جامعة احمد زبانة غليزان
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير شعبة العلوم الاقتصادية
ماستر اقتصاد دولي محاضرات في مقياس **اقتصاديات الطاقة**
السنة الاولى من إعداد الاستاذة **بن عبد الله رشا**
المعامل: **02**/ 120 ساعة الرصيد : **06**

الفصل الاول: مدخل الى الطاقة .

ملخص المحاضرة الاولى: مفاهيم اساسية في الطاقة.

أصل كلمة إقتصاد يعود إلى اليونانيين القدماء وهي مشتقة من كلمتين: ECOS وتعني المنزل ، NOMOS وتعني قانون أو تدبير فالكلمة معناها قانون أو تدبير المنزل .

تناول العديد من العلماء والمفكّرين موضوع علم الاقتصاد، **فوضعت له تعاريف مختلفةٌ**، ولعلّ أقدمها يرجع إلى اليونان وفلاسفتها القدماء، فقد عرّف أرسطو الاقتصاد بأنّه علم تدبير المنزل وإدارته. وظلّ هٰذا المفهوم سائدًا حتّى القرن الثامن عشر، إذ جاء آدم اسميث الّذي وضع تعريفًا مغايرًا للأوّل، فقال: إنّ علم الاقتصاد هو (علم الثروة)، ويتناول دراسة الإنتاج والاستهلاك وتوزيع الثروة. وبعد آدم اسميث جاء العالم الإنجليزيّ ديفد ريكاردو فذكر أنّ الهدف الأساسيّ لعلم الاقتصاد هو توزيع الثروة؛ لأنّ أهميّة التوزيع تفوق أهمّيّة الإنتاج، يقول ليونل رابينز إنّ علم الاقتصاد هو علم التخصيص الاقتصاديّ لمصادر الإنتاج المحدودة، وبشكل عام فإن علم الاقتصاد هو ذلك ***العلم الاجتماعي الذي يهتم بمشكلة أدارة و استعمال الموارد النادرة أو المحدودة على اكبر اشباع ممكن لحاجات المجتمع اللامتناهية.***

يتضح من تعريف الاقتصاد حقيقتين هامتين هما:

1. إن الحاجات الإنسانية المراد إشباعها متعددة و غير محدودة.
2. إن الموارد المتاحة لإشباع الحاجات الإنسانية محدودة.

وهاتان الحقيقتان هما أساس **المشكلة الاقتصادية**، ولولاهما لما كانت دراسة علم الاقتصاد ذات أهمية كبرى.
تتمثل **المشكلة الاقتصادية** في عدم التوازن بين الموارد المحدودة والحاجات المتعددة في أي وحدة اقتصادية سواء كانت منشأة أو مؤسسة وفي أي مجتمع اقتصادي وبغض النظر عن نمط نظامه الاقتصادي والسياسي، تظهر في المشكلة الاقتصادية مشكلة "**المفاضلة**" التي تتطلب دراسة البدائل و اختيار أفضل الحلول لها مع **التضحية** بالباقي، وبهذا المعنى تصبح المشكلة الاقتصادية ركيزة علم الاقتصاد وعلم الإدارة معاً.
قانون الندرة يتطلب ضرورة المفاضلة في عملية تخصيص الموارد، و الاستخدام الكفؤ و الامثل للموارد بما يحقق اقصى مستويات الرضا للبشرية.
الطاقة هي المقدرة على القيام بعمل ما (أى إحداث تغيير)، وهناك صور عديدة للطاقة، يتمثل أهمها في الحرارة و الضوء.-
جميع الفعاليات الاقتصادية تتطلب مصدرا من مصدر الطاقة ، توافرها و أسعارها هي ضمن الاهتمامات الأساسية للاقتصاد العالمي .

BENABDALLAH Rasha

ومما لاشك فيه أن قانون الندرة ينطبق على **الموارد المدرة للطاقة** بشكل خاص و لهذا بنت الحاجة الى تطوير مقياس اقتصاديات الطاقة. و لكون الطاقة من موارد الارض فهي تشارك الارض باعتبارها احد اهم عناصر الانتاج صفة محدودية العرض، و تختص موارد الطاقة ايضا بصفة كونها قابلة للنضوب و كون العملية الصناعية المرتبطة بها ذات اثار مخلة بصحة البيئة.

عناصر الانتاج : العمل /رأس المال / الارض / التنظيم

عوائد عناصر الانتاج: الاجر / الفائدة / الريع / الربح.

BENABDALLAH Rasha

جامعة احمد زبانة غليزان

كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير — شعبة العلوم الاقتصادية

ماستر اقتصاد دولي — محاضرات في مقياس **اقتصاديات الطاقة**

السنة الاولى — من إعداد الاستاذة **بن عبد الله رشا**

المعامل: **02**/ 120 ساعة — الرصيد : **06**

الفصل الاول: مدخل الى الطاقة .

1- ملخص المحاضرة الثانية: علاقة الطاقة بالموارد الاقتصادية و البيئية.

تعريف: اقتصاديات الطاقة تختص بدراسة الموارد و السلع المدرة للطاقة و العوامل الاقتصادية التي تحفز القطاعات الانتاجية و الاستهلاكية للقيام بعرض و تحويل و نقل و استخدام مصادر الطاقة من جانبي العرض و الطلب.

وهذا يتضمن دراسة طبيعة و هياكل أسواق الطاقة و النظم الرقابية و الاشرافية و ما تحمله من تداعيات توزيعية و بيئية وما يكتنف ذلك من تقييم لكفاءة التخصيص الاقتصادي لموارد الطاقة ومدى كفايتها في المدى البعيد لدفع عجلة النمو الاقتصادي.

اقتصاديات الطاقة لا تختص بمرحلة اقتصادية دون اخرى.

- الطاقة عنصر انتاجي لا غنى عنه في كل المراحل الاقتصادية التي تمر بها البشرية .
- منذ القدم ارتبطت حياة الانسان الاقتصادية بالطاقة ولو أنها في ابسط صورها مثل اشعال النار بالوقود للتدفئة أو الطهي، حركة الرياح للسفن، الحرث بالحيوانات...الخ.

سبق و عرفنا أن الاقتصاديون التقليديون قد قسموا عناصر الانتاج الى اربعة من بينها الارض التي تشمل:

- ✓ سطح الارض المستخدم في الزراعة و الصناعة و السكن و بما يحويه من غابات و مراعي.
- ✓ باطن الارض بما يحويه من موارد معدنية مختلفة و مصادر الطاقة.
- ✓ موارد المياه كالانهار و المحيطات و البحار و المحيطات وما تتضمنه من أحياء مائية.
- ✓ الهواء او الغلاف الجوي المحيط بالارض و ما يحويه هذا الغلاف من غازات.

المورد عبارة عن رصيد له قيمة اقتصادية معينة، ويترتب على استغلاله تيار من المنافع، و الموارد في الطبيعة تميزها خصائص ثلاث، أولها أنها تعبر عن رصيد له قيمة جوهرية، بالإضافة لكونها عنصر مهم لأي نشاط اقتصادي، وأن معدل تجددها في الطبيعة يعود لطبيعتها وحالتها. وليس لمعدلات استغلالها. تصنف الموارد بصفة عامة إلى موارد طبيعية وموارد بشرية وموارد اقتصادية، وتعتبر هذه الأخيرة المحصلة النهائية للتفاعل القائم بين الموارد البشرية والموارد الطبيعية.

حتى يكون أي من الموارد المذكورة اقتصاديا فإنه يجب أن يكون في دائرة الاستغلال الاقتصادي لاشباع حاجة معينة يتوفر شرطين اساسين هما: المعرفة و المهارة لاستخراجه و استخدامه، وجود طلب على المورد ذاته او على خدماته التي ينتجها.

لا يكون المورد الطبيعي اقتصادياً ما لم تتوفر طرق استغلاله و الطلب

BENABDALLAH Rasha

2

البيئة في اللغة مشتقة من(بوأ)وهي مرادفة للمنزل والموطن، قال الله تعالى ﴿ والذين تبوءوا الدار والإيمان ﴾ (الحشر.)7 ويرجع أصل كلمة البيئة في اللغة الإنجليزية ،(Ecology) والمشتقة من الكلمة اليونانية (Oikos) وتعني البيت أو المنزل والكلمة(Logos) وتعني العلم، وتنقسم البيئة إلى :بيئة طبيعية، وبيئة بشرية.

الموارد البيئية هي المخزون الطبيعي غير المستخدم الذي تستفيد منه البشرية ممثلا في الغلاف الصخري والغلاف المائي والغلاف الهوائي، وتنقسم الموارد من حيث استمرار عطائها إلى مجموعتين أساسيتين هما:

موارد متجددة و موارد غير متجددة.

تخدم البيئة الطبيعية الاقتصاد في أمور ثلاث :أنها تعتبر مصدرا للموارد غير المتجددة(استخراج الحديد، الوقود الأحفوري)والمتجددة(مصائد الأسماك، المحاصيل الزراعية، المنتجات الغابية)والتي قد تستعمل أيضا كموارد أولية في العملية الإنتاجية، إضافة لأنها تعبر عن النظام البيئي والحيوي الذي يحوي هذه الأنشطة كالمناخ وتنوع الأحياء، زيادة على أنها المنفى الأخير لعوادم الإنتاج ومختلف أشكال المخلفات البشرية.

ولقد **أثرت** أنشطة الإنسان في البيئة بعدة طرق، ذلك أن قدرة الإنسان على استغلال البيئة أدت إلى تغيير النظم البيئية في العديد من أجزاء العالم وإلى نشوء العديد من المشكلات البيئية ولقد كان ارتفاع عدد السكان ونموهم السريع السبب وراء هذه المشكلات. فالبحث عن أراض جديدة للرعي والزراعة واستنزاف الغابات للحصول على الخشب والوقود والاستعمال المركز للمواد الكيميائية تتكاتف جميعا لتؤدي إلى تدهور البيئة، ونفاذ ونضوب بعض مصادر الإنتاج.

BENABDALLAH Rasha

جامعة احمد زبانة غليزان
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير شعبة العلوم الاقتصادية
ماستر اقتصاد دولي محاضرات في مقياس **اقتصاديات الطاقة**
السنة الاولى من إعداد الاستاذة **بن عبد الله رشا**
المعامل: **02**/ 120 ساعة الرصيد : **06**

الفصل الاول: مدخل الى الطاقة

ملخص المحاضرة الثالثة: علاقة الطاقة بالتنمية الاقتصادية و النمو الاقتصادي.

سببت الثورة الصناعية في القرن 18 نقلة نوعية من خلال تطوير الالة ذات الدفع الذاتي و القدرة الانتاجية الفائقة فانطلقت ظاهرة الانتاج الكبير و اصبح النمو الاقتصادي بمعنى الزيادة المضطردة في معدلات الانتاج لكافة السلع و الخدمات هدفا تتنافس من أجله الدول.

في العصور السابقة كان الحافز الوحيد لزيادة الانتاج هو نمو السكان، وكان نمو السكان عنصرا كافيا لتحقيق حجم الانتاج المطلوب –أي أن الدخل الفردي كان ثابتا تقريبا ومن تم الانتاجية الفردية كانت ثابتة- أما في العصر الحالي فالهدف من الانتاج هو نمو الدخل الفردي و الزيادة المضطردة في مستويات الرفاه الاقتصادي.

يعرف النمو الاقتصادي بأنه: "الزيادة المحققة على المدى الطويل لإنتاج البلد"

و نستطيع القول: إن النُّمو الاقتصادي هو عبارة عن محطة لتوسع الاقتصاد المتتالي، وبما أن النُّمو يعبر عن الزيادة الحاصلة في الإنتاج، فإنه يأخذ بعين الاعتبار نصيب الفرد من الناتج؛ يمكن للنمو أن يكون مصاحبًا لتقدم اقتصادي إذا كان نمو الناتج الوطني أكبر من معدل نمو السكان، أو أن يكون غير مصاحب بتقدم اقتصادي إذا كان معدل نمو الناتج الوطني مساويًا لمعدل نمو السكان، بينما إذا كان معدل نمو السكان أرفعَ من معدل نمو الناتج الوطني فإن النُّمو يكون مصحوبًا بتراجع اقتصادي.

عناصر النُّمو الاقتصادي: يمكن حصرها في: العمل، رأس المال و التقدم التقني.

أما عن **فوائد النُّمو** فيمكن حصر أهمها فيما يلي:

- زيادة الكميات المتاحة لأبناء المجتمع من السلع والخدمات.
- زيادة رفاهية الشعب؛ عن طريق زيادة الإنتاج، والرفع في معدلات الأجور والأرباح، والدخول الأخرى.
- يساعد على القضاء على الفقر، ويحسن من المستوى الصحي والتعليمي للسكان.
- زيادة الدخل القومي تسمح بزيادة موارد الدولة، وتعزز قدرتها على القيام بجميع مسؤولياتها؛ كتوفير الأمن، الصحة، التعليم، بناء المنشآت القاعدية، والتوزيع الأمثل للدخل القومي، دون أن يؤثر ذلك سلبًا على مستويات الاستهلاك الخاص.
- التخفيف من حدة البطالة.

اقتصاد الطاقة في عصر الالة:

BENABDALLAH Rasha

جامعة احمد زبانة غليزان
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير شعبة العلوم الاقتصادية
ماستر اقتصاد دولي محاضرات في مقياس **اقتصاديات الطاقة**
السنة الاولى من إعداد الاستاذة **بن عبد الله رشا**
المعامل: **02**/ 120 ساعة الرصيد : **06**

خلقت الالة ذات الدفع الذاتي طلبا تاريخيا على الطاقة لأجل تشغيل المصانع و تحقيق معدلات النمو المستهدفة، ومن تم حفزت حركة البحث العلمي و الميداني عن موارد بديلة أقل كلفة للطاقة.

وتحول التنافس بين الدول الصناعية حول معدلات النمو الى تنافس حول مصادر الطاقة و تطوير انواعها، ونتج عن ذلك العديد من القضايا ذات الطابع السياسي و الاجتماعي و البيئي.

الطاقة و تحديات التنمية الاقتصادية:

في البداية ينبغي التفرقة بين النمو و التنمية حيث:

- النمو يقتصر معناه على مجرد الزيادة في إجمالي الناتج القومي أو الزيادة في إجمالي الناتج القومي أو الزيادة في متوسط نصيب الفرد من الدخل الحقيقي.
- وأما التنمية فهي تتضمن مفهوما أوسع من ذلك إذ لا تتوافر للتنمية متطلباتها ما لم تكن هذه الزيادة في الناتج القومي مصحوبة بتغيرات جذرية في الأبنية الاقتصادية والاجتماعية والسياسية. والتنمية الاقتصادية هي في الواقع (عملية تحقيق زيادة سريعة، تراكمية ودائمة، في الدخل الفردي الحقيقي عبر فترة ممتدة من الزمن).

تطور مفهوم التنمية من الفهم الكلاسيكي الذي يجعله مطابقا لمفهوم النمو الى الفهم الحديث الذي توصل من تجربة القرن الماضي المنادي بالتنمية المستدامة.

مفهوم التنمية المستدامة:

يقتضي اخضاع النمو الاقتصادي الى الموازنات الاجتماعية و البيئية مثل محاربة الفقر و الحفاظ على البيئة من اعراض النمو غير المتزن، حيث هناك مدارس مختلفة للتنمية المستدامة تتراوح بين دعاة الحد من النمو الاقتصادي للحفاظ على البيئة و بين دعاة الاستمرار على النمو مع الحرص على تطوير تكنولوجيا ملائمة للحفاظ على مصادر الطاقة و تطوير الحلول الملائمة اجتماعيا و بيئيا. و تحوي التنمية المستدامة على التقدم الاقتصادي، العدالة الاجتماعية و الحفاظ على البيئة ظهر هذا المصطلح 1980 في استراتيجية الحماية الدولية التي أقرها الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة والتي نصت تأكيدها على أن تدمير البيئة لم يعد قاصرا على الدول الصناعية، بل تعداه إلى الدول النامية أيضا، لينعقد بعدها مؤتمر قمة الأرض بمدينة ريو دي جانيرو عام 1992 ، الذي وضع مجموعة من الاستراتيجيات والتدابير التي تحد من التآكل البيئي في إطار تنمية قابلة للاستمرار والتوافق بيئيا، وقد صادقت هذه القمة على 03 مبدأ أساسيا عرفت بأجندة القرن 03 والتي انبثقت عنها عدة اتفاقيات كان أهمها اتفاق كيوتو الذي ألزم الدول الموقعة عليه بخفض الغازات المسببة للاحتباس الحراري .و من جانب آخر انعقدت قمة جوهانزبورغ بجنوب إفريقيا في 1 سبتمبر 0220 بهدف تأكيد و تقييم مسارات الالتزام الدولي بتحقي هذا النوع من التنمية.

تعريف البنك الدولي للتنمية المستدامة :

BENABDALLAH Rasha

جامعة احمد زبانة غليزان
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير شعبة العلوم الاقتصادية
ماستر اقتصاد دولي محاضرات في مقياس **اقتصاديات الطاقة**
السنة الاولى من إعداد الاستاذة **بن عبد الله رشا**
المعامل: **02**/ 120 ساعة الرصيد : **06**

3

حدد البنك الدولي التنمية المستدامة في القرن الحادي والعشرين بأنها عملية متعددة الأبعاد وتتكون من خمسة مكونات: **رأس المال النقدي** ويتمثل في الإدارة المالية السليمة والتخطيط الاقتصادي الملارم؛ **رأس المال المادي** متمثلا في البنية التحتية والأصول الثابتة كالطرق والموانئ ومحطات توليد الطاقة؛ أما **رأس المال البشري** فيتضمن صحة جيدة ومستويات تعليم وتكوين مقبولة للأفراد؛ **أما رأس المال الاجتماعي** فيقصد به المهارات وقدرات الأفراد وكذلك المؤسسات والعلاقات التي تحدد طبيعة هذه العلاقات؛ ورأس **المال الطبيعي** متمثلا في قاعدة الموارد الطبيعية والخدمات الطبيعية كجودة الهواء وجمال المناظر.

علاقة الطاقة:

ترتبط الطاقة بعملية التنمية ارتباطا عضويا من حيث أنها المصدر الأساسي للقدرة على أداء جميع أنواع الأعمال الذهنية والجسدية والآلية، ولما كان العمل يشكل القاعدة الأساسية لعملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية فإن توفر الطاقة بالشكل المناسب وبالكميات المطلوبة لأداء العمل يعد شرطا ضروريا لإحداث التنمية ويعتبر توافر خدمات الطاقة اللازمة لتلبية الاحتياجات البشرية ذو أهمية قصوى بالنسبة للركائز الأساسية الثلاثة للتنمية المستدامة .ويؤثر الأسلوب الذي يتم به إنتاج هذه الطاقة وتوزيعها واستخداما على الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لأي تنمية متحققة.

الطاقة هي الركيزة الأساسية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية، لذا تعتبر موارد الطاقة الأولية وحسن إدارتها واستخدامها من أهم سياسات واستراتيجيات التنمية المتواصلة والمستدامة، غير أن إشكالية الارتفاع الكبير في نمو الطلب على الطاقة وارتفاع تكلفة الإمداد، ومحدودية المصادر التقليدية للطاقة قد يول دون تلبية حاجات الأفراد الاقتصادية والاجتماعية دون المساومة على حق الأجيال المقبلة، ومنه كان لا بد من اعتماد التخطيط السليم للموارد البيئية وبخاصة منها ما سينضب ومقدار الاستهلاك وزيادة الإمكانية الإنتاجية وتأمين الفرص المتساوية للجميع على حد سواء من خلال إدخال التكنولوجيا في مجال تطوير مصادر الطاقة التقليدية بعيدا عن الاستنزاف وإيجاد مصادر بديلة للطاقة ومشاركة صانعي القرار السياسي والاقتصادي والقانوني في رسم سلوك الأفراد والجماعات ونشر القيم الجديدة في أنماط الاستهلاك ضمن حدود الإمكانات البيئية التي يتطلع الجميع إلى تحقيقها.

BENABDALLAH Rasha

الفصل الثاني: مصادر الطاقة .

ملخص المحاضرة الرابعة: مصادر الطاقة التقليدية(البدائية).

مقدمة:

إن التعريف السائد للطاقة هو" القدرة على القيام بعمل ما". فكل عمل، فكريا كان أم ماديا، يحتاج لإنجازه إلى كمية ملائمة من الطاقة، وتطورت مصادر الطاقة مع تطور وسائل العمل التي ابتكرها الإنسان لسد احتياجاته المادية والمعنوية عبر تاريخه الطويل.

في البدء كان الإنسان يعتمد على قوته البدائية لإنجاز أعماله اليومية, ثم استخدم الطاقة الحيوانية واستغل حركة الرياح في تحريك السفن وإدارة بعض طواحين الهواء، كما اعتمد على مساقط المياه في إدارة بعض الآلات البدائية.

وعرف الفحم منذ أن اكتشف النار، فاستخدمه كمصدر للطاقة في إدارة المحرك البخاري, ثم اكتشف بعد ذلك النفط والغاز الطبيعي وغيره من مصادر الطاقة الحديثة.

وفي عصرنا الحاضر، ومع تطور وسائل الإنتاج، أصبحت مصادر الطاقة في العالم عديدة ومتنوعة، منها مصادر ناضبة وأخرى – متجددة أو دائمة, ومنها مصادر يعتمد عليها حاليا ومصادر تعد للمستقبل وتجري دراسة تطويرها وإقامة مشاريع تجريبية لها.

مصادر الطاقة : للطاقة مصادر عديدة نذكر منها:

الطاقة البشريّة:

لم يستعمل الإنسان البدائي من أنواع الطاقة سوى قوّته الذاتيّة، والتي لا تزال تستخدم إلى الآن في أغراض عديدة، كقيادة الدراجة، أو تمضية السكاكين وغيرها... لهذا فجسم الإنسان يمكن تشبيهه بالسيارة، فكلّ منهما بحاجة لطاقة يستخدمها لتحريكها،

فكما أنّ السيارة بحاجة إلى طاقة متمثلة مثلا في البنزين للتحرك، فجسم الإنسان يحتاج إلى طاقة متمثّلة في الطعام ليتحرّك ويعمل.

BENABDALLAH Rasha

الطاقة الحيوانيّة:

لقد استعان الإنسان منذ القدم بالحيوانات لتعينه على القيام بكثير من الأعمال، فاستعان بالخيول والحمير وفي الهند بالفيلة، للتنقّل ونقل الأمتعة، وكذلك الجمال للسفر في الصحراء وتحميل البضائع التجاريّة. كما استعان الإنسان بالثيران للحراثة وجرّ العربات، والتي تعتبر من أقوى الحيوانات الموجودة على الأرض.

الطاقة الهوائيّة:

استعمل الإنسان المجاذيف ليدفع السفن فوق الماء، إلى أن صنع أشرعة وثبّتها فوق صواري طويلة،مستغلا بذلك طاقة الريح، فكانت الرياح تدفع أشرعة السفن فتتحرّك بفعل تلك الطاقة، وتتحكّم الدفّة في اتجاهها، وتتناسب سرعتها وفقا لسرعة الهواء.

كما استغلّ الإنسان الطاقة الهوائيّة في صنع آلة لطحن الحبوب والتي توصف بالطاحونة الهوائيّة. و مناشير الخشب ومضخات رفع الماء من الآبار وغيرها.

الطاقة الكيميائية :

الموجودة في الطعام بعد هضمه في الإنسان والحيوان. والطاقة الكيميائية موجودة في الخشب الذي كان يستعمل منذ القدم في الطبخ والدفء.

الطاقة المائية:

BENABDALLAH Rasha

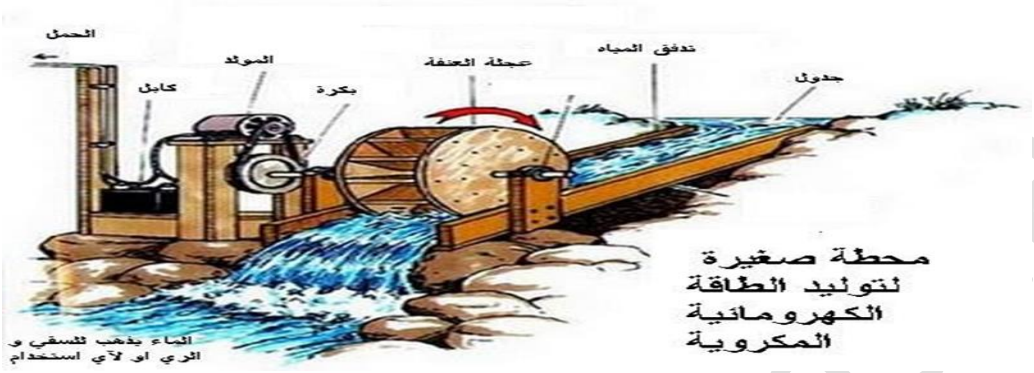
جامعة احمد زبانة غليزان
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير
شعبة العلوم الاقتصادية

ماستر اقتصاد دولي
محاضرات في مقياس **اقتصاديات الطاقة**

السنة الاولى
من إعداد الاستاذة **بن عبد الله رشا**

المعامل: **02**/ 120 ساعة
الرصيد : **06**

3



الموجودة في الجداول و الانهار والشلالات المستخدمة لتوليد الطاقة باستخدام البكرة والعجلة الخشبية العملاقة (الناعورة) و دلك بتوليد الكهرباء بتحويل الطاقة الحركية الى كهربائية.

BENABDALLAH Ra-

جامعة احمد زبانة غليزان
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير شعبة العلوم الاقتصادية
ماستر اقتصاد دولي محاضرات في مقياس **اقتصاديات الطاقة**
السنة الاولى من إعداد الاستاذة **بن عبد الله رشا**
المعامل: **02**/ 120 ساعة الرصيد : **06**

الفصل الثاني: مصادر الطاقة .

ملخص المحاضرة الخامسة: مصادر الطاقة الحديثة (الاحفورية).

الطاقة الاحفورية هي الطاقة الناتجة من مواد مستخرجة من باطن الارض ومن هنا جاءت التسمية (الطاقة الاحفورية اى الناتجة عن الحفر والتنقيب فى باطن الأرض) ويعنى بها فى المقام الاول (البترول والفحم والغاز) وترجع نشأة هذه المواد الى المخلفات العضوية الحيوانية والنباتية الى طمرت فى باطن الارض فى العصور الجيولوجية السحيقة منذ مئات الملايين من السنين ثم بمرور الزمن وتحت تأثير العوامل المختلفة من حرارة وضغط تحولت تلك المواد عبر سلسلة من التفاعلات الكيمائية الى الصورة الموجودة عليها الان و تتصف بالنضوب فهي تلك التي يستحيل تشكيل و تكوين أرصدة جديدة منها أو يحتاج هذا التكوين لفترات زمنية طويلة قد تصل إلى مئات الآلاف السنين أو أكثر. و يكون مورد ما ناضبا إذا ما توفرت فيه الخاصتان التاليتان:

- أن يكون سلعة غير قابلة للإنتاج.
- أنه ينفذ باستعماله في العملية الإنتاجية (أي يستهلك في العملية الإنتاجية).

تكوين الوقود الاحفوري:

تكون هذا النوع من الوقود في العصور الجيولوجية القديمة وخاصة في العصر الكربوني منذ مايزيد على200 مليون سنة. ويعتقد أنها تكونت من بقايا الكائنات الحية،النباتية والحيوانية الكبير منها والمجهرية، التي دفنت تحت طبقات القشرة الأرضية وتأحفرت. وساعد عاملا الضغط والحرارة عبر ملايين السنين على تحولها إلى الفحم والنفط والغاز الطبيعي.

وبشكل عام يتكون الوقود الأحفوري:

1. نباتات أوكائنات حية مجهرية ماتت وسقطت فى قيعان البحار والمحيطات أو المستنقعات.
2. مواد مترسبة غطت البقايا من هذه المواد فى الصخور الرسوبية.
3. تحللت المواد ونتيجة الحرارة العالية والضغط المرتفع تحولت إلى وقود أحفوري.

استخدامات الوقود الأحفوري:

1- توليد الكهرباء، عن طريق البخار الصاعد اثناء تسخين الماء الذي يستخدم في إدارة التوربينات الموصلة بمولدات الكهرباء.

BENABDALLAH Rasha

2

2- تشغيل وسائل المواصلات المختلفة، بانتاج الوقود مثل الجازولين والديزل والكيروسين لذلك.

أنواعه:

يتكون الوقود الأحفوري من ثلاث أنواع رئيسيه هى: الفحم، النفط الخام و الغاز الطبيعي. تتركب جميع أنواع هذه الوقود من مركبات مكونة بشكل أساسي من عنصري الكربون والهيدروجين بنسب مختلفة. وقد توجد أيضا بعض من العناصر الأخرى , ولكن بنسب أقل بكثير مثل الأكسجين والكبريت والنيتروجين، يتميز بانه **يطلق بسهولة كميات كبيرة من الطاقة عند احتراقه ، و هذا ما جعلها تسمى بالمحروقات لأنها استخدامها يتم بعد حرقها:**

1/ الفحم الحجري:

الفحم من أهم الوسائل التى استخدمها الإنسان لإنتاج الطاقة منذ زمن طويل وتتنوع انواع الفحم وتختلف مصادرها ولكن مايهمنا فى هذا الصدد هو الفحم الحجرى المستخدم فى انتاج الطاقة ويتميز شكله بأنه اقرب مايكون الى الصخر الأسود أو البنى اللون قابل للاشتعال و الاحتراق وعند احتراق الفحم الحجري فإنه يعطي طاقة على شكل حرارة. ويمكن استعمال الحرارة الصادرة عن احتراق الفحم الحجري في تدفئة المنازل، وكوقود للقاطرات في بداية عهد اختراع الآلة البخارية وقد كان لهذا الفحم دورا تاريخا مهما فى أحداث الثورة الصناعية فبإكتشاف الآلة البخارية اعتمدت عليه الدول الصناعية بشكل اساسى فى انتاج الطاقة. والاستخدام الأساسي اليوم لهذه الطاقة هو في إنتاج الكهرباء.

يتكون الفحم من خليط من المركبات بنسب مختلفة ، أما العنصر الأساسي في هذه المركبات فهو الكربون ، كما يحتوي على نسب متفاوتة من الهيدروجين والنيتروجين والكبريت والأكسجين.

وهناك ثلاثة أنواع رئيسية من الفحم هي:

-فحم الانثراسيت "Anthracite"وهو أكثر أنواع الفحم صلابة وأعلاها في نسبة الكربون حيث تبلغ 95. %

-وفحم الليجنيت "Lignite" أو الفحم البني ويحتوي 65-70% كربون.

-الفحم الحجري ويحتوي 75-90% من الكربون. وهو أكثر أنواع الفحم الطبيعي استعمالاً.

BENABDALLAH Rasha

استعمالاته:

كان يستخدم الفحم الحجري قديما في التدفئة و كوقود للقطارات التي كانت تعتبر أهم وسيلة نقل ثم أصبح يستعمل في إنتاج فحم الكوك وهو مادة خام أساسية في صناعة الحديد والفولاذ. وتنتج مواد أخرى عن عملية إنتاج فحم الكوك، يمكن استعمالها في صناعة الأدوية والأصباغ والأسمدة. كما أنه مصدر أساسي لتوليد الطاقة الكهربائية.

أثار استعمال الفحم الحجري

تعتبر ملوثات الفحم الحجري مسؤولة عن الجهاز التنفسي، و تشوه الأجنة، و أمراض الجهاز العصبي المستدامة، كما أن استخراج الفحم الحجر يعد خطيرا في كل مراحل معالجته، عند استخراجه و أثناء نقله و تخزينه، و قبل و بعد حرقه، و جعله صديقا للبيئة حلما غير قابل للتحقق. لأن حرقه يؤدي إلى زيادة نسبة الغازات الدفيئة في الجو، مما يزيد درجة حرارة الأرض بشكل كبير، فهو من أكثر مصدر الطاقة إطلاقا لهذه الغازات اثناء الاحتراق، كما أن انبعاث مادة الزئبق السامة في الجو يجعلها تدخل بشكل أساسي في السلسة الغذائية للإنسان، فهذه المادة إذا استهلكها الإنسان بكميات زائدة فإنه يصاب بكثير من المشاكل، مثل الولادات المبكرة، و نقص وزن الأجنة، و في بعض الأحيان الإضرار بالدماغ و الأعصاب عند الرضع من خلال الرضاعة الطبيعية، كما أن حرق الفحم الحجري يؤثر في بعض المحاصيل الزراعية مثل القمح و الذرة و الأرز.

BENABDALLAH Rasha

جامعة احمد زبانة غليزان
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير شعبة العلوم الاقتصادية
ماستر اقتصاد دولي محاضرات في مقياس **اقتصاديات الطاقة**
السنة الاولى من إعداد الاستاذة **بن عبد الله رشا**
المعامل: **02**/ 120 ساعة الرصيد : **06**

الفصل الثاني: مصادر الطاقة .

ملخص المحاضرة السادسة: 2/ النفط الخام (البترول):

البترول أو كما عُرف بالذهب الأسود عبّارة عن خليط من الهيدروكربونات المعُقّدة وعديمة اللون، وهو ثاني مصدر من مصادر الطاقة، و كلمة بترول مشتقة من كلمة لاتينية (بيترا) وتعني الزيت، الذي يُشكّل البترول منه (سائل وكثيف) ويتميز بخطورته وهي سرعة الإشتعال، ويدخل النفط في عدة استخدامات في حياة الإنسان بمختلف أنواعه.

تواجد النفط:

يوجد بين حبيبات الصخور فراغات تسمى المسامات، وقد تكون هذه المسامات غزيرة وكثيرة، في بعض الصخور ذات المسامية العالية كما توجد مسامات قليلة في الصخور ذات المسامية المنخفضة.

و يتواجد النفط في طبقة صخرية ذات مسامية ونفاذية عالية تكون محصورة بين طبقتين من الصخور الكتيمة في الأعلى والأسفل وتخزن النفط بداخلها وتسمى هذه الصخور بمصائد النفط.

مراحل وشروط تكون النفط:

بعد موت العوالق البحرية -- ترسب في القاع -- تدفن مع الرسوبيات -- تتكون صخور المصدر -- وباستمرار الترسيب -- تتراكم الطبقات الرسوبية -- يتولد ضغط وحرارة -- تنضج المادة العضوية -- فيتكون النفط -- غالباً ما يهاجر النفط -- يتجمع في صخور مصائد النفط -- تحفر آبار لاستخراجه من المكان -- يرسل إلى محطات التكرير.

و من شروط تكوينه:

1- أن لا يكون الماء عميقاً لأن الأكسجين الذائب في الماء يتفاعل مع المادة العضوية المكونة لأجسام العوالق البحرية

BENABDALLAH Rasha

ويحولها إلى. (H2O,CO2)

2- أن تكون نسبة المادة العضوية مرتفعة نسبياً في الصخر الرسوبي الذي اختلطت به وأقل ذلك أن تكون في حدود 1% من الصخر الرسوبي.

3- أن يكون صخر لمصدر عميقاً في جوف الأرض على الأقل بعمق (3000م).

استخداماته:

- دخل النفط في صناعات كثيرة ومهمة ومثال ذلك:
- استخدم النفط كأهم مصدر مواد خامة في الصناعات المتعددّة والمختلفة.
- يُستخدم في إنتاج أكثر من ثلاثمائة ألف منتج صناعي بشكل كلي او جزئي.
- دخل البترول في الصناعات الزراعية والحربية والصحية ومصانع النسيج والمطابع الورقية والإستعمالات المنزلية وتعبيد الطرق وغيرها.
- أهم الصناعات المُستخدم بها النفط (الأسمدة الكيمياوية،المبيدات الحشرية،النايلون).
- يدخل في صناعة الصحون،خراطيم المياه، أدوات التجميل،الطاولات والأغطية للبيوت والحدائق.
- يُستخدم لصناعة المتفجرات مثل تي ان تي.
- يوجد صناعات بتروكيماوية تُصنّع من البترول ومثال ذلك (الميثانول، بروبلين، اثيلين، بنزين، ستارين، بي في سي، بولي بول، راتنجات الآلكيد، بولي استر، غير المُشبع وغيرها.
- يدخل النفط بشكل كبير في توليد الكهرباء، وذلك لسهولة إستعماله وقلة أسعاره وخطورته في تلويث البيئة والحياة.
- يُستخدم في الإنارة بالمصانع، المنازل، المركبات، وأعمال المنشآت الضخمة.
- يتم استعمال النفط في مجالات عسكرية ومدنية،في عمليات النقل البري والجوي والبحري في القطارات، المركبات، الطائرات، والأسلحة كالمدرعات والبوارج الحربية، وتصنيع الغازات الفتاكّة السامة التي تُعتبر سلاح حرب مُدمّر.

النفط سلاح سياسي وحربي:

مكن للدول المصدرة للنفط استخدام هذا المورد الاقتصادي كوسيلة للضغط السياسي والاقتصادي على أي دولة من الدول في منطقة أو اقليم جغرافي معين ، إلا إن هذا الاستخدام هو سلاح ذو حدين ، إذ انه يمكن استخدامه لتحقيق أهداف أو غايات محددة ضمن فترة زمنية محددة أو مفتوحة لأجل غير مسمى ، فمثلا استخدم العرب سلاح النفط عام 1973 كسلاح اقتصادي وسياسي ضد الولايات المتحدة وهولندا لدعمهما السياسة الصهيونية العدوانية

BENABDALLAH Rasha

تجاه الوطن العربي وكان له مفعول قوي ، وعلى النقيض من ذلك ، استخدم سلاح النفط عام 1991 كعقاب ضد العراق اثر حرب الخليج الثانية من خلال منع بيع وتصدير النفط العراقي مما الحق أضرارا بالغة بالشعب العراقي من النواحي الاقتصادية والمعيشية الداخلية ، وجمد أو شل العلاقات العراقية الخارجية مع العديد من الدول العربية أو الأجنبية . وبناء عليه ، فإن النفط سلاح متعدد الاستخدامات والأهداف كنعمة ونقمة في آن واحد ، يمكن إن يؤثر على الدولة المصدرة أو المستوردة على حد سواء ، ولكن بتبعات وآثار مختلفة ومن آن لآخر ومن دولة لأخرى .

أهمية البترول:

- تُعتبر عملية بيع وشراء النفط ومشتقاته ذات مردود وعائد مالي ضخم للدول المُصدرّة، وتختلف حسب كمية الإنتاج والمادة من دولة إلى خرى من حيث نوعه صلب ،سائل أو غاز.
- النفط يُصنّف مصدر ثروة قومي للدول العربية.
- وسيلة للحصول على العملات الأجنبية وتداولها.
- النفط وثّق العلاقات السياسية والإقتصادية بين الدول العربية والدول الغربية،كونّه شكّل قوة إقليمية وعالمية للدول المُصدّرة.
- لجأت بعض الدول لإستخدام البترول مع دول الغرب كوسيلة تبادل المعدات المدنية والعسكرية، والخبرات العلمية في مجال التكنولوجيا.

سلبيات النفط:

- يشكل النفط خطر على الدول التي تمتلكه فوجوده يجعلها مطمع و محور المتابعة من قبل الدول الأخرى.
- بسبب النفط تلوث الهواء ويحدث الضرر للغطاء النباتي، لذلك فهو يشكل خطورة على عناصر الطبيع.
- اسهمت وسائل الاتصال التي أوجدها النفط في احداث بعض حالات الانعزال الاجتماعي و عدم الاختلاط مع الناس.

أنواع النفط:

يمكن تصنيف النفط حسب كثافته ، إلى نفط ثقيل ونفط خفيف ، وترجع خاصية اختلاف كثافة البترول إلى نسبة الهيدروكربونات الثقيلة فيه ، فكلّما زادت هذه النسبة زادت كثافة النفط ، وفي الحقيقة فإنّ النفط الخفيف أكثر طلباً في السوق وأغلى سعراً وذلك بسبب امكانية الحصول منه على كميّات كبيرة من المشتقات البترولية وبالذات الجازولين والذي يعتبر المشتقّ البترولي الأكثر طلباً في العالم . كما يمكن تصنيف البترول إلى بترول حلو به نسبة كبريت منخفضة ، وبترول حامض به نسبة كبريت عالية ، وبالطبع فإنّ النفط الحلو أكثر طلباً في السوق العالمية .

BENABDALLAH Rasha

تسعير البترول:

البترول هو أكثر السلع تداولاً في العالم ، وسعره يتفاوت حسب نوعيته ، فالبترول الخفيف الحلو أغلى ثمناً في سوق النفط العالمية وتوجد أكبر أسواق النفط في العالم في لندن ونيويورك وسنغافورة ، كما أنّ مشتقات النفط كالجازولين وزيت التدفئة تتمتع بسوق رائجة هي الأخرى . ونظراً لوجود أنواع وأصناف مختلفة من البترول فقد تمّ الاتفاق بين متداولو النفط على اختيار أنواع محدّدة تكون بمثابة معيار للجودة وعلى أساسها يتم زيادة أو خفض قيمة السلع البترولية . فعلى مستوى العالم أختير خام برنت في المملكة المتحدة ليكون مرجعاً عالمياً ، وفي منطقة الخليج العربي، يستخدم خام دبي كمعيار للتسعيرة ، وفي الولايات المتحدّة خام وسط تكساس المتوسط .

وقد وضعت منظمة الدول المصدرة للنفط (أوبك) نظاماً مرجعياً خاصاً بها عُرف بسلّة أوبك وهو عبارة عن متوسط سبعة خامات محددة من النفط ، وهي :

الخام العربي الخفيف السعودي

خام دبي الإماراتي

خام بوني الخفيف النيجيري

خام صحاري الجزائري

خام ميناس الإندونيسي

خام تيا خوانا الخفيف الفنزويلي

خام ايستموس المكسيكي .

وفي الحقيقة فإنّ أسعار النفط غير ثابتة فهي عرضة للتغير السريع نتيجة عوامل عديدة ، سياسية ، اقتصادية ، كوارث وحروب ، وهذا ما نشهده حالياً حيث يتراوح سعر النفط حاليا من 57 إلى 63 دولارللبرميل.

خطوات استخراج البترول

- أولاً: يتم تحديد مكان تجمّع النفط في باطن الأرض وتسمى بمكامن النّفط، ويمكن التعرف عليها من خلال عمل بعض العمليّات والبحوثات و المسوحات.
- ثانياً الحفر الاستكشافي: تهدف هذه العمليّة إلى التأكد من وجود النّفط في المكامن الّتي تُجرى عليها الدّراسات، والّتي تم توقّعها من خلال المسوحات.
- ثالثاً الحفر النّهائي: بعد تحديد الموقع بدقّة عن طريق الحفر الاستكشافي، يتم البدء بالحفر لاستخراج النّفط من المكمن.

كيفيّة الحفر والاستخراج

BENABDALLAH Rasha

يتم البدء بالحفر على مراحل مُختلفة، وكل مرحلة منها تتضمّن عمليّة تكسية أو تغليف، وهو عبارة عن إنزال عمود جديد ليُساعد في زيادة العُمق للبئر، ويتم تثبيته باستخدام الاسمنت، ويستمر الحفر حتّى يتم الوصول إلى مكمن النّفط، وتُساعد هذه العمليّة على استقامة جدران البئر وعدم انهيارها.

يتم ثقب الغلاف الإسمنتي للسماح للنفط بالتّسرب لداخله، باستخدام أداة مدفع التّثقيب، فتُقذف بنوع خاص من المتفجّرات لإحداث شق داخل الغلاف دون تدمير الممر المحفور.

يتم إدخال أنبوب ضخ لجسم الغلاف، ليعمل على تجميع النّفط المتسرّب للأعلى، لتقليل كلفة صيانة الغلاف، فكلفة صيانة أو استبدال أنبوب الضّخ أقل.

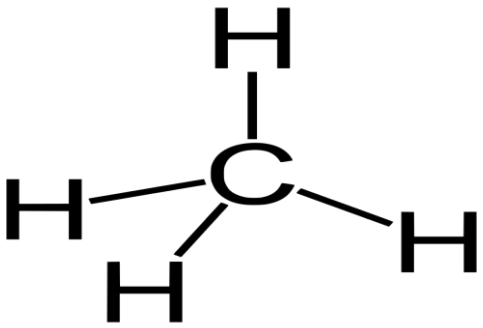
بعد ذلك يمُر النّفط بعمليّات ضخ واستخراج مُختلفة لاستخراجه كامل من المكمن، ويوجد عمليّات استخراج أوّلي أو طبيعي، ويعتمد على ضغط مواد المكمن لينتقل النّفط بشكل طبيعي، ومنها عمليّات استخراج بآليّة الدّفع الثانوي، ويتم فيها رفع الضّغط عن طريق ضخ الهواء والغاز الطّبيعي والماء، فيتم تحفيز عمليّة الضّخ.

فصل النّفط عن المواد العالقة والماء:

تتم عمليّات فصل الشوائب بأجهزة مُختلفة يتم تركيبها على منصّة الحفر، ويتم فصل الغاز والزّيت من خلال محطّات التصفية والتكرير، والموجودة قريباً من بئر النّفط.

BENABDALLAH Rasha

3/ الغاز الطبيعي:



الغاز الطبيعي هو أحد أهم أنواع الوقود الأحفوري، وأقلها ضرراً على البيئة، وهو أحد أبرز مصادر الطاقة البديلة عن النفط، والغاز الطبيعي هو في الأصل عبارة عن عوالق ترسبت منذ آلاف السنوات في طبقات المحيط والأرض وعلى أعماق كبيرة، وبفعل الضغط والحرارة والظروف المواتية تتحول المادة العضوية إلى غاز طبيعي. يتكون غالبه من غاز الميثان CH_4 وغازات أخرى كالإيثان والبروبان.

كيف ينتج الغاز الطبيعي

ينتج الغاز الطبيعي في ظروف مُشابهة لتكون النفط، إذ أن ترسب العوالق والكائنات الحية الدقيقة على أعماق تتراوح ما بين 1000م إلى 6000م يعمل على تكوين النفط، وعند درجات حرارة تقترب من 100 درجة مئوية، وبارتفاع درجة الحرارة و زيادة العمق فإن الوقود الأحفوري الناتج يكون عبارة عن غاز طبيعي مُصاحباً في بعض الحقول للنفط و يكون في حقول أخرى منفرداً لوحده.

استخراج الغاز الطبيعي

- تُحفر آبار شبيهة بآبار النفط لاستخراج الغاز الطبيعي، و قد يكون الغاز الطبيعي مُصاحباً للنفط و قد يوجد منفرداً في الطبيعة لوحده.
- يُستخرج الغاز الطبيعي من الآبار و التي عادة ما تكون في وسط المحيطات، و يتم نقلها عبر الأنابيب نحو الشاطئ.
- يتم نقل كميات الغاز من الشاطئ إلى معامل لتكرير الغاز و تنقيته من المركبات غير المرغوب فيها ومن الشوائب المُصاحبة له.
- عبر عمليات فيزيائية و كيميائية مختلفة تتم معالجة الغاز الطبيعي.
- يتم إزالة الماء أو أي سوائل أُخرى من الغاز الطبيعي في مرحلة التنقية الأولى، و تتم في وحدة خاصة تُسمى وحدة إزالة الماء.
- بعد ذلك تتم عملية إزالة الغازات الحمضية من الغاز الطبيعي، في وحدة تُدعى بوحدة الغازات الحمضية.

BENABDALLAH Rasha

2

- يتم تجفيف الغاز مرة أخرى و التخلص من بعض المُركبات غير المرغوبة في حال احتوى عليها.
- يتم بعد ذلك إرسال غاز الميثان إلى السوق لمحطات توليد الطاقة الكهربائية وغيرها.
- بعد ذلك يتم استرجاع المركبات الأثقل كالبروبان والإيثان و البوتان، وبعد ذلك يتم تسويق غاز البترول المسيل لاستخدامه في صناعة البتروكيماويات ويعبأ كوقود للسخانات وللإستعمالات المنزلية.

الغاز الطبيعي المسال

هو غاز طبيعي تم تبريده إلى 161 درجة مئوية تحت الصفر. يتكون الغاز الطبيعي بشكل أساسي من الميثان، ونسب قليلة من هيدروكربونات أخرى مثل الإيثان والبروبان والبيوتان، كما يحتوي أيضاً على الماء وثاني أكسيد الكربون والنيتروجين والأكسجين وبعض مركبات الكبريت. ويتم إزالة معظم هذه المركبات الإضافية خلال عملية الإسالة، حيث يتكون الغاز المتبقي بشكل رئيسي من الميثان وكميات قليلة فقط من هيدروكربونات أخرى.

في حالة الغازالطبيعي السائلة، يتم تقليص حجم الغاز الطبيعي المسال إلى ما يقارب 1\600 من حجمه مقارنة بحالته الغازية ، وهذا يسهل عملية تخزينه ونقله بأمان وبشكل موثوق لجميع أركان الكرة الأرضية. الغاز الطبيعي المسال هو سائل عديم اللون والرائحة غير مسبب للتآكل وغير سام ويتم تخزينه ونقله في ضغط جوي يتوافق مع درجة غليانه. مما يعني أن درجة حرارته تبقى ثابتة طالما تم المحافظة عليه تحت ضغط ثابت.

ولأن الغاز الطبيعي عديم اللون والرائحة والطعم، يضاف إليه مركب كيميائي يطلق عليه مركابتن (يشبه الكبريت في رائحته) قبل عملية التوزيع لإعطائة رائحة مميزة غير محببة (تشبه البيض الفاسد) وذلك كعنصر أمان يسمح التعرف عليه في الهواء في حالة حدوث تسرب.

الإسالة من أجل سهولة النقل

بالنسبة للدول التي يستخدم فيها الغاز في الأسواق المحلية يكون نقل الغاز خلال خطوط الأنابيب قابل للتطبيق فنيا واقتصاديا ، وهو الخيار المستخدم لنقل الغاز الطبيعي الجزائري و الروسي إلى الأسواق الأوروبية ، وكذلك نقل الغاز الكندي إلى أسواق الولايات المتحدة الأمريكية، وعند استحالة نقل الغاز خلال خطوط الأنابيب مثل دولة قطر حيث أن الأسواق الرئيسية على بعد آلاف الكيلومترات يعتبر إسالة الغاز هو الحل الأمثل لنقل أكثر سهولة.

إنتاج الغاز الطبيعي المسال في خطوط الإسالة

يتدفق الغاز في خطوط الإسالة لتحويله إلى غاز طبيعي مسال. وخط الإنتاج هو وحدة معالجة مستقلة، ويضم المجمع آليات الضغط، وتوربينات (عنفات (،وأوعية وخطوط أنابيب متقاطعة والتي تسيل الغاز وتحوله إلى الغاز الطبيعي المسال. وخلال المرحلة الأولى من هذه العملية يتم تنقية الغاز من الشوائب – مركبات الكبريت – ثاني أكسيد الكربون والماء-على مراحل.

BENABDALLAH Rasha

فصل المنتجات الثانوية

وفيما بعد يتم تبريد الغاز بواسطة البروبان وعملية التبريد المختلطة .يتم فصل الهيدروكربونات الثقيلة وتجزأته إلى غاز البترول المسال ومكثفات المصنع ، حيث يقوم المبادل الحراري الرئيسي في كل خط إنتاجي بتبريد الغاز إلى نحو 150 درجة تحت الصفر وذلك باستخدام نظام التبريد المختلط ويقوم بإسالته في هذه العملية.

التخزين والشحن عند 162 درجة حرارة تحت الصفر

وفي النهاية، وعند انخفاض الحرارة ووصولها إلى162 درجة تحت الصفر، يتم إزالة النيتروجين، من ثم يتم ضخ الغاز الطبيعي المسال لأحد صهاريج التخزين الأربعة ويصبح جاهزاً لتحميله على ناقلات صممت خصيصاً لنقل الغاز الطبيعي المسال.

ولكل من الصهاريج الأربعة جدار إسمنتي تبلغ سماكته متر واحد يحتوي على بطانة داخلية من الحديد المعزول تماما للمحافظة على حرارة الغاز المسال 160درجة سيلزية تحت الصفر (260 درجة فهرنهايتية تحت الصفر) ، وتبلغ القدرة الاستيعابية للصهريج الواحد إلى 85.000 متر مكعب وتعادل القدرة الاستيعابية للصهاريج الأربعة إنتاج المصنع في خمسة أيام ، ويتم نقل الغاز الطبيعي المسال إلى الأسواق على متن ناقلات خاصة لنقل الغاز الطبيعي المسال.

إعادة التغويز(إعادة الغاز المسال إلى الحالة الغازية) استعداداً للتسليم

عند وصول الغاز إلى جهة الاستيراد يتم نقل الغاز الطبيعي المسال عبر الساحل وإعادة تغويزه بمعنى إعادته إلى الحالة الغازية، من خلال إعادة تسخين الغاز الطبيعي المسال حتى يعود إلى حالته الغازية. ويرتبط مصنع إعادة التغويز بمرافق التخزين وخطوط الأنابيب، وبعدها يصبح الغاز معد للتوزيع، باعتبارها الطاقة المفضلة في مجال العمل والاستخدامات المنزلية في الأسواق الكبرى حول العالم.

كيف يتم قياس الغاز

يستخدم القائمون على صناعة الغازالطبيعي مقاييس عدة لقياس الغاز بناءً على إن كنت ترغب بقياس حجم الغاز الطبيعي المسال أو لقياس محتوى الطاقة، أو لتحديد حالته غازية أم سائلة. والمقياس الأساسي الذي نستخدمه في قطرغاز هو مليون طن سنوياً والذي يقيس كم الغاز الطبيعي المسال المنتج من مرافقنا سنوياً.

سلسلة من المنتجات الثانوية

عند استخراج الغاز الطبيعي من تحت سطح البحر، يكون عبارة عن مزيج من عدد من المركبات الطبيعية والتي عادةً ما تكون بكميات قليلة جداً. وخلال عملية التسييل، يتم فصل المكونات الأخرى. ونتيجة للكم الهائل من الغاز الذي يتم إنتاجه أصبحت هذه المنتجات الثانوية ذات قيمة حيث نقوم بمعالجتها وشحنها إلى أسواق مختلفة وتشمل غاز البترول المسال، الكبريت والهيليوم.

الطاقة النظيفة المفضلة

BENABDALLAH Rasha

4

أصبح الغاز الطبيعي المسال الوقود المفضل لمرافق الطاقة حول العالم نظراً لميزة الاحتراق النظيف وقلة انبعاث ثاني أكسيد الكربون لكل وحدة من وحدات الطاقة، بالإضافة إلى كفاءته العالية عند استخدامه لتوليد الطاقة في محطات الدارة المركبة توليد الطاقة.

معلومات عن الغاز الطبيعي:

1- يتكون الغاز الطبيعي عديم الرائحة واللون وقابل للاشتعال، كما أنه عديم السميّة وأخف وزنًا من الهواء، ولكن شركات المرافق العامة تقوم بإضافة منتج يسمى (mercaptan) الذي يعطي الغاز رائحته البشعة والتي تشبه رائحة البيض الفاسد، وذلك بهدف الكشف عن أي تسرّب للغاز بسرعة وسهولة أكبر.

-2

3- يُعتقد أن الغاز الطبيعي قد تم اكتشافه في الشرق الأوسط في الفترة التي تقع بين 6000 و2000 قبل الميلاد، وذلك عندما قامت الصواعق بإشعال الغاز الطبيعي الذي كان قد تسرّب من الأرض.

4- تم بناء أول خطوط أنابيب الغاز الطبيعي في الصين في عام 500 قبل الميلاد، وهذه الخطوط كانت مصنوعة من الخيزران، وكانت تقوم بنقل الغاز الذي كان يستخدم آنذاك في تبخير ماء البحر للحصول على الملح.

5- تم العثور على الغاز الطبيعي في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 1626، عندما وجد الرحالة الفرنسيون الهنود الحمر وهم يقومون بإشعال الغازات التي كانت تتسرب من داخل بحيرة "إيراي" وحولها.

6- وجد رامبرانت بيل، وهو رسام الوجوه الشهير، أول فائدة لاستخدام الغاز الطبيعي في بالتيمور، في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 1816، عندما قام باستخدامه كمصدر طبيعي للطاقة، لإضاءة معرض له في متحفه وصالة عرضه.

7- انطلقت الصناعة الأمريكية للغاز الطبيعي في عام 1859، وذلك عندما قام مفتش التذاكر السابق العقيد أدوين بحفر أول بئر، واكتشف النفط والغاز الطبيعي على عمق 69 قدمًا تحت سطح الأرض.

8- يأتي الغاز الطبيعي بشكلين، إما جاف أو رطب، وعادة يكون الغاز الطبيعي الجاف هو ما يتم استخدامه في أنظمة التدفئة والتبريد، وتوليد الطاقة الكهربائية، حيث إنه يتكوّن تقريبًا بمجمله من غاز الميثان، وكلما ارتفع تركيز غاز الميثان داخل الغاز، كلما كان أكثر جفافًا، بينما في المقابل، يكون تركيز الميثان في الغاز الطبيعي الرطب أقل بـ 85٪، كما تكون نسبة الغازات الطبيعية السائلة الأخرى فيه مثل الإيثان والبوتان أعلى أيضًا.

9- هناك أكثر من 11 مليون مركبة في جميع أنحاء العالم تستخدم الغاز الطبيعي كوقود لها، والجدير بالذكر أن الغاز المستخدم لهذه الغاية يكون إما في حالته المضغوطة أو المسالة.

10-لا يتم استخدام الغاز الطبيعي في الطبخ والتسخين وحسب، بل إن العديد من المنتجات اليومية لن تكون متاحة من دونه، مثل أرضيات الفينيل والسجاد والأنابيب، وأيضًا الأسبرين والأطراف الاصطناعية وصمامات القلب ونظارات الشمس، ومزيلات التعرق والهواتف المحمولة.

BENABDALLAH Rasha

5

11- يُنتِج الغاز الطبيعي عند احتراقه كمية قليلة من غاز ثاني أوكسيد الكربون (CO_2)، وهذه الكمية أقل بكثير من الكمية التي تنتج عن احتراق باقي أنواع المواد المستخدمة لتوفير الطاقة، حيث إن الغاز الطبيعي عندما يتم استخدامه لتدفئة المنازل أو للاستخدامات الصناعية، فإن احتراقه يُطلق نسبة من غاز ثاني أوكسيد الكربون تقل بـ 25 - 30٪ من التي تنتج عن النفط، وتقل بـ40-50٪ عن الكمية التي تنتج عن احتراق الفحم.

12- استطاع الغاز الطبيعي تحقيق نمو هائل خلال السنوات القليلة الماضية ليصبح جزءًا من مزيج الطاقة العالمي، حيث إن الاحتياطي العالمي منه قد وصل اليوم إلى 21٪ من احتياطي الوقود الأساسي المخصص للاستهلاك عالميًا، كما أن الاحتياطيات الحالية الموجودة حاليًا، تكفي لدعم الاستهلاك العالمي من الغاز التقليدي للسنوات الـ 60 المقبلة.

13-تشير وكالة الطاقة الدولية (IEA)، إلى أن المصادر الغير تقليدية للنفط والغاز يمكن أن تشكّل ما يصل إلى 50٪ من الاحتياطيات العالمية غير المكتشفة.

14-تمتلك الصين أكبر موارد متوقعة من الغاز الصخري القابلة للاستخراج في العالم، حيث إنها تمتلك ما يقرب من ضعف الموارد التي توجد في الولايات المتحدة، أما الأرجنتين فتمتلك ثاني أكبر مورد له.

15- في كل ساعة من ساعات المساء، يثور بركان غازي أمام فندق (MGM Mirage) في لاس فيغاس، وقد تم تعديل رائحة هذا الغاز ليصبح معطرًا برائحة عصير البينا كولادا.

طرق استخراج غاز المنازل

يعتبر غاز الميثان من أكبر وأهم مكونات غاز المنازل، وهو غاز مسال ينبعث خلال تصفية النفط الخام يتم ضغطة في أسطوانات خاصة، ومن ميزاته سريع الاشتعال و شديد الانفجار، يتم الحصول على غاز المنازل من الغاز المنبعث خلال تصفية النفط. تحلل المخلفات العضوية عن طريق تسخين الكربون والهيدروجين، نواتج التحلل البكتيري اللاهوائي للمواد النباتية تحت الماء وما يسمى بغاز المستنقعات. التقطير الإتلافي للفحم الحجري، تحلل الرواسب في معالجة مياه الصرف الصحي.

BENABDALLAH Rasha

3- مصادر الطاقة المكملة (البديلة و المتجددة)

الطاقات المتجددة هي الطاقات التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري، وهي بذلك على عكس الطاقات غير المتجددة الموجودة غالبا في مخزون جامد في الأرض لا يمكن الإفادة منها إلا بعد تدخل الإنسان لإخراجها ، وتعرف مختلف الهيئات الدولية والحكومية الناشطة في مجال المحافظة على البيئة الطاقات المتجددة كما يلي:

- **تعريف وكالة الطاقة العالمية (IEA)**: تتشكل الطاقة المتجددة من مصادر الطاقة الناتجة عن مسارات الطبيعة التلقائية كأشعة الشمس والرياح، والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة أعلى من وتيرة استهلاكها .

أهمية الطاقة المتجددة

تشكل كل من الطاقة المتجددة والطاقة النووية المصادر الرئيسية للطاقة العالمية خارج الطاقة الأحفورية وهناك اهتمام عالمي كبير بهذين المصدرين كمصادر مستقبلية للطاقة، بحيث تكون بديلا للطاقة الأحفورية والتي تسعى عديد من الدول وخاصة الصناعية منها إلى استبدالها بهذه المصادر الجديدة، إذ يعتبر الدافع الرئيسي الأول للاهتمام بموضوع الطاقات المتجددة هو الدافع البيئي . حيث أن من أهم التأثيرات البيئية المرتبطة باستخدامات الطاقة ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري، وعلى العكس من ذلك فلاستخدام الطاقة المتجددة أثر معروف في حماية البيئة نتيجة لما تحققه من خفض انبعاثات تلك الغازات ومنه التلوث البيئي، حيث من المتوقع أن تبلغ الانبعاثات الناتجة عن الوقود التقليدي حوالي 190 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنة 2017 بالإضافة إلى الغازات الأخرى .

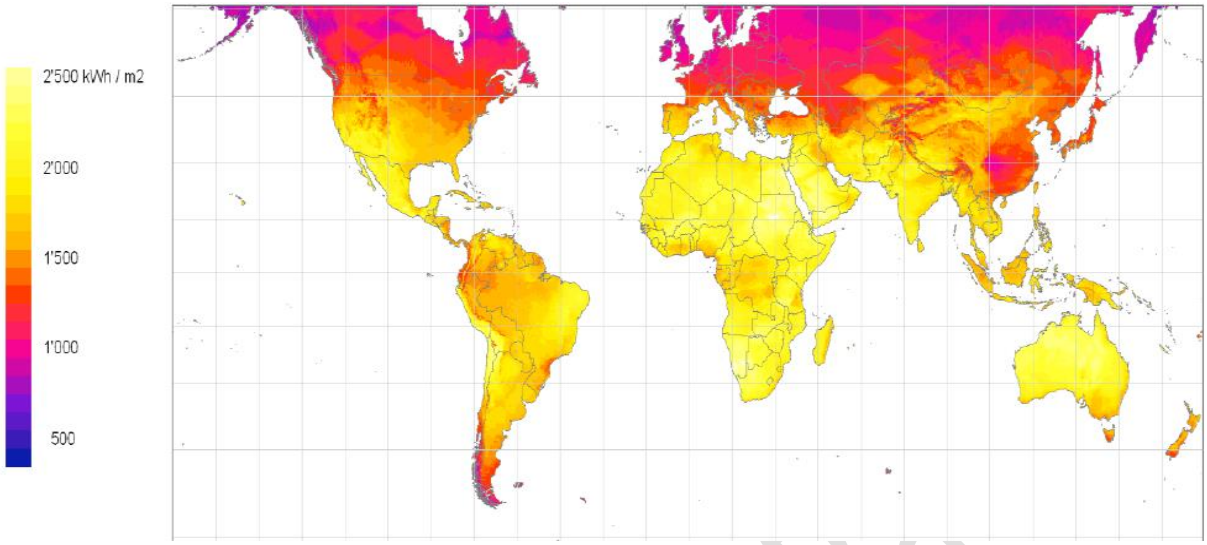
أولا: الطاقة المستمدة من أشعة الشمس Solar Energy

تعرف الشمس على أنها كرة هائلة من الغازات الساخنة، وبنسب الوزن يمثّل فيها الهيدروجين ما نسبته 70% والهليوم 25% والكربون والنيتروجين والأكسجين 1.5% لكل منهم، وتمثل باقي العناصر 0.5%. تصل درجة حرارة الشمس إلى 5000 درجة مئوية على السطح وحوالي 15000 درجة مئوية في اللب (المركز)، ومتوسط المسافة بينها وبين الأرض ما مقداره 149.6 مليون كيلومتر يقطعها ضوء الشمس في ثماني دقائق ونصف، أما قطرها فيبلغ 1.4 مليون كيلومتر أي أنها أكبر من كوكب الأرض 109 مرة، وهو ما يعني أن الشمس تتسع لحوالي مليون كوكب حجم الأرض .

وتمد الشمس الأرض بكميات ضخمة من الضوء والطاقة دون مقابل، فتدفئ طاقة الشمس الحرارية سطح الأرض والبحر والهواء. وطالما استخدم الناس الطاقة الحرارية المجانية المستمدة من الشمس فإذا نظرنا عن كثب إلى **الخريطة المبينة في الملحق رقم (01)** نجد أن العديد من دول العالم الفقيرة تتوفر فيها كميات كبيرة من الطاقة الشمسية، مما يعني أن بإمكان الناس في هذه الأقطار استخدام قدر هائل من الطاقة الحرارية المجانية[2]، حيث أن مصدر الطاقة في كل من الغذاء والوقود يرجع إلى الطاقة الشمسية بواسطة التمثيل الضوئي في النبات، فبهذه الطريقة يتحد ثاني أكسيد الكربون ببخار الماء، مع وجود مادة الكلوروفيل الخضراء كحافز للحصول على الكربوهيدرات اللازمة لنمو النبات وإثماره، وليس أنواع الوقود الأحفوري من البترول والغاز إلا بقايا من المواد العضوية الأخرى التي تغذت بها، تراكمت منذ ملايين السنين وتحولت بفعل الحرارة والضغط في باطن الأرض إلى أنواعها ومركباتها الحالية . ويتم استغلال الطاقة الشمسية، إما عن طريق استخدام الحرارة الشمسية لتسخين ناقل ما للحرارة لكي تستهلك هذه الحرارة إما مباشرة أو من أجل تحويلها إلى أشكال أخرى للطاقة وبالدرجة الأولى إلى طاقة كهربائية .

والجدير بالذكر أيضا أن قيمة الطاقة المتجددة لا تقاس بعدد الكيلووات المنتج إنما تقاس بالفوائد الاقتصادية الناتجة من الاستخدامات المباشرة وغير المباشرة للطاقة الشمسية والتطبيقات الأخرى لها لتلبية الاحتياجات الحرارية للفقير والغني على حد سواء في الدول النامية والمتطورة .

ويجعل الشكل الدائري للأرض ودوارنها حول الشمس أجزائها تتلقى مقادير متباينة من الأشعة الشمسية الحرارية، إذ تسقط أشعة الشمس بشكل شبه عمودي على المناطق الاستوائية والمدارية للأرض وبذلك تكون هذه المناطق أكثر تعرضا لأشعة الشمس وحرارتها من المناطق الشمالية والجنوبية والقطبين الشمالي والجنوبي لها، ويسقط ما مقداره 2500 كيلووات ساعة لكل كيلومتر مربع سنويا في المناطق الحارة من العالم كالقارة الأفريقية ومنطقة شبه الجزيرة العربية وفي أمريكا اللاتينية حيث أن كل متر مربع من سطح الشمس يبعث بطاقة إشعاعية قدرها 63.11 ميغاوات مما يعني أن خمس كيلومتر مربع من مساحة سطح الشمس يبعث بطاقة إشعاعية تقدر بـ400 إكساجول سنويا، وهو ما يكفي لتلبية إجمالي الطلب العالمي على الطاقة الأولية في الأرض حاليا .



ثانيا: طاقة الرياح Wind Energy

إن استخدام الإنسان لطاقة الرياح ليس بالأمر الجديد، فقد فرضت الظروف الماضية التي عاش في ظلها ضرورة أن يلجأ إلى استخدام مصادر الطاقة المتوفرة في الطبيعة وإخضاعها لتلبية احتياجاته ضمن ظروف ومستويات التكنولوجيا السائدة في مختلف العصور . فكان للرياح دور مهم وفعال في ازدهار الحضارات المختلفة حين استخدمت في إدارة طواحين الهواء وتسيير السفن الشراعية عبر البحار والمحيطات، فظلت السفن الشراعية أسرع القطع البحرية حتى تمكن الإنسان من اختراع الآلة البخارية. وإذا كان الحديث يدور في يومنا هذا عن طاقة الرياح فإن الإشارة غالبا ما تعني استعمال هذه الطاقة في توليد الكهرباء بواسطة التوربينات الضخمة ذات التكاليف والتكنولوجيا الفائقة .

وتعتبر طاقة الرياح صورة غير مباشرة من صور الطاقة الشمسية، حيث أن حركة الهواء هي نتيجة لفرق الضغط في الغلاف الجوي، ويسبب فرق الضغط تحرك الهواء من منطقة ذات ضغط مرتفع إلى أخرى منخفضة الضغط وينشأ فرق الضغط نتيجة اختلاف التأثيرات الحرارية للشمس التي تتحكم في درجة حرارة الأرض والتي تكون السبب في حدوث الرياح. حيث يمكن لهبوب الرياح أن يولد طاقة أكثر كثافة مما تولده أشعة الشمس تقدر بـ10 كيلووات/م^2 في العواصف الشديدة وما مقداره 25 كيلووات/م^2 عند هبوب الأعاصير، في حين أن الحد الأقصى للطاقة الناتجة عن الإشعاع الشمسي تقدر بـ 1 كيلووات/م^2، هذا في حين أن هبوب نسيم عليل بسرعة 5 متر في الثانية (18 كم في الساعة) من شأنه أن يولد ما مقداره 0.075 كيلووات/م^2.

ثالثا: طاقة الكتلة الحيوية Biomass

يقصد بالكتلة الحيوية ما يتم تجميعه من مخلفات، مثل الأشجار الميتة، وفروع الأشجار وأوراقها، ومخلفات المحاصيل وقطع الخشب وغيرها، حيث يمكن الاستفادة من المخلفات من خلال إجراءات إعادة التدوير Recycling أو إعادة الاستخدام Re-Use وهو ما يمكن أن يؤدي إلى تقليل حجم المخلفات والقمامة. ويقصد بتدوير المخلفات إعادة استخدامها لإنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي، في حين يقصد بإعادة الاستخدام، مثلا إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه المعدنية بعد تعقيمها.

ويعتبر توليد الطاقة الكهربائية والحرارية وإنتاج الوقود من طاقة الكتلة الحيوية تحديا كبيرا في نماذج تحويل الطاقة الحديثة، ومكسبا بيئيا يساهم في التقليل من انبعاث غازات ثاني أكسيد الكربون الدفيئة من خلال استغلال عملية تعفن هذه المخلفات الحيوية وكبح تأثيرها على الغلاف الجوي، وهذا باستخدامها كطاقة بديلة.

حيث تحتوي طاقة الكتلة الحيوية على مكانة خاصة نظرا لأهميتها القصوى لحاضر ومستقبل الطاقة في الدول النامية والمتقدمة. فيعتمد حوالي 70% من السكان على الكتلة الحيوية كالخشب، وبقايا المحاصيل والحيوانات للاستخدامات المنزلية وخصوصا كوقود للطهي. كما أن طاقة الكتلة الحيوية يمكن تحويلها إلى وقود صلب وسائل وغازي. فبدائل البنزين مثلا من الممكن إنتاجها من الكتلة الحيوية بواسطة التخمر والتقطير، وعن طريق المعاملة الحرارية للخشب وبقايا المحاصيل الزراعية، ويمكن بغير ذلك من التفاعلات الكيميائية أيضا إنتاج الوقود من الكتلة الحيوية على نطاق صناعي واسع أو على نطاق محلي محدود .

BENABD

30

وهناك العديد من الأنماط المختلفة لوقود الكتلة الحيوية التي تتراوح من الحطب التقليدي المستخدم في الطهي بالمناطق الريفية والذي يتم حرقه بطريقة بعيدة كل البعد عن الكفاءة، إلى الأنماط الحديثة والمتطورة للغاية. ويمكن للمخلفات الزراعية مثل روث الحيوانات Manure أن تستخدم كوقود حيوي، غير أنه بالمستطاع أيضا توليد الطاقة بالاعتماد على عملية التخمر Ferment، وسيتم معالجة أشكال توليد الطاقة من المخلفات ومن المحاصيل الزراعية بشيء من التفصيل في الفرع الثالث.

رابعا: الطاقة المائية Hydropower Energy

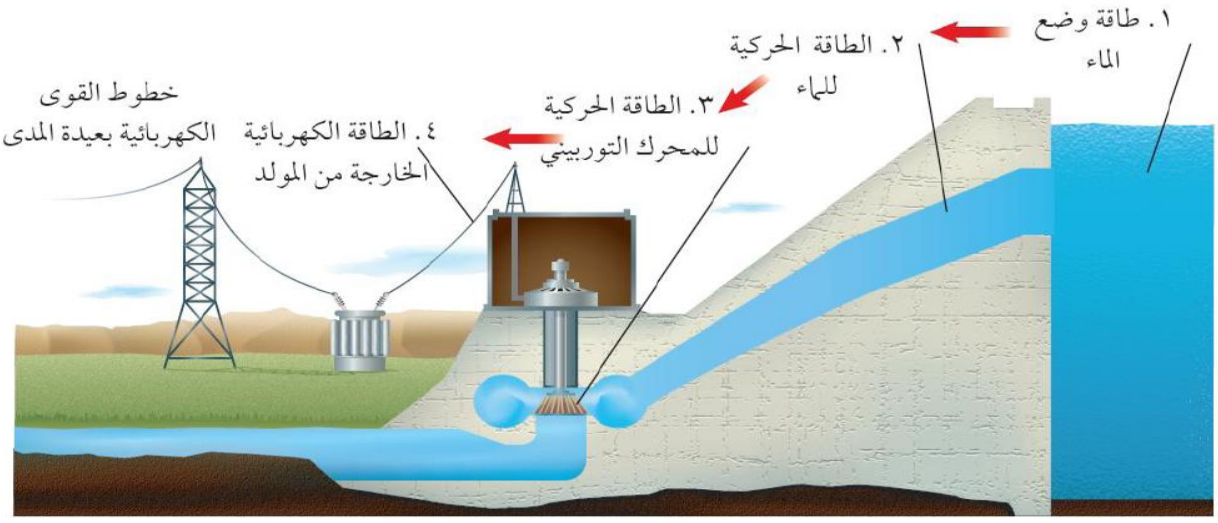
الماء من أعظم نعم الله عز وجل على خلقة، فالماء ضروري للحياة ولا غنى للإنسان والكائنات الأخرى عنه، قال تعالى "**وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون**" (سورة الأنبياء الآية 30)، فالماء مركب كيميائي ناتج عن اتحاد ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين، ومن أهم خواصه أنه عديم اللون والطعم والرائحة، ويتجمد عند حرارة صفر مئوي ويغلي عند 100 درجة مئوية، وهو المركب الوحيد الذي يتواجد في الطبيعة في الحالة الصلبة والسائلة والغازية ويتحول من حالة لأخرى باكتساب أو فقدان كمية من الطاقة الحرارية، ويكوّن الماء 71% من مساحة سطح الكرة الأرضية .

حيث تحتوي المياه المتحركة على مخزون ضخم من الطاقة الطبيعية سواء كانت المياه جزءا من نهر جار أو أمواجا في المحيط. فالمساقط المائية ما هي إلا نتيجة لطبيعة التضاريس والتركيب الجيولوجي لسطح الأرض التي يمكن اعتبارها موردا طبيعيا ثابتا، وعليه تعتبر الطاقة المائية مصدرا من مصادر الطاقة المتجددة التقليدية حيث استعمل الإنسان الدواليب التي تدار بقوة الماء لرفع المياه للري ولإدارة العجلات والطواحين التي أنشأها على ضفاف الأنهار، إلا أن أهمية هذه الطواحين والدواليب كانت تقتصر على فترة جريان المياه في الأنهار، لذا فقد اقتصرت أهميتها على المناطق ذات الجريان الدائم وأصبحت الأنهار السريعة الدائمة الجريان هي من تحدد مواقع الصناعة، فقلت أهمية الطاقة المائية عند اختراع الآلة البخارية وخاصة في غرب أوروبا وأمريكا حيث الفحم وكثافة السكان،

(الملحق رقم **02** يوضح آلية توليد الكهرباء بالطاقة المائية) ثم استرجعت أهميتها بعد التطور العلمي والتكنولوجي واكتشاف المولدات الكهربائية والأسلاك المعدنية المقاومة للكهرباء مما أدى إلى تطورها واتساع نطاق استعمالها.

خامسا: طاقة المحيطات Ocean Energy

تغطي البحار والمحيطات مساحات واسعة جدا من سطح الكرة الأرضية، فبينما تبلغ مساحة اليابسة على الأرض 149 مليون كم^2، فإن البحار والمحيطات تغطي ما مساحته 361 مليون كم^2، أي أكثر من ضعف مساحة اليابسة، ومعروف تاريخيا أن الإنسان استعمل ومازال يستعمل البحار والمحيطات سواء لإنتاج غذائه أو لانتقاله من مكان لآخر. وهناك أشكال عديدة من الطاقة يستطيع الإنسان الحصول عليها من البحر، فهناك حركة المد والجزر التي تؤدي إلى ارتفاع منسوب المياه على الشواطئ ثم انخفاضها ضمن حركة دورية تتكرر بشكل منتظم. وقد تمكن الإنسان من الاستفادة من هذه الظاهرة في أعمال الملاحة وأخيرا في توليد الطاقة الكهربائية. وكذلك استغلال الطاقة الحرارية في البحار والمحيطات لتوليد الطاقة الكهربائية أو إنتاج الهيدروجين الذي يمكن استعماله كوقود لتوليد الطاقة النهائية. وقد يبدو غريبا أن نتكلم عن الطاقة الحرارية في البحار والمحيطات كون هذه الأخيرة لا ترتفع أكثر من 30 درجة مئوية على السطح في أي مكان من العالم، وبالرغم من أن درجة الحرارة في أعماق البحار والمحيطات لا ترتفع عن 5 درجات مئوية إلا أن فوارق درجة حرارة الماء ما بين السطح والقعر (الباطن) هو ما يسمح باستغلال التدرج الحراري من أجل توليد الطاقة الحرارية ، فعلى الرغم على أن هذا النوع من الطاقة غير مستغل بشكل جيد الآن رغم تأكيدات المختصين على إمكانية استغلالها ميدانيا وتكنولوجيا إلا أن الاستثمارات المطلوبة لإنشاء محطة كهربائية واحدة تعمل على مصدر الطاقة الحرارية في البحار سيكلف مئات الملايين من الدولارات وهو ضعف ما سيكلفه إنشاء محطة تعمل بالطاقة النووية وبذات قدرة الإنتاج .



سادسا: طاقة الحرارة الجوفية أو حرارة باطن الأرض Geothermal Power

يرجع تاريخ وجود طاقة الحرارة الجوفية إلى زمن نشأة الأرض، حتى أن اسمها مشتق من كلمة Geo وتعني أرض، أما Thermal فتعني حرارة، وبالتالي تعني كلمة Geothermal حرارة الأرض. فالطاقة الحرارية المختزنة في الطبقات الصخرية مصدرها التحلل الطبيعي للعناصر المشعة في القشرة الأرضية والحرارة الكامنة في الصخور المنصهرة الناتجة عن تحلل عناصر مثل اليورانيوم والبوتاسيوم وغيرها من المواد المشعة.[2] وتعتبر الطاقة الجيوحرارية مصدر الطاقة المتجدد الوحيد غير طاقة المد والجزر التي تعتمد على الشمس كمصدرها الأولي للطاقة، ويعتبر استخدام الطاقة الجيوحرارية عمليا أكثر في أماكن حيث تكون درجة حرارة الأرض عالية قريبا من السطح، وهذه غالبا ما تكون قريبة من مناطق نشطة جيولوجيا. وقد تم استغلال هذا المصدر من الطاقة بواسطة الإنسان قديما، عادة على شكل حمامات حرارية طبيعية، لكن البحث عن بدائل للوقود الأحفوري قاد إلى اهتمامات متجددة في النشاط الجيوحراري، حيث تستخدم الطاقة الحرارية الجوفية مباشرة لتوفير الحرارة للأبنية والعمليات الصناعية، وفي نهاية عام 2000 كانت القدرة الحرارية العظمى المركبة عالميا بالنسبة إلى تطبيقات التدفئة غير الكهربائية أعلى من 15000 ميغاوات حرارية بحسب تقرير وكالة الطاقة الجيوحرارية (IGA) عام 2005 .

سابعا: مصادر أخرى للطاقة البديلة

بالإضافة إلى الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والمحيطات وطاقة الكتلة الحيوية المتجددة والتي ترتبط جميعها في الأصل بالشمس زيادة على طاقة باطن الأرض وطاقة المياه هناك مصادر أخرى للطاقة المتجددة قد تكون حاليا قيد الاستعمال أو في مرحلة البحث والتجارب نذكر منها الطاقة النووية، طاقة التمثيل الضوئي في النباتات وما ينتج عنه من مواد يمكن استخدامها كمصادر للطاقة، وإمكانية إنتاج الوقود الحيوي من المخلفات والقمامة والهيدروجين باعتباره وقود المستقبل.

1. الطاقة النووية Nuclear Energy

تعرف الطاقة النووية بأنها الطاقة التي تربط بين مكونات النواة أي (بروتونات أو نيترونات) وهي تتولد نتيجة تكسر تلك الرابطة مما يؤدي للحصول على طاقة حرارية هائلة. وقد بين ألبرت أينشتاين أن المادة يمكن أن تتحول إلى طاقة عند تفكك ذراتها وهو ما لفت الأنظار لما يسمى بالطاقة النووية، والتي صارت تزود دول العالم

بأكثر من 16% من الطاقة الكهربائية التي تحتاجها، فهي تلبي ما يقارب 35% من احتياجات دول الاتحاد الأوروبي، وتحصل اليابان على 30% من طاقتها الكهربائية من المفاعلات النووية . ويوجد نوعان من المفاعلات: مفاعلات بحثية وأخرى لتوليد الطاقة. حيث تستخدم المفاعلات البحثية لإجراء الأبحاث العلمية لأهداف طبية وصناعية، ويوجد على مستوى العالم 284 مفاعل بحثي في 56 بلد. أما مفاعلات الطاقة فتستخدم لإنتاج الطاقة الكهربائية كما يمكن استخدامها لإنتاج الأسلحة في البلدان التي تمتلك برامج حرب نووية . ويستهلك العالم كله حاليا ما مقداره 2767 تيراوات في الساعة أي ما يعادل 599.3 مليون طن مكافئ للبترول من الطاقة النووية .

ونحصل نتيجة انشطار أنوية الذرات على طاقة هائلة في شكل ضوء وحرارة، وتكون أغلبية عمليات الانشطار النووي من اليورانيوم، وقد ذكر ألبرت أينشتاين أن الجزء الصغير من المادة يحتوي على قدر كبير من الطاقة، عندما تخرج هذه الطاقة ببطء يمكننا استخدامها في إنتاج الكهرباء، أما إذا خرجت دفعة واحدة فإنها تتسبب في انفجار هائل ومدمر ، مثلما حدث مؤخرا في انفجار مفاعل فوكوشيما الياباني في مارس سنة 2011، وهو ما جعل دول العالم تتوعد بتوسيع قاعدة المزيج الطاقوي من المصادر المتجددة الأخرى بحلول سنة 2030 .

ويعتبر الاندماج النووي الشكل الآخر لصور الطاقة النووية، ويعني ربط النويات مع بعضها البعض لتكوين نواة أكبر، وطاقة الاندماج هي المسئولة عن تحول ذرات الهيدروجين إلى هيليوم في الشمس وهو ما ينتج عنه حرارة وضوء وإشعاعات، وهو ما يعكف عليه العلماء في محاولتهم لإنتاج الكهرباء من عمليات الاندماج النووي، لكنهم لا يزالون يواجهون العديد من المشاكل التكنولوجية والتقنية وهذا لأن المواد الإشعاعية الناتجة عنه تكون أقل من تلك الناتجة عن الانشطار النووي .

2.التمثيل الضوئي Photosynthesis

يؤدي التمثيل الضوئي وظيفتين أساسيتين، أولهما الحفاظ على التوازن في تركيب الغلاف الغازي المحيط بالأرض وبخاصة ذلك التوازن بين الأكسجين وثاني أكسيد الكربون، ومن خلال إنتاج الطعام للكائنات الحية، سواء كانت على سطح الأرض أم في البحار. حيث يشكل ضوء الشمس مصدر الطاقة في عملية التمثيل الضوئي، فتقوم أوراق النباتات بامتصاص أشعة الشمس وثاني أكسيد الكربون من الجو، وتستخدم طاقة الضوء الممتصة في تحليل قسم من الماء الموجود في الأوراق. بعد ذلك يتم تفاعل الهيدروجين مع ثاني أكسيد الكربون

لإنتاج الكربوهيدرات بينما ينطلق الأكسجين في الجو، ونتيجة لهذا الواقع فإن كفاءة النباتات في تحويل طاقة الشمس إلى طاقة مفيدة منخفضة جدا فهي لا تتعدى 1% في أفضل الأحوال، أما في التجارب المخبرية فإن هذه الكفاءة ترتفع لتصل إلى حوالي 6%. وتقوم النباتات بتحويل 10^{21} جول من الطاقة الشمسية الساقطة على الأرض وهو ما يعادل واحد بالألف من مجمل الإشعاع الشمسي الإجمالي الساقط على الأرض إلا أن هذه النسبة الضئيلة جدا تعادل عشرة أضعاف ما استهلكه العالم من الطاقة عام 1974، وبإمكاننا استنتاج أن كمية الطاقة الشمسية الساقطة على الأرض تعادل على الأقل 10 آلاف مرة مقدار استهلاك العالم من الطاقة .

وبالإضافة إلى أن عملية التمثيل الضوئي تؤدي إلى إنتاج الغذاء لكل الأحياء على الأرض، إلا أن تلك النباتات التي يستهلكها الإنسان والحيوان لا ينتهي دورها عند حد الاستهلاك، إذ يتحول جزء من النباتات المستهلكة إلى بروتينات ودهون وتتبقى فضلات بعد عملية الهضم تحوي مواد عضوية يمكن الاستفادة منها في إنتاج الميثان الذي يصلح كوقود، ويمكن تحويل ما يتم تجميعه من المخلفات والنفايات المنزلية إلى مصادر للطاقة سواء كان ذلك بواسطة الحرق مباشرة أو بإحدى عمليات تحليل المواد العضوية عن طريق: محاصيل الطاقة، إنتاج الغاز من مخلفات الحيوانات والطاقة من القمامة والنفايات.

BENABDALLAH

الفصل الثالث:

حفظ الطاقة: Conservation of energy

علمياً ، والحفاظ على الطاقة ليس ترشيد استخدام الطاقة. علمياً قانون حفظ الطاقة يقول ان الطاقة لاتفنى و لا تخلق من العدم, عندما نستخدم الطاقة فأنها تتحول من شكل واحد من اشكال الطاقة الى شكل آخر.

محرك السيارة يحرق البنزين ، وتحول الطاقة الكيميائية في البنزين الى طاقة ميكانيكيه. الخلايا الشمسية تغيير إشعاعا الطاقة الى طاقة كهربائية. الطاقة تغير أشكالها، ولكن اجمالي حجم للطاقة في هذا الكون يبقى نفسه.

كفاءة استخدام الطاقة

كفاءة الطاقة هي كمية الطاقة التي يتحصل عليها من النظام. الوضع المثالي لتحسين كفاءة استخدام الطاقة هو وجود آلة من شأنها تغيير وضع الطاقة بدون فقد أي كمية منها, ولكن هذا لا يتحقق. تحويل شكل واحد من إشكال الطاقة إلى شكل آخر دائما ينطوي على فقدان جزء من الطاقة القابلة للاستخدام.

الوحدات والحرارة المكافئة

مقارنة موارد الطاقة المختلفة، يتعتمد على تحويل مقياس الوحدات الفيزيائية (مثل الحجم، الوزن) الى وحدات مشتركه.

ماهي الوحدة المشتركة بين مصادر الطاقة؟ مقدار ما يحتوية المصدر الأحفوري من طاقة.

أحدى الطرق المتعارف عليها لمقارنة مصادر الطاقة الأحفورية تحويلها الى وحدة الحرارة البريطانية (British thermal units (BTU)وهي الكمية من الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل من الماء الى درجة حرارة واحدة فهرنهايت. و كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء 1°م من 14,5°م إلى15,5°م.

اذا افترضنا انة مطلوب شراء وقود لشركة كهرباء . اذا كان معدل سعر الوقود المستخدم لانتاج الكهرباء هو $27.42 للطن من الفحم، و $26.56 لكل 42 جالون من النفط، و $ 6.11 لكل ألف قدم مكعب من الغاز الطبيعي. طن، برميل، قدم مكعب– كيف يمكن المقارنة بينها. و الجدول الموالي يبين مقدار وحدة الحرارة البريطانية في بعض مصادر الطاقة المستخدمه.

	مصدر الطاقة	مقدار وحدة الحرارة البريطانية BTU
منتجات النفط	جالون الجازولين	91000
	زيت التسخين (Heating oil) ديزل	
	جالون Propane	
النفط الخام	برميل من النفط (42 جالون)	5800000

BENABDALLAH Rasha

الفحم	رطل من الفحم	10000
الكهرباء	كيلوات من الكهرباء	3412
الغاز الطبيعي	قدم مكعب من الغاز الطبيعي	1026

- ويعتبر وحدة حرارة واحدة صغيرة جدا وقد تعادل حرق عود كبريت واحد.
- والاستهلاك المنزلي يعادل على سبيل المثال (92 مليون وحدة حرارية في الولايات المتحدة).
- على المستوى العام يمكن حساب الطاقة (ترليون أو كواردليون) Btu .
- ويعادل 1 مليون وحدة حرارية 8 جالون من الجازولين.
- و1 بليون btu تساوي استهلاك 300 منزل في شهر واحد.
- و 1 كواردليون Btu تعادل 172 مليون برميل من النفط الخام.

المحطات الشمسية الهجين

نظم الطاقة الهجينة هي نظم تجمع بين الطاقة الشمسية من النظام الضوئي مع مصدر أخر لتوليد الطاقة الكهربائية.و يعتبر النظام الهجين الضوئي والديزل هو أحد الأنواع الشائعة بما أن الطاقة الشمسية متقلبة، وتكون سعة التوليد لمولدات الديزل محدودة بمدى معين. أفضل نموذج تجاري لتقليل استهلاك الديزل هو باستخدام طاقة الرياح والشمس وعادة ماتوجد في الأماكن النائية بسبب عدم اتصال هذه المناطق بالشبكة وتكون عملية نقل الوقود مكلفة جداً توجد العديد من هذه التطبيقات في قطاعات صغيرة وعلى الجزر .و تتميز المحطات بما يلي:

العديد من الصناعات تضطر إلى الاعتماد على الطاقة من مولدات الديزل أثناء انقطاع التيار الكهربائي. لذا نجد أن ارتفاع أسعار الوقود الأحفوري ورفع الدعم عن الديزل في مصر و العديد من الدول مصدر قلق متزايد للصناعات في البلاد.

المحطات الشمسية الهجين Hybrid تتميز بقدرتها على توفير الكهرباء من خلال الالواح الشمسية مباشرة بالأضافة الي التيار الخاص بالشبكة القومية او من مولد احتياطي يعمل على الديزل او طاقة الرياح أنظمة الديزل الهجين الشمسية تسمح بإجراء تخفيضات كبيرة في تكاليف الوقود وإمدادات الطاقة ، أفضل الحالات لأستخدام النظام الهجين يمكن العثور عليها في المواقع النائية مثل قطاع التعدين و البترول, حيث نقل وقود الديزل لمسافات طويلة مكلف, و لكن في نفس الوقت محاولة الأستغناء التام عن الديزل و الأكتفاء بالطاقة الشمسية فقط يعتبر خيار غير عملي و مكلف جداً في هذه الأستخدامات الكثيفة.

يتم استخدام هذا النظام بدل من المحطة المستقلة عن الشبكة عند وجود مصدر اضافي للطاقة , و هو خيار أفضل من الاستثمار في بنك بطاريات متضخم نادرا ما يعمل بكامل طاقته.

حالة الجزائر:

37

شرعت الجزائر في إنشاء محطة للطاقة الهجينة تعتبر الأولى من نوعها في العالم، تعمل بالغاز والطاقة الشمسية. و الجزائر تمتلك أكبر نسبة من الطاقة الشمسية في حوض البحر المتوسط تقدر بأربع مرات مجمل الاستهلاك العالمي للطاقة، ما يعادل 37 ألف مليار متر مكعب من الغاز في السنة. و تسعى الجزائر للاستفادة من الطاقة الشمسية كمكمل للغاز بإنشاء محطة حاسي رمل ذات طاقة 150 ميغاوات منها 34 طاقة شمسية لإنتاج الكهرباء على مدار السنة. و إنشاء محطة حاسي رمل بالشراكة مع خبراء ألمانيين وإسبانيين وشركات جزائرية مثل سوناطراك وسونالغاز. ومن بين الأهداف الطموحة للمشروع تصدير الكهرباء إلى أوروبا، إذ تتوقع الشركة الجزائرية للطاقة المتجددة أن يصل الطلب إلى ستة ألاف ميغاوات شمسي بحلول 2020 وهو ما يعادل 10% من احتياجات ألمانيا.

BENABDALLAH Rasha

المصادر غير التقليدية

إن مصطلح مصادر الغاز الطبيعي غير التقليدية يطلق عادة لوصف تجمعات الغاز الطبيعي الموجودة في التكوينات الصخرية واطئة النفاذية جدا أو عديمة النفاذية ففي الحالة العادية عندما تتكون احتياطات الغاز التقليدي يتم تشكيل الهيدروكربونات الغازية من مختلف المواد العضوية (الطحالب والنباتات والحيوانات ...) لتودع في صخور كبيرة، و مع مرور الزمن تهاجر الهيدروكربونات إلى الصخور الخازنة حيث تنحصر هناك(الفخاخ الطبقية أو الهيكلية) وتمنعها من المتابعة نحو السطح.

الصخور المخزنة لها نفاذية كافية للسماح بتدفق الغاز نحو الآبار المحفورة من السطح، مما يسهل استخراج الغاز. أي يتم تخزين الغاز في المسامات الصخرية التي يتم قياسها بالنسبة المئوية وتقاس بوحدة دارسي. حيث يجب أن تكون احجامها قابلة للاختراق بما فيه الكفاية لتدفق الغاز إلى الآبار.

وقد ظهر أولا الغاز غير التقليدي في الولايات المتحدة الامريكية، وتشير الدراسات أن الاتجاه بإنتاج الغاز من المصادر غير التقليدية للغاز من المتوقع أن ينتشر خارج الولايات المتحدة أيضا، حيث توضح الدراسات الجيولوجية أنه حتى الآن تم اكتشاف نحو 50حوضا في أكثر من 30 دولة في العالم حاوية ترسبات السجيل الغازي Shale Gas

لقد ازداد الاهتمام خلال السنوات القليلة الماضية, وتحديدا منذ مطلع العقد الحالي بشكل ملحوظ, بتطوير بعض مصادر الغاز الطبيعي غير التقليدية ويعود سبب ذلك إلى عوامل عدة منها: حصول تطور في تقنيات استغلال هذه المصادر بصورة اقتصادية، أمن الإمدادات لمصادر الغاز، خصوصا بعد تضاؤل معدلات الإنتاج من مصادر الغاز التقليدية في بعض المناطق من العالم وبالتحديد في الولايات المتحدة وكندا. كما أن المستويات العالية لأسعار النفط والغاز التي شهدتها الأسواق العالمية خلال عام 2008 ساعدت في هذا المجال أيضا.

موارد الغاز الطبيعي غير التقليدية

يمكن الحصول على موارد من الغاز الطبيعي من مصادر غير تقليدية من خلال الانواع الرئيسية التالية:

- الميثان من الفحم الحجري (غاز الفحم الحجري).
- هيدرات الميثان (هيدرات الغاز).
- الغاز من المكامن الواطئة النفاذية (غاز طبقات الرمال المتراصة).
- غاز طبقات السجيل الغازي (الغاز الصخري).

الميثان من الفحم الحجري:

يطلق مصطلح ميثان الطبقة الفحمية CBM على غاز الميثان المتواجد طبيعيا في طبقات الفحم الحجري القليلة النفاذية والذي ينتج بصورة مباشرة عن طريق تقنيات حفر وإكمال مشابهة لحفر الآبار النفطية والغازية، في حين يطلق مصطلح ميثان مناجم

BENABDALLAH Rasha

الفحم CMM على غاز الميثان المصاحب لعمليات تعدين واستخلاص الفحم من المناجم ويعتبر ناتج عرضي لعمليات التعدين، في كثير من الأحيان يتم استثماره لتوليد الطاقة الكهربائية، يمكن العثور على غاز الميثان في أي مكان تقريبا يتواجد فيه الفحم الحجري، ويتم تجميعه من المناجم خلال عمليات التعدين لسببين هما سلامة المناجم والعاملين وللتخفيف من كميات انبعاث غاز الميثان الكبيرة الناجمة عن أنشطة تعدين الفحم .

ينبعث غاز الميثان من المناجم كنتيجة مباشرة لعمليات تعدين واستخراج الفحم، حيث إن التقنيات التي تستخدم لاستخراج الفحم الحجري ينتج منها تحرير غاز الميثان المحصور في عروق وطبقات الفحم إلى مجاري الهواء الخاصة بالمنجم. كما ينبعث غاز الميثان نتيجة انهيار طبقات الصخور المحيطة بالفحم بعد أن يتم استخراج طبقات الفحم ومن وإزالة السقف والجدار الاصطناعي الذي يدعم المنجم وذلك للتقدم لتعدين جزء آخر .

هيدرات الميثان : هيدرات الميثان هي عبارة عن هياكل ثلاثية الأبعاد من الجليد انحصر فيها الغاز الطبيعي على مر العصور. عند إذابة هذه الطبقات الجليدية أو تعرضها لمستويات مختلفة من الضغط والحرارة تتحرر جزيئات الميثان المتجمدة على شكل غاز. تتواجد هذه التجمعات من طبقات هيدرات الميثان في ترسبات طبقات المحيطات العميقة جدا وعلى اليابسة بكميات كبيرة تحت طبقات الجليد في القطب الشمالي .

اكتشفت شركات النفط هيدرات الميثان لأول مرة في قاع الطبقة المتجمدة في القطب المتجمد الشمالي في نهاية القرن التاسع عشر، ويرجع السبب في ذلك إلى أنها تكونت بمزيج من درجات الحرارة المنخفضة نسبيا و مستويات الضغط المرتفعة. ويعتقد انه موجود في مستودعات هائلة أسفل حواف القارات في محيطات العالم، حيث احتجزت رواسب عضوية لملايين السنين بفعل الضغط و البرودة. وتشير الأدلة الأولى إلى أن النفط والفحم والغاز الطبيعي معا يبدون كقزم أمام هذه الاحتياطيات.

من المتوقع أن تصبح هيدرات الميثان أحد المصادر المهمة للطاقة في المستقبل، لكن العلماء يطمحون في أكثر من ذلك، فهم لا يسعون إلى استخراجه من قاع البحر فحسب، ولكن أيضا إلى تخزين غاز ثاني أكسيد الكربون مكانه.

بدأت الولايات المتحدة الأمريكية استغلال أعماق البحار في ألاسكا التي تحتوى ربع حقول العالم من "هيدرات الميثان"، بتكلفة بلغت ملايين الدولارات، واستخرجت الغاز خلال 30 يوما في منطقة "نورث سلوب."

إن احتمال العثور على هيدرات الغاز غير وارد في البحار التي يقل عمقها عن حوالي 350 مترا فابتداء من ذلك العمق يكون الضغط مرتفعا ودرجات الحرارة منخفضة بما فيه الكفاية، لتفاعل غاز الميثان والماء في التجاويف الموجودة في قاع البحر، وإلى تشكل هيدرات الميثان بشكلها المتجمد.

يشار إلى أنه يتكون في المناطق ذات الحرارة المنخفضة والضغط المرتفع في الأحواض الرسوبية المدفونة تحت المحيطات، ولذا كان من الصعب استغلاله دون إغلاق الآبار أو إحداث انهيار في الحقول.

BENABDALLAH Rasha

وبينما غاز الميثان هو أنظف وقود احتراق حفري إلى الآن إلا انه عند إطلاقه دون احتراق في الغلاف الخارجي تكون له أثار بعيدة المدى على المناخ العالمي وعلى المحيطات نفسها .

غاز طبقات الرمال المتراصة: إن هذا المصطلح يطلق عادة لوصف تجمعات الغاز الموجودة في التكوينات الصخرية واطئة النفاذية جدا أو عديمة النفاذية مثل الغاز المتواجد في طبقات الرمال المتراصة أو المحكمة،. وجاء هذا التوسع بعد أن تمكّنت الصناعة الغازية من تطوير العديد من التقنيات التي يمكن من خلالها استخراج هذه الموارد من مكامنها، من الأساليب الرئيسة التي أسهمت في هذا المجال هي تقنيات الحفر الأفقي وتقنيات التكسير الحديثة .

الغاز المحصور بين طبقات الرمال المتراصة أو المحكمة Tight Sands يجد صعوبة كبيرة في التدفق من خلالها وينطبق مصطلح السجيل الغازي أيضا على هذا النوع من المكامن، على الرغم من أن معظم التراكيب الصخرية قيد الدراسة حاليا هي ليست من نوع السجيل، لكن هي من الحجر الرملي والصخور الكربونية .

لقد تعرف الجيولوجيون على هذا النوع من المكامن منذ فترة طويلة. لكن لم يكن بالإمكان إنتاجها بصورة اقتصادية حتى وقت قريب. لكن كما أسلفنا التقدم التكنولوجي الذي حصل في الحفر الأفقي وتقنيات التكسير الحديثة، جعلت من الممكن استخراج الغاز من هذه المكامن الواطئة النفاذية جدا التي لم يمكن الوصول إليها واستخراجه منها من قبل .

وقد بدأ تطوير العديد من حقول الرمال منذ 1970 إلى يومنا هذا والتي أصبحت أكبر الحقول المنتجة في الولايات الأمريكية.

لقد أحدث استخدم تقنيات الحفر الأفقي وتقنيات التكسير نجاحا كبيرا في إنتاج الغاز من طبقات السجيل الغازي الذي مهد الطريق لما يعرف اليوم بطفرة السجيل الغازي، التي نقلت صناعة الغاز الطبيعي في الولايات المتحدة نقلة نوعية كبيرة وحولتها من مستوردة إلى مكتفية ذاتيا وربما مصدرة في المستقبل. منذ عقدٍ من الزمن فقط، إنتاج الغاز من طبقات السجيل كان يمثل حصة متواضعة جدا من إنتاج الغاز في الولايات المتحدة، لكن سرعان ما ازداد إنتاجه و تطور، وكان لهذا التطور تأثير كبير ومفاجئ على صناعة الطاقة في أمريكا الشمالية، حيث أصبح يعرف "بثورة السجيل الغازي ."

الغاز الصخري: الغاز الصخري أو الحجري ويعرف بالإنجليزية(Shale Gas) هو غاز طبيعي يتولد داخل صخور السجيل بفعل الحرارة والضغط ويبقى محبوسا داخل تجويفات تلك الصخور الصلدة التي لا تسمح بنفاذه. وتتميز تكوينات صخور السجيل الموجودة في أعماق سحيقة تصل إلى نحو ألف متر تحت سطح الأرض باحتوائها على نسبة عالية من المواد العضوية الهيدروكربونية تراوح بين 0.5 و25 في المائة. وأسوة بالغاز الطبيعي التقليدي يكون الغاز الصخري كغاز جاف أو غني بسوائل الغاز ومنها الإيثان، اللقيم المفضل لصناعة البتروكيماويات.

ونظرا لكون الغاز الصخري ينشأ داخل الصخور ويبقى محبوسا داخل تجويفاتها يتم استخدام تقنية معقدة لاستخراجه؛ تتضمن المزاوجة بين الحفر أفقيا تحت الأرض مسافة قد تصل إلى ثلاثة كيلومترات من أجل الوصول إلى أكبر مساحة سطحية ملامسة للصخور وتكسير تلك الصخور هيدروليكيا Hydraulic Fracturing بواسطة خليط سائل مكون من مزيج الماء والرمل

BENABDALLAH Rasha

41

وبعض الكيماويات يضخ تحت ضغط عال جدا لتحرير الغاز من خلال تحطيم الصخور الحابسة للغاز أو إحداث شقوق خلال مساماتها. ويلزم لاستخراج الغاز الصخري حفر الآلاف من الآبار عموديا، فإذا عثر على الغاز في إحداها بدأ الحفر أفقيا في طبقة الصخور لاستخراج الغاز . ويجري ذلك تحت ضغط عالي مكون من الماء والرمل وبعض الكيماويات. بذلك تتحطم الصخور ويتحرر منها الغاز.

BENABDALLAH Rasha