

## وقود استمد طاقته من الشمس

طاقة الشمس التي تصل إلينا طاقة نظيفة ٠٠٠ تغيد ولا تضر ، إذا أحسن استخدامها ٠٠٠ تطهر ولا تلوث ٠٠٠ تبني مواد عضوية ولا تهدمها ٠٠٠ لم يحدثها الإنسان بل كان ظهورها أسبق من ظهور الإنسان ٠٠٠ بل سبقت ظهور كافة أحياء الأرض ٠٠٠ بل كانت أسبق نشأة من الأرض . طاقة الشمس تعطي الإنسان نوراً ودفناً ، وتمنحه طاقة حرارية مباشرة من أشعتها وطاقة كامنة من مخزونها في أخشاب النباتات ومخلفات الحيوانات ، وطاقة حرارية أخرى من بقايا أحياء الأرض المكورة دهوراً في باطن الأرض والتي تحولت إلى ما نعرفه من وقود حفري .

الشمس هي أم الطاقات ، أو المصدر الأساسي الأول لكافة الطاقات المستخدمة لجميع ما على الأرض من أحياء ، تحصل عليها النباتات مباشرة وتُخزن بعضها في تركيباتها العضوية ، فتكون مصدراً للطاقة المطلوبة لباقي المخلوقات . كذلك فإن كافة قاطنى الأرض من أحياء يستفيدون من الحرارة المباشرة للشمس أو من حرارة الشمس المنعكسة من سطح الأرض في التدفئة وإنضاج الطعام . طاقة الشمس تبخر الماء وتكون السحب وتسقط الأمطار فتجرى الأنهار . ومن جريان الماء ومن مساقط المياه تكمن طاقة تستخدم في توليد الكهرباء وإدارة للتوربينات وتشغيل بعض الصناعات .

طاقة الشمس تعمل على حركة الرياح ، ومن الرياح يمكن تشغيل طواحين الهواء ، ومن هذه الطواحين يمكن تشغيل توربينات وتوليد كهرباء ورفع المياه الارتوازية من باطن الأرض وري الأراضي .

الجاذبية الحادثة بين كل من الشمس والقمر مع الأرض تتسبب فى حدوث المد والجزر فى سواحل البحار والمحيطات . يمكن الاستفادة من حركة المد والجزر فى الحصول على طاقة ، قدرها بعض الخبراء بما يعادل ثمانية مليون مليون طن

بترول سنويا ، أى ما يعادل أكثر من ألف مرة الطاقة الناتجة عن إستخداماتنا السنوية للوقود الحفرى من فحم وبترول وغازات طبيعية .

حديثا ، أمكن تخزين جزء من طاقة الشمس فى مواد خاصة بحيث يمكن الاستفاده منها ليلا أو عند تكاثف السحب نهارا ، فقد أمكن تدفئة المنازل وإزالة ملوحة مياه البحار وتوليد الكهرباء وتسيير السيارات بالطاقة الشمسية . وقد عرفت فوائد الشمس من أزمنة قديمة وقدر قيمتها المصريون القدماء وسجلوا ذلك فى نقوشاتهم وكتاباتهم .



شكل 12 : قنماء المصريين عرفوا قيمة الشمس وأهميتها للإنسان

أنواع الوقود ، الذى استمد طاقته من أشعة الشمس ، أى للنتاج عن حركة الحياة النباتية والحيوانية ، والتي اعتمدت فى بناء أجسامها ، كما ذكرنا ، على الطاقة الشمسية ، نوعان أساسيان ، الأول نوع بيولوجى متجدد ويشمل الأخشاب وروث الحيوانات ، والثانى نوع حفري هو فى الأصل بيولوجى تحول خلال ملايين السنين إلى فحم أو بترول أو غازات طبيعية .

ساعدت معدلات الزيادة السكانية الرهيبة التى نعيشها فى لزيداد الطلب على الوقود ، وقد وصلت أعداد سكان الأرض فى مستهل القرن الحادى والعشرين إلى ستة آلاف مليون نسمة ، يقطن 80 % منهم فى البلدان النامية ، وقد يقترن ذلك بزيادة الطلب على الوقود .

### الوقود البيولوجى

وهو الوقود المتجدد renewable fuel الذى ينتج بصفة مستمرة ، طالما وجدت على الأرض نباتات وحيوانات ، ويكثر استخدامه فى الدول النامية وفى الأرياف وفى الصحراء ، حيث يستفاد من مخلفات النباتات من لحطب وأخشاب ، ومن فضلات المواد الغذائية العضوية ومن مخلفات الحيوانات من روث وخلافه باستخدامها كوقود .

**الأحطاب والأخشاب :** الأحطاب ، هى كافة المخلفات النباتية من سيقان وأفرع وأوراق وبقايا ثمار بعد جمع المحصول . كثيرا ما تستخدم الأحطاب كوقود فى المناطق الريفية ، فى مصر يستخدم حطب القطن بعد جنى المحصول ، وتستخدم سيقان الأرز والذرة والفول وغيرها من المحاصيل فى نهاية مواسمها ، كما تستخدم نواتج تقليم أشجار الفاكهة شتاءً وما يجمع من حشائش كوقود . فى المناطق الصحراوية يجمع البدو الأعشاب ويستخدمونها وقوداً .

الأخشاب هي أحد المنتجات النباتية الهامة ، يكثر إنتاجها في مناطق الغابات ، تتكون من سيقان والفرع لشجار معمرة بعد إزالة القلف الخارجى . يقل في الأخشاب المحتوى المائى ويزداد فيها المحتوى السليلوزى ، نتيجة للتكوين السنوى لحقات النمو ، ويترسب فيها مركبات تزيد من صلابة الخشب وتقلل من قابليته للبلل، من هذه المركبات اللجنين والسيوبرين . يستخدم الخشب في الصناعات الخشبية المختلفة من أعمال البناء وصناعة الأبواب والشبابيك والأرضيات والموبليات وخلافه . ومن أشهر الأشجار المنتجة للأخشاب ، الزان والبلوط والماهوجنى والجوز والأرز والزيزفون والأبنوس . وفى مصر تستخدم أخشاب أشجار الجميز في الصناعة السواقى والأدوات الزراعية .

الأخشاب الرديئة النوعية والأفرع النحيلة ومخلفات صناعة الأخشاب تستخدم كالأحطاب وقوداً .

الخشب هو نسيج نباتى يتكون أساساً من عناصر الكربون والإيدروجين والأكسوجين ومختزن به طاقة استمدت من الشمس ، لهذا فإنه عند حرقه أو أكسدته تنطلق منه غازات ثابى أكسيد الكربون وبخار ماء ، وتنطلق فى نفس الوقت طاقة حرارية ناتجة عن طاقة الشمس التى خزنت بها . هناك غازات أخرى قد تنطلق مع احتراق الخشب والحطب منها أول أكسيد الكربون وكاسيد الكبريت وكاسيد الأزوت . بوجه عام فإنه عند احتراق قطعة خشب أو أى وقود فإنه يصدر عنه حرارة وضياء يكونان أصلاً من الطاقة المختزنة فيهما من الشمس .

من الناحية التاريخية نجد أن اكتشاف النار الناتج عن احتراق الأخشاب والأحطاب تم بعد ظهور الإنسان بأزمنة ، وكان الإنسان أول المخلوقات التى لا تهرب من النيران ، بل يستفيد منها فى التدفئة وطهى الطعام . وقد ساعد اكتشاف النار فى تنقل الإنسان من المناطق للدافئة من الأرض إلى مناطقها الباردة ، فعمر الكرة الأرضية فى كافة أرجائها حتى وصل إلى القطبين .

تعتبر الأحطاب والأخشاب الوقود الأول الذى عرفه الإنسان ولازال يستعملها حتى الآن ، خاصة فى المناطق الريفية حيث يستفاد من مخلفات النباتات الزراعية فى هذا الغرض . كان الوقود الخشبى وحتى منتصف للقرن التاسع عشر هو المصدر الرئيسى للطاقة . فى تقدير أجرى سنة 1983 قدر ما يتم إحراقه من أحطاب وأخشاب بحوالى 1500 مليون متر مكعب سنويا فى الدول النامية ، كما قدر ما يتوقع إحراقه فى تلك الدول سنة 2000 بحوالى 2100 مليون متر مكعب .

الخشب وقود متجدد فطالما تسطع الشمس على وجه الأرض ، وطالما تنمو النباتات وتقوم بتخزين طاقة الشمس فى مكوناتها العضوية ، فبئنا سنجمع لأخشابا وأحطابا نستخدمها صناعة أو وقودا ، وسوف نستمر فى ذلك موسما وراء موسم و عاما بعد عام .

**روث الماشية :** يشيع فى الدول الفقيرة وخاصة فى مناطقها الريفية حيث يجمع روث الماشية ويعجن ويفرد فى شكل أقراص ، تجفف فى الهواء ، ثم تستخدم بعد تمام جفافها كوقود كلى أو للمساعدة فى إشعال الحطب . والماشية وهى حيوانات أكلة أعشاب يتكون روثها غالبا من الأجزاء غير المهضومة من غذائها النباتى وبالتالي فهى تحتوى على الطاقة المستمدة من الشمس .

**للمخلفات العضوية :** مخلفات المواد الغذائية العضوية وفضلات الإنسان والحيوان وكافة المخلفات الزراعية تحتوى على طاقة مستمدة من الشمس ، ويمكن استرجاع بعض من تلك الطاقة الشمسية بتخمير تلك الفضلات فينتج عن ذلك غاز الكحول أو الميثان اللذان يستخدمان كوقود ، من ذلك للغاز الحيوى biogas الذى يمكن إنتاجه من مختلف المخلفات العضوية .

## الوقود الحفري

الوقود الحفري fossil fuel هو الوقود المستخرج من باطن الأرض والذي تكون خلال ملايين السنين من نباتات وأحياء أخرى دفنت في باطن الأرض ، ودخلت في تكوينات لصخور رسوبية ، وتعرضت لضغوط عالية وحرارة شديدة الارتفاع نتيجة لما يعلوها من صخور ، إضافة إلى الغلاف الجوي . ونتيجة لتعرض تلك المواد العضوية لهذه الظروف القاسية فقدت كثير من مائها وحدث لها إختزال وتحولت إلى أشكال أخرى ، فمن خشب النباتات نتج الفحم الحجري ، ومن المواد العضوية الأخرى تكون البترول الخام والغازات الطبيعية .

ومن الوقود الحفري ، الوقود النووي nuclear fuel ، وهو الوقود الذي ينتج عن الصخور التي تحتوى على كميات كبيرة من مواد طبيعية ذات طاقة إشعاعية .

الوقود الحفري وقود نافع غير متجدد non-renewable تكون بفعل الزمان الطويل ، وبإستخدامه سوف ينفد ، وقد بدأ إستخدامه فى إنجلترا فى القرن الثامن عشر ، ومن المتوقع إستهلاكه تماما بنهاية القرن الحادى والعشرين .

الوقود الحفري هو أحد نواتج الطاقة الشمسية حيث أن أصله نباتى أو كائنات أخرى اعتمدت فى غذائها على النباتات خلال التدرج فى السلم الغذائى . يحتوى الوقود الحفري على بعض الطاقات الكامنة التى استمدت من طاقة الشمس منذ ملايين السنين . نظرا لأن المادة العضوية الأساسية التى تكون منها الوقود الحفري ، تحتوى فى تركيباتها على عناصر الكربون والإيدروجين والأكسوجين بجانب مكونات أخرى بنسب بسيطة ، فإن إختزال تلك المادة العضوية أثناء تعرضها الطويل لقوى الضغط الشديد والحرارة المرتفعة ، أدى إلى تحول معظم المكون الفحمى إلى عنصر الكربون ، كما تحول معظم المكون البترولى والغازات الطبيعية إلى مركبات تعرف بالهيدروكربونات ، أى أنها تتكون أساسا من عنصر الكربون والإيدروجين . من ذلك يتضح لنا أن كافة أنواع الوقود الحفري يكاد يخلو

من عنصر الأكسوجين ، مما ميزه بطاقة شديدة للتأكسد التي ينتج عنها إنبعاث حرارة شديدة وإنتلاق غازات مختلفة .

فى تقدير حديث وجد أن ما يقرب من ألف مليون طن من المواد العضوية التي تتكون حالياً تدخل سنوياً فى تكوين ترسيبات جديدة ، ولكن تحويلها إلى وقود حفري سوف يتطلب التعرض لضغوط مرتفعة مصحوبة بحرارة شديدة لعدة ملايين من السنين الأخرى المستقبلية .

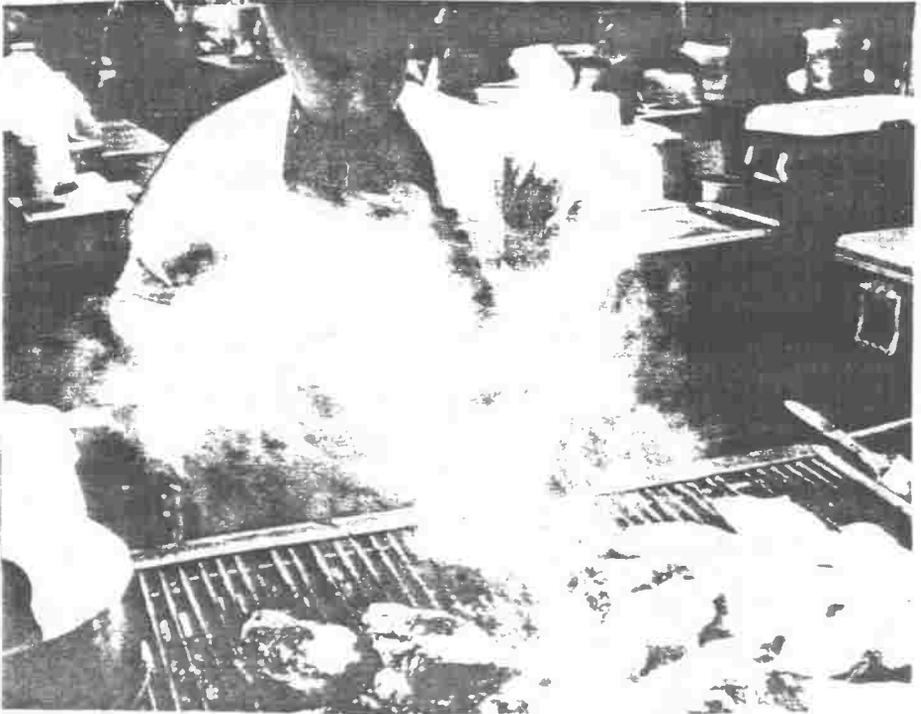
**الفحم :** يشاهد الفحم عادة فى صخور ترجع إلى العصر الكربونى carboniferous period والتي يرجع تاريخها إلى 345 مليون سنة . اكتشفت مناجم الفحم فى العصور الوسطى ، وأصبحت المصدر الرئيسى للطاقة المستخدمة منذ أوائل القرن العشرين ولفترة طويلة ، إستخدم فيها للفحم بالمنازل والمصانع ومحطات توليد الكهرباء ووسائل النقل . يقدر استهلاك للفحم فى الوقت الحالى بحوالى 30 % من إستهلاك الطاقة . ويقدر المخزون الحالى من الفحم فى العالم بحوالى 17 مليون مليون طن ، ثلثى هذه الكمية توجد فى آسيا . هذا ويعتقد أن الفحم سوف يكون آخر وقود حفري يستخدمه الإنسان بعد أن يتم نفاذ كل من الغازات الطبيعية والبتروول .

حتى عهد قريب كانت التدفئة المنزلية فى معظم البلاد الأوربية تعتمد على الطاقة المستمدة من إحراق الفحم الحجرى ، ولهذا كانت معظم حجرات المنازل مجهزة بأماكن خاصة معدة لإشعال الفحم ، تعلوها مداخن تسمح للغازات الناتجة عن الاحتراق بالصعود خلالها حتى تصل إلى الجو الخارجى أعلى للمنزل . وفى مصر وكثير من دول الشرق الأوسط اعتاد البعض على إحراق للفحم للتدفئة فى مواقد فخارية توضع وسط الحجرات ويتجمع حولها أفراد الأسرة طلباً للدفء فى أيام الشتاء القارصة البرودة .

عند احتراق الفحم ينطلق عنه ، وخاصة فى حالة عدم الاحتراق الكامل ، دخان ورماد متطاير بجانب مجموعة كبيرة من الملوثات التي تشمل على غازات سامة

غير عضوية وهيدروكربونية عديدة الحلقات قد تسبب السرطان ، إضافة إلى عناصر مختلفة تقدر بحوالي أربعين عنصراً منها الكاديوم والزنبق والرصاص والكبريت وبعض العناصر المشعة كاليورانيوم والراديووم والثوريوم . تتراوح نسبة الكبريت في الفحم ما بين 0.3 % إلى 5 % ، وتصل نسبة الرماد إلى 50 % .

في السنوات الأولى للثورة الصناعية ظهرت العلاقة بين الفحم وقوة البخار . إكتشف ستيفنسن George Stephenson طاقة البخار الناتجة عن تسخين الماء ، وقد استخدمت تلك الطاقة في تصنيع أول قاطرة تسير بالفحم وذلك سنة 1814 . وقد ساعد انخفاض أسعار الفحم في ذلك الوقت على التوسع في استخدام طاقة البخار في



شكل 13 : شى اللحم على الفحم والدخان المتصاعد من الحريق

تحريك الآلات ، وفي نفس الوقت فإن التوسع في استخدام الآلات التي تعمل بالبخار قد جعل عملية استخراج الفحم من مناجمه عملية اقتصادية . وقد أدى هذا إلى زيادة تدريجية في إستهلاك الفحم ، فقد وجد أن الإستهلاك العالمي للفحم ، ارتفع في المدة من سنة 1925 حتى 1965 بمعدل 1.6 % سنويا . كما لوحظ أن استهلاك الفحم بدأ بالتناقص مقارنة بالإستهلاك في مصادر الطاقة الأخرى منذ سنة 1960 ، وقد ساعد على ذلك رخص ثمن البترول في ذلك الوقت ، إلا أن إرتفاع أسعار البترول في الربع الأخير من القرن الماضي أدى إلى زيادة استهلاك الفحم ، فارتفع للمستهلك منه من 281 مليون طن سنة 1975 إلى 304 مليون طن سنة 1981 .

الطاقة الناتجة عن البخار ، هي الطاقة التي انتقلت إليه من الفحم ، وهي نفس الطاقة التي انتقلت من النباتات القديمة إلى الفحم ، وهي الطاقة المستمدة أصلا من الشمس ، ذلك أنه من أساسيات علم الديناميكا الحرارية أن الطاقة لا تخلق ولا تفتنى ، لكن من الممكن أن تنتقل الطاقة من مكان إلى آخر أو من صورة إلى أخرى . الطاقة الناتجة عن إحتراق الفحم ظهرت في صورة حرارة ، وطاقة الحرارة حولت الماء إلى بخار ، والطاقة الناتجة عن البخار تحولت إلى حركة الآلة البخارية . من الثابت علميا أن الكون يتكون من مادة وطاقة ، وأن القدر الكلى لكليهما ثابت في الكون ، وأن المادة يمكن أن تتحول إلى طاقة ، كما يمكن أن تتحول الطاقة إلى مادة .

**البترول الخام :** هو وقود حفري سائل يوجد في صخور رسوبية مسامية مثل الحجر الرملي sandstone ، حيث ينتشر إلى أعلى وكثيرا ما يتجمع أسفل طبقة صخرية غير منفذة impermeable . معظم البترول تكون في صخور عمرها 100 إلى 225 مليون سنة . يتكون البترول من خليط من مواد هيدروكربونية مع نسب بسيطة مختلفة من مركبات كبريتية ونيتروجينية ومركبات غير عضوية وعناصر مختلفة ، إضافة إلى كميات محدودة من الأكسجين تدخل ضمن بعض للمركبات . ينتج عن تقطير البترول إنفصال الجازولين (البنزين) والكيروسين والسولار

والمازوت وزيت أخرى ثقيلة والبيتومين (الأسفلت) . تكون البترول الخام خلال ملايين السنين من بقايا حيوانية ونباتية دفنت وتعرض لضغوط وحرارة شديتين . معظم الإنتاج العالمي للبترول يوجد بالشرق الأوسط وروسيا والولايات المتحدة الأمريكية .

يرجع تاريخ صناعة البترول إلى سنة 1859 عندما حفر أول بئر بترولى على عمق 30 متر فى ولاية بنسلفانيا بأمريكا . كان إنتاج البترول فى الولايات المتحدة الأمريكية سنة 1900 حوالى 9 مليون طن ، ارتفع خلال عشرين عاما إلى 86 مليون طن . إزدادت عمليات إستخراج البترول كثيرا بعد ذلك ، وقد قدرت الزيادة السنوية العالمية فى إستهلاك البترول فى الفترة من سنة 1925 حتى سنة 1965 بحوالى 6.2 % . وقد ساعد على الزيادة المرتفعة فى إستهلاك البترول ، إنخفاض أسعاره ، وقد قدر الإستهلاك السنوى للبترول فى أوروبا سنة 1960 بـ 612 مليون طن ، ارتفع إلى 1041 مليون طن سنة 1970 . ابتداء من سنة 1974 بدأت أسعار البترول فى الإرتفاع السريع ، نتيجة للحرب العربية الإسرائيلية سنة 1973 . وفى سنة 1980 حدثت طفرة تصاعدية أخرى فى أسعاره نتجت عن الثورة الإيرانية . وكرد فعل لتصاعد أسعار البترول بدأت الدول الصناعية الكبرى الإهتمام بتشجيع الدراسات حول الطاقات الأخرى الممكنة الاستفاد منها لكى تحل محل البترول ومنتجاته فى حالة الإرتفاع الشديد فى أسعاره أو عند نفاذه ، وذلك لتفادى نتائج إحتكار البترول ، خاصة أن معظم إنتاجه للسوق العالمية يتركز فى الشرق الأوسط .

إن أكبر حقلين للبترول فى العالم يوجدان بمنطقة الخليج العربى ، وهما حقلى برجان بالكويت والغوار بالسعودية . حقل بترول برجان هو الأكبر فى العالم حيث يحتوى على عشرة آلاف مليون طن وفقا لتقدير سنة 1970 . أما حقل الغوار بالسعودية فهو التالى فى العالم لحقل برجان الكويتى ، ويقدر مخزوناه من البترول

بحوالى ستة آلاف مليون طن . قدر مخزون حقلى بورجان والغوار سنة 1970 بما يعادل 15 % من المخزون العالمى من البترول .

ومنذ إكتشاف البترول بدأت منتجاته تحل محل الفحم فى الإستخدام للوقودى ، فانتشرت مواعد البترول فى المطابخ ، كما استخدم للتدفئة فى المنازل . كذلك فإن الإستهلاك الكبير للبترول نتج عن إستخدامه فى تسيير وسائل النقل من قطارات الديزل والشاحنات والسيارات والطائرات ، كما نتج عن إستخدامه فى الحصول على الطاقة اللازمة لتشغيل محطات توليد الكهرباء ولإدارة وتسيير معظم للصناعات .

**الغازات الطبيعية :** هى من أنواع الوقود الحفرى الغازى والتي توجد عادة فى الصخور الحاملة للبترول . إنتشر إستخدام الغازات لطبيعية فى السنوات الأخيرة لتحل جزئيا محل منتجات لبترول السائلة ، فقد ارتفع الإستهلاك العالمى من الغازات الطبيعية فى المدة من سنة 1925 وحتى سنة 1965 بمعدل 7.6 % سنويا .

ويتم فصل الغازات البترولية الطبيعية فى أماكن إستخراج البترول الخام ، فتجمع الغازات فى صهاريج مخصصة لهذا الغرض . والغازات البترولية هى مواد هيدروكربونية تغلى على درجات حرارية منخفضة تقل عن 20 ° م ، وتشمل غازات الميثان والإيثان والبروبان والبيوتان ، وتستخدم كوقود فى المنازل والمستشفيات والمصانع وغيرها ، كما تدخل فى كثير من الصناعات البتروكيميائية .

يعرف حاليا نوعان من غازات البترول تستخدم كوقود على نطاق واسع ، أحدهما يعبا فى أسطوانات ويعرف بالبوغاز botogas والآخر ينقل فى أنابيب ويعرف بغاز المدن town gas .

البوتاجاز عبارة عن خليط من البروبان propane والبيوتان butane ، وهما غازان غير سامين ، إلا أنهما خانقان حيث أنهما أثقل من الهواء حيث يتجمعان عند تسربهما في الأجزاء السفلى عند سوء التهوية فيحلان محل الهواء الجوى .

وغاز المدن يتكون من خليط من غازات خفيفة ، أخف من الهواء الجوى وتشمل الميثان والإيثان وأول أكسيد الكربون وأثار من كبريتيد الإيدروجين . ووجود غاز أول أكسيد الكربون فى غاز المدن يجعله شديد السمية عند تسربه وقبل إحتراقه ، إلا أنه عند الاحتراق التام يتحول خليط الغازات المكون لغاز المدن إلى غازى ثانى أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت وهباب .

وتمثل الغازات الطبيعية أقل الطاقات الحفرية مخزنا فى باطن الأرض حيث يقدر المخزون منها بحوالى 2500 بليون برميل ، وستكون أول ما ينفد من الطاقات الحفرية ، يليها فى ذلك البترول ، وسوف يبقى الفحم لفترة أطول .