محولات طاقة الرياح

د. وداد الاسطى *
م. عبدالحميد حواص*

مقدمـــــة :

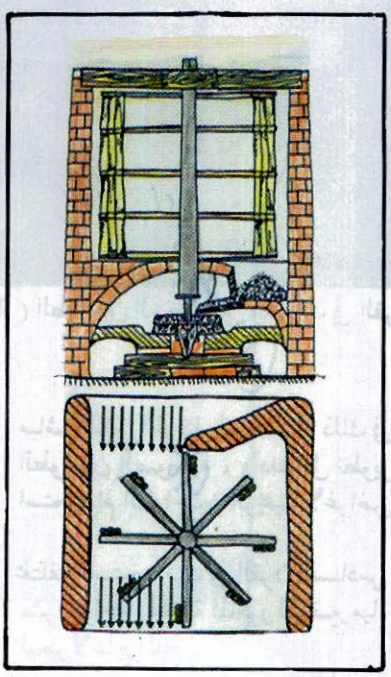
انظمة محولات طاقة الرياح تختلف عن بعضها فى الشكل والحجم والطاقة الناتجة من كل منها ولكنها جميعا لها نفس قواعد العمل الأساسية ، والتى تتمثل فى تحويل طاقة الحركة للرياح الى حركة أولية للحصول على شغل مفيد ، ففى أنظمة التوربينات الريحية تستخدم هذه الحركة الأولية فى تشغيل مولدات كهربائية ، وفى أنظمة أخرى تحول الحركة الأولية الى حركة ترددية لتشغيل مضخة أو لأداء أى شغل ميكانيكى آخر .

الطواحين الريحية فى العصور القديمة

□ □

أول تسمية لمحولات طاقة الرياح عرفت باسم الطواحين الريحية لانها استخدمت لطحن الحبوب ، ويرجع هذا الى عصور قديمة حيث استخدمت سنة 2000 قبل الميلاد فى الصين واليابان لضخ المياه ، ثم استخدمها البابليون لنفس الغرض سنة 1700 قبل الميلاد [1] .

كما استعملها العرب كمحرك أولى فى القرن الثانى قبل الميلاد [2] ، وأول طاحونة استخدمت بحجم كبير كانت فى بلاد فارس سنة 644 ميلادى الموضحة فى شكل (1) ، وانتشر استخدامها على الحدود بين ايران وافغانستان ، وكانت رأسية المحور مزودة بحاجب نصفى للرياح ولها ثمانى ريش تحرك حجرا دائريا على حجر ثابت مباشرة وذلك لطحن الحبوب عندما تمر بين الحجرين [3] .



شكل (1)
طاحونة رأسية المحور استعملت سنة 644 م .

بحلول القرن الثامن صنعت فى الدول المطلة على البحر المتوسط ، نتيجة لخبرتها فى مجال صناعة السفن الشراعية ، الطواحين الشراعية أفقية المحور بأشكال مختلفة ، فمنها ذات أبراج مصنوعة من الأحجار أو الاخشاب على هيئة صومعة كما فى شكل (2) تحوى بداخلها معدات الطحن أو أبراج هيكلية الشكل ، وبريش طويلة مستطيلة أو مثلثة ، مازال بعضها موجودا فى بعض الدول مثل اسبانيا وايطاليا واليونان كمعلم سياحى .

ثم انتقلت صناعة الطواحين الريحية فى القرن الثانى عشر الى أوروبا ، فأصبحت عنصرا مهما فى طحن الحبوب وري الأرض من مياه الأنهار فى فرنسا سنة 1180 ، وبريطانيا سنة 1191 ، وفى القرن الخامس عشر استخدمت فى هولندا لغرض صرف المياه وذلك لطبيعة بلادهم المنخفضة ، حيث استخدم دوار ذو أربع ريش على شكل

* مركز دراسات الطاقة الشمسية

شكل (2) الطواحين البرجية التى انتشرت فى القرون الوسطى

أشرعة وقد كانت الدعامة أو السارية للطاحونة مفرغة من الداخل وعمود الادارة فى وضع عمودى مع ترسين أحدهما فى أعلى العمود والآخر فى نهايته من أسفل داخل هذه السارية ويحرك عجلة المغارف لسحب الماء من أسفل الى مستوى أعلى هذه الطريقة الغير مباشرة لنقل الحركة طورت بعد ذلك فى الطواحين الصومعية ، وأدت الى تطوير استخدام الطواحين الريحية لأغراض مختلفة فاستخدمت فى القرن السادس عشر طواحين أفقية المحور لتبخير مياه البحر لانتاج الملح .

تطور الطواحين فى القرن التاسع عشر

كانت الأشرعة تركب على عمود الادارة بزاوية مائلة على المستوى الافقى وتصنع الاشرعة من القماش وتركب على هياكل خشبية ، وفى سنة 1759

قام المهندس البريطانى جون سميتون باول تصميم علمى لأشرعة الطاحونة الريحية فاقترح عدد 5 أشرعة بدلا من أربعة ، كما استخدمت بعد ذلك 6 و 8 أشرعة كما أدخل الحديد الزهر فى صناعة بعض أجزاء الطاحونة ، وفى سنة 1772 اخترع أندروميكل الأشرعة النابضة مع غطاء مثبت على هيكل الأشرعة ، وذلك للتحكم فى الرياح ولامتصاص أكبر كمية من الطاقة لحماية الدوار عند السرعات العالية ، وفى سنة 1789 استخدم ستيفن هوبر فى بريطانيا أنظمة اخرى من الاغطية يمكن تشغيلها يدويا دون ايقاف الطاحونة ، كما استخدمت أجهزة التحكم بعد ذلك ، وقد دمج سير ويليم الأعمال السابقة لميكل وهوبر مما مكن من التحكم فى الطاحونة أوتوماتيكيا بدلا من التحكم اليدوى ، وكان ذلك فى سنة 1807 ، أما فى سنة 1860 فقد استخدم كاتشي بول فى بريطانيا بنجاح كوابح هوائية ، وفى سنة 1924 م بدأ استخدام الشكل الانسيابى لجنيح التوربينات الريحية بشكل موسع فى الدول الأوروبية ، كما ازدهر استخدامها فى هولندا لمقدمه أشرعة الطواحين الريحية التى بدأ استخدامها فى هولندا سنة 1927 م ، كما اهتم الهولنديون بتطويرها وذلك بتقليص عدد ريش الدوار الى اربعة واستخدموا بعض أجهزة التحكم والكوابح وزيادة كفاءة عملها وكانت أقصى قدرة لهذه التوربينات هى 35 ك. وات ثم بدأ صنعها من معادن مختلفة ووصلت قدرة بعضها الى 65 ك. وات .

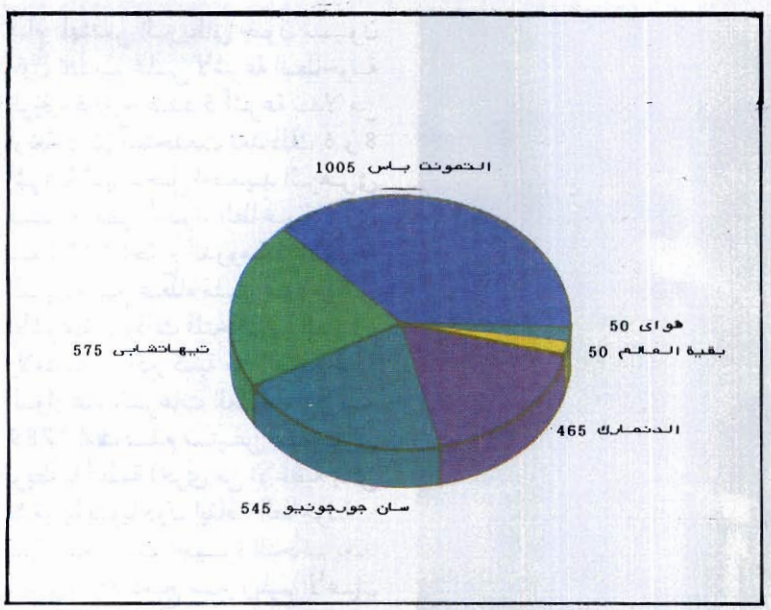
وتوالت تصاميم أخرى لجنيحات عديدة لتحديد اقصى سرعات لهذه الريش هذه التصاميم زادت من الطاقة الناتجة من الطواحين الريحية وساعدت على استخلاص الطاقة الكامنة فى الرياح حتى عند سرعات بطيئة .

شكل (3) المزرعة الريحية الموجودة فى الدنمارك بقدرة 8 . 3 ميجاوات وتضم 21 منظومة تحويل بقدرة 180 ك . وات

وكان لاكتشاف الكهرباء وتطور طرق الحصول عليه من المولدات الكهربائية اثر فعال أضاف استخداما جديدا للطواحين الريحية ، ففى الدنمارك صنعت وركبت اول توربينة ريحية لتوليد الطاقة الكهربائية سنة 1850 من قبل لاكوور ، وصنعت هذه التوربينة من أشرعة مع دليلين لاتجاه الرياح على برج من الصلب ، وقد بنى لاكوور أول توربينة ريحية بغرض البحث والاختبار سنة 1890 فى احدى المدارس العليا بقطر 11 م [4 ، 5] ثم توربينة أخرى فى سنة 1897 بقطر 22 م وحاول حل مشكلة التحكم فى سرعة التوربينة كما انه فكر فى مشكلة تخزين الطاقة حيث أنه استخدم الطاقة الناتجة من التوربينات الريحية لانتاج الهيدروجين الذى استخدمه فى أغراض

الاضاءة .

وبظهور واستخدام محركات الاحتراق الداخلى مع توفر ورخص النفط تقلص استخدام التوربينات الريحية ، والمؤثر الاخر فى استبعاد استخدامها هو تزويد المناطق الريفية بالكهرباء ، ومع ذلك فقد انتشر استخدامها فى انحاء العالم الا ان الخطوة الكبيرة التالية فى تقنيتها هى تطور صناعة ريش الدوار بأشكال ذات سطوح انسيابية تشبه جناح الطائرة ، التى أدت الى زيادة سرعة الدوران للدوار فأصبحت قادرة على تشغيل مولدات كهربائية ، وخلال النصف الاول لهذا القرن عملت بعض الدراسات على استخدام منظومات بقدرات تفوق 50 ك. وات ، وأهم وأكبر هذه المنظومات هى توربينة سميث بوتمان فى الولايات المتحدة والتى تم تصنيعها فى شهر (8) سنة 1941 م ، بقدرة 1250 ك. وات عند سرعتها المثلى 5 . 13 م/ث ، بريشتين مصنوعتين من الصلب المقوى ، وقد



شكل (4) الطاقة المولده بالرياح فى العالم (مليون ك . و . س)

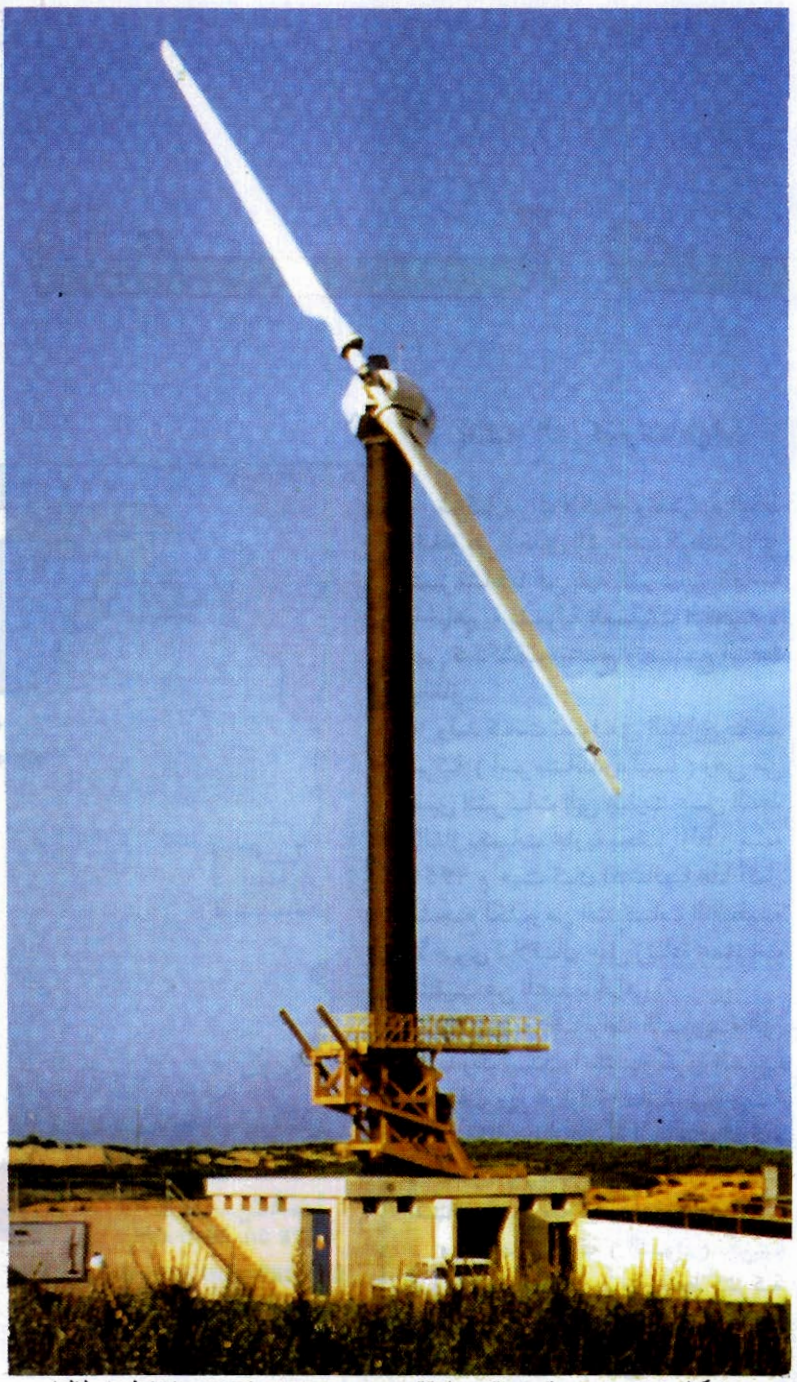
أثبتت جدوى استخدامها فنيا واقتصاديا مما شجع بعض الدول الاوروبية مثل بريطانيا وفرنسا والدنمارك وألمانيا على صناعة الاحجام الكبيرة وبانتشار استخدامها انتشرت فكرة اقامة مصانع للتوربينات الريحية ، واول شركة لتصنيعها كانت فى الدنمارك بريشتين او ثلاث ريش .

وبظهور أزمة الطاقة سنة 1973 - 1974 زاد الاهتمام بها فركبت أكثر من 100,000 توربينة ريحية فى انحاء مختلفة من العالم بقدرة اجمالية تفوق 3000 جيجاوات منها 2000 جيجاوات لتوليد الكهرباء عن طريق 20,000 توربينة موصلة بشبكات الكهرباء ، أما الباقى فهى مستخدمة فى ضخ المياه أو طحن الحبوب أو الاستخدامات الميكانيكية الأخرى وبلغت الطاقة المولدة للريح فى الولايات المتحدة 2 . 2 بليون ك . وات ساعة سنة 1989 م

جدول (1)
منظومات الرياح العملاقة التى تفوق قدراتها 500 ك . وات

البلاد	العدد	قطر المروحة (م)	سعة المروحة (ك . وات)	تاريخ تشغيلها
كندا	1	64	4000	79 - 1988
الدنمارك	1	40	630	1980
	1	60	2000	1988
	5	40	750	87 - 1988
ألمانيا	1	100	3000	84 - 1986
	1	60	1200	1989
	3	50	640	88 - 1989
ايطاليا	1	60	1500	1989
	1	45	1000	1986
اسبانيا	1	60	1000	1989
السويد	1	75	2000	1984
	1	78	3000	1982
	1	45	750	1988
بريطانيا	1	60	3000	1988
	1	45	750	1988
	3	55	1000	1988
الولايات المتحدة	5	91 . 4	2500	81 - 1988
		78	4000	1982
		97 . 5	3200	1987
		40	600	1986
		45	750	

كما تبلغ القدرة الاجمالية المركبة لطاقة الرياح فى العالم سنة 1990 حوالى 1900 جيجاوات منها 80 ٪ فى كاليفورنيا على شكل مزارع ريحية



شكل (5) توربينة ريحية عملاقة بقدرة 5 , 1 ميجاوات مركبة فى ايطاليا

(شكل 3 يوضح أحد مزارع الرياح فى الدنمارك) والباقى موزعة فى أنحاء العالم كما فى شكل (4) [6] . وتعتبر الاحجام الاقتصادية المستخدمة حاليا فى المزارع الريحية بين 200 الى 500 ك . وات أما الاحجام الكبيرة والتى تفوق قدرتها 500 ك . وات فهى لاتزال تحت البحث والتطوير ، وجدول (1) يوضح التوربينات الريحية العملاقة والتى تصل قدرة بعضها الى 4 ميجاوات والدول المركبة فيها وأقطار الدوار لكل منها ، وشكل (5) يوضح أحدى هذه التوربينات الريحية بسعة 5 . 1 ميجاوات المركبة فى ايطاليا .

المراجع

1. Gouriere D. le,Wind power plant theory and Design ,1st ed. pergamon press, 1982.
2. World Meterological organization Meteorological Aspects of the Utilization of Wind As An Energy Source Technical Note 175, secretariat of the World Meteorological organization, Geneva, Switzerland, 1981.
3. V. Hunt, Wind power, Van Nostrand Reihold Co., New York, 1981
4 . Wind Energy In Denmark, Research & Technological Development Ministry of Energy, Danish Energy Agency, 1990.
5. J. Schmid & W. palz, European Wind Energy Technology, series, G. volume 3, commission of the European communities, luxembury, 1986.
6. Milborrow, D., Wind Energy During the 1980 s. International Notes, Windirections, Newsletter of the British & European Wind Energy Assaciation, Vol, IX, No 4, Spring 1990.