



المحاضرة الثانية إقتصاديات الطاقات التقليدية (الجزء الأول)

أولاً: الفحم الحجري

يعد الفحم الحجري من أقدم مصادر الطاقة في العالم، وهو من الطاقات الأحفورية التقليدية الناضبة، ومن خلال هذا العنصر سنحاول التعرف على أصل الفحم ومفهومه، أهم أنواعه، طرق ومكان إستخراجه، مجالاته الإستخدامية، أوضاع إستغلاله في العالم، مع التطرق في الأخير لمعوقات إعماده كمصدر أساسي للطاقة عالمياً.

1. الطبيعة التكوينية للفحم الحجري: تكون الفحم في باطن الأرض على مدى ملايين السنين من خلال تحلل مصادر نباتية ومواد عضوية بسبب العمليات البيولوجية في أماكن ذات ضغط شديد وحرارة وتكون معزولة عن الهواء. وهو صخر أسود أو بني قابل للاشتعال والإحتراق، ويعطي جراء احتراقه طاقة على شكل حرارة. ولا يوجد للفحم تركيبة محددة وثابتة فهو مزيج من مواد متعددة، وبصفة عامة يحتوي الفحم على قدر معين ومتغير من الكربون وعليه تتوقف نوعيته ورتبته، كما يحتوي على بعض المواد المتطايرة بالإضافة إلى قدر قليل من المواد المعدنية وبعض الشوائب.

2. أنواع الفحم الحجري: للفحم أنواع كثيرة، تختلف هذه الأنواع باختلاف المحتوى الحراري لكل نوع، وعادة ما تتخذ إحصاءات الأمم المتحدة القيمة الحرارية للفحم البيتوميني، وهي 7000 كيلو كالوري لكل كيلوغرام، أساساً لحساب الطن من مكافئ الفحم. حيث يمكن تقسيم الفحم حسب خصائصه البنيوية إلى: فحم الإنتراسيت، البيتومين، اللجنيت.

أما من حيث الإستخدام فنميز الأنواع التالية: الفحم المستخدم في إنتاج فحم الكوك، الفحم المستخدم في إنتاج الغازات الصناعية، الفحم المستخدم في إدارة الماكينات، والفحم المستخدم في الأغراض المنزلية.

ومن حيث جودته محتواه الحراري وموقعه ضمن سلسلة تكون الفحم نميز الأنواع التالية:



أ. **الخث:** يعتبر الحلقة الأولى في سلسلة تكون الفحم، بمعنى أنه لم يتحول إلى فحم بصورة نهائية بل يتميز بوجود بقايا النباتات فيه لذلك يسمى أيضا الفحم الخشبي، والخث مادة طرية بالمقارنة مع أنواع الفحم الأخرى، ويحتوي على نسبة كبيرة من الماء تصل إلى 90% ونسبة قليلة من الكربون وبعض المواد المتطايرة لذلك تعد قيمته الحرارية منخفضة. وتتركز إستعمالات الخث على تزويد المنازل ببعض احتياجاتها من الطاقة الحرارية وفي محطات توليد الكهرباء.

يبلغ احتياطي العالم من الخث حوالي 300 ألف مليون طن، ويقدر معدل الإستهلاك بحوالي 9 مليون طن سنويا، ويمتلك الاتحاد السوفيتي وأوروبا وشمال أمريكا معظم الخث الموجود في العالم حوالي 97% ويمتلك الاتحاد السوفيتي وحده منها 61%؛



ب. **الفحم البني:** يقع الفحم البني في الحلقة الثانية من سلسلة تكون الفحم بعد الخث، وهو يحمل الكثير من خصائصه كاحتوائه على نسبة عالية من الماء والمواد المتطايرة، يستعمل الفحم البني في العديد من الأغراض الصناعية وفي محطات توليد الطاقة الكهربائية، ويقدر مخزون الفحم البني في العالم بنحو 2 تريليون طن، يوجد منه حوالي 70% بالاتحاد السوفيتي وحوالي 20% بالولايات المتحدة الأمريكية، ويتوزع الباقي بين كندا ودول أوروبا؛



ت. **الفحم القطراني:** يسمى كذلك الفحم الأسود، يدعى بهذا الإسم لأنه ينتج مادة قطرانية عند تقطيره لإنتاج الغاز وفحم الكوك، ويحتوي الفحم القطراني على 30-40% من المواد المتطايرة المتكونة من مواد هيدروكربونية، والتي تستعمل في إنتاج الغاز، كما يحتوي على نسبة قليلة من الماء.

ويشكل الفحم القطراني الجزء الأكبر من احتياطي العالم من الفحم، وهو أكثر الأنواع استعمالا وانتشارا، كما يبلغ مخزون العالم من الفحم القطراني حوالي 6.7 تريليون طن، يمتلك الاتحاد السوفيتي حوالي 62% منها بينما تمتلك اليوم الأمريكية نحو 17% وتمتلك الصين نسبة مقاربة، أما الجزء المتبقي والذي يبلغ حوالي 5% من المخزون فينتشر في أوروبا وأستراليا واليابان والهند ومناطق أخرى من العالم.

3. طرق ومكامن استخراج الفحم الحجري: يمكن تقسيم طرق إستخراج الفحم الحجري ومن

ثم مناجمه إلى مجموعتين:

أ. **التعدين السطحي:** يتم على مستوى المناجم السطحية، حيث تتم عملية التعدين السطحي في معظم الحالات بتجريد والكشط وإزالة التربة والصخور القابعة فوق ترسب الفحم الحجري، بمعنى أن عملياته تبدأ بكشط وإزالة الغطاء الصخري والتربة من فوق الخام فتتكشف راقات الفحم الحجري على جوانب التلال أو الجبال، وبعد إزالة هذا الغطاء يمكن استخراج الفحم الحجري بسهولة وحمله بعيداً؛

ب. **التعدين تحت الأرضية:** يتم على مستوى المناجم تحت الأرض، ويتطلب التعدين تحت الأرض أيدي عاملة أكثر من التعدين السطحي ولكن مع هذا تكون المناجم تحت الأرضية ذات مآكنا متقدمة حيث تقوم الآلات بكل عمليات الحفر والإقتلاع والتحميل والنقل في المناجم الحديثة. وفي معظم الحالات يبدأ عمال المناجم بإنشاء منجم تحت أرض عن طريق حفر وشق ممرين أو طريقتين يصلان سطح الأرض بطبقة الفحم الحجري، ويعمل أحد هذه الممرات كمدخل ومخرج لعمال المنجم ومعداتهم بينما تستخدم الطريق الأخر لنقل الفحم الحجري إلى الخارج.

4. المجالات الإستخدامية للفحم الحجري: قديما استخدم الفحم الحجري من أجل الحصول

على الحرارة اللازمة لصناعة منتجات كثيرة تتفاوت من صناعة الزجاج إلى صناعة الأطعمة المعلبة. ومنذ بدايات القرن العشرين عمد أرباب الصناعة إلى تفضيل إستعمال الغاز الطبيعي لصناعة معظم منتجاتهم عوض الفحم، واستخدم الفحم الحجري في التدفئة والطهي خاصة في مناطق من قارتي آسيا وأوروبا. أما حديثا فقد أصبح يستخدم في إنتاج الكهرباء من خلال الحرارة الناتجة منه وكذا في صناعة الورق والإسمنت، كما أنه يستعمل في إنتاج فحم الكوك وهو مادة خام أساسية في صناعة الحديد وال فولاذ، وينتج مواد أخرى من عملية إنتاج فحم الكوك التي يمكن إستعمالها في صناعة بعض المنتجات كالأدوية، الأسمدة، الأصباغ.

5. الاحتياطي العالمي للفحم الحجري: نقصد بالاحتياطي العالمي للفحم تلك الترسبات

والكميات التي يمكن تعدينها بصورة مربحة والتي تؤكد المعلومات الجيولوجية والهندسية إمكانية استخراجها مستقبلا في ظل الظروف الاقتصادية والتقنية السائدة. وفي الواقع يصعب معرفة احتياطي الفحم العالمي بدقة نظرا لاختلاف التقديرات التي تنشر بشأنه، إلا أنه يمكن القول بأن العالم يحتوي على كميات كبيرة منه، حيث يقدر رصيدها بنحو 9 آلاف مليار طن يتركز معظمه في الو.م. الأمريكية وروسيا والصين، أما الإحتياطي المؤكد من الفحم في العالم فلا يتجاوز 737 مليار طن، وتتركز أغلب هذه الاحتياطات في الدول الصناعية حيث مناطق إستهلاكه، إلا أن هذا التركيز للفحم قد يكون نتيجة لعدم التنقيب والبحث عنه في النصف الجنوبي للكرة الأرضية، حيث تشير المؤشرات الجيولوجية إلى وجود احتمالات كبيرة في تلك المناطق وهو ما تم التأكد منه فعليا في استراليا التي كانت تستورد الفحم

ثم تمكنت بفعل التنقيب من العثور على احتياطات معتبرة جعلتها تصنف من الدول الرائدة عالميا من حيث الإنتاج.

يحتل احتياطي الفحم الحجري المرتبة الأولى بين احتياطيات الوقود الأحفوري، وحسب بيانات شركة النفط البريطانية BP لسنة 2019 قدر إحتياطي الفحم المؤكد بأكثر من 1054 مليار طن نهاية 2018، ويتوقع أن يعمر هذا الإحتياطي أكثر من 132 عاما حسب وتيرة الإنتاج لسنة 2018.

6. إنتاج الفحم الحجري: هو عملية استخراج الفحم الحجري من المكامن بغرض توجيهه إلى القطاع الصناعي والاستهلاك سواء في الصناعات كمادة خام أو لتوليد الطاقة الكهربائية، وقد عرف إنتاج الفحم في العالم نموا كبيرا خاصة عقب أزمة 1973 حيث تزايد عليه الطلب خاصة في قطاع توليد الكهرباء، ونظرا لوقوع معظم احتياطياته في الدول الصناعية والتي تعتبر أكبر مستهلك له فإنها تعمل على تطوير استخداماته وبالتالي زيادة إنتاجه.

وقد إرتفع إنتاج العالم من الفحم من حوالي 3074 مليون طن سنة 1973 إلى نحو 7813 مليون طن سنة 2018، وتتركز الصين على معظم الإنتاج العالمي بنسبة 45.6%، أي أن أكثر من نصف ما يستهلكه العالم من الفحم من إنتاج الصين، وبما يزيد عن خمسة أضعاف ما تنتجه الولايات المتحدة ثالث منتج للفحم الحجري عالميا حسب معطيات الوكالة الدولية للطاقة سنة 2019، تليها دول منظمة التعاون الإقتصادي والتنمية بنسبة 22% من حجم الإنتاج العالمي للفحم سنة 2018، وتشير بعض التوقعات إلى أن إنتاج الفحم الحجري سيشهد تزايدا خلال الثلاثين سنة القادمة بسبب زيادة الطلب عليه خاصة في منطقة آسيا وعلى رأسها الصين والهند.

7. استهلاك الفحم الحجري: يمثل الفحم الحجري ثاني أسرع مصادر الوقود الأحفوري نموا من حيث الاستهلاك بعد الغاز الطبيعي، وقدر الإستهلاك العالمي للفحم الحجري سنة 2018 بـ 3772.1 مليون طن مكافئ نفط، وتعد منطقة آسيا أكبر مستهلك للفحم بنسبة تقدر بنحو 75.3%، وتحتل الصين الصدارة في نسبة الإستهلاك حيث قدرت بنحو 50.5% من إجمالي الاستهلاك العالمي للفحم لنفس السنة، وهذا راجع لحجم الاحتياطيات من الفحم التي تمتلكها الصين، وكذا الزيادات في معدل النمو الذي يشهده الاقتصاد الصيني خلال السنوات الأخيرة. تليها الهند والو.م. الأمريكية بنسبة 12% و8.4% على التوالي من إجمالي الاستهلاك العالمي للفحم سنة 2018. وحسب تقديرات بريتيش بتروليوم لسنة 2018، فإن حجم الإستهلاك العالمي من الفحم الحجري سوف يستمر بالإرتفاع حيث سيبلغ سنة 2035 نحو 4271.8 مليون طن مكافئ نفط.

8. معوقات إعتداد الفحم الحجري كمصدر رئيسي للطاقة في العالم: يعد الفحم أقدم مصدر للطاقة في العالم، ويحتل المرتبة الأولى بين مصادر الطاقة الأحفورية من حيث الاحتياطيات، إلا أن استخدامه في انخفاض مستمر ومن تم اعتماده كمصدر رئيسي للطاقة في العالم يواجهه عدة معوقات أهمها:

- طول الفترة الزمنية اللازمة لإعداد منجم فحم صالح للإستخدام، والتي تصل إلى نحو سبعة إلى ثماني سنوات، إضافة إلى أن عملية إستخراج الفحم تتطلب نفقات عالية، ويكلف إستخدامه في محطات توليد الكهرباء تكاليف باهظة؛

- انخفاض القيمة الحرارية للفحم مقارنة مع البترول والغاز، كما يعد أكثر وأخطر المصادر الأحفورية تلويثا للبيئة، حيث تتخلف عنه كميات هائلة من النفايات الصلبة والسائلة وحتى الغازية (غاز ثاني أكسيد الكبريت، أكسيد النتروجين وأول أكسيد الكربون)، إذ يحتوي الفحم على نسبة من الكبريت تصل إلى 2 أو 3% وعند حرقه تتكون كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكبريت الملوث للجو والضار بالإنسان والحيوان والمنشآت، إضافة إلى المخاطر الناجمة عن تلوث المياه السطحية والجوفية.

- أدت القوانين التي سنتها الدول الصناعية والمنظمات الدولية قصد حماية البيئة وتأمين سلامة العاملين في مناجم الفحم إلى غلق الكثير منها، وإلى تضيق الحافر لدخول صناعة الفحم وجذب استثمارات جديدة؛

- في بعض المناطق يوجد الفحم على أعماق كبيرة ولذلك تستخدم طرق التعدين الخاصة باستخراج المعادن من أعماق الأرض بما فيها من مخاطر الاشتعال الذاتي وإصابة العمال بأمراض الرئة والسرطان. وفي المناطق التي يوجد فيها الفحم قريبا من سطح الأرض تستخدم طرق تعدين تعتمد على إزالة طبقة التربة التي تغطي مساحات هائلة من الأراضي ثم يفصل الفحم ويكسر بواسطة كسارات ضخمة، وهذه الطريقة أفضل لسلامة العمال ولكنها تتلف مساحات كبيرة من الأراضي وتكلف مبالغ طائلة ومجهودات ضخمة لإعادة استصلاح تلك الأراضي حتى يمكن استغلالها في الزراعة وغير ذلك؛

- تقع مناجم الفحم عادة في مناطق منعزلة بعيدة عن الأسواق والمدن ، مما يستوجب نقل الفحم إلى أماكن استخدامه، ويتم نقله بواسطة الشاحنات والقاطرات والسفن وهذه الطرق مكلفة جدا إذا ما قورنت بتكلفة نقل البترول والغاز عبر الأنابيب الضخمة والناقلات، حيث تصل تكلفة نقل الفحم إلى ثلثي سعر تسليمه للجهة المستهلكة. وقد يحدث تلوث للبيئة في أثناء عملية النقل؛

- على الرغم من أن الفحم الحجري يعد الورقة الراححة لدى الدول الصناعية، حيث تبلغ إحتياطاته حوالي ثلاثة أضعاف إحتياطات البترول والغاز الطبيعي مجتمعين، غير أن الحقيقة الواضحة التي لا يمكن تجاهلها هي أن معظم هذا الإحتياطي يتركز في ثلاثة دول هي على التوالي روسيا، الولايات المتحدة الأمريكية والصين، ومن ثم فإنه من الصعوبة بمكان أن نتصور العالم يرضى بالإعتماد على هذه القوى الثلاثة فقط، لما سوف يلحق به من مخاطر وتبعيات إقتصادية وسياسية.