وزارة الدولة لشئون البيئة
جهاز شئون البيئة
قطاع شئون الفروع
الإدارة العامة لفرع أسيوط

الفحم صعوبات وتحديات

اعداد

جيولوجى / محمد طنطاوى محمد امين
مدير عام جهاز شئون البيئة– فرع اسيوط

نبذة عن الفحم:

الفحم الحجري هو صخر أسود أو بني اللون قابل للاشتعال والاحتراق، ويوجد في طبقات أرضية أو عروق، يتكوّن أساسا من الكربون، بالإضافة إلى نسب متفاوتة من عناصر أخرى (يتصدرها الهيدرجين، كبريت، أكسجين، ونيتروجين بالإضافة لعناصر أخرى

الفحم وقود أحفوري استخدم عبر التاريخ كمصدر للطاقة الحرارية، فأستخدم للتدفئة، وكوقود للقاطرات في بداية عهد اختراع الآلة البخارية .والاستخدام الأساسي اليوم لهذه الطاقة هو في إنتاج الكهرباء .وتعطي محطات إنتاج الكهرباء باحتراق الفحم الحجري ثلثي الكهرباء المستهلكة في العالم، كما أنه أحد أكبر مصادر إنبعاثات ثاني أكسيد الكربون الغير طبيعية (أي كنتيجة لممارسات البشر). في عام 1999، كان مجمل الإنبعاث العالمي من ثاني أكسيد الكربون المنبعث من الفحم كان 8666 مليون طن في 2011. مولدات الكهرباء التي تستخدم الفحم تبعث حوالي 2000 رطل من ثاني أكسيد الكربون لتوليد كل ميجا وات/ساعة، وهو حوالي ضعف ما يبعثه الغاز الطبيعي لتوليد ذات الطاقة (المقدر ب1100 رطل). يستعمل الفحم الحجري كذلك 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.

يستخرج الفحم من الأرض إما من المناجم العمودية، أو المناجم السطحية أو المفتوحة. تحتل الصين رأس قائمة منتجي الفحم منذ عام 1983 فأنتجت في عام 2011 حوالي 3520 مليون طن من الفحم. في 2011 كانت الولايات المتحدة الأمريكية 993 مليون طن و الهند 589 والإتحاد الأوروبي 576 وأستراليا 416 اوفي 2010 كان أكبر المصدرين إستراليا بحوالي 328 مليون طن، 27.1% من حجم التصدير العالمي) وإندونيسيا بحوالي 316 مليون طن 26.1 % بينما كان أكبر المستوردين هم اليابان بحوالي 207 مليون طن 17.5% من حجم الإستيراد العالمي للفحم، والصين بحوالي 195 مليون طن 16.6 % وكوريا الجنوبية بحوالي 1 مليون طن 10.7%.

تصنيف الفحم:

يصنف الفحم طبيعيا الي اربعة أنواع . ويعتمد هذا التصنيف علي درجة التفحم التي تعرضت لها البقايا النباتية المعروفة بالخث . ويطلق علي كل نوع من انواع الفحم اسم خاص كما يلي :

البتيومني Bitumionous، Sub-Bitumionous ، تحت البتيوميني Lignite واللجنيت هو أقل أنواع الفحم جودة ، حيث تقل به نسبة التفحم ، ويظهر به بوضوح بعض البقايا النباتية الاصلية ، وبعض الخلايا الخشبية ، ولهذا يطلق عليه اسم اللجنيت ، وهي كلمة مشتقة من وتعني الخشب " Lignum الكلمة اللاتينية " Anthracite الانثراس و نظرا لاحتواء اللجنيت علي قدر صغير من المواد المتفحمة ، يقال النباتية الأصلية ، يقال . ولهذا يبدو لونه بنيا ، ويطل عليه أحيانا اسم الفحم البني " fixed carbon " إنه يحتوي علي قدر قليل من الكربون

ويحتوي فحم اللجنيت علي نسبة عالية من المواد المتطايرة ، كما توجد به نسبة عالية من الرطوبة ، وبصفة عامة فإن قيمته الحرارية منخفضة .

أما الفحم تحت البتيوميني فهو أسود اللون ولا تبدو فيه أثار الخلايا النباتية بوضوح ، اي لايمكن رؤيتها بالعين المجردة وتعني القار ، وهي كلمة استعملت " Bitumen وقد اشتقت كلمة البتيومين من الكلمة اللاتينية " كثيرا لوصف عدد أخر من المواد التي تقبل الاشتعال مثل الاسفلت وبعض المواد المشابهة والفحم تحتى البتيوميني متوسط التفحم ولهذا فهو يحتوي علي قدر متوسط من الكربون الثابت يصل الي نحو 40% من وزنه ، ويحتوي كذلك علي قدر متوسط من الربطوبة قد تصل الي حوالي25%من وزنه الكلي . إما الفحم البتيوميني . فيمثل مرحلة متقدمة في عملية تفحيم البقايا النباتية ، ولهذا نجد ان نسبة الكرون الثابت فيه تزداد كثيرا ، وتصل في بعض الاحيان الي حوالي70% من وزنه الكلي ، بينما تقل نسبة الرطوبة فيه عما سبقه من أنواع ، ولا تزيد فيه علي 15% في المعتاد.

والفحم البتيوميني أحيانا باسم الفحم الحجري ، وهو يشتعل بلهب اصفر مدخن ، ويصاحب اشتعاله تصاعد بعض الروائح الكريهة وذلك لاحتوائه علي نسبة صغيرة من الكبريت الذي يتأكسد عند احتراقه يتحول الي غاز ثاني اكسيد الكبريت ، وهو الغاز الذي يسبب الرائحة الكريهة ويسبب كذلك تلوث الهواء.

أما فحم الانثراسيت فهو يعتبر من أرقي انواع الفحم ، وتصل فيه نسبة التفحم الي درجة عالية ، فتبلغ فيه نسبة الكربون الثابت الي نحو90% أو أكثر ، كما تقل فيه تبعا لذلك نسبة الرطوبة الي حد كبير ، فلا تزيد فيه علي 1-2% من وزنه الكلي وهي تعني الفحمة ، وذلك للدلالة علي " Anthrax وقد اشتق اسم هذا الفحم من الكلمة الاغريقية " جودته العالية

ويتصف فحم الانثراسيت بلونه الاسود وسطحه اللامع ، وهو يحترق ببطء شديد ، ويحتاج اشتعاله الي وقت أطول من الوقت اللازم لاشتعال أنواع الفحم الاخري ، ولكنه يعطي قدرا اكبر من الحرارة عند اشتعاله ، ولذلك يقال ان قيمته الحرارة اعلي من القيمة الحرارية لبقية انواع الفحم الأخري ويشتعل فحم الانثراسيت بلون ازرق باهت لقلة ما به من مواد متطايرة ، كما لاينتج عن اشتعاله دخان يذكر ولا رائحة كريهة ، ولايترك وراءة رمادا لعدم احتوائه علي شيء يذكر من الشوائب المعدنية ، ولخلوه تقريبا من عنصر االكبريت . ويوجد فحم الانثراسيث في الطبقات الصخرية التي سبق أن تعرضت لضغوط هائلة أثناء تكوين الجبال في العصور الجيولوجيا القديمة ، علي حين توجد انواع الفحم الاخري ، التي تقل درجة تفحمها عن الانثراسيت ، في باطن الرض في المناطق التي تعرضت لدرجة أقل من الضغوط والحرارة .

لماذا الإتجاه لإستخدام الفحم كوقود:

- تزايد الطلب على الطاقة الكهربية فى ظل التناقص المضطرد لمخزونات النفط والغاز الطبيعى، التى يقدر لها أن تنضب وتنتهى تماماً فى غضون عشرين سنة قادمة على الأكثر.
- ارتفاع أسعار تكنولوجيا الطاقة الشمسية فى الوقت الراهن (وذلك إلى أن يحدث الاختراق التجارى والانتشار الواسع لهذه التكنولوجيا فتنخفض اسعارها).

يمكن تحويل الفحم إلى سائل وإلى غاز وإلى حرارة وإلى كهرباء فهو يغطى مدى واسعاً من الاستخدامات النظيفة بحسب أحدث تكنولوجيا متاحة عالمياً .

- أهم ما يميز الفحم عن باقي مصادر الطاقة التقليدية أنه متوافر بكميات كبيرة في أجزاء كثيرة من الكرة الأرضية وبأسعار رخيصة نسبياً .

الآثار البيئية والصحية للفحم :

- أنه يتسبب في زيادة الانبعاثات الحرارية بنسبة كبيرة تشمل هذه الغازات كلا من: أكاسيد الكربون، النيتروجين، والكبريت، التي تتسبب في أضرار بيئية مختلفة .
- يؤثر على التزامات مصر تجاه الاتفاقيات دولية الخاصة بالتغيرات المناخية والحد من غازات الاحتباس الحرارى مثل اتفاقية ريودي جانيرو بالبرازيل 2012 والخاصة بتقليل الانبعاثات بنسب تنخفض معها درجة حرارة الأرض ثلاث درجات مئوية، وكذلك مؤتمر تغير المناخ بالدوحة 2012أيضاٍ ، ومصر وقعت على الاتفاقية والمفروض أن تلتزم بها من حيث الحد من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون، والفحم يمثل أخطر مصادر انبعاثات هذا الغاز.
- يعتبر الفحم من أشرس مسببات الأمراض الخطيرة للإنسان عن طريق استنشاق غبار وأتربة الفحم وما ينتج عن حرقه من جسيمات متناهية الصغر تخترق جدار الرئتين وتتسبب فى تصلب الشرايين والأورام السرطانية، هذا بخلاف العناصر الثقيلة الأخرى كالزئبق والرصاص والزرنيخ.

تكنولوجيا الفحم النظيف:

تهدف تكنولوجيا الفحم النظيف Clean Coal Technology (CCT) الى رفع كفاءة احتراق الفحم مع خفض انبعاثات غازات ثانى أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت وثانى أكسيد النيتروجين بما فى ذلك الزئبق والجسيمات الضارة بالانسان والبيئة.

هناك عديد من التكنولوجيات المستخدمة حاليا وهى:

• طريقة تخفيف انبعاث ثانى أكسيد الكبريت، وذلك برش غاز المداخن بالماء والحجر الجيرى والدولوميت أثناء عملية احتراق الفحم، لتخفيف انبعاث ثانى أكسيد الكبريت، الخليط يتفاعل مع ثانى أكسيد الكبريت لتشكيل الجبس الصناعى، هذه الطريقة مطبقة فى 170 وحدة من الوحدات المنتشرة فى أمريكا وفى 400 وحدة على المستوى العالمى،

• طريقة تحويل الفحم الى مسحوق Pulverized Coal Technology (PCT) ، هذه الطريقة مستخدمة في المحطات المتطورة Ultra-supercritical (USC) Power Stationsحيث ينتج بخار محمص بدون غليان عند ضغط 3600 psig ودرجة حرارة أعلى من ^{o}F1100 ، وهى تؤدى الى زيادة الكفاءة مع تقليل الفحم المستهلك، وبالتالي تقل كمية الانبعاثات والنفايات الصلبة،

• طريقة استخدام الحرارة والضغط لتحويل الفحم إلى غاز أو سائل Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) تغويز الفحم حتى يمكن تكريره وتنظيفة، وهذه الطريقة مطبقة فى محطتين لتوليد الكهرباء فى أمريكا، حيث ان البخار والهواء الساخن المضغوط يختلطوا مع الفحم في تفاعل يجبر جزيئات الكربون على الأنفصال، والغازات الناتجة وهى مزيج من أول أكسيد الكربون والهيدروجين، يتم تنظيفها وحرقها في التوربينة الغازية لتوليد الكهرباء.

• طريقة تقليل تكوين أكاسيد النيتروجين، عن طريق تقييد الأكسجين مع ضبط فى عملية احتراق الفحم، وهى

تستخدم الآن فى 75% من محطات الكهرباء على المستوى العالمى.

• طريقة التخفيض التحفيزى الانتقائى، وتستخدم لتخفيض أكاسيد النيتروجين بنسبة تتراوح من 80% الى90% ، وتستخدم فى حوالى 30% من محطات الفحم الأمريكية،

• طريقة المرسبات الالكتروستاتيكية، وتستخدم لإزالة الجسيمات المنبعثة من المداخن، عن طريق شحن الجسيمات بالكهرباء الأستاتيكية ومن ثم يسهل ترسيبها على الواح مشحونة.

• طريقة مسحوق الفحم(PCT) ، وطريقة تغويز الفحم (IGCC) تتطلبان مواصلة البحث والتطوير، حيث أن تحسين الكفاءة فى المحطات الحالية يمكن أن تقلل من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون CO2 بنسبة 10% الى 16%، وبحلول عام 2025، يمكن للوحدات الجديدة تخفيض انبعاثات CO2 بنسبة تصل إلى 30.%

هناك تكنولوجيا تحت البحث والتطوير، وهى تعتمد على عزل غاز ثانى أوكسيد الكربون وفصل الغازات الضارة أيضا، ومع عمليات التطوير والتحسين لهذه التكنولوجيا ستزداد الكفاءة وتقل نسبة انبعاث ثانى أكسيد الكربون وغيرها من الغازات السامة والضارة بالأنسان والبيئة.

تعتمد تكنولوجيا عزل الانبعاثات الكربونية على احتجاز غاز ثانى أوكسيد الكربون عند انطلاقه من عملية حرق الفحم الحجرى، ثم يتم تخزينه تحت طبقات الأرض فى التكوينات الجيولوجية أو فى أعماق المحيطات حيث يذوب تحت الضغط، ولا يمكنه العودة مرة أخرى إلى الجو، أو يتم ضخه فى حقول البترول المستنزفة، وبعد امتلائها بالغاز تردم بالرواسب الترابية أو الرملية، وفى بعض الحالات يمكن الأستفادة منه بضخه فى حقول البترول لزيادة انتاجيتها.

لكن هذه التكنولوجيا مرتفعة التكلفة، حيث أنها تستهلك الكثير من الطاقة الكهربائية، فهى تستهلك أكثر من 30% من الطاقة الكهربائية المنتجة من محطة الكهرباء، ولتعويض جزء من هذه التكاليف، فيمكن الأستفادة من إعادة استخدام غاز ثانى أوكسيد الكربون، كمادة مساعدة في استخراج البترول (تعويض الضغط المتناقص مع استخراج الكميات الكبيرة من البترول من الحقول)، حيث أن عائد بيع غاز ثانى أوكسيد الكربون الى الشركات المنتجة للبترول

تعو ّضها عن بعض الخسائر.

حتى الآن لاتوجد محطات كهرباء فى الولايات المتحدة الأمريكية تستخدم تكنولوجيا عزل وتخزين غاز ثانى أوكسيد الكربون، لكن هناك محطتين ستدخلان الخدمة خلال عام 2014 تستخدم هذه التكنولوجيا.

التوصيات:

- استخدام تقنيات الفحم النظيف Clean Coal Technologies للتقليل من انبعاثات المصانع المستخدمة للفحم.
- التشديد على تطبيق الإلتزامات البيئية على مستخدمي الفحم كوقود احفوري.
- تقييم اداء المصانع من الناحية البيئية وتوقيع عقوبات على المصانع المخالفة.
- وضع استرتيجية تتضمن التنوع في مصادر الطاقة.
- اصلاح منظومة دعم الطاقة التي لا تشجع على الاستثمار في الطاقة المتجددة.
- دراسة فرض ضريبة على الكربون والتلوث الناتج عن استخدام الفحم.

المراجع:

Blander ،M. "Calculations of the Influence of Additives on Coal Combustion Deposits". Argonne National Laboratory.

International Energy Annual 2006. Energy Information Administration. 2008.

"International energy statistics". U.S. Energy Information Administration.

Nuwer, Rachel (2012-08-17). A 20-Year Low in U.S. Carbon Emissions. blogs.nytimes.com

"Leave coal in the ground to avoid climate catastrophe, UN tells industry".

"BP Statistical review of world energy 2012" (XLS). British Petroleum.

EIA International Energy Annual – Total Coal Exports (Thousand Short Tons). Tonto.eia.doe.gov. Retrieved on 24 August 2012.

International Energy Annual – Total Coal Imports (Thousand Short Tons). Tonto.eia.doe.gov. Retrieved on 24 August 2012.

مجلة فاينانشال تايم دي، مايو 2010

مقال د/ علي عبد النبي، جريدة الوطن، ابريل 2014