جامعة طيبة
TAIBAH UNIVERSITY

تقييم أداء توربينات الرياح الأفقية والرأسية

دليل تجربة معملية

جامعة طيبة
كلية العلوم - قسم الفيزياء
إعداد: أ.محمد الميلبي

NotebookLM

أهداف التجربة

تحديد السرعة الدورانية ونسبة سرعة طرف الشفرة (Tip Speed Ratio) لتوربينات الرياح.

دراسة أداء الأنواع المختلفة من توربينات الرياح.

NotebookLM

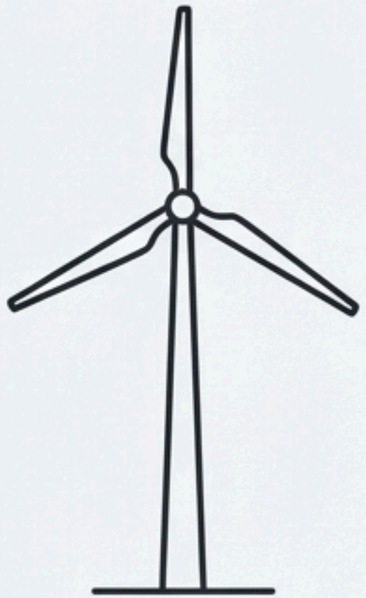
من الرياح إلى الكهرباء: مبدأ تحويل الطاقة

تعمل توربينات الرياح عن طريق تحويل الطاقة الحركية في الرياح أولاً إلى طاقة حركية دورانية في التوربين، ثم إلى طاقة كهربائية يمكن استخدامها.

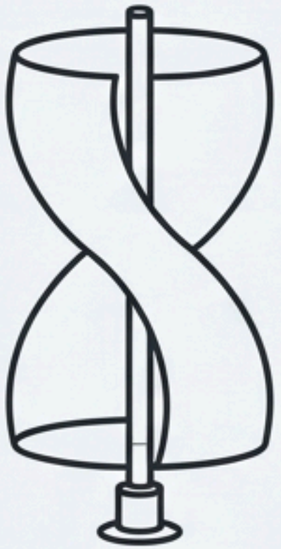
NotebookLM

عائلات توربينات الرياح: التصاميم الرئيسية

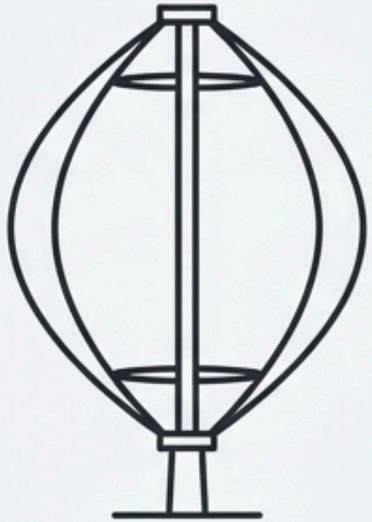
تنقسم توربينات الرياح إلى فئتين رئيسيتين: توربينات الرياح ذات المحور الأفقي (HAWT) وتوربينات الرياح ذات المحور الرأسي (VAWT).



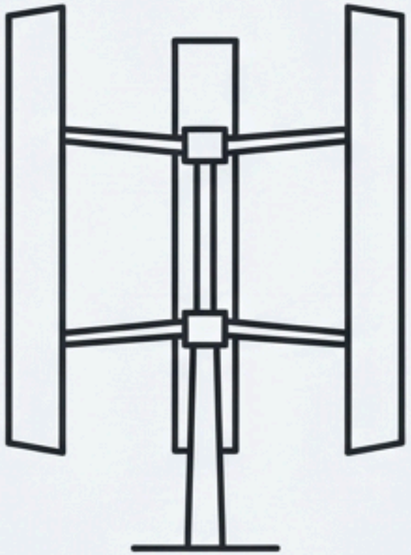
HAWT
(توربين أفقي المحور)



Savonius
(سافونيوس)



Darrieus
(داريوس)



H-Rotor
(إتش-روتر)

NotebookLM

مقارنة مباشرة: المحور الأفقي (HAWT) مقابل المحور الرأسي (VAWT)

توربينات المحور الأفقي (HAWT)

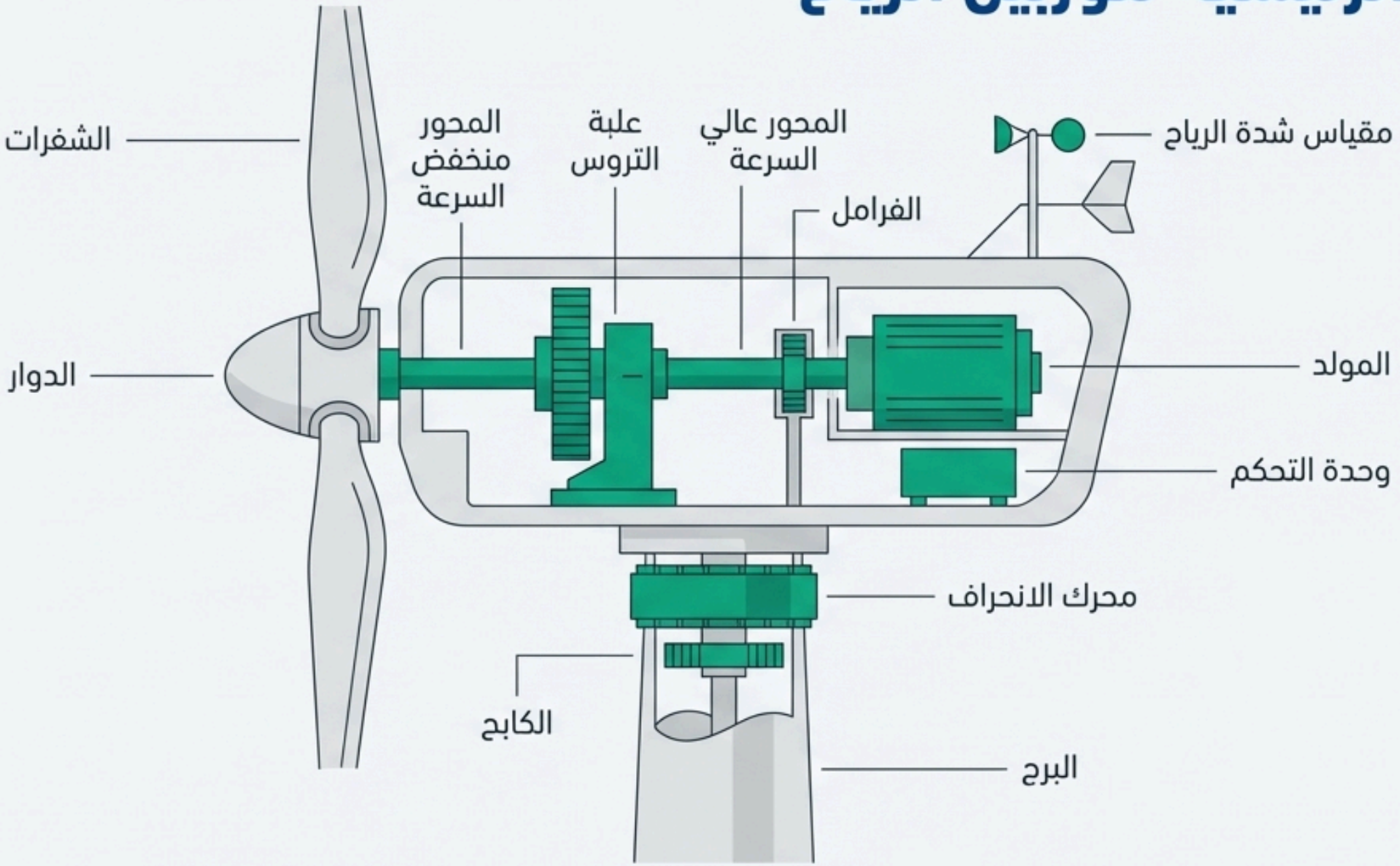
- **الكفاءة:**
  أكثر كفاءة بشكل عام، خاصة في الرياح الصفائحية عالية السرعة.
- **الانتشار:**
  هي الأكثر انتشارًا واستخدامًا.
- **التعقيد:**
  تتطلب آليات توجيه لمواجهة الرياح.

توربينات المحور الرأسي (VAWT)

- **اتجاه الرياح:**
  تعمل بشكل مستقل عن اتجاه الرياح.
- **سرعة البدء:**
  تبدأ العمل عند سرعات رياح منخفضة.
- **البساطة:**
  تتميز بتصميم بسيط (مثل نوع Savonius).

NotebookLM

تشريح التوربين:
المكونات الرئيسية لتوربين الرياح



NotebookLM

فيزياء القوة: العوامل المؤثرة على إنتاج الكهرباء

تعتمد كمية الكهرباء المنتجة من توربين الرياح على ثلاثة عوامل رئيسية:

سرعة الرياح

السرعات العالية تولد طاقة أكبر. لكل توربين نطاق تشغيل محدد بسرعتي القطع الدنيا والقصوى (cut-in and cut-out speed).

كثافة الهواء

الهواء الأكثر كثافة (المرتبط بالارتفاع والضغط ودرجة الحرارة) ضغطًا أكبر على الدوارات، مما يزيد من إنتاج الطاقة.

تصميم التوربين

يتم تصميم الشفرات لزيادة التقاط الطاقة الحركية إلى أقصى حد. الشفرات الأكبر تلتقط المزيد من الرياح ولكنها تتطلب مسافات أكبر بين التوربينات.

NotebookLM

المعادلات الحاكمة: حساب القوة والكفاءة

قوة الرياح

$$P_{wind} = \frac{1}{2} * \rho * A * V_{Air}^{3}$$

P_{wind} = قوة الرياح بالواط

ρ (rho) = كثافة الهواء ($1.2\ kg.m^{-3}$)

A = المساحة الدائرية التي تغطيها الشفرات ($م^2$)

V_{Air} = سرعة الهواء (م/ث)

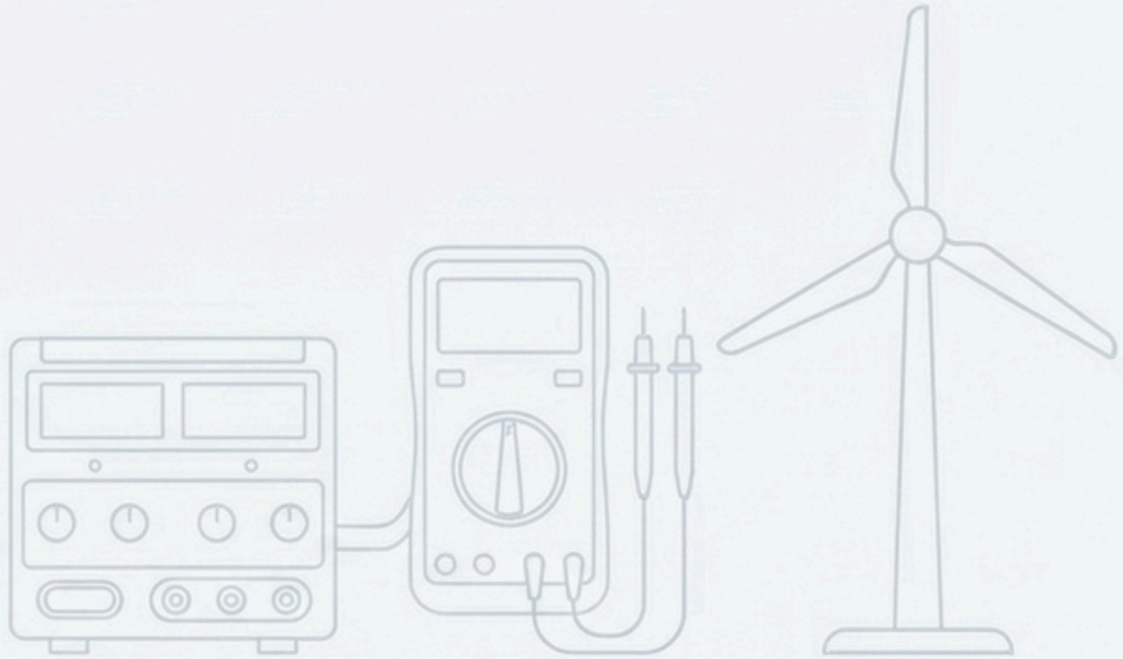
الكفاءة

$$\eta = \frac{P_N}{P_{wind}}$$

η (eta) = كفاءة التوربين

P_N = الطاقة الفعلية المقاسة من التوربين

NotebookLM



من النظرية إلى التطبيق

إعداد التجربة وجمع البيانات

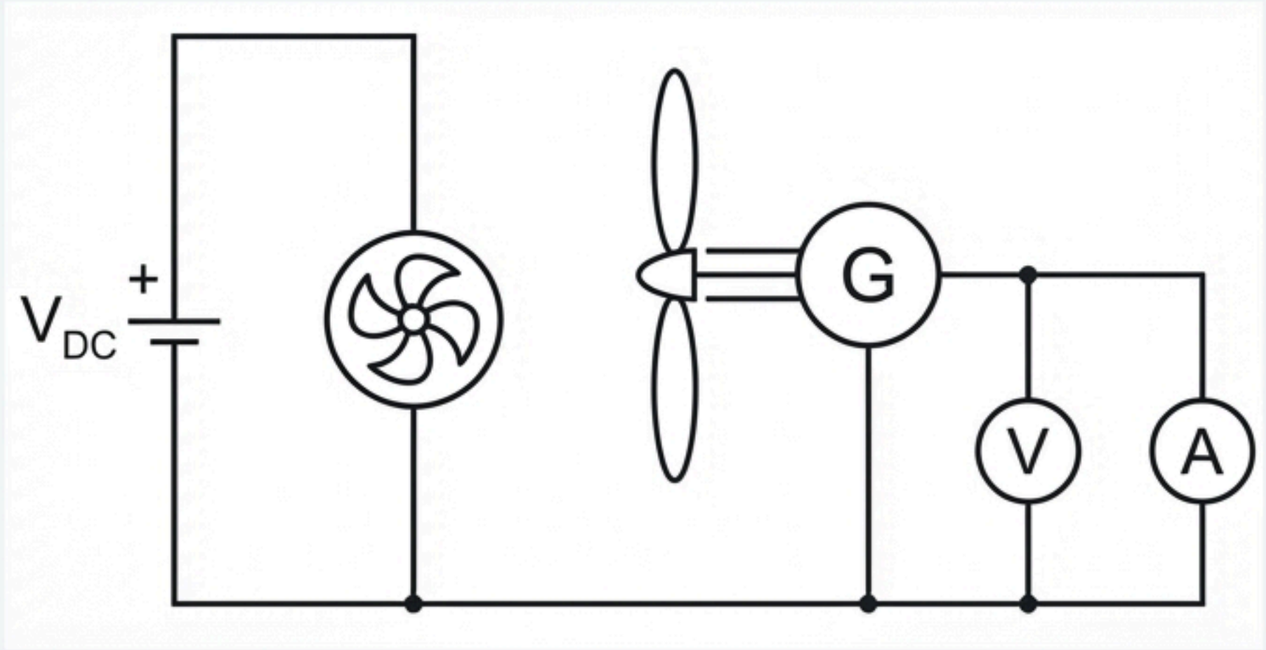
NotebookLM

الأدوات والمكونات المطلوبة

قائمة المعدات

1. Universal Prototype Board
2. DC Power Supply
3. Blower
4. Wind Turbine
5. Set of Wind Rotors (3 blades 25° Optimized and Flat blades)
6. Savonius Turbine
7. Anemometer
8. Tachometer
9. Digital Multimeter

مخطط الدائرة الكهربائية



مخطط الدائرة مع تغيير نوع التوربين.

NotebookLM

خطوات إجراء التجربة

1. **توصيل الدائرة:** قم بتوصيل الدائرة كما في الشكل 7-6. اضبط الجهد على 12 فولت والمسافة بين المنفاخ والتوربين على 16 سم.
2. **قياس سرعة المنفاخ:** قم بقياس سرعة هواء المنفاخ وسجل النتيجة في الجدول 1.
3. **قياس سرعة التوربين:** قم بقياس سرعة رياح التوربين مباشرة باستخدام مقياس شدة الرياح وسجل وسجل النتيجة في الجدول 1.
4. **قياس الدوران والقطر:** أضف دوار التوربين وقم بقياس سرعته الدورانية (N) باستخدام مقياس سرعة سرعة الدوران (Tachometer). قم بقياس قطر الدوار (d) وسجل النتائج في الجدول 1.
5. **قياس الجهد والتيار:** قم بقياس الجهد (V) والتيار (I) ودرجة حرارة الغرفة والمساحة السطحية (A) وسجل وسجل النتائج في الجدول 2.
6. **حساب الطاقة:** قم بحساب طاقة التوربين (P_N) وطاقة الرياح (P_{wind}) وسجل النتائج في الجدول 2.
7. **تغيير سرعة المنفاخ:** قم بزيادة سرعة المنفاخ للعثور على السرعة التي يبدأ عندها التوربين في الدوران. قم بقياس سرعة الرياح وسجل النتائج في الجدول 3.

NotebookLM

تسجيل البيانات (1): حسابات نسبة سرعة طرف الشفرة (λ)

المتغير (Parameter)	توربين رياح أفقي المحور (HAWT)		توربين رياح رأسي المحور (VAWT) (Savonius Wind)
	شفرة مسطحة (Flat Blade)	شفرة محسنة (Optimized Blade)	
سرعة الهواء أوّل V_{Air} (م/ث)			
سرعة توربين الرياح V_{wind} (م/ث) (Wind Turbine Speed V_{wind} (m/s))			
نسبة سرعة طرف الشفرة λ			
سرعة الدوران N (دورة في الدقيقة) (Rotational Speed N (RPM))			
قطر d (سم)			

NotebookLM

تسجيل البيانات (2): حسابات الكفاءة (η)

المتغير (Parameter)	توربين رياح أفقي المحور (HAWT)		توربين رياح رأسي المحور (VAWT) (Vertical-axis Wind Turbine) (Savonius Wind)
	شفرة محسنة (Optimized Blade)	شفرة مسطحة (Flat Blade)	
درجة حرارة الغرفة °C			
المساحة السطحية A (m^2)			
جهد توربين الرياح V_{wind} (V)			
تيار توربين الرياح I_{wind} (mA)			
القدرة الاسمية P_N (mW)			
طاقة الرياح P_{wind} (mW)			
الكفاءة η			

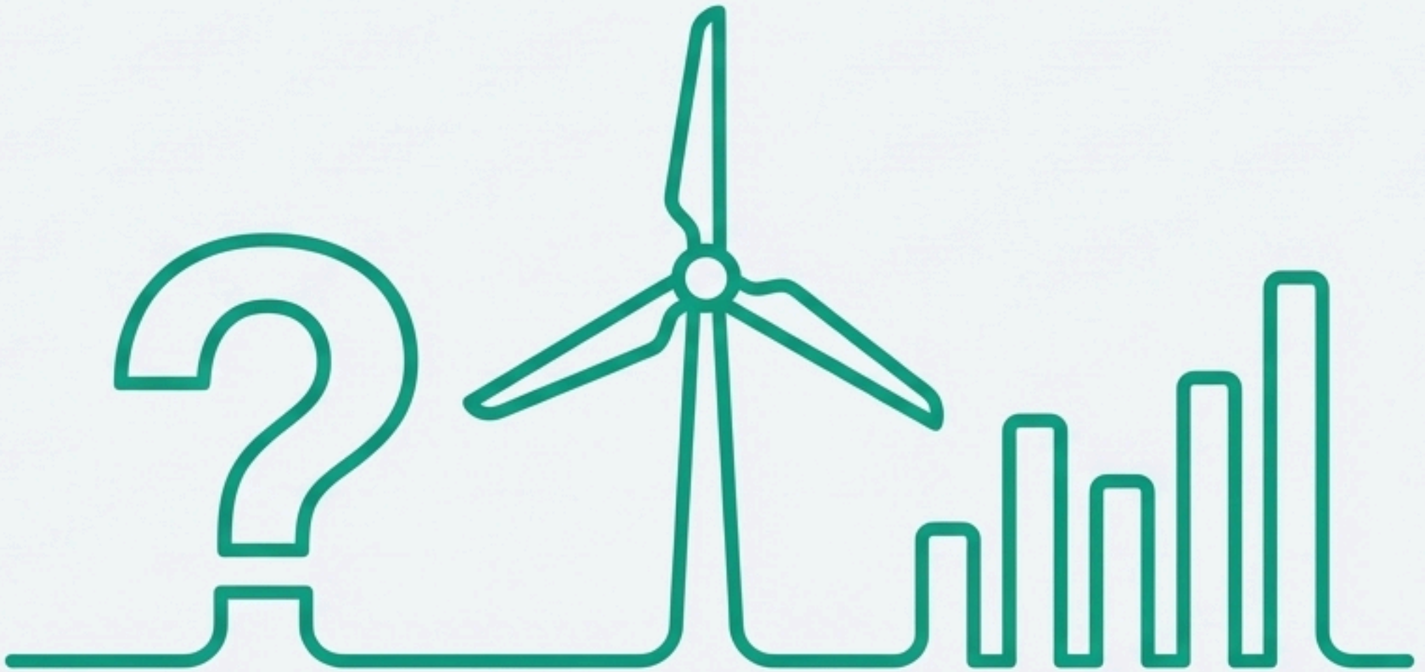
NotebookLM

تسجيل البيانات (3): سرعة بدء تشغيل التوربين عند سرعات هواء متغيرة

جهد إدخال المنفاخ (V) (Input Voltage of Blower (V))	سرعة الهواء V_{Air} (م/ث)	شفرة محسنة (Optimized Blade)	شفرة مسطحة (Flat Blade)	توربين رياح رأسي المحور (Savonius Wind)
4.5				
5				
6				
9				
12				

NotebookLM

تحليل النتائج: من البيانات إلى الاستنتاجات



البيانات التي قمت بجمعها الآن تتيح لك تقييم أداء كل نوع من أنواع التوربينات بشكل كمي. استخدم حساباتك لمقارنة الكفاءة وسرعة البدء ونسبة سرعة طرف الشفرة لاستخلاص استنتاجاتك العلمية الخاصة.

NotebookLM