- الشمس
- المد والجزر
- الرياح

- **الهيدروجين**

٢- الوقود الأحفوري

يشمل الوقود الأحفوري، كما سبق الذكر، المصادر الثلاث التالية:

- الخامات البترولية
- الغاز الطبيعي
- الفحم

حيث يلزم إعدادها لتكون مصدراً لتوليد الطاقة، مثال الآتي:

- التكرير ثم المعالجة أو التحويل للخام البترولي، أخذا في الحسبان أنواعه المختلفة.
- تنقية ونقل الغاز الطبيعي واستخدامه على حالته كوقود.
- تحويل الغاز الطبيعي إلى أنواع الوقود السائل من بنزين، ديزل (سولار)، زيوت تزييت بواسطة العملية الكيميائية المسماة (GTL) بتحويل الغاز إلى سائل.
- إسالة الغاز الطبيعي بخفض كميته من ٦٠٠ إلى ١، وذلك عند حرارة -١٦٢°م، وتحت ضغط، ثم النقل بالوسائل المعزولة جيدا إلى أماكن الاستهلاك، لإعادته مرة ثانية إلى الحالة الغازية.
- معالجة الفحم ليتلاءم مع أغراض الاستخدام.

هذه المصادر تستخدم وبكفاءة في مختلف أغراض الاستهلاك، من تسخين (رفع درجة الحرارة) سواء للمباني، أو المنشآت، أو المساحات المختلفة، أو التحويل إلى طاقة كيميائية أو ميكانيكية، لإدارة الوحدات الصناعية أو توليد الكهرباء.

وفيما يلي بيان لأهم خصائص الخامات البترولية والغاز الطبيعي.

١.٢ الخامات البترولية:

تختلف الخامات البترولية في:

- التركيبات الكيميائية
- اللون والرائحة
- الخواص الطبيعية
- الخواص الكيميائية
- اللزوجة

وذلك من حقل بترولي إلى آخر، ومما يعني سهولة أو صعوبة الإمكانية، سواء للإنتاج أو النقل أو التكرير، ومما يعني أن هذه التغيرات يمكن أن تؤثر على مدى المناسبة لإنتاج بعض المقطرات (أنواع الوقود) أو لجودتها.

تنقسم الخامات البترولية إلى الأنواع الثلاث التالية:

- الخامات البارفينية والمحتوية على نسبة مرتفعة من المركبات المشبعة البارفينية، سواء المستقيمة أو المتفرعة، مع عدم وجود أو انخفاض نسبة وجود المتبقيات الأسفلتينية ذات الأوزان الجزئية المرتفعة.

وتُعرف هذه الخامات بأنها الأفضل لإنتاج أنواع زيوت التزييت، لكن يعيبها عند إنتاج أنواع الوقود ارتفاع نقطة السريان أو التجمد عند درجات الحرارة المنخفضة.

- الخامات الاسفلتينية والمحتوية على نسب مرتفعة من المركبات الاسفلتينية مع انخفاض نسبة، أو عدم وجود، المركبات البارفينية، وبعض الأنواع تحتوي على مركبات نافيثينية، والتي تعرف بأنها سريعة التأثر بالتغير في درجات الحرارة، لكنها مناسبة لإنتاج أنواع الزيوت النافيثينية.
- الخامات ذات الأساس المختلط، والتي تقع في المنتصف بين النوعين أعلاه، حيث توجد كل من المركبات البارفينية والنافيثينية، وكذلك أيضا العطرية.

وأغلب أنواع الخامات، بما في ذلك الخامات المصرية، ضمن هذه المجموعة ذات الأساس المختلط، وأهم الاختلافات تشمل الآتي:

- اللزوجة - نسبة الكبريت
- نسب المكونات الهدروكاربونية.

يشتمل الجدول رقم (١) على التركيب الكيميائي لأنواع الخامات البترولية.

هذا وبتقطير الخامات البترولية يمكن الحصول على أنواع المقطرات الواردة بالجدول رقم (٢).

جدول رقم (١): التركيب الكيميائي لأنواع الخامات البترولية

العنصر	النسبة المئوية، %
- الكربون	٨٣ - ٨٧
- الهيدروجين	١٠ - ١٤
- النيتروجين	٠,١ - ٢
- الأوكسجين	٠,٥ - ٦
- المعادن	< ١٠٠٠ ج ف م

جدول رقم (٢): المقطرات البترولية الناتجة من تقطير الخامات البترولية

المقطر	درجة الغليان °م
- الغاز البترولي	أقل من ٢٥
- النافتا الخفيفة	٢٥ - ١٠٥
- النافتا الثقيلة	٨٠ - ١٦٥
- الكيروسين	١٦٥ - ٢٥٠
- الديزل الخفيف	٢٥٠ - ٣٢٠
- الديزل الثقيل	٣٢٠ - ٤٢٥
- المازوت	٤٢٥
- المتبقي الثقيل	٥٦٥

وتشتمل عمليات التكرير والمعالجة والتحويل للخامات البترولية على الآتي:

- إزالة الملوثات والماء
- التقطير تحت الضغط الجوي
- التقطير تحت الضغط المخلخل (الفراغي)
- إضافة الهيدروجين (التشبيع)
- فصل الكربون (التجزئة)
- بناء الجزئيات الكبيرة (البلمرة)
- تعديل التركيب الكيميائي (الأزمرة)
- الهدرجة مع التكسير
- الهدرجة مع إزالة الكبريت
- خفض اللزوجة (التكسير)
- الخلط للمكونات
- التخزين
- التحميل والنقل والتوزيع
- وحدات معالجة المخلفات (إن وجدت مخلفات ذات فائدة)

٢،٢ الغاز الطبيعي:

يشتمل الجدول رقم (٣) على أهم خواص ومكونات الغاز الطبيعي.

obeikandl.com

جدول رقم (٣): خواص ومكونات الغاز الطبيعي

الغاز	الميثان	الإيثان	البروبان	البيوتان	البنتان
التركيب الكيميائي	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}
الوزن الجزئ	١٦,٠٤	٣٥,٠٧	٤٤,١	٥٨,١	٧٢,٢
الكثافة جم/سم^3	٠,٧١٧١	١,٢١٢	١,٨٣	٢,٤٨	٠,٦٢٦
الذوبان في الماء، ملي جرام/١٠٠ سم^3	٣,٥	٤,٧	٠,١	٠,١	لا يذوب
نقطة الانصهار، °م	١٨٢,٥-	١٨٢,٨-	١٨٧,٦-	١٣٨,٤-	١٦٠-
نقطة الغليان، °م	١٦١,٥-	٨٨,٦-	٤٢,١-	٠,٥-	٢٨
نقطة الوميض، °م	١٨٨-	١٣٥-	١٠٤,٥-	٦٠-	٥١-
مدى الانفجار مع الهواء، %	١٥-٥	١٢,٥ – ٣	٢,٣٧-٩,٥	٨,٤٤-١,٨	٧,٦-١,٤
درجة الاشتعال الذاتي، °م	٦١٠	٤٢٥	٤٧٠	٢٨٧	٢٦٠

وتتنوع حقول الغاز الطبيعي بين أن تكون بالكامل محتوية فقط على الغاز الطبيعي، أو أنها تحتوي على الغاز الطبيعي المصاحب للخام البترولي.

والغاز الطبيعي يتصف بأنه وقود نظيف، إذ أن انبعاث أنواع الملوثات، وكما يحدث مع احتراق الخامات البترولية، تعتبر من أقل ما يمكن، إن لم يكن لا وجود لها.

٣.٢ الوقود الأحفوري وتلوث البيئة:

احتراق أنواع الوقود الأحفوري يؤدي إلى انبعاث العديد من أنواع الملوثات الأساسية والثانوية (أي الناتجة من تفاعل الأساسية معا أو ذات نسب منخفضة للغاية).

هذا وتقدر كميات الانبعاثات للملوثات، الناتجة عن احتراق أنواع الوقود الأحفوري عالميا، في عام ٢٠٠٨، بالآتي:

- ٣,٧ مليون طن من غاز ثاني أوكسيد الكربون، والتي ينسب إليه ظاهرة الاحتباس الحراري.
- ١٠ آلاف طن من أكاسيد الكبريت، التى إلى جانب تلويث الهواء، فإنها تذوب في بخار الماء (السحب) صانعة للأمطار الحمضية، والتي تتساقط ثانية على الأرض، سواء في صورة أمطار أو تساقطات جافة.
- ١٠,٢ ألف طن من أكاسيد النيتروجين، التي تصنع التلوث والأمطار الحامضية، وما يعرف بالدخان الأسود (Smog) والأوزون الأرضي، حيث تصاحبه المشاكل الصحية لدى الأفراد، خاصة الذين يستدعي عملهم البقاء في الهواء الملوث لفترات طويلة، مثل رجال المرور، أو العاملون في إصلاح السيارات والمركبات.
- ٧٢٠ طن من أول أوكسيد الكربون، المسبب للعديد من الأمراض، مثل الصداع، التوتر العصبي، أمراض القلب...الخ.

- ٢٢٠ طن من المركبات الهيدروكاربونية المتطايرة (VOC)s الشديدة السمية والصانعة للأوزون الأرضي.
- ٧٧ كيلو جرام من مركب الزئبق، شديد السمية، ويقدر أن كمية $\frac{١}{٧٠}$ مما تحتوي عليه ملعقة شاي صغيرة لو ألقيت على بحيرة بمساحة ١٠٠ ألف متر مربع، فإنها كافية لأن تجعل الأسماك غير آمنة لأن تتغذى على الموجود بالماء من مصادر الغذاء.
- ١٠٢ كيلو جرام من مركب الخارصين، المسبب للسرطان، وتقدر أن نسبة ١% من الأفراد الذين يشربون ماء يحتوي فقط على كمية ٥٠ جزء في البليون من هذا الخارصين يصابون بالسرطان.
- ٥٢ كيلو جرام من مركب الرصاص و١,٨ كيلو جرام من مركب الكادميوم، إضافة إلى المعادن الثقيلة السامة، ونسب منخفضة للغاية من مركب اليورانيوم المشع، وجميعها ذات تأثيرات ضارة على مكونات البيئة.

والمصادر من الوقود الأحفوري غير متجددة أو مستمرة، وسوف تنفذ خلال عقود قليلة قادمة، مما سيجعل الدول المعتمدة عليها في مواجهة أزمة حقيقية. خاصة وأننا نستهلكها بسرعة تصل إلى مائة ألف ضعف السرعة التي تتكون بها.

وحاليا تتعاظم المشكلة مع الاحتياج إلى العمل على زيادة الإنتاج من الحقول الموشكة على النفاذ، أو ما يعرف بالاستخلاص الثاني (Secondary Recover)، أو الاحتياج إلى أن تصل عمليات حفر الآبار إلى أبعاد أكثر عمقا، أو إلى المزيد من عمليات الحفر في المواقع البحرية، أي داخل البحار والمحيطات، مما يرفع من تكاليف الإنتاج.

ويوضح الجدول رقم (٤) كمية ثاني أوكسيد الكربون التي تنبعث نتيجة احتراق وحدة حرارية بريطانية (BTU) من أنواع الوقود الأحفوري.

جدول رقم (٤) كمية ثاني أوكسيد الكربون المنبعثة من احتراق الوقود الأحفوري

الوقود	كمية ثاني أوكسيد الكربون (جرام/م^٣)
– الغاز الطبيعي	١١٧
– الغاز الطبيعي المسال	١٣٩
– البروبان	١٣٩
– بنزين الطائرات	١٥٣
– بنزين السيارات	١٥٦
– الكيروسين	١٥٩
– وقود الأفران (المازوت)	١٦١

٤,٢ الإيجابيات والسلبيات:

يشتمل تقييم الوقود الأحفوري من حيث الإيجابيات والسلبيات على الآتي:

الإيجابيات:

١. التقنية معروفة ومستخدمة منذ العديد من العقود.

٢. البنى الفوقية قائمة ومستخدمة بالفعل.

٣. الطاقة المتولدة، نسبيا مقبولة، ارتباطا بالكثافة/ الحجم/ الكتلة، مقارنة بالمصادر الأخرى للطاقة.

السلبيات:

١. انخفاض كفاءة التحويل إلى طاقة ميكانيكية مفيدة (طاقة حركة لوسائل الانتقال)، إذ لا تتجاوز ١٥% من الطاقة الحرارية المتولدة، والنسبة الباقية (٨٥%) لا تستخدم، ومما يجعلها طاقة مفتقدة.

٢. انبعاث الغازات والمركبات الملوثة للهواء مع احتراق الوقود الأحفوري.

٣. تكوين سحابة صانعة للاحتباس الحراري فوق أماكن الاستهلاك، سواء كان من وسائل الانتقال، المباني، وحدات توليد الكهرباء، المرافق، حيث أن إنتاج الطاقة من الوقود الأحفوري بالأساس عملية حرارية، ومما يعني انبعاث لفائض كبير من الحرارة، لذلك يكون الاحتياج إلى الإقلال من التشغيل أو إيقافه، خاصة مع ظروف الارتفاع الشديد في درجة حرارة الجو، حيث يصبح من المتعذر الاستمرار فى توليد هذه الطاقة الحرارية المرتفعة.

٣- الطاقة النووية:

تعتمد على تفاعل الانشطار النووي لعنصر اليورانيوم بالوزن الذري ٢٣٥ (U^{235})، والذي يستخدم في المفاعل النووي، ويكون على صورة قضبان صغيرة، بحيث تنشطر النواة إلى ذرات أصغر، فتنتج كميات كبيرة من الطاقة، ومع استمرار التفاعل في صورة متسلسلة وبالتأثير على النوايات الأخرى.

الحرارة المتولدة تستخدم في تسخين الماء وتوليد البخار ومن ثم إدارة التوربينات وتوليد الكهرباء، واليورانيوم ٢٣٥ يستمر في التفاعل ولفترة تصل إلى عدد من العقود، بينما يورانيوم ٢٣٨ فيمكن أن يستمر لفترة تمتد لعدة آلاف من السنين.

وسعر اليورانيوم لا يشكل تكلفة مرتفعة لتوليد الكهرباء، وإذا ما زاد السعر فلن يكون عنصراً مؤثراً على سعر الكهرباء الناتجة. ويقدر حتى لو تضاعف سعر اليورانيوم (٢٠٠%) فإن سعر الكهرباء لن يزيد بأكثر من ٥%، بينما لو تضاعف بالمقارنة سعر الغاز الطبيعي (٢٠٠%) فإن سعر الكهرباء يزيد بحدود تصل إلى أكثر من ٦٠%.

في المقابل توجد معارضة ضد هذه الطاقة، وأن العلاقة بين سعر اليورانيوم والكهرباء ليست خطية، بل مرتبطة بالتناقص في كميات اليورانيوم المتاحة، أي قانون العرض والطلب.

ونسبة وجود اليورانيوم ٢٣٥ في الطبيعة لا تزيد عن ٠,٧%، بينما نظيره اليورانيوم ٢٣٨ فتبلغ نسبته ٩٩,٣%، وعند قذف اليورانيوم ٢٣٥ بنيترون فإنه يكون يورانيوم ٢٣٦ والغير مستقر لينشطر إلى باريوم ١٤١، وكربتون ٩٢ مع انطلاق عدد ٣ نيترون إضافة إلى طاقة إشعاعية مقدراها ٢٠٠ مليون إلكترون فولت، لكن هذه الثلاث نيترونات المنطلقة تدخل في تفاعل مستمر (Chain Reaction) لتحدث انشطار في ذرة اليورانيوم، ويتكرر هذا التفاعل المستمر لينتج ٦٠٠ مليون إلكترون فولت، وهكذا على نحو مستمر مع استمرار التضاعف في الطاقة الإشعاعية الناتجة وإلى حين استنفاذ كمية اليورانيوم ٢٣٥ الداخلة في التفاعل.