

### السؤال الأول: وضع مفهوم كلٍ مما يلي:

1- الطاقة المتجددة، وما هي خصائص مصدرها؟

هي الطاقة المستنفدة من الموارد الطبيعية التي لا تتجدد وتتجدد باستمرار مثل الشمس والرياح والمياه المتوفرة في معظم دول العالم، ويطلق عليها المستدامة كون مصادرها دائمة دوام الحياة على كوكب الأرض. كما يمكن إنتاجها من حركة الأمواج والمد والجزر ومن طاقة حرارية أرضية وابتكارات أخرى.

### خصائص مصادر الطاقة المتجددة:

- إن أغلب مصادر الطاقة المتجددة مشتقة بشكل مباشر أو غير مباشر من الشمس والطاقة الصادرة عنها، لذا فهي مصادر دائمة بالمقارنة مع عمر الشمس المتوقع. إضافة إلى أنها طاقات نظيفة غير ملوثة للبيئة بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأحفورية والطاقة النووية.

- شدة الطاقة في هذه المصادر منخفضة وبالتالي فإن استخدام هذه المصادر يحتاج إلى استعمال العديد من الأجهزة ذات المساحات والحجم الكبيرة والذي يسبب ارتفاع الكلفة الأولية الضرورية لإنشاء مثل هذه المشاريع.

- مصادر الطاقة المتجددة غير متوفرة بشكل منتظم وتتغير باستمرار خلال الوقت من اليوم وخلال السنة، لذا فإن تخزين الطاقة أمر أساسي في منظومات الطاقات المتجددة.

- توجد الطاقات المتجددة باشكال مختلفة مما يستلزم تطوير المعدات التكنولوجية الخاصة بكل طاقة على حدة.

### 2- الخلية الشمسية (الفتو - فولطانية)، وما هي أنواعها؟

هي جهاز يحول الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية باستخدام التأثير الضوئي - الجهد. وتستخدم مجاميع الخلايا الشمسية لالتقاط الطاقة من ضوء الشمس عن طريق تركيبها كوحدة واحدة وتوجيهها على سطح واحد يسمى لوح الطاقة الشمسية. وتدعى هذه الخلايا بطار من الألمنيوم لحمايتها من الصدمات وزوج من الديودات للحماية الكهربائية. ويمكن تعريفها أيضاً بأنها (الخلايا الفولتروضونية) وهي الخلايا التي من خلالها يتم تحويل أشعة الشمس مباشرة إلى كهرباء، عن طريق استخدام أشباه الموصلات مثل السليكون. وتعتمد شدة التيار الناتج لهذه الخلايا على وقت السطوع وشدة إشعاع الشمس وكفاءة الخلية الشمسية في التحويل. والخلية الشمسية العادي الواحدة تنتج 0.5 وات بقدرة 2.5 أمبير وهذا يعادل طاقة عظمى تصل إلى 12.5 واط . ويمكن لبعض الخلايا إنتاج طاقة أكبر اعتماداً على نوعية التصميم

### أنواع الخلايا الشمسية

- خلية السليكون أحادي التبليور: وهي خلايا قطعت من بلورة سليكون مفردة وكفاءة هذا النوع من 11 إلى 16 % .

- خلايا متعددة التبليور: وهي رقائق من السليكون كُشتلت من بلورات سليكون أسطوانية ثم تعالج كيميائياً في أفران لزيادة خواصها الكهربائية ثم تغطي أسطحها بمضاد الانعكاس لزيادة كفاءة الامتصاص . كفاءتها بين 9 إلى 11 % .

- الخلايا غير المتبلورة: وهي تنتج من ترسيب مادة السليكون على هيئة طبقات رقيقة على أسطح من الزجاج أو البلاستيك وتكون كفاءتها إلى 6% وأسعارها قليلة لسهولة تصنيعها وهي مناسبة للتطبيقات التي تستهلك أقل من 40 واط.

### 3- طاقة الرياح، وما هي العوامل التي تعتمد عليها؟

طاقة الرياح هي الطاقة المتولدة بتأثير الرياح القوية التي تؤدي إلى توليد عزم دوران يقوم بتدوير شفرات المروحة مولداً حركة دورانية لأجزاءها الداخلية . وتنقل هذه الحركة إلى عفنات دوران موصولة بمولادات الطاقة الكهربائية وتتوفر طاقة الرياح إمكانية واسعة لتوليد قدرات كبيرة من الطاقة الكهربائية من دون مشاكل التلوث التي تحدثها مصادر الوقود الأحفوري.

### تعتمد الطاقة المستخلصة من الرياح على عدة عوامل منها:

- سرعة الرياح وقوتها.

- تصميم المنظومة التوربينية وشكلها.

- مواصفات المنظومة ونوع مادتها.

- أسس توليد الطاقة الكهربائية (استخدام شخصي أو على مستوى المدينة أو الدولة).

- نوع منظومات السيطرة والخزن المستخدمة..

### 4- توليد الكهرباء اعتماداً على الطاقة المائية.

تقوم الأشعة الشمسية الساقطة على المحيطات والبحار بتخمير الماء مكوناً السحب، وجزء كبير من هذه الكمية يسقط مرة أخرى على شكل أمطار أو ثلوج فتساهم جريان الماء في الأنهر والمجداول التي تصب بعد ذلك في المحيطات والبحار . وتتوقف كمية الطاقة التي يمكن الحصول عليها من المصدر المائي على ظروف الموقع وكثيفات المطر التي تسقط عليه وكذلك منسوب

الفيضان إن وجد وهو ما يعبر عنه باقتصاديات إنتاج الطاقة.

تُعد الطاقة المائية أحد أهم مصادر إنتاج الكهرباء ، وحيث توجد المياه في أماكن مرتفعة كالبحيرات و مجاري الأنهر يمكن التفكير بتوليد الطاقة خاصة إذا كانت طبيعة الأرض التي تهطل فيها الأمطار أو تجري فيها الأنهر جبلية و مرتفعة ففي هذه الحالات يمكن توليد الكهرباء من مصادر المياه . أما إذا كانت مجاري الأنهر ذات اندثار خفيف فيقتضي عمل مسدود في الأماكن المناسبة من مجرى النهر لتخزين المياه . بصورة عامة إن أي كمية من المياه موجودة على ارتفاع معين تحتوي على طاقة كامنة في موقعها فإذا هبطت كمية المياه إلى ارتفاع أدنى تحولت الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية وإذا

سلطت كمية المياه على توربين مائي دار بسرعة كبيرة و تكونت على سور التوربين طاقة ميكانيكية وإذا ربط التوربين مع محور المولد الكهربائي تولد على إطار العضو الثابت من المولد طاقة كهربائية .

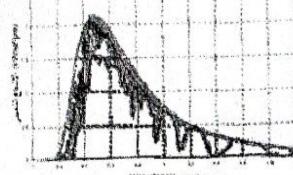
يعتمد توليد الكهرباء باستخدام الطاقة المائية على تجميع المياه في خزان خلف أحد المسود، بغرض دفع هذه المياه من خلال الأنابيب في اتجاه ريش التوربين، مما يؤدي إلى دورانها وهذه التوربينات تشبه تلك المستخدمة في محطات القوى، إلا أنه يستخدم الماء بدلاً من البخار. من أهم

مزایا الطاقة المائية عدم انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو.

## السؤال الثاني: أجب على مايلي:

١- ماهي أساسيات الإشعاع الشمسي؟ ارسم مخطط توزيع طيف الإشعاع المنبعث من الشمس.

يسنبل الغلاف الجوي لكونكنا كمية من الإشعاع الشمسي في كل لحظة ما يعادل 174 بيتا واط  $W=1015 \text{ PW} = 10\%$  عادة إلى الفضاء بينما تمتلك النسبة الباقية بواسطة السحب والمحيطات والكتل الأرضية. معظم طيف الضوء الشمسي الموجود على سطح الأرض ينتشر عبر المدى المرن وبالقرب من مدى الأشعة تحت الحمراء بالإضافة إلى انتشار جزء صغير منه بالقرب من مدى الأشعة فوق البنفسجية تمتلك مسطحات اليابسة والمحيطات والغلاف الجوي للإشعاعات الشمسي، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها. يرتفع الهواء الساخن الذي يحتوي على بخار الماء الصاعد من المحيطات بسبب دوران الهواء الجوي أو انتقال الحرارة بخاصية الحمل في اتجاه رأسي. وعندما يرتفع الهواء إلى قمة المرتفعات حيث تنخفض درجة الحرارة يتلاكم بخار الماء في صورة سحب تطر على سطح الأرض، ومن ثم تتم دورة الماء في الكون. تزيد الحرارة الكامنة لعملية تكثف الماء من انتقال الحرارة بخاصية الحمل، مما يؤدي إلى حدوث بعض الظواهر الجوية، مثل الرياح والأعاصير والأعاصير المضادة. وتعمل أطياف ضوء الشمس التي تمتلكها المحيطات وتحتفظ بها الكل الأرضية على أن تصبح درجة حرارة سطح الأرض في المتوسط 14 درجة مئوية. ومن خلال عملية التمثيل الضوئي الذي تقوم به النباتات الخضراء، يتم تحويل الطاقة الشمسي إلى طاقة كيميائية، مما يؤدي إلى إنتاج الطعام والأخشاب والكتل الحيوانية التي يستخرج منها الوقود الحفري.



توزيع الطيف المليط من الشمس

## ٢- وضح مفهوم الطاقة الكامنة في الرياح.

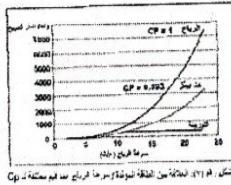
يتحول التوربين الطاقة الموجدة في الرياح إلى عزم دوران عن طريق الريش وتعتمد القراءة المولدة من التوربين  $P$  على كثافة الهواء  $\rho$  ووحدتها (كجم /م<sup>3</sup>) وتكون هذه القيمة صيفاً حوالي 1.32 ، وشتاء حوالي 1.11 والقيمة التقاسية لكتافة الهواء تكون 0.607 ، ومكعب سرعة الرياح ( $V^3$ ) بالمتر<sup>3</sup>/ث وكفاءة تحويل طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية أو ميكانيكية ( $C_p$ ) ومساحة سطح الدوران المعرض للرياح ( $A$ ) وكفاءة التوربين ( $\mu$ ) وحيث أن طاقة الرياح ما هي إلا طاقة حركية فإنه يمكن تقدير الطاقة الموجدة في الرياح من المعادلة التالية:  $P = \frac{1}{2} \rho A V^3 C_p \mu$  ويتم عادة التعبير عن الطاقة المتوفرة في الرياح باستخدام العلاقة الآتية: حيث أن قيمة  $P/A$  تعرف بكلفة الطاقة وتقدر بالوات /المتر المربع.

### الكتلة الحجمية للهواء: (ρ)

طاقة الحركة في أي جسم تعتمد على وزنه وكذلك الحال في طاقة الحركة الموجدة بطاقة الرياح والتي تعتمد على كثافة الهواء وبعبارة أخرى فإنه كلما كان الهواء أثقل (كتافة عالية) كانت الطاقة المولدة أكبر والعكس صحيح، ففي المناطق الباردة تكون الكثافة أعلى منها في المناطق الحارة وأيضاً عند الأماكن المرتفعة عن سطح البحر يكون الضغط الجوي منخفضاً فتكون الكثافة منخفضة والعكس صحيح. والمعادلة التالية توضح تناسب الكثافة ( $\rho$ ) (عكسياً مع درجة الحرارة) ( $T$ ) (وطردانياً مع الضغط الجوي) ( $B$ ) حيث أن الكثافة المعيارية عند سطح البحر ودرجة حرارة 15 درجة مئوية تساوى 1.225 كجم /م<sup>3</sup> والثابت العام للغازات ( $R$ ) يساوى 287.05 جول / كغ · كلفن. ( $B = R/T$ )

### معامل كفاءة تحويل طاقة الرياح: ( $C_p$ )

يقصد به كفاءة تحويل الطاقة الكامنة في الرياح إلى طاقة يمكن الاستفادة منها سواء كانت كهربائية أو ميكانيكية وقد تم إثبات في علم الديناميكا الهواء أن أقصى قيمة نظرية لهذا الثابت هي حوالي 59.3 % ويعتبر بعد بيترز في التوربينات ذات المحور الأفقي (أقصى طاقة يمكن استخلاصها من الرياح) أما التوربينات الرئيسية فيصل هذا الثابت إلى حوالي 15 % ولكن يعيش هذا الفارق كبير مساحة السطح والشكل رقم (7) يوضح العلاقة بين سرعة الرياح والطاقة المولدة في حالة  $CP = 0.593$  وفي الحال المثلية عندما  $CP = 1$  وأيضاً في حالة التطبيقات العملية لإنتاج الطاقة باستخدام توربينات الرياح كما في الشكل (7).



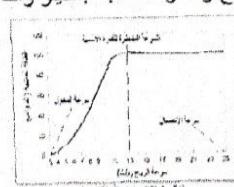
### سرعة الرياح والعوامل المؤثرة في إنتاج الطاقة:

تغير سرعة الرياح أهم عامل في معادلة الطاقة ويتأثر إنتاج التوربينات الرياح تأثيراً مباشراً بسرعة الرياح حيث تتناسب الطاقة المنتجة تناقضاً طردياً مع مكعب السرعة، أيضاً تتأثر الطاقة المنتجة من التوربينات بعامل آخر منها كثافة الهواء وارتفاع البرج ومساحة سطح الدوران وتأثير التوربينات على بعضها البعض، إلا أن التأثير المباشر يكون مع سرعة الرياح ومعدلة الطاقة كما يلي:

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

### تقدير الطاقة المولدة من التوربين:

لتقدير الطاقة المولدة من التوربين سنويًا يلزم معرفة منحنى أداء التوربين وهو يمثل العلاقة بين سرعة الرياح والقدرة المنتجة بالكيلو وات كما بالشكل، حيث يبدأ التوربين في التوليد عند قيمة محددة لسرعة الرياح تسمى سرعة الدخول (ارتباط التوربين بالشبكة الكهربائية) أو نقطة القطع (Cut In) عند حوالي 3 م/ث كما أن التوربين لا يدور بسرعة لاهوائية مع زيادة شدة الرياح فنندما تصل سرعة الرياح إلى 25 م/ث لمدة عشر دقائق متواصلة فإن التوربين يتوقف عن العمل وذلك للحفاظة على التوربين من خطورة الرياح الشديدة وتسمى هذه السرعة بسرعة الفصل (Cut Out) والمنطقة التي تسبّب سرعة الفصل هي المنطقة التي تثبت فيها قيمة التوليد مهما زادت سرعة الرياح.



ويعطي منحنى التردد النطوي للتوربين قراءة دقيقة لأداهه خلال فترة التشغيل مقارنة بالمنحنى النظري المعتدى من قبل الشركة المصنعة للتوربين وذلك لوجود عوامل قد تؤدي إلى انخفاض إنتاجه مثل تراكم الأتربة على سطح الريش وهو ما يستلزم غسل الريش بصفة دورية المحافظة على منحنى القدرة له وبالتالي على الإنتاج السنوي له وقد يسبب تراكم الجليد على سطح الريش في المناطق الباردة انخفاضاً في منحنى القدرة له حيث يتم تزويد الريش بمصدر حراري لإذابة الجليد المترآك.

**السؤال الثالث:**

في موقع شمسي يحتوي على 600 لوح شمسي، وكل لوح مكون من 80 خلية شمسية، والمطلوب:  
 1- حساب كمية القدرة التي تم الحصول عليها من هذا الموقع.

- 2- حساب مردود (كفاءة تحويل) الموقع الشمسي إذا كانت كمية الطاقة الشمسية المأفطرة على اللوح الواحد تعادل 1000 W.

القدرة المنتجة من اللوح الواحد = عدد الخلايا \* جهد الخلية الواحدة \* تيار الخلية الواحدة

$$P_p = N_c \cdot V_c \cdot I_c = 80 \cdot 0.5 \cdot 2.5 = 100 \text{ W}$$

القدرة الكلية المنتجة = الطاقة المنتجة من كل لوح × عدد الألواح

$$P_T = P_o = P_p \cdot N_p = 100 \cdot 600 = 60000 \text{ W} = 60 \text{ kW}$$

كفاءة التحويل = القراءة الخارجية / القراءة الداخلية \* 100 %

$$\eta = \frac{P_o}{P_{in}} \cdot 100\% = \frac{60000}{600 \cdot 1000} \cdot 100\% = 10\%$$

**السؤال الرابع:**

تهب رياح على منطقة معينة بسرعة  $V_i = 10 \text{ m/sec}$  وتحت الظروف الجوية القياسية (الضغط 1 ضغط جوي ودرجة

الحرارة 0°C)، والمطلوب حساب:

- 1- كثافة القدرة الكلية لهذه الرياح.

- 2- كثافة القدرة العظمى.

- 3- كثافة الطاقة الفعلية إذا كان مردود (كفاءة العنفة) (التوربين) 35% .

- 4- القدرة الكلية المنتجة إذا كان قطر التوربين 110 m .

الحل:

$$1- \text{كثافة القدرة الكلية لهذه الرياح: } \frac{P_{Total}}{A} = \frac{1}{2} \rho * V_i^3 \quad \text{نحسب كثافة الهواء}$$

$$\rho = \frac{p}{R*T} = \frac{1.01325*10^5}{287*(273+25)} = 1.184727 \text{ kg/m}^3 \implies \frac{P_{Total}}{A} = \frac{1}{2} \rho * V_i^3 = 592.36 \text{ W/m}^2$$

$$2- \text{كثافة القدرة العظمى: } \frac{P_{max}}{A} = \frac{8}{27} \rho * V_i^3 = \frac{8}{27} 1.184727 * 10^3 = 351 \text{ W/m}^2$$

$$3- \text{كثافة الطاقة الفعلية: } \frac{P_{Total R}}{A} = \frac{1}{2} \eta * \rho * V_i^3 = 0.5 * 0.35 * 1.184727 * 10^3 = 207.326 \text{ W/m}^2$$

$$4- \text{القدرة الكلية المنتجة: } P_{out} = \frac{1}{2} \eta * \rho * V_i^3 * A = 207.326 * \frac{\pi * D^2}{4} = 207.326 * \frac{\pi * 110^2}{4}$$

$$P_{out} = 1970.285 \text{ kW}$$