ما هي الطاقة المتجددة

ان مصطلح الطاقة المتجددة (Renewable Energy)يعبر عن الطّاقة الناتجة من عمليّات طبيعية دون تدخل الإنسان وتتجدد بصوره دائمة.

ويوجد في الطبيعة عدّة أنواع منها مثل اشعة ألشمس والطّاقة الحراريّة الجوفية والرياح ، وأمواج البحر ، وطاقة المياه الجاريه او الساقطة من المنحدرات ، بالإضافة الى طاقة الكتلة الحيويّة بإشكالها المختلفة.ومن اهم مزايا الطّاقة المتجددة بأنّها غير نافذة ومجانية بالإضافة الى انها طاقه نظيفة .

أمّا مفهوم الطّاقة البديلة (Alternative Energy)فإنّه يعبّر عن اي مصدر للطاقة يمكن استخدامه بديلا عن الوقود الأحفوري ، وغالباً ما يكون من مصادر الطاقة غير التقليديّة والتي لا تؤثر في الطبيعة بصوره كبيره مثل ما يؤثر حرق الوقود الاحفوري .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مصادر الطاقة المتجددة (Renewable energy resources)

وهي المصادر التي تتولد بصورة طبيعية ومستديمة وتتميز بأنها:

١- غير ناضبة ومتوفرة في الطبيعة بصورة غير محدودة و أحيانا محدودة ولكنها متجددة باستمرار.
٢- أنها نظيفة لا ينتج عن استخدامها أي تلوث بيئي ،وتشمل هذه المصادر:

أ- الطاقة الشمسية التي تعد المصدر الرئيس للطاقة على سطح الأرض.
ب- الرياح .
ت- طاقة المد والجزر الناتجة عن قوى التجاذب ما بين الأرض والقمر و الشمس.
ث- طاقة الأمواج وطاقة التدرج الحراري في مياه المحيطات.
ج-طاقة الحرارة الجوفية.
ح-طاقة المساقط المائية.
خ-بعض العلماء يصنف الطاقة الناتجة من حرق الفضلات الزراعية والمنزلية ضمن الطاقات المتجددة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

استمرارية توفير مصادر الطاقة

أدى الإسراف في استهلاك الطاقة في القرن الماضي إلى تناقص احتياطات الطاقة التقليدية في العالم ، ومن الأرقام المفيدة في هذا المجال هو **نسبة الاحتياطي إلى المنتج**، ((فإذا تم تقسيم الاحتياطي المضمون في نهاية كل سنة على الإنتاج في تلك السنة)) فأن الناتج يمثل **طول عمر الاحتياطي**. وهذا الرقم سيدل على توفر الطاقة في منطقة معينة.

فمثلا في عام ٢٠٠٢ كان هذا الرقم يبلغ ١٠ أعوام لنفط غرب أوربا، و٢٥ عام لنفط أمريكا الشمالية وأكثر من ١٠٠ عام لمنطقة الشرق الأوسط، إما للعالم ككل فيبلغ حوالي ٤٠ عام وهذا يعني إن النفط سينفذ بعد ٤٠ سنة، ويختلف الأمر بالنسبة إلى الغاز الطبيعي اذ ان نسبة الاحتياط الى المنتج في الوقت الراهن حوالي ٦٥ عاما.

أما بالنسبة إلى الفحم فان الاحتياطي العالمي كبير وموزع على مناطق مختلفة من العالم ، ويبلغ مقدار الاحتياطي إلى المنتج حوالي ٢٠٠ عام ،واذا ما زاد استهلاك الفحم نتيجة نضوب النفط والغاز سوف يقل هذا الرقم الى حد كبير، ولكن للفحم مساوئ كثيرة واهم هذه المساوئ هو انبعاث ثاني أوكسيد الكربون و اكاسيد الكبريت وغيرها من الملوثات والتي تسبب في ارتفاع درجة الأرض ، اذ يعتقد العلماء ان درجة الحرارة ترتفع بمعدل $0.3\ ^{o}C$ وذلك نتيجة لزيادة تركيز الغازات الملوثة في الجو، وعلى هذا الأساس يتوجب على البشرية التقليل من الطاقة المستهلكة لغرض اطالة عمر الاحتياطي والبحث عن مصادر جديدة غير ناضبة وغير ملوثة للبيئة وهذه المصادر هي مصادر الطاقة المتجددة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

خصائص مصادر الطاقة المتجددة

بالنسبة لمصادر الطاقة المتجددة فان أهم خصائصها هي:

1.إن اغلب مصادر الطاقات المتجددة مشتقة بصورة مباشرة أو غير مباشرة 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 الاحفورية والطاقة النووية.

2 . شدة الطاقة في هذه المصادر واطئة وبالتالي فأن استخدام هذه المصادر تحتاج إلى استعمال العديد من الأجهزة ذات المساحات و الحجوم الكبيرة والذي يسبب ارتفاع الكلفة الأولية اللازمة لإنشاء مثل هذه المشاريع.

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

4 . توجد الطاقات المتجددة بأشكال مختلفة مما يستلزم تطوير المعدات التكنولوجية الخاصة بكل طاقة على حدة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقدمة في علم الثرموداينمك

قبل الدخول في التفاصيل والمبادئ الهندسية لموضوع الطاقات المتجددة ، لابد لنا ان نستذكر بعض التعريفات والخواص المهمة في علم الثرموداينمك كالكتلة والكثافة والحجم النوعي والضغط والقوة والشغل والقدرة ودرجة الحرارة وغيرها.

1. الكتلة Mass (m)

وهي كمية المادة الموجودة في جسم ما وتقاس ب كيلوغرام (kg).

2. الحجم النوعي (Specific volume (v

هو الحجم المشغول لوحدة الكتلة من تلك المادة ، ويقاس بالمتر المكعب لكل كيلوغرام (m^3/kg).

3. الكثافة Density (ρ)

هي الكتلة التي تشغل وحدة الحجم الواحدة من المادة ، وتقاس بالكيلوغرام لكل متر مكعب (Kg/m^3) ،وتحسب كثافة المادة من المعادلة التالية:

$$\rho = \frac{m}{V} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

اذ ان m : الكتلة وحدتها (kg) ، V : الحجم وحدتها (m^3)

اي ان الكثافة والحجم النوعي هما معكوسا بعضهما. بمعنى ان:

$$\rho = \frac{1}{V} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الضغط Pressure (P):

يعرف الضغط بانه القوة المسلطة على وحدة المساحة ومنه اذا سلطنا قوة مقدارها (F) على مساحة (A) ،واذا كانت هذه القوة مسلطة بالتساوي على المساحة عندئذ يعرف الضغط عندئذ بالمعادلة التالية :

$$P = \frac{F}{A} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

ويقاس الضغط بالنيوتن لكل متر مربع (N/m^2) او ما يسمى باسكال Pascal (Pa) ، وتقاس الضغوط الكبيرة بالبار (Bar) ويساوي: $1Bar = 10^5 Pa$.

درجة الحرارة Temperature (T):

هي خاصية اخرى من خواص النظام المهمة وهي مقياس لمدى سخونة او برودة النظام او الجسم. توجد هناك نوعين من مقاييس درجة الحرارة هما (المقياس المئوي) (scale Celsius) و(المقياس الفهرنهايتي. (scale Fahrenheit) تسمى درجة الحرارة التي ينجمد فيها الماء تحت الضغط الجوي القياسي بنقطة الانجماد وتعطى هذه النقطة الرقم صفر على المقياس المئوي ام النقطة التي يغلي عندها الماء فهي ١٠٠ درجة مئوية وتقسم المسافة بين النقطتين الى ١٠٠ قسم، كل واحدة منها يسمى درجة مئوية. وبالمثل في المقياس الفهرنهايتي فان النقطة التي ينجمد عندها الماء عند الضغط الجوي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

القياسي هي ٣٢ درجة فهرنهايتية ، والنقطة التي يغلي عندها الماء هي ٢١٢ درجة فهرنهايتية. وتقسم المسافة بين النقطتين الى 180قسم ، كل وحدة منها يسمى درجة فهرنهايتية والعلاقة بين النظامين كالاتي:

$$C^O = \frac{5}{9}(F - 32) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

كما يوجد مقياس اخر لدرجة الحرارة هو المقياس المطلق والذي تكون فيه اقل درجة حرارة هي الصفر المطلق zero Absoluteوهو تلك الدرجة الحرارية التي لا يمكن ان تنخفض درجة الحرارة الى اقل منها ويمكن الربط ما بين النظام المطلق و النظام المئوي عن طريق العلاقة التالية:

$$T(K^O) = T(C^O) + 273.16 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

الشغل Work (W): اذا اثرت قوة مقدارها (F) على جسم ما وإزاحته مسافة مقارها (x) فيقال ان هذه القوة قد انجزت شغل على هذا النظام ويحسب هذا الشغل من المعادلة الاتية :

$$W = F.x \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

ويقاس الشغل بوحدات الجول (1J=N.m).

القدرة Power (p): هي المعدل الزمني للشغل المنجز وتقاس بوحدات الواط او الكيلو واط وتحسب من المعادلة التالية :

$$Power(watt) = \frac{Work}{Time} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وتقاس القدرة احيانا بوحدات القدرة الحصانية (P.H power Horse) حيث:

(1 P.H =754.7 W)

اما القدرة الكهربائية Electrical power فتحسب من المعادلة الاتية :

$$Electrical\ Power(watt) = V.I \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(8)$$

اذ ان V : الفولتية المسلطة وحدتها (volt) ، I : التيار الكهربائي وحدتها (Ampere).

الطاقة Energy :

هي القدرة على انجاز شغل ما، وتقسم الطاقة الى نوعين.

النوع الاول : بشكل طاقة مخزونة داخل حدود النظام system كالطاقة الكامنة Potential energy والطاقة الحركية Kinetic energy والطاقة الداخلية Internal Energy .

النوع الثاني : الطاقة المنتقلة عبر حدود النظام الى المحيط الخارجي كالحرارة Heat والشغل وتقاس الطاقة بوحدات الجول او احدى مشتقاته.

الطاقة الكامنة Potential energy: هي الطاقة التي يمتلكها جسم ما بسبب وضعه نسبة الى مستوى اسناد معين مثل مستوى سطح البحر ، فإذا كان اي جسم على ارتفاع مقداره (Z) فوق مستوى الاسناد عندئذ نتيجة لكتلته (m) يصبح لديه طاقة كامنة مخزونة في هذا الجسم ويمكن حساب هذه الطاقة الكامنة من المعادلة الاتية :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$P.E = mg\ Z \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

٩ ـ اذ أن m :كتلة الجسم وحدتها (Kg) ، g : التعجيل الارضي 9.81 وحدته (m/s^2).Z :المسافة من مستوى الاسناد وحدته (m) .

الطاقة الحركية Kinetic energy: هي الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة حركته، فإذا كان الجسم كتله (m) يتحرك بسرعة (v) فان الطاقة الحركية له تحسب من المعادلة التالية:

$$K.E = \frac{1}{2}mv^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

الطاقة الحرارية Heat energy: هي احد اشكال الطاقة ، ويمكن تحويلها من شكل الى اخر وتنتقل الحرارة بين الاجسام او المنظومات المختلفة نتيجة وجود فرق في درجات الحرارة ومن مصادر الطاقة الحرارية التفاعلات الكيميائية واحتراق الوقود والاحتكاك والتفاعلات النووية وتقاس الحرارة بالجول وفي نظام الوحدات البريطانية تقاس بالوحدة الحرارية البريطانية (*B.T.U.*).

الحرارة النوعية Specific heat: تعرف الحرارة النوعية للمادة بانها كمية الحرارة التي تنتقل من وحدة كتلة من المادة او اليها في حين تتغير درجة حرارة المادة بمقدار درجة حرارة واحدة وحداتها هي K.kg/J و تتغير الحرارة النوعية بتغير درجة الحرارة ، الا انه في معظم المواد الصلبة والسائلة يكون هذا الاختلاف صغير جدا ، بحيث يمكن اعتبارها ثابتة ، غير ان هذه الحرارة النوعية تتغير بتغيير حالة المادة من طور الى اخر .و يمكن حساب كمية الحرارة المكتسبة او المفقودة (Q) من مادة باستخدام الحرارة النوعية كما في المعادلة التالية:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$Q = mc(T_2 - T_1).....(11)$$

حيث ان : m : كتلة المادة (kg), c :الحرارة النوعية, T_1 :درجة الحرارة الاصلية للمادة, T_2 :درجة الحرارة النهائية للمادة.

يوجد هناك نوعين من الحرارة النوعية هما:

1.الحرارة النوعية تحت حجم ثابت c_v :وتعرف بانها كمية الحرارة المنتقلة من وحدة كتلة من الغاز او اليها في حين تتغير درجة الحرارة بمقدار درجة حرارة واحدة ويبقى الحجم ثابت.

2 .الحرارة النوعية تحت ضغط ثابت c_p : وتعرف بانها كمية الحرارة المنتقلة من وحدة كتلة من الغاز او اليها في حين تتغير درجة الحرارة بمقدار درجة حرارة واحدة ويبقى الضغط ثابت .وتزداد كمية كلا من الحرارتين النوعيتين بزيادة درجة الحرارة ،ويبين الجدول (1.1) في ادناه قيم هذه الحراريتين النوعيتين لعدد من المواد الشائعة:

الجدول (1.1) الحرارة النوعية لعدد من الغازات

c_v kJ/kg.K	c_p kJ/kg.K	الغاز
0.717	1.006	الهواء
0.632	0.827	ثاني اوكسيد الكاربون
0.748	1.05	اول اوكسيد الكاربون
10.4	14.3	الهيدروجين
0.743	1.041	النتروجين
0.652	0.913	الاوكسجين
1.705	2.234	الميثان
0.51	0.645	ثاني اوكسيد الكبريت

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الحرارة المحسوسة Sensible heat

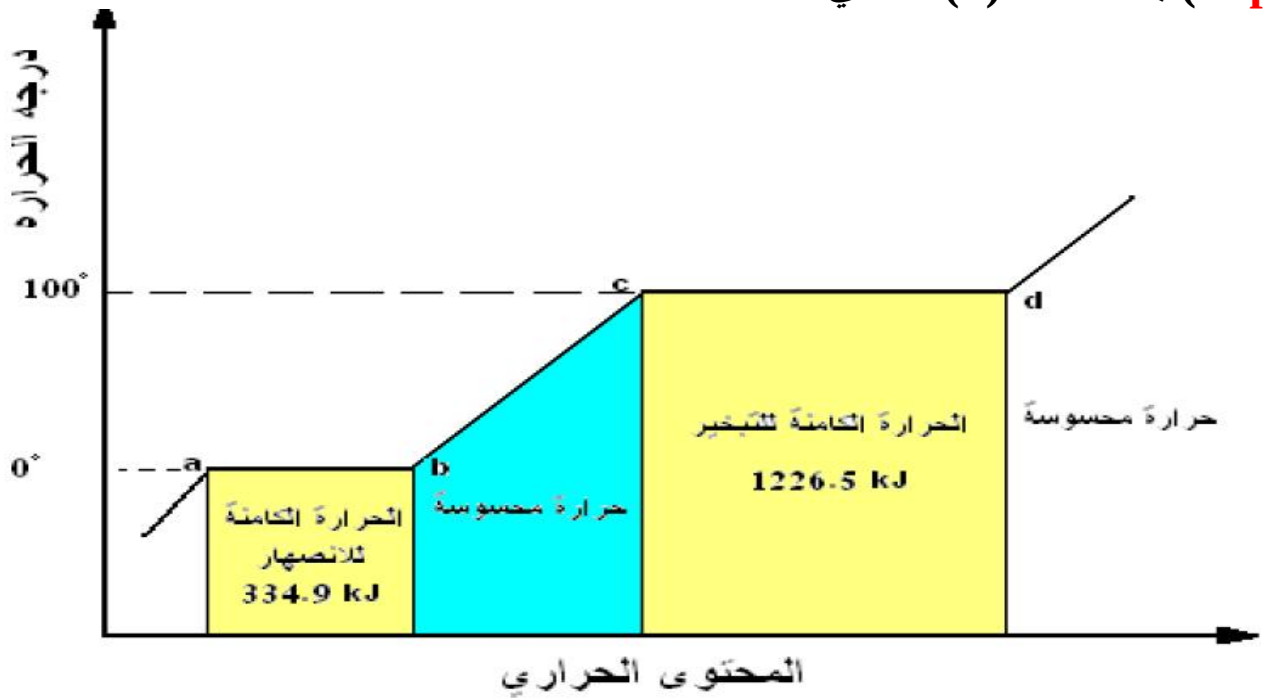
هي كمية الحرارة التي تضاف او تطرح من اي نظام وتسبب تغيير في درجة حرارة هذا النظام ، وسميت محسوسة لوجود تغير محسوس في درجة حرارة المادة ويمكن حساب كمية هذه الحرارة من المعادلة (11)

الحرارة الكامنة Latent heat

هي كمية الحرارة التي تضاف الى النظام وتسبب تغيير في حالة وطور المادة ولا تسبب تغيير في درجة حرارة المادة كما في الشكل (1) لعملية تحويل كيلوغرام ثلج عند درجة حرارة الصفر المئوي الى الحالة السائلة تتم هذه العملية من النقطة (a) الى النقطة (b) ويلاحظ ثبوت درجة الحرارة في هذا الاجراء ، عند الاستمرار في اضافة الحرارة الى الثلج بعد النقطة (b) يلاحظ ارتفاع درجة حرارة الماء (وهذه هي الحرارة المحسوسة)ويستمر هذا الارتفاع الى النقطة (c) المقابلة ل 100 درجة مئوية حيث يبدأ تحول الماء الى بخار ويسمى السائل في هذه الحالة السائل المشبع (Saturated liquid) وتسمى درجة الحرارة بدرجة حرارة التشبع (Saturated Temperature) وهي الدرجة التي يبدأ عندها التبخر وتختلف باختلاف المواد والضغط فهي للماء حوالي 100^oC عند الضغط الجوي وللأمونيا -33^oC ولا تحصل زيادة في درجة حرارة عند الاستمرار في اضافة الحرارة (الاجراء cd) ولكن يبدأ تحول الماء الى البخار وتسمى الحرارة المضافة في هذه العملية بالحرارة الكامنة للتبخر (Latent heat of vaporization). وعند انتهاء عملية التبخير وتحويل كل الماء الموجود في الحيز الى بخار (النقطة d) والذي يسمى في هذه الحالة بالبخار المشبع (Saturated vapor) عند

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الاستمرار في اضافة الحرارة الى الحيز ، تحدث زيادة اخرى في درجة الحرارة نتيجة تحول البخار الى بخار محمص (Superheated vapor) بعد النقطة (d) كما في الشكل ادناه



الشكل (1) الحرارة الكامنة لانصهار وتبخر الماء

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الانتروبي(S) Entropy

عند دراسة العلاقة بين الطاقة المستهلكة وكمية الشغل المنجز ، لابد من ايجاد متغير يحدد كمية الطاقة التي يستفاد منها والتي لا يستفاد منها ، اذ ان اكثر من نصف الطاقة الحرارية في المكائن الحرارية تطرح الى الخارج ولا يمكن الاستفادة منها ، ويسمى هذا العامل بالأنتروبي والذي يعرف بنسبة اللامتاحية (unavailability)، والأنتروبي مأخوذ نسبة الى نقطة اسناد تعد فيه قيمة الانتروبي صفرا ،ويمثل تغير الانتروبي (ΔS) نسبة الطاقة الحرارية المنقولة من او الى النظام لكل درجة حرارة مطلقة ويحسب من المعادلة التالية :

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} \text{.....(12)}$$

حيث ان (ΔQ) : كمية الحرارة المنتقلة (kJ/kg) ، T : درجة الحرارة المطلقة (K).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المحتوى الحراري Enthalpy (h)

هي كمية الطاقة الحرارية التي يحويها كيلوغرام واحد من المادة وتأخذ نسبة الى نقطة اسناد معلومة، يأخذ فيها قيمة المحتوى الحراري صفرا وتختلف نقطة الاسناد هذه من مادة الى اخرى، فللماء اقترح في المؤتمر العلمي الخامس لخواص الماء عام 1956، ان تكون الحالة السائلة (الماء) عند النقطة الثلاثية (Triple point)[1] حالة الاسناد لبخار الماء وتقع النقطة الثلاثية للماء تحت ضغط ($P_{trible} = 0.6112$ kPa) ودرجة حرارة ($T_{trible} = 0.01$ °C). فلو اخذنا كتلة 1 كغم من الماء موضوعة في اسطونة تحت ضغط ثابت بدرجة حرارة الصفر المئوي وسخن هذا الماء بتزويده بطاقة حرارية لارتفعت درجة حرارته حتى تصل الى درجة حرارة الاشباع وتكون الطاقة الحرارية المعطاة الى الاسطوانة كالاتي:

$$Q_{in} = \Delta h = h_f - 0 = h_f \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

النقطة الثلاثية (Triple point): وهي النقطة التي يصبح فيها كلا من الحالة الصلبة والسائلة والغازية في حالة توازن مع بعضها.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وتسمى الطاقة الحرارة المعطاة الى الماء في هذا الطور بالمحتوى الحراري للسائل (h_f)(Liquid enthalpy)، وعند الاستمرار في اضافة الطاقة الى الماء الموجود في داخل الاسطوانة يبدأ تكون البخار مع ثبوت درجة الحرارة الى ان يتحول كل الماء الموجود الى بخار مشبع ولو ان h_g هي الانثالبية النوعية للبخار المشبع فأن الطاقة الحرارية التي تم اضافتها اثناء التبخر هي :

$$Q_{in} = h_{fg} = h_g - h_f$$

او

$$h_g = h_{fg} + h_f \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

والاستمرار في اضافة الطاقة الحرارية يؤدي الى ان يصبح البخار محمصا مع ارتفاع درجة الحرارة، ولتسهيل الحسابات فان هذه الخواص وضعت في جداول خاصة بدلالة درجة الحرارة والضغط وسميت في حالة الماء وبخاره بجداول بخار الماء.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

القانون الأول في الثرموداينمك First Law of Thermodynamic

ينص القانون الاول للثرموداينمك على ان الطاقة لا تفنى ولا تستحدث وانما يمكن تحويلها من شكل الى اخر، ولهذا يسمى هذا القانون احيانا بقانون حفظ الطاقة وخلال اي دورة تتم على اي نظام فأن تكامل الدورة يتناسب مع تكامل الشغل لها ورياضيا يمكن التعبير عن القانون الاول للثرموداينمك بالشكل الاتي:

$$\oint \delta Q = \oint \delta W \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

القانون الثاني في الثرموداينمك Second Law of Thermodynamic

توجد هناك صياغتان تقليديتان للقانون الثاني للثرموداينمك هما: صياغة كلفن – بلانك و التي تنص على انه من المستحيل انشاء محرك يستطيع تحويل كل الحرارة المتوفرة الى شغل وانما تكون هناك جزء من الطاقة مفقودة الى الخارج على شكل خسائر والصيغة الثانية للقانون الثاني لديناميك الحرارة (صيغة كلاسيوس) فتنص على ان من المستحيل نقل الحرارة من مكان ذي درجة حرارة واطئة الى مكان ذي درجة حرارة اعلى من دون انجاز شغل.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مبادئ انتقال الحرارة

يعرف علم انتقال الحرارة بانه العلم الذي يبحث في حساب كمية الحرارة المنتقلة نتيجة وجود فرق في درجات الحرارة بين المواد والانظمة المختلفة. وتوجد هناك ثلاثة طرق لانتقال الحرارة هي:

1. التوصيل (Conduction)

في حالة وجود فرق في درجات الحرارة في وسط صلب، فان الحرارة ستنساب من المنطقة ذات درجة الحرارة العالية الى المنطقة ذات درجات الحرارة الواطئة، ويعتمد المعدل الحقيقي لانتقال الحرارة (q_u) في اي وسط على معامل التوصيل k والذي هو عبارة عن خاصية فيزياوية للوسط ويحسب هذا المعدل من المعادلة الاتية:

$$q_u = -k.A.\frac{dT}{dx} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

حيث ان: $\frac{dT}{dx}$: لانحدار الحراري خلال المسافة ، A: المساحة التي تنتقل خلالها الحرارة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تظهر الاشارة السالبة كنتيجة للقانون الثاني لداينميك الحرارة، والذي يحتاج الى وجوب انسياب الحرارة بالاتجاه من درجات الحرارة الاعلى الى درجة الحرارة الاوطأ. تعرف المعادلة اعلاه بمعادلة التوصيل الحراري او قانون فوريير للتوصيل وقد سمي باسم العالم الفرنسي (J.B.J Fourier) الذي اقترحه عام 1822 وبالرغم من ان معامل التوصيل الحراري بشكل عام يتغير بتغير درجة الحرارة فان التغير في بعض المسائل الهندسية يكون صغير جدا بحيث يمكن اهماله.

2. الحمل (Convection)

تمثل هذه الطريقة انتقال الحرارة في الموائع، حيث تنتقل الطاقة بواسطة الحركة الماكروسكوبية لجزيئات المائع والتي تتحرك نتيجة فرق الكثافة او بواسطة مضخة او مروحة او نتيجة الاثنين معا. وبغض النظر عن اسلوب انتقال الحرارة، فان معدل انتقال الحرارة بالحمل بين سطح ومائع يمكن حسابه من العلاقة الاتية:

$$q_c = h_c . A . (T_S - T_\infty) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

حيث ان: q_c = معدل انتقال الحرارة بالحمل (W)، A = المساحة التي تنتقل خلالها الحرارة (m^2).
h_c = معامل انتقال الحرارة بالحمل ($W/m^2.K$)، $(T_s - T_\infty)$ = الفرق بين درجة حرارة السطح (T_s) ودرجة حرارة المائع (T_∞).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وتسمى بقانون نيوتن للتبريد ويعتمد انتقال الحرارة بالحمل على لزوجة المائع اضافة الى اعتماده على الخواص الحرارية للمائع (الموصلية الحرارية للمائع والحرارة النوعية والكثافة).

2. الاشعاع (Radiation)

لا يتطلب انتقال الحرارة بالاشعاع الى وسط مادي لينتقل خلاله وتعتمد كمية الطاقة التي تترك السطح كحرارة اشعاعية على درجة الحرارة المطلقة وطبيعة السطح ويستطيع اي مشع مثالي او جسم اسود من ان يبعث طاقة اشعاعية من سطحه بمعدل (q_r) ويعطى بالمعادلة الاتية:

$$q_r = \sigma . A_1 . T_1^4 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

حيث ان: q_r = معدل انتقال الحرارة بالاشعاع (W) وA_1 = المساحة التي تنتقل خلالها الحرارة (m^2).

σ = ثابت ستيفان – بولتزمان = $5.67 * 10^{-8}\ W/m^2.K^4$ (بالوحدات العالمية).

$= 0.1718 * 10^{-8}\ Btu/h.ft^2.R^4$ (بالوحدات البريطانية).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

امثلة محلولة

مثال (1.1) :

سيارة تتحرك بسرعة 50 km/h كانت مقاومة للهواء للسيارة حوالي 900 N احسب مقدار قدرة محرك السيارة باهمال الخسائر؟

الحل:

تحسب القدرة من المعادلة :

$$Power(W) = \frac{Work}{Time} = Force(N) * Speed(m/s)$$

$$\text{Power} = 900 * \frac{50 * 1000}{3600} = 12.5 \text{ kW}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال (2.1):

سخان كهربائي قدرته 5 kW يشتغل بفولتية 220 V احسب التيار بالامبير الذي نحتاج اليه لتشغيله؟

الحل :

تحسب القدرة الكهربائية من المعادلة :

$$Electrical.power = V.I$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{5000}{220} = 22.727 \text{ Ampere}$$

مثال (3.1) :

ما كمية الحرارة المطلوبة لتسخين 5 kg من الفولاذ من 15 °C الى 100 °C، علما ان الحرارة النوعية للفولاذ هي 480 J/kg.K؟

الحل:

من المعادلة

$$Q = m.c.(T_2 - T_1)$$

$$= 5*480*(100-15) \quad = 204000 \text{ J} \quad = 204 \text{ kJ}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال (4.1) :

محرك ديزل يستخدم 54.5 kg من وقود الزيت بالساعة والذي قيمته الحرارية 45 MJ/kg، فاذا كانت الكفاءة الحرارية للمحرك 25%، احسب القدرة الناتجة من المحرك.

الحل :

كفاءة اي ماكنة حرارية تحسب من المعادلة الاتية:

$$\eta = \frac{P_{output}}{P_{input}} = 0.25$$

P_{output} = التدفق الكتلي للوقود * القيمة الحرارية للوقود * 0.25

$= 0.25 * 45 * 10^6 * 54.5/3600$

$= 170.3125$ kW

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال (5.1) :

محطة لتوليد الطاقة الكهربائية تنتج 1000 MW وكفائتها الحرارية 25%، احسب كمية الفحم المستهلك بوحدات طن / ساعة اذا كانت القيمة الحرارية للفحم 30 MJ/kg.

الحل :

$$\eta = \frac{P_{output}}{P_{input}} = 0.25$$

$$P_{input} = \frac{1000}{0.25} = 4000\,\text{MW}$$

P_{input} = التدفق الكتلي للوقود * القيمة الحرارية للوقود

$$P_{input} = 4000 * 10^6 = \dot{m} * 30 * 10^6$$

$$\therefore \dot{m} = 133.333 \text{ kg/s}$$

$$\therefore \dot{m} = 133.333 * \frac{3600}{1000} = 480 \text{ ton / h}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال (6.1) :

احسب المحتوى الحراري (الانثالبية) للماء عن درجة حرارة 50°C ، قارن النتيجة المستحصلة مع جداول البخار.

الحل :

المحتوى الحراري للماء هو الطاقة الحرارية المطلوبة لرفع درجة حرارة 1 kg من الماء من الصفر الى درجة معينة وهي 50°C في هذا السؤال.

$$Q = m.c.(T_2 - T_1)$$

$$= 1 * 4180 * (50-0)$$

$$= 209 \text{ kJ/kg}$$

من جداول بخار الماء نجد ان المحتوى الحراري للماء (h_f) عند درجة 50°C هو 209.33 kJ/kg

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال (7.1) :

احسب الانتروبي (الاختلاج) للماء عن درجة حرارة 50°C ، قارن النتيجة المستحصلة مع جداول البخار.

الحل :

تغير الطاقة الحرارية من الصفر المئوي الى درجة 50°C تساوي 209 kJ/kg ومعدل الدرجة المطلقة مابين الصفر المئوي والـ 50 °C

والتغير في الانتروبي يحسب من المعادلة :

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{209}{298} = 0.701$$

من جداول بخار الماء نجد ان الانتروبي للماء (S_f) عند درجة 50°C هو 0.7038 kJ/kg

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ويمكن الحصول على تعبير بسيط لزاوية ارتفاع الشمس القصوى من المعادلة:

$$\beta_{noon} = 90 - |\alpha - d|$$

كما يمكن حساب ساعة الشروق و الغروب من المعادلة:

$$\beta = \sin^{-1}(\cos(d) * \cos(\alpha) * \cos(h) + \sin(d) * \sin(\alpha))$$

بتعويض قيمة $\beta=0$ (أي أن زاوية الارتفاع هي صفر عند الشروق والغروب) ومنها نحصل على:

$$h_o = \cos^{-1}[-\tan(d) * \tan(\alpha)]$$

حيث h_o بالدرجات ويجب أن تقسم على 15 للحصول على قيمتها بالساعات كما أن ساعة الشروق هي نفس مقدار ساعة الغروب، ولكنها بالسالب، وأما طول اليوم فيحسب من المعادلة:

$$2h_o = 2 * \cos^{-1}[-\tan(d) * \tan(\alpha)]$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يحسب معدل الاشعاع بدلالة الوقت الشمسي لذا يجب إيجاد علاقة بين الزمن المحلي في موقع معين والوقت الشمسي .

6.2 الوقت الشمسي Solar time:

يعد خط كرينتش هو خط الطول الذي قيمته صفر، اذ يعد منتصف الليل عنده يساوي صفراً ومنتصف النهار (أي عند الظهر) يساوي الساعة 12 أما الوقت المدني المحلي LCT والذي يعتمد على خط الطول يكون متقدماً نحو الشرق ومتأخراً نحو الغرب من خط الإسناد (خط كرينتش) والفرق هو أربع دقائق لكل خط طول واحد. يعد طول اليوم بالتوقيت المدني المحلي 24 ساعة بالضبط أما اليوم الشمسي فهو ليس 24 ساعة بالتمام؛ لأن محور دوران الأرض حول الشمس ليس دائرياً مضبوطاً والفرق بين الوقت الشمسي المحلي والوقت المدني المحلي يعطي معادلة الوقت (E) :-

الوقت الشمسي المحلي مطروحاً منه الوقت المدني المحلي =E

و ربما اختلف الوقت الرسمي الفعلي عن الوقت المدني المحلي اذ يعتمد الأول على خط الطول لذلك البلد وهذا الوقت يسمى بالوقت المركزي القياسي أي أن :-

الوقت المدني المحلي= الوقت المركزي القياسي $\pm 4 \times$ (خط الطول للموقع الفعلي – خط الطول الذي أعتمد التوقيت المحلي على أساسه).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فمثلاً خط الطول الفعلي لمدينة بغداد هو 44.14° بينما خط الطول الذي أعتمد عليه التوقيت المحلي هو 45° بالنسبة للعراق. يمكن كتابة معادلة الوقت الشمسي بالصيغة التالية :-

$$Solar\ time = Standard\ time + E \pm 4(La\text{-}Lc)$$

اذ ان:

E= معادلة الوقت

La= دائرة خط الطول الفعلي للموقع المراد حساب الوقت عنده .

Lc= دائرة خط الطول للبلد الذي أعتمد التوقيت المحلي على أساسه والتي هي 45° درجة شرقاً بالنسبة للعراق. وتؤخذ العلاقة الموجبة عندما يكون الموقع شرقاً والسالبة إذا كان الموقع غرباً، فالعراق على سبيل المثال يقع في الشرق بالنسبة لخطوط الطول وعليه تؤخذ العلاقة الموجبة. اما معادلة الوقت E فتحسب بالطريقة المقترحة الاتية:

$$E = 9.87 * \sin(2 * B) - 7.53 * \cos(B) - 1.5 * \sin(B)$$

اذ ان:

$$B = \frac{360 * (ND - 81)}{364}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال (1) :

احسب الوقت الشمسي لمدينة بغداد الواقعة عند خط طول 44.14° شرقاً عند الساعة 9:00 صباحاً ليوم 21 آذار، ثم احسب ساعة الشروق والغروب وطول اليوم ، علماً إن خط العرض لمدينة بغداد هو 33.20 ° شمالاً؟

الحل :

1. من المعادلة : $E = 9.87 * \sin(2 * B) - 7.53 * \cos(B) - 1.5 * \sin(B)$ نحسب معادلة الوقت (E)

$$B = \frac{360 * (ND - 81)}{364}$$

$$ND = 31 + 28 + 21 = 80$$

لذا فأن

$$B = \frac{360 * (80 - 81)}{364} = -0.989$$

لذا فأن معادلة الوقت E تصبح:

$$E = 9.87 * \sin(2 * (-0.989)) - 7.53 * \cos(-0.989) - 1.5 * \sin(-0.989)$$

$$E \approx -7^{\min} : 51^{\sec}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2. تحسب ساعة الغروب من المعادلة : $h_o = \cos^{-1}[-\tan(d) * \tan(\alpha)]$

ونحتاج أولاً كلا من زاوية خط العرض (α) و زاوية الانحراف (d) وزاوية خط العرض لمدينة بغداد فهي (33.33)، اما زاوية الانحراف فتحسب من المعادلة :

$$d = 23.45 * \sin\left[\frac{360}{370}(ND - 80)\right] = 0$$

$$h_o = \cos^{-1}[\tan(0) * \tan(33.33)] = 90^o$$

وللحصول على ساعة الغروب نقسم على 15 لنحصل على:

$$h_o = \frac{90}{15} = 6 \text{ P.M.}$$

أي ان غروب الشمس يحدث عند الساعة السادسة مساءاً.

أما ساعة الشروق فتحسب من معرفة إن الفترة من وقت الظهر وحتى الغروب تعادل الفترة من ساعة الشروق وحتى ساعة الظهر، أي إن ساعة الشروق:

$$h_o = 12 - 6 = 6 \text{ A.M.}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال (2) :

1. احسب زاوية الارتفاع (β) وزاوية السمت (γ) عند الساعة الثالثة بعد الظهر بالوقت الشمسي في مدينة كركوك في 21 من شهر حزيران، علما ان خط العرض لمدينة كركوك $35.33°$ شمالاً .
2. جد زاوية الارتفاع القصوى.
3. ساعة الشروق والغروب وطول النهار.
4. زاوية السمت(γ) عند الشروق والغروب.

الحل:

1. من المعلومات المعطاة في السؤال: $\alpha = 35.33\ ^{\circ}N$
(عند الثالثة بعد الظهر بالتوقيت الشمسي) $h = 45\ ^{\circ}$

من المعادلة : $$d = 23.45 * \sin\left[\frac{360}{370}(ND - 80)\right]$$

$$ND = 31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 21 = 172$$

يمكن حساب قيمة زاوية الانحراف (d): $$d = 23.45 * \sin\left[\frac{360}{370}(172 - 80)\right] = 23.45^{o}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وتحسب زاوية الارتفاع من المعادلة :

$$\beta = \sin^{-1}(\cos(d) * \cos(\alpha) * \cos(h) + \sin(d) * \sin(\alpha))$$

$$\beta = \sin^{-1}(\cos(23.45) * \cos(35.33) * \cos(45) + \sin(23.45) * \sin(35.33)) = 49.376$$

زاوية السمت تحسب من المعادلة :

$$\tan\gamma = \frac{\sin(45)}{\sin(35.33) * \cos(45) - \cos(35.33) * \tan(23.45)}$$

$$\gamma = 85^{o}33'$$

2. تحسب زاوية ارتفاع الشمس القصوى من المعادلة:

$$\beta_{noon} = 90 - |\alpha - d| = 90 - |35.33 - 23.45| = 78.18^{\circ}$$

3. لحساب طول اليوم نحتاج اولاً حساب ساعات الشروق والغروب وتحسب ساعة الغروب من المعادلة :

$$h_o = \cos^{-1}[-\tan(d) * \tan(\alpha)]$$

$$h_o = \cos^{-1}[-\tan(23.45) * \tan(35.33)] = 107.9$$

إذا وقت الغروب هو $^{hour}7 : ^{min}11 : ^{sec}36$ أي ان وقت الغروب هو عند الساعة السابعة $\frac{107.9}{15}$

و 11 دقيقة و 36 ثانية تقريبا مساءا

اما طول اليوم فيحسب كما يلي :-

$$2 * h_o = 2 * (7:11:36) = {}^{hour}14 : {}^{min}23 : {}^{sec}12$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. زاوية السمت عند الغروب نحصل عليها من المعادلة الاتية:

$$\tan\gamma_o = \frac{\sin(h_o)}{\sin(\alpha) * \cos(h_o) - \cos(\alpha) * \tan(d)}$$

$$\tan\gamma_o = \frac{\sin(107.9)}{\sin(35.33) * \cos(107.9) - \cos(35.33) * \tan(23.45)} = -1.79132$$

$$\gamma_o = -60.81$$

أي ان زاوية السمت عند الغروب هي 29.19 درجة شمال الغرب وزاوية السمت عند الشروق هي 29.19 درجة شمال الشرق.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

استخدامات الطاقة الشمسية

تعددت استخدامات الطاقة الشمسية وأصبح استغلالها وتحويلها إلى طاقة حرارية أو كهربائية أو كيميائية أمرا مألوفا في الوقت الحاضر اذ يمكن الاستفادة منها في التدفئة والتبريد وتسخين الماء وتحلية المياه وتوليد الطاقة الكهربائية والطبخ وتجفيف المحاصيل الزراعية وغيرها من الاستخدامات المهمة. وسنتطرق في هذا ادناه إلى التطبيقات الحرارية المختلفة للطاقة الشمسية.

تسخين المياه

يعد تسخين المياه بالطاقة الشمسية من اكثر تطبيقات الطاقة الشمسية شيوعا و أكثرها ملائمة من الناحية الفنية والاقتصادية في الوقت الحاضر وينتشر استعمال السخانات الشمسية في

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

العديد من دول العالم بما فيها الدول العربية كالأردن وسوريا وفلسطين ومصر ودول الشمال الأفريقي

تشترك المجمعات الشمسية في إنها تقوم بتسخين السوائل المارة فيها، ومن ضمنها الماء اكثر السوائل استعمالا في تطبيقات الطاقة الشمسية. وعند الحديث عن تسخين المياه بأستخدام الطاقة الشمسية يكون المقصود رفع درجة حرارتها إلى $60^{o}C$ وهي كافية للاستخدام المنزلي.

تحتوي منظومات التسخين الشمسية على ثلاثة أجزاء رئيسية المجمع الشمسي وخزان الحفظ وشبكة توزيع المياه وقد تحتوي المنظومة أيضا على بعض الملحقات الإضافية كأجهزة السيطرة ومضخات لفع المياه قسريا ومبادلات حرارية ومسخنات كهربائية مساعدة لاستخدامها في حالة الحمل الكبير او في حالة عدم توفر طاقة شمسية كافية، وتقسم منظومات التسخين الشمسية الى نوعين وحسب طبيعة دوران المائع.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

السخانات ذات التدوير الطبيعي Thermosyphon system:

يعتمد عمل هذا النوع من السخانات كما في شكل (1)على مبدأ الفرق في كثافة المائع الناقل للحرارة بتأثير التسخين الشمسي، وبسبب هذا الفرق في الكثافة يتم تدوير السائل ذاتيا خلال المنظومة.يتغير معدل التدوير الذاتي داخل المنظومة خلال اليوم والسنة اعتمادا على:

الشكل (1) سخان شمسي ذو تدوير طبيعي

١ـ كمية الطاقة الممتصة،

٢ـ درجة حرارة المائع،

٣ـ شكل المنظومة

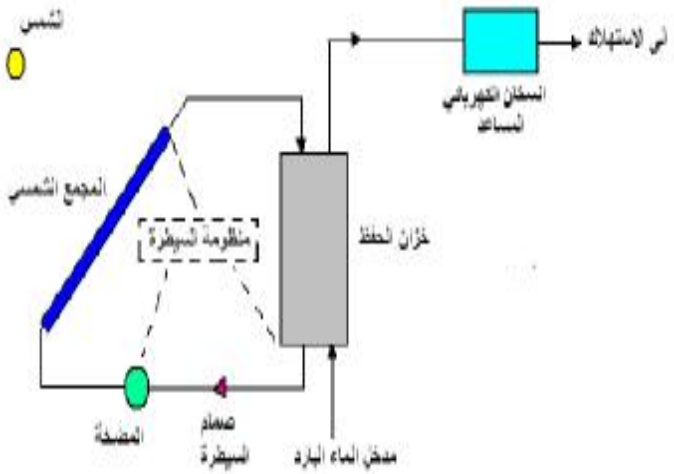
ويمتاز هذا النوع من السخانات بالبساطة وقلة التكاليف وعدم حاجتها إلى منظومة سيطرة متخصصة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يستخدم عادة نوعان من السخانات ذات التدوير الطبيعي.

النوع الأول: يدمج فيه خزان الماء والمجمع الشمسي في جزء واحد.

النوع الثاني :فيكون الخزان منفصلا عن المجمع الشمسي بحيث يكون مستوى فتحة خروج الماء من الخزان أعلى من مستوى الأنبوب الرئيسي.



الشكل (2) السخان الشمسي ذو التدوير القسري

السخانات ذات التدوير القسري Forced circulation system:

هذا النوع من السخانات لا يشترط وضع الخزان أعلى من مستوى المجمع، أذ تستخدم مضخة لتدوير المائع خلال المنظومة كما في شكل (2)، ويستخدم عادة في المنظومات الكبيرة،ويكون اكثر تعقيدا من السخانات ذات التدوير الطبيعي اذ يتطلب وضع منظومة سيطرة متمثلة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بالمتحسسات الحرارية التي تعطي إشارة كهربائية لتشغيل مضخة تدوير مائع نقل الحرارة عند بلوغ درجة حرارة المائع الدرجة المطلوبة.

التدفئة بالطاقة الشمسية:

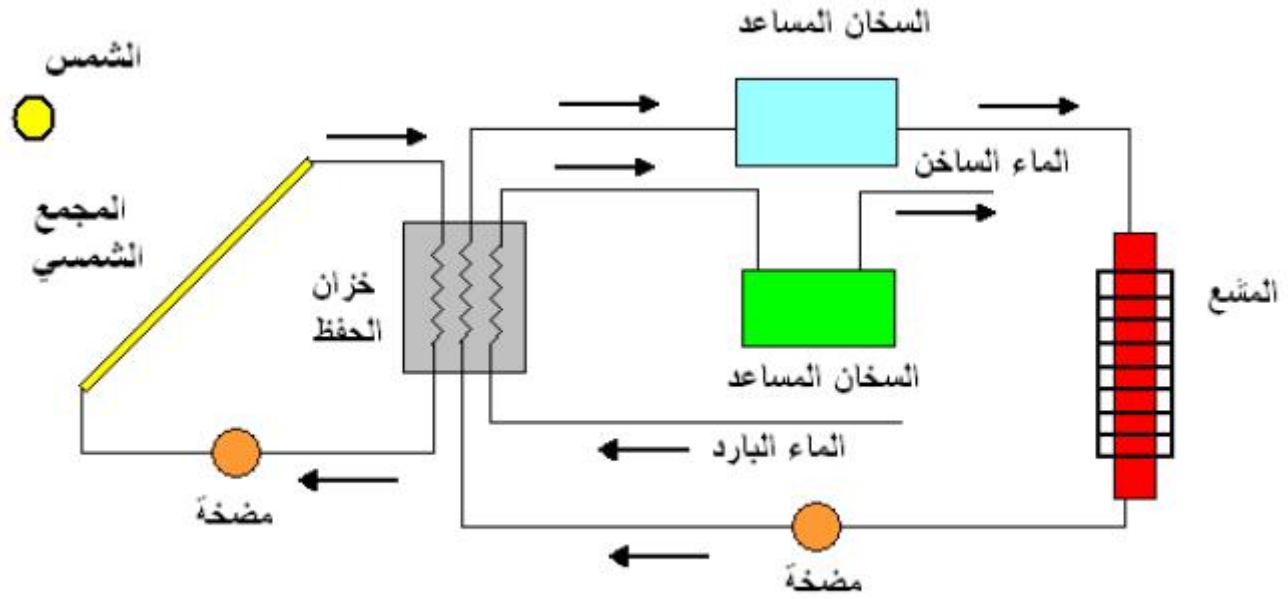
إن تدفئة المنازل بالطاقة الشمسية تشابه في فكرتها الأساسية تسخين المياه. و يمكن استخدام الطاقة الشمسية لتوفير ظروف حرارية مناسبة داخل المباني بطريقتين رئيسيتين:

منظومات التدفئة الفعالة Active Solar Heating

يتم فيها تدوير المائع الساخن (ماء أو هواء) بوساطة مضخة أو دافعة هواء كما في شكل (3)، فالحرارة تدخل إلى المنزل عن طريق تسخين الهواء أو الماء ، ففي نظام التدفئة بالهواء يتم تسخين الهواء بالمجمعات الشمسية ومن ثم دفعه إلى داخل البناية بواسطة دافعات هواء ولا يختلف تصميم المجمع الشمسي الخاص لتدفئة الهواء عن المجمع الشمسي المستخدم لتسخين المياه إلا في

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تصميم مجرى المائع حيث يصمم المجمع على شكل مستطيل ويكون خالي من شبكة الأنابيب المستعملة في مجمعات تسخين المياه.

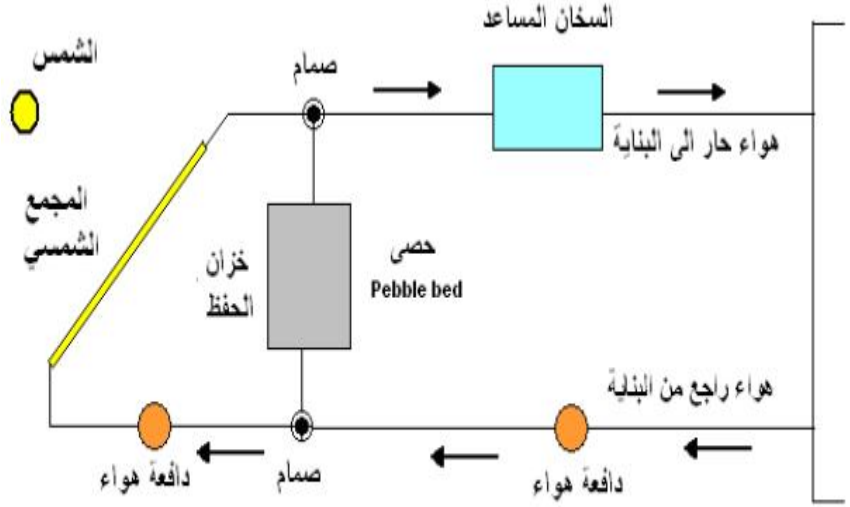


الشكل (3) منظومة تدفئة فعالة تستخدم الماء كناقل للحرارة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

منظومات التدفئة السلبية Passive solar heating

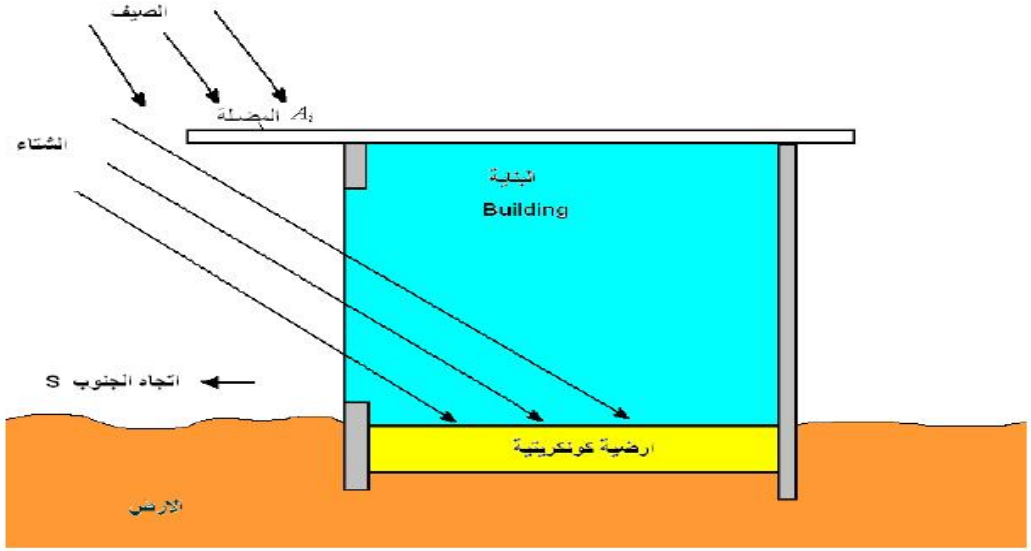
يمكن استخدام منظومات غير فعالة أو سلبية – أي لا تحتاج إلى أجهزة ميكانيكية مساندة وإنما تقوم بتمرير الإشعاع الشمسي مباشرة لأغراض تدفئة المباني، إذ تكون البناية أو المنزل هي نفسها المجمع الشمسي و الخزان. و تسري الطاقة في هذه المنظومات بصورة طبيعية و بدون أجهزة تدوير ميكانيكية مثل المضخات و دافعات الهواء. ويتم السماح للأشعة الشمسية بالدخول بأكبر قدر ممكن من خلال النوافذ خلال النهار، و بذلك يتم خزن الحرارة داخل الحيز المدفأ . و لتقليل زيادة الحرارة خلال أوقات النهار يتم استخدام بعض المواد لخزن الحرارة الفائضة . من هذه المواد استخدام كتل كونكريتية سميكة أو خزانات ماء أو كتل صخرية كما في الشكل (4).



شكل (4) منظومة تدفئة تستخدم الحصى كخازن للحرارة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المواصفات الرئيسية المطلوبة للأنظمة السلبية هي توفر عزل حراري جيد ووجود نوافذ في الجانب الجنوبي من المبنى (لكون هذا الاتجاه هو الذي يستلم أكبر معدل من الإشعاع الشمسي خلال اليوم) بالإضافة إلى وجود مواد خزن للطاقة الفائضة شكل (5).



شكل (5) منظومة تدفئة سلبية تستخدم النوافذ لامرار الأشعة الشمسية والأرضية الكونكريتية لخزن الحرارة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ويمكن تقسيم منظومات التدفئة هذه إلى ثلاثة أنواع:

١- منظومات الكسب المباشر:

في منظومات الكسب المباشر تستخدم النوافذ على الجانب الجنوبي للسماح بدخول الأشعة الشمسية. وتوضع مواد الخزن الحراري، كالكونكريت والحجر و الطابوق، داخل الحيز لامتصاص الأشعة الشمسية، كما أن جعل الأرضية من الحصى والكونكريت هو أحد الأمثلة لهذه الأنظمة كما هو مبين بالشكل(5) اعلاه،إذ تقوم هذه الأرضية الكونكريتية وجدران الحيز بامتصاص الأشعة الشمسية خلال النهار وإشعاعها مرة أخرى إلى الحيز خلال الليل.

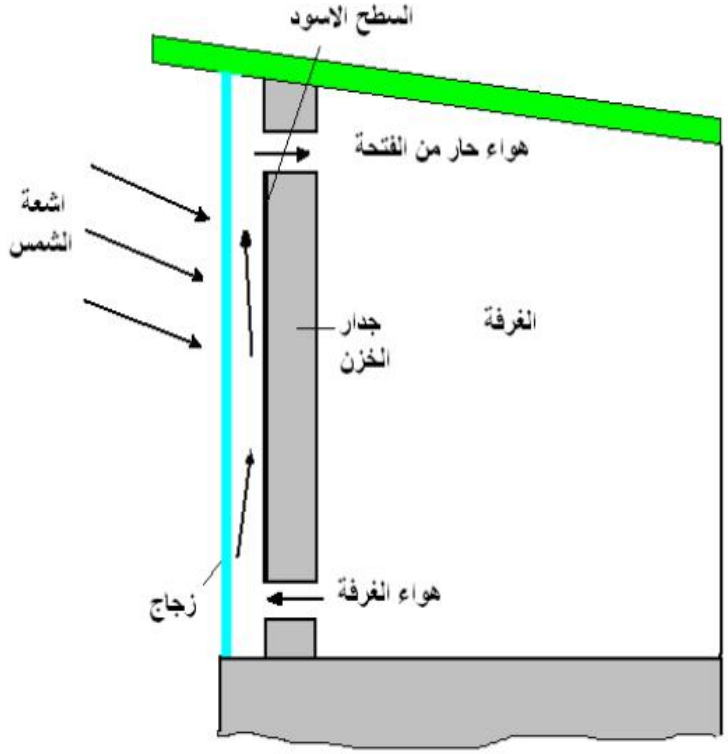
٢- منظومات الكسب غير المباشر:

في منظومات الكسب غير المباشر يتم جمع و خزن الطاقة الشمسية في جزء من المبنى، و يستخدم التبادل الحراري الطبيعي بوساطة التوصيل و الحمل في توزيع الحرارة إلى بقية البيت. ومثال جيد على هذه المنظومات هو جدار ترومب (Trombe Wall) كما في الشكل(6).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

في هذا الجدار يتم وضع كتلة كبيرة من مواد البناء كالكونكريت أوالطابوق على بعد 10 cmمن طبقة زجاجية في الجانب الجنوبي من المبنى . ويقوم الإشعاع الشمسي بالمرور من خلال الزجاج ويتم امتصاصه من قبل الجدار المصبوغ باللون الأسود الذي تصل درجة حرارة سطحه أحيانا إلى درجة عالية خلال النهار.

و تنتقل هذه الحرارة إلى الهواء المحصـــــور بين الزجاج و الحائط فتؤدي إلى رفع درجة حرارته و بذلك تقل كثافته و ينتقل إلى الحيز من الفتحة العلوية .و يتم دخول كمية من الهواء البارد بدله من خلال الفتحة السفلية فيسخن مرة أخرى و ينتقل إلى الحيز، و هكذا تستمر العملية خلال النهار. وفي أثناء الليل يتم غلق الفتحات لمنع تسرب الحرارة إلى الخارج، و بهذا يتم تفريغ الحرارة المخزونة في الحائط إلى الحيز بواسطة الحمل و الإشعاع.

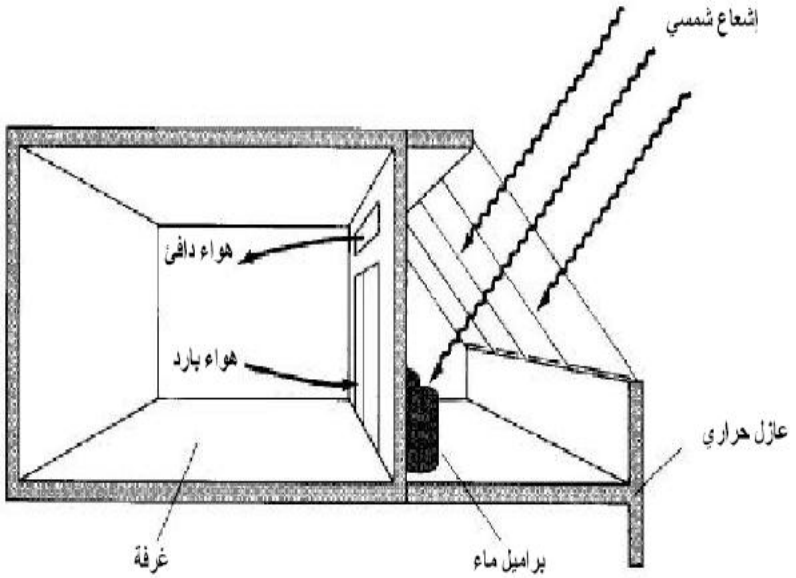


الشكل (6) جدار ترومب

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٣-منظومات البيوت الزجاجية الملاصقة للمبنى

أما منظومات البيوت الزجاجية الملاصقة للمباني فيمكن استخدامها لأغراض الزراعة و التدفئة في آن واحد ،و تقوم بنقل الحرارة المحبوسة في البيت الزجاجي إلى داخل حيز المبنى.وكما في بقية المنظومات الأخرى فإن خزن الحرارة و العزل الجيد لأرضية البيت الزجاجي وجوانبه هما من المتطلبات المهمة في هذه المنظومات. إن الأرضية الكونكريتية السميكة و البراميل المملوءة بالماء هي أجهزة خزنكما في الشكل (7).



الشكل (7) بيت زجاجي ملاصق لاغراض التدفئة يحتوي على براميل ماء لإغراض الخزن.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

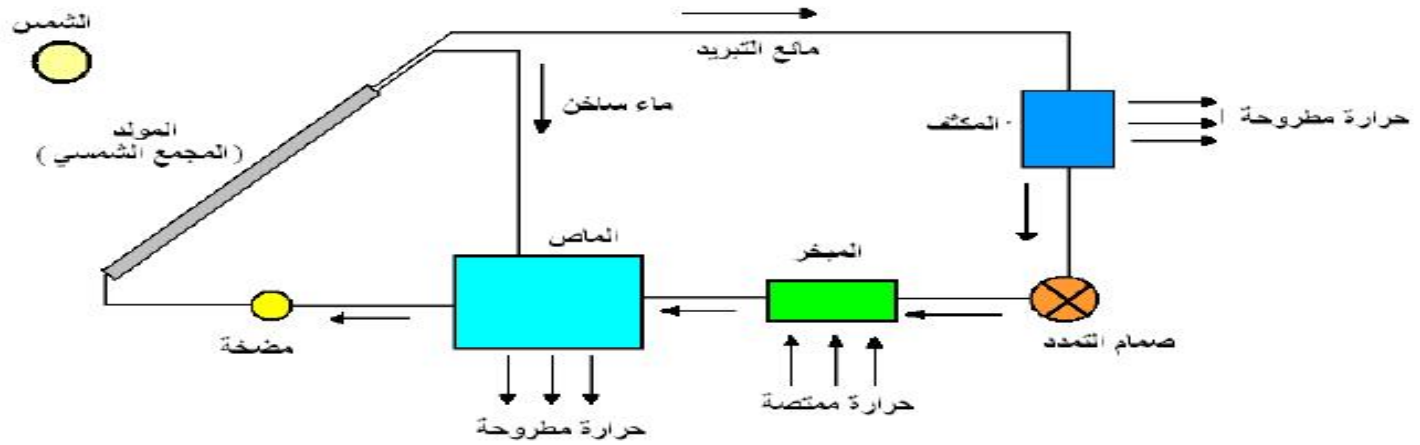
التبريد بالطاقة الشمسية:

شاع استخدام الطاقة الشمسية خلال فصل الصيف الذي تكون فيه هذه الطاقة أعلى ما يمكن لأغراض التبريد، يمكن استخدام الطاقة الشمسية في تبريد المباني أيضا بطريقتين رئيسيتين هما:

منظومات التبريد الفعالة:يتم استخدام الطاقة الشمسية في منظومات التبريد الفعالة باستخدام أسلوب التثليج الامتصاصي (Absorption Refrigeration)وهي أول منظومة تكييف هواء استخدمت الطاقة الشمسية في تشغيلها، إن منظومات التبريد الامتصاصية (Absorption Systems) مشابهة لمنظومات التبريد الانضغاطية الاعتيادية إلا أنها تختلف عنها بعدم وجود ضاغط Compressor. ويتم في هذه المنظومات إبدال الضاغط بمولد تتم تغذيته من مصدر شمسي كما هو مبين بالشكل (8). وفي هذه المنظومات يستخدم أحد المحلولين عوضا عن الفريون المستخدم في منظومات التبريد الانضغاطية – وهما خليط من الأمونيا والماء أو خليط من الليثيوم بروماید والماء. منظومات التبريد الامتصاصية تستمد حاجتها من الطاقة من مصادر الطاقة الشمسية .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

كما يمكن استخدام أسلوب التثليج ألانضغاطي(Compression Refrigeration) في تكييف الهواء باعتبارها طريقة موثوق بها وذات كفاءة عالية. ولكنها تحتاج إلى طاقة داخلة على شكل شغل. وبما إن تحويل الطاقة الشمسية إلى شغل يعطي كفاءة غير مقبولة، لذلك فأن استخدام الطاقة الشمسية في هذه المنظومة يجعلها اقل اقتصادية. وتجهز المنظومة بالطاقة الكهربائية اللازمة من محطة الطاقة الشمسية المركزية أو من خلايا كهروضوئية.



شكل(8) منظومة تبريد امتصاصية يتم تغذيتها بالطاقة الشمسية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

منظومات التبريد السلبية:

إن مهمات منظومات التبريد السلبية (Passive Cooling System) هو تقليل انتقال الحرارة للأبنية من المحيط الخارجي، ومبادئ عمل هذه المنظومات تتضمن:

اختيارالموقع، واتجاه البناية ، والأشجار المحيطة بها ، سمك الجدران ، نوع النوافذ والخصائص المعمارية (كنسبة الواجهات إلى حجم البناية ، والتضليل، ومساحة النوافذ، وغيرها)،ومواصفات الهيكل الخارجي كاستخدام العازل الحراري.

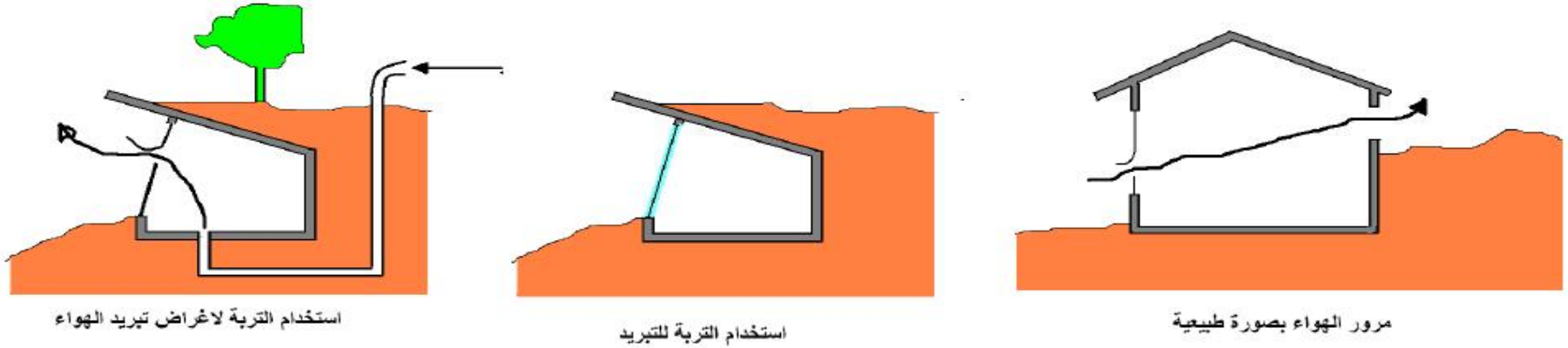
إن التضليل Shadowing ضروري جدا لعملية التبريد ، و إن استخدام الأشجار و مظلات النوافذ يمكن أن يقلل درجة الحرارة في النهار داخل المبنى بضع درجات مئوية .

كما إن التهوية الطبيعية مهمة جدا في التبريد السلبي إذا كان الجو جافا نسبيا . فالتيار الهوائي يمكن أن يقوم بتبخير بعض العرق من الجسم ويشعر الإنسان

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

بالبرودة. والتهوية المناسبة تحتاج إلى فتحات موزعة في المناطق العلوية والسفلية للبناية لتوليد تيار هوائي طبيعي.

وتوجد تقنية بديلة وهي استخدام مواد تقوم بامتصاص الرطوبة من الهواء.وخلال الليل يمرر الهواء على هذه المواد لامتصاص بعض رطوبته ، وخلال النهار يتم تجفيف هذه المواد من الرطوبة عن طريق أشعة الشمس لاحظ الشكل (9).



الشكل (9) بعض طرق التبريد السلبي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الطاقة المائية Hydraulic energy

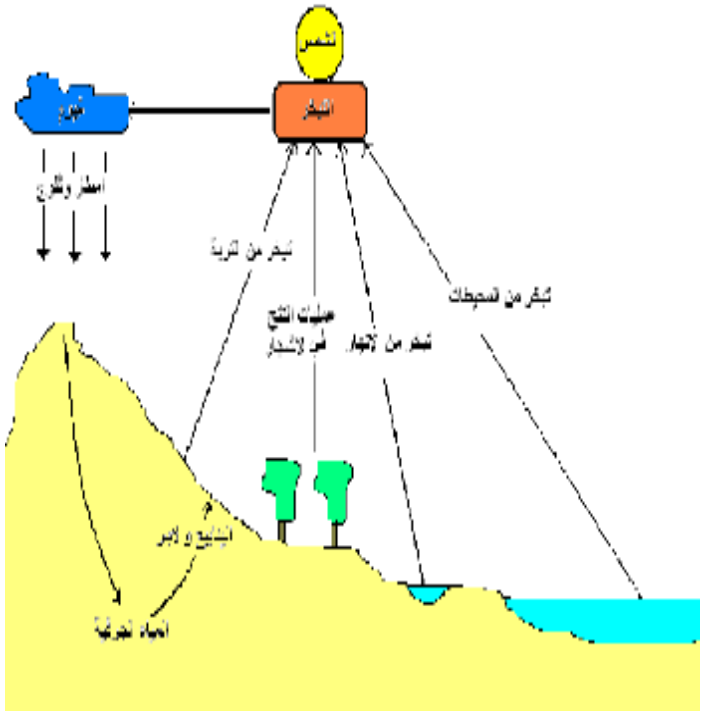
إن الطاقة المائية هي من أهم مصادر الطاقة المتجددة إذ إنها نظيفة ورخيصة نسبيا وتتطلب كلفاً بسيطة للتشغيل وكفاءة إنتاجها تقارب حوالي 90 % وبالتالي فإن مساهمة الطاقة المائية في مصادر الطاقة العالمية قد ينمو بصورة أسرع من نمو إنتاج الطاقة العالمية.

الطاقة الكامنة المخزونة

تعتمد كمية الطاقة الكامنة المخزونة في محطات التوليد الكهرومائية على حجم كمية الماء المخزونة وعلى ارتفاع سقوط الماء، فكلما ارتفع هذين العاملين كلما زادت كمية الطاقة الكامنة في المحطة،تبلغ كمية الطاقة الكامنة في العالم ($3*10^6$ MW) في حين تبلغ نسبة كمية الطاقة المستغلة 5% من الطاقة الاحتمالية الكلية ، ويعزى أحد أسباب هذه النسبة المنخفضة إلى الكلفة العالية لإنشاء محطات الطاقة وخاصة إن المواقع الملائمة غالبا ما تكون بعيدة عن مراكز الاستهلاك.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

دورة المياه في الطبيعة Hydrologic cycle



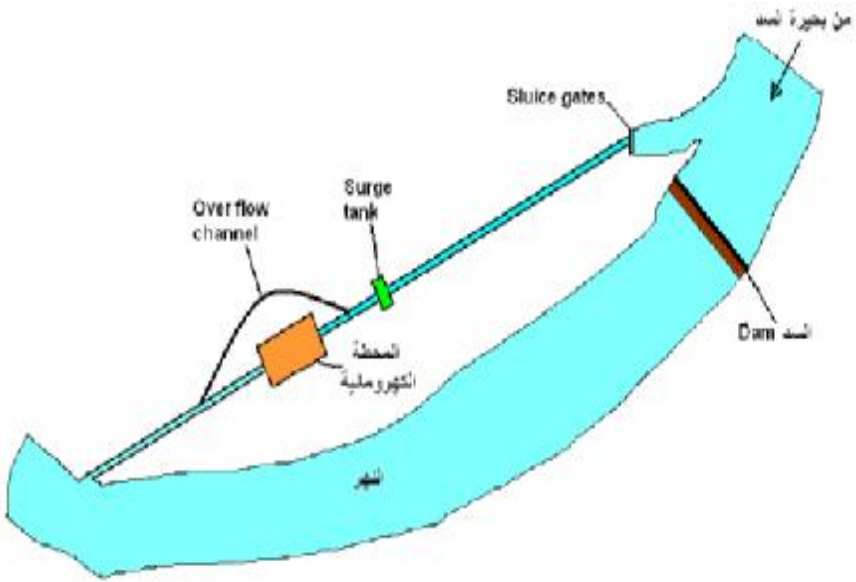
يمكن تعريف دورة المياه في الطبيعة او ما يسمى بالدورة الهيدرولوجية بانها سلسلة الحوادث التي تحدث للماء في الطبيعة ، فالماء يغطي الجزء الاكبر من سطح الكرة الارضية ويتأثر بالعوامل المناخية ويتبخر جزء من ماء المحيطات و الأنهار وبقية المسطحات المائية متصاعدا الى الجو على هيئة بخار بالإضافة إلى تصاعد بخار الماء من سطح التربة وأسطح النباتات نتيجة لعمليات التبخر والنتح الى الجو، ثم تتكثف هذه الابخرة وتتساقط مرة اخرى على سطح الارض وفوق المحيطات على شكل امطار او ثلوج او ندى او ضباب ،علما ان قسما منه لا يصل الى سطح الارض بل يبقى فوق النباتات والأبنية ليتبخر مرة ثانية ويعود الى الجو ويدعى بالخسائر البينية (Interception loss) ،وينساب قسم من المياه التي تصل الى الارض عبر جداول وانهار لتصب مرة ثانية في المحيطات ،ويترشح قسم اخر الى باطن الارض ليشكل المياه الجوفية والتي قد تخرج بصورة طبيعية كما في الينابيع والعيون او يقوم الانسان باستخراجها عن طريق حفر الابار والشكل التالي يبين دورة المياه في الطبيعة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

محطات القدرة الكهرومائية:

تتكون أي محطة كهرومائية من أربعة أجزاء رئيسية الشكل التالي هي:

1. بحيرة الخزن (Storage reservoir).
2. السد وملحقاته (Dam and its parts).
3. التوربين والمولد الكهربائي (Water turbine and electric generator).
4. الأنابيب والممرات الناقلة للمياه (Water ways)



أجزاء المحطة الكهرومائية

وتتراوح سعة محطات القدرة الكهرومائية من عدة مئات من الكيلووات إلى اكثر من 1000 MW .

ويمكن تصنيف المحطات إلى عدة أنواع هي:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

١.محطات السدود:

وهو النوع السائد من المحطات الكهرومائية إذ يتم تخزين الماء خلف سد ومن ثم التحكم فيه تبعا للاحتياجات ويمكن الإشارة إلى إن حجز المياه غالبا ما يحقق أهدافا أخرى: كتوفير المياه للأغراض الزراعية والصناعية أو منع حدوث الفيضانات أو للأغراض السياحية وتختلف هذه البحيرات في مقدار الارتفاع المؤثر للمياه الموجودة إمام السد.

2. محطات سريان الماء الصغيرة:

تقام مثل هذه المحطات على مجاري الأنهار الصغيرة ولا تزيد ارتفاعات المياه الساقطة في هذه المحطات عن 20 m.ومن الطبيعي أن يكون مقدار الطاقة المنتجة محدودا ، ولقد تزايد استخدام هذا النوع من المحطات في الدول النامية ؛ وذلك لأسباب عديدة منها : قلة تكاليف إنتاج الكهرباء ، وإمكانية استخدام المواد المحلية والتصاميم المناسبة لبيئة المناطق التي يتم تنفيذ المحطات فيها ، بالإضافة إلى تعاظم الآثار البيئية المصاحبة لبناء السدود الكبيرة.

3..محطات تخزين المياه:

يستفاد من الطاقة الفائضة من محطات توليد الكهرباء التقليدية خلال فترة الأحمال المنخفضة كساعات الليل حيث يمكن ضخ المياه من بحيرة سفلية الى بحيرة علوية ثم يعاد إسقاط المياه عبر توربينات توليد الطاقة الكهربائية لتغطية حمل الذروة ويؤدي هذا النظام التكافلي إلى خفض الكلفة الإجمالية لإنتاج الكهرباء .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

اختيار موقع المحطات الكهرومائية:

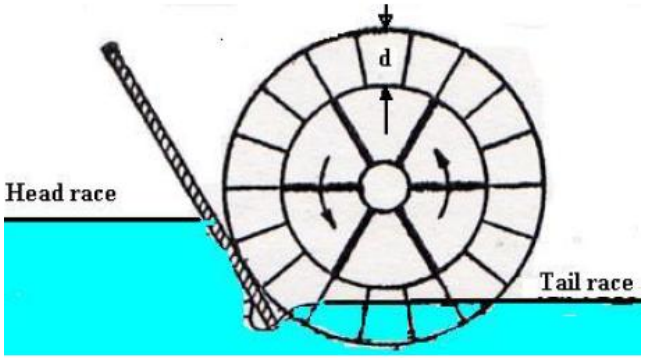
ان اختيار اي موقع لإنشاء محطة كهرومائية يتطلب توفر الدراسات والبيانات والمعلومات الدقيقة المبنية على اسس علمية صحيحة ، وتعتمد عملية اختيار موقع المحطة على عدة عوامل منها:

1. نوع السد المراد انشاؤه (ترابي ، كونكريتي ، مستقيم ، قوس..الخ).
2. جيولوجية الأسس والموقع بصورة عامة.
3. توفر المواد الأولية لإنشاء الأسس وإمكانية النقل للمواد وغيرها الى الموقع.
4. الكلفة العامة والقيمة الاقتصادية للأراضي التي سوف تغمر بالمياه بعد انشاء السد.
5. الحالة الهيدرلوجية للنهر.
6. ديموغرافية المنطقة والحالة الاجتماعية وتوفر الايدي العاملة والمعدات اللازمة.
7. عامل الامان ضد الكوارث الطبيعية كالهزات الارضية والفيضان والتفريغ المفاجئ، حيث انه عند تنفيذ واقتراح مثل هذه المنشات يجب ان يؤخذ الخطر الفادح الناتج عن انطلاق المياه المخزونة مع مياه الموجة الفيضانية على المناطق القريبة والبعيدة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

النواعير المائية Water wheel

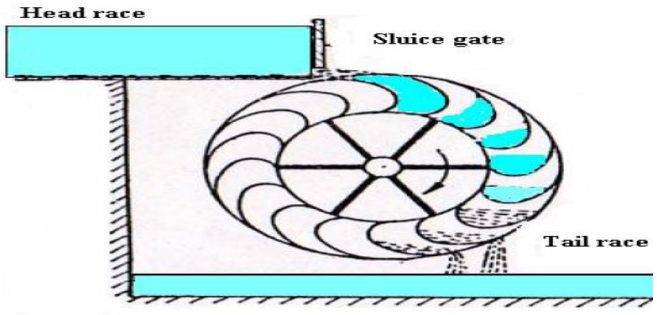
خدمت النواعير منذ فترات طويلة لتلبية حاجات الإنسان اليومية ويوجد هناك نوعان رئيسان هما:



الناعور المسير بالدفع السفلي

1. الناعور المسير بالدفع السفلي (Undershot water wheel):

يتحرك الناعور بواسطة ضغط الماء على الجزء السفلي من الشفرات المغمورة فيه وفي هذا مزايا جيدة، اذ يمكن استخدامه في الجداول و السواقي وتظهر مساوئه أثناء الفيضانات اذ ينغمر كل الدولاب ويتوقف عن الحركة.



الناعور المسير بالدفع العلوي

2. الناعور المسير بالدفع العلوي(Overshot water wheel):

يتحرك الماء بواسطة الماء الساقط على الشفرات (الدلو) من الأعلى والتي لها جوانب مغلقة تجعله يبدو كدلو. ولا يعاني الناعور المسير بالدفع العلوي من مشاكل الفيضان ، لكن له حدود وهو ان فرق الارتفاع بين دخول الماء وخروجه يجب إن يكون على الأقل مساويا لقطر الناعور، وهذا النوع من النواعير غير ملائم للعمل في الجداول والانهار ذات التدرج الطبيعي ، كما ان يجب ان يتم صنعه بمتانة لمقاومة وزن الماء الساقط من الأعلى.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

أنواع التوربينات المائية:

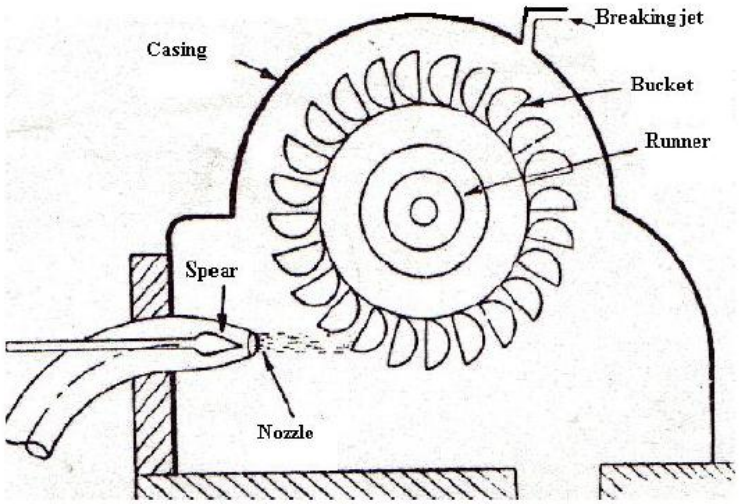
تتميز التوربينات المائية بأنها كفوءة وطويلة العمر وتوجد هناك تصاميم مختلفة للتوربينات، ولكن يمكن إن تصنف هذه التوربينات عامة إلى نوعين رئيسيين :

التوربين الدفعي (Impulse turbine):

وفيه يصطدم المائع بريش التوربين (blade) ليسبب حركته إذ أن التغير في زخم المائع يولد قوة على الريش ولا يحدث تغير في ضغط المائع أثناء مروره بالتوربين .

وتعتمد فكرة التوربينات الدفعية على تحويل طاقة الارتفاع الكامنة إلى طاقة حركية، حيث ينقل الماء القادم من خزان السد خلال أنابيب ناقلة ويتم توجيهه إلى المنافث (Nozzle) لتحويل طاقة الارتفاع إلى طاقة حركية ومن ثم يتم توجيه الماء الخارج من المنافث بسرعة عالية إلى ريش التوربين الدفعي ليتم تدوير التوربين ومن ثم يخرج الماء من التوربين بطاقة حركية منخفضة .

وتوجد عدة أنواع من التوربينات الدفعية أهمها توربين بلتون (Pelton turbine) حيث يستخدم في السدود ذات الارتفاعات العالية



اجزاء توربين بلتون

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

لمنسوب المياه والتي تزيد عن 250 m ويتكون هذا التوربين من أربعة أجزاء رئيسية :

١ - المنفث (Nozzle) .
٢ - الجزء الدوار والريش المثبتة على المحيط (Runner and Bucket) .
٣ - الغطاء الخارجي (Casing) .
٤ - منفث الايقاف (Breaking Jet Casing)

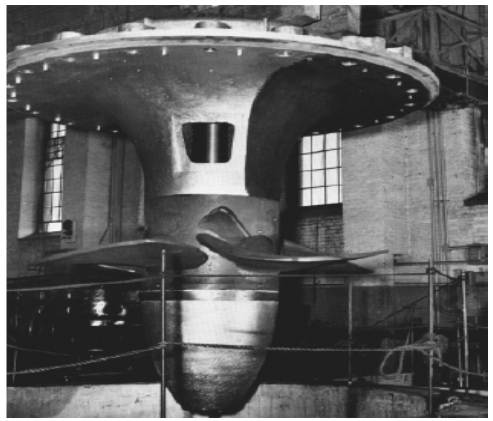
يمر تيار الماء ذي السرعة العالية القادم من المنفث على ريش التوربين يشكل متوالية من دفعات قصيرة ويلاحظ من هذه الريش والتي تشبه الدلو إنها شطورة إلى نصفين متناظرين بواسطة حافة حادة تشطر الماء إلى نصفين متساويين حيث يجري الماء على السطح الداخلي الأملس للريشة ليرجع بزاوية مقدارها f ، والفائدة من شطر تيار المياه الى نصفين هي التخلص من قوى الدفع الجانبي على محور التوربين.يكون هذا التوربين غير مغمور بالمياه ويدور بصورة رئيسية في الهواء تحت الضغط الجوي الاعتيادي ، ويحاط الجزء الدوار بغطاء من الخارج للمحافظة عليه من الأضرار الجانبية ولمنع تطاير المياه بعيدا عن الريش، و لغرض إيقاف التوربين يتم غلق المنافث وتوجيه تيار من الماء على الجهة الخلفية للريش بواسطة منفث الإيقاف لغرض تقليل السرعة الدورانية للتوربين ومن ثم إيقافه بصورة نهائية.

التوربين التفاعلي او المرتد (Reaction turbine)

يحدث في هذه التوربينات تغير في الضغط السكوني للمائع أثناء مروره خلال الريش وتتولد كذلك قوى تسبب تغير زخم المائع وتوجد هناك تصاميم منها:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

أ.توربين فرانسس (Francis turbine):يعد توربين فرانسس من النوع (التفاعلي Reaction)اذ يدخل المائع من خلال تجويف حلزوني (Volute) إلى الدولاب الدوار وذلك بعد إن يمر خلال ريش موجهة (guide vane)مثبتة على مفاصل وتساعد هذه الريش على تمرير المائع نحو الدولاب الدوار بالاتجاهات المطلوبة كما ان يمكن تغيير اتجاهات الريش لحصول على احسن أداء مطلوب وحسب الحاجة ويخرج المائع من أنبوبة سحب مركزية (Draft tube) باتجاه محور الدوران.



ب. توربين كابلان (Kaplan turbine):يعد توربين كابلان من التوربينات التفاعلية أيضا ولكنه يختلف عن توربين فرانسس الذي يجري فيه المائع بالاتجاه القطري(Radial),حيث يجري المائع في هذا التوربين باتجاه المحور ويستعمل هذا النوع عند توفر كميات هائلة من المياه وبارتفاعات منخفضة.يدخل المائع إلى التوربين عبر الزعانف الموجهة(Guide blade) التي تعطي تدويما بدائيا للمائع.

كيفية اختيار التوربينات المناسبة:

تستخدم توربينات بلتون للارتفاعات العالية من مناسيب المياه بينما يصلح توربين فرانسس للارتفاعات المتوسطة من مناسيب المياه و توربين كابلان للارتفاعات المنخفضة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الطاقة من النفايات

هناك طرق عديدة للحصول على الطاقة من القمامة والنفايات منها:

1. **طريقة الحرق المباشر:** تعتمد هذه الطريقة على بناء محارق خاصة لحرق النفايات واستخدام الحرارة الناتجة في تسخين المياه أو إنتاج البخار الذي يمكن استعماله بعد ذلك في تشغيل التوربينات وتوليد الطاقة الكهربائية.
2. **طريقة الهدرجة:** الهدرجة هي عملية اختزال كيماوي القصد منه استخراج الأوكسجين من المخلفات العضوية وبخاصة السليلوز الذي يشكل أحد العناصر الرئيسية في هذه المخلفات. يتكون السليلوز من الأوكسجين والكاربون والهيدروجين وحين يتم التخلص من الأوكسجين يتبقى عنصرا الكاربون والهيدروجين وهما أساسيان في الوقود.

تتم عملية الهدرجة بوضع النفايات والمخلفات العضوية واحد العوامل المساعدة مثل كربونات الصوديوم في مفاعل خاص، ويجري بعد ذلك إدخال بخار الماء و أول أكسيد الكاربون الى المفاعل تحت ضغط يتراوح بين 100-250 bar ودرجة حرارة تتراوح بين 240-380 °C . تستمر العملية حوالي الساعة وينتج عنها تحويل المخلفات الى زيوت نفطية. وينتج عن عملية الهدرجة أنتاج برميلين من زيوت المحروقات لكل طن من المخلفات.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. التحلل الحراري Pyrolysis:

يتم في هذه الطريقة فصل المواد العضوية عن المواد غير العضوية أولا ومن ثم تجفف النفايات للتخلص من الماء الموجود فيها ومن ثم تقطع إلى قطع صغيرة وبعد ذلك تدخل النفايات العضوية الى وعاء مقفل ولا يسمح للهواء بالدخول إليه. تسخن النفايات إلى درجة حرارة تعادل 500 °C حيث تحلل المواد العضوية، وينتج عن هذه العملية برميل زيت لكل طن من النفايات، إضافة إلى كمية من الفحم وبعض الغازات الأخرى ذات القيمة الحرارية الواطئة ويستعمل الفحم والغازات كوقود لتوليد الحرارة المطلوبة للتفاعل.

لا يجري في هذه العملية التخلص من الأوكسجين الموجود في النفايات ولذا فان الزيت الناتج يحتوي على نسبة عالية من الأوكسجين تصل إلى حوالي الثلث ولهذا يكون الزيت الناتج ذو قيمة حرارية منخفضة. ومن مزايا عملية التحلل الحراري هذه إنها لا تؤدي إلى أي آثار بيئية ولذلك فأنها اكثر قبولا من طريقة الحرق المباشر.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الديزل الحيوى (Biodiesel):

بلغ إنتاج الديزل الحيوي في السنوات الأخيرة حوالي 30 بليون لتر / سنة، تم استهلاكها في وسائل النقل المختلفة ويتوقع زيادة الطلب على الديزل الحيوي في الأسواق الجديدة كالصين والهند والبرازيل، اذ سيتراوح استهلاك تلك الأسواق ما يزيد على 12% الى 20 % سنويا عن الإنتاج العالمي لعام 2007 م حتى عام 2020 م ويؤثر ذلك بالطبع على أسعار المواد الغذائية ويفسر هذا الارتفاع الحاد في أسعار المواد الغذائية في الوقت الحاضر.

إنتاج الديزل الحيوى Biodiesel production:

يتم إنتاج الديزل الحيوي – يعرف كيميائيا بأحادي الكيل أسترات الحامض ألدهني - عبر سلسلة من التفاعلات الكيميائية المحفزة تحول زيوت الطعام (Vegetable oils) الطازجة او المستخدمة في الطهي المنزلي، على حد سواء- مثل زيت الصويا- أو الشحوم الحيوانية (Animal fats)، أو عظام وأمعاء الحيوانات كالبقر والدجاج وقودا يمكن خلطه مع الديزل النفطي بنسب مختلفة لموائمته مع المحركات الموجودة في السوق، أو استخدامه مباشرة لتشغيل محركات السيارات و المولدات الكهربائية و الدراجات البخارية وأي آلة تعمل بالاحتراق الداخلي.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يتم إنتاج الديزل الحيوي بواسطة التفاعل الكيميائي المحفز بين الكحول من جهة والزيوت النباتية أو الشحوم الحيوانية من جهة أخرى في وجود عامل محفز. حيث يتم مزج الزيت النباتي أو الشحم الحيواني مع الكحول في وجود هيدروكسيد الصوديوم كمحفز . تتميز التفاعلات المحفزة لإنتاج الديزل الحيوي بما يلي:

1. انخفاض درجة الحرارة والضغط اللازمين لإجراء التفاعل.
2. ارتفاع نسبة معدل التحويل - حوالي 98% - مقابل تفاعلات جانبية قليلة جدا في وقت قصير.
3. تحول الزيت مباشرة إلى الديزل الحيوي دون المرور بمركبات وسيطة.
4. عدم تكون شوائب إثناء التفاعل.

يعرف الديزل الحيوي المنتج من زيت الصويا بديزل الصويا (Soy diesel) أو صويات المثيل (Methyl Soyate) وأحيانا يطلق عليها صويا مثيل الاستر (Soy Methyyl Esters) كما يمكن إنتاج الديزل الحيوي من زيت الذرة، وزيت السمك، وزيت جوز الهند وغيرها من الزيوت النباتية أو الشحوم العائمة على سطح الفضلات أو النفايات الناتجة من محطات معالجة المياه. تتضمن خطوات إنتاج الديزل الحيوي كما في الشكل الاتي:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1. خلط الكحول مع العامل المحفز: وفيها يتم إذابة العامل المحفز (هيدروكسيد الصوديوم NaOH او الصودا الكاوية او هيدروكسيد البوتاسيوم في الكحول (غالبا الميثانول CH_3OH وأحيانا الايثانول CH_3CH_2OH).

2. التفاعل الكيميائي : ويتم بإضافة الزيت النباتي أو الحيواني إلى محلول الكحول والعامل المحفز في وعاء مغلق، عند الضغط الجوي ودرجة حرارة غليان الكحول المستخدم – تتراوح ما بين 64.6 م بالنسبة للميثانول و 78.3 للايثانول لتفادي تطايره ، ثم يترك المزيج لمدة تتراوح مابين ساعة إلى 8 ساعات، مع التأكد على زيادة كمية الكحول المستخدم في التفاعل لضمان التحول التام للزيوت المستخدمة إلى استر (Esters) وضرورة المراقبة المستمرة لكمية الماء والحامض ألدهني المتكون في وعاء التفاعل لتفادي أي مشاكل قد تحدث إثناء تكون الصابون الذي يعيق عمليات فصل الكلسرين – المنتج الثانوي- من عملية إنتاج الديزل الحيوي.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. الفصل: ويتم بترك وعاء التفاعل دون تحريك لفترة من الزمن حتى تنفصل طبقتي الكلسرين و الديزل الحيوي عن بعضهما بفعل الجاذبية الأرضية، حيث تعلو طبقة من الكلسرين طبقة الديزل الحيوي، لأنها اقل كثافة كما يمكن تسريع عملية الفصل باستخدام جهاز الطرد المركزي. يدخل كلا من الكلسرين و الديزل الحيوي (مثيل الاستر) المفصولين عن بعضهما البعض الى وحدات تنقية لإنتاج الكلسرين الطبي و الديزل الحيوي النقي على التوالي.

4. إزالة الكحول الفائض من الكلسرين: ويتم بالتبخير ألوميضي (Flash evaporation)، أو بالتقطير (Distillation) لإعادة استخدامه مرة أخرى. كما إن بعض أنظمة الإنتاج تتم فيها معادلة المخلوط قبل فصل المنتجين عن بعضهما البعض شريطة التأكد من خلوه من من الماء المتراكم إثناء التفاعل قبل إعادة استخدامه.

5. معادلة الكلسرين: تتم بإزالة المحفز غير المستخدم وبعض الصابون والملح.علما إن إزالة الكحول والماء تنتج كلسرين خام تتراوح نقاوته مابين 80 – 88 % ، وفي بعض عمليات الإنتاج المطورة يتم تقطير الكلسرين لتصل نقاوته إلى 99% أو تزيد لتباع في سوق الأدوية ومستحضرات التجميل.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6. غسل الديزل الحيوي: ويتم بواسطة ماء دافئ لإزالة ما قد علق به من العامل المحفز او الصابون الناتج الثانوي، ثم يجفف وأخيرا يرسل للتخزين ولا تعد هذه الخطوة أحيانا مهمة، حيث يتم الحصول على سائل رائق يميل إلى الصفرة له لزوجة قريبة من لزوجة الديزل النفطي، كما قد يقطر الديزل الناتج لإزالة العوالق اللونية للحصول على ديزل حيوي عديم اللون يمكن تسويقه تجاريا بمزجه مع الديزل النفطي بنسبة تزيد عن 20% للاستخدام في محركات الديزل التقليدية، او استخدامه كوقود بنسبة 100% في محركات الديزل المطورة.

مميزات الديزل الحيوى:

يعد الديزل الحيوي أكثر نظافة من الديزل النفطي حيث يحتوي في تركيبه الكيميائي على عدد اقل من ذرات الكربون وعدم احتوائه على مركبات عطرية، مما يعني انه ينتج عوادم كربونية اقل، علاوة على احتوائه على نسبة اقل من 15% من الكبريت. كذلك يمتاز الديزل الحيوي بان الغازات المنبعثة عند احتراقه- باستثناء اكاسيد النتروجين- اقل من غازات احتراق الديزل النفطي، حيث تقل تلك الغازات كلما زادت نسبته في الوقود، فضلا عن ذلك فانه أعلى لزوجة من الديزل النفطي، وبالتالي فانه يحافظ على المحرك ويزيد من عمره الافتراضي.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

كما يمتاز الديزل الحيوي بارتفاع كفاءة الاحتراق (رقم السيتان وغيرها) وأكثر أمانا من الديزل التقليدي، حيث يحترق عند درجة حرارة تبلغ 167م مقارنة باحتراق الديزل النفطي الذي يحترق عند درجة حرارة 70 م إلا إن ما يعاب على الديزل الحيوي احتوائه على النتروجين، وبالتالي ارتفاع نسبة تكون اكاسيد النتروجين التي تسبب زيادة ثقب الأوزون، فضلا عن ان احتراقه يبعث رائحة مثل رائحة البطاطا المقلية.

إلا إن ما يعيبه إحداثه للتآكل في خزانات الوقود وتفسخ دهاناتها ووصلاتها المطاطية، بل والقدرة على تآكل خرسانة تلك الخزانات. ويمكن مزج وقود الديزل النفطي بديزل حيوي بنسبة تتراوح من 20 – 50% ديزل حيوي، حيث تؤدي عملية المزج الى تقليل كلفة استخدام الديزل النفطي، كما إن نسبة الانبعاث الغازية من عادم المحرك تتناسب مع نسبة الديزل الحيوي إلى نسبة وقود الديزل النفطي، إلا إن مشاكل الذوبانية تقل كلما ارتفعت نسبة الوقود الحيوي في مزيج الوقود المستخدم.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

استخدامات الديزل الحيوي:

يمتاز الديزل الحيوي بأن له صفات احتراق جيدة، كما مبين في الجدول (3.9) ويمكن استخدام الديزل الحيوي كمذيب، كما يدخل في تصنيع الكيميائيات الثانوية الوسيطة لإنتاج المنظفات، إضافة إلى استخدامه كوقود لمحركات الاحتراق الذاتي، حيث يمكن استخدام الديزل الحيوي بصورة منفردة للوصول إلى وقود نظيف صديق للبيئة، حيث يؤدي إلى خفض المنبعثات الغازية من عادم المحرك مثل الهيدركربونات غير مكتملة الاحتراق، وأول اوكسيد الكاربون. إضافة إلى ذلك فان الديزل الحيوي غير سام وقابل للتحلل الحيوي، مما يعني أهمية مما يعني أهمية استخدامه في وسائط النقل البحري لندرة تلويثه للبيئة المائية وقلة مشاكله التشغيلية .

الجدول (3.9) الخوص الفيزيائية للديزل الحيوي

الخاصية	النسبة
الكثافة النوعية	0.89 – 0.87
اللزوجة الحركية عند (40 °C)	5.8 – 3.7
رقم السيتان	70 – 46
النسبة الوزنية للكبريت (%)	0.0024 – 0
القيمة الحرارية العليا	39293- 37369
القيمة الحرارية الدنيا	36943 - 34658

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الطاقة الشمسية

تعد الطاقة الواردة إلينا من الشمس من أهم أنواع الطاقات التي يمكن للأنسان استغلالها ، فهي طاقة دائمة لا ينتج عن استخدامها غازات أو نواتج ثانوية ضارة بالبيئة مقارنة بالمصادر ألاخرى. لقد أصبحت للطاقة الشمسية مكانتها اللائقة بين المصادر الأخرى للطاقة في الوقت الحاضر، كما تعددت الطرق المقترحة للاستفادة منها مثل استخدام المرايا العاكسة لتجميع ضوء الشمس و ابتكار طرق أخرى لامتصاص هذه الطاقة اوتحويلها إلى طاقة كهربائية بوساطة الخلايا الشمسية وغيرها من الاستخدامات.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

طبيعة الاشعاع الشمسي

الشمس عبارة عن كرة غازية يبلغ قطرها 1.4 مليون كيلو متر ويبلغ وزنها $1.986*10^{30}$ kg وهو ما يعادل 99.87% من مجمل كتلة النظام الشمسي بأجمعه، اما المسافة بين الارض والشمس فتقدر بحوالي $150*10^{6}$ km .

تتكون الشمس بصورة رئيسة من غاز الهيدروجين (بنسبة 75%) وغاز الهليوم (بنسبة 24%)، فضلا على كميات ضئيلة من بعض العناصر الأخرى كالحديد والسيليكون والنيون والكربون. وتتولد الطاقة الشمسية نتيجة التحول المستمر لكل أربع ذرات من الهيدروجين إلى ذرة واحدة من الهليوم في تفاعل اندماجي نووي ، ولما كانت كتلة الهليوم الناتجة من التفاعل أقل من مجموع كتل ذرات الهيدروجين الداخلة فيه فان فرق الكتلة هذا يتحول إلى ضوء وحرارة تنتقل على هيئة أشعة، يبلغ معدل انبعاثها $3.8*10^{23}$ kW وتشع هذه الكمية في جميع الاتجاهات. اما الغلاف الغازي للشمس فيتكون من ثلاث طبقات رئيسة هي:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1. طبقة الفوتوسفيراو الكرة الضوئية (Photosphere):

وهي الطبقة السطحية الاولى للشمس وهي عبارة عن غاز متوهج يبدو كقرص لونه اصفر وكثيف، وهو السبب في حجب رؤية ما في باطن الشمس. وسمك هذه الطبقة 300 km ودرجة حرارتها 5000 °K وكثافتها واطئة جدا وتساوي $\rho = 10^{-5}$ kg/m^3 .

2. طبقة الكروموسفير او الكرة اللونية (Chromosphere):

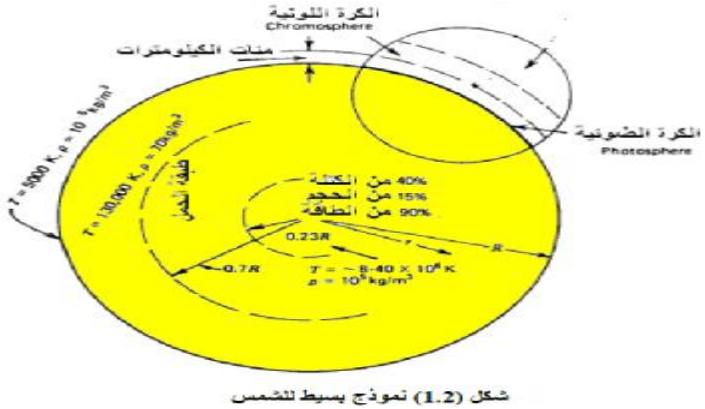
وهي الكرة التي تحيط بقرص الشمس وتبدو على شكل حلقة حمراء حول القمر عند حدوث الكسوف، وسمكها يتراوح بين (2000-3000 km) وتقوم هذه الطبقة بأمتصاص الوان معينة من الطيف الشمسي.

3. الاكليل (Corona):

وهو الغلاف الشفاف العلوي للشمس ، وهذه الطبقة تمتد الى ارتفاعات تصل بضعة ملايين من الكيلومترات ودرجة حرارتها اعلى من الطبقات الاخرى ودرجة حرارتها مرتفعة جدا تصل الى مليون درجة مطلقة وكثافتها منخفضة جدا.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

لقد وجد بطرائق فيزياوية مختلفة ان درجة حرارة سطح الشمس المسمى بالفوتوسفيرحوالي 6000K (شكل 1.2). وتعتبر طبقة الفوتوسفيرمصدرالاشعاع الرئيسي من الشمس ، تستقبل الارض $1.8*10^{14}$ kW من طاقة الشمس وهي تعادل 20 الف مرة قدر الاستهلاك العالمي من الطاقة.يتعرض الاشعاع الشمسي أثناء مساره خلال الغلاف الجوي لسطح الأرض إلى حالات من الانتشار والانعكاس والامتصاص من قبل مكونات الغلاف الغازي المحيط بالكرة الأرضية ومنها الغازات المختلفة وذرات الغبار و جزيئات الماء العالقة بالهواء ، إذ تعمل هذه المكونات على امتصاص وانكسار جزء من الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض.



شكل (1.2) نموذج بسيط للشمس

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الثابت الشمسي Solar Constant

يعرف الثابت الشمسي بإنه شدة الإشعاع الشمسي الساقطة على مستوى عمودي على اتجاه الأشعة موجود خارج الغلاف الجوي للارض ويتغير هذا الثابت بتغير الوقت من السنة بسبب تغير المسافة بين الأرض والشمس وتسمى قيمته عندما تكون المسافة عند معدلها بالثابت الشمسي. القيمة المستعملة في معظم المصادر للثابت الشمسي هي $1367 W/m^2$ ويحسب الثابت الشمسي خلال أي وقت من السنة من المعادلة الاتية :

$$I_{sc} = 1367 * (1 + 0.033 * \cos \frac{360 * ND}{365})$$

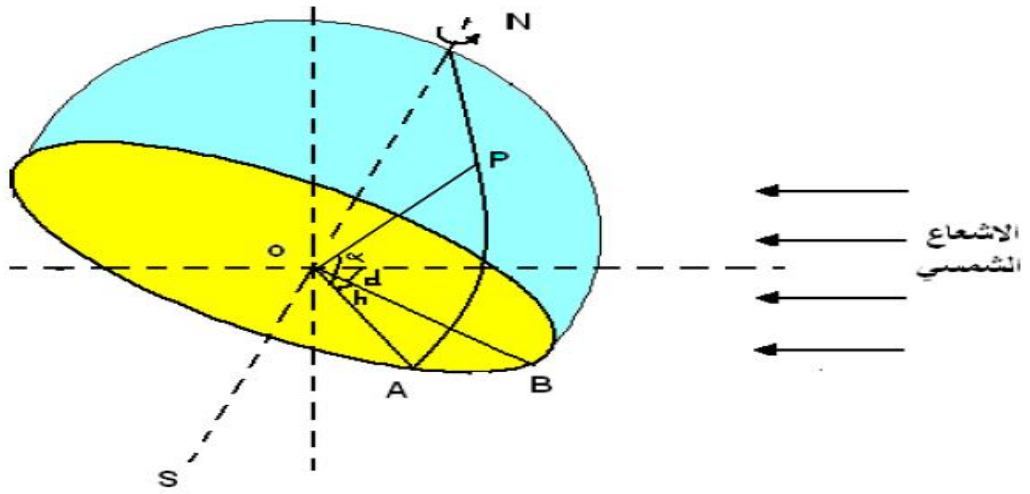
اذ ان:

ND رقم اليوم من السنة. I_{sc} شدة الاشعاع الشمسي خارج الغلاف الجوي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

زوايا الأرض - الشمس الاساسية Sun –Earth Angles

موقع اي نقطة على سطح الارض وعلاقتها باشعة الشمس توصف في أي لحظة بواسطة زاوية خط عرض الموقع (α) وزاوية الوقت الشمسي (الزاوية الساعية (h)) وزاوية ميل الشمس (زاوية الانحراف (d)) الموضحة في الشكل (4.2) :



شكل (4.2) زاويا الارض- الشمس الرئيسية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1- زاوية خط العرض (α) Latitude angle:

هي الزاوية التي يصنعها الخط OP مع مسقطه OA في مستوى الاستواء (المستوى الذي يحوي دائرة خط الاستواء)،أذ تمثل هذه الزاوية خط العرض المار بالمنطقة المراد حساب شدة الاشعاع الشمسي فيها.

2- زاوية الوقت الشمسي (h) Solar time angle:

وتسمى ايضا بالزاوية الساعية (Hour angle) وهي الزاوية المحصورة بين المسقط OA، والمسقط OB (مسقط الخط الواصل بين مركز الأرض ومركز الشمس أي خط الإشعاع الشمسي). وتكون قيمة الزاوية الساعية صفراً عند الظهر الشمسي (Solar noon)،وعليه فان OB يمثل المسقط عند الظهر والزاوية الساعية هى مقياس للوقت خلال اليوم بالنسبة إلى الظهر الشمسي فساعة من الوقت تعادل 15° من الزاوية الساعية،أي عندما تكون الزاوية الساعية 45° فهذا يعني أن الوقت هو 3 P.M (الساعة الثالثة بعد الظهر). وتستخرج زاوية الوقت الشمسي من العلاقة الاتية: $h = 15 * [Solar.time - 12]$ وتأخذ الزاوية الاشارة السالبة قبل الظهر.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3-زاوية الانحراف أو زاوية ميل الشمس Declination angle (d):

هي الزاوية بين خط المركزين ومسقطه OB وعليه تمثل الزاوية بين أشعة الشمس والمستوى المار من الاستواء. وهي مقياس لتغير موقع الشمس بالنسبة للفصول، اذ تتغير من +23.45 إلى -23.45 خلال السنة ويمكن آن تعد زاوية الانحراف هي الزاوية الحاصلة بين نقطة مباشرة فوق شخص ما عند خط الاستواء وموقع الشمس عند الظهر في ذلك اليوم ، ويمكن حساب قيمة الزاوية بدقة من المعادلة التالية:

$$d = 23.45 * \sin\left[\frac{360}{370}(ND - 80)\right]$$

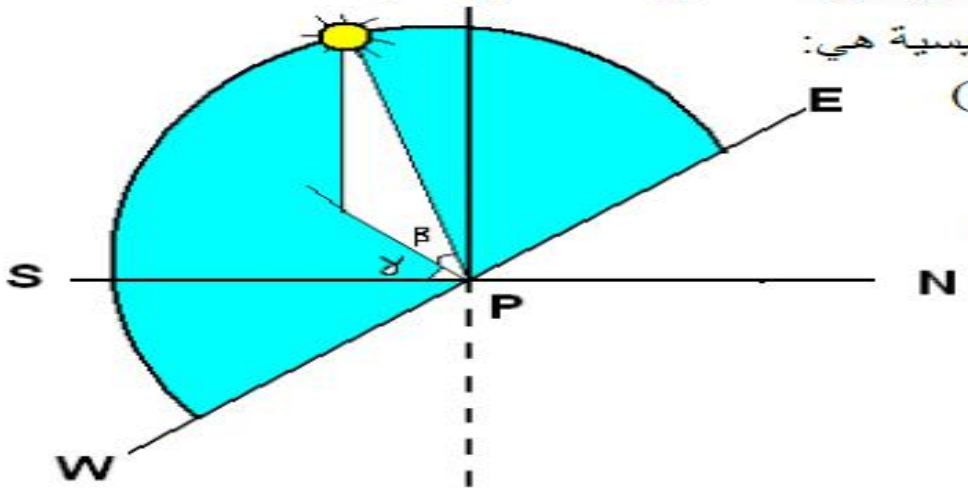
حيث ND يمثل رقم ابتداءاً من واحد كانون الثاني الى 365 في 31 كانون الاول.

وهناك زوايا اخرى مهمة تشتق من الزوايا الرئيسية هي:

1- زاوية ارتفاع الشمس β (Altitude angle)

2- زاوية السمت γ (Azimuth angle)

وهذه الزوايا موضحة في الشكل (5.2) لنقطة P على سطح الارض



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1- زاوية الارتفاع الشمسي (β)

تعرف إنها الزاوية في المستوى العمودي بين أشعة الشمس ومسقط تلك الأشعة على سطح ألارض، وتحصل زاوية الارتفاع الشمسي القصوى عند فترة الظهر في جميع فصول السنة ففي فصل الشتاء عند الظهر وعند خط عرض 35^{o} شمالا على سبيل المثال تكون زاوية الارتفاع الشمس 26.5^{o} بينما في فصل الصيف تكون 78^{o}.

2- زاوية السمت (γ) azimuth angle :

زاوية السمت تقاس في المستوى الأفقي بين الجنوب ومسقط الخط الواصل بين مركز الشمس ونقطة معينة على الأرض (نقطة P) على المستوى الأفقي كما مبين في الشكل (5.2) ويمكن حسابها من المعادلة :

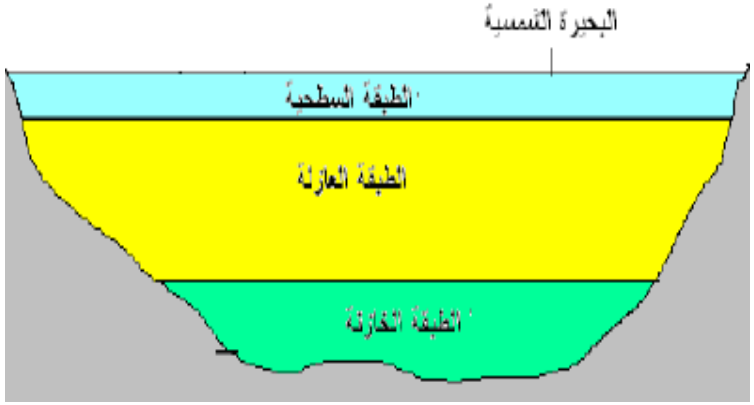
$$\tan\gamma = \frac{\sin(h)}{\sin(\alpha) * \cos(h) - \cos(\alpha) * \tan d}$$

عندما يكون الوقت ظهراً بالتوقيت الشمسي تكون $h=0$ فان زاوية الارتفاع تكون عند قيمتها القصوى.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

البحيرات الشمسية Solar pond:

البحيرات الشمسية عبارة عن بحيرات مالحة يزداد تركيز الملح مع عمق البحيرة ،. واستخدمت هذه البحيرات لجمع وتخزين الطاقة الشمسية ، إذ يتركز الماء المالح في قعر البحيرة والماء الصافي على سطح البحيرة وإذا كان الماء صافيا بدرجة تكفي لنفاذ أشعة الشمس إلى قعر البحيرة فأنه سيتم خزن الطاقة الحرارية في المنطقة السفلى ذات التركيز الملحي العالي. الشكل يوضح تكون البحيرة الشمسية من ثلاث طبقات:



1. الطبقة الأولى والواقعة في أعلى البحيرة تسمى الطبقة السطحية (Surface layer) وتكون قليلة العمق بحدود (0.1m) وهي ذات تركيز ملحي قليل جدا اقل من (1000 ppm).
2. الطبقة الثانية أو العازلة (Insulation layer) او منطقة التدرج الحراري وهي واقعة تحت الطبقة السطحية وتتدرج فيها الملوحة إلى أن تصل إلى (20000 ppm) ويتراوح عمقها بين (0.5 m إلى 0.7 m)وتعمل هذه الطبقة على منع تسرب الحرارة إلى الأعلى.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3. الطبقة الأخيرة والواقعة في اسفل البحيرة فتدعى بالطبقة الخازنة (Storage layer) وتكون فيها الملوحة متجانسة وعالية تصل إلى اكثر (20000 ppm).

تنفذ الأشعة الشمسية خلال طبقات البحيرة إذ يتم امتصاص اكبر كمية ممكنة من الإشعاع الشمسي الواصل إلى منطقة الخزن ويمكن أن تصل درجة حرارة المحلول الملحي بعد فترة من الزمن الى ما يقارب $95^{o}C$.تفقد الحرارة من المنطقة الخازنة إلى الأعلى عن طريق التوصيل فقط. ولان الموصلية الحرارية للماء قليلة فأن كمية التسرب الحراري إلى الأعلى تكون قليلة.

وتوجد مجموعة من البحيرات الشمسية الطبيعية منتشرة في العالم ويمكن ان تنشأ البحيرات الشمسية بصورة صناعية للحصول على تدرج حراري مناسب لتوليد الطاقة الحرارية.تتميز البحيرات الشمسية بفوائد كثيرة متمثلة:

بدرجات حرارة التشغيل العالية نسبيا ، وإمكانية الخزن لفترات طويلة ، والكلفة القليلة بالمقارنة مع المنظومات الشمسية الأخرى ، إضافة الى ذلك فأن درجة الحرارة في قاع البحيرة تبقى ثابتة خلال الليل والنهار وذلك لكبر مساحة البحيرة ولهذا نستطيع الحصول على طاقة حرارية مستمرة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

استخدام البحيرات الشمسية

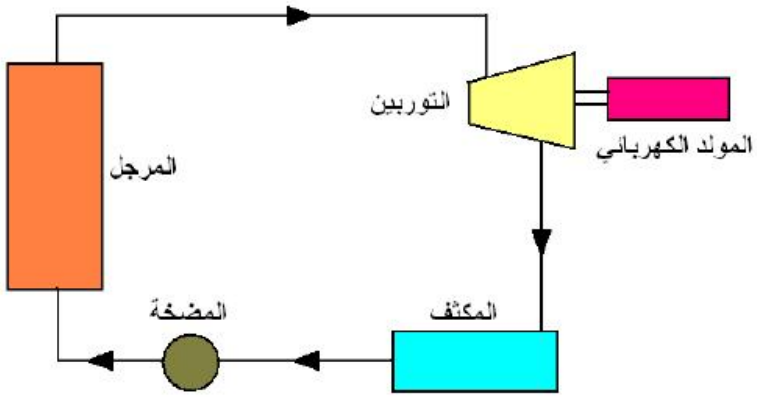
١- يمكن استخدام البحيرات الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية ، حيث يتم تشغيل التوربين عن طريق تبخير مائع له درجة غليان منخفضة مثل الفريون او البروبان .

٢- يمكن استخدام الماء الساخن الموجود اسفل البحيرة مباشرة عن طريق مبادل حراري لتدفئة البيوت الزجاجية لزراعة المحاصـــــيل الزراعية الصيفية شتاءا . وتوجد عدة انظمة لاستغلال الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء،منها:

1. انظمة توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية:

يعد استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء من أهم منجزات الإنسان في الوقت الحاضر، ويتم توليد معظم الطاقة الكهربائية في العالم في محطات القدرة الحرارية والتي تعمل وفق دورة رانكن (Rankin cycle)كما مبين في الشكل(2).

يتم توليد الكهرباء في محطات توليد الطاقة الحرارية التي تعتمد على الطاقة الشمسية بنفس الأسلوب المتبع في محطات الطاقة التقليدية إلا



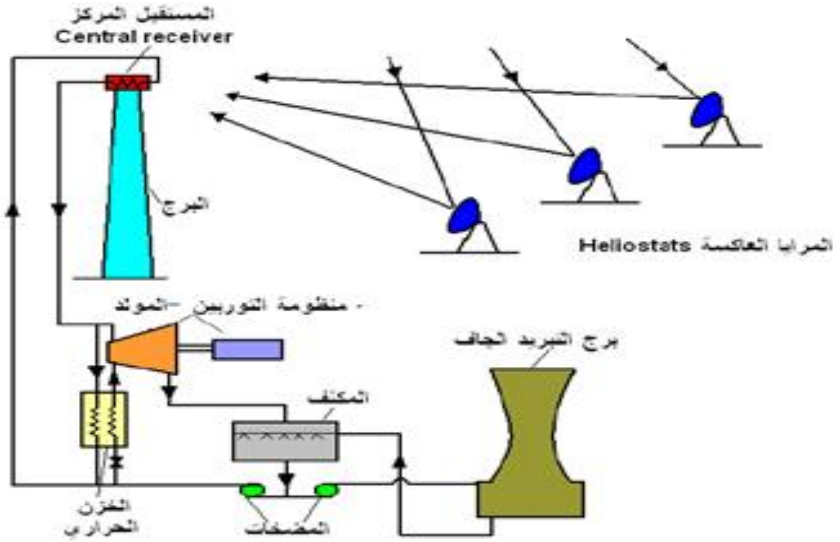
الشكل (2) دورة رانكن

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ان الإشعاع الشمسي هو المصدر الحراري الذي يقوم بتجهيز المحطة بالطاقة بدلا عن الوقود ، وبدلا عن استعمال المرجل لإنتاج البخار ذي الضغط العالي والحرارة العالية تقوم المجمعات الشمسية بهذا الدور وتوجد عدة انظمة لاستغلال الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء،منها :

2. أنظمة المستقبل المركز (Central receiver system)

تستخدم مرايا تسمى (Heliostats) مثبتة على قواعد متحركة منتشرة على مساحات واسعة لمتابعة حركة الشمس وتركيز الأشعة الشمسية على خزان حراري موجود فوق برج كما في الشكل (3)،ويقوم حاسب إلكتروني بالسيطرة على حركة المرايا أثناء ساعات النهار حسب حركة الشمس مما يؤدي إلى تأمين استلام الأشعة المنعكسة والمركزة على الخزان الحراري طيلة ساعات النهار.



شكل (3) مخطط لمحطة حرارية شمسية تستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3.الخلايا الشمسية Solar cell

يتم في الخلايا الشمسية تحويل الاشعاع الشمسي الى طاقة كهربائية بصورة مباشرة من دون المرور بعمليات تحويل طاقة كما في الطرائق السابقة التي يصاحبها عادة فقدان حراري لا يستهان به والتيار الكهربائي الناتج عن عملية التحويل هو تيار مباشر كالتيار الذي تولده البطاريات الجافة وليس تيار متناوب ولكن يمكن تحويله الى تيار متناوب باستخدام محولات خاصة. و الشكلين يمثلان خلايا شمسية مستخدمة لتزويد بيت عائلة بالكهرباء وبناية كبيرة مجهزة بالطاقة الشمسية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تمتاز الخلايا الشمسية في ان انتاجها من الطاقة الكهربائية يتناسب طرديا مع الاشعاع الشمسي الساقط عليها ومع تغير شدة الاشعاع تتغير الطاقة المنتجة. تصنع الخلايا الشمسية من مواد مختلفة كالسيليكون وزرنيخ الجرمانيوم وكبريتيد الكادميوم وتؤثر طرائق التصنيع والمواد المستخدمة في كفاءة الخلايا الشمسية:

فالخلايا التي تصنع من السيليكون فلها كفاءة تتراوح مابين 12 – 18% ،

اما الخلايا التي صنع من زرنيخ الجرمانيوم فتصل كفاءتها الى 16-20% ،

واما خلايا كبريتيد الكادميوم فتبلغ كفاءتها 5- 8%

ولا تزيد كفاءة الخلايا الشمسية الحالية عن 25% ،

وتعرف كفاءة الخلية الشمسية على انها:

$$\eta_{cell} = \frac{I_{max} * V_{max}}{A_{cell} * I_o}$$

حيث ان

I_{max} :اقصى قيمة للتيار المنتج

و V_{max} :اقصى قيمة للفولتية المتولدة

و A_{cell} :مساحة الخلية الشمسية

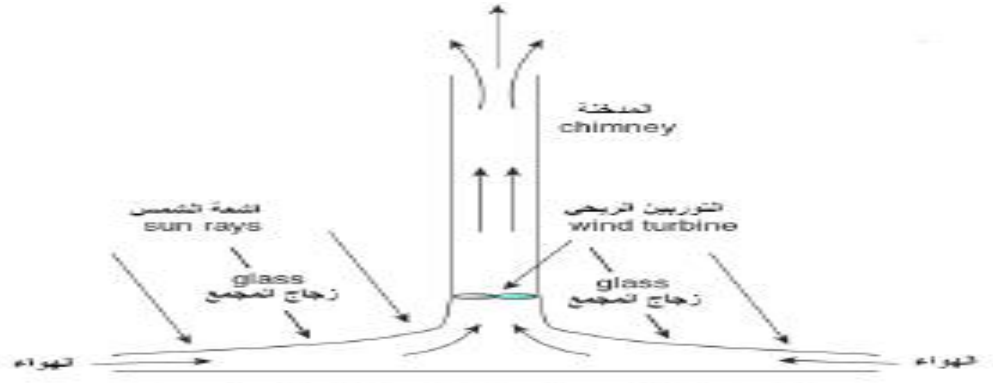
و I_o : شدة الاشعاع الشمسي الساقط

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4 - المداخن الشمسية:

تتكون هذه الانظمة من مساحة دائرية من الزجاج الموضوع على مسافة معينة من سطح الارض ويوجد في مركز هذه الدائرة مدخنة عالية مشابهة للمداخن المستخدمة في محطات القدرة الحرارية كما مبين في الشكل (4) .

تقوم اشعة الشمس بتسخين الهواء المحصور بين الارضية والتي تكون مطلية باللون الاسود لتعمل عمل الصفيحة الماصة في المجمعات الشمسية فتقل كثافة هذا الهواء ليتجه باتجاه المدخنة التي يتحرك فيها الهواء بسرعة عالية ليدور توربينات خاصة مشابهة للتوربينات الريحية الموضوعة داخل هذه المدخنة .



(a) رسم تخطيطي يوضح طريقة عمل المداخن الشمسية

(b) صورة فوتوغرافية لمدخنة شمسية

الشكل (4) المدخنة الشمسية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

التقطير باستخدام الطاقة الشمسية Solar distillation:

تشكل المحيطات والبحار بمساحاتها الهائلة و أعماقها الكبيرة اكبر مستودع للمياه في الطبيعة، أذ ان ٩٧ % من كميات المياه على الكرة الأرضية توجد فيها. إلا إن مياهها هذه تحتوي على حوالي٣,٥ % من وزنها أملاح مختلفة أهمها:

كلوريد الصوديوم ، وثاني كربونات الكالسيوم و المغنيسيوم

بالإضافة إلى عدد كبير من العناصر والمركبات الأخرى الموجودة بكميات ضئيلة. بسبب وجود هذه الأملاح فأن مياه المحيطات غير قابلة للاستعمال في كثير من المجالات كالشرب و الزراعة و الصناعة.

نتيجة للكلفة العالية لمحطات التحلية اتجهت أنظار العلماء إلى استخدام الطاقة الشمسية لحل أزمة المياه خاصة في البلدان الواقعة على شواطئ البحار وتعتبر دول الشرق الأوسط من المناطق المؤهلة لاستخدام الطاقة الشمسية في تحلية المياه ذلك لأن معظم هذه الدول لها شواطئ بحرية ويتوفر فيها الكثير من الإشعاع الشمسي وتوجد هنالك طريقتان لتقطير المياه باستخدام الطاقة الشمسية هما:

1.الطريقة غير المباشرة:تعتمد هذه الطريقة على إحلال الطاقة الكهربائية المولدة عن طريق الشمس محل الطاقة التقليدية المستخدمة في محطات التحلية المألوفة، وتوجد أساليب عديدة للحصول على الماء العذب من المياه المالحة أهمها:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

أ- الانتشار المتعاكس.
ب - التجمد و الهيدرات الغازية.
ب- التحليل الكهربائي.
ت- التقطير بالغليان.

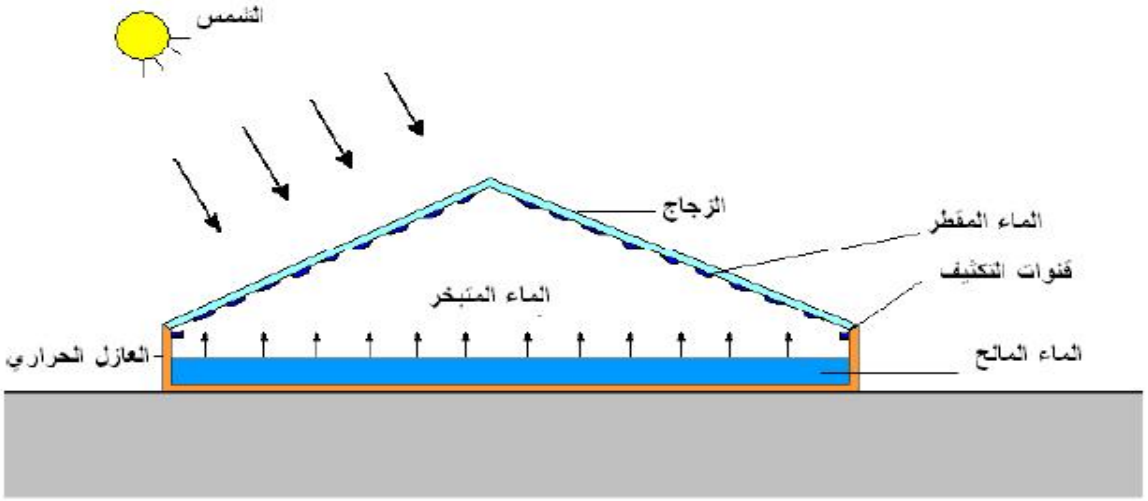
وجميع هذه الطرائق تحتاج إلى طاقة، إما على شكل حرارة كما هو الحال في طريقة التقطير بالغليان أو طاقة للتبريد كما هو الحال في طريقة التجمد أو على شكل طاقة كهربائية أو ميكانيكية كماهو الحال في الطرائق الأخرى،

2.الطريقة المباشرة طريقة المقطر الشمسي (Solar still):

يتكون المقطر الشمسي من حوض معزول حراريا ومغلق الأطراف ويطلي قعره بلون اسود وله غطاء زجاجي شفاف ، ويكون الغطاء الزجاجي مائلا وذلك للسماح للبخار المتكثف عليه أن ينحدر إلى قنوات جانبية تتجمع فيه المياه النقية كما في الشكل ان ما يحدث في هذه المحطة هو تبخر بطيء للماء وليس غليانا إذ إن درجة الحرارة لا تصل الى $100^{o}C$ بل تبقى بحدود $50\text{-}60^{o}C$.كما يجري العمل فيها تحت الضغط الجوي الاعتيادي ولا تحتاج هذه

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المحطات الى أية أجهزة ميكانيكية أو كهربائية أو أجهزة سيطرة مما يجعل تكاليف إنشائها وتشغيلها قليلة جدا و قابلية تعطيلها شبه معدومة. من الشكل ، يتبين ان قسم من الأشعة الشمسية التي تسقط على غطاء المحطة ينعكس إلى الخارج ، قسم ثاني يمتصه الغطاء إما القسم الأعظم الباقي فيخترق الغطاء ليصل إلى سطح الماء المالح حيث تتكرر العملية نفسها مرة ثانية أي انعكاس جزء من الأشعة على سطح الماء ، و امتصاص جزء آخر منه من قبل الماء ونفوذ القسم الثالث عبر الماء إلى السطح الداخلي الأسود للمقطر الذي يمتصه بالكامل تقريبا باستثناء جزء صغير جدا ينعكس عن سطحه. يتبخر قسم من جزيئات الماء المالح نتيجة لارتفاع درجة حرارته وينتقل الى الجو الداخلي للمقطر ومن ثم إلى السطح الداخلي للغطاء ولكون هذا الغطاء بارد نسبيا فأن جزيئات الماء تتكثف على سطحه ، وتتجمع قطرات الماء المتكثفة في القنوات الجانبية للحوض لتصب في وعاء التجميع.



الشكل (5) المقطر الشمسي البسيط

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المجففات الشمسية Solar dryer :

التجفيف هو عملية تخليص المواد المختلفة من كل السوائل الموجودة فيها او جزء منها للحصول على مواد جافة تحتوي على نسبة قليلة من الرطوبة او لا تحتوي عليها أبدا، ويعتبر التجفيف بشكل عام من أقدم استخدامات الطاقة الشمسية حيث استخدم الإنسان الشمس منذ اقدم العصور لتجفيف ملابسه ، و تتكون المجففات الشمسية من ثلاثة أجزاء رئيسية هي كما في الشكل (5).

الشكل (6) مجفف شمسي لتجفيف المحاصيل الزراعية في مركز بحوث الطاقة العراقي.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

١ - وحدة التسخين:

وهي الوحدة المسؤولة عن تسخين الهواء وتتكون من مجمعات شمسية مخصصة لتسخين الهواء وتختلف في أشكالها من تصميم إلى آخر وقد تكون عبارة عن أنبوب أسطواني الشكل ذي قطر كبير يقوم بدور المجمع الشمسي ويصنع هذا الأنبوب من مواد بلاستيكية رخيصة الثمن ذات لون اسود لزيادة امتصاص الإشعاع الشمسي، يسخن الهواء المدفوع بواسطة المروحة أثناء مروره بالأنبوب وترتفع درجة حرارته بضع درجات بعدها يدخل هذا الهواء الى صندوق التجفيف.

2-صندوق التجفيف:

وهو عبارة عن صندوق توضع فيه المواد الزراعية او المواد المراد تجفيفها وتوجد على إشكال عدة تختلف حسب نوع المجفف ويلاحظ في الشكل(6) ان الجهة المواجهة للشمس صنعت من الزجاج لغرض زيادة الكسب الحراري الشمسي و تعجيل عملية التجفيف بفعل ظاهرة البيوت الزجاجية

3 - دافعات الهواء:

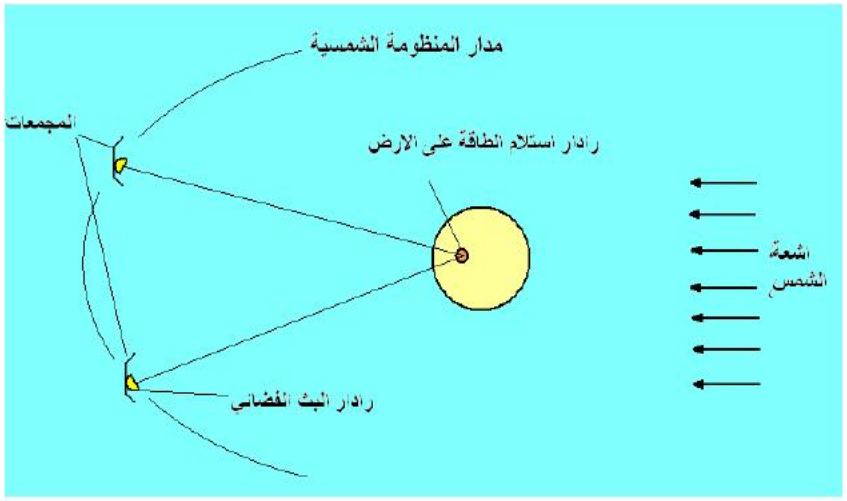
ويتم بواسطتها تحريك الهواء داخل المجفف ويتم تدويرها بواسطة محرك كهربائي وفي بعض الأحيان يستغني عن وحدة دافعات الهواء بتركيب قناة عمودية تشبه المدخنة في نهاية المجفف تكون مهمتها سحب الهواء المحمل بالرطوبة في المجفف ودفعه إلى الخارج، وذلك اعتماد على

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

إن الهواء الحار يكون قليل الكثافة ويصعد إلى الأعلى و يلاحظ إن المجمعات الشمسية رخيصة الثمن نسبيا وفعالة، مما يساعد على انتشارها في المناطق الزراعية في مختلف أنحاء العالم، و نظرا لسهولتها التكنولوجية فأنها غالبا ما تصنع من المواد المحلية المتوفرة، كما يجب الانتباه إلى إن بعض المحاصيل الزراعية خاصة تتعرض إلى التلف عند زيادة نسبة الجفاف عن حدود معينة.

أنظمة الطاقة الشمسية بواسطة الأقمار الصناعية:

يتلخص مبدأ هذه الأنظمة الشكل (7)على نصب أقمار صناعية في مدار يبلغ ارتفاعه **36000 km** عن سطح الأرض بحيث تدور هذه الأقمار من الشرق نحو الغرب بسرعة تعادل السرعة الدورانية للأرض، تقوم هذه الأقمار باستلام الطاقة الشمسية في موقعها خارج الغلاف الجوي للأرض وتحويله إلى إشعاع مايكروويف وبثه إلى منطقة محددة في الأرض حيث توجد منصات خاصة لتحويل إشعاع المايكروويف هذا إلى تيار متناوب يربط إلى شبكة توزيع الكهرباء، من مميزات هذه الأنظمة تجهيزها الطاقة بصورة دائمة والمشكلة الرئيسية التي تواجه هذه الأنظمة هي الكلفة العالية.



الشكل (7) نظام طاقة شمسية بواسطة الأقمار الصناعية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

طاقة الرياح
(Wind energy)

أدى ارتفاع أسعار النفط وظهور مشاكل التلوث الناتجة عن استخدام مصادر الطاقة التقليدية إلى زيادة الاهتمام بطاقة الرياح، ووصلت تكنولوجيا تصنيع التوربينات الريحية في ثمانينات القرن الماضي إلى درجة عالية من الجودة والكفاءة العالية وبكلف واطئة نسبيا، وتنتج الدول الصناعية حاليا أنواع عديدة من التوربينات الريحية و بتصاميم مختلفة تتجاوز الطاقة الصادرة من كل منها 4 MW.

الرياح: هو التدفق في الهواء من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

سبب حركة الرياح: تتكون الرياح في الكرة الأرضية نتيجة:

١-الاختلافات في درجات الحرارة بين المناطق المختلفة من الأرض.

- عند سقوط الإشعاع الشمسي على منطقة ما، يسخن الهواء فيها مما يؤدي إلى انخفاض كثافته وتقليل الضغط الجوي. أما المناطق التي ينخفض فيه مقدار الإشعاع الشمسي فأن كثافة الهواء تزداد و بألك يزداد الضغط الجوي فيها وينتقل الهواء من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض.

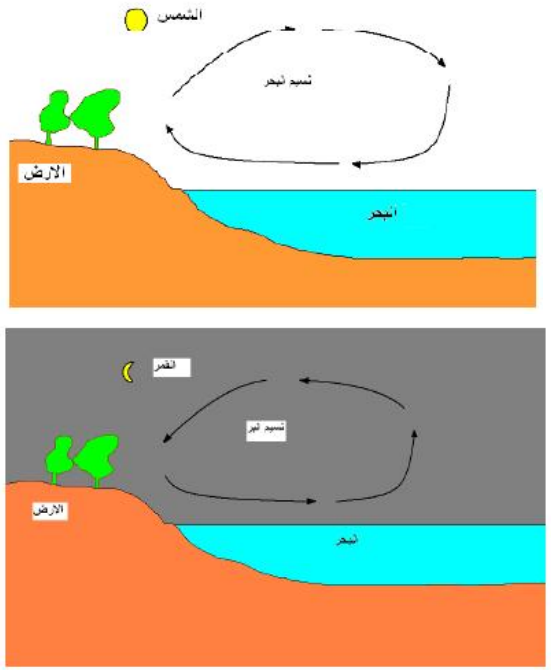
٢-هناك نوع آخر من الرياح تسمى بالرياح المحلية والتي تهب على مناطق معينة من الأرض مثل نسيم البر والبحر(Land and water wind) والذي يتولد في المناطق الساحلية نتيجة لاختلاف السعة الحرارية للبحر والساحل.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نسيم البحرwater wind :فالأرض تكتسب الحرارة بسرعة خلال النهار وتفقد حرارتها بسرعة خلال الليل بينما يكتسب البحر الحرارة ببطء ويفقدها ببطء، ولذلك يسخن الهواء الملامس للأرض أثناء النهار وتقل كثافته ويتجه إلى الأعلى ليحل محله تيار هواء بارد قادم من البحر وهذا هو.

نسيم البرLand wind : خلال الليل فينعكس تيار الهواء ليتحرك من الأرض هواء بارد باتجاه البحر ويحل محله تيار دافئ قادم من البحر.

نسيم الجبل والوادي(Hill and mountain wind) يحدث في المناطق الجبلية ففي الليل تنزل الرياح عن السطوح الجبلية الباردة نحو الوديان الدافئة بسبب الضغط الواطئ الناشئ من تباين درجات الحرارة ما بين الوادي والجبل، بينما في النهار حيث ترتفع حرارة أعالي الجبال فتتجه الرياح من الوادي نحو الجبل.



(ب) نسيم البر

مميزات طاقة الرياح:

(١) استخدامها لا يخلف أي تلوث للبيئة أو أية أضرار أخرى. (٢) متوفرة بشكل هائل ويمكن الحصول عليها في أماكن كثيرة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مساوئ طاقة الرياح

(١)- انخفاض معدل الطاقة فيها ، وهذا يعني ضرورة توفير مساحات كبيرة نسبيا من الأراضي المفتوحة التي تنصب عليها معدات استغلال طاقة الرياح وعلى ارتفاعات عالية نسبيا أو تكبير حجم المراوح المستخدمة في (التوربينات الريحية Wind mills) لغرض الحصول على معدل عال للطاقة.

(٢)-الكلفة الابتدائية تكون عالية نسبيا في بعض المناطق.

(٣)-لا يمكن الحصول على الطاقة بشكل مستمر وبمعدلات ثابتة، نتيجة لتذبذب واختلاف سلوكية حركة الرياح بسبب كونها ظاهرة طبيعية لا يمكن التحكم بها والسيطرة عليها.

(٤)-الحماية والصيانة تسبب تكاليف إضافية، نتيجة لتعرض ريش التوربينات الريحية إلى الظواهر الطبيعية المختلفة من رطوبة وحرارة وغيرها مما يؤدي إلى تأكلها بسبب الصدأ وغير ذلك من العوامل الميكانيكية الأخرى .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

انواع التوربينات الريحية : تصنف التوربينات الريحية إلى صنفين رئيسيين هما:

1.توربينات المحور الشاقولي (Vertical axis turbine)

ويكون فيها محور الدوران بشكل عمودي وغالبا ما يزيد عدد الريش فيها عن ثلاثة وتستخدم عادة في التطبيقات الميكانيكية مثل ضخ المياه.

ومن أهم مميزاتها:

أ- بسيطة التركيب من حيث الهيكل والريش وسهلة الصيانة والتصليح ورخيصة الثمن مقارنة بذات المحور الأفقي.

ب- مرنة الحركة أي إنها تدور بأي اتجاه للرياح عند تغير اتجاه الرياح ،ولذلك فهي لا تحتاج إلى نظام لتغيير اتجاه الحركة باتجاه الرياح مما يعني كلفة أقل.

ت- تحتاج إلى برج بسيط التركيب ورخيص الثمن.

ث- ذات معامل قدرة أو كفاءة واطئة مقارنة بالتوربينات الأفقية المحور.

ج- كبر مساحة الريش قد يسبب بعض المشاكل عند هبوب رياح قوية.

ح- تحتاج الى منظومة ميكانيكية للشغيل الاولي في حالة كون التوربين متوقف عن الحركة.

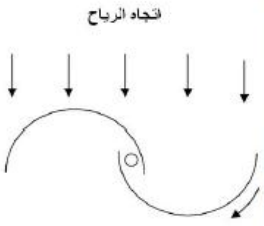
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

توجد تصاميم مختلفة لتوربينات المحور الشاقولي واهم هذه التصاميم هي:

توربين داريوس (Darrieus turbine):

سمي نسبة الى المهندس الفرنسي جورج داريوس الذي صممه لاول مرة عام ، 1930وشكله الخارجي مشابه الى الخلاط المستخدم في المطابخ وتوجد منه إشكال أخرى على شكل حرف(V) و(H) ويحتوي هذا التوربين على ريشتين او اكثر ويمتاز باداء عالي في مدى السرع المحصور بين 4.5 -7 m/s و يستخدم هذا التصميم عادة في مجال توليد الطاقة الكهربائية والشكل يوضح صورة فوتوغرافية لتوربين داريوس.

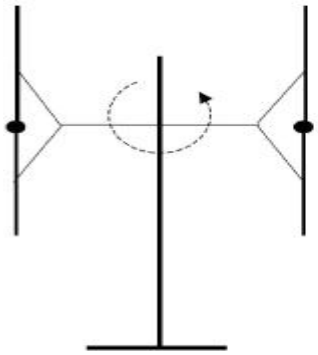
توربين سفانيوس (Savonius turbine)



يتكون هذا التوربين من اسطوانتين متعاكستين على شكل حرف(S) كما مبين في الشكل التالي تؤدي الرياح المسلطة على هذا التوربين الى توليد قوة دفع عالية على الجهة المقابلة للرياح، في حين تكون الجهة الاخرى المعاكسة لاتجاه الرياح تحت تأثير قوة اقل من الجهة الاخرى، مما يسبب توليد عزم دوراني يسبب تدوير التوربين، ومعامل القدرة لهذا التـــوربين منخفض بالمقارنة مع بقية التصاميم.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

توربين مسكروف (Musgrove turbine)



طور هذا التصميم لاول مرة من قبل فريق بحثي يقوده البرفسور (Musgrove) في بريطانيا وشكله الخارجي مشابه للحرف(H) كما موضح في الشكل التالي وتسبب الرياح الهابة توليد عزم دوراني يتسخدم لتوليد الطاقة الميكانيكية.

2. توربينات المحور الأفقي (Horizontal axis turbine)

ويكون فيها محور الدوران بشكل أفقي ويكون الدوران في مستوى عمودي على اتجاه الرياح ويمكن وضعها إما في مواجهة او في عكس اتجاه الرياح .

أهم مميزات توربينات المحور الأفقي

أ- معامل القدرة أو الكفاءة عال نسبيا.

ب- مساحة الريش تكون صغيرة.

ت- ذات تركيب معقد ولذلك تكون صعبة الصيانة وغالية الثمن في صناعتها.

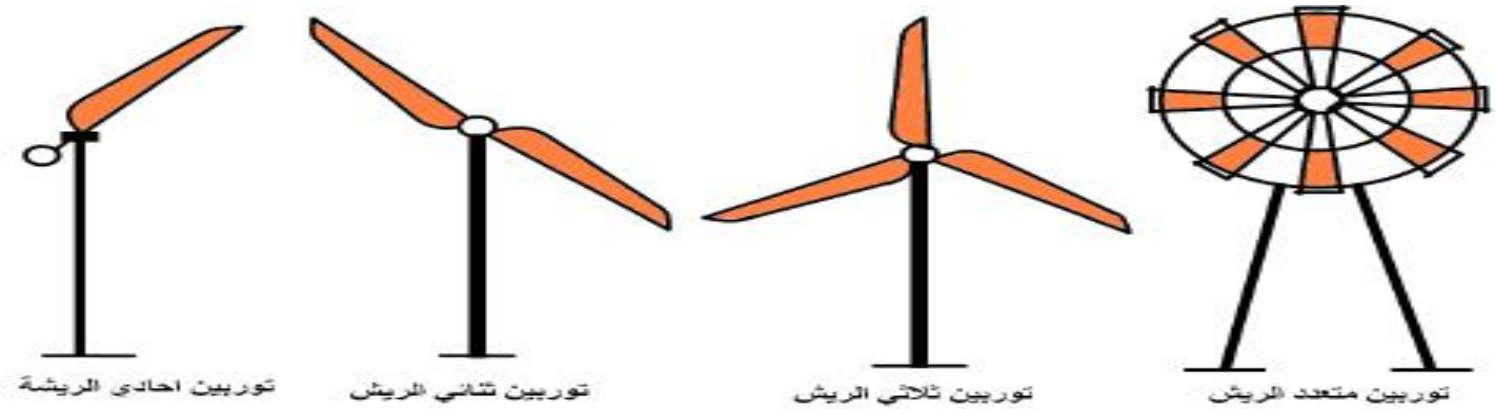
ث- لا يمكن تغيير الدوران إذا تغير اتجاه الرياح إلا باستخدام نظام سيطرة معين للتحكم بالريش.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

توجد تصاميم مختلفة لتوربينات المحور الافقي:

١-التوربين **الاحادي الريش**، والذي يكون اقل كلفة بسبب الاقتصاد في المواد المصنعة للريشة الناتجة عن الغاء ريشة كاملة وتظهر مشاكل الموازنة بصورة جلية نتيجة لوجود ريشة واحدة والتي يتم معالجتها عن طريق إضافة ثقل إلى الطرف الاخر كما موضح في الشكل.

٢-**التوربينات الثلاثية الريش** من أكثر التوربينات الأفقية المحاور استخداما في مجال توليد الطاقة لكهربائية ويعود السبب إلى إن توزيع وتوازن الأحمال على محور الدوران يكون أفضل من استخدام ريشة واحدة أو ريشتين.



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

اختيار الأماكن الملائمة :توجد مجموعة عوامل تحدد المنطقة الملائمة منها:

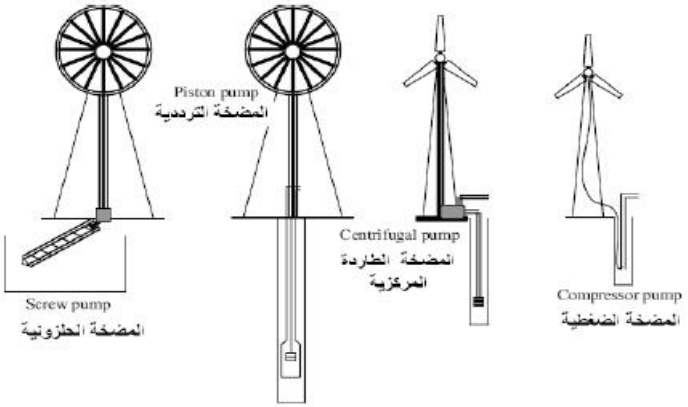
1. يجب إن تكون الرياح بسرع ملائمة ومستمرة ومناسبة لنوع التوربين المستخدم.
2. يجب إن يكون الموقع قريبا من خطوط نقل الطاقة الكهربائية وقريب من مناطق الاستهلاك.
3. يجب إن تكون الأرض المقام عليها التوربين الريحي رخيصة السعر نسبيا لتقليل الكلفة الاقتصادية.
4. يوجد الموقع في ارض مفتوحة ولا يحيط به أي عائق طبيعي أو صناعي لذا يجب ان يكون التوربين الريحي بعيدا بقدر الامكان عن العوائق لتلافي تأثيرها.

افضل المواقع لنصب التوربينات الريحية هو أما على شواطئ البحار أو بداخل البحار تفاديا لفقد الرياح جزء من طاقتها بالاحتكاك الناتج عن خشونة السطح (Roughness،).ويعبر عن كل سطح بما يعرف ب

طول معامل الخشونة (Roughness length) (Zo) :ويعرف بالطول الذي تكون سرعة الرياح عنده مساوية للصفر .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

استخدامات طاقة الرياح:



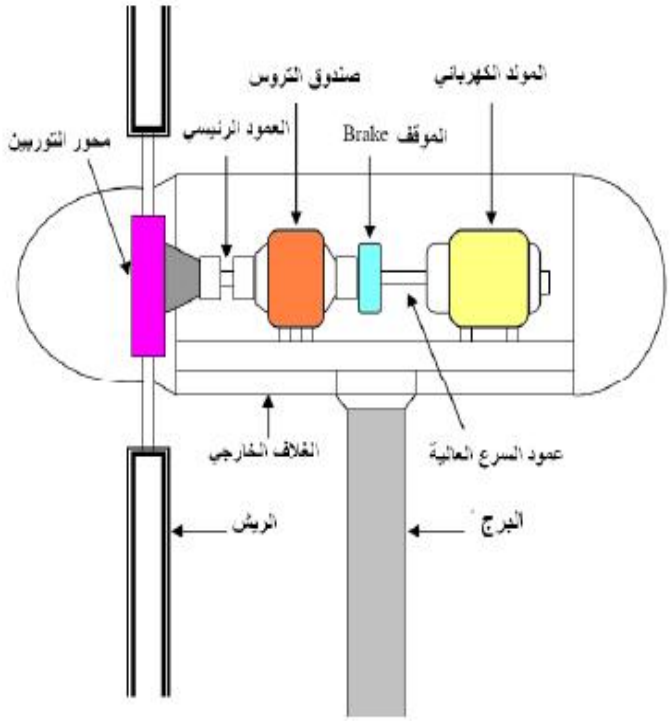
١- سقي المزروعات :إن أقدم استخدامات طاقة الرياح هو ستخدامها للسقي، اذ انه بمجرد تحويل الحركة الدورانية الى حركة خطية باستخدام نظام المحاور الدوارة يمكن تشغيل المضخة الترددية او المضخات الأخرى والشكل يمثل انواع المضخات المستخدمة للري باستخدام طاقة الرياح.

٣-توليد الطاقة الكهربائية : تحول التوربينات الطاقة الحركية **Kinetic energy** الناتجة من الرياح إلى كهرباء ومعظم التوربينات الريحية المستخدمة في توليد الكهرباء هي التوربينات الأفقية المحاور الثلاثية الريش وفي بدء التشغيل يعتمد المولد ألحثي على سحب تيار كهربائي من الشبكة الوطنية وهو ما يعني ان التوربين يعمل في البداية كمحرك حتى تصل سرعة دوران الريش الى سرعة معينة (٢٧دورة / دقيقة)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تتكون محطة توليد الطاقة الكهربائية بصورة رئيسية من الأجزاء المبينة في الشكل وهي :

1.	البرج(Tower).	5.	المولد الكهربائي (Generator).
2.	الجزء الدوار (الريش ومحور العجلة الدوارة).	6.	المتحسسات وموجهات التوربين (Sensors and yaw drive).
3.	عمود السرعة العالية والواطئة.	7.	منظمات القدرة ووحدات السيطرة (Power regulation and controlling units).
4.	صندوق التروس (Gear box).	8.	أنظمة السلامة (Safety systems).



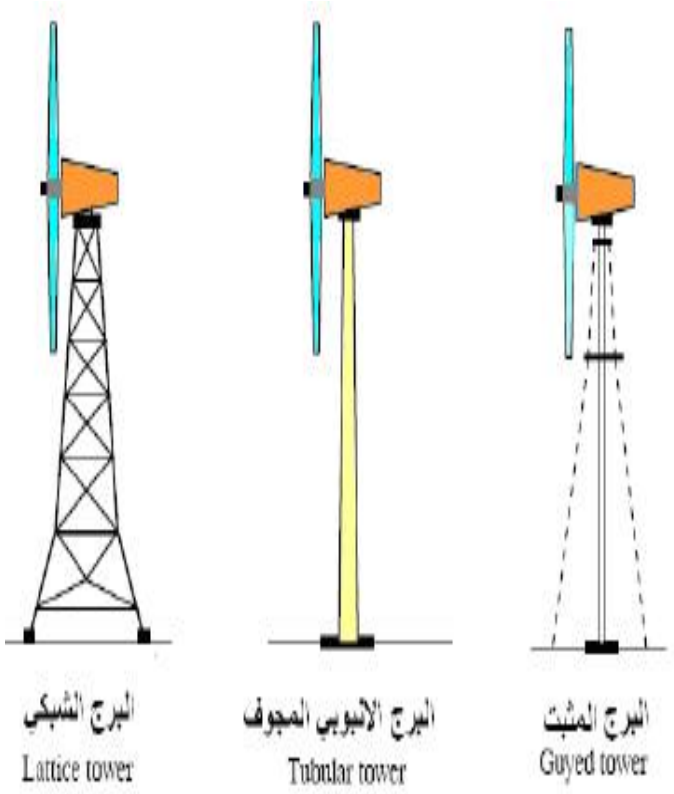
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وهناك ثلاث أنواع من الأبراج المستخدمة لهذا الغرض :

1-البرج الشبكي (Lattice tower): التوربين الشبكي مشابه في شكله لأعمدة نقل الطاقة الكهربائية وهو اقل كلفة بمقدار النصف بالمقارنة مع النوعين الآخرين ، وبالرغم من ذلك فهو اضعف من الناحية الانشائية ويشكل صعوبة عند صيانة التوربينات الريحية واقل جمالية .

2-البرج المجوف الأنبوبي (Tubular tower): فهو أكثر استخداما ومقاوم جدا للظروف الخارجية ويتم انشاءه من عدد الانابيب الحديدية او الكونكريتية بطول 10-20م التي يتم ربطها بعضها ببعض.

3-البرج المثبت (Guyed tower): يتم تثبيته بواسطة اسلاك حديدية من اربعة جهات واستخدامه محدود في بعض التوربينات.



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وبصورة عامة كلما ازداد حجم التوربين الريحي ازداد حجم البرج المنشأ لحمل هذا التوربين وازدادت كلفة الانشاء تبعا لذلك، ولذلك ظهر اتجاه جديد في الآونة الأخيرة لتركيب أكثر من توربين ريحي على نفس البرج أو ما يعرف باسم شجرة المراوح.

مزارع الرياح wind farms :هي مجموعة من توربينات الرياح الموجودة في مكان واحد يتم توصيلها سويا لتوليد الطاقة الكهربائية التي تنقل عبر خطوط النقل والتوزيع للمستهلكين. بعضا من المزارع قد تكون:

مزارع البحرية (Off-shore wind farm) تقام داخل المياه.

مزارع الشاطئية (On-shore wind farms) المقامة على اليابسة المجاورة لشواطئ البحار.

وعلى الرغم من ارتفاع كلفة المزارع البحرية وصعوبة تركيبها وصيانتها بالمقارنة مع المزارع الشاطئية ، إلا إنها ضرورية من اجل زيادة المنافسة واكتساب الخبرة والعمل في بيئة المزارع البحرية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

طاقة الكتلة الإحيائية Biomass energy

تعتبر طاقة الكتلة الإحيائية من مصادر الطاقة التي كانت شائعة في القرون الماضية خاصة قبل ظهور النفط وتعتمد على استعمال مواد الكتلة الاحيائية biomass التي تنتج وتجمع محليا (مثل مخلفات المحاصيل، والخشب، وروث الحيوانات... الخ)

محاصيل الطاقة

وهي تلك النباتات التي يمكن تحويل منتجاتها إلى وقود يستخدم كمصدر للطاقة، ومن هذه النباتات المهمة في هذا المجال، قصب السكر والذرة والبطاطا والنباتات التي تنتج منها الزيوت مثل القطن والسمسم ولا يعني هذا إن النباتات الأخرى لا تصلح كمحاصيل للطاقة، غير إن إمكانية الاستفادة منها اقل من التي ذكرنا.

تعتبر البرازيل من الدول الرائدة في مجال إنتاج الكحول الاثيلي (الايثانول) من قصب السكر أو الذرة، ففي البرازيل تم إنتاج اكثر من 100 بليون لتر بالاعتماد على قصب السكر وهناك اكثر من أربعة ملايين سيارة تعمل في البرازيل بالايثانول الصافي، وتسعة ملايين سيارة تعمل بخليط من الغازولين والايثانول.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يتم إنتاج الكحول من السكر الموجود في النباتات بواسطة عملية التخمير (Fermentation) وهي عبارة عن عملية بيولوجية لاهوائية يتم فيها تحويل السكر إلى كحول بفعل كائنات حية صغيرة كالموجودة في الخميرة وفق المعادلة الآتية:

$$C_6H_{12}C_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

والكحول الناتج في المعادلة أعلاه هو الايثانول والذي يمكن استخدامه في مكائن الاحتراق الداخلي ، أما مباشرة او على شكل خليط يسمى الكازوهول وهي كلمة مشتقة من كلمتي الغاز (Gas) والكحول (Alcohol) والذي يحتوي على 20% من الايثانول الذي له بعض المميزات هي ارتفاع الرقم الاوكتاني فيه وبذلك يمكن رفع نسبة انضغاط المحرك فتزداد قدرته ولا يحتاج إلى إضافة رابع اثيل الرصاص والذي يؤثر على البيئة.

الغاز الحيوي Bio Gas

الغاز الحيوي هو خليط من عدة غازات أهمها غاز الميثان (CH_4) والذي تصل نسبته إلى 70%، وينتج بفعل التحلل غير الهوائي للمواد العضوية الموجودة في المخلفات الحيوية للحيوانات والنباتات والمنتجات الثانوية من أصل حيواني أو نباتي وبقايا المواد العضوية في الأطعمة أو مياه الصرف الصحي أو مياه المعالجة الصناعية وتمثل المواد الكربوهيدراتية مع قليل من الدهون والبروتينات المصدر الرئيسي للحصول على الغاز الحيوي، ويعد الموز أكثر المواد إنتاجا للغاز الحيوي وأسرعها.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تحدث عملية التحلل غير الهوائي في الطبيعة بصورة متعددة وبشكل بطيء وتدريجي في أعماق البحيرات والتجمعات المائية وأعماق التربة وأماكن جمع النفايات بواسطة عدد من الكائنات الحية الدقيقة وذلك على مرحلتين:

1. المرحلة الأولى:

تتطلب هذه المرحلة مجموعة من البكتيريا اللاهوائية – يطلق عليها المكونة للأحماض – التي تنتج الأحماض العضوية كناتج جانبي من عملية التحلل الأولي للمادة العضوية.

2. المرحلة الثانية:

تتطلب هذه المرحلة مجموعة أخرى من البكتيريا – تعرف بالبكتيريا المكونة للميثان – تقوم بتكسير الأحماض العضوية وإنتاج غاز الميثان كمنتج جانبي لتلك العملية.

ينتج عن عملية التخمر

غاز الميثان (60 – 80 %)

غازات أخرى مثل ثاني أكسيد الكاربون بنسبة (20 – 35 %)

ونسب قليلة من غازات الامونيا والهيدروجين والأوكسجين والنتروجين وكبريتيد الهيدروجين

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

درجة الحرارة عن 30 °C ولا تزيد عن 40°C بأي حال من الأحوال لان زيادة او نقصان درجة الحرارة عن الحد المطلوب يؤدي إلى قتل البكتريا المولدة لغاز الميثان وبالتالي إيقاف العملية كلها. ويمكن تنظيم الحرارة بشكل جيد باستخدام المجمعات الشمسية البسيطة، حيث تسخن الخليط عبر مبادل حراري شتاءا، أما صيفا فأن درجة حرارة الجو كافية لاستمرار العملية.

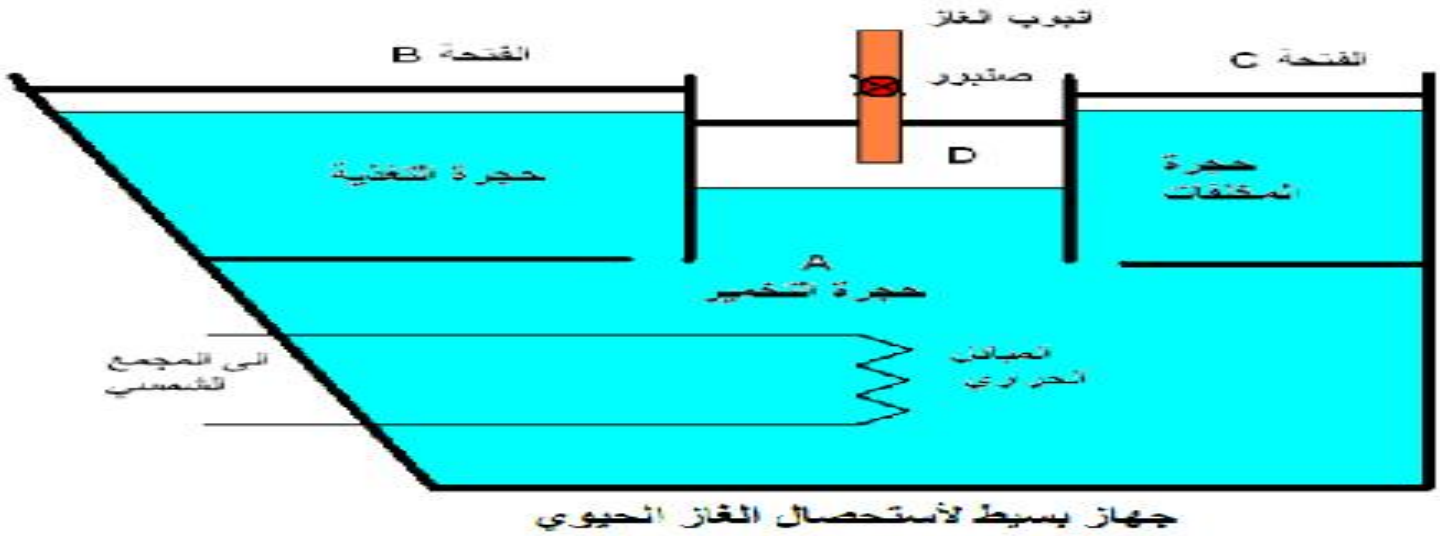
تمتاز منشات الغاز الحيوي المقامة في المناطق الزراعية بأنها تنتج الغاز الحيوي بأقل التكاليف، لأنها تستخدم روث وفضلات الحيوانات إضافة إلى بقايا الحصاد والمخلفات النباتية. يؤدي تجانس المواد العضوية المستخدمة في إنتاج الغاز الحيوي إلى استقرار عملية التخمير وإنتاجية أفضل للغاز الحيوي.

مكونات وحدة إنتاج الغاز الحيوي

الجهاز عبارة عن حفرة جدرانها أسمنتية تسمى حجرة التخمير تمارس فيه الكائنات الدقيقة اللاهوائية عملها في تحليل المادة العضوية ولا يسمح بدخول الأوكسجين بأي حال من الأحوال، قسم داخلها بجدران بشكل يسمح باستعمالها كجهاز لتوليد الغاز الحيوي بشكل مستمر.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يتجمع الغاز في هذه الحفرة ولا يتسرب منها إلا عن طريق الأنبوب المخصص، تبنى حجرة التخمير على شكل حفرة تحت سطح الأرض بشكل عمودي أو أفقي ومن ثم تبطن من الداخل بالخرسانة او نوع من اللدائن لبلاستيكية المقاومة للتفاعل مع المواد الناتجة، ولضمان استمرارية تدفق الغاز، فانه يجب إنشاء عدة حفر للتخمير في نفس المكان.



جهاز بسيط لأستحصال الغاز الحيوي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يلقى بالفضلات من الفتحة (B) المرتبطة بحجرة التغذية (Inlet chamber) والتي يكون مستوى قاعها أعلى من مستوى قاع حجرة التخمير وتتصل حجرة التغذية مباشرة بحجرة التخمير عن طريق فتحة أو أنبوب لتسهيل عملية التغذية. ويسخن الخليط عن طريق المبادل الحراري حيث تحدث عملية التخمير في المنطقة (A) وينطلق الغاز ليتجمع في المنطقة (D) وليؤخذ هناك عند الحاجة بواسطة صنبور، إما الفضلات فتؤخذ من الفتحة (C) المرتبطة بغرفة المخلفات (Outlet chamber) والتي تقع على الجانب الأخر من غرفة التخمير ومقابلة لغرفة التغذية وتحتاج عملية التخمر الى فترة تتراوح بين (15-25) يوم وبعده تسحب كمية الفضلات المتفسخة وتضاف كمية أخرى من الفضلات.

إن من بين الصعوبات الفنية التي يفرضها غاز الميثان هي مسألة الخزن، إذ إن خزن الميثان يحتاج إلى تخفيض حجمه بصورة ملموسة عن طريق ضغطه إلى ما يعادل 200 bar مما يعني الحاجة إلى ضاغطات تحتاج إلى طاقة لذلك فان من الضروري استهلاك اكبر كمية من غاز الميثان الناتج حال خروجه من الهاضم مع الاحتفاظ بخزان مناسب لتلبية أية زيادة طارئة على الطاقة.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

شروط عملية التخمير

يلزم لحدوث عملية التخمير وتكون الغاز الحيوي عدم وجود الهواء، كما يلزم إجراؤها تحت درجة حرارة ملائمة، ويتم ذلك في مفاعل الغاز الحيوي آو حوض التخمير، وتصنف درجة الحرارة في حجرة التخمير إلى مستويات ثلاثة، هي كالتالي:

1. **التخمير البارد:** وتكون درجة الحرارة فيه مابين (15 – 20 °C) ، وتبقى المواد العضوية في حوض التخمير مدة طويلة نسبيا، وتنتج كميات قليلة من الغاز.
2. **التخمير الساخن:** وتكون درجة الحرارة فيه مابين (25 – 40 °C) وتكون مدة تخمير المواد العضوية متوسطة، وتنتج كميات متوسطة من الغاز.
3. **التخمير الحار:** وتكون درجة الحرارة فيه مابين (40 – 65 °C) ، وتقل مدة بقاء المواد العضوية في حوض التخمير، وتنتج كميات كبيرة من الغاز.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

استخدامات الغاز الحيوي

١. توليد الكهرباء :

يتم استخدام الغاز الحيوي لتشغيل الآلات الاحتراق الداخلي التي تقوم بادارة المولدات الكهربائية، التي تنتج الطاقة الكهربائية اللازمة للمناطق النائية والمزارع البعيدة، ويمكن ربطها بالشبكة الوطنية التي تغذي المناطق الحضرية.

٢. إنتاج السماد الزراعي :

يتخلف عن عملية إنتاج الغاز الحيوي بواسطة التخمير اللاهوائي : سماد يتمتع بمواصفات عالية وقيمة غذائية متميزة، حيث تتميز بدرجة تجانس عالية تسهل عملية استهلاكها من قبل النباتات، كما يتميز بخلو من الروائح (يتخلص من 80% منها)، إضافة إلى تميزه بعدم إقبال الحشرات عليه، وخلوه من الكاربون والهيدروجين و الاوكسيجن نتيجة لاستهلاكها من قبل الكائنات الدقيقة إثناء عملية التخمير واحتواءها على العناصر المهمة للنبات مثل البوتاسيوم والفسفور والنيتروجين، وخلوه من الديدان والبذور الضارة. يعمل هذا السماد دورا حيويا في نمو النباتات نتيجة لتحسن خواص التربة عند استخدامه، ومن الجدير بالذكر ان كمية السماد

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٣.وقود للسيارات :

نجح استخدام الغاز الحيوي - إلى حد ما – في تشغيل بعض وسائل النقل العام بقسط كبير في حماية البيئة من التلوث،حيث يمنع تسرب غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الجو مما يقلل من فرص لاحتباس الحراري، ولكن من معوقات استخدامه عدم توفر محطات لتعبئته.

٤.تخليص البيئة من النفايات :

تعاني الكرة الأرضية من ملايين الأطنان من النفايات التي يخلفها الإنسان نتيجة لنشاطاته اليومية المختلفة التي تسبب المشاكل له ولبيئته، ولذا تعد محطات إنتاج الغاز الحيوي من أهم الوسائل لتخليص البيئة من التلوث. كما يساهم التخلص الآمن من المخلفات عن طريق استخدمها لإنتاج الغاز الحيوي في حماية المياه الجوفية من التلوث، لان هذه المخلفات اذا دفنت في مدافن او تركت على سطح الأرض، فإنها تحلل وتنطلق منها الغازات السامة إلى الجو وتختلط الملوثات بالتربة، ومن ثم تتسرب مع مياه الإمطار إلى باطن الأرض والى الانهار فتلوث المياه الجوفية ومياه الانهار.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

٥. تقوية الاقتصاد الوطني .

يؤدي إنتاج الغاز الحيوي على تقوية الاقتصاد الوطني عن طريق التقليل من الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية المكلفة في كثير من الأحيان ، إضافة إلى تأمينه فرص عمل في الأرياف مما يقلل من تكدس السكان في المدن، كما يمكن استخدام الغاز الحيوي لإغراض أخرى مثل تدفئة البيوت الزجاجية والتجفيف الزراعي او الصناعي وغيرها.

معوقات استخدام الغاز الحيوي

١-عدم إمكانية توزيع ونقل الغاز الحيوي عن طريق شبكة الغاز الطبيعي، حيث تحتاج إلى إيجاد تقنيات مناسبة وبأسعار مقبولة.

٢-يتطلب استخدام الغاز الحيوي كوقود في وسائل النقل العام ان يكون منتشرا ومتاحا في كل مكان.

٣-يجب التخلص من غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S بسبب التأثير المدمر لهذا الغاز في الاجزاء الميكانيكية للمحركات والأدوات المستعملة.

٤-يحتاج الغاز الحيوي إلى دراسات: لتطوير وسائل إنتاجه للوصول الى جودة الغاز الطبيعي .لكي يمكن ضخه في شبكة الغاز الطبيعي ، تسريع عمليات التحلل الحيوي للمواد العضوية والتحكم بها ،تزويد وحدة الانتاج للتحكم بإضافة المواد العضوية ، تجهيزات خاصة لسحب المواد المتخلفة من عملية التحلل.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com