

الطاقة

مصادرها - أنواعها - استخداماتها

تأليف

دكتور مهندس: محمد مصطفى محمد الخياط

القاهرة

يوليو 2006

العنوان:

الطاقة: مصادرها - أنواعها - استخداماتها

دكتور مهندس /محمد مصطفى محمد الخياط
دكتوراه في هندسة القوى الميكانيكية
مدير عام التخطيط - هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة
وزارة الكهرباء والطاقة - مصر
بريد إلكتروني: mohamed.elkhayat@yahoo.com
ت: 002012 80 90 810

التصميم الداخلي:
دكتور مهندس /محمد مصطفى محمد الخياط

شكر

اللهم لك الحمد ولك الشكر علي ما أعطيت من نعم وعلي ما هديتنا إليه من خير ومن علم لا نبتغي منه إلا رضاك والجنة، اللهم اقبل عملي المتواضع، ووفقني دائما إلى أداء خير الأعمال وأطيبها. لا إله إلا الله الحليم العظيم، لا إله إلا الله رب العرش العظيم، لا إله إلا الله رب السماوات ورب الأرض الحليم الكريم.

إهداء

إلي كل من يبحث عن المعرفة، وإلي كل من شغل عقله وفكره وقلبه بتدبر آيات الله في الكون، أهدي هذا الكتاب

تمهيد

إذا تأملنا في ما حولنا، نجد أن مصادر الطاقة تحيط بنا من كل جانب، فالشمس التي تمثل أهم مصادر الطاقة بل وتعتبر المصدر الأساسي لأغلبية المصادر الموجودة على الأرض، نحصل منها على الأشعة التي نستعملها للحصول على الطاقة الحرارية و الكهربائية بتكنولوجيات مختلفة. تُسخن الشمس سطح الأرض، والأرض بدورها تُسخن الطبقة الجوية التي توجد فوقها فتنشأ الرياح. كما تتبخر مياه البحار والأنهار بفعل حرارة الشمس فتكون السحب فنحصل على الأمطار والثلوج. إذاً فالشمس هي المصدر الرئيسي لكثير من مصادر الطاقة الموجودة في الطبيعة حتى أن البعض يطلق شعار "الشمس أم الطاقات". ونظرا لكون الرياح والأمطار تتكون في فترات قصيرة ولا يتنقص منها شيء عند استعمالها فقد أطلق عليها المصادر المتجددة.

يمكن للطاقة الشمسية أن تُخزن، فالنباتات مثلا تحتزن الطاقة الشمسية في شكل مواد عضوية تساعد على النمو فوفّر لنا الفواكه والخضراوات والأخشاب، حين تتحول الطاقة الشمسية من خلال التمثيل الضوئي إلى طاقة كيميائية مخزنة بمواد عضوية تسمى هذه المواد وقود، وعندما يمر على هذا الوقود وقت طويل معرضا لظروف معينة يتحول إلى وقود ذو طاقة أشد تركيزا فإننا نسميه وقود إحفوري.

أُكتشف الوقود الإحفوري على شكل طبقات في باطن الأرض، مر على تكوينها ما بين 50 و 350 مليون سنة، حيث دُفنت بفعل الترسبات كميات كبيرة من النباتات وبقايا الحيوانات الميتة وعزلت عن الهواء، وبفعل الحرارة والضغط لملايين السنين، حدث تحول كيميائي لهذه المواد، فتكون الفحم الحجري والبتروال والغاز الطبيعي. ونظرا لأن المصادر الإحفورية تتكون في ملايين السنين، فنحن لا نستطيع تعويض الكميات المستعملة بسرعة، لاسيما إذا قورنت بفترة التكوين بفترة الاستهلاك، لذا فهذه المصادر غير متجددة.

قديمًا تعرف الإنسان على مصادر الطاقة المتجددة كأشعة الشمس والرياح وتعامل معها واستفاد من طاقاتها، وتعددت أساليب استغلاله لهذه المصادر وتطورت كذلك عبر العصور على التوازي مع تطور نمط عيش الإنسان وتطور حاجاته إلى الطاقة. فإلى حدود اكتشاف الفحم، كان الإنسان لا زال يستعمل الخشب كمصدر أساسي للطاقة ويعتمد على قدرته العضلية للقيام بأعمال الفلاحة ويستعمل الدواب للسفر والحروب وما إلى ذلك، كما استخدم الطاقة الشمسية لتجفيف المواد الغذائية وطاقة الرياح في دفع السفن والإبحار وفي تشغيل طواحين الرياح لطحن الحبوب، هذا إلى جانب بناء السدود للحصول على استقرار في جريان المياه.

في مطلع القرن التاسع عشر ازداد عدد سكان العالم وازداد الطلب على الغذاء، والسفر السريع والملابس والسكن. وتطورت المعرفة واخترع الإنسان الآلة البخارية واستعملها في البواخر والقطارات. وانتشرت المصانع والسكك الحديدية، وازدادت مع ذلك الحاجة إلى الوقود، فبدأ الخشب يقل ببعض المناطق، وبدأ الفحم الحجري يأخذ مكان الخشب لإنتاج الطاقة الحرارية. واكتشف الإنسان البترول وأخذ يستعمل مشتقاته شيئاً فشيئاً في الإنارة وطهي الطعام، ثم اخترعت السيارة فيما بعد فزادت من يومها الحاجة لمشتقات البترول.

مع بداية القرن العشرين، بدأت تتضح صلاحية وكفاءة استعمال الكهرباء في مجالات واسعة، فلقد استعملت في الإنارة وفي إدارة المحركات الكهربائية، مما ساعد على تسهيل سبل العيش. فُسِّخِرَ الفحم الحجري والبترول والغاز الطبيعي، والطاقة المائية لإنتاج الكهرباء. واكتشفت فيما بعد الطاقة النووية واستعملت بدورها لإنتاج الطاقة الكهربائية.

لذا يبدو جلياً أنه كلما توسع نشاط الإنسان كلما ازداد طلبه على مصادر الطاقة وخاصة مشتقات البترول لسهولة نقلها وتخزينها ولتعدد استخداماتها، فظهرت أزمات أسعار الوقود، وتنبه الإنسان لمحدودية المصادر غير المتجددة، وللمشاكل البيئية التي حلت بالأرض من ارتفاع حرارة سطحها فيما عرف بظاهرة الاحتباس الحراري، وظهور ثقب الأوزون والأمطار الحمضية وتلوث البيئة، وتراجع الغابات. فبدأ الإنسان يفكر في التعامل بعقلانية مع ما تبقى من المصادر الإحفوريه وترشيد استخدامها، وتشجيع الرجوع لاستعمال الطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية. ونشهد حالياً تطوراً سريعاً للتقنيات التي تُستخدم لتحويل مصادر الطاقة المتجددة إلى طاقة كهربائية كتوربينات الرياح والخلايا الشمسية والمجمعات والأفران الشمسية وما إلى ذلك من التقنيات.

من المعروف أن أي تغير -ولو كان طفيفاً- في أسعار الطاقة يؤثر بشكل مباشر على أسعار المنتجات المستهلكة لها، ويكفي أن نعرف أن أسعار بعض السلع تمثل تكلفة الطاقة المستهلكة -في إنتاج هذه السلع- نسبة كبيرة، فعلي سبيل المثال تمثل نسبة الطاقة 30% في تكلفة إنتاج الحديد والألومنيوم، أما الأسمنت والتلج فتصل مشاركة الطاقة فيهما إلى 55% و70% على الترتيب. ولتقريب الأمر لأذهاننا نقول إذا كانت تكلفة إنتاج طن الحديد 2000 جنيه مثلاً فإن 600 جنيه من الألفين تم إنفاقها على الطاقة اللازمة لإنتاج طن الحديد.

نظراً لهذه الأهمية الكبرى للطاقة ونتيجة أيضاً لعملي بمجال الطاقة لسنوات عديدة واحتكاكي بكثير من مشاكلها عن قرب، فقد وجدت أنه من الضروري أن أقدم عملاً يعرف الفتى العربي تفاصيلاً تجعله أكثر فهماً للطاقة ولما يستخدمه من مواردها بل ويستطيع بقليل من التدبير أن يوفر في استهلاكاته منها والتي تؤثر تكاليفها

سلبا علي الإنفاق، فكان أن توكلت علي الله عز وجل وعقدت العزم ثم هاأنذا بعون الله أنتهي منه لأضعه بين يدي أبنائنا، راجيا به رضي الله عز وجل وأن يتقبله قبولا حسنا وأن يجعله في ميزان حسناتنا، وأن ينتفع به أكبر عدد من قراء لغتنا الجميلة.

وسوف نلقي الضوء -إن شاء الله- من خلال هذا الكتاب علي بيان طبيعة الطاقة ومصادرها المختلفة وطرق تحويلها من شكل إلي آخر. أيضا سنتعرف علي الطرق المستخدمة في توليد الطاقة سواء من المصادر التقليدية التي تعتمد علي الوقود الإحفوري مثل الفحم وزيت البترول أو من الطاقات المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها من المصادر، كما سنتعرض بشكل مبسط لبعض المعدات المستخدمة في توليد الطاقة مثل التوربينات والمولدات، إلي جانب التعرف علي طرق خفض استهلاك الطاقة أو ما يعرف بترشيد الطاقة، يقينا أن الطاقة هي أحد أهم أسس الحياة علي كوكبنا والتي تُشكل تحديا للإنسان علي مدار العصور.

وقد راعيت -قدر الإمكان- أن أستقي المعلومات من روافد عده حديثة اختلفت لغاتها ومصادرها منها كتاب "قصة الطاقة Energy Story" الذي أعدته وكالة الطاقة بكاليفورنيا والذي مثل لي حجر زاوية في إعداد هذا الكتاب، كما حرصت علي الإكثار من الأمثلة والصور والأشكال التوضيحية بغرض التوضيح، علما بأن معظم الأشكال والصور تم الحصول عليها من شبكة المعلومات العالمية -الإنترنت- عدا بعض منها صممتها بنفسني آملا أن توافق الغرض الذي أعدت من أجله.

وقد تم إعداد الكتاب ليناسب أبنائنا ابتداء من سن الثانية عشر، لذا فقد صنفت الكتاب في شكل أري فيه بساطة عرض وتتابع فيه منطق، رغبة أن يظل مجال تبسيط العلوم وتفهم أسسها ونظرياتها رافدا هاما من روافد المعرفة ينهل منه أبنائنا من محبي العلم ورواده ويتم من خلاله تأصيل علوم يمكن أن تُستنبت في تربة غير التربة التي نبتت بها.

والله الموفق

محمد مصطفى محمد الخياط

القاهرة - 2006

الفهرس

10	قائمة بأسماء الصور والرسوم
13	الباب الأول: ما هي الطاقة؟
14	كيفية قياس الطاقة
16	كفاءة تحويل الطاقة
16	الطاقة الحرارية
18	الباب الثاني: الكهرباء
20	المقاومة
21	الكهرباء الساكنة
22	المغناطيسية
22	المغناطيسية والكهرباء
24	الباب الثالث: الدوائر الكهربائية
26	التوصيل علي التوالي والتوازي
26	الموتور الكهربائي
27	البطاريات
27	الطاقة المخزنة والبطاريات
28	التفاعلات الكيميائية داخل البطاريات
28	كيفية صنع بطارية
29	الأنواع المختلفة للبطاريات
30	الباب الرابع: توليد الكهرباء
30	محطات القوى
31	كيفية عمل المولد
32	نظام نقل الكهرباء
33	الديزل
34	الطاقة الكهربائية في مصر
35	الباب الخامس : الوقود الإحفوري
35	الفحم
36	الفحم في مصر
37	البترو
39	التكرير
40	البترو في مصر
40	الغاز الطبيعي
41	الغاز الطبيعي في مصر
42	الغاز الطبيعي ونظام توزيعه
43	الباب السادس: الطاقة الشمسية
43	سخانات المياه الشمسية
45	تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء
46	استخدام الطاقة الشمسية في تحلية المياه

47.....	استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة
47.....	الخلايا الشمسية
48.....	الطاقة الشمسية في مصر.....
50.....	الباب السابع: طاقة الرياح
53.....	أنواع توربينات الرياح.....
53.....	توربينات الرياح الأفقية المحور.....
53.....	توربينات الرياح الرأسية المحور
54.....	الطاقة المنتجة من الرياح
54.....	طاقة الرياح في مصر.....
56.....	الباب الثامن: الطاقة المائية.....
58.....	توليد الكهرباء بالطاقة المائية
59.....	الطاقة المائية في مصر.....
60.....	الباب التاسع : طاقة الكتلة الإحيائية
62.....	طاقة الكتلة الإحيائية في مصر
64.....	الباب العاشر : الطاقة الجوفية الحرارية.....
66.....	استخدامات الطاقة الجوفية الحرارية
66.....	إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الجوفية الحرارية
67.....	الباب الحادي عشر: الطاقة النووية
68.....	الانشطار النووي
70.....	الاندماج النووي
71.....	الباب الثاني عشر: طاقة المحيطات
72.....	طاقة الأمواج
72.....	طاقة المد والجزر.....
74.....	الطاقة الحرارية للمحيطات
75.....	الباب الثالث عشر: ترشيد الطاقة
75.....	ترشيد الطاقة في المنزل
76.....	ترشيد الطاقة في الإضاءة.....
76.....	ترشيد الطاقة في المدرسة
77.....	ترشيد الطاقة في دورات المياه
77.....	ترشيد الطاقة في المواصل.....
78.....	الباب الرابع عشر: مستقبل مصادر الطاقة.....
79.....	استخدامات خلايا الوقود
80.....	المحطات الشمسية علي الأقمار الصناعية.....
81.....	الخاتمة.....
84.....	المراجع العربية
85.....	المراجع الإنجليزية.....
86.....	فهرس الأعلام.....
87.....	قائمة المصطلحات

96.....	جداول التحويلات
96.....	الطاقة
96.....	القدرة
96.....	درجات الحرارة
97.....	الكتلة
97.....	الأطوال
97.....	التحويلات بين مصادر الطاقة المختلفة
97.....	معامل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون لبعض أنواع الوقود

قائمة بأسماء الصور والرسوم

- شكل(1): الطاقة تضيئ ليل القاهرة، 13
- شكل (2):توفير الطاقة لوسائل النقل، 13
- شكل(3): الشمس أم الطاقات، 13
- شكل(4): رسم توضيحي لانتقال الحرارة بالحمل، 16
- شكل(5):رسم توضيحي للذرة ومكوناتها، 18
- شكل(6): رسم توضيحي لحركة الإلكترونات، 18
- شكل(7): رسم تخطيطي لاكتساب الشحنات الكهربائية الساكنة، 20
- شكل(8): رسم تخطيطي للمجالات المغناطيسية، 22
- شكل(9): رسم تخطيطي للمجالات المغناطيسية بين قطبين مختلفين، 22
- شكل (10): دائرة كهربية بها مفتاح للتحكم في عمليتي الإغلاق والفتح، 24
- شكل (11): مصباحان كهربيان أحدهما غير صالح للاستخدام (يمين)، والآخر صالح للاستخدام (شمال)، 24
- شكل (12): دائرة كهربية علي التوازي، 25
- شكل (13): رسم تخطيطي لموتور، 26
- شكل (14): شكل مبسط لبطارية زنك - كربون، 27
- شكل (15): بعض مكونات محطات القوي، 30
- شكل (16): صورة لتوربينة من الداخل، 30
- شكل (17): شكل توضيحي للتوربينة والمولد، 30
- شكل (18): صورة لمحطة محولات، 32
- شكل (19): رسم توضيحي للغطاء النباتي الذي كان يغطي الأرض في العصر الكربوني، 35
- شكل (20): فحم ، 35
- شكل (21): صور لعملية استخراج البترول من أحد الآبار البحرية، 38
- شكل (22): صورة لأحد مصافي البترول، 38
- شكل (23): بيان بما يمكن الحصول عليه من برميل بترول خام، 39
- شكل (24): تركيب الغاز الطبيعي، 40
- شكل (25): رسم تخطيطي لقطاع في الشمس، 43
- شكل (26): رسم تخطيطي لسخان شمسي، 44
- شكل (27): صورة لقطع مكافئ، 45
- شكل (28): رسم تخطيطي مبسط للمقطرات الشمسية الحرارية، 45

- شكل (29): رسم تخطيطي لكيفية عمل الخلايا الشمسية، 46
- شكل (30): رسم تخطيطي للخلايا الشمسية، 47
- شكل (31): توربينة رياح تستخدم في ضخ المياه، 50
- شكل (32): رسم تخطيطي لتوربينة رياح أفقية المحور، 50
- شكل (33): توربينة رياح تعمل بجوار أحد المدارس، 50
- شكل (34): رسم توضيحي لتوربينات الرياح الأفقية المحور، 52
- شكل (35): صور لبعض توربينات الرياح الرأسية المحور، 53
- شكل (36): جانب من مزرعة الرياح بالزعرانة، 54
- شكل (37): صورة لشلالات نياجرا بأمريكا، 56
- شكل (38): رسم توضيحي لطاحونة مياه، 56
- شكل (39): رسم تخطيطي لمحطة طاقة مائية، 57
- شكل (40): صورة للسد العالي بأسوان، 58
- شكل (41): صورة لبعض أنواع من المخلفات، 60
- شكل (42): الغازات الناتجة من عمليات الاحتراق، 60
- شكل (43): شكل توضيحي لتكوين الكرة الأرضية، 64
- شكل (44): صورة لينبوع ساخن، 64
- شكل (45): صورة لفوار ساخن، 64
- شكل (46): رسم توضيحي لمحطة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الجوفية الحرارية، 66
- شكل (47): رسم توضيحي لنظام تدفئة يعتمد على الطاقة الجوفية الحرارية، 66
- شكل (48): قضبان اليورانيوم المستخدمة في تشغيل المفاعلات النووية، 68
- شكل (49): مفاعل نووي تظهر أعلاه القباب الخرسانية باللون الأبيض، 68
- شكل (50): رسم تخطيطي لمفاعل نووي، 69
- شكل (51): رسم تخطيطي لعمليات الاندماج، 70
- شكل (52): إدارة مولد باستخدام طاقة الأمواج، 72
- شكل (53): المد والجزر، 72
- شكل (54): إعادة استخدام 700 كيس ورقي يعادل الحفاظ على شجرة متوسط عمرها 15 عاما، 75
- شكل (55): أنواع اللمبات الموفرة للطاقة، 75
- شكل (56): دورة الهيدروجين في تشغيل السيارات، 78
- شكل (57): رسم توضيحي لتوليد الكهرباء بالطاقة الشمسية من خارج الكرة الأرضية، 79

شكل (58): وسائل النقل واستهلاكات الطاقة، 81

شكل (59): ألبرت أينشتاين، 82

شكل (60): ماري كوري، 82

الباب الأول: ما هي الطاقة؟

تخيل انقطاع التيار الكهربائي عن منزلك أو مدرستك لمدة ساعة واحدة، واسأل نفسك هل تستطيع أن تزاوّل أعمالك علي النحو المعتاد؟، وستكون الإجابة بالقطع لا، فأنت محتاج إلي الإضاءة وإلي تسخين المياه وإلي تدفئة الغرفة وإلي حاسبك الشخصي وإلي الطابعة وغير ذلك كثير مما تحتاجه يعتمد بشكل مباشر علي الكهرباء التي تمثل أحد مصادر الطاقة، فما بالنا إذا امتد هذا التأثير إلي المصادر الأخرى، فإننا بلا شك مهدين بأن نعيش حياة تشبه إلي حد كبير حياة الإنسان الأول علي كوكب الأرض.

إذا فنحن نستخدم الطاقة لأداء أعمالنا سواء كانت هذه الأعمال بسيطة أو معقدة، فالطاقة تضيء لنا المدن وتمد المركبات ووسائل النقل بالقدرة اللازمة لها فأنواع الوقود المستخدمة في تسيير السيارات مثل البنزين والسولار وغيرها ليست سوي صور لاختزان الطاقة، كما أنها تدير الماكينات في المصانع وتلك المستخدمة في المزارع. أما داخل منازلنا فهي تديرها وتكفيها بضبط درجة الحرارة حسب احتياجاتنا، بالإضافة إلي طهي الأطعمة والاستماع إلي الموسيقى المحببة لنا، هذا إلي جانب أنها تعطينا الصور التي نراها علي شاشة التلفزيون.

إذا فالطاقة تدخل في كل مناحي الحياة، إلا أن صور استخدامها تختلف من تطبيق لآخر، فعندما نأكل تقوم أجسامنا بتحويل الطاقة المخزنة في الطعام إلي طاقة تمكننا من أداء أعمالنا، وعندما نجري فإننا نحرق الطاقة المستخلصة من الطعام بواسطة أجسامنا، أيضا عندما نفكر أو نكتب أو نقرأ فإننا نبذل شغلا، أي نستهلك طاقة.

كذلك السيارات والطائرات ولمبات الإضاءة والمراكب والماكينات، كل هذه المعدات تقوم بتحويل الطاقة إلي شغل، والشغل يعني تحريك أو رفع شيء ما، وربما كان يعني تدفئة أو شيئا آخر، وكل هذه الأمثلة هي أنواع مختلفة لبذل الشغل، ومن هنا يمكن تعريف الطاقة علي أنها "القدرة علي بذل شغل"

◀
"الطاقة هي القدرة
علي بذل شغل"

تعتبر الشمس هي المصدر الرئيسي لكل الطاقات الموجودة علي الأرض، فالطاقة الناتجة من الشمس توفر لنا الضوء أثناء النهار، إلي جانب أنها تجفف ملابسنا بعد غسلها ونشرها علي الحبال، وهي المسئولة عن نشوء الرياح، كما أنها تساعد النباتات علي النمو، والحيوانات إما تأكل النباتات أو تتصيد فرائسها حتى تمدها بالطاقة اللازمة لبقائها واستمرارها.



شكل(1): الطاقة تضيء ليل القاهرة

توجد الطاقة في عدة صور مختلفة، ومن هذه الصور الطاقة الكيميائية، والطاقة الكهربائية، والطاقة الحرارية، والطاقة الميكانيكية، والطاقة النووية، هذا وتقسم الطاقة إلي نوعين رئيسيين هما:

1. الطاقة المخزنة أو كُمون الطاقة "Potential Energy"
2. طاقة الحركة "Kinetic Energy"



شكل (2): توفير الطاقة لوسائل النقل

لتفهم كلا النوعين يمكنك إجراء التجربة البسيطة التالية باستخدام القلم الرصاص،

- ضع قلم رصاص علي حافة المنضدة ثم ادفعه بإصبعك نحو الأرض، في هذا المثال يعبر القلم المتحرك عن "طاقة الحركة".
- التقط القلم من علي الأرض ثم ضع ثانياً علي المنضدة، ولتنفيذ هذا الإجراء تجد أنك استخدمت طاقتك في رفع القلم وتحريكه، فرفع القلم ووضع علي المنضدة أضاف إليه طاقة، وباستقراره علي المنضدة أصبح لديه "كُمون طاقة".

كيفية قياس الطاقة

يقصد بقياس الطاقة التعبير عن الطاقة -المبدولة أو اللازمة لبذل شغل- بقيم نستطيع أن نعرف معها المقدار اللازم لأداء عمل ما.

توجد طرق متعددة لقياس الطاقة من أهمها، "الوحدة الحرارية البريطانية British Thermal Unit" ويرمز لها بـ "و ح ب BTU". تعبر الوحدة الحرارية البريطانية عن مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة رطل¹ ماء درجة

شكل(3): الشمس أم الطاقات

¹ الرطل هو وحدة بريطانية للتعبير عن الأوزان، ويعادل الرطل الواحد 453 جرام، أنظر جداول التحويلات.

فهرنهايت² واحدة، وهو ما يعني أننا إذا رفعنا درجة حرارة 453 جرام من الماء درجة واحدة علي مقياس الفهرنهايت فإننا نكون قد بذلنا شغلا مقداره 1 وحدة حرارية بريطانية، ولتقريب هذه الوحدات إلي الدهن فإن:-

1 و ح ب تعادل الحرارة الناتجة - تقريبا- عن حرق عود كبريت واحد، في حين أن 1000 و ح ب تعادل الطاقة الكامنة في باكو شيكولاتة زنة 100 جرام، أما إذا أردنا صنع فنجان شاي فإننا نحتاج حوالي 2000 و ح ب.

أيضا يمكننا قياس الطاقة والتعبير عنها بوحدة أخرى هي "جول"، وترجع لفظة "جول" إلي العالم البريطاني "جيمس بريسكوت جول James Prescott Joule"، الذي عاش في الفترة من 1818 حتى 1889، وهو أول من أكتشف أن الحرارة هي أحد صور الطاقة وعبر عنها بوحدة الجول، ولعل أول ما يتبادر إلي الذهن هو العلاقة بين الوحدة الحرارية البريطانية والجول، فنجد أن 1000 جول تعادل 1 و ح ب، وعليه فنحن نحتاج 2 مليون جول لصنع نفس الفنجان السابق من الشاي.

يعرف الجول علي أنه الطاقة اللازمة لرفع ثقل وزنة 453 جرام ارتفاعا قدرة 23 سنتيمتر. وبناء علي ذلك فإن رفع 2 كيلو سكر من الأرض إلي منضدة ارتفاعها حوالي 69 سنتيمتر (69 سم) يحتاج إلي طاقة مقدارها 15 جول. كما أن قطعة خبز (10 سم × 10 سم) مغطاة بالزبد تحتوي قدرا من الطاقة يقدر بحوالي 315.000 جول أي (315 كيلو جول)، وهو ما يكفي لعمل الآتي:-

- الجري لمدة 6 دقائق.
- قيادة دراجة لمدة 10 دقائق.
- الهرولة لمدة 15 دقيقة.
- النوم لمدة ساعة ونصف.
- تسيير سيارة لمدة 7 ثوان بسرعة 80 كيلومتر/ساعة.
- إضاءة مصباح 60 وات لمدة ساعة ونصف.
- رفع ثقل السكر السابق من الأرض للمنضدة 21.000 مرة.

الطاقة لا تفني ولا تخلق من العدم لكننا نستطيع تحويلها من صورة لأخرى، فالطعام يخزن الطاقة في صورة كيميائية وهو ما يجعله كمون طاقة، وعندما يستخدم الجسم هذه الطاقة المخترنة لأداء شغل، فإنها تتحول إلي طاقة حركة.

² الفهرنهايت Fahrenheit هو وحدة بريطانية للتعبير عن درجات الحرارة، في حين تستخدم الدرجة المئوية في النظام المتري -وهو المطبق في معظم بلدان العالم- ولمعرفة العلاقة بين تدريجي الفهرنهايت والمئوي أنظر جداول التحويلات.

فإذا أكل الشخص زيادة عن حاجته فإن الجسم لا يستطيع حرق هذه الطاقة الزائدة فيحتفظ بها في شكل خلايا دهنية ككُمون طاقة.

ومن الصور الأخرى لتحويل الطاقة، أنه إذا تحدث شخص في التليفون، فإن الصوت يتحول إلى طاقة كهربية تنتقل عبر الأسلاك أو الأثير وعندما تصل إلى الجانب الآخر فإنها تتحول من طاقة كهربية إلى طاقة ضوئية، كما أن التليفزيون يحول الطاقة الكهربية إلى طاقة ضوئية وصوتية. أما السيارة فهي تستخدم الطاقة الكيميائية المخزنة في الوقود (سولار، بنزين،.. الخ) لتسير، فالموتور يحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية وطاقة حركة لتدفع بالسيارة حسب ما يريد قائدها.

كفاءة تحويل الطاقة

عندما يتم تحويل الطاقة من شكل لآخر لسبب ما فإن الطاقة الناتجة بعد التحويل لن تكون مساوية للطاقة المتوفرة قبل التحويل، والنسبة بين الطاقة بعد وقبل التحويل تدعى الكفاءة. وتختلف قيمة الكفاءة بحسب طريقة تحويلها، فقد تصل إلى 90% كما هو الحال في التوربينات المائية أو الموتور الكهربي، أو تكون أقل من ذلك بكثير فتتراوح بين 10 - 20% في معدات الطاقة الشمسية وتحديدًا الخلايا الشمسية، أو تتراوح بين 35 - 40% في محطات توليد الطاقة الكهربية التي تستخدم الوقود الأحفوري أو طاقة الرياح كمصدر للطاقة.

الطاقة الحرارية

كان "جيمس جول" هو أول من عرّف الحرارة علي أنها أحد صور الطاقة فنحن نستخدمها في أغراض عديدة، مثل التدفئة وطهي الطعام. توجد ثلاثة صور لانتقال الطاقة الحرارية هي:-

- انتقال الحرارة بالتوصيل
- انتقال الحرارة بالحمل
- انتقال الحرارة بالإشعاع

يتحقق انتقال الحرارة بالتوصيل عندما تنتقل الحرارة بشكل مباشر من مادة لأخرى. فإذا استخدمنا ملعقة معدنية لتقليب السكر الموجود بكوب الشاي الساخن، فإن الملعقة تسخن، ويرجع ذلك لكون الحرارة انتقلت بالتوصيل من الشاي الساخن إلى الملعقة الباردة.

تصنف المعادن علي أنها فائقة التوصيل للحرارة، في حين يعرف الخشب والبلاستيك والمطاط وأمثالهم بأنها مواد رديئة التوصيل للحرارة لذا فنحن نستخدمها كمواد عازلة، وهو ما يبرر صنع مقابض أواني الطهي من هذه المواد، إلي جانب تغليف أسلاك الكهرباء بالبلاستيك.

انتقال الحرارة بالحمل يكون نتيجة حركة الغازات أو السوائل من مناطق دافئة إلي أخرى باردة. فإذا كان لدينا إناء للطهي مصنوع من الزجاج فإننا نستطيع أن نري حركة الماء الساخن عند غلي الماء به. فالماء الساخن ينتقل من أسفل الإناء (لأنه الأقرب إلي سطح اللهب) إلي أعلي ليحل محله الماء الأبرد الموجود أعلي الإناء في حركة دائرية كما هو موضح بشكل رقم (4)، وتستمر هذه الحركة الدائرية طالما ظل الإناء موضوعا علي النار.



شكل(4): رسم توضيحي لانتقال الحرارة بالحمل

تعرف نشأة الرياح وحركتها علي أنها نتيجة لتيارات الحمل، فمن المعروف أن الهواء الدافئ يكون أخف من الهواء البارد، وعليه فأثناء النهار تتحرك كتل الهواء الباردة الموجودة أعلي البحار والمحيطات لتحل محل كتل الهواء الدافئة الموجودة أعلي اليابسة. وعكس ذلك يتم أثناء الليل، فأسطح البحار والمحيطات تكون أكثر دفئا من سطح الأرض، ويرجع اختلاف درجات الحرارة بين كتل الهواء الدافئة والباردة إلي تأثير أشعة الشمس.

آخر صور انتقال الحرارة -انتقال الحرارة بالإشعاع- يمكن توضيحه من خلال مثال ضوء الشمس، فضوء الشمس لا يصل لنا عن طريق التوصيل أو الحمل بشكل مباشر وذلك لكون الفضاء فارغا. فأشعة الشمس تنتقل في خطوط مستقيمة تسمى أشعة حرارية، وانتقال الحرارة علي هذه الصورة يعرف بانتقال الحرارة بالإشعاع. عندما تصطدم أشعة الشمس بسطح الأرض فإنها إما أن تمتص أو ترتد، والأسطح السوداء أو الداكنة تمتص الأشعة الحرارية بشكل أفضل من الأسطح البيضاء أو الفاتحة، وهذا يفسر لبس الملابس البيضاء والفاخرة صيفا، والملابس الداكنة شتاءً.

الباب الثاني: الكهرباء

تظهر الكهرباء بصورة واضحة في كافة نواحي الحياة، فالكهرباء تدير تروس الماكينات في المصانع وتمد الحاسبات "Computers" بالطاقة اللازمة لتشغيلها وكذلك التلفزيون والأجهزة الإلكترونية بالإضافة إلى إنارة الشوارع ليلاً، كما أن الطاقة الصادرة من البطاريات تدير سياراتنا. ويستطيع كل منا أن يفعل شيئاً بسيطاً ليُشعر بأهمية الكهرباء، فمثلاً قم بجولة في مدرستك أو منزلك واكتب كل أنواع الأجهزة المختلفة وكذلك الماكينات التي تعتمد في تشغيلها على الكهرباء، وسوف تدهش بتعدد الأجهزة التي تستخدمها وتعتمد عليها في حياتك اليومية والتي تستخدم الكهرباء كمصدر للطاقة.

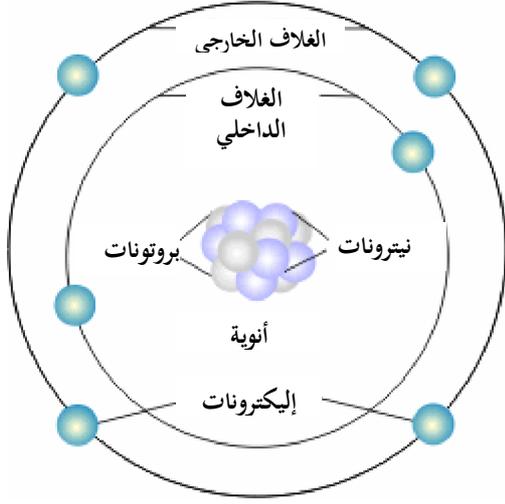
لكن يظل السؤال، ما هي الكهرباء؟ من أين تأتي؟ كيف تعمل؟ وقبل أن نتفهم هذه الأمور فإننا نحتاج إلى بعض البيانات عن الذرة "Atom" وتكوينها.

كل المواد تتكون من ذرات، والذرات بدورها تتكون من جسيمات أصغر، وهذه الجسيمات هي البروتون "Proton"، النيوترون "Neutron"، والإلكترون "Electron". فالإلكترونات تدور في مسارات حلزونية حول محورها وكذلك حول نوياتها "Nuclei" بنفس الطريقة التي يدور بها القمر حول الأرض، فالنويات تتكون من نيوترونات وإلكترونات.

تحتوي الإلكترونات على شحنات سالبة والبروتونات على شحنات موجبة، في حين أن النيوترونات متعادلة الشحنة. وتوجد أنواع مختلفة من النويات كل نواة خاصة بعنصر مختلف، حيث يوجد 118 عنصر مختلف هي التي تشكل الحياة من حولنا، والأكسجين الذي يمثل أحد أهم عناصر الحياة على كوكب الأرض هو أحد هذه العناصر.

تتكون كل نواة من عدد معين من الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات، ويمكن تصنيف الأنوية كأحد نوعين إما "مستقرة" أو غير مستقرة"، وتسمى النواة مستقرة إذا كان عدد الإلكترونات مساوي لعدد البروتونات. فالنواة التي تحتوي على 6 بروتونات يجب أن تحتوي على 6 إلكترونات، ويعرف هذا العنصر بيننا باسم "الكربون"، فالكربون يوجد في الغلاف الجوي "Atmosphere" وفي معظم النباتات وكذلك الطعام الذي نتناوله، وكما أن الفحم

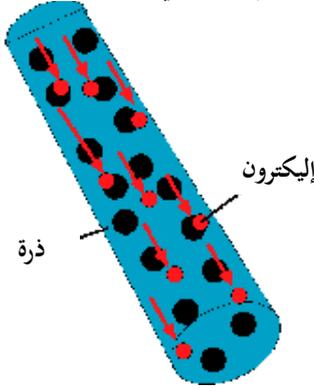
◀ "تجاذب الأجسام ذات الشحنات المختلفة وتتافر الأجسام ذات الشحنات المتشابهة"



يتكون من الكربون فالألماس أيضا هو أحد مركبات الكربون!!.

أيضا توجد بعض العناصر الغير مستقرة، والتي تعرف علي أنها تحتوي علي عدد من الإليكترونات التي يمكن أن تتحرر وذلك حتى تتعادل مع عدد النيوترونات، والأنوية التي تحتوي علي إلكترونات أكثر من النيوترونات تكون سالبة الشحنة، ويطلق علي هذه الأنوية السالبة الشحنة "أيونات".

شكل (5): رسم توضيحي للذرة ومكوناتها



تستطيع الإليكترونات أن تنتقل من نواة لأخرى، وهو ما يسبب التيار الكهربائي، فانتقال الإليكترونات من نواة لأخرى يتم علي شكل سريان متواصل (يشبه السلسلة) بين الأنوية وبعضها. وهذه السلسلة تشبه انتقال المشاعل في أيدي حلقة من الأشخاص بشكل مستمر ودائم وفي سرعة كبيرة، وهو ما يحدث عند انتقال الكهرباء في سلك أو في دائرة كهربية، فالشحنة تنتقل من نواة لأخرى ليمر معها التيار الكهربائي.

شكل (6): رسم توضيحي لحركة الإليكترونات

يملك العلماء والمهندسون من الطرق ما يمكنهم من نقل الإليكترونات من نواة لأخرى، وهو ما يحدث بإضافة إلكترونات أو بروتونات إلي النواة مما يمنع استقرارها فتبحث النواة عن بروتون أو إلكترون ليملا الفراغ ولتستقر النواة، وعليه يقال أن هذه النواة الغير مستقرة "موجبة الشحنة" لأنها تحتوي علي عدد من البروتونات أكثر من عدد الإليكترونات. بناء علي ذلك فإن الإليكترون الحر يتحرك في انتظار أي نواة غير مستقرة ليحقق لها الاستقرار، وبالتالي فإن النواة التي تحتوي علي عدد من الإليكترونات أكبر من عدد النيوترونات تسمي نواة سالبة الشحنة.

لكن ما الذي تفعله الشحنات السالبة والموجبة؟، طالما أن هناك أنوية موجبة الشحنة فإنها تبحث عن إلكترونات سالبة الشحنة حتى تستقر، وبالتالي فإن هذه الأنوية تمتلك قوي تجاذب نحو الإليكترونات. أيضا الإليكترونات تريد أن تكون جزءا من النواة المستقرة، وعليه فإنها تمتلك قوي تجاذب مع النيوترونات موجبة الشحنة، ومعني هذا أن الجسيمات الموجبة تنجذب نحو السالبة والعكس صحيح، ويحدث ذلك بغرض الاستقرار.

كلما زاد عدد الإليكترونات والنيوترونات كلما كان التجاذب بينهما أقوى، وبالتالي يكون لدينا مجموعات من شحنات "Charges" موجبة وأخرى سالبة تنجذب إلى بعضها البعض. فالمواد تصنف علي أساس توصيلها للكهرباء، حيث توجد مواد توصل التيار الكهربائي بشكل أفضل من مواد أخرى وهذه المواد تكون الإليكترونات فيها غير مستقرة، وبالتالي تعمل علي توصيل التيار الكهربائي فتسمى موصلات "Conductors". وتعتبر معظم المعادن مثل النحاس والألمنيوم والحديد مواد جيدة التوصيل، فإذا وجد ما يوقف أو يمانع حركة الإليكترونات أو يجعل حركتها غير سهلة، فإن هذه المواد تسمى عوازل "Insulators"، ومن أمثلة هذه المواد المطاط، البلاستيك، الخشب، الزجاج، والهواء الجاف وكلها مواد لديها مقاومة عالية تمنع توصيل التيار الكهربائي خلالها.

المقاومة

سبق وذكرنا أن بعض العناصر تحتوي علي إليكترونات ضعيفة الارتباط، وهي التي تتسبب في نشأة التيار الكهربائي وذلك عند انتقال هذه الإليكترونات من نواة لأخرى. والإليكترونات ليست سوي جسيمات متناهية الصغر، فبفرض أننا قسمنا سلك نحاسي إلي قطع متناهية الصغر، فإن أصغر هذه الأجزاء يحتوي علي 1×10^{22} إليكترون، وهو رقم هائل يصعب نطقه.

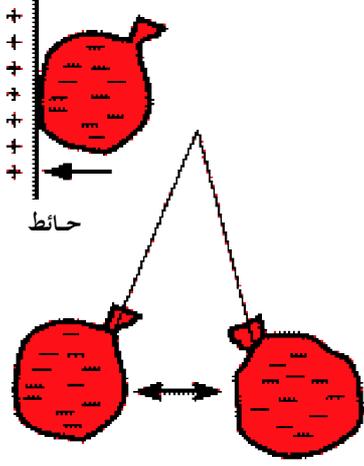
إن انتقال الكهرباء في مواد وعدم انتقالها في مواد أخرى يرجع إلي ما يعرف بمقاومة المواد. وتعتمد مقاومة سلك ما علي سُمك السلك وطوله بالإضافة إلي المادة المصنوع منها السلك. هذا وتستخدم العديد من المواد مثل النحاس والألمنيوم والحديد لصناعة الأسلاك المستخدمة في نقل التيار الكهربائي، وكل نوع من هذه المواد له مقاومة مختلفة، وأقل هذه المواد مقاومة هي أفضلها في نقل التيار الكهربائي. ويعتبر النحاس أحد أفضل هذه المواد، ولهذا السبب فإن كل أسلاك الكهرباء الموجودة داخل منازلنا مصنعة من النحاس.

بناءً علي فهمنا للمقاومة يمكننا الآن استخدام قطعة من المعدن لتعمل كسخان "Heater"، فعند مرور تيار كهربائي في القطعة المعدنية فإن مقاومتها تؤدي إلي حدوث احتكاك وبالتالي ترتفع درجة حرارة القطعة المعدنية فتُسخن الوسط المحيط بها لتعمل القطعة المعدنية كسخان، وكلما زادت مقاومة القطعة المعدنية كلما زادت درجة الحرارة التي يمكن أن نحصل عليها، وعليه فإن مقاومة الملف تكون أكبر من مقاومة السلك.

علي العكس من هذه المواد، يأتي البلاستيك كمادة عازلة للتيار الكهربائي، وهو ما يجعله مناسباً للاستخدام كغطاء للأسلاك الموصلة للكهرباء، أما الزجاج والفخار والسيراميك فتستخدم كعوازل توضع في نهايات الكابلات المشدودة علي الأبراج، لتعمل كعازل بين الكابلات والأبراج.

الكهرباء الساكنة

يوجد نوع آخر من الطاقة الكهربائية هي الكهرباء الساكنة، والتي تُعرف بأنها الكهرباء التي توجد في مكان محدد ولا تنتقل إلى مكان آخر. ولتبسيط هذا المفهوم يمكن إجراء التجربة التالية:



شكل (7): رسم تخطيطي لإكتساب الشحنات الكهربائية الساكنة

- احضر بالونا مملوءا بالهواء ثم دلكه بقطعة من الصوف ثم ضعه قريبا من الحائط، ستجد أن البالون يلتصق بالحائط كما في الشكل رقم (7).
- يمكنك أيضا ربط بالونين في نهايتي خيط ثم ذلك كل منهما بقطعة من الصوف وتركهما، تجد أن البالونين يتنافران.

وتفسير ذلك، هو أن تدليك البالونين أعطي كل منهما شحنة ساكنة من الكهرباء، فتدليك البالون يعمل علي منحة مزيد من الإليكترونات من قطعة الصوف، وهو ما يجعله ذو شحنة سالبة، في حين أن الشحنة الموجبة الموجودة في الحائط هي التي أدت إلي انجذابه نحو الحائط. وهو أيضا ما أدى إلي تنافر البالونين وذلك لأن الشحنة المكتسبة في كل منهما شحنة سالبة.

يمكن أن تؤدي الكهرباء الساكنة إلي الإحساس بصدمة "Shock"، فإذا وقفت فوق سجادة ومسحت أقدامك بها عدة مرات ثم لمست شيئا معدنيا، فإن شرارة أو ومضة "Spark" يمكن أن تسري بين جسمك والجسم المعدني الذي لمستته. فمسح الأقدام في السجادة أعطي الجسم مزيدا من الإليكترونات التي تنتشر في الجسم، فإذا حاول الشخص أن يمسك شيئا معدنيا وليكن مقبض الباب لأدي ذلك إلي حدوث شرارة في الفجوة الصغيرة بين يد الشخص ومقبض الباب. ومن الملاحظات الهامة، أنه إذا مسح شخص قدميه عدة مرات في سجادة ثم لمس وحدة التشغيل المركزية الخاصة بحاسبه الشخصي، فإن الحاسب ربما يتعطل نتيجة لهذه الشحنة التي اكتسبها الشخص وتم تفرغها في وحدة التشغيل المركزية.

تمثل الصواعق الكهربائية الناشئة عن البرق والرعد أحد أنواع الكهرباء الساكنة، فنتيجة لاحتكاك السحب ببعضها البعض فإنها تكتسب شحنة سالبة، في حين تكون الأجسام المعدنية الموجودة فوق أسطح المنازل مثل أطباق الاستقبال والهوائيات وتلك الموجودة علي الأبراج موجبة الشحنة، وكننتيجة لكون السحب ذات شحنة عالية فإنه من الممكن أن ينتقل إليكترون من الأرض إلي السحب أو من سحابة لأخرى، وهو ما يكفي لإحداث صاعقة.

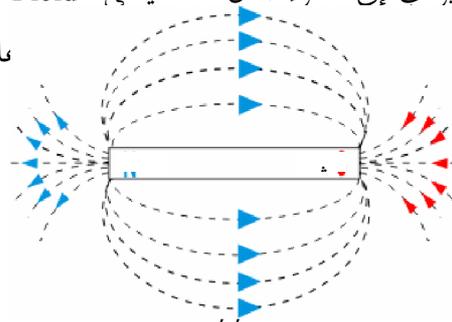
المغناطيسية

عندما عثر على قطع من الحديد الممغنط بمنطقة قريبة من مدينة مغنيسية "Magnesia"، والمعروفة الآن باسم مدينة مانيزا في غرب تركيا تبين في ذلك الوقت أنه عند تقريب قضيب من الحديد إلى مغناطيس طبيعي، فإن القضيب الحديدي يكتسب بدوره الخواص المغناطيسية، وأنه عند تعليق مثل هذا القضيب الممغنط تعليقاً حراً من منتصفه فإنه يشير دائماً إلى اتجاه الشمال. نتيجة لتلك الخاصية استخدم الحديد الممغنط في الملاحاة لتحديد الاتجاهات أثناء السفر عبر البحار، وكان ذلك منذ القرن الحادي عشر. في بداية الأمر فسر العلماء الخواص المغناطيسية والعلاقة بين المواد ذات المغناطيسية باستخدام الأقطاب المغناطيسية "Magnetic Poles"، فأطلقوا على نهاية القضيب الممغنط التي تشير إلى اتجاه الشمال، القطب الشمالي "North Pole"، وأطلقوا على الطرف الآخر، القطب الجنوبي "South Pole"، وأثبتوا أن القطبين المختلفين يتجاذبان، وأن القطبين المتشابهين يتنافران.

إلا أن الأقطاب المغناطيسية لا توجد مفردةً، فكل قطب شمالي يصاحبه في الطرف الآخر قطب جنوبي، وإذا كسر مغناطيس فإن الطرف المكسور يتحول مباشرة إلى قطب، ذي طبيعة مخالفة لطبيعة الطرف المقابل للكسر. تشير الإبرة الممغنطة في البوصلة إلى اتجاه الشمال؛ لأن الأرض في حد ذاتها مغناطيس كبير، قطبه المغناطيسي الشمالي قريب جداً من القطب الجنوبي الجغرافي، والمحور المغناطيسي للكوكب الأرضية، لا يوازي تماماً المحور الجغرافي لها، وهو محور الدوران، ولهذا السبب، تنحرف قراءة البوصلة قليلاً عن اتجاه الشمال الجغرافي؛ هذا الانحراف يتغير من موقع لآخر، ويطلق عليه "الانحراف المغناطيسي". كما أن خطوط المجال المغناطيسي للأرض ليست أفقية تماماً في معظم المناطق على سطح الأرض، ويطلق على ميل خطوط المجال المغناطيسي، إلى أعلى أو أسفل عن الاتجاه الأفقي، الميل المغناطيسي.

المغناطيسية والكهرباء

في معظم الأجسام، تكون القوي الداخلية للجزيئات في حالة اتزان، بمعنى أن نصف عدد الإلكترونات تدور في اتجاه والنصف الآخر يدور في الاتجاه المعاكس، إلا أن الأجسام المغناطيسية تختلف، فنجد أن الإلكترونات الموجودة في أحد الأطراف تدور في اتجاه يخالف اتجاه الدوران في الطرف الآخر، وهو ما ينشأ عنه عدم توازن في القوي بين أقطاب المغناطيس. مما يؤدي إلى نشوء مجال مغناطيسي، "Magnetic Field". عادة ما يعطى قطبي المغناطيس حرفي "ش أو N" لترمز إلى القطب الشمالي، وهو ما يبين أن



المغناطيس حرفي "ش أو N" لترمز إلى القطب الشمالي، وهو ما يبين أن القوي المغناطيسية تسري من القطب

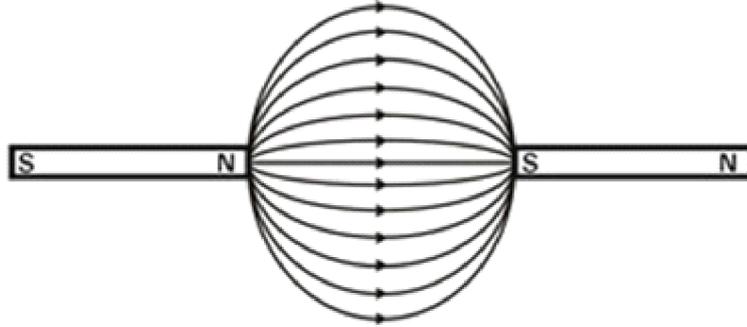
الطاقة: مصادرها - أنواعها - استخدامها

محمد مصطفى محمد الخياط

شكل (8): رسم تخطيطي للمجالات

المغناطيسية

هل جرت أن تضع مغنطيسين بالقرب من بعضهما البعض؟، إن لم تكن فعلت فافعل وستجد أنك إذا قربت القطبين المتشابهين فإن المغنطيسين يتنافران، في حين أنك إذا قربت قطبين مختلفين (شمالي وجنوبي) من بعضهما البعض فستجد أنهما يتجاذبان بل وينشأ بينهما مجال مغناطيسي يشابه ذلك المجال المبين في شكل رقم (9).



شكل(9): رسم تخطيطي للمجالات المغناطيسية بين قطبين مختلفين

هذه الخصائص الخاصة بالمجالات المغناطيسية يمكن الاستفادة منها في توليد الكهرباء، فحركة المجالات المغناطيسية يمكن أن تدفع الإلكترونات إلى الحركة، وبعض المعادن مثل النحاس تحتوي على إلكترونات حرة الحركة تولد كهرباء عند دفعها في سلك نحاسي.

الباب الثالث: الدوائر الكهربائية

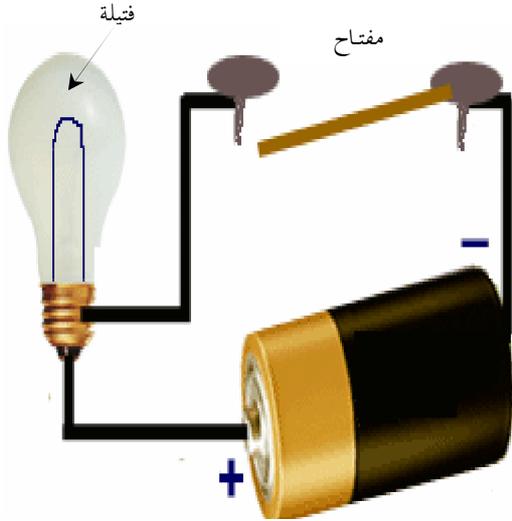
تستطيع الإليكترونات سالبة الشحنة أن تنتقل إلى نواة موجبة الشحنة إذا وجدت قنطرة أو وصله بينها وبين تلك النواة، وهو ما يسمى دائرة كهربية. فعند إنشاء دائرة كهربية تبدأ الإليكترونات في التحرك اعتماداً على مقاومة المادة. وطالما أننا نستطيع تحديد عدد الإليكترونات التي تمر في الدائرة الكهربائية خلال زمن معين بالتحكم في مقاومة السلك، فإننا يمكن أن نستفيد من حركة الإليكترونات والكهرباء التي تتولد في الفترة التي نسمح فيها بمرور الإليكترونات، فمثلاً يمكننا أن نجعل الإليكترونات تسخن شعيرة (فتيلة) في مصباح زجاجي مما يؤدي إلى توهجه. فعند غلق الدائرة يمر التيار الكهربائي حتى يصل إلى المصباح فينيره أما إذا تم فتح الدائرة فإن التيار الكهربائي لا يستطيع الوصول إلى المصباح فينطفئ، ولفتح وغلق الدائرة يلزم وجود مفتاح يمكن من خلاله التحكم في عمليتي الفتح والإغلاق، تماماً كما في شكل رقم (10)، وهذا هو ما حدث بالضبط مع "توماس إديسون Thomas Edison"³ مخترع المصباح الكهربائي.

قد يحدث أن نضغط على المفتاح لتغلق الدائرة فتسري الكهرباء في الأسلاك لتصل إلى المصباح لكنه لا يتوهج أي أن فتيلة المصباح لا تسخن، وقد يرجع ذلك إلى قطع فتيلة المصباح كما هو موضح بشكل رقم (11)، وهو ما يعني فتح الدائرة الكهربائية.

من الممكن أن تصطدم الإليكترونات -نتيجة لحركتها السريعة- بأحد الأنوية، فتبطئ سرعتها أو يتغير اتجاه حركتها، هذا بالإضافة إلى فقدان جزء من الطاقة كنتيجة للتصادم وهو ما يظهر في شكل حرارة، وقد يحدث هذا الإجراء في الأسلاك ذات المقاومة العالية. يمكن تمثيل أسلاك التوصيل بحرطوم تعبر فيه كمية المياه عن الكهرباء، وضغط الماء عن الجهد في الدائرة، وقطر الخرطوم عن المقاومة في السلك.

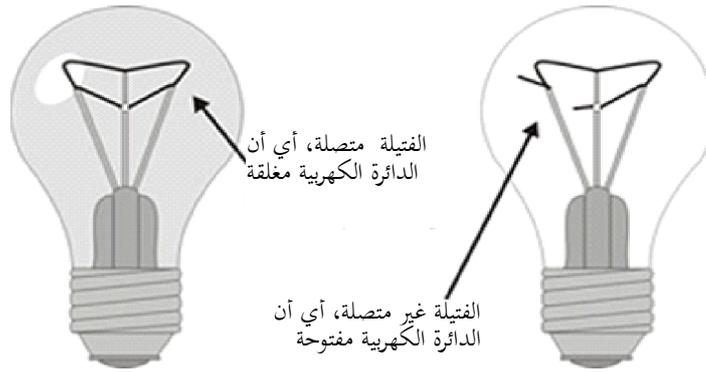
ينشأ التيار الكهربائي نتيجة حركة الإليكترونات في الدائرة الكهربائية

³ ولد "توماس ألفا إديسون" في 11 فبراير 1847 بولاية أوهايو الأمريكية، اخترع أول مصباح كهربائي وأسس في عام 1892 شركة جنرال إلكتريك لتكون أكبر شركة في مجال الطاقة في ذلك الوقت، وأطلق وقتها شعار "أن الأغنياء سيكونون هم القادرون وحدهم على شراء الشمع" وذلك في إشارة منه إلى أن الكهرباء سوف تجعل الشمع -أحد وسائل الإنارة الشائعة في ذلك الوقت- نادر الاستخدام مما سيؤدي إلى رفع سعره، ويرجع الفضل لتوماس إديسون في الكثير من الاختراعات، وقد توفي في 18 أكتوبر 1931 بولاية نيو جيرسي الأمريكية.



شكل (10): دائرة كهربية بها مفتاح للتحكم في عمليتي الإغلاق والفتح

أصبح الآن من المعروف أن حركة الشحنات في الدائرة الكهربائية تؤدي إلى نشوء تيار كهربى، فالإلكترونات تتحرك من القطب السالب إلى القطب الموجب، فإذا تم توصيل القطبين فإننا نحصل على دائرة كهربية. يطلق على الإلكترونات التي تمر في السلك الكهربى لفضة تيار "Current"، ويقاس التيار الكهربى بوحدة الأمبير الذي يعرف بأنه $625.000.000.000.000.000.000$ ($10^{18} \times 625$) إلكترون تمر عبر الدائرة كل ثانية، ولأن هذا الرقم كبير جدا، فقد أطلق عليه لفظة "كولب" وذلك إشارة للعالم الفرنسى "شارل كولب Charles Coulomb"⁴ الذي ساعد في تعريف التيار الكهربى.



شكل (11): مصباحان كهربيان أحدهما غير صالح للإستخدام (يمين)، والآخر صالح للإستخدام (شمال)

تعرف الشحنة بين جانبي الدائرة الكهربائية بالجهد "Voltage" وهو ما يقاس بالفولت نسبة إلى العالم "أليكسندر فولتا Alexander Volta"⁵ أول من أخترع البطاريات الجافة. والفولت هو الشحنة الكهربائية اللازمة للحصول على واحد كولب، مما يؤدي إلى الحصول على شغل، والذي يمكن تعريفه بوحدة "الجول".

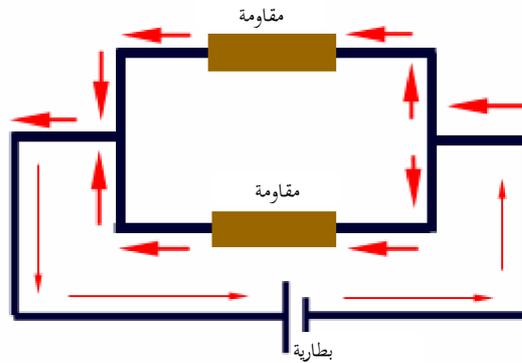
⁴ ولد "شارل كولب" في 14 يونيو 1736 بفرنسا، التحق في مارس 1757 بجمعية العلوم بمدينة مونبلييه وقرأ على الجمعية العديد من أبحاثه في مجال الميكانيكا والاحتكاك، وعرف نظرية في التجاذب والتنافر بين الأجسام المختلفة والمتشابهة الشحنة، توفي في 23 أغسطس 1806 بباريس .

⁵ "ألكسندر فولتا" فيزيائى إيطالى من الرواد الذين عملوا في مجال الكهرباء ولد عام 1745، وتولى في عام 1774 كرسي الأستاذية في الفيزياء بالجامعة الملكية، سجل نفسه في عام 1776 لدراسة الكيمياء، كما تولى في عام 1779 منصب الأستاذية في الفيزياء بجامعة "بافيا" لمدة 25 عاما، وفي عام 1799 ابتكر أول بطارية وأطلق عليها اسم "عمود فولتا" وتوفي في عام 1827.

لكل من الجهد والتيار والمقاومة أهمية كبيرة في تصميم الدوائر الكهربائية، فإذا كان الجهد كبير جدا فإن الدائرة الكهربائية تحترق، أما إذا كان صغيرا فإن الدائرة لا تكون قادرة علي بذل شغل، وبالتالي فهي غير مفيدة لنا. وبنفس الأسلوب إذا كانت المقاومة كبيرة جدا فإنها لن تسمح للإليكترونات بأن تمر من خلالها، أما إذا كانت ضعيفة فإن الإليكترونات سوف تتدافع بمعدل عالي مما يؤدي إلي حرق الدائرة. ومن هنا نجد أن كل دائرة يجب أن يكون لها تصميمها الخاص الذي يتيح لها العمل بالشكل المطلوب، وهو ما يفسر اختلاف عدد البطاريات اللازمة لتشغيل بعض الأجهزة، فمثلا نجد راديو الكف يحتاج إلي بطاريتين في حين أن الأحجام الأكبر ربما تحتاج إلي ثلاث أو أربع بطاريات.

التوصيل علي التوالي والتوازي

إذا كان لدينا دائرة كهربية واحدة تستطيع أن تسري فيها الإليكترونات من جانب لآخر فإننا نسميها دائرة متوالية "Series Circuit". أما إذا تم وضع دائرة أخرى تقابل الدائرة الأولى فإننا نحصل علي دائرة متوازية "Parallel Circuit" تحتوي علي دائرتين تعمل كل منهما علي التوازي مع الدائرة الأخرى كما في شكل رقم (12). ويمكن لنا أن نحصل علي عدد كبير من الدوائر التي تعمل علي التوازي مع بعضها علما بأن جميع هذه الدوائر تشترك في نفس الجهد لكنها تسمح بمرور التيار الكهربائي في مسارات عديدة، وهو ما يعني أن إجمالي عدد الإليكترونات التي تمر في السلك يمكن أن تزيد بدون تدمير أو حرق الدائرة.

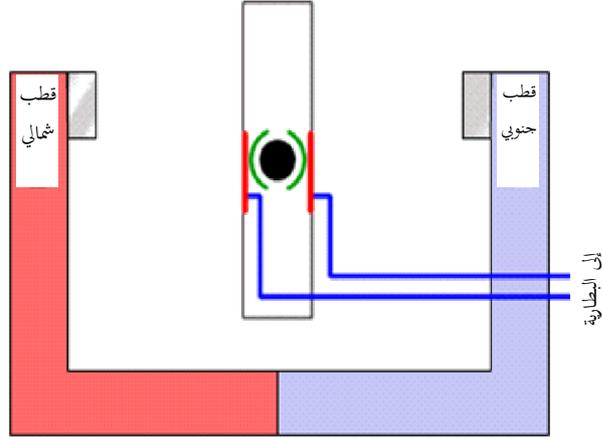


شكل (12): دائرة كهربية علي التوازي

الموتور الكهربائي

يعمل الموتور الكهربائي من خلال تحويل الطاقة الكهربائية إلي طاقة ميكانيكية، حيث يعتمد في عمله علي وجود مجال مغناطيسي، حين يمر التيار الكهربائي في الملف "Coil" الموضوع بين قطبي المغناطيس - كما هو موضح بشكل رقم (13) - فإن مجالا مغناطيسيا آخر ينشأ، يقوم القطب الشمالي للمجال المغناطيسي بجذب المجال

الجنوبي الناشئ في الملف، فيدفع القطبين الشماليين كل منهما الآخر -نتيجة للتنافر بين الأقطاب المتشابهة- فيدور الملف المثبت بين القطبين. يفيد هذا الدوران في فكرة عمل العديد من الأجهزة الكهربائية مثل المراوح، موتور رفع المياه، تحريك الأبواب وغيرها من الأمثلة العديدة.



شكل (13): رسم تخطيطي لموتور

البطاريات

البطارية هي مجموعة من الخلايا الكيميائية، تُحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية، وتعتبر البطاريات مصدراً للجهد المستمر. فعند وضع معدن ما في محلول موصل للكهرباء مثل المحلول الملحي فإن المادة المعدنية تكتسب جهداً كهربياً كنتيجة للتفاعل الكيميائي الذي يؤدي إلى تبادل الإلكترونات بين سطح المادة والمحلول، فإذا وضع معدنان مختلفان في المحلول الكهربائي فإن كل منهما يكتسب جهداً كهربياً مختلفاً، وهو ما يعني حدوث فرق جهد كهربائي بين المعدنين، فإذا تم توصيل دائرة كهربية بين هذين المعدنين فإن فرق الجهد يعمل على دفع تيار من الإلكترونات تتحرك من الطرف الأقل جهداً "أنود" إلى الطرف الأعلى جهداً "كاثود".

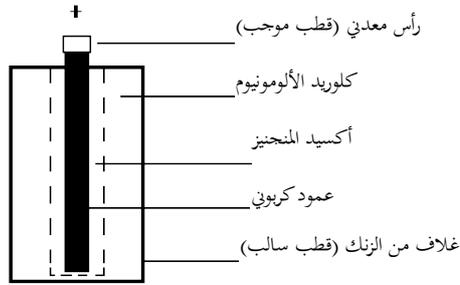
الطاقة المخزنة والبطاريات

يعتبر اختزان الطاقة أحد المجالات الهامة التي تدخل في العديد من التطبيقات مثل تشغيل الهواتف المحمولة والسيارات وأجهزة الراديو والحاسبات المحمولة. والطاقة -بصفة عامة- يمكن أن تتحول من صورة لأخرى وأحد هذه الصور وأكثرها شيوعاً هي الطاقة الكيميائية التي يمكن حفظها في بطاريات بغرض إنتاج الكهرباء عند وضعها في دائرة كهربية. وللبطارية قطبان أحدهما موجب "+" والآخر سالب "-", فإذا وصلنا بينهما تتكون الدائرة الكهربائية وتنتقل الإلكترونات لتنشأ الكهرباء.

أما سبب نشوء الكهرباء في البطاريات فيرجع إلي التفاعلات الكيماوية والتي لا تبدأ إلا إذا حدث سريان للإليكترونات من القطب السالب إلي القطب الموجب، لذا فإن البطاريات يمكن أن تحتزن الطاقة لمدة طويلة قبل استخدامها.

التفاعلات الكيماوية داخل البطاريات

تعرف البطاريات التي تتكون من مادتي الكربون والزنك اختصاراً باسم بطاريات الكربون، حيث تحتوي علي مادة حمضية يتوسطها عمود من الزنك وما يحدث عند وضع عمود الزنك في الوسط الحمضي هو أن يتفاعل الوسط الحمضي مع الزنك، مما يؤدي إلي إنتاج غاز هيدروجين وحرارة بالإضافة إلي تآكل عمود الزنك. عند انقسام الجزيئات الحمضية إلي مكوناتها عادة ما نحصل علي غاز الهيدروجين وأنوية أخرى، بالإضافة إلي تحرير إليكترونات من ذرات الزنك لتتحد بدورها مع أيونات الهيدروجين لتكون غاز الهيدروجين.



شكل (14): شكل مبسط لبطارية زنك - كربون

لكن إذا وضع عمود من الكربون في وسط حامضي لا يحدث تفاعل بينهما إلا إذا تم التوصيل بينهما بسلك، وبمعني آخر تكوين دائرة كهربية. حيث تبدأ الإليكترونات في السريان عبر السلك لينتج من هذا التفاعل قدراً بسيطاً من الهيدروجين يترسب علي عمود الكربون، بالإضافة إلي إنتاج قدر بسيط من الحرارة يسري عبر الدائرة. والطاقة الناتجة من هذه الدائرة تكفي لإنارة لمبة كشاف أو تحريك موتور صغير كما يمكن زيادة سعة البطارية لتستخدم في إدارة سيارة.

كيفية صنع بطارية

نستطيع أن نستخلص مما سبق أن البطارية ليست سوي جهاز يحتزن معادن وكيماويات بغرض توليد الكهرباء، وبناء علي هذه الفكرة سوف نحاول معاً أن نصنع بطارية بسيطة بالمكونات التالية:-

- فاكهة حمضية (مثل الليمون)
- سلك من النحاس طوله حوالي 5 سم

- سلك من الزنك طوله حوالي 5 سم
- لمبة كشاف صغيرة موصلة بسلك نحاسي

خطوات العمل:

1. ادعك الليمونة براحة يدك بغرض تليينها
2. أدخل سلكي النحاس والزنك داخل الليمونة مع مراعاة عدم نفاذهما من الجانب الآخر وعدم جرح القشرة الخارجية للليمونة
3. قشر حوالي 1 سم من السلك النحاسي الموصل باللمبة
4. لف طرف سلك اللمبة علي السلك النحاس
5. ضع قاعدة اللمبة علي سلك الزنك

مدهش!!! اللمبة تضيء

الأنواع المختلفة للبطاريات

- يوجد العديد من البطاريات التي تستخدم أنواعا عديدة من الكيماويات، وفيما يلي بعض من هذه الأنواع:-
- بطاريات حامض الرصاص: وتستخدم في السيارات
 - بطاريات الليثيوم: وتستخدم في الكاميرات وأجهزة الكمبيوتر المحمول والهاتف النقال
 - البطاريات الحامضية: وتستخدم الزنك وأكسيد المنجنيز

الباب الرابع: توليد الكهرباء

سنتعرف في هذا الفصل علي كيفية توليد الطاقة الكهربائية في محطات القوي " Power Plants"، كما سنتطرق إلي كيفية تحويل الطاقة الحرارية إلي طاقة كهربية ثم نقلها من محطات القوي إلي المنازل والمصانع والمدارس ومناطق الاستهلاك.

محطات القوي

تحتوي محطات القوي علي غلايات ضخمة تُستخدم في حرق الوقود والحصول علي حرارة. وتشبه الغلاية براد الشاي الموضوع علي النار، فعندما يغلي الماء يبدأ البخار في الخروج من الفتحة الموجودة في مقدمة البراد، وما يحدث في الغلاية هو توجيه البخار في أنابيب نحو توربينة "Turbine". في معظم الغلايات يستخدم الفحم والغاز الطبيعي وزيت البترول في الحرق داخل صندوق الحريق وذلك بهدف إنتاج حرارة يكون الغرض منها تسخين المواسير التي تحتوي علي الماء والذي ترتفع درجة حرارته ليغلي عند 100 درجة مئوية ثم يتحول إلي بخار.

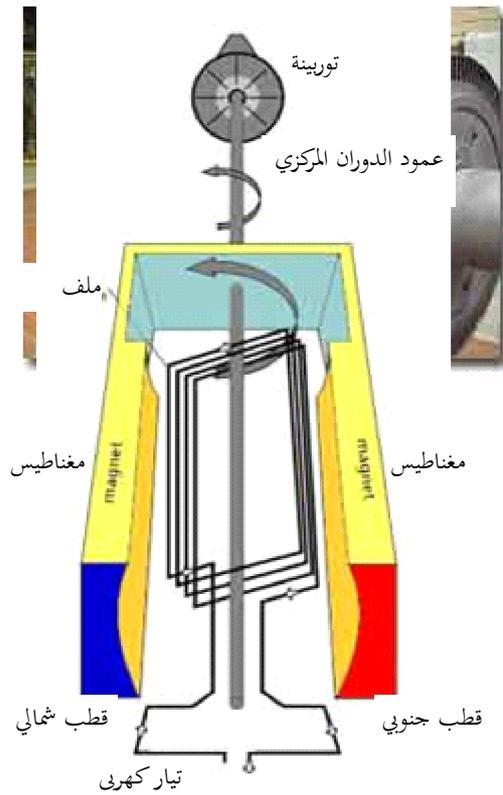
يعرض الشكل رقم (15) صورة لتوربينة ومولد "Generator"، فالماسورة الكبيرة ناحية اليسار هي مدخل البخار إلي التوربينة وعلي الجانب الأيمن يوجد مخرج البخار. هذا ويتم تغذية البخار للتوربينة تحت ضغط عال "High Pressure"، مما يؤدي لدوران التوربينة وكذلك عمود الدوران المركزي بها والموصل بمولد يتولى تحويل الطاقة الميكانيكية إلي طاقة كهربية.

أما شكل التوربينة من الداخل فيوضحه الشكل رقم (16)، والذي يبين أن التوربينة تتكون من مئات الريش "Blades" التي يتم ضبطها علي زاوية معينة، وكنتيحة لاصطدام البخار بهذه الريش فإنها تدور ليدور معها عمود الدوران المركزي.

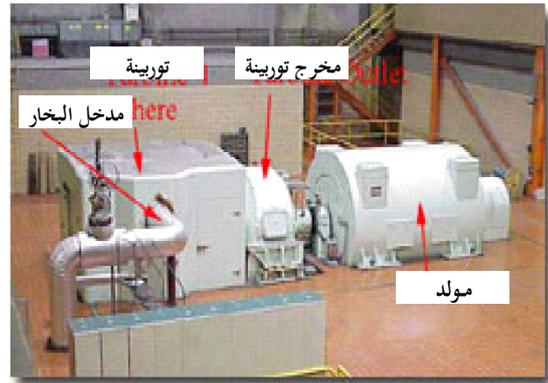
يوجه البخار الخارج من التوربينة إلي برج تبريد "Cooling Tower" بغرض خفض درجة حرارة البخار ومن ثم تكتيفه، وما يحدث داخل برج التبريد هو أن يصطدم الهواء الجوي البارد بمواسير البخار الساخنة فيتحول جزء من بخار الماء الموجود في الهواء إلي بخار كنتيحة لارتفاع درجة حرارة المواسير ثم يخرج من أعلي برج التبريد كسحب بيضاء، وهو ما يفسر السحب

◀
"تخدم الطاقة الكهربية حوالي 98.5% من سكان مصر البالغ عددهم حوالي 72 مليون نسمة"

البيضاء التي تعلق أبراج التبريد الموجودة بمحطات القوى الكهربائية، وهذه السحب ليست دخاناً لكنها إما بخار ماء أو بخار فقط أو كليهما، والبخار الذي يتصاعد من أبراج التبريد ليس هو البخار المستخدم داخل التوربينة، فالبخار الذي تم تبريده يتكاثف داخل المواسير - يتحول إلى ماء - ليعاد مرة أخرى إلى الغلاية للتسخين ومن ثم يتحول إلى بخار وليممر بنفس المراحل السابقة، ويستمر تكرار هذا الإجراء طالما أن محطة القوى تعمل.



شكل (17): شكل توضيحي للتوربينة والمولد



شكل (15): بعض مكونات محطات القوى

تستخدم محطات القوى العديد من أنواع الوقود بغرض إنتاج البخار فهناك محطات تستخدم الغاز الطبيعي وأخرى تستخدم زيت البترول أو الفحم. في حين تستخدم محطات القوى النووية "Nuclear Power Plants" الطاقة النووية لتسخين الماء وبالتالي لإنتاج الكهرباء.

كيفية عمل المولد

توصل التوربينة من خلال عمود الدوران المركزي مع مولد يحتوي على مجال مغناطيسي كبير بداخل جزء ثابت "Stator" ومع دوران التوربينة يدور العمود المركزي فيدور معه الجزء الدوار "Rotor" الموجود داخل المولد كالموضح بشكل رقم (17)، وكلما قطع الجزء الدوار المجال المغناطيسي كلما حصلنا على كهرباء، وبالتالي فإن وظيفة المولد الكهربائي هي تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية.

تعتمد فكرة عمل المولد على تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية من خلال إدارة ملف في وجود مجال مغناطيسي، وذلك اعتماداً على مبادئ المجال المغناطيسي الحثي "Electromagnetic Induction" والتي اكتشفت

عام 1831 علي يد العالم البريطاني "مايكل فاراداي" Michael Faraday⁶ الذي اكتشف أن قطع موصل كهربى (مثل سلك نحاسى) لمجال مغناطيسى ينتج عنه تيار كهربى فى الموصل الكهربى. ولإدارة الملف الكهربى نحتاج إلى مصدر طاقة حركة مثل الرياح أو المياه الساقطة من الشلالات أو حرق الفحم أو البترول أو الغاز الطبيعى، كل هذه المصادر تقوم بتوليد الطاقة اللازمة لإدارة الملف بين قطبي مغناطيس. والطاقة الكهربائية المنتجة من محطات القوى تسرى عبر كابلات نقل القوى "Power Transmission Cables" الضخمة إلى مناطق الاستهلاك مثل المنازل والمصانع وغيرها لتشغيل الأجهزة التى نحتاجها.

نظام نقل الكهرباء

المرحلة التالية لإنتاج الكهرباء من محطات القوى هى عملية توزيعها وتوصيلها إلى المستخدمين الذين يتواجدون فى المدن والقرى وغيرها من مناطق الاستهلاك مثل المصانع. فكلما زادت سعة المولد كلما أمكن الحصول على كهرباء أكثر يمكن أن يصل جهدها إلى حوالى 25.000 فولت أى (25 كيلو فولت)، والجهد هو قياس للقوة الدافعة الكهربائية المارة فى كابلات النقل، فهو القوة التى تدفع الإلكترونات فى الدائرة الكهربائية.

فى بداية الأمر توجه الكهرباء الناتجة من محطات القوى الكهربائية إلى محولات "Transformers" توجد داخل المحطات لتتولى رفع الجهد إلى حوالى 400.000 فولت. يفيد هذا الإجراء فى نقل أو ضخ الكهرباء لمسافات بعيدة حيث يعمل الجهد المرتفع على نقلها هذه المسافات بكفاءة عالية.

تصنع كابلات الجهد المرتفع "High Voltage" من النحاس أو الألومنيوم بسبب مقاومتها المنخفضة، إلا أن مقاومة الكابلات تؤدي إلى فقد جزء من الكهرباء فتتحول إلى حرارة، وهذه الكهرباء يتم نقلها إلى محطات المحولات التى تتواجد بالقرب من مناطق الاستهلاك لتقوم بخفض الجهد المرتفع إلى ما يعرف بالجهد المنخفض "Low Voltage".

من محطة المحولات يتم نقل الكهرباء فى مستويات جهد مختلفة إلى مناطق الإستهلاك القريبة منها، والغرض من اختلاف مستويات الجهد هو أن تصل الكهرباء بالجهد المطلوب إلى مناطق الإستهلاك التى تختلف إحتياجاتها من الكهرباء حسب أحمالها، والحمل "Load" هو الكهرباء التى تحتاجها الأجهزة عند المستخدم، فالمصانع تحتاج

⁶ ولد "فاراداي" يوم 22 سبتمبر 1791 بمدينة نيوانجتون بالقرب من لندن، تلقى فاراداي محاضرات فى الكيمياء على يد العالم الإنجليزي "هفري داني" ثم عمل مساعدا له بعد ذلك. فى عام 1823 أثبت أن الغازات يمكن إرسالها ونقلها وحصل بموجب هذا الإنجاز على منحة "بالمعهد الملكى"، وفى عام 1830 اكتشف العديد من النظريات الخاصة بالكهرباء واستمر فى أبحاثه حتى توفى فى 25 أغسطس 1867.

قدرا من الكهرباء غير الذي تحتاجه المنازل. لذا يخفض الجهد بالقرب من المنازل إلى حوالي 220 فولت حتى يتناسب مع تشغيل الأجهزة المنزلية مثل الأفران ومجففات الملابس.

وخطوط نقل القوي الكهربائية إما تمتد عبر أبراج خاصة وتسمى "كابلات هوائية" أو تدفن في الأرض وتسمى "كابلات أرضية"، هذا وتصمم كابلات نقل القوي علي أساس حمايتها من العوامل الجوية مثل العواصف الرملية والثلجية، التي يمكن أن تسبب في تحطيم هذه الكابلات.



شكل (18): صورة لمحطة محولات

في عام 1998 ضرب أحد أسوأ العواصف الثلجية كندا وبعض مناطق في الولايات المتحدة الأمريكية وقد أثرت هذه العاصفة علي كابلات نقل القوي بشكل مباشر حيث تحطم أكثر من 1000 برج معدني وحوالي 30.000 برج خشبي كانت تستخدم في مد الكابلات الهوائية، وقد أدت هذه

الحوادث إلى حرمان حوالي 1.4 مليون شخص في إقليم كيبيك "Quebec" و 230.000 شخص في مدينة "أونتاريو" بكندا من الكهرباء لقرابة الأسبوع.

عند دخول الكهرباء إلى منازلنا فإنها تمر علي عدادات "Meters" لتسجيل إستهلاكنا منها، وتؤخذ قراءات هذه العدادات بداية كل شهر بغرض معرفة الإستهلاك الشهري، وتمر الكهرباء بعد ذلك علي منصهر "Fuse" لحماية منازلنا من أخطار الكهرباء مثل الماس الكهربائي أو زيادة الحمل علي الأسلاك حيث يقوم المنصهر بفصل الكهرباء تلقائيا.

الديزل

تستعمل ماكينات الديزل في توليد الكهرباء في أماكن كثيرة بدول العالم، وخاصة في القرى والمدن الصغيرة والمناطق النائية البعيدة عن شبكة الكهرباء، وهي تمتاز بسرعة التشغيل وسرعة الإيقاف ولكنها تحتاج إلى كمية مرتفعة من الوقود نسبيا، وبالتالي فإن تكلفة إنتاج الطاقة تتوقف علي سعر الوقود الذي يتم حرقه داخل غرف الاحتراق بعد مزجها بنسب معينة من الهواء، وتمتاز هذه المولدات بسهولة تركيبها وسرعة تشغيلها، حتى أنها تستخدم في حالات الطوارئ لسد احتياجات مراكز الإستهلاك، مثل المستشفيات والمستشفيات وغيرها من الأماكن التي لا يجب أن ينقطع عنها التيار الكهربائي أو مصدر الطاقة.

الطاقة الكهربائية في مصر

تخدم الطاقة الكهربائية حوالي 98.5% من سكان مصر البالغ عددهم قرابة الـ 72 مليون نسمة، وهو ما يعني أنها امتدت إلى مناطق كثيرة ونائية، فقد دخلت الكهرباء القري والنجوع وامتدت تنير وتمد الطاقة إلى المنازل والشوارع والمصانع ومناطق الإستهلاك في ربوع مصر.

يتم توفير الكهرباء في مصر من عدة مصادر فهناك المحطات التي تعتمد علي الوقود الإحفوري والتي تشارك بحوالي 84% من إجمالي محطات إنتاج الطاقة الكهربائية، وهناك الطاقة المائية التي تساهم بنسبة 15%، بينما تشارك الطاقة الكهربائية المنتجة من مزارع الرياح بنحو 0.8%، ويصل إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة في مصر إلى حوالي 95 مليار كيلووات ساعة بحسب المسجل في يوليو 2004، وهو مايسمح بتصدير جزء منها إلى دول عربية مجاورة مثل الأردن وسوريا وأيضاً ليبيا.

الباب الخامس : الوقود الأحفوري

توجد ثلاثة صور للوقود الأحفوري هي الفحم وزيت البترول والغاز الطبيعي، والتي يحتاج كل منها إلى ملايين السنين حتى يتكون. وقد قسم العلماء أزمنة الكرة الأرضية إلى عصور سُمي كل منها باسم عنصر أو كائن تواجد وانتشر في ذلك العصر، فمثلا تواجد الكربون بكثرة في احدها فعُرف باسم "العصر الكربوني"، ثم تلاه "عصر الديناصورات" الذي انتشرت فيه الديناصورات.

في الفترة من 360 إلى 280 مليون عام مضت كانت الأرض مكسوة بغطاء نباتي يتشكل من أشجار تتفاوت في الحجم وإن كان معظمها بالغ الضخامة بالإضافة إلى نباتات أخرى كما هو موضح بشكل رقم (19). حتى المسطحات المائية من أنهار وبحار كانت -أيضا- مغطاة بطبقة من الطحالب "Algae"، والطحالب في حقيقتها هي عبارة عن ملايين من النباتات الصغيرة وهو ما ساعد علي تكون طبقات من الفحم الحجري التي تكونت من رواسب متداخلة من الحجر الرملي والطفلة مع طبقات رقيقة من الحجر الجيري بالإضافة إلى أنواع عديدة من الأشجار التي تحولت إلى طبقات كربون، ونظرا لكون عنصر الكربون "Carbon" هو العنصر الأساسي في أنواع الوقود الأحفوري فقد سمي العصر باسمه.

في ذلك الوقت كانت الأشجار والنباتات تجرف بفعل السيول والفيضانات نحو الأنهار والمحيطات لتُهوي إلى قيعانها مكونة طبقة مسامية مشبعة بالماء، ومن ثم تتحول إلى نسيج نباتي نصف متفحم "خث" "Peat"، ومع مرور مئات السنين تغطت هذه الطبقات بالرمال والطين والعناصر الطبيعية الأخرى لتتحول إلى صخور رسوبية "Sedimentary"، أدي تزايد كميات الصخور الرسوبية إلى أن تضغط علي بعضها البعض تحت تأثير وزنها، مما دفع بها إلى باطن الأرض لتدفن ملايين السنين لتتحول إلى فحم وزيت بترول وغاز طبيعي.

الفحم

تكوّن الفحم الحجري من الأشجار والحشائش التي وجدت في بحيرات كبيرة، في البداية تراكمت هذه النباتات على شكل طبقات، وأغرقت بمياه الفيضانات فيما بعد، فتحللت وتحولت إلى "خث"، وهو ذو لون بني به أكثر من 30% من الكربون. ويعتبر الخث المرحلة الأولى لتكوين الفحم، بعد ذلك غطت البحار سطح هذه الطبقات فتكونت ببطء طبقة من ترسبات الرمال

◀ " يشارك الغاز الطبيعي بنسبة 47% من إجمالي استهلاك مصادر الطاقة في

والأحوال فوق طبقة الخث، واستمر تراكم هذه الترسبات لآلاف السنين. وبفعل الضغط تحوّلت المواد العضوية من الخث إلى الفحم البني، الذي تصل نسبة الكربون فيه إلى 40%. وتلتها ملايين السنين، وزاد الضغط وازدادت الحرارة مما حول الفحم البني إلى فحم أسود ناعم أو صخور نفطية تقارب نسبة الكربون بها 66%، ومع مرور الزمن تحول هذا الأخير إلى فحم حجري يحتوي 90% من الكربون.



شكل (19): رسم توضيحي للغطاء النباتي الذي كان يغطي الأرض في العصر الكربوني



شكل (20): فحم

يوصف الفحم بأنه مادة صلبة ذات لون أسود، ويتكون من كربون، وهيدروجين، وأكسجين، ونيروجين بالإضافة إلى الكبريت. يوجد في الطبيعة ثلاثة أنواع من الفحم هي فحم الأنثراسيت "Anthracite"، والذي يعرف بأنه أصلد الأنواع وأكثرها احتواءً علي الكربون وبالتالي فهو الأكثر احتواءً علي الطاقة، والنوع الثاني هو فحم لجنائيت "Lignite" الأقل صلادة واحتواءً علي الكربون لكنه يحتوي علي قدر كبير من الهيدروجين والأكسجين، والنوع الأخير من الفحم هو فحم بيتومينوس "Bituminous" وهو أوسط الأنواع من حيث الصلادة والمحتوي الحراري.

ترجع بدايات استخدام الفحم إلي الصينيين الذين

استخرجوه من منجم "فو - شون" بشمال الصين، إلا أنهم كانوا يعتقدون أن الفحم ليس سوي حجارة تم حرقها. توجد عدة طرق لاستخراج الفحم من باطن الأرض، تتلخص أحد هذه الطرق في دق أعمدة أفقية أو رأسية في باطن الأرض، بغرض إحداث تجاويف وممرات في باطن الأرض للوصول إلي الفحم ومن ثم استخدام مصاعد أو قطارات مصممة خصيصاً للعمل بالمناجم في نقل الفحم من باطن الأرض إلي خارج المنجم. يمكن نقل الفحم بالقطارات أو المراكب أو تكسيه وخلطه بالماء ثم ضخه في خطوط الأنابيب بواسطة طلمبات "Pumps" لتوصليه إلي محطات القوي الكهربائية لإمدادها بالطاقة اللازمة لها.

الفحم في مصر

أثبتت تقارير التنقيب عن الفحم وجود بعض رقائق من مواد فحمية في أماكن متفرقة من مصر، مما أثار اهتمام الجيولوجيين لمعرفة توزيع تلك المواد الكربونية ودراسة الصخور الحاملة لها والتعرف علي الظروف التي تكونت فيها. ركزت الدراسات علي ثلاثة مناطق جيولوجية هي قبة المغارة، عيون موسى وبدعة، ومن دراسة منطقة المغارة وحفر العديد من الآبار الاستكشافية وجد أن احتياطي الفحم يُقدر بحوالي 27 مليون طن منها 21 مليون طن قابلة

للاستخراج، وقد ثبت أن فحم المغارة يصلح لإنتاج فحم الكوك اللازم لصناعة الحديد والصلب في الأفران العالية وذلك بخلطة بأنواع أخرى جيدة مستوردة، ويصل إجمالي ما تستورده مصر إلى 1.75 مليون طن فحم سنويا، علما بأن الغازات الناتجة من عمليات التفحيم يمكن استخدامها في إنتاج العديد من الكيماويات مثل البويات والأصبغ والبلاستيك وغيرها.

البترو

زيت البترول أو البترول اختصارا هو أحد أنواع الوقود الأحفوري والذي يرجع تكوينه إلى 300 مليون عام، ويعتقد العلماء أن المواد العضوية الدقيقة هي المصدر الرئيسي للبترو. المواد العضوية هي كائنات بحرية صغيرة جدا بحجم رأس الدبوس تتلخص وظيفتها في تحويل ضوء الشمس إلى طاقة مختزنة، والتي بمجرد موتها تهبط إلى قاع البحر، لتدفن تحت الصخور الرسوبية والصخور الأخرى، وتأثير ضغط هذه الصخور على المواد العضوية فإنها تحتفظ بالطاقة المختزنة بها. وعادة ما يوجد البترول والغاز فوق طبقات من الترسبات الصخرية تكوّنت عندما كانت المنطقة مغمورة بالمياه، ودفنت بقايا النباتات والحيوانات التي كانت تعيش في البحار تحت الترسبات، لتتحول بفعل الضغط والحرارة لملايين السنين إلى زيت بترو وغاز طبيعي تجمع في شكل جيوب -آبار- "Wells".

يرجع استخدام زيت البترول إلى حوالي 5000 أو 6000 عام مضت، حيث نجد في الحفائر الآشورية⁷ أنهم استخدموا الزيت الخام والإسفلت بعد تجميعه من نهر الفرات، أو نشعه في المناطق التي يتسرب منها تحت الأرض. أيضا استخرج البترول من بحيرة "أسفلتيت" والتي أطلق عليها فيما بعد "البحر الميت"⁸، أيضا استخدم سكان أمريكا الشمالية الزيت في علاج الإصابات، وقد علم السكان القدامى "جورج واشنطن George Washington"⁹ كيفية العلاج به وهو ما أفاده في علاج قواته آنذاك في حربه مع بريطانيا. أما الآثار

⁷ يرجع وجود الحضارة الآشورية إلى حوالي 5000 عام قبل الميلاد، وقد ازدهرت هذه الحضارة في بلاد ما بين النهرين، وسكن شعبها العراق وإيران وسوريا وتركيا، وأقام ملوكها علاقات تجارية متميزة مع دول الجوار كما كان لها جيش قوي أستطاع أن يصون هذه الحضارة لزمن طويل، ومن أشهر ملوكهم "حمورابي" وإليه ترجع "شريعة حمورابي" التي وضعت قبل الميلاد بحوالي 1700 عام لتكون من أوائل الأنظمة التي اهتمت بوضع مجموعة شاملة من القوانين في تاريخ البشر.

⁸ يبلغ البحر الميت حوالي 75 كيلومتر طولاً وقربة 16 كيلومتر عرضاً وتحتوي مياهه على حوالي 21 نوع من المعادن مثل المنجنيز، الكالسيوم والبوتاسيوم، ويبلغ تركيز الأملاح المعدنية فيه حوالي 31.5%، وهو ما يجعل هذه الأملاح مفيدة للجسم وللجلد، ويقع البحر الميت في فلسطين والأردن، حيث ينحصر بين كتلتين من الجبال هما القدس والخليل في فلسطين من الغرب وجبال البلقاء والكرك والطفيلة في الأردن من الشرق.

⁹ ولد "جورج واشنطن" في 22 فبراير 1732 في "بوستمورلاند بولاية فرجينيا الأمريكية"، تلقى تعليمه الأولي بنفس المدينة ثم انتقل إلى مدينة "جبل فيرنون" عام 1743 ليعيش مع أخيه الأكبر بعد وفاة والده، دخل مجال السياسة عام 1759 وأصبح في عام 1769 حاكما لولاية "فيرجينيا"، قاد

والمخطوطات الفرعونية ففيها ما يدل علي استخدامهم الزيت في علاج الجروح والإصابات، إلي جانب استخدامه في إنارة المصابيح.

قدبما ومع نمو المجتمعات تزايد الطلب علي البترول كمصدر للإضاءة ليحل محل زيت الحوت نتيجة لارتفاع سعر الزيت المستخرج من الحيتان، في ذلك الوقت كان معظم البترول يتم الحصول عليه بطريقة بدائية تتمثل في كشطة من علي أسطح البحيرات. حتى استطاع "إدوين دراك Edwin L. Drake" استخراج البترول من أحد الآبار بالقرب من "نوتسفيل" بولاية بنسلفانيا.

في عام 1850 كان "إدوين دراك" يعمل في مجال التنقيب عن البترول بشركة "سينسا"، وكان رأيه أن أفضل وسيلة للتنقيب عن البترول هي الحفر، فاستخدم محرك بخاري قديم واستطاع أن يحقق نجاحات بسيطة خلال عامي 1857 و 1858، حيث لم يكن بمقدوره سوي استخراج 1.6 متر مكعب من البترول يوميا، وهو ما لم يكن كافيا لتسويق فكرته علي المستوي التجاري، لكنه استمر في محاولاته واعترضته مصاعب عديدة إلي أن اهتدي إلي استخدام أنابيب مصنعة من الحديد الزهر تصل أطوالها إلي حوالي العشرة أمتار، وزاد عمق الحفر إلي حوالي 21 متر، حتى استطاع في 27 أغسطس 1859 وبلاستعانة بمضخة يدوية أن يصل بالإنتاج اليومي للبئر إلي 40 متر مكعب أي حوالي 250 برميل، واستطاع أن يجمعه في براميل مصنوعة من الخشب، ومازالت هذه الطريقة متبعة في استخراج البترول حتى الآن في المناطق التي يوجد بها زيت البترول بالقرب من سطح الأرض، إلا أن البراميل الخشبية استبدلت ببراميل مصنوعة من الحديد.

يوجد الزيت والغاز الطبيعي تحت سطح الأرض في جيوب وسط الصخور، وفي المناطق المسامية "Porous" المشبعة بالبترول، ويمكن لهذه الجيوب أن تتحرك من مكان لآخر. وللتنقيب عن الزيت والغاز الطبيعي تقوم الشركات بالحفر في باطن الأرض أو أعماق البحار كما في شكل رقم (21) - ومن ثم ضخه في أنابيب سواء لمصافي التكرير أو للسفن بغرض نقله إلي دول أخرى.

الحرب الأهلية في أمريكا ضد الاحتلال الإنجليزي واستعان بفرنسا لطرده الإنجليزي من يورك، وأصبح أول رئيس للولايات المتحدة الأمريكية في عام 1789 ثم أعيد انتخابه في عام 1792 وتوفي "جورج واشنطن" عن عمر يناهز السابعة والستين عاما وذلك في 14 سبتمبر 1799.



شكل (21): صور لعملية استخراج البترول من أحد الآبار البحرية

تتواجد العديد من آبار البترول في البحار والمحيطات مثل بئر راس شقير بالبحر الأحمر، حيث يجمع الزيت الخام وينقل باستخدام السفن العملاقة، وقد يحدث أثناء عمليات النقل تسريب للبترول أو تقع حادثة للسفينة يتسرب علي إثرها زيت البترول إلى المياه، وهو ما يسبب مشاكل بيئية عديدة تؤثر علي الحياة الطبيعية المتواجدة بمناطق التسريب، خاصة وأن بقع الزيت تظل طافية وتنتقل من مكان لآخر. وقد توصل علماء مصريون في مايو 2003 إلي إنتاج مادة بيولوجية من المخلفات الحيوانية يمكنها معالجة تلوث المسطحات المائية ببقع الزيت، ويستطيع الجرام الواحد من هذه المادة والتي أطلق عليها اسم "2A&E"، نسبة إلي الأحرف الأولى لأسماء هؤلاء العلماء، أن يلتهم 50 جرام من زيت البترول ويجولها إلي كريات صغيرة يتم جمعها بواسطة شباك خاصة.

التكرير

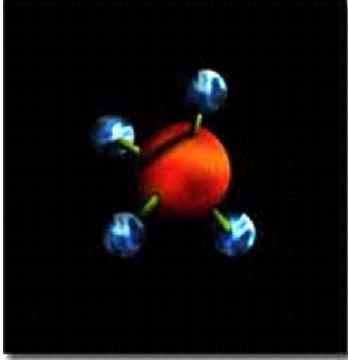
يُخّن البترول في حاويات ضخمة حتى يسهل نقله إلي مناطق الاستخدام أو التكرير، في مصافي التكرير يتم فصل الزيت الخام إلي مكونات عديدة بتسخين الزيت الأسود الخام، وتستخدم العناصر التي نحصل عليها في العديد من التطبيقات مثل تسميد الأرض الزراعية، وصنع الملابس، وفرش الأسنان، والبلاستيك المستخدم في صنع العبوات البلاستيكية، إلي جانب الآلاف من المواد والمنتجات التي يدخل البترول في تصنيعها.



شكل (22): صورة لأحد مصافي البترول

تحتوي المنتجات البترولية علي البنزين ووقود الديزل وكذلك الوقود المستخدم في الطائرات وفي تشغيل محطات القوى الكهربائية، وكذلك في تدفئة المنازل بالدول الأوربية والتي عادة ما تستخدم نظم تدفئة مركزية مدار من خلال محطات حرارية تعمل بالوقود الإحفوري أو المخلفات في تسخين المياه ثم ضخها في شبكة من المواسير المعزولة

ويمكن ملاحظة وجود الغاز الطبيعي من خلال النار التي تتواجد علي فوهة الآبار والتي أُتخذت قديما كـمعتقد ديني في بعض المناطق، حيث عبد سكانها النار معتقدين أنها نارا مقدسة لا تنطفئ.



شكل (24): تركيب الغاز الطبيعي

والغاز الطبيعي أخف وزنا من الهواء و ليس له لون أو رائحة، وهو غالبا ما يتكون من الميثان، والميثان هو مركب كيميائي يتكون من ذرات الكربون والهيدروجين، وتركيبه الكيميائي "ك يد4 CH4"، وهو ما يعني اتحاد ذرة كربون مع أربع ذرات هيدروجين كما في شكل رقم (24)، وغالبا ما يتواجد الغاز الطبيعي بالقرب من البترول تحت سطح الأرض، ويتم نقله في أنابيب حتى مناطق التخزين، إلا أنه يخلط بمادة كيميائية تعطيه رائحة نفاذة تشبه رائحة البيض الفاسد بغرض التعرف عليه في

حالة حدوث تسريب مما يمنع حدوث حرائق. يعتبر الغاز الطبيعي أفضل أنواع الوقود التي يمكن أن تحل محل المنتجات البترولية والتي ينتج عن حرقها غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يسبب مشاكل بيئية عديدة.

الغاز الطبيعي في مصر

يتواجد الغاز الطبيعي في مصر في مناطق الدلتا والبحر المتوسط والصحراء الغربية وخليج السويس، وفي يوليو 2004 بلغ إنتاج الغاز الطبيعي في مصر حوالي 23.6 مليون طن، في حين بلغ استهلاك الغاز الطبيعي كوقود للسيارات لنفس العام نحو 210 ألف طن بترول مكافئ، أما الاستهلاك الكلي فقد بلغ 22.5 مليون طن بزيادة مقدارها 8.2% عن العام السابق.

ونظرا لأن الغاز الطبيعي هو أقل أنواع الوقود الإحفوري من ناحية الإنبعاثات الناتجة عند حرقه حيث تبلغ 2.6115 طن / طن غاز طبيعي، ومع تزايد المخزون المصري من الغازات الطبيعية والتي بلغت بحسب تقديرات يوليو 2004 قرابة الـ 65 تريليون قدم مكعب بزيادة قدرها 9.4% عن القيمة المسجلة في يوليو 2003، فقد تم إتباع سياسة إحلال الغاز الطبيعي محل الوقود السائل (المازوت - السولار) نظرا لامتيازه الواضح من الناحية الاقتصادية والبيئية، مما أدى بمشاركة الغاز الطبيعي لإجمالي الوقود المستخدم في المحطات الحرارية الخاصة بإنتاج الطاقة الكهربائية أن تصل إلى 92% وذلك بنهاية عام 2004.

وبحسب تقديرات يوليو 2004، يمثل الغاز الطبيعي 47% من إجمالي استهلاك مصادر الطاقة في مصر، وتأتي مصر في المرتبة الثانية بين الدول العربية في حجم الاستهلاك والمرتبة الخامسة في نسبة مشاركة الغاز الطبيعي إلى المصادر الأخرى. وعلي جانب آخر يمثل احتياطي الغاز الطبيعي في الدول العربية نسبة 3.5% من إجمالي احتياطي الغاز العالمي.

الغاز الطبيعي ونظام توزيعه

يتواجد الغاز الطبيعي في باطن الأرض وفي قيعان المحيطات، ويتم نقله من خلال تمريره في أنابيب تمتد من داخل البئر إلى مناطق التخزين ثم توزيعه علي المستهلكين وهو ما يستدعي وجود شبكة أنابيب ضخمة تتولي توزيعه علي مناطق الاستهلاك. أما الغاز الطبيعي المستخدم في تشغيل محطات القوي أو المصانع فيتم ضخه في أنابيب ضخمة وذلك لمواجهة الطلب الكبير عليه. كما يدخل كبديل للمازوت في تشغيل أفران المخابز وفي تدفئة المنازل وتسخين المياه.

في مناطق الاستهلاك مثل المنازل ومحطات القوي وغيرها يمرر الغاز علي عدادات لقياس ما تم استهلاكه، ويقوم العاملون بشركة الغاز بقراءة هذه العدادات شهريا وتسجيل الاستهلاكات واستخراج فواتير الحساب الخاصة بالمستهلكين، وفي المناطق التي لا تعتمد علي الغاز الطبيعي داخل المنازل سواء في الطهي أو التسخين يستخدم غاز البروبان، حيث يتم تعبئته في اسطوانات ويطلق عليه اسم غاز البترول المسال "Liquefied Petroleum Gas, LPG"، ويتكون البروبان من غاز الميثان إلى جانب خليط آخر من الغازات الأخرى مثل البيوتان.

يمكن للغازات أن تتحول إلى سوائل وذلك بتعرضها لضغط يختلف مقداره من غاز لآخر، فالبروبان يتحول إلى سائل عند تعرضه إلى ضغط بسيط وكذلك الغاز الطبيعي، وترجع أهمية إسالة الغاز إلى تقليل الحيز اللازم لحفظ كميات كبيرة منه وبالتالي تسهيل نقله واستخدامه كوقود لإدارة السيارات والمركبات بصفة عامة، وهو ما يستلزم وجود اسطوانات تحتوي الغاز المسيل.

ينتج عن حرق الغازات -بصفة عامة- بعض المكونات الكيماوية مثل الكبريت والبيوتان مما يتسبب في تلويث البيئة، والتلوث الناجم عن حرق الغاز الطبيعي أقل من ذلك الناتج عن حرق أنواع الوقود الأكثر تعقيدا مثل البنزين، فعلي سبيل المثال يعتبر الغاز الطبيعي أنظف من البنزين بنسبة 90% عند استخدامه كوقود للسيارات.

الباب السادس: الطاقة الشمسية

تُعرف الشمس علي أنها كرة هائلة من الغازات الساخنة، وبنسب الوزن نجد أن الهيدروجين يمثل 70% والهليوم 25% والكربون والنيتروجين والأكسجين 1.5% لكل منهم، وتمثل باقي العناصر 0.5%. تصل درجة حرارة الشمس إلي 5000 درجة مئوية علي السطح وحوالي 15.000 درجة مئوية في اللب (المركز). ومتوسط المسافة بينها وبين الأرض 150 مليون كيلومتر يقطعها ضوء الشمس في ثماني دقائق ونصف، أما قطرها فيبلغ 1.4 مليون كيلومتر أي أنها أكبر من كوكب الأرض 109 مرة، وهو ما يعني أن الشمس تتسع لحوالي مليون كوكب في حجم الأرض.

يوضح شكل رقم (25) مقطعا في الشمس، حيث يظهر لب الشمس وهو المنطقة التي يتحول فيها الهيدروجين إلي هليوم، حيث يعمل فرق درجات الحرارة بين اللب والسطح إلي طرد الطاقة الناتجة نحو السطح لتخرج في شكل إشعاع (ضوء) وذلك من منطقة الإشعاع " Radiation Zone"، في الجزء الخارجي من الشمس توجد منطقة الحمل "Convection Zone" والتي يعلوها الغلاف الضوئي وهو الجزء الذي نراه من علي كوكب الأرض، ويبلغ سمكه مئات الكيلومترات ويصدر عنه طاقة تخرج في شكل أشعة مرئية.

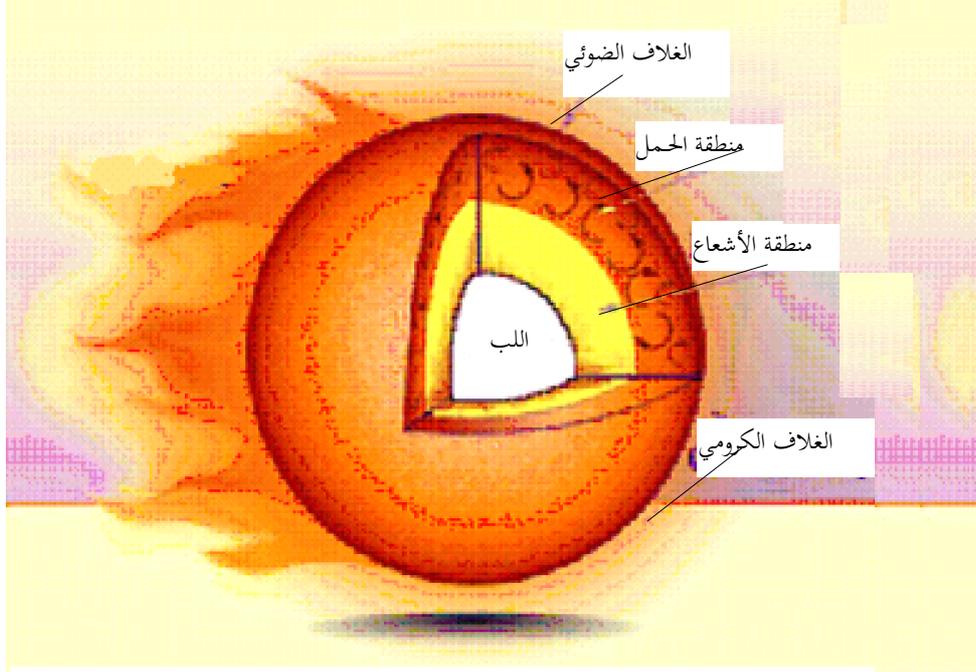
الشمس هي أقرب النجوم إلينا وبدونها لا تستمر الحياة علي كوكب الأرض، فنحن نستخدم الطاقة الصادرة من الشمس في العديد من الاستخدامات اليومية. فالنباتات تستخدم ضوء الشمس لتنمو، والحيوانات تأكل النباتات لتستفيد من الطاقة الكامنة بها وتحولها إلي طاقة تستفيد منها، كما أن النباتات والحيوانات التي ماتت ودفنت منذ ملايين السنين تحولت إلي فحم وبتترول وغاز طبيعي، ونحن نستخدمها اليوم في تسيير المركبات والآلات، إذا فالوقود الإحفوري هو في حقيقته ضوء شمس أُخترن لملايين السنين، ويمكننا القول أن الشمس هي مصدر كل الطاقة التي نستخدمها في الوقت الراهن.

سخانات المياه الشمسية

في عام 1890 استخدمت سخانات المياه الشمسية في الولايات المتحدة لأول مرة، لتثبت أنها الأفضل مقارنة باستخدام أفران الخشب والفحم لأغراض تسخين المياه، بعد ذلك استخدمت النظم الشمسية في ولايتي أريزونا وفلووريدا ومناطق أخرى بأمريكا تتميز بسطوع شمسي حيث تم

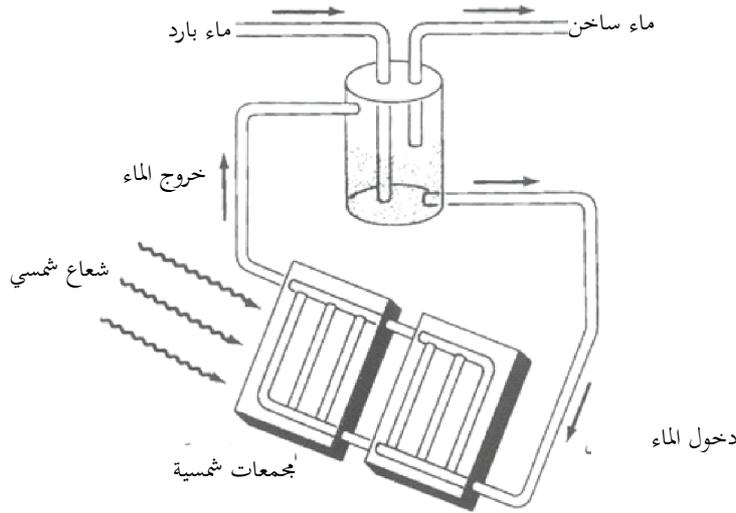
◀ "الشمس أم الطاقات"

في عام 1920 بيع حوالي 10.000 سخان شمسي. في نفس الوقت تم اكتشاف كميات كبيرة من البترول والغاز الطبيعي في غرب الولايات المتحدة وبظهور هذه الأنواع من الوقود التي تتميز بانخفاض تكلفتها مقارنة بالطاقة الشمسية، بدأ استبدال الأنظمة الشمسية في تسخين المياه بالأنظمة المعتمدة علي الوقود الأحفوري. في الوقت الراهن عادت سخانات المياه الشمسية للظهور مرة أخرى، ففي كاليفورنيا وحدها يوجد نصف مليون سخان شمسي تستخدم في توفير المياه الساخنة للمنازل وأماكن العمل وحمامات السباحة.



شكل (25): رسم تخطيطي لقطاع في الشمس

يتكون السخان الشمسي من مجمعات شمسية وخزان ومواسير كما في شكل (26) المؤلف من لوح ماص علي شكل صفيحة خفيفة سوداء اللون ذات قابلية امتصاص عالية للأشعة الشمسية، تُغَطِّي اللوح الماص بطبقة أو طبقتين من الزجاج لتقليل الأشعة الشمسية المرتدة عن اللوح الماص وبالتالي تقليل الفاقد من الأشعة الشمسية. يُوَظَّفُ اللوح الماص من النحاس أو الألمنيوم أو الحديد، تنتقل الطاقة الحرارية من السطح الماص إلي الماء الموجود بالأنابيب فترتفع درجة حرارته وكنتيجه لاختلاف الكثافة يتحرك الماء الساخن من المجمع إلي الخزان ويحل محل الماء البارد، وتكرر الدورة يسخن الماء الموجود في الخزان.



شكل (26): رسم تخطيطي لسخان شمسي

تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء

تستخدم الطاقة الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية ففي أمريكا توجد بعض المحطات التي تعتمد على تقنية مرايا القطع المكافئ "Parabolic Trough" في تركيز أشعة الشمس على ماسورة توجد أعلى مركز القطع الناقص لترتفع درجة حرارة الماء لأعلى من درجة الغليان ليتحول بعد ذلك إلى بخار يوجه إلى توربينة ومن ثم توليد الكهرباء.

في صحراء كاليفورنيا يوجد عدد هائل من صفوف المرايا صُفّت فيما يعرف بمحطة الطاقة الشمسية الحرارية "Solar Thermal Power Plant" نُفّت من خلال تسع منظومات تتراوح سعاتها بين 13 و 80 ميغاوات، إلا أن مشكلة الطاقة الشمسية أنها لا تعمل في غياب الشمس، وبالتالي ففي أوقات الغيوم والليل تتوقف هذه المحطات عن إنتاج الطاقة. لذا فإن بعض هذه المحطات تتكون من نظام هجين "Hybrid System"، بمعنى أن تستخدم الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء نهاراً أما أثناء الليل وفي أوقات الغيوم فإن المحطات الحرارية تعمل حيث يحرق الغاز الطبيعي أو غير ذلك من أنواع الوقود الأحفوري في تسخين المياه، ويضمن النظام الهجين استمرار عمل المحطة في إنتاج الكهرباء بشكل دائم.

يوجد نظام آخر لإنتاج الكهرباء بالطاقة الشمسية يعرف باسم محطة قوي البرج المركزي "Central Tower Power Plant". حيث يُعكس ضوء الشمس من خلال حقل مرايا "Mirror Field" يتكون من قرابة 1800 مرآة تحيط ببرج شاهق تتحرك كلها صوب ضوء الشمس بواسطة نظام توجيه "Steering System" لتعكس أشعة الشمس نحو قمة البرج الموجود في المركز لترتفع درجة حرارة المائع "Fluid" (غالباً ما يكون زيت

خاص أو ملح صخري ذائب) الموجود في قمة البرج إلى درجة عالية جداً يتحول المائع علي أثرها إلى بخار يوجه نحو توربينة لتوليد الكهرباء.

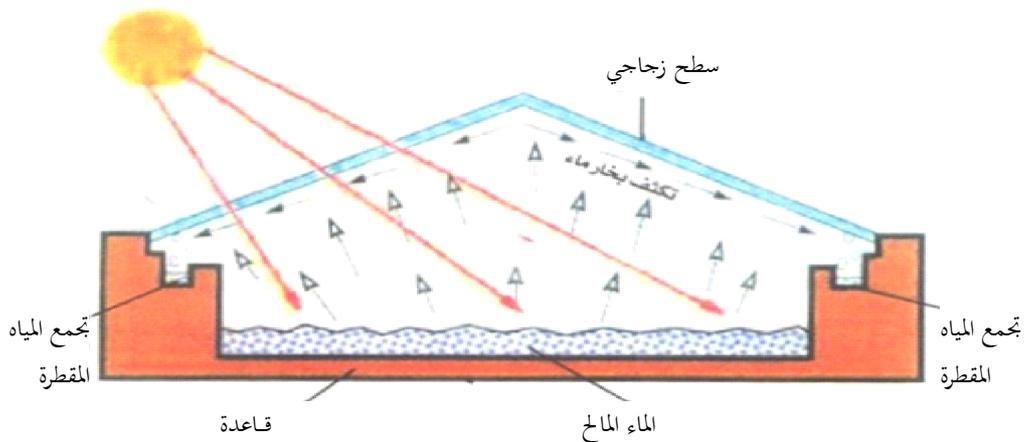


شكل (27): صورة لقطع مكافئ

كانت أول هذه المحطات المحطة التجريبية التي أنشأت عام 1980 بصحراء ولاية كاليفورنيا بإسم شمس-2 "Solar II"، والتي تبلغ قدرتها 10 ميغاوات، وقد اعتمد العلماء في ذلك الوقت علي تكنولوجيات جديدة أمكن منها تحويل أشعة الشمس إلي طاقة ميكانيكية تدير التوربينة. وتتولي هذه المحطة توفير الكهرباء للمناطق السكنية القريبة منها، ويقول العلماء أن محطات إنتاج الكهرباء بواسطة تقنية البرج المركزي يمكن أن توفر الطاقة الكهربائية لعدد هائل من المنازل يتراوح بين 100.00 و 200.000.

استخدام الطاقة الشمسية في تحلية المياه

تستخدم الطاقة الشمسية لتحلية المياه بطريقتين، الطريقة الأولى تعتمد علي استخدام الطاقة الكهربائية الناتجة من الطاقة الشمسية محل الطاقة التقليدية لاستعمالها مع التقنيات المألوفة للتحلية، أما الطريقة الثانية فتستخدم الإشعاع الشمسي لتبخير جزء من المحلول المالح ثم تكثيفه بلسطح المقطرات البسيطة والتي غالبا ما تكون علي غرار المخطط المبين في شكل رقم (28).

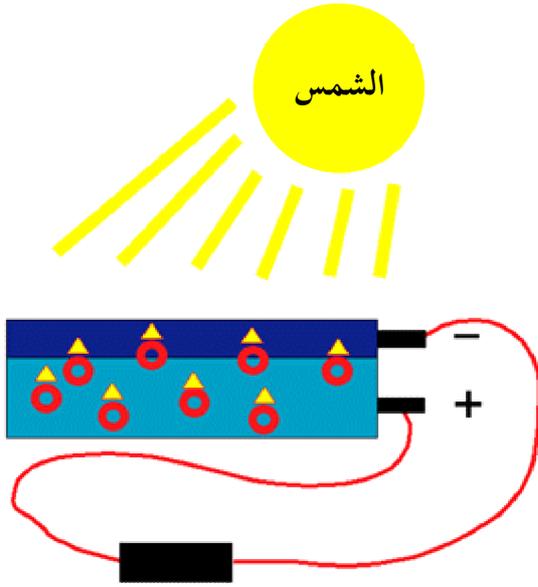


شكل (28): رسم تخطيطي مبسط للمقطرات الشمسية الحرارية

وفيما يلي عرض مبسط لطريقة عمل التقنية الثانية، عندما يمر الإشعاع الشمسي خلال السطح الزجاجي إلى الماء المالح الموجود في القاعدة فإنه يساعد علي تبخر جزيئاته وتكثيفها علي السطح الداخلي للزجاج لتتجمع قطرات الماء المتكاثفة في القنوات الجانبية للحوض لتصب في وعاء التجميع يبلغ متوسط كمية المياه المأحولة 4 لتر/يوم لكل متر مكعب من الماء المقطر الشمسي.

استخدام الطاقة الشمسية في الزراعة

تعتبر الطاقة أحد المتطلبات الرئيسية للزراعة وتنمية المناطق الريفية، كما أن النباتات تستخدم ضوء الشمس وثاني أكسيد الكربون والماء لتحويلها إلى طاقة تنمو بها، ويمكن لمصادر الطاقة المتجددة أن تحل بعض مشاكل المناطق الريفية مثل تحويل المخلفات الزراعية إلى غاز حيوي، إلى جانب استخدام الطاقة الشمسية في ضخ المياه، والصبوب الزراعية وتجفيف المحاصيل وكذلك في طهي الأطعمة.



الخلايا الشمسية

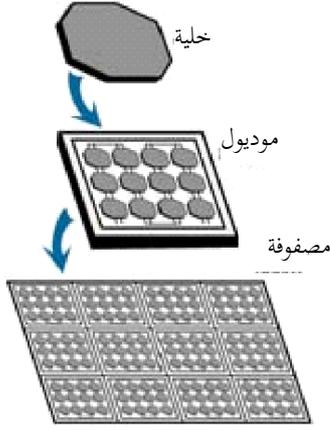
يمكننا أيضا أن نحول ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء باستخدام الخلايا الشمسية والتي يطلق عليها أيضا الخلايا الفوتوفلطية "Photovoltaic Cells". تستخدم الخلايا الشمسية علي نطاق واسع في العديد من التطبيقات المتنوعة إبتداء من الآلات الحاسبة "Calculators" وانتهاء بمركبات الفضاء "Spacecrafts". وقد أنتجت هذه الخلايا لأول مرة في عام 1950 حيث استخدمت في الأقمار الصناعية الأمريكية، وقُصنع الخلايا الشمسية من السليكون الذي يعتبر أحد أنواع الرمل المنصهر.

شكل (29): رسم تخطيطي لكيفية عمل الخلايا

الشمسية

يعرض شكل رقم (29) رسم تخطيطي للخلايا

الشمسية، فعندما تُنفذ الأشعة الشمسية إلى الخلايا فإن الإلكترونات المبيّنة في شكل دوائر تنتقل إلى السطح (ذو اللون الغامق) فينشأ عن ذلك عدم اتزان بين السطح والجزء السفلي (ذو اللون الفاتح)، فإذا ما تم توصيل السطحين بواسطة موصل "Conductor" سلك مثلا، ينشأ تيار كهربائي بين القطبين السالب والموجب.



شكل (30): رسم تخطيطي للخلايا الشمسية

اللوحات المرورية علي الطرق ليلا، أو تشغيل تليفونات الطوارئ علي الطرق السريعة. أيضا أنتجت بعض السيارات التجريبية التي تستخدم الخلايا الشمسية لتحويل ضوء الشمس مباشرة إلي طاقة يمكن من خلالها تسيير السيارات.

الطاقة الشمسية في مصر

تقع مصر في نطاق الحزام الشمسي الذي تتراوح شدة إشعاعه الشمسي المباشر بين 2000 ك.و.س./م²/سنة شمالا و 3200 ك.و.س./م²/سنة جنوبا، أما ساعات السطوع الشمسي فهي بين 9 - 11 ساعة يوميا. وكنتيجة لغني مصر بمصادر الطاقة المتجددة فقد تم في عام 1986 إنشاء هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة كإحدى الهيئات التابعة لوزارة الكهرباء والطاقة لتمثل نقطة ارتكاز في نشر استخدامات الطاقات المتجددة. وقد نفذت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة قاعدة بيانات لمصادر الطاقات المتجددة أعتمد عليها في إصدار الأطلس الشمسي لمصر في عام 1991.

بعد الأطلس الشمسي توسعت وزارة الكهرباء والطاقة في نشر استخدامات الطاقة الشمسية الحرارية في مجال تسخين المياه للأغراض المنزلية، فبلغ عدد وحدات تسخين المياه في عام 1998 نحو 200 ألف وحدة، توفر سنويا حوالي 60 ألف طن بتزول مكافئ، بالإضافة إلي تنفيذ عدة مشروعات للتسخين الشمسي الصناعي منها مشروع بشركة النصر للكيماويات الدوائية، ومشروع بالمجزر الآلي بالنزهة وتهدف هذه المشروعات إلي الاعتماد علي الطاقة الشمسية في تسخين المياه التي تحتاجها العمليات الصناعية مما يوفر استهلاكات الوقود الإحفوري ويقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. كما يجري الآن الإعداد لتنفيذ أول محطة شمسية حرارية بمنطقة الكريمت بقدره إجمالية حوالي 150 ميغاوات يستخدم فيها تكنولوجيا القطع المكافئ لتعمل بالطاقة الشمسية نهارا وبالغاز الطبيعي ليلا وفي أوقات الغيوم.

أما الخلايا الشمسية فهي أحد أفضل تطبيقات الطاقة المتجددة في المناطق النائية ذات الأحمال الصغيرة المتناثرة، فضلا عن كونها لا تحتوي أي أجزاء دوارة قد تتعرض للتآكل. يصل إجمالي استخدامات الخلايا الشمسية في مصر إلى حوالي 3 ميجاوات، وذلك لأغراض الإنارة وضخ المياه والري والتبريد والإعلانات بالطرق الصحراوية.

الباب السابع: طاقة الرياح

استخدمت طاقة الرياح منذ آلاف السنين في دفع المراكب علي سطح الماء وفي طحن الحبوب والري وفي ضخ المياه إلي جانب بعض التطبيقات الميكانيكية الأخرى. وتشير المراجع العلمية والمخطوطات التاريخية إلي أن الفرس هم أول من استخدم طاقة الرياح في إدارة الطواحين لطحن الحبوب وضخ المياه. منذ القرن الثاني عشر انتشرت طواحين الرياح " Wind Mills" في أوروبا حتى وصل عددها في عام 1750 إلي أكثر من 8000 طاحونة في هولندا وأكثر من 10.000 طاحونة في إنجلترا، كان الغرض الرئيسي لعملها هو ضخ المياه من المناطق المنخفضة إلي مناطق الزراعات العالية أو إدارة أحجار الطحن "الرحى" لطحن حبوب القمح والذرة وغيرها.

تتولد الرياح نتيجة لامتنعاص أسطح الأرض والبحار والمحيطات لأشعة الشمس بنسب متفاوتة. فعند سقوط أشعة الشمس علي سطح ما يتأثر الغلاف الجوي ويسخن الهواء مما يؤدي إلي انخفاض كثافته، وهو عكس ما يحدث في المناطق التي ينخفض فيها مقدار الإشعاع الشمسي، وتبعاً لذلك ينتقل الهواء من منطقة الضغط المرتفع، حيث يقل الإشعاع الشمسي، إلي منطقة الضغط المنخفض، حيث الإشعاع الشمسي الأكثر- وهو ما يؤدي إلي نشوء الرياح.

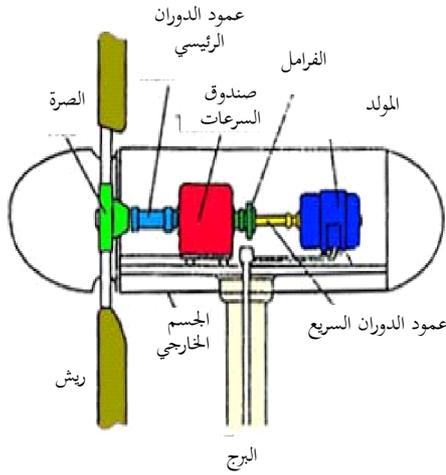
تراجع الاعتماد علي طواحين الرياح بعد اختراع "جيمس وات James Watt"¹⁰ للآلة البخارية في نهاية القرن الثامن عشر. ثم عاد الاهتمام بها كأحد مصادر الطاقة النظيفة بعد ارتفاع أسعار النفط وظهور مشاكل بيئية ناتجة عن حرق الوقود الأحفوري، ووصلت تكنولوجيا تصنيع توربينات الرياح في العشرين عاماً الأخيرة مستوى عالياً من النضج ظهر في جودة وكفاءة التوربينات إلي جانب انخفاض تكلفة الإنتاج، وقد وجد أن طاقة الرياح تمتلك إمكانية توليد قدرات كبيرة من الطاقة من دون التعرض لمشاكل التلوث التي تُحدثها المصادر التقليدية.

من المخطط أن يصل إجمالي قدرات طاقة الرياح في مصر إلي 7200 ميغاوات بحلول عام 2020.

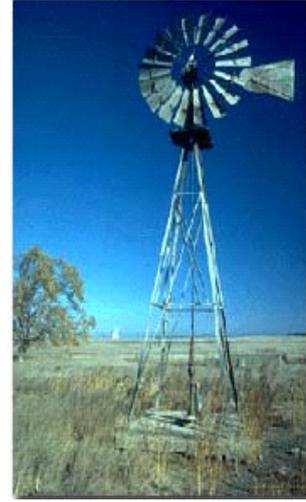
¹⁰ جيمس وات، مخترع اسكتلندي ولد عام 1736، اخترع في عام 1769 آلة بخارية طورة تدير مضخة لنزح المياه من مناجم الفحم في إنجلترا، يعتبر جيمس وات رائد الثورة الصناعية، كما أنه أول من عرّف القدرة بوحدة الحصان، مبيناً أنها تكافئ الشغل اللازم لرفع ثقل مقداره ألف رطل ارتفاعاً قدره 33 قدم في زمن مقداره دقيقة واحدة، وقد توفي جيمس وات في عام 1819.

واليوم تستخدم طاقة الرياح في توليد الكهرباء، عن طريق تحويل طاقة الحركة الموجودة في الرياح إلى طاقة كهربائية، وتُسمى الماكينات التي تعمل في توليد الكهرباء توربينات الرياح بخلاف تلك المستخدمة في طحن الحبوب والتي يطلق عليها طواحين الرياح.

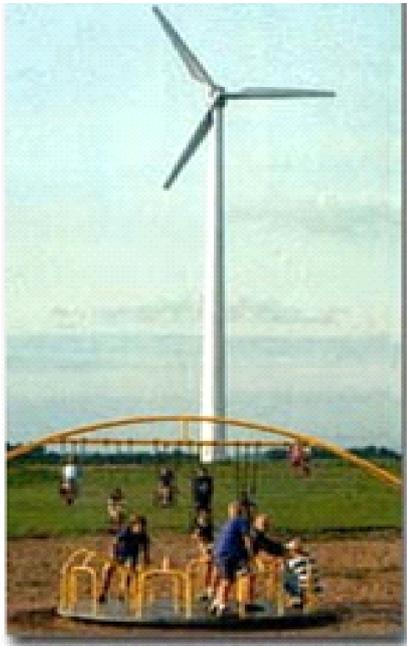
تُثبت التوربينات علي أبراج تُصنع من الحديد المعالج يستطيع أن يتحمل مكونات التوربينة والتي يصل وزنها إلى



شكل (32): رسم تخطيطي لتوربينة رياح أفقية المحور



شكل (31): توربينة رياح تستخدم في ضخ المياه



شكل (33): توربينة رياح تعمل بجوار أحد المدارس

قاربة الثلاثين طن، ويمكن أن تختلف ارتفاعات الأبراج لنفس طراز التوربينة مما يؤدي للحصول علي طاقة أكبر من التوربينات ذات الأبراج العالية، نظرا لزيادة سرعة الرياح مع زيادة ارتفاع التوربينة ولكون الطاقة الناتجة من التوربينة تتناسب مع مكعب سرعة الرياح.

ومن المتعارف عليه أن سرعة الرياح تتناسب طرديا مع الارتفاع، فكلما ارتفعنا عن سطح الأرض كلما زادت سرعة الرياح، ويستمر التغير في سرعة الرياح مع الارتفاع حتى مستوي 2000 متر عن سطح البحر، بعدها لا يحدث تغير في سرعة الرياح.

تتلخص فكرة إنتاج الطاقة الكهربائية من توربينات الرياح علي النحو التالي، تعمل الطاقة الحركية للرياح علي إدارة الريش المثبتة علي التوربينة، وكما هو مبين بشكل رقم (32) نجد أن ريش التوربينة مثبتة علي صرة "Hub" تركز

علي عمود الدوارن الرئيسي الموصل بصندوق سرعات "Gearbox" يتولى رفع سرعة الدوران، ثم تنتقل الحركة إلى عمود الدوران السريع "High Speed Shaft" فيقطع بدورانه مجال مغناطيس داخل مولد، مما يؤدي إلى توليد الكهرباء. وبالتالي يمكننا الاعتماد علي توربينة رياح صغيرة كتلك المبينة في شكل رقم (33) لإنارة منزل أو مدرسة. أما إذا ارتفعت سرعة الرياح فإن الفرامل "Brakes" تمنع الريش من الدوران مخافة أن يؤدي دورانها بسرعة عالية إلى تحطمها وتكسير الأجزاء الدوّارة، تُعرف السرعة العالية في التوربينة بأنها الأعلى من 25 متر/ثانية. ولضمان توجيه ريش التوربينات نحو اتجاه الرياح، يوجد نظام توجيه خاص بالتوربينة يعمل علي توجيه التوربينة في اتجاه الرياح، وتوجد توربينات رياح تستخدم نظام توجيه واحد يمين و يسار.

تختلف قدرات التوربينات حسب تصميمها فمثلا توجد توربينة قدرة 300 كيلووات، ولتوضيح معني "قدرة التوربينة" فسوف نضرب المثال التالي، إذا أضأنا عشرة لمبات قدرة الواحدة 100 وات فإننا نحصل علي 1000 وات أي واحد كيلووات، وهو ما يعني أن التوربينة الـ300 كيلووات تكفي لإضاءة 3000 لمبة قدرة الواحدة 100 كيلووات، وقد بلغت قدرات التوربينات في الوقت الراهن حوالي 5000 كيلووات إلا أن استخدامها مازال علي نطاق ضيق.

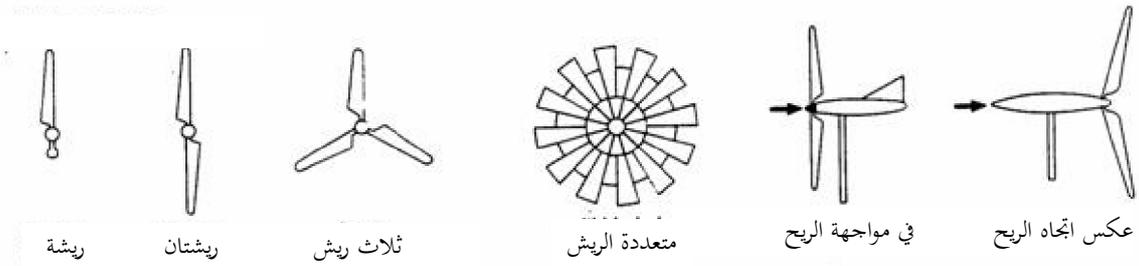
يطلق علي توربينات الرياح التي تعمل في مكان واحد اسم مزرعة رياح "Wind Farm"، وفي مصر يوجد العديد من هذه المزارع التي تختلف قدراتها وطرزاتها، وتعد منطقة الزعفرانة بالبحر الأحمر أحد أهم المناطق التي تضم العديد من مزارع الرياح والمتوقع أن تستوعب مزارع أخرى. ونظرا للتأثير المهم لسرعة الرياح علي الطاقة المتولدة فإن بعضا من هذه المزارع تقام داخل المياه ويطلق عليها المزارع البحرية "Off-Shore Wind Farm"، أما تلك التي تقام علي اليابسة فتسمي المزارع الشاطئية "On-Shore Wind Farm".

أنواع توربينات الرياح

تُصنف توربينات الرياح بالنسبة لمحور الدوران إلى نوعين هما توربينات أفقية المحور " Horizontal Axis Wind Turbines" و توربينات رأسية المحور "Vertical Axis Wind Turbines". و التوربينات الأفقية المحور هي التي يكون محور دورانها موازيا لسطح الأرض ويمكن وضعها إما في مواجهة أو عكس اتجاه الرياح، وتتميز التوربينات التي توضع في مواجهة الرياح بأن الرياح تؤثر فيها بشكل مباشر وهذا النوع من التوربينات هو الشائع الاستخدام، أما التوربينات رأسية المحور فهي التي يكون محور دورانها عمودي علي سطح الأرض، ويمكن استخدام كلا النوعين في توليد الكهرباء وإن كانت التوربينات الرأسية المحور غالبا ما تستخدم في الأغراض الميكانيكية مثل ضخ المياه.

توربينات الرياح الأفقية المحور

تتكون توربينات الرياح الأفقية المحور من ثلاث ريش يمكن وضعها عكس اتجاه الرياح أو في مواجهتها، علما بأن بدايات هذا النوع بدأت بالتوربينة ذات الريشة الواحدة ثم تطورت إلى التوربينات ذات الريشتين. ويرجع سبب



شكل (34): رسم توضيحي لتوربينات الرياح الأفقية المحور

استخدام الثلاث ريش إلى أن توزيع وتوازن الأحمال علي محور الدوران يكون أفضل من استخدام ريشة واحدة أو ريشتين. وحساب الأحمال الواقعة علي محور الدوران له أهمية كبرى حيث يبلغ وزن الريشة الواحدة قرابة الـ 2000 كيلوجرام (2 طن). أيضا تطورت قدرات التوربينات الأفقية المحور مع مرور الوقت، ففي مصر استخدمت توربينات ذات قدرات 100 و 300 كيلوات في المزارع التحريبية التي أنشأت بالغرقة، ثم تطور الأمر لتستخدم توربينات ذات قدرات 600 و 850 كيلوات بالزغرانة.

توربينات الرياح الرأسية المحور

تتميز التوربينات الرأسية المحور بمحور رأسي للدوران وغالبا ما تستعمل هذه التوربينات في التطبيقات الميكانيكية مثل ضخ المياه، كما أن عدد الريش يزيد عن ثلاثة ريش، ويوضح شكل رقم (35) بعض أشكال هذا النوع من التوربينات. وتعتبر توربينة داربوس من أشهر أنواع التوربينات الرأسية المحور والتي تأخذ شكل مضرب البيض، وتنسب هذه التوربينة إلى المهندس الفرنسي "جورج داربوس George Darrieus" الذي استطاع أن يبتكرها في

عام 1931. وتوجد أشكال أخرى للتوربينات الرأسية المحور منها ما هو علي شكل حرف "V" ومنها ما هو علي شكل حرف "H"، وأيضا توربينة سافونيوس التي ابتكرها المهندس الفنلندي "سيجوارد سافونيوس Siguard J. Savonius". ومما يميز هذا النوع من التوربينات أنها لا تحتاج إلي نظام توجيهه في اتجاه الرياح، كما أن عمليات



توربينة حرف H توربينة داربوس توربينة سافونيوس

شكل (35): صور لبعض توربينات الرياح الرأسية المحور

التشغيل والصيانة الخاصة بها تتميز بسهولة مقارنتها بالتوربينات الأفقية المحور.

الطاقة المنتجة من الرياح

يتأثر إنتاج توربينات الرياح تأثرا مباشرا بسرعة الرياح، حيث تتناسب الطاقة المنتجة مع مكعب السرعة، ولبيان هذه العلاقة نضرب المثال التالي، إذا كانت سرعة الرياح 5 متر/ثانية فإن الطاقة الناتجة تعادل -تقريبا- 125 وحدة طاقة، فإذا ارتفعت سرعة الرياح وأصبحت 6 متر/ثانية فإن الطاقة الناتجة تزيد إلي 216 وحدة طاقة. وبين هذا المثال البسيط كيف أن ارتفاع سرعة الرياح بمقدار 1 متر/ثانية أدى إلي زيادة كبيرة في الطاقة المنتجة. أيضا تتأثر الطاقة المنتجة من التوربينات مع عوامل أخرى منها كثافة الهواء، إلا أن التأثير المباشر يكون مع سرعة الرياح.

طاقة الرياح في مصر

تتميز مصر بالعديد من المناطق ذات سرعات الرياح العالية، ومن أهم هذه المناطق تلك الواقعة علي ساحل البحر الأحمر وخليج السويس مثل الزعفرانة وخليج الزيت. وبصفة عامة تكون سرعات الرياح في شهور الصيف أعلي منها في شهور الشتاء بمصر. ويصل المتوسط السنوي لسرعة الرياح بالزعفرانة حوالي 9 متر/ثانية وذلك علي ارتفاع 40 متر، في حين أنها تصل إلي 10.5 متر/ثانية في خليج الزيت عند نفس الارتفاع، ولكي تعمل التوربينة بكفاءة يجب أن يكون متوسط سرعة الرياح ما بين 12 و 14 متر/ثانية، وذلك حتى تدور التوربينة بسرعة تكفي لإنتاج كهرباء ذات تكلفة مقبولة، ومن المعروف أن ارتفاع أبراج التوربينات المنتجة للكهرباء تتراوح حاليا بين 50 و 100 متر.

في عام 1996 صدر أطلس رياح خليج السويس متضمنا بيانات تفصيلية عن سرعات واتجاهات الرياح خلال الفترة من 1991 حتى 1995، لعدد أربعة مواقع هي أبو الدرج، الزعفرانة، خليج الزيت والغردقة وكلها تقع علي ساحل البحر الأحمر. حيث تتميز هذه المناطق بسرعات رياح عالية مما شجع العديد من الجهات الدولية علي التعاون مع مصر لإنشاء مشروعات مزارع رياح لتوليد الكهرباء وربطها علي الشبكة. في مارس 2003 صدر أطلس رياح تفصيلي لخليج السويس بالتعاون مع معامل رينزو الدنمركية، وفي فبراير 2006 صدر أطلس رياح جمهورية مصر العربية، ومن الجدير بالذكر أن كل هذه الأطلال متاحة لمن يريد الحصول عليها، علما بأن ما تحويه من بيانات ومعلومات يعد ذو أهمية كبيرة وبخاصة للباحثين العاملين في مجال طاقة الرياح.

توجد عدة مشروعات لطاقة الرياح في مصر منها، محطة توليد الكهرباء بطاقة الرياح قدرة 225 ميغاوات، ومشروع تجريبي لأنظمة مزدوجة رياح/ديزل بمحافظة مطروح، ومزرعة رياح قدرة 5.4 ميغاوات بالغردقة، وقد بلغت الطاقة المنتجة من محطات الرياح في نهاية عام 2004 نحو 368 جيغاوات ساعة، أما نسبة مشاركة الرياح من إجمالي القدرات المركبة فهي 0.8%. ومن المتوقع الوصول بإجمالي طاقة الرياح إلي 850 ميغاوات بعام 2010، لتمثل مشاركتها حوالي 3% من إجمالي القدرات المركبة في ذلك الوقت.



شكل (36): جانب من مزرعة الرياح بالزعفرانة

ومن الدول التي تعتمد علي طاقة الرياح بشكل كبير في توفير جانب من احتياجاتها الكهربائية، ألمانيا وأسبانيا والدنمارك حيث بلغت القدرات المركبة في هذه الدول 16628، 8263، 3118 ميغاوات علي الترتيب وهو

ما يجعل هذه الدول تتصدر الترتيب الأوربي والعالمي وينافسها في الترتيب العالمي الولايات المتحدة الأمريكية التي وصلت قدراتها المركبة من الرياح إلى 6752 ميغاوات، وذلك حسب الإحصاء المنتهي في يناير 2005.

الباب الثامن: الطاقة المائية

الماء من أعظم نعم الله عز وجل علي خلقه، فالماء ضروري للحياة ولا غني للإنسان والكائنات الأخرى عنه، قال تعالي "وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون"¹¹، ينزل الله الماء من السماء فتشرب الكائنات الحية وترتوي منه وينبت الزرع. والماء مركب كيميائي ناتج من اتحاد ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين، ومن أهم خواصه أنه عديم اللون والطعم والرائحة، ويتجمد عند درجة حرارة صفر مئوي ويغلي عند 100 درجة مئوية، وهو المركب الوحيد الذي يتواجد في الطبيعة في الحالة الصلبة والسائلة والغازية ويتحول من حالة لأخرى باكتساب أو فقد كمية من الطاقة الحرارية، ويكوّن الماء 71% من مساحة سطح الكرة الأرضية.

تتجمع المياه في أعالي الجبال نتيجة للأمطار، ثم تنساب بعد ذلك إلى البحار والمحيطات وهو ما يجعل الجبال تعمل كمساقط للمياه وبالتالي نحصل منها علي شغل، وسبق أن بينا أن الطاقة هي القدرة علي بذل شغل، وحيث أن المياه المتساقطة أو المنحدرة من مكان مرتفع تحتوي علي طاقة حركة فإننا يمكن أن نحولها إلي كهرباء. فإذا كان مجري النهر ذو انحدار خفيف فإن الأمر يقتضي إنشاء سد يسمح بتخزين المياه، حيث تُنشأ محطات التوليد بالقرب من هذه السدود، كما هو الحال في مجري نهر النيل، حيث بُني السد العالي. أما في حالة أن يكون مجري النهر ذو انحدار كبير، فيمكن تحويل مجري النهر باتجاه أحد الوديان القريبة وعمل شلال صناعي، هذا بالإضافة إلي الشلالات الطبيعية والتي من أشهرها شلالات "نياجرا" بأمريكا، وشلالات "فيكتوريا" بإثيوبيا، وشلالات "أكواكو" بأمريكا الشمالية.

تتساقط المياه من ارتفاعات شاهقة تبلغ 120 متر في شلالات "فيكتوريا"، وتصل سرعة هبوطها إلي 1000 كيلومتر/ساعة، لتتحرف الهواء في طريقها فيظهر الرزاز الذي يساعد بدوره علي ظهور قوس قزح فوق مناطق الشلالات. في مناطق الشلالات ترتفع درجة الحرارة والرطوبة

تبلغ نسبة مشاركة

الطاقة المائية في مصر

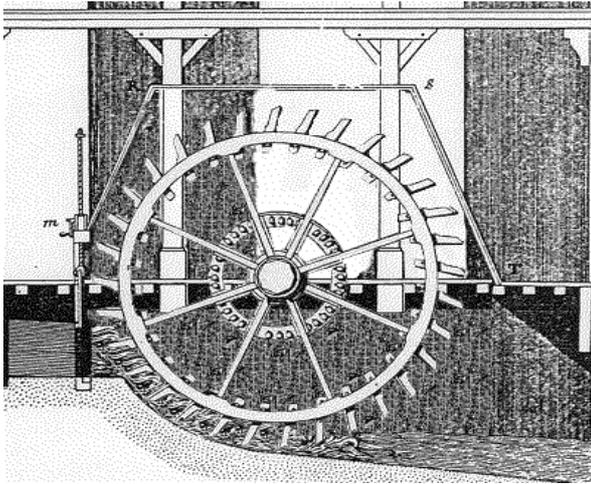
15% من إجمالي

مصادر الطاقة

الكهربية"

وهو ما يسمح بنمو نوعيات خاصة من النباتات المائية ولطحالب والزهور الملونة التي تُضفي علي المكان جمالا وسحرا.

قديما استخدمت مساقط المياه في تدوير الطواحين لطحن الحبوب مثل القمح والذرة، وتتكون هذه الطواحين من عجلات خشبية مسننة كتلك المبينة في شكل (38) توضع في مجري نهر ليقوم الماء المنساب بتدويرها، وقد أطلق علي هذه الطواحين اسم طواحين المياه "Water Mills".



شكل (38): رسم توضيحي لطاحونة مياه



شكل (37): صورة لشلالات نياجرا بأمریکا

في عام 1086 صدر في لندن كتاب بعنوان "Domesday Book" في عدة أجزاء ويخط اليد (حيث لم تكن المطبعة قد اخترعت بعد) يصور الكتاب الحياة في بريطانيا - في ذلك الوقت - من منازل وشوارع ومحلات وأنشطته مختلفة وغيرها من صور الحياة، ومن ضمن ما ذكره الكتاب وجود 5642 طاحونة مياه في منطقة جنوب بريطانيا، أي بمعدل طاحونة لكل 400 شخص في ذلك الوقت.

ذكرنا من قبل أننا نستطيع تحويل الطاقة الحركية إلي كهرباء، والطاقة المائية من أرخص وأنظف المصادر لتوليد الطاقة الكهربائية، لذا فهي تستخدم حاليا في العديد من بلدان العالم التي يتوافر فيها مصادر لهذه الطاقة، ويبلغ مشاركة الطاقة المائية 20% من الإنتاج العالمي الكلي من الطاقة الكهربائية، وشهدت تكنولوجيا توليد الكهرباء تطورا كبيرا تدرج من استخدام معدات بسيطة بدائية إلي استخدام توربينات ومولدات تصل سرعة دورانها إلي 1500 دورة في الدقيقة وينتج عنها طاقة كهربائية بكفاءة تصل إلي 90%.

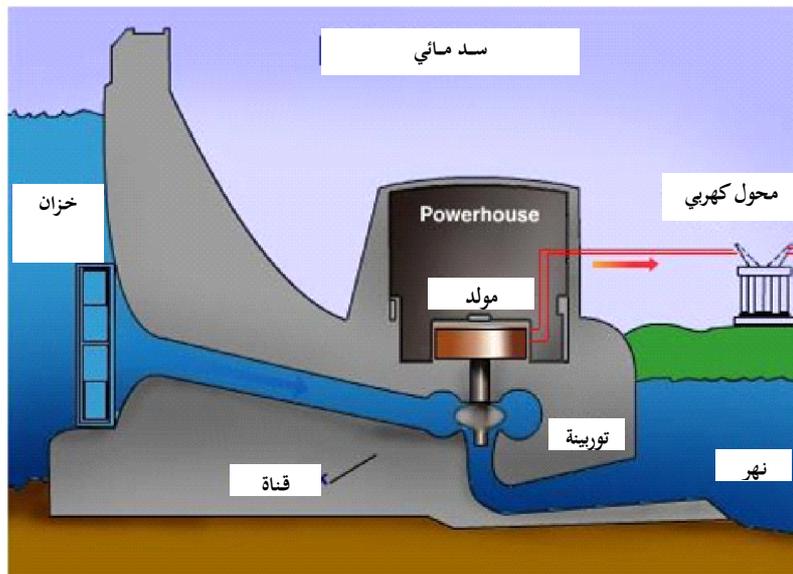
تقوم الأشعة الشمسية الساقطة علي المحيطات والبحار والتي تمثل 75% من الإشعاع الشمسي الكلي الواصل إلي سطح الأرض بتبخير الماء مكونا السحب، وجزء كبير من هذه الكمية يسقط مرة أخرى علي شكل أمطار أو

ثلوج فتسبب جريان الماء في الأنهار والجداول التي تصب بعد ذلك في المحيطات والبحار. وتتوقف كمية الطاقة التي يمكن الحصول عليها من المصدر المائي علي ظروف الموقع وكميات المطر التي تسقط عليه وكذلك منسوب الفيضان إن وجد وهو ما يعبر عنه باقتصاديات إنتاج الطاقة.

وللطاقة المائية أهمية كبرى في كثير من دول العالم، ففي الولايات المتحدة الأمريكية تُعد الطاقة المائية أحد أهم مصادر إنتاج الكهرباء، حيث تشارك بنسبة 10% من إجمالي مصادر إنتاج الكهرباء، يساعد علي ذلك وجود وانتشار العديد من الجبال الشاهقة والأنهار التي تجعل الماء مصدرا هاما للطاقة الكهربية، تمثل الطاقة المائية 80% في واشنطن من مصادر إنتاج الطاقة الكهربية في الولاية.

توليد الكهرباء بالطاقة المائية

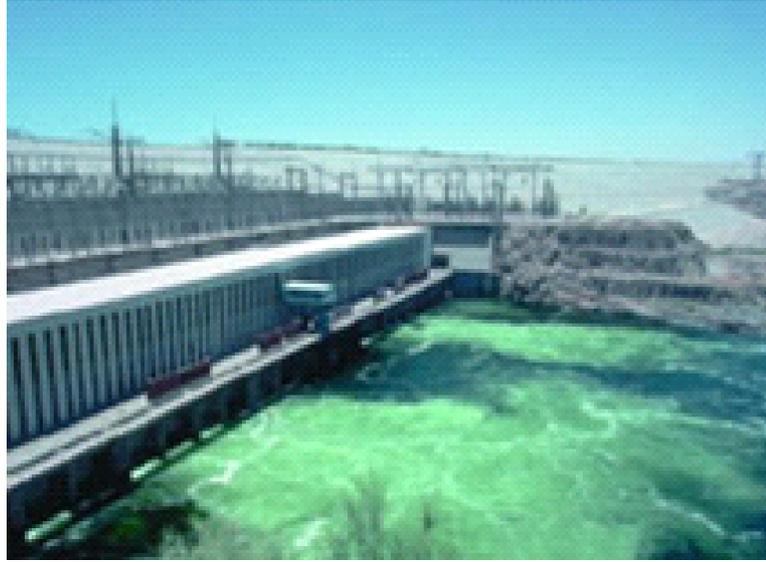
يعتمد توليد الكهرباء باستخدام الطاقة المائية علي تجميع المياه في خزان خلف أحد السدود، بغرض دفع هذه المياه من خلال أنابيب في اتجاه ريش توربينة، مما يؤدي إلي دورانها وهذه التوربينات تشبه تلك المستخدمة في محطات القوى إلا أننا نستخدم الماء بدلا من البخار. من أهم مزايا الطاقة المائية عدم إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو، إلا أن إنشاء المحطات المائية يسهم في تغيير أنماط المعيشة بالمناطق التي تقام بها، حيث يتسبب إنشاء السدود والخزانات في تهجير السكان من مناطق إقامتهم التي اعتادوها إلي مناطق أخرى، أيضا تتغير طبيعة العمل بتلك المناطق من مناطق تعتمد علي الزراعة إلي مناطق تعتمد علي الصيد، بالإضافة إلي أن خزن المياه في خزانات ضخمة يؤدي إلي رفع نسبة التبخر في تلك المناطق مما يؤدي لارتفاع درجة الحرارة والرطوبة وبالتالي تغير طبيعة المناخ.



شكل (39): رسم تخطيطي لمحطة طاقة مائية

الطاقة المائية في مصر

بدأ عصر إنتاج الطاقة الكهربائية في مصر من المصادر المائية في عام 1960 بعد توليد الكهرباء من خزان أسوان الذي تم إنشائه للتحكم في مياه الري، وفي عام 1967 بدأ تشغيل محطة توليد السد العالي التي تتكون من 12 توربينة قدرة الواحدة 75 ميغاوات ليصل إجمالي القدرة إلى 2100 ميغاوات. في عام 1985 تم تنفيذ محطة كهرباء خزان أسوان (2) بقدرة 550 ميغاوات وفي عام 1993 تم إنشاء محطة "إسنا" المائية بقدرة 90 ميغاوات. وقد بلغ إجمالي الكهرباء المنتجة من المحطات المائية 13019 جيغاوات ساعة في عام 2004، كما تصل نسبة مشاركة القدرات المركبة من الطاقة المائية 15% من إجمالي القدرات المركبة، وتتميز الطاقة المنتجة من المحطات المائية بعدم انبعاث ملوثات نتيجة تشغيل المحطات إلى جانب التكلفة المنخفضة للكهرباء المنتجة.



شكل (40): صورة للسد العالي بأسوان

الباب التاسع : طاقة الكتلة الإحيائية

يقصد بالكتلة الإحيائية ما يتم تجميعه من مخلفات، مثل الأشجار الميتة، وفروع الأشجار، ومخلفات المحاصيل، وقطع الخشب، وغيرها من المخلفات الأخرى. يمكن الاستفادة من المخلفات من خلال إجراءات إعادة التدوير "Recycling" أو إعادة الاستخدام "Re-Use" وهو ما يمكن أن يؤدي إلي تقليل حجم المخلفات والقمامة. ويقصد بتدوير المخلفات هو إعادة استخدامها لإنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي، في حين يقصد بإعادة الاستخدام، مثلا إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه المعدنية بعد تعقيمها.

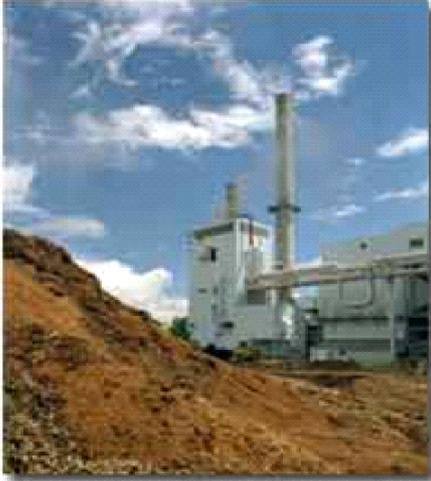
هناك العديد من الأنماط المختلفة لوقود الكتلة الحيوية التي تتراوح من الحطب التقليدي المستخدم في الطهي بالمناطق الريفية والذي يتم حرقه بطريقة بعيدة كل البعد عن الكفاءة، إلي الأنماط الحديثة والمتطورة للغاية التي تنتج من الكتلة الحيوية المزروعة لهذا الغرض بالذات. ويمكن للمخلفات الزراعية مثل الروث "Manure" أن تستخدم كوقود حيوي، غير أنه بالمستطاع توليد الطاقة بالاعتماد علي عملية التخمير "Ferment". وتستخدم الصين هذه التقنية منذ أكثر من 20 عام ويوجد بها نحو 10 ملايين جهاز لإنتاج الغاز الحيوي من النفايات الحيوانية.

يعرف التخمير في الكتلة الإحيائية بأنه تغير تُحدثه كائنات دقيقة في مركبات عضوية لتنتج مواد أبسط تركيبا من المواد الصلبة، ويمكن للإنسان أن يتحكم في هذا التغير ليحصل من الكتلة الحيوية علي مواد صلبة وسائلة نافعة وعلي غازات تستخدم كوقود، مثلما يحدث في تخمير النفايات البشرية والحيوانية للحصول علي الغاز الحيوي (غاز الميثان)، ومن ثم استخدام خطوط وشبكات من الأنابيب لتوزيعه علي مناطق الاستهلاك. مع إمكانية تنفيذ نفس الإجراء مع المخلفات الحيوانية الناتجة من الأبقار والجاموس والأغنام وأيضا من الطيور مثل الدجاج، إلا أن الميثان الناتج غالبا ما يستخدم داخل المزرعة وذلك لكون الإنتاج محدودا.

ومن أمثلة الوقود الحيوي محصول قصب السكر، حيث يمكن استخدام السكر أو تفل القصب علي حد سواء في إنتاج الطاقة، والتفل هو ما يتخلف من القصب بعد عصره

◀ "قدرت الطاقة المنتجة من الكتلة الحيوية في مصر بنحو 3.6 مليون طن بتروول مكافئ، وذلك في نهاية عام 2004".

(المُصَّاصَة)، وهو مفيد للغاية كوقود وعلف ومادة للبناء. وتستخدم مصانع تكرير السكر هذا النفل كمصدر للطاقة الحرارية خلال عملية إنتاج قصب السكر. وقد اشتهرت البرازيل بتحويلها جزء من منتجات السكر إلى كحول لاستخدامه كوقود للسيارات، وتوجد الآن نحو ستة ملايين سيارة تعمل بوقود يحتوي علي 25% من ذلك الكحول الذي يتميز بأنه يقلل من التلوث.



شكل (41): صورة لبعض أنواع من المخلفات

شكل (42): الغازات الناتجة من عمليات الاحتراق

ويعتبر إنتاج كهرباء أو حرارة هو أحد أغراض عملية تدوير المخلفات من مكونات مختلفة، ومن أمثلة هذه المكونات الأشجار المتحللة، المنتجات الغذائية التالفة، حيث يتم خلطها مع بعضها البعض لتكوين كتلة إحيائية تستخدم في إنتاج الطاقة أو كسماد يساعد في نمو النباتات. في مصر يبلغ حجم المخلفات النباتية الجافة سنويا حوالي 20 مليون طن، وهو ما يمثل نسبة 45% من الكتلة الإحيائية، ويبلغ حجم أشجار الفاكهة الصالحة للتفحيم من 0.5 إلى 1.2 مليون طن/سنة. أما كاليفورنيا فهي تنتج من العظام الجافة قرابة الستون طن سنويا، يستخدم منها خمسة مليون طن في إنتاج الكهرباء، هذه المخلفات هي نواتج تجميع القمامة من المناطق المختلفة ومن الغابات والمناطق الزراعية. وإذا تم استخدام الستون طن بالكامل لإنتاج الكهرباء فسوف يمكننا أن نحصل علي حوالي 2000 ميغاوات، وهو ما يكفي تقريبا لإنارة 2 مليون منزل صغير.

وفكرة عمل الكتلة الإحيائية بسيطة جدا، حيث يتم تجميع المخلفات ونقلها بواسطة الجرارات من المصانع والمزارع إلى محطة الكتلة الإحيائية، لتوضع في محارق بغرض إنتاج حرارة تكفي لتسخين المياه داخل الغلايات ومن ثم تحويله إلى بخار يوجه إلى توربينات.

يعتبر الاحتباس الحراري أحد مخاطر البيئة ويعرف بأنه الزيادة التدريجية في درجة حرارة أدنى طبقات الغلاف الجوي المحيط بالأرض؛ كنتيجة لزيادة انبعاثات الغازات منذ بداية الثورة الصناعية، وغازات الصوبة الخضراء والتي يتكون

معظمها من بخار الماء، وثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروز والأوزون هي غازات طبيعية تلعب دوراً مهماً في تدفئة سطح الأرض. ومن مزايا استخدام الكتلة الإحيائية أنها لا تؤدي إلى زيادة في الاحتباس الحراري، حيث أن النباتات تمتص ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو وعندما يتم حرقها فإنها تخرج نفس القدر الذي تم امتصاصه، لذا فإن الاهتمام بزراعة النباتات يؤدي إلى غلق دورة الكربون وذلك من خلال امتصاص الكربون الناتج من عمليات الحرق، لذا تشترط العديد من الدول علي مالكي الغابات أن يقوموا بزراعة عدد من الأشجار يساوي عدد الأشجار التي يتم قطعها سنوياً، وذلك للمحافظة علي الغطاء النباتي الأخضر وبالتالي عدم زيادة معدلات ثاني أكسيد الكربون في البيئة، حيث أن الكربون هو أحد العناصر التي تؤدي إلى ما يعرف بالاحتباس الحراري العالمي "Global Warming".

لذا فإن استخدام الكتلة الإحيائية في إنتاج الطاقة يعتبر استخدام صديق للبيئة "Environmentally Friendly"، وذلك لإمكانية إعادة تدويرها، وهي أيضاً أحد مصادر الطاقة المتجددة "Renewable Energy" بسبب أن النباتات المكونة للكتلة الإحيائية يمكن أن تُستزراع وتنمو بشكل مستمر.

وفي الوقت الراهن، توجد العديد من الطرق المستخدمة للاستفادة من الكتلة الإحيائية في إنتاج العديد من المنتجات، مثل الإيثانول "Ethanol"، وهو وقود كحولي يمكن استخدامه في تسيير السيارات كبديل عن البنزين، وهو ما يؤدي -بالطبع- إلى تقليل اعتمادنا علي البترول.

طاقة الكتلة الإحيائية في مصر

وفرت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة معامل حديثة تضم نماذج ومعدات لعدد من نظم طاقة الكتلة الإحيائية، بهدف عرض التقنيات المستخدمة وإجراء الدراسات والبحوث عليها مثل إنتاج البيوجاز والقبولة أو "كبس" المخلفات النباتية، إلى جانب أجهزة التحليلات الكيميائية والبيولوجية للعينات وقياس الخواص البيولوجية والحرارية للمواد العضوية، وتأهيل الخبرات اللازمة لتقديم الخدمات الاستشارية والدراسات والبحوث في هذا المجال.

وقد تم بالفعل إجراء عدة تجارب ناجحة في مجال تفحيم الأخشاب والمخلفات النباتية المضغوطة مثل قش الأرز، وإعادة تأهيل واستكمال وتشغيل وحدة بيوجاز بمزرعة وحدة الخدمات البستانية التابعة لوزارة الزراعة بمنطقة شرق العوينات.

قُدرت الطاقة المستخرجة من الكتلة الحيوية في مصر بنهاية عام 2004 بنحو 3.6 مليون طن بترول مكافئ، منها 2 مليون طن بترول مكافئ ناتجة من حرق مصاصة القصب لتوليد البخار في مصانع إنتاج السكر، وحوالي

1.1 مليون طن بترول مكافئ من المخلفات النباتية، ونحو 0.4 مليون طن بترول مكافئ من المخلفات الحيوانية تستخدم في أغراض الطهي بالقطاع المنزلي بالريف، وحوالي 183 ألف طن بترول مكافئ من حرق القمامة تستخدم في بعض أفران صناعة الأواني الفخارية.

وقد أنشأت في الريف المصري أكثر من 600 وحدة منزلية من مخمرات البيوجاز توفر سنويا حوالي 15.000 طن بترول مكافئ كل عام. كما توجد محطة لتوليد "البيوجاز" من مخلفات الصرف الصحي الصلبة، حيث يستخدم البيوجاز لتشغيل وحدة لتوليد الكهرباء بقدرة 18 ميغاوات، وذلك بمحطة الصرف الصحي بمنطقة الجبل الأصفر بالقاهرة.

الباب العاشر : الطاقة الجوفية الحرارية

تعتبر الأرض خزاناً ضخماً للحرارة التي يُعتقد بأن لها مصدرين: الأول هو أن الأرض كانت كتلة غازية ساخنة جداً ومع مرور الزمن بردت قشرتها وتصلبت نتيجة تماسها المباشر مع الفضاء الخارجي، أما الجزء الداخلي فمازالت حرارته عالية جداً. والإحتمال الثاني هو أن حرارة الأرض هي الحرارة الناتجة من تحلل المواد المشعة الموجودة بمقادير صغيرة نتيجة لتحلل عناصر مثل اليورانيوم والبوتاسيوم وغيرها من المواد المشعة الموجودة بنسب متفاوتة في هذه الصخور.

يرجع تاريخ وجود الطاقة الجوفية الحرارية إلى زمن نشأة الأرض، حتى أن أسمها مشتق من كلمة "Geo" وتعني أرض، أما "Thermal" فتعني حرارة، وبالتالي فإن الترجمة الحرفية لكلمة "Geothermal" هي حرارة الأرض، والطاقة الحرارية المختزنة في الطبقات الصخرية مصدرها التحلل الطبيعي للعناصر المشعة في القشرة الأرضية والحرارة الكامنة في الصخور المنصهرة، ولتصور شكل الأرض وتكوينها، فسوف نستخدم بيضة مسلوقة ونقطعها إلى نصفين كما في شكل رقم (43).

ف نجد أن صفار البيض (المح) "Yellow Yolk"، يمكن أن يمثل لب الأرض "Core"، في حين يمثل البياض وشاح الأرض "Mantle"، أما قشرة البيضة فتمثل قشرة الأرض "Crust"، يمثل لب الأرض سدس حجم الأرض وثالث كتلتها، ويصل قطره إلى 3468 كيلو متر، وتتراوح درجة حرارته بين 3000 و 5000 درجة مئوية، في حين يكون وشاح الأرض أكثر من 80% من حجم القشرة الأرضية، ويصل سمكة إلى 2900 كيلو متر ويتكون من سليكات وأكاسيد الحديد والماغنسيوم. توجد تحت قشرة الأرض صخور ومعادن منصهرة تسمى ذوب صخري "Magma"، وهو ما يعني أن قشرة الأرض تعوم على ذوب صخري، فإذا ما انكسر الذوب الصخري وخرج من سطح الأرض على شكل بركان يسمى حمم "Lava".

◀
"كلما تعمقنا 100 متر في باطن الأرض، كلما ارتفعت درجة الحرارة بنحو ثلاث درجات مئوية".



شكل (43): شكل توضيحي لتكوين الكرة الأرضية

هذا وتزيد درجة الحرارة كلما تعمقنا في باطن الأرض، فإذا تعمقنا 100 متر نجد أن درجة الحرارة ترتفع حوالي 3 درجات مئوية وهو ما يعني أننا إذا تعمقنا في باطن الأرض حوالي ثلاثة آلاف متر فسنجد أن درجة الحرارة ستكون كافية لغلي الماء. مع زيادة العمق في باطن الأرض نجد أن الماء يصنع له مسارات قريبة من الصخور الساخنة وبالتالي ترتفع درجة حرارته ليغلي ثم يتحول إلى بخار تصل درجة حرارته إلى حوالي 148 درجة مئوية. عندما يصعد الماء الساخن في الشقوق الموجودة بباطن الأرض إلى سطحها يتكون ما يسمى ينبوع ساخن " Hot Spring" كما في شكل رقم (44)، ويتميز الينبوع بأن ماءه متجدد وفي حركة مستمرة لكنها هادئة، أما إذا خرج البخار والماء الساخن مندفعين فوق سطح الأرض فهو يسمى فوار ساخن " Geyser" كما في شكل رقم (45).



شكل (45): صورة لفوار ساخن



شكل (44): صورة لينبوع ساخن

استخدامات الطاقة الجوفية الحرارية

تشير الآثار القديمة والتي ترجع إلي آلاف السنوات إلي أن الهنود في أمريكا الشمالية كانوا يعدون أطعمتهم حول الينابيع الساخنة أما في باقي أنحاء العالم فغالبا ما كانت هذه الينابيع تستخدم في عمليات الاستشفاء والاسترخاء. وفي مصر تستخدم المياه الدافئة الصادرة من الينابيع الساخنة في عمليات الاستشفاء كما هو الحال في حمام فرعون الذي يتكون من 15 عينا تتدفق منها المياه الساخنة ليملاً البخار المتصاعد منها أنحاء المغارة المنحوتة في الجبل، وتبلغ درجة حرارة المياه ما بين 55-75 درجة مئوية. وقد أثبتت التحاليل العلمية إمكانية استخدام هذه المياه في شفاء العديد من أمراض الصدر والجلد وبعض أمراض العيون، ويوجد أيضا عيون موسي التي تقع على بعد نحو 60 كيلو متر جنوبي نفق الشهيد أحمد حمدي (أسفل قناة السويس) وتعرف هذه العيون -فضلا عن جمال الطبيعة حولها- بأن لها فوائد صحية عديدة حيث تعالج بعض الأمراض الجلدية والروماتيزم وتفيد أيضا الجهاز الهضمي. أيضا يمكن استخدام المياه الدافئة في تدفئة المنازل وذلك بضخها في شبكة من المواسير المعزولة والممتدة لعدة كيلومترات داخل المنازل والفنادق والمناطق الأخرى المراد تدفئتها، وتوجد العديد من المنازل في مناطق كثيرة بالعالم مثل جنوب "كاليفورنيا" و"سان برماردينو" تستخدم هذه الأنظمة في عمليات التدفئة.

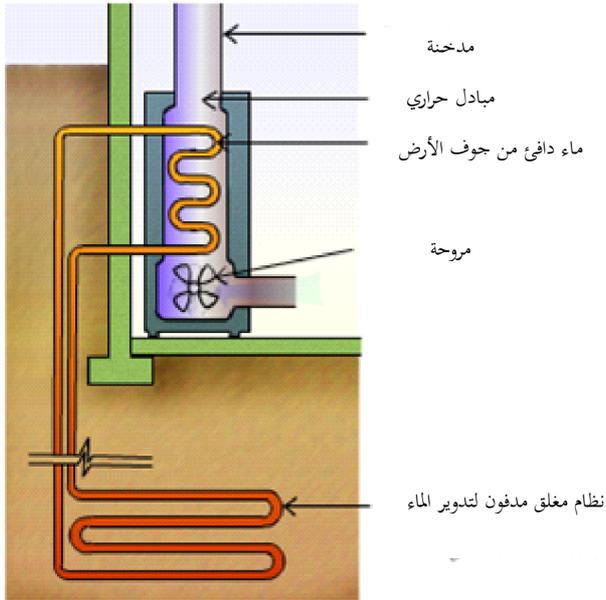
إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الجوفية الحرارية

يمكن استخدام الماء الساخن أو البخار الصادر من باطن الأرض في توليد الكهرباء، وتعد الولايات المتحدة الأمريكية أحد أشهر الدول التي تستخدم الطاقة الجوفية الحرارية، ففي كاليفورنيا وحدها توجد أربعة عشر منطقة تعتمد في إنتاج الكهرباء علي الطاقة الحرارية من باطن الأرض، هذا إلي جانب وجود مناطق أخرى توجد بها ينابيع وفوارات ساخنة لم تستغل بعد.

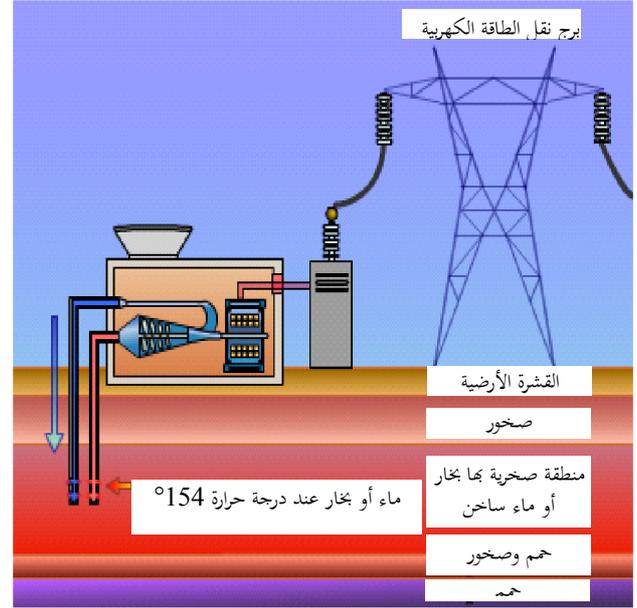
تشبه محطات الطاقة الجوفية الحرارية المحطات التقليدية، عدا أنها لا تستخدم وقود في تسخين المياه بغرض تحويلها إلي بخار، فالبخار أو الماء الساخن الصادرين من باطن الأرض يوجهان نحو توربينة يدور بدورانها عمود مركزي يصل بين التوربينة والمولد، فيقطع بدورانه المجال المغناطيسي داخل المولد فتنشأ الكهرباء. يوضح الشكل رقم (46) رسم تخطيطي لأحد محطات الطاقة الجوفية الحرارية لإنتاج الكهرباء حيث يتم نقلها من المحطة عبر كابلات نقل القوي إلي مناطق الاستهلاك.

بالإضافة إلي إنتاج الكهرباء يمكن استخدام طاقة باطن الأرض في تشغيل مضخة حرارية "Heat Pump" اعتمادا علي فرق درجات الحرارة بين سطح وباطن الأرض، فدرجة الحرارة علي عمق ثلاثة أمتار من سطح الأرض غالبا ما تتراوح بين 10 و 16 درجة مئوية وهو ما يفسر كون الغرف الموجودة أسفل البنايات رطبة وذات درجة حرارة منخفضة، وفكرة استخدام المضخة الحرارية في تدفئة هذه الغرف شتاءً تتلخص في مد شبكة من المواسير المعزولة

والمدفونة -أسفل هذه الغرف- تحتوي المياه الساخنة أو البخار الصادر من باطن الأرض لتصل إلي مضخة حرارية أو مبادل حراري "Heat Exchanger" يتولى نقل الحرارة إلي تلك الغرف، كما في الشكل رقم (47).



شكل (47): رسم توضيحي لنظام تدفئة يعتمد علي الطاقة الجوفية الحرارية



شكل (46): رسم توضيحي لمحطة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الجوفية الحرارية

الباب الحادي عشر: الطاقة النووية

الطاقة النووية هي أحد أشكال الطاقة، وتختص باستخراج الطاقة الموجودة في نواة أحد العناصر، تزود الطاقة النووية دول العالم بأكثر من 16% من الطاقة الكهربائية التي يحتاجها، فهي تلي ما يقرب من 35% من احتياجات دول الإتحاد الأوروبي، ففرنسا وحدها تحصل علي 77% من طاقتها الكهربائية من المفاعلات النووية ومثلها ليتوانيا. أما اليابان فتحصل علي 30% من طاقتها الكهربائية من المفاعلات النووية. ويوجد نوعان من المفاعلات، مفاعلات بحثية وأخرى لتوليد الطاقة. تُستخدم المفاعلات البحثية لإجراء الأبحاث العلمية لأهداف طبية وصناعية، ويوجد علي مستوي العالم 284 مفاعل بحثي في 56 بلد. أما مفاعلات الطاقة فتُستخدم لإنتاج الطاقة الكهربائية كما يمكن استخدامها لإنتاج الأسلحة في البلدان التي تمتلك برامج حرب نووية.

تُعرف الطاقة النووية بأنها الطاقة التي تربط بين مكونات النواة أي (بروتونات أو نيوترونات) وتنشأ الطاقة نتيجة تكسّر تلك الرابطة مما يؤدي للحصول علي طاقة حرارية هائلة.

وقد بين "ألبرت أينشتين" Albert Einstein¹² أحد أشهر العلماء، أن المادة يمكن أن تتحول إلي طاقة، وأوضح أن هذا التحول يخضع للمعادلة التالية:-

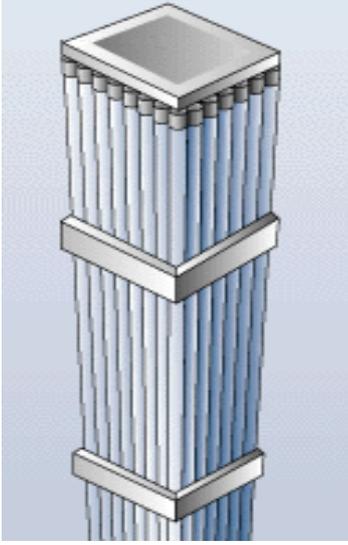
$$ط = ك \times ع^2$$

وتبين هذه المعادلة أن الطاقة (ط)، تساوي الكتلة (ك)، مضروبة في مربع سرعة الضوء (ع). وقد استخدم العلماء هذه المعادلة كمدخل لعلم الطاقة الذرية وأيضاً لصنع القنابل الذرية. وقد ذكر اليونانيون في كتبهم أن الجزء الصغير من المادة يسمى ذرة لكنهم لم يذكروا شيئاً عن طبيعتها أو مكوناتها.

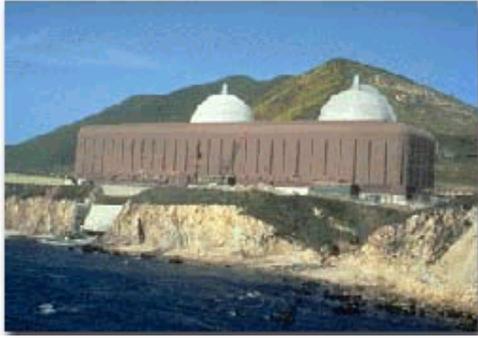
◀
"تزود الطاقة النووية دول العالم بأكثر من 16% من احتياجات الطاقة الكهربائية"

الانشطار النووي

¹² ولد "ألبرت أينشتين" في 14 مارس 1879 بألمانيا، تعلق في شبابه بعلوم الطبيعة والرياضيات كما تعلم الموسيقى والعزف علي آلة الكمان، سافر مع والديه إلي "ميلانو-إيطاليا" وهناك حاول الالتحاق بأحد المعاهد الدراسية لكنه رسب في جميع امتحانات الالتحاق عدا الرياضيات فسافر إلي "زيورخ-سويسرا" وأكمل دراسته، وبعد عناء شديد عمل في عام 1901 بأحد مكاتب براءات الاختراعات. وضع "أينشتين" في عام 1905 العديد من النظريات وكان ما زال يعمل بنفس المكتب، مما استرعى اهتمام علماء الفيزياء والرياضيات وطالبوا بتغيير وظيفته وتم تعيينه في عام 1909 رئيساً لقسم الفيزياء النظرية بجامعة "زيورخ"، وحصل في عام 1921 علي جائزة نوبل لاكتشافه قانون النظرية الكهروضوئية، إلي جانب وضعه العديد من الأسس العلمية لكثير من النظريات منها نظرية النسبية، نظرية ميكانيكا الكم، نظرية المجال الواحد، ومازال العلماء حتى الآن يقفون عاجزين عن تحيّل كيف توصل "أينشتين" لهذه النظريات ولاسيما أن التجارب التي تجري حتى الآن تؤكد صحة نظرياته.



شكل (48): قضبان اليورانيوم المستخدمة في تشغيل المفاعلات النووية



شكل (49): مفاعل نووي تظهر أعلاه القباب الخرسانية باللون الأبيض

نتيجة انشطار أنوية الذرات نحصل علي طاقة هائلة في شكل ضوء وحرارة، وأنوية الذرات المستخدمة حاليا في عمليات الإنشطار غالبا ما تكون من اليورانيوم، وقد ذكر "أينشتين" أن الجزء الصغير من المادة يحتوي علي قدر كبير من الطاقة، عندما تخرج هذه الطاقة ببطء يمكننا استخدامها في إنتاج الكهرباء، أما إذا خرجت دفعة واحدة فإنها تتسبب في انفجار هائل ومدمر يشبه إلي حد ما انفجار القنبلة الذرية.

تستخدم المفاعلات النووية عنصر اليورانيوم كوقود وهو يستخرج من مناطق متعددة من العالم، وكمية الوقود المطلوبة لتوليد كمية من الطاقة الكهربائية هي أقل بكثير من كمية الفحم أو البترول اللازمة لإنتاج نفس القدر من الطاقة. يحتاج اليورانيوم الخام قبل استخدامه إلي عمليات معالجة ثم تصنيعه في شكل كرات صغيرة "Pellets" ترص في شكل أعمدة يطلق عليها قضبان الوقود "Fuel Rods" وهي التي توضع في المفاعلات "Reactors" لتشغيلها كما في شكل رقم (48).

وما يحدث داخل المفاعل هو انشطار ذرات اليورانيوم

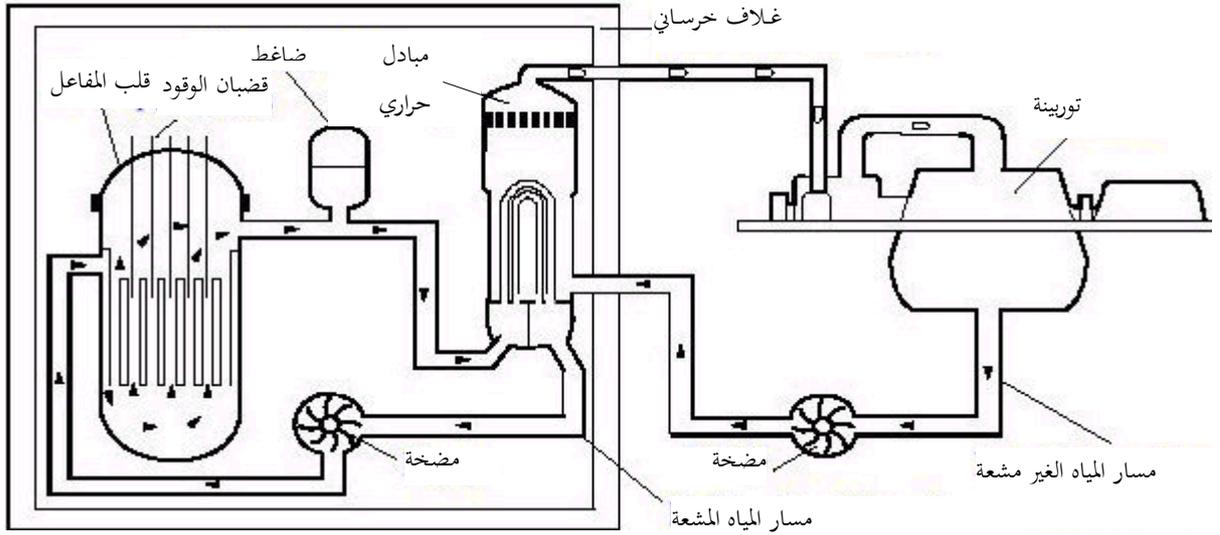
لتبدأ سلسلة من التفاعلات "Reactions"، ينتج عنها طاقة تحرر الجزيئات "Particles" كنتيجة لانشطار الذرة فتصطدم بذرات اليورانيوم الأخرى لتنشط بدورها، وفي المفاعلات النووية تستخدم قضبان التحكم "Control Rods" للسيطرة علي عمليات الانشطار وتهدئتها، فهي تعمل كمهدئ "Moderator" حتى تتم التفاعلات ببطء، لأنها إذا تمت بسرعة فسوف تؤدي إلي انفجار ينتج عنه حرارة وإشعاع مدمرين.

ينتج عن التفاعلات مواد مشعة "Radioactive" تتسبب في إضرار البشر إذا أصابتهم، لذا فإن هذه المواد تحفظ في شكل صلب، بالإضافة إلي أن وجود قبة خرسانية تغطي المفاعل - كتلك الموضحة في شكل رقم (49) - تمنع تسرب هذه الإشعاعات خارج المفاعل وبالتالي تجنب أثارها الضارة. كما ينتج أيضا عن هذه التفاعلات

المتسلسلة طاقة حرارية تستخدم في غلي الماء داخل المفاعل، لذا فبدلاً من حرق الوقود لغلي الماء تعتمد المفاعلات النووية علي الطاقة الناجمة من انشطار الذرات في تنفيذ هذا الإجراء.

ينقل الماء الساخن إلي مبادل حراري يقوم بتسخين مجموعة أخرى من الأنابيب المملوءة بالماء وتحويل الماء إلي بخار ثم تمريره إلي توربينة وبالتالي توليد الكهرباء، كما هو موضح بشكل رقم (50). والغرض من عمل المبادل الحراري هو عدم خلط الماء الم^أ معرض للإشعاع مع الماء المستخدم في تشغيل التوربينات وذلك منعا لتسرب الإشعاع خارج المفاعل.

ومن الحوادث المتعلقة بالمفاعلات النووية حدوث تسرب إشعاعي جزئي في مفاعل "ثري مايل آيلاند" النووي قرب "بنسلفانيا-الولايات المتحدة الأمريكية" عام 1979، لفقدان السيطرة علي التفاعل الإنشطاري وهو ما أدى إلي



شكل (50): رسم تخطيطي لمفاعل نووي

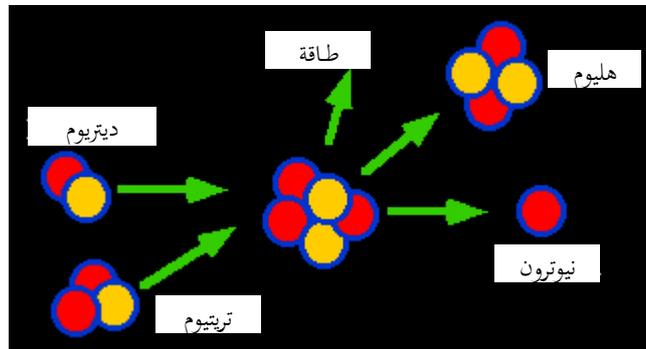
تحرر كميات ضخمة من الإشعاع ولكن تمت السيطرة عليه داخل المبنى وساعد وجود القبة الخرسانية علي ذلك فلم تحدث وفيات ولم يحدث تسرب للإشعاع، وهو عكس ما حدث عام 1986 في تشيرنوبل بالإتحاد السوفيتي حيث قتل حوالي 31 شخص وتعرض مئات الآلاف للإشعاع وهو ما يمكن أن يؤثر علي هؤلاء البشر وربما علي أبنائهم أيضا لعدة أجيال قادمة.

الاندماج النووي

يعتبر "الاندماج النووي" هو الشكل الآخر من صور الطاقة النووية، وكلمة اندماج تعني ربط النويات مع بعضها البعض لتكوين نواة أكبر، وطاقة الاندماج هي المسئولة عن تحول ذرات الهيدروجين إلي هليوم في الشمس، وهو ما

ينتج عنه حرارة وضوء وإشعاعات أخرى. يعرض الشكل رقم (51) نوعين لذرات الهيدروجين، ديتريوم "Deuterium" و تريوم "Tritium" اتحدا مع بعضهما البعض ليعطيا ذرة هليوم وجزء آخر يسمى نيوترون هذا بالإضافة إلى طاقة.

وفي الوقت الحالي يعكف العلماء علي أبحاثهم بغية التحكم في عمليات الاندماج النووي، ويحاولون صنع مفاعل اندماجي لإنتاج الكهرباء، لكنهم مازالوا يواجهون مشاكل حول كيفية التحكم في عملية الاندماج التي تجري في حيز محدود. ومن مزايا الاندماج النووي أن المواد الإشعاعية الناتجة عنه تكون أقل من تلك الناتجة عن الانشطار النووي.



شكل (51): رسم تخطيطي لعمليات الاندماج

الباب الثاني عشر: طاقة المحيطات

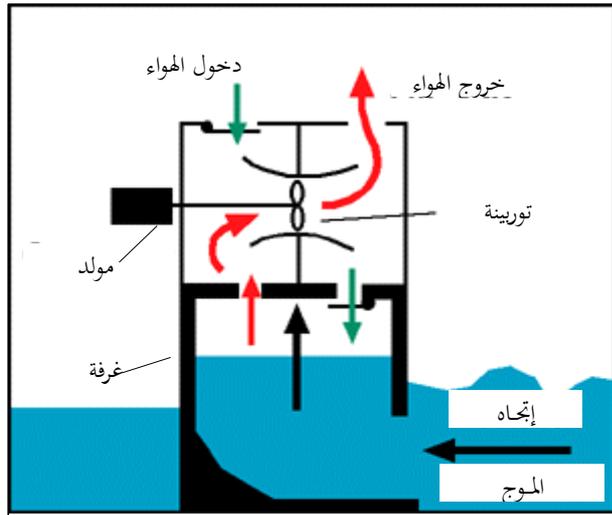
تقدر قدرة المد والجزر عالميا بنحو ثلاثة مليارات كيلووات، إلا أنه لا يمكن الاستفادة من كل هذه القدرة الهائلة

في الوقت الراهن توجد بعض المحطات الصغيرة التي تعتمد في إنتاج الكهرباء علي طاقة المحيطات، وربما تمكن الإنسان في المستقبل من الاستفادة بشكل أكبر من الطاقة الكامنة في المحيطات وتسخيرها لخدمته وإمداده بالطاقة التي يحتاجها في منزله وعمله، ولكن السؤال الذي يطرح نفسه علينا هو كيف نستطيع الحصول علي الكهرباء من المحيطات؟.

توجد ثلاثة طرق رئيسية للحصول علي الكهرباء من طاقة أمواج المحيطات "Wave Energy"، فنحن نستطيع استخدام أمواج المحيطات، أو الطاقة الناتجة من المد والجزر "Tidal"، وكذلك نستطيع الاستفادة من فرق درجات الحرارة في المحيطات فيما يعرف بالاستفادة بالطاقة الحرارية للمحيطات، وسوف نلقي الضوء علي كل من هذه الطرق.

طاقة الأمواج

تحتوي الأمواج علي طاقة حركة يمكنها أن تدير توربينة، وفي المثال البسيط المبين في شكل رقم (52)، نجد أن الماء يرتفع داخل غرفة فيدفع الهواء الموجود بها إلي الخارج، ليدير أثناء خروجه توربينة تستطيع إدارة عمود يقطع بدورانه المجال المغناطيسي داخل مولد، فنحصل علي الكهرباء، أما عندما يهبط منسوب المياه فإن الهواء يدخل إلي الغرفة



شكل (52): إدارة مولد باستخدام طاقة الأمواج

مرة أخرى ليملاًها وهكذا دواليك، وهذه الفكرة هي أحد طرق الاستفادة من طاقة الأمواج، وتوجد طريقة أخرى تعتمد علي الاستفادة من الحركة الترددية للأمواج في تحريك مكبس "Piston" داخل اسطوانة "Cylinder"، وهذا المكبس يمكن أن يدير مولد.

ومن الجدير بالذكر أن معظم أنظمة طاقة الأمواج ذات قدرات صغيرة، لذا فهي غالباً ما تستخدم في إضاءة المنازل الصغيرة ولمبات التحذير علي الشواطئ.



شكل (53): المد والجزر

طاقة المد والجزر

طاقة المد والجزر هي الشكل الثاني من طاقة المحيطات، وتعتمد فكرة الاستفادة منها علي حجز الماء الذي يأتي به المد نحو الشاطئ في خزانات خلف

سدود "Dams"، وبالتالي يمكن الاستفادة من الماء في إنتاج الكهرباء كما في المحطات المائية.

كل ما يجب ان يتم لانتاج الطاقة، يكمن في اختلاف مستوى الماء بين البحر والخزان وتتجسد الخطوة الاولى بملى الخزان وهو ما يتكفل به المد، بعدها يتم اغلاق ابواب الخزان ولا يتم فتحها الا عند انتهاء حالة الجزر. عند انسحاب الماء، يكون الخزان في اعلى مستوياته ويكون الفرق بين مستوى البحر والخزان كافيا ليشغل الماء مراوح المضخات والتي تعمل علي إدارة عمود داخل مولد فتنشأ الكهرباء التي يتم نقلها من خلال محولات خاصة تحملها الى مركز توزيع الطاقة الكهربائي.

تتوقف كمية الطاقة التي يتم توليدها على قوة المد والجزر، وعلى كمية المياه التي يتم تخزينها في الخزانات، وتعتمد بعض النظم علي تشغيل مضخات ترفع مستوى المياه في الخزانات الى ما هو اعلى من مستوى البحر -حين يكون ذلك ممكنا- وخصوصا عندما يقل الطلب على استهلاك الطاقة، وتحديدًا في فترة الليل، ويتم تفريغ المياه بعد ذلك الى البحر حين يزداد الطلب على الكهرباء.

بفضل المد والجزر، يمكن انتاج كميات كبيرة من الكهرباء دون الاضرار بالبيئة. والحقيقة ان المد والجزر يدلنا على مصدر لا ينضب للطاقة، ينشأ المد والجزر عن الجاذبية التي يمارسها القمر على الارض. قوة الجاذبية هذه، تؤدي الى اندفاع مياه المحيطات نحو القمر والتي تظهر في شكل انسحاب قدر أكبر من المياه على سطح المحيط المواجه للقمر، مؤديا إلي ظهور منطقة من الجزر ايضا، نتيجة دوران الارض، يرتفع وينخفض مستوى البحر في اي بقعة من الكوكب مرتين في اليوم. وتقدر قدرة المد والجزر عالميا بنحو ثلاثة مليارات كيلوات، الا انه من الناحية العملية لا يمكن تسخير كل هذه القدرة الهائلة.

تُستخدم طاقة المد والجزر منذ حوالي أحد عشر قرنا، حيث كانت السدود تبني بالقرب من المحيطات والأنهار بغرض استخدام المياه خلف السدود في إدارة طواحين المياه لتقوم بطحن الحبوب ولهذا انتشر بناء هذه المحطات في الخلجان، او عند مصبات الأنهار. وتوجد الآن في مناطق محدودة من العالم محطات تعتمد علي طاقة المد والجزر في إنتاج الكهرباء، وأكثر بلاد العالم شعورا بالمد والجزر هو الطرف الشمالي الغربي في فرنسا حيث يعمل مد وجزر المحيط الأطلسي علي سواحل شبة جزيرة "برنتانيا" إلي ثلاثين متر، وفي عام 1966 أنشأت هناك أكبر محطة لانتاج الطاقة باستخدام المد والجزر تبلغ قدرتها 240 ميغاوات وتقوم بتوفير الطاقة التي تحتاجها التجمعات السكانية القريبة منها ومازالت هذه المحطة تعمل حتى الآن، أما ثاني هذه المحطات -من حيث القدرة- فهي تلك المقامة في كندا وتبلغ قدرتها 17 ميغاوات.

الطاقة الحرارية للمحيطات

تعتبر فكرة الاستفادة من الطاقة الحرارية للمحيطات قديمة إلى حد ما، ففي عام 1881 قدم المهندس الفرنسي "جاك دي أرزونفال Jacques D'Arsonval"¹³ فكرته التي تعتمد علي فرق درجات الحرارة، وملخص الفكرة هو أن درجة الحرارة علي سطح المحيط تكون أعلي منها في الأعماق وذلك نتيجة تعرضها لضوء الشمس، أي أن درجة الحرارة تنخفض كلما تعمقنا في المحيط لتصبح باردة جدا في القاع، ولهذا السبب يرتدي الغواصون بدل غطس من الجلد تساعدهم علي الاحتفاظ بدرجات حرارة أجسامهم.

واعتمادا علي فكرة أن المحيطات تعمل كمجمعات "Collectors" للطاقة الحرارية، فإن تحويل الطاقة الحرارية إلي كهرباء يعتمد علي فرق درجات الحرارة الذي يصل إلي نحو 20 درجة مئوية بين السطح الدافئ والقاع البارد، ويوجد في "هاواي"¹⁴ بعض من هذه الوحدات التي يعتمد عليها في توفير بعض من الطاقة الكهربائية للولاية.

¹³ "جاك دي أرزونفال" فيزيائي فرنسي ولد في 8 يونيو 1851 ويعتبر أحد رواد العلاج بالكهرباء، ابتكر العديد من الأجهزة الهندسية والتي أسهمت في تأسيس علم الهندسة الكهربائية، وقد توفي في 13 ديسمبر 1940 بفرنسا.

¹⁴ "هاواي" هي ولاية أمريكية عبارة عن أرخبيل من الجزر في المحيط الهادي، يبلغ عدد سكانها حوالي 1.2 مليون نسمة، و "هونولولو" هي العاصمة وأكبر المدن، تتكون "هاواي" من 19 جزيرة رئيسية وهي آخر الولايات التي انضمت إلي الإتحاد الأمريكي.

الباب الثالث عشر: ترشيد الطاقة

ذكرنا من قبل أن الطاقات المتجددة والتي تضم الطاقة الشمسية والرياح والطاقة الحرارية الجوفية والطاقة المائية تتجدد بانتظام، لكن توجد أشكال أخرى من الطاقة نستخدمها في منازلنا وسياراتنا لا يمكن تعويضها أو تجديدها، فالوقود الأحفوري يحتاج إلى ملايين السنين ليتكون وليس من الممكن أن يستعاد ما استهلك منه خلال الليل كما هو الحال في بعض الطاقات المتجددة، وهذا القدر المحدود من مصادر الطاقة الغير متجددة يتلاشى بمجرد استخدامه ولا يمكن استرجاعه، وهو ما يجعل لكل منا دورا هاما تجاه توفير وترشيد هذه المصادر، وسوف نستعرض في الفقرات التالية بعض الإجراءات التي يمكن أن يتخذها كل منا سواء في المنزل أو المدرسة أو المواصلات.

ترشيد الطاقة في المنزل

يمثل استهلاك الطاقة بالمنازل جانبا كبيرا من الطاقة، ففي مصر يبلغ متوسط استهلاك المنازل 47% من إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة والبالغ قدرها حوالي 95 مليار كيلووات ساعة في عام 2004، وفيما يلي بعض من الإرشادات التي يمكن أن تساعدنا في خفض استهلاكات الطاقة داخل المنازل.

- إغلاق الأجهزة الكهربائية التي لا تحتاج لها، وعدم ترك الغرف هباءة.
- الاستخدام الأمثل للسخانات الكهربائية حيث أن استهلاكها من الطاقة يتراوح بين 1000 إلى 3000 وات ساعة.
- أعد استخدام الأكياس الورقية، فإن تصنيع 700 كيس ورقي يحتاج إلى شجرة يبلغ متوسط عمرها 15 عام.
- أعد استخدام أوراقك القديمة، فرما كان فيها أوراق بيضاء يمكنك الكتابة أو الطباعة عليها مرة أخرى.
- لا تروي النباتات والأزهار المنزلية أثناء النهار، وذلك منعا لتبخر جزء من مياه الري نتيجة سطوع الشمس وبالتالي عدم إستفادة النبات منها.

◀ "إن إعادة استخدام 700 كيس ورقي يعادل الحفاظ على شجرة يبلغ متوسط عمرها 15 عام"



= 700 كيس ورقي



شكل(54):إعادة استخدام 700 كيس ورقي يعادل الحفاظ علي شجرة متوسط عمرها 15 عاما

ترشيد الطاقة في الإضاءة

تعتبر المصابيح من أكثر الأجهزة الكهربائية انتشارا حيث تستخدم بكميات كبيرة في القطاعين السكني والتجاري، كما أن بعض المباني تبلغ نسبة استهلاك الإنارة فيها أكثر من 30 % من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة، ومن أنواع مصابيح الإضاءة الأكثر انتشارا، مصابيح التنجستن، ومصابيح الفلوريسنت، والمصابيح المرشدة للطاقة، وفيما يلي بعض الإرشادات التي يمكننا إتباعها لترشيد استهلاك الطاقة في مجال الإضاءة : -

- الاعتماد علي ضوء الشمس أثناء النهار بدلا من المصابيح الكهربائية.
- إطفاء أنوار الغرف الخالية من الأفراد.
- إذا وجدت مصباح غالبا ما ينسي أفراد الأسرة إطفاءه أحضر شريطا لاصقا واكتب عليه " لا تنسي إطفاء الأنوار " ثم ضعه إلي جوار المفتاح.
- استخدام مصابيح الفلوريسنت أو المصابيح المرشدة للطاقة إذ أنها تستهلك طاقة كهربائية أقل وتعطي شدة إضاءة تصل إلي حوالي أربعة أضعاف مصابيح التنجستن، وهو ما يعني أن مصابيح الفلوريسنت توفر 75% من الطاقة التي تستهلكها مصابيح التنجستن، كما أن عمرها الافتراضي يمتد لسنوات.
- استخدام العاكس الضوئي والدهانات الفاتحة للجدران الداخلية للمبنى لأن هذا يساعد علي انعكاس الضوء والحصول علي إضاءة جيدة بأقل عدد من المصابيح.



شكل (55) : احد أنواع اللمبات المرشدة للطاقة

ترشيد الطاقة في المدرسة

- يمكن تعيين طالب -لمدة أسبوع وبشكل دوري مع باقي الطلاب- للعمل كمشرف طاقة " Energy Monitor"، حيث يتولى مراجعة مستوي الإضاءة وإطفاء الأنوار في الفصول الخالية من الطلاب، وكذلك قراءة عدادات الطاقة ومقارنتها بالقراءات السابقة وتحديد أسباب تغير مستوي الاستهلاك.
- الاعتماد علي ضوء الشمس في الإضاءة.
- استخدام الطابعات التي تستطيع طباعة أكثر من ورقة علي وجهي الورقة.

ترشيد الطاقة في دورات المياه

أثبتت الدراسات أن حوالي 75% من المياه التي نستخدمها في منازلنا نستهلكها في دورات المياه، وهو ما يعني الحاجة إلي استخدام وسائل أفضل تحقق مزيدا من كفاءة الاستخدام، وبالتالي فإننا مطالبون بالاعتقاد في استهلاك المياه لأن إهدار المياه يعني إهدار الكهرباء، وفيما يلي بعض الإجراءات التي يمكن أن تساعدنا في تقليل استهلاك المياه:-

- استخدام الغسالات الآلية في غسل الأطباق يوفر 37% من المياه عن غسلها يدويا.
- تأكد من عدم وجود تسرب في توصيلات المياه وخاصة الساخنة إذ أن التسرب يتسبب أيضا في استمرار عمل السخان.
- ينصح باستخدام سخانات الماء التي تعمل بالطاقة الشمسية إذ أن استهلاكها للكهرباء يكون أقل.
- العمل على فصل الكهرباء عن السخان وعدم تشغيله صيفا إلا عند الحاجة.

ترشيد الطاقة في المواصلات

- حاول أن تمشي علي قدميك وخاصة في المسافات المتوسطة والقصيرة بدلا من استخدام السيارة.
- استخدم المواصلات العامة بقدر الإمكان.
- تعرف علي خطوط المواصلات العامة التي يمكن أن توصلك إلي مدرستك أو عملك في أقصر وقت.

الباب الرابع عشر: مستقبل مصادر الطاقة

أصبح من الواضح لنا أننا نستخدم وقودا تشكل علي مدار 65 مليون عام مضت، وبالتالي فهو غير متجدد ولا يمكن تصنيعه مرة أخرى، وعرفنا كيف يمكن أن نحافظ عليه بترشيد استهلاكنا مع إيجاد بدائل له تتمثل في الطاقات المتجددة.

ويعد غاز الهيدروجين أحد هذه البدائل، ومن خواصه أن ليس له لون أو رائحة ويمثل 75% من كتلة الكون، ويوجد الهيدروجين علي سطح الأرض متحدا مع عناصر أخرى مثل الأكسجين والكربون والنيتروجين، وهو ما يعني ضرورة فصله عن هذه العناصر حتى نستطيع استخدامه.

ويمكن إنتاج الهيدروجين من جزيئات الهيدروكربون "Hydrocarbon" بالتسخين ويعرف هذا الإجراء باسم إعادة تكوين الهيدروجين "Hydrogen Reforming"، وهو إجراء عادة ما يتم لإنتاج الهيدروجين من الغاز الطبيعي، أيضا يستخدم التيار الكهربائي في فصل الماء إلي مكوناته الأصلية -الهيدروجين والماء- في عملية تعرف بالتحليل الكهربائي "Electrolysis". كما أن بعض الطحالب والبكتريا التي تستخدم ضوء الشمس كمصدر يمدّها بالطاقة تستطيع أن تنتج الهيدروجين عند شروط معينة.

نجح العلماء بالولايات المتحدة من ابتكار جهاز يقوم بفصل الهيدروجين من الماء وتحويله إلى طاقة كهربائية في نفس الوقت، حيث يستخدم الهيدروجين الناتج في شحن خلية وقود - وعادتها يُطلق عليها البطارية الهيدروجينية - فعند عملها يرتبط الهيدروجين بأكسجين الجو فينتج طاقة كهربائية وماء، وهو بذلك لا ينتج أي ملوثات بيئية أو غازات سامة، إلا أن الجهاز ما زال غير اقتصادي التكلفة.

في الوقت الراهن، يستخدم الهيدروجين في تصنيع الأمونيا وفي تكرير البترول بغرض استخلاص الميثانول، كما يستخدم في وكالة ناسا¹⁵ "NASA" لأبحاث الفضاء كوقود

◀
"يري العلماء أن
الهيدروجين سوف
يمثل الركيزة الأساسية
للمجتمعات في
المستقبل كبديل
للقود الإحفوري"

¹⁵ في 1 أكتوبر 1958 بدء العمل الرسمي في وكالة ناسا الأمريكية لأبحاث الفضاء، والتي تهتم بعلوم الفضاء الخارجي، وعلوم الطيران. وقد امتد نشاطها ليشمل إرسال رحلات لاستكشاف الفضاء الخارجي وأيضا إلى القمر، ولعل رحلة "أبوللو" عام 1969 أشهر هذه الرحلات حيث استطاع

لسفن الفضاء وأيضاً في خلايا الوقود "Fuel Cells" للحصول علي الحرارة والكهرباء والمياه لرواد الفضاء "Astronauts". وخلايا الوقود عبارة عن وحدات تقوم بتحويل الهيدروجين مباشرة إلى كهرباء، وربما استخدم الهيدروجين في المستقبل لتسيير العربات كبديل عن البنزين والسولار، وكذلك الطائرات وفي إمداد منازلنا بالطاقة، فالهيدروجين يحتوي علي طاقة عالية، كما أن الماكينات التي تقوم بحرقه لا يصدر عنها أية ملوثات " Zero Pollution".

استخدامات خلايا الوقود

تعتبر خلايا الوقود تكنولوجيا واعدة للعمل كمصدر للحرارة والكهرباء في المباني وبالسيارات. لذا تعمل شركات تصنيع السيارات علي تصنيع وسائل نقل تعمل بخلايا الوقود. في خلايا الوقود يوجد جهاز كهروكيميائي "Electrochemical" يفصل الهيدروجين والأكسجين لإنتاج كهرباء يمكنها إدارة موتور كهربائي يتولى تسيير العربة. إلا أن استخدام الهيدروجين سوف يؤدي إلي استهلاك قدر كبير من الطاقة اللازمة لبناء بنية تحتية "Infrastructure" في إنشاء محطات التزود به وغيرها من التجهيزات الضرورية لهذه المحطات.



شكل (56): دورة الهيدروجين في تشغيل السيارات

ربما استطاع الهيدروجين في المستقبل أن يلحق بالكهرباء بكونه حامل للطاقة "Energy Carrier"، ووظيفة حامل الطاقة هي اختزان وحمل الطاقة إلي المستهلكين في شكل بسيط يمكنهم معه استخدام الطاقة بسهولة. فالهيدروجين يستطيع اختزان الطاقة حتى وقت الحاجة إليها مع إمكانية حملها إلي المكان المطلوب استخدامها فيه.

ويري بعض الخبراء أن الهيدروجين سوف يمثل ركيزة للمجتمعات في المستقبل ليحل محل الغاز الطبيعي، والبتروول والفحم والكهرباء. فهم يرون أن اقتصاديات الهيدروجين الجديدة سوف تحل محل اقتصاديات الوقود الأحفوري، علي الرغم من أن وجهة النظر هذه لن تتحقق في المستقبل القريب.

فيها الملاح "نيل أرمسترونج" أن يهبط بمركبة الفضاء علي سطح القمر ثم الخروج من المركبة والتجول علي سطحه ليصبح أول إنسان يضع قدمه عليه، ثم توالى الرحلات بعد ذلك حتى يومنا هذا.

المحطات الشمسية علي الأقمار الصناعية

أحد الاقتراحات المستقبلية للطاقة هو وضع قمر صناعي يحمل محطة شمسية ضخمة يدور بها حول الأرض، حيث



يقوم بتجميع الطاقة الشمسية وتحويلها إلي كهرباء ثم توجيهها نحو الأرض في شكل موجات متناهية الصغر "Microwaves" أو أي شكل آخر من أشكال نقل الطاقة. ومن مزايا هذه الفكرة أن الطاقة المنتجة لن يكون لها تأثيرات علي الاحتباس الحراري لكن الجانب الغير مرغوب هو أن الموجات المتناهية الصغر ربما تؤثر علي صحة الإنسان، و هذه الفكرة ربما لا تعتبر عملية في الوقت الراهن وربما لقرن قادم، ولكن من يدري؟.

شكل (57): رسم توضيحي لتوليد الكهرباء بالطاقة

الشمسية من خارج الكرة الأرضية

الختامة

ناقشنا فيما سبق إمدادات العالم من الوقود الأحفوري (بترو، فحم، وغاز طبيعي) وكيف أنه يتناقص كنتيجة للاستخدام المستمر، والوقود الأحفوري غير متجدد وبالتالي فليس من الممكن إسترجاعه مرة أخرى.

كما عرفنا -أيضا- أن الطاقة المتجددة مثل الشمس والرياح والمياه والمخلفات وكذلك بقايا الأشجار الميتة وفروع الأشجار إلي جانب المخلفات الحيوانية ومخلفات الطيور والتي تسمى كتلة إحيائية يمكنها إنتاج الكهرباء والحرارة والوقود والكيماويات ذات القيمة مع تأثيرات طفيفة علي البيئة.

علي النقيض، فالإنبعاثات الناتجة من حرق الوقود الأحفوري مثل البنزين سواء في السيارات أو المصانع أو المرافق التي تحرق زيت البترول تؤثر علي الغلاف الجوي، فالهواء الملوث هو نتيجة لما نسميه غازات الصوبة الزجاجية "Greenhouse Gases".

فعلي الصعيد العالمي يستهلك النقل البري وحدة 82% من منتجات مشتقه من البترول. ومنذ أوائل السبعينات تم إجراء دراسات علي بدائل للبترول للاستخدام كوقود للمحركات وينصب الاهتمام الآن على أنواع الوقود الكحولي (الإيثانول والميثانول) والغاز الطبيعي وعلى الكهرباء وإن يكن بدرجة اقل. أيضا يولد قطاع النقل على مستوى العالم حوالي 60% من انبعاثات أول أكسيد الكربون و42% من أكاسيد النيتروجين و40% من المواد الهيدروكربونية، كما أن الضوضاء الصادرة عن النقل - لاسيما من المركبات البرية - هي الأكثر تأثيرا بين مصادر الضوضاء الأخرى.

من جانب آخر يؤدي تطوير مصادر الطاقة المتجددة إلي خلق فرص عمل جديدة مع تقليل الاعتماد علي البترول، كما أن الأبحاث المستمرة جعلت منها مصدرا للطاقة أفضل مما كانت عليه منذ 25 عام مضت، فقد انخفضت تكلفة الإنتاج لطاقة الرياح من 40 سنت دولار/كيلووات ساعة إلي أقل من 5 سنت دولار/كيلووات ساعة، وفي الخلايا الشمسية من 100 سنت دولار/كيلووات ساعة في عام 1980 إلي حوالي 15 سنت دولار/كيلووات ساعة في الوقت الراهن.

◀
"علينا أن نبحث في مصادر جديدة للطاقة ذات اعتمادية كبيرة وتأثيرات أقل علي البيئة"



شكل (58): وسائل النقل واستهلاكات الطاقة

أيضا توجد تأثيرات محدودة علي البيئة نتيجة استخدام الطاقات المتجددة، فعلي سبيل المثال الحصول علي الطاقة الشمسية الحرارية يتم من خلال تجميع الأشعة الشمسية بواسطة مجمعات (غالبا ما تكون مرايا ضخمة) تحتاج إلي مساحات كبيرة من الأرض، وهو ما يؤثر بدورة علي البيئة متمثلا في تأثير الحياة الطبيعية (نباتات وحيوانات) الموجودة في هذه الأماكن، مع العلم بأن البيئة تتأثر بوجود المباني والطرق وخطوط نقل الطاقة والمحولات، كما أن المائع "Fluid" المستخدم في المحطات الشمسية المصممة لإنتاج الطاقة يكون ساما "Toxic" وهو ما يمثل خطرا في استخدامه.

كذلك تستخدم الخلايا الشمسية تكنولوجيات تستخدم كيمائيات سامة كتلك التي تدخل في صناعة رقائق السليكون "Silicon Chips" اللازمة للحاسبات الآلية، وصناعة البطاريات المستخدمة في تخزين الطاقة الشمسية والتي تعمل أثناء الليل وفي أوقات الغيوم، وبالتالي فإن تصنيع هذه المواد يؤثر علي البيئة.

أيضا لطاقة الرياح آثارها السلبية التي تتمثل في استخدام مساحات كبيرة من الأرض، ففي المتوسط يحتاج كل 1 ميغاوات من طاقة الرياح إلي حوالي 6 كيلومتر مربع لإنشائه، وإن كانت هذه المساحة من الأرض يمكن استخدامها في زراعة نباتات وحشائش أو كمراعي للأغنام وهو ما لا يصلح مع أراضي محطات الطاقة الشمسية. أيضا تتأثر الطيور بإنشاء مزارع الرياح وذلك بسبب اصطدامها بريش التوربينات وخاصة ما إذا كانت هذه المزارع تقع في مسارات الهجرة الموسمية للطيور، وتراعي هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة إنشاء مزارع الرياح بعيدا عن مسارات هجرة الطيور، كما أعدت الهيئة دراسة عن هجرة الطيور إلي وعبر مصر.

أما بالنسبة للطاقة الجوفية الحرارية فنجد أن البخار الصادر من باطن الأرض ذو تأثير كاو وهو ما يؤدي إلي تآكل الأنابيب المستخدمة في نقله إلي مناطق الاستخدام، كما أن تكلفة الإنتاج لمحطات الطاقة الجوفية الحرارية غالبا ما تكون أعلي من المحطات التقليدية.

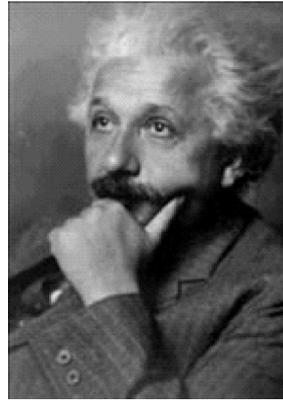
إن إنشاء محطات الطاقة المائية لإنتاج الكهرباء يؤثر علي الطبيعة في أماكن إنشائها، فإنشاء السدود والخزانات يؤدي إلى هجرة السكان إلى مكان آخر، كما أن السدود تُغيّر من التركيب الكيميائي والخصائص الفيزيائية والبيولوجية للأخمار والأرض.

إذا فالوقود الإحفوري غير مستحب لتأثيراته الضارة علي الغلاف الجوي وظاهرة الاحتباس الحراري، والتلوث، وغازات الصوبة، والطاقة المتجددة ذات تأثيرات أقل علي البيئة، كما أن استخدامها يؤدي إلى إيجاد العديد من فرص العمل وتقليل الاعتماد علي البترول.

وخلاصة القول هو أننا أصبحنا الآن متأكدين أننا نواجه في المستقبل مأزقا حقيقيا في الطاقة، وهو ما يدعونا جميعا إلى استخدام الطاقة بحكمة. فصار من الضروري أن نرشد ونرفع كفاءة استخدامنا لها، أيضا يتوقف الأمر علي الباحثين في مجال الطاقات المتجددة، ومتي يمكن أن يقدموها بصورة تؤدي إلى الاعتماد عليها - بشكل أكبر - في المستقبل.



شكل (60): ماري كوري



شكل (59): ألبرت أينشتاين

لكننا سوف نستمر في استخدام الوقود الإحفوري وبعض أنواع الطاقات المتجددة إلى أن توجد بدائل يمكن أن نستخدمها بشكل أكثر فعالية ونسبة اعتمادية أكبر وتأثيرات أقل علي البيئة، وإلي أن يأتي هذا اليوم فإن واحدا منكم - أنتم أيها القراء - ربما يكون ألبرت أينشتاين آخر أو ماري كوري¹⁶ "Marie Curie" أخرى ويستطيع أن يجد مصدرا جديدا للطاقة، وحتى يحدث ذلك فإن الأمر متوقف علينا جميعا.

¹⁶ مدام ماري هي اشهر امرأة فيزيائية ولدت سنة 1867 في بولندا، ولكنها درست وعاشت بفرنسا وحصلت على الجنسية الفرنسية. تعتبر ماري كوري من أعظم علماء القرن العشرين وأول امرأة تعمل في مجال الإشعاع، اكتشفت الراديوم - علاج السرطان الوحيد المعروف لزمّن الطويل. كما أنها الأولى في العالم التي فازت بجائزتين لنوبل أحدهما في الفيزياء عام 1903 وذلك بسبب أبحاثها مع زوجها العالم هنري بيكر عن النشاط الإشعاعي، والأخرى

المراجع العربية

- (1) "التقرير السنوي 2004/2003"، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة.
- (2) "التقرير السنوي 2004/2003"، الشركة القابضة لكهرباء مصر.
- (3) "عصر النور: قصة الكهرباء من عباس حلمي الثاني إلي حسني مبارك"، سليمان عبد العظيم، سبتمبر 2004.
- (4) "التقرير السنوي 2003/2002"، جهاز تخطيط الطاقة.
- (5) "حقيبة تعليمية تدريبية في مجال طاقة الرياح"، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، القاهرة- مصر 2000.
- (6) "حقيبة تعليمية تدريبية في مجال الطاقات المتجددة"، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس 2000.
- (7) "معجم الطاقة"، أحمد أمين عبد المجيد، أكاديميا، بيروت - لبنان، 1993.
- (8) "مستقبل الطاقة"، آلان هاموند، وليام متز، وتوماس موج، 1973.
- (9) موقع الحكومة الإلكترونية في مصر "http://www.idsc.gov.eg"

في الكيمياء 1911 لتحتفظ على لقب أول امرأة تنال هذه الجائزة مرتين وفي مجالين مختلفين. ولم تكن "نوبل" ماري كوري عن دورها كربة منزل، وزوجة فكانت أما بامتياز، فهي التي أجبعت أبت أيرين كوري التي حازت بدورها جائزة نوبل للكيمياء عام 1935. قال عنها ألبرت اينشتاين عند وفاتها عام 1934: "ماري كوري من بين كل مشاهير العالم التي لم تدنس شهرتها"

- 10)"Energy Story", California Energy Commission, 2003
- 11)"Energy Economics in Egypt", M. M. El-Khayat, conference of "Sensing the futures in energy systems: towards a sustainable energy future in Egypt", Cairo, Egypt, dec. 16-17, 2003.
- 12)"Wind Power: a Turning Point", Christpher Flavin, 1993, Modern Egyptian Press
- 13)"Beyond the Petroleum Age: Designing a Solar Economy", Christpher Flavin, 1993, Modern Egyptian Press
- 14)Static Electricity "www.miamisci.org/af/sln/frankenstein/static.html"
- 15)Physics "www.physics.uoguelph.ca/tutorials/ohm/"
- 16)Battaries "www.batterybank.com/page18.html"
- 17)Wind Energy "<http://www.windpower.org/en/kids/index.htm>"
- 18)Solar Energy "<http://kids.msfc.nasa.gov/Sites/ExternSite.asp?url=%2FSolarSystem%2FSun%2F>"
- 19)Biomass Energy "http://www.eere.energy.gov/biomass/biomass_basics_faqs.html"
- 20)Hydro Power "http://www.peebleshotelhydro.co.uk/hydro__activities/hydro__children/hydro__kids%20activities/hydro__kids%20activities.html"
- 21)Ocean Energy "<http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/sources/renewable/ocean.html>"
- 22)Geothermal Energy "<http://www.eere.energy.gov/kids/geothermal.html>"
- 23)Nuclear Energy "<http://www.genesisenergy.co.nz/education/posterpage/index.htm>"
- 24)Hydrogen "www.clean-air.org"
- 25)Global Warming "<http://www.epa.gov/globalwarming/kids/gw.html>"
- 26)Energy Conservation "http://www.energy.gov/engine/content.do?BT_CODE=KIDS"
- 27)Simple Projects "<http://www.energyquest.ca.gov/projects/index.html>"
- 28)NASA "<http://www.nasa.gov/audience/forkids/home/index.html>"
- 29)Energy Liberary "<http://www.energyquest.ca.gov/library/index.html>"
- 30)Links "<http://www.energyquest.ca.gov/links/index.php?pagetype=energy ed>"

فهرس الأعلام

الاسم	الصفحة
إدوين دراك "Edwin L. Drake"	37
ألبرت أينشتين "Albert Einstein"	67، 82
أليكسندر فولتا "Alexander Volta"	24
أيرين كوري "Irene Curie"	83
توماس ألفا إديسون "Thomas Alfa Edison"	23
جاك دي أرزونفال "Jacques D' Arsonval"	73
جورج داريوس "George Darrieus"	52
جورج واشنطن "George Washington"	37
جيمس بريسكوت جول "James Prescott Joule"	14، 15
جيمس وات "James Watt"	49
شارل كولومب "Charles Coulomb"	24
مايكل فاراداي "Michael Faraday"	31
ماري كوري "Mari Curie"	82
هنري بيكر "Henry Baker"	82
سيجوارد سافونيوس "Siguard J. Savonius"	52

قائمة المصطلحات



Wells	آبار
Fossil	إحفوري
Cylinder	اسطوانة
Re-Use	إعادة استخدام
Hydrogen Reforming	إعادة تكوين الهيدروجين
Global Warming	الاحتباس الحراري العالمي
Ethanol	الإيثانول (غاز)
Propane	البروبان (غاز)
Calculator	آلة حاسبة
Electrolysis	التحليل الكهربائي
Rotor	الجزء الدوار
Solar Cells	الخلايا الشمسية
Geothermal Energy	الطاقة الجوفية الحرارية
Solar Energy	الطاقة الشمسية
Hydro Power	الطاقة المائية
Renewable Energy	الطاقة المتجددة
Cretaceous Age	العصر الطباشيري
Carboniferous Age	العصر الكربوني
Atmosphere	الغلاف الجوي
Electricity	الكهرباء
Electromagnetic Induction	المجال المغناطيسي الحثي

Manure	المخلفات الحيوانية (روث)
Tidal	المد والجزر
Methanol	الميثانول (غاز)
Hydrocarbon	الهيدروكربون
Panels	ألواح
Electron	إلكترون
Fusion	اندماج
Fission	انشطار

ب

Alternative Fuels	بدائل الوقود
Zero Pollutions	بدون ملوثات
Cooling Tower	برج تبريد
Proton	بروتون
Infrastructure	بنية تحتية
Inch	بوصة

ت

Erosion	تآكل
Ferment	تخمير
Recycling	تدوير المخلفات
Energy Conservation	ترشيد الطاقة
Reaction	تفاعل

Turbine

توربينة

Current

تيار

ج

Particle

جزئ

Voltage

جهد

High Voltage

جهد مرتفع

Low Voltage

جهد منخفض

ح

Computer

حاسب آلي

Energy Carrier

حامل للطاقة

Mirror Field

حقل مرآيا

Load

حمل

Lava

حمم

خ

Tank

خزان

Fuel Cells

خلايا الوقود

د

Electric Circuit

دائرة كهربية

Temperature

درجة حرارة

ذ

Atom

ذرة

Magma

ذوب صخري

ر

Sedimentary

رسوبي

Astronauts

رواد الفضاء

Blade

ريشة

ز

Oil

زيت البترول

س

Toxic

سام

Heater

سخان

Dams

سدود

ش

Tanker

شاحنة نقل

Charge

شحنة

Spark

شرارة أو ومضة



Shock

صدمة

Environmentally Friendly

صديق للبيئة

Hub

صرة

Yellow Yolk

صفار البيض (المح)

Gear Box

صندوق السرعات



Pressure

ضغط



Energy

طاقة

Kinetic Energy

طاقة الحركة

Wind Energy

طاقة الرياح

Biomass Energy

طاقة الكتلة الإحيائية

Ocean Energy

طاقة المحيطات

Free Energy

طاقة بالمجان

Photovoltaic Energy

طاقة كهروضوئية

Algae

طحالب

Pump

طلمبة

Wind Mills

طواحين الرياح

Water Mills

طواحين المياه

ع

Insulator

عازل

Meter

عداد

High Speed Shaft

عمود الدوران السريع

Tritium

عنصر التريتيوم

Deuterium

عنصر الديتريوم

غ

Liquefied Petroleum Gas

غاز البترول المسال

Natural Gas

غاز طبيعي

Greenhouse Gases

غازات الصوبة الزجاجية

ف

Coal

فحم

Anthracite

فحم الأنثراسيت

Bituminous

فحم بيتومينوس

lignite

فحم لجنائيت

Brakes

فرامل

ق

Earth Crust	قشرة الأرض
Fuel Rods	قضبان الوقود
South Pole	قطب جنوبي
North Pole	قطب شمالي
Parabolic Trough	قطع مكافئ

ك

Power Transmission Cables	كابلات نقل القوي
Pellets	كرات صغيرة
Carbon	كربون
Potential Energy	كُمون طاقة
Electrochemical	كهروكيميائي

ل

Earth Core	لب الأرض
------------	----------

م

Fluid	مائع
Heat Exchanger	مبادل حراري
Heliostat	متتبع شمسي
Parallel	متوازي

Serial	متوالي
Magnetic Field	مجال مغناطيسي
Collectors	مجمعات
Solar Thermal Power Plants	محطات الطاقة الشمسية الحرارية
Power Plants	محطات القوي
Nuclear Power Plants	محطات القوي النووية
Substation	محطة محولات
Spacecraft	مركبة فضاء
Wind Farm	مزرعة رياح
Off-Shore Wind Farm	مزرعة رياح بحرية
On-Shore Wind Farm	مزرعة رياح شاطئية
Energy Monitor	مشرف طاقة
Radioactive	مشع
Array	مصنوفة
Heat Pump	مضخة حرارية
Resistance	مقاومة
Piston	مكبس
Space Shuttle	مكوك فضاء
Coil	ملف
Pollutions	ملوثات
Fuse	منصهر
Radiation Zone	منطقة الإشعاع
Convection Zone	منطقة الحمل
Moderator	مهدئ

Conductors

موصلات

Generator

مولد

ن

Geysir

نبع ماء ساخن

Peat

نسيج نباتي نصف متفحم

Steering System

نظام توجيه

Zero Point Energy

نقطة الطاقة صفر

Neutron

نيوترون

ه

Hybrid

هجين

و

British Thermal Unit

وحدة حرارية بريطانية

Mantle

وشاح الأرض

Fossil Fuel

وقود إحفوري

NASA

وكالة ناسا لأبحاث الفضاء

ي

Hot Spring

ينبوع ساخن

جداول التحويلات

الطاقة

للحصول علي القيمة بوحدات				اضرب القيمة بوحددة
وح ب	كيلو كلوري	كيلووات ساعة	جول	
$10^6 \times 948.4$	$10^{-3} \times 0.239$	$10^7 \times 0.287$	1	جول
3413	860	1	$10^6 \times 3.6$	كيلووات ساعة
3.968	1	$10^5 \times 6.64$	4186.8	كيلو كلوري
1	0.252	$10^4 \times 293$	1055	وح ب

القدرة

للحصول علي القيمة بوحدات			اضرب القيمة بوحددة
حصان	كيلو كلوري/ساعة	وات	
$10^3 \times 1.34$	0.860	1	وات
$10^3 \times 1.55$	1	1.16	كيلو كلوري/ساعة
1	643	746	حصان

درجات الحرارة

درجة الحرارة مئوية = (9/5) (درجة الحرارة فهرنهايت - 32)

الكتلة

للحصول علي القيمة بوحدات			اضرب القيمة بوحددة
كيلو جرام	جرام	رطل	
0.4536	453.6	1	رطل
0.01	1	0.00220	جرام
1	1000	2.205	كيلوجرام

الأتوال

للحصول علي القيمة بوحدات					اضرب القيمة بوحددة
كيلو متر	متر	ياردة	قدم	بوصة	
--	0.0254	0.02778	0.08333	1	بوصة
--	0.3048	0.333	1	12	قدم
--	0.9144	1	3	36	ياردة
0.001	1	1.094	3.281	39.37	متر
1	1000	1094	3281	39370	كيلو متر

التحويلات بين مصادر الطاقة المختلفة

1 طن زيت خام = 0.995 طن بتترول مكافئ (ط ب م) :::: 1 طن بتترول = 7.3 برميل بتترول
 1 طن غاز طبيعي = 1.111 ط ب م :::: 1 طن فحم = 0.67 ط ب م
 1 طن غاز طبيعي = 1340 م³

معامل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون لبعض أنواع الوقود

طن ثاني أكسيد كربون / طن	نوع الوقود
2.6115	غاز طبيعي
2.9837	بوتاجاز
3.1046	بنزين
3.2093	سولار

Filename: www.kutub.info_5831
Directory: C:\Users\المريحي\Downloads
Template: C:\Users\المريحي\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Normal.dotm

Title: قصة الطاقة
Subject:
Author: usama
Keywords:
Comments:
Creation Date: م 06:02:00 2010/03/13
Change Number: 4
Last Saved On: م 03:12:00 2010/03/26
Last Saved By: ICON
Total Editing Time: 9 Minutes
Last Printed On: م 09:48:00 2012/05/03

As of Last Complete Printing

Number of Pages: 97
Number of Words: 18,594 (approx.)
Number of Characters: 105,992 (approx.)