الطاقة وتلوث البيئة والمشاكل البيئية العالمية

أ. د. عبيرات مقدم وأ. بلخضر عبد القادر
كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة عمار ثليجي الأغواط

ملخص:

يتعرض البحث لإحدى المشاكل التي تواجه النظام البيئي بأنواعه المتعددة وانعكاساته السلبية على المناخ و بالتالي استدعى الأمر ضرورة إيجاد استراتيجيات استرشادية للنظام البيئي في إطار قواعد التنمية المستدامة.

Abstract.

Research exposed to one of the problems facing the ecosystem types and multiple negative repercussions on the climate and therefore necessary need to find strategies pilot of the system in the environmental framework of the rules of sustainable development.

المقدمة:

يحتاج الإنسان إلى الطاقة احتياجا شديدا، ولا يمكنه الاستغناء عنها، فهو يستخدمها في إنارة منزله وفي طهو طعامه، وفي تحريك وسائل النقل والمواصلات، في البر والبحر والجو كما يستخدمها في إدارة كل المصانع، وفي تشغيل محطات القوى ومحطات توليد الكهرباء.

وقد ازداد الاستهلاك العالمي للطاقة الأحفورية، مما أوجد ذلك ضغطا متزايدا على مصادر الطاقة في كل مكان، وأنتج إسرافا شديدا في استهلاك الطاقة على مستوى العالم بأكمله، ومن دون أدنى شك أن هذه الزيادة الهائلة في حرق الوقود المستخدم في إنتاج هذه الطاقة، قد سببت تلوثا للبيئة في كل مكان، وظهرت آثار هذا التلوث في السنوات الأخيرة للقرن الماضي، وقد ازدادت أهميته محليا وعالميا، كأحد نواتج التقدم الصناعي .

واستطاع الإنسان أن يوظف البيئة وما احتوت من موارد لرفاهيته، إلا أن هذا الاستغلال للبيئة، استهدف منذ الثورة الصناعية في القرن الثامن عشر، وحتى الآن، الحصول على منافع مباشرة دون الالتفات لعواقب ذلك على النظم البيئية الطبيعية المختلفة، وكان الإنسان دائم البحث، عن طرق جديدة، ليتجاوز بها محدودية الموارد الطبيعية، التي تتيحها له هذه النظم.

وتبدو مظاهر تدخل الإنسان في هذا النظام البيئي المتوازن، في استهلاكه الهائل للطاقة، وحرقه لكميات هائلة من الوقود الذي يتسبب في إطلاق ملايين الأطنان من

الغازات الضارة في الهواء، كذلك أدت عمليات استخراج الوقود بأنواعها، ونقلها إلى تلوث التربة في كثير من الأماكن، والى تلوث البحار، ومزيد من تلوث الهواء .

وقد زاد الاستهلاك العالمي للطاقة الرخيصة غير المتجددة، من فحم ونفط وغاز طبيعي، كما أدخل في البيئة الكثير من المكونات من مركبات كيميائية وغازات سامة ونفايات ونواتج أخرى مما ترك آثاراً سلبية على البيئة وتوازنها، وما ترتب على ذلك من مشاكل بيئية عالمية خطيرة، كان أهمها تغير المناخ العالمي وارتفاع درجة حرارة الأرض، ولما شعرت البشرية بالخطورة المحدقة بالبيئة، تتابعت الاجتماعات والمؤتمرات الدولية، من أجل التوصل إلى حلول، لوقف الآثار السلبية لتدهور البيئة .

وعلى ضوء ما تقدم يمكن طرح الإشكالية التالية : كيف يؤدي تلوث البيئة الناتج عن الإستخدام المفرط لمصادر الطاقة إلى الإخلال بالتوازن البيئي، والى استفحال ظاهرة تغير المناخ العالمي، وما هو البديل من أجل الحصول على طاقة نظيفة ومستدامة ؟.

ومن خلال الإشكالة الرئيسية يمكن طرح الأسئلة التالية :

- ما هي مختلف أشكال التلوث البيئي الناتجة عن الاستخدام المفرط لمصادر الطاقة الأحفورية ؟
- ما علاقة التلوث البيئي بظاهرة تغير المناخ العالمي ؟
- ما دور الطاقة البيئية المستدامة للتخفيف من حدة المشاكل البيئية العالمية ؟

فرضيات الدراسة :

وللإجابة عن الإشكالية الرئيسية والأسئلة الفرعية يمكن أن نضع الفرضيات التالية:

- **إن الإستخدام المفرط للطاقة الأحفورية (الفحم، النفط، الغاز الطبيعي، الطاقة النووية) السبب الرئيسي في استفحال ظاهرة التلوث .**
- **أدى التلوث البيئي الناتج عن الإستهلاك العالمي المفرط للطاقة، الى إحداث تغيرات في المناخ العالمي، وظهور مشاكل بيئية عالمية .**
- **الإعتماد على طاقة نظيفة، بديلة للطاقة الأحفورية، وتستجيب للشروط البيئية، وتراعي حق الأجيال القادمة، هي طاقة مستدامة.**

أهداف الدراسة :

تبرز أهداف الدراسة من خلال النقاط التالية :

- إبراز بأن الإستخدام المفرط للطاقة التقليدية الرخيصة، يحدث تلوثا في البيئة المحيطة، مما يخلف آثارا سلبية على البيئة العالمية وتوازنها .
- محاولة ابراز العلاقة بين التلوث البيئي وظاهرة تغير المناخ العالمي، وظهور المشاكل البيئية العالمية.
- أهمية الطاقة البديلة إذا ما روعيت فيها الشروط البيئية، وحق الأجيال الحالية والقادمة في الحصول على طاقة نظيفة ومستدامة.

أهمية الدراسة .

تكمن أهمية الدراسة في خطورة ظاهرة تغير المناخ وظهور المشاكل البيئية العالمي، نتيجة التلوث البيئي الناتج عن الإستهلاك المفرط واللاعقلاني للطاقة الأحفورية، والتأكيد على الحلول البديلة من أجل الحصول على طاقة نظيفة ومستدامة.

حدود الدراسة :

نعتمد في دراستنا هذه على فترات مختلفة، وهذا لإبراز أهمية محاور الدراسة، كفترة تطور ظاهرة التلوث بثاني أوكسيد الكربون، أي منذ بداية الثورة الصناعية أي عام 1870، أو إظهار حجم الإستهلاك العالمي لمختلف مصادر الطاقة خلال سنتي 2002و2003.

وفيما يخص بالإطار المكاني للدراسة فسيكون موضوعنا الطاقة وتلوث البيئة والمشاكل البيئية العالمية، على المستوى العالمي.

وللقيام بمتطلبات هذه الدراسة، نتبع المحاور التالية :

1- الطاقة والتوازن البيئي .
2- الطاقة والتلوث البيئي .
3- التلوث البيئي وظاهرة تغير المناخ العالمي .
4- الطاقة وثورة التنمية المستدامة .

1. الطاقة والتوازن البيئي

1-1 مصادر الطاقة:

رغم المكانة التي احتلها النفط في ميزان الطاقة العالمي، كما هو مبين من خلال الجدول رقم1 فتعد مصادر الطاقة البديلة، بمثابة بديلا له، حيث ظل الفحم المصدر الرئيسي للطاقة قبل اكتشاف النفط، ولا يزال يستخدم كمصدر للطاقة ولتوليد الطاقة الكهربائية، في بعض الدول الصناعية، والدول النامية غير النفطية، لينتشر فيما بعد استخدام الغاز الطبيعي، لما يتميز به من قلة تأثيره على البيئة، إلى جانب ذلك يجرى تطوير وبشكل مستمر، مصادر الطاقة المتجددة، وتخفيض كلفتها وتعميمها وهي متنوعة وعديدة، وتتجدد إما جزئيا أو كليا خلال الدورة الشمسية، والهوائية، والهيدرولية والطاقة العضوية (قوة سحب الحيوانات، خشب الغابات، فضلات الحيوانات، ومخلفات المحاصيل)[1] بالإضافة إلى الطاقة الجوفية والعديد من المصادر الأخرى.

الجدول رقم1 : الإستهلاك العالمي من الطاقة الأولية التجارية في العالم (2002، 2003) بـ(مليون.ط.م.ن)

الطاقة الأولية	2002	النسبة من المجموع	2003	النسبة من المجموع
النفـــــط	3562.6	%37.6	3636.6	% 37.3
الغاز الطبيــعي	2285.8	%24.2	2331.9	% 23.9
الفحـــــم	2412.3	% 25.5	2578.4	% 26.5
الطاقة النوويـــة	610.8	% 6.4	598.8	% 6.2
الطاقة الكهرومائية	593.0	% 6.3	595.4	% 6.1
المجموع الكلـــي	**9464.5**	**% 100**	**9741.1**	**% 100**

المصدر :BP.Statistical Review Of World Energy, 2004

من الجدول يتبين أن الإعتماد على النفط لا يزال قائما، ليبقى يحتل الصدارة بنسبة 37.3%، يليه الفحم بـ26.5%، ثم الغاز الطبيعي في المرتبة الثالثة بنسبة 23.9%، الذي يحظى بمستقبل أوفر نظرا لما يتميز به من اعتبارات بيئية قد لا نجدها في النفط والفحم، ليبقى استخدام مصادر الطاقة النظيفة بنسب ظئيلة، مقتصرا على بعض الدول الأوروبية فقط.

2-1 مفاهيم عامة حول البيئة

لكل كائن حي ظروف حياتيه معينة، فُطر على بعضها، واعتاد على بعضها الأخر، وأينما توافرت هذه الظروف مجتمعة، وبشكل يوفر حياة نموذجية لهذا الكائن، فثم تكون بيئة هذا الكائن[2]

والبيئة مصطلح واسع المدلول يشمل كل شيء يحيط بالإنسان، ويناسب هذا التعريف كل فروع العلم التي تهتم بدراسة البيئة[3] .

وقد عرف مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية، الذي انعقد في استوكهولم [4] عام 1972، البيئة بأنها "رصيد الموارد المادية والاجتماعية المتاحة في وقت ما، وفي مكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته"[3]، ووفق هذا الاتجاه، قسم البعض مفهوم البيئة إلى قسمين أساسين[5] :

-عنصر طبيعي ويسمى بالبيئة الطبيعية: وهي كل ما يحيط بالإنسان من عناصر طبيعية وليس للإنسان دخل في وجودها مثل الهواء، الماء، والتربة.

-وعنصر بشري يسمى البيئة البشرية: ويقصد بها الإنسان وإنجازاته التي أوجدها داخل بيئته الطبيعية، فالإنسان كظاهرة بشرية، يتفاوت من بيئة لأخرى، في درجة تحفزه وتفوقه العلمي وسلالته مما يؤدي إلى تباين البيئات البشرية.

3-1. توازن البيئة.

توازن البيئة هو توازن للأنظمة البيئية، وهو تفاعل بين مكونات البيئة الحية، وغير الحية على نحو يكفل استمرار أداء الأنظمة البيئية لأعمالها .

حيث تمثل النباتات الخضراء حلقة الوصل الوحيدة بين المكونات غير الحية (طاقة الشمس، غاز CO_2، والماء والكلوروفيل)، اللازمة لصنع الكربوهيدرات، داخل الكتلة الحيوية(Biomasse) وبين المكونات الحية للنظام البيئي، بدءا من النباتات والطحالب، ثم ما يتغذى عليها من حيوانات آكلة للنباتات، التي تحولها إلى مواد داخل أجسامها، وبعد موت النباتات والحيوانات فإن بقاياها تصبح طعاما للكائنات المحللة[6]، وأغلبها من الفطريات والبكتيريا، حيث تحولها إلى عناصرها الأولية[7] وهكذا تستمر السلسلة الغذائية وتعاد دورة الحياة ويستمر عمل النظام البيئي.

و بهذا نجد أن كل كائن حي، جزء من النظام البيئي، ويسهم في توازنه . أما تراكم أو نقصان أي عنصر من عناصر النظام البيئي بفعل تأثيرات خارجية، تعد من أسباب اختلال توازن النظام البيئي كعملية استخراج الطاقة الأحفورية من باطن الأرض، وملايين الأطنان من الغازات الضارة الناتجة عن عملية استخراج ونقل وحرق الوقود .

4-1. الطاقة وتوازن البيئة.

تلعب الطاقة دوراً بارزَ الأهمية في توازن البيئة، وهي متعددة المصادر، أهمها الطاقة الأحفورية والطاقة الشمسية، والنووية، والطاقات المولدة من مساقط المياه، ومن الرياح .

و تعد الشمس المصدر الرئيسي للطاقة في الكرة الأرضية، وأغلب المصادر الأخرى مرجعها إلى الشمس[8] فالرياح تتحرك نتيجة لاختلاف الضغط الجوي المتولد من تسخين أشعة الشمس لسطح الأرض، والوقود الأحفوري تَكون من كائنات حية دفنت في باطن الأرض، ولم تتحلل تحللا كاملا والطاقة الشمسية عاملاً هاماً في بناء أجسام الكائنات الحية .

والطاقة الشمسية عامل هام أيضا في دورة الماء، ولَما كان توازن البيئة يتحقق عن طريق دورات العناصر والمركبات والسلاسل الغذائية، وعلى اعتبار أن الطاقة الشمسية عاملا أساسيا في حدوث هذه الدورات، فإن أهميتها من أجل توازن البيئة تبدو واضحة وأكيدة .

و كما تعمل الطاقة الشمسية على إحداث التوازن البيئي، فإن هناك مصادر أخرى قد تعمل على الإخلال بهذا التوازن، خاصة الطاقة الناتجة من الوقود الأحفوري، حيث ينبعث من احتراق الفحم والنفط، مركبات، تلوث الغلاف الجوي، وتضر بالصحة، كما تتلوث البحار والمحيطات من جراء تسرب النفط من الناقلات البحرية، نتيجة لحوادث تتعرض لها.

وتعد الطاقة النووية إذا ما أحكم استخدامها، طاقة نظيفة، إلا أن التفجيرات النووية، والكوارث التي تتعرض لها المفاعلات، تتسرب منها إشعاعات بالغة الضرر بالبيئة .

2. الطاقة والتلوث البيئي

هناك تعاريف عديدة أعطيت للتلوث البيئي، فيعرف على أنه الطارئ، أو غير المناسب الذي أدخل في التركيبة الطبيعية، أي الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية للمياه أو للأرض أو للهواء، مما يؤدى إلى تغير أو فساد أو تدني في نوعية تلك العناصر، مما يلحق الضرر بحياة الإنسان أو مجمل الكائنات الحية، ويتلف الموارد الطبيعية[9] .

وهناك تعريف آخر، لا يبتعد كثيرا عن المفهوم السابق، هو أن التلوث البيئي " كل تغير غير مرغوب، في الصفات الطبيعية والكيميائية والبيولوجية في الوسط المحيط (هواء، ماء، تربة)، بما يسبب تأثيرات ضارة على الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وكذلك الإضرار بالعملية الإنتاجية والموارد المتجددة .

بينما عرف البنك الدولي التلوث بأنه " إضافة مادة غريبة إلى الهواء أو الماء أو الغلاف الأرضي في شكل كمي تؤدي إلى آثار ضارة على نوعية الموارد، وعدم ملائمتها لاستخدامات معينة أو محددة[10] .

2-1. تلوث البيئة في أثناء نقل أنواع الوقود الحفري

2-1-1. تلوث البيئة أثناء نقل النفط

يتم نقل النفط الخام أو مشتقاته، عبر البحار بواسطة ناقلات النفط (سفن خاصة)، وتعد لذلك موانئ مجهزة بمجموعة من الأنابيب والمضخات، التي تستخدم في شحن هذه الناقلات، مما تعتبر هذه الموانئ مواقع شديدة التلوث[11]، ويشمل هذا التلوث أرصفة كل الميناء، ومياه البحر المحيطة به. ويتسبب نقل النفط بين القارات، في حدوث تلوث شديد في مياه البحر، خاصة عند وقوع حادث ما لإحدى هذه الناقلات، وتتناسب شدة التلوث الحادث، مع حجم الناقلة، ومقدار ما ينسكب منها من زيت في ماء البحر.

ومثال ذلك ما حدث عندما غرقت ناقلة نفط تدعى "إكسون فالديز" عام 1989، عندما اصطدمت ببعض الصخور المرجانية، بجوار خليج "برنس وليام" بألاسكا، وكانت تحاول تفادي الاصطدام ببعض جبال الجليد العائمة في هذه المنطقة، فانتشر تدفقٌ كبيرٌ من هذه الناقلة يقدر بـ40.000 طن، وانتشر هذا النفط على طول شواطئ المنطقة المجاورة، وبلغت مساحة المنطقة المغطاة بهذا النفط، ضعف مساحة دولة كلوكسمبورج .

وتساعد الرياح وأمواج البحر على اختلاط نسبة من هذا النفط مع ماء البحر مكونا بذلك مستحلب (مزيج)، وتختلط قطرات النفط المتناهية في الدقة بالماء، وبمرور الوقت ينتشر هذا المستحلب في طبقات المياه، ويصل بذلك التلوث إلى الطبقات العميقة من مياه البحر.

إلى جانب ذلك، التلوث الناتج عن النفايات والمخلفات النفطية، التي تلقيها الناقلات في أثناء سيرها في عرض البحار وهي فارغة ومتجهة إلى ميناء الشحن، فتملئ جزءاً من صهاريجها بماء البحر للمحافظة على توازنها، وتصل نسبة هذه المياه إلى نحو 30% من حجم مستودعاتها، وإذا ما تصورنا أن، مئات الناقلات المختلفة

الأحجام، تقوم يوميا بنفس التصرف، فسيكون حجم التلوث أشد، بمرور عشرات الأعوام .

إن التلوث بالنفط يشكل خطورة كبيرة على الكائنات الحية، لاحتوائه على الكثير من المركبات التي تسبب بعض الأورام في أجسام الكائنات الحية، وبعض هذه المركبات هي مواد مسرطنة وغالبا ما تتجمع مثل هذه المركبات في الأنسجة الدهنية، في أجسام الكائنات الحية، ويذهب بعضها إلى الكبد والبنكرياس، ويؤثر بعضها الآخر على الأعصاب .

2-1-2. تلوث البيئة أثناء نقل الفحم :

تتواجد مناجم الفحم عادة في مناطق منعزلة، بعيدة عن الأسواق والمدن المستهلكة لهذا الفحم ويتم نقل هذا الفحم بواسطة الشاحنات، وعادة ما تكون هذه الشاحنات غير صالحة للاستعمال في أغراض أخرى، وتستعمل أيضاً السكك الحديدية في نقل الفحم وبكميات ضخمة، من خلال عربات خاصة مخروطية القاع، حتى يسهل تفريغها من أسفلها، وتستخدم أحيانا قوارب مسطحة مخصصة لنقل الفحم في بعض الأنهار، كما تستخدم سفن مهيأة لنقله، مما تصبح الموانئ والأماكن المستخدمة في شحن الفحم، غير صالحة للاستخدام في أي شيء آخر، بسبب ما يحدثه تراب الفحم من تلوث لهذه الأماكن .

2-1-3. تلوث البيئة أثناء نقل الغاز الطبيعي :

يتم نقل الغاز الطبيعي عن طريق أنابيب من الصلب، ويتم نقله بين القارات أيضا، في ناقلات خاصة معدة لهذا الغرض، في شكل غاز سائل على أن يتم تحويله إلى غاز في ميناء الوصول مرة أخرى، مما يتطلب تجهيزات خاصة[12]. وقد استغني عن تخزين الغاز الطبيعي في خزانات كبيرة، خاصة في داخل المدن، وذلك خوفا من حدوث بعض الحرائق أو الانفجارات المدمرة، واستبدل ذلك بتخزين الغاز في خطوط الأنابيب، برفع ضغطه تدريجيا في هذه الأنابيب، وإذا أخذت عوامل الأمان في نقل الغاز الطبيعي فإنه لا يؤدي إلى تلوث يذكر للبيئة، إذ يعد الغاز هو الوقود المفضل بيئيا، وهو مصدر رئيسي في توليد الطاقة باستخدام تقنيات التوربينات الغازية، ذات الدورة المركبة.

2-2. تلوث البيئة الناتج عن حرق الوقود في الهواء.

يعد الهواء (الغلاف الجوي) أحد مكونات نظامنا البيئي، وتشترك في تكوينه جميع الكائنات الحية ولذلك فإن أي تغيير في تركيب هذا الغلاف، فسيؤثر على الحياة في كل مكان، ولا تتدخل كل مكونات الغلاف الجوي في تحديد درجة حرارة سطح الأرض، إلا أن بعض مكونات هذا الغلاف التي توجد فيه بكميات صغيرة، هي التي تؤثر إلى حد كبير في حرارة الأرض، ومن أمثلتها، غاز ثاني أوكسيد الكربون، والذي يوجد في الهواء بنسبة لا تزيد عن 0,03 %، للاحتفاظ بتركيب الهواء ثابتا على درجة

كبيرة من الأهمية بالنسبة للكائنات الحية، فأي نقص أو زيادة في مكوناته يؤدي إلى حدوث مشاكل بيئية وحيوية كبيرة .

وأغلب العوامل الملوثة للهواء، هي عوامل مستحدثة، وقد أدى إحراق الوقود في محطات القوى وفي محطات توليد الكهرباء، وكذلك في محركات السيارات، والشاحنات ووسائل النقل الحديثة، إلى تصاعد كميات هائلة من الغازات الضارة، والمحملة بكثير من الشوائب والمواد العالقة، خاصة في المدن، والمناطق الصناعية، وحتى المناطق الريفية بفعل الرياح التي تحمل هذه الغازات والشوائب وهناك عدة مظاهر لتلوث الهواء من أهمها :

2-2-1. تلوث الهواء بثاني أوكسيد الكربون :

يتكون ثاني أكسيد الكربون عند إحراق أي مادة عضوية في الهواء، أو في جو من الأوكسجين سواء كانت هذه المادة العضوية، غاز طبيعي أو فحم، أو نفط، أو خشب أو ورق، أو غيرها من المواد العضوية الأخرى، ونظرا لأن غاز ثاني أوكسيد الكربون من مكونات الهواء[13]، فإننا لا نشعر بزيادة نسبته في الهواء بطريقة مباشرة، ولا نحس بآثاره الضارة في الحال، وقد بينت بعض البحوث الحديثة، أن نسبة ثاني أوكسيد الكربون قد ارتفعت قليلا في السنوات الأخيرة للقرن الماضي، عن نسبته خلال بداية القرن نفسه.

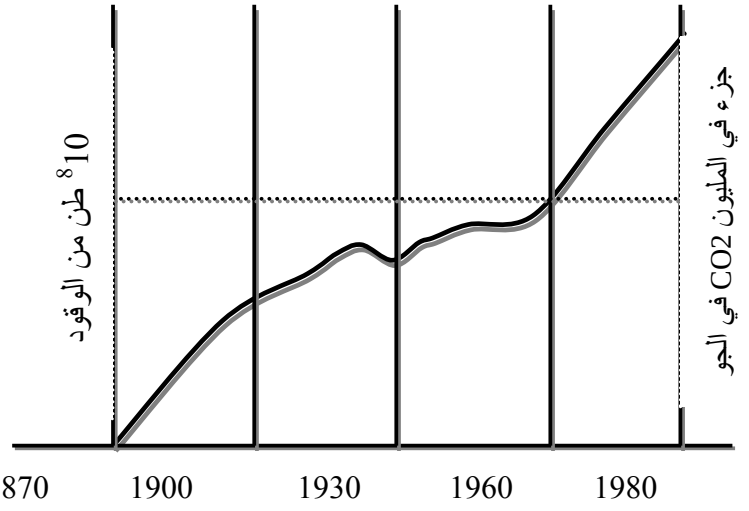
وتُبين بعض الدراسات، أن نسبة هذا الغاز في الهواء، كانت في نهاية القرن الثامن عشر نحو 260 جزء في المليون، أي نحو 0.026 %، ثم ارتفعت إلى 290 جزء بنحو 0.029 %، ثم زادت إلى نحو0.0315 % في نهاية 1958، وارتفعت بعد ذلك إلى 0.0345 %، في نهاية عام1984[14] والسبب في هذه الزيادة، في كميات غاز ثاني أوكسيد الكربون الموجود في الهواء، هي تلك الكميات الهائلة من الوقود، التي تمر في محطات القوى، والمنشآت الصناعية، بالإضافة إلى حرق كميات كبيرة أخرى في محركات السيارات ووسائل النقل .

وإذا تصورنا أن عدة مليارات من الأطنان من مختلف أنواع الوقود، تحرق كل عام في مختلف دول العالم، فإن هذا يعني، أننا نظيف إلى الغلاف الجوي كل عام، نحو 20 مليار طن من غاز ثاني أوكسيد الكربون، وهي كمية تمثل نحو0.7 % من كمية هذا الغاز الموجود طبيعيا في الهواء .

ويعد ثاني أوكسيد الكربون من الغازات التي لها القدرة على امتصاص الإشعاعات الحرارية والاحتفاظ بها، لذلك فإن وجود تركيز مناسب من هذا الغاز في الغلاف الجوي، يساعد الأرض على الاحتفاظ بحرارتها قليلا، ولو لم يكن هذا الغاز موجودا في الغلاف الجوي، لفقدت الأرض كل حرارتها، وأصبح سطحها مغطى بالجليد، وتصبح بذلك مكانا غير ملائم لحياة الإنسان، ويترتب عن أي زيادة ولو طفيفة، في تركيز الغاز في الهواء، الذي لا تزيد نسبته عن 0.05 % في الغلاف الجوي، ما نسميه باحتباس الحرارة. وسيؤدي إلى تسخين المناخ، ورفع حرارة سطح الأرض، وهي ظاهرة يطلق عليها اسم ظاهرة الصوبة [15] .

وقد قام فريق بحثي تحت إشراف عالم يدعى "بيس" بمتابعة الزيادة في نسبة ثاني أوكسيد الكربون في الغلاف الجوي في خلال السنوات الأخيرة، ومقارنتها بنسبة هذا الغاز في الهواء منذ بداية الثورة الصناعية، أي منذ عام 1870، وقد بينت هذه الدراسة كما هو موضح في الشكل1، أن هناك زيادة في نسبة ثاني أوكسيد الكربون في الهواء، منذ 1870 إلى غاية 1980 ويلاحظ أن هذه الزيادة تتماشى مع الزيادة في كمية الوقود التي تحرق في الهواء منذ بداية الثورة الصناعية.

لشكل 1: تطور نسبة ثاني أوكسيد الكربون في الهواء منذ 1870الى 1980



المصدر:[16]

يلاحظ من الشكل أن نسبة الوقود بين 1914و1945، كانت ثابتة تقريبا في هذه الفترة، مما دل دلالة قاطعة، على العلاقة الواضحة بين زيادة نسبة ثاني أوكسيد الكربون، وحرق الوقود في الهواء[17] .

2-2-2. تلوث الهواء بثاني أوكسيد الكبريت وأكسيد النتروجين :

تحتوي أنواع الوقود الحفري مثل الفحم والنفط، على نسبة ما من مركبات الكبريت في تكوينهما ويستثني من ذلك الغاز الطبيعي، فهو يخلو عادة من هذه المركبات، وتزيد نسبتها في الفحم عن مثيلتها في النفط، لذلك يعد الفحم، هو الملوث الأساسي للهواء من هذه الناحية، وعند إحراق الوقود في الهواء، يتأكسد ما به من كبريت، متحولاً إلى غاز ثاني أوكسيد الكبريت، الذي ينطلق في الهواء مصاحبا لثاني أوكسيد الكربون .

وغاز ثاني أوكسيد الكبريت، غاز حمضي أكال، يعطي مع الماء حمضا قويا هو حمض الكبريتبك ولذلك يعد من أخطر عناصر تلوث الهواء بالنسبة للإنسان والكائنات

الحية، كما أنه يسبب تأكل للمباني والمعادن والصخور،ويلوث المجاري المائية والآبار، ويجعل مياهها غير صالحة للشرب وغير صالحة لحياة الكائنات المائية

أما أكاسيد النتروجين، بكل أنواعها، هي أكاسيد حمضية، تُكَوَنُ عند اتحادها بالماء، حمضا قوياً هو حمض النتريك، وهو أيضا حمض آكال، ويسبب الكثير من الأضرار للإنسان والحيوان مثله مثل حمض الكبريتيك، الناتج من ثاني أوكسيد الكبريت.

2-3. التلوث البيئي الناتج عن استخدام الطاقة النووية.

قد عرف الإنسان الآثار الخطيرة والمدمرة للإشعاعات النووية، وما أحدثته من أضرار بالبيئة وبحياة الإنسان، بعد أن ألقيت، القنبلة الذرية على هيروشيما، باليابان، في أوت 1945، وقنبلة أخرى على مدينة "نجازاكي"، بعد أيام فقط، وقد أدت هذه التفجيرات الذرية إلى تدمير جزء كبير من هاتين المدينتين، ووفاة ما يقارب من 100.000 فرد من سكانها، وإصابة عدد كبير بالحروق ووفاة عدد آخر بعد سنوات، نتيجة بالإصابة بالإشعاعات.

وتختلف آثار الإشعاع النووي باختلاف مصدره، وشدته، والحد الأقصى الذي لا يجب أن يتعرض له الإنسان في اليوم، وهو 5 ريم[18] ، ومن الطبيعي أن شدة الإشعاع تؤثر تأثيرا كبيرا في صحة الإنسان، فإذا تعرض شخص ما، لإشعاع نووي تصل شدته إلى 100 ريم، فإنه سيعاني من اضطرابات في دورته الدموية، ويبدأ شعره في السقوط، وعندما تصل الشدة إلى 800 ريم فإن هذا سيؤدي إلى الإصابة بالسرطان، وحدوث الوفاة[16].

وتعد التجارب النووية التي تقوم بها بعض الدول، والمحطات النووية المستخدمة في توليد الكهرباء، وما يقع بها من حوادث، وما ينتج عنها من مخلفات، من أخطر المصادر التي تلوث البيئة بالإشعاعات النووية .

2-3-1. المخاطر الناتجة عن استخراج خامة اليورانيوم :

عند استخراج خامة اليورانيوم لتحضير الوقود النووي، تتكون كميات كبيرة من النفايات التي لا تصلح للاستخدام، ويصل حجم هذه النفايات أحيانا إلى 86% من حجم الخامة التي تم استخراجها من المنجم، وقد يصل حجمها إلى نحو 50.000 من الأمتار المكعبة، بالنسبة لكل محطة نووية قدرتها 1000 ميغاوات في السنة، وتنتج من هذه النفايات، بعض الإشعاعات الضعيفة نسبيا، وتحتوي هذه النفايات على عنصر الراديوم 226، يجعل نشاطها الإشعاعي مستمر لمدة تصل إلى نحو1600 سنة.

2-3-2. المخاطر الناتجة عن حوادث المفاعلات :

تعد الحوادث التي قد تقع لبعض المفاعلات النووية، من أهم وأخطر مصادر التلوث النووي للبيئة في النصف الثاني للقرن العشرين، وتعتمد شدة التلوث على نوع الحادث، والطريقة التي تنتشر بها السحابة المشعة، وعلى ازدحام المنطقة المحيطة بالمفاعل بالسكان .

وعلى سبيل المثال، الحادث الذي وقع لأحد المفاعلات النووية في "ويستفاليا" بألمانيا، في نهاية عام 1985 وقد أدى إلى تسرب بعض الإشعاعات إلى المناطق المحيطة به، ولكن التكتم الشديد حول هذا الحادث أدى إلى عدم معرفة الظروف المحيطة بالحادث. وقد وقعت عدة حوادث في بريطانيا والولايات المتحدة .

ومن أكبر الحوادث التي وقعت للمفاعلات النووية على الإطلاق، ذلك الذي وقع للمفاعل النووي رقم 4، في محطات القوى المقامة بـ " تشرنوبيل" في شمال غرب أوكرانيا، عام 1986 وقد أظهرت التحليلات، أن سبب هذا الحادث هو ناتج عن خطأ بشري، وأدى هذا الحادث إلى دفع كميات هائلة من الغبار المشع في الجو، وتكونت سحابة ضخمة من الغاز والغبار، انتشرت فوق مكان الحادث وقد نتج عنه وفاة 32 شخص في الحال، وتم ترحيل عدد كبير جدا من سكان المنطقة، بعيدا عن مكان الإنفجار، وقدر عدد المرحلين بـ13500 شخص، وأُعلنت المنطقة المحيطة بالموقع، محظور التواجد بها، بمساحة 300 كم، وقد حملت الرياح نواتج هذا الانفجار إلى كثير من الدول الأوروبية .

إن الدول الكبرى، صنعت المئات من القنابل النووية المختلفة الأحجام، منها قنابل تكتيكية وأخرى استراتيجية بالغة القوة والضخامة، مما يؤكد وجود لدى هذه الدول، قدر كبير من النفايات.

وهناك عدد كبير من المحطات النووية، المستخدَمة في توليد الكهرباء، في كثير من الدول، وهي تمثل 15 %، من الطاقة الكهربائية المنتجة على مستوى العالم[19] .

وتقدر الأمم المتحدة في عام 1986، أنه بلغ عدد المفاعلات العاملة 366 مفاعلا نوويا بالإضافة إلى نحو 144 مفاعلا تحت الإنشاء .

ويتم عادة تبريد هذه النفايات، المتوسطة الإشعاع، إلى درجة حرارة معقولة، ثم تدفن بعد ذلك في أماكن خاصة، في باطن الأرض، وعادة ما تحاط هذه الأماكن بجدار من الإسمنت، منعا لوصول إشعاعاتها إلى المياه الجوفية، وقد دفنت هذه النفايات في السويد، في طبقات من صخور الجرانيت، وفي ألمانيا، في أحد مناجم الفحم العميقة. وأخطر عمليات الدفن، ما تقوم به بريطانيا وهولندا وبلجيكا حيث يلقون نفاياتهم في عرض البحر، مما سيؤدي إلى ارتفاع نسبة التلوث في البحار.

3- التلوث البيئي وظاهرة تغير المناخ العالمي

إن فكرة تغير المناخ فكرة قديمة، فأول من طرحها العالم الرياضي الفرنسي "بارون جون باتيس فوري" Baron Jean Baptist Fourier عام 1827، حيث قال:"أن الغلاف الجوي للكرة الأرضية، يحتبس حرارة الشمس بنفس الطريقة التي يحتجز بها الغلاف الزجاجي الحرارة في بيوت النباتات، وكمية الحرارة المحتبسة، تعتمد على معدل غازات الإحتباس الحراري، وأهم هذه الغازات ثاني أوكسيد الكربون، والميثان، وأوكسيد النتروز، ومركبات الكربون الفلورية الكلورية، وكلما زادت نسبة غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي، كلما أصبحت الكرة الأرضية أكثر حرارة[20]

وبعدما عرفنا مفهوم البيئة، والتوازن البيئي، فاالتلوث البيئي الناتج عن الاستخدام المفرط للطاقة الاحفورية، أدى إلى إحداث تغيرات في المناخ العالمي، أفرزت بدورها مشاكل بيئية عالمية، تتمثل هذه المشاكل البيئية العالمية في :

3-1. ظاهرة الاحتباس الحراري (الصوبة الزجاجية)

تباينت آراء العلماء تباينا كبيرا، حول التغيرات المناخية التي يمكن أن تحدث في الكرة الأرضية، حيث يعتقد البعض أننا مُقبلون على عصر جديد، نتيجة زيادة التلوث بالشوائب والجسيمات العالقة[21]، مما يؤدي إلى زيادة انعكاس الإشعاع الشمسي الداخل إلى الأرض وإعادته مرة أخرى إلى الفضاء الخارجي، قبل وصوله إلى سطح الأرض [21]. أما البعض الآخر فيعتقد أنه يحدث تراكم لغازات الاحتباس الحراري (أكاسيد الكربون، أكاسيد النتروجين)، في طبقة الاستراتوسفير[22] مما يعيق نفاذ الأشعة الشمسية المنعكسة من سطح الأرض، حيث أن لها القدرة على امتصاص الإشعاع الشمسي الحراري ذي الموجة الطويلة (الأشعة تحت الحمراء) .

وبذلك تبقى حبيسة حول الأرض، مما يرفع درجة حرارة الكون[23] ، ويطلق على هذه الظاهرة، تأثير الصوبة الزجاجية[24] ، ويقدر العلماء أنه لولى وجود ثاني أوكسيد الكربون في الجو لنخفض معدل درجة حرارة الأرض بمقدار 11°م [25]، وقد ثبت ارتفاع ثاني أوكسيد الكربون في الجو، منذ بداية الثورة الصناعية، كما رأينا سابقا، كما ارتفعت مستويات غازات الاحتباس الأخرى مثل غاز الميثان وأكسيد النتروجين، والفلوروكلوروكربون (C.F.C)، وأول أوكسيد الكربون وخطورة هذه الغازات، برغم قلتها مقارنة بثاني أوكسيد الكربون، إلا أن قدرتها على الاحتفاظ بالحرارة كبيرة جدا، حيث يحتفظ جزء أكسيد النتروجين بما يعادل 250 ضعفا من الحرارة، مقارنة بحرارة أوكسيد الكربون ويحتفظ جزء الميثان بحوالي 20 ضعف مقارنة بثاني أوكسيد الكربون

الجدول رقم 2 : أهم غازات ظاهرة الصوبة الزجاجية ومصادرها الرئيسية

نــوع الغاز	التأثير النسبي %	المصادر الرئيسية
ثاني أوكسيد الكربون	%49	احتراق الوقود، إزالة المعادن، إنتاج الأسمنت
الميثان	%18	مقالب القمامة، الزراعة
ثاني أوكسيد النتروجين	%6	الأسمدة، حرق المواد العضوية، احتراق الوقود
غازات أخرى	%13	متعددة

المصدر: محمد عبد الكريم ومحمد عزت، اقتصاديات الموارد والبيئة، مرجع سابق، ص 276.

2-3. استنزاف طبقة الأوزون :

يوجد جزء صغير جدا من الأوكسجين بالغلاف الجوي، على شكل أوزون Ozone، نتيجة لتفاعلات كيميائية ضوئية، تتضمن الأشعة الشمسية فوق البنفسجية، ويتمثل 90 % من الأوزون في الجزء العلوي من طبقة ستراتوسفير، على ارتفاع يتراوح ما بين 19 و48 كم فوق سطح الأرض و10% فقط منه يتمثل في طبقة تروبوسفير، وأقصى تركز للأوزون، يتمثل في الغلاف الجوي على ارتفاع يتراوح ما بين 20 و40 كم[26]، وطبقة الأوزون المركزة في الثلث العلوي من طبقة الستراتوسفير، تقوم بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية، وقد أثبتت الملاحظات فوق معظم القارة القطبية الجنوبية، تدني حاد في كمية الأوزون في أواخر الشتاء والربيع، من سبتمبر إلى ديسمبر، وتبلغ أقصاها في أكتوبر، وتأكد أن المسبب لهذا الثقب هي مادة الكلوروفلوروكربون[27] (C.F.C) والذي سبق الإشارة إليه.

ويرجع العلماء السبب في تآكل الأوزون، وفي وجود ثقب الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية إلى أن مركبات C.F.C تتحلل بعد مدة طويلة في طبقة ستراتوسفير، لتطلق عنصر الكلورين Chlorine الذي ينشط ويتعامل مع جسيمات السحب، فوق المناطق القطبية، خاصة في أواخر الشتاء والربيع، ويحدث نتيجة لذلك التفاعلات الكيميائية الضوئية، حيث تعمل الأشعة فوق البنفسجية على تكسير مركبات $C.F.C_s$ وإطلاق عنصر الكلورين الذي يدمر الأوزون، ويقدر بعض العلماء أن انخفاض 1% في طبقة الأوزون، يزيد من الأشعة فوق البنفسجية، التي تصل الأرض بحوالي 2% تقريبا[37]25، وقد تأكد سنة 1985، تآكل طبقة الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية، وأن هذا التآكل يسير بمعدلات سريعة لـ50% عام 1991 عن المستويات السابقة، وقدرت مساحته حسب الأقمار الاصطناعية بنحو 20 مليون كم^2، ويحدث نقص أيضا على مستوى القطب الشمالي، ولكنه لم يصل إلى حد الثقب الجنوبي، لأن البرودة أقل، وفرص تكون جسيمات الثلج أقل، التي تساعد على تحطيم الأوزون.

3-3- الأمطار الحمضية :

يقصد بالأمطار الحمضية، هي الأمطار الملوثة بالمواد الكيميائية، خاصة ثاني أوكسيد الكبريت، وأكاسيد النتروجين، والهيدروكربونات، حيث تختلط هذه العناصر الكيميائية مع الرطوبة الجوية، لتكون المطر، أو البرد، أو الثلج الممزوج بأحماض الكبريت، والنترات[28] ، وهذا التساقط الحمضي له انعكاساته الخطيرة على حموضة مياه الأنهار والبحيرات، ومسؤول عن تدهور التربة والتدمير الذي تتعرض له الغابات ومصائد الأسماك، حتى صارت الأمطار الحمضية، من أخطر المشكلات البيئية التي يواجهها العالم في الوقت الحاضر.

ويعتبر حرق الوقود، والملوثات الصناعية، والصناعات الكيمياوية، هي المسببة لهذه الظاهرة، وهي تحدث منذ القدم، لكنها لم تعرق بشكلها الحالي إلا في النصف الثاني من القرن العشرين، وينتقل المطر بفعل الرياح عبر آلاف الكيلومترات بعيدا عنه، حيث يعتقد أن الأمطار الحمضية التي تسقط على شرق كندا، جزء كبير منها مصدره الولايات المتحدة الأمريكية، وتعد الأقطار الاسكندنافية[29]، هي أهم الدول التي يمثل فيها التلوث الحمضي مشكلة خطيرة .

وتعتبر المملكة المتحدة، كأكبر دولة في غرب أوروبا، ورابعة أكبر دولة في العالم من حيث كميات انبعاث ثاني أوكسيد الكبريت، ويعتبر الاتحاد السوفياتي السابق، أكبر مناطق العالم، في انبعاثات ثاني أوكسيد الكبريت، حيث قدرت بنحو 25 مليون طن، يتركز معظمها في روسيا، وتعد الولايات المتحدة، ثاني أكبر دولة في الملوثات الحمضية، حيث قدرت، بنحو 24,1 مليون طن من ثاني أوكسيد الكبريت سنويا، وتأتي الصين، في المرتبة الثالثة بـ 12,1 مليون طن سنويا من احتراق الفحم، الذي يمثل 70% من حاجتها من الطاقة .

4- الطاقة وثورة التنمية المستدامة

تم التأكيد بصورة متزايدة على مفهوم التنمية المستدامة، منذ صدور إنشاء اللجنة الدولية والتنمية، التابعة للأمم المتحدة عام 1987، والتي ترأستها السيدة "بروندطلاند" وزيرة سابقة للبيئة بالنرويج، وقدمت اللجنة تقريرها النهائي سنة 1987، بعنوان من أجل مستقبل مشترك، وبالرغم من عدم وجود تعريف دولي موحد، إلا أنه تعددت التعاريف وتضمنت كل منها عناصر وشروط إحداث التنمية المستدامة .

4-1- مفهوم التنمية المستدامة

ظهر مصطلح التنمية المستدامة[30]، مع بداية منتصف الثمانينات، وقد احتوى تقرير "بروند طلاند" لوحده على ستة تعاريف لمفهوم التنمية المستدامة، والتعريف الأكثر تداولا هو الذي يترجم انشغالا واسعا، وإجماعا كبيرا، وهو أن التنمية المستدامة هي: " تنمية تستجيب لحاجات الأجيال الراهنة، دون تعريض للخطر، قدرة الأجيال القادمة، للاستجابة لحاجاتها أيضا "[31] .

وقد تضمن التقرير الصادر عن معهد الموارد العالمية، حصر عشرين تعريفا، واسعة التداول للتنمية المستدامة، وقد قسم التقرير هذه التعريفات، وفق أربعة أبعاد، اقتصادية، اجتماعية (بشرية) بيئية وتكنولوجية.

فمن خلال البعد الاقتصادي، فالتنمية المستدامة بالنسبة للدول المتقدمة، فهي إجراء خفض في استهلاك الطاقة والموارد، أما بالنسبة للدول النامية، فهي تعني توظيف الموارد، من أجل رفع مستوى المعيشة، والحد من الفقر.

أما فيما يخص البعد الاجتماعي البشري، فإنها تعني السعي، من أجل استقرار النمو السكاني ورفع مستوى الخدمات الصحية، والتعليمية، خاصة في الريف .

أما على مستوى البعد البيئي، فهي تعني حماية الموارد الطبيعية، والاستخدام الأمثل للأرض الزراعية والموارد المائية .

وتُرى التنمية المستدامة من البعد التكنولوجي ،على أنها، نقل المجتمع إلى عصر الصناعات النظيفة التي تستخدم تكنولوجيا منظفة للبيئة، وتُنتج الحد الأدنى من الغازات الملوثة، والحابسة للحرارة، والضارة بطبقة الأوزون[32] . وذكر تقرير الموارد الطبيعية، أن القاسم المشترك لهذه التعريفات هو، أن التنمية لكي تكون تنمية مستدامة، يجب ألا تتجاهل الضغوط البيئية، وألا تؤدي إلى دمار واستنزاف الموارد الطبيعية، كما يجب أن تُحدث تحولات في القاعدة الصناعية والتكنولوجية السائدة .

2-4. طاقة بيئية من أجل تنمية مستدامة.

إن علماء البيئة الذين يعتبرون أن الاقتصاد فرعا من البيئة، فهم ينظرون إلى نفس هذا النمو، ويؤكدون على أنه نتيجة لحرق كميات هائلة من أنواع الوقود الأحفوري المنخفضة السعر بشكل مصطنع، وهي عملية تهدد استقرار المناخ، وينظرون إلى المستقبل على أنه مزيدا من الموجات شديدة الحرارة، والعواصف الأكثر تدميرا، وذوبان الغطاء الثلجي، وارتفاع مستوى سطح البحر.

إن جميع من يضعون القرارات الاقتصادية، يعتمدون على مؤشرات السوق للإسترشاد بها والمشكلة تكمن في أن السوق كثيرا ما يفشل في قول الحقيقة البيئية، ومما يلفت الانتباه، ملاحظة قدمها "أويستن دال"، نائب الرئيس المتقاعد لشركة إسو للنرويج وبحر الشمال فقال: "لقد انهارت الاشتراكية لأنها لم تسمح للأسعار بأن تبين الحقيقة البيئية "[33] .

فالسوق يخفض من سعر المنتجات والخدمات بصورة منتظمة، لعدم دمج التكاليف البيئية، ويمكن أن نقارن بين تكلفة الكهرباء التي تتولد من طاقة الرياح، التي تعتبر من أنظف مصادر الطاقة المتجددة، بتلك التي تولدها محطة قوى تدار بالفحم، الذي يعد أكثر مصادر الطاقة الأحفورية تلويثا للبيئة، فتكلفة الكهرباء التي تتولد من طاقة الرياح، تعكس تكلفة تصنيع التوربين وتركيبه وصيانته وتوصيل الكهرباء للمستهلكين، أما تكلفة الكهرباء المولدة من الفحم فتشمل بناء محطة توليد القوى، واستخراج الفحم من المناجم، ونقله إلى محطة القوى، وتوزيع الكهرباء على المستهلكين، والذي لا تشمله هو تكلفة تمزيق المناخ، الذي تسببه انبعاثات الكربون، من

حرق الفحم، وما يترتب عنه من مشاكل بيئية إلى جانب تكاليف الرعاية الصحية، لعلاج أمراض الجهاز التنفسي، والسرطان، التي يسببها تلوث الهواء .

ومن أجل تنمية اقتصادية مستدامة، فإن الاقتصاد المبني على الوقود الأحفوري لا يقدم نموذجا قابلا للبقاء في العالم، وإنما يجب أن نعتمد على اقتصاد بيئي تحركه مصادر الطاقة المأخوذة من الشمس، مثل الرياح وضوء الشمس، أو بطاقة الحرارة الجوفية من باطن الأرض، وسيكون معتمد على الهيدروجين، بدلا من الفحم[33] ، وستسير السيارات والحافلات بمحركات خلايا الوقود، التي تحركها الكهرباء المولدة عن طريق عملية كهرومائية، باستخدام الهيدروجين كوقود .

لقد صار البحث عن وقود بديل للوقود الأحفوري أمرا حتميا، خاصة بعد ارتفاع أسعاره، وتسببه في زيادة انبعاث الغازات الدفيئة. وقد عكف العلماء على دراسات دامت عدة سنوات من أجل تطوير مصادر الطاقة البديلة[34] ، والبحث عن مصادر جديدة، فاهتدى العلماء في مركز الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة، إلى ابتكار جهاز واحد، يقوم بفصل الهيدروجين من الماء، وتحويله إلى طاقة كهربائية، في نفس الوقت، باستخدام أكثر من 12,5% من الشعاع الشمسي.

والهيدروجين هو أبسط عنصر عرفه الإنسان، فهو يتكون من بروتون واحد وإلكترون واحد ويمثل أكثر من 90% من مكونات الكون، و30% من كتلة الشمس، وهو ثالث أكثر العناصر توافر على سطح الأرض، وهو غاز ليس له لون ولا طعم ولا رائحة، وهو غير سام، ويتكون من جزئي ثنائي الذرة H_2، ولا يوجد منفردا، بل مرتبطا دائما مع عنصرا آخر، فيرتبط بالأوكسجين مكونا الماءH_2O ، ويرتبط مع الكربون مكونا مركبات مختلفة مثل الميثان CH_4 والبترول .

ويعد الهيدروجين أقل المواد كثافة، غير أن كثافة الطاقة التي يحتويها تزيد ثلاثة أضعاف عن البنزين، وعندما يشتعل في الهواء، يكون الماء هو ناتج الاحتراق الوحيد، بينما لا يعد الهيدروجين من مصادر الطاقة المتجددة، فإنه يمكن إنتاجه من خلال محطات الطاقة الشمسية، والمائية وطاقة الرياح باعتباره مصدرا للكهرباء. وتعد شركة "بالارر باورسيستمز" الكندية، رائدة في تطوير خلايا وقود الهيدروجين وأنظمته، وتتعاون هذه الشركة مع الحكومة الكندية منذ السبعينات في تطوير هذه التكنولوجيا، انطلاقا من الجهود التي بذلتها شركة "جنرال إلكتريك" في وقت سابق من القرن الماضي وقد زودت شركة "بالارد" شركات هوندا ونيسان وفولكسفاجن للسيارات، بخلايا الوقود[34]

يستخدم الهيدروجين كوقود، خصوصا للسيارات، وهو المتاح الآن، إما في صورة هيدروجين نقي وبالتالي لا ينتج أي نسب تلوث، أو مضافا للبنزين أو الديزل، وبالتالي يخفض نسبة الانبعاثات الملوثة من 30% إلى 40%، ويمكن أن يكون وقودا مثاليا للطائرات فهو ينتج كمية أكبر من الطاقة وبالتالي تحتاج الطائرات إلى كمية أقل من الوقود، وهو أخف من الوقود الحالي مما يتيح للطائرة زيادة حمولتها، وقد استخدمت

وكالة نازا (NASA) للفضاء، الهيدروجين في برنامجها الفضائي منذ سنوات، فهو الوقود الذي يحمل سفن الفضاء إلى الفضاء الخارجي، وخلايا الوقود هي التي تشغل النظام الكهربائي للسفينة، وينتج هذا ناتج واحد فقط كما ذكرنا وهو الماء النقي الذي يستعمله رواد الفضاء للشرب[34] .

وتدفع ظاهرة ارتفاع حرارة الأرض العلماء، إلى تطوير خلايا وقود الهيدروجين، في الوقت الذي تواصل فيه محركات الاحتراق الداخلي التي تستخدم الوقود الأحفوري، ثاني أوكسيد الكربون بمعدلات مفزعة. وستعرف الفترة ما بين 2008 و2010 انتشار المركبات التي تعمل على وقود خلايا الهيدروجين، إلا أن تكلفة إنتاج هذه العربات على نطاق تجاري، تبقى باهضة للغاية، كما أن الخلايا مازالت بالغة الثقل، وتوجد مشكلات أخرى يتعين علاجها، وهي ضرورة وجود محطات لإعادة التزود بوقود الهيدروجين، في مختلف أنحاء العالم، ويتوقع أن يبلغ حجم صناعة خلايا الوقود على مستوى العالم 46 مليار دولار، بحلول عام 2011 .

خاتمة:

قبل التسعينات، كان هناك تناقض في مفهوم العلاقة بين النمو الاقتصادي، وحماية البيئة، وكان اختيار مشروعات التنمية الاقتصادية، يتم دون الأخذ بعين الاعتبار التدهور البيئي، واستنفاذ الموارد الطبيعية غير المتجددة، فكان يُنظر إليه على أنه ثمن التقدم .

وكان النقاش حول المشكلات البيئية في ذلك الوقت، متأثر بدرجة كبيرة، بنظرة الدول المتقدمة التي كانت تركز على مشكلات تلوث النظم البيئية الطبيعية (كتلوث الهواء والماء إلى غير ذلك) ونادرا ما نوقشت الأسباب الاجتماعية والاقتصادية، التي كانت أساس التدهور البيئي في الدول الأقل نموا.

إن تحويل اقتصادنا المدمر بيئيا، إلى اقتصاد يجعل التقدم مستداما، يتوقف على تحويل في تفكيرنا الاقتصادي، والاعتراف بأن الاقتصاد جزء من المنظومة البيئية لكوكب الأرض، ولا يستطيع أن يحافظ على التقدم، إلا إذا أعيد هيكلته بحيث يتوافق مع البيئة .

إن أعظم فرصة للاستثمار هي إعادة هيكلة الاقتصاد العالمي، بحيث يبقى النمو الاقتصادي مستداما فعل سبيل المثال، فإن المبالغ التي ينفقها العالم حاليا كل عام على النفط، وهو مصدر رئيسي للطاقة تعطي فكرة عن كمية ما يمكن أن ينفقه على الطاقة، في الاقتصاد البيئي.

ففي الوقت الذي وصل فيه النفط الى أكثر من 74 دولار للبرميل في أواخر شهر أفريل 2006 في الأسواق العالمية، فإن ضرورة اللجوء الى الإستثمار في الطاقات البديلة سيكون بالتأكيد أقل كلفة من النفط .

والفرق الكبير بين الاستثمار في الطاقة الأحفورية، والطاقة المتجددة، هو أن هذه المصادر لن تنضب، وآبار الحرارة الجوفية لن تجف، ولو استثمرت هذه الأموال التي أنفقت على النفط في عام واحد، في توربينات الرياح، لكانت الكهرباء التي يتم توليدها، كافية لمواجهة خُمس احتياجات العالم من الطاقة .

وعليه فإن نتائج **اختبار الفرضيات** تكون على النحو التالي :

- أن استفحال ظاهرة التلوث البيئي التي شهدها العالم كانت نتيجة الإستخدام المفرط لمصادر الطاقة الأحفورية (الفحم، النفط، الغاز الطبيعي، الطاقة النووية)، مما نتج عنها زيادة حرق الوقود في الهواء، وذلك منذ بداية الثورة الصناعية، وإلى يومنا هذا، مما أدى ذلك إلى الإخلال بالتوازن البيئي، محدثة بذلك تغير في المناخ العالمي.
- من المؤكد أن ظاهرة تغير المناخ العالمي التي كانت نتيجة استفحال ظاهرة التلوث البيئي، أفرزت مجموعة من المشاكل البيئية العالمية (ظاهر الإحتباس الحراري، استنزاف طبقة الأوزون، والأمطار الحمضية)، لم ينحصر تأثيرها على الدول الصناعية المتسببة في هذا التلوث، بل انتشرت إلى أنحاء الكرة الأرضية .
- إن الاقتصاد المبني على مصادر الطاقة الإحفورية أصبح لا يقدم نموذجا قابلا للبقاء، من أجل تنمية اقتصادية مستدامة، مما يحتم بالضرورة قيام ثورة في الاقتصاد العالمي، بحيث يصبح النمو الاقتصادي مستداما، وستكون مصادر الطاقة في هذا الاقتصاد البيئي منتشرة على نطاق واسع بنفس سعة توزيع الشمس والرياح، وسيكون اقتصادا شمسيا هيدروجينيا، بمصادر متعددة للطاقة، وصناعات جديدة، كصناعة التوربينات الهوائية، ومولدات الهيدروجين، صناعة خلايا الوقود والخلايا الشمسية، زرع الأشجار، والمزارع السمكية، كل هذا سيؤدي إلى إحداث وظائف جديدة، ويتطلب ذلك مرونة في العمارة البيئية بحيث تستجيب لهذا الاقتصاد الجديد.

نتائج الدراسة :

وعلى ضوء ما تقدم، توصلنا إلى مجموعة من النتائج نحاول إيجازها فيما يلي :

- أدت عمليات استخدام وحرق أنواع الطاقة الأحفورية إلى زيادة انبعاث غازات الصوبة الزجاجية في الجو، مما أدى ذلك إلى التأثير على المناخ، وظهور ما يعرف بالمشاكل البيئية العالمية، كظاهرة الاحتباس الحراري (الصوبة الزجاجية)، واستنزاف طبقة الأوزون، وظاهرة الأمطار الحمضية.
- - إن الطاقة البيئية التي لا ينجر عن استخدامها أي انبعاث لغازات الصوبة الزجاجية (الغازات الدفيئة)، وتحافظ على بقاء توازن الأنظمة البيئية، كما خلقها الله أول مرة، وتلبي حاجات الجيل الحالي بنوع من العدل في توزيعها واستهلاكها، وتضمن للجيل القادم حقه من هذه الموارد، في ظل بيئة متوازنة، هي طاقة منشودة، ويحق لها أن تحتل الصدارة بكل جدارة، هذه الطاقة هي تلك التي أصطلح على تسميتها بالطاقة المستدامة.
- يجب على كل حكومات دول العالم مجتمعة، ضمن إطار قضية واحدة، مع بذل جهد متواصل لضمان توفير الطاقة التجارية النظيفة، لأكثر من مليارين نسمة، من سكان العالم الذين لا يستفيدون منها حاليا، وبالتالي لا يمكنهم الوفاء بحاجاتهم الأساسية، أو تحقيق آمالهم في تنمية مستدامة.

التوصيات :

ومن خلال ما سبق يمكن أن نقدم مجموعة التوصيات التالية:

- يجب أن تسعى الدول الصناعية (المتسببة في التلوث البيئي) للحرص على تحقيق تطلعات الدول التي تعتمد اقتصادياتها على الطاقة الأحفورية، بتنفيذ التزاماتها الواردة في اتفاقيات الأمم المتحدة الإطارية وبروتكول كيوتو، خاصة فيما يتعلق بالمساعدات لمواجهة الأضرار الناجمة عن تغير المناخ.

- على الحكومات والقطاع الخاص، الإسراع في توفير مصادر متجددة للطاقة على النطاق التجاري، والتشجيع على الاستخدام الأكفأ للطاقة، وذلك بزيادة الإنفاق على البحث والتطوير وتكوين الموارد البشرية اللازمة، من خلال علاقات الشراكة الإقليمية والدولية.

- يجب مراعاة حماية البيئة في كافة مشروعات التنمية، ويجب الربط بين البيئة والتنمية والطاقة، لتحقيق تنمية مستدامة، ولن تتحقق ذلك إلا في ظل حكم راشد، ومؤسسات ديمقراطية، تحقق النمو الاقتصادي المستدام، وتقضي على الفقر، وتحقق الحرية والسلام والأمن والاستقرار الداخلي، مع احترام حقوق الإنسان .

المراجع :

1- حسن عبد العزيز حسن، إقتصاديات الموارد، زهراء الشرق، القاهرة، مصر، ص: 149،151 .

2- رمضان محمد مقلد وآخرون ،اقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، الأسكندرية،مصر ط2، 2003،ص (94- 355) .

3- محمد عبد البديع، اقتصاد حماية البيئة، دار الأمين للطباعة، القاهرة، مصر،ص 9 .

4- محمد السعيد صابرين، ورشيد الحمد، البيئة ومشكلاتها، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، طبعة ثانية، 1984، ص 28 5- زين عبد المقصود، البيئة والإنسان، علاقات ومشكلات، منشأة المعارف، الإسكندرية، 1981، ص7 .

6- بقايا النباتات والحيوانات المتحللة منذ ملايين السنين، التي إنطمرت في طبقات من الرمل الناعم تحت ضغط وحرارة شديدين، هي التي شكلت المواد الهيدروكربونية (النفط والغاز الطبيعي).

7- محمد. ن. إ. أبو سعدة، التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة، دار الفكر العربي، 2000، القاهرة، ص23 .

8- محمد صبري محسوب سليم، البيئة الطبيعية، خصائصها وتفاعل الإنسان معها، دار الفكر العربي 1996، القاهرة، ص 47.

9- ريكاردوس الهبر، بيئة الإنسان، المطبعة العربية، بيروت، لبنان، 1992، ص 53 .

10-Environmental consideration from the industrial development sector , World Bank , Washington D.C.A, 1978, P 1 .

11- بيتر دوريل، طاقات المستقبل يجب أن تكون كلها نظيفة، مجلة النفط والتعاون العربي، مجلد، 25، العدد، 88 في 1999 ص: 99 .

12- روبرت مابرو ومايكل ستوبارو، مقارنة بين اقتصاديات نقل الغاز بواسطة الأنابيب وناقلات الغاز المسيل الطبيعي ،النفط والتعاون العربي، مجلد 21،عدد 1995،75، الأوابك، الكويت، ص11.

13- سيف علي الحجري، بروتوكول كيوتو يدخل حيز التنفيذ، قناة الجزيرة،الساعة التاسعة مساءا، 16-02-2005.

14- بريان. ب. فلانيري، تغير المناخ العالمي، النفط والتعاون العربي، مجلد 23، العدد، 81، سنة 1997، الأوابك، الكويت، ص:65، 71.

15- محمد يسرى إبراهيم عيسى، البر وأنواعه، دار الكتاب، القاهرة، مصر، 1996، ص 37 .

16- أحمد مدحت إسلام، الطاقة وتلوث البيئة، دار الفكر العربي، القاهرة، 1999، ص: 81، 48.

17- الوكالة الدولية للطاقة، تقرير عن مؤتمر خيارات الحد من الغازات الدفيئة، لندن 22-25 أوت 1945.

18- الريم Rem وحدة تستخدم في قياس الإشعاع، وهي تكافئ "رونتجن" واحدة من وحدات الأشعة البينية، وتتكون ريم من الحروف لأولى الأجنبية لـ Reantgen Equivalent Man

19-la recherche, Le Nucléaire une Solution A L'effet de Serre, Revue Mensuel, N°243, volume 23, p 563, mai 1992, Paris, France.
20- John Justus R. And Marrissey Waynea, global climate change, CRS, library of congress, up dated, December 1992, p 2 .
21- محمد نجيب إبراهيم أبو سعدة، التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة، دار الفكر العربي، القاهرة، مصر،2000، ص(17-79)
22- هي الطبقة السفلى من الغلاف الجوي، وترتفع إلى مسافة 10 كم (فوق القطبين)، وحتى 18 كم (عند خط الاستواء)، فوق سطح الأرض، وتتميز بانخفاض درجة حرارتها، كلما ارتفعنا لأعلى وتتميز باحتوائها على 70 إلى 80 % من كتلة الهواء الجوي، وهي الطبقة الوحيدة التي تحتوي على بخار الماء، وتحدث بها الظواهر الجوية المعروفة، عمر نجيب إبراهيم أبو سعدة، نفس المرجع، ص 35.
23- جون جريبين، ظاهرة الصوبة، ترجمه أحمد مستجير، القاهرة، 1992، ص ص: 309،301.
24- بنسبة إلى الصوبة الزجاجية التي تزرع بها بعض النباتات الحساسة لانخفاض درجة الحرارة.
25- ع علي البنا، المشكلات البيئية وصيانة الموارد الطبيعية، دار الفكر العربي، ط1، القاهرة، مصر، 2000، ص(21- 53).
26- عبد القادر عبد العزيز علي، التغيرات المناخية وأثرها على البيئة، ندوة الجغرافيا ومشكلات البيئة، الجمعية الجغرافية المصرية، 28،29، القاهرة، مصر، أفريل 1992.
27- مادة cfc تبعث من صناعات متعددة، في مقدمتها الثلاجات وأجهزة التكيف، وأدوات الرش والرغاوى البلاستيكية والدهان، والمواد الطاردة للحشرات، إلى جانب الانفجارات النووية، والطيران المرتفع الأسرع من الصوت، يمكن الرجوع إلى، علي علي البنا، ص، 47.
28- تقاس درجة الحموضة بما يعرف (potential hydrogen)، وهي تعبر عن قياس تركز أيونات الهيدروجين في محلول ما، ويتراوح هذا المقياس بين صفر و14، ويكون المحلول محايدا إذا كان الرقم7 وأكثر من ذلك يكون قويا وأقل من ذلك يكون حمضا والمطر يكون حمضيا إذ أقل ph عن0.
29- البلدان الإسكندنافية ممثلة في: ألمانيا، بريطاني، بلجيكا، هولندا، بولندا، روسيا، الولايات المتحدة، كندا، اليابان والصين .
30- مفهوم التنمية المستدامة، واجه مقاومة شديدة، خاصة من طرف الدول الناطقة باللغة الانجليزية، وقد ظهر مفهوم الديمومومة، متأخرا وهو ترجمة للكلمة الانجليزيةSustainability، وترجمة مصطلح التنمية المستدامة، هو:Sustainable Development ، أما بالغة الفرنسية فهو: Le développement Durable .
31- منظمة اليونسكو، العولمة والتنمية المستديمة، الموقع على الأنترنات، www. Unesco.org/science/publication .
32- عبد السلام أديب، التنمية المستدامة، بحث جامعي غير منشور، الموقع على الإنترنت، (http//annahjaddimocrati.org/pages/economie/aditl-tanmia.htm)، بتاريخ: 03/11/2004.
33- مصطفى عثمان، وقود المستقبل في خلايا الهيدروجين، مقال على موقع، مركز المدينة للعلم والهندسة على الإنترنت http//www.mmsec.com/m2files/fuel-cell.htm).
34- بثينة أسامة، الهيدروجين وقود المستقبل، موقع مركز المدينة للعلم والهندسة.(www.mmsec.com/m2-files/hydrogen.htm).