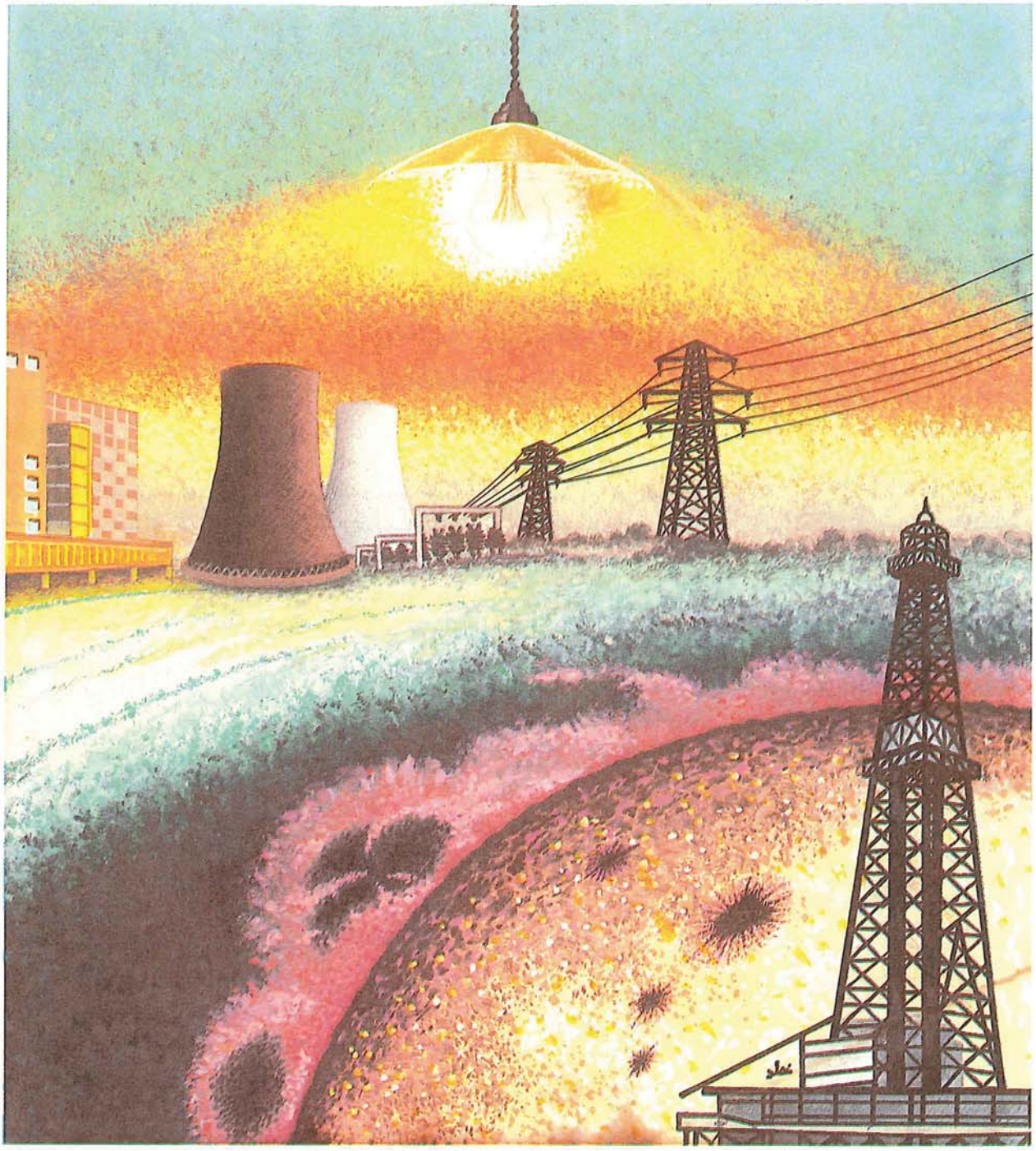


الطاقة .. مصادرها وأنواعها

د. حسن تيم

ان أول ما يتبادر إلى ذهن القارىء حين يذكر لفظ الطاقة هو دلالتها الاقتصادية من حيث أنها وسيلة تشغيل الآلات من وسائط نقل واتصال ، ومصانع ومستشفيات ومعدات بناء وزراعة ، وأنها وسيلة التدفئة والتبريد ، ووسيلة البناء والتدمير .

وقد شغلت الطاقة الأمم منذ الأزل فقامت بسببها الحروب ، وحسمت بواساطتها المعارك ، ولازالت حتى اليوم من أهم المؤثرات في السياسة الدولية من حيث سعي كل دولة إلى تأمين مصادر مضمونة منها ، وفي الاقتصاد الدولي من حيث إنها أهم مكونات التكلفة في معظم الصناعات . ولا تكاد تخلو حكومة دولة من الدول من وزارة أو أكثر تعنى بشؤون الطاقة كوزارة الطاقة أو وزارة البترول أو وزارة الكهرباء والصناعة . . .

ولقد أصبح مستوى التقدم الصناعي للأمم يقاس بمقدار استهلاكها للطاقة ، ويكاد معدل الدخل القومي يتناسب تناسباً طردياً مع معدل استهلاك الفرد للطاقة ؛ فإننا نرى ان معدل استهلاك الفرد للطاقة في الدول الصناعية (٦,٣ كيلوواط للفرد) يبلغ أضعاف مثيله في دول العالم الثالث (١,٠ كيلوواط للفرد) . ودراسة تاريخ الحضارة تشهد على ان النقلات الحضارية في التاريخ رسم معالمها تطور مصادر الطاقة ، فالأحداث الحضارية كاكتشاف النار والفحم والبترول والكهرباء وتقنية الذرة تبقى نقاطاً بارزة في هذا التاريخ .

وسيتناول حديثنا عن الطاقة في هذا المقال الجانب العلمي والتقني منها ، فستعرف على ماهية الطاقة وطرق تصنيفها وأنواعها ومصادرها وسنختتم الحديث بنظرة مستقبلية نستشف منها شكل توزيع الطاقة في المستقبل المنتظر .

تعريف الطاقة

لا يمكن تعريف الطاقة علمياً بصورة كاملة دون اللجوء إلى معادلات حسابية ، والتعريف الفيزيائي لها ينص على أنها هي قدرة الجسم على اداء عمل . فلو فرضنا أننا نتحدث عن قدرة شخص على حمل أو رفع وزن معين فإن هذه القدرة تحدد طاقته . . وبالطبع تزداد طاقة الشخص بازدياد الوزن الذي يستطيع حمله ، ولو تحدثنا عن سيارة فإننا نربط طاقتها بقيمة حمولتها ، وهكذا . . ويمكن تعريف الطاقة بصيغة أخرى بانها الكمية الفيزيائية التي تظهر كحرارة أو كحركة ميكانيكية أو في ربط المادة بعضها ببعض سواء على مستوى الجزيء أو الذرة أو النواة .

وتقاس الطاقة بوحدات متعددة وترتبط هذه الوحدات بعضها ببعض بعوامل تحويل معروفة ، ومن الوحدات المألوفة لقياس الطاقة (الجول) ويستخدم في قياس الطاقة الميكانيكية عادة ، والسعر الحراري (Calorie) ويستخدم في قياس الطاقة الحرارية والواط مقياس الطاقة الكهربائية ــ ولكي ندرك حجم وحدة (الجول) مثلاً نورد في الجدولين (١) ، (٢) قيماً للطاقة المتولدة من مصادر حرارية أو ميكانيكية مختلفة :

جدول رقم (١)

تفجير نووي	10^{13} ـ 10^{16}	جول
شعاع الشمس سنوياً	10^{34}	جول
شعاع الشمس الواصل للأرض سنوياً	10^{25}	جول
انفجار بركاني	10^{19}	جول
قنبلة هيدروجينية كبيرة	10^{17}	جول
١ كجم من يورانيوم ـ ٢٣٥	10^{14}	جول
غذاء الإنسان سنوياً	10^{9}	جول
سقوط قطعة نقود على الأرض	10^{-1}	جول

جدول رقم (٢)

١ كجم يورانيوم طبعي	$3,4 \times 10^{11}$	جول
قدم مكعب من الغاز الطبعي	$1,0 \times 10^{11}$	جول
طن من الزيت الخام	$4,5 \times 10^{10}$	جول
طن من الفحم	$2,7 \times 10^{10}$	جول
برميل بترول	$6,15 \times 10^{9}$	جول
جالون بترول	$1,76 \times 10^{8}$	جول

وقد ظلت الطاقة تشكل أساساً في الدراسات والأبحاث في العلوم الفيزيائية والكيميائية ، ويشكل علم الحركية الحرارية Thermodynamics فرعاً مهماً من العلوم الكيميائية والفيزيائية على السواء وفي كل من الهندسة الكيميائية والميكانيكية . وتشكل العمود الفقري في هذا العلم ثلاثة قوانين اكتشفها العلماء تنظم علاقات الطاقة عرفت بالقوانين الأول والثاني والثالث للحركية الحرارية . ويهمنا هنا القانون الأول منها وهو قانون بقاء أو ثبات الطاقة في الكون وينص على أن « **الطاقة لا تفنى ولا تستحدث** » وبتعبير أوضح « **ان طاقة الكون ثابتة لا تزيد ولا تنقص** » . والاستنتاج الواضح من هذا القانون هو ان الطاقة التي نتحدث يومياً عن « احتياطيها » و« إنتاجها » و« استهلاكها » ليست في الحقيقة شيئاً ينتج أو يستهلك ، ولكنها موجودة دائما بكمية ثابتة ، وما نفعله في حياتنا من حيث اكتشاف مصادر الطاقة وانتاجها . . . الخ . . لا يتعدى تحويل جزء من طاقة الكون من نوع معين من الطاقة إلى نوع آخر . فعند حرق البترول مثلاً لنشغل المصانع ، نحول جزءا من الطاقة الكيميائية لمادة البترول إلى طاقة حرارية نسخن بها الآلات أو نحركها ، وينتج عن عملية الاحتراق هذه مواد كيميائية ذات طاقة أقل من طاقة البترول المستخدم وقوداً ، بينما يذهب الفرق بين الطاقتين إلى طاقة حركية ترفع درجة حرارة المعدات أو تحركها أو تتسرب إلى الجو في شكل حرارة فترفع درجة حرارته بزيادة سرعة جزيئات الهواء فيه ، أو تكمن طاقة رابطة في جزيئات المواد التي ينتجها المصنع . . . الخ .

أنواع الطاقة

يختلط الأمر على كثير من الناس عند الحديث عن أنواع الطاقة فيمزجون بين أنواعها ومصادرها ، فالشمس مثلاً مصدر للطاقة الشعاعية لكن الكثيرين يسمون طاقة الشعاع الواردة من الشمس طاقة شمسية . ولا نقترح تصحيح هذا الخطأ الشائع هنا ولكننا نود فقط التنبيه إلى ضرورة وعي المقصود من التعبير عند استخدامه . إذ لا فرق بين نوع الطاقة الشعاعية الواردة من الشمس والمولدة في جهاز ليزر ، والطاقة الذرية والنووية هي في الحقيقة طاقة كيميائية مصدرها تفاعل نووي . وسنتحدث في هذا الفصل عن أنواع الطاقة ثم نفسح فصلاً آخر للحديث عن مصادرها .

ويمكن تصنيف الطاقة إلى خمسة أنواع : ميكانيكية وكيميائية وكهربائية وشعاعية وحرارية .

أ ــ الطاقة الميكانيكية : وهي الطاقة الناتجة عن انتقال جسم من مكان إلى آخر . فيصاحب هذا الانتقال اختلاف في طاقة الوضع (المرتبطة بجذب الأرض له) والحركية (المرتبطة بتحركه بسرعة معينة) والأمثلة الطبعية لهذه الطاقة حركة الرياح ومساقط المياه وظاهرة المد والجزر . وهذه جميعها تسخر لتوليد الكهرباء كما سنرى . وقد تولد الطاقة الميكانيكية عند الحاجة من نوع آخر من الطاقة ، فقد تستخدم الطاقة الكهربائية لتسيير آلة ، أو قد نحول الطاقة الحرارية التي تنجم عن احتراق بنزين السيارات إلى طاقة ميكانيكية تحرك السيارة إلى آخر ذلك .

ب ــ الطاقة الكيميائية : وهي أهم أنواع الطاقة المتوفرة طبعياً وهي متوفرة في مختلف أنواع الوقود من فحم وبترول وغاز وحطب ، كما ان الطاقة النووية والطاقة الحيوية مظهران من مظاهرها كما سنرى . وتستخدم الطاقة الكيميائية في الغالب بتحويلها إلى طاقة حرارية وتستخدم الأخيرة كما هي أو تحول إلى نوع ثالث من الطاقة كالطاقة الكهربائية قبل استخدامها .

والطاقة الكيميائية هي الطاقة التي تربط ذرات الجزيء الواحد بعضها ببعض في المركبات الكيميائية أو مكونات النواة في العناصر التي تدخل في تفاعلات الانشطار أو الاندماج النووي .

وتتم عملية تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية بحرق المركب الكيميائي ، أو بتعبير كيميائي أصح مفاعلة جزيئات الوقود بالاكسجين فلو نظرنا ــ على سبيل المثال ــ إلى غاز الميثان وهو المكون الرئيس للغاز الطبعي الجاف (غير الممتزج بالبترول) فاننا يمكن ان نمثل عملية حرقه بالتفاعل التالي :

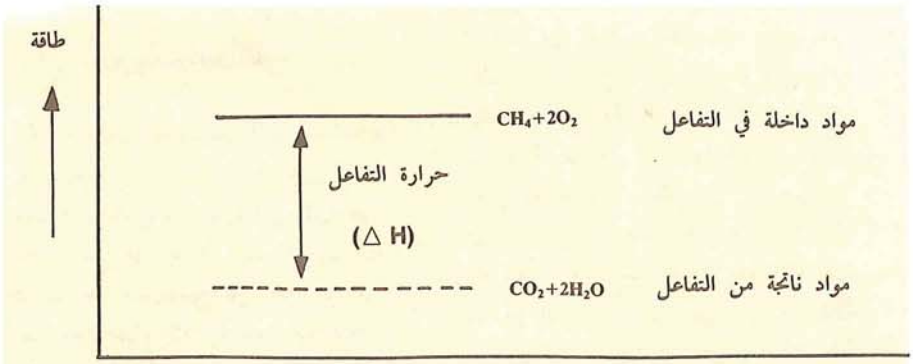
ميثان + اكسجين ← بخار ماء + ثاني اكسيد الكربون + طاقة

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + E$$

أي أن غاز الميثان يتفاعل مع غاز الاكسجين ليولد غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء ، مطلقاً قدراً معيناً من الطاقة على شكل حرارة تستخدم في تسخين المعدات ،

أو في الاستخدامات المنزلية . . . الخ . . ولكي نفهم سبب انبعاث الحرارة عند احتراق الميثان علينا أن نذكر ان كل جزيء في أي مركب لديه مخزون من الطاقة يسمى بالمحتوى الحراري ، وهو عبارة عن مجموع الطاقة الوضعية الناتجة عن قوى التجاذب التي تشكل الروابط الكيميائية بين الذرات المكونة للجزيء ، والطاقة الحركية الناتجة عن الحركة الانتقالية للجزيئات وحركات اهتزازها ودورانها ، ولما كان المحتوى الحراري للجزيئات الموجودة في الجانب الأيمن من المعادلة (الميثان + الاكسجين) أكثر منه للجزيئات الموجودة في الطرف الآخر من المعادلة (ثاني أكسيد الكربون + بخار الماء) فان قانون بقاء الطاقة يستدعى ان ينبعث من التفاعل مقدار من الطاقة يساوي الفرق بين الطرفين (انظر الشكل ١) ويسمى هذا الفرق بحرارة التفاعل .

ولعله يمكننا الآن ان نتنبأ بكمية الحرارة التي يمكن الحصول عليها عند حرق أية مادة هيدروكربونية (أو غيرها) إذا عرفنا خواص المواد الهيدروكربونية (وأهم هذه الخواص المحتوى الحراري) وخواص نواتج الاحتراق والتي غالباً ماتكون ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء ، وإنه لمن الصحيح ان نقول ان جميع المواد الهيدروكربونية يرافق احتراقها (تفاعلها الكامل مع الاكسجين) انبعاث للحرارة وهي لذلك تصلح وقوداً . وينضوي تحت هذا النوع من الطاقة ما نولده من طاقة باستخدام البترول والغاز أو مشتقاتها أو الفحم الحجري أو الحطب . . . الخ . . (انظر جدول رقم ٢) كما ينضوي تحت هذا النوع من الطاقة ما يولده جسم الإنسان من طاقة نتيجة تفاعل الكربوهيدرات مع الاكسجين (الطاقة الحيوية) ، لكن الفرق بين « الاحتراق » الحيوي للكربوهيدرات والاحتراق الصناعي للهيدروكربونات هو ان الأول يتم بطريقة مقيدة وبتحكم دقيق ، أي لا يترك له العنان ، كما ان التفاعلات الحيوية تجري تحت ظروف معتدلة عند درجة حرارة منخفضة نسبياً (حرارة الجسم) وذلك بمساعدة الانزيمات ، بينما من الضروري لبدء الاحتراق الصناعي ان نشعل جزءا بسيطاً من الهيدروكربون ــ وهذا يتطلب درجة حرارة عالية كاشعال عود ثقاب مثلا . وجسم الإنسان اكثر كفاءة من أية آلة لتوليد الطاقة (أو لتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة



شكل (١) يوضح التغير في المحتوى الحراري لتفاعل كيماوي

حرارية وطاقة ميكانيكية) ، إذ عند احتراق الكربوهيدرات تنتقل الطاقة المتولدة إلى العضلات لتستخدمها في الحركة عن طريق مادة تسمى ثلاثي فوسفات الادينوسين :
Adenosine Triphosphate (ATP)

كما ينضوي تحت الطاقة الكيميائية الطاقة الذرية أو الطاقة النووية سواء منها الانشطارية أم الاندماجية . وهي الطاقة المنبعثة عن تفتت نواة المادة المشعة إلى نوى صغرى ، أو المصاحبة لاندماج نواتين أو أكثر لتكوين نواة عنصر جديد أكبر من أي من النوى الداخلة في الاندماج .

جـ ـ الطاقة الكهربائية : ان توليد الحرارة من التفاعلات الكيميائية أمر أوضح وأسهل حدوثاً من توليد الكهرباء ، ولهذا فقد اكتشف الإنسان النار في العصور الحجرية بينما لم يكتشف الكهرباء إلا بعد مضي قرون طويلة ، ولعل السبب في ذلك هو ان المواد جميعها ، عناصر أو مركبات ، متعادلة كهربائياً ، وان الشحنات الكهربائية المتضادة تميل تلقائياً إلى التجاذب ومن ثم التعادل . ولا يوجد مصدر طبعي للكهرباء ، إذ أن الطاقة الكهربائية لا تولد إلا بتحويل نوع آخر من الطاقة إلى طاقة كهربائية . والطرق المألوفة لتوليد الكهرباء هي باستعمال الطاقة الميكانيكية الطبعية (مسقط المياه والرياح) أو بتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية بحرق الوقود لتوليد بخار الماء الذي يحرك التوربينات ومن ثم يولد الطاقة الكهربائية ، أو بتحويل الطاقة النووية إلى طاقة كهربائية أو باستخدام الطاقة الشمسية (كما سنرى فيما بعد) أو بالتحويل المباشر للطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية كما في حالة البطاريات .

وتكمن أهمية الطاقة الكهربائية في انها أفضل وسيلة لنقل الطاقة خاصة من المصادر الثابتة (من حيث المكان) كمساقط المياه والرياح وحتى المفاعلات النووية ، إذ تكاد تكون الكهرباء هي الطريقة الوحيدة لنقل الطاقة من هذه المصادر إلى أماكن استخدامها . أما إذا كان مصدر الطاقة قابلاً للنقل (كالهيدروكربونات) فان منافسة الكهرباء كوسيلة نقل تسقط .

د ـ الطاقة الحرارية : تكاد تكون الطاقة الحرارية أكثر أنواع الطاقة الثانوية شيوعاً بمعنى ان معظم أنواع الطاقة تحول إليها قبل ان تسخر للاستخدام المناسب . فالخطوة الأولى لتشغيل الآلات باستخدام الوقود هي حرق الوقود لتوليد الطاقة الحرارية التي تحول إلى طاقة ميكانيكية ، كما ان توليد الكهرباء من الوقود الهيدروكربوني يمر بطريق الطاقة الحرارية ، واستثمار الطاقة الحرارية من أشعة الشمس يتم بتحويل الطاقة الشعاعية إلى طاقة حرارية وهكذا ، ولا تتوفر الطاقة الحرارية بطريق مباشر (أولي) من الطبيعة إلا من مصادر الحرارة الجوفية Geothermal .

هـ ـ الطاقة الشعاعية : ان المصدر الرئيس للطاقة الشعاعية هو الشمس وقد رأينا ان اجمالي الطاقة التي تشعها الشمس سنوياً يبلغ $^{٣٤}١٠$ جول لا يصل منها إلى الأرض سوى $^{٢٥}١٠$ جول أي ان جزءاً واحداً فقط من الألف مليون جزء مما تشعه الشمس يصل إلى الأرض . وتمت حكمة الله بأن احاط الكرة الأرضية بأغلفة تتحكم في الأشعة المارة بها بحيث تسمح بمرور مايفيد منها وتحجب الأشعة الضارة . إذ المعروف ان الأشعة فوق البنفسجية وهي مرتفعة الطاقة بالمقارنة مع

الأشعة المرئية أو تحت الحمراء ، تمتصها طبقة الأوزون المغلفة للكرة الأرضية وتمنع مرورها . ولو تمكنت الأشعة فوق البنفسجية من الوصول إلى سطح الأرض فانها ستسبب أضراراً بالغة للكائنات الحية وعلى رأسها الإنسان . ومن هذه الأضرار تلف الجلد عن طريق الاصابة بسرطان الجلد . وقد وعت الدول المتقدمة علمياً هذه الحقيقة وحاولت وضع نظم للمحافظة على طبقة الأوزون بتقنين ومراقبة صناعة وانتاج واستهلاك المواد التي من شأنها ان تصل إلى طبقة الأوزون وتتفاعل معها وتهتكها ولو جزئياً ، ومن هذه المواد المركبات العضوية الحاوية للكلور والفلور مثل الفريونات والمواد المستخدمة في المركبات المعبأة في حاويات بخاخة . كما ان من خواص الأشعة تحت الحمراء انها تسخن الجسم الذي تسقط عليه . ويقوم غاز ثاني اكسيد الكربون المتوفر في الهواء الجوي بعملية تنظيم حرارة جو الكرة الأرضية . كما يستخدم جسم الإنسان بكفاءة عالية الطاقة الكيميائية في توليد الطاقة الحرارية والميكانيكية اللازمة لنشاطه كذلك يستخدم النبات الطاقة الشعاعية مباشرة في تحقيق تفاعل ثاني أكسيد الكربون الذي يمتصه من الهواء الجوي والماء الذي يمتصه من التربة في عملية التمثيل الضوئي بكفاءة فائقة .

وتستخدم الطاقة الشعاعية الضوئية بتحويلها إلى أنواع أخرى من الطاقة كالطاقة الكهربائية في الخلايا الضوئية Photovoltaic Cells وكالطاقة الحرارية في عمليات الاستخدام الحراري لأشعة الشمس كتسخين المياه وتحلية المياه . . . الخ .

مصادر الطاقة

يعمد بعض الدارسين إلى تصنيف مصادر الطاقة إلى مصادر متجددة وأخرى غير متجددة مفرقين في ذلك بين مصادر الطاقة التي لا تنضب بإذن الله كالشمس وحركة الرياح والحرارة الجوفية ومساقط المياه والمخلفات الحيوية ، والمصادر الناضبة محدودة العمر كالبترول والغاز والفحم . وحسبنا هنا ان نعدد هذه المصادر نظراً لأن الحديث عن كل منها سيشكل مقالات أخرى تظهر في مواضع أخرى من هذا العدد من المجلة ، وهذه المصادر هي :

أ ـ **الوقود الأحفوري** من بترول وغاز وفحم . . وتكمن أهميتها فيما تختزنه من طاقة كيميائية من السهل إطلاقها كطاقة حرارية في عملية الاحتراق (التفاعل مع الاكسجين) .

ب ـ **مساقط المياه وقوى المد والجزر وطاقة الرياح** : وجميعها مصادر طبعية للطاقة الميكانيكية تستخدم في توليد الكهرباء نظراً لسهولة نقل الطاقة الكهربائية ـ عبر الأسلاك ـ إلى مراكز الاستهلاك .

جـ ـ **الحرارة الجوفية للأرض** Geothermal : وهي المصدرالطبعي الأولي الوحيد للطاقة الحرارية .

د ـ **الشمس** : وهي المصدر الطبعي الوحيد للطاقة الشعاعية الضوئية .

هـ ـ **المفاعلات النووية** : وهي مصدر الطاقة الهائلة التي تنجم عن تحرر الطاقة الكيميائية التي تربط جسيمات النواة بعضها ببعض . ونظراً لأن الطاقة التي تولدها المفاعلات النووية تستخدم في مناطق بعيدة عن مواقع المفاعلات فإنه من الضروري تحويل هذه الطاقة إلى نوع آخر من الطاقة قابل للنقل ، ولذا فإن الاستخدام الرئيس للمفاعلات النووية ـ كمصدر للطاقة ـ هو في توليد الكهرباء التي يسهل نقلها إلى موقع الاستهلاك .

و ـ **المخلفات الحيوية** : وهي المخلفات الحيوانية والنباتية التي تستخدم مباشرة وقوداً وتحول إلى مواد هيدروكربونية غازية أو سائلة .

ومن الملاحظ ان تطوير مصادر الطاقة الناضبة واستثمارها سار على مدى التاريخ الحضاري أوسع من تطوير مصادر الطاقة المتجددة ، ربما لأن الانسان يشعر أن الطاقة المتجددة متوفرة دائماً ، وبإمكانه اللجوء إليها كلما دعت الحاجة ، في حين أنه في سباق مع الآخرين في اقتناص موارد الطاقة الناضبة ، خاصة إذا توفرت بتكاليف زهيدة . ومن المشاهد ان الدول ـ فقيرها وغنيها ـ قد وجهت اهتماماً شديداً إلى تطوير مصادر الطاقة المتجددة حين وجدت ان تكاليف الطاقة الناضبة أصبحت مرتفعة نسبياً ، وان ملكية مصادر الطاقة الناضبة أصبحت تخضع لاعتبارات دولية وحضارية شبه ثابتة . وقد وضحت مظاهر الاهتمام بتطوير مصادر الطاقة المتجددة في الأبحاث المكثفة لاستخدام الطاقة الشمسية والمخلفات الحيوية بحيث سيكون نصيب كل منهما من اجمالي استهلاك العالم في المستقبل المنتظر ملموساً (جدول رقم ٣) .

جدول رقم (٣)
توزيع استهلاك الطاقة الأولية
في العالم عام ٢٠٢٠

	النسبة المئوية
مساقط المياه	٤,١
المفاعلات النووية	٦,٨
طاقة شمسية	٠,٩
مخلفات حيوية	١٣,٣
بترول	٢٨,٩
غـاز	٢٨,٨
فحـم	١٧,٥

هذا ومن الأمور التي تستحوذ اهتمام الباحثين في مجال الطاقة تطوير وسائل تخزين الطاقة خاصة من المصادر التي يبلغ اجمالي انتاجها أرقاماً ضخمة لكن انتاجها يتم بمعدلات منخفضة كالطاقة الشمسية . وقد سبق ان ذكرنا ان الطاقة الشعاعية من الشمس تستخدم عن طريق تحويلها إلى طاقة حرارية أو إلى طاقة كهربائية ، وقد قطعت الأبحاث شوطاً كبيراً في مجال تخزين الطاقة الشعاعية على شكل طاقة حرارية (البرك الشمسية) أو على شكل طاقة كهربائية (الخلايا الضوئية Photovoltaic Cells) ، كما يجدر ان نذكر في هذا المجال امكان تخزين الطاقة الشعاعية على شكل طاقة كيميائية ، وذلك بتحويل الطاقة الشعاعية إلى طاقة كهربائية تستخدم في التحليل الكهربائي للماء إلى عنصرية الاكسجين والهيدروجين ، ومن ثم استخدام الهيدروجين وقوداً نظراً لما يتميز به من قدرة على تخزين الطاقة الكيميائية (انظر الجدول رقم ٤) .

جدول رقم (٤)
الطاقة التي يمكن استخراجها من
بعض المصادر الهيدروكربونية والهيدروجين

المادة	الطاقة بملايين جول/كلجم
هيدروجين	١٢١
ميثان	٥٦
بنزين السيارات	٤٧
البترول الخام	٤٥
زيت الوقود	٤٣
الفحـم	٢٣
الحطب	١٦

وبالطبع يبقى ان عملية نقل الهيدروجين ومناولته ليست من السهولة بمكان ولم يغفل الباحثون هذه الناحية إذ لايزالون منهمكين في إيجاد حلول اقتصادية لهذه المشكلة .