السنة الاولى ماستر اقتصاد الطاقة 2023\2024

الدكتورة : مسمش نجاة

المقياس : تحليل مصادر الطاقة

المحاضرة 3: تطور الفحم ومستقبله

بعيدًا عن تداعياته البيئية، فإن الفحم مصدر بالغ الأهمية للعالم، إذ أدّى إلى تحسينات تاريخية في مستوى المعيشة من خلال استعماله لتوفير الكهرباء التي تشتد الحاجة إليها، وبأسعار معقولة، يومًا بعد يوم مع النمو الاقتصادي والسكاني، و–أيضًا– في إنشاء البنية التحتية للمجتمعات، عبر الاعتماد عليه في صناعة الصلب والإسمنت.

عُرف الفحم وقودًا للتدفئة منذ آلاف السنين، وتطوّر استعماله من تشغيل الآلات قديمًا حتى بات العنصر الرئيس في توليد الكهرباء وصناعات مختلفة أدمنت استهلاكه .

ومع زيادة الاعتماد عليه، بات الوقود الأسود في قلب مناقشات المناخ والطاقة، لأنه أكبر مصدر للطاقة على مستوى العالم وأكثرها إطلاقًا لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، التي تهدد كوكب الأرض وتُبعد الدول عن تحقيق أهداف الحياد الكربوني،

ما هو الفحم؟ وما أنواعه؟

عبارة عن صخور رسوبية ذات لون أسود غالبًا –أو أسود مائل إلى البني– قابلة للاحتراق، تتشكّل على هيئة طبقات، وتحتوي على كمية عالية من الكربون والهيدروكربونات

وتشكّلت الطاقة المخزّنة في الفحم من تحلّل النباتات التي عاشت قبل مئات الملايين من السنين في غابات المستنقعات حتى غطتها طبقات التراب والصخور، وأدّى الضغط والحرارة إلى تحويل النباتات لمادة عُرفت باسم "الفحم"، الذي يُصنّف على أنه مصدر طاقة غير متجدد .

ويُصنَّف الفحم إلى 4 أنواع رئيسة، هي: (الفحم الصلب أو فحم الأنثراسيت، والفحم القاري أو الأسفلتي، والفحم شبه القاري، والفحم البني)،
ويستند التصنيف إلى أنواع الكربون وكمياته التي يحتويها الخام، وكمية الطاقة الحرارية التي يمكن أن ينتجها، وكل هذا يعتمد في الأساس على مقدار الضغط والحرارة اللذين تعرضت لهما النباتات في البداية :

(Anthracite) الفحم الصلب أو الأنثراسيت :

أسود لامع، يحتوي على نحو 86% إلى 97% من الكربون، ولديه أكبر محتوى طاقة مقارنة بالأنواع الأخرى، ويُستعمل أساسًا في صناعة المعادن

(Bituminous coal) الفحم القاري أو الأسفلتي :

درجة متوسطة بين الصلب وشبه القاري، يُشكّل الكربون 45% إلى 86% من تكوينه، يُعَدّ الفحم الحراري –المستعمل في توليد الكهرباء– أحد أنواعه، كما أنه مادة خام لصنع فحم الكوك أو للاستعمال في صناعة الحديد والصلب

(Subbituminous coal) الفحم شبه القاري:

أسود اللون وباهت، يحتوي عادةً على 35% إلى 45% من الكربون، وله قدرة حرارية أقلّ من الفحم القاري، لكنه يُستهلك –أيضًا– في توليد الكهرباء

(Lignite) الفحم البني

يحتوي على 25% إلى 35% من الكربون ونسبة عالية من الرطوبة، ما يجعله أقلّ الأنواع من حيث محتوى الطاقة، ويُستهلك في توليد الكهرباء

ماذا عن بداية الفحم؟

هناك أدلة على أن الإنسان عرف الفحم على نطاق محدود في عصور ما قبل التاريخ؛ إذ اعتمد عليه لأغراض التدفئة والطهي منذ القدم ، وتشير بعض المصادر إلى أن تعدين الفحم بدأ في الصين مع افتتاح أول منجم منذ أكثر من 3 آلاف عام، وبحلول عام 200 قبل

الميلاد، استعمل الصينيون الفحم للتدفئة وسلعة تجارية، قبل أن يصبح عنصرًا حيويًا في صناعة المعادن، التي ازدهرت للمرة الأولى عام 120 قبل الميلاد .

استعمال الفحم في إنجلترا –على نطاق واسع– خلال القرنين الثاني والثالث الميلاديّين، وفي القرن الـ18، مع بداية الثورة الصناعية، وجد الإنجليز أن الفحم وقود أشد من الخشب، ومن ثم تزايد الاعتماد عليه في أغراض متعددة .
وقبل ذلك، وتحديدًا في القرن الـ13، اكتُشف الفحم في أميركا الشمالية على يد الهنود الحُمر بصفته وقودًا للطهي والتدفئة، قبل أن يُعاد اكتشافه في الولايات المتحدة عام 1673

وأدّت الثورة الصناعية دورًا رئيسًا في توسيع استعمال الفحم، إذ استغلّه مخترع المحرك البخاري جيمس واط لتوليد البخار لتشغيل المحرك، وتطوَّر استهلاكه فيما بعد لتزويد غلايات السفن البخارية والقطارات العاملة بالبخار.

وبحلول عام 1875، بدأ استهلاك هذا الوقود الأحفوري في أفران الصهر لصناعة الصلب، قبل أن يُحرق من أجل توليد الكهرباء بعد سنوات قليلة، وينتشر لهذا الغرض على نطاق واسع حتى الآن، لدرجة أنه بات من الصعب الاستغناء عنه .

كيفية تعدين الفحم ونقله

تستعمل شركات تعدين الفحم آلات كبيرة لاستخراجه من الأرض، سواءً الموجود بالقرب من سطح الأرض، أو الذي يقبع في أعماقها، وهناك طريقتان أساسيتان لاستخراج هذا الوقود الأحفوري، هما: التعدين السطحي، والتعدين تحت الأرض أو التعدين العميق

أولًا، التعدين السطحي (Surface mining) :

يُستعمل عندما يكون الفحم بالقرب من سطح الأرض أو تحتها بأقلّ من 200 قدم، وله قدرة على استخراج نسبة أعلى من رواسب الفحم مقارنة بالتعدين تحت الأرض ، وفي هذه الطريقة تعمل الآلات الكبيرة على إزالة التربة السطحية وطبقات الصخور المعروفة لكشف طبقات الفحم، وهنا تُعَدّ إزالة قمم الجبال شكلًا من أشكال التعدين السطحي .

(Underground mining) **ثانيًا**، التعدين تحت الأرض أو التعدين العميق :

يُستعمل عندما يكون الفحم على عمق مئات الأقدام تحت سطح الأرض، وهنا تُحفَر أنفاق استعمالًا مؤقتًا تسمى ممرات المناجم حتى الوصول إلى الخام الأسود ،وبصفة عامة، يُعَدّ للأرض، فيمكن إعادة تأهيل المناجم بمجرد توقّف العمليات واستصلاحها لزراعة الأشجار أو لأغراض أخرى ، ويُنقل الفحم إلى مصنع بالقرب من موقع التعدين من أجل تنظيفه ومعالجته عبر إزالة الصخور والشوائب والرماد والكبريت وغيرها من المواد غير المرغوب فيها، ما يزيد من الطاقة الحرارية، التي يحتويها الوقود الأسود ، وبعد التعدين والمعالجة، يُنقل الفحم إلى المستهلكين بعدّة طرق مختلفة قد تكون أكثر تكلفة من تعدينه في بعض الحالات :

الناقلات والشاحنات :

تنقل الفحم لمسافات قصيرة من المناجم إلى المستهلكين القريبين أو إلى وسائل النقل الأخرى، التي تنقله لمسافات طويلة

القطارات :

الوسيلة الأكثر شيوعًا لنقل المعدن الأسود إلى المستهلكين، إذ تنقل ما يقرب من 70% من شحنات الفحم في الولايات المتحدة،

الزوارق البخارية والسفن:

تنقل الزوارق الفحم عبر الأنهار والبحيرات، في حين تُستعمل السفن في المحيطات والبحار،

خطوط الأنابيب :

مصممة لنقل الخامات –مثل الفحم– لمسافات طويلة، لكن مع مزجها بالمياه، وهي طريقة أقلّ شيوعًا.

احتياطيات الفحم في العالم

من الصعب تقييم كميات الفحم الموجودة في العالم بصورة دقيقة، كونها مدفونة تحت الأرض، لكن المراجعة الإحصائية السنوية للطاقة، التي أصدرها معهد الطاقة في 2023، لأول مرة بدلًا من شركة النفط البريطانية بي بي، تُشير إلى أن احتياطيات الفحم العالمية بلغت 1.074 تريليون طن متري بنهاية عام 2020

ومن هذا الإجمالي، يُشكّل نوعا الفحم الصلب والقاري معًا 753.639 مليار طن، في حين يمثّل الفحم شبه القاري والفحم البني معًا 320.469 مليار طن، وفق ما رصدته وحدة أبحاث الطاقة.

وتستحوذ منطقة آسيا والمحيط الهادئ على 42.8% من الاحتياطيات العالمية، تليها أميركا الشمالية –جميعها تقريبًا في الولايات المتحدة– بحصّة 23.9%، في حين تُعَدّ منطقتا أميركا الوسطى والجنوبية والشرق الأوسط الأقلّ امتلاكًا للفحم، بحصّة 1.3% و1.5% على التوالي.

وعلى صعيد الدول، فإن هناك 5 بلدان تستحوذ على أكثر من 75% من احتياطيات الفحم المؤكدة في العالم، وهي: الولايات المتحدة (23.9%)، وروسيا (15.1%)، وأستراليا (14%)، والصين (13.3%)، والهند (10.3%)

وبنهاية 2020، بلغت احتياطيات الولايات المتحدة من الفحم 248.941 مليار طن متري، توجد 77% منها في 6 ولايات فقط: (مونتانا، وإلينوي، ووايومنغ، وفيرجينيا الغربية، وكنتاكي، وبنسلفانيا)

وتُقدِّر إدارة معلومات الطاقة الأميركية أن احتياطيات الفحم القابلة للاستخراج في الولايات المتحدة قد تستمر لنحو 470 عامًا، ولنحو 25 عامًا في المناجم المنتجة

أمّا روسيا فتمتلك 162.166 مليار طن من احتياطيات الفحم، تليها أستراليا بنحو 150.227 مليار طن، ثم الصين والهند بنحو 143.197 و111.052 مليار طن على التوالي، وفق بيانات معهد الطاقة

أكبر الدول المصدّرة والمستوردة للفحم

شهدت تجارة الفحم العالمية تغيرات كبيرة خلال العقود الـ3 الماضية، بل أصبحت أنماطها على موعد مع حقبة متغيّرة جديدة هذا العقد، مع تداعيات الغزو الروسي لأوكرانيا، واتجاه أوروبا إلى فطم نفسها عن إمدادات موسكو من الفحم والنفط والغاز

وفي عام 1990، كانت أستراليا والولايات المتحدة أكبر مُصدّري الفحم عالميًا، بحصّة تعادل خُمس الإجمالي العالمي لكل منهما، وبعد 3 عقود، استحوذت إندونيسيا وأستراليا معًا على أكثر من نصف الصادرات العالمية، وفق وكالة الطاقة الدولية

وجاء ذلك مع انخفاض حصة الولايات المتحدة بوتيرة ملحوظة إلى أقلّ من 6% من التجارة العالمية، في المقابل، أصبحت الصادرات من دول مثل منغوليا وكولومبيا أكثر أهمية منذ عام 2000، لكن أقوى نمو خلال الأعوام الـ30 الماضية جاء من إندونيسيا، التي باتت تمثّل ما يقرب من ثلث سوق صادرات الفحم العالمية

على صعيد الواردات، كان الاتحاد الأوروبي أكبر مستورد للفحم في عام 1990، لكنه قلّل وارداته منه باستمرار منذ ذلك الحين، مع سياسات التحول الأخضر، لتهبط حصّته من الإجمالي العالمي من 35.4% إلى أقلّ من 10% حاليًا

في المقابل، أصبحت الصين أكبر مستورد للفحم عالميًا، بحصّة تعادل خُمس الفحم المبيع في السوق الدولية، مع النمو الاقتصادي والسكاني، بعدما كان وجودها ضئيلًا عام 2000، إلّا أن فيتنام كانت المفاجأة الكبرى في السوق العالمية خلال الأعوام الـ30 الماضية، إذ تحولت من مُصدّر إلى مستورد عام 2005، وازدادت وارداتها منه منذ ذلك الحين

وفي عام 2020، أثّر وباء كورونا كثيرًا في سوق الفحم، مثل جميع قطاعات التجارة العالمية، إذ تراجعت الصادرات بنسبة 10.4%، مسجلة الهبوط الأول منذ عام 2016، قبل أن تتعافى في العامين التاليين (2021 و2022)، مع عودة النشاط الاقتصادي إلى طبيعته، لكن صاحبَ ذلك تغييرات في أنماط التجارة بعد غزو أوكرانيا

وتشير وكالة الطاقة الدولية إلى ارتفاع حجم تجارة الفحم العالمية إلى 1.351 مليار طن في 2022، مقارنة مع 1.333 مليار طن العام السابق له (يمثّل 17% من الطلب العالمي على الفحم)، مع استحواذ الفحم الحراري على غالبية التجارة بنحو 1.035 مليار طن، إذ

لجأت الدول إلى زيادة تشغيل محطات توليد الكهرباء بالفحم وإحياء المنشآت المعطلة، لتلبية الطلب مع ارتفاع أسعار الغاز والنفط على خلفية الحرب الروسية الأوكرانية

وعلى صعيد المناطق، تمثّل منطقة آسيا والمحيط الهادئ ما يقرب من 80% من واردات الفحم العالمية بنهاية 2022، بقيادة الصين، أكبر مستورد للفحم في العالم، بأكثر من 293 مليون طن خلال 2022، رغم انخفاض واردات بكين 9.2% على أساس سنوي، وسط زيادة الإنتاج المحلي، وفق التقديرات الحكومية

وبحسب بيانات وكالة الطاقة الدولية، فإن الهند ثاني أكبر مستورد عالميًا بما يتجاوز 220 مليون طن خلال 2022، ثم اليابان ودول أوروبا بنحو 184 و176 مليون طن على التوالي، في حين تأتي دول جنوب شرق آسيا في المرتبة الخامسة بواردات 148 مليون طن

وقررت دول الاتحاد الأوروبي حظر استيراد الفحم الروسي بدءًا من أغسطس/آب 2022 – أعقبه حظر للنفط ومشتقاته– ردًا على غزو موسكو للأراضي الأوكرانية، لذلك من المتوقع ارتفاع الواردات الأوروبية من جنوب أفريقيا والولايات المتحدة وكولومبيا لاستبدال الإمدادات الروسية على المدى القريب، قبل أن تتخلص القارة تدريجيًا من الاعتماد على هذا الوقود، من أجل تحقيق هدف الحياد الكربوني بحلول 2050

وتجلّى هذا الاتجاه سريعًا في 2022، إذ زادت واردات الفحم الحراري إلى الاتحاد الأوروبي بنسبة 51%، لتصل إلى 65 مليون طن، وارتفعت الواردات من جنوب أفريقيا وأستراليا 6 مرات إلى 13 و6 ملايين طن على التوالي، كما صعدت الكمية المستوردة من إندونيسيا وكولومبيا إلى 6 و14 مليون طن على الترتيب

من الإجمالي العالمي بنهاية 60% وعلى صعيد الصادرات، شكّلت إندونيسيا وأستراليا 2022، بنحو 473 و350 مليون طن، في المركزين الأول والثاني على التوالي، رغم استمرار انخفاض الصادرات الأسترالية خلال عامي 2021 و2022، مع تراجع الإنتاج المحلي

وحافظت روسيا على مكانتها في المركز الثالث بين أكبر المُصدّرين عالميًا، رغم انخفاض صادراتها بنحو 11% إلى 192 مليون طن، بفعل العقوبات الغربية، وجاءت خلفها الولايات المتحدة وجنوب أفريقيا بمقدار 76 و70 مليون طن على الترتيب

وفي نظرة متوسطة الأجل، تعتقد وكالة الطاقة الدولية أن تجارة الفحم الحراري قد تهبط بنحو 10% بحلول 2025، مع توقعات تغلُّب أوروبا على أزمة الطاقة والعودة إلى مسارات التخلّص التدريجي من الفحم، إلى جانب انخفاض واردات الصين والهند مع زيادة الإنتاج المحلي،

وبحلول 2025، من غير المتوقع أن تتغيّر خريطة أكبر مُصدّري الفحم عالميًا، إذ تظل إندونيسيا في المرتبة الأولى بنحو 411 مليون طن، كما يُرجّح أن تحافظ الصين على لقب أكبر مستورد للفحم في العالم بنحو 288 مليون طن

ما استعمالات الفحم؟

يُسيطر توليد الكهرباء والتدفئة على 67% من الاستهلاك العالمي للفحم، ويستحوذ قطاع الحديد والصلب على حصة 12%، في حين تبلغ حصة الخدمات السكنية والتجارية والعامة 3%، والنسبة المتبقية 18% من نصيب القطاعات الأخرى، بحسب تقديرات شركة البيانات ستاتيستا.

أولًا: الفحم في توليد الكهرباء

يؤدّي الفحم دورًا حيويًا في توليد الكهرباء حول العالم، لا غنى عنه حتى الآن، رغم جهود الانتقال إلى الطاقة النظيفة، إذ يُشكّل قطاع الكهرباء أكثر من نصف استهلاك الوقود الأسود عالميًا، بما يعادل 5.472 مليار طن بنهاية 2022، بعدما ارتفع 2.4% على أساس سنوي، وجاء نصف هذه الزيادة من الصين وحدها

وكما ذكرنا سابقًا، فإن الفحم الحراري أكثر الأنواع استعمالًا في توليد الكهرباء، وتحدث عملية التوليد عن طريق طحن الفحم إلى مسحوق ناعم لزيادة مساحة سطحه والسماح بحرقه

بسرعة أكبر، قبل تمريره إلى غلاية عند درجة حرارية مرتفعة، ثم تعمل الغازات الساخنة والطاقة الحرارية المنتجة من الفحم على تحويل الماء –الموجود في الأنابيب المبطنة للغلاية– إلى بخار

ويعمل الضغط العالي للبخار على دوران شفرات التوربين بسرعة، ومع تركيب مولد كهربائي على أحد جانبي التوربين، تتحول الطاقة الناتجة عن الفحم إلى كهرباء في النهاية، في حين تُجرى عملية تكثيف إلى البخار، ويعود إلى الغلاية للتسخين مرة أخرى،
ومع التعافي من تداعيات وباء كورونا على النشاط الاقتصادي، ارتفع توليد الكهرباء عبر الفحم عالميًا بنسبة 1.8% خلال 2021، ليسجّل 10339 تيراواط/ساعة، وهو أعلى مستوى على الإطلاق –كما تشير بيانات وكالة الطاقة الدولية–، مع الصعود الحادّ في أسعار الغاز الطبيعي ،ورغم تسجيل الكهرباء المُولَّدة بالفحم أعلى مستوياتها تاريخيًا للعام الثاني على التوالي في (2022)، فإن حصة الفحم في مزيج الكهرباء عالميًا، البالغة 36%، تُعَدّ أقلّ من ذروتها المسجّلة عام 2007 بنسبة 5%، مع تزايد حصة الطاقة المتجددة، التي لبّت 88% من نمو الطلب على الكهرباء في 2022

وبناء على أحدث أرقام معهد الطاقة، فإن كمية الكهرباء المُولَّدة عبر الفحم عالميًا بلغت 10 آلاف و317 تيراواط/ساعة في 2022، وهي أعلى مستوى على الإطلاق، بقيادة الصين، التي استحوذت على أكثر من النصف، أو ما يعادل 5397.8 تيراواط/ساعة من الإجمالي، إذ يمثّل قطاع الكهرباء أكثر من 60% من استهلاك الفحم في البلاد

تجدُر الإشارة إلى أن توليد الكهرباء في الصين قد ارتفع بما يقرب من 500%، ليصل إلى 7 آلاف و600 تيراواط/ساعة بنهاية 2020، مقارنة مع 1280 تيراواط/ساعة عام 2000؛ إذ شكّلت محطات الكهرباء العاملة بالفحم 63%، ما يعادل 4 آلاف و775 تيراواط/ساعة من إجمالي الكهرباء المُولَّدة، مقابل 77% أو 992 تيراواط/ساعة قبل 20 عامًاوبفارق كبير عن الصين، تُعَدّ الهند ثاني أكثر الدول من حيث توليد الكهرباء باستعمال الفحم حول العالم، بنحو 1380 تيراواط/ساعة، وهو مستوى قياسي، تليها الولايات المتحدة بمقدار 904.2 تيراواط/ساعة، وهو ثاني أقلّ مستوى على الإطلاق، وفق تقديرات معهد الطاقة

وتُقدّر وحدة أبحاث الطاقة أن الاستهلاك العالمي للفحم في توليد الكهرباء سيظل قويًا على المدى القريب، مع عدم اليقين بشأن إمدادات الغاز بعد الغزو الروسي لأوكرانيا، وهو الأمر الذي قد يرفع أسعاره في أيّ وقت، مثلما حدث في 2022، عندما أجبرت اضطرابات السوق العديد من الدول –خاصة في أوروبا– على العودة إلى الفحم، وتأجيل خطط التخلّص التدريجي من الوقود الموصوم بيئيًا، إذ تجاوزت مخاوف أمن الطاقة القلق بشأن تداعيات تغيّر المناخ، التي يُغذّيها استمرار دور الفحم في مزيج الطاقة،واضطرت دول الاتحاد الأوروبي إلى تفعيل تدابير الطوارئ المؤقتة لضمان أمن الطاقة، خاصة في فصل الشتاء، وشمل ذلك إنشاء احتياطيات إستراتيجية لتوليد الكهرباء، ما سمح لمحطات الفحم بالبقاء قيد التشغيل إلى ما بعد مواعيد الإغلاق المجدولة، أو جعل المنشآت المتوقفة في وضع الاستعداد ،وفي المجموع، سمح الاتحاد الأوروبي لنحو سعة 11 غيغاواط من الكهرباء العاملة بالفحم بالعودة إلى السوق، بعدما كان من المفترض أن تكون متوقفة عن العمل في الربع الأخير من عام 2022، وكان 73% من إجمالي هذه السعة في ألمانيا، أكبر اقتصاد أوروبي ،وأسهم ذلك بزيادة إجمالي توليد الكهرباء بالفحم في الاتحاد الأوروبي لعام 2022، بمقدار 28 تيراواط/ساعة إلى 447 تيراواط/ساعة، وفق ما نقلته وحدة أبحاث الطاقة عن مركز الأبحاث "إمبر،

وبصفة عامة، كان للحرب الروسية الأوكرانية والانتعاش وهذا يعني استمرار ارتفاع الاقتصادي بعد جائحة كورونا دور رئيس في ارتفاع الطلب على الفحم، ما دفع أسعار الفحم الحراري –المستعمل في توليد الكهرباء– إلى مستويات غير مسبوقة في عامي 2021 و2022، إذ تجاوز الفحم الأسترالي –على سبيل المثال– مستوى 400 دولار للطن في سبتمبر/أيلول 2022

ثانيًا: الفحم في صناعة الصلب

بالطبع، توليد الكهرباء هو أكبر استعمالات الفحم وأشهرها وأهمها عالميًا، لكن هذا لا يمنع وجود قطاعات أخرى تعتمد بصورة أساسية على هذا الوقود الأحفوري، إذ يُعَدّ الفحم المعدني أو فحم الكوك مكونًا حيويًا في عملية تصنيع الصلب، ويُعتمد عليه بنسبة 70% من الإنتاج

وتحدث عملية إنتاج الصلب –بداية– من خلال التخلّص من الشوائب في فحم الكوك، ليصبح محتويًا فقط –في الغالب– على الكربون النقي عن طريق التسخين إلى 1000–1100 درجة مئوية في غياب الأكسجين لمدّة تتراوح بين 12 و36 ساعة، ومن ثم تُزال المنتجات الثانوية ،وفي فرن الصهر يُوضع فحم الكوك وخام الحديد مع بعض الإضافات، مثل الفحم الجيري –لجمع الشوائب– ثم تعمل الحرارة، التي تصل إلى 1200 درجة مئوية، على احتراق فحم الكوك، ومن ثم صهر الحديد، ليُحوَّل بعد ذلك إلى صلب باستعمال فرن الأكسجين الأساسي (71%) أو فرن القوس الكهربائي .

ثالثًا: الاستعمالات الأخرى

فضلًا عن توليد الكهرباء وصناعة الحديد والصلب، يدعم الفحم العديد من الصناعات الأخرى، مثل إنتاج المواد الكيميائية، والأدوية، والاستعمالات الطبية الأخرى، واستخراج المعادن الأرضية النادرة، وإنتاج ألياف الكربون، والأقطاب الكهربائية الصناعية، وغيرها

الإسمنت :

يُعَدّ الفحم عنصرًا رئيسًا للطاقة في هذه الصناعة، إذ يتطلب إنتاج طن واحد من الأسمنت ما بين 200 و450 كيلوغرامًا من الفحم، كما تؤدّي المنتجات الناتجة عن الاحتراق –مثل والتحليل المالي إلى الرماد المتطاير– دورًا مهمًا في الصناعة ذاتها. على سبيل المثال، أشار أن معدّل استعمال الرماد المتطاير الخارج من محطات الكهرباء العاملة بالفحم في الهند وصل إلى 91%، ما يُشكّل مكاسب بيئية كبيرة عبر تقليل النفايات والتلوث

الألومنيوم:

يمثّل الفحم أكثر من 60% من الطاقة المستعملة في إنتاج الألومنيوم، الذي يُعتمد عليه بنطاق واسع في السيارات والقطارات والطائرات لتقليل وزنها واستهلاكها للطاقة وغيرها من الاستعمالات الأخرى المعروفة

النقل:

بعيدًا عن استهلاكه مادةً خامًا ومصدرًا للطاقة الأولية لتصنيع البنية التحتية للنقل، فإن الكهرباء القائمة على الفحم تعزز كهربة القطاع، كما يوفر تحويل الفحم إلى وقود سائل بديلًا قابلًا للتطبيق لمنتجات النفط التقليدية في وسائل النقل، فعلى سبيل المثال، تمثّل هذه التقنية 30% من متطلبات وقود النقل في جنوب أفريقيا

الهيدروجين:

رغم أن الاتجاه المستقبلي يهدف إلى تعزيز دور الهيدروجين الأخضر –باستعمال الطاقة المتجددة– في مزيج الطاقة، فإن غالبية الإنتاج الحالي تعتمد على الوقود الأحفوري، وفي هذا الصدد، يوفر تغويز الفحم (تحويل الفحم إلى غاز) طريقة متعددة الاستعمالات لتحويل الفحم إلى هيدروجين ومنتجات أخرى، إذ تمثّل هذه العملية 19% من إنتاج الهيدروجين حاليًا،

مستقبل الفحم

عندما يتعلق الأمر بأمن الطاقة وقت الأزمات، يكون الفحم على رأس خطة صنّاع السياسة، والدليل على ذلك ما حدث في 2022 بعد نقص إمدادات الغاز عقب الغزو الروسي لأوكرانيا، إذ لجأت الدول إلى تأجيل خطط إغلاق محطات الفحم وعودة محطات كانت مغلقة، بل إعلان خطط لبناء محطات كهرباء جديدة تعمل بالفحم، مع تفضيل تأمين الإمدادات على أهداف خفض الانبعاثات، وهذا يهدد بعودة الفحم إلى الصورة في كل أزمة مستقبلية، حتى وإن استطاع العالم أن يتخلص منه تدريجيًا

وحتى قبل أزمة الطاقة، التي يمكن أن تُطيل أمد الفحم، كان رئيس قسم الفحم الحراري في شركة الأبحاث وود ماكنزي، ديل هازلتون، يرى أن نهاية الفحم ليست وشيكة حتى بحلول عام 2050، لكن من المُرجّح أن يكون تراجع إنتاجه بدايةً من عام 2030 وما بعده أكثر حدّة

وأمام ذلك، تشير جميع التوقعات تقريبًا إلى أنه بحلول 2050 سيظل الفحم يؤدّي دورًا رئيسًا في مزيج الطاقة العالمي، إذ ترى إدارة معلومات الطاقة الأميركية أن الطلب العالمي على

الغاز الطبيعي والفحم سيظل قائمًا، من أجل تلبية، ودعم موثوقية الشبكة في أوقات عدم توافر الطاقة النظيفة

بينما تتوقع منظمة أوبك أن تصل حصة الفحم في مزيج الطاقة العالمي إلى 15.5% بحلول 2045، انخفاضًا من 26.1% عام 2022، ليكون أكبر المصادر انخفاضًا في ظل السياسات الهادفة إلى تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، لكن تظل حصته لا غنى عنها ، وتعتمد على الرغبة في تعزيز حصة الطاقة المتجددة، ما يعني – في تلبية الطلب عالميًا أن أيّ انتكاسة في طموحات الطاقة النظيفة سيقابلها زيادة في الاعتماد على الفحم في الدول الصناعية الكبرى بالتخلّص من استعمال الفحم وأنواع الوقود الأحفوري وترى أوبك أنّ تعهُّد الأخرى في توليد الكهرباء، مع هدف إزالة الكربون بحلول 2035، هو السبب الرئيس وراء الانخفاض الكبير المتوقع في حصة الفحم بمزيج الطاقة على المدى الطويل

وفي هذا الإطار، يرى الاتحاد الأوروبي أن أهدافه المناخية طويلة الأجل ما تزال قابلة للتحقيق، حتى في ظل أزمة الطاقة والعودة إلى الفحم مجددًا، فقد سبق أن أعلنت ألمانيا تقديم موعد التخلص من الوقود الأسود إلى 2030، من 2038 في السابق

وفي الولايات المتحدة، من المتوقع أن يتراجع توليد الكهرباء بالفحم بسرعة، بسبب تأكيد تقليل الانبعاثات والمنافسة من إمدادات الغاز الطبيعي والمصادر المتجددة، إذ تشير إدارة في أميركا بحلول نهاية عام 2029، معلومات الطاقة الأميركية إلى وجود خطط لإغلاق ما يعادل 23% من السعة الإجمالية البالغة 200.568 غيغاواط

من جانبها، ترى وكالة الطاقة الدولية أن مستقبل الفحم يعتمد كثيرًا على إرادة العالم في مواجهة أزمة تغيّر المناخ، ومدى سرعة تطوير التقنيات النظيفة لاستبداله، لذلك أوضحت نظرتها للوقود الأسود في 3 سيناريوهات: السياسات الحالية، والتعهدات المناخية المعلنة، وتحقيق الحياد الكربوني بحلول 2050