جامعة طيبة
TAIBAH UNIVERSITY

تأثير زاوية وعدد شفرات التوربين الهوائي على أدائه

كلية العلوم - قسم الفيزياء
أ.محمد الميلبي

المهمة: أهداف التحقيق

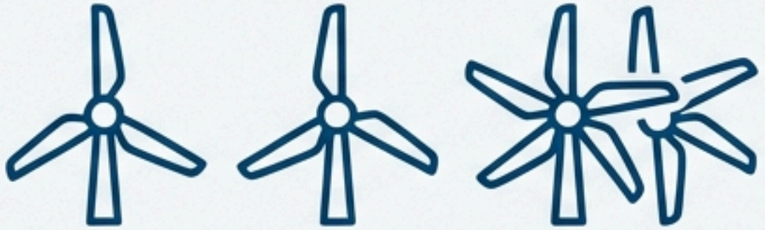
في هذه التجربة، سنقوم باستكشاف العوامل الأساسية التي تحكم أداء التوربينات الهوائية. مهمتنا هي فهم وتحديد وتحديد العلاقات بين المتغيرات المختلفة والناتج الكهربائي.

1

***استكشاف سلوك التوربين الهوائي:**
دراسة العلاقة بين جهد الخرج، والقدرة الناتجة، وسرعة الدوران مع تغير اتجاه الرياح (زاوية المواجهة).

2

***دراسة تأثير عدد الشفرات:**
قياس الجهد الناتج من المولد عند استخدام أعداد مختلفة من شفرات الدوار.



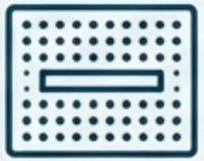
3

***تحليل تأثير زاوية ميل الشفرات:**
التحقق من تأثير زاوية ميل شفرات الدوار على مستوى الجهد المتولد في التوربين.

NotebookLM

الأدوات والمعدات: تجهيز مختبر التحقيق

1. **لوحة النماذج الأولية العالمية** (Universal Prototype Board)

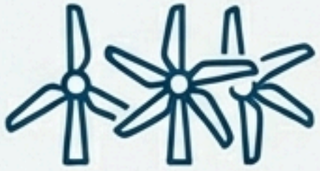


2. **توربين هوائي** (Wind Turbine)

3. **منفاخ هواء** (Blower)

4. **مقاوم 10 أوم** (Resistor 10Ω)

5. **مجموعة دوّارات رياح (2، 3، 4 شفرات**, زاوية مثالية 25°)



6. **مجموعة دوّارات رياح** (3 شفرات، جميع الزوايا، تصميم مثالي)

7. **مصدر طاقة تيار مستمر** (DC Power Supply)

8. **قابس توصيل** (Bridging Plug)

9. **مقياس سرعة الدوران** (Tachometer)

10. **مقياس رقمي متعدد** (Digital Multimeter)

NotebookLM

الأساس النظري: فهم القوى المؤثرة

تحويل الطاقة: من الحركة إلى الكهرباء

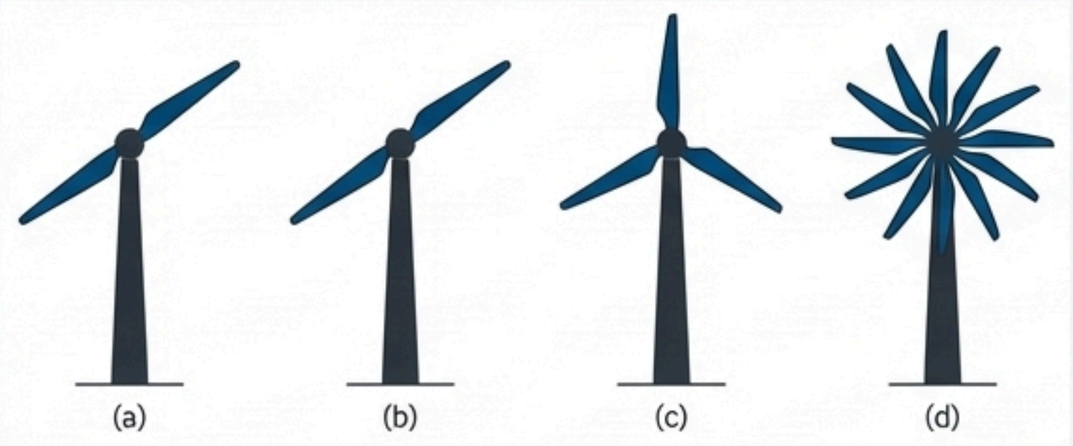
تتأثر عملية تحويل الطاقة في التوربين الهوائي، من طاقة ميكانيكية (حركية) إلى طاقة كهربائية، بالعديد من العوامل. فهم هذه العوامل هو مفتاح تحسين كفاءة التوربين.

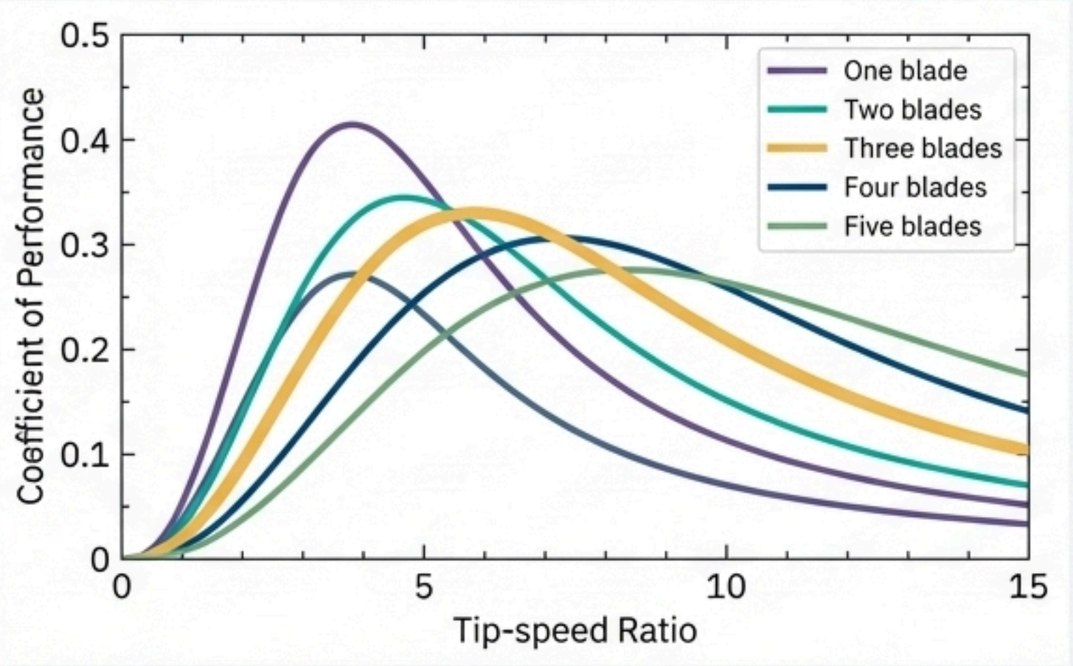
- سرعة الرياح (Wind Speed)
- سرعة دوران التوربين (Turbine Rotation Speed)
- عدد الشفرات (Blade Number)
- زاوية ميل الشفرات (Blade Pitch Angle)
- زاوية الانحراف (Inclination Angle)

Insight: تتطلب التوربينات المستخدمة لتوليد الكهرباء عادةً سرعات دوران عالية وعزم دوران منخفض.

NotebookLM

المتغير الأول: كيف يؤثر عدد الشفرات على الأداء؟





مبدأ المفاضلة:
الشفرة الواحدة هي الأمثل لتقليل السحب، لكنها تسبب عدم توازن واهتزازات، مما يجعلها غير عملية.

التوازن والكفاءة:
زيادة عدد الشفرات يزيد من عزم الدوران ولكنه قد يقلل من سرعة الدوران.

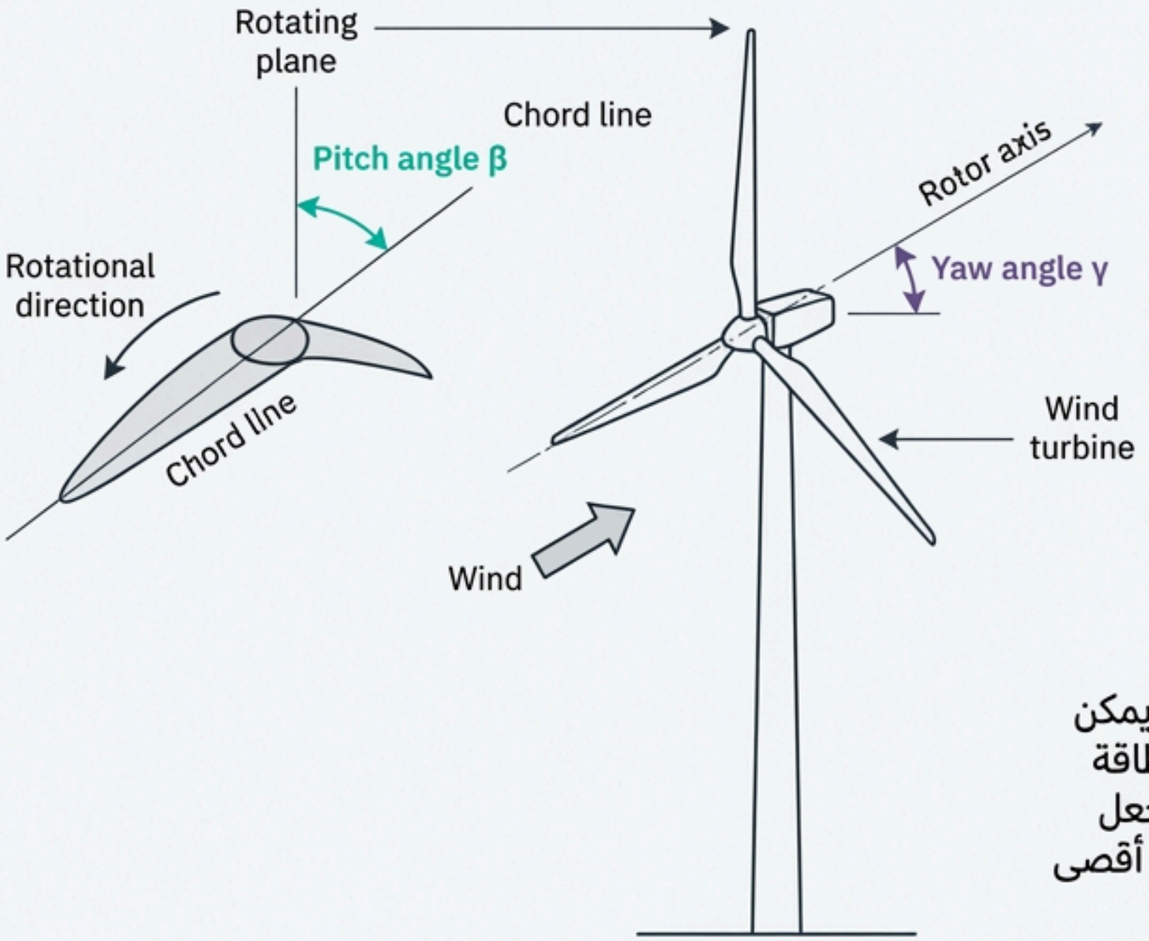
الحل الأمثل:
تُظهر البيانات أن التوربينات ثلاثية الشفرات تمثل حلاً وسطاً ممتازًا، حيث توازن بين الكفاءة العالية والاستقرار الميكانيكي، وهو ما يجعلها التصميم الأكثر شيوعاً في التوربينات الأفقية.

NotebookLM

المتغير الثاني: أهمية زاوية ميل الشفرات (Pitch Angle)

التعريف

زاوية الميل هي الزاوية المصممة للسماح للتوربين بالعمل عند أقل سرعة رياح ممكنة (cut-in speed).



آلية العمل

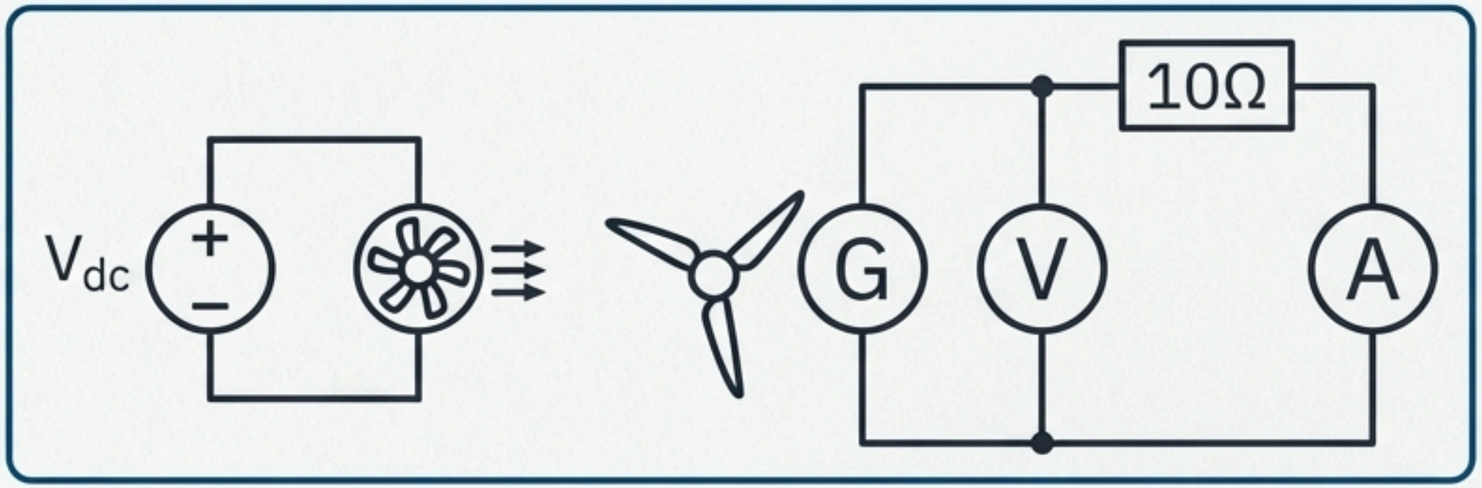
تغيير زاوية الميل يؤثر على "زاوية المواجهة" (angle of attack)، مما يغير القوة الديناميكية الهوائية على الشفرة.

التحكم في القدرة

من خلال التحكم في زاوية الميل، يمكن التلاعب بمعاملات القدرة لتوليد طاقة عند سرعات رياح منخفضة، مما يجعل تحديدها أمراً بالغ الأهمية لتحقيق أقصى قدرة ناتجة.

NotebookLM

التحقيق الأول: تأثير زاوية المواجهة



خطوات التنفيذ (Execution Steps)

1. اضبط زاوية الدوران مبدئياً على 0 درجة واستخدم الدوّار ذي الـ 3 شفرات.
2. قم بتشغيل مصدر الطاقة وقم بقياس الجهد (V) والتيار (I) عند المولد.
3. باستخدام مقياس سرعة الدوران، قم بقياس سرعة الدوران (D) وسجل النتائج في الجدول 1.
4. أطفئ مصدر الطاقة.
5. قم بتدوير التوربين بحذر بمقدار 10 درجات في كل مرة حتى تصل إلى 90 درجة.
6. كرر القياسات عند كل زاوية وسجل النتائج في الجدول 1.

الإعداد الأولي (Initial Setup)

- قم بتوصيل الدائرة كما في الشكل.
- اضبط مصدر الطاقة على 12 فولت.
- يجب أن تكون المسافة بين التوربين والمنفاخ حوالي 16 سم.

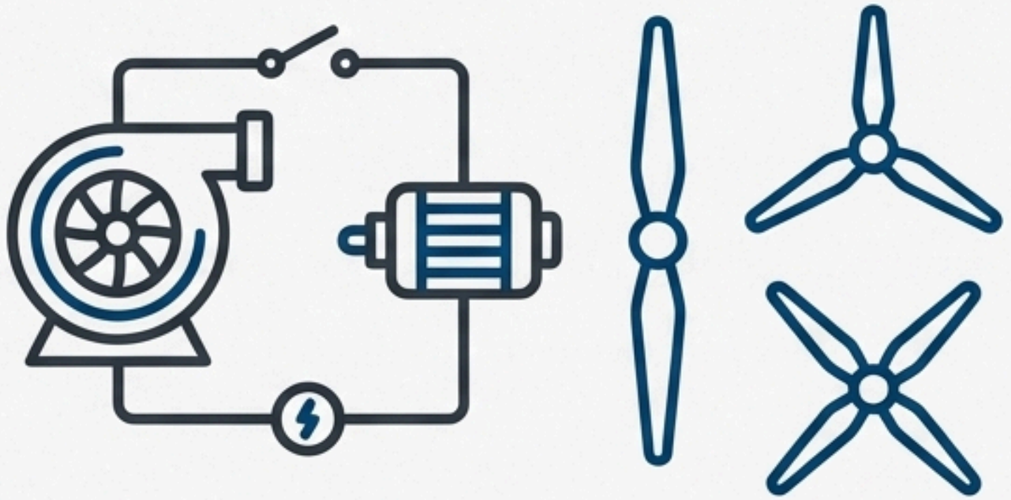
NotebookLM

ملف الأدلة ١: تسجيل بيانات تأثير الزاوية

الجدول ١: تأثير زاوية التوربين الهوائي				
α in °	cos α	V_Generator (V)	I_Generator (mA)	Power (mW)
0°				
10°				
20°				
30°				
40°				
50°				
60°				
70°				
80°				
90°				

NotebookLM

التحقيق الثاني: تأثير عدد الشفرات



خطوات التنفيذ (Execution Steps)

1. استخدم الدوّار ذي الشفرتين (Two-Blades).
2. قم بقياس سرعة الرياح والجهد الناتج عند كل قيمة جهد للمنفاخ (5،6،7.5،9،12 فولت) وسجل النتائج في الجدول 2.
3. كرر القياسات مع الدوّار ثلاثي الشفرات (Three-Blades) ورباعي الشفرات (Four-Blades).
4. سجل جميع النتائج في الجدول 2.

الإعداد الأولي (Initial Setup)

- قم بتوصيل الدائرة كما في الشكل.
- اضبط مصدر الطاقة وفقًا للجهود الموضحة في الجدول 2.
- يجب أن تكون المسافة بين التوربين والمنفاخ حوالي 20 سم.

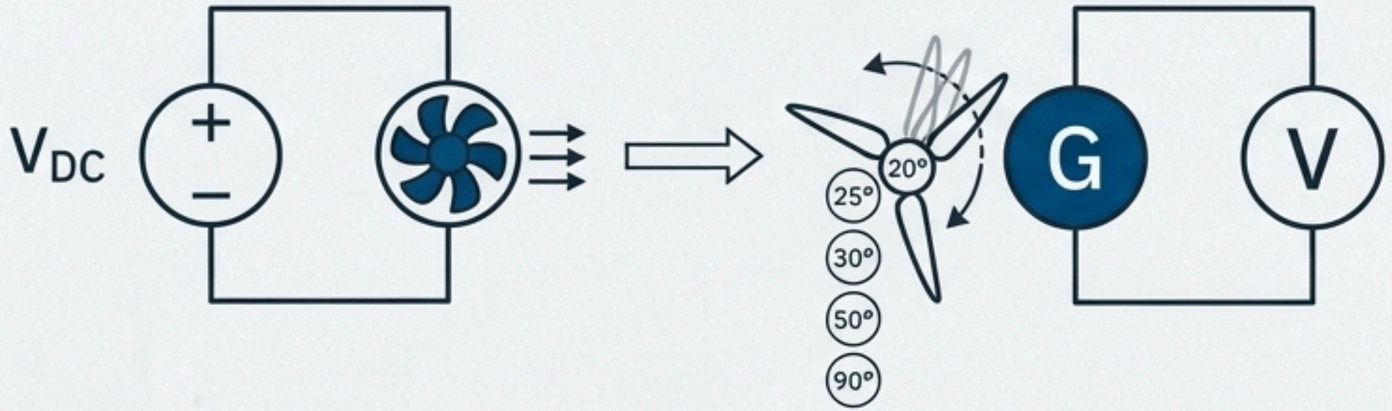
NotebookLM

ملف الأدلة ٢: تسجيل بيانات تأثير عدد الشفرات

الجدول ٢: تأثير عدد شفرات التوربين الهوائي				
Blower Voltage (V)	Wind Speed (m/s)	Output Voltage (V)		
		Two-Blades	Three-Blades	Four-Blades
12				
9				
7.5				
6				
5				

NotebookLM

التحقيق الثالث: تأثير زاوية ميل الشفرات



خطوات التنفيذ (Execution Steps)

1. قم بتركيب دوّار بثلاث شفرات وبزاوية ميل (α) تساوي 20 درجة.
2. قم بتشغيل المنفاخ وقم بقياس الجهد (V_{gen}) والتيار. سجّل النتائج في الجدول 3.
3. كرر القياسات لجميع زوايا ميل الشفرات الأخرى: 25، 30، 50، 50، 90 درجة.
4. سجّل جميع النتائج في الجدول 3.

الإعداد الأولي (Initial Setup)

- قم بتوصيل الدائرة كما في الشكل.
- اضبط مصدر الطاقة على 12 فولت.
- يجب أن تكون المسافة بين التوربين والمنفاخ حوالي 20 سم.

NotebookLM

ملف الأدلة ٣: تسجيل بيانات تأثير زاوية الميل

الجدول ٣: تأثير زاوية ميل شفرات التوربين الهوائي			
α in °	V_Generator (V)	I_Generator (mA)	Power (mW)
20°			
25°			
30°			
50°			
90°			

NotebookLM

مرحلة التحليل: تحويل البيانات إلى رؤى

الأدلة بين يديك. الآن حان الوقت لتنظيمها وتصويرها بيانياً لكشف العلاقات الخفية.

المهمة 1: توثيق الإعداد

قم بإرفاق صورة توضح الإعداد التجريبي الخاص بك مع إشارة واضحة إلى نتائجك المقاسة.

المهمة 2: رسم بياني للقدرة مقابل الزاوية

باستخدام البيانات من الجدول (1)، ارسم القدرة (بالميلي واط) مقابل الزاوية.

المهمة 3: رسم بياني لسرعة الدوران

باستخدام البيانات من الجدول (1)، ارسم سرعة دوران الرياح (D) مقابل جيب تمام الزاوية (cos α).

NotebookLM

الاستجواب: ماذا تكشف لنا الأدلة؟

أجب عن الأسئلة التالية بناءً على بياناتك والرسوم البيانية التي أنشأتها.

1. **ما هو تأثير شكل الشفرة؟**

.....

.....

2. **صف العلاقة بين الجهد وزاوية ميل شفرات الدوار.**

.....

3. **ما هو عدد الشفرات الذي يمكن من خلاله توليد أعلى جهد، وأي عدد يولد أقل جهد؟ ما العلاقة التي تستنتجها بين عدد الشفرات والجهد المتولد؟**

.....

.....

4. **ما هو عدد الشفرات الذي يولد أعلى قدرة، وأيها يولد أقل قدرة؟**

.....

5. **ما هي العلاقة التي حددتها بين قدرة الخرج وسرعة الدوران؟ ماذا يمكن أن نستنتج من هذا؟**

.....

.....

NotebookLM

التقرير النهائي: استنتاجات التحقيق

اكتب استنتاجاً نهائياً**:

- لخص ما اكتسبته في هذه التجربة، موضحاً العلاقات الرئيسية التي لاحظتها بين زاوية المواجهة، وعدد الشفرات، وزاوية الميل، وأداء التوربين.
- اذكر أي صعوبات واجهتها أثناء إجراء التجربة وكيف تغلبت عليها.

NotebookLM