الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد البشير الإبراهيمي- برج بوعريريج-
كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير
قسم العلوم الاقتصادية

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة الماستر، الطور الثاني
ميدان: علوم اقتصادية، والتسيير وعلوم تجارية
شعبة: علوم اقتصادية
تخصص: إقتصاد دولي

الموضوع:

واقع وآفاق طاقة الفحم في العالم خلال الفترة 2010-2020

إعداد الطلبة:
- سعدة فرج
- نور الهدى بوحلفاية

إشراف الأستاذ(ة)
- فطيمة حاجي

لجنة تقييم المذكرة

أ/عبد الرزاق حمزة	جامعة برج بوعريريج	رئيسا
أ/حاجي فطيمة	جامعة برج بوعريريج	مشرفا
أ/ بن محياوي سميحة	جامعة برج بوعريريج	ممتحنا

السنة الجامعية: 2021-2022

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

"الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي بِنِعْمَتِهِ تَتِمُّ الصَّالِحَاتُ"

والحمدلله حمدا كثيرا مباركا طيبا على نعمه وفضله والصلاة والسلام على نبينا محمد صلى الله عليه وسلم

أوجه خالص شكري وتقديري إلى الأستاذة: حاجي فطيمة

على توجيهاتها القيمة

كما أتوجه بجزيل الشكر والتقدير إلى كل من ساعدنا وساندنا في انجاز هذا العمل المتواضع من قريب أو بعيد

ولا يفوتنا أن نتوجه بالشكر الجزيل إلى كل أستاذ علمنا حرفا وسعى لإنارة دربنا بالعلم من أول حرف تعلمناه وإلى يومنا هذا فعرفانا قديرا وشكرا جزيلا

فرج سعدة – بوحلفاية نور الهدى

الإهـــداء

أهدي ثمار جهدي المتواضع إلى أسباب النجاح والصلاح والفلاح: الوالدين الكريمين أمي الحبيبة وأبي الغالي حفظهما الله وبارك لهما في صحتهما وأدامهما نعمة وبركة في حياتي

إلى زوجي سندي في الحياة الذي دعمني في كل خطوة وإلى كل أفراد عائلته الصغيرة

إلى أخوتي آية وآدم وإلى أختي الثانية سيرين

إلى كل الأهل والأقارب وخاصة إلى خالتي أمي الثانية وابنها أيوب

إلى كل من ساندني وتمنى لي الخير ولو بالكلمة الطيبة

اللهم اني أسألك علما نافعا, ورزقا طيبا, وعملا متقبلا

بوحلفاية نور الهدى

الإهـــداء

إلى روح أبي الغالي ((رحمة الله عليه)

إلى أمي أطال الله عمرها وأمدها بالصحة والعافية

إلى جميع أخوتي، أزواجهم وأولادهم

إلى جميع أهلي، أحبتي وأصدقائي

إلى جميع رفقاء الدرب في جميع الأطوار الدراسية

إلى جميع الأستاذة كل الاحترام والتقدير

اهديكم ثمار جهدي المتواضع هذا...

فرج سعدة (FABS)

الملخـــــص:

هدفت دراستنا إلى توضيح واقع الفحم في العالم خلال الفترة 2010-2020 ، كما تناولنا مستقبل الفحم ، والسبب في هذا أنه من أقدم المصادر المستخدمة حالياً في الصناعة وتوليد الكهرباء، فحتى العام 2019م، كان الفحم هو الوقود المستخدم لتوليد 40 في المئة من الطاقة الكهربائية في العالم، إلا أنَّ مشكلته الأساسية هو أنه أحد أكثر مصادر تلويث البيئة. إذ يستحوذ الفحم وحده على 77 في المئة من إجمالي انبعاثات الكربون الصادرة عن قطاع الكهرباء عالميا.

وتوصلنا من خلال دراستنا هذه، إلى أن مستقبل الفحم لن يكون مشرقاً مثل ماضيه، وسيواجه الطلب عليه عديداً من التحديات في ظل المنافسة الشرسة بينه وبين أنواع الوقود الأخرى الأقل تلويثاً للبيئة والهواء، والتزامات الدول البيئية ضمن معاهدات التغيّر المناخي، التي كان آخرها اتفاقية باريس التي استهدفت الفحم .

الكلمات المفتاحية:

الطاقة الفحمية، الطاقات الغير متجددة، أسواق الفحم الدولية، مستقبل الفحم.

Abstract:

Our study aimed to clarify the reality of coal in the world during the period 2010-2020, and we also discussed the future of coal, and the reason for this is that it is one of the oldest sources currently used in industry and electricity generation. Until the year 2019, coal was the fuel used to generate 40 percent of electric power in the world, but its main problem is that it is one of the most polluting sources of the environment. Coal alone accounts for 77 percent of the total carbon emissions from the electricity sector globally. Through our study, we concluded that the future of coal will not be as bright as its past, and the demand for it will face many challenges in light of the fierce competition between it and other fuels that pollute the environment and the air, and the environmental obligations of countries within the climate change treaties, the latest of which was the Paris Agreement, which Charcoal was targeted.

key words: Coal energy, non-renewable energies, international coal markets, the future of coal.

فهرس المحتويات الجداول والأشكال

فهرس المحتويات

المحتويــات	الصفحة
شكر وتقدير	II
إهداء	III
الملخص باللغة العربية	V
الملخص باللغة الإنجليزية	V
فهرس المحتويات	VII
قائمة الجداول	IX
قائمة الأشكال	IX
المقدمة العامة (أ- ي)	
الفصل الأول: الإطار النظري والمفاهيمي للطاقة والفحم (02-33)	
تمهيد	02
المبحث الأول: ماهية الطاقة	03
المطلب الأول: مفهوم الطاقة وتاريخ استخدام الطاقة	03
المطلب الثاني: أشكال ومصادر الطاقة	05
المطلب الثالث: تحولات الطاقة وأهم الهيئات والمنظمات الفاعلة في مجالات الطاقة	08
المبحث الثاني: أساسيات حول الفحم	14
المطلب الأول : تاريخ الفحم	14
المطلب الثاني: مفهوم الفحم	19
المطلب الثالث: أنواع الفحم	24
خلاصة الفصل الأول	33
الفصل الثاني: تحليل وتقييم واقع ومستقبل الفحم في خلال الفترة 2010-2020 (35-69)	
تمهيد	35
المبحث الأول: تحليل واقع الفحم في العالم خلال الفترة 2010-2020	36
المطلب الأول: الأسواق الدولية لإنتاج واستهلاك للفحم	36

المطلب الثاني: الأسواق الدولية لواردات وصادرات واحتياطات للفحم	**44**
المبحث الثاني: مستقبل الفحم في العالم " دراسة استشرافية"	**53**
المطلب الأول: سيناريو التحول عن الفحم	**53**
المطلب الثاني: تعهدات الدول للتخلي عن الفحم	**59**
المطلب الثالث: استحالة التخلي عن الفحم	**64**
خلاصة الفصل الثاني	**68**
الخاتمة العامة	**70**
قائمة المراجع	**76**

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
01	أهم الدول المنتجة للفحم خلال الفترة2010-2020	37
02	أهم الدول المستهلكة للفحم خلال الفترة 2010- 2020	41
03	أهم الدول المستوردة للفحم خلال الفترة2010- 2020	44
04	أهم الدول المصدرة للفحم في العالم خلال الفترة 2010 -2020	47
05	الدول التي تمتلك أكبر احتياطات الفحم في العالم خلال الفترة 2010-2020	51

قائمة الأشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
01	توليد الكهرباء باستخدام الفحم بواسطة التكنولوجيا في سيناريو صافي الصفر 2010-2050	57
02	أكثر 10 دول تستخدم الفحم في توليد الكهرباء	62

المقدمـــــة العامـــــة

المقدمة العامة:

1- تمهيد

تعتبر الطاقة هي المفتاح الرئيسي لنمو حضارة الإنسان على مر العصور، وهي الوسيلة المعتمدة من طرفه دائما للرقي والرفاهية، ومن أجل الحصول على الطاقة وتوفيرها والتحكم إلى درجة ما في حركتها بني نظاما تبادليا له آلياته وميكانيزماته، نحن نستخدم الكثير من الطاقة لتحريك سياراتنا ولتدفئة وتبريد منازلنا، ولمشاهدة التلفزيون، وهذه الطاقة تأتي من مجموعة متنوعة من الأماكن وكذلك بعدد كبير من الأشكال.

فالعلماء يصنفونها إلى طاقة مُتجدِّدة وطاقة غير مُتجدِّدة، وهذه الأخيرة تستهلك مواردنا التي لا نستطيع تعويضها إن نَفِدَت، وأسهل مثال على الطاقة الغير متجددة هو البنزين الذي نستخدمه لتشغيل سيارتنا، والفحم الذي يحترق في محطات الطاقة، فبمجرد أن يتم إستخدامه فإنه يضيع إلى الأبد.

أما مصادر الطاقة المتجددة فهي تتجدد باستمرار، ومثال عن الطاقة المتجددة (الطاقة المائية) من التوربينات في السد، وطاقة الرياح، من طواحين الهواء، والطاقة الشمسية من الشمس.

ومن أهم الطاقات الغير المتجددة نجد الطاقة الفحمية، حيث يعد الفحم أحد أقدم المواد المستخدمة للتدفئة وتوليد الحرارة في العالم، وقد استُخدم في القرون الوسطى بكثرة في عمليات صهر المعادن وتشكيلها، وفي العصر الحديث لعب الفحم دوراً محورياً في تشكيل العالم ليكون كما هو اليوم، فقد كان الفحم وقودَ الثورة الصناعية والمحركات البخارية، التي بدأت في أوروبا وانتقلت بعد ذلك إلى الولايات المتحدة.

وارتبطت زيادة استخدام الفحم مع الثورة الصناعية بشكل وثيق، حيث لم يكن الفحم شائعاً في الولايات المتحدة قبل الثورة الصناعية، ليصبح بعدها عنصراً أساسياً في الصناعة، ولا يزال

حتى يومنا أحد أهم مصادر الطاقة في الصناعة، ومازال إلى يومنا هذا أحد أهم مصادر توليد الكهرباء في العالم.

غير أن الفحم يعتبر من أكثر المصادر الطاقوية الأكثر تلويثاً للبيئة، ومنذ اتفاقية باريس المناخية عام 2015 والعالم يتحدث عن مدى إمكانية الاستغناء عن الفحم، وفيما قد يبدو هذا العنوان انتصاراً للمدافعين عن البيئة، فإن كثيراً من هذه الدول ليست مؤثرة في استهلاك الفحم من ناحية تصديره أو استخدامه، أما الاستغناء عنه ليس بالسهولة التي قد يتصوّرها البعض والمتأمل في سلوك الدول المستفيدة من الفحم، سواء باستهلاكه أو بتصديره، يرى عدم التزامها الصريح بوعود قصيرة الأجل بالاستغناء عن الفحم، ولاسيما أن كثيراً من هذه الدول أسهمت بشكل فعّال في زيادة استخدام الفحم، من خلال تسهيل التشريعات لإنتاجه ونقله واستخدامه.

2- الإشكالية:

من خلال ما سبق تتضح لنا المعالم الأساسية لإشكالية دراستنا وهي كما يلي:

ما هو واقع الطاقة الفحمية في العالم خلال الفترة 2010-2020، وهل يمكن الاستغناء عن هذه الطاقة باعتبارها مضرة وبشكل كبير للمناخ؟

على ضوء الإشكالية المطروحة تندرج مجموعة من الأسئلة الفرعية ومنها:

-ما هي الطاقة وما أهميتها؟

- ما هي أهم أنواع الفحم؟

- فيما تتمثل أهم الدول التي تستحوذ على أسواق الفحم الدولية خلال الفترة 2010-2020؟

- هل يمكن الاستغناء عن الفحم في توليد الكهرباء في العالم؟

3- الفرضيات:

من أجل الإجابة ومعالجة التساؤلات والإشكالية المطروحة سابقا يمكن صياغة الفرضيات التالية:

- **الفرضية الأولى:** الطاقة هي عصب الحياة الاقتصادية في العالم، ولا يمكن لأي دولة أن تستغني عليها.

-**الفرضية الثانية:** يعتبر فحم الكوك من أهم أنواع الفحم الأكثر إنتاجا واستخداما في العالم اليوم، وله أهمية بالغة في توليد الكهرباء في العالم.

- **الفرضية الثالثة:** تعتبر الصين والهند من أهم الدول التي تستحوذ على أسواق الفحم الدولية.

- **الفرضية الرابعة:** تعتبر عملية الاستغناء عن الفحم جد صعبة، حيث أن 40 بالمئة من الكهرباء في العالم مازال يتم توليدها من الفحم.

4- أسباب ودوافع اختيار الموضوع:

إن اختيار هذا الموضوع نابع من عدة أسباب ودوافع أهمها:

أ-أسباب موضوعية:

- قلة الدراسات والأبحاث التي تناولت موضوع الطاقة الفحمية، والتي يمكن القول عنها أنها منعدمة.

- ثراء العالم بالكهرباء والذي مصدره الكبير الطاقات، وبصفة خاصة طاقة الفحم الغير المتجددة.

- وقوف العالم أو بالأحرى دول العالم في دوامة الفحم بين الحاجة إليه والاستغناء عنه، وهذا الأمر سبب عدة دراسات وإحصائيات وعقد مجموعة من القمم للفصل فيه.

- المساهمة بإثراء المكتبة الجزائرية بدراسة ولو متواضعة، وهذا للزخم الكبير الذي يحظى به موضوع الطاقة الفحمية عالميا.

ب-أسباب ذاتية:

- الاهتمام والرغبة الشخصية في البحث في مواضيع الطاقة المتجددة والغير المتجددة، وبالأخص طاقة الفحم

- دراسة هذا الموضوع سابقا في بحث من بحوث السنوات الماضية والرغبة في التوسع فيه.

-محاولة لمعرفة واستشراف المستقبل الطاقوي الذي سيكون عليه العالم بعد أجيالنا الحالية.

5- أهداف الدراسة:

نسعى من خلال دراستنا إلى تحقيق جملة من الأهداف يمكن حصرها كالآتي:

-التعرف على أهم الطاقات المتعددة، وفهم آليات الاستفادة منها ومجالات تطبيقها .

- معرفة الجدوى من استغلال الطاقة الفحمية كطاقة غير متجددة.

- تسليط الضوء على أهمية أنواع الفحم في العالم، والتعرف على الدول المستحوذة على سوق الفحمة.

- دراسة مستقبل الفحم كطاقة ضارة للعالم وللمناخ، واستشراف ما اذا يمكن التخلي عنه واستبداله بطاقة نظيفة ومتجددة.

- الوقوف على المعطيات المستجدة من مؤتمرات مقامة وكذا المسطر لها ومستقبل الطاقات الغير المتجددة وكل ما يتعلق بالإحصائيات الحديثة.

6- أهمية الدراسة:

إن أهمية الطاقة بصفة عامة أصبحت اليوم معلومة لدى الجميع، فالتسابق نحو السيطرة على مصادر الطاقة أمر لا يخفى على أحد، بل أن معظم العلاقات التبادلية التجارية وأساس حل النزاعات والأزمات في العالم بسبب الطاقة.

وتبرز أهمية دراستنا هذه كونها تظهر الجوانب المتعلقة بالقيمة المضافة لإدماج الطاقة الفحمية في المزيج الطاقوي الحالي للعالم ككل، وللبلدان التي تستحوذ على سوق الفحم خاصة، وتبين أهمية وجدوى الاعتماد على استراتيجيات، تتمحور حول تثمين الموارد التي لا تنضب لتنويع مصادر الطاقة، إن لم نقل إيجاد بدائل مستقبلية للطاقات الغير متجددة وخاصة الفحم، كونه طاقة ظارة وملوثة، وتحليل إمكانية فرص تصدير واستيراد الطاقة الفحمية.

7- المنهج المتبع:

للإجابة عن إشكالية موضوع الدراسة وتحليل أبعادها، جوانبها ونتائجها، وللإجابة عن تساؤلاتها الفرعية، واثبات صحة أو عدم صحة الفرضيات، اعتمدنا في دراستنا على المنهج التحليلي الذي يتماشى مع طبيعة موضوع الدراسة، ويتضح هذا من خلال الجانب النظري بفصليه الذي يعتمد على جمع المعلومات والإحصائيات، من الكتب والتقارير، والمراجع المختلفة، من أجل وصف وتحليل الظاهرة المدروسة.

كما تم العمل في الجانب التطبيقي على وصف وتحليل سوق النفط العالمي من تصدير واستيراد، وكذا احتياطات الفحم من قبل البلدان المستحوذة عليه، وكذا استشراف الطاقة الفحمية في المستقبل من خلال الإحصائيات المتداولة، وهذا لاستنتاج ما اذا ممكن الاستغناء عنه والحاجة الملحة له تصعب هذا الأمر.

8- صعوبات الدراسة:

- انعدام المذكرات التي تتناول هذا الموضوع.
- تضارب الإحصائيات والأرقام المتعلقة بقطاع الطاقة، مما تسبب في تحديث الإحصائيات والمعطيات باستمرار.
- قلة المراجع خاصة المتمثلة في استشراف مستقبل الفحم في العالم.

9- الدراسات السابقة:

* **الدراسة الأولى:** بوعشة اسمهان، جدوى استغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة وإمكانية استخدامها في التبادلات التجارية الخارجية (دراسة حالة الجزائر)، رسالة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، الطور الثالث، في العلوم التجارية، جامعة محمد خيضر، بسكرة، 2018-2019.

إشكالية الدراسة: تلعب الطاقات التقليدية الدور الاهم على الاطلاق بالوفاء في تلبية حاجات العالم من الطاقة، غير أن لها من الخصائص ما جعل الخبراء يبحثون عن مصادر بديلة تغطي عيوبها ونقائصها، وتعتبر الطاقة الشمسية واحدة من أكبر اهتمامات عالمنا المعصر، إذ تسعى الكثير من الأطراف إلى دمجها ليس فقط لنظام الإمداد الطاقوي بل وحتى إلى جعلها كغيرها من الطاقات التقليدية تعبر الحدود والقارات، وعليه جاءت إشكالية هذه الدراسة على النحو التالي:

فيما تتمثل جدوى استغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة. وهل تعتبر هذه الطاقة قابلة للاستخدام في التبادل التجاري الخارجي؟

النتائج المتوصل إليها من خلال الدراسة: تتلخص نتائج الدراسة فيما يلي:

- بالرغم من ارتفاع تكلفة الطاقات الشمسية إلا أن هذه التكاليف تشهد انخفاضات هامة .

- لا تزال الجوانب القانونية المنظمة لمشاريع الاستثمار بالطاقات المتجددة يعاني من ثغرات ونقائص وهو ما أفرز فراغا تشريعيا.

* **الدراسة الثانية:** فرانتس يوزيفبر وغيماير، الشمس والمياه والرياح، تطور التحول في مجال الطاقة في ألمانيا، إحدى مشاريع مؤسسة فريدريش ايبيرت في الأعوام 2015-2017، مكتب الأردن والعراق، المطبعة الاقتصادية، ترجمة يوسف محمد حجازي، 2016 .

إشكالية الدراسة: يدور النقاش على مستوى العالم حول ضرورة إجراء تحول في مجال الطاقة للحد من إنبعاثات الغاز الدفيئة وهذا الأمر يتطلب استبدال أنواع الوقود الأحفوري (الفحم، الغاز، النفط)

بطاقات متجددة كطاقة الشمس والرياح والمياه، وتوجد جهود مماثلة في العديد من البلدان. ومن الضروري لفهم التحديات المرتبطة بهذا الأمر امتلاك تصور جديد عن الجوانب والآراء، ولهذا درجت إشكالية هذه الدراسة كما يلي:

ما هي الاستراتيجيات والجهود المبذولة من أجل استبدال الطاقات الغير متجددة بالطاقات المتجددة؟

النتائج المتوصل اليها من خلال الدراسة: تتمثل نتائج الدراسة فيما يلي:

– التحول في مجال الطاقة يتمتع بدعم واسع، وأن هناك استعداد كبير لتحمل التكاليف المترتبة على هذا التحول.

– تريد الحكومة الألمانية حتى العام 2050 زيادة حصة الطاقات المتجددة في الاستهلاك العام للطاقة إلى 60 بالمئة، وفي إمدادات الكهرباء إلى 80 بالمئة. وخفض انبعاثات الغاز الضارة بالمناخ بالنسبة نفسها.

– عملية التحول في مجال الطاقة تمر حاليا في مرحلة عدم الاستقرار، فمن جهة يجب اتخاذ إجراءات محددة ولكن من جهة هناك شكوك في خطوات العمل والتوجه الأساسي.

– ستصبح محطات الرياح والألواح الشمسية أكثر كفاءة وتنتج قدرات أعلى وتوافر أمانا أكبر في الإمدادات.

* **الدراسة الثالثة:** راجية الجرزاوي، المبادرة المصرية للحقوق الشخصية، 09-06-201

إشكالية الدراسة: قضية استخدام الفحم وبجدية. موضوع من منطلق البحث عن حلول للخروج من أزمة الطاقة، والخروج من التخلف، حيث لا تنمية بدون طاقة. أن تنويع مصادر الطاقة ضرورة، ليس فقط لمواجهة النقص، ولكن لمواجهة الضغوط التي يفرضها السياق العالمي علينا، كما نعى استمرار نفس الأساليب العتيقة للنظام السابق، في إدارة الأمور، بشكل يغلق الطريق لأي تفاوض

رشيد حول المستقبل، وقرر عن حقأن أخطر ما في قضية الفحم والطاقة، هو أن الدولة وأجهزتها، تعمل بالأساس على ترضية قلة من أصحاب المصالح على حساب ملايين المواطنين، وعليه جاءت اشكالية هذه الدراسة على النحو التالي:

هل يعتبر الفحم كطاقة غير متجددة حلا مناسبا لأزمة الطاقة ولمواجهة احتكارات السوق ، وكذا فرصة وخيار استراتيجي لدفع الاقتصاد؟

أهم النتائج المتوصل إليها:

– من الصحيح أن الفحم رخيص بحساب الوحدات الحرارية، ولكن يجب حساب الكلفة الإضافية لاستخدامه، عند حساب السعر، وهي كلفة إنشاء وتجهيز البنية التحتية، من موانئ وطرق ووسائل نقل، ومخازن قادرة على استقبال آلاف الأطنان من الفحم، وتخصيص آلاف الأمتار من الأراضي، لدفن وكب مخلفات الحرق، إضافة إلي تجهيزات تعديل أو استحداث الآلات وتقنيات تشغيل الفحم. الجزء الأكبر من هذه الأموال الضخمة، سيقتطع من الإنفاق العام للدولة.

– ويعتبر أن الفحم سيكون دافعا لتدعيم البنية التحتية، وهو مكسب يعود على مجمل الاقتصاد، ففي الحقيقة، لا يوجد حتى ضمان أن هذا سيحدث، أو أن العبء الإضافي لن يلقى على عاتق المرافق المتهالكة القائمة حاليا.

– يعتبر الفحم أعلى مصدر من مصادر الوقود إنتاجا للغازات المسببة للإحتباس الحراري، وكما يذكر المقال، فالدول المتقدمة هي المتسبب الأكبر في هذا الوضع، لكن جميع الدول ستكون مطالبة باتخاذ إجراءات لمواجهة الوضع. فالموضوع خطير ووشيك، ونري ونسمع يوميا أخبار العواصف والفيضانات والجفاف في جميع بلدان العالم، ومصر من ضمن بلاد العالم الأكثر عرضة للتأثر بهذه التغيرات. ومن المرجح قريبًا فرض ضرائب على الكربون، ووضع قيود بيئية

على المنتجات، تضع العبء البيئي في الحسبان، وبعض الدول باشرت هذا بالفعل على الواردات التي تدخل أراضيها.

* **الدراسة الرابعة:** تكواشت عماد، واقع وآفاق الطاقة المتجددة ودورها في التنمية المستدامة في الجزائر، مذكرة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة الحاج لخضر 2012 باتنة، الجزائر.

إشكالية الدارسة: مع ازدياد الطلب على الطاقة في نهاية القرن العشرين ومع كون الطاقة التقليدية طاقة غير دائمة، وكذلك ملوثة للطبيعة تسعى الجزائر إلى محاولة زيادة الاستثمار في الطاقة البديلة والمتجددة من أجل تلبية الاحتياجات المتزايدة في الطاقة واستغلال الموارد المتاحة الأخرى في سبيل توفير أكبر قدر من الطاقة. وبهذا انبثقت إشكالية الدارسة من التساؤل التالي: إلى أي مدى يمكن للطاقة المتجددة أن تساهم في الميز إحداث التنمية المستدامة في الجزائر؟

النتائج المتوصل إليها من خلال الدارسة: تتلخص نتائج الدارسة فيما يلي :

- ستساهم عملية الاعتماد على مصادر الطاقة البديلة والمتجددة بتنويع إقتصادنا وتنمية وتطوير رأس المال البشري اللازم لبناء اقتصاد مستدام قائم على المعرفة.

- تحقق العديد من تقنيات الطاقة المتجددة مستوى من التطور في الجزائر ما يسمح بإستخدامها على النطاق التطبيقي الواسع، سواء للنظم الصغيرة بالمناطق النائية الريفية أو للنظم المركزية، غير إن استخدام هذه المصادر لم يحقق الإنتشار المأمول والمستوى الذي يجب أن تصل إليه إمكانيات الطاقة المتجددة في توفير الطاقة الكهربائية، ومازال يتطلب تبني سياسات وإجراءات مشجعة.

لقد تميزت دراستنا عن غيرها من الدراسات السابقة في كونها تناولت واقع وآفاق الفحم خلال الفترة 2010-2020، كما تم استشراف مستقبل الفحم خلال نفس الفترة.

10- هيكل الدراسة:

وفقا للأهداف السابقة والفرضيات الموضوعة آنفا ولمعالجة الإشكالية، قمنا بتقسيم دراستنا إلى فصلين (فصل نظري وفصل تطبيقي) كما يلي:

تناولنا في الفصل الأول أهم عموميات ومفاهيم الطاقة عامة والطاقة الفحمية خاصة، ولقد قمنا بتقسيمه إلى مبحثين، يتعلق المبحث الأول بأهم مفاهيم الطاقة، ويتكون من ثلاث مطالب متمثلة في: مفهوم وأهم أشكال ومصادر الطاقة وكذا المنظمات الفاعلة في مجالات الطاقة،كما تناول المبحث الثاني هم العناصر المتعلقة بالفحم كالتعريف، وتاريخ اكتشافه، واستخدامه، وأيضا أنواعه وأهم مزاياه وعيوبه.

فيما يتعلق بالفصل الثاني من هذه الدراسة فقد خصص لتحليل التبادلات في سوق الفحم من تصدير واستيراد، واحتياطات، وأهم الدول المستحوذة عليه، وقد قمنا بتقسيمه أيضا إلى مبحثين حيث تناول المبحث الأول أسواق الفحم الدولية من الدول المصدرة له والمستوردة، وكذا أهم الاحتياطات له، أما المبحث الثاني تناول مستقبل طاقة الفحم.

الفصل الأول:

الإطار النظري والمفاهيمي

للطاقة والفحم

تمهيد:

تعد الطاقة عصب الحياة الحديثة، والمحرك الرئيسي للتقدم الصناعي بصفة خاصة والتقدم الاقتصادي بصفة عامة، وهذا بالنظر إلى دورها المهم في الحياة، إذ تعتمد الاقتصاديات الحديثة بين الدول على الطاقة بمصادرها المختلفة لتحويل الموارد الاقتصادية من شكلها الأولي إلى شكلها النهائي القادر على إشباعات الحاجات والرغبات المتعددة والمتنوعة، كما أنها تعتبر أيضا عاملا مهما في تحقيق الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية للإنسان.

تحتوي الطبيعة على أنواع مختلفة من الطاقة، منها مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة، والتي بدورها تساعد الإنسان على تأدية نشاطاته الحياتية واليومية.

من أهم الطاقات الغير متجددة هناك الغاز الطبيعي، البترول والفحم ويعتبر هذا الأخير من أهم الطاقات التي تولد الكهرباء في العالم والتي يعتمد عليها معظم دول العالم.

من هذا المنطلق قسمنا فصلنا إلى مبحثين كالآتي:

المبحث الأول: ماهية الطاقة.

المبحث الثاني: أساسيات حول الفحم.

المبحث الأول: ماهية الطاقة

الطاقة هي إحدى صور الوجود فالكون مكون من أجسام وطاقة، فالطاقة يمكن أن تتحول إلى مادة والعكس يمكن للمادة أن تتحول إلى طاقة، وقد رأينا تحول المادة إلى طاقة في اختراع القنبلة الذرية، يمكن للطاقة أن تأخذ أشكالا متنوعة منها طاقة حرارية، كيميائية، كهربائيةوطاقة حركية.

المطلب الأول: مفهوم الطاقة وتاريخ استخدام الطاقة

أصبح الإنسان الحديث لا يستطيع الاستغناء عن الطاقة، غير أن استغلالها ليس بالأمر الحديث حيث استعملها منذ وجوده، والطاقة وحدات قياس مختلفة، تساعد على معرفة نوع الطاقة وحجمها وقوتها.

أولا: مفهوم الطاقة

تعددت تعاريف الطاقة ونذكر من بينها:

1- التعريف الأول:

تعرف الطاقة على أنها" قابلية انجاز تأثير ملموس(شغل)، وهي توجد على عدة أنواع منها طاقة الريح وطاقة جريان الماء ومساقطها، ويمكن أن تكون الطاقة مخزنة في مادة كالوقود التقليدي (النفط، الغاز، الفحم)".[1]

2- التعريف الثاني:

وتعرف الطاقة أيضا على أنها" القدرة على توفير العمل لإعطاء حركة أو رفع درجة الحرارة.[2]

3- التعريف الثالث:

ويمكن تعريفها على أنها" المقدرة على القيام بعمل ما، وهناك صور عديدة للطاقة يتمثل أهمها، في الحرارة والضوء، الصوت أيضا عبارة عن طاقة، وهناك الطاقة الميكانيكية التي تولدها الآلات والطاقة الكيميائية التي تحرر عند حدوث التحررات الكيميائية، ويمكن تحويل الطاقة من

[1]- هاني عبد القادر عمارة، الطاقة وعصر القوة، دار غيداء للنشر والتوزيع، الأردن، 2012، ص 33،34.

[2] -Juliette talpin,economiesdenergie sur l exploition agricole,edition France agricole,paris, 2010, p15.

صورة إلى أخرى، فعلى سبيل المثال يمكن تحويل الطاقة الكيميائية المختزنة في بطارية الجيب إلى ضوء، ويمكن أن تعمل يداك على أنهما آلة، فإذا فركت كفيك معا في الجو البارد فإنهما تصبحان باردتان، إن الطاقة الميكانيكية الناتجة عن فرك الكفين بالاحتكاك قد تحولت إلى حرارة.

وكمية الطاقة الموجودة في العالم ثابتة على الدوام، فالطاقة لا تفنى ولا تستحدث وعندما يبدو أن الطاقة قد استنفذت، فإنها في حقيقة الأمر تكون قد تحولت إلى صورة أخرى.[1]

ومن هنا يمكن استخلاص تعري للطاقة بأنها: "هي الوجه الآخر لموجودات الكون غير الحية فالجمادات بطبيعتها قاصرة عن تغيير حالتها دون مؤثر خارجي، وهذا المؤثر الخارجي هو الطاقة، فالطاقة هي مؤثرات تتبادلها الأجسام المادية لتغيير حالتها".

ثانيا: تاريخ استخدام الطاقة

تعتبر الطاقة الحيوانية أول طاقة شغل استخدمها الإنسان في فجر الحضارة، عندما استخدم الحيوانات الأليفة في أعماله، ثم شرع واستغل قوة الرياح في تسيير قواربه لآفاق بعيدة، واستغل هذه الطاقة مع نمو حضارته، واستخدمها كطاقة ميكانيكية في إدارة طواحين الهواء في إدارة عجلات ماكينة الطحن، ومناشير الخشب ومضخات رفع الماء من الآبار وغيرها، وهذا ما عرف بالطاقة الميكانيكية.

قوة الحيوانات نجدها مستمدة من الطاقة الميكانيكية الموجودة في الطعام بعد هضمه من قبل الإنسان والحيوان، والطاقة الميكانيكية نجدها فب الخشب الذي كان يستعمل منذ القدم في الطبخ والتسخين، وفي بداية الثورة الصناعية استخدمت القوة المائية كطاقة تشغيلية(شغل).

نجد الطاقة الحرارية في المحركات البخارية التي تحول الطاقة الكيميائية للوقود إلى طاقة ميكانيكية، فالآلة البخارية يطلق عليها آلة احتراق خارجي لأن الوقود يحترق خارج المحرك لتوليد البخار الذي يدير المحرك، لكن في القرن19 اخترع محرك(الاحتراق الداخلي) مستخدما وقود

[1]– ياسين عيسى محمد، مصادر الطاقة، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان، 2006، ص:9.

يحترق داخل الآلة حسب نظام غرف الاحتراق الداخلي المباشر بها، لتصبح مصدر للطاقة الميكانيكية التي استغلت في عدة أغراض كتسيير السفن والعربات والقطارات.[1]

في القرن19 ظهر مصدر آخر للطاقة لا يحتاج لاحتراق الوقود، وهو الطاقة الكهربائية المتولدة من الدينامو (مولد كهربائي)، أصبحت هذه المولدات تحول الطاقة الميكانيكية لطاقة كهربائية التي أمكن نقلها إلى أماكن بعيدة عبر الأسلاك، مما جعلها تنتشر حتى أصبحت طاقة العصر الحديث لاسيما وأنها متعددة الأغراض، وتعتبر طاقة نظيفة لحد ما.

ثم ظهرت الطاقة النووية التي استخدمت في المفاعلات النووية، ولكن مشكلة هذه المفاعلات تكمن في نفاياتها المشعة، واحتمال تسرب إشعاعي انفجار المفاعل، كما حدث في مفاعل نوبل الشهير.[2]

عرفت صناعة الطاقة خلال العقود الأخيرة تحقيق انجازات مهمة لرفع كفاءة الطاقة وحماية البيئة على مدى العقدين الأخيرين من القرن20،وهذه الانجازات جاءت كردة فعل وتنفيذ لمختلف الاتفاقيات التي جاءت في هذا الصدد بدءا بما يعرف ببروتوكول "كيوتو" وقد تمت هذه الاتفاقية في مدينة كيوتو اليابانية عام 1997، وتتعلق بتخفيض مجموع الإنبعاثات من الغازات الدفيئة خلال الفترة 2008-2014 بنسبة أقل مما كانت عليه عام 1990.[3]

المطلب الثاني: أشكال ومصادر الطاقة

إن اكتشاف الإنسان للطاقة واستخدامها يزيد من معارفه ويوسع مداركه ويرفع من مستوى سيطرته على الطبيعة، وفي ذات الوقت فان اكتشاف الإنسان للمزيد من مصادر الطاقة الجديدة يرفع من مستوى استخدامه للمصادر القديمة والحديثة وهكذا أضحى موضوع الطاقة بمختلف أشكالها ومصادرها محلا للبحث والتطوير المستمر.

[1]- نصري ذياب، جغرافية الطاقة، الجنادرية للنشر والتوزيع، الأردن، 2011،ص 8-9.

[2]- مرجع نفسه، ص9.

[3]- حسين عبد الله، البترول العربي، دراسة اقتصادية سياسية، دار النهضة العربية، مصر، 2003، ص419

أولا: أشكال الطاقة

تأتي الطاقة في أشكال مختلفة ويذكر منها ما يلي:[1]

1- الميكانيكية: هو مجموع طاقة الحركة وطاقة الوضع لجسم. (طاقة الرياح، رمي الكرة، شخص ما يركض، سمكة تسبح، المحركات، العضلات).

2-الحرارية: تنتج الحرارة أو الطاقة الحرارية، عندما تتحرك الذرات والجزيئات بسرعة عالية وتتصادم مع بعضها البعض(المبرد، المدفأة).

3-الكهربائية: تنتج الطاقة الكهربائية عن حركة شحنات كهربائية تسمى الإلكترونات، وكلما تحركت الشحنات بسرعة أعلى، زادت الطاقة الكهربائية التي تحملها(البرق، المولد، الدينامو).

4-الضوء: الضوء هو شكل مرئي من أشكال الطاقة المُشِعّة التي تنتقل في شكل موجات وهو الشكل الوحيد للطاقة الذي يمكن أن تراه العين البشرية.والطاقة الضوئية مفيدة للغاية لأنها تساعدنا على الرؤية وتمييز الأشياء، وهي طاقة سريعة جدًا بل إنها أسرع طاقة معروفة للبشر، (المصباح، الشمس).

5-الكيميائية: الطاقة الكيميائية هي الطاقة المُختزنة في روابط المركبات الكيميائية، مثل الذرات والجزيئات. يتم إطلاق هذه الطاقة عند حدوث تفاعل كيميائي(الوقود، المواد الغذائية).

6-الحركية: طاقة الحركة أو الطاقة الميكانيكية هي الطاقة المختزنة في الأجسام المتحركة، كلما تحرك الجسم بشكل أسرع، يتم تخزين المزيد من الطاقة. وهي مجموع الطاقة الكامنة والحركية في الجسم المستخدم للقيام بعمل ما(السيارة، الكرة، طاقة الرياح).

7-النووية: تأتي الطاقة النووية من نواة الذرات، حيث تنطلق الطاقة عن طريق الاندماج النووي(يتم دمج النوى معًا)، أو الانشطار النووي (يتم فصل النوى عن بعضها)، تستخدم المحطات النووية الانشطار النووي لعنصر مشع يسمى اليورانيوم لتوليد الكهرباء.ومن بين أشكال الطاقة أيضا التالي:[2]

[1]- https://www.twinkl.co.uk/teaching-wiki/ashkal-altaqt،date de visit: 15/03/2022.

[2] - Juliette talpin,economiesdenergie sur l exploition agricole,p 17.

– **طاقة ابتدائية:** هي جميع المنتجات الطاقوية غير الجاهزة للاستعمال، وتمثل أساسا (البترول الخام، الزيت الصخري، الغاز الطبيعي، الوقود المعدنية الصلبة، الكتلة الحيوية، الاشعاع الشمسي، الطاقة المائية، الرياح، طاقة الحرارة الأرضية، وطاقة الانشطار النووي)

– **الطاقة النهائية:** الطاقة المتاحة للمستهلك

– **الطاقة المباشرة:** وهي المستخدمة من طرف المستهلك كالمنتجات النفطية والطاقة الكهربائية.

– **الطاقة غير المباشرة:** هي الطاقة المستخدمة للتصنيع ونقل المدخلات والمواد المستخدمة للمستهلك(الأسمدة المصنعة للغذاء، البذور والمبيدات، الجرارات الزراعية، والمباني...).

ثانيا: مصادر الطاقة

تتعدد مصادر الطاقة المستخدمة، كما تتعدد المعايير التي تعبر عنها ويمكن تقسيم مصادر الطاقة إلى:

1– من ناحية استخدامها:[1]

أ– **مصادر الطاقة الأساسية:** هي تلك المصادر التقليدية التي نعتمد عليها بشكل كبير في الحصول على الطاقة مثل (البترول، الفحم، الغاز الطبيعي، الطاقة النووية) وتسهم هذه المصادر بنسبة كبيرة في الاستهلاك العالمي من الطاقة.

ب–مصادر الطاقة البديلة: هي مصادر طاقوية حديثة، مثل الطاقة الشمسية، الطاقة الهوائية، الجوفية، طاقة الأمواج، والمد والجزر...، وهي مصادر قليلة الاستخدام حاليا، بيد أنه ينتظر أن تلعب دورا أساسيا في توفير الطاقة للعالم، كونها مصادر طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة، في ظل الدعوات الدولية لحماية البيئة.

[1]– آل الشيخ حمد بن محمد، اقتصاديات موارد الطبيعية والبيئية، دار كنعان، المملكة العربية السعودية، 2007، ص91.

2- من حيث أصلها:[1]

أ-مصادر الطاقة الطبيعية: وهي تلك المصادر ذات الأصل الطبيعي، بمعنى أنها توجد في الطبيعة وليس للإنسان أي دخل في ذلك، وتشمل هذه المصادر (الشمس، الرياح، الوقود الأحفوري بأنواعه المختلفة من الفحم، الغاز، بترول).

ب- مصادر الطاقة الصناعية: وهي تلك المصادر التي تنشأ عن نشاط الإنسان وذكائه، في الاستفادة من بعض الظواهر الطبيعية عن طريق تقنيات معينة، ونذكر على سبيل المثال السدود والخزانات المستعملة في توليد الطاقة الكهربائية.

3-حسب معيار القدم ومعيار الجدة:

أ- طاقة تقليدية: هي الموارد التي يكون مخزونها محدود وتتعرض للنفاذ والنضوب، لأن معدل استهلاكها يفوق معدل تعويضها، أو أن تعويضها لا يدركه الإنسان في عمر قصير وتشمل(النفط، الفحم، الغاز)، وترتبط نشأة الطاقة التقليدية(الفحم، الغاز، النفط) ارتباطا وثيقا بالدورة الجيولوجية ومصدرها أساسا من الوقود، الطاقة الشمسية المخزنة على صورة مواد عضوية، التي تم تحويلها عن طريق المعاملات الفيزيائية والكيميائية الحيوية بعد الدفن.[2]

ب- الطاقة المتجددة: تشير إلى المصادر الطاقوية المستدامة، والتي لا تنضب ولا تنقص بمجرد استغلالها.[3]

المطلب الثالث: تحولات الطاقة وأهم الهيئات والمنظمات الفاعلة في مجال الطاقة

الطاقة عنصر جوهري وضروري، لتلبية حاجات الإنسان،إلا أن استخدام هذه الطاقة من بترول وغاز وفحم، لا يتم بصفة مباشرة بل قد يخضع إلى عدة تحولات، منها ما يتم بصورة طبيعية وأخرى تمت بتدخل الإنسان، الذي قام بإنشاء مجموعة من الهيئات والمنظمات للوقوف في وجه الاحتكارات الطاقوية، وإيجاد الحلول لتحدياتها وتحقيق التوازن في أسواق الطاقة.

---

[1]- حسن أحمد شحاتة، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، مكتبة الدار العربية للكتب، القاهرة، مصر، 2003، ص 38.

[2]- راتب السعود،الإنسان والبيئة" دراسة في التربية البيئية"، دار الثقافة للنشر والتوزيع، الأردن، 2010، ص 122.

[3]- ادوارد-أ- كيلر، الجيولوجيا البيئية، سلسلة الكتب الجامعية للترجمة- العلوم الأساسية، المملكة العربية السعودية، الطبعة 09، 2014، ص 435.

أولا: تحولات الطاقة

تتحول الطاقة وتمر بعدة أشكال ومراحل حتى نستطيع الاستفادة منها واستخدامها، فالطاقة تتحول ولا تتولد وسنرى فيما يلي كيف أن الإنسان أتقن تحويل الطاقة والسيطرة عليها تدريجيا:[1]

1-في الأمس: أقدم طريقة اتبعها الإنسان لتحويل الطاقة هي غذاءه على النباتات، فيفضل التحويل الضوئي، تحول النباتات الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية تختزن في مادة النبات الحية. وهذه الطاقة تتحول عبر الأطعمة إلى طاقة ميكانيكية بفضل العضلات، وهذه الطاقة الأخيرة تمكننا من العمل.

كما أن هناك طرق بدائية أخرى لاستخدام الطاقة، عرفها أجدادنا، ألا وهي وقود الحطب ومجاري الأنهار، لنقل جذوع الأشجار وكل ما يطفو على المياه والطاقة الهوائية لتسيير السفن الشراعية، ولقد خبر الإنسان على مر العصور كيفية استخدام طاقات بيئته بطريقة غير مباشرة،إذ صمم ونفذ محاولات اصطناعية للطاقة، أقدمها الدولاب المائي والطاحونة الهوائية.

2-في الحاضر: كان القطار البخاري فاتحة اختراعات آلية عصرية كثيرة الانتشار، هي المحركات الحرارية، وكل وسائل النقل البحرية والجوية والبرية تعمل بمحركات حرارية تعطي الحركة الميكانيكية باستخدام أحد المحروقات المستخرجة من باطن الأرض وأهمها في الحاضر هو النفط، وبعض المحركات تستخدم لإنتاج واحد من أهم أشكال الطاقة في عصرنا وهي الكهرباء التي تنتج في المحطات الكهرو حرارية باستخدام المحروقات مثل النفط والفحم والغاز الطبيعي.

3- في المستقبل: إن المحركات الحرارية كمحطات الطاقة الكهروحرارية، وتجهيزات التدفئة تستهلك كميات هائلة من المحروقات المستخرجة من باطن الأرض (فحم، نفط، غاز)، وهي مصادر متوفرة بكميات محدودة وغير متجددة.

[1]- حاتم الرافعي، البترول" ذروة الانتاج وتداعيات الانحدار"، دار النهضة مصر للطباعة والنشر، مصر، 2009، ص 14، 15.

ثانيا: أهم الهيئات والمنظمات الفاعلة في مجال الطاقة

1-منظمة الدول المصدرة للبترول(أوبيك OPECأو OPEP):

- تعريف المنظمة:

تأسست يوم 14 سبتمبر 1960 بمبادرة من الدول الخمس الأساسية المنتجة للنفط (السعودية- إيران-العراق- الكويت- فنزويلا) في اجتماع عقد في العاصمة العراقية بغداد، وبذلك أصبحت أوبيك أهم منظمة أنشأت من طرف الدول النامية لرعاية مصالحها، ولكن السبب الأساسي لهذه المبادرة هو التكتل في مواجهات شركات النفط الكبرى، ثم انضمت لها باقي الدول وتضم حاليا احدى عشر دولة ومقرها في العاصمة النمساوية فيينا.[1]

- **أهداف المنظمة:** تتحدد أهداف المنظمة فيما يلي:[2]

* تحسين الشروط التعاقدية وضرورة التشاور حول موضوع تغيير الأسعار.

* معالجة أوضاع صناعة البترول من وجهة نظر جماعية موحدة.

* التنسيق بين الدول الأعضاء في السياسات البترولية التي حقق مصالحا الفردية والجماعية.

* احترام مصالح الدول المنتجة، وضمان حصولها على دخل مضطرد، ومراعاة إمداد الدول المستهلكة بانتظام واعتدال، وضمان عائد منصف للمستثمرين في مجال البترول.

* زيادة قدرة مصافي البترول في البلاد المنتجة.

2- المجلس العالمي للطاقة(WEC):

- **تعريف المجلس العالمي للطاقة:** أسس في عام 1923 حيث قام بدعم ومساعدة المفكرين والقادة لفهم مشهد الطاقة خلال قرن من الزمن، في الاجتماع الأول لمجلس الطاقة العالمي جمع ممثلين أكثر من 40 دولة للمساعدة في إعادة بناء شبكة توزيع الكهرباء بعد الدمار الذي اعتراها ابان الحرب العالمية الأولى.

[1]- جهاد عودة، مقدمة في العلاقات الدولية المتقدمة، دار المكتب العربي للمعارف، مصر، 2014، ص 212.

[2]- المرجع نفسه، ص 223- 224.

وقد تطور هذا الحدث العالمي المنتظم ليصبح المؤتمر العالمي للطاقة أي الاسم المتداول حاليا، وهذا المجلس معتمد لدى الأمم المتحدة كشبكة عالمية زائدة ونزيهة متخصصة في الطاقة وتضم أكثر من 3000 منظمة عامة وخاصة في أكثر من 100دولة.

-مهام المجلس العالمي للطاقة: يقدم استراتيجيات الطاقة على الصعيد العالمي والإقليمي والمحلي من خلال[1]:

* رعايته لأحداث رفيعة المستوى ونشر الدراسات الموثوقة.

* العمل من خلال شبكة اعضائه المنتشرين حول العالم لدعم الحوار وإعداد سياسات الطاقة.

3-المنتدى الدولي للطاقة(International Energy Forum):

-تعريف المنتدى الدولي للطاقة IEF:[2]

يعتبر من أكبر التجمعات في العالم لوزراء الطاقة، وبالإضافة إلى المنتدى ودول الأوبيك تشترك دول العبور والدول الرئيسية المؤثرة في الطاقة في المنتدى، ومن بينها البرازيل والصين والهند والمكسيك وروسيا وجنوب افريقيا. إن حجم وتنوع هذه المشاركة هو بمثابة محطة لمنتدى الطاقة الدولي، ليلعب دور الوسيط المحايد في النقاشات حول مواضيع الطاقة، ويعزز المنتدى حوار الطاقة العالمي من قبل الأمانة العامة الدائمة ومقرها في الحي الديبلوماسي في الرياض عاصمة المملكة العربية السعودية.

- مهام وأهداف المنتدى الدولي للطاقة:

تتمثل أهداف المنتدى في التالي:[3]

* تعزيز التفاهم المتبادل وإيلاء أهمية أكبر للمصالح المشتركة للطاقة بين الأعضاء.

* تعزيز فهم أفضل لفوائد استقرار أسواق الطاقة وإبداء الشفافية بالنسبة لصحة الاقتصاد العالمي.

---

[1]- المجلس العالمي للطاقة، منشورات المجلس العالمي للطاقة، 2013،ص 02، من الموقع(13-08-2013).
https://www.worldenergy.org/about-wec/brochure/ar/

[2]- Bassam Fattouh and Coby van der Linde, The International Energy Forum Twentyyears of producer-consumer dialogue in a changing world, IEF,Riyadh,SaudiArabia, 2011. P03. International Energy Forum Charter, IEF,Riyadh, 22 February 2011,P05.

[3]- International energy forum charter, IEF,riyadh, 22 fubruary 2011 p 5.

* الحد من الاختلافات بين الدول المنتجة والمستهلكة والدول الأعضاء بشان الطاقة والعبور بشان قضايا الطاقة العالمية.

4- الوكالة الدولية للطاقة: (International Energy Agency IEA)

- **تعريف الوكالة الدولية للطاقة (IEA):** تعتبر هيئة مستقلة بذاتها، تأسست في 1974، وتطبق برامج شاملة للتعاون في مجال الطاقة بين الدول المتقدمة البالغ عددها 28 دولة، حيث يفترض على كل هاته الدول الاحتفاظ بمخزون من النفط يعادل 90 يوما من صافي صادراتها.

- **مهام الوكالة الدولية للطاقة:** تنقسم مهامها إلى قسمين[1]:

* تعزيز أمن الطاقة في دولها الأعضاء من خلال الاستجابة الجماعية للإختلالات العضوية في تزويد النفط.

* تقديم المشورة للدول الأعضاء حول سياسات الطاقة الحكيمة.

- **أهداف الوكالة:** تهدف الوكالة من خلال برامجها إلى ما يلي:

* تأمين حصول الدول الأعضاء على إمداد كافي من الطاقة وخاصة من خلال تعزيز قدرات الاستجابة في حالات الطوارئ في حال حدوث خلل في إمدادات النفط.

* تعزيز سياسات الطاقة المستدامة التي تدفع النمو الاقتصادي وحماية البيئة في إطار عالمي، خاصة فيما يتعلق بإنبعاثات الغازات الدفينة التي تساهم في التغيرات المناخية.

* تحسن الشفافية في الأسواق العالمية من خلال جمع بيانات الطاقة وتحليلها.

* إيجاد حلول للتعاون في مجال تقنيات الطاقة لضمان الإمدادت المستقبلية من الطاقة والتخفيف من أثرها السلبي على البيئة بما في ذلك تحسين كفاءة الطاقة وتطوير ونشر تقنيات منخفضة الكربون.

[1]- International EnergyAgency,Tracking Clean energyprogress:energytechnology perspectives 2012 excerpt as IEA input to the clean energyministerial, paris, France, 2012, p 4

5-إدارة معلومات الطاقة الأمريكية (EIA Energy Information Administration):

هي وكالة رئيسية تابعة للنظام الإحصائي الاتحادي للولايات المتحدة وهي المسؤولة عن جمع وتحليل ونشر المعلومات عن الطاقة لتعزيز السياسات السليمة، وكفاءة الأسواق، والفهم العام للطاقة وتفاعلها مع الاقتصاد والبيئة.

شمل برامج تقييم الأثر البيئي بيانات عن الفحم والبترول والغاز الطبيعي والكهرباء، والطاقة القابلة للتجديد والطاقة النووية .تقييم الأثر البيئي هو جزء من وزارة الطاقة الأمريكية[1].

[1]-About EIA – Budget – U.S. Energy Information Administration (EIA)،موقع واي باك مشين، 12/09/2016

المبحث الثاني: أساسيات حول الفحم

يعد الفحم من وسائل إنتاج الطاقة الرئيسيّة في العالم، كما يُعدّ مقياساً لتطوّر الدول وتقدمها، وقد اكتشفه الإنسان منذ قديم الزمان وسخّره لخدمته. يتكوّن الفحم بشكلٍ أساسي من عنصر الكربون مع وجود بعض العناصر القليلة الأخرى.

المطلب الأول: تاريخ الفحم

يعتبر الفحم من أهم الطاقات الموجودة في العالم منذ القدم، ويعود تاريخه لأعقاب من السنين والعقود وتختلف أثاره في العديد من الأماكن الأثرية والجيولوجية.

أولا: التاريخ المبكر

كان الاستخراج المبكر للفحم على نطاق صغير، حيث كان الفحم موجودًا على السطح أو قريبًا جدًا منه. ومن بين أساليب النموذجية لاستخراج الانجراف التعدين و جرس الحفر. بالإضافة إلى المناجم العائمة، تم استخدام التعدين على نطاق صغير، اتخذ هذا شكل حفرة الجرس، وهي عملية الاستخراج التي تعمل بالخارج من العمود المركزي، أو تقنية تسمى الغرفة والعمود حيث يتم استخراج "غرف" الفحم مع ترك أعمدة لدعم الأسطح، كلتا الطريقتين تركتا كمية كبيرة من الفحم القابل للاستخدام وراءهما، تشير الأدلة الأثرية في الصين إلى التعدين السطحي للفحم والاستخدام المنزلي بعد حوالي 3490 قبل الميلاد.[1]تم العثور على أقدم إشارة إلى استخدام الفحم في صناعة المعادن في الأطروحة الجيولوجية على الحجارة (اللفة 16) للعالم اليوناني ثيوفراستوس (371–287 قبل الميلاد):

[1]- John Dodson; Xiaoqiang; Nan Sun; Pia Atahan; Xinying Zhou; Hanbin Liu; Keliang Zhao; Songmei Hu; Zemeng Yang (March 3,2014). "Use of coal in the Bronze Age in China".

إن المواد المعروفة باسم الفحم مصنوعة من الأرض، وبمجرد إشعال النار فيها، فإنها تحترق مثل الفحم. تم العثور عليها في ليغوريا...، وفي إيليس عندما يقترب المرء من أولمبيا على الطريق الجبلي، ويتم استخدامها من قبل أولئك الذين يعملون في المعادن[1].

كان أول استخدام معروف للفحم في الأمريكتين من قبل الأزتيك، الذين استخدموا الفحم للوقود والطائرات (نوع من الليغنيت) للزينةفي بريطانيا الرومانية، والرومان تم استغلال جميع حقول الفحم الرئيسية (حفظ تلك من شمال وجنوب ستافوردشاير)، في حين أن الكثير من استخدامه بقي المحلي، وضع على طول بحر الشمال ساحل توريد الفحم ل يوركشاير ولندن. امتد هذا أيضًا إلى منطقة راينلاند القارية، حيث تم استخدام الفحم الحجري بالفعل في صهر خام الحديد، تم استخدامه في مهاوي لتدفئة الحمامات العامة، والحمامات في الحصون العسكرية، وفيلات الأفراد الأثرياء.في عام 1215م، بدأ تداول الفحم في المناطق اسكتلندا وشمال شرق إنجلترا، حيث تم الكشف عن الطبقات الكربونية على شاطئ البحر، وبالتالي أصبحت تعرف باسم "فحم البحر"، ومع ذلك لم تكن هذه السلعة مناسبة للاستخدام في أنواع المواقد المنزلية المستخدمة آنذاك، وكانت تستخدم بشكل رئيسي من قبل الحرفيين لحرق الجير وتشغيل المعادن والصهر في وقت مبكر من عام 1228م.[2] خلال القرن السابع عشر، تم إحراز عدد من التطورات في تقنيات التعدين، مثل استخدام مملة الاختبار للعثور على رواسب مناسبة ومضخات سلسلة، مدفوعة بعجلات مائية، لتصريف الفحم.[3] تم اكتشاف رواسب الفحم في أمريكا الشمالية لأول مرة من قبل المستكشفين الفرنسيين على طول شواطئ بحيرة جراند في وسط نيو برونزويك، كندا في القرن السابع عشر، تم الكشف عن طبقات الفحم حيث تتدفق الأنهار إلى البحيرة وتم حفرها يدويًا عن السطح ومن الأنفاق المحفورة في التماس حوالي عام 1631، جعل الفرنسيون موقعهم لتجارة الفراء عند مصب نهر سانت جون مركزهم الرئيسي في أكاديا وبدأوا في بناء حصن جديد، تم تصميم المسكن الرئيسي في الحصن

[1]- Mattusch, Carol (2008): "Metalworking and Tools", in: Oleson, John Peter (ed.): The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World, Oxford UniversityPress, ISBN 978-0-19-518731-1, pp. 418–38 (432).

[2]- Yeats, John, LLD (1871), Thetechnicalhistory of commerce, London: Cassell, Petter and Galpin, https://stringfixer.com/ar/History_of_coal_mining.

[3]-Ben Curtis, "A Tradition of Radicalism: The Politics of the South Wales Miners, 1964-1985," LabourHistoryReview (2011), pp 34-50.

بمدفأتين بعرض 11 قدمًا تم تجهيزهما بالخشب والفحم من أعلى النهر. في وقت مبكر من عام 1643، كان الفرنسيون يرسلون الفحم وإمدادات أخرى إلى المستعمرة البريطانية في بوسطن.[1]

1- **الثورة صناعية:** الثورة الصناعية التي بدأت في بريطانيا في القرن 18، وانتشار لاحق إلى قارة أوروبا، أمريكا الشمالية، واليابان، توسعت التجارة الدولية بشكل كبير عندما تم بناء المحركات البخارية التي تعتمد على الفحم لخطوط السكك الحديدية و السفن البخارية خلال العصر الفيكتوري. كان الفحم أرخص وأكثر كفاءة من الوقود الخشبي في معظم المحركات البخارية، كما الوسطى والشمالية إنجلترا يحتوي على وفرة من الفحم، وكانت تقع العديد من الألغام في هذه المناطق وكذلك حقل فحم ساوث ويلز واسكتلندا، لم تكن التقنيات الصغيرة الحجم مناسبة للطلب المتزايد، مع انتقال الاستخراج بعيدًا عن الاستخراج السطحي إلى التعدين العميق مع تقدم الثورة الصناعية.[2]

عندما سافرت السفن البخارية إلى الخارج من الدول الصناعية في أوروبا، كانت حاجتها إلى الفحم بمثابة حافز لبدء تعدين الفحم في مواقع مختلفة في جميع أنحاء العالم. مثال على ذلك هو تعدين الفحم في زونا سنترو سور، تشيلي، والذي بدأ كرد فعل على وصول البواخر إلى تالكاهوانو.[3]

2-بعد عام 1900: برزت الحاجة إلى الحفاظ على إمدادات الفحم (مصدر طاقة أساسي) في كلتا الحربين العالميتين بالإضافة إلى إمدادات الطاقة، أصبح الفحم قضية سياسية للغاية، يمكن أن يرجع جزء كبير من "اليسار القديم"، للسياسة البريطانية أصوله إلى مناطق تعدين الفحم، حيث كان الاتحاد العمالي الرئيسي هو اتحاد عمال المناجم في بريطانيا العظمى، الذي تأسس عام 1888، وكان اتحاد عمال المناجم في بريطانيا يضم 600000 عضو في عام MFGB1908 (لاحقًا أصبح الاتحاد الوطني لعمال المناجم أكثر مركزية).

---

[1]- Coal Association of Canada, Coal Kit, Coal Evolution module, Digging up the Past http://www.coal.ca/coal-kit Archived 2016-03-02 at the Wayback Machine

[2]- M.A. MacDonald, Fortune & La Tour, The Civil War in Acadia, Toronto, 1983 / Halifax, 2000,Chapter 8 (description of the 1640 use of "coalfrom up river" in the main residence of the French fort at the mouth of the Saint John River).

[3]- VivallosEspinoza, Carlos; BritoPeña,Alejandra (2010). "Inmigración y sectorespopulares en las minas de carbón de Lota y Coronel (Chile 1850-1900)" [Immigration and popularsectors in the coal mines of Lota and Coronel (Chile 1850-1900)]. Atenea (in Spanish). 501: 73–94.

ومن أواخر الخمسينيات من القرن الماضي، الطاقة النووية المستخدمة في الكهرباء في الآونة الأخيرة، واجه الفحم منافسة من مصادر الطاقة المتجددة والوقود الحيوي[1].

تم شراء معظم مناجم الفحم في بريطانيا من قبل الحكومة في عام 1947 ووضعت تحت سيطرة مجلس الفحم الوطني, مع بقاء المناجم الصغيرة فقط في ملكية خاصة, انتشرت عمليات إغلاق

المناجم مع تراجع مكانة الفحم في توليد الطاقة، واصلت قيادة (NUM) مقاومة الدعوات للإضراب، لكن إضرابًا غير رسمي بدأ في عام 1969 بعد أن لم يتم تنفيذ تعهد المؤتمر بشأن ساعات عمال السطح. كانت هذه لحظة فاصلة أدت إلى زيادة الإنفاق على صناعة الفحم ومعدل أبطأ بكثير لإغلاق المناجم، بالإضافة إلى انتخاب المزيد من المسؤولين المتشددين لقيادة .NUM في ظل حكومة تيدهيث، أدى إضراب رسمي في عام 1972 إلى زيادة الأجور بعد لجنة ويلبرفورس. بعد أقل من عامين، دعا هيث إلى انتخابات عامة على إضراب رسمي آخر، دعا بعد حظر العمل الإضافي أدى إلى ثلاثة أيام أسبوع في بريطانيا، وخسر الانتخابات لحزب العمال. ثم تمت تلبية مطالب الأجور واستمر الإنفاق على الصناعة في الزيادة، بما في ذلك إنشاء *SelbyCoalfiel* الجديد[2]. فشل إضراب عمال المناجم عام 1984 في وقف خطط حكومة المحافظين بقيادة مارغريت تاتشر لتقليص الصناعة، وتأسس اتحاد عمال المناجم الديمقراطيين، معظمهم في ميدلاندز، الذين شعروا أن نقابة عمال المناجم قد كسرت ديمقراطيتها الخاصة. قواعد الدعوة للإضراب. و مجلس الفحم الوطني (في ذلك الوقت الفحم البريطانية)، اختفت صناعة التعدين بشكل شبه كامل بسبب استنزاف اللحامات وارتفاع الأسعار والواردات الرخيصة، على الرغم من احتجاجات المسلحين لبعض عمال المناجم،[3] في جانفي 2008 أغلقت روندا سينون تاف في آخر منجم حفرة عميقة في وديان جنوب ويلز، بمنجم تاور كوليري في هيروان.

[1]- Bauerman، Hilary (1911). "Coal". In Chisholm، Hugh (ed.). EncyclopædiaBritannica. 6 (11th ed.). Cambridge UniversityPress. p. 579.
[2]-William Alan McCutcheon (1984). The IndustrialArchaeology of Northern Ireland. Fairleigh Dickinson U.P. p. 108.
[3]- Ben Curtis، "A Tradition of Radicalism: The Politics of the South Wales Miners، 1964-1985،" LabourHistoryReview (2011) 76#1 pp 34-50Ben Curtis، "A Tradition of Radicalism: The Politics of the South Wales Miners، 1964-1985،" LabourHistoryReview (2011) 76#1 pp 34-50

مع فقدان 120 وظيفة تم استنفاد الفحم[1]، وحتى 2015 كان لا يزال الفحم المستخرج في هاتفيلد، Kellingley و Thoresby مناجم الفحم، ويستخرج في العديد من الحفر المكشوفة كبيرة جدا في جنوب ويلز واسكتلندا وأماكن أخرى[2]، كان *Kellingley Colliery* آخر منجم للفحم العميق قيد التشغيل في المملكة المتحدة وكان آخر تحول للفحم في 18 ديسمبر 2015 عندما توقفت عمليات الفحم مع فقدان 450 وظيفة مما أدى إلى إنهاء التعدين العميق للفحم في المملكة المتحدة بالكامل، فريق هيكل عظمي سيبقى من الرجال لخدمة المنجم حتى يتم تفكيكه في النهاية[3].

كانDeerpark Mines أكبر موقع مفتوح في عام 1919، حصلت على خطوط سكك حديدية ووصلت إلى ذروة الإنتاج في الخمسينيات.[4]

ثانيا: تاريخ تعدين الفحم

يعود تاريخ تعدين الفحم إلى آلاف السنين، حيث تم توثيق مناجم مبكرة في الصين القديمة والإمبراطورية الرومانية وغيرها من الاقتصادات التاريخية المبكرة. أصبح مهمًا في الثورة الصناعية في القرنين التاسع عشر والعشرين، تطور تعدين الفحم على نطاق واسع خلال الثورة الصناعية، ووفر الفحم المصدر الرئيسي للطاقة الأولية للصناعة والنقل في المناطق الصناعية من القرن الثامن عشر إلى الخمسينيات من القرن الماضي. يظل الفحم مصدرًا مهمًا للطاقة يُستخرج الفحم اليوم أيضًا على نطاق واسع بواسطة حفرة مفتوحة الطرق حيثما تصطدم طبقات الفحم بالسطح أو تكون ضحلة نسبيًا، طورت بريطانيا التقنيات الرئيسية لتعدين الفحم تحت الأرض من أواخر القرن الثامن عشر فصاعدًا، مع مزيد من التقدم مدفوعًا بالقرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، ومع ذلك فقد تم استخدام النفط والغاز بشكل متزايد كبدائل من ستينيات القرن التاسع عشر فصاعدًا[5].

[1]- BBC Coal mine closes withcelebration 25 January 2008.
[2]- *amesBarrowman, MiningEngineer (14 September 1897). "Slavery In The Coal-Mines Of Scotland". Scottish MiningWebsite.Retrieved 2017-11-02.*
[3]- Idem.
[4]- William Alan McCutcheon (1984). The IndustrialArchaeology of Northern Ireland. Fairleigh Dickinson U.P. p. 108.
[5]-R.F. Sachsenhofer et al. "Basin evolution and coalgeology of the Donets Basin (Ukraine, Russia): An overview," *International Journal of Coal Geology* (2012), Vol. 89, p26-40."

وبحلول أواخر القرن 20 كان الفحم، بالنسبة للجزء الأكبر، محل في الاستخدام المحلي وكذلك الصناعي والنقل عن طريق النفط، الغاز الطبيعي أو الكهرباء المنتجة من النفط والغاز والطاقة النووية أو الطاقة المتجددة مصادر. بحلول عام 2010، أنتج الفحم أكثر من ربع طاقة العالم.[1]

منذ عام 1890، كان تعدين الفحم أيضًا قضية سياسية واجتماعية. أصبحت نقابات عمال مناجم الفحم والنقابات العمالية قوية في العديد من البلدان في القرن العشرين، وفي كثير من الأحيان، كان عمال المناجم قادة للحركات اليسارية أو الاشتراكية (كما في بريطانيا وألمانيا وبولندا واليابان وتشيلي وكندا والولايات المتحدة).[2]

المطلب الثاني: مفهوم الفحم

يعتبر الفحم مادة شائعة في العديد من الصناعات الكبرى، وفي المنازل أيضا ومن هنا تختلف تعاريفه وبالتالي مزاياه وعيوبه.

أولا: تعريف الفحم

1- يُعدّ الفحم أحد أهم أنواع الوقود الأحفوري وهو مادة صلبة غنية بالكربون، ويحتوي ما نسبته 50% من وزن الفحم، على مواد كربونية ناتجة عن عملية الضغط الشديد، وتصلّب وتحجّر بقايا النباتات.[3]

2- الفحم هو وقود أحفوري غير متجدد يُحرق ويُستخدم لتوليد الطاقة، وتعدّ عمليات التعدين والاحتراق المرافقة للفحم عمليات خطيرة جدًا على عمّال المناجم وعلى البيئة أيضًا، والفحم عبارة عن صخور رسوبية سوداء أو بنية اللون مائلة للأسود، وتتكوّن غالبًا من الكربون والهيدروكربونات التي تحتوي على طاقة يمكن إطلاقها من خلال الاحتراق، ويعدّ الفحم أكبر مصدر للطاقة لتوليد الكهرباء في العالم، وبما أنه وقود أحفوري فيتكوّن من بقايا الكائنات القديمة، ولأن كمية الفحم محدودة جدًا ويستغرق ملايين السنين للتطوّر فهو مورد غير متجدد، ويوجد في تكوينات تحت

[1]- Ames G. Speight (2011). An Introduction to PetroleumTechnology,Economics, and Politics.John Wiley& Sons. pp. 260–61.
[2]-J. Steven Watson; *The Reign of George III, 1760-1815*. 1960. p, 516.
[3]– https://sotor.com/استخدامات-الفحم-وأنواعه/ تاريخ الزيارة: 2022/03/10.

سطح الأرض، وهو موجود في كلّ قارات العالم، ولكن يوجد أكبر احتياطي منه في الولايات المتحدة وروسيا والصين وأستراليا والهند.[1]

3–الفحم هو وقود أحفوري استخدم عبر التاريخ كمصدر للطاقة الحرارية، فاستخدم للتدفئة، وكوقود للقاطرات في بداية عهد اختراع الآلة البخارية، إلا أنه هناك مشاكل جمّة للبيئة جراء استخدامه تتمثل بأثر صناعة الفحم على البيئة والإحترار العالمي كون الفحم أحد أكبر مصادر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون غير الطبيعية (أي كنتيجة لممارسات البشر).

الاستخدام الأساسي اليوم لهذه الطاقة عالميا هو في إنتاج الكهرباء، كما 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 .أما في المنطقة العربية فتستخدم مصر الفحم الحجري في صناعة الأسمنت[2].

ثانيا: مكونات الفحم

يتكون الفحم في غالبه من الكربون، فيقدّر أن أكثر من 50% من وزنه وأكثر من 700% من حجمه يتكوّن من المواد الكربونية، بالإضافة إلى بقايا نباتية ضُغطت وتصلبت وتغيرت كيميائيًا وتحولت بالحرارة والضغط على مدار الوقت الجيولوجي، وتنشأ أنواع مختلفة من الفحم بسبب اختلاف أنواع المواد النباتية التي يتكون منها، وتلعب درجة تسخينه تحت سطح الكرة الأرضية دورًا في اختلاف نوع وجودة الفحم، كما أن نطاق الشوائب التي يحتويها الفحم تلعب دورًا في تغيير جودة الفحم؛ أيّ أنه يوجد فحم نقي وفحم أقل نقاءً أيّ يحتوي على شوائب، ومع أن تركيز الكربون داخل القشرة الأرضية لا يتجاوز 0.11% من حيث الوزن، إلا أنه لا غنى عنه في الحياة على كوكب الأرض؛ لأنه يشكل المصدر الرئيسي للطاقة البشرية.[3]

---

[1]– هبة الجندي حياتك.كوم 2022، 09 يوليو 2020_ المرجع الأساسي هو:
coal،nationalgeographic،retrieved 23-06-2020 ;Edited

[2]– نجيب صعب، هل تتخلى مصر عن الفحم الحجري؟،الشرق الأوسط.مؤرشف من الأصل في 24 نوفمبر 2020 اطلع عليه بتاريخ 24 نوفمبر 2020، الموقع: https://aawsat.com.

[3]– هبة الجندي، مرجع سابق.

ثالثا: مزايا وعيوب الفحم

1- مزايا الفحم:

للفحم العديد من المزايا تتمثل في الآتي:[1]- الفحم متوفر بكميات وفيرة: تمتلك الدول الصناعية بما في ذلك الولايات المتحدة والهند والصين وروسيا كمية كبيرة من الفحم المتاح لها، وتشير بعض التقديرات إلى أن الولايات المتحدة تمتلك ما يكفي من الفحم الذي تم استخراجه بالفعل لتغذية بعض الموارد الحالية على مدار الأربعمائة عام القادمة، مما يسمح للمجتمعات بالتركيز على احتياجات البنية التحتية الأخرى.

- يمكن استخدام طاقة الفحم مع مصادر الطاقة المتجددة لتقليل الانبعاثات: فعلى سبيل المثال يمكن دمج تقنيات طاقة الكتلة الحيوية في منشآت الفحم الحالية، مما قد يسمح بمصدر وقود مزدوج في نفس محطة الطاقة، ويسمح ذلك باستخدام الفحم ولكن بكميات أقل، ويمكن أن يساعد ذلك في تقليل كمية ثاني أكسيد الكربون والرماد الناتج عن عملية الحرق، وهذا يسمح للفحم بالحفاظ فعلاً على تأثيره الاقتصادي، بينما يمكن أيضاً تنفيذ مبدأ الحماية البيئية.

- يوفر الفحم عامل تحميل عالي: يوفر استخدام الفحم كوقود للمجتمع إمكانية استمرار الطاقة، حيث تم تصميم العديد من البنى التحتية خصيصاً لاستخدام الفحم، مما قد يوفر معدل استخدام جيد لهذا الوقود الأحفوري، كما أنه يوفر عامل تحميل عالياً، مما يتيح لنا الوصول إلى مستوى كفاءة ويمكن التنبؤ به من الطاقة من خلال الاحتراق، وهذه القدرة على التنبؤ ليست شيئاً يمكن لموارد الوقود الأخرى توفيره حالياً مع العديد من التقنيات الحالية[2].

-الفحم مصدر طاقة بدوام كامل: على عكس الطاقة الشمسية يمكننا حرق الفحم الحجري على مدار الساعة طوال أيام الأسبوع لإنتاج الطاقة، وهذا بدوره يعني أن الفحم هو مصدر طاقة موثوق،

[1]- الطاقة المتجددة للدكتور علي محمد عبد – الطاقة البديلة للدكتور سمير سعدون مصطفى الطاقة للدكتور عبد الباسط الجمل-ترشيد الطاقة للدكتور محمود سرى طه، الموقع/https://e3arabi.com، تاريخ الزيارة: 2022/01/28.

[2]- المصدر: www.arsvivendi-plauen.de، تاريخ الزيارة: 2022/01/28.

حيث أنه قد يوفر أيضاً إمكانية التنبؤ به للمجتمعات الحديثة، كما ليست هناك حاجة لمواجهة التقطع كما هو الحال مع تقنيات الطاقة الأخرى التي يتم تطويرها الآن[1].

– يمكن لبعض تقنيات احتجاز الكربون أن تقلل من كمية الإنبعاثات المحتملة: تعد عملية الالتقاط والتخزين الآمن لثاني أكسيد الكربون بأنها تقنية من شأنها حقاً التقاط وتخزين ثاني أكسيد الكربون الذي قد ينتج عن احتراق الوقود الأحفوري هذا. يمكن تحويل الفحم إلى أشكال مختلفة: عادةً قد يمكن تحويل الفحم إلى حالة غازية أو إلى سائل، ولا يزال يتم استخدامه كما لو كان مكرراً أو خاماً، أيضاً، مما يحد من إنتاج الرماد والمنتجات الثانوية الأخرى التي يتم إنشاؤها بواسطة عملية الاحتراق[2].

– تقدر الاحتياطيات العالمية للفحم بأنها كبيرة للغاية: يقدر الاحتياطي العالمي الحالي للفحم بحوالي 1تريليون طن، وهذا يعني أن لدينا حوالي 200 عام أخرى من استخدام الفحم عند مستويات من الاستهلاك الحالية، والتي قد تتجاوز ما يمكن أن توفره مخزوناتنا الحالية، كما أن الفحم مصدر طاقة محتمل وهذا بدوره يمكن أن يساعد في تنمية العالم النامي، وأيضاً يحتمل أن يحسن سبل عيش بعض أفقر سكان العالم.[3]

–الحد الأدنى من النفايات: بالمقارنة مع أشكال الطاقة الأخرى فقد ينتج عن الفحم الحد الأدنى من كمية النفايات، وبالتالي قد يميل إلى أن يكون له عامل شكل مرتفع، وبصرف النظر عن الدخان الذي ينبعث من الفحم فلا توجد نفايات أخرى تقريباً،[4].

– عيوب الفحم:

كما للفحم العديد من المزايا لديه أيضا العديد من العيوب تتمثل في الآتي:[5]

– الفحم الحجري ليس مورداً متجدداً: في مرحلة ما إذا كنا قد نستخدم الفحم باستمرار لاحتياجاتنا من الطاقة فسوف ينضب في النهاية، وكوقود أحفوري يوجد هناك إمداد محدود له، حيث قد تكون

[1]- المرجع السابق.
[2]- مقال، نضال أبو مراد، الموقع: https://www.bbc.com/،تاريخ الزيارة:23أفريل 2022.
[3]-المرجع نفسه.
[4]- مقال، ديريك ريتشز، الموقع: https://ar.hiloved.com/، تاريخ الزيارة: 15 فيفري 2022.
[5]- الموقع: https://www.palaisbahiarestaurant.fr/، تاريخ الزيارة: 03 مارس 2022.

لدينا بعض المخزونات المتاحة في بعض المناطق للفحم، ولكن في مرحلة ما يمكن أن يختفي هذا الفحم في تلك المناطق.

– يحتوي الفحم على نسبة عالية من ثاني أكسيد الكربون: يعتقد العديد من العلماء أن أحد أكبر المساهمين في ظاهرة الاحتباس الحراري هو ثاني أكسيد الكربون الذي يتم إنتاجه يدوياً، وعند مقارنة جميع أشكال إنتاج الطاقة التي نستخدمها اليوم فإن الفحم يحتوي على أكبر نسبة من ثاني أكسيد الكربون لكل وحدة حرارية بريطانية يتم إنتاجها، ووفقاً للعديد من الأبحاث فإن الفحم الذي يحتوي على نسبة كربون بنسبة 78٪ وقيمة تسخين تبلغ 14.000 وحدة حرارية بريطانية سينتج حوالي204.3 رطل من ثاني أكسيد الكربون لكل مليون وحدة حرارية بريطانية.

– طاقة الفحم يمكن أن تخلق مستويات عالية من الإشعاع: عندما يتم حرق الفحم لتوليد الطاقة فإنه ينتج رماد الفحم الذي ينتج عنه الكثير من الإشعاعات، ومن ثم يستقر هذا الرماد حول المناطق المحيطة بمصنع الفحم، وفقاً لبعض الأبحاث يمكن لمحطة توليد الطاقة بالفحم أن تنتج ما يصل إلى100 مرة من الإشعاع أكثر من محطة الطاقة النووية.

– انبعاثات الفحم مرتبطة بالمخاوف الصحية: يتعرض الأشخاص الذين يتعرضون للفحم وانبعاثاته لخطر متزايد للإصابة بالربو وحالات التهاب ممرات الهواء، ومن المعروف أيضاً أن استنشاق غبار الفحم أو الرماد يعد هو سبب لتطور سرطان الرئة بمرور الوقت، كما يمكن أن يصابوا العمال الذين يعملون في مناجم الفحم بمرض يسمى الرئة السوداء، وهو مرض عضال (حالة مرضية لا تتجاوب مع العلاج الطبي).

– حتى الفحم النظيف لا يزال يحتوي على مستويات عالية جداً من الميثان: حتى مع وجود أفضل التقنيات لاحتجاز الكربون وتخزينه فإنه لا يزال الفحم النظيف ينتج ثاني أكسيد الكربون وملوثات بيئية أخرى، وعلى الرغم من أن الميثان يتبدد في الغلاف الجوي بسرعة إلا أنه يمكن أن يغرق في قاع البحر ويؤثر على محيطاتنا والحياة البحرية لفترة زمنية غير محددة[1].

[1]- الموقع: https://www.palaisbahiarestaurant.fr/، تاريخ الزيارة: 03 مارس 2022.

–الفحم يزيل المستوطنات البشرية: في حالة تم اكتشاف الفحم في مناطق مأهولة بالفعل من قبل البشر، فإن استخراج هذه الرواسب يجعل المنطقة غير صالحة للبشر لاحقاً، ومن المؤكد أن مثل هذا الاستخراج له تأثير سلبي على البيئة التي يتم استخراج الفحم منها، وعلى الرغم من أنه قد يتم استعادة البيئة لاحقاً إلا أن هذا قد لا يحدث أبداً، وعادة ما قد تؤدي هذه الأضرار إلى آثار جانبية اقتصادية لا توصف.

المطلب الثالث: أنواع الفحم

تتباين أنواع الفحم تبعًا للمواد التي نشأ منها، وهي بالأساس بقايا النباتات، وتوجد عوامل مختلفة تتحكم بنوع الفحم، مثل: الشوائب التي تصاحب عملية تكونه، ونسبة المواد العضوية، وقد تصاحب عملية تكون الفحم عوامل خارجية تغير من بنية المادة الناتجة وخصائصها وتكون مواد أخرى، كالجرافيت، والانثراسايت التي تساهم درجة الحرارة المرتفعة والضغط الهائل في تكونها، وعلى الرغم من أنّ تركيز الكربون في قشرة الأرض لا يتجاوز 1% نسبة إلى الوزن إلّا أنّه عنصر أساسي ومصدر طاقة رئيس يعتمد عليه الجنس البشري في حياته.

أولا: الفحم الحجري

1- تعريف الفحم الحجري:

الفحم الحجري هو وقود أحفوري غير متجدد يستعمل لإنتاج الكهرباء. تكمن مخاطر الفَحم الحجري في طرق التنقيب عنه تحت الأرض، وفي احتراقه ما يشكل تهديدًا للبيئة وللمنقبين عنه.يتصف الفَحم الحجري بكونه حجرًا مترسبًا أسود اللون أو بنيًا شبيهًا بالأسود. ويُحرَق كوقود، ويستعمل لإنتاج الكهرباء. يتكون أساسًا من الكربون والهيدروكربون الغني بالطاقة التي تُطلَق عند الاحتراق.[1]

2- تشكل الفحم الحجري:

تشكل الفحم الحجري منذ حوالي ملايين السنين عندما كانت الأرض مغطاة بغابات مستنقعية ضخمة عندما نمت بعض النباتات مثل: نباتات السرخس والطحالب، ومع نمو النباتات مات بعضها وسقطت في مياه المستنقعات، وبمرور الوقت كانت هناك طبقة سميكة من النباتات الميتة

[1]- مؤمن بني مصطفى، الفحم الحجري، موقع: https://e3arabi.com/، 19 مارس 2021، تاريخ الزيارة: 01 جانفي 2022.

المتعفنة في المستنقع، مما قد أدى إلى توقف عملية التحلل. وبعد ملايين السنين تكونت طبقات عديدة واحدة فوق الأخرى، وتراكم وزن الطبقات العليا والمياه والأوساخ أسفل الطبقات السفلية من المادة النباتية، ونظراً لأن هذه الطبقات السفلية موجودة تحت الأرض وبفعل الحرارة والضغط فإنها أنتجت تغييرات كيميائية وفيزيائية في طبقات النباتات، مما قد أدى إلى إخراج الأكسجين وترك رواسب كربونية غنية لتحوله إلى فحم[1].

3- أنواع الفحم الحجري: ينقسم هذا النوع إلى عدة أنواع أهمها التالي[2]:

أ- فحم ليغنيت: أدنى أنواع الفحم الحجري من حيث الكربنة.

صنَف فحم ليغنيت بأدنى درجات أنواع الفحم الحجري. تتجاوز درجة عملية الكربنة لديه درجة الكربنة لدى الخث، لكنه يحتوي على كمية قليلة من الطاقة، إذ يُشكل الكربون 25٪ من محتوى فحم ليغنيت. يبلغ عمر هذا النوع من الفحم نحو 250 مليون سنة.يتميز بكونه حجرًا بنيًا متفتتًا ويسمى بالفحم البني، يمكن للفحم البني أن يحافظ على الرطوبة أكثر من أي نوع آخر من الفحم، ما يجعل عملية التنقيب عنه مكلفة وخطيرة بالإضافة إلى صعوبة تخزينه ونقله. قد يحترق بطريقة عرضية فيطلق غازات غنية بالكربون، عادة ما يستعمل الفحم البني في أماكن قريبة جدًا من أمكنة التنقيب عنه، يستعمل بهدف توليد الكهرباء عند احتراقه. يساهم هذا الفحم بتوليد نحو 25٪ – 50٪ من الكهرباء المولدة عن طريق الفحم في اليونان وألمانيا.

ب[3]- **الفحم تحت البتيوميني:** يبلغ عمر الفحم تحت البتيوميني نحو 100 مليون سنة. يحتوي هذا النوع من الفحم على كمياتأكبر من الكربون مقارنة بفحم الليغنيت، إذ يشكل الكربون بين 35٪ و45٪ من مكوناته. ويمكن اعتبار الفحم تحت البتيوميني فحمًا بنيًا أيضًا. ويستعمل عادة كوقود لتوليد الكهرباء.

1- المرجع السابق.

2- موقع أنا أصدق العلم (https://www.ibelieveinsci.com)، ما هو الفحم الحجري؟ كيف يتكون؟ وما أنواع الفحم الحجري؟، ترجمة غيث بن حسن، تدقيق آية فحماوي، تاريخ الزيارة: 25 جانفي 2022

3- المرجع نفسه.

ج- **الفحم البتيوميني:** يتكون الفحم البتيوميني تحت ضغط أشد وفي درجات حرارة أكثر ارتفاعًا ويبلغ من العمر بين 100 مليون سنة و300 مليون سنة، يعود أصل تسميته إلى كلمة "bitumen"أي المادة اللزجة شبيهة الزفت الموجودة في المواد البترولية. يحتوي الفحم الحجري البتيوميني على 45%- 86٪ من الكربون مما يجعله من أنواع الفحم المتوسطة.الفحم هو حجر مترسب، ويحتوي الفحم البتيوميني بشكل خاص على أشرطة أو خطوط بدرجة لزوجة مختلفة تشير إلى طبقات النباتات التي ضُغِطَت لتُكون هذا الفحم. يمثل استهلاك الفحم البتيوميني نصف مجموع استهلاك الفحم في الولايات المتحدة الأمريكية[1].

د- **فحم الإنتراسيت: أفضل أنواع الفحم الحجري المتاحة، وهو** يُعتبَر فحم الإنتراسيت أفضل أنواع الفحم وأعلاها درجة. يتكون من 97٪ من الكربون، لذلك فهو الأكثر احتواء على الطاقة مقارنة بأنواع الفحم الأخرى. يتميز فحم الإنتراسيت أيضًا بلمعانه، وبكونه أكثر صلابة وكثافة من أنواع الفحم الأخرى. أُفرغ الإنتراسيت من الماء وثاني أكسيد الكربون خلال تكونه، وهو لا يحتوي على أجزاء لينة أو ليفية والتي نجدها في الفحم البتيوميني وفحم الليغنيت. تتميز عملية احتراق الانتراسيت بكونها نظيفة ولا تطلق الكثير من سخام الدخان ما يجعله من أجود أنواع الفحم وأغلاها سعرًا، يستعمل الإنتراسيت غالبًا في الأفران والمواقد، وفي أنظمة تنقية الماء لاحتوائه مسامات أدق من تلك الموجودة في الرمل، ما يضمن حصولنا على ماء أكثر أمانًا للشرب والتنظيف[2].

[1]- موقع أنا أصدق العلم (https://www.ibelieveinsci.com)، مرجع سبق ذكره، تاريخ الزيارة: 24 جانفي 2022

[2]- مرجع نفسه. تاريخ الزيارة: 25 جانفي 2022

4- استخدامات الفحم الحجري:

استعمل البشر أنواع الَفحم الحجري المختلفة لآلاف السنين للتدفئة وطبخ الطعام، واستخدم الرومان الفحم لتسخين الحمامات العامة، واستخدم الأزتك الفحم في مجال الزخرفة.كان الفحم الحجري وقود الثورة الصناعية، فقد كان أقل تكلفة من فحم الحطب، وكان أكثر إنتاجًا للطاقة عند احتراقه، زود الفحم الحجري بالبخار والطاقة اللازمة للإنتاج الكبير، وتوليد الكهرباء، وإنتاج وقود السفن والقطارات الناقلة للسلع.تركزت أغلب مناجم الفحم خلال فترة الثورة الصناعية في شمال إنجلترا إذ شكلت كمية الفحم المستخرجة هناك 80٪ من إجمالي استخراج الفحم في القرن الثامن عشر. يستخدم البشر حتى اللحظة الراهنة الفحم الحجري بطريقة مباشرة (التدفئة)، وغير مباشرة أيضًا (توليد الكهرباء)، وهو يُعتبَر ضروريًا لصنع الفولاذ[1].

أ- **الفحم الحجري كوقود:** يستعمل الفحم الحجري في كل مكان كوسيلة للتدفئة، فهو يمثل الخيار الأمثل لبلدان نامية عديدة. ارتفع الاستهلاك العالمي للفحم بأكثر من 30٪ مقارنة بـِ2011.

ب- **توليد الكهرباء:** تُعد منشآت الطاقة المعتمدة على الفحم الحجري أكثر طريقة معتمدة لتوليد وتوزيعها، تعتمد هذه الطريقة على حرق الفحم الحجري ليسخن الماء حتى الغليان. عندما يغلي الماء يطلق بخار الماء كقوة دافعة تحرك محركًا وتُفعل مولدًا لإنتاج الكهرباء.

ج- **الحدادة:** يلعب الفحم الحجري دورًا رئيسيًا في صناعة الفولاذ إذ يسخن الحديد لفصله عن المكونات الأخرى. استُعمل الفحم الحجري سابقًا لتسخين الحديد، لكنه يطلق شوائب عندما يُحرق (مثل الكبريت) ما يجعل الفولاذ الناتج عن هذه العملية ضعيفًا.وجد العلماء خلال القرن التاسع طريقة لإزالة الشوائب من الفحم عند احتراقه. يوضَع الفحم في فرن لمدة 12-36 ساعة في حرارة تبلغ 1000-1100 درجة مئوية، ما يسمح بإزالة الشوائب، مثل غاز الفحم، وأحادي أكسيد الكربون، والميثان، والزيوت، والزفت. الفحم الناتج عن هذه العملية غني بالكربون ولا يحتوي إلا كمية قليلة من الشوائب[2].

---

[1]- المرجع السابق.

[2]- جميلة سعيد، الموقع: https://www.annajah.net/، تاريخ النشر: 19 أكتوبر 2016، تاريخ الزيارة: 28 جانفي 2022.

د- **مواد صناعية:** تستعمل الغازات الناتجة عن احتراق الفحم الحجري في العملية السابقة كمصدر للطاقة للإضاءة والتدفئة. يمكن استعمال الفحم لإنتاج مزيج غازي من الأكسجين وأحادي أكسيد الكربون، ويستعمل هذا المزيج كوقود للسيارات، تمامًا مثل المواد البترولية والديزل. كما يمكن استعمال الغازات التي يطلقها الفحم عند احتراقه لصنع مواد أخرى كالزفت والبلاستيك والأسمدة[1].

ثانيا: الفحم النباتي

الفحم النباتيّ هو أحد أهم الوسائل التي استخدمت من قبل الإنسان في قديم الزمان بهدف توليد الطاقة، وذلك عن طريق الحرق المباشر.[2]

1- تشكل الفحم النباتي:

فحم النباتي هو مخلفات مكونة من كربون صرف تنتج عن عملية نزع الماء من المواد النباتية، طريقة تحضيره تسمي بالتقطير الاتلافي (الحرق بمعزل عن الهواء)، الطريقة المسماة عند العرب المردومة، إن وجود الأنسجة النباتية في الفحم النباتي والحجري يدل على أنهما من أصل نباتي. والفحم النباتي يصنعه الإنسان بتسخين الخشب، ولونه الأسود سببه وجود عنصر الكربون، أما كون الفحم النباتي أخف من الخشب، فلأن الخشب يفقد كمية من الماء عند تحويله إلى فحم نباتي وتزداد نسبة المسامات فيه. والماء في الخشب هو المسؤول أيضاً عن الدخان الكثيف عند حرقه. أما كون الفحم الحجري أثقل من الفحم النباتي، فيرجع إلى المكونات المعدنية التي توجد في الفحم الحجري ولا توجد في الفحم النباتي.[3]

2- كيف يتم تفحيم الخشب: جمع الخشب في أكوام ويُغطى بالتراب ويُسخن عشرة أيام تقريباً. ويتم التسخين بحرق جزء قليل من الخشب بسبب دخول كمية قليلة من الهواء. ويزود هذا الجزء المحترق بقية الخشب بالحرارة اللازمة لتسخينه وتحويله إلى فحم نباتي.

---

[1]- موقع أنا أصدق العلم (https://www.ibelieveinsci.com)، مرجع نفسه.

[2]- معلومات عن الفحم النباتي على موقع: aleph.nkp.cz، مؤرشف من الأصل في 10 ديسمبر 2019، تاريخ الزيارة: 13 فيفري 2022.

3- معلومات عن الفحم النباتي على موقع:aleph.nkp.cz، مرجع نفسه.

ولتحويل الخشب إلى فحم نباتي يلزم التخلص من الأوكسجين والهيدروجين الموجودين في مركبات الخشب العضوية "السليلوز"، ويتم ذلك بتفاعل كيميائي بحيث ينزع الأوكسجين والهيدروجين من السليلوز فيتحول إلى مركب عضوي جديد، يحتوي على كمية أقل من الأوكسجين والهيدروجين، فتزداد نسبة الكربون[1].

3- مراحل تكون الفحم النباتي:

يتم تسخين الخشب في الفرن حيث تمر عبر مراحل محددة في طريقها إلى التحول إلى فحم. وقد درس تشكيل الفحم تحت ظروف المختبر والتي تم الاعتراف بها في المراحل التالية من عملية التحويل[2].

* من20 إلى110 درجة مئوية: الخشب يمتص الحرارة ليجف والتخلص من رطوبتها كما بخار الماء، تبقى درجات الحرارة عند 100 درجة مئوية حتى يتحول الخشب إلى التصلب.

* في 110-270 درجة مئوية: يتم التخلص النهائي من المياه ويبدأ الخشب في التحلل وينتج بعض أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وحامض الخليك والميثانول.

* في270-290 درجة مئوية: هذه هي النقطة التي يبدأ تحلل الخشب والانهيار يستمر من تلقاء نفسه، الخشب لا يبرد تحت درجة الحرارة هذه. تواصل الغازات المختلطة والأبخرة بالتصاعد جنبا إلى جنب مع بعض القطران.

* في 290-400 درجة مئوية: مع استمرار انهيار هيكل الخشب، والأبخرة المنبعثة تتكون الغازات القابلة للاحتراق غاز أول أكسيد الكربون، والهيدروجين والميثان مع غاز ثاني أكسيد الكربون وأبخرة قابلة للتكثيف الماء وحامض الخليك، والميثانول، والأسيتون وغيرها، والقطران التي تبدأ في التصاعد مع ارتفاع درجة الحرارة[3].

* في 400-500 درجة مئوية: في400 درجة مئوية تحول الخشب إلى فحم اكتمل عمليا، الفحم في درجة الحرارة هذه لا يزال يحتوي على كميات ملحوظة من القطران، وربما 30٪ من وزنه

---

[1]- المرجع السابق.

[2]- جميلة سعيد، الموقع: https://www.annajah.net/، مرجع سبق ذكره.

[3]- معلومات عن الفحم النباتي على موقع:aleph.nkp.cz، مرجع نفسه.

والمحاصر في الهيكل. وبالتالي نسبة الكربون ثابتة من الفحم إلى حوالي 57٪ وهو أمر طبيعي للفحم التجارية ذات نوعية جيدة. لتخلص نهائيا من القطران ترفع درجة حرارة الفحم حوالي 500 درجة مئوية لمدة معقولة[1].

4- استخدامات الفحم النباتي: تتمثل إستخدمات الفحم النباتي في الآتي:[2]

يستعمل الفحم النباتي في الحرق المباشر للحصول على الطاقة. وعادة ما يقتصر على استعماله بعض الأغراض المنزلية كالتدفئة أو الطهو أو الشواء.

في المكسيك وبيرو وإسبانيا والأرجنتين وباراجواي وبلاد لاتينية أخرى كان الفحم النباتي يستخدم لقرون كوقود لمدافئ البراسيرو، أما البلاد التي يوجد فيها فائض من خشب الغابات، فيمكن تحويله إلى فحم نباتي ثم استعماله في بعض المشاريع الكبيرة كتوليد الكهرباء. وكما أنّ زمن احتراق كمية من الفحم النباتي أطول من زمن احتراق كمية مماثلة من الخشب، فللفحم النباتي قيمة حرارية أكبر من الخشب، ويُستخدم شكل من أشكال الفحم الخشبي يدعى الكربون المنشط في المرشّحات وأقنعة الغاز لإزالة الأبخرة السامة، فهو يضم ثقوباً صغيرة لا تحصى على سطحه وهي مثالية لحبس الأبخرة ويُصنع بالسماح للفحم الخشبي بالاحتراق لفترة وجيزة مع الأكسجين في نهاية عملية صنع الفحم الخشبي. وحيث أن الفحم النباتي المنشّط ذو قدرة امتزازية عالية، أي أنه يجتذب المواد إلى سطحه، فيمكنه بذلك إزالة الغازات السامة والروائح الكريهة من الهواء.. لذا يستخدم هذا الفحم في ومنظومات التهوية في العربات الفضائية وكمامات مواقد المطبخ، كما يستخدم أيضاً في تنقية السوائل، كالماء في أحواض السمك[3].

ثالثا- فحم العظام (الفحم الحيواني):[4]

1- تعريف الفحم الحيواني: يحظر بتسخين العظام بعد تخلصها من المواد الدهنية في معوجات خاصة، يحتوي الفحم النباتي على 90 بالمئة من الشوائب التي تتخلف كرماد بعد اشتعاله.

---

[1]- معلومات عن الفحم النباتي على موقع kexikon.zum.de، مؤرشف من الاصل في 10 ديسمبر 2019

2- كتاب سطور، الموقع: https://sotor.com/، تاريخ النشر: 04 فيفري 2021، تاريخ الزيارة: 25 فيفري 2022.

[3]- المرجع نفسه.

[4]- جميلة سعيد، الموقع: https://www.annajah.net/، مرجع سبق ذكره.

2- استخداماته:

- يمتاز بقدرته على إزالة الألوان من المحاليل خصوصا في صناعة السكر، يستخدم كذلك في عمل الطلاء الأسود الخاص بالمنتجات الجلدية.

- امتصاص الغازات أو المواد الذائبة على قدرتها الفائقة في امتصاص هذه المواد على سطح الفحم، ويطلق اسم الفحم في هذه الحالة اسم الفحم المنشط، ويعتمد نشاطه إلى حد كبير على طبيعة المادة التي استخلص منها الفحم، وكذلك على الظروف التي تم فيها التفحم، ويمكن زيادة نشاطية الفحم بمعالجة خاصة كالتسخين في الفراغ في وجود بعض الأملاح غير العضوية.

رابعا: السناج: [1]

1- تعريف فحم السناج: هو فحم يتحلل عند تكونه الحراري لكثير من الهيدروكربونات الغازية، فيحضر بإشعال الغار أو زيت الغار، أو النافثالين، أو زيت البارافين، في حيز محدود من الهواء وتبريد اللهب الناتج بطرق مناسبة، وكذلك عند حرق الكافور ينتج هذا النوع من الفحم الذي يستعمله المتبارون، في ميادين الرماية لتظليل ضابط الهدف في بنادقهم وذلك بتعريضه لدخان الكافور المحترق.

2- استخداماته: تستخدم النواتج بكميات كبيرة في تحظير حبيبات الطلاء الأسود في حبر المطابع.

خامسا: فحم الكوك[2]

تعريف فحم الكوك: هو نوع من الفحم الناتج عن التقطير الاتلافي للفحم الحجري، يتكون من (90%كربون1%، هيدروجين 3%، أكسجين0.5%، و1%نيتروجين، ويتخلف عن احتراقه 5% من الرماد)، ويحترق فحم الكوك بلهب غير مدخن.

2- استخداماته:

يستخدم كوقود وكذلك في اختزال بعض أكاسيد الفلزات كما في تحضير الحديد مثلا من أكاسيده في الفرن العالي.

---

[1]- تالا مجبور، الفحم النباتي، الموقع: https://www.annajah.net/، تاريخ النشر.19-10-2016، تاريخ الزيارة: 25 فيفري 2022.

[2]- جميلة سعيد، مرجع سبق ذكره.

سادسا: فحم المعوجات:

1- تعريف فحم المعوجات:

يتكون كمادة متخلفة من عمليات تفحيم المواد المختلفة وعند التقطير الإئتلافي للفحم الحجري، وينتج عن تحلل بعض الغازات المتصاعدة على أعناق المعوجات التي يتم فيها التقطير.

2- استخداماته:

-يتميز فحم المعوجات بصلابته وتوصيله للكهرباء، يستخدم في عمل الأقواس الكهربائية وأقطاب الكثير من الخلايا الكهربائية[1].

[1]- مرجع السابق.

خلاصة الفصل الأول:

يعتبر موضوع الطاقة من الموضوعات الهامة في حياة المجتمع والشعوب، فهي التي تزود الإنسان بحاجته من الدفء في الشتاء، وهي التي تنير له في الليل وتبدد الظلمة، وهي التي تدير الآلات والسيارات والمصانع وكافة وسائط النقل المختلفة.

تلعب الطاقة في حياتنا دورا كبيرا لا ينافسها فيه، إلا ضروريات الحياة من ماء وغذاء وهواء، وتعتبر الطاقات التقليدية (فحم، بترول، غاز طبيعي) من أهم الطاقات، حيث تتباين من حيث الوفرة وأماكن تواجدها، مما أوجد أسواقا تباع فيها الطاقة وتشترى.

وقد كان لاكتشاف الفحم دور هام في حياة الإنسان، حيث شهد العالم كثيرا من التغييرات والتطورات، إذ تسارعت وتيرة التقدم العلمي والصناعي بشكل كبير، يعتبر الفحم من أوائل المصادر التي استغلها الإنسان لإنتاج الطاقة، حيث استغلها في الطبخ والتدفئة، ومع بدء العصر الصناعي فكان قائما على الفحم الحجري وزاد الطلب عليه واستهلاك.

وكما للفحم العديد من المزايا أيضا له العديد من العيوب وهذا بسبب اختلاف أنواعه، ولكن أهم نوع هو الفحم الحجري، فهو يعتبر أجود أنواع الفحم في العالم، ثم يأتي الفحم الحيواني وغيرها من الأنواع الأخرى.

ولكن يبقى التساؤل المطروح وهو أنه بالرغم من أهميته هل سيضل الفحم المورد الأساسي لتوليد الطاقة، أم ستستغني عنه دول العالم، وهذا ما سنتناوله في العناصر المقبلة.

الفصل الثاني:

تحليل وتقييم واقع ومستقبل الفحم

في خلال الفترة 2010-2020

تمهيد:

يعتبر الفحم أكثر مصادر الوقود الأحفوري وفرة في الطبيعة، وقد لا يبدو الفحم مصدر طاقة ذا أهمية بالنسبة لغالبية سكَّان العالم، حيث الاعتماد على الغاز الطبيعي، والوقود السائل لتوفير الطاقة اليومية اللازمة لإبقاء الحياة قائمة في هذه الدول، إلا أنَّ الفحم مصدر مهما جداً، ورئيسي بالنسبة لكثير من شعوب العالم بما فيها الصين والولايات المتحدة حتى يومنا هذا، ولكنه يستحق الفحم لقب الوقود الأحفوري "العنيد"، أو"عميد" أنواع الوقود الأحفوري، والسبب في هذا أنه من أقدم المصادر المستخدمة حالياً في الصناعة وتوليد الكهرباء.

وتكمن الأهمية الأخرى للفحم في أنه أثبت أن الطلب على الوقود الأحفوري، لا يمكن الاستغناء عنه بهذه السهولة حتى في ظل مصادر أخرى منافسة، فالفحم منافس عنيد لكل من الغاز الطبيعي والوقود السائل أو حتى الطاقة المتجدِّدة، ولكن مستقبل الفحم لن يكون مشرقاً مثل ماضيه، وسيواجه الطلب عليه عديداً من التحديات، ومن هنا سنقوم بتقسيم فصلنا هذا إلى مبحثين هما:

المبحث الأول: تحليل واقع الفحم في العالم خلال الفترة 2010-2020.

المبحث الثاني: مستقبل الفحم في العالم " دراسة استشرافية".

المبحث الأول: تحليل واقع الفحم في العالم خلال الفترة 2010-2020

تقتضي صناعة الفحم القيام بعدة مراحل فالكل يراقب ويتابع ما يتردد عنه بشكل عام من احتياطاته وعائداته، وكل ما يدور من أحداث في كل مرحلة من مراحل صناعته.

إن معرفة وضعية أسواق المحروقات في العالم وحدها، غير كافية لتكوين صورة كاملة وصحيحة عن الوضعية العامة السائدة في القطاع، وإنما يحتاج ذلك إلى معرفة الوضعية في الاحتياطي، والإنتاج والاستهلاك، ولذلك فإن العوامل الأساسية التي تؤثر في تطوير طاقة الفحم هي احتياطات العالم من المصدر، الطلب العالمي الذي يقتضيه النمو الاقتصادي ومستويات الاستهلاك.

المطلب الأول: الأسواق الدولية لإنتاج واستهلاك الفحم

سيتم التطرق في هذا المطلب إلى دراسة تطورات التوجه نحو الاتجاهات الكبرى للإنتاج، إضافة إلى معرفة حجم وهيكل استهلاك الفحم وتوقعات الطلب عليه وبالتالي القدرة الطاقوية له.

أولا: إنتاج الفحم في العالم خلال الفترة2010-2020

عرف إنتاج الفحم من سنة 2010 إلى غاية 2020 تطورا ملحوظا، حيث بلغ الإنتاج العامي لسنة 2020 حوالي 4110 مليون طن متري، والجدول التالي يوضح ذلك.

الجدول رقم 01: أهم الدول المنتجة للفحم خلال الفترة2010-2020

الوحدة: مليون طن متري

الترتيب	السنوات / البلد	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	نسبة التغير آخر سنتين	نسبة التغير عبر 10 سنوات
01	الصين	2491	2113	2214	2230	2208	2153	1970	2029	2123	2208	2207	-0,05	14,7
02	استراليا	251	239	250	272	292	305	298	298	292	307	301	-1,95	19,9
03	الهند	217	221	226	228	233	249	268	277	295	294	297	1,02	36,9
04	أندونيسيا	185	181	197	243	237	240	234	233	277	307	280	-8,79	51,4
05	ولايات متحدة الأمريكية	555	560	521	504	511	452	370	394	387	359	270	-24,8	-51,4
06	روسيا	178	176	196	209	214	223	230	248	262	265	243	-8,3	36,5
07	جنوب إفريقيا	141	142	143	142	144	142	141	142	141	142	136	-4,23	-3,55
08	كازخستان	74	78	81	80	76	73	71	69	74	72	69	-4,17	-6,76
09	بولندا	56	58	60	60	57	57	55	53	50	48	43	-10,4	-23,2
10	كولومبيا	47	55	57	55	57	56	60	60	56	56	33	-41,1	-29,8
11	فيتنام	30	31	28	26	27	28	26	25	28	30	32	6,67	6,67
12	منغوليا	16	21	19	19	15	15	23	31	33	36	29	-19,4	81,3
13	كندا	36	36	35	37	37	32	31	33	31	30	26	-13,3	-27,8
14	ألمانيا	49	49	51	48	47	45	42	42	40	30	24	-20	-51
15	تركيا	16	17	16	15	15	13	16	17	19	19	17	-10,5	6,25
	باقي العالم	161	173	170	164	150	141	141	134	133	127	103	-18,9	-36
	الإنتاج العالمي للفحم	3936	4150	4264	4332	4320	4224	3976	4085	4241	4330	4110	-5,08	4,42
	إنتاج عالمي فحم الكوك	400	433	432	483	482	458	458	447	463	479	471	-1,67	17,8

المصدر: موقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية 2022- https://www.eia.gov/

لقد تم الأخذ بالاعتبار إنتاج أخر سنة لترتيب الدول، ومن خلال الجدول رقم 01 يمكننا أن نستخلص النتائج التالية:

- **لا تزال الصين**، أكبر منتج للفحم في العالم، حيث تطور إنتاجها عبر 10 سنوات بمعدل 14.7٪،إلا إن معدل تغير أخر سنتين كان منخفض حيث إنخفض إنتاج سنة 2020 عن إنتاج سنة 2019 بمعدل قدر بـ 0.05٪ والسبب الرئيسي يعود إلى جائحة كورنا التي تسببت توقفت كل مصانع إنتاج الفحم عبر العالم وأدى إلى نقص الإنتاج عالميا ليس فقط الصين، إن تطور إنتاج الفحم في الصين يعود إلى أن الفحم يعتبر هو المصدر الرئيسي للطاقة في الصين حيث أنه في عام 2011م.

كان إنتاج الفحم في الصين يعادل:

3,576 طن متري × 0,522 طن نفط مكافئ /طن ×11.630 ميجاوات / طن نفط مكافئ =21709 تيرا/وات/ساعة طبقا لوكالة الطاقة الدولي(IEA) ، كما يستمر الطلب على الطاقة في الصين في الزيادة مع تضاعف الطلب الكهرباء ويعود هذا إلى نسبة السكان الكبيرة وبشكل عام تعد الطاقة التي تعمل بالفحم مصدراً رخيصاً ومهماً للطاقة والكهرباء ككل منذ بداية الثورة الصناعية، وغالباً ما تم التغاضي عن بعض مشكلات الفحم الرخيصة والوفيرة بسبب سعره المنخفض جداً.[1]

وتعدّ الصين أكبر منتج للفحم وأكبر ملوث في العالم، إلّا أنها أيضًا أكثر دولة تستثمر في الطاقة النظيفة.

تأتي أستراليا في المرتبة الثانية عالميا في إنتاج الفحم حيث تطور إنتاجها عبر 10 سنوات بمعدل 19.9٪، في الوقت الذي أسدت فيه تقارير دولية النصيحة لمنتجي الفحم حول العالم – خاصّةً في أستراليا– بالبحث عن مصادر الطاقة المتجدّدة، لزيادة الوظائف، متوقّعةً انخفاض معدّلات طلبه، ولكن عكس المتوقع حدث إنتعاش إنتاج الفحم بأستراليا وأصبحت أستراليا تصنف بالمرتبة الثانية عالميا بعد الصين، وخلال جائحة (كوفيد 19) والذي أدى إلى ركود الإقتصاد العالمي شهد إنتاج أستراليا للفحم انخفاضا حيث انخفض معدل تغير إنتاج الفحم لسنة 2020 عن سنة 2019 بنسبة 1.95٪.

خفضت الهند الإنتاج لأول مرة هذا القرن وللمرة الثانية فقط في التاريخ في عام 2019، بلغ الإنتاج في الهند 294 مليون طن، أي أقل بنسبة 0.9٪ عن العام السابق، ويرجع ذلك أساسًا إلى انخفاض توليد الطاقة باستخدام الفحم المتأثر بزيادة توليد الطاقة المائية.

ولقد أعلنت الحكومة الهندية بداية 2020 أنها ستواصل جهودها المضنية لزيادة تعزيز إنتاج الفحم لخفض الواردات وتحسين الإمدادات، ولتحقيق الهدف اتخذت الحكومة عدة إجراءات؛ من بينها إقامة المزاد التجاري للفحم بموجب آلية تقاسم الإيرادات ونظام النافذة الواحدة.

[1]- وحدة أبحاث الطاقة، أحمد شوي، مارس 2021، الموقع: https://attaqa.net/، تاريخ الزيارة: 02 مارس 2022.

ولقد شهدت الهند على غرار باقي الدول وبالرغم من جائحة كورونا، عام 2020 ارتفاع في إنتاج الفحم عن سنة 2019بنسبة قدرت بـ 1.02٪، أما فيما يخص تغيرها عبر 10 سنوات فكان ايجابي بمعدل 36.9٪، يعود السبب الرئيسي في ذلك إلى زيادة الكبيرة في معدل السكان بالهند، وأيضا معظم سكان الهند تحت خط الفقر ويعتبر الفحم مصدرا رخيصا للطاقة.[1]

- تواصل إندونيسيا زيادة إنتاجها، + 12.4٪ في عام 2019، وهو أعلى معدل نمو منذ عام 2016، عندما عادت إلى التغيرات الإيجابية على أساس سنوي، وانخفضت النسبة في عام 2020 بقيمة 8.79٪، وهذا بسبب أزمة كورونا العالمية.

- والولايات المتحدة لا تزال الاتجاه إنتاج الهابطة التي بدأت في بداية القرن، حيث بلغ 359 مليون طن في 2019، وهو أدنى مستوى ينظر في أربعة عقود، وكانت نسبة التغير خلال السنتين 2019-2020 -24.8 وخلال 10 سنوات قدرت ب -51.4٪.

- كما شهد الاتحاد الأوروبي أيضًا أكبر انخفاض في إنتاج الفحم على الإطلاق في عام 2019، بانخفاض قدره 68 مليون طن أو 15.4٪، والجهات الفاعلة الرئيسية لهذا هي ألمانيا، بولندا و اليونان، وعلى أساس سنوي يسقط من -38%،-10%،-9%على التوالي، علاوة على ذلك أوقفت إسبانيا إنتاج الفحم في عام2019.[2]

- تأتي تركيا في المرتبة الأخيرة من بين هذه الدول حيث كانت نسبة التغير فيها خلال 10 سنوات 2010-2020 بـ6.25%.

- شهد إنتاج باقي دول العالم انخفاضا حيث بلغت نسبة التغير في الانتاج خلال السنتين 2019-2020 بنسبة -18.9% وخلال 10 سنوات بنسبة -36%، وهذا بسبب تراجع انخفاض اقتصاديات الفحم واستثمارات العالم فيه الذي سببته جائحة كورونا العالمية.

1-أحمد مصطف،صحافي متخصص في الشؤون الدولية، فيفري 2021، الموقع: https://www.independentarabia.com/، تاريخ الزيارة: 2022/04/05.

2- الوكالة الطاقة الدولية (International Energy Agency)IEA،، باريس، فرنسا، التأسيس: نوفمبر 1974، الموقع الإلكتروني: https://www.iea.org/ .

نستخلص بأن القوة الديموغرافية الكبيرة بأنها عامل أساسي في كمية الانتاج الهائلة للفحم فيها، إضافة إلى اعتبار أن الفحم مصدر رخيص للطاقة، برغم من تعدد سلبياته المذكورة سابقا، كما أن العوامل الطبيعية المتمثلة في المناخ المناطق والمساحات الشاسعة أدت إلى تسهيل عملية الانتاج.

ثانيا: إستهلاك الفحم

عرف استهلاك الفحم من سنة 2010 إلى غاية 2020 زيادة، حيث بلغ الاستهلاك العامي لسنة 2020 حوالي 3988 مليون طن متري، والجدول التالي يوضح ذلك.

الجدول رقم 02:أهم الدول المستهلكة للفحم خلال الفترة 2010- 2020

الوحدة: مليون طن متري

الترتيب	السنوات / البلد	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	نسبة التغير آخر سنتين	نسبة التغير عبر 10 سنوات
01	الصين	2044	2252	2381	2422	2380	2304	2246	2252	2277	2302	2317	0,65	13,36
02	الهند	288	300	326	339	377	379	373	391	412	410	390	4,88-	35,42
03	ولايات متحدة الأمريكية	525	495	438	455	454	392	358	349	334	285	231	18,95-	56,00-
04	روسيا	109	115	121	107	104	116	113	113	121	124	123	0,81-	12,84
05	اليابان	118	115	121	128	124	123	122	123	120	119	117	1,68-	0,85-
06	جنوب إفريقيا	103	98	102	101	101	99	99	99	94	104	92	11,54-	10,68-
07	كوريا الجنوبية	76	83	82	81	84	86	86	88	89	85	81	4,71-	6,58
08	أندونيسيا	32	33	33	36	40	45	47	50	58	70	66	5,71-	106,25
09	كازخستان	55	59	60	60	56	52	51	49	52	52	50	3,85-	9,09-
10	بولندا	62	62	62	64	61	60	60	60	58	52	48	7,69-	22,58-
11	فيتنام	16	18	19	17	23	29	33	33	39	42	48	14,29	200,00
12	ألمانيا	79	79	83	84	81	81	79	79	75	57	44	22,81-	44,30-
13	تركيا	31	33	35	31	35	36	40	42	44	45	41	8,89-	32,26
14	أستراليا	52	50	49	46	43	45	47	46	44	43	40	6,98-	23,08-
15	تايوان	37	39	38	39	39	38	39	35	39	38	37	2,63-	0,00
	باقي العالم	349	360	369	358	341	337	321	330	324	304	263	13,49-	24,64-
	الإستهلاك العالمي للفحم	3976	4191	4319	4368	4343	4222	4114	4139	4180	4132	3988	3,48-	0,30
	إستهلاك عالمي فحم الكوك	385	417	423	467	480	458	465	454	459	474	466	1,69-	21,04

المصدر: موقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية 2022- https://www.eia.gov/

من خلال الجدول رقم 02 يتضح لنا أن الصين تحت المرتبة الأولى في استهلاك هذه المادة الحيوية، التي تشكل خطراً على المُناخ وسلامة الإنسان، حيث لا تزال الصين المستهلك الرئيسي للفحم في جميع أنحاء العالم، مع 2302 مليون طن خلال عام 2019 تمثل 54.5٪ من الحصة العالمي، وشهدت زيادة طفيفة بنسبة +0.65 في عام 2020،ويوفر الفحم وهو مصدر

شديد التلويث، نحو 60٪ من إنتاج الكهرباء في الصين، التي تخطط لزيادة حصة الوقود غير الأحفوري في استهلاكها من 16٪ حالياً إلى 20٪ في عام 2025، و لقد ارتفع مجمل استهلاك الكهرباء في الصين 16٪ سنة 2020، وتزيد الصين من وتيرة استخدام الفحم في إنتاج الكهرباء لتجاوز أزمة نقص الطاقة، التي أضرّت بعشرات آلاف المصانع خلال الأسابيع الماضية، وسط ارتفاع قياسي في أسعار الغاز والنفط عالمياً، وكشفت اللجنة الوطنية للتنمية والإصلاح في الصين أنّ إمدادات الفحم إلى محطات الكهرباء الرئيسية في ثاني أكبر اقتصاد في العالم زادت بوتيرة سريعة، وبحسب البيانات الحديثة فقد أنتجت الصين 53٪ من إجمالي الطاقة المولدة بالفحم في العالم عام 2020، بزيادة تسع نقاط مئوية عن إنتاجها قبل 5 سنوات، وإنما استهلاك الفحم في أكبر مستخدم له وأكبر مصدر للغازات المسببة للاحتباس الحراري بنسبة 0.6٪ العام الماضي، مواصلاً الارتفاع للعام الرابع على التوالي[1].

– تليها الهند في المرتبة الثانية بـ390 مليون طن، أي أقل بنسبة 14.2٪ عن العام الماضي، والولايات المتحدة و الاتحاد الأوروبي هم قادة الفحم التخلص التدريجي، كلاهما مجموعة التاريخي استهلاك الحد الأدنى في 2019تمثل ثلاثة أرباع استهلاك الفحم العالم، بلغ استهلاك الفحم في إندونيسيا أعلى مستوى تاريخي له في عام 2019 عند70مليون طن.

وتواجه الهند أزمة غير مسبوقة في مجال الطاقة بسبب انخفاض مخزون الفحم بشكل خطير، في الوقت الذي يُستخدم فيه الفحم في أكثر من نصف محطات توليد الطاقة، والبالغ عددها 135 محطة في البلاد.

– وتأتي في المرتبة الثالثة الولايات المتحدة الأمريكية بقيمة 2865 مليون طن في نفس العام، وشهد انخفاض بنسبة 18.95٪ خلال 2020، ومنذ العام 2010، انخفض استهلاك الفحم الأميركي بنسبة 50% تقريبًا، ويرجع ذلك أساسًا إلى أن الفحم قد استبدل بالغاز الطبيعي، ومصادر الطاقة المتجدّدة في قطاع الكهرباء، وبين عامي 2018 و2019، ظلّ إنتاج الطاقة

[1]- المصدر: https://www.alaraby.co.uk/economy، تاريخ النشر: 26 أكتوبر 2021، تاريخ الزيارة: 2022/04/21.

المتجدّدة في الولايات المتّحدة ثابتًا إلى حدّ ما، حيث نما بنحو 0.1٪. وعلى النقيض من ذلك، انخفض إنتاج واستهلاك الفحم الأميركي بشكل ملحوظ.

مع تباطؤ الاقتصاد العالمي والهدف واسع النطاق المتمثل في تقليل توليد الطاقة كثيفة الكربون في مواجهة التلوث والمخاوف البيئية، فإن الفحم انخفض الاستهلاك في عام 2020 بنسبة 3.48٪عن سنة 2019.

كان عمق ومزيج هذه الديناميكيات في العديد من اقتصادات العالم مختلفين، وبالتالي كان رد فعل سوق الفحم مختلفًا: الإقتصادات الآسيوية الكبرى مثل الصين واندونيسيا، زيادة استهلاك الفحم بهم في حين أن الولايات المتحدة الأمريكية، و الاتحاد الأوروبي والهند انخفض استهلاكها[1].

زادت مدخلات الفحم لتوليد الكهرباء والحرارة في عام 2018 مقارنة بعام 2017 بنسبة 3.3٪ أي 166 مليون طن، في المقابل استهلك القطاع الصناعي ككل، وتحديداً صناعة الحديد والصلب، كمية أقل من الفحم مقارنة بالعام السابق .أما بالنسبة للقطاع السكني والتجاري والخدمات العامة، فقد ظل نصيبه من إجمالي الاستهلاك ضئيلاً 2.5٪.[2]

وتشير تقديرات وكالة الطاقة إلى أن استهلاك الفحم عالميًا قد يظل عند هذه المستويات التاريخية في عامي 2023 و2024، ما يؤكد الحاجة إلى اتخاذ إجراءات سياسة قوية وسريعة وفق التقرير.

- قدر الاستهلاك في باقي دول العالم في عام 2019 ب 304 مليون طن أما في العام الموالي2020 انخفض بنسبة -13.49 قدر ب 263.

أما في العالم ككل فالقيمة عام 2019 قدرت ب 4132 حيث انخفضت بنسبة -3.48 في عام 2020 وهذا بسبب جائحو كورونا المعروفة.

- وفيما يخص الاستهلاك العالمي لفحم الكوك قدر ب 474 في عام 2019 وانخفض بنسبة -1.69 في عام 2020.

[1]- المصدر: https://www.alarabiya.net/aswaq/special-stories/2021/12/19، تاريخ الزيارة: 2022/04/23.

[2]- وكالة الطاقة الدوليةIEA، www.eia.gov.

المطلب الثاني: الأسواق الدولية لواردات وصادرات واحتياطات الفحم خلال الفترة

تنوعت وتعددت الدول المصدرة والمستوردة للفحم في العالم، ونرى فيما يلي أهم الدول المستوردة والمصدرة له.

أولا: واردات الفحم في العالم خلال الفترة 2010- 2020

بالرغم من السلبيات الكبيرة للفحم، إلا أن الطلب عالمي وتتمثل أهم الدولة المستوردة للفحم الصين، والهند ... إلخ، والجدول التالي يوضح ذلك.

الجدول رقم 03: أهم الدول المستوردة للفحم خلال الفترة2010- 2020

الوحدة: مليون طن متري

الترتيب	السنوات / البلد	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	نسبة التغير آخر سنتين	نسبة التغير عبر 10 سنوات
01	الصين	100	112	148	175	146	121	148	155	157	168	171	1,79	71,00
02	الهند	66	75	90	102	126	128	115	115	126	134	122	8,96-	84,85
03	اليابان	118	112	119	123	120	121	120	122	120	118	110	6,78-	6,78-
04	كوريا الجنوبية	76	83	80	81	84	86	86	94	95	91	80	12,09-	5,26
05	تايوان	37	39	38	39	39	39	38	39	39	39	37	5,13-	0,00
06	فيتنام	0,7	0,8	0,9	1,5	1,4	2,6	6,1	7,9	13	24	31	29,17	4328,57
07	تركيا	14	16	20	18	20	23	24	26	26	25	27	8,00	92,86
08	ماليزيا	11	12	12	13	12	11	13	18	18	19	20	5,26	81,82
09	ألمانيا	25	28	28	33	36	36	35	32	30	27	20	25,93-	20,00-
10	فيليبيني	6,1	6,7	6,7	8,1	8,2	9,4	11	13	15	15	16	6,67	162,30
11	روسيا	18	17	16	18	17	16	14	16	16	15	15	0,00	16,67-
12	تايلاند	9,8	9,5	11	10	12	13	13	13	14	12	14	16,67	42,86
13	هولندا	24	23	25	29	33	34	32	29	27	23	13	43,48-	45,83-
14	البرازيل	12	13	12	13	16	16	16	17	17	15	13	13,33-	8,33
15	أوكرانيا	8,4	8,8	9,2	10	11	10	11	14	15	15	12	20,00-	42,86
	باقي العالم	151	154	163	159	158	143	129	140	147	136	111	18,38-	26,49-
	الوارداتالعالمية للفحم	677	710	779	833	840	809	811	851	875	876	812	7,31-	19,94
	وارداتعالميةفحم الكوك	17	16	15	17	20	20	19	19	21	19	17	10,53-	0

المصدر: موقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية 2022- https://www.eia.gov/

من خلال الجدول رقم 03 يتضح لنا:

-أن الصين تحتل المرتبة الأولى عالميا في إنتاج الفحم، إلا أنها تحتل المرتبة الأولى عالميا أيضا في استوراد الفحم بقيمة 168 مليون طن عام 2019، وارتفعت القيمة بنسبة 1.79٪عام 2020، وقدرت نسبة التغير خلال الأعوام 10 ب +71.00، وهذا كله بسبب نسبة السكان العالية فيه مما يستوجب هذه الكميات الكبيرة من الفحم وعدم كفايته المحلية لكمية الفحم التي تنتجها داخليا.

وقيل أن السبب الرئيسي والمباشر هو أن الصين تعتمد بشكل كبير على الفحم الذي يولد 70٪من الكهرباء في البلاد باعتباره طاقة رخيصة السعر.[1]

ويمثل توليد الطاقة في الصين، بما في ذلك تدفئة المناطق، ثلث استهلاك الفحم العالمي، ويشكل استخدام الفحم الإجمالي في الصين أكثر من نصف الإجمالي العالم، ويعتمد الطلب على الفحم في الصين على الطلب المتزايد بسرعة على الكهرباء ومرونة الصناعة الثقيلة.

يأتي هذا على الرغم من عقد من الجهود القوية والمتواصلة لتنويع مزيج الطاقة في البلاد – حيث وسعت الصين خلالها قدرة الطاقة المائية والرياح والطاقة الشمسية والنووية بأكثر من أي دولة أخرى في العالم – والتحول المكثف من الفحم إلى الغاز الطبيعي في قطاعي التدفئة السكنية والصناعات الخفيف، وكما قلنا سابقا تعد الصين أيضًا أكبر منتج ومستورد للفحم في العالم، حيث تؤثر تقلبات الأسعار المحلية من اختلالات العرض والطلب على الأسواق الدولية على الفور.

-أما في المرتبة الثانية فتأتي الهند بنسبة 134 مليون طن عام 2019 حيث انخفضت القيمة بنسبة -8.96٪عام 2020، أما نسبة التغير خلال السنوات 10 كانت إيجابية وقدرت تقدر بـ +84.85٪، أما السبب في احتلالها المرتبة الثانية رغم أنها تحتل المراتب الأولى أيضا في إنتاج الفحم، هو وبطبيعة الحال نسبة السكان العالية التي تحتاج إلى نسبة توليد كهرباء عالية، حيث أنه

[1]- ما الاسباب الحقيقية وراء أزمة الطاقة في الصين؟، الموقع: https://www.aljazeera.net/، 11-10-2021، تاريخ الزيارة 2022/04/12.

يشكل الفحم الأحفوري قرابة 70٪من امدادات الكهرباء في الهند، وتستورد معظم شركات إنتاج الطاقة في الهند الفحم الرديء لخلطه بالفحم المحلي لتوليد الكهرباء.[1]

-أما في المرتبة الأخيرة من بين هذه الدول فتحتل أوكرانيا المرتبة 15 عالميا، حيث قدرت قيمتها في عام 2019 ب 15 مليون طن، وانخفضت النسبة عام 2020 بنسبة 20٪وهذا بسبب أزمة كورونا.

وفي زمام ما يحدث من حرب بين روسيا وأوكرانيا، تحاول أوروبا الخروج من أزمة الغاز الروسي الذي يتسبب في أزمة بعد الحرب الاوكرانية الروسية، وتلجأ إلى الفحم الذي عاد للحياة مع توقعات بارتفاع سعره إلى مستويات غير مسبوقة.

أما باقي العالم قدرت كمية استيراد الفحم عام 2019 ب 136 مليون طن حيث انخفضت عام 2020 بنسبة 18.38٪، وهذا بسبب ارتفاع سعره في الأسواق العالمية وسببه انهيار الاقتصاد العالمي أثر أزمة كورونا العالمية.

[1]- الهند تواصل استيراد الفحم، جريدة العرب الدولية، الشرق الأوسط، الأحد 24 شعبان 1443هـ، 27 مارس 2022م رقم العدد (15825).

ثانيا: صادرات الفحم في العالم خلال الفترة 2010 -2020

تتعدد الدول المصدرة للفحم، وتتمثل أهمها في كل من أستراليا وأندونيسيا، والجدول التالي يوضح ذلك.

الجدول رقم 04: أهم الدول المصدرة للفحم في العالم خلال الفترة 2010 -2020

الوحدة: مليون طن متري

الترتيب	السنوات / البلد	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	نسبة التغير آخر سنتين	نسبة التغير عبر 10 سنوات
01	أستراليا	194	188	204	234	256	259	257	250	252	260	258	0,77-	32,99
02	إندونيسيا	151	167	178	197	197	190	189	197	203	220	203	7,73-	34,44
03	روسيا	86	79	89	94	101	105	112	132	139	145	144	0,69-	67,44
04	جنوب إفريقيا	47	47	51	51	51	51	51	56	53	52	50	3,85-	6,38
05	كولومبيا	41	45	47	44	53	46	55	56	55	47	45	4,26-	9,76
06	ولايات متحدة الأمريكية	53	69	78	73	61	46	39	60	71	58	43	25,86-	18,87-
07	كندا	21	21	22	25	22	19	19	19	20	22	20	9,09-	4,76-
08	منغوليا	12	12	12	13	13	10	18	23	25	26	20	23,08-	66,67
09	هولندا	16	18	20	24	23	22	22	20	18	17	12	29,41-	25,00-
10	موزمبيق	0,1	0,5	2,1	3	3,6	4,1	5,3	8,8	9,5	8,1	5,2	35,80-	5100,00
11	فلبيني	1,9	1,5	1,6	1,8	2,9	1,7	3,7	3,2	2,7	5,5	4,1	25,45-	115,79
12	بولندا	4,8	3,4	3,4	5,1	4,4	4,6	4,6	3,9	3	2,7	2,8	3,70	41,67-
13	الصين	11	8,9	5,6	4,5	3,5	3,4	5,5	5	3,1	3,7	2	45,95-	81,82-
14	زخستان	13	4,6	5,2	3,8	4	4,2	2,6	3,8	2,1	1,6	1,6	0,00	87,69-
115	إسبانيا	0,9	0,7	1,1	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,9	1,2	33,33	33,33
	باقي العالم	35,3	36,4	37	36,4	30,2	24,7	25	12,1	9,4	9,5	9,1	4,21-	74,22-
	صادرات عالمية للفحم	688	702	757	810	826	791	809	850	866	879	821	6,60-	19,33
	صادرات فحم الكوك	16	16	15	17	19	19	20	19	21	18	17	5,56-	6,25

المصدر: موقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية2022- https://www.eia.gov/

من خلال الجدول أعلاه يتضح لنا ما يلي:

تحتل كلا من أستراليا، إندنوسيا، روسيا، جنوب فريقيا، كولومبيا، المراتب الخمس الأولى في تصدير الفحم عالميا، حيث كانت قيمتهم بالمليون طن عام 2019 بالترتيب كالتالي: 260-22-145-52-47.وشهدت هذه النسب انخفاض في عام 2020 بـ: -0.77%، -7.73%، -0.69%، -3.85%، -4.26%.

-ارتفعت الصادرات من جميع أنواع الفحم بنسبة 1.3٪ في عام 2019 إلى 278 مليون طن، هذا هو أقل معدل نمو منذ عام 2016.

-اندونيسيا، استراليا و روسيا ما زالت الجهات الرئيسية التي تقدم في جميع أنحاء العالم الفحم؛ في الولايات المتحدة و كولومبيا لديها معدلات سلبية من رقمين على أساس سنوي.

وجهة معظم الواردات هي آسيا والصين، الهند، اليابان و كوريا، وتضاعفت الواردات إلى فيتنام عن العام السابق وانخفضت واردات الاتحاد الأوروبي بمقدار الخمس

لقد تغيرت البلدان الرئيسية لتجارة الفحم على مدى العقود الثلاثة الماضية، بالنسبة لكل من الصادرات والواردات.

-في الوقت الحاضر، اندونيسيا واستراليا تمثل أكثر من نصف الصادرات العالمية، وفي عام 1990، كانت أستراليا والولايات المتحدة المصدرين الرئيسيين بحوالي خمس لكل منهما، ولكن منذ ذلك الحين انخفضت الحصة الناشئة في الولايات المتحدة بشكل كبير، إلى أقل من 6٪ من عام 2000، دول مثل منغوليا و كولومبيا أصبحت أكثر أهمية ومع ذلك، فإن أقوى نمو خلال الثلاثين عامًا الماضية جاء من إندونيسيا، التي تمثل الآن ما يقرب من ثلث سوق صادرات الفحم العالمية[1].

على صعيد الواردات، تشتري الصين حاليًا خُمس الفحم المطروح في السوق الدولية، ولكن في عام 2000 كان وجوده ضئيلًا، على العكس من ذلك، كان الاتحاد الأوروبي المستورد الرئيسي في عام 1990، وقام بتخفيض وارداته من الفحم باستمرار منذ ذلك الحين، من امتلاك 35.4٪ من الحصة العالمية إلى أقل من 10٪ حاليًا، كانت فيتنام هي المفاجأة الكبرى في العقد الماضي، حيث تحولت من مصدر إلى مستورد في عام 2005 وزاد الطلب على مر السنين منذ ذلك الحين.

كانت إندونيسيا هي الأكثر تصديرًا، وأظهرت أيضًا أعلى معدل نمو، مضيفة 21 مليون طن إلى رقم العام السابق .وكانت البلدان الأخرى مع زيادة كبيرة في صادرات أستراليا، جنوب أفريقيا و الفلبين، وهذا الأخير جعل ثلاثة أضعاف الصادرات في عام 2018، وفي المقابل

[1]- المصدر: https://www.skynewsarabia.com/، تاريخ الزيارة: 2022/04/26.

فإن الولايات المتحدة شهدت أكبر انخفاض في الصادرات، مع واحد أقل خمس مما كانت عليه في العام السابق، بسبب انخفاض الاستخراج في أحد المناجم الرئيسية وحالات الجفاف التي أوقفت العمليات، واصلت كولومبيا خفض الصادرات، أقل بمقدار 12 مليون طن في عام 2019 مقارنة بعام 2018، بنسبة -14.4٪.

وفي عام 2019، كانت الصين والهند مرة أخرى المستوردين الرئيسيين للفحم، مع 298 و 247 مليون طن على التوالي، كلاهما بكميات أعلى من العام السابق، + 6.3٪ و + 11.0٪ على التوالي، حدث أكبر نمو في الواردات في فيتنام، حيث تضاعف حجم استيراد الفحم تقريبًا، حيث وصل الآن إلى 44 مليون طن (+21 مليون طن، + 94.8٪. بعيدًا عن آسيا، خفض الاتحاد الأوروبي واردات الفحم بمقدار الخمس، وانخفض إلى 33مليون طن من 134 مليون طن، ليصل إلى الحد الأدنى التاريخي.[1]

-كانت نسبة صادرات باقي دول العالم عام 2019 تقدر ب 9.5 مليون طن، أما في العام الموالي قدرت ب 9.1 مليون طن، أي انخفضت بنسبة 4.21٪.

74.22٪هي نسبة تغير الصادرات في باقي دول العالم خلال السنوات 10 وتعتبر نسبة سالبة، فنلاحظ أنها انخفضت بشكل كبير وهذا بسبب الأزمات العالمية التي شهدها العالم، ومثال ذلك أزمة كورونا التي أدت إلى ركود في اقتصاديات الدول المحلية مما أدى إلى اكتفائها بكمية الفحم التي تنتجها وعدم تصديرها بكميات كبيرة.[2]

قدرت قيمة الصادرات العالمية للفحم في العامين 2019-2020 على التوالي تقدر ب 879 ملون طن و 821 مليون طن، وقد قدرت نسبة التغير خلال 10 سنوات موجبة ب +19.33٪.

[1]- وكالة الطاقة الدوليةIEA، www.eia.gov.

[2]- المصدر: https://al-ain.com/article/، تاريخ النشر/ 2022/1/1، تاريخ الزيارة/ 2022/4/4.

18 مليون طن هي قيمة صادرات فحم الكوك في العالم عام 2019 وقد انخفضت القيمة بنسبة 5.56٪في العام الموالي 2020، اما نسبة التغير خلال الأعوام 10 قدرت ب +6.25٪ وهو إيجابي التحويل أي زادت صادرات فحم الكوك عبر العالم.

ثالثا: إحتياطات الفحم في العالم خلال الفترة 2010 -2020

بلغت إحتياطات الفحم سنة 2010 بـ 120.73 مليار طن، وانخفضت سنة 2019 إلى 106.71 مليار طن، والجدول أدناه يمثل ذلك.

الجدول رقم 05:

أهم الدول التي تمتلك أكبر احتياطات الفحم في العالم خلال الفترة 2010-2020

الوحدة: مليار طن متري

ترتيب	السنوات / البلد	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	نسبة التغير آخر سنتين	نسبة التغير عبر 10 سنوات
1	الولايات المتحدة الأمريكية	260	259	258	257	256	255	254	253	253	252	0,27-	2,87-
2	روسيا	176	177	177	177	177	177	177	177	179	179	0	1,35
3	الصين	126	126	126	141	145	147	150	153	156	156	0	23,66
4	أستراليا	89	112	116	117	117	160	160	160	164	164	0	84,28
5	الهند	88	90	94	96	100	104	108	111	117	117	0	33,27
6	إندونيسيا	19	25	25	25	25	25	25	25	44	44	0	132,53
7	ألمانيا	45	45	45	44	40	40	40	38	40	40	0	11,49-
8	بولندا	19	21	22	23	24	27	28	30	30	30	0	52,59
9	كارزخستان	21	19	28	28	28	28	28	28	28	28	0	36,56
10	نيوزيلندا	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0	0
11	صربيا	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0	0
12	البرازيل	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0	0
13	كندا	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0	0
14	كولومبيا	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	7,91-
15	فيتنام	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0
	باقي العالم	121	120	120	127	125	130	130	129	107	107	0	11,6-
	الإحتياطي العالمي للفحم	**1004**	**1034**	**1050**	**1075**	**1077**	**1133**	**1139**	**1144**	**1157**	**1156**	**0,06-**	**15,18**

المصدر: موقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية 2022- https://www.eia.gov/

من خلال الجدول رقم 05 يتضح لنا :

1-تحتل الولايات المتحدة الأمريكية المرتبة الأولى عالميا في احتياطي الفحم حيث قدر احتياطها عام 2019 يقدر ب 252 مليار طن متري، ونسبة التغير خلال 2010-2019 كانت سالبة بنسبة -2.87٪،وهذا بسبب

أن أمريكا تمتلك أكبر مناجم للفحم الحجري في العالم، فنجد أنه يساهم بنسبة 37 بالمئة في توليد الكهرباء حاليا، لكن هذه النسبة من المتوقع أن تقل لتصبح 32٪عام 2040، نتيجة للآثار الضارة على البيئة والإنسان، وحاليا الغاز يشارك بنسبة 30٪في توليد الكهرباء، ومن الموقع أن تزيد هذه السنة لتصبح 35٪عام 2040.

تأتي في المرتبة الثانية روسيا بقيمة 179 مليار طن متري عام 2019، ونسبة التغير خلال السنوات الأخيرة كانت موجبة +1.35٪.

بما يعادل 19٪من الإجمالي العالمي، معظم احتياطات الفحم في روسيا هي في كوزنيتسك وأحواض كانسك أتشش سنيك، كما قامت روسيا يوم 10-09-2020باطلاق أكبر منجم للفحم في منطقة ياقوتيا، ويعتبر أيضا مجمع تعدين ومعالجة باستثمارات بلغت أكثر من 72 مليار روبل (نحو 960 مليون دولار)، وتبلغ احتياطات المنجم 764 مليون طن من الفحم منها 720 طن للاستخراج المفتوح.

وقدر مجمل احتياطي الفحم في باقي دول العالم عام 2019 قدرت ب 107 مليار طن، ونسبة التغير خلال آخر السنوات كانت بنسبة سالبة -11.60٪.

المبحث الثاني: مستقبل الفحم "دراسة استشرافية"

نجد أنه من بين أنواع الوقود الأحفوري الثلاثة، الفحم والنفط والغاز الطبيعي، يعد الفحم الأكثر فتكاً بالمناخ، ويتسبب بحوالي 20 في المئة من كل انبعاثات الغازات الدفيئة.

إلى ذلك، يترافق حرق الفحم مع تأثيرات بيئية أخرى، ومنها تلوث الهواء الذي يؤدي إلى ظهور الضباب الدخاني والأمطار الحمضية وأمراض في الجهاز التنفسي.

تلجأ البلدان إلى الفحم بسبب رخصه ووفرته، ولكن رغم زيادة القدرة التنافسية لمصادر الطاقة المتجددة من حيث السعر، لا يمكن التخلص من الفحم بهذه السهولة.

المطلب الأول: سيناريو التحول عن الفحم" سيناريو صافي الصفر"

يتصور سيناريو صافي الانبعاثات الصفرية لوكالة الطاقة الدولية بحلول عام 2050، أن توليد الفحم بلا هوادة سينتهي بحلول عام 2040، ولكي يظل الفحم مكونًا مهمًا في مزيج الطاقة في العديد من البلدان، تحتاج الحكومات وصناعة الفحم إلى تطوير ونشر تقنيات أقل تلويثًا وأكثر كفاءة، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر، استخدام وتخزين الكربون[1].

أولا: استراتيجية التخلي عن الفحم

يمثل التحول بعيدا عن الفحم أحد أهم الخطوات الحيوية التي يمكننا اتخاذها لمكافحة تغير المناخ، إن الحاجة إلى تحول عادل للجميع تجاه اقتصاد منخفض الانبعاثات الكربونية هي حاجة ملحة وحاسمة، لكن ذلك ليس بالأمر الهيّن، إذ يعد الإنهاء التدريجي للفحم أمرا معقدا سيستغرق بعض الوقت، فإغلاق المناجم لن يؤدي إلى فصل عمال المناجم فحسب، بل يؤثر بشكل غير متناسب على العمال في القطاعات ذات الصلة والمجتمعات المحلية بأكملها في مناطق الفحم المحيطة، ويصدق هذا بشكل خاص على المناطق المعزولة التي ترتبط فيها البنية التحتية والخدمات بأنشطة التعدين، ففي هذه المجتمعات المحلية، سيؤثر إغلاق المناجم على جميع الأنشطة الاقتصادية. ويفتقر العديد من البلدان المنتجة للفحم إلى الموارد اللازمة لحماية العمال

[1]- آخر تحديث 14 فبراير 2022. https://www.iea.org/fuels-and-technologies/coal

والمجتمعات المحلية، ومعالجة الأراضي المتضررة، والاستفادة من الفرص الاقتصادية التي يتيحها التحول بعيدا عن الفحم. إن التوقعات بمستقبل أفضل هي توقعات مقنعة، إذ يمكن للاقتصادات منخفضة الانبعاثات الكربونية أن تخلق أكثر من 200 مليون فرصة عمل صافية جديدة، في السنوات العشر القادمة في 24 اقتصادا ناشئا رئيسيا، لكن هناك حاجة إلى سياسات معينة كي يتم تقاسم منافع الاقتصاد الأخضر على نطاق واسع.

وتعد كيفية إدارة البلدان لعملية التحول أمرا بالغ الأهمية، وعلى الرغم من أن هذا التحول سيخلق ملايين الوظائف الجديدة في قطاع الطاقة النظيفة، فإن الكثير من عمال الفحم والمجتمعات المحلية الأكثر تضررا سيعانون في الحصول عليها، علاوة على ذلك، قد تكون للآثار الثقافية والنفسية والاجتماعية الأخرى آثار طويلة الأمد، لا سيما في مناطق الفحم التي تعاني بالفعل من عدم المساواة الشديدة وارتفاع معدلات الفقر.[1]

وسيتطلب السعي لتحقيق تحول عادل للجميع اتباع نهج مجتمعي شامل يراعي طائفة واسعة من أصحاب المصلحة، بما في ذلك الحكومات والقطاع الخاص والمجتمعات المحلية والأوساط الأكاديمية والمجتمع المدني. ومن شأن اتباع نهج متكامل أن يساعد في تخفيف الآثار الواقعة على الأشخاص والمجتمعات المحلية المتأثرة بالتحول، إلى استخدام الفحم، وخلق فرص اقتصادية في قطاعات أكثر استدامة، محليا وخارجيا على حد سواء. وتشمل التدابير البالغة الأهمية في:

أ- سياسات الحماية الاجتماعية للحد من تعطل الأسر، ومساعدة العمال على الانتقال إلى وظائف جديدة، والاستثمارات الحكومية في التحول الأخضر، بما في ذلك في التعليم والتدريب، والبنية التحتية، والبحث عن فرص العمل وغيرها من برامج العمل، وفي الإجراءات التدخلية على مستوى المجتمعات المحلية.

[1]- blogs.worldbank.org، يورجن فوجيل - ريكاردو بوليتي - مامتا مورثي،2021/10/18،(التحول العادل بعيدا عن الفحم أمر حيوي للبشر والكوكب).

ب-يمكن للقطاع الخاص والمجتمع المدني أن يقدما رؤى بالغة الأهمية، وتمويلا إضافيا قيما لدعم وضع نماذج اقتصادية سليمة في البيئات الحافلة بالتحديات.

ج- المشاركة المبكرة في المراحل الأولية وإقامة شراكات هادفة مع العمال، والمجتمعات المحلية وإشراكهم في اتخاذ القرارات، لتصميم حلول للانتقال إلى اقتصادات متجددة وبناء مجتمعات أكثر شمولا.

ثانيا: دور البنك الدولي في مساعدة الدول على التخلي عن الفحم

يتمتع البنك الدولي بخبرة تمتد لعشرات السنين في مساندة البلدان التي تغلق فيها مناجم الفحم، ومحطات توليد الكهرباء التي تعمل بالفحم، أينما كانت في مرحلة التحول، ويشمل ذلك النظر في أوجه الترابط بين وقف تشغيل أصول الفحم، مثل التعدين والنقل ومحطات الكهرباء ، ووضع برامج للطاقة المتجددة كي تحل محلها. ومنذ عام 1995 قدمت المؤسسة أكثر من 3 مليارات دولار لمساندة عمليات التحول عن استخدام الفحم.

وفي إطار خطة العمل بشأن تغير المناخ 2021-2025، تضاعفت الالتزامات بمساعدة البلدان على تسريع وتيرة التحول، بعيدا عن الفحم مع حماية العمال والاستثمار في المجتمعات المحلية وحماية البيئة.

وقد وضع البنك الدولي نهجا يستند إلى الدروس المستفادة من عقود من الخبرة في المرحلة الانتقالية، ووظف هذا النهج لمساعدة السلطات الوطنية والإقليمية والمحلية، في مختلف أنحاء العالم على وضع خطط عمل واضحة لتحقيق تحول عادل للجميع، وفي كل مشاركة، تساعد المساعدة التي يقدمها البنك على بناء هياكل الحوكمة، ومساندة مشاركة العمال المتضررين والمجتمعات المحلية المتضررة، وإعادة تأهيل وإعادة توظيف أراضي التعدين السابقة، ومحطات الكهرباء التي تعمل بالفحم.

ويعمل البنك مع البلدان المنتجة للفحم بجميع أحجامها للمساندة في تحقيق تحول عادل للجميع، وفي كل منطقة من مناطق العالم، كما يساعد الحكومات على الانتقال من الفحم إلى الطاقة النظيفة، والتي تضع الناس والبيئة في بؤرة التحول بعيدا عن الفحم، ويعمل البنك أيضا مع القطاع

الخاص والمجتمعات المحلية لتحقيق التوازن بين الاعتبارات الاجتماعية، والاقتصادية والإيكولوجية، عند الانتقال إلى اقتصاد منخفض الانبعاثات الكربونية[1].

وفي حالة الأسواق الصاعدة والبلدان منخفضة الدخل، يمكن للمجتمع الدولي تقديم مساعدات مالية وتقنية (من قبيل الدراية الفنية اللازمة لبناء الشبكات التي تعمل بمصادر طاقة متقطعة، كالرياح والشمس)، والحد من تمويل مصانع الفحم الجديدة[2].

ثالثا: توليد الكهرباء باستخدام الفحم بواسطة التكنولوجيا في سيناريو صافي الصفر، 2010-2050[3]

يمكن أن يساعد التعديل التحديثي لمحطات الطاقة التي تعمل بالفحم باستخدام CCUS في منع احتباس الانبعاثات، خاصة للاقتصادات الناشئة في آسيا، حيث يلعب الفحم دورًا مهمًا في تحقيق أهداف أمن الطاقة، وحيث تم بناء الكثير من الأسطول الحالي مؤخرًا فقط.

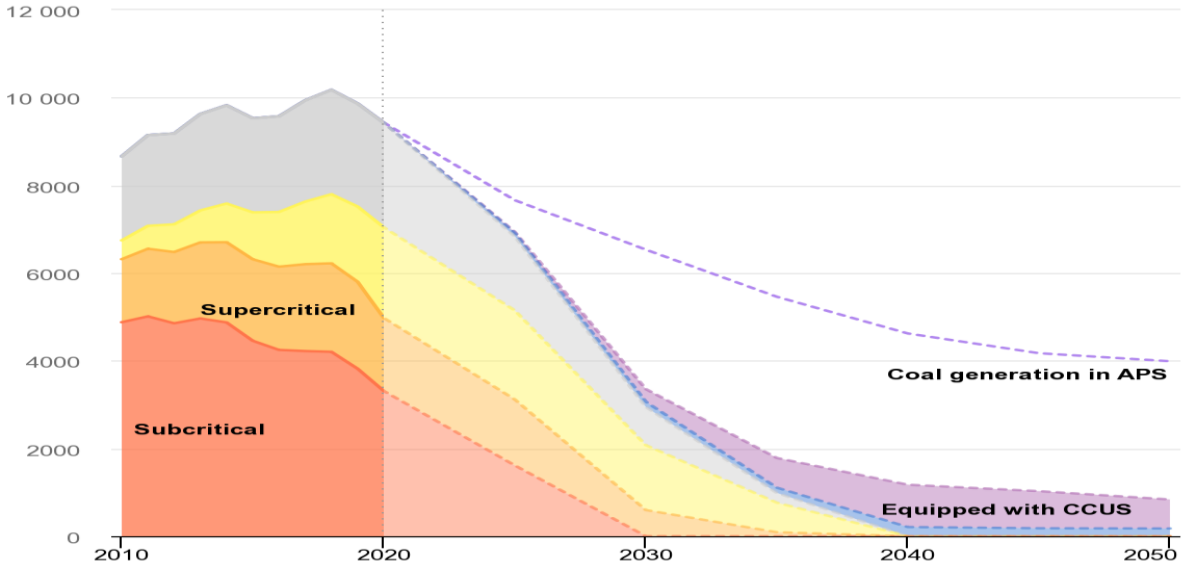
[1]- المرجع السابق.

[2]- المستقبل الأكثر خضرة يبدأ بالتحول إلى بدائل الفحم، بقلم: كريستيان بوغمانز وكلير مينجيي لي، 8ديسمبر 2020، www.imf.org

[3]- مرجع نفسه، تاريخ الزيارة: 2022/02/10.

الشكل رقم 01:

توليد الكهرباء باستخدام الفحم بواسطة التكنولوجيا في سيناريو صافي الصفر،2010-2050



المصدر: وكالة الطاقة الدولية 2022- https://www.iea.org/

لقد حفز الزخم الجديد لـCCUS خططًا لما يقرب من 10 محطات طاقة، تعمل بالفحم باستخدام CCUS حول العالم، يمكن للحكومات والصناعة تسريع اعتماد CCUS في العقد المقبل من خلال :

* خلق ظروف الاستثمار المثلى من خلال وضع قيمة عالية لخفض الانبعاثات وتقديم الدعم المباشر لمشاريعCCUSالمبكرة .

* التنسيق والاكتتاب في تطوير المحاور الصناعية مع البنية التحتية المشتركة لثاني أكسيد الكربون .

* تحديد وتشجيع تطوير تخزين ثاني أكسيد الكربون في المناطق الرئيسية .

* تشجيع الابتكار لخفض التكاليف ودعم الجيل القادم من تقنيات الالتقاط .

رابعا: تحديث المحطات التي تعمل بالفحم باستخدام تقنيةCCUS

يمكن أن يكون الاحتراق المشترك للوقود منخفض الكربون مثل الأمونيا، أو الطاقة الحيوية المستدامة في محطات الفحم، طريقة أخرى لتقليل الانبعاثات من أسطول الطاقة الحالي.

الأمونيا التي لا ينبعث منها ثاني أكسيد الكربون عند حرقها، هي وقود بديل لتقليل الانبعاثات من محطات الطاقة التي تعمل بالفحم، لذلك في إطار Net Zero Scenario، يتم إدخال الحرق المشترك للأمونيا في بعض محطات الطاقة التي تعمل بالفحم بحلول عام 2025. كما هو الحال معCCUS، يمكن أن يكون استخدام الأمونيا في الحرق المشترك، مفيدًا بشكل خاص في المناطق التي يكون فيها الأسطول الحراري صغيرًا .

* في فبراير 2021، أصدرت وزارة الاقتصاد والتجارة والصناعة اليابانية تقريرًا مؤقتًا يسعى إلى توسيع استخدام الأمونيا، ويدعو على وجه التحديد إلى خارطة طريق لدعم حوالي 3 مليون طن من الأمونيا النظيفة سنويًا بحلول عام 2030 و 30 مليون طن سنويًا في عام 2050.

* كما أعلنت شركةJERA اليابانية بالفعل عن خطط لإثبات 20٪ من الإشعال المشترك للأمونيا، في وحدة تعمل بالفحم بقدرة 1 جيجاوات بحلول عام 2025، سيكون هذا أول مشروع تجريبي في العالم للمشاركة في إطلاق كمية كبيرة من الأمونيا، في مصنع فحم تجاري واسع النطاق.

وفي عام 2021 أعلنت وزارة الطاقة والموارد المعدنية الإندونيسية، عن مسودة خطة تتطلب الإشعال المشترك، للكتلة الحيوية في محطات الطاقة التي تعمل بالفحم، الخطة هي جزء من جهود الدولة للتخلص التدريجي من محطات تعمل بالفحم، والتي تمثل حوالي 60٪ من توليد الكهرباء.[1]

[1]- المرجع السابق، تاريخ الزيارة: 2022/02/10.

خامسا: التخلص التدريجي من محطات الفحم غير الفعال[1]

في إطار سيناريو صافي الصفر، يتم التخلص التدريجي من جميع محطات الطاقة التي تعمل بالفحم دون الحرجة بحلول عام 2030، للبقاء على الطريق إلى صافي انبعاثات صفرية بحلول عام 2050. وهذا يتطلب إغلاق 870 جيجاوات من قدرة الفحم على مستوى العالم، أو حوالي 11٪ من إجمالي الطاقة الكلية، و يمكن للحكومات أن تلعب دورًا رئيسيًا في ضمان، أن لا تضر عمليات التخلص التدريجي الأولية باستقرار الشبكة أو النشاط الاقتصادي. كما أعلنت اليابان عزمها على التخلص التدريجي من محطات الطاقة الأقل كفاءة، التي تعمل بالفحم بحلول عام 2030 .

المطلب الثاني: تعهدات الدول للتخلي عن الفحم

التخلي النهائي عن الفحم هو أمر ضروري كمصدر من مصادر الطاقة لإنتاج الكهرباء، وذلك لتأثيره السلبي على المناخ بشكل عام، على الرغم من عدم وضوح البرنامج الزمني، سنتطرق لأهم التعهدات من أجل التخلي عن الفحم كمصدر طاقوي.

أولا: تعهدات قمة المناخ كوب 26 غلاسكو

منذ اتفاقية باريس في عام 2015، تعهدت 53 دولة والاتحاد الأوروبي بتحقيق صافي انبعاثات صفرية ومع ذلك، اعتبارًا من منتصف عام 2021، التزمت 21 دولة فقط تستخدم الفحم بلا هوادة لتوليد الكهرباء بالتخلص التدريجي منه، في حين أن سياسات التخلص التدريجي لا تغطي سوى حصة صغيرة من قدرة توليد الفحم، ويجب على كل بلد أن يصمم سياسات لظروفه الخاصة، حيث يجب الأخذ بالاعتبارات الرئيسية التالية: التأثيرات المحتملة على الاقتصاد المحلي، وسعر الكهرباء وأمن إمدادات الكهرباء ، وتعتمد هذه الاعتبارات بدورها على عوامل مثل الحصة الحالية للفحم في توليد الكهرباء ؛ نمو الطلب على الكهرباء، الهامش الاحتياطي ؛ توافر مصادر بديلة لتوليد

[1]- https://www.iea.org/reports/coal-fired-power, تاريخ الزيارة: 2022/03/15 .

الطاقة؛ دعم البنية التحتية للشبكة، بما في ذلك الترابط؛ وما إذا كان الفحم المحلي يمد محطات الطاقة[1].

وقد جاء مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ في غلاسكو(COP26) من 31 أكتوبر 2021 إلى غاية 12 نوفمبر 2021، بحضور 120 من قادة العالم وأكثر من 40000 مشارك مسجل، بما في ذلك 22274 مندوبًا و14124مراقباً. وتمثلت أهم نتائجه في ميثاق غلاسكو للمناخ، وهذا ما يضع العالم في مسار أكثر استدامة وأقل إنتاجا للكربون[2].

ما تم الاتفاق عليه:

لقد أعادت الدول التأكيد على هدف اتفاق باريس المتمثل في الحد من الزيادة في متوسط درجة الحرارة العالمية، إلى أقل بكثير من درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الحقبة الصناعية، ومواصلة الجهود للحد منها إلى 1.5 درجة مئوية، وقد ذهبوا إلى أبعد من ذلك، معربين عن "**حالة الإستنفار والقلق**"، البالغ من أن الأنشطة البشرية، تسببت في ارتفاع درجة حرارة حوالي 1.1 درجة مئوية حتى الآن، وأن الآثار محسوسة بالفعل في كل منطقة، وأن ميزانيات الكربون المتسقة مع تحقيق هدف درجة حرارة اتفاق باريس هي الآن صغيرة، ويتم استنفادها بسرعة، لقد أدركوا أن تأثيرات تغير المناخ ستكون أقل بكثير عند زيادة درجة الحرارة بمقدار 1.5 درجة مئوية مقارنة بـ 2 درجة مئوية.

كما شددت الدول على الضرورة الملحة للعمل في هذا "**العقد الحرج**"، حيث يجب خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 45 في المئة، للوصول إلى صافي صفري في منتصف القرن تقريبًا. ولكن مع فشل خطط المناخ الحالية، المساهمات المحددة وطنياً، في تحقيق الطموح، يدعو ميثاق غلاسكو للمناخ جميع البلدان إلى تقديم خطط عمل وطنية أقوى في العام المقبل، بدلاً من عام 2025، وهو الجدول الزمني الأصلي، كما دعت البلدان اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية

[1]– بيرول فاتح بيرول: المدير التنفيذي لوكالة الطاقة الدولية، ديفيد مالباس: رئيس مجموعة البنك الدولي، التعليق – 8 أكتوبر 2021. https://www.iea.org/commentaries/it-s-critical-to-tackle-coal-emissions

[2]- مؤتمر كوب 26، الموقع: https://www.un.org/ar/climatechange/cop26، تاريخ الزيارة: 2022/04/22.

بشأن تغير المناخ إلى إعداد تقرير تجميعي سنوي للمساهمات المحددة وطنيًا، لقياس المستوى الحالي للطموح.

وفي قرار هو الأكثر إثارة للجدل في غلاسكو، وافقت الدول في نهاية المطاف على بند يدعو إلى التخلص التدريجي من طاقة الفحم، والتخلص التدريجي من دعم الوقود الأحفوري "**الغير الفعال**" وهما قضيتان رئيسيتان، لم يتم ذكرهما صراحة في قرارات محادثات الأمم المتحدة بشأن المناخ من قبل، على الرغم من أن الفحم والنفط والغاز يمثلون المحركات الرئيسية للاحتباس الحراري العالمي، كما أعلن قادة من جنوب إفريقيا، والمملكة المتحدة، والولايات المتحدة، وفرنسا، وألمانيا، والاتحاد الأوروبي، عن شراكة رائدة لدعم جنوب إفريقيا باعتبارها أكبر منتج للكهرباء من الفحم في العالم بقيمة 8.5 مليار دولار، على مدى 3-5 سنوات القادمة للانتقال العادل من الفحم إلى اقتصاد منخفض الكربون[1]. والشكل التالي يوضح ذلك.

[1]- مؤتمر كوب 26، الموقع: https://www.un.org/ar/climatechange/cop26، تاريخ الزيارة: 2022/04/22.

الشكل رقم 02: أكثر 10 دول تستخدم الفحم في توليد الكهرباء

المصدر: https://attaqa.net/، 01 نوفمبر 2021

ستقوم الدول الرئيسة التي تستخدم الفحم، بما في ذلك كندا وبولندا وأوكرانيا وفيتنام، تدريجيًا من التخلص من استخدام الفحم لتوليد الكهرباء، وسوف تُفعل الاقتصادات الأكبر هذا الاتفاق في ثلاثينات القرن الحالي، بينما ستُمنح الاقتصادات الأصغر مهلة أكبر لتفعيله في أربعينات القرن.

إلّا أن بعض أكبر الاقتصادات المعتمدة على الفحم في العالم، بما في ذلك أستراليا والصين والهند والولايات المتحدة، بما أنها لم تشارك في الاتفاق، رأى خبراء وناشطون أن المواعيد النهائية للتخلص التدريجي من الفحم التي وقّعت عليها البلدان "**ذات مدى بعيد جدًا**".

كان الهدف "جعل الفحم جزءًا من الماضي" محورًا رئيسًا للمملكة المتحدة بوصفها مضيفًا لقمة المناخ كوب26، التي تهدف إلى وضع العالم على المسار الصحيح للحدّ من الاحتباس الحراري عند 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الصناعة.

إن اتفاق التخلص التدريجي من الفحم يُعدّ ركيزة أساسية لإستراتيجية المملكة المتحدة، إذ حددت هدفًا أساسيًا، للقمة يتمثل في حمل الدول، على وضع خطط وطنية لخفض الانبعاثات، من شأنها تقلل انبعاثات الاحتباس الحراري إلى النصف بحلول عام 2030، مقارنة بمستويات عام 2010.

ورحّب العديد من النشطاء بالاتفاق حول الفحم، والذي تضمّن أيضًا التزامًا من أكثر من 20 دولة، تشمل الولايات المتحدة والمملكة المتحدة والدنمارك، بوقف تمويل أيّ تطوير للوقود الأحفوري في الخارج بحلول نهاية عام 2022، وتحويل نحو 8 مليارات دولار سنويًا إلى الاستثمار في الطاقة النظيفة.

ومن جانبها، طالبت وكالة الطاقة الدولية بضرورة وقف جميع عمليات التطوير الجديدة للوقود الأحفوري، بدءًا من هذا العام، وعلى الرغم من أن إندونيسيا والفلبين لم توقّع على اتفاق التخلص التدريجي من الفحم، فإنها اتفقت على صفقات ستؤدي إلى الوقف المبكر للعديد من خطط الطاقة الحالية التي تعمل بالفحم[1].

ثانيا: تعهدات الدول

تعهدت الصين أكبر منتج ومستهلك للفحم عالميًا بتحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2060، في حين ترغب العديد من الأسواق الرئيسة الأخرى مثل الاتحاد الأوروبي، والولايات المتحدة، واليابان، في الوصول إلى هذا الهدف بحلول منتصف القرن الحالي.

وفي الآونة الأخيرة، وعدت مجموعة الدول الـ7 باتخاذ المزيد من الإجراءات، لتسريع مرحلة الانتقال بعيدًا عن الفحم، مشيرةً إلى أن توليد الكهرباء من الفحم هو أكبر سبب منفرد لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

وأعلنت المجموعة التزامها بإنهاء الدعم الحكومي المباشر الجديد لتوليد الكهرباء من الفحم، بحلول عام2030.

كما تتجه العديد من دول العالم إلى زيادة قدرة توليد الكهرباء عبر مصادر الطاقة المتجددة والغاز، مع تضاؤل الاستثمار في المحطات التي تعمل بالفحم، وبحسب تقرير صادر عن مؤسسة كربون تراكر، فإن الاستثمارات في مصادر الطاقة المتجددة تفوقت على الاستثمارات في الفحم الجديد، في جميع الأسواق الرئيسية من حيث التكلفة.ووفقًا لتقرير كربون تراكر، تفوقت مصادر

[1]- داليا الهمشري، 04 نوفمبر 2021، موقع: https://attaqa.net/2021/، تاريخ الزيارة: 2022/02/12.

الطاقة المتجددة على 77% من أسطول تشغيل الفحم العالمي، وسترتفع هذه النسبة إلى 98% بحلول عام 2026 و99% بحلول نهاية العقد.

ونظرًا إلى أن التقنيات الحديثة بما في ذلك التخزين طويل الأجل للطاقة في البطاريات والهيدروجين الأخضر، أصبحت قابلة للتطبيق لدعم مصادر الطاقة المتجددة، فمن المرجح أن يتسارع تراجع الفحم، وبحلول عام 2050، من المتوقع أن تصل الواردات العالمية من الفحم الحراري المنقول بحرًا إلى 600 مليون طن سنويًا بانخفاض 37% عن مستويات هذا العام[1].

المطلب الثالث: استحالة التخلي عن الفحم

أولا: نهاية ليست وشيكة

يرى رئيس قسم الفحم الحراري ديل هازلتون، أن نهاية الفحم ليست وشيكة، حتى بحلول عام 2050، لكن من المرجح الآن أن يكون تراجع إنتاجه بدايةً من عام 2030 وما بعده أكثر حدة، ويشير تقرير وود ماكنزي إلى أن الزيادة الأخيرة في الطلب على الفحم وأسعاره مدفوعة بمجموعة من العوامل، لا سيما تعافي النشاط الاقتصادي بعد انحسار أزمة كورونا، وموسم الشتاء البارد في معظم أنحاء آسيا وأوروبا، الذي أدى إلى استنفاد المخزونات، وأدى الحظر الذي فرضته الصين على واردات الفحم الحراري من أستراليا العام الماضي إلى إعادة تشكيل التدفقات التجارية، وعزّز أسعار المنتجين الآخرين مع البحث عن مصادر بديلة للإمدادات، فعلى سبيل المثال، حدّدت إندونيسيا هذا الشهر سعر الفحم القياسي عند أعلى مستوى منذ أكثر من عقد، والبالغ115.35 دولارًا للطن، وتشير تقديرات وود ماكنزي إلى ارتفاع الواردات العالمية من الفحم الحراري المنقول بحرًا بنسبة 11% العام الماضي، مع توقعات نموها بنسبة 6% هذا العام، و3% أخرى العام المقبل، وبحسب التقرير فإن انتعاش الطلب على الفحم قد يستمر لمدَّة عامين، مع

[1] – مستقبل الفحم، تعافٍ قصير الأجل يعقبه هبوط مستدام (تقرير)، أحمد شوقي، 2021/06/21، www.attaqa.net.

حقيقة أن الصين والهند وغيرهما من الاقتصادات الناشئة لا تزال تبني محطات كهرباء تعمل بالفحم.[1]

ثانيا: مظاهر عدم التخلي عن الفحم من قبل الصين

1- الصين تطور ثلاثة مناجم للفحم بمليارات الدولارات ضربة جديدة للمناخ:

تنوي الصين استثمار مليارات الدولارات لتطوير 3 مشروعات لإنتاج الفحم، في وقت يتطلع فيه دعاة المناخ وقادة العالم للتخلي عن الوقود الأحفوري، والاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة. وتخطط اللجنة الوطنية للتنمية والإصلاح الصينية لاستثمار أكثر من 24 مليار يوان (3.8 مليار دولار)، لإنتاج قرابة 19 مليون طن من الفحم سنويًا.

وأعطت اللجنة الضوء الأخضر، لتطوير منجمين في مقاطعة شنشي بشمال غرب البلاد، ومنجم آخر في منغوليا الداخلية.ومن المرجح أن تموّل البنوك المشروعات الجديدة، وسيعتمد كل من المشروعات على قرابة 70% من التمويل المصرفي، وهو ما يتناقض مع وعود المؤسسات المصرفية حول العالم بعدم الاستثمار في قطاع الوقود الأحفوري.

2- أمن الطاقة على رأس الأولويات:

تأمل الحكومة الصينية من خلال مناجمها الجديدة تجنّب تكرار أزمة الطاقة التي شهدتها البلاد، في نهاية العام الماضي، وتأتي هذه الخطوة عقب الطفرة الهائلة في نشاط المناجم بأواخر العام الماضي، عندما عززت البلاد الإنتاج إلى مستويات قياسية خوفًا من ارتفاع هائل في الأسعار الناجم عن أزمة الطاقة.

ومع أن الصين وضعت أهدافًا مناخية طموحة ووعدت بالتفرد في تصنيع الطاقة المتجددة، فإن قادتها وضعوا أمن الطاقة على رأس أولوياتهم، وتعهدوا بمواصلة دعم الفحم.

كما ذكرت وكالة شينخوا أن مجلس الدولة الصيني أكد خلال اجتماع رفيع المستوى بالأسابيع الماضية، التركيز على أمن الطاقة والنمو الاقتصادي، وقرر المجلس الحد من القيود

[1]- مرجع سابق.

المفروضة على قطاع الفحم من خلال زيادة الإمدادات ودعم محطات الكهرباء التي تعمل بالفحم، لتواصل عملها بكامل طاقتها وإنتاج المزيد من الكهرباء لتلبية الطلب المحلي[1].

[1]- الصين تطور 3 مناجم للفحم بمليارات الدولارات.. ضربة جديدة للمناخ(تقرير مي مجدي) 2022/02/22. www.attaqa.net

3- ضربات موجهة لدعاة المناخ:

في الوقت نفسه، أعلنت بكين عن خطط تحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2060، على عكس السياسات التي أعلنتها أغلب الدول الأخرى والإقرار بتحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2050.

لكن قرارات الحكومة الأخيرة بمساعدة محطات الكهرباء التي تعمل بالفحم، أثارت قلق الجماعات البيئية بشأن الأهداف المناخية في البلاد، فما تزال بكين تعتمد على توليد قرابة ثلثي الكهرباء من الفحم، ويمثّل البلد الآسيوي قرابة ثلث انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية، ويعدّ ذلك أكثر من انبعاثات الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي، ولهذا السبب هناك ضرورة ملحّة لاتخاذ إجراءات فعالة تهدف لخفض الانبعاثات في الصين.

4- الصين تواصل دعم الفحم وتنشئ محطة كهرباء ضخمة بـ1.1 مليار دولار:

وصل إنتاج الفحم في الصين إلى مستويات قياسية عام 2022، إذ شجعت الحكومة عمّال المناجم على زيادة الإنتاج من الوقود الأحفوري لحماية إمدادات الطاقة، واستخرج أكبر منتج ومستهلك للفحم في العالم خلال شهر ديسمبر عام 2021 نحو 384 مليون و67 ألف طن من الوقود الأحفوري، متجاوزًا الرقم القياسي السابق في نوفمبر عام 2020 البالغ 370 مليون و84 ألف طن. وكان هذا بمثابة ضربة لنشطاء المناخ بعد أشهر من محادثات مؤتمر كوب 26 التي نظمتها الأمم المتحدة في غلاسكو[1].

ثالثا: العقبات أمام إلغاء استخدام الفحم:

غالبا ما يستغرق الأمر عدة عقود للتخلص بالتدريج من استخدام الفحم، فقد استغرق الأمر من المملكة المتحدة 46 عاما، لتخفيض استهلاكه بنسبة 90% عن الذروة التي بلغها في سبعينات القرن الماضي، وعبر مجموعة من البلدان، انخفض استخدام الفحم بنسبة 2,3% فقط سنويا في الفترة 1971-2017 وبهذا المعدل، يمكن أن يستغرق الأمر 43 عاما للتخلص من استخدام الفحم

[1]- المرجع السابق.

نهائيا، بدءا من السنة التي بلغ فيها الاستهلاك ذروته، وهناك عدة عوامل تجعل الابتعاد عن استخدام الفحم أمرا صعبا، وهي كالتالي:

*يصعب التخلص من استخدام الفحم في الصناعة، الذي يتركز في الأسواق الصاعدة، وإبداله بمصادر أخرى للطاقة، فالتكنولوجيات القائمة على الهيدروجين تتيح مسارا لتخضير إنتاج الحديد الصلب، ولكن الحوافز ضعيفة حاليا نظرا لتسعير الكربون بشكل منقوص.

* تمثل محطات توليد الكهرباء من الفحم أصولا طويلة الأمد حيث تم تصميمها لفترة حياة لا تقل عن 30 إلى 40 عاما، وبمجرد بنائها، يستمر بقاء المحطات العاملة بالفحم ما لم تطرأ تغيرات حادة في تكاليف مصادر الطاقة المتجددة أو تحدث تدخلات من صناع السياسات.

* إن الابتعاد عن الفحم عادة ما يتسبب في خسائر لصناعة التعدين المحلية والعاملين فيها، وفي كبرى البلدان المستهلكة للفحم، كالصين والهند، قد تتسبب المصالح القوية لصناعة التعدين المحلية إلى تعقيد التخلص من الفحم وتأخير حدوثه، وفي الولايات المتحدة، تسببت سرعة التحول من الفحم إلى الغاز الطبيعي في انخفاض التشغيل في مناجم الفحم، ووصول حالات الإفلاس إلى رقم قياسي بين شركات التنقيب عن الفحم، وحدوث انخفاض حاد في أسهم هذه الشركات، ومن شأن حدوث تحول مماثل في بعض البلدان المنتجة للفحم أن يعرض الاستقرار المالي للخطر، حيث تتحمل البنوك خسائر الاستثمارات في المناجم التي يتوقف استخدامها ومحطات توليد الكهرباء العاملة بالفحم ، ما يطلق عليه اسم "الأصول المُهمَلة" (strandedassets).[1]

[1]– المستقبل الأكثر خضرة يبدأ بالتحول إلى بدائل الفحم، بقلم: كريستيان بوغمانز وكلير مينجيي لي، مرجع سبق ذكره.

خلاصة الفصل الثاني:

بالرغم من السيطرة التامة للطاقات التقليدية على سوق التبادلات التجارية الخارجية الطاقوية، غير أن هذه الطاقات تشهد تطورات متسارعة، سواءا من ناحية كمية التصدير، أو الاستيراد أو من ناحية كمية الطاقة المتبادلة.

يعتبر الفحم أهم طاقة متبادلة في العالم بين جميع الدول سواء المتقدمة أو المتخلفة، وقد اجتاح المراتب الأولى عالميا من بين الطاقات التقليدية الأخرى المتمثلة في الغاز أو البترول، ونرى ذلك في تباين أسواقه الدولية من أنتاج واستيراد وتصدير وكذا الاحتياط، حيث أنهيساعد استعماله في توليد ثلث كمية الطاقة الكهربائية اللازمة في العالم، بالإضافة لدوره في تصنيع المعادن، ولكنه وفي نفس الوقت يعتبر الفحم النوع الأكثر إنتاجاً لغاز أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون المسؤولان عن رفع مستوى التلوث في الغلاف الجوي.

لذا ومن أجل الحفاظ على المناخ من انبعاثاته الكربونية، تسعى دول العالم للتخلي عنه واستبداله بطاقات متجددة, كالطاقة الشمسية وغيرها، وعملت على هذا الأمر من خلال عقد مجموعة من الاتفاقات والمؤتمرات، من بينها مؤتمر غلاسكو.

ولكن رغم جميع المحاولات التي تسعى إليها الدول إلا أن معظم الدول لا زالت تعتمد على الفحم في توليد الطاقة، وهذا ما أدى إلى وضع سيناريوهات حوله، من استحالة التخلي عنه أو العمل عن استبداله.

وفيما يبدو أن مستقبل الفحم قاتماً على المدى البعيد، ولا يقتصر الأمر على المخاوف المناخية في الولايات المتحدة، حل الغاز الطبيعي مكان الفحم على مدى سنوات لأسباب اقتصادية، إلا أن الاعتماد على الفحم تصاعد هذا العام بسبب الارتفاع في أسعار الغاز الطبيعي.

الخاتمـــــــة العامة

الخاتمة العامة:

يعاني العالم حاليا من أزمة شديدة في مصادر الطاقة، هذا ما يشكل عائق كبير أمام التنمية الاقتصادية، لذا نجد أن بعض الدول تستخدم تلجأ لاستخدام الفحم، وتعتبره حلا مناسبا لأزمة الطاقة، ولمواجهة احتكارات السوق، وفرصة وخيار استراتيجي للدفع باقتصاداتها، حيث تستخدمه لتدعيم البنية التحتية لها، ولبناء قدراتنا التقنية، باعتبار الفحم هو الإمكانية الملائمة لرخص سعره وسهولة اكتساب تقنيات تشغيله، وأنه سلعة في رواج مستمر، وأن أضراره الصحية والبيئية محدودة، وأن بدائل الطاقة الجديدة والمتجددة غير ممكنة، لارتفاع أسعارها، وأنها تجعلنا أكثر عرضة للاستغلال الأجنبي.

ولكن وبمشاهدة الأضرار التي يسببها الفحم للعالم اليوم يعتبر صفقة خاسرة، لهذا علينا أن ننظر لنمط استخدام الفحم، وليس فقط لتواجده وإذا فعلنا، سنجد أن هناك اتجاه مستمر ومتزايد للاستغناء عن الفحم في الغرب، ولاستبداله تدريجيا رغم توفره، وإحلال بدائل الطاقة المتجددة مكانه. من هنا قسمنا دراستنا إلى فصلين، وتوصلنا في الفصل الأول إلى أن للطاقة أهمية كبرى في العالم، كما تناولنا أنواع الطاقات منها الطاقة المتجددة، والطاقة الغير متجددة، وتناولنا كذلك كل من ماهية الفحم، وأهميته كمصدر طاقوي.

ثمّ تناولنا في الفصل الثاني واقع الفحم في العالم خلال الفترة 2010-2020، من حيث الإنتاج الاستهلاك، الاحتياطي العالمي، كما تطرقنا لمستقبل الفحم.

1- نتائج اختبار الفرضيات:

فيما يخص نتائج اختبار الفرضيات فقد توصلنا من خلال ما تم إيراده في هذا البحث إلى النتائج التالية:

- **بالنسبة للفرضية الأولى تم إثبات صحتها:** حيث أن للطاقة أهمية كبيرة، في اقتصاديات جميع دول العالم، ولا يمكن الاستغناء عنها، وهي أنواع منها البترول، الغاز، والفحم، وهناك أيضا الطاقة النظيفة مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة الهيدروجين....الخ.

- **بالنسبة للفرضية الثانية تم إثبات صحتها:** حيث نجد أن هناك عدة أنواع للفحم، غير أن الفحم الحجري يعتبر من أهم الأنواع، ومن أهم مزاياه أنه يولد الكهرباء في العالم بنسبة تقدر ب 40 بالمئة.

- **بالنسبة للفرضية الثالثة تم إثبات صحتها:** حيث نجد أن الصين والهند تعتبران من أهم الدول التي تستحوذ على أسواق الفحم الدولية، ثم تليها كل من أستراليا والولايات المتحدة الأمريكية، حيث أن الصين تأتي في المرتبة الأولى في انتاج الفحم في العالم خلال السنوات العشر الأخيرة 2010-2020، بنسبة 14.7 بالمئة، ثم تليها أستراليا بنسبة 19.9 بالمئة.

أما بالنسبة لأكثر الدول المستهلكة للفحم تظل الصين تحتل الصدارة في الترتيب بنسبة 13.36 بالمئة، بينما تحتل أستراليا المرتبة الأولى في تصدير الفحم بنسبة 32.99 بالمئة خلال السنوات(2010-2020).

- **بالنسبة للفرضية الرابعة تم إثبات صحتها:** التي فحواها أن عملية الاستغناء عن الفحم تعتبر جد صعبة، فمن جهة الحاجة إليه يعتبر الأمر جد صعب، وخير مثال على ذلك الصين تطور ثلاث مناجم للفحم بمليارات الدولارات، وتخطط اللجنة الوطنية للتنمية والإصلاح الصينية لاستثمار أكثر من 24 مليار يوان (3.8 مليار دولار)، لإنتاج قرابة 19 مليون طن من الفحم سنويًا.

ولكن من جهة أخرى تسعى الدول إلى الاستغناء عنه من خلال عدة تعهدات من أهمها " قمة غلاسكو"، حيث أنه منذ اتفاقية باريس في عام 2015، تعهدت 53 دولة والاتحاد الأوروبي بتحقيق صافي انبعاثات صفرية، وفي الآونة الأخيرة وعدت مجموعة الدول الـ7 باتخاذ المزيد من الإجراءات لتسريع مرحلة الانتقال بعيدًا عن الفحم، مشيرةً إلى أن توليد الكهرباء من الفحم هو أكبر سبب منفرد لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

2. أهم النتائج المتوصل إليها:

من خلال ما سبق، تم التوصل إلى جملة من النتائج، نوجزها فيما يلي:

- تعتبر الطاقة المحرك الرئيسي للحياة اليومية في العالم,

- تعدد أشكال ومصادر الطاقة من تاريخ اكتشافها الى غاية يومنا هذا, وكل مصدر يتفرع منه عدة أنواع فمثلا" الطاقات التقليدية تندرج منها الطاقة الفحمية, الغاز, البترول...".

- الفحم من أقدم الطاقات التقليدية اكتشافا في العالم, حيث كانت أول اشارة ظهوره كانت في 3940 قبل الميلاد.

- تقدر تركيبة الفحم من الكربون حوالي 50 بالمئة من وزنه وأكثر من 700 من حجمه, وهذا ما يجعله من أكثر الطاقات تلويثا للمناخ والجو.

- تعتبر الطاقة الفحمية طاقة عظيمة في حياة البشرية، من خلال كل نوع من أنواعها.

- يعتبر فحم الكوك من أجود أنواع الفحم, من حيث تركيبته واستخداماته العديدة .

- تعتبر أسواق الفحم الدولية مسيطرة من قبل مجموعة من الدول خلال سنوات عدة، والتي تسعى إلى حد الآن إلى انجاز مشاريع واستثمارات لاستغلاله.

- يصعب التخلص من استخدام الفحم في الصناعة، الذي يتركز في الأسواق الصاعدة، وإبداله بمصادر أخرى للطاقة، فالتكنولوجيات القائمة على الهيدروجين تتيح مسارا لتخضير إنتاج الحديد

الصلب، ولكن الحوافز ضعيفة حاليا نظرا لتسعير الكربون بشكل منقوص، يبدو مستقبل الفحم قاتماً على المدى البعيد، ولا يقتصر الأمر على المخاوف المناخية: في الولايات المتحدة، حل الغاز الطبيعي مكان الفحم على مدى سنوات لأسباب اقتصادية، إلا أن الاعتماد على الفحم تصاعد هذا العام، بسبب الارتفاع في أسعار الغاز الطبيعي.

– ستبقى الطاقة الفحمية المصدر الرئيسي للطاقة في المستقبل القريب، إذ لا يمكننا إحلالها بالطاقات البديلة والطاقات المتجددة في الوقت القريب والمتوسط، فالكثير من الدلائل تبين أن الطاقات المتجددة عامة والطاقة الفحمية، خاصة تحوز على مكانة كبيرة في احتياطات الكثير من الدول.

3. التوصيات:

–تجند كافة الإمكانيات من لتحقيق استراتيجيات العمل على الاستغناء عن الفحم، على أن لا تبقى أهدافها مجرد أرقام على ورق.

– توجيه الاهتمام إلى الطاقات المتجددة أكثر من توجيهه إلى الاستثمار في الفحم، لما له من آثار سلبية على البيئة، كما وأنه يعتبر من الطاقات الغير المتجددة فهو فان لا محالة، وبالتالي التوجه إلى العمل على طاقات متجددة، عوض بذل الجهد ومبالغ طائلة في طاقات ناضبة، ثم العودة الى نقطة الصفر والبحث عن بدائل جديدة.

– تقديم الدعم للعمال والمجتمعات المتضررة، حيث عندما تغلق مصانع الفحم ومناجم الفحم ، تفقد المجتمعات الوظائف والعائدات نتيجة لذلك ، يحتاج العمال إلى تعويض وإعادة تأهيل المهارات، ويحتاج كل من العمال ورأس المال إلى إعادة توزيعهم كجزء من الاستراتيجيات الشاملة.

– التأكد من أن تأمين إمدادات الكهرباء هو حجر الزاوية، في سياسات الإلغاء التدريجي يجب أن يكون لأمن إمدادات الكهرباء أهمية قصوى، يجب أن يستمر إغلاق المصنع فقط إذا كان من

الممكن الحفاظ على أمن إمدادات الكهرباء، من خلال الجمع بين تقنيات العرض والطلب والتخزين والربط البيني بمصادر موثوقة.

– النظر في تحويل أصول توليد الفحم، حيث أنه لا يساعد تحويل المحطات التي تعمل بالفحم إلى استخدامات منخفضة الكربون على التخلص التدريجي من الفحم فحسب، بل يقلل أيضًا من الحاجة إلى استثمارات جديدة في النقل، يمكن تعديل النباتات لتمكين التقاط الكربون واستخدامه وتخزينه، أو لاستخدام وقود منخفض الكربون مثل الكتلة الحيوية أو الأمونيا.

4. آفاق الدراسة:

يعتبر موضوع واقع وآفاق الطاقة الفحمية في العالم من أهم المواضيع ذات التوجه والاهتمام العالمي, خاصة الدول التي تستحوذ على أسواق الفحم العالمية, التي تسعى إلى توفير الدراسات و البحوث المتعلقة بمختلف جوانبه بغية ضمان مصادر الإمداد.

وقد حاولنا في هذه الدراسة توضيح بعض الجوانب المتعلقة بالموضوع غير أنه لا يمك تقديم رؤية مطلقة أو نهائية أو الإحاطة بجميع تفاصيله لاتساعه، وعليه وفيما يخص آفاق هذا البحث فهي واسعة اتساع هذا المجال، ويمكن تناول مواضيع أخرى سواء كانت مكملة أو مفصلة لهذه الدراسة والتي يمكن أن تحمل العناوين التالية:

– مكانة الطاقة الفحمية بعد صناعة الطاقات البديلة كدعامة لفتح آفاق تصديرية جديدة.

– آثار توجه العالم إلى الطاقات المتجددة والاستغناء عن الطاقة الفحمية.

– الجدوى الاقتصادية لاستغلال الأمثل للطاقة الفحمية تحت خطة عدم الاستغناء عنها.

– التكامل الطاقوي الدولي ودوره في إنجاح دعم خطط وقمم الاستغناء عن الطاقة الفحمية واستبدالها بالطاقة النووية مثلا.

قائمـــــة المراجـــع

قائمـــــــــة المراجـــــــع

أولا: الكتب باللغة العربية

1)- ادوارد-أ- كيلر، الجيولوجيا البيئية، سلسلة الكتب الجامعية للترجمة- العلوم الأساسية، المملكة العربية السعودية، الطبعة 09، 2014.

2)- آل الشيخ حمد بن محمد، اقتصاديات موارد الطبيعية والبيئية، دار كنعان، المملكة العربية السعودية، 2007

3)- جهاد عودة، مقدمة في العلاقات الدولية المتقدمة، دار المكتب العربي للمعارف، مصر، 2014.

4)- حاتم الرافعي، البترول" ذروة الإنتاج وتداعيات الانحدار، دار النهضة مصر للطباعة والنشر، مصر، 2009.

5)- حسن أحمد شحاتة، التلوث البيئي ومخاطر الطاقة، مكتبة الدار العربية للكتب، القاهرة، مصر، 2003.

6)- حسين عبد الله، البترول العربي، دراسة اقتصادية سياسية، دار النهضة العربية، مصر، 2003.

7)- راتب السعود، الإنسان والبيئة" دراسة في التربية والبيئية"، دار الثقافة للنشر والتوزيع، الأردن، 2010.

8)- نصري ذياب، جغرافية الطاقة، الجنادرية للنشر والتوزيع، الأردن،2011.

9)- هاني عبد القادر عمارة، الطاقة وعصر القوة، دار غيداء للنشر والتوزيع، الأردن،2012.

10)- ياسين عيسى محمد، مصادر الطاقة، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، عمان، 2006.

ثانيا: كتب باللغة الفرنسية

1)- Ames G. Speight, An Introduction to PetroleumTechnology،Economics،and Politics.John Wiley& Sons. 2011.

2)- Ben Curtis, "A Tradition of Radicalism: The Politicsof the South Wales Miners,1964-1985, " Labour History Review". (2011).

3)- J. Steven Watson; *The Reign of George III, 1760-1815*, 1960.

4)- Juliette talpin,economiesdenergie sur l exploitions agricole,edition France agricole, paris, 2010.

5)- R.F. Sachsenhofer et al. "Basin evolution and coalgeology of the Donets Basin (Ukraine, Russia): An overview," *International Journal of Coal Geology* , Vol. 89, 2012.

6)- William Alan McCutcheon, The Industrial Archaeology of Northern Ireland, Fairleigh Dickinson U.P. 1984.

ثالثا: مقـالات

1)– الهند تواصل استيراد الفحم، جريدة العرب الدولية، الشرق الأوسط، الأحد 24 شعبان 1443هـ، 27 مارس 2022م رقم العدد (15825).

1)- Ames Barrowman, MiningEngineer (14 September 1897). "Slavery In The Coal-Mines Of Scotland". Scottish MiningWebsite.Retrieved 2017-11-02.

2)- BassamFattouh and Coby van der Linde, The International Energy Forum Twentyyears of producer-consumer dialogue in a changing world,IEF, Riyadh, SaudiArabia, 2011, International Energy Forum Charter,IEF,Riyadh, 22 February 2011.

3)-Bauerman, Hilary (1911). "Coal". In Chisholm, Hugh(ed.), Encyclopædia Britannica. 6 (11th ed). Cambridge University Press.

4)-BBC Coal mine closes with celebration 25 January 2008.

5)- Coal Association of Canada, Coal Kit, Coal Evolution module, Digging up the Past http://www.coal.ca/coal-kit Archived 2016-03-02 at the Wayback Machine.

6)-International Energy Agency, Tracking Clean energy progress: energy technology perspectives 2012 excerpt as IEA input to the clean energy ministerial, paris, France, 2012.

7)- John Dodson; Xiaoqiang; Nan Sun; PiaAtahan; Xinying Zhou; Hanbin Liu; Keliang Zhao; Songmei Hu; Zemeng Yang (March 3, 2014). "Use of coal in the Bronze Age in China".

8)- M.A. MacDonald, Fortune & La Tour, The Civil War in Acadia, Toronto, 1983 / Halifax, 2000,Chapter 8 (description of the 1640 use of "coalfrom up river" in the main residence of the French fort at the mouth of the Saint John River).

9)-Mattusch, Carol (2008): "Metalworking and Tools", in: Oleson, John Peter (ed.): The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World, Oxford UniversityPress, ISBN 978-0-19-518731-1.

10)- VivallosEspinoza, Carlos; BritoPeña,Alejandra (2010). "Inmigración y sectorespopulares en las minas de carbón de Lota y Coronel (Chile 1850-1900)" [Immigration and popularsectors in the coal mines of Lota and Coronel (Chile 1850-1900)]. Atenea (in Spanish).

رابعا : مواقع إلكترونية

1)-المجلس العالمي للطاقة، منشورات المجلس العالمي للطاقة، 2013،ص 02، من الموقع(13-08-2013). https://www.worldenergy.org/about-wec/brochure/ar/

2)- الموقع: https://sotor.com/استخدامات-الفحم-وأنواعه/تاريخ الزيارة: 2022/03/10.

3)- هبة الجندي، المواقع: https://hyatok.com/، 2022، 09 يوليو 2020_ المرجع الأساسي هو:nationalgeographic،coal،Edited; 23-06-2020 retrieved.

4)- الموقع: https://aawsat.com، نجيب صعب،هل تتخلى مصر عن الفحم الحجري؟،الشرق الأوسط.مؤرشف من الأصل في 24 نوفمبر 2020 اطلع عليه بتاريخ 24 نوفمبر 2020.

5)- الموقع: https://e3arabi.com، الطاقة المتجددة للدكتور علي محمد عبد - الطاقة البديلة للدكتور سمير سعدون مصطفى الطاقة للدكتور عبد الباسط الجمل-ترشيد الطاقة للدكتور محمود سرى طه، تاريخ الزيارة: 2022/01/28.

6)- الموقع: www.arsvivendi-plauen.de، تاريخ الزيارة: 2022/01/28.

7)- مقال، نضال أبو مراد، الموقع: https://www.bbc.com/،تاريخ الزيارة:23أفريل 2022.

8)- مقال، ديريك ريتشز، الموقع: https://ar.hiloved.com/، تاريخ الزيارة: 15 فيفري 2022.

9)- الموقع:https://www.palaisbahiarestaurant.fr/، تاريخ الزيارة: 03 مارس 2022.

10)- الموقع: https://www.palaisbahiarestaurant.fr/، تاريخ الزيارة: 03 مارس 2022.

11)- موقع: https://e3arabi.com/،مؤمن بني مصطفى،الفحم الحجري،19 مارس 2021، تاريخ الزيارة: 01 جانفي 2022.

12)- موقع أنا أصدق العلم: https://www.ibelieveinsci.com، ما هو الفحم الحجري؟ كيف يتكون؟ وما أنواع الفحم الحجري؟، ترجمة غيث بن حسن، تدقيق آية فحماوي، تاريخ الزيارة: 25 جانفي 2022.

13)-الموقع: https://www.annajah.net/،جميلة سعيد، تاريخ النشر: 19 أكتوبر 2016، تاريخ الزيارة: 28 جانفي 2022.

14)- موقع:aleph.nkp.cz،معلومات عن الفحم النباتي، مؤرشف من الأصل في 10 ديسمبر 2019، تاريخ الزيارة: 13 فيفيري 2022.

15)- الموقع: https://sotor.com/، كتاب سطور، تاريخ النشر: 04 فيفري 2021، تاريخ الزيارة: 25 فيفري 2022.

16)- الموقع: https://www.annajah.net/،تالا مجبور، الفحم النباتي، تاريخ النشر.19-10-2016، تاريخ الزيارة: 25 فيفري 2022.

17)- الموقع: https://attaqa.net/، وحدة أبحاث الطاقة، أحمد شوي، مارس 2021، تاريخ الزيارة: 02 مارس 2022.

18)- الموقع: https://www.independentarabia.com/، أحمد مصطف، صحافي متخصص في الشؤون الدولية، فيفري 2021، تاريخ الزيارة: 2022/04/05.

19)- الموقع: https://www.iea.org/، الوكالة الطاقة الدولية (International Energy Agency)IEA، باريس، فرنسا، التأسيس: 1974.

20)- الموقع: https://www.eia.gov/، موقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية (Energy Information Administration)EIA ، أمريكا، التأسيس: 1977.

21)- الموقع: https://www.alaraby.co.uk/economy، تاريخ النشر: 26 أكتوبر 2021، تاريخ الزيارة: 2022/04/21.

22)-الموقع: https://www.alarabiya.net/aswaq/special-stories/، 2021/12/19، تاريخ الزيارة: 2022/04/23.

23)- الموقع: https://www.aljazeera.net/،ما الاسباب الحقيقية وراء أزمة الطاقة في الصين؟، 11-10-2021، تاريخ الزيارة 2022/04/12.

24)- الموقع: https://www.skynewsarabia.com/، تاريخ الزيارة: 2022/04/26.

25)- الموقع: https://al-ain.com/article/، تاريخ النشر/ 2022/1/1، تاريخ الزيارة: 2022/04/04.

26)- الموقع: https://www.iea.org/fuels-and-technologies/coal،آخر تحديث: 14 فبراير 2022.

27)- الموقع:blogs.worldbank.org، يورجن فوجيل - ريكاردو بوليتي - مامتامورثي، 10/18/2021 (التحول العادل بعيدا عن الفحم أمر حيوي للبشر والكوكب).

28)- الموقع: www.imf.org، المستقبل الأكثر خضرة يبدأ بالتحول إلى بدائل الفحم، بقلم: كريستيان بوغمانز وكلير مينجيي لي، 8ديسمبر 2020.

29)- الموقع: https://www.iea.org/commentaries/it-s-critical-to-tackle-coal-emissions، بيرول فاتح بيرول، المدير التنفيذي لوكالة الطاقة الدوليةديفيد مالباس، رئيس مجموعة البنك الدولي، التعليق - 8 أكتوبر 2021.

30)- الموقع: https://www.un.org/ar/climatechange/cop26، مؤتمر كوب 26، ، تاريخ الزيارة: 2022/04/22.

31)- الموقع: https://attaqa.net/2021/، داليا الهمشري، 04 نوفمبر 2021، تاريخ الزيارة: 2022/02/12.

32)- الموقع: www.attaqa.net، مستقبل الفحم، تعافٍ قصير الأجل يعقبه هبوط مستدام (تقرير)،أحمد شوقي، 2021/06/21.

33)- الموقع: www.attaqa.net، الصين تطور 3 مناجم للفحم بمليارات الدولارات.. ضربة جديدة للمناخ(تقرير مي مجدي) 2022/02/22.

34)- الموقع: https://www.twinkl.co.uk/teaching-wiki/ashkal-altaqt، تاريخ الزيارة: 15 مارس 2022.

35)- الموقع:https://www.wikiwand.com، About EIA - Budget - U.S. Energy Information Administration (EIA) ، 12سبتمبر2016.

36)- الموقع: https://stringfixer.com/ar/History_of_coal_mining،

Yeats, John, LLD (1871) Thetechnicalhistory of commerce, London: Cassell, Petter and Galpin.