القوة المادية والطاقة

القوة force فى الفيزياء / الطبيعة Physics هى القدرة أو الطاقة التى تسبب، أو تفضى إلى الحركة أو تتجه إلى التغيير فى كمية الحركة، أو التغيير فى الاتجاه . فحركة الإنسان أو الآلة أو السيارة، أو حركة الموتور الكهربى، أو جذب المغناطيس لقطعة حديد كلها صور من أشكال القوة. أما كلمة Power فقد تأخذ نفس المعنى السابق وهو القوة ، أو قد تعنى النفوذ والسلطة، فكلمة Power فى الفيزياء تعنى معدل إنجاز الشغل والذى يتحول إلى طاقة. وكمرادف لهاتين الكلمتين تجىء كلمة طاقة Energy والتى يمكن تعريفها فى علم الفيزياء بأنها قدرة الشىء لإنجاز شغل/ عمل ما ، كنتيجة للحركة أو الوضع. وتسمى الطاقة المصاحبة للحركة بطاقة الحركة Kinetic Energy أما الطاقة المصاحبة للتغير فى الوضع فتسمى بطاقة الوضع Potential Energy . توجد الطاقة فى الكون بأشكال مختلفة مثل الطاقة الحرارية Thermal energy . والطاقة الميكانيكية Mechanical Energy ، والطاقة الكيميائية Chemical Energy. والطاقة الكهربائية Electrical Energy، والطاقة الإشعاعية Radiant Energy ، والطاقة الذرية Atomic Energy .

يمكن تحويل الطاقات السابق ذكرها من شكل إلى شكل آخر بواسطة العمليات الملائمة لنوعى الطاقة المراد تحويلها والشكل المراد تحويلها إليه. مثلا يمكن تحويل طاقة الحركة إلى طاقة كهربية بواسطة المولد الكهربى، والعكس صحيح فيمكن تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بواسطة البطارية Battery . إذا أطلقنا مقذوف من مدفع ، فإن طاقة الوضع المخزونة فى بودرة المدفع تتحول إلى طاقة حركة للمقذوف. فى جميع عمليات التحويل قد تتحول بعض طاقة الحركة إلى طاقة وضع - والعكس صحيح أيضاً ، ولكن يظل المجموع الكلى للطاقة ثابت ، فالطاقة طبقاً للقوانين المبسطة فى الفيزياء (لاتفنى ولا تستحدث ولا تخلق من عدم).

تحتل الطاقة محوراً هاماً فى تاريخ البشرية ، فتقدم الإنسان ورفاتهيته على مدى العصور المختلفة، كان وما يزال وسيظل مرتبطاً بالطاقة المتاحة له يستخدمها كأداة فعالة لتحقيق تقدمه الاقتصادى والاجتماعى، ولتوفير سبل الراحة والرفاهية . لقد استطاع الإنسان استخدام موارد الطاقة التى ترد إلى الأرض فى شكل أشعة الشمس ، والتعرف على المصادر التى تكمن فيها الطاقة فى باطن الأرض، وتوصل إلى استغلالها وتطويعها ورفع كفاءة تحويلها من شكل إلى شكل آخر من أجل ملائمة مجالات الاستخدام ومن أجل الهدف من استخدامها.

حتى القرن السابع عشر : كانت جميع استخدامات الطاقة تقريباً يتم توفيرها من مصادر الطاقة التقليدية، كطاقة الإنسان والحيوان والروث، ومخلفات المحاصيل ، وكذلك الاستفادة من طاقة الرياح وطاقة المياه والطاقة الشمسية وقت إتاحتها ، كانت الشمس ومازالت أساس بقاء الكائنات الحية.. ومنها الإنسان .. على كوكب الأرض، ثم هداه سعيه إلى تحرير الطاقة الشمسية المختزنة فى الخشب ، وهكذا أصبحت النار الناتجة من حرق الأشجار أول مصدر غير مباشر للطاقة فى خدمة الإنسان . ثم تعرف الإنسان على الوقود الأحفورى فى شكل فحم أو وقود سائل وجد بالمصادفة فاستعمله فى التدفئة أو الإنارة دون أن يطوره أو يطوعه لخدمة أغراض أخرى. فى منتصف القرن السابع عشر وفى بداية عصر العقل وتطور الصناعة تم حفر أول بئر بترول فى إيطاليا ، ثم استخدام الكيروسين فى إضاءة الطرق. لم يبدأ التقدم الحقيقى فى الإنتاجية إلا مع بداية تطور الطاقة الميكانيكية التى أوجدت الثورة الصناعية فى إنجلترا فى القرن الثامن عشر، وكان ظهور الطاقة الميكانيكية بداية لمرحلة جديدة من مراحل علاقة الإنسان بالطاقة اكتملت باكتشاف طاقة البخار.

ظهرت بواسطة مخترعين أوربيين «قوة دافعة» جديدة ناتجة من «استعمال قوة النار» ، أو ما يسمى بالطاقة الكامنة فى البخار. فى عام ١٧٤٨ أنجز المخترع الروسى إيفا نوفيتش بولز ونوف بناء أول آلة بخارية فى روسيا ، بل فى العالم كله ، لتشغيل وحدات ماكينات المصانع. فى عام ١٧٨٢ استطاع المخترع الاسكتلندى جيمس وات الحصول على براءة اختراع لآلة بخارية يعمل فيها المكبس على شوطين، وكذلك

تحويل الحركة المستقيمة الترددية للمكبس إلى حركة دورانية للعمود. كان أول استخدام لآلة جيمس وات البخارية إدارة طاحونة حبوب فى بلدة إنجليزية صغيرة، ثم انتشر استخدام الآلات البخارية فى المصانع الإنجليزية ، توفى وات عام ١٨١٩ ونحت على تمثاله نقش: «بعد أن استعمل قوة العبقرية الخلاقة لتطوير الآلة البخارية، زاد إنتاجية بلده، ووسع سيطرة الإنسان على الطبيعة ، وشغل مكان بارزاً بين أكثر العلماء الأماجد والأجواد الحقيقيين للإنسانية» . باختراع الآلة البخارية تعلم الإنسان أن يحول الحرارة الكامنة فى الفحم، وخشب الأشجار إلى حركة وعمل. لقد أصبحت الإنسانية قادرة على الحصول على القوة الكافية لتنفيذ مشاريعها التى أحدثت ثورة فى الصناعة، ووسائل النقل . قدم اختراع الآلة البخارية دفعة وانطلاقة جديدة للمعرفة العلمية، ومنعطف جديد فى العلاقات الاجتماعية ، والنمو الاقتصادى . لقد قصرت المسافة بين المدن باختراع العربات، والبواخر، والقطارات التى تسير بقوة البخار. لقد بدأت الثورة الصناعية ، التى حولت بريطانيا - بفضل علمائها ومخترعيها - إلى إمبراطورية عظمى تسود العالم فى القرن التاسع عشر وحتى منتصف القرن العشرين.

كان اكتشافات فرادای فى مجال الكهرباء فى عام ١٨٣١ نقطة تحول جديدة في مسار علاقة الإنسان بالطاقة نتج عنها نجاح العالم توماس أديسون فى توليد الطاقة الكهربائية فى عام ١٨٨٠ فى مدينة نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية . كان استخدام الطاقة الكهربائية قاصراً فى المرحلة الأولى على الإنارة، ثم استخدمت بعد ذلك كقوة محركة للآلات ، وتوسع بعد ذلك استخدام الطاقة الكهربائية ليشمل جميع الأنشطة الحياتية من اتصالات ونقل، وتبريد وتدفئة ، وزراعة وری وفى الإنشاءات ، وفى المجال الطبى، وغيرها من شتى المجالات الأخرى.

المصادر التقليدية للطاقة :

* الفحـــــم :

فى إطلالة تاريخية على أمجاد مملكة الفحم التى أخذت تتقلص تحت وطأة الاستخدام المكثف للبترول ومنتجاته ، يتبين أن استخدامه الضخم كمصدر للطاقة قد بدأ مع اكتشافات القرن التاسع عشر ، ليشكل معالم طريق الثورة الصناعية فى العالم الغربى، خاصة بريطانيا العظمى - فى ذلك الوقت- ثم ألمانيا وفرنسا والولايات المتحدة الأمريكية.

كانت بريطانيا العظمى تنتج من الفحم الحجرى حوالى ٨٠ مليون طن عام١٨٦٠، و٣٠٠ مليون طن عام ١٩١٣ ، تصدر منها قرابة مائة مليون طن، وكانت بذلك سيدة السوق الدولية للطاقة ، كمنظمة الأوبيك اليوم، إن الفضل يرجع إلى الفحم مع السيطرة على المحيطات والمستعمرات الشاسعة فى أن تصبح بريطانيا أكبر دولة تسيطر على العالم صناعياً . وخلال عقود عديدة كانت معدلات إنماء الوقود الصلب بنسبة ٣٪ سنوياً تؤكد صلابة إنطلاقها الاقتصادى.

سيطر البترول على سوق الولايات المتحدة التى أصبحت أول منتج ومصدر للبترول فى العالم، وبذلك انتهت فترة تمدد واتساع مملكة الفحم. ولكن غداة الحرب العالمية الثانية لاحت انتفاضة بسيطة فى صناعة الفحم -لاتدوم طويلا - تحاول الإسهام في إعادة بناء الاقتصاد المنهار فى بعض بلاد أوروبا. وسرعان ما تعود الطفرة البترولية إلى اجتياح المسرح العالمى بسرعة كبيرة بالرغم من انحسار سوق الفحم بالنسبة للبترول والغاز الطبيعى، إلا أنه مازال المورد الرئيسى فى صناعة الصلب.

إذا كانت روسيا وأمريكا والصين تمتلك من ثلثى إلى ثلاثة أرباع الاحتياطى العالمى من الفحم، فإن الفائض المتبقى فى البلاد التى تحوى كميات كبرى من احتياطى الفحم مثل استراليا وجنوب أفريقيا وكندا يكون مقدارا هاماً يقدر بمئات المليارات من الأطنان. فى حساب التوازن العالمى، يأخذ فى الاعتبار إنتاج الدول النامية مثل : البرازيل ، المكسيك، كولومبيا ، كوريا الجنوبية ، تايوان، تايلاند ،

كوريا الشمالية ، فيتنام، الهند وتركيا. يتبين من سرد البلاد التى تحوى احتياطى للفحم ، أن التوزيع الجغرافى للاحتياطى وكذلك الإنتاج متوازن ومستقر إلى حد كبير بخلاف مصادر الطاقة الأخرى.

فى عام ١٩٢٩ كانت الولايات المتحدة أول منتج عالمى للبترول إذ كانت وحدها تنتج ١٣٢ مليون طن أى ٦٤٪ من الإنتاج العالمى الذى كان يصل إلى ٢٠٦ مليون ، وكان استهلاك العالم من البترول لا يشكل إلا خمس استهلاك العالم من الفحم وسدس جميع أنواع الوقود مجتمعه ، وكان ثالث المصادر هو الغاز الطبيعي ، أما الطاقة الكهرومائية فلم تكن تمثل سوى أقل من ١٪ ولكن من ١٩٥٠ وحتى ١٩٧٣ أى خلال ٢٣ سنة تالية تضاعف الإنتاج العالمى للوقود ثلاث أضعاف الماضى، وكان البترول وحده قد زاد ستة أضعافه، وكذلك الغاز - وقفزت مشاركة الطاقة الكهرومائية إلى حوالى خمسة أضعاف ، أما الفحم فقد بدأ يتقهقر ، إذ لم يسجل زيادة سوى ٥٥٪ فى ٢٣ سنة ، ولم يعد يمثل سوى ٢٩٪ من مجموع الطاقات الأولية، كان انتصار البترول على الفحم يذكر بالانتصار السابق للفحم على الخشب، ولكن القياس مع الفارق - فندرة الخشب كانت تدعو لقيام الفحم، ولكن هذه المرة لم تكن ندرة الفحم هى المسئولة عن شيوع البترول ، لقد كانت مرونة استخدام النفط وسعره الرخيص هي المسئولة عن هذا الرواج الجديد.

• البترول والغاز:

كان البترول وما زال له النصيب الأكبر فى تشكيل حضارتنا الحديثة وعادات استهلاكنا من الطاقة ومن معظم مستلزمات الحياة لأرتباط البترول ومنتجاته بها . يعتبر سوق البترول من أضخم الأسواق العالمية ، والذى يجرى التداول فيه ليس استناداً على العرض والطلب فقط بل كمحصلة لقوتين أساسيتين وهما القوة السياسية والقوة الاقتصادية . أن البتر ول والغاز هما المصدر الرئيسى للطاقة حاليا، يمدا الاستهلاك العالمى بنسبة تصل إلى حوالى الثلثين.

إذا كانت الولايات المتحدة أول من أنتج البترول عام ١٩٢٩ على مستوى تجارى فإن أوروبا - فيما عدا روسيا ورومانيا - كانت خالية من البترول. وكان الإنجليز قد عثروا عليه فى إيران والهولنديين فى أندونيسيا ، فلما ذاعت أخبار العثور على البترول فى الشرق توجهت خمس شركات أمريكية كانت تنتج ٣٠٪ من بترول أمريكا إلى الشرق الأوسط ، وصل البترول المستخرج من هذه المنطقة إلى ٧٢ مليون طن ، وهذا يعنى أن إنتاج الشرق الأوسط كان يفوق إنتاج الولايات المتحدة الأمريكية. كان إنتاج البترول فى الشرق الأوسط قد تضاعف أربع مرات ، خلال ١٢ سنة ، من ١٩٤٩ إلى ١٩٦١ ، ثم تضاعف مرتين فى سبع سنوات تالية من ١٩٦١ إلى ١٩٦٨ - وخلال الخمس سنوات التالية حتى ١٩٧٣ يسجل تضاعف أخير لمرتين تقريباً فيصل الإنتاج إلى مليار و ٥٠ مليون طن.

هذا التطور الملموس فى إنتاج البترول قد تحقق نظير نفقات ضئيلة بشكل غير عادى ، ضئيلة جداً بالنسبة للتكاليف المنخفضة التى كانت أنفقتها الشركات فى الولايات المتحدة ، لدرجة أن بعض الشركات الأمريكية كانت قد بدأت منذ ١٩٤٨ باستيراد وتخزين هذا البترول فى بلادها ، الأمر الذى أثار احتجاج الشركات المنافسة لها وقيام نزاع سياسى خطير . كانت أوروبا الغربية تستورد معظم بترول الشرق الأوسط ، ولأنها ليس عندها منافسون لذا كانت تتمتع بسعره المنخفض للغاية ، وهذا الرخص فى السعر قد أسهم بالطبع فى توسع صناعاتها بشكل أسرع من صناعات الولايات المتحدة الأمريكية.

يتركز البترول والغاز الطبيعي فى أقل مناطق العالم استقراراً ، وهو الشرق الأوسط، إن منتجى البترول فى الخليج العربى (السعودية ، والكويت، والإمارات العربية المتحدة، والعراق ، وقطر ، وإيران» يمدون السوق العالمى بحوالى ربع الطلب عليه ، وتشكل هذه الدول حوالى ثلثي احتياطيات العالم المؤكدة من البترول والتى تبلغ نحو تريليون برميل. فمنذ عام ١٩٧٤ لم تحدث سوى انقطاعات بسيطة فى إمداد السوق من المنتجات البترولية، ولم يحدث حتى الآن أي توقف دراماتيكى ، ولكن قد يحدث ذلك مستقبلاً جراء حرب تشمل كل أو معظم دول الخليج، أو نتيجة لقيام ثورات ، أو عمليات إرهابية مما قد يؤدى إلى كارثة فى الاقتصاد القومى العالمى.

تشكل السوق العالمية للبترول حلبة صراع، لضخامة استثمارتها وارتفاع أرباحها والضرائب التى تفرضها بعض الحكومات عليها. تعد الصناعة القائمة على البترول أكبر صناعة فى العالم، لتركيزها فى عدد صغير نسبياً من الشركات العالمية المتخصصة فى البحث والتنقيب والتسويق، ومن الدول المنتجة ، لذا فإن توازن القوى يشكل مكوناً أساسياً فى السوق العالمى للبترول. يوجد ثلاث أطراف رئيسية تتعامل فى هذه السوق، هم الشركات العالمية، والدول المصدرة والدول المستوردة . توصف السوق العالمية للنفط - من وجهة النظر الاقتصادية - بأنها سوق احتكار القلة Oligopolistic، وأهمها منظمة الأوبك للدول الرئيسية المصدرة للبترول والشركات العالمية الكبرى التى تعمل فى التنقيب عن النفط الخام. تكونت منظمة الدول المصدرة للبترول Organization of Petroleum Exporting Countries - OPEC عام ١٩٦٠ من خمس دول هم : إيران ، والعراق، والكويت، والمملكة العربية السعودية، وفنزويلا ، بغرض العمل على استقرار أسعار خام النفط، ووضع خطط للإنتاج وللتصدير بالنسبة للدول الأعضاء. انضمت بعد ذلك سبع دول أخرى إلى المنظمة وهى : الجزائر، وأكوادور، والجابون، وأندونيسيا ، ونيجيريا ، واتحاد الأمارات العربية ، وقطر ليصل عدد الأعضاء إلى ١٢ دولة. اختارت منظمة الأوبك فينا عاصمة النمسا كمقر لها. لم يكن للأوبك تأثير يذكر فى سوق النفط حتى قامت ليبيا فى مايو ١٩٧٠ بوقف إنتاج بترولها بغرض رفع أسعاره، مما دفع عدد من شركات البترول العالمية التفاوض مع منظمة الأوبك حول الأسعار.

إن الاطمئنان إلى أسعار منخفضة للبترول جعل البحث التكنولوچى فى مجال الطاقة يسير بهوادة وتبلد. لم يتجه الإنسان إلى مصادر أخرى غير تقليدية للطاقة عندما كان سعر البتر ول لا يتجاوز اثنين دولار للبرميل حتى بدايات السبعينيات من القرن الماضى . لم تنتهى ثقافة الإسراف فى استهلاك الطاقة فى العالم كله ، وبدأ خبراء الطاقة فى التحذير من نضوب هذا المصدر الهام ، وتشجيع البحث والتطوير فى مجالات الطاقة الغير تقليدية.

مع تزايد الاستهلاك وارتفا ع الأسعار، فإن استغلال المصادر غير تقليدية، والأساليب الجديدة لاستعاضة الزيت من الصخور ومما يصاحبه من غاز . . قد نحرقه بدون الاستفادة منه . . سوف تصبح ممكنة واقتصادية مستقبلاً. أن الزيوت الثقيلة من إقليم أورينوك فى فينزويلا . . وهو منبع هائلاً يحوى على ٣٠٠٠ بليون برميل - وكذلك بترول البحار القطبية ، وبترول أعماق البحار تشكل احتياطيات إضافية ضخمة ، منتظرة تطور تقنيات التنقيب والضخ بتكلفة معقولة.

قبل عشر سنوات مضت كانت الصين الشيوعية مصدراً للنفط، ولكن فى الألفية الثانية أصبحت الصين أكبر مستورد للنفط على مستوى العالم - بعد الولايات المتحدة الأ مريكية - وبدأت تبحث عن موارد الطاقة التى تحتاج إليها لتغذية تقدمها الاقتصادى المحموم ، والذى بلغ ٩,١٪ عام ٢٠٠٣ ، مما يمثل ضغط كبير على الدولة لتوفير الطاقة اللازمة لمجابهة احتياجات الفرد الصينى المتعطش لأجهزة الرفاهية الكهربية ، ولتشغيل المصانع التى تتزايد عام بعد عام . لقد شهد عام ٢٠٠٣ صفقات شراء نحو مليونى سيارة فى الصين بعد أن اعتمد الفرد الصينى على الدراجة كوسيلة مواصلات رئيسية مما زاد العبأ على توفير مزيد من الطاقة البترولية ، إن النهم الصينى للطاقة بلغ درجة أنه لن يتبقى إلا القليل من دول العالم لم يذهب إليها الصينيون للحصول على المنتجات البترولية، لقد أرسلت الصين مبعوثيها إلى معظم دول العالم، حتى إلى الدول الشائكة سياسياً مثل السودان وأنجولا وبحر قزوين ، وحتى فى التنافس مع عدوها التقليدى القديم - اليابان - فى السوق المفتوحة للنفط.

رغم الإنتاج الجديد للنفط فى غير دول الأوبك باستخدام تكنولوچيا جديدة للاستكشاف والإنتاج، فإن مجلس الطاقة العالمى (WEC) يرى أن إنتاج النفط خارج منطقة الشرق الأوسط بدأ فى الانحدار مع نهاية التسعينات من القرن الماضى. إن إنتاج الغاز الطبيعى فى أمريكا الشمالية وغرب أوروبا قد بلغ ذروته أيضاً، وقد يكون ذلك مؤشر لثباته لفترة ثم البدأ فى الانخفاض التدريجى . عاد إنتاج النفط العراقى لمستويات ما قبل حرب ٢٠٠٣ ، ولكن من الصعب التنبؤ بتوقيت وصول الإنتاج إلى طاقته الكلية والتى تصل إلى حوالى ٥ مليون برميل يومياً. من العسير أيضاً تحديد

متى سيبدأ إنتاج حقول الشرق الأوسط - التى يبلغ عمرها أكثر من ٥٠ عاماً فى المتوسط - فى الانحدار تمهيداً لنضوب مصدر هام للطاقة.

فى السنوات الأولى للقرن الحادى والعشرين - حيث تحاول منظمة الأوبك أن توازن بين مخاوف ومتطلبات المنتجين والمستهلكين استقرت أسعار البترول حول ٢٥ دولاراً للبرميل أو أكثر. أن هذا السعر قد يأتى بإمدادات إضافية للغاز الطبيعى فى هيئة غاز مسيل لأداء دور الحمل الأوسط / أو حمل القمة فى مزيج الأنواع المختلفة للطاقة، إن بلوغ الغاز الطبيعى ذروته الإنتاجية فى أمريكا الشمالية وأوروبا سيزيد الطلبات على واردات إضافية معظمها من الغاز الطبيعى المسيل، ولكن تحد التكلفة العالية لأنابيب الغاز الجديدة من روسيا أو وسط آسيا من إنتاجيتها لصادرات إضافية. يعتقد مجلس الطاقة العالمى أن السوق الراهنة للغاز الطبيعى تعكس إلى حد ما مرآة التجربة النفطية من سبعينيات القرن الماضى.

• الطاقة النووية:

إذا كان عالم الكيمياء يزور فورد هو أول من قام بتحويل بعض ذرات الأزوت إلى أكسجين بواسطة ضربها بأنوية الهليوم عام ١٩١٩ ، إلا أن العالم فيرمى كان أول من قام بعملية التفاعلات النووية على نطاق واسع فى أول مفاعل نووى عام ١٩٤٢ . تتكون ذرات المواد من نواة لها شحنة موجبة، يحيط بها إليكترونيات تدور فى أفلاك حول النواة ولها شحنة سالبة، تتكون الأنوية من نيوكليونات ذات وزن متساوى تقريباً، ويوجد نوعين من النيوكليونات : النترون ذو الشحنة الكهربائية صفر، والبروتون ذو الشحنة الموجبة . إن التفاعلات الكيميائية والأنوية لتعديل شكل الغيم الإلكترونى تؤدى إلى تبديل فى الطاقة مقداره عدة إليكترونات فولت لكل ذرة.

إن النيوكليونات التى تتكون منها النواة ترتبط ببعضها البعض بواسطة قوى فائقة للغاية تنخفض بسرعة هائلة بشكل أسى بإتساع المسافة ، وهذه القوى تحافظ على التماسك والترابط داخل النواة بالرغم من قوة التنافر الكهربائية بين البروتونات ، وعلى نقيض ذلك فإن هذه القوى وعلى مسافة أبعد من ١٠-١٢ سنيتميتر للخارج تصبح عديمة القيمة بالنسبة للقوى الكهربائية ، إن طاقة ترابط النيوكليونات هى أكبر

بملايين أضعاف طاقة الروابط الكيميائية . ويمكن تعيين هذه الطاقات النووية بقياس انخفاض كتلة النواة بالنسبة لمجموعة كتل النيوكليونات التي تكونها اعتماداً على علاقة الكتلة بالطاقة التى وضعها العالم الفيزيائى البيرت إينشتاين (الطاقات = الكتلة × مربع السرعة).

إن العناصر ذات الأرقام الذرية المتوسطة هى التى تتمتع بأكبر طاقات الترابط إذا قيست بالنسبة لوحدة الكتلة ، لذلك فمن الممكن من حيث المبدأ إطلاق طاقة بواسطة صهر نواتين خفيفتين فى نواة واحدة ، وهذه تسمى بطاقة الاندماج أو طاقة الصهر ، وعلى نقيض ذلك عندما تنشطر نواة ذرة ثقيلة إلى جزئين، فعندئذ تكون طاقة الإنقسام أو الانشطار هى المنطلقة . ومن أجل اندماج نواتين خفيفتين ، فلابد من تقريب المسافة بينهما حتى تتداخل قوى الترابط النووى مع بعضها ، وتتغلب على القوى الكهربائية المنفرة ، إنها نفس طاقة الاندماج التى تحافظ على أشعة توهج النجوم. ومن أجل وحدات انشطار ذرات ثقيلة ، فلابد من تسليط عنصر ذرى عليها، ولكن حيث إن شحنتها الكهربائية كبيرة، فلا يمكن استخدام إلا قذائف ثقيلة وغير مشحونة كهربائياً أي نترونات.

عندما يتقابل نترون مع نواة ثقيلة ، فإنه يتواجد هناك عدة احتمالات ، قد تكون لمسة أو صدمة بسيطة مرنة تبقى الطاقة الكيناتيكية فيها محفوظة ، أي إن النترون ينقل جزءاً من طاقته للنواة، كما يمكن أن تكون الصدمة غير مرنة، أي أن النترون يمتص فى النواة ثم يعاود انبعاثه ولكن بطاقة أقل، وأخيرا يمكن أن يمتص النترون نهائياً فى النواة مع تكوين عنصر جديد. فمثلاً اليورانيوم ٢٣٨ يتحول إلى عنصر جديد هو البلوتونيوم ٢٣٩ من جراء هذه العملية الذرية. فى بعض الحالات النادرة يستطيع النترون أن يقسم ويشطر النواة إلى قطعتين كما اكتشف هان واشترسمان عام ١٩٣٨م وهذه هى حال اليورانيوم ٢٣٥ حيث تنشطر النواة إلى نواتين اثنتين غير متساويتين تماماً . هذا النوع من النواة يسمى قابل للانشطار - ونواة البلوتونيوم ٢٣٩ هى أيضاً نواة قابلة الإنشطار - واليورانيوم ٢٣٨ القادر على إنجاب نواة قابلة للانشطار يسمى خصيباً .

يصاحب انشطار النواة إطلاق طاقة هائلة على شكل طاقة كيناتيكية تنقل إلى نواتج الانشطار. بالنسبة للجرام الواحد من اليورانيوم، فإن هذه الطاقة تساوى ٢٢,٧٠٠ كيلو وات ساعة، بينما لا يطلق حرق جرام واحد من البترول سوى ٠,٠١١٦ كيلو وات ساعة . فى عملية استخدام التفاعلات النووية لإنتاج الحرارة، يستخدم سائل وسيط لنقل الحرارة الناتجة من التفاعلات ، بعيداً عن قلب المفاعل . يحوى قلب المفاعل النووى على الوقود المستخدم (مثل اليورانيوم) ، والمهدئ، والسائل الوسيط ناقل الحرارة وقضبان التحكم فى نشاط التفاعل. يحاط قلب المفاعل ببنية هيكلية خرسانية سميكة لمنع أى تسرب إشعاعى . إذا استخدم اليورانيوم الطبيعى كوقود فيمكن استخدام الماء الثقيل أو الجرافيت كمادة مهدئة ، والماء الثقيل وغاز ثانى أكسيد الكربون كسائل حامل للحرارة. يوجد اليورانيوم فى الطبيعة بخاصية عدم ثبات نظائرة ، فنواتها تتحول تلقائياً إلى نواة من فصيلة أخرى مع إطلاق جسيم مشحون بشحنة كهربائية وهذا ما يسمى «بالإشعاعية الطبيعية».

قامت الولايات المتحدة فى عام ١٩٥١ بإنتاج أول كيلو وات ساعة من الكهرباء المولدة من المفاعلات النووية تعمل بالنترونات السريعة. بدأ برنامج فرنسا النووى عام ١٩٦٧ مستخدماً نفس التقنية الأمريكية. تستخدم الولايات المتحدة الأمريكية حالياً نظام مفاعلات الماء الخفيف المغلى، وفى المملكة المتحدة يستعمل مفاعلات الجرافيت والغاز المتقدمة، والتى رفعت فيها درجة التشغيل بسبب إحلال أكسيد اليورانيوم محل فلز اليورانيوم الطبيعى ، كما تقام فى المملكة المتحدة أيضاً مفاعلات الحرارة المرتفعة التى تستخدم الهيليوم لنقل الحرارة، والقلب مغلف بالجرافيت كمادة مهدئة . أما فى كندا ، فإنهم يستخدمون مفاعلات اليورانيوم الطبيعى، حيث يلعب الماء الثقيل دوراً مزدوجاً للتهدئة والنقل الحرارى معاً فى دائرتين مختلفتين . لا يعدو المفاعل النووى لتوليد الكهرباء سوى غلاية معقدة بعض الشىء تستخرج منها الحرارة لتوليد البخار الذى يدفع إلى توربينة لتوليد طاقة ميكانيكية ، ثم إلي مولد كهربى للحصول على الكهرباء.

الطلب على الطاقة :

يستهلك أكثر من بليون نسمة فى الدول الصناعية - يمثلون حوالى خمس تعداد سكان العالم - ما يقرب من ٦٠٪ من إمدادات الطاقة الكلية ، بينما يستهلك باقى سكان العالم البالغ عددهم أقل قليلاً من ستة بلايين نسمة يعيشون في الدول النامية، حوالى ٤٠٪ الباقية من الإمدادات الكلية من الطاقة. حتى إذا أخذنا فى الاعتبار أن معظم مناخ الدول الصناعية بارد خاصة فى الشتاء مما يستلزم استهلاك أكثر من الطاقة، فإن التوازن بين استهلاك الدول المتقدمة والدول النامية مازال غير عادل. يستهلك شريحة البشر التى لا يتعدى متوسط الدخل السنوى فيها ألف دولار سنوياً للفرد حوالى ٢,٠ طن بترول مكافىء سنوياً. يعتبر أفراد هذه الشريحة - والتى يبلغ تعدادها حوالى اثنين بليون نسمة - من الفقراء ويعيشون فى الدول النامية - أما متوسط استهلاك الأفراد الذين يتعدى دخلهم ٢٢ ألف دولاراً سنوياً - ويعيشون فى الدول الصناعية الغنية ودول الخليج - فيصل إلى ٥ طن بترول مكافئ سنوياً، أي أكثر من استهلاك الفرد المحدود الدخل بحوالى ٢٥ مرة. تبين الأرقام التوزيع المجحف لاستهلاك الطاقة، ليزداد الغنى غنا ورفاهية ، ويعيش الفقير على حد الكفاف بما فى ذلك خدمات الطاقة التى تغلغلت فى جميع مجالات الأنشطة الحياتية للإنسان.

أدت بعض العوامل المؤثرة فى الاستهلاك العالمى للطاقة إلى انخفاض الاستهلاك المتوقع. فنمو سكان العالم أصبح أبطأ مما تم افتراضه فى دراسة سابقة لمجلس الطاقة العالمى . كان المتوقع فى أوائل التسعينات أن عدد سكان العالم سيصل بحلول ٢٠٢٠ إلى حوالى ٨,١ بليون نسمة ، ثم تقلصت هذه التوقعات إلى ٧,٤ بليون نسمة . أيضاً تباطأ النمو الاقتصادى العالمى فى العقد الأخير من القرن الماضى ، فالمشكلات الاقتصادية التى واجهتها الدول التى اتجهت إلى الانفتاح الاقتصادى وآليات السوق، مع الأزمات الاقتصادية التى حدثت فى أجزاء من آسيا وأمريكا اللاتينية أدت إلى تباطأ النمو الاقتصادى فيها، مما أدى بالتالى إلى انخفاض الإستهلاك من الطاقة. لقد كان من المتوقع أن يصل متوسط النمو الاقتصادى العالمى إلى ٣,٥٪ خلال تسعينيات القرن الماضى، ولكن هذا المتوسط لم يتعدى ٢,٨٨٪ ، ثم انخفض إلى أقل من ٢٪ مع بداية الألفية الثالثة.

بالإضافة إلى النمو السكانى يؤثر عاملان رئيسيان آخران فى الطلب على الطاقة، وهما النمو الاقتصادى والكفاءة التى تستخدم بها الطاقة . ارتفعت كفاءة إنتاج وتحويل ونقل الطاقة بمعدلات كثيرة منذ بداية الثورة الصناعية، وتحسنت كفاءة الإضاءة خلال القرن الماضى بمقدار ثلاثة أضعاف، وارتفعت لدر جة ملموسة كفاءة محطات توليد الطاقة الكهربائية لتجاوز ٦٠٪ . انخفضت فى العقود القليلة الماضية «معدلات كثافة الطاقة» خاصة فى الدول الصناعية وعمليات إحلال وتبديل أنواع الطاقات المستخدمة ، والتطور التكنولوچى فى الأجهزة والمعدات الكهربائية .

ارتبط الطلب على الطاقة بالناتج المحلى الإجمالى - Gross Domesti Product GDP ، فبينما وصل معامل المرونة ٠,٧٥ فى إقتصاديات الدول المتقدمة (أي أن كل وحدة مئوية إضافية من نمو الناتج المحلى الإجمالى ينتج عنه نمو مقداره ٠,٧٥ فى الطلب على الطاقة الأولية ، فإن معامل المرونة وصل إلى واحد صحيح فى إقتصاديات الدول النامية، بينما وصل المتوسط العالمى إلى حوالى ٠,٨٥ ، إذا كانت الدول المتقدمة قد وصلت - تقريبا - إلى مرحلة التشبع فى الطلب على الطاقة، فإن الدول النامية مازالت فى طور النهم فى استهلاك الطاقة . أدى التطور التكنولوچى ، ورفع كفاءة الأجهزة والآلات المستخدمة فى الدول المتقدمة إلى انخفاض كثافة الطاقة، ولكن مازالت الدول النامية تعانى من تشغيل الأجهزة الكهربائية المنخفضة الكفاءة والتى تستهلك قدر كبير من الطاقة الكهربية ، وكذلك تشغيل مصانعها العتيقة بدون صيانة أو تحديث .

يعتبر قطاعا النقل والكهرباء هما أسرع القطاعات نموا فيما يتعلق بالطلب على الطاقة . . تستأثر النشاطات المرتبطة بالنقل والمواصلات بحوالى ٣٠٪ من الطاقة المستخدمة من جانب المستهلكين النهائيين ، وبحوالى ٢٠٪ من الطاقة الإجمالية المنتجة. ساهمت الزيادة الكبيرة فى النقل البرى خلال العقود الأخيرة إلى ازدياد الطلب الكلى على المنتجات البترولية. إذا كان الطلب على الطاقة الكهربية يسير بخطى بطيئة فى الدول المتقدمة - لوصولها إلى درجة تقرب من التشبع - إلا أن هذا

الطلب يواصل ارتفاعه السريع فى الدول النامية ، حيث أن الطاقة الكهربية تؤدى إلى توفير وسائل هامة لتحسين نوعية المعيشة الحياتية للكثير من البشر فى هذه الدول .

أدت القفزة فى أسعار البترول فى عام ١٩٧٣ إلى إعادة هيكلة الطلب على الطاقة وهبوطه خلال عامى ٧٤ ، ١٩٧٥ كذلك ارتفاع أسعار البترول خلال عامى ١٩٧٩ ، ١٩٨٠ (بقيام الثورة الإيرانية مع وقف الإنتاج السعودى فى ١٩٧٩ ، ونشوب الحرب العراقية / الإيرانية فى سبتمبر ١٩٨٠)، تبعه مزيدا من الإصلاحات الهيكلية فى الطلب على الطاقة فى ثمانيات القرن الماضى ، لقد أثبتت التجربة على أن الأسعار لها تأثيراً ملموساً على الطلب على الطاقة ، لقد استخدم العرب - فى فترة ما لم تطول - سلاح البترول كقوة مؤثرة، ولكن استطاع الغرب امتصاص الصدمة واستغلالها برفع أسعار جميع المنتجات التى تسوردها الدول العربية من الغرب، وعليه استفاد الغرب من هذا الارتفاع على المدى الطويل، بالرغم من ادعاء الغرب بمعاناته نتيجة للقفزتين فى أسعار البترول .

يبين الجدول (١) استهلاك بعض دول العالم من الطاقة الأولية فى عام ٢٠٠١ . تجىء الولايات المتحدة الأمريكية على رأس الدول المستهلكة للطاقة، حيث بلغ استهلاكها من الطاقة ٢٢٥١ مليون طن بترول مكافىء، وتليها فى الترتيب الصين، ثم روسيا ، فاليابان ، أما بالنسبة لمتوسط استهلاك الفرد من الطاقة، فقد بلغ فى الولايات المتحدة حوالى ٨ طن بترول مكافئ فى السنة ، بينما بلغ متوسط استهلاك الفرد فى الصين ومصر حوالى ٧, ٠ طن فى السنة . تحتل الولايات المتحدة الأمريكية المركز الأول فى استخدام الطاقة النووية تليها فرنسا التى تعتمد عليها بشكل رئيسى . . أما الصين فتعتمد على الفحم الذى يتوافر لديها بكميات كبيرة . أما بالنسبة للطاقة الكهرومائية فلدى كندا، والصين والنرويج أكبر نصيب منها . . وتعتمد دول الشرق الأوسط المنتجة للبترول والغاز الطبيعى على هذه الطاقة بشكل رئيسى .

الدولة	بترول	غاز طبيعى	فحم	طاقة نووية	طاقة مائية	إجمالى
الولايات المتحدة	٨٩٦	٥٧٨	٥٤٦	١٨٣	٤٨	٢٢٥١
كنـــدا	٨٩	٧٥	٣٠	١٧	٧٥	٢٨٦
فرنسا	٩٥	٣٨	١٢	٩٥	١٨	٢٥٨
ألمانيا	١٣٢	٧٤	٨٥	٣٩	٦	٣٣٦
روسيا	١٢٢	٣٣٦	١١٠	٣١	٤٠	٦٣٩
بريطانيا	٧٧	٨٧	٤٠	٢٠	٢	٢٢٦
إيـــران	٥٤	٥٩	١	-	١	١١٥
المملكة العربية السعودية	٦٣	٤٨	-	-	-	١١١
مصر	٢٦	١٩	١	-	٣	٤٩
الصين	٢٣٢	٢٥	٥١٩	٤	٥٤	٨٣٤
اليابان	٢٤٨	٧١	١٠٣	٧٣	٢٠	٥١٥

جدول (١) : توزيع استهلاك بعض دول العالم من المواد المختلفة للطاقة.
- الاستهلاك بالمليون طن بترول مكافى.

الطاقات الجديدة والمتجددة :

نتيجة للانفجار الهائل فى معدلات نمو استهلاك الطاقة على مستوى العالم، واقتراب نضوب المصادر التقليدية، بالإضافة إلى التأثير الضار بالبيئة من حرق الفحم والمنتجات البترولية فقد اتجهت دول العالم إلى التوسع فى استخدام الطاقات الجديدة والمتجددة New and Renewable Energies خاصة بعد حرب ١٩٧٣ بين العرب وإسرائيل، واستخدام العرب البترول كقوة ضغط على الرأى العام العالمى نتج عنه ارتفاع أسعاره بشكل مؤثر على الاقتصاد العالمى . بدأ العالم على اختلاف ايدلوجياته السياسية ، وأنظمته الاقتصادية فى الاهتمام بالبحث والتطوير فى مجال استخدام مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة ، حيث بلغ نسبة مشاركتها فى إجمالى الطاقة المستهلكة حاليًا (١٠-١٥٪) ، ومن المتوقع أن ترتفع هذه النسبة إلى (١٨-٢٠٪) بحلول عام ٢٠٢٠ .

تعتبر الشمس بطريقة مباشرة أو غير مباشرة هى مصدر الطاقات الجديدة والمتجددة، والتى لا تنضب إلا بانتهاء المنظومة الشمسية ، قدر العلماء المحتوى الحرارى المخزون بالقشرة الأرضية إلى عمق حوالى ١٠ كيلو متر، بحوالى $١٢,٦ \times ١٠^{١٦}$ طن بترول. وتقدر كمية الطاقة الشمسية التى تصل إلى الأرض فى العام الواحد بما يقرب من ١٨١٠ كيلو وات ساعة، وتختلف كمية الطاقة الشمسية الساقطة على سطح المتر المربع على الأرض حسب خطوط العرض والفصل المناخى السنوى بما يحدد الزوايا النسبية بين الأرض والشمس ، وموقع المكان على الأرض ووضعه النسبى فى مواجهة الشمس.

تتخلص أنواع الطاقات الجديدة والمتجددة فى المجالات الرئيسية الآتية :

*** الطاقة الشمسية** Solar Energy :

منذ قديم الزمان قام الإنسان بالاستفادة من الطاقة الشمسية فى تجفيف المحاصيل الزراعية، وتدفئة منزله، كما استخدمها فى مجالات أخرى وردت فى كتب

التاريخ، فقد أحرق أرخميدس الأسطول الحربى الرومانى عام ٢١٢ قبل الميلاد عن طريق تركيز الإشعاع الشمسى على سفن الأعداء بواسطة المئات من الدروع المعدنية.

وفى الوقت الحالى؛ أمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من خلال التحويل الكهروضوئى والتحويل الحرارى. يعنى التحويل الكهروضوئى تحويل الإشعاع الشمسى أو الضوئى مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) . توجد بعض المواد التى تقوم بعملية التحويل الكهروضوئى تسمى بأشباه الموصلات كالسيليكون والجرمانيوم وغيرها . تم اكتشاف هذه الظاهرة بواسطة بعض علماء الفيزياء فى أواخر القرن التاسع عشر الميلادى حيث وجدوا أن الضوء يستطيع تحرير الإلكترونات من بعض المعادن. تتميز الخلايا الشمسية Solar Cells بأنها لا تشمل أجزاء أو قطع متحركة ، وهى لا تستهلك وقوداً ، ولا تسبب تلوثاً للبيئة ، والعمر الافتراضى لها قد يصل إلى عشر سنوات. يتحقق أفضل استخدام لهذه التقنية بدون مركزات أو عدسات ضوئية ولذا يمكن تثبيتها على أسطح المبانى ليستفاد منها فى إنتاج الكهرباء، وتقدر عادة كفاءتها بحوالى ٢٠٪ أما الباقى فيمكن الاستفادة منه فى توفير الحرارة للتدفئة وتسخين المياه. تستخدم الخلايا الضوئية أيضاً فى تشغيل نظم الاتصالات ، وفى إنارة الطرق والمنشآت ، وفى ضخ المياه، فى الأماكن النائية والبعيدة عن المصادر التقليدية للكهرباء.

أما التحويل الحرارى للطاقة الشمسية فيعتمد على تحويل الإشعاع الشمسى إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات (الأطباق) الشمسية والمواد الحرارية . فإذا تعرض جسم داكن اللون ومعزول حرارياً ، إلى الإشعاع الشمسى فإنه يمتص الإشعاع وترتفع درجة حرارته . يستفاد من هذه الحرارة فى التدفئة والتبريد وتسخين المياه وتوليد الكهرباء وغيرها . تعد تطبيقات السخانات الشمسية هى الأكثر انتشاراً فى مجال التحويل الحرارى للطاقة الشمسية ، يلى ذلك من حيث الأهمية المجففات الشمسية التى يكثر استخدامها فى تجفيف بعض المحاصيل الزراعية مثل التمور وغيرها، كذلك يمكن الاستفادة من الطاقة الحرارية فى طهى الطعام ، حيث أن هناك

أبحاث تجرى فى هذا المجال لإنتاج معدات طهى تعمل داخل المنزل بدلاً من تكبد مشقة الجلوس تحت أشعة الشمس أثناء الطهى.

رغم أن الطاقة الشمسية قد أخذت تتبوأ مكانة هامة ضمن البدائل المتعلقة بالطاقة المتجددة، إلا أن مدى الاستفادة منها يرتبط بوجود أشعة الشمس طيلة وقت الاستخدام . وعليه تم استخدام تقنية تخزين الطاقة الشمسية للاستفادة منها أثناء فترة احتجاب الإشعاع الشمسى . وهناك عدة طرق تقنية لتخزين الطاقة الشمسية تشمل التخزين الحرارى، والكهربائى ، والميكانيكى ، والمغناطيسى . وتعد بحوث تخزين الطاقة الشمسية من أهم مجالات التطوير اللازمة فى تطبيقات الطاقة الشمسية وانتشارها على مدى واسع، حيث أن الطاقة الشمسية رغم أنها متوافرة إلا أنها ليست فى متناول اليد وليست مجانية بالمعنى المفهوم. فتكلفتها الحقيقية هى تكلفة المعدات المستخدمة لتحويلها من طاقة كهرومغناطيسية إلى طاقة كهربائية أو حرارية. وكذلك تخزينها إذا دعت الضرورة . ورغم أن هذه التكاليف حالياً تفوق تكلفة إنتاج الطاقة التقليدية إلا أنها لا تعطى صورة كافية عن مستقبلها بسبب أنها آخذة فى الانخفاض المتواصل بفضل البحوث الجارية والمستقبلية.

*** طاقة الريـــاح** Wind Energy :

يتم استغلال طاقة الرياح عن طريق مراوح هوائية تستغل طاقتها الميكانيكية مباشرة لأغراض ضخ المياه أو يتم عن طريقها إدارة مولدات كهربائية لتوليد الكهرباء والربط بشبكات النقل والتوزيع الكهربى.

تمثل التوربينات الريحية ذات المحور الأفقى الغالبية العظمى المستخدمة فى العالم، ويتفاوت عدد الريش فى هذا النوع من التوربينات من ريشة واحدة إلى ثلاث ريش، ويتميز هذا النوع بسرعة دوران عالية مقارنة بالتوربينات متعددة الريش المستخدمة فى عمليات ضخ المياه بالنظام الميكانيكى، وغالباً ما يستخدم صندوق تروس له نسبة تحويل معينة للحصول على السرعات العالية التى يحتاج إليها المولد، ويصل معامل القدرة لها إلى حوالى ٤٠,٠ عندما تكون سرعة الدوران عند طرف

الريشة من ٤ إلى ٦ أضعاف سرعة الرياح المتدفقة على التوربينة، كما تتميز بخفة الوزن وخصوصاً بعد إدخال الألياف الزجاجية فى عمليات تصنيع الريش بدلاً من المعادن والأخشاب. وتصنف التوربينات الريحية حسب أحجامها وقدرتها التى تتراوح بين خمسة إلى ألف كيلو وات. توجد توربينات كبيرة الحجم ما تزال فى دور التجربة ذات سعة ٣ ميجاوات وتوربينات عملاقة تصل قدرتها إلى ٤ ميجاوات وهى لا تزال فى مرحلة البحث والتطوير.

لتحسين اقتصاديات طاقة الرياح يمكن توصيل مجموعة من توربينات الرياح كهربائياً لتشكل مزرعة رياح «Wind Farm» تربط بالشبكة الكهربية. فى حالة وجود مزرعة الرياح بعيداً عن الشبكة الكهربية يتم تركيب وسيلة لتخزين الطاقة الكهربية المولدة من طاقة الرياح لإعادة استخدامها فى الأوقات التى لا تكون فيها الرياح متاحة ، أو تنخفض سرعاتها إلى مستوى لا يشغل التوربينات ، أيضاً قد يضاف مولد كهربى مساعد يعمل بالديزل ، إلى مزرعة الرياح ، لتوليد الكهرباء فى أوقات عدم إتاحية طاقة الرياح. تعتبر سرعة الرياح التى تتراوح ما بين ٨-١٢ متر/الثانية من السرعات المناسبة والتى يمكن استغلالها اقتصادياً فى توليد الكهرباء.

*** طاقة الكتلة الحيوية والغازات المصاحبة لها** Bio - Mass / Bio - Gas Energy :

تشمل الكتلة الحيوية كل من النباتات ، والأسمدة العضوية، وخشب الغابات ، والنفايات (الفضلات العادية) . يمكن تجهيز الكتلة الحيوية الخام وتحويلها إلى وقود سائل أو غازى أو صلب. يعتبر الأيثانول Ethanol - أو الكحولى الأثيلى - واحداً من أفضل أنواع الوقود المستخلصة من الكتلة الحيوية ، وهو يستخرج من محاصيل الذرة والمحاصيل السكرية. ويمكن خلط الايثانول مع الجازولين لإنتاج الجاز هول Gashol ، وتجرى التجارب لإيجاد طرق اقتصادية لاستخدام الكتلة الحيوية فى توليد الكهرباء باستخدام غاز الميثان Methane المنطلق من المواد النباتية والمخلفات الحيوانية المتحللة ، كوقود فى الغلايات البخارية.

إن تقنية إنتاج غاز الميثان من الفضلات الزراعية معروفة منذ قديم الزمن، ولكنه أصبح طاقة بديلة قابلة للتطبيق خاصة فى المناطق الريفية، وعلى المستوى التجارى خلال أزمة النفط فى السبعينات من القرن الماضى، حيث أخذت الكثير من الشركات فى التركيز على إنتاج الغاز الحيوى "Bio - Gas" والذى يعطى حوالى ٦٠٪ ميثان. لقد دخل الغاز الحيوى سوق التجارة الدولية ، ومن بين الدول التى تعمل فى هذا المجال سنغافورة ، وبعض دول أمريكا اللاتينية ، بينما ركزت كل من الهند والصين على تصميم أفران لحرق الكتلة الحيوية أو استخراج الغاز الحيوى منها، واستغلال الطاقة المستخرجة منها فى عمليات الطهو وتسخين المياه فى الريف.

*** الطاقة الكهرومائية** Hydro - Power Energy :

تقوم الطاقة الموجودة فى ضوء الشمس بتبخير المياه من المحيطات والبحار والأنهار والمسطحات المائية، ونقلها إلى الأرض فى شكل أمطار، ليسقط بعضها فى البحار والمحيطات ، ويتحول البعض الآخر إلى أنهار ومخرات مياه. يمكن استغلال طاقة الوضع لمياه الأنهار، أو فرق المناسيب فى توليد طاقة ميكانيكية أو كهربائية. استغل الإنسان طاقة وضع المياه لتوفير الطاقة لمطاحن الغلال أو استخدامها فى مجالات أخرى. كان أول استخدام للماء المتساقط لتوليد الكهرباء فى ساقية مائيه بنهر «فوكس» بولاية ويسكنسون بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٨٨٢ أي بعد عامين من اختراع توماس أديسون المصباح الكهربى. منذ ذلك الحين تم استكمال بناء أول محطة طاقة كهرومائية فى شلالات نياجرا فى أمريكا الشمالية ، ليستمر العمل بعد ذلك فى إنشاء العديد من محطات القوى الكهرومائية.

تمثل الطاقة الكهرومائية حوالى ١٩٪ من الإنتاج الكلى للطاقة الكهربية، ولكن مازال حوالى ٦٧٪ من الطاقة الكهرومائية فى العالم لم تستغل . استغلت أوروبا ٧٥٪ من طاقتها الكهرومائية ، أما نسبة المستغل فى أمريكا الشمالية فيبلغ ٦٩٪، بينما تصل هذه النسبة ٣٣٪ فى أمريكا الجنوبية. جائتا قارتى آسيا وأفريقيا فى المؤخرة فبلغت نسبة استغلال الطاقة الكهرومائية فى آسيا ٢٢٪ وفى أفريقيا ٧٪ فقط، بالرغم

من أن الطاقة الكهرومائية التى يمكن استغلالها فى قارة أفريقيا تبلغ آلاف البلايين من الكيلو وات ساعة.

تتراوح قدرة محطات القوى الكهرومائية من عدة كيلو وات - وهو معدل يكفى لتزويد مسكن واحد بالطاقة - إلى عدة آلاف من الميجاوات والتى تكفى لإمداد مدينة كبيرة بالطاقة . . تتميز وحدات التوليد الكهرومائية بارتفاع كفاءتها، خاصة بالنسبة لوحدات التوليد الحرارية، وكذلك ارتفاع معامل الاعتمادية ، وانخفاض معدل أعطالها، وتعتبر الطاقة الكهرومائية من الطاقات النظيفة التى لا تسبب تلوث للبيئة. تعتمد كمية الطاقة الناتجة من المحطات الكهرومائية على فرق المنسوب، وكمية المياه التى تمر من خلال التوربينات Turbine التى تقوم بتحويل طاقة الماء إلى طاقة ميكانيكية . يتم تحويل دوران توربينات الماء إلى مولد Generator لإنتاج الطاقة الكهربية . يتراوح فرق سقوط المياه من عدة أمتار إلى مئات من الأمتار، وتختلف نوع التوربينة باختلاف فرق السقوط، كما يوجد توربينات لاستغلال سرعة جريان الماء فى الأنهار. تقوم بعض من مشاريع القوى الكهرومائية على بناء سدود لحجز المياه من أجل مشاريع الرى، وأيضاً لإيجاد فرق منسوب يرفع من اقتصاديات مشروعات القوى الكهرومائية ، استغلت كثير من الدول هذه الطاقة لتوليد الكهرباء، مثل كندا والنرويج والصين والبرازيل والولايات المتحدة وروسيا وفرنسا. قامت مصر بإنشاء خزان أسوان ، والسد العالى للتحكم فى مياه النيل ولتوليد الكهرباء بقدرات كبيرة، كما أنشأ أيضاً بعض من مشروعات الطاقة الكهرومائية على مجرى النيل وفروعه.

تملك قارة أفريقيا إمكانيات هائلة غير مستغلة لتوليد الطاقة الكهرومائية خاصة فى حوض نهر زامبيزى فى الجنوب الأفريقى وفى نهر أنجا بزائير والتى تبلغ القدرات المحتمل استغلالها Potential Power حوالى اثنى عشر مليون كيلو وات (١٢٠٠٠ ميجاوات) ، أيضاً توجد فى الكاميرون والجابون والكنغو وزامبيا مصادر وفيرة من الطاقة المائية ، ولكن أدى انخفاض الطلب على الطاقة الكهربائية فى هذه البلاد إلى

عدم جدوى هذه المشروعات اقتصادياً. جرت بعض دراسات الجدوى الفنية والاقتصادية لاستغلال الطاقة المائية فى قارة أفريقيا لتوليد الكهرباء ونقلها عبر خطوط كهرباء ذات الضغط العالى إلى أوروبا ، لتحل محل محطات القوى الكهربائية الحرارية والتى تعمل بالوقود الأحفورى الملوث للبيئة.

* **طاقة حرارة باطن الأرض** Geothermal Energy :

طاقة حرارة باطن الأرض هى طاقة حرارة طبيعية للأرض مصدرها الباطن المنصهر للأرض، ومعظم هذه الحرارة ناتج من انحلال العناصر المشعة مثل اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم المتواجدة داخل أعماق غائرة فى الأرض، وكذلك نتيجة الاحتكاك فى الأعماق أسفل القشرة الأرضية. وهذه الطاقة تنبعث من داخل الأرض بكثافة ضئيلة جداً فيما عدا المناطق على طول أحرف الهضاب القشر أرضية، وفى المناطق المعروفة بالبراكين والزلازل. تعتبر الينابيع الحارة والحمى الفوارة «Geysers» نتاج الطاقة الحرارية فى باطن الأرض. يمكن للحرارة الأرضية تدفئة أو غليان المياه الجوفية والتى تصعد إلى السطح على هيئة مياه ساخنة أو بخار. فى بعض الأماكن من كوكب الأرض يمكن استخدام هذا البخار مباشرة فى التدفئة والتسخين داخل المنازل أو فى العمليات الصناعية، أو استخدامه لإدارة التوربينات الحرارية لتوليد الكهرباء.

بدأ استخدام طاقة حرارة الأرض تجارياً عام ١٩٠٤ بمدينة «لارديرلو» بإيطاليا، ثم لتوليد الطاقة الكهربائية عام ١٩١٣ ، ثم انتشرت فى بعض الدول الأخرى مثل أندونيسيا واليابان والفلبين والولايات المتحدة . تعتبر مشكلة الاملاح والمعادن المتحللة والمترسبة من المشاكل الهامة فى استغلال طاقة باطن الأرض، فالمياه الجوفية - فى أغلب الأحيان - تحتوى على أملاح، بعضها يمكن أن يتسبب فى تآكل المواسير التى تحمل البخار أو المياه الساخنة من باطن الأرض. أما المعادن فيمكن أن تسبب مشاكل أكبر، فهى تنفصل عن المياه أو البخار، وتؤدى إلى انسداد المواسير وتآكلها نتيجة لما تسببه من صدأ.

*** مصادر أخرى من الطاقات الجديدة والمتجددة :**

تحتوى أمواج المحيطات Wave Energy على طاقة لا بأس بها ، حيث أن منتصف المحيط به أمواج بارتفاع ١,٥ متر وتتكرر على فترة ثمان ثوان. تقدر طاقة المحيطات نظرياً بحوالى ثلاثة آلاف مليون كيلو وات، ولكن عملياً لا يمكن الاستفادة إلا بجزء صغير منها. مازال استخدام طاقة المحيطات فى مرحلة البحث والتطوير، وتتركز فى تحويل حرارة المحيطات والتى يمكن بها استخدام فرق درجات الحرارة بين مياه سطح المحيطات وعمقها لتوليد الطاقة الكهربية. أما طاقة المد والجزر Tidal Energy فهى تتولد من طاقة حركة مياه البحار والمحيطات بفعل الجاذبية لكل من القمر والشمس، وكذلك بفعل الرياح . اهتمت بعض الدول باستغلال طاقة المد والجزر مثل فرنسا وروسيا والصين. لاستغلال هذه الطاقة اقتصادياً يجب أن يبلغ فرق ارتفاع المياه بين المد والجزر إلى حوالى ٣-٥أمتار.

يقدر الاحتياطى العالمى من الطفلة الزيتية بما يقرب من ٤٧٥ ألف مليون طن، وتخص أمريكا حوالى ثلثى هذا الاحتياطى العالمى. يوجد تجارب عديدة لاستخلاص البترول من الطفلة الزيتية Oil - Shale ولكن العائد الاقتصادى ما زال غير مجدى فى الوقت الحالى. تتركز الرمال القيرية فى مقاطعة ألبرتا بكندا ، ويوجد كميات أخرى فى بعض البلاد مثل فنزويلا ، وأمريكا، وروسيا ومدغشقر. يمكن معالجة الرمال لاستخلاص الزيت منها بطرق اقتصادية فى المستقبل القريب. تستخدم طاقة الحث Peat Energy - ذات القيمة الحرارية المنخفضة - فى المقام الأول فى روسيا وأيرلندا لتوليد الكهرباء كبديل للفحم.

دأب العلماء على البحث عن منابع وقود إضافية ، وتوصلوا إلى أن بعض أنواع النباتات يتشكل فى أنسجتها هيدروكربونات وقودية تشبه بتكوينها تلك الموجودة فى النفط وتسمى «النفط البيولوجى» الذى يعتبر أفضل من النفط المستخرج من باطن الأرض لانعدام وجود الكبريت والشوائب الضارة فى خواصه. يوجد فى الفلبين أشجار الجوز التى تحوى على نفط نباتى، وقد استعمله اليابانيون أثناء الحرب العالمية

الثانية. وتنمو فى غابات الأمازون شجرة كوبايبو التى يبلغ ارتفاعها ثلاثين مترا، ومن شق حز على جذع هذه الشجرة يمكن الحصول على نحو عشرين لترا من وقود الديزل الممتاز الذى يمكن استعماله مباشرة كوقود لتسيير السيارات. تستخلص اليابان الكحول من مصاصة قصب السكر وتستعمله كوقود بدلاً من البنزين.

لن يستسلم البشرب لنضوب مصادر متاحة للطاقة، فسيواصل الإنسان بحوثه واكتشافاته من أجل البقاء ثم من أجل رفاهيته. سنتعرض فى الجزء التالى لأربع مجالات من طاقات المستقبل وهى: طاقة الاندماج النووى، والطاقة الممكن توليدها من الهيدروجين، وخلايا الوقود، وتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة عملية الهيدروديناميك المغناطيسية.

طاقات المستقبل:

* طاقة الاندماج النووى Fusion Energy:

عند اندماج ذرات عناصر خفيفة لتكوين عنصر أثقل، فإن الفرق بين كتلة العنصر الجديد وكتلة العناصر المندمجة قبل عملية الاندماج تتحول إلى طاقة طبقاً لمعادلة العالم أينشتين: الطاقة تساوى الكتلة فى مربع السرعة. كانت فكرة الاندماج النووى هى أساس تصنيع القنبلة الهيدروچينية ولكن فى هذه الحالة فإن الطاقة الهائلة المتحررة من عملية الاندماج تنطلق خلال جزء صغير من الزمن، بينما يمكن الاستفادة من هذه الطاقة على مدى زمنى مستمر من خلال محطات القوى التى تعمل بطاقة الاندماج النووى، والتى من مميزاتها عدم وجود نفايات إشعاعية أو مواد مشعة ناتجة من عملية الاندماج. تقوم عملية الاندماج النووى بالتحام نوى Nu-cleus ذرات الديتريوم Deuterium مع نوى ذرات نظير آخر للهيدروچين وهو التريتيوم Tritium. على الرغم من أن نسبة ذرات الديتريوم إلى ذرات الهيدروچين المتواجدة على سطح الأرض هى ١ : ٦٧٠٠، فإن الكميات الهائلة من الهيدروچين الموجودة فى المحيطات فى صورة مياه يمكن أن تمدنا بآلاف البلايين من الأطنان من الديترويوم، وهذا يكفى إمداد احتياجات البشر من الطاقة لملايين من السنين.

تحتاج عملية دمج الديتريوم مع التريتيوم إلى كمية هائلة من الحرارة وحيث أن نوى العنصرين لها شحنة كهربائية موجبة، وان الشحنات التى لها نفس نوع الشحنة تتنافر، لذا يلزم تسخين وقودى الديتريتيوم والتريتيوم للتغلب على خاصية التنافر الكهربى، فعند ارتفاع درجات الحرارة تتحرك جزئيات الذرات بسرعات كبيرة تجعلها تصطدم بشدة مع بعضها البعض وتندمج عدة مرات متكررة بما يولد كمية هائلة من الطاقة. عندما تتعرض ذرات الديتريوم والتريتيوم إلى درجات الحرارة العالية جداً واللازمة لعملية الاندماج النووى تصبح الذرات - ذات الشحنات المتعادلة كهربيا - فى حالة تأين Ionized أي تنفصل إلى الكترونات ذات شحنات سالبة، وأيونات ذات شحنات موجبة ، ويسمى هذا المزيج من الجزئيات الذرية المتأينة بالبلازما، تميل البلازما الساخنة للتمدد ، ولكن حتى يتم حدوث الاندماج لابد من تماسك البلازما أي محاصرتها وتحويطها لزمن قصير على الأقل، وعند درجة حرارة وكثافة عاليتين تحدث عملية اندماج النوى، وتتولد طاقة حرارية يمكن تحويلها إلى بخار ثم إلى طاقة ميكانيكية ومنه إلى طاقة كهربية.

إن عملية محاصرة البلازما هى المشكلة الرئيسية فى توليد هذه الطاقة تجارياً، ولكن جاء الحل من طبيعة البلازما ذاتها، فكل جزئ فى البلازما يحمل شحنة كهربية، وكل الجزئيات المشحونة تتفاعل مكونة قوى كهرومغناطيسية ، وعليه يمكن محاصرة والسيطرة على البلازما بإحاطتها بمجال كهرومغناطيسى . تجرى الأبحاث حالياً لتطوير استخدام طاقة الاندماج النووى تجارياً واقتصادياً ، ومن المتوقع طبقاً لتقديرات خبراء مجلس الطاقة العالمى أن يتم استخدام محطات القوى الكهربية بواسطة تكنولوچيا الاندماج النووى تجارياً حول عام ٢٠٤٠.

*** طاقة الهيدروچين** Hydrogen Energy :

الهيدروجين هو أبسط عنصر عرفه الإنسان ، فهو يتكون من بروتون واحد واليكترون واحد، ويمثل أكثر من ٩٠٪ من مكونات الكون ، و٣٠٪ من كتلة الشمس، وهو ثالث أكثر العناصر توافراً على سطح الأرض. والهيدروچين غاز

ليس له لون أو طعم أو رائحة، وهو غير ســـام، يتكون من جزئ ثنائى الذرة H2 ولا يوجد منفرداً بل مرتبطاً دائماً مع عنصر آخر، فهو يرتبط بالأكسچين مكونا الماء، ويرتبط مع الكربون مكوناً مركبات مختلفة مثل الميثان والبترول.

الهيدروچين جزء من دورة نظيفة ، فعند فصل مكونات الماء إلى هيدروچين وأكسچين باستخدام الفصل الحرارى أو التحليل الكهربى باستخدام الطاقة الشمسية - وهذا ما نجح العلماء فى مركز الطاقة المتجددة فى الولايات المتحدة من عمله ، حيث ابتكروا جهازاً واحداً يقوم بفصل الهيدروچين من الماء وتحويله إلى طاقة كهربية فى نفس الوقت باستخدام أكثر من ١٢,٥٪ من الشعاع الشمسى، ولكن يقف أمامهم عائق التكلفة ، فالجهاز مازال غير اقتصادى التكلفة، يستخدم الهيدروچين الناتج لشحن خلية وقود وهو ما يطلق على البطارية الهيدروچينية ، وعند استخدامها يرتبط الهيدروچين بأكسچين الجو فينتج طاقة كهربية وماء، وهو بذلك لا ينتج أي ملوثات بيئية أو غازات سامة.

وقد استخدمت وكالة الفضاء الأمريكية NASA الهيدروچين فى برنامجها الفضائى منذ سنوات فالهيدروچين هو الوقود الذى يحمل سفن الفضاء إلى الفضاء الخارجى، وخلايا الوقود الهيدروجينية هى التى تقوم بتشغيل النظام الكهربى لسفينة الفضاء، والذى ينتج عنه ناتج واحد فقط وهو الماء النقى الذى يستخدمه رواد الفضاء فى الشرب. خلايا الوقود الهيدروچينية تنتج الكهرباء بفاعلية عالية، ولكن تكلفتها مازالت مرتفعة فى الوقت الحالى.

استخدام الهيدروچين كوقود - وخصوصاً للسيارات - هو المتاح الآن إما فى صورة هيدروجين نقى وبالتالى لا ينتج أيَ نسب تلوث أو مضافا للبنزين أو الديزل، وبالتالى يخفض نسبة الانبعاثات الملوثة من ٣٠٪ إلى ٤٠٪ ، والهيدروچين أيضاً يمكن أن يكون وقوداً مثالياً للطائرات، فهو ينتج كمية أكبر من الطاقة، وبالتالى ستحتاج الطائرات إلى كمية أقل من الوقود، كما أنه أخف من الوقود الحالى وبالتالى ستستطيع الطائرة زيادة حمولتها.

وعن إنتاج الهيدروچين طبيعياً اكتشف العلماء بعض الأنواع من الطحالب والبكتيريا التى تقوم بإنتاج الهيدروچين كناتج طبيعى ، وتجرى الأبحاث حالياً حول حث تلك الطحالب على إنتاج كميات أكبر من الهيدروچين . يعتبر الماء الموجود فى البحار والمحيطات مصدر هائل لا ينضب للهيدروچين ، لأنه يتكون من أكسچين وهيدروجين ، ويمكن فصلهما عن بعضهما بواسطة التحليل الكهربى القلوى للماء Alkeline Water Electrolysis .

يتكون نظام التحليل الكهربى القلوى للماء من مجموعة من المصاعد Anodes والمهابط Cathodes معزولة عن بعضها البعض بأغشية Membranes نصف نفاذة أو بفواصل تصنع من مادة الأسبستوس ، وجميعها مغمورة فى سائل كهربى (الكتروليت) يكون فى العادة هيدروكسيد البوتاسيوم. داخل وعاء يمرر فيه تيار مستمر Direct Current خلال الخلية ، ويتحلل الماء لتوليد الهيدروچين على مجموعات المهبط، بينما يتجه الأكسچين إلى مجموعات المصعد ، وتقوم الفواصل بالعزل بين الغازين.

حديثاً تم اختراع بطاريات الهيدروچين Hydrogen Energised Battery وتسمى بالبطارية المعدنية Metal Battery وهذه يمكن استخدامها لإدارة السيارة أو لتشغيل جهاز كهربى، وقد اخترع فى بلدان عديدة أجهزة تستخدم الهيدروچين كوقود. ففى الولايات المتحدة اخترع محرك Motor ذو أربعة سلندرات يستخدم الهيدروچين الذى يحترق مثل البنزين، ونواتج الاحتراق لاتسبب تلوثاً للبيئة لأنها عبارة عن بخار ماء وهواء وقليل من أكسيد النيتروچين . وتتركز الأبحاث الآن على اختراع محرك قوى يمكن استخدامه فى وسائل المواصلات مثل القطارات.

أيضاً نجح العلماء فى ضغط الهيدروچين وتحويله إلى صورة صلبة يمكن حفظها لمدة بسيطة وإذا أمكن الحفاظ على صورته الصلبة لمدة أطول باستخدام ضغط مناسب فسوف يمكن تخزين الهيدروچين بكميات كبيرة فى مساحة بسيطة وعند الحاجة إليه يتم حرقه مع الأكسچين للحصول على الطاقة ويمكن فى هذه الحالة أن يحدث

الهيدروجين ثورة فى وسائل النقل والمواصلات، شى واحد يعوق استخدام الهيدروجين على نطاق واسع هو احتمال انفجاره حتى بشرارة صغيرة، ومع هذا فقد أصبح الهيدروجين الشمسى الذى نحصل عليه من تحليل المياه باستخدام الخلايات الكهروضوئية وسيلة سهلة وآمنة للحصول على الهيدروجين لكى يكون الطاقة المثالية كما تنبأ عام ١٨٧٤ جوليس فيرنى فى كتاب «الخيال العلمى».

★ خـــلايـا الوقـــود Fuel Cells :

خلايا الوقود هى صورة من صور تحويل الطاقة الكيميائية المختزنة فى المركبات الهيدروكربونية إلى طاقة كهربائية مباشرة. والوقود المستخدم فى هذه الخلايا هو إما الهيدروچين أو الغاز الطبيعى أو الميثانول أو الغاز المشتق من الفحم، مع الاستعانة بالأكسچين أو الهواء الجوى . تغذى هذه المواد الكيماوية خلية الوقود لإنتاج الكهرباء.

تعتبر تطبيقات الهيدروچين من أوسع التطبيقات، حيث يمكن الحصول عليه من التحليل الكهربى "Electrolysis of Water". وفكرة عمل خلية الوقود تعتمد على وجود غشاء فاصل Membrane من الحديد سطحه مغطى بمساعد حفزى Catalyst من البلاتنيوم Platinum وعند دخول الهيدروچين يعمل البلاتنيوم على فصله إلى بروتون Protons وإلكترون Electrons ويسمح الغشاء الفاصل بمرور البرتونات، ولا يسمح بمرور الإلكترونات التى لا تجد وسيلة للعبور إلا من خلال سلك حول الغشاء الفاصل ، ليتولد فيض من الإلكترونات فى السلك، والحصول على تيار كهربى مستمر وفى الناحية المقابلة من الغشاء يتحد الإلكترون مع البروتون مرة أخرى وفى وجود هواء جوى يتكون ماء وحرارة.

إن خلايا الوقود نوعاً من أنواع تخزين الطاقة، حيث إنها تبدأ فى استخدام الكهرباء فى التحليل الكهربى وتنتهى بالحصول على الكهرباء عند الاستخدام . عند التجربة العملية لخلايا الوقود وجد أنه تتكون فى النواتج بعض من مركبات أكاسيد النيتروجين (NOX) وأكاسيد الكبريت (SOX) وهى أكاسيد ضارة جداً، وللتغلب

عليها يمكن تركيب ممصات لهذه الأكاسيد مع الخلية. أما أهم مميزات خلايا الوقود الهيدروچينية فهى كفاءة التشغيل العالية لأنها تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بشكل مباشر مما لا يسبب أي فقد فى الطاقة، وهى تكنولوچيا آمنة لأن الهيدروجين لا يحتوى على عناصر تسبب آية أخطار . من أهم المميزات أيضاً طول عمرها الافتراضى ، وانخفاض تكلفة التشغيل والصيانة، وإمكانية التحكم فى حجمها حسب الطاقة الكهربية التى تحتاجها للتشغيل. وأخيراً فإن خلايا الوقود الهيدروچينية من تكنولوچيات الطاقة التى لا تلوث البيئة، ولا توجد لها أي عوادم جانبية ضارة على صحة الإنسان أو البيئة.

*** الهيدروديناميك المغناطيسى** Magneto - Hydrodynamics :

إن عملية التوليد الهيدروديناميك المغناطيسية ، أو مولدات البلازما الكهربائية هى عملية لتوليد الطاقة الكهربية ، يجرى تطويرها منذ الستينيات من القرن الماضى فى الولايات المتحدة الأمريكية، وروسيا ، وبعض الدول الأخرى المتقدمة تكنولوچياً. يعمل مولد البلازما بتمدد البلازما الساخنة من احتراق وقود مناسب مع مؤكسد Oxidizer وخلال فونيه Nozzle ، ثم إلى مجرى، ويحقن ملح معدنى قلوى يسهل تأينه Ionized أثناء الحريق ليجعل البلازما موصلة كهربائياً. عند تسليط مجال مغناطيسى على المجرى، فإن مجالاً كهربياً يولد بالحث فى البلازما. فى تكنولوچيا مولدات القدرات النبضية Pulse Power فإضافة إلى عملية الحريق، يمكن إنتاج البلازما من خلال فرقعة مفجرات بدرجات مكثفة ، وفى هذه الحالة تنتج البلازما على هيئة كتلة تخترق قناة المجرى فى صورة نبضات.

إن كثير من محطات القوى الكهربية فى الولايات المتحدة الأمريكية تعمل بالفحم، لذا فمن المخطط استخدام مولدات الطاقة بواسطة هذه التكنولوچيا فى نظام مشترك مع الفحم، أو مركب من البلازما / البخار، وبذلك يمكن رفع كفاءة وحدات التوليد التى تعمل بالفحم لإنتاج الكهرباء. تنتج البلازما بحرق الفحم ليسخن الهواء لدرجات حرارة تتراوح بين ألفين وثلاثة آلاف درجة مئوية. يحقن هذا

الهواء الساخن بأحد أملاح البوتاسيوم والذى يجعله موصلاً للكهرباء، ثم تدفع البلازما بسرعة وضغط عاليين خلال صندوق له شكل النفق الطويل يسمى قناة الهيدروديناميك المغناطيسى ، ويحيط بهذه القناة من جميع الجهات مغناطيس قوى يولد مجال مغناطيسى مكثف. تتمدد البلازما أثناء تدفقها خلال المجال المغناطيسى مولدة بذلك طاقة فى الموصلات الكهربية ، أو الأقطاب التى على جدران القناة. ثم توصل الطاقة الكهربية من الأقطاب إلى نظام نقل الطاقة التقليدى للاستخدام عن طريق شبكات توزيع الطاقة.

الغلاف الجوى وطبقة الأوزون :

تمتص المادة الحية بصفة مستمرة كميات كبيرة من الهواء، تتفاعل معها وتنطلق منها فى الهواء غازات مختلفة . وعلى مر الزمان طويل المدى يرتبط التغير فى الغلاف الجوى مع تطور الحياة ونمطها على الأرض. ظهر غاز الأكسچين فى الغلاف الجوى للأرض بعد وقت طويل من ظهور الكائنات الحية وحيدة الخلية، فقد استعملت هذه الكائنات الأولى مواد ناتجة من العمليات الجيولوچية كغذاء لها. احتوت هذه المواد الهيدروچين وكبريتيد الهيدروجين المتصاعد من البراكين، وكانت هذه المواد هى مصدر الطاقة للخلية، وبعد انقضاء زمن طويل نشأت عملية التمثيل الضوئى الذى يتم فيه استخدام ضوء الشمس كمصدر للطاقة لتخليق الكربوهيدرات من الماء وثانى أكسيد الكربون المتوافر بكثرة فى الهواء. وبذلك اكتمل نظام الحياة الذى نعيشه الآن ، ولكن غيرت هذه العمليات توزيع كثير من مكونات الغلاف الجوى.

يعتبر ثانى أوكسيد الكربون غاز حابس للأشعة تحت الحمراء، وبذلك يظل كوكب الأرض دافئاً ، ويتجدد ثانى أوكسيد الكربون بتنفس النباتات والحيوانات، وأيضاً عن طريق انبعاثه من البراكين والينابيع الحارة. كذلك يختزن جزء من ثانى أوكسيد الكربون الموجود فى الغلاف الجوى على هيئة حجر جيرى أو رخام، وعلى هيئة غاز طبيعى ونفط وفحم، وعلى هيئة مادة عضوية متداخلة فى التربة. وعليه فإن

جميع الكائنات الحية تشترك معاً فى تكوين تركيب الغلاف الجوى، كما أن التغيرات التى تتم فى الغلاف الجوى تؤثر على الحياة على كوكب الأرض. نظام قائم على التفاعل المستمر بين جميع عناصر منظومة الكون.

يتكون الأوزون من اتحاد جزئى من الأكسچين (O_2) مع ذرة من نفس الغاز (O) أي أنه عبارة عن ثلاث ذرات أكسچين متحدة مع بعضها البعض ويرمز له بالرمز الكيميائى(O_3) . ويعتبر الأوزون أحد مكونات الغلاف الجوى فى مجموعة الغازات النادرة ، المتغيرة المقدار مثل بخار الماء وثانى أكسيد الكربون والميثان وثانى أكسيد النتروچين والأوزون . . . إلخ ومجموعة هذه الغازات النادرة تمثل نسبة ضئيلة لا تزيد عن ١٪ من مكونات الغلاف الجوى.

ويتكون غاز الأوزون فى الطبقة الثانية من الغلاف الجوى (من ١٠ إلى ٥٠كم من سطح الأرض) والمسماة بطبقة الأستراتوسفير Stratosphere فى عملية تسمى التحلل الضوئى. وفى هذه العملية تؤثر أشعة الشمس على جزئيات الأكسچين الموجودة فى تلك الطبقة فينقسم جزئ الأكسچين إلى ذرتين والتى يتحد إحداها مع جزئ أكسچين مرة أخرى فيتكون جزئ أوزون (O_3) ، ويتم هدم الأوزون طبيعياً من خلال سلسلة من التفاعلات يدخل فيها غاز الأكسچين نفسه مرة أخرى مع غازات النيتروچين والهيدروچين والكلور.

والأوزون كلمة يونانية معناها (رائحة) نسبة للرائحة النفاذة للأوزون عند تواجده فى تركيزات كبيرة ولونه أزرق باهت وسريع الانتشار . والأوزون بطبيعته غاز سام ومؤثر قوى يتحول إلى سائل عند درجة ١١٢°م وهو عامل مؤكسد قوى خاصة على الفضة والزئبق كما أنه يستخدم فى تنقية الهواء والماء.

يسمح التركيب الجزئى للأوزون بامتصاص نوع معين من ضوء الشمس فوق البنفسجى (الفئة ب) ، والتى من الممكن حالة وصول هذه الأشعة إلى سطح الأرض أن تسبب حروقاً شمسية وسرطان الجلد، كما يمكن أن تسبب فى تدمير الأسماك التى تعيش بالقرب من سطح الماء. إن هذه الأشعة الفوق بنفسجية تسبب تغيراً

ملموساً فى المادة البيولوچية فيعانى أي نسيج حى يتعرض لها من آثار سلبية . يتكون الأوزون كل يوم خلال ساعات النهار بواسطة تفاعلات أشعة الشمس الشديدة، وكذلك يتحطم جزء من الأوزون الموجود بالاستراتوسفير بتفاعله مع مواد كيميائية موجودة بصفة طبيعية فى هذه الطبقة من الغلاف الجوى. وتتساوى الكمية المتكونة من الأوزون تقريباً مع الكمية التى تتحطم ولكن مع نمط الحياة الحديثة، ونتيجة للاستهلاك المكثف للطاقة ، وزيادة انبعاث غاز الكلور الذى يساعد فى زيادة معدل تحطيم الأوزون ، فإن مزيداً من الضوء فوق البنفسجى يخترق الغلاف الجوى مما يتسبب فى كوارث بيئية وبيولوچية للكائنات الحية على سطح الأرض.

الطاقة والبيئة:

تواجه معظم المراكز الحضرية فى العالم النامى مشكلات اجتماعية واقتصادية ، فبينما اتخذت بعض الإجراءات لإدخال الغاز الطبيعى، أو أنواع الوقود الأحفورى الأنظف فى القطاع المنزلى ، إلا أن التحضر السريع المرتبط بالتحرك الريفى نحو المدن، والمصاحب بالاستخدام المستمر للعديد من محطات القوى الكهربية والمصانع القديمة المفتقرة إلى الكفاءة أدى إلى زيادة التلوث البيئى على كل من المستويين المحلى والإقليمى ، ويتبدى أحد الدلائل على ذلك فى سحابة التلوث التى غطت جزءاً كبيراً من المحيط الهندى، وأسفرت عن سقوط الأمطار الحامضية مع كل هبوب لزوابع المنسون الموسمية.

وعلى المستوى العالمى فإن حدود بعض الموارد الطبيعية الكبرى التى يتشارك فيها الجميع (مثل طبقة الأوزون ، ورصيد الأسماك فى البحار والمحيطات، والغلاف الجوى وقدرته على امتصاص انبعاثات غازات الدفيئة سواء الطبيعية أو التى تتسبب عن النشاط البشرى) ، وكذا القضايا الأخرى التى تؤثر على مناطق شاسعة وأعداد ضخمة من البشر، كالموارد المائية متزايدة الندرة، والتصحر، وفقدان التنوع الأحيائى، وتأثير المخصبات والمحاصيل المعدلة وراثياً على صحة الإنسانية . . التى لا تعدو إلا أن تكون مجرد أمثلة فقط، قد تزايدت فى الأهمية فى السنوات الأخيرة.

يعتبر البروتوكل الذى صدر فى ديسمبر ١٩٩٧ فى كيوتو باليابان فى شأن انبعاثات غازات الدفيئة واقعاً سياسياً جديداً ذا مغزى خطير بعيد الأثر، وتسليماً بالأهمية الكبرى لهذه العملية الدولية، واعتبار تهديد التغير المناخى تهديداً لقطاع الطاقة، والهيئات التى تعمل فى هذا المجال. لقد ارتفع التركيز الجوى لثانى أكسيد الكربون، الذى بلغ حوالى ٢٨٠ جزء فى المليون حجماً عام ١٧٨٠ (فى بداية الثورة الصناعية) ، إلى ٣٢٠ جزءاً فى المليون حجماً عام ١٩٦٥ وإلى ٣٦٧ بحلول عام ١٩٩٩، وكان التركيز الجوى للميثان حوالى ٧٠٠ جزء فى البليون حجماً عام ١٧٨٠ ويصل حالياً إلى ١٧٥٠. ومن المعروف أن غازات الدفيئة الأخرى بخلاف غاز ثانى أكسيد الكربون لها تأثير دفيئى أكبر بكثير لوحدة الحجم، فعلى مدى فترة زمنية مقدارها ١٠٠ عام يعتقد أن تأثير الميثان ٢١ ضعف الأثر الدفيئى لثانى أكسيد الكربون، وتأثير أكسيد النيتروز ٣١٠ ضعفا، وتأثير هكسافلوريد الكبريت ٢٣,٩٠٠ ضعف، وتأثير الهيدروفلوروكربونات HFCs والبيرفلوروكربونات PFCs بين ١٥٠ و ١١,٧٠٠ ضعف، وهذا التأثير الدفيئ اصطلح على تسميته «احتمالية الدفيئة العالمية».

مع تكوين الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عام ١٩٨٨ ، وسلسلة اجتماعات لجنة التفاوض الدولى بين عام ١٩٩١ ، و١٩٩٤ ، تزايد مستوى الفعالية السياسية فى هذه القضية إلى درجة كبيرة. ولقد قادت عملية التفاوض الدولى إلى وضع المسودة الأولى للاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة المعنية بتغير المناخ الذى تم تبنيها فى نيويورك فى مايو ١٩٩٢ ، ووقعتها ١٥٤ دولة بالإضافة إلى الاتحاد الأوروبى فى الشهر التالى فى مؤتمر قمة الأرض فى ريودى جانيرو ، ولقد دخلت الاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة فى التغير المناخى (أو اتفاقية المناخ) حيز التنفيذ فى مارس ١٩٩٤ ، والملامح الرئيسية للاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة المعنية بتغير المناخ هى:

- إحراز هدف تثبيت تركيزات غازات الدفيئة فى الغلاف الجوى عند مستوى يمنع التغيير الخطير فى منظومة المناخ.

- حماية المناخ يجب أن تتم على أساس من المساواة ووفقاً للمسئوليات المشتركة ولكن المتباينة ، وقدرات كل دولة وما يخصها ، ولذا يتعين على الدول الصناعية المتقدمة أن تمسك بدفة القيادة وتحرز قصب السبق والإرشاد.

- الاحتياجات النوعية والظروف الخاصة للدول النامية يجب أن يقدم لها كل الإعتبار وعلى الأخص الدول المعرضة للمخاطر.

- يجب تحبيذ - والدفاع عن - نظام اقتصادى دولى مفتوح ، بدون قيود على التجارة، ويؤدى إلى نمو اقتصادى مستدام.

- التنمية الاقتصادية والاجتماعية ، واستئصال شأفة الفقر ، يجب إدراكهما باعتبارهما أولوليات أولى ومتقدمة للدول النامية.

- جهود خاصة يجب أن تبذل لتعزيز وتمويل نقل، أو الوصول إلى التكنولوچيات الملائمة بيئياً والمعارف التقنية ، على الأخص من الدول المتقدمة إلى الدول النامية.

فى آواخر عام ١٩٩٩ كانت أكثر من ١٨٠ دولة قد صادقت على الاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة المعنية بالتغير المناخى. على أنه رغم انعقاد خمسة مؤتمرات للأطراف وأعمال لجنتين فرعيتين للاتفاقية (للتنفيذ ، والمشورة العلمية والتكنولوچية) فليس هناك تأكيدات بشأن ما أمكن إحرازه حتى الآن.

عقدت عدة مؤتمرات خاصة بالبيئة فى برلين فى عام ١٩٩٥ ، وفى جنيف عام ١٩٩٦ ، ثم كان المؤتمر الثالث فى كيوتو باليابان. استطاع المؤتمر الذى عقد فى كيوتو فى ديسمبر ١٩٩٧ أن يبرز للوجود بروتوكول كيوتو، معتزماً أن يجعله تعهداً ملزماً قانونياً على ٣٨ دولة صناعية بالإضافة إلى الجماعة الأوروبية ، للحد من أو تقليل، انبعاثاتها من ستة غازات دفيئة أخذت معاً بنسب مئوية إما من مستويات عام ١٩٩٠ (لثانى أكسيد الكربون CO2 ، والميثان CH4 ، وأكسيد النيتروز N20) أو مستويات ١٩٩٥ (فى حالات الهيدروفلوركربونات HFCs ، والبيرفلوركربونات PFCs ،

وسادس فلوريد الكبريت SF6) بحلول الفترة ٢٠٠٨ - ٢٠١٢ . وفى آواخر عام ١٩٩٩ كان ما يزيد على ٨٠ دولة قد وقعت على بروتوكول كيوتو، كما صادقت عليه ١٦ دولة ، ويحتاج إقرار البروتوكول وإجازته مصادقة ٥٥ دولة على الأقل -تحتاز مجتمعة - على ٥٥٪ من الإنبعاثات الإجمالية من ثانى أكسيد الكربون.

وأهم مستهدفات بروتوكول كيوتو هى:

- خفض انبعاثات الدول الصناعية بحوالى ٥٪ من إجمالى مستويات ١٩٩٠ خلال عقد واحد أو نحوه، حتى يمكن عكس الاتجاه الصاعد للإنبعاثات الذى تم رصده على مدى القرنين الماضيين.

- تدعيم كفاءة الطاقة ، وتعزيز الأشكال الجديدة والمتجددة من الطاقة ، وتكنولوچيا احتجاز الكربون ، والتكنولوچيات المبتكرة الملائمة بيئياً.

- التخلص من الدعم فى كل القطاعات الباعثة لغازات الدفيئة التى تجرى فى اتجاه مناقض لأغراض الإتفاقية الإطارية للأمم المتحدة فى التغير المناخى ، وتطبيق آليات السوق.

انعقد المؤتمر الرابع فى بوينس أيرس بالأرجنتين فى نوفمبر ١٩٩٨ ، وتميز بانقسامات عديدة بين الأطراف، وبين تجمعات الدول التى شملت دول مجموعة ٧٧ بالإضافة إلى الصين ، ودول مجموعة الاتحاد الأوروبى، كما أن دفعة التحرك التى بدأ أنها تولدت من كيوتو لاحت منهارة، وقد تم الترحيب ببزوغ خطة عمل «بوينس أيرس» كدليل على أن الأطراف رغبت فى دعم تنفيذ الاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة المعنية بتغير المناخ، والإعداد للدخول المستقبلى لبروتوكول كيوتو حيز النفاذ. ومازال مسلسل الاجتماعات السنوية مستمراً، بينما البيئة تئن ، ومازال المعدم الذى يعيش فى الدول النامية يدفع من صحته رفاهية أخوه الإنسان الذى يعيش فى الدول المتقدمة التى تستهلك بشراهة طاقة كوكبنا ، وتلوث بدون ندم مناخ أنعمه الله على جميع البشر.

الطلب المستقبلى على الطاقة :

حتماً سينضب البترول فى يوم من الأيام - قد يطول أو يقصر - فالعالم يستهلك حالياً نحو ٨٠ مليون برميل يومياً، أي ما يقرب من ٣٠ بليون برميل فى العام ، وتتوقع وكالة الطاقة الدولية ارتفاع معدل الطلب على البترول إلى ٤٥ بليون برميل فى عام ٢٠٣٠ . تقدر وكالة الطاقة الدولية أن هناك نحو تريليون برميل تقريباً - أي ما يعادل ٧٠٪ - غير مكتشف خارج منطقة الشرق الأوسط. ولكن توجد عقبات اقتصادية وسياسية لاستخراج هذا الرصيد، تعتبر أسعار البترول حالياً منخفضة نسبياً مما يثبط همة أعمال التنقيب خارج منطقة الشرق الأوسط. تؤكد الأبحاث وجود البترول بكميات كبيرة فى مناطق أخرى من العالم مثل سيبيريا وقبالة الساحل البرازيلى، ولكن السعر الحالى للبترول لا يشجع على استخراجه، لأرتفاع تكلفة ضخه، لذا يرى المحللين الاقتصاديين ومحللى نظم الطاقة أن لأرتفاع سعر البترول له ميزاتين، أولهما تخفيض الطلب عليه، وثانيهما تشجيع عمليات التنقيب، لبلوغهما المستوى الاقتصادى.

سيواجه العالم بعد عام ٢٠٣٠ عقدين أو ثلاثة عقود بالغة التحدى فى عدم التأكد من معدلات الطلب على البترول والغاز الطبيعى. وحيث أن التطور فى استخدام الطاقات الجديدة والمتجددة لا يسير بالمعدلات التى كانت متوقعة منذ حوالى عقدين من الزمان، فستزيد الضغوط من أجل اتخاذ موقفاً واضحاً من التوسع فى الطاقة النووية، أما مخزون الفحم فقد يكفى الاستهلاك لمدة تتراوح ما بين مائتى عام وأربعمائة عام حسب معدلات الاستهلاك منه. إن معظم الطلب على الطاقة ناتج عن الزيادة السكانية ، فربما يتجاوز عدد سكان العالم ١٣ بليون نسمة بحلول عام ٢١٠٠ ، سيعيش ٨٧٪ منهم فى الدول النامية الحالية. سوف يبدأ فى منتصف هذا القرن - وربما قبل ذلك - الكثير من التوتر وعدم الاستقرار بين دول العالم المختلفة، نتيجة للتوزيع الغير عادل للموارد الطبيعية (مياه، وقود أحفورى، . .)، وسوف يظهر مستقبلاً الحاجة الماسة إلى الطاقة الشمسية ، وطاقة الرياح، وباقى الأنواع

المختلفة من الطاقات الجديدة والمتجددة، المقبولة بيئياً والمجدية اقتصادياً ، ستكون هناك حاجة أيضاً إلى المفاعلات النووية الولود السريعة، ومفاعلات الاندماج النووى.

يحوى الجدول (٢) الطلب العالمى على الطاقة لعام ١٩٩٠ بالألف مليون طن بترول مكافئ وكذلك التنبوء المستقبلى بالطلب على الطاقة فى عام ٢٠٥٠& ٢١٠٠.

يبين الجدول أن نسبة مشاركة الوقود الأحفورى سوف تتناقص ، بينما سيزداد الاعتماد على الطاقات الجديدة والمتجددة ، أما بالنسبة لانبعاثات ثانى أكسيد الكربون فقد تستطيع دول العالم الحد من زيادته وذلك إذا تكاتفت الجهود المبذولة للحد منه.

العـــــام	١٩٩٠	٢٠٥٠	٢١٠٠
الطلب العالمى على الطاقة (ألف مليون طن بترول مكافئ).	٨,٨	٢٣,٠	٣٣,٠
الوقود الأحفورى كنسبة من الطاقة الأولية	٧٧٪	٥٧٪	٣٣٪
الطاقات الجديدة والمتجددة كنسبة من الطاقة الأولية	٢٪	١٤٪	٢٦٪
الطاقة النووية كنسبة من الطاقة الأولية	٥٪	١٥٪	٢٨٪
انبعاثات ثانى أكسيد الكربون (ألف مليون طن)	٥,٩	١٢,٠	١١,٤

جدول (٢) الطلب العالمى على الطاقة

ومساهمات الأنواع المختلفة من الطاقة، وانبعاثات ثانى أكسيد الكربون.

- وقود أحفورى Fossoil Fuel : فحم - بترول - غاز طبيعى.

- السيناريو المتوسط - تقرير مجلس الطاقة العالمى.