W]

P_a: الاستطاعة المتاحة (النظرية) [W]

أقصى قيمة يمكن الحصول عليها لعامل الاستطاعة هي ($C_P = 0.593$). ومن هنا نجد أن الاستطاعة الفعلية الناتجة عن العنفة الريحية تعطى بالعلاقة التالية:

$P = 1/2\ C_P.\ p.A.V^3$

استخدام طاقة الرياح في سقاية المزروعات:

إن أقدم استخدامات طاقة الرياح هو استخدامها للسقي، إذ انه بمجرد تحويل الحركة الدورانية إلى حركة خطية باستخدام الكامات أو المحاور الدوارة يمكن تشغيل المضخة الترددية أو المضخات الأخرى.

لقد شاع استخدام المضخات الترددية في مجال طاقة الرياح، ويوضح الشكل (٨) أليه عمل المضخة الترددية. ويمكننا من الشكل فهم طريقة رفع الماء والتدفق، حيث تُسبب حركة المحور الدوار (shaft) المنقولة عبر زراع التدوير إزاحة للمكبس قدرها (2r) وتسبب حركة خطية بإزاحة قدرها (S)، أي أن:

$S = 2r$

وباعتبار أن (d) يمثل قطر الاسطوانة التي يتحرك داخلها المكبس، فيمكن حساب الحجم (V) الذي يزيحه المكبس خلال حركته داخل الأسطوانة لمسافة قدرها (S) من خلال المعادلة التالية:

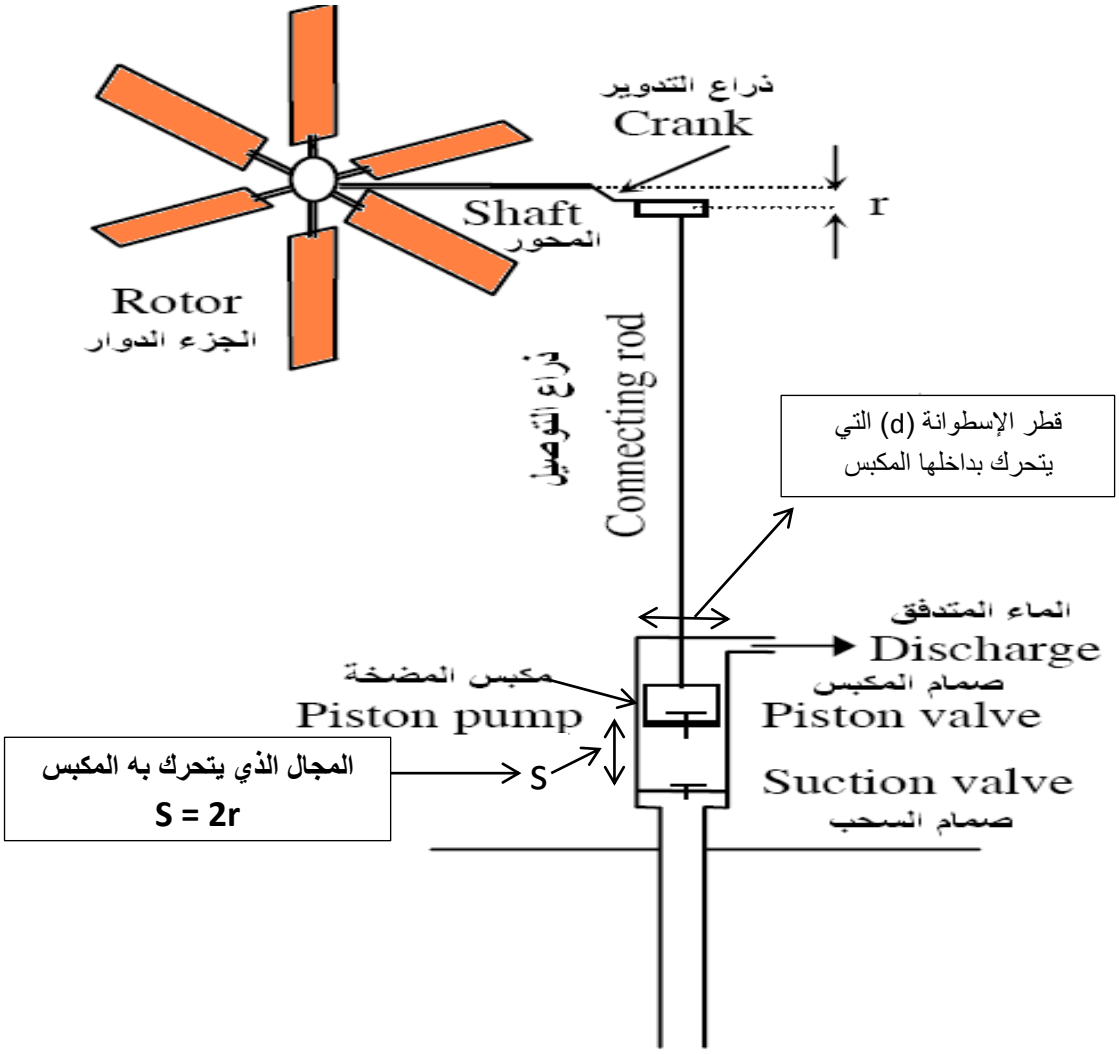
$$V = \frac{\pi}{4}\ d^2.S$$

ويمكن حساب كمية الماء المتدفق من المضخة (Q) لعدد من الدورات قدره (N) من المعادلة التالية:

$$Q = \frac{\pi}{4}\ d^2.(2r).N$$

وغالباً ما تكون المضخات ذلت كفاءة (η) اقل من 100%، لذا يجب إدخال عامل الكفاءة، لتصبح كمية الماء المتدفق من مضخة ترددية تعمل بطاقة الرياح تعطى من المعادلة التالية:

$$Q = \frac{\pi}{4}\ d^2.(2r).N\ \eta$$



الشكل (٨) سحب المياه من الآبار باستخدام مضخة ترددية تعمل بطاقة الرياح