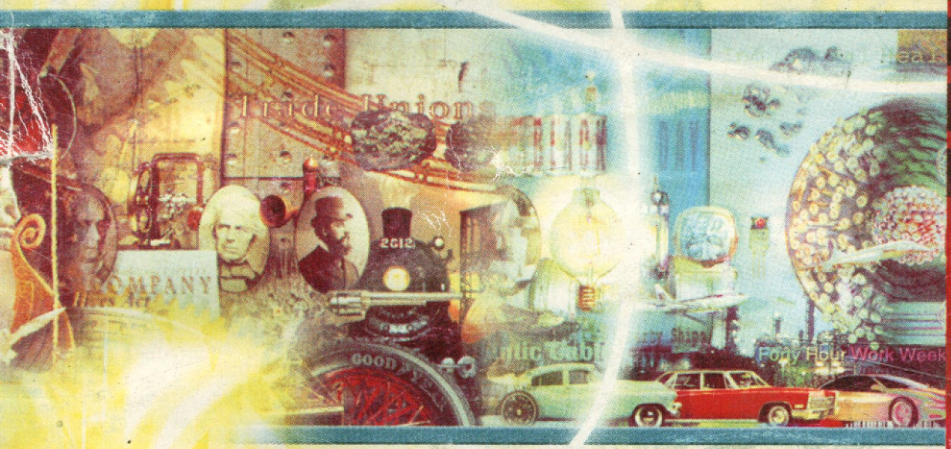
الانسان والطاقة عبر التاريخ

أ.د /توفيق محمد قاسم



مهرجان القراءة للجميع
للطفل - للشباب - للأسرة
جمعية الرعاية المتكاملة

مهرجان القراءة للجميع ٢٠٠٤
الأعمال العلمية
مكتبة الأسرة

3

سلسلة العلوم ١٠ سنوات

مهرجان القراءة للجميع

مكتبة الأسرة

هذا العام نحتفل ببلوغ مكتبة الأسرة عامها العاشر وقد أضاءت بنور المعـ
من ٨٠مليون نسخة كتاب من أمهات الكتب فى فروع المعرفة الإنسانية المختلـ
عيـون أطفال كانـوا فى العاشرة من عمرهم على إصدارات مكتبة الأسرة وكـ
العشره الماضية لتلهب فى تلك العقول الشابة الأن نهم المعرفة من خلال الـ
المعرفة هى سلاحنا الأمضى لتأخذ مصر مكانتها فى ذلك العالم الجديد الذ
والمال لأنها تحمل الإنسان إلى آفاق لا حدود لها فى عالم متغير شعاره ثور
كل وسائل الاتصال ولم يكن منطقيا أن نقف مكتوفى الأيـدى. فكانت مك
أساسية نستقبل بها ذلك العصر الجديد. عصر المعـرفة وانـا لنتطلع فى الـ
الأسـرة ثمارها اليانعة وتساهم فى التغير المعرفى والتكنولوجى لمعطيات
يشارك بدور فاعل فى تقدم البشرية الجديد لنكون امتدادا حضاريا معا
التى كانت أهم وأقدم الحضارات الإنسانية عبر التاريخ.

مهرجان القراءة للجميع
للطفل - للشباب - للأسرة
جمعية الرعاية المتكاملة

الثمن : ١,٥ جنيه

الإنسان والطاقة عبر التاريخ

تأليف

أ.د. توفيق محمد قاسم

مهرجان القراءة للجميع ٢٠٠٤

مكتبة الأسرة

برعاية السيدة سوزان مبارك

(سلسلة الأعمال العلمية)

إشراف : حسان كمال)

الإنسان والطاقة عبر التاريخ

تأليف أ.د. توفيق محمد قاسم

الغلاف والإشراف الفنى :

للفنان : محمود الهندى

للفنان : محمد كامل

الإخراج الفنى والتنفيذ:

صبرى عبدالواحد

الإشراف الطباعى:

محمود عبدالمجيد

المشرف العام :

د . سمير سرحان

الجهات المشاركة :

جمعية الرعاية المتكاملة المركزية

وزارة الثقافة

وزارة الإعلام

وزارة التربية والتعليم

وزارة التنمية المحلية

وزارة الشباب

التنفيذ : هيئة الكتاب

السيدة التى جعلت من الكتاب وطناً !

د. سمير سرحان

مرت عشر سنوات منذ إنشاء «**مكتبة الأسرة**» وأذكر أنه كان يومًا مشهودًا، حين جلسنا مع عدد من المثقفين والوزراء والمفكرين حول تلك السيدة العظيمة التى كانت عيناها تشخص إلى السماء حيث أحلام كثيرة تدور بذهنها الذى لا يتوقف عن التفكير أبدًا.

كانت منذ سنوات قد أنهت رسالتها من الماجستير، التى كان من نتائجها ضرورة إصلاح أحوال المدارس الابتدائية، ورفع مستواها العلمى والتعليمى، وحتى مستوى الأبنية والخدمات.. فكان الأساس فى ذهنها، كما أدركت بعد ذلك معظم الدول الكبرى أن العملية التعليمية هى أهم ما يميز الأوطان، وأن الطفل الذى يمثل البذرة الأولى فى بناء مستقبل أى وطن هو البداية الحقيقية. كنا نتعجب جميعًا فى صمت ونحن جالسون حول تلك المائدة الصغيرة.. لماذا لم يفكر أحد من قبل فى الطفل، ولا أعنى صحته فقط، أو ما قد يصيبه من أمراض، أو مستوياته الاقتصادية

والاجتماعية.. لماذا لم يفكر أحد فى الطفل الإنسان؟! أى فى عقل الطفل ووجدانه، والانطباعات المختلفة، التى يكتسبها من عملية التعلم، وبخاصة من القراءة الحرة، وليس قراءة الكتب المدرسية فقط.

وكان الطفل المصرى فى ذلك الوقت معتادًا أن يمسك بالكتاب المدرسى ويصب عليه كل ما فى طاقته من كره وسخط، ويحفظه حفظًا آليًا بلا فهم، ويُفرّغ هذا الفهم على الورق لينجح وينتقل من سنة دراسية إلى أخرى، أما فى آخر السنة فكانت العادة أن يرمى الكتاب المدرسى من النافذة، كأنه قد تخلص من عبء ثقيل.

كانت السيدة العظيمة، التى قُدّر لها أن تعنى بمستقبل مصر، وأن تكرس حياتها لبناء هذا المستقبل، تفكر فى الطفل كإنسان، وكعقل، وكروح... لقد اكتشفت أن كل ذلك لا يأتى إلا بالقراءة، والقراءة خارج المقرر الدراسى، كما لا يأتى أيضًا إلا من خلال كتاب يوضع فى يده ليحبه شكلاً ومضمونًا، ويحتضنه فى سريره وهو نائم، ويطلق من خلال المادة التى يقرؤها فيه، العنان لخياله، فيسافر من خلال هذا الكتاب إلى عالم سحرى من الأماكن والأفكار والمشاعر والرؤى.

لمعت العينان الذكيتان بعمق الفكرة، وأهميتها لوطن يبنى نفسه ويضع نفسه على مشارف القرن الحادى والعشرين، وبعد أربع سنوات من افتتاح المكتبات العامة فى الأحياء الفقيرة والمُعدَمة،

كانت الفكرة الرائدة قد اكتملت فى ذهنها فأصبحت سوزان مبارك صاحبة أعظم مشروع ثقافى فى القرن العشرين وأوائل الحادى والعشرين.. «**مكتبة الأسرة**».

وكانت فكرة مكتبة الأسرة بسيطة وعميقة فى نفس الوقت، وهى أن نقوم بغرس عادة القراءة فى نفوس ملايين أبناء الشعب الذين لم يكن الكتاب من قبل جزءًا من حياتهم.. وأعتقد أن هذا الهدف قد نجح تمامًا، فقد كان بعض من يسخرون من الشعب المصرى، محاولين الحط من قدره يصفونه بأنه شعب **الفول والطعمية**، وأعتقد أنه الآن وبعد عشر سنوات من صدور مكتبة الأسرة، أصبحوا يسمونه بلا تردد شعب الكتاب والقراءة والعلم والمعرفة.. لكن الهدف الأعمق والأسمى كان إعادة بعث التراث الأدبى والفكرى والعلمى والإبداعى الحديث لهذه الأمة، وهذا يؤكد بالفعل لا بالكلام ريادتها وقيادتها الثقافية والفكرية فى عالمنا العربى، كما يؤكد عظمة ما جاء به عصر التنوير المصرى لينقل العالم العربى كله من عصور الظلام المملوكية والاستعمارية إلى شعوب تعيش عصر العلم والتقدم، وتبنى شخصيتها الثقافية وحضورها الثقافى على مدى العالم..

وها قد أصبحت مكتبة الأسرة بعد عشر سنوات من الجهد المضنى والمتواصل تقدم أكثر من عشرة ملايين كتاب موجودة الآن فى كل بيت مصرى، تحمل صورة السيدة التى فكرت ونفذت هذه

الذخيرة من الفكر والإبداع التى تثرى عقل ووجدان كل مواطن طفلاً كان أم شابًا، ليس فى مصر فقط، وإنما فى العالم العربى كله.. وأصبحت المادة التى تضمها هذه الكتب هى أساس راسخ لتكوين مواطن المستقبل، وأصبحت معظم الدول العربية والمؤسسات الدولية تطلب تطبيق التجربة المصرية على أرضها.

هل كان مجرد حلم لسيدة عظيمة شخصت بنظرها إلى السماء باحثة عن المستحيل، أم كان مجرد حلم رائع، هائل القيمة والحجم وتحقق.. تحية لهذه السيدة العظيمة «**سوزان مبارك**»، واحترامًا وحبًا بلا حدود على قدرتها لتخيل المستقبل، وبناء إنسان جديد لوطن جديد.

وستظل صورة السيدة **سوزان مبارك** موجودة على كل كتاب، وفى كل بيت تُذكّر كل مصرى أن الحلم الحقيقى ليس بالمال، وليس بالتهافت على الماديات، إنما هو «**المعرفة**» وبدون معرفة فى هذا العصر لا يوجد وطن، وإذا فقد الإنسان الوطن فقد ذاته.. بل فقد كل شىء يربطه بهذه الحياة.

د. سمير سرحان

مقدمة

الطاقة هى عصب الحياة الإنسانية عبر العصور والأزمان هادفة راحة الإنسان ورفاهيته فى كل مكان . وهى مقياس للنمو الاقتصادى والتقدم العلمى والتكنولوچى والرقى الحضارى . وأيضًا مؤشرًا للرفاهية وحسن الأحوال للشعوب والبلدان .

وكما هو معروف فهناك شكلان رئيسيان للطاقة ، الأول هو الطاقة الانتقالية (Transitional) وهى طاقة متحركة . ومن أمثلتها الطاقة الحرارية ، والثانى هو الطاقة المختزنة (Stored) حيث توجد على هيئة كتلة مثل الطاقة الكيميائية أو موقع فى مجال قوة مثل جسم فى مجال الجاذبية الأرضية كطاقة الوضع . وبصفة عامة فتوجد عدة مجموعات أساسية من أشكال الطاقة المختلفة حيث تشمل : الطاقة الكهرومغناطيسية والطاقة الكيميائية والطاقة الحرارية والطاقة الميكانيكية وأيضًا الطاقة النووية والطاقة الكهربائية .

وتنقسم مصادر الطاقة الطبيعية والتى يستخدمها الإنسان إلى مصدرين رئيسيين : الأول هو الطاقة الفضائية والقادمة من خارج نطاق الكرة الأرضية والتى تصل إلى سطح الأرض من الفضاء الخارجى وتشمل الطاقة الكهرومغناطيسية وطاقة الجاذبية وأيضًا طاقة الجسيمات من النجوم والكواكب . ويمكن الاستفادة من الطاقة الفضائية فى الحصول على أشكال أخرى من الطاقة مثل الطاقة الشمسية وهى طاقة كهرومغناطيسية قادمة من الشمس . وأيضًا طاقة المد والجزر فى البحار والمحيطات وهى الناتجة من طاقة الجاذبية للقمر . ومن المفيد أن نذكر بأن مصادر الطاقة الفضائية هى مصادر دائمة ومتجددة بالإضافة إلى أنها طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة .

أما المصدر الثاني للطاقة فهو الطاقة الأرضية وهى متوافرة سواء على سطح الأرض أو فى باطنها . وتشمل الطاقة الكيميائية مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى . وأيضًا الطاقة النووية والتى يمكن الحصول عليها نتيجة للتفاعلات النووية سواء الانشطارية أو الاندماجية . ونضيف كذلك الطاقة الحرارية الجوفية والتى توجد في باطن الأرض على هيئة بخار أو ماء حار أو صخور صلدة حارة .

وبعد فهذا هو مؤلفنا الثالث فى منظومة الثقافة العلمية وتبسيط العلوم حيث تشمل أولى هذه المنظومة كتاب بعنوان «البترول والحضارة» . أما الكتاب الثانى فى هذه المنظومة فهو بعنوان «التلوث مشكلة اليوم والغد» . وقد أمضينا الوقت وبذلنا الجهد هادفين بذلك إلى مساهمة متواضعة فى نشر الثقافة العلمية بين جموع مواطنينا الكرام وفى ربوع بلادنا الحبيبة مصر وأيضًا أمتنا العربية الكريمة ، مع الأخذ فى الاعتبار الأسلوب العلمى طريقًا ومنهجًا وهو السبيل الوحيد للتقدم والإرتقاء فى كافة مجالات الحياة .

والله ولى التوفيق ،،،

أ.د. / توفيق محمد قاسم

تمهيد

الطاقة الشمسية (Solar Energy) :

من المعروف أن الشمس هى المصدر الرئيسى للطاقة فى كوكبنا الأرضى . كذلك فنحن تعرف أن الشمس يحدث بها تفاعلات نووية اندماجية (Nuclear Fusion Reactions) بين أنوية ذرات الهيدروجين بسبب ضعف قوى التنافر بين هذه الذرات لاحتواء أنوية ذراتها على بروتون واحد . وينتج عن هذه التفاعلات طاقة هائلة حيث يصل جزء ضئيل منها إلى سطح الأرض والذى يكفل الحياة الإنسانية والحيوانية والنباتية وأيضًا هو الأصل لمعظم مصادر الطاقة المعروفة لنا والمختزنة منذ ملايين السنين مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعى .

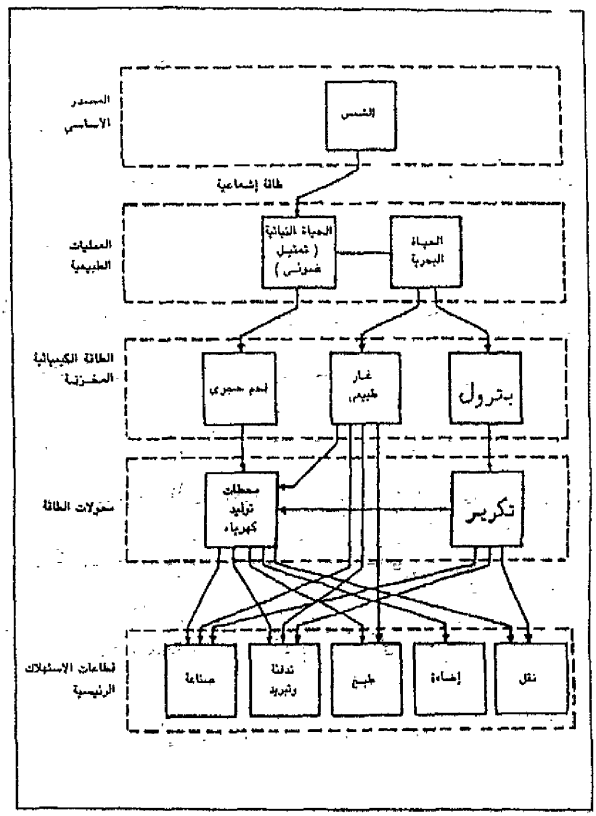
ومن أمثلة هذه التفاعلات النووية الاندماجية نذكر :

$$_1D^2 + {}_1D^2 \rightarrow {}_2He^3 + {}_0n^1 + Energy$$

$$_1D^2 + {}_1T^3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1 + Energy$$

ففى التفاعل الأول يحدث اندماج بين نواتى ذرتى الديوتيريوم (Deuterium) ($_1D^2$) وينتج أحد نظائر عنصر الهليوم ($_2He^3$) ،

بينـما التفـاعل الثانـى فيحدث بـين نواة ذرة ديوتيـريوم ونواة ذرة تريتيوم ($_1T^3$) (Tritium) وينتج نظير الهليوم ($_2He^4$) .



الشمس المصدر الرئيسى للطاقة

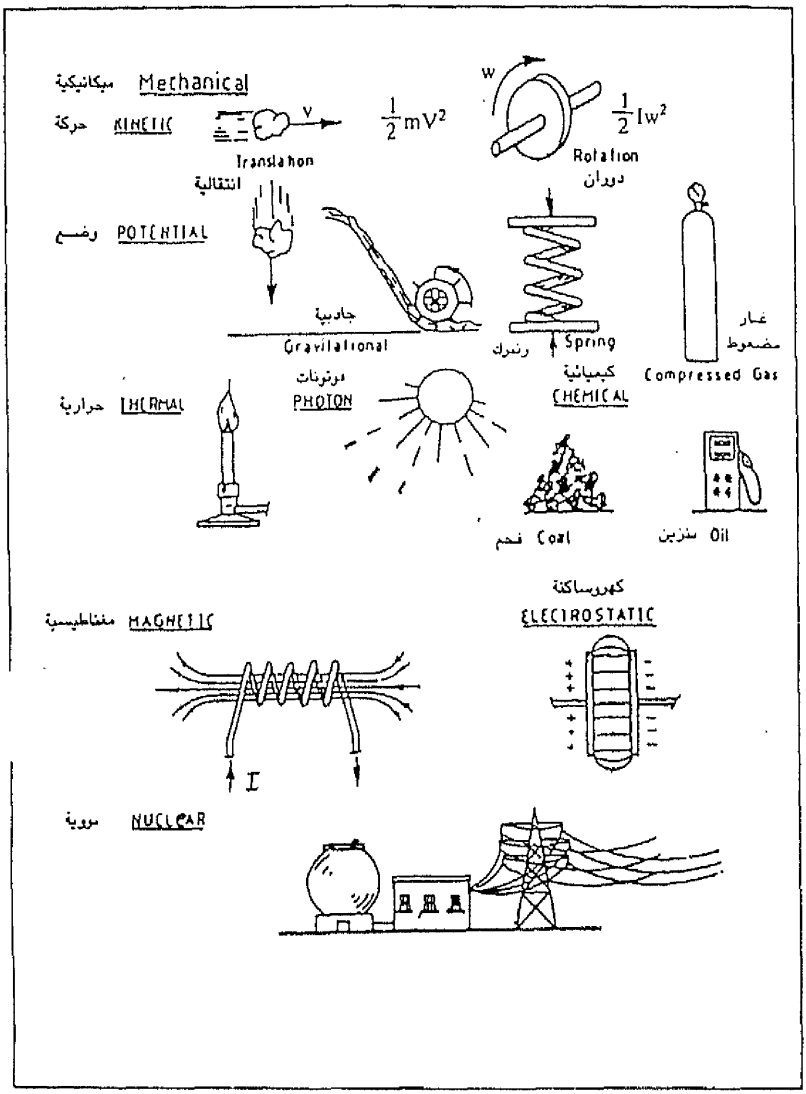
التمثيل الضوئى (Photosynthesis) :

ليس بجديد أن نذكر أن هذه العملية الحيوية الجليلة هى إحدى النعم الكبرى التى وهبها الله سبحانه وتعالى للإنسان وهو سيد مخلوقاته حيث أنه بدونها لما كانت هناك حياة على سطح الأرض . وهذه العملية تحدث من خلال النباتات الخضراء حيث تمتص غاز ثانى أكسيد الكربون من الهواء عن طريق ما يسمى بالثغور (Stomata) الموجودة فى أوراقها الخضراء . بينما تمتص الماء والأملاح المعدنية من التربة بواسطة الجذور . وفى وجود مادة الكلوروفيل (Chlorophyll) والطاقة الشمسية (Solar Energy) يصنع أولاً المواد الكربوهيدراتية مثل النشا ومنها تنتج المواد الدهنية والمواد الأزوتية . وخلال هذه العملية ينطلق غاز الأكسوجين .

ومن السياق السابق ذكره نرى أن النباتات الخضراء تعمل كوسيط لاختزان الطاقة الشمسية بعد تحويلها إلى طاقة كيميائية (Chemical Energy) ومنها تنتقل هذه الطاقة إلى الحيوانات والتى تعتمد فى تغذيتها على النباتات . وأخيراً يأتى الإنسان والذى يتغذى على كل من النباتات والحيوانات حيث يستفيد من الطاقة المختزنة بهما محققًا ما يعرف بهرم الطاقة (Energy Pyramid) .

ومن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد أن تـراكم الكميات الهائلة من بقايا الحيوانات والنباتات منذ ملايين السنين حيث تحولت ببطئ تحت تأثير الـضغط العالى والحرارة المرتـفعة وفعل البكتـيريا وربما بعض النشاط الإشعاعى إلى زيت البترول والغاز الطبيعى .

أما الفحم فهو يـنتج من تحلل النباتات بفعـل العوامل السابق ذكرها . وهكذا فإننا نرى الطاقة الشمسية هى الأصل لبعض أنواع الوقـود التقـليديـة غير المتجـددة مثل الـفحم والـبترول والـغاز الطبيعى.



بعض الصور المختلفة من الطاقة

الباب الأول

الفحـــم

الباب الأول

الفحـــم

(Coal)

مقدمة :

عرفت البشريـة الفحم منذ مئات السنين . كـما زاد استهلاكه بدرجة كـبيرة بعد الثـورة الصناعيـة فى أوروبا حيث استـخدم فى صهر المعادن وتولـيد الطاقة من البخار . وقد ظل الفـحم محتفظًا بالمـرتبة الأولـى بين مصـادر الطاقة المـستخـدمة فى الـعالم حـتى الخمسـينات من القرن الـعشرين إلى أن احـتل البترول مكـانه فى الصدارة بسـبب توافره بأسعار رخيـصة وسهولة نقل الـبترول من أماكن استخراجه إلى أماكن استهلاكه .

ولكـن بعد حـرب السادس مـن أكتـوبر المجيـدة عام ١٩٧٣ ميـلادية (العاشر من رمـضان عام ١٣٩٣ هجرية) ارتفعـت أسعار البترول بـصورة لم تحدث من قبل وأيـضًا احتياج الإنسان المـستمر لمزيد من الطاقة لجأت بعض الدول مرة أخرى إلى استخدام الفحم

سواء بحالته الطبيعية أو بعد تحويله إلى غازات أو سوائل بترولية وخاصة أن الاحتياطى العالمى للفحم هائل حيث يقدر الخبراء بعدم نضوبه قبل عام ٢٥٠٠ ميلادية على الأقل . وبديهى فهذا الرأى قابل للتغير وفقًا لمعدلات الاستهلاك العالمى للفحم وأيضًا لكميات الفحم المقدر اكتشافها مستقبلاً وإضافتها إلى الاحتياطى العالمى للفحم .

أصل تكوينه (Origin of Coal) :

كلنا نعرف العملية الحيوية والمعروفة بالتمثيل الضوئى (Photosynthesis) والتى فيها تمتص النباتات الخضراء الماء من التربة الزراعية كما تمتص غاز ثانى أكسيد الكربون من الهواء الجوى المحيط بها عن طريق الثغور الموجودة فى أوراقها الخضراء . وبفعل الطاقة الشمسية (Solar Energy) الصادرة من الشمس وفى وجود مادة الكلوروفيل الخضراء (Chlorophyil) تتكون المواد السكرية والنشوية . وبفعل بعض التفاعلات البيوكيميائية داخل النبات يتكون أيضًا المواد الدهنية والبروتينية .

وعند موت هذه النباتات وتراكمها فى باطن الأرض أسفل طبقات هائلة من الرمال والطين وبفعل الضغط الشديد ودرجة

الحرارة المرتفعة فى باطن الأرض وبعيداً عن أكسوجين الهواء وأيضًا وبمرور ملايين السنين فإنها تتحول فى نهاية المطاف إلى ما يعرف بالفحم الحجرى (Coal) .

ومن السياق السابق ذكره يتضح لنا أن الطاقة الشمسية هى مصدر الطاقات الأخرى حيث أن الفحم قد اختزن فى داخله معظم الطاقة الشمسية والتى سبق للنبات أن امتصها أثناء عملية التمثيل الضوئى .

ويتركب الفحم أساسًا من عنصر الكربون والذى يوجد عادة بنسبة متغيرة وفقًا لنوع الفحم وجودته . كما يحتوى على القليل من العناصر المعدنية وبعض المواد المتطايرة إضافة إلى بعض الشوائب . وعلى ذلك فتركيب الفحم عادة يختلف من بلد إلى أخر وفقًا لتغير نسب المواد المشار إليها .

أنواع الفحم (Types of Coal) :

يوجد أربعة أنواع من الفحم المتواجد طبيعيًا فى باطن الأرض. النوع الأول ويعرف باسم الأنثراسيت (Anthracite) وهو أفضل أنواع الفحم حيث تبلغ نسبة الكربون به حوالى ٩٠ ٪ على

الأقل. وتقل كذلك نسبة الرطوبة به . وهذا النوع من الفحم يتميز بلونه الأسود الداكن ولمعانه الشديد . وهو بطيئ الاشتعال والاحتراق عن الأنواع الأخرى من الفحم . ولكنه أعلى منها فى القيمة الحرارية ، وفحم الانثراسيت يعطى لونًا أزرقًا عند الاشتعال كما لا ينتج عنه دخانًا يذكر أو رماد وذلك لعدم احتوائه تقريبًا على الشوائب المعدنية .

والنوع الثانى فيعرف باسم الفحم البتيومينى (Bituminous) حيث تصل نسبة الكربون به إلى نحو ٧٥ ٪ بالوزن . وتزداد نسبة الرطوبة به عن فحم الانثراسيت ولكنها تقل عن الأنواع الأخرى من الفحم . وهو سهل الاشتعال والاحتراق حيث يشتعل بلهب أصفر ومدخن مع تصاعد بعض الغازات ذات الرائحة النفاذة مثل ثانى أكسيد الكبريت الناتج عن أكسدة ما به من نسبة صغيرة من الكبريت .

أما النوع الثالث فيعرف بالفحم تحت البتيومينى (Sub-Bituminous) وتصل نسبة الكربون به حوالى ٤٥ ٪ بالوزن. كما يحتوى على نسبة من الرطوبة أعلى منها عن الفحم البتيومينى .

وأخيـراً فالنـوع الرابع مـن الفحـم فيعـرف باسم الـلجنـيت (Lignite) وهو الأقـل جودة فى أنـواع الفـحم الأخرى وبـه أقل نسبة من الـفحم . ولذلك فهو يحتـوى على نسبة عاليـة من بقايا النباتات . والـتى تكسبه اللون الـبنى الغامق . كما يـحتوى على نسبة عالية من الرطوبة والمواد المتطايرة ولذلك فإن القيمة الحرارية له منخفضة .

الاستخدامات المختلفة للفحم (Uses of Coal) :

كـمـا هـو معـروف فإن للفحـم استخدامـات كثيرة . حـيث استخـدم فـى عمليات التدفئة والتسخين واعداد الطعام فـى المنازل وأيضـاً كمصـدراً للـطاقة فى المـصانع وتشـغيل محطات الـكهرباء بالإضافة إلـى استخدامه فى استـخلاص بعض الفلزات .

وترجع أهمية الـفحم لا كمصدراً من مصادر الطـاقة فحسب بل هو مصدراً للعديد من المواد الكيمـيائية والتى تدخل فى الكثير من الصناعات الهامة فى حياة الإنسان .

وهناك مصادر أخـرى للطاقة تنافس الفحـم بل أصبحت الآن لها الغلـبة والسيادة فى الاستخـدامات المختلفة مثل زيـت البترول

والغاز الطبيعى . ومن هنا جاء التفكير فى تحويل الفحم من حالته الصلبة إلى الحالة الغازية والسائلة .

وتحويل الفحم إلى وقود غازى هام للغاية حيث يسهل استعماله كمصدر للطاقة حيث يمكن نقل الغازات بواسة خطوط الأنابيب من مكان إلى آخر. ومن أمثلة هذه الغازات نذكر الآتى :

١ - غاز الماء (Water Gas) :

وهذا الغاز يعرف أحيانًا بالغاز الأزرق لأنه يشتعل عادة بلهب أزرق ويحضر بإمرار تيار من بخار الماء فوق الساخن على الفحم الساخن لدرجة حرارة عالية تبلغ حوالى ١٠٠٠°م . وهذا الغاز يتكون من خليط من غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون . وأيضًا نسبة ضئيلة من غاز ثانى أكسيد الكربون .

$$C + H_2O \rightarrow H_2 + CO$$

٢ - الغاز المنتج (Producer Gas) :

ويحضر هذا الغاز بإمرار خليط من الهواء وبخار الماء فوق الفحم المسخن لدرجة حرارة عالية ، والغاز المنتج يحتوى على

غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون كما يحتوى على نسبة عالية (حوالى ٥٠ ٪ من وزنه) من غاز النتروجين . لذلك فإن القيمة الحرارية للغاز المنتج منخفضة نسبيًا بالمقارنة لغاز الماء .

إنتاج الوقود السائل من الفحم

(Liquid Fuel From Coal)

يمكن إعتبار الفحم مادة هيدروكربونية فقيرة فى الهيدروجين . ولذلك ففى ظروف خاصة يمكن تحويل الفحم عند معالجته بالهيدروجين إلى وقود سائل يشبه إلى حد كبير زيت البترول . وفي عام ١٩١٣م قام العالم الألمانى برجيوس (Bergius) بتحويل الفحم إلى زيت في وجود غاز الهيدروجين وتحت ضغط مرتفع . وقد استخدم الألمان هذه الطريقة فى الحصول على زيت شبيه بالبترول خلال الحرب العالمية الثانية . وفى هذه الطريقة يطحن الفحم جيداً ويضاف إليه بعض الزيوت والمحتوية على العامل المساعد حيث يمرر غاز الهيدروجين فى هذا الخليط تحت ضغط مرتفع وعند درجة حرارة حوالى ٤٦٠°م . وتفصل المكونات الناتجة إلى سوائل ثقيلة وأخرى غازات هيدروكربونية متطايرة . والسوائل الثقيلة تقطر مرة أخرى إلى جازولين وزيت متوسط

وآخر ثقيل بالإضافة إلى ذلك ينتج مواد أخرى مثل الفينول والكريزولات .

والطريقة الثانية لإنتاج الوقود السائل من الفحم تعرف باسم فيشر - تروبش (Fischer-Tropsch Process) وفيها يتم إمرار خليط من بخار الماء فوق الساخن (Super-heated) والأكسوجين فوق الفحم الساخن حيث يتحول الفحم إلى غاز الماء (Water Gas) والمكون من خليط من غازى الهيدروجين وأول أكسيد الكربون .

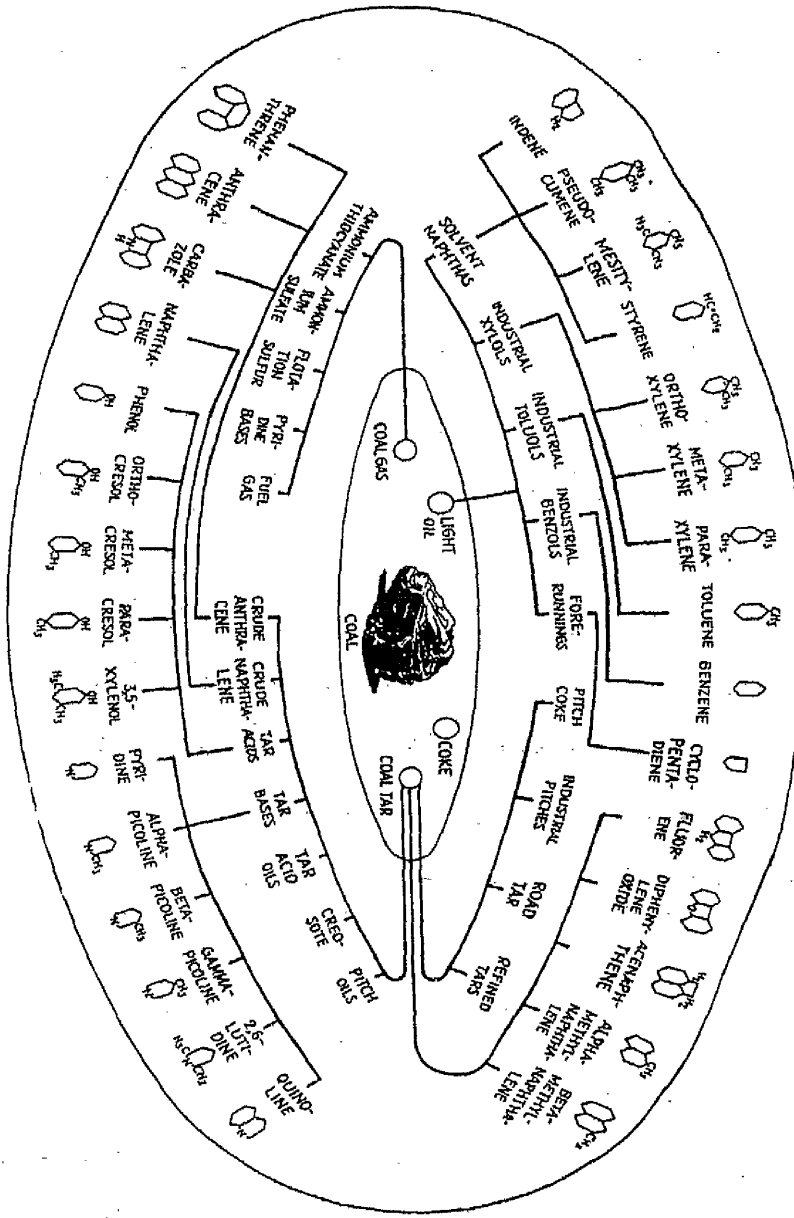
وبإمرار هذا الخليط فوق عامل مساعد يتحول إلى سائل شبيه بزيت البترول وهو يتكون من خليط من المواد الهيدروكربونية والقليل من المركبات الأكسوجينية مثل الكحولات والكيتونات . ويطلق على الزيت الناتج اسم سنتول (Synthol) .

وقد استخدم الألمان هذه الطريقة خلال الحرب العالمية الثانية فى إنتاج الكثير من الوقود مثل الجازولين وزيت الديزل وأيضًا زيوت التشحيم والشموع بالإضافة إلى بعض المركبات الأخرى مثل الكحولات والأحماض الدهنية . ومن هذه الكحولات والأحماض الدهنية استطاع الألمان تحضير المنظفات الصناعية والصابون وأيضًا السمن الصناعى .

إنتاج الكيماويات من الفحم (Chemicals From Coal) :

ترجع أهمية الفحم لا كمصدراً هامًا من مصادر الطاقة فى الوقت الحاضر فحسب . بل كمادة أولية للحصول على العديد من المواد الهامة والتى كثير إستخدامها فى مختلف مجالات الحياة . وللحصول على هذه المواد من الفحم تجرى له عملية تحلل حرارى بعيدة عن الهواء وتعرف بعملية التقطير الاتلافى للفحم (Distructive Distillation) حيث ينتج مواد غازية وسائلة وصلبة. وهذه المواد تختلف فى طبيعتها وكميتها وفقًا لنوع الفحم المستخدم وأيضًا درجة الحرارة المستعملة . والمواد الغازية تعرف باسم غاز الفحم (Coal Gas) والذى يحتوى على غازات الميثان والايثان وبعض الأوليفينات الغازية مثل الاثيلين وغازات الهيدروجين وأول وثانى أكسيد الكربون والنتروجين . وغاز الفحم يستخدم مباشرة كوقود . كما يعتبر مادة أولية للحصول على بعض المواد المستخدمة فى بعض الصناعات .

أما المواد السائلة فهى نوعان . الأول يعرف باسم السائل النوشادرى (Ammonia Liquor) حيث تعالج بحامض الكبريتيك منتجة كبريتات الأمونيوم والتى تستخدم كسماد نيتروجينى فى زيادة خصوبة الأرض الزراعية .



نواتج التقطير الاتلافى للفحم الحجرى

والسائل الثانى فيعـرف باسم قطران الفحم (Coal-tar) حيث يتم تـقطيره وفـصله إلى أربـعة مقطـرات . الأول يعرف بالـزيت الخفيف (Light Oil) وهو يحتوى عـلى الهيدروكربونات الـعطرية مثـل البنـزين والطولـوين والزيـلينـات . والثانى يـعرف بالـزيت المتوسط (Middle Oil) ويحـتوى على الـفينـول كمادة أساسـية والكريزولات والزيلـينولات . والمقطر الثالث يعـرف باسم الزيت الثقيل (Heavy Oil) ويحتوى على نسبة عالية من النفتالين والقليل من الميثيـل نفتالين والداى ميثيـل نفتالين والاسيناثـين . أما المقطر الرابع فيعرف بـزيت الانثراسين (Anthracene Oil) ويحتوى على مادة الانـثراسين بـالإضافة إلـى مركـبات أخرى مـثل الكـربازول والفينانثرين والبيرين والفلورانثين .

كما يـنتج أيضًا من عمـلية تقطيـر قطران الفحم مـادة تعرف باسم القار (Pitch) وهى مادة سوداء الـلون تستخدم كـمادة عازلة وفى رصف الطرق .

ويلـزم هنا فى هـذا الصدد أن ننـوه أن قطران الفـحم يعتـبر مصدرًا كبيرًا للحصول على الكثير من المواد الأولية والتى ذكرناها من قبل والتى تصنع وتحول إلى العـديد من المنتجات الهامة والتى يكـثر استخـدامها فى مـختلف مـجالات الحياة والـتى منهـا مواد

المنظفات الصناعية والمبيدات الحشرية والفطرية والعشبية والعقاقير والأصباغ وبعض أنواع البوليمرات والمواد المطهرة والمذيبات والمفرقعات وغير ذلك العديد من المواد التى يكثر استخدامها فى كافة مجالات حياتنا المعاصرة .

وأخيراً فإن المادة الصلبة الناتجة من عملية التقطير الاتلافى للفحم فهو فحم الكوك (Coke) والذى يستخدم بكثرة فى عمليات استخراج الحديد من خاماته .

الباب الثانى

البترول

الباب الثانى

البترول

(Petroleum)

مقدمة :

عرف الإنسان البترول منذ قديم الزمان واستخدمه الأقدمون فى كثير من البلدان مثل فارس والهند والصين ومصر واليونان وغيرها من البلدان . وكان المؤرخ القديم هيرودوت أول من حدثنا عن البترول حيث ذكر لنا بئراً تنتج ثلاثة من المواد هى الأسفلت والزيت والملح حيث كانت تعالج بطريقة بدائية للغاية حيث يتجمد الأسفلت والملح ثم يجمع الزيت ذى اللون الأسود والرائحة النفاذة .

وقد استخدم قدماء المصريون القار حيث كان يغمسون فيه أربطة المومياوات . وأيضًا كانوا يستعملونه فى تحنيط جثث الموتى حتى تبقى سليمة خالدة .

ويخبرنا أيضًا تاريخ الأديان أن نوحًا عليه السلام قد طلى سفينته بالقار لمنع تسرب الماء إليها حماية لمن تحمله من الأحياء .

كما عرف البتـرول الهنود الحمر حيث استخدمـوه مشتعلاً فى حفلاتهم الدينية وهو يطفو على سطح الماء . كما كان يستخدمونه كذلك فى علاج المـفاصل من الروماتزم وأيضًا فـى علاج القروح والحروق .

وقد عرف الأمريكيون أيضًا البترول أثناء استخراجهم للملح. حيث كـان استخراج الملح هـدفهم الأول دون البتـرول . وبمضى الأعوام بدأ اهتمام رجال المال والصناعـة بالبحث عن البترول إلى أن كان كشـف دريك (Drake) الهام والـتاريخى فـى عام ١٨٥٩ ميلادية عن أول بئر فى الولايات المتـحدة الأمريكية بل فى العالم بأكمله وله أهمية اقتصادية وتجارية .

والبتـرول هذا الذهب الأسود والسـائل السحرى هـو عصب الحضارة المعاصرة والمؤثر القوى لإثراء الحياة وتقدم البشرية ورخاء الإنسان المعاصر .

. وترجع أهمـية البترول لا كمـصدرًا من أهم المصادر الحـيوية للحصول على الطاقة فى الوقت الحاضر فحسب . بل كمادة أولية للحصول على العديد من المواد الهـامة والتى يكثر استخدامها فى مختلـف مجالات الحياة والتـى يطلق عليـها اسم البتروكـيماويات (Petrochemicals) فقد استطاع الكيميـائيون الحصول على العديد من هذه المواد مثل البلاستيك والمطاط الصناعى والألياف الصناعية

المختلفة والمنظفات الصناعية والمبيدات الحشرية والفطرية والعشبية والأسمدة والعقاقير والأصباغ والمذيبات وزيوت التزييت وبعض الأغذية الصناعية وغير ذلك العديد من المواد التى يكثر استخدامها فى كافة مجالات حياتنا المعاصرة .

أصل ونشأة البترول (Origin of Petroleum) :

يتكون البترول أساسًا من المواد الهيدروكربونية أى المحتوية على الكربون والهيدروجين بالإضافة إلى وجود بعض العناصر الأخرى بكميات قليلة مثل الأكسوجين والكبريت والنتروجين . كذلك يوجد بعض المعادن بكميات ضئيلة للغاية كالحديد والفانديوم والمغنسيوم .

وتوجد نظريتان لتكوين البترول - **الأولى** : تعرف بالنظرية غير العضوية . **والثانية** : تعرف بالنظرية العضوية . ويتكون البترول وفقًا للنظرية الأولى من تفاعل ثانى أكسيد الكربون والماء مع الفلزات القلوية . أو بتفاعل كربيدات الفلزات مع الماء منتجة المواد الهيدروكربونية . ومن أمثلتها تفاعل كربيد الألومنيوم مع الماء منتجًا غاز الميثان . وأيضًا تفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء حيث ينتج غاز الاستيلين .

أما النظرية العضوية فتفترض تكوين البترول من تراكم الكميات الهائلة من بقايا الحيوانات والنباتات البحرية حيث تتحول ببطئ تحت تأثير الضغط العالى والحرارة المرتفعة وفعل البكتيريا وربما بعض النشاط الإشعاعى إلى مواد صلبة وسائلة وغازية مركبة من الكربون والهيدروجين بالإضافة إلى بعض المعادن مكونة زيت البترول .

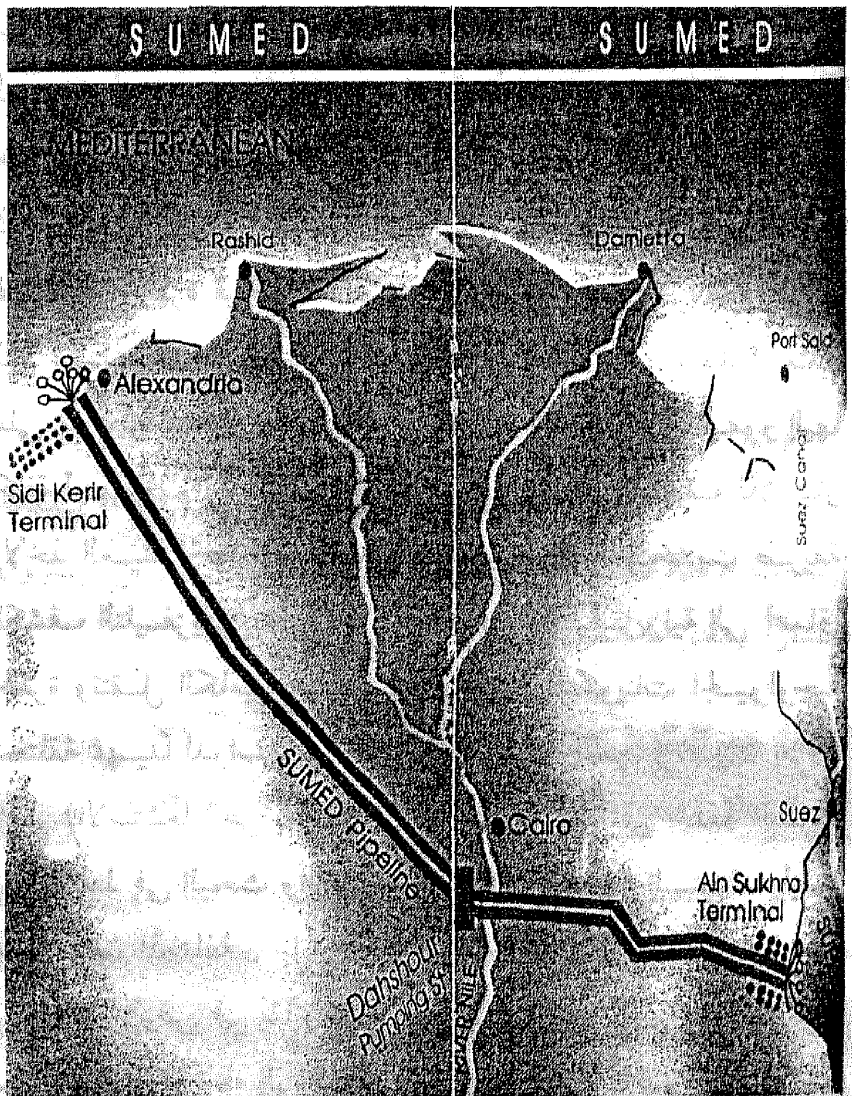
وكلا من النظريتين له من يؤيدهما من العلماء والباحثين . كما يوجد أيضًا من يعارضهما . ولكل فريق منهما ما يقدمه لإثبات صحة دعواه ومازال الخلاف فى أصل تكوين البترول مستمرًا ومفتوحًا للمزيد من الآراء .

البحث عن البترول واستخراجه ونقله :

(Expoloration, Production and Transportation)

فى البداية لم يكن الكشف عن البترول يعتمد فى العهود الأولى إلا على المصادفة البحتة وحدها حيث كانت الآبار فى ذلك الحين تحفر من أجل الحصول على الملح . وابتدأ البحث عن البترول واستخراجه فى منتصف القرن التاسع عشر وكان ذلك فى ولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية حيث بدأ حفر أول بئر

بتـرولى واستغـلاله . وعمـليات الـبحث عن الـبترول سـواء فى الصحراء أو فى مياه البحار من العمليات الشاقة والباهظة التكاليف حيث يقوم الجـيولوجيون والجيوفيـزيقيون بأعمال المسـح لمسافات شاسعة من الأراضى بواسطة طائرات الاستكشاف مستعينين بآلات التصوير وأجهزة قياس المغنطيسية الأرضية ورسم الخرائط والصور التى تـساعدهم فى البـحث عن الحقول البـترولية . وعند الـعثور على مناطـق يحتمل وجود البترول فيـها ينتقلون على الـفور إليها بكافة أجهـزتهم ومعداتهم حيث يـحفرون الحفر العميقـة للاختبار ولأخذ العـينات من تـربتها لـتحليـلها . وقد استخدمت طـريقة الكشف التليـفزيونى حيث ترسل الأجهزة التليفـزيونية إلى أعماق الحفرة وتنقـل الكاميرا التليفزيـونية صوراً للتكوينات الجـيولوجية المختلفة تمهـيداً لدراستها . وحديثًا نشأ علم جـديد وحديث يعرف باسم (الاستشعار عن بُعد) ومن ثماره الـعظيمة فى خدمة البشرية ليس فقـط فى البحث والتنقـيب عن أماكن تواجد الـبترول وأيضًا عن المعادن المختلفة . بل أمكن تحـديد أماكن تواجد المياه الجوفية فى باطن الأرض فى بقاع كثيرة من العالم الأمر الذى يحول الكثير من الصحراء الجدباء إلى أراضى زراعية وحقول خضراء حيث يعم الخير والرخاء للإنسانية جمعاء .



خط أنابيب سوميد لنقل البترول الخام

وعند العثور على أماكن تواجد البترول تقوم الشركات المتخصصة باستغلال الحقول البترولية واستخراج البترول منها حيث تقوم بإنشاء الأبراج العالية فوق مواضع الآبار البترولية وإعداد الصهاريج وجلب المضخات والأنابيب والأجهزة وغيرها من المعدات اللازمة لعمليات استخراج البترول .

وفى أماكن استخراج البترول تجرى عمليات فصل الغازات البترولية حيث تجمع فى صهاريج خاصة بها . كذلك تفصل الرمال العالقة بالبترول وأيضًا يتم التخلص من معظم الماء وذلك قبل نقل البترول الخام إلى مصانع التكرير .

وينقل البترول الخام من الحقول البترولية إلى مصانع التكرير بعدة طرق مختلفة منها الشاحنات والناقلات العملاقة وخطوط الأنابيب والسكك الحديدية سواء داخل البلد الواحد أو بين بلد وآخر .

وفى وقتنا الحالى أصبحت خطوط الأنابيب من أفضل الوسائل وأقلها تكلفة فى نقل البترول الخام لمسافات بعيدة . ومن أمثلة هذه الخطوط خط الأنابيب المعروف باسم (سوميد) والذى يوجد بمصر حيث ينقل البترول من خليج السويس فى الشرق إلى

الاسكندرية على ساحل البحر المتوسط . كما أن هناك خط آخر يوجد بالمملكة العربية السعودية حيث ينقل البترول الخام من أماكن استخراجه وإنتاجه فى المنطقة الشرقية المطلة على الخليج العربى إلى أماكن تصديره وتكريره فى مدينة ينبع الصناعية بالمنطقة الغربية والمطلة على البحر الأحمر .

تركيب البترول (Composition of Petroleum) :

يختلف البترول فى تركيبه وصفات مكوناته من بلد إلى آخر ومن حقل بترولى لحقل آخر كما يختلف فى درجات لونه من البنى الفاتح إلى الأسود الداكن بالإضافة إلى التفاوت فى درجة لزوجته وكثافة البترول تتراوح بين ٠,٧٣ : ١ جم/سم٣ وأحيانًا يوجد البترول ذو الكثافة الأعلى من الماء .

والبترول عبارة عن مخلوط معقد من المركبات الهيدروكربونية بالإضافة إلى وجود كميات ضئيلة من مركبات الكبريت والنتروجين والأكسوجين والعناصر المعدنية .

وتنقسم المواد الهيدروكربونية الموجود فى البترول إلى القسمين الرئيسيين الآتيين :

١ - المركبات الإليفاتية أو ذات السلسلة المفتوحة :

(Aliphatic or Open-Chain Compounds)

وهذه تنقسم إلى ثلاثة أقسام هى :

(أ) المركبات البارافينية العادية (n-Paraffins) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n+2}$

وهذه المجموعة من المركبات توجد بنسبة كبيرة عن غيرها من المجموعات الأخرى . ومن أمثلتها الهكسان العادى والهبتان العادى .

(ب) المركبات البارافينية المشابهة (Isoparaffins) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n+2}$

هذه المركبات الهيدروكربونية هامة بالنسبة إلى الجازولين حيث تزيد من رقمه الاوكتانى وتصنع بواسطة التعدل الجزيئ فى وجود الهيدروجين (Hydroforming) أو بعملية الالكلة (Alkylation) أو الازمرة (Isomeriztion) .

(جـ) المركبات الاوليفينية (Olefins) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n}$

هذه المجموعة من المركبات إن وجدت فى البترول تكون بكميات ضئيلة للغاية حيث تنتج أثناء تكرير البترول مثل عملية التكسير (Cracking Process) وهذه المجموعة من المركبات لها أهمية كبيرة فى صناعة المواد البتروكيماوية المختلفة . ومن أمثلتها الاثيلين والبروبلين والبيوتيلين .

٢ - المركبات الحلقية (Ring Compounds) :

وهذه تنقسم إلى المجموعتين الآتيتين :

(أ) المركبات النافثينية (Naphthenes) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n}$

هذه المركبات توجد فى البترول الخام بنسبة أقل من المركبات البارافينية. ومن أمثلتها السيكلوبنتان والسيكلوهكسان والميثيل سيكلوبنتان .

(ب) المركبات العطرية (Aromatics) :

القانون العام لها هو : $C_n H_{2n-6}$

وهذه المركبات توجد بكميات قليلة فى البترول الخام وتختلف

نسبتها وفقًا لطبيعة الخام والمنطقة الموجود بها آبار الزيت كما تنتج هذه المركبات خلال عمليات التكرير المختلفة مثل الأوليفينات كما ذكر من قبل . ولها رقم أوكتان مرتفع . ومن أمثلتها البنزين والطولوين وايثيل البنزين والزيلينات .

المركبات الكبريتية (Sulphur Compounds) :

يحتوى زيت البترول الخام على نسبة ضئيلة للغاية من المركبات الكبريتية حيث تختلف هذه النسبة من بلد إلى آخر ومن حقل بترولى إلى آخر موجود فى نفس البلد . والبترول الخام الذى يحتوى على نسبة كبريت أقل من ٠,٥ ٪ يعتبر قليل الكبريت (Low Sulphur) بينما البترول الذى يحتوى على نسبة كبريت ٠,٥ ٪ أو أكثر فيعتبر كثير الكبريت (High Sulphur or Sour Crude) .

والمركبات الكبريتية مركبات غير مرغوب فيها حيث يمكن التخلص منها بعدة طرق أثناء عمليات التكرير المختلفة . فهى تسبب التآكل (Corrosion) علاوة على رائحتها الكريهة .

والمركبات الكبريتية الموجودة فى البترول تشمل الكبريت وكبريتيد الهيدروجين والمركبتانات والتى تتميز برائحتها الكريهة

وخواصها التاكلية . وأيضًا الكبريتيدات وثنائى الكبريتيدات والثيوفين .

المركبات الاكسوجينية (Oxygen Compounds) :

توجد المركبات الاكسوجينية بكميات ضئيلة للغاية . ومن أمثلتها الأحماض النافثينية (Naphthenic Acids) مثل حامض السيكلوهكسان . كما يوجد أيضًا المركبات الفينولية ، ومن أمثلتها الفينول . وتنتج المركبات الفينولية كذلك أثناء عملية تكسير البترول مثل الكريزولات (Cresols) والزيلينولات (Xylenols) .

المركبات النتروجينية (Nitrogen Compounds) :

توجد هذه المركبات على هيئة مركبات قاعدية مثل البيريدين والبيرول والاندول والكينولين والكيلات الكينولين .

المركبات العضوية المعدنية

(Metallo-Organic Compounds)

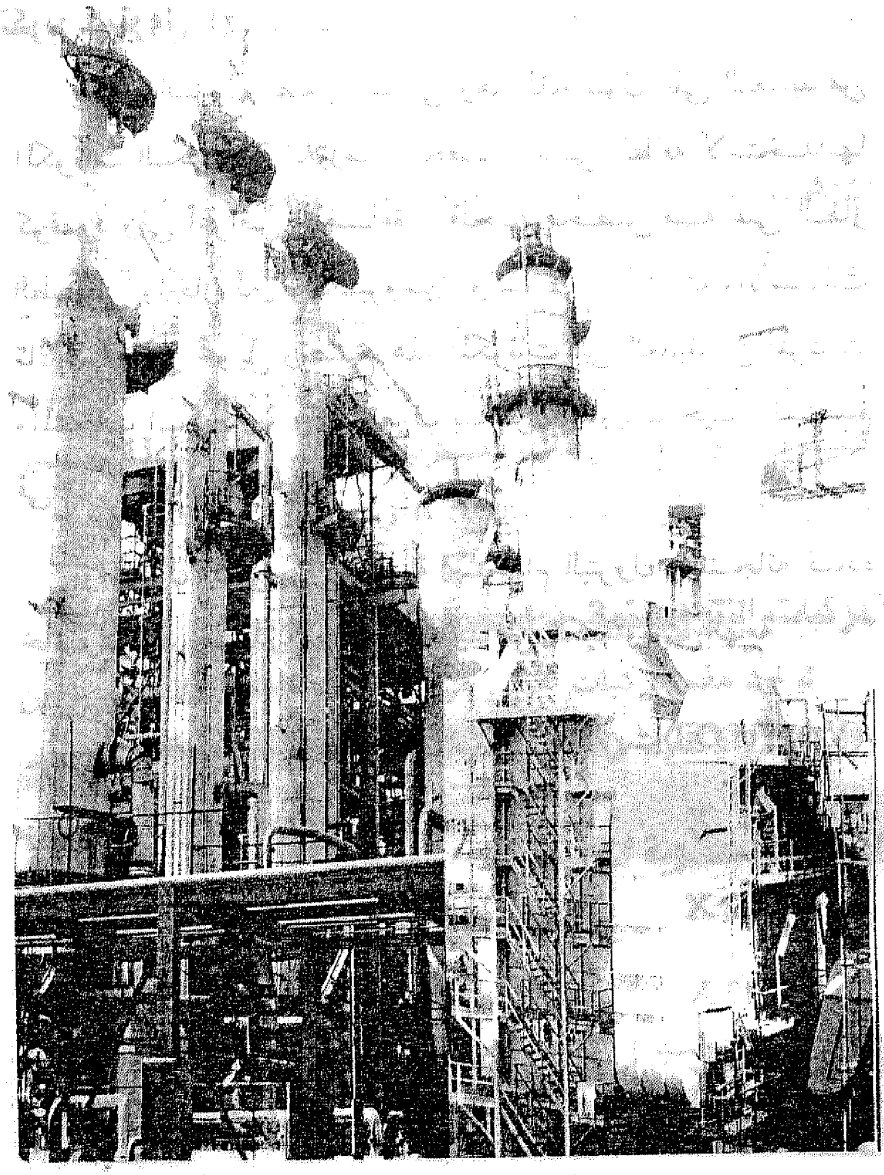
توجد هذه المركبات بكميات ضئيلة جدًا للغاية حيث تحتوى على عناصر النيكل والفانديوم والحديد والزرنيخ وتسبب السمية (Poisoning) للعوامل المساعدة المستخدمة أثناء عمليات التكرير المختلفة .

تكرير البترول (Petroleum Refining) :

يعتبر البترول مصدر رئيسى وهام للحصول على العديد من المكونات الكيماوية اللازمة للحصول على الطاقة لاستخدامها كوقود وفى أغراض الإضاءة . فنحن نحصل منه على الغاز الطبيعى والجازولين والكيروسين والسولار والمازوت والأسفلت بالإضافة إلى تحويل وتصنيع هذه المكونات إلى العديد من المركبات والمنتجات الكيماوية والتى تعرف بالبتروكيماويات حيث تستخدم فى شتى مجالات الحياة .

والجدول الآتى يبين أهمية استخدام البترول ومنتجاته كمادة خام وكوقود ومصدر لتحضير العديد من الكيماويات الهامة .

نوع الاستخدام (Form of Oil)		قيمة الزيت (Value of Oil)
زيت خام	(Crude Oil)	X
وقود	(Fuel)	2 X
بتروكيماويات	(Petrochemicals)	13 X
منتج نهائى	(End Product)	55 X



إحدى وحدات تكرير البترول

ويجدر أن نـذكر هنا أن النسـب السابق ذكرهـا ليست بطبـيعة الحال ثابتة . بل هى متغيرة وفقًا للتـطورات العلمية والتكنولوجية وأيضًا الظروف الاقتصادية ومستلزمات الحياة المختلفة .

١ - الغاز الطبيعى (Natural Gas) :

يوجد الـغاز الطبيعـى فى الآبار البترولـية حيث يحتـوى على العديد من الهيدروكربونات البارافينية مثل الميثان والايثان والبروبان بالإضافة إلى نسبة قليلة من الـبارافينات العالية . علاوة على ذلك فإن الـغاز الطبـيعى يحـتوى علـى بعض الغـازات الأخرى بنسـبة متفاوتة مثل النتروجين وثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والقليل من غاز الهليوم .

ويختلف التركيـب الكيميائى للغاز الطبيعـى من حقل بترولى لآخر . كما أن النسبة تختلف كذلـك بالنسبة للحقل الواحد طوال فترة استغلاله .

والغاز الطبيعى يستخدم حـاليًا وعلى نطاق واسع كمصدر من مصادر الـطاقة حيـث كثر استخـدامه داخل المنـازل والمستشـفيات والمعامل وغيرها من الأماكن . كما أنه يـعتبر مصدر هام للمركبات الهيدروكربـونية والتى تعتبر كمـواد أولية هامة لتصنيـع العديد من المنتجات البتروكيماوية الهامة .

٢ - تقطير البترول (Petroleum Distillation) :

للحصول على المنتجات البترولية اللازمة كوقود أو لتصنيعها إلى منتجات بتروكيماوية يلزم إجراء عدة عمليات فيزيائية وكيميائية مختلفة . وأول هذه العمليات عملية التقطير . وقبل إجراء عمليات التقطير يجب التخلص من الماء والرمال والأملاح المختلطة بالزيت الخام حيث تجرى هذه العمليات فى أماكن استخراج البترول . وبعد أن يتخلص الزيت الخام من هذه الشوائب ينقل إلى مصانع التكرير حيث يمكن الحصول على المنتجات الآتية :

١ - الغازات الهيدروكربونية (Hydrocarbon Gases) :

ويتم الحصول عليها عند درجة غليان أقل من ٢٠° مئوية . وهى تشبه الغاز الطبيعى . وتشمل غازات الميثان والايثان والبروبان والبيوتان . وتستخدم كوقود أو مصدراً للحصول على البتروكيماويات .

٢ - الجازولين (البنزين) (Gasoline or Benzine) :

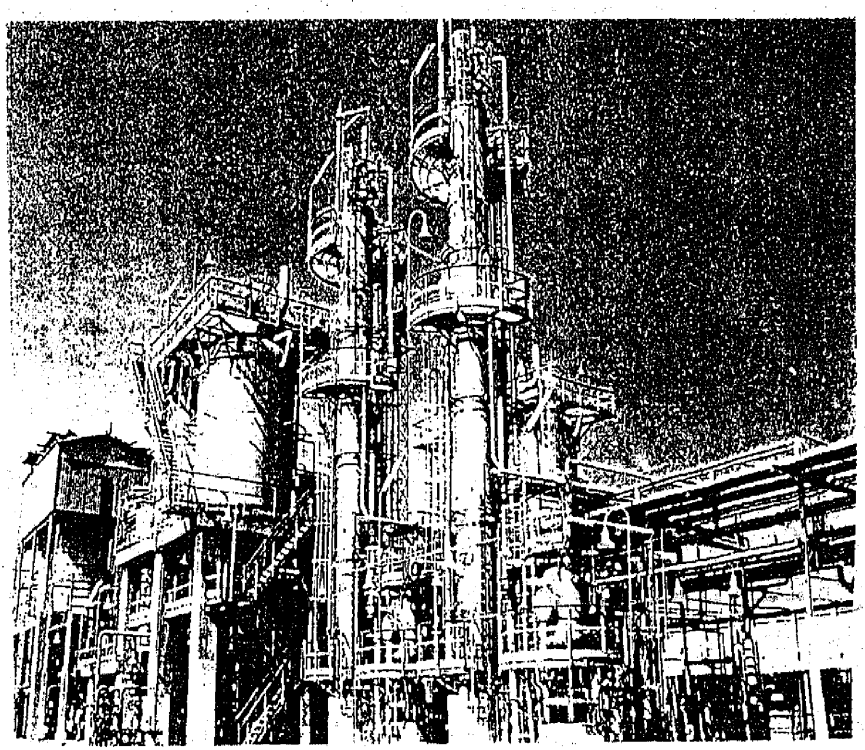
ويتم الحصول عليه عند مدى غليان يتراوح من ٨٠-١٥٠° مئوية تحت الضغط الجوى العادى . ويشمل المركبات

الهيدروكربونية سواء الاليفاتية والاليفاتية الحلقية والعطرية والتى تحتوى جزيئاتها على $C_4 - C_{10}$ من ذرات الكربون .

ويعتبر الجازولين الوقود المثالى للسيارات والطائرات . وأيضًا كمصدر للعديد من المواد الأولية الهامة كالعطريات مثل البنزين والطولوين والزيليسنات والتى تستخدم بكثرة فى الصناعات البتروكيماوية .

وتضاف إلى البنزين عدة إضافات لأغراض مختلفة . ومنها إضافات لمنع الصدأ والتآكل سواء للمحركات أو خزانات الوقود . وثانية لمنع التأكسد . وأخرى لمنع التجمد فى الأجواء الباردة شتاء. كما يضاف أيضًا بعض أنواع من المنظفات الصناعية لكى تزيل أولاً بأول الرواسب المتكونة .

ونذكر أيضًا فى هذا الصدد إضافة مادة رابع إيثيل الرصاص لزيادة الرقم الأوكتينى للجازولين . وإضافة هذه المادة إلى الجازولين تسبب تلوث الهواء بمركبات الرصاص نتيجة انبعاثها مع عادم السيارات الأمر الذى له أشد الضرر على الصحة العامة للإنسان . وفى الآونة الأخيرة استبدلت بعض الدول مادة رابع ايثيل الرصاص بأخرى ليس لها آثار ملوثة للبيئة وهى مادة ثلاثى ميثيل بيوتيل الأثير .



إحدى وحدات تكرير البترول

رقم الاوكتان (Octane Number) :

الجازولين المحضر بالتقطير العادى للبترول له رقم أوكتان منخفض. ولزيادة الرقم الأوكتانى له تجرى عدة عمليات كيماوية هامة مثل التكسير بالعوامل المساعدة وعمليات تعدل الجزيئ والأزمرة والالكلة.

ويعرف رقم الاوكتان بأنه النسبة المئوية بالحجم من الايزواوكتان فى مخلوط منه مع الهبتان العادى كعينة من الوقود تعطى نفس الدق للوقود المختبر . والايزواوكتان له الرقم ١٠٠ بينما الهبتان العادى فله الصفر .

٣ - الكيروسين (Kerosene) :

يتم الحصول عليه عند مدى غليان يتراوح بين ١٥٠ - ٢٥٠° مئوية ويشمل مختلف المركبات الهيدروكربونية والتى تحتوى جزيئاتها على $C_{10} - C_{16}$ من ذرات الكربون .

ويستخدم الكيروسين كوقود للطائرات النفاثة وبعض أنواع السيارات والجرارات والآلات الزراعية . وفى بعض البلدان مازال الكيروسين يستخدم للإضاءة وإعداد الطعام وتسخين المياه للأغراض المختلفة . ويستخدم الكيروسين كمذيب لمواد الطلاء والورنيشات والمبيدات الحشرية والشحومات والمواد الدهنية . كما يستخدم كمادة أولية لتحضير بعض المواد مثل المنظفات الصناعية .

٤ - السولار (Solar or Gas Oil) :

يحصل عليه عند مدى غليان يتراوح بين ٢٥٠- ٣٥٠° مئوية. ويشمل المواد الهيدروكربونية والتى تحتوى جزيئاتها على $C_{16} - C_{25}$ من ذرات الكربون .

ويستخدم السولار كوقود فى ماكينات الديزل وفى الآلات الزراعية. ويستخدم أيضًا كوقود لبعض أنواع السيارات والجرارات بالإضافة إلى إستخدامه كمادة أولية هامة للحصول على الأوليفنيات.

٥- المازوت (Mazzotte or Fuel Oil) :

يتم الحصول عليه عند درجة غليان أعلى من ٣٥٠° مئوية . ويستخدم كوقود للغلايات وفى المصانع . أو يقطر تحت ضغط منخفض لنحصل منه على مقطرات خفيفة مثل السولار وأخرى متوسطة يستخلص منها شمع البرافين وبعض أنواع زيوت التزييت. وفى النهاية يتبقى الأسفلت والذى يستخدم فى إنشاء المبانى (العزل) وفى رصف الطرق .

العمليات الكيميائية المستخدمة فى تكرير البترول :

(Petroleum Refining Reactions)

سبق وأن ذكرنا بأن الجازولين المحضر بالتقطير العادى للبترول

له رقم اوكتان منخفض . وللحصول على جازولين له رقم اوكتان مرتفع كذلك للحصول على العديد من الكيماويات الأولية والمستخدمة فى تصنيع المنتجات البتروكيماوية تجرى بعض العمليات الكيماوية المختلفة . ويتوقف اختيار هذه العمليات على نوع الخام البترولى المستخدم . وأيضًا مواصفات واستخدامات المواد الناتجة منها . وهذه العمليات نوجزها فيما يلى :

١ - عملية التكسير (Cracking) :

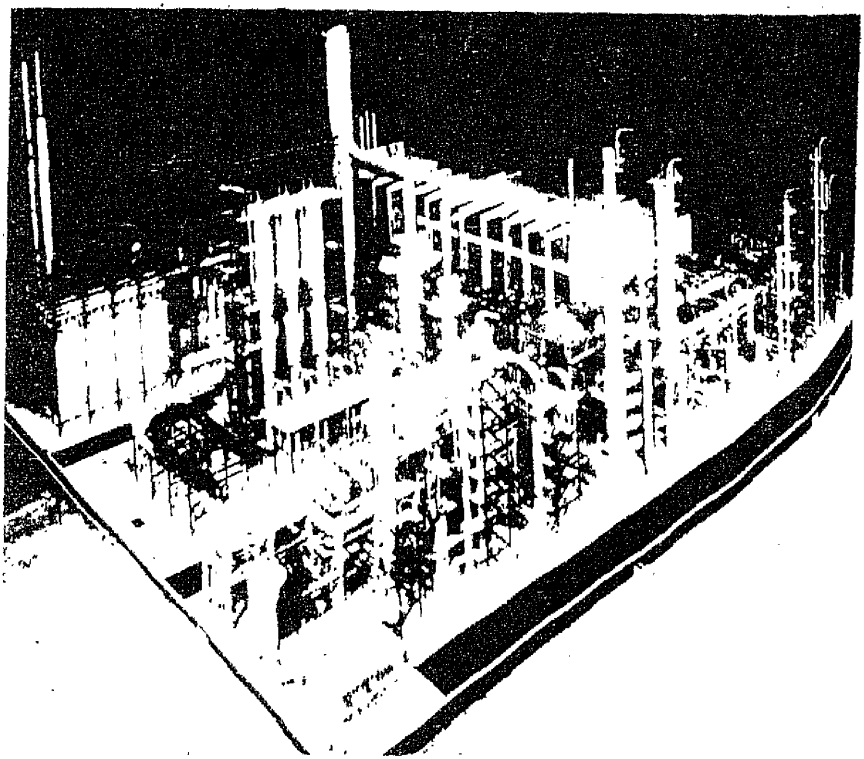
تنقسم عملية التكسير إلى ثلاثة أنواع :

(أ) التكسير الحرارى (Thermal Cracking) :

فى هذه العملية تتحول جزيئات الهيدروكربونات المشبعة مثل الايثان أو البروبان إلى الاثيلين أو البروبلين .

(ب) التكسير فى وجود العامل المساعد (Catalytic Cracking) :

فى هذه العملية تتحول الجزيئات الهيدروكربونية الكبيرة إلى جزيئات صغيرة . ويستخدم السولار أو النافتا الثقيلة فى هذه العملية لإنتاج الجازولين .



وحدات التكسير الهيدروجيني

(جـ) التكسير الهيدروجيني (Hydrocracking) :

حيث تستخدم العوامل المساعدة مع الهيدروجين الذى يحول المواد الكبريتية والنتروجينية والاكسوجينية إلى مواد طيارة مثل كبريتيد الهيدروجين والامونيا وبخار الماء .

٢ - عملية البلمرة (Polymerization) :

فى هذه العملية يتم تحويل المركبات ذات الوزن الجزيئى المنخفض إلى مركبات لها وزن جزيئى مرتفع . وذلك مثل تحويل الأوليفينات الصغيرة إلى جزيئات كبيرة فى مدى غليان الجازولين وذلك فى وجود حامض الكبريتيك أو حامض الفوسفوريك كعامل مساعد .

٣ - عملية تعدل الجزيئى (Reforming) :

فى هذه العملية يستخدم الجازولين الأولى (Straight-Run Gasoline) كمادة أولية حيث يتم تعديل التركيب الجزيئى لمكوناته الأصلية إلى مكونات أخرى لها رقم اوكتان مرتفع

وتجرى حاليًا هذه العملية باستخدام العوامل المساعدة مثل البلاتين المثبت على الالومينا ذات النقاوة العالية وفى وجود

الهيدروجين . والتفاعلات التى تحدث خلال عملية تعديل الجزيئى يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام :

(أ) إزالة الهيدروجين (Dehydrogenation) .

(ب) الازمزة (Isomerization) .

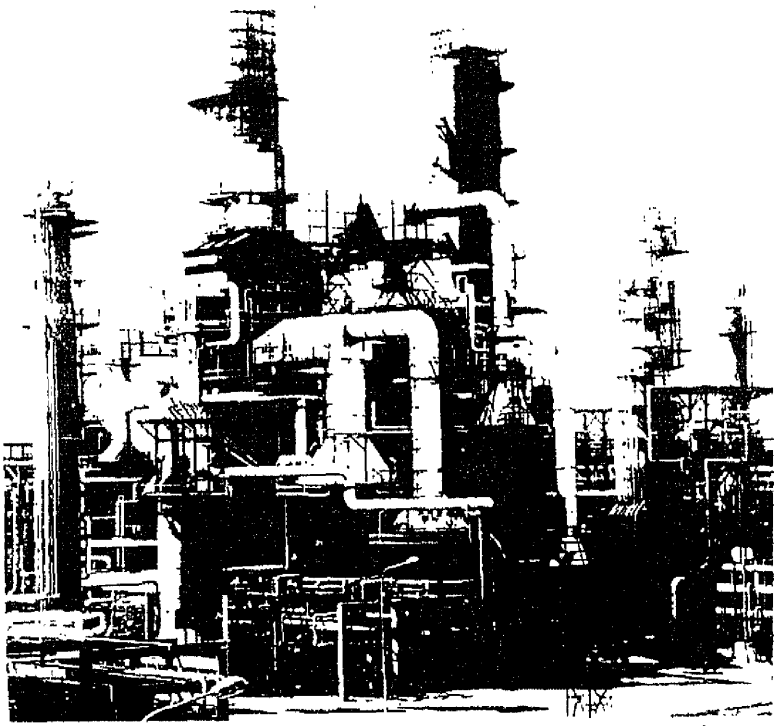
(جـ) التكسير الهيدروجينى (Hydrocracking) .

٤ - عملية الازمرة (Isomerization) :

تستخدم هذه العملية لتحويل المركبات ذات السلسلة الكربونية المستقيمة إلى مركبات ذات سلسلة كربونية متفرعة . ومن التطبيقات الهامة لهذه العملية هو زيادة رقم الاوكتان للبارافينات ($C_5 - C_6$) .

٥ - المعالجة بالهيدروجين (Hydrotreating) :

تستخدم هذه العملية للتخلص من المركبات الكبريتية والنتروجينية والاكسوجينية الموجودة فى المقطرات البترولية وتحويلها إلى غازات طيارة مثل كبريتيد الهيدروجين وغاز الأمونيا وبخار الماء .



وحدة تعدل الجزيئى

٦ - عملية الالكلة (Alkylation) :

فى هذه العملية يتم التفاعل بين مركب هيدروكربونى له سلسلة مستقيمة أو سلسلة متفرعة يعرف بالمجموعة الالكيلية وبين جزيئى من الهيدروكربونات العطرية أو جزيئ من الهيدروكربونات غير المشبعة سواء لها سلسلة مستقيمة أو متفرعة . ويعرف هذا التفاعل باسم «فريدل - كرافت» (Friedel-Craft's Reaction) حيث يتم فى وجود عوامل مساعدة مثل حامض الكبريتيك المركز أو حامض الهيدروفلوريك . والمركبات الناتجة من هذه العملية لها سلاسل كربونية متفرعة . لذلك تستخدم هذه العملية للحصول على جازولين له رقم اوكتان مرتفع .

وعند المقارنة بين الفحم والبترول كمصادر رئيسية للطاقة نلاحظ ما يلي

١ - المخزون العالمى للفحم أكبر كثيراً من المخزون العالمى للبترول .

٢ - الصعوبة النسبية لاستخراج الفحم عن استخراج البترول .

٣ - سهولة نقل البترول من أماكن استخراجه إلى مناطق تصديره أو مناطق تكريره واستخدامه بواسطة الأنابيب أو ناقلات البترول وذلك بالمقارنة بطرق نقل الفحم .

٤ – عند استخدام مقادير متساوية من البترول والفحم فإن الطاقة الناتجة (Calorific Energy) من البترول تفوق الطاقة الناتجة من الفحم .

٥ – التلوث البيئى (Environmental Pollution) الناتج عن استخدام البترول كمصدر للطاقة أقل كثيراً بالمقارنة باستخدام الفحم .

المواد البتروكيماوية الأساسية للصناعات البتروكيماوية :

تعرف الصناعات البتروكيماوية بأنها تلك الصناعات التى تعتمد على البترول ومشتقاته وأيضًا الغاز الطبيعى كمواد خام أولية بهدف تحويلها إلى مواد كيميائية أخرى ومتنوعة . وتتركب المواد البتروكيماوية أساسًا من عناصر الكربون والهيدروجين وهذه تعرف بالمركبات الهيدروكربونية . كما يضاف كذلك عناصر الأوكسوجين والكبريت والنتروجين والكلور وغيرها من العناصر .

والمواد البتروكيماوية من المواد المتعددة الأنواع حيث تنقسم إلى الأنواع الثلاثة الآتية :

(أ) مواد بتروكيماوية إساسية :

وهذه تشمل المركبات الهيدروكربونية سواء الاليفاتية مثل

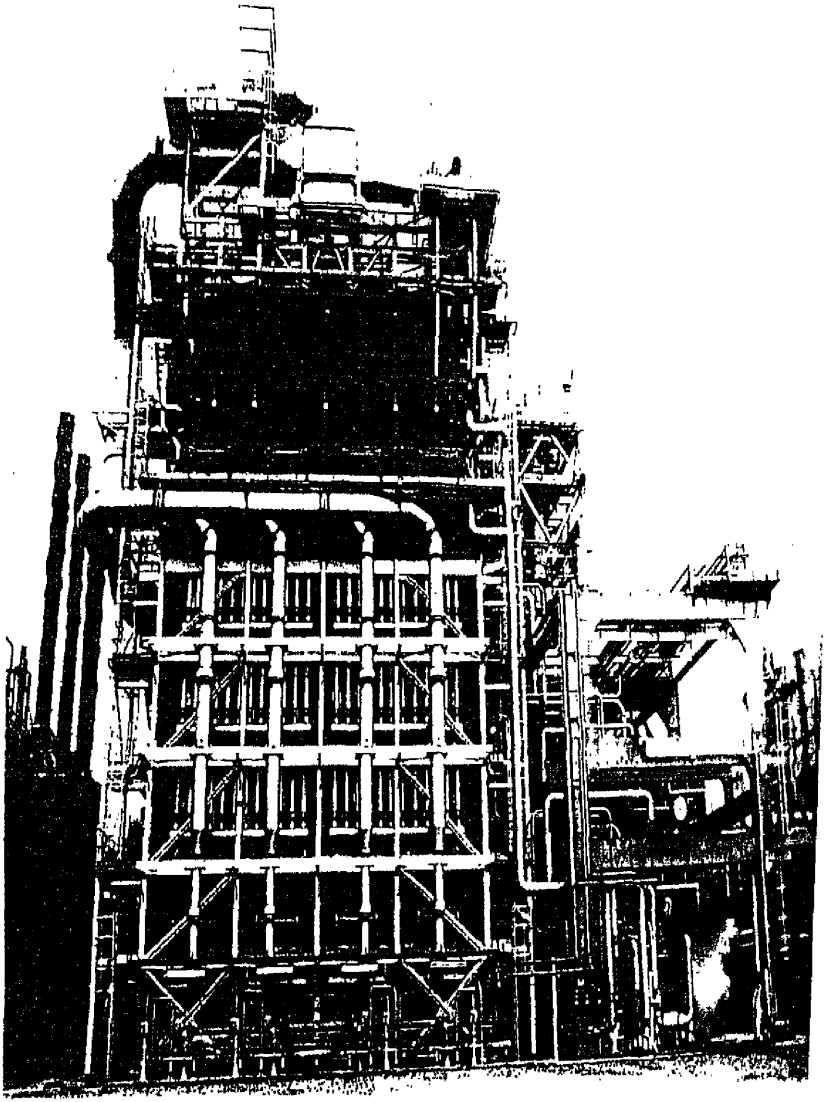
الميثـان والايثلين والـبروبلين والاستـلين أو العطريـة مثل البـنزين والطولوين والزيلينات بالإضافة إلى بعض المواد غير العضوية .

(ب) مواد بتروكيماوية وسيطة :

وهى تـنتج من المـواد الأساسية بـواسطة بـعض التفـاعلات الكيـميائيـة مثـــل الأكســـدة والهدرجـــة والبلـمرة والتكـثيف والسلفنة والكلورة والالكـلة . وهذه التفاعلات تجرى فى ظروف معينـة من الضغط ودرجة الحـرارة وفى وجود العوامل المـساعدة المناسبة .

(جـ) مواد بتروكيماوية نهائية :

وهى المواد الـتى يجرى عليـها عمليات الـتشكيل والتـحويل المختلفة لإنتاج المنتجات والسلع والتى تستخدم فى صناعات أخرى أو فى الاستخـدام المباشر للإنسـان . ومن أمثلة هذه المـواد نذكر المنظـفات الصناعيـة والبوليمـرات والتى منهـا المواد البلاستيـكية والألياف الصـناعية والمطاط الصـناعى وأيضًا البويـات والدهانات والمواد اللاصقة وغـيرها . بالإضافة إلى مبيدات الآفـات بأنواعها المختلفة والأسمدة النتروجينية المتنوعة .



وحدة إنتاج الاثيلين

وتعتبر الصناعات البتروكيماوية من الصناعات الرئيسية والهامة نظراً لما توفره من المواد الكيميائية الوسيطة واللازمة لإنتاج المنتجات البتروكيماوية المختلفة والمستخدمة فى كافة مجالات الحياة.

وتتميز الصناعات البتروكيماوية ببعض الخصائص والتى منها: كبر حجم الاستثمارات اللازمة لها حيث تتطلب هذه الصناعات قدراً كبيراً من التقدم العلمى والتكنولوجى الباهظ التكاليف. وأيضًا فهذه الصناعات تعتبر من أسرع الصناعات نمواً وتطوراً حيث تخصص الدول المنتجة للمنتجات البتروكيماوية الكثير من الأموال والجهود التى تبذل للأبحاث العلمية والتطبيقية فى مجال الصناعات البتروكيماوية لاكتشاف منتجات جديدة وأيضًا استحداث استخدامات مناسبة لها أو الوصول إلى تقنيات جديدة ومتقدمة للتصنيع بغرض خفض التكلفة الاقتصادية للمنتجات مع التحسن المستمر فى مواصفتها.

وأخيراً فإن هذه الصناعات تتميز بالتفاعلات الكيميائية ذات الظروف المختلفة من حيث التشغيل كالضغط ودرجات الحرارة واستخدام العوامل المساعدة المختلفة. ونتيجة لذلك فيكثر فى هذه الصناعات إنتاج الكثير من المواد الثانوية والتى تستخدم

بدورها كمواد أولية أو مواد وسيطة لعمليات إنتاجية أخرى وبالتالى تحسين اقتصاديات وحدات الإنتاج لهذه المصانع . فمثلاً ينتج غاز الايثلين بالتكسير البخارى للنافثا ويتم أيضًا فى نفس التفاعل إنتاج الميثان والهيدروجين والبروبلين والبيوتادايين . وهذه المواد الثانوية تستخدم بدورها كمواد وسيطة فى عمليات إنتاجية أخرى حتى يمكن خفض تكلفة إنتاج الايثيلين . ومن هنا تأتى أهمية إقامة الصناعات البتروكيماوية فى صورة مجمعات بتروكيماوية متكاملة حيث تحقق وفرًا كبيرًا فى النفقات اللازمة لهذه الصناعات .

المقومات الأساسية لإقامة الصناعات البتروكيماوية :

قبل التفكير فى إنشاء هذه الصناعات فى بلد ما يلزم توفير بعض المقومات الأساسية والتى منها :

١ - توافر المواد الخام :

يلزم توافر المواد الخام بكميات وفيرة وأيضًا بأسعار مناسبة ، وهذه المواد الخام تشمل الخامات البترولية كالغاز الطبيعى والغاز المصاحب وأيضًا الغازات الناتجة من مصانع التكرير بالإضافة إلى بعض المقطرات البترولية مثل النافتا ونذكر أيضًا المواد الأخرى

المستخدمة فى هذه الصناعات مثل الأحماض والقلويات والعوامل المساعدة وغيرها .

٢ - توافر رؤوس الأموال :

يلزم أولاً عند إقامة الصناعات البتروكيماوية توفير الاستثمارات اللازمة لإنشاء البنية الأساسية لها والتى تشمل المرافق الهامة من المياه والكهرباء والصرف الصناعى ووسائل الاتصال بالإضافة إلى توافر وسائل النقل والشحن والتخزين .

ونذكر أيضًا فى هذا الصدد أن هذه الصناعات تستطلب دائمًا انفاق الكثير من الأموال نظراً لما تتطلبه من التطور والتوسع الدائم فى وحداتها وذلك لملاحقة التقدم العلمى والتكنولوجى وأيضًا الاتجاه نحو إقامة المجمعات البتروكيماوية المتكاملة لتحسين اقتصاديات الوحدات الإنتاجية لهذه الصناعات مع تمكينها من الصمود فى مواجهة المنافسة المستمرة .

٣ - توافر الإمكانيات العلمية والفنية :

يتطلب وجود مراكز متخصصة للبحث العلمى والتطوير وأيضًا التدريب . مع توافر الكادرات العلمية والفنية والإدارية . ونذكر كذلك توافر الصناعات الأساسية الأخرى مثل الصناعات

الكيميائية والمعدنية والكـهربائية وأيضًا مراكز الخدمات الأمر الذى يؤدى إلى توفير الكيماويات المساعدة وقطع الغيار للمصانع وكذلك الخدمات الفنية اللازمة .

٤ - توافر الأسواق المحلية والعالمية :

يتـطلب عـند إقامة الـصناعـات البتـروكيماويـة البحـث عن الأسواق المناسـبة ذات الحجم الكبيـر لاستيعاب كميـات وفيرة من الإنتاج تـتيح إنشاء وحدات إنـتاجية كبـيرة ذات اقتصاديات عـالية تهيئ لـها المنافسة فى الأسواق الـعالمية . ومما هو جديـر بالذكر أن الصناعـات البتروكيماوية تـقوم أساسًا على استخـدام بعض المواد البتروكيماوية الأساسية الهامة والتـى ينتج منها العديد من المنتجات البتروكيماوية الأخرى سواء الوسيـطة منها أو النهائية . ومن هذه المواد نذكر غازات الميـثان والايثلين والبروبلين والاستـيلين وخليط غازى الـهيـدروجين وأول أكسـيد الـكربـون مع الأوليـفيـنات . بالإضافة إلى المواد العطرية مثل البنزين والطولوين والزيلينات .

الباب الثالث

الغاز الطبيعى

الباب الثالث

الغاز الطبيعى

(Natural Gas)

مقدمة :

يوجد الـغاز الطبيعـى فى الآبار البترولـية حيث يحتـوى على العديد من الهيدروكربونات البارافينية مثل الميثان والايثان والبروبان بالإضافة إلى نسبة قليلة من الـبارافينات العالية . علاوة على ذلك فإن الـغاز الطبـيعى يحـتوى علـى بعض الغـازات الأخرى بنسـبة متفاوتة مثل النتروجين وثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والقليل من غاز الهليوم .

ويختلف التركيـب الكيميائى للغاز الطبيعـى من حقل بترولى لآخر . كما أن النسبة تختلف كذلـك بالنسبة للحقل الواحد طوال فترة استغلاله .

والغاز الطبيعى يستخدم حـاليًا وعلى نطاق واسع كمصدر من مصادر الـطاقة حيـث كثر استخـدامه داخل المنـازل والمستشـفيات

والمعامل وغيرها من الأماكن . كما أنه يعتبر مصدر هام للمركبات الهيدروكربونية والتى تعتبر كمواد أولية هامة لتصنيع العديد من المنتجات البتروكيماوية الهامة .

أصل ونشأة الغاز الطبيعى (Origin of Natural Gas) :

يتكون الغاز الطبيعى أساسًا من المواد الهيدروكربونية وخاصة غاز الميثان (Methane) وحيث أن الغاز الطبيعى غالبًا ما يصاحب البترول فمن المعتقد أن الغاز تكون منذ آلاف السنين بسبب تراكم الكميات الهائلة من بقايا الحيوانات والنباتات البحرية حيث تحولت ببطئ تحت تأثير الضغط العالى والحرارة المرتفعة . وأيضًا بفعل أنواع معينة من البكتيريا إلى الغاز الطبيعى والبترول .

وهناك أيضًا من العلماء من يعتقدون بأن الغاز الطبيعى قد تكون فى الزمن السحيق من اتحاد عنصرى الكربون والهيدروجين خاصة أنه اكتشفت فى بعض الأماكن مكامن خاصة بالغاز الطبيعى فقط دون البترول .

وأخيراً فهناك نظرية تقول بأن الغاز الطبيعى فى تكوينه يوجد على هيئة هيدرات (Hydrates) صلبة حيث تحتجز جزيئات الماء جزيئات الغاز الطبيعى داخلها . ويتم تكوين هذه الهيدرات فى

المناطق الباردة سواء فى أعماق الأرض أو فى قيعان البحار والمحيطات وبتأثير الحرارة المنخفضة والضغط المرتفع .

ويوجد الغاز الطبيعى عادة فى الطبقات المسامية سواء فى باطن الأرض أو فى قيعان البحار والمحيطات .

ويوجد الغاز الطبيعى بوفرة فى مناطق كثيرة من العالم نذكر منها : سيبيريا وبعض مناطق أمريكا الشمالية وفى إيران وبعض الدول العربية مثل قطر والمملكة العربية السعودية والجزائر . وفى مصرنا الحبيبة ظهر الغاز الطبيعى فى السنوات الأخيرة فى عدة حقول وبكميات وفيرة حيث أصبح المخزون منه يفوق المخزون من البترول . ومن حقول الغاز الطبيعى فى مصر نذكر ثلاثة حقول رئيسية هى :

١ - حقل أبو ماضى :

ويعتبر هذا الحقل من أكبر الحقول للغاز الطبيعى فى مصر . ويقع هذا الحقل فى الشمال الشرقى للدلتا . وينقل الغاز المنتج بواسطة خط أنابيب يربط بين الحقل وبين مدينة طلخا حيث يزود بالغاز مصنع السماد بها . وكذلك ينقل الغاز أيضًا إلى مدينة المحلة الكبرى لتزويد مصانع الغزل والنسيج والصباغة بها . إضافة

إلى ذلك فإنـه يوجد أماكن استهلاك أخـرى للغاز الطبيـعى الناتج من هذا الحقل .

٢ - حقل ابو الغراديق :

يوجد هذا الحقل فى الصحراء الـغربية على بُعد حوالى ٣٠٠ كيـلو متر مـن القاهـرة . ويربط هـذا الحقل بمنـاطق الاستـهلاك المختلفة خط أنابـيب يصله بمنطقة دهشور مرورًا بـوحدة التنقية . كما يرتبـط هذا الحقل بمنطقة حـلوان الصناعية . كمـا يوجد خط أنابيب يربط منطقة حلوان بمدينة السويس لتزويد مصنع الأسمدة بالغاز الطبيعى. وهذا الحقل يقوم بتزويد المنـاطق السكنية بالغاز الطبيعى ومنها مناطق حلوان والمعادى ومدينة نصر ومصر الجديدة.

٣ - حقل ابو قير البحرى:

يقع هـذا الحقل على بُعد ١٨ كيلومتر بالتقـريب داخل البحر المتوسط . ويـستخدم الغاز النـاتج منه فى إمداد مصـنع الأسمدة بأبـى قير بالـغاز . بالإضافـة إلى ذلك فـقد أقيمـت أكبر محـطة حرارية للـكهرباء فى أبى قيـر للتزود من هذا الغـاز . إضافة إلى ذلك فمن المتوقع أن يزداد الطلب عـلى هذا الغاز الناتج من حقل أبى قير البحرى فى السنوات القليلة القادمة .

إضافة إلى الحقول السابق ذكرها فقد تم اكتشاف مناطق أخرى شرق البحر الأبيض المتوسط تشمل شمال مدن بورسعيد وبور فؤاد ودمياط ورأس البر وبلطيم . وأيضًا فى منطقة الأبيض بالقرب من مرسى مطروح فى الشمال الغربى لمصر .

استخدامات الغاز الطبيعى (Uses of Natural Gas) :

فى الماضى كان يفقد كميات كبيرة من الغاز الطبيعى أثناء استخراج زيت البترول حيث كان يتخلص منها بإحراقه . وهكذا وبمرور السنين فقدت كميات هائلة حيث قدرت بمليارات الأمتار المكعبة من هذا الغاز دون أدنى فائدة تذكر .

والغاز الناتج من الآبار والمصاحب للبترول يكون محملاً عادة بأبخرة البنزين (Benzine) السهلة التطاير والتى يمكن فصلها عن الغاز بواسطة الضغط والتبريد حيث تتحول أبخرة البنزين إلى سائل يسهل فصله عن الغاز .

ويحتوى الغاز الطبيعى كذلك - كما ذكرنا من قبل - على بعض الغازات مثل ثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين . وهذه الغازات الحامضية يمكن التخلص منها بسهولة بإمرار الغاز الطبيعى فى أبراج خاصة يمرر بها رزاز من محلول هيدروكسيد

الصوديوم حيث يتم امتصاص هذه الغازات والتخلص منها . وبذلك يصبح الغاز الطبيعى صالحًا للاستعمال فى الأغراض المختلفة .

ويستخدم الغاز الطبيعى - كما ذكرنا من قبل - كمصدر هام للحصول على الطاقة فى كافة بلدان العالم . فهو يستخدم لإدارة محطات القوى الكهربائية وفى الكثير من المصانع والأفران وأيضًا فى المنازل والمستشفيات والمعامل والفنادق كوقود آمن ونظيف لأغراض التدفئة والتسخين .

وحديثًا بدأ استخدام الغاز الطبيعى على نطاق واسع كوقود نظيف نسبيًا للسيارات حيث تم إنشاء بعض المحطات لتموين السيارات بالغاز الطبيعى والذى يتم استخدامه كوقود إضافى للسيارات إلى جانب أنواع الوقود التقليدية الأخرى . ويتميز استخدام الغاز الطبيعى كوقود للسيارات بخلو غازات العادم الناتجة عن احتراقه من الشوائب الكبريتية ومركبات الرصاص التى تضاف إلى البنزين لزيادة رقم الاوكتان له إلى جانب الانخفاض الملحوظ فى نسبة العوادم الضارة الناتجة عن احتراقه بالمقارنة بالعوادم الناتجة عن احتراق البنزين . إضافة إلى ذلك فإن طبيعة الغاز تعطى تجانسًا جيدًا مع الهواء مما يساعد على تكوين خليط ذو

درجة عالية من التجانس الأمـر الذى يؤدى إلى إعطاء حرق كامل للوقود وبالتالى زيادة قدرة المحرك ورفع كفاءته . وفى هذا الصدد نذكر كذلك سهولة أعمال الصيانـة وزيادة فترة التشغيل بين فترات الصيانة الـلازمة . وأيضًا نظافة المحرك وإطالة عمـر دورة التزييت وعمر قـطع الغيار مثـل البساتم وشمـعات الاشعال (البوجـيهات) ومجمـوعة الشكمـان وخلافه . وذلك نظـرًا لأن الغاز الطبـيعى وقود نظيف ولا يخلف عنه أى شوائب . وأخيرًا للأسباب السابق ذكرها فإن استـخدام الغاز الطبيعى كـوقود للسيارات يتمـيز بالوفر الاقتصادى بالمقارنة باستخدام البنزين .

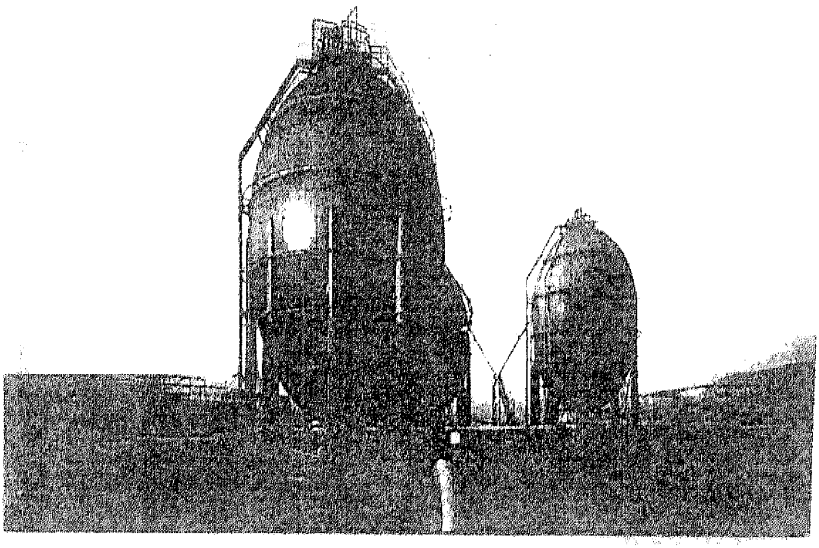
ويمتـاز الغـاز الطبـيعى كـوقود بـإرتفاع الـقيمـة الحراريـة له (Calorific Value) كـــما أنه وقـود نظيـف نسبـيًا وبالتالـى فإن التوسع فى استخدامه له أثر كبيـر فى الحفاظ على البيئة من خطر التلوث.

ومن الـغاز الـطبيـعى يمكـن الحصـول على بـعض الـغازات الهـيدروكربـونية الـهامة مـثل غازات المـيثان والايـثان والبـروبان والبيوتان والتى تعتبر مواد أولية للـعديد من المنتجات البتروكيماوية الهامة والتى تسـتخدم على نطاق واسع فى الحياة العـملية للإنسان . ومن أمثلة هذه المنتجات نذكر : المنظفات الصناعية والبوليمرات

والتى منها المواد البلاستيكية والألياف الصناعية والمطاط الصناعى وأيضًا البويات والدهانات والمواد اللاصقة وغيرها . بالإضافة إلى مبيدات الآفات بأنواعها المختلفة والأسمدة النتروجينية المتنوعة . إضافة إلى ذلك فإنه يمكن الحصول على غاز الهليوم وهو أحد الغازات الخاملة (Inert Gases) من الغاز الطبيعى .

طرق نقل الغاز الطبيعى :

ينقل الغاز الطبيعى عادة من مكان إلى آخر بواسطة خطوط من الأنابيب المصنوعة من الصلب . كما ينقل كذلك لمسافات بعيدة بين القارات على هيئة غاز مسال (L.N.G.) بالضغط والتبريد بواسطة ناقلات خاصة .



وحدات تخزين الغاز الطبيعى المسال

الباب الرابع

الخشب

طاقة الكتلة الحيوية (البيوماس)

الجازوهول

القمامة

الباب الرابع

الخشب

(Wood)

من المعروف أن الخشب مادة عضوية معقدة التركيب حيث تتكون من السليولوز (Cellulose) وهو نوع من المركبات الكربوهيدراتية حيث تتراوح نسبته فى الخشب ما بين ٤٠ - ٥٠ ٪ بالإضافة إلى مادة اللجنين (Lignin) المعقدة والتى يدخل فى تركيبها مشتقات الفينولات وتتراوح نسبته ما بين ٢٠ - ٣٠ ٪ من وزن الخشب .

ومنذ قديم الزمان استخدم الإنسان الخشب وأوراق وأفرع الأشجار والنباتات فى الحصول على الطاقة اللازمة له لطهو طعامه وفى التدفئة وفى إضاءة الأماكن المظلمة وغيرها من الاستخدامات .

ونذكر فى هذا الصدد أن المصريين القدماء قد قاموا بتقطير الخشب للحصول على الفحم النباتى . وكذلك الحصول على

قطران الخشب (Wood Tar) والحامض البيروليجينى (Pyroligneous Acid) لاستخدامهما فى عمليات التحنيط .

وينتج عن عملية التقطير الاتلافى للخشب (Destructive Distillation) أى تقطيره بمعزل عن الهواء مواد غازية وأخرى سائلة بالإضافة إلى الفحم النباتى (Charcoal) والذى يكثر استخدامه فى عمليات التعدين . ومن الغازات الناتجة نذكر منها غازات أول وثانى أكسيد الكربون والهيدروجين والميثان . ومن السوائل يوجد سائل حامضى يعرف باسم الحامض البيروليجينى (وقد سبق ذكره) والذى نحصل منه على الكثير من المواد الكيميائية الهامة مثل الكحول المثيلى وحامض الخليك والاسيتون. وهى مركبات تدخل فى الكثير من الصناعات الهامة. كما يوجد أيضًا سائل يعرف بقطران الخشب (وقد سبق ذكره أيضًا) ومنه يمكن الحصول على بعض المركبات أهمها الزيلينات والفينولات .

ونظرًا للاستخدام المتزايد للإنسان لكافة أنواع الطاقة على المستوى العالمى فقد اتجهت أنظار العلماء مرة أخرى إلى المصدر القديم وهو الخشب إلى الحصول منه على المزيد من الطاقة سواء بالاستخدام المباشر عن طريق حرقه أو تحويله إلى غازات بالتسخين

إلى درجات حرارة عالية . وفى هذا الصدد فقد استخدمت الطاقة الشمسية كوسيلة فعالة لتسخين الخشب وتحويله إلى غازات لها قيمة حرارية مرتفعة لاحوائها على نسبة عالية من الغازات الهيدروكربونية . والقيمة الحرارية للخشب الجاف تعادل نحو ثلثى ($\frac{٢}{٣}$) القيمة الحرارية للفحم .

وفى النهاية نذكر أن التوسع فى استخدام الخشب فى الحصول على الطاقة وخاصة فى المناطق الزراعية يؤدى بالضرورة إلى اختلال التوازن البيئى والمتمثل فى تعرض هذه المناطق لظاهرة التصحر . وأيضًا فى فقدان التربة الزراعية لخصوبتها وتحويلها إلى مناطق جرداء .

طاقة الكتلة الحيوية (البيوماس)

(Biomass)

من المعروف أن الأنشطة والأعمال الزراعيـة ينتج عنها الكثير من المخلفـات سواء النباتيـة أو الحيوانية والتـى يطلق عليـها اسم البـيوماس أو الكـتلة الحيـوية الأمر الذى يـصيب البـيئة المحيـطة بالكثير من التلوث والأضرار .

وقد فكر الباحثون فى طريقة عملية ومفيدة للتخلص من هذه المخلفات وأيضًا فى الاستفادة منها بتـحويلها إلى وقود يستفاد منه فى الحصول على طاقة متجددة ورخيصة الثمن . والطريقة تشمل وضع هذه المخلفـات فى حفر خاصة معدة خصيـصًا حيث يحدث لها تحلل عضوى بواسطة البكتيريا فى غياب الاكسوجين وينتج عن هذا التحلل الغاز الحيوى (Biogas) حيث يتركب مـعظمه من غاز الميثان (Methane) بالإضافـة إلى بعض نـواتج التحلـل من المواد الصلبة والتـى يمكن استخدامها كسماد يزيـد من خصوبة الأراضى الزراعية .

وحديثًا بدأت بعض الدول بالاهتمام بعملية التخمر اللاهوائى وإنتاج الغاز الحيوى (Biogas) واستخدمته كـوقود بديل . وهذه

الدول تشمل الهند والصين وبعض الدول الأوروبية واليابان والولايات المتحدة الأمريكية .

وفى مصر أجرى المركز القومى للبحوث بحوثًا كثيرة لإنتاج الغاز الحيوى من كافة المخلفات الزراعية بغرض الاستخدام فى الحصول على الطاقة اللازمة للإضاءة وأغراض الطهو والتسخين وخاصة فى القرى والمناطق الريفية .

وفى هذا الصدد يجب الحذر فى الحصول على الغاز الحيوى من عملية التحلل اللاهوائى للمخلفات الحيوية حيث أن هذا التفاعل طاردًا للحرارة (Exothermic) حيث ترتفع درجة الحرارة ويزداد ضغط الغازات مما يؤدى إلى حدوث انفجار للمولد وبالتالى إلحاق أضرارًا فادحة بالأماكن المجاورة .

وأخيرًا نذكر أن كمية الغاز الحيوى الناتجة من المولد تعتمد أساسًا على نشاط البكتيريا حيث أن ازدياد نشاطها يسرع بالتفاعل الحيوى وبالتالى تزداد كمية الغاز المتولد بينما تقل كميته بقلة نشاطها . كذلك فإن نشاط البكتيريا يتوقف على نوعية المخلفات العضوية المستخدمة وخواصها العامة من حيث الحموضة أو القاعدية . وأيضًا ما قد تحتويه من مواد لها آثار سمية على البكتيريا .

الجازوهول

(Gasohol)

نظراً للاستخدام المتزايد لكافة مصادر الطاقة وخاصة المصادر الناضبة وغير المتجددة أن اتجهت أنظار العلماء إلى الحصول على أنواع أخرى من الطاقة نظيفة ورخيصة وأيضًا متجددة . حيث استخدموا النباتات وبعض الحاصلات الزراعية كمواد أولية للحصول على الكحول الاثيلى وذلك بواسطة تخمر ما بها من سكريات ومواد نشوية .

وتعتبر البرازيل بسبب وفرة إنتاجها من قصب السكر وأيضًا الولايات المتحدة الأمريكية بغزارة إنتاجها من الذرة من أولى الدول التى بدأت بإنتاج الكحول الايثيلى واستخدامه كوقود للسيارات .

وعادة ما يستخدم خليط من الجازولين (Gasoline) ومن الكحول الايثيلى (Ethyl Alcohol) كوقود للسيارات حيث أطلق على هذا الخليط اسم «جازوهول» (Gasohol) وهو مشتق من الكلمتين جازولين وكحول بالإنجليزية .

ويعتبر رقم الأوكتان (Octane Number) والقيمة الحرارية (Calorific Value) من الخصائص الهامة للوقود المستخدم فى محركات السيارات . كذلك فمن المعروف أن الكحولات عمومًا تمتاز بإرتفاع رقم الاوكتان لها بالمقارنة برقم الاوكتان للجازولين . بينما العكس تمامًا فى القيمة الحرارية حيث يفوق الجازولين فى قيمته الحرارية الكحولات .

ومن هنا يتضح الأهمية الكبرى لوقود الجازوهول ذى الرقم الاوكتينى المرتفع بسبب احتوائه على الكحولات الأمر الذى يؤدى إلى الاستغناء كلية عن إضافة مادة رابع ايثيل الرصاص (Tetraethyl Lead) والتى تضاف إلى الجازولين لرفع رقم الاوكتان له . وأيضًا تجنب ما تحدثه هذه المادة من تقليل فى كفاءة المحرك وما تسببه من تلوث بيئى خطير يسبب الكثير من الأضرار لكافة الكائنات الحية وخاصة الإنسان حيث تصيبه بالضعف العام والأنيميا والأضرار بالجهاز العصبى والإصابة بأمراض الكلى المزمنة بالإضافة إلى إصابة الأطفال الصغار بالتخلف العقلى حيث أنهم أكثر قابلية للإصابة بالأمراض التى تنشأ نتيجة التعرض لفترات طويلة للتلوث بمركبات الرصاص .

ونظرًا لهذه المخاطر الشديدة لمركبات الرصاص فقد قامت

الكثير من الدول بوضع القوانين والتشريعات اللازمة للحيلولة دون استعمال هذا النوع من الجازولين المحتوى على رابع ايثيل الرصاص حيث أضافت مواد أخرى ليست لها آثار سامة إلى الجازولين مثل مادة ميثيل ثلاثى بيوتيل الأثير (Methyl Tertiary Butyl Ether) أو إضافة بعض المواد الهيدروكربونية ذات السلسلة المتفرعة (Isoparaffins) حيث تساعد على زيادة رقم الاوكتان للجازولين وبالتالى تحسين الأداء داخل محركات السيارات . وفى النهاية منع تلوث الهواء بمركبات الرصاص .

ونود هنا أن نضيف بأن وقود الجازوهول لا يقتصر على إضافة الكحول الايثيلى إلى الجازولين . بل يستخدم كذلك الكحول الميثيلى (Methyl Alcohol) حيث يمكن تحضيره بتفاعل أول أكسيد الكربون مع الهيدروجين حيث يجرى التفاعل فى وجود الزنك – كروم كعامل مساعد عند درجة حرارة عالية وتحت ضغط مرتفع . والهيدروجين المستخدم يتم الحصول عليه بمعالجة غاز الميثان ببخار الماء . ونذكر أيضًا أن خليط غازى أول أكسيد الكربون والهيدروجين يعرف باسم الغاز المخلق (Synthesis Gas) والذى يمكن إنتاجه من الفحم أو من الغازات الهيدروكربونية وخاصة الميثان وذلك فى وجود بخار الماء والعوامل المساعدة .

وقد يبدو من المفيد هنا مقارنة كل من الكحول الايثيلى والكحول الميثيلى عند استخدامهما فى تحضير وقود الجازوهول فنقول أن الكحول الايثيلى يفوق الكحول الميثيلى فى القيمة الحرارية وبالتالى ارتفاع القيمة الحرارية للجازوهول عند استخدام الكحول الايثيلى فى تحضيره . إلا أنه من جهة أخرى فإن البعض قد يرى الإقلال من استخدام الكحول الايثيلى فى تحضير الجازوهول مفضلاً عنه الكحول الميثيلى حيث أن الكحول الايثيلى يحضر من تخمر المواد النشوية والسكرية مثل الذرة وقصب السكر وهى فى الأساس محاصيل تستخدم فى صنع المواد الغذائية .

ومن المفيد أن نذكر أنه يوجد بعض الاعتبارات العلمية والفنية عند تحضير وقود الجازوهول . فمن المعروف أن الكحولات مركبات قطبية (Polar) بينما الجازولين من المواد غير القطبية (Non-Polar) . وأيضًا نذكر أن الماء فهو من المركبات القطبية المعروفة . ونتيجة للخواص السابق ذكرها نجد أن الجازولين المستخدم عادة ما يحتوى على نسبة ضئيلة للغاية من الماء. بينما الكحول يحتوى على نسبة أكبر نسبيًا من الماء والذى يصعب التخلص منه . فعند تحضير وقود الجازوهول فإن بقايا الماء الموجودة فى الكحول المستخدم تعوق امتزاج كل من الجازولين

والكحول مؤدية إلى تكوين وقود غير تام التجانس والتركيب الأمر الذى يؤدى إلـى الإخلال بعمـلية احتـراق الوقود داخل محرك السيارة مع حدوث الأضرار الجسيمة له .

وللتغلب على هذه المشكلة أجريت العديد من التجارب حيث وجد البـاحثون أن الكحول الـبيوتيلى الـثلاثى (Tertiary Butyl Alcohol) من أفضل المواد لإعطاء وقود الجازوهول الامتزاج التام لمكوناته من الجازولين والكحول سواء الايثيلى أو الميثيلى .

ومن دراسة خواص كل من الجازولين والكحولات المستخدمة فى تحضـير وقود الجازوهول وأيـضا خواص الكـحول البيوتـيلى الثلاثى فإنـنا نجد أن الكحول البيـوتيلى الثلاثى يفـوق الجميع فى خاصية رقم الاوكتان . كذلك فإنه يفوق كل من الكحول الايثيلى والميثيـلى فى القيمة الحراريـة . ومن هنا نجد الفائدة الـكبرى فى إضافة هذا الكحول إلى وقود الجازوهول .

وعادة ما يضـاف كل من الكحول الايثيـلى أو الميثيلى بـنسبة تتراوح بين ١٥ - ٢٠ ٪ إلى وقود الجازوهول .

القمامة

(Wastes)

نظراً للتزايد السكانى فى كافة أرجاء العالم وتبعه بالضرورة زيادة هائلة فى الاستهلاك وما ينتج عنه من مخلفات صلبة تختلف فى نوعها وحجمها وما يتبعه من تلوث بيئى يضر بصحة الإنسان وسلامته . لذلك فيلزم التخلص من هذه المخلفات بصورة دائمة ومنتظمة حفاظًا على الصحة العامة للأفراد حيث أنها تعد بيئة صالحة لنمو الكثير من البكتيريا والفيروسات بالإضافة إلى الحشرات بمختلف أنواعها . وأيضًا القوارض مما يؤدى إلى انتشار الأمراض البكتيرية والفيروسية كالكوليرا والتيفود والتهاب الكبد الوبائى والجرب وغيرها من الأمراض المعدية التى تصيب الإنسان.

والمخلفات الصلبة تختلف من حيث نوعيتها وخواصها ومدى ثباتها وتأثرها بالعوامل الطبيعية المختلفة . فهى تشمل المخلفات المنزلية مثل بقايا الطعام والورق وكافة العبوات الفارغة الزجاجية والمعدنية والبلاستيكية وبقايا الملابس المستهلكة وبقايا الأخشاب والمواد المعدنية وبقايا الأثاث المستهلك . كذلك المخلفات الصناعية الناتجة عن المصانع المختلفة . وهياكل السيارات القديمة وبقايا

الأجهزة الكهربية المستهلكة بالإضافة إلى المخلفات الزراعية والنباتية منها مثل حطب القطن وأغلفة الذرة وقشور الأرز والقمح وقلف الأشجار وأيضًا مخلفات الحيوانات .

وحيث أن مصادر الوقود والطاقة فى العالم فى تناقص مستمر . لذلك نشأت الحاجة إلى استغلال هذه المخلفات فى إنتاج مواد للحصول على الطاقة حيث تتميز هذه المخلفات بأنها متجددة وبصورة دائمة .

ويوجد عدة طرق مختلفة تستخدم لذلك . وأولى هذه الطرق تشمل نقل هذه المخلفات إلى أماكن بعيدة عن العمران حيث تدفن فى حفر خاصة تحت سطح الأرض . وواضح أن هذه الطريقة تؤدى على المدى الطويل إلى تلوث المياه الجوفية فى هذه المناطق وخاصة عندما تحتوى هذه المخلفات على نسب عالية من المخلفات الصناعية المحملة بالسموم . كذلك يؤدى التحلل اللاهوائى لهذه المخلفات إلى تكوين غاز الميثان وتجمعه مما قد يؤدى إلى حدوث انفجارات . إضافة إلى التكاليف الباهظة فى نقلها إلى المناطق البعيدة عن العمران .

والطريقة الثانية تشمل حرق المخلفات الصلبة وخاصة المواد التى لها قيمة حرارية مناسبة مثل الأوراق والأقمشة البالية

ومخلفات الأخشاب فى أفران خاصة حيث يستفاد بالطاقة الحرارية المتولدة من حرق هذه المواد فى أغراض التدفئة أو توليد الكهرباء. وتقام هذه الأفران بمواصفات خاصة خارج المدن وبعيدة عن المناطق العمرانية ، وهذه الطريقة ينتج عن استخدامها انطلاق كميات كبيرة من الغازات الضارة والملوثة للبيئة تختلف فى نوعيتها وفقًا لنوع المواد المكونة لهذه المخلفات . كذلك يوجد الشوائب والجسيمات الدقيقة . إضافة إلى الرماد الناتج من عمليات حرق هذه المخلفات . ويجب الاهتمام عند إقامة أفران الاحتراق بأن يكون هناك جميع الأجهزة والمعدات الكفيلة بالتخلص من هذه الغازات والشوائب الضارة حفاظًا على البيئة وصحة الإنسان .

وفى المناطق الريفية حيث تكثر المخلفات الزراعية والحيوانية والتى يطلق عليها الكتلة الحيوية (Biomass) يتم التخلص من هذه المخلفات بوضعها فى حفر خاصة ويعمل لها تجهيزات مناسبة حيث يتكون غاز الميثان (Methane) بفعل النشاط البكتيرى على هذه المخلفات . ويطلق على غاز الميثان الناتج اسم البيوجاز (Biogas) حيث يستخدم فى أغراض التسخين وإعداد الطعام لسكان المناطق الريفية .

وهـــناك طريقـــة أخـــرى للتخلـــص مـــن المخـلفات والتـى تشمـــل بقـايا نباتـات القمـح والأرز والذرة والبطـاطس والبطاطا وقلف الاشـجار حيث تنشأ بعض المصانع الـصغيرة التى تستخدم هذه المخـلفات وتجرى لها عمليات التخـمر بواسطة أنواع خاصة من البكتيريا حيث تنتج الكحول الايثيلى (Ethyl Alcohol) والذى يـستـخدم كوقـود بالإضافـة إلى الاسـتخدامـات المتـعددة الأخرى .

وفى النهاية نود أن نقول أن للقمامة إضافة إلى التخلص منها منعًا للتـلوث البيئى وما يسـببه من أضرار خطيرة بـصحة الإنسان وأيضًا استخدامها كمصدر متجـدد للحصول على الطاقة . إلا أنه يوجد هنـاك بُعد آخر وهام وهو صنع بـعض المنتجات المـفيدة من هذه المخلـفات . حيث أنه من المـعروف أن هذه المخلفات تـشمل فى بعض مكوناتـها المواد المعدنية والزجاجية والورقـية حيث يفرز كل نوع علـى حدة . فالمواد المعدنية يـعاد استخدامها فـى مصانع الحديد الصغيرة . والمواد الزجاجية يعاد صهرها وتصنع منها أنواع رخيصة الـثمن من الزجاجـات الخضراء أو البنيـة اللون . والمواد الورقية يحضر منها الورق المستخدم فى أغراض التعبئة والتغليف .

وإطارات السيارات القديمة تستخدم فى صناعة المطاط . والعظم فى تحضير مادة الغراء والدفحم الحيوانى . وبهذه الطريقة يمكن التخلص من كميات كبيرة نسبيًا من هذه المخلفات . إضافة إلى القيمة الاقتصادية لهذه المواد المنتجة مما يقلل كثيرًا من تكاليف التخلص من هذه المخلفات .

الباب الخامس

الطاقة الشمسية

الباب الخامس

الطاقة الشمسية

(Solar Power)

مقدمة :

مع تطـور الحضارة البـشرية عبر الـسنين ونتـيجة للاسـتهلاك المتزايد لكافة أنواع الطاقة وأيـضًا مع الاحتمالات المتزايدة لنضوب مصادر الطاقة التقليدية من فحم وبترول وغاز طبيعى . إضافة إلى ذلك فقد ساهـمت حرب أكتوبر المجيدة (العاشـر من رمضان) فى رفع أسعار مـصادر الطاقة التقـليدية وخاصة البـترول الأمر الذى أدى إلى نشـوب أزمة الطاقة فى مـنتصف السـبعينيات مـن القرن العشرين .

ولتلك الأسباب جـميعها فقد سارعت الكثـير من دول العالم باتخـاذ التدابير الـلازمة لترشيـد استخدام هذه المـصادر التقلـيدية للطاقة مع استحداث مصادر جديـدة وغير تقليدية لها . وفى هذا السبيل تـضافرت كافة الجهود على الـصعيد العالمى لدفـع وتنشيط

تكنولوجيات ووسائل استخدام الطاقات الجديدة والمتجددة بهدف تلبية كافة الاحتياجات المتزايدة من الطاقة وأيضًا للحفاظ على البيئة من التلوث وما قد يحدثه من أضرار لصحة الإنسان وكافة المخلوقات من نبات وحيوان .

ومن أمثلة هذه الطاقات الجديدة والمتجددة نذكر الطاقة الناتجة من حرارة الأرض والطاقة الناتجة من مياه البحار والمحيطات وأيضًا الناتجة من حركة المد والجذر وطاقة الرياح . إضافة إلى الطاقات المتولدة من المخلفات الزراعية والحيوانية مثل طاقات البيوماس والجازوهول وغيرها . وقد سبق الحديث عن بعض هذه الأنواع المختلفة من الطاقة فى مواضع أخرى سابقة من هذا الكتاب .

والآن نذكر مصدر هام ورئيسى ودائم ونظيف ولا يضر بالبيئة من مصادر الطاقة وهو الطاقة الشمسية . حيث تعتبر أكثر مصادر الطاقة توافرًا للجنس البشرى . وبالتحديد الطاقة الكهرومغناطيسية والتى تبعثها الشمس .

ومن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد أن المنطقة العربية والتى تمتد من الخليج العربى شرقًا حتى المحيط الأطلسى غربًا تعتبر من

أغنى مناطق العالم بالطاقة الشمسية حيث تقع بالكامل داخل ما يعرف بالحزام الشمسى والذى يطوق الكرة الأرضية .

وأيضًا بالنسبة لمصر فإذا تكلمنا عن المصادر الرئيسية للطاقة فنجدها تشمل البترول والغاز الطبيعى والفحم وأيضًا الطاقة المائية. ومع التزايد المستمر للسكان وأيضًا النمو المتزيد لخطط التنمية فى مجالات الأنشطة الرئيسية المختلفة من صناعة وزراعة وسياحة إضافة إلى أنشطة أخرى كالنقل والمواصلات وما يتبع ذلك من الاستخدامات المكثفة لهذه المصادر التقليدية من الطاقة وأيضًا للحفاظ على البيئة وعدم تدهورها . لذلك فقد لزم الأمر بل وأصبح حتميًا على دفع وتطوير تكنولوجيات الطاقة الجديدة والمتجددة والتى من أهمها الطاقة الشمسية حيث تتمتع مصر بموقع فريد ومتميز يتيح لها كميات هائلة من الطاقة الشمسية على مدار العام .

ويمكن تحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى أشكال أخرى للطاقة فى ثلاث عمليات منفصلة . الأولى هى العملية الكيميائية الشمسية (Helio-chemical) والثانية هى العملية الكهربائية الشمسية (Helio-electrical) والثالثة هى العملية الحرارية الشمسية (Helio-thermal) .

فالعمليـة الكيميائية الشمسـية إنما هى عملية التمـثيل الضوئى (Photosynthesis) والتى هـى أساس الوقود الاحـفورى (Fossil Fuel) مثل الفحم والبترول والغاز الطبيـعى . والعملية الكهربائية الشمسية هى عملية توليد الكهرباء بواسطة الخلايا الشمسية (Solar Cells) والعملية الحـرارية الشمسية هى عمليـة امتصاص الاشعاع الشمسى وتحويل الطاقة الاشعاعية إلى طاقة حرارية .

طرق الاستفادة من الطاقة الشمسية :

١ - التسخين الشمسى (Solar Heating) :

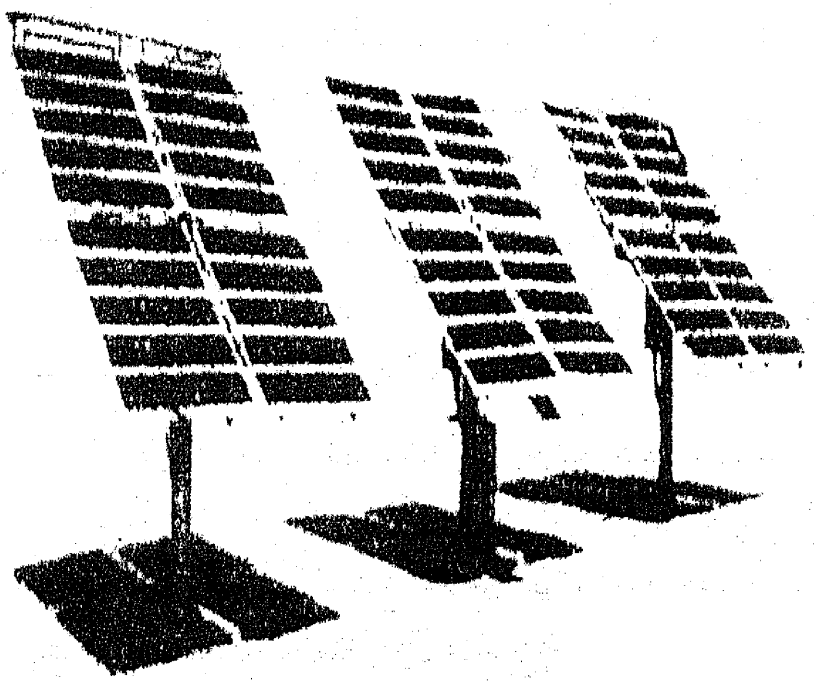
من المعـروف أن تكنولوجـيا الطاقـة الجديدة والمتجـددة يمكن تطبيقها بـسهولة وعلى نطاق معقول فى الدول المتـقدمة أو النامية على حد سـواء . ويعتبر التـسخين الشمسـى هو أكثر التطـبيقات شيوعًا فى أغراض التسخين والتدفئة .

وتقوم فكرة التسخين الشمسـى على امتصاص جزء من الطاقة الحرارية للشمس بواسطة شرائح خاصة من الألومنيوم أو الصلب أو النحـاس حيث تغـطى باللون الأسـود لتقلـيل انعكـاس أشعة الشمس من سطحها وزيادة قدرتها على امتصاص الحرارة ثم تجميعها طوال اليوم لغرض استخدامها فى كافة عمليات التسخين والتدفئة.

وقد تم تطبيق هذه الفكرة فى تصنيع العديد من الأجهزة والتى كثر إستخدامها فى المنازل والفنادق والقرى السياحية وذلك لتوفير ما يلزمها من المياه الساخنة وللتدفئة .

وفى مصر فإن السخانات الشمسية (Solar Heaters) بدأ إنتاجها منذ أوائل الثمانينات . حيث بدأ استخدامها فى المدن الجديدة وفى القرى السياحية ، وفى المستقبل القريب سوف يزداد استخدام هذه السخانات الشمسية وإحلالها تدريجيًا مكان سخانات الغاز أو الكهرباء لتقليل العبء إلى حد كبير على شبكات الكهرباء وأيضًا المساهمة فى الحفاظ على البيئة من التلوث .

وهناك طريقة أخرى تعتمد على ما يعرف بالعاكس الشمسى حيث تستخدم بعض المرايا أو الشرائح المعدنية مثل شرائح الألومنيوم المصقول ذات السطح اللامع حيث تكون هذه المرايا أو الشرائح اللامعة نظامًا خاصًا بحيث تتجمع أشعة الشمس المنعكسة منها فى بؤرة مشتركة واحدة حيث تصل درجة الحرارة بها إلى درجات عالية وبالتالى يمكن استخدامها فى صهر الكثير من المعادن أو فى إنتاج البخار بواسطة غلايات خاصة ثم تسليطه على التوربينات لتوليد الكهرباء .



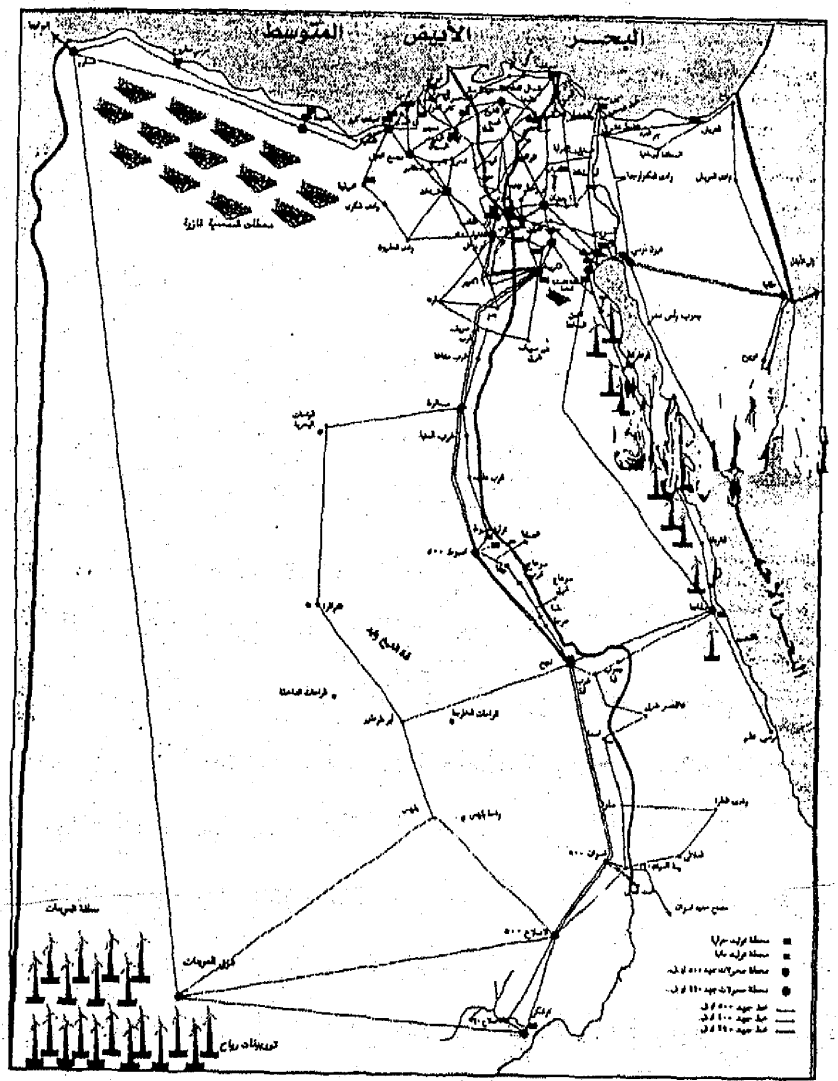
استخدام الطاقة الشمسية فى مجالات التسخين الشمسى

وقد قامت الكثير من الدول باستخدام طريقة العاكس الشمسى بغرض الحصول على الطاقة الشمسية النظيفة . نذكر منها المشروعات المقامة فى ولاية نيومكسيكو بالولايات المتحدة الأمريكية . وكذلك المشروعات المقامة بجبال البرانس بفرنسا . ، وأيضًا المشروعات التى أقيمت فى جبال الألب بسويسرا .

٢ - البطاريات الشمسية (Solar Batteries) :

الفكرة الرئيسية لهذه البطاريات تعتمد على الحصول على الطاقة الكهروضوئية حيث تتحول الطاقة الشمسية مباشرة (Direct Conversion) إلى طاقة كهربية بدون المرور على أى صورة من صور الطاقة الأخرى حرارية كانت أو ميكانيكية أو كيميائية وذلك بواسطة الخلايا الكهروضوئية (Photovoltaic Cells) والتى تسمى عادة بالخلايا الشمسية (Solar Cells) فهى تمتص معظم الطيف الشمسى وتحول جزء من هذه الإشعاعات فى حدود ١٥ ٪ أو أقل إلى طاقة كهربائية حيث يمكن استخدامها فى الحال أو تخزينها . والمنظومات من هذا النوع تصمم أساسًا لأجل المنشآت فى المواقع البعيدة لفترات طويلة . والمواقع التى توضع فيها مثل هذه الأجهزة تكون قاسية جدًا فى طقسها . ولذلك فيجب أن تكون هذه المنظومات ذات مقاومة عالية للرياح وللرطوبة والبرد

والعواصف الرملية وأن تحاط بتصميم خاص ضد هجمات الحيوانات والطيور وأيضًا ضد التآكل .



مواقع محطات توليد الكهرباء بالطاقة غير التقليدية

ويوجد عدة أنواع مختلفة من البطاريات الشمسية نذكر منها :

البطاريات الشمسية السيليكونية والبطاريات الشمسية باستخدام كبريتيد الكادميوم . وأيضًا البطاريات الشمسية والتى تعمل بواسطة الازدواج الحرارى (Thermo-couple) .

وتعتبر البطاريات السيليكونية (Silicon Cells) من أوسع أنواع البطاريات الشمسية استخدامًا وتطويراً . ولذلك سيقتصر الحديث هنا على هذا النوع من البطاريات الشمسية .

تتكون البطارية الشمسية السيليكونية من عدد كبير من البللورات أو الخلايا حيث تتكون كل خلية من شريحة من عنصر السيليكون النقى والمحتوى على آثار من الزرنيخ . وتسمى هذه الشريحة بالسيليكون السالب حيث تحتوى على الإلكترونات الطليقة . ويحيط بهذه الشريحة إطار من السيليكون والمحتوى على آثار من عنصر البورون . ويسمى هذا الإطار بالسيليكون الموجب . وتتصل هذه الخلايا ببعضها داخل البطارية على التوالى حيث يستمر التيار الكهربى فى سريانه طيلة تعرض البطارية الشمسية لأشعة الشمس . وتغطى هذه الخلايا بزجاج عالى النفاذية وتقفل بإحكام لمنع تأثير الرطوبة وتفاعل الملوثات الجوية

مع مواد الخلية لزيادة العمر الافتراضى لها إلى ما يقرب من العشرين عامًا .

الاستخدامات المختلفة للخلايا الشمسية :

تستخدم الخلايا الشمسية فى مجالات كثيرة حيث تشمل :

١ - توليد الكهرباء واستخدامها فى الأغراض المختلفة .

٢ - ضخ المياه الجوفية فى الصحراء لأغراض الرى .

٣ - مشاريع تحلية المياه المالحة .

٤ - الحماية الكاثودية لخطوط أنابيب البترول .

٥ - إضاءة مدرجات الهبوط والصعود للطائرات بالمطارات .

٦ - تشغيل محطات رصد الزلازل فى المناطق المختلفة .

٧ - تشغيل التليفونات ولوحات الإعلانات على الطرق الصحراوية . وكذلك إشارات السكك الحديدية وإشارات الإرشاد الملاحى للممرات المائية .

٨ - تزويد محطات القياس عن بُعد (التليمترية) بالكهرباء .

٩ - إقامة محطات خاصة فى الفضاء الخارجى مزودة بأنواع خاصة من البطاريات الشمسية والتى تستقبل الطاقة الشمسية وتحولها إلى طاقة كهربائية يتم إرسالها إلى سطح الأرض .

إضافة إلى ذلك فإن البطاريات الشمسية تستخدم لتشغيل الأقمار الصناعية فى الفضاء الخارجى .

الباب السادس

الطاقة الناتجة من الرياح

الطاقة الناتجة من مياه البحار والمحيطات

الطاقة الناتجة من حركة المد والجزر

الطاقة الناتجة من حرارة الأرض

الباب السادس

الطاقة الناتجة من الرياح

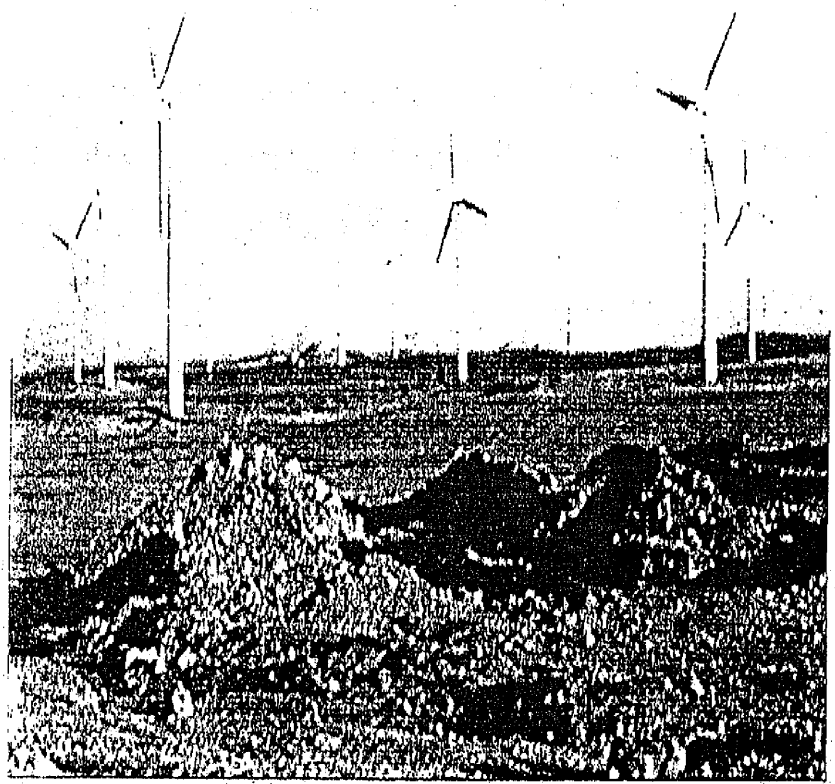
(Wind Power)

من المعـروف أن الشمس هى مصـدر طاقة الرياح حـيث قدر بعض العلـماء أن حوالى ٢ ٪ من الطاقة الشمسـية الساقطة على سطح الأرض تتحول إلى طاقة رياح .

وحركة الرياح تنتج عن حركة الهواء البارد القادم من القطبين متجـهًا نحو الاتجاه المـدارى والاستوائى حيـث يحل محـل الهواء الساخن ذى الكثـافة المنخفضة والذى يتحرك فـى إتجاه القطبين . إضافة إلى ذلك فإن حركة دوران الأرض والـتى ينتج عنها دوران الرياح فى إتجـاه عقارب الساعة فى نـصف الكرة الجنوبى . بـينما تدور فى عكس إتجاه عقارب الساعة فى نصف الكرة الشمالى .

كذلك فإن حركة الرياح تنـتج من الاختلاف فى درجة حرارة الهواء فوق سطـح الأرض عنها فوق البحار والمحـيطات . كما أن سرعة الرياح تزداد فوق البحار والمحيطات عنها فوق سطح الأرض.

إضافة إلى ذلك فإنه من المعروف علميًا أن حركة الرياح ناتجة عن الاختلافات فى الضغط الجوى من مكان إلى آخر حيث تهب من الأماكن ذات الضغط المرتفع إلى الأماكن ذات الضغط المنخفض .



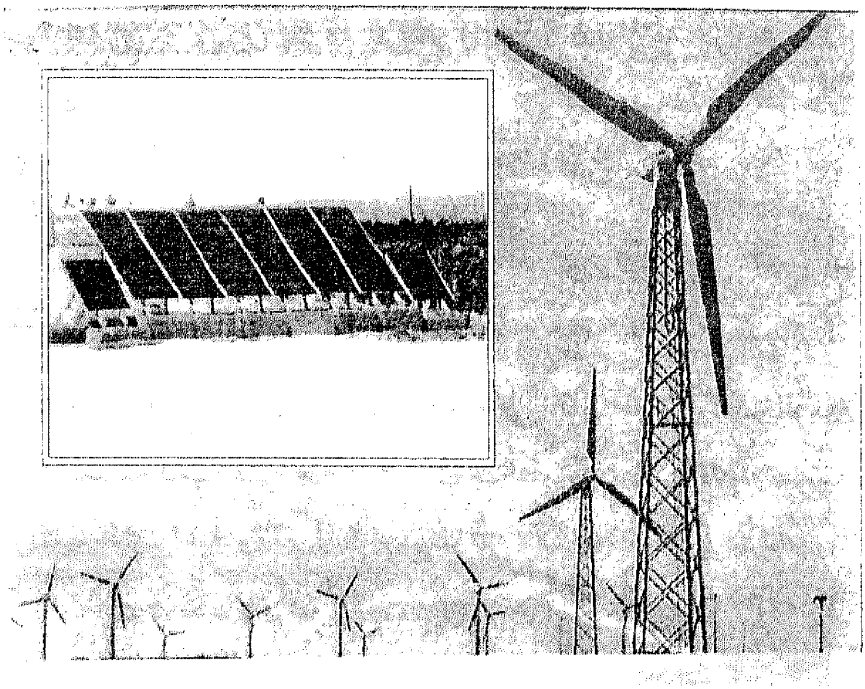
مزرعة رياح لتوليد الكهرباء

ويجب التفرقة بين إتجاه الرياح (Wind Direction) حيث يستخدم جهاز يعرف بدوارة الرياح . - وكذلك تسمى الرياح باسم الجهة التى تهب منها فمثلاً يكون إتجاه الرياح شرقيًا إذا هبت من جهة الشرق - وبين سرعة الرياح (Wind Speed) حيث يستخدم لقياسها جهاز يعرف باسم الانيمومیتر . وتزداد سرعة الرياح عادة بالارتفاع عن سطح الأرض . كما تختلف كثيراً من مكان لآخر .

ومن المفيد أن نذكر هنا الأهمية البالغة لسرعة الرياح حيث أن الطاقة الناتجة من الرياح تتناسب مع مكعب سرعتها .

وقد عرف الإنسان الطاقة الكامنة فى الرياح من قديم الزمان حيث استخدمها فى طحن الغلال بالطواحين الهوائية وتسيير المراكب الشراعية ورفع المياه من باطن الأرض وأخيراً فى توليد الكهرباء .

وتعتبر هولندا من أولى الدول التى استخدمت طاقة الرياح فى تشغيل طواحين الهواء (Wind Mills) والتى أقيمت بكثرة على ساحل البحر . وكذلك أقيمت فى الولايات المتحدة الأمريكية الأبراج العالية ذات المراوح الضخمة فى الكثير من المناطق الساحلية لاستغلال طاقة الرياح فى توليد الكهرباء .



صور من الطاقة الجديدة

كذلك فمن الأهمية بمكان أنه عند اختيار الأماكن المناسبة لإنشاء التجهيزات اللازمة للحصول على الطاقة الكامنة للرياح أن تكون سرعة الرياح فيها مناسبة . وكذلك لها صفة استمرار هبوبها طوال العام .

ومن نعم الله علينا توافر الأماكن المناسبة للحصول على الطاقة الكامنة للرياح فى بلدنا الحبيبة مصر ونذكر منها : مناطق الساحل الشمالى الغربى على البحر الأبيض المتوسط وساحل البحر الأحمر ومنطقة خليج السويس وشمال سيناء وأيضًا فى منطقة شرق العوينات بجنوب غرب الوادى الجديد بالصحراء الغربية .

ومن المفيد أن نذكر هنا أن الطاقة الكامنة فى الرياح هى طاقة نظيفة لا ينتج عنها أى تلوث بيئى . كما أن الحصول عليها غير مكلف . وبالتالى فمن المتوقع انتشار استخدامها فى الكثير من البلدان لأغراض التسخين والتبريد وتحلية مياه البحر وتوليد الكهرباء واستخراج المياه من باطن الأرض لاستخدامها لرى المزيد من الأراضى الزراعية وذلك خلال القرن الحادى والعشرين .

الطاقة الناتجة من مياه البحار والمحيطات :

(Sea and Ocean Energy)

نظرًا للاستهلاك المتزايد للإنسان من الطاقة فى كافة مجالات الحياة ، أصبح البحث عن مصادر جديدة من الطاقة من أهداف الباحثين فى هذا المجال . حيث اتجه بعضهم إلى محاولة الاستفادة من الفرق بين درجة حرارة المياه السطحية الدافئة للبحار والمحيطات وبين درجة حرارة مياهها السفلية الباردة فى إنتاج الطاقة الكهربائية .

كما إتجه علماء آخرون إلى إنتاج الطاقة من حركة أمواج البحر خلال ارتفاعها وإنخفاضها . وأيضًا الحصول على الطاقة من مصدر آخر يتمثل فى استخدام ظاهرة المد والجزر (Tides) فى إنتاج الطاقة الكهربائية .

الحصول على الطاقة من حرارة مياه البحار والمحيطات :

من المعروف أن حرارة مياه البحار والمحيطات تختلف وفقًا لقربها أو بعدها من السطح . فالمياه السطحية للبحار والمحيطات تختزن كميات هائلة من الطاقة الشمسية الساقطة عليها طوال النهار حيث تقل كثافتها . بينما تقل درجة الحرارة كلما اتجهنا إلى الأعماق مع ازدياد كثافة المياه .

وقد وجد العلماء أنه للحصول علـى الطاقة بهذه الطريقة يلزم ألا يقـل الفرق فى درجـة الحرارة للـمياه العـليا الـساخنة والمـياه السفلية الباردة عن ١٥ - ٢٠° مئوية . ولإنتاج الطاقة الكهربائية بهذه الطريقة يلزم أن تكون ذات عائد اقتصادى مناسب .

الحصول على الطاقة من حركة المد والجزر (Tidal Energy) :

من المعروف علميًا أن ظاهرة المد والجزر (Tides) تحدث نتيجة لقوى التجـاذب بين الأرض وكل من الشمس والقـمر . ويحدث المد عندما يرتفع سطح البحر المواجه للشمس أو القمر حيث تغطى المياه الشـواطئ الواقعة فى هذه المنـاطق . بينما يحـدث الجزر بعد فترة من الزمن عنـدما ينخفض سطح البحر وتنـسحب المياه عائدة إلى البحر مرة أخرى .

ومن المعروف أيضًا أ قوة جذب الشمـس لمياه البحر فى ظاهرة المد والجزر تقل كثيراً عن قوة جذب القمر لهذه المياه وذلك بالرغم من كبر حجم وكتلـة الشمس كثيراً بالمقارنة لكتلـة القمر . ويفسر ذلك بأن الشمس تبعد كثيراً عن الأرض بـينما يقع القمر قريبًا من الأرض . وتختلف قوة جذب القمر لميـاه البحر تبعًا لقربه أو بعده من الأرض حيث أنه يدور حولها فى مدار بيضاوى .

وظاهـرة المد والجزر قـد تحدث فى بـعض الأماكـن بطريـقة منتظمة وفى أوقات ثابتة ومـعروفة . وقد تحدث كذلك فى أماكن أخرى بطريقة متغيرة وفى أوقات غيـر ثابتة . وهذا بالطبع يتوقف على جغرافيـة البحر وطبيعة الشواطـئ وحركة وارتفاع الأمواج . ونذكر كذلـك فى هذا الصدد الاختـلاف الكبير فى مـقدار ارتفاع موجات المد من مكان لآخر .

وقد استغل العلماء هذه الطاقة الهائلة والمختزنة فى حركة مياه البحـار والناتجة من ظـاهرة المد والجزر فى تـوليد الكهـرباء وذلك باستخدام بعض التوربينات الخاصة .

وأخيراً فمـن الواضح أن إنتاج الطـاقة باستخدام ظـاهرة المد والجزر تساهـم بقدر محدود فى حل مـشكلة الطاقـة وذلك على المستوى العالمى .

الطاقة الناتجة من حرارة الأرض

(Geothermal Energy)

مقدمة :

من المعروف أن الشمس هى المصدر الرئيسى للطاقة على سطح الأرض حيث ترتفع درجة حرارة سطحها طوال النهار . كذلك فنحن نعرف أن درجة حرارة الأرض ترتفع تدريجيًا بازدياد العمق حيث توجد الصخور المنصهرة عل أعماق بعيدة من سطحها . ونتيجة للحرارة المتواجدة فى باطن الأرض ان تكونت الينابيع الحارة والتى غالبًا ما تنبعث من سطح الأرض فى الكثير من الأماكن على هيئة بخار أو ماء ساخن . والطاقة الحرارية لهذه الينابيع الحارة يمكن استخدامها مباشرة لأغراض التسخين المختلفة . كما يمكن استخدام البخار المنبعث منها لإدارة التوربينات لتوليد الكهرباء .

إضافة لما سبق فإنه يمكن الاستفادة كذلك من الحرارة الناتجة من الصخور الصلدة الساخنة فى باطن الأرض فى إنتاج الطاقة . ويتم ذلك بضخ المياه الباردة إلى باطن الأرض ومن ثم

استعادتـها ساخنة مرة أخرى حيـث تستخدم فى تشغـيل المحطات الكهرومائية.

الطاقة الناتجة من الينابيع الحارة:

منذ القـدم استخدم الإنسان الينـابيع الحارة حيث استـخدمها الرومـان لأغراض التسـخين والتدفـئة . كذلـك استخدمـت هذه الينابـيع فى علاج بعض الأمـراض حيث لا يزال وإلى يومـنا هذا الكثير من المـصحات العلاجية فى بعض الـبلاد الأوروبية مازالت تستخدم هذه المياه لأغراض العلاج والاستجمام .

وقد أقيـمت أول محطـة لتوليد الـكهرباء بـاستخدام الـطاقة الكامنة في الينابيع الحارة عام ١٩٠٤ فى منطقة لاردريللو الواقعة فى شمال إيطاليا حيث تبلغ قدرتها فى الوقت الحاضر بنحو ٤٠٠ ميجاوات.

وقد أقيـمت كذلك أول مـحطة من هـذا النوع فى الـولايات المتحـدة الأمريكية فـى بدايات هذا القرن بـطاقة صغيـرة فى ذلك الوقت فى ولاية كـاليفورنيا . وحاليًا وصلـت قدرة هذه المحطات فـى نـفس المـنطـقـة إلى مـا يـقرب مـن ٣٠٠٠ (ثلاثـة آلاف) ميجاوات. وهذه المياه الحارة تحـتوى على ما يقرب من ٢٥ ٪ من الأملاح الذائبة .

ونذكر فى هذا الصدد أنه يوجد الكثير من هذه المحطات فى عدة دول أخرى نذكر منها نيوزيلندا والمكسيك واليابان وأيسلندا وروسيا .

ويوجد ثلاثة أنواع من هذه المحطات . **النوع الأول** حيث يستخدم البخار الجاف (Dry-Steam) لتشغيل التوربينات لإنتاج الطاقة الكهربية مثل محطات لاردريللو الواقعة فى شمال إيطاليا . وأيضًا فى ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية بالإضافة إلى فالى كالديرا بالمكسيك . **والنوع الثانى** يستخدم على نطاق واسع حيث يستبدل البخار الجاف ببخار رطب (Wet-Steam) فى تشغيل التوربينات لتوليد الكهرباء . بينما الماء الساخن الناتج فى هذه المحطات فيستخدم لأغراض التسخين وأيضًا تحلية المياه . **والنوع الأخير** حيث يستخدم الماء الساخن لأغراض التسخين المباشر وفى التدفئة وذلك مثل المحطات الموجودة فى كل من المجر وروسيا وأيسلندا واليابان ونيوزيلندا والولايات المتحدة الأمريكية .

وهناك نظريات كثيرة لتفسير ظاهرة مياه الينابيع الحارة . أهمها نظرية العالم الألمانى روبرت بنزن (Robert Bunsen) والتى تقول بزيادة درجة غليان الماء بزيادة العمق عن سطح الأرض وذلك بسبب زيادة الضغط الواقع على الماء . فعندما تلامس المياه الجوفية

الصخور الساخنة الموجـودة في أعماق الأرض ترتفع درجة حرارة هذه الميـاه ولكن دون غلـيان وذلك بسبـب زيادة الضغـط الواقع عليـها في أعماق الأرض . وعـند صعود هـذه المياه الساخـنة إلى سطح الأرض فإنها تـتحول إلى بخار ساخن وذلك بسـبب نقصان الضغط الواقع عليها .

ومن المفيـد أن نذكر هنا أن هذه المحـطات التى تدار بالـطاقة الناتجة من الينابيع الحارة تكون مـن الوجهة الاقتصادية أقل تكلفة عن تـلك المحطـات التى تـدار بالطاقـة الناتجـة من أنواع الـوقود الأخرى التقليدية مثل الفحـم والبترول . ونذكر كذلك أنه بالرغم من إنخفاض تكاليف توليد الكهرباء الناتجة من بخار الينابيع الحارة إلا أن استـخدام هذه الطـريقة في الحـصول على الـطاقة سيـظل محدوداً للغايـة وفى عدد قليل من الدول وذلك بسـبب محدودية عدد هذه الينابيع الحارة على المستوى العالمى .

الطاقة الناتجة من صخور الأرض الساخنة :

من المعروف علميًا أنه يوجد وفى أعماق بعيدة فى باطن الأرض صخور صلدة ساخنة . وقد استغل العلماء هذه الظاهرة فى الحصول على هذه الطاقة الكامنة فى هذه الصخور وذلك بحفر الآبار العميقة للوصول إلى هذه الصخور ثم القيام بدفع تيار من الماء إليها حيث تنتقل حرارة الصخور إلى الماء والذى يدفع مرة أخرى إلى سطح الأرض عن طريق بئر أخرى مجاورة للبئر الأولى. وهذا الماء الساخن فى باطن الأرض يتحول إلى بخار عند سطح الأرض بسبب نقصان الضغط . حيث يستخدم فى إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء .

والجدير بالذكر أنه يلزم دراسة نوع الصخور الساخنة فى المنطقة التى تحفر فيها الآبار وذلك حتى لا تتسرب المياه التى تدفع إلى البئر إلى بعض الطبقات المسامية فى باطن الأرض وبالتالى لا يتم التبادل الحرارى بين هذه الصخور الساخنة والماء الذى ندفعه إليها .

والحصول على الطاقة من صخور الأرض الساخنة وبالطريقة السابق ذكرها تم بنجاح فى الولايات المتحدة الأمريكية فى بداية

السبعينات من القرن العشرين . وقد توالت التجارب المشابهة فى الكثير من البلدان الأخرى مثل فرنسا وانجلترا وألمانيا واليابان .

وحيث أن أغلب هذه الصخور الساخنة توجد على أعماق كبيرة من سطح الأرض لذلك اتجهت جهود العلماء إلى خفض التكلفة الاقتصادية لعمليات حفر الآبار العميقة للوصول إلى هذه الصخور .

وعادة تستخدم الحرارة الناتجة من الصخور الساخنة فى باطن الأرض فى أعمال التدفئة سواء فى المنازل أو فى الأماكن العامة وبذلك بواسطة استخدام أنظمة خاصة تعتمد على أجهزة التبادل الحرارى حيث تؤدى فى النهاية إلى تدفئة المنازل والأماكن العامة الأخرى وخاصة فى فصل الشتاء . وقد شاع استخدام هذه الأنظمة بكثرة فى كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وفرنسا وانجلترا والسويد .

ومن المفيد هنا أن نذكر أن الحصول على الطاقة من صخور الأرض الساخنة يعد من الوجهة الاقتصادية أقل تكلفة من الحصول عليها من المصادر التقليدية الأخرى المعروفة مثل الفحم والبترول والغاز الطبيعي حيث لا يلزم لها وسائل خاصة وغالية

الثمن لنقلها أو أماكن لتخزينها . بالإضافة إلى أن عمليات استخراجها من باطن الأرض أقل تكلفة .

ومن المتوقع أن يشتد الاقبال على هذا النوع من الطاقة فى القرن الحادى والعشرين وخاصة أنها طاقة رخيصة نسبيًا ومتوافرة فى أماكن كثيرة من العالم . وأيضًا فإنها طاقة نظيفة يؤدى التوسع فى استخدامها إلى عدم حدوث أى تلوث للبيئة والتى أصبح الحفاظ عليها نظيفة هى إحدى مشكلات وهموم إنسان القرن الحادى والعشرين .

الباب السابع

الهيدروجين أحد طاقات المستقبل

خلايا الوقود

الباب السابع

الهيدروجين أحد طاقات المستقبل

(Hydrogen)

مقدمة :

من المشكلات الكبرى والتى ستواجه إنسان القرن الحادى والعشرين هو احتمال نضوب مصادر الطاقة التقليدية كالبترول والغاز الطبيعى . إضافة إلى ذلك مشكلة التلوث البيئى والذى انتشر فى كل مكان على سطح الكرة الأرضية نتيجة للنشاط المتزايد للإنسان فى كافة مجالات الحياة الأمر الذى بات يهدد حياة كافة المخلوقات من إنسان وحيوان ونبات . لذلك إتجه العلماء إلى أنواع أخرى من مصادر الطاقة تتميز بالوفرة وأيضًا فى الحفاظ على البيئة من التلوث .

وكان غاز الهيدروجين هو أحد مصادر هذه الطاقة . حيث اتجهت بحوث العلماء إلى استخدامه كوقود للسيارات مثلما استخدم من قبل فى مركبات الفضاء .

وقد اتجهت بحوث العلماء إلى استخدام الهيدروجين فى مجالين . **الأول** هو استخدامه فى بطارية خاصة لإنتاج الكهرباء التى تحتاجها السيارة . **والمجال الثانى** هو استخدام الهيدروجين نفسه كوقود رئيسى للسيارة .

الهيدروجين الغاز والهيدروجين المسال :

من المعروف أن الهيدروجين متوافر بكثرة فى الطبيعة . فهو يوجد متحداً مع الأكسوجين مكونًا الماء الذى يملأ البحار والمحيطات . ويمكن الحصول على الهيدروجين نقيًا بالتحليل الكهربى للماء (Electrolysis) حيث يتحلل الماء إلى عنصريه من الهيدروجين والاكسوجين .

ومن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد أن استخدام الهيدروجين كوقود للسيارات سواء فى حالته الطبيعية الغازية أو تحويله إلى سائل بالضغط والتبريد يعوقه الكثير من المشاكل . ففى حالته الغازية نواجه بمشكلة تخزين الكميات اللازمة منه بطرق آمنة وأيضًا اقتصادية .

أما فى الحالة السائلة فإننا نواجه بمشاكل كثيرة تتمثل فى استخدام قدراً كبيراً من الطاقة اللازمة للحصول على ضغط مرتفع

لتحويل الغاز إلى سائل . كذلك فإن اسالة الغاز يلزم له الوصول إلى درجة حرارة منخفضة للغاية تصل إلى (- ٢٥٣م) . وهذه الظروف تعوق استخدام الغاز السائل كوقود للسيارات . إضافة إلى ذلك فإن خزان الوقود من الهيدروجين السائل يحتاج إلى مواصفات خاصة مثل كبر الحجم وأن يكون سميك الجدار وبالتالى ثقيل الوزن وذلك حتى يستطيع تحمل الضغط المرتفع للهيدروجين المسال .

هيدريدات الفلزات مصدراً للطاقة (Metal Hydrides) :

كما سبق أن ذكرنا أن هناك بعض الصعوبات والتى تعوق استخدام الهيدروجين كمصدراً للطاقة سواء فى حالته الغازية أو السائلة . لذلك يبذل العلماء الكثير من الجهد للتغلب على هذه الصعوبات . حيث توصل البعض منهم إلى استخدام هيدريدات الفلزت كمصدراً لليهدروجين .

وهيدريدات الفلزات مركبات كيميائية تتكون من تفاعل بعض الفلزات مع غاز الهيدروجين تحت ظروف خاصة من الضغط ودرجة الحرارة . ويلزم لهيدريدات الفلزات المستخدمة للحصول على الهيدروجين بعض الخواص الكيميائية الخاصة والتى منها

سهولة التحضير وأيضًا سهولة تفككها إلى حد معين إلى عنصريها من الفلز والهيدروجين . إضافة إلى ذلك أن يكون الفلز المستخدم فى تحضير الهيدريد مناسبًا من حيث وجوده بكثرة وأيضًا رخص ثمنه .

ومن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد أنه يوجد نوعان من الهيدريدات المستخدمة للحصول على الهيدروجين والتى ينطبق عليها الخواص الكيميائية السابق ذكرها . **النوع الأول** يستخدم فى تحضيرها أحد الفلزات مع الهيدروجين . ومن أمثلتها هيدريد المغنسيوم . **أما النوع الثانى** فتستخدم بعض السبائك فى تحضيرها بدلاً من الفلزات المنفردة . ومن أمثلتها هيدريد الحديد والتيتانيوم. وأيضًا هيدريد اللانثانيوم والنيكل .

وقد اتجه العلماء فى بعض البلدان والتى منها الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا إلى استخدام هيدريدات الفلزات للحصول على الهيدروجين الناتج من تفككها واستخدامه كمصدرًا للطاقة فى إدارة محركات السيارات . وأيضًا فى إدارة بعض محطات القوى لتوليد الكهرباء .

وكشأن أى مصدر آخر من مصادر الطاقة فإنه يوجد بعض

العيـوب فى استخدام هـذه الهيدريدات فـى الحصول على الـطاقة والتى منها ان وزن السبيكة المستـخدمة في تحضير هذه الهيدريدات مثل سبـيكة الحديد والتيـتانيوم كبير نـسبيًا مما يمثل عبـئًا زائداً على محرك السيارة . ولقـد أمكن التغلب على هذه المشكـلة باستخدام نوعين من الـهيدريدات معًا . أحداهمـا مكون من سبيـكة الحديد والتيـتانيوم وهى ذات كـفاءة عالية والأخـرى مكونة من هـيدريد المـغنـسيـوم ذات الوزن الخـفيـف . إضافـة إلى ذلـك فإن غـاز الهيدروجين النـاتج من تفكك هذه الهيدريدات سـريع الاشتعال . وكذلـك فإن مسـحوق الفـلزات المستخدمـة فى تحضـيرها قـابل للاشتعال وخاصة عند إرتفاع درجة حرارته .

وأخيراً فـإنه من المتوقـع مستقبـلاً وخاصة فى بدايـات القرن الحادى والعشريـن أن تكون هيدريدات الفلـزات أحد أهم المصادر غير التقليدية للحصول على طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة حيث لا ينتج عن استخدامها سوى بخار الماء غير الملوث للهواء .

خلايا الوقود

(Fuel Cells)

تعتمد هذه الخلايا فى تشغيلها على تفاعل بعض الغازات مثل غازى الهيدروجين والاكسوجين . وكمثال بسيط لهذه الخلايا فإنها تتكون من ثلاث حجرات يفصلها عن بعضها أقطاب مسامية مصنوعة من عنصر الكربون والمدعمة بعنصر البلاتين المجزئ تجزيئًا دقيقًا كعامل مساعد . والحجرة الوسطى من الخلية تحتوى على مادة الكتروليتية (Electrolyte) مكونة من محلول قلوى مخفف مثل مادة هيدروكسيد البوتاسيوم . ويدفع تيار من غاز الهيدروجين من إحدى الحجرات الجانبية . بينما يدفع تيار آخر من غاز الاكسوجين من الحجرة الجانبية الأخرى حيث ينتشر كل من غازى الهيدروجين والاكسوجين خلال أقطاب الكربون المسامية حيث يتفاعلا مع مادة الالكتروليت وينتج تيارًا مستمرًا ذى جهد كهربائى صغير . ومن هنا فإنه عمليًا يمكن أن يجمع عدد من خلايا الوقود فى أعمدة يختلف عددها وفقًا لطبيعة استخدام هذه الخلايا وذلك للحصول على جهد كهربائى عال .

وتحتاج خلايا الوقود عند استخدامها فى توليد الكهرباء إلى جهاز معين لتحويل الوقود إلى غاز غنى بالهيدروجين . بالإضافة

إلى جهاز آخر يستخدم كمحول لتحويل التيار الكهربى المستمر والناتج منها إلى تيار كهربى متردد ليناسب تيار الشبكة الكهربائية العادية . والوقود المستخدم قد يكون ناتجًا من الفحم أو البترول أو من الغاز الطبيعى .

ومن المفيد أن نذكر هنا بأن خلايا الوقود تتميز عند استخدامها فى أن الطاقة الكيميائية تتحول مباشرة إلى طاقة كهربائية دون أن تتحول أولاً إلى طاقة حرارية . إضافة إلى ذلك فإن هذه الخلايا عند استخدامها عند درجات حرارة مرتفعة فإن الماء المتكون نتيجة التفاعل سيتحول إلى بخار ماء حيث يمكن بعد تكثيفه الحصول على ماء على درجة عالية من النقاء يمكن استخدامه كمصدراً لمياه الشرب فى الأماكن التى تتطلب هذه الدرجة من النقاء مثل سفن الفضاء.

وأخيراً فإننا نذكر أن خلايا الوقود تتميز بإنتاج طاقة نظيفة خالية من التلوث حيث أن ناتج تفاعل غازى الهيدروجين والاكسوجين هو بخار الماء فقط وهو أحد مكونات الغلاف الجوى المحيط بالأرض . وأيضًا فإن هذه الخلايا تتميز عند تشغيلها بعدم حدوث أى ضوضاء أو تلوث صوتى وبالتالى يمكن إقامة محطات توليد الكهرباء التى تعمل بخلايا الوقود داخل المدن وفى المناطق الآهلة بالسكان دون أدنى ضرر للبيئة المحيطة بها .

الباب الثامن

الطاقة النووية

الباب الثامن

الطاقة النووية

(Nuclear Energy)

مقدمة :

نظراً لـلإرتفاع المتزايد لاستهلاك الطاقة بكافة أنواعها على المستوى العالمى وما يتطلب ذلك من الاستخدام المكثف لجميع مصادر الطاقة . وبسبب التقدم العلمى والتكنولوجى والتطور المستمر فى وسائل الإنتاج الصناعى والزراعى الأمر الذى يعرض بعض الأنواع من الطاقة للنضوب مثل الطاقات الناتجة من الفحم الحجرى وزيت البترول والغاز الطبيعى . ونتيجة لذلك فقد اتجهت جهود العلماء فى بلاد كثيرة لتطوير مصادر أخرى من الطاقة للاستخدام العملى فى الحياة اليومية حيث تمتاز بعدم نضوبها وانها دائمة ومتجددة . ومن أمثلتها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وهى طاقات نظيفة وغير ملوثة للبيئة وأيضًا فمن الطاقات المتجددة الأخرى الطاقة الناتجة من المخلفات النباتية والحيوانية والتى تعرف

بالكتلة الحيوية وهى ذات فائدة عظيمة حيث تخلص البيئة من كمية كبيرة لا بأس بها من مسببات التلوث . وهذه الطاقات جميعها قد سبق ذكرها بالتفصيل فى مواضع أخرى من هذا الكتاب .

وفى هذا الباب فإننا نذكر مصدراً هامًا للطاقة . وهى الطاقة النووية والتى يستفاد منها غالبًا فى الحصول على الطاقة الكهربائية اللازمة للصناعات المختلفة مثل صناعات الألومنيوم والحديد والصلب والأسمدة والأسمنت وفى الاستخدامات المنزلية كالإضاءة وتشغيل الأجهزة الكهربائية مثل التليفزيونات والثلاجات والغسالات والمبردات وغيرها . والطاقة النووية تستخدم كذلك فى تسيير السفن وحاملات الطائرات والغواصات النووية . وأيضًا فى إنتاج النظائر المشعة والتى تستخدم بدورها فى مجالات كثيرة مختلفة مثل الطب والزراعة والصناعة .

واستخدام الطاقة النووية فى الحصول على الطاقة يلزم لها إنشاء ما يعرف بالمحطات النووية . حيث وجد العلماء أن تكاليف إنتاج الكيلووات ساعة من الكهرباء سواء فى المحطات المقامة على السدود المائية أو المحطات الحرارية والتى يستخدم فيها أنواع الوقود التقليدية مثل الفحم أو البترول أو الغاز الطبيعى تفوق على تكلفة

إنتاج الـكيلووات ساعـة الناتج من المحـطة النووية . إضـافة إلى ذلك فإن المحطات الحراريـة تزيد من تلوث الهواء نتيـجة لإحراقها للـوقود وانـطلاق كمـيات كبـيرة مـن غازات أول وثانـى أكسـيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت وبـالتالى تسبب الكثير من الأضرار البيئية للمناطق القريبة منها .

بالرغم من ذلك فـهناك الكثير من المعارضـين لإقامة المحطات النووية وذلك خشية حدوث خلل ما فى بعض أجزائها الأمر الذى ينتج عنه تسرب الإشعاعات النووية الخطرة فى الأماكن القريبة من هذه المحطات وما يتبع ذلك من كوارث بيـئية شديدة الضرر يستمر تأثيـرها لعدة سـنوات طوال . ودليلـهم فى ذلك بـعض الحوادث المعروفـة . ونذكر منـها الحادث المعروف بـاسم ثرى مايـل ايلاند الذى حدث فى مـارس عام ١٩٧٩ مـيلادية فـى ولاية بنـسلفانـيا بالولايات المتحدة الأمريكية حيـث كانت الآثار الناتجة عنه محدودة نسبيًا لمـوقعه فى منطقة بـعيدة عن العمران . ونـذكر أيضًا الحادث الذى وقع لأحد المـفاعلات النووية فـى ويستفاليـا بألمانيا (الغـربية سابقًا) عام ١٩٨٥ ميلادية وأدى إلى تسرب الاشعاعات إلى مناطق بعـيدة عن مـكان الحـادث . وأخيراً الحـادث الكبـير الـذى وقع للمفاعـل النووى فى تشورنوبيـل بالاتحاد السوفييتـى (سابقًا) فى

أبريل عام ١٩٨٦ ميلادية والذى نتج عنه كميات ضخمة من الغبار المشع انتشر فى مناطق كثيرة من دول أوروبا أدت إلى تلوث بيئى شديد لكافة الكائنات من نبات وحيوان وإنسان .

إضافة إلى ذلك فإن قولهم بأن إقامة المحطات النووية وانتشارها فى الكثير من الدول سوف يؤدى إلى ظهور أحد المشاكل الخطيرة ذات التأثير الضار على كافة عناصر البيئة من هواء ومياه وأرض زراعية وغيرها وهى ما يعرف بالنفايات النووية . إضافة إلى البحث عن أفضل السبل للتخلص منها . فهذه النفايات الضارة تنتج إما عند استخراج خام اليورانيوم وتركيزه لتحضير الوقود النووى أو تنتج من الوقود المستهلك فى التفاعلات النووية . وبعضها ينتج من المحطات النووية المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية . وأخيراً النفايات النووية الناتجة من تصنيع الأسلحة الذرية والنووية .

وأخيراً نود أن نذكر نوعًا آخر من التلوث تسببه المحطات النووية وما يحدثه من اثار خطيرة وهو ما يعرف بالتلوث الحرارى وهو ينشأ عندما تستخدم هذه المحطات والتى تقام عادة بجوار شواطئ البحار أو البحيرات كميات كبيرة من المياه لتبريد مفاعلاتها

النووية ثم إلقاء هذه المياه الساخنة فى البحار أو البحيرات وبالتالى ترتفع درجة حرارتهما حيث تحدث الإخلال بالنظام البيئى والإضرار بكافة الأحياء المائية التى تعيش فى هذه المياه . ويفسر ذلك بأن ارتفاع حرارة المياه يقلل من نسبة الأكسوجين المذاب فى الماء واللازم لحياة الكائنات البحرية التى تعيش فى هذه المياه .

وأمام هذا الفريق من المعارضين فيوجد بالطبع فريق آخر من المؤيدين لاستخدام المحطات النووية لتوفير الطاقة الكهربائية وغيرها حيث يؤكدون أنه بتوفير سبل الأمان اللازمة والفعالة عند إنشاء هذه المحطات وأيضًا خلال تشغيلها . إضافة إلى إقامتها فى مناطق بعيدة عن العمران فإن ذلك كفيل بتوفير سبل الأمن والأمان لهذه المحطات . وخاصة بأن مصادر الطاقة التقليدية الأخرى كالفحم والبترول والغاز الطبيعى - وكما ذكرنا سابقًا - هى مصادر بطبيعتها ناضبة وغير متجددة .

تركيب الذرة :

بداية نقول أنه من المعروف أن جميع العناصر تتركب من ذرات (Atoms) متناهية فى الصغر . وكل ذرة منها تتكون من نواة (Nucleus) تحتوى بداخلها على بروتونات (Protons) موجبة

الشحنة ونيوترونات (Neutrons) متعادلة الشحنة . وبالتالى تكون النواة ذات شحنة موجبة . ويختلف عدد البروتونات وكذلك النيوترونات من عنصر إلى آخر . كما تحاط النواة بعدد من الإلكترونات (Electrons) السالبة الشحنة تدور فى عدة مدارات حول النواة يختلف عددها وفقًا لنوع العنصر .

وحيث أن عدد البروتونات الموجبة داخل النواة يساوى عدد الإلكترونات السالبة حول النواة فإن الذرة متعادلة كهربائيًا (Neutral) . ويعرف عدد البروتونات أو عدد الإلكترونات بالعدد الذرى (Atomic Number) . كما يطلق على مجموع اعداد البروتونات والنيوترونات بعدد الكتلة (Mass Number) .

وكتلة الذرة مركزة فى نواتها وهى تساوى مجموع أوزان البروتونات والنيوترونات بالتقريب . أما كتلة الإلكترونات فهى ضئيلة للغاية حيث يمكن إهمالها وبالتالى فيعتبر وزن كل من البروتونات والنيوترونات يعبر عن الوزن الذرى للعنصر (Atomic Weight) .

طاقة الترابط النووى (Binding Energy) :

يوجد داخل نواة العنصر عدة قوى نذكر منها :

١ – قوة تنافر (Repulsive Force) بين البروتونات .

٢ – قوة تجاذب (Attractive Force) بين النيوترونات .

٣ – قوة تجاذب بين البروتونات والنيوترونات .

وحيث أن قوى التجاذب أقوى بكثير من قوى التنافر داخل نواة العنصر فإن النواة تكون متماسكة . والطاقة التى تربط مكونات النواة تعرف بطاقة الترابط النووى .

وقد وجد عمليًا أن كتلة النواة الفعلية أقل قليلاً من مجموع كتل مكونات النواة من البروتونات والنيوترونات . وهذا النقص فى كتلة النواة الفعلية والذى يعرف بنقص الكتلة (Mass Defect) قد تحول إلى طاقة الترابط النووى .

ومن الثابت علميًا أن المادة والطاقة وأيضًا الاشعاع هى صور متعددة لشيئ واحد . أى يمكن تحويل كل منهم إلى الآخر وذلك وفقًا للمعادلة الرياضية الشهيرة : ($E = m c^2$) حيث أن (E) تمثل الطاقة و (m) تمثل الكتلة و (c) تمثل سرعة الضوء . وهذه المعادلة خاصة بالنظرية النسبية للعالم الكبير ألبرت أينشتين (Einstein's Theory of Relativity) .

النظائر المشعة

(Isotopes)

تعرف النظائر المشعة بأنها صور مختلفة لذرة العنصر لها نفس العدد الذرى ولكنها تختلف فى الوزن الذرى وذلك لاختلاف عدد النيوترونات فى النواة .

ومن أمثلة هذه النظائر نذكر نظائر عنصر الهيدروجين حيث يوجد ثلاثة أنواع من النظائر هى :

١ - البروتيوم (Protium) ويرمز له بالرمز ($_1H^1$) .

٢ - الديوتيريوم (Deuterium) ويرمز له بالرمز ($_1H^2$) .

٣ - التريتيوم (Tritium) ويرمز له بالرمز ($_1H^3$) .

وأيضًا نظائر عنصر الأكسوجين وله أيضًا ثلاثة أنواع من النظائر وتشمل :

($_8O^{16}$, $_8O^{17}$, $_8O^{18}$) .

ويجدر أن نذكر فى هذا الصدد أن ثبات نواة العنصر يعتمد على النسبة بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات داخل النواة .

فعلى سبيل المثال : فإذا تساوى عدد البروتونات والنيوترونات تكون أنوية العناصر ثابتة . وذلك كما فى حالة العناصر ذات الاعداد الذرية الصغيرة مثل الهليوم ($_2He^4$) والكربون ($_6c^{12}$) والنيون ($_{10}Ne^{20}$) والاكسوجين ($_8O^{16}$) . وهذا النوع من النظائر يعرف بالنظائر المستقرة (Stable Isotopes) .

وإذا ارتفعت نسبة النيوترونات إلى البروتونات قليلاً فإن العناصر تكون ثابتة أيضًا مثل عناصر البروم ($_{35}Br^{79}$) والحديد ($_{26}Fe^{56}$) والرصاص ($_{82}Pb^{206}$) .

أما فى حالة العناصر المشعة وذات الأنوية غير المستقرة فإن نسبة النيوترونات إلى البروتونات داخل النواة تزداد كثيرًا مثل عناصر الثوريوم ($_{90}Th^{234}$) واليورانيوم ($_{92}U^{238}$) . وهذا النوع من النظائر يعرف باسم النظائر المشعة (Radio-isotopes) .

الاستخدامات المختلفة للنظائر المشعة :

تستخدم حاليًا ومنذ فترة ليست بالقصيرة العناصر المشعة على نطاق واسع في كافة مجالات الحياة وخاصة مجالات البحث العلمى والطب والصناعة والزراعة وذلك بسبب الحصول عليها بكميات كبيرة وبأثمان زهيدة .

النظائر المشعة والبحوث العلمية :

من التطبيقات الهامة للنظائر المشعة فى مجال البحث العلمى استخدامها فى عمليات اقتفاء الأثر سواء فى البحوث الكيميائية أو البيولوجية حيث تدخل ذرة النظير المشع فى بعض المركبات لمعرفة تركيبها أو دراسة آثارها العلاجية سواء فى الجسم البشرى أو جسم الحيوان أو فى النبات .

ومن هذه التطبيقات أيضًا استخدامها فى بعض الصناعات الكيميائية مثل صناعات أدوات التجميل والأدوية وصناعات الألياف الصناعية والمطاط الصناعى والمنظفات الصناعية واستخلاص المعادن ومنتجات البلاستيك .

النظائر المشعة ومجالات الطب المختلفة :

تستخدم النظائر المشعة فى الطب سواء فى التشخيص أو فى العلاج . حيث يستخدم الكوبلت - ٦٠ فى علاج الأورام بأشعة جاما التى يصدرها . واليود - ١٣١ والذى يستخدم فى الكشف عن مدى كفاءة أداء الغدة الدرقية والكبد والكلى وفى الكشف على صمامات القلب وفى تقليل نشاط الغدة الدرقية لعلاج بعض حالات أمراض القلب مثل الذبحة الصدرية وهبوط القلب .

ويستخدم كذلك الصوديوم - ٢٤ فى الكشف عن كفاءة الدورة الدموية فى الشرايين التاجية مع تحديد أماكن الضيق بها . ونظير الفوسفور - ٣٢ فى علاج بعض أمراض الدم مثل مرض اللوكيميا ومرض زيادة كرات الدم الحمراء . وكذلك يستخدم الاسترونشيوم - ٩٠ فى علاج بعض أمراض العيون مثل الرمد الربيعى وبعض الأورام التى تصيب العين . ومن الاستخدامات الهامة للنظائر المشعة فى المجالات الطبية استخدامها فى تعقيم كافة الأدوات الطبية المستخدمة فى العلاج وفى العمليات الجراحية وذلك باستخدام أشعة جاما الصادرة من الكوبالت - ٦٠ .

النظائر المشعة ومجالات الصناعة :

عندما نتحدث عن استخدامات النظائر المشعة فى مجالات الصناعة المختلفة فإننا نجد صعوبة كبيرة فى حصر هذه المجالات والتى تشمل قياس معدل الانسياب والنقل والكشف عن بعض آلات التسرب ودراسة التآكل والكشف عن الكميات الضئيلة والكشف عن المواد بعيدة المنال وعمليات التصوير الذاتى بالإشعاع والمقاييس المختلفة والتى تشمل السمك والكثافة والارتفاع والمناسيب وعمليات اقتفاء الأثر .

أما الصناعات فسوف نذكر منها : صناعة المنتجات البترولية والفحم وصناعات اللب والورق والمنتجات الورقية والمواد الغذائية والدوائية ومواد التجميل . والصناعات البتروكيميائية مثل الألياف الصناعية والبلاستيك والمطاط الصناعى والمنظفات الصناعية وغيرها . وكذلك الصناعات المعدنية وصناعة السيارات وفى صناعة البطاريات النووية وفى صناعة الساعات الرقمية . وكذلك تستخدم النظائر المشعة فى التنقيب عن البترول والكشف عن المعادن . وأيضًا تستخدم فى عمليات التصوير الإشعاعى باستخدام أشعة جاما .

النظائر المشعة ومجالات الزراعة :

من الاستخدامات الهامة للنظائر المشعة استخدامها فى مجالات الزراعة المختلفة سواء ما يختص بالتربة ومياه الرى وأنواعها واستخدام الأسمدة المناسبة بالإضافة إلى مقاومة الحشرات الضارة بالنبات وأيضًا فيما يتصل بتنمية الثروة الحيوانية وأخيرًا استخداماتها المتعددة فى مجال حفظ الأغذية بالإشعاع .

ونذكر هنا بعض الأمثلة بشيئ من التفصيل . ففى مجال استخدام الأسمدة أمكن باستخدام النظائر المشعة من معرفة المقادير

الدقيقة من العناصر التى يحتاجها النبات لنموه . وبذلك أمكن توفير الكثير من النفقات التى تهدر هباء نتيجة الاستخدام الزائد للأسمدة .

وفى مجال آخر وهو مقاومة الحشرات الضارة سواء للإنسان أو للنبات . فقد قاومها الإنسان باستخدام المبيدات الحشرية (Insecticides) حيث وجد بعد استخدامها المكثف لعدة عقود أن هذه الحشرات قد اكتسبت مناعة ضد هذه المبيدات . أضف إلى ذلك فإن استخدام هذه المبيدات الحشرية لها من الآثار السلبية والضارة للإنسان والحيوان والنبات .

ومن هنا فقد استخدمت أشعة جاما الصادرة من الكوبالت - ٦٠ فى تعقيم ذكور الحشرات حيث أدى ذلك إلى القضاء على نسبة كبيرة من هذه الحشرات الضارة . وواضح أن استخدام هذه الطريقة يؤدى إلى الحفاظ على البيئة من التلوث . وأيضًا توفير الكثير من النفقات فى مقاومة هذه الحشرات .

وأخيراً فإننا نذكر مجالاً هامًا لاستخدام النظائر المشعة فى مجالات الزراعة وهو حفظ الأغذية والمحاصيل بالإشعاع . فمن المعروف أن الإنسان استخدم عدة طرق مختلفة ومازال لحفظ الغذاء من الفساد مثل التبريد والتجميد والتجفيف والتعليب .

وبعد ذلك استخدم طريقة الاشعاع فى حفظ غذائه حيث تتميز بالسرعة وقلة التكاليف . ومن المفيد أن نذكر أن الدور الذى يقوم به الاشعاع فى حفظ الأغذية هو تثبيط أو تحطيم خلايا البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة الأخرى الملوثة للغذاء . ونذكر أيضًا أن استخدام الجرعات المنخفضة من الإشعاع يؤدى إلى إنخفاض فى معدل فقد الفيتامينات بالمقارنة لما يحدث عند استخدام طرق التجفيف أو التجميد أو التعليب . أما إذا استخدمت جرعات مرتفعة من الاشعاع فإن فقد الفيتامينات يزداد . ولعلاج هذا النقص فى الفيتامينات يلزم إضافة بعض مستحضرات هذه الفيتامينات إلى الأغذية المعالجة بالإشعاع .

وتنقسم طرق المعالجة بالإشعاع إلى طريقتين : الطريقة الأولى وتعرف باسم البسترة بالاشعاع . حيث تستخدم الجرعات المنخفضة من الإشعاع . أما الطريقة الثانية فتعرف باسم التعقيم . حيث يستخدم لها جرعات مرتفعة من الاشعاع .

وتحفظ الأغذية باستخدام أشعة بيتا أو أشعة جاما . ومن المفيد أن نذكر أن استخدام أشعة جاما هو الأكثر انتشارًا بسبب زيادة معدل تخللها داخل الأنسجة . وتقاس قوة جرعة الاشعاع بوحدات تعرف باسم الراد (Rad) .

النشاط الإشعاعى الطبيعى

(Natural Radioactivity)

كان الفيلسوف الاغـريقى ديموقريتس (Democritus) قد أشار إلى أن المواد تتركب من جسيمات دقيقة لا يمكن تجزئتها .

وفى بداية القرن التاسع عشر قدم العـالم الكيميائى البريطانى جون دالتون (John Dalton) نظريته عن الذرة حـيث افترض أنها أصغر جزء من العنصر وان ذرات العنصـر الواحد متشابهة ولكنها تختلف من عنصر إلى آخر .

وفى نهاية القـرن التاسع عشر اكتشف العالم الـفرنسى هنرى بيكريل (Henri Becquerel) أن بعض العناصر مثـل اليورانيوم لها خاصية أطلق عـليها اسم النشاط الاشعاعى . وقد تـبعه بعد ذلك العالمان الـفرنسيان بيـير ومارى كورى (Pierr and Marie Curie) باكـتشـاف بعـض العـناصـر الأخرى المـشعـة مثـل البـولونـيوم (Polonium) والراديوم (Radium) .

والنشاط الاشعـاعـى الطبيعـى ما هو إلا تفتت تلقـائى لنواة ذرة العنـصـر المشع حـيث تخرج من نواتـه إشعاعات غير مـرئية تشمل :

١ – النـوع الأول : تعرف بـأشعة ألفا . وجاء الاسـم من الحرف اليونانـى (ألفا ∝) . وهى تشبه تركـيب نـواة ذرة الهليوم ($_2He^4$) أى مكـونة من اثنـين من البـروتونات واثنـين من النيوترونات . وخصائص أشعة ألفا هى : جسيمات مادية لها كتلـة تكافئ كتـلة نواة عنصـر الهليوم وهـى موجبة الشـحنة وتتأثر بالمجالات المغـناطيسية والكهربية . وسرعـتها أقل كثيراً من سـرعة الضوء . كـما أن قدرتـها علـى النفاذ فـى المواد ضعيفة . ولهـا تأثير على ألواح التصوير الفـوتوغرافى . كما تحدث وميض لبعض المواد الكيميـائية . ولها قدرة كبيرة على تأين الغازات .

ومن المفيد أن نذكر أنه بانبعـاث أشعة ألفا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون عنصر آخر جديد يقل العدد الذرى له بمقدار ٢ . كما يقل الـوزن الذرى له بمقدار ٤ عن العنصر الأصلـى . ولتوضيح ذلك نذكـر أن عنصر اليـورانيوم (Uranium) يشع جسيـمات ألفا حيث يـتكون عنـصر آخر وهو الـثوريوم (Thorium) كما يـتضح ذلك من المعادلة النووية الآتية :

$$_{92}U^{238} \rightarrow {}_{90}Th^{234} + {}_2He^4$$

Uranium Thorium Alpha-particles

٢ – **النوع الثانى** : تعرف بأشعة بيتا حيث جاء الاسم من الحرف اليونانى (بيتا B) وهى مكونة من الإلكترونات أى سالبة الشحنة . وخصائص أشعة بيتا تشمل : جسيمات مادية متوسطة الكتلة بين أشعة ألفا وأشعة جاما . وهى سالبة الشحنة وتتأثر بالمجالات المغنطيسية والكهربية . وسرعتها أقل قليلاً من سرعة الضوء . وقدرتها على النفاذ فى المواد متوسطة . ولها تأثير على ألواح التصوير الفوتوغرافى كما تحدث وميض لبعض المواد الكيميائية . ولها أيضًا قدرة متوسطة على تأين الغازات .

وعند انبعاث أشعة بيتا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون أيضًا عنصر آخر جديد يزيد العدد الذرى له بمقدار ١ عن العنصر الأصلى . بينما يبقى الوزن الذرى له ثابتًا لا يتغير .

وتفسير ذلك هو أن أحد النيوترونات داخل النواة قد تحول إلى بروتون موجب والكترون سالب ويتبع ذلك خروج الالكترون على صورة أشعة بيتا . بينما يبقى البروتون داخل النواة وبالتالى يقل عدد النيوترونات بمقدار واحد ويزداد عدد البروتونات بمقدار واحد أيضًا أى أن الوزن الذرى يظل ثابتًا . بينما يزداد العدد الذرى بمقدار واحد . ومثال ذلك :

$$_{90}Th^{234} \rightarrow {}_{91}Pa^{234} + {}_{-1}e^{0}$$

Thorium Protactinium Beta-Particles

٣ - **النوع الثالث** : تعرف بأشعة جاما (γ) وهى تتكون من موجات كهرومغناطيسية (Electromagnetic Waves) كبيرة الشبه بالأشعة السينية (x-Rays) وخصائص أشعة جاما هى : موجات كهرومغناطيسية عديمة الكتلة وأيضًا عديمة الشحنة . ولا تتأثر بالمجالات المغناطيسية والكهربية . وسرعتها تعادل سرعة الضوء بالتقريب . وقدرتها على النفاذ فى المواد قوية كما تؤثر على ألواح التصوير الفوتوغرافى وتحدث وميض لبعض المواد الكيميائية . وأيضًا ضعيفة القدرة على تأين الغازات .

وعند انبعاث أشعة جاما من نواة ذرة العنصر المشع فإنه لا يحدث أى تغير فى كلا من العدد الذرى والوزن الذرى عن العنصر الأصلى حيث أن أشعة جاما هى موجات كهرومغناطيسية وليست جسيمات مادية .

وأخيراً نذكر ما يعرف باسم فترة نصف العمر (Half-Life Period) للعنصر المشع وهى تعبر عن الزمن اللازم ليتحلل فيه نصف عدد أنوية العنصر . أو الزمن الذى يفقد فيه العنصر المشع

نصف كتلته . وفترة نصف العمر تختلف من عنصر مشع إلى آخر. فهى تقدر بفترات زمنية مختلفة ابتداء من أجزاء الثوانى وإنتهاء بالملايين من السنين .

النشاط الإشعاعى الصناعى (Artificial Radioactivity) :

منذ قديم الزمان والإنسان يحاول الوصول إلى طريقة لتحويل العناصر الرخيصة إلى عناصر ثمينة مثل الذهب . وقد حاول الكثير من الكيميائيين القدماء إتمام ذلك التحويل إلا أنهم أخفقوا جميعًا وباءت جميع تجاربهم فى ذلك بالفشل الذريع بطبيعة الحال.

وبداية يلزم هنا التفرقة بين التفاعلات الكيميائية العادية وبين التفاعلات النووية والتى نتحدث عنها فى النشاط الإشعاعى الصناعى . فالنوع الأول وهى التفاعلات الكيميائية فهى تحدث عن طريق الإلكترونات الموجودة فى المستوى الخارجى للذرة وتتم فى ظروف عادية من درجات الحرارة وينتج عنها مقدار محدود من الطاقة . وفى هذه التفاعلات لا يتم تحويل عنصر إلى آخر بالإضافة إلى أن تفاعلات نظائر العنصر الواحد تعطى نفس النواتج فى التفاعل الكيميائى .

أما التفاعلات النووية والتى نحن بصدد الحديث عنها فإنها تحدث بين أنوية ذرات العناصر والقذائف الموجهة إليها حيث تتم تحت تأثير جهد كهربى عال أو بقذف الأنوية . وكنتيجة لهذه التفاعلات النووية ينطلق كميات هائلة من الطاقة مع تكوين عنصر آخر يختلف تمامًا عن العنصر الأصلى . كما أن تفاعلات نظائر العنصر الواحد تعطى نواتج مختلفة فى التفاعل النووى .

والنشاط الإشعاعى الصناعى يشمل التفاعلات النووية والتى يمكن إجراؤها بواسطة إطلاق إحدى القذائف (Projectiles) والتى تشمل النيوترونات ($_0n^1$) أو البروتونات ($_1H^1$) أو الديوتيرونات ($_1H^2$) أو جسيمات ألفا ($_2He^4$) على نواة عنصر والتى ينتج عنها اضطراب نووى داخل نواة العنصر مما يؤدى فى النهاية إلى تكون عنصر آخر جديد أو نظير آخر لنفس العنصر ويصحب ذلك إنطلاق كميات هائلة من الطاقة . ويتم ذلك داخل ما يعرف بالمفاعلات النووية (Nuclear Reactors) .

ومن المفيد أن نذكر فى هذا الصدد أن التفاعلات النووية ونواتجها تتوقف على نوع وطاقة القذيفة بالإضافة إلى نوع العنصر المقذوف . ويتضح ذلك من التفاعلات النووية الآتية :

1 - $_{13}Al^{27} + {}_{0}n^{1} \rightarrow {}_{11}Na^{24} + {}_{2}He^{4}$

Aluminium Neutron Sodium Alpha-Particles

2 - $_{7}N^{14} + {}_{2}He^{4} \rightarrow {}_{8}O^{17} + {}_{1}H^{1}$

Nitrogen Alpha-Particles Oxygen Proton

3 - $_{53}I^{127} + {}_{0}n^{1} \rightarrow {}_{53}I^{128}$ + Gamma-Rays

Iodine Neutron Iodine Gamma-Rays

4 - $_{3}Li^{7} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{2}He^{4} + {}_{2}He^{4}$ + Energy

Lithium Proton Alpha-Particles Energy

5 - $_{6}C^{12} + {}_{1}H^{2} \rightarrow {}_{5}B^{10} + {}_{2}He^{4}$

Carbon Deuteron Boron Alpha-Particles

التفاعلات الانشطارية النووية

(Nuclear Fission Reactions)

كان الكثير من العلماء يحاولون إلى جانب العالم الإيطالى فرمى (Fermi) صنع الذرة ذات العدد الذرى رقم (٩٣) بقذف عنصر اليورانيوم بالنيوترونات . ومن هؤلاء العلماء إثنان من الألمان هما أتوهان (Otto Hahn) وفريتز اشتراسمان (fritz Strassmann) حيث قاما عام (١٩٣٩) باكتشاف أن ذرة عنصر اليورانيوم يمكن أن تنقسم إلى عنصرين مختلفين إذا قذفت بالنيوترونات عالية الطاقة بالإضافة إلى انطلاق كمية هائلة من الطاقة وفقًا للمعادلة :

$$_{92}U^{235} + {}_{0}n^{1} \rightarrow {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 3\,{}_{0}n^{1} + \text{Energy}$$

ويطلق على التفاعل السابق اسم التفاعل المتسلسل (Chain Reaction) حيث أن النيوترونات الناتجة من هذا التفاعل تصطدم بنواة ذرة يورانيوم أخرى حيث يحدث تفاعل نووى جديد ينتج عنه أيضًا من النيوترونات والتى تصطدم بنواة ذرة يورانيوم ثالثة . وهكذا يستمر سريان التفاعل المتسلسل . وهذا النوع من

التفاعلات يعرف باسم التفاعلات الانشطارية (Fission Reactions) وفيها يتم قذف نواة ذرة عنصر مشع بقذيفة نووية (Projectile) حيث ينتج عن ذلك انشطار نواة العنصر المشع إلى نواتين لعنصرين مختلفين مع تكون عدد من النيوترونات إضافة إلى كميات هائلة من الطاقة .

ومن المفيد أن نذكر هنا أن هناك نظيرين لعنصر اليورانيوم . الأول هو اليورانيوم (٢٣٥) ($_{92}U^{235}$) وهو القابل للانشطار . والنظير الثانى هو اليورانيوم (٢٣٨) ($_{92}U^{238}$) وغير قابل للانشطار ، وأيضًا نذكر أن اليورانيوم الطبيعى والمستخدم عادة فى المفاعلات النووية يحتوى على نسبة تبلغ ٠,٧ ٪ من اليورانيوم (٢٣٥) على وجه التقريب . بالإضافة أيضًا إلى استخدام اليورانيوم والذى يحتوى على نسبة ٢ - ٤ ٪ من اليورانيوم (٢٣٥) فى الكثير من الحالات .

كذلك فإننا نذكر أيضًا أنه لبدء هذا التفاعل المتسلسل يلزم وجود قدر معين من المادة التى تقبل الانشطار وذلك حتى يمكن للنيوترونات الناتجة أن تصطدم بذرات جديدة وتؤدى إلى انشطارها وبالتالى يحدث التفاعل المتسلسل .

ويسمى أقل قدر من المادة يسمح لبـدء التفاعل المتسلسل باسم الكتلة الحرجة (Critical Mass) فمثلاً عند استخدام كمية أقل من الكتلة الحرجة لا يـحدث التفاعل المتسلسل . ولكـنه يحدث فقط عند استخدام كميـة مساوية لها أو كمية أكبر منها . وتـعتمد كمية الكتـلة الحرجة على نـوع المادة المستخـدمة للانشطار وأيـضًا على شكلها .

المفاعل النووى الانشطارى

(Fission Nuclear Reactor)

هو الجهاز الخاص والذى يتم بداخله التفاعل المتسلسل حيث يتكون من الأجزاء التالية :

١ - قلب المفاعل (Core of Reactor) :

عبارة عن حجرة مكعبة الشكل مصنوعة من الجرافيت النقى حيث يتخللها بعض الفتحات والتى يوضع بها قضبان الوقود النووى أى المادة القابلة للانشطار . وأيضًا يوجد بعض المواد المهدئة والتى لها القدرة على أن تبطئ من سرعة النيوترونات والتى تستخدم فى عملية انشطار اليورانيوم (٢٣٥) . بالإضافة إلى وجود عاكس من الجرافيت يحيط بقلب المفاعل حيث يعمل على عدم تسرب النيوترونات خارج المفاعل .

٢ - أنابيب تبريد المفاعل (Cooling System) :

ينتج من التفاعل المتسلسل كميات هائلة من الحرارة داخل قلب المفاعل . وللتخلص من هذه الحرارة يمرر السائل المبرد داخل قلب المفاعل محيطًا بالوقود النووى حيث يستخدم الماء عادة والذى

ترتفع درجة حرارته ويتحول إلى بخار يستخدم فى إدارة التوربينات وتوليد الكهرباء .

كذلك يمكن استخدام الغازات فى تبريد المفاعلات النووية . ومن أمثلتها غاز ثانى أكسيد الكربون وغاز الهليوم . وفى هذه الحالة يستخدم الجرافيت فى تهدئة التفاعل النووى المتسلسل بإبطاء سرعة النيوترونات .

٣ - قضبان التحكم (Controlling System) :

توضع هذه القضبان فى قلب المفاعل حيث تصنع من مواد خاصة مثل البورون أو الكادميوم لها خاصية امتصاص النيوترونات حيث يمكن رفعها أو خفضها داخل قلب المفاعل حيث تعمل على ضبط التفاعل الانشطارى المتسلسل وبالتالى فى قدرة المفاعل فى توليد الطاقة .

٤ - الدرع الصلب (Steel Shield) :

هو عبارة عن وعاء من الصلب يحيط بالمفاعل وأيضًا بأجهزة التبريد .

٥ - الدرع الخرسانى (Concrete Shield) :

هو جدار سميك من الخرسانة المسلحة والتى يبلغ سمكها حوالى المترين يحيط بالدرع الصلب . ووظيفته امتصاص النيوترونات التى قد تتسرب . وأيضًا لمنع تسرب أى إشعاعات ذرية أخرى .

أنواع المفاعلات (Kinds of Reactors) :

يوجد نوعان من المفاعلات النووية :

النوع الأول يعرف باسم مفاعلات الأبحاث (Research Reactors) حيث يستخدم فى إجراء البحوث العلمية وأيضًا إنتاج النظائر المشعة والتى تستخدم فى عدة مجالات مختلفة مثل الطب والصناعة والزراعة (أنبه القارئ بأنه قد سبق الكلام عن الاستخدامات المختلفة للنظائر المشعة فى موضع آخر من هذا الكتاب) .

والنوع الثانى يعرف باسم مفاعلات القوى (Power Reactors) وهى المفاعلات الخاصة بإنتاج الطاقة حيث يتم إنتاج طاقة حرارية كبيرة تستخدم فى توليد البخار والذى بدوره يستخدم فى إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء .

ومن المفيد أن نذكر أن كفاءة المفاعل النووى تقل تدريجيًا بمرور الزمن . ويعزى ذلك إلى أن بعض ذرات المادة المستخدمة كوقود تتحول عند انشطارها إلى ذرات عناصر أخرى غير مشعة حيث تمتص الكثير من النيوترونات السريعة والتى تنتج من الوقود الأصلى المستخدم . وذلك يؤدى إلى النقص فى معدل التفاعل المتسلسل وبالتالى يقلل من كفاءة المفاعل النووى .

التفاعلات الاندماجية النووية

(Nuclear Fusion Reactions)

يشمل هذا النوع من التفاعلات اندماج نواتين أو أكثر لعنصر معين حيث ينتج عن هذا الاندماج نواة عنصر آخر تكون كتلته أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة . وهذا النقص فى الكتلة يتحول إلى طاقة هائلة وفقًا لقانون العالم الفيزيائى الشهير ألبرت أينشتاين (Albert Einstein) ($E = m c^2$) حيث (E) تمثل الطاقة و (m) تمثل الكتلة و (c) تمثل سرعة الضوء .

ويتم الحصول على هذه الطاقة الهائلة بإندماج أنوية ذرات الهيدروجين . ويحدث ذلك الإندماج بسهولة عن أى عنصر آخر حيث أن قوى التنافر بين الأنوية ضعيفة لاحتواء نواة ذرة

الهيدروجين على بروتون واحد حيث تكون الشحنة على النواة صغيرة للغاية بالمقارنة لأى عنصر آخر .

ومن المفيد أن نذكر هنا أن الطاقة الشمسية الهائلة (Solar Energy) تنتج من إندماج ذرات الهيدروجين داخل الشمس .

وفى التفاعلات الاندماجية غالبًا ما يستخدم بعض نظائر الهيدروجين مثل نظير الديوتيريوم ($_1H^2$; Deuterium) ونظير التريتيوم ($_1H^3$; Tritium) .

ونظائر الهيدروجين يمكن الحصول عليها بالتحليل الكهربى للماء . إضافة إلى ذلك فإن مياه البحار والمحيطات تعتبر مصدراً هائلاً لا يفنى للحصول على هذه النظائر اللازمة للحصول على هذه الطاقة الاندماجية النووية الهائلة .

وهناك بعض الصعوبات فى التفاعلات الاندماجية لا نجدها فى التفاعلات الانشطارية . وأهم هذه الصعوبات أن التفاعلات الاندماجية تحتاج إلى طاقة حرارية عالية تصل إلى ملايين الدرجات المئوية لتصبح أنوية نظائر الهيدروجين خالية من الكتروناتها حتى تسهل عملية الاندماج . ولذلك يستخدم تفاعل انشطارى متسلسل للحصول على هذه الطاقة اللازمة لبدء التفاعل الاندماجى .

ومن المفيد أن نذكر هنا فى هذا الصدد أن تسخين ذرات الهيدروجين إلى هذه الدرجات العالية والتى تبلغ ملايين الدرجات المئوية يحولها إلى صورة جديدة من المادة تعرف باسم البلازما (Plasma) حيث تكون فيها المادة على هيئة أنوية منفردة والكترونات حرة ذات سرعات هائلة . وهذا ما يحدث داخل الشمس نتيجة لما يجرى بها من التفاعلات الاندماجية النووية .

ومن أمثلة التفاعلات الاندماجية النووية نذكر ما يلى :

$$1 - {}_1H^2 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^3 + {}_0n^1 + Energy$$

Deuterium — Helium Neutron

$$2 - {}_1H^3 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1 + Energy$$

Tritium Deuterium — Helium Neutron

وبمقارنة التفاعلات الاندماجية بالتفاعلات الانشطارية نلاحظ أن هناك عدة مزايا فى الحصول على الطاقة الاندماجية والتى منها أن نسبة الاشعاعات الصادرة من التفاعلات الاندماجية أقل بكثير من تلك الإشعاعات الصادرة من التفاعلات الانشطارية . كذلك توافر نظائر الهيدروجين فى مياه البحار والمحيطات . إضافة إلى

ذلك الحصول على طاقة حرارية هائلة وأيضًا الحصول على طاقة كهربية مباشرة .

وبالمقابل فإن التفاعلات الاندماجية تواجه بعض الصعوبات والمتمثلة فى صعوبة الحصول على درجات حرارة والتى تصل إلى ملايين الدرجات المئوية لبدء التفاعل الاندماجى (وقد ذكرنا ذلك من قبل) . إضافة إلى ذلك فإن جدران المفاعل الاندماجى لا تستطيع أن تتحمل درجات الحرارة العالية والتى تصل إلى ملايين الدرجات المئوية دون أن تنصهر .

وقد تمكن العلماء من التغلب على هذه الصعوبة باستخدام طريقتين لتقييد واحتواء البلازما وهى الصورة التى يوجد عليها نظائر الهيدروجين فى درجات الحرارة العالية . فالطريقة الأولى تشمل استخدام أشعة الليزر . والثانية يستخدم فيها مجال مغناطيسى قوى يعمل على تركيز أنوية الهيدروجين بعيداً عن جدران المفاعل .

واستكمالاً لحديثنا عن التفاعلات الاندماجية النووية فمن المفيد أن نذكر أيضًا أنه يمكن حدوث التفاعلات الاندماجية النووية لذرات الهيدروجين وتحولها إلى ذرات الهليوم مع انطلاق كميات

هائلة من الطاقة دون الحاجة إلى الوصول إلى درجات الحرارة الهائلة والتى تصل إلى ملايين الدرجات المئوية . ويتم ذلك باستخدام بعض الجسيمات الأولية والسالبة التكهرب والتى تعرف باسم الميونات (Muons) وفى هذه الحالة فإن درجة الحرارة المناسبة لحدوث تفاعل الاندماج النووى فى وجود الميونات لا تتجاوز الألف درجة مئوية وهى درجة حرارة منخفضة جداً بالمقارنة مع درجة حرارة الملايين من الدرجات المئوية . ويطلق على هذه الطريقة والتى تستخدم فيها الميونات اسم الاندماج النووى البارد .

المؤلف فى سطور

أستاذ دكتور / توفيق محمد محمد قاسم

- من مواليد القاهرة حيث تخرج من المدرسة القربية الابتدائية والمدرسة الابراهيمية الثانوية .
- بكالوريوس علوم بتقدر عام «جيد جداً» قسم الكيمياء التطبيقية من جامعة عين شمس عام ١٩٦٤ .
- ماجستير علوم فى الكيمياء العضوية التطبيقية من جامعة القاهرة عام ١٩٦٨ .
- دكتوراه فلسفة فى الكيمياء العضوية التطبيقية «البتروكيماويات» من جامعة عين شمس عام ١٩٧٣ .
- مساعد باحث ومدرس مساعد بالمركز القوى للبحوث أعوام ١٩٦٤-١٩٧٣ .
- باحث بالمركز القومى للبحوث أعوام ١٩٧٤-١٩٧٩ .
- أستاذ مساعد بمعهد بحوث البترول أعوام ١٩٧٩-١٩٨٤ .
- أستاذ بمعهد بحوث البترول منذ عام ١٩٨٤ .
- وكيل قسم البتروكيماويات من عام ١٩٨٧-١٩٩١ .
- رئيس معمل المواد ذات النشاط السطحى عام ١٩٩٤-١٩٩٧ .

- رئيس قسم البتروكيماويات بمعهد بحوث البترول من عام ١٩٩٧-١٩٩٩ .
- له حاليًا أكثر من ستين بحثًا منشوراً فى مجال البتروكيماويات فى المجلات العلمية المحلية والأجنبية .
- أشرف على العديد من رسائل الماجستير والدكتوراه .
- اشترك فى العديد من المؤتمرات العلمية المحلية والدولية .
- عمل كأستاذ مشارك بقسم الكيمياء بكلية العلوم التطبيقية والهندسية فى جامعة أم القرى بمكة المكرمة بالمملكة العربية السعودية .
- عمل كمستشار كيميائى بالغرف التجارية الصناعية بالمملكة العربية السعودية .
- عضو اللجنة العلمية الدائمة لترقية أعضاء هيئة البحوث لوظائف الأساتذة والأساتذة المساعدين بالمركز القومى للبحوث .
- عضو اللجنة العلمية الدائمة لترقية أعضاء هيئة البحوث لوظائف الأساتذة والأساتذة المساعدين بمعهد بحوث البترول.
- قام بتقديم الكثير من الاستشارات العلمية لبعض شركات

البترول وأيضًا لبعض شركات المنظفات الصناعية . كما شارك فى بعض المشاريع القائمة بالمعهد .

- قام بتأليف الكتب العلمية بهدف نشر الثقافة العلمية وهى :

١ - كتاب «البترول والحضارة» .

٢ - كتاب «التلوث مشكلة اليوم والغد» . ضمن سلسلة العلم والحياة - عام ١٩٩٥ - الهيئة المصرية العامة للكتاب .

- قام بنشر الكثير من المقالات العلمية فى مجلة العلم التابعة لأكاديمية البحث العلمى والتكنولوچيا ودار التحرير للطباعة والنشر . وأيضًا فى مجلة الغرفة التجارية الصناعية بينبع بالمملكة العربية السعودية .

- حصل على جائزة الدولة فى مجال «الثقافة العلمية» من أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا لعام ١٩٩٦ .

- نشر له كتابان . الأول بعنوان «التلوث مشكلة اليوم والغد» . والثانى بعنوان «البترول والحضارة» فى المشروع الثقافى «مكتبة الأسرة» - مهرجان القراءة للجميع عام ١٩٩٩ .

- حصل على درع نادى أعضاء هيئة البحوث مع شهادة تقدير عام ٢٠٠١ .

الفهرس

الموضـــــوع	الصفحة
مقدمة :	٧
تمهيد :	١١
الطاقة الشمسية :	١١
التمثيل الضوئى :	١٣
الباب الأول	
الفحم	١٧
أصل تكوينه :	٢٠
أنواع الفحم :	٢٢
الاستخدامات المختلفة للفحم :	٢٣
الوقود الغازى من الفحم :	
غاز الماء :	٢٤
الغاز المنتج :	٢٤
إنتاج الوقود السائل من الفحم :	٢٥
إنتاج الكيماويات من الفحم :	٢٧

الموضـــــوع	الصفحة

الباب الثانى

البترول	٣١
أصل ونشأة البترول :	٣٥
البحث عن البترول واستخراجه ونقله :	٣٦
تركيب البترول :	٤٠
تكرير البترول :	٤٥
العمليات الكيميائية المستخدمة فى تكرير البترول :	٥٢
المواد البتروكيماوية الأساسية للصناعات البتروكيماوية :	٥٩
المقومات الأساسية لإقامة الصناعات البتروكيماوية :	٦٣

الباب الثالث

الغاز الطبيعى	٦٧
أصل ونشأة الغاز الطبيعى :	٧٠
استخدامات الغاز الطبيعى :	٧٣
طرق نقل الغاز الطبيعى :	٧٦

الموضـــــوع	الصفحة

الباب الرابع

الخشب ٧٩

طاقة الكتلة الحيوية (البيوماس) : ٨٤

الجازوهول : ٨٦

القمامة : ٩١

الباب الخامس

الطاقة الشمسية ٩٧

طرق الاستفادة من الطاقة الشمسية : ١٠٢

الباب السادس

الطاقة الناتجة من الرياح ١١١

الطاقة الناتجة من مياه البحار والمحيطات : ١١٨

الطاقة الناتجة من حركة المد والجزر : ١١٩

الطاقة الناتجة من حرارة الأرض : ١٢١

الموضـــــوع	الصفحة

الباب السابع

الهيدروجين أحد طاقات المستقبل ١٢٩

خلايا الوقود : ١٣٦

الباب الثامن

الطاقة النووية ١٣٩

النظائر المشعة : ١٤٨

الاستخدامات المختلفة للنظائر المشعة : ١٤٩

النشاط الإشعاعى الطبيعى : ١٥٥

النشاط الإشعاعى الصناعى : ١٥٩

التفاعلات الانشطارية النووية : ١٦٢

المفاعل النووى الانشطارى : ١٦٥

التفاعلات الاندماجية النووية : ١٦٨

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الإيداع
٢٠٠٤ / ١٣٥٨٢
ISBN 977.01.9167.1