

مستقبل الطاقة في ظل التوجه العالمي نحو الطاقة النظيفة

The future of energy, in light of the Global trend towards clean energy

د. عبد القادر بلخضر

كلية العلوم الاقتصادية، التجارية وعلوم التسيير. جامعة عمار ثليجي بالأغواط-الجزائر-مخبر العلوم

الاقتصادية والتسيير.

bellakhdar.aek@gmail.com

Received: 11/11/2018

Accepted: 21/12/2018

Published: 08/06/2020

الملخص:

تهدف هذه الدراسة الى ابراز أهمية الطلب العالمي على الطاقة الأحفورية، بالرغم من كونها المتسبب الرئيسي في تلوث البيئة وتغير المناخ العالمي، ومستقبل الطاقة الأولية التجارية من خلال تحليل سيناريو "ET" (The Evolving Transition Scenario)، لشركة بريتش بتروليوم.

فخلصت الدراسة الى أن هناك انعكاسات إيجابية لهذا التحول على الاقتصاد العالمي. وتوصي الدراسة بأن الفرصة لازالت مواتية لجميع دول العالم، خاصة البلدان العربية ذات الفوائض النفطية، من أجل التحول السريع نحو الطاقة النظيفة والعمل على اكتساب التكنولوجيا، ونقل المعارف وبناء القدرات التقنية والادارية، من خلال الشراكة الحقيقية. الكلمات المفتاحية: الطاقة الأحفورية؛ توازن النظام البيئي؛ التلوث البيئي؛ الطاقة النظيفة.

Abstract :

This study aims at highlighting the importance of global demand for fossil energy, although it is the main cause of pollution of the environment, global climate change and the future of commercial primary energy through the analysis of BP's "Evolving Transition Scenario".

The study concluded that there is a positive impact of this transformation on the global economy. The study recommends that all countries in the world, especially Arab countries with oil surpluses, have the opportunity to move rapidly towards clean energy, to acquire technology, to transfer knowledge and to build technical and managerial capacity through genuine partnership.

Key Words: Fossil energy, ecosystem balance, environmental pollution, clean energy.

تمهيد:

منذ القدم والمجتمعات الانسانية تعتمد على الطاقة اعتمادا كبيرا، وزاد استهلاكها للطاقة مع بداية الثورة الصناعية، مما أوجد ذلك ضغطا متزايدا على مصادر الطاقة في كل مكان، وخلف ذلك إسرافا كبيرا في استهلاك الطاقة على مستوى العالم بأكمله، ومن دون أدنى شك أن هذه الزيادة الهائلة في حرق الوقود المستخدم في إنتاج هذه الطاقة، قد فاقمت في زيادة تلوث البيئة في كل مكان، وظهرت آثار هذا التلوث في السنوات الأخيرة من القرن الماضي، وقد ازدادت أهميته محليا وعالميا، كأحد نواتج التقدم الصناعي، وازداد إفراط الإنسان في استهلاكه للطاقة الرخيصة غير المتجددة، من فحم و نفط وغاز طبيعي، فأدخل في بيئته الكثير من المكونات، من مركبات كيميائية وغازات سامة ونفايات ونواتج أخرى، مما خلف ذلك آثارا سلبية على البيئة وإخلالا في توازنها، فترتب على ذلك مشاكل بيئية عالمية خطيرة.

وقد لعبت مصادر الطاقة الأحفورية (الفحم، والنفط، والغاز الطبيعي، والوقود المستخرج من خامة اليورانيوم)، دوراً بارزا على مدار عشرات السنين في زيادة انبعاثات غازات الدفيئة¹، وعلى رأسها ثاني أكسيد الكربون الذي رغم نسبته الضئيلة في الغلاف الجوي إلا أنه من أخطر غازات الدفيئة احتباسا للحرارة وأطولهم عمراً حيث يصل إلى مائتي سنة، وبالتالي تركيزه في الجو هو نتيجة تراكمه خلال هذه المدة، كما وأنه ينبعث من مصادر متعددة بشرية وطبيعية.

مما خلف ذلك آثارا سلبية طبيعية واقتصادية، تفاقم واشتدت وتراكمت عبر السنوات في ظل تقاعس النظام الاقتصادي العالمي القائم على اقتصاد السوق، ودون اهتمامٍ لما آلت إليه بيئة كوكب الأرض.

ولما شعرت البشرية بالخطورة المحدقة ببيئتها، وتبين ذلك للجميع، تابعت الاجتماعات والمؤتمرات الدولية، من أجل التوصل إلى حلول لوقف الآثار السلبية لتدهور البيئة، وازداد الوعي العلمي العالمي بالمسائل البيئية، وأدرك الجميع أنه من الضروري البحث عن مصادر طاقة نظيفة تكون بديلة للطاقة الأحفورية تأخذ في الاعتبار الجوانب البيئية.

1. مشكلة الدراسة: على ضوء ما تقدم يمكن طرح الإشكالية التالية:

ما هو مستقبل الطاقة في العالم، في ظل التوجهات العالمية نحو الطاقة النظيفة؟

2. الأسئلة الفرعية:

وللإجابة عن الإشكالية الرئيسية يمكن طرح الأسئلة الفرعية التالية:

- ✓ كيف هي وضعية الطلب العالمي على الطاقة والتوازن البيئي، في ظل الاستهلاك المفرط للطاقة الأحفورية؟
- ✓ ما تأثير التلوث البيئي، وما هو مستقبل الطاقة في ميزان الطاقة العالمي؟
- ✓ ما أهمية التحول نحو الطاقة النظيفة، وما انعكاسات ذلك على الاقتصاد العالمي؟

3. فرضيات الدراسة:

- ✓ تعد الطاقة الأحفورية ذات أهمية في ميزان الطاقة العالمي بسبب الطلب المتزايد، في ظل الحفاظ على توازن النظام البيئي.
- ✓ إن التلوث البيئي الناتج عن استخدام الطاقة الأحفورية خلف آثارا متعددة على البيئة، وكان له الأثر على مستقبل الطاقة في ميزان الطاقة العالمي.
- ✓ الحل في التوجه نحو الطاقة النظيفة، التي سيكون لها انعكاسات إيجابية على الاقتصاد العالمي.

4. أهمية الدراسة:

تكمن أهمية البحث من خلال الدور الذي تلعبها الطاقة النظيفة في الوقت الحالي خصوصا بعد الانتقادات التي وجهت لمصادر الطاقة التقليدية لمساهمتها في تلوث البيئة والإخلال بتوازنها، الى جانب الانعكاسات الإيجابية على الاقتصاد العالمي من خلال التوسع في استخدام التكنولوجيا الحديثة للطاقة النظيفة والمستدامة.

5. المنهج المتبع:

اعتمدنا في هذا البحث على المنهج التحليلي والوصفي لدراسة وتحليل علاقة الطاقة التقليدية بالتلوث البيئي، ومستقبل الطاقة وأهمية التحول نحو الطاقة النظيفة وانعكاساتها على الاقتصاد العالمي.

6. محاور الدراسة:

للإجابة عن الإشكالية المطروحة اعتمدنا المحاور الأربعة التالية:

- أولاً- وضعية الطلب العالمي على الطاقة وتوازن النظام البيئي العالمي.
- ثانياً- التلوث البيئي ومستقبل الطلب العالمي على الطاقة الأولية.
- رابعا- ضرورة التحول نحو الطاقة النظيفة وانعكاساتها ذلك على الاقتصاد العالمي.

أولاً- وضعية الطلب العالمي على الطاقة وتوازن النظام البيئي العالمي.

تبدو مظاهر تدخل الإنسان في هذا النظام البيئي المتوازن، من خلال استهلاكه الهائل للطاقة، وحرقة 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، وإلى تلوث البحار، ومزيد من تلوث الهواء.

1) تعريف الطاقة.

تعرف الطاقة على أنها "عبارة عن قابلية الشيء على إنجاز عمل ما والناجمة عن القوة الكامنة في الشيء¹ أي أنها تعبير عن علاقتها بالعمل الذي تنجزه، وهي مرتبطة بمفهوم التحويل، في الشكل الطبيعي لمصدر الطاقة، أو استهلاك المنتج، وما ينجزه استهلاك هذا المصدر وتحويله إلى جهد وعمل، وما يطلقه من طاقة حرارية على الخصوص.

أما عن الطاقة ضمن الاستخدام الاجتماعي فتطلق على كل ما يندرج ضمن مصادر الطاقة من حيث إنتاجها، واستهلاكها وحفظها، حيث أن جميع النشاطات الاقتصادية والاجتماعية تتطلب مصدرا من مصادر الطاقة، ولذلك فإن استغلالها وتوفيرها يتطلب جهدا إنسانيا كبيرا ومعقدا، سواء من حيث صعوبة تأمينها الدائم أو ترشيد استهلاكها أو من حيث القدرة على تحمل تكاليف الحصول عليها. فالطاقة من جهة هي عامل من عوامل الإنتاج، إذ يؤمن استهلاكها سير وعمل الأنشطة الاقتصادية الهامة في المجتمع مثل قطاعات الصناعة والنقل وغيرها، وجهة أخرى هي نشاط اقتصادي قائم بذاته يخضع لأساليب الدراسة والتحليل الاقتصادي.

2) الطاقة الأحفورية:

هي الطاقة الناتجة من مواد مستخرجة من باطن الأرض ومن هنا جاءت التسمية (الطاقة الأحفورية أي الناتجة عن الحفر والتنقيب في باطن الأرض)، وتمثل في الدرجة الأولى ب: (النفط، والفحم والغاز الطبيعي، والوقود النووي المستخرج من خامة اليورانيوم) وترجع نشأة هذه المواد إلى المخلفات العضوية الحيوانية والنباتية التي طمرت في باطن الأرض في العصور الجيولوجية السحيقة منذ مئات الملايين من السنين، ثم بمرور الزمن وتحت تأثير العوامل المختلفة من حرارة وضغط، تحولت تلك المواد عبر سلسلة من التفاعلات الكيميائية إلى الصورة الموجودة عليها الآن.

ومن أبرز مميزات أنها تمتلك كثافة طاقة عالية، وسهولة التخزين، لها استخدامات عديدة ومتنوعة، ووقودها يستخدم في تدفئة المباني والمنازل وتبريدها، وفي تشغيل السيارات ووسائل النقل، وكذلك لتوليد الكهرباء التي لا يمكن الاستغناء عنها في جميع مجالات حياتنا اليومية.

ومن عيوبها فهي كونها من أكثر الأسباب التي تؤدي إلى تلوث الهواء بفعل الغازات والمواد المتطايرة الناتجة عن حرقه وبالتالي دمار البيئة، وساهمت في بروز ظاهرة الاحتباس العالمي التي أدت إلى الاحتباس الحراري.

3) الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية:

الطاقة هي القدرة على القيام بنشاط ما، وهي أحد المقومات الرئيسة للمجتمعات المتحضرة، وتلزم لتسيير الحياة اليومية من تشغيل الأدوات المنزلية، ووسائل النقل، وإدارة المصانع وغيرها. ويستمد الإنسان الطاقة اللازمة لإنجاز نشاطه

¹ - محمد أحمد الدوري، محاضرات في الاقتصاد البترولي، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1983 ص 176.

اليومي من حرق الغذاء الذي يتناوله، وهناك أشكال عدة للطاقة منها: الطاقة الكهربائية، والحركية، والإشعاعية، والديناميكية، والذرية، والحرارة، والضوء، والصوت. ويمكن تصنيف الطاقة اعتمادًا على إمكانية تجدد مصادرها إلى نوعين:

أ - **الطاقة التقليدية (غير متجددة):** وتشمل النفط والغاز الطبيعي والفحم والمواد الكيميائية؛ وسميت طاقة غير متجددة؛ لأنها تحتاج لفترات زمنية طويلة لتعويضها.

ب - **الطاقة المتجددة أو النظيفة:** وتشمل طاقة الرياح والطاقة الشمسية وطاقة المياه والأمواج والطاقة الجوفية ووقود الهيدروجين، وهي طاقات غير قابلة للنفاذ.

وقد ازداد استهلاك الطاقة الأولية خلال العشر سنوات الأخيرة وظل النفط محافظاً على صدارته بشكل تدريجي بالرغم من انخفاض نصيبه في ميزان الطاقة العالمي وتدني أسعاره خلال السنوات الأخيرة، تاركاً المجال لزيادة الطلب على الطاقات الجديدة والمتجددة (الطاقة النظيفة)، كما بقي الغاز الطبيعي محافظاً على نصيبه في ميزان الطاقة العالمي بارتفاع طفيف لم يتجاوز الـ 1% خلال سنة 2016 مقارنة بالعام 2009، ليعوض ذلك الانخفاض في الطلب على النفط خاصة في المواد المشتقات المكررة والتي لا يوفرها إلا الغاز الطبيعي والوقود الأحفوري الأقل تأثيراً على البيئة، مما سيكون للغاز الطبيعي دوراً محورياً في المستقبل المنظور كبديل للنفط.

أما بالنسبة للفحم بالرغم من احتلاله المرتبة الثانية في ميزان الطاقة العالمي، بالرغم من كونه مع النفط²، المتسبان الرئيسيان في زيادة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والغازات الدفيئة المتسببة في الاحتباس الحراري، فارتفاع نصيب الفحم خلال العام 2009 مقابل انخفاض الطلب على النفط لنفس الفترة، وبالتالي ارتفاع انتاجه في البلدان المنتجة والمستهلكة للفحم بفعل ارتفاع أسعار النفط وانخفاض المعروض منه بسبب تداعيات الأزمة المالية لسنة 2008. والحال يختلف نوعاً ما بالنسبة للطاقة النووية التي انخفض نصيبها بشكل ملحوظ بسبب عزوف الاستثمار فيها لاعتبارات عديدة أمنية واقتصادية وبيئية، في ظل تراجع العديد من الدول عن استخدام الطاقة النووية، كألمانيا والسويد واليابان.

أما نصيب الطاقات الجديدة والمتجددة (الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الجوفية، والحيوية، ووقود الهيدروجين) رغم حصتها المتواضعة في ميزان الطاقة العالمي إلا أنها تضاعفت خلال خمس سنوات فقط، من 1.2% سنة 2009 إلى 2.5% سنة 2014، لترتفع ثانية إلى 3.2%، خلال العام 2016، مستفيدة من انخفاض تكاليف استخدامها والدعم الموجه لها عالمياً خاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وذلك على حساب تراجع الطلب على الوقود الأحفوري. مما يؤكد التوجه العالمي نحو استهلاك مصادر الطاقة النظيفة، وانخفاض نصيب الطاقة الأحفورية المتسبب الرئيسي في التلوث البيئي وتغير المناخ العالمي.

ويمكن متابعة نصيب كل مصدر من مصادر الطاقة الأولية في ميزان الطاقة العالمي من خلال الجدول رقم (1) الذي

مستقبل الطاقة في ظل التوجه العالمي نحو الطاقة النظيفة

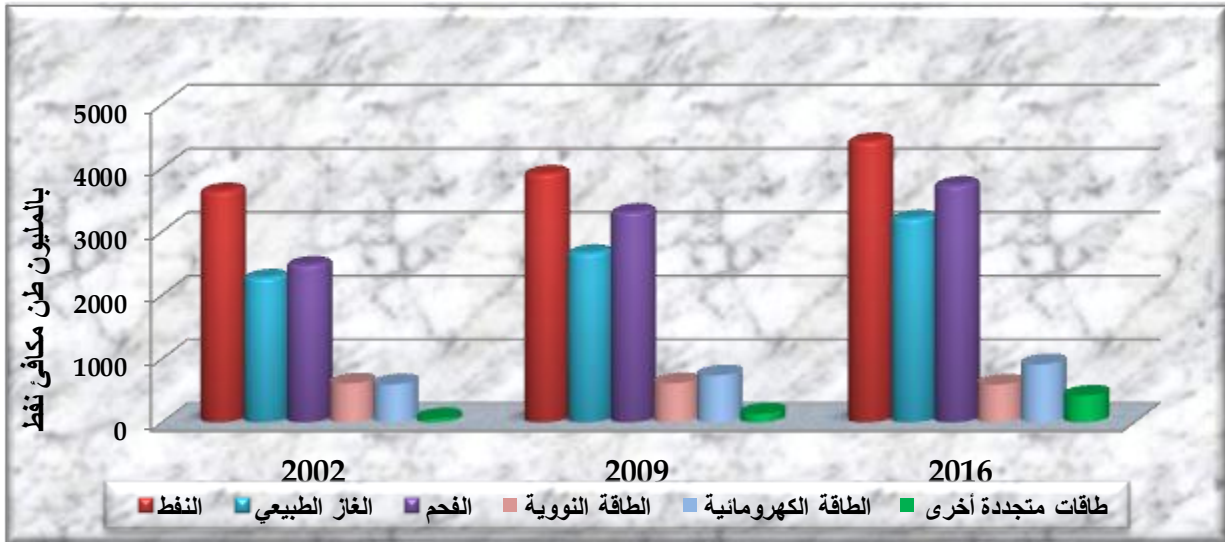
يبرز تطور الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية، والشكل البياني رقم 1: الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية لسنوات مختلفة، بينما الشكل رقم 2، فهو يبرز تطور الاستهلاك لإجمالي الطاقة الأولية خلال الفترة من عام 1965 إلى غاية 2016، والتي تعبر عن الاتجاه العام للطلب العالمي على الطاقة الأولية التجارية.

الجدول رقم (1): الاستهلاك العالمي من الطاقة الأولية في العالم، للسنوات: 2002؛ 2009؛ 2016.

الاستهلاك عام 2016		الاستهلاك عام 2009		الاستهلاك عام 2002		الطاقة الأولية
النسبة (%)	بالمليون طن نفط. مكافئ	النسبة (%)	بالمليون طن نفط. مكافئ	النسبة (%)	بالمليون طن نفط. مكافئ	
33,3%	4418,2	34,4%	3908,7	37,6%	3632,3	النفط
24,1%	3204,1	23,4%	2661,4	23,6%	2275,6	الغاز الطبيعي
28,1%	3732,0	29,1%	3305,6	25,7%	2476,7	الفحم
4,5%	592,1	5,4%	614,0	6,3%	610,8	الطاقة النووية
6,9%	910,3	6,5%	736,3	6,2%	596,2	الطاقة الكهرومائية
3,2%	419,6	1,2%	137,4	0,6%	60,4	طاقات متجددة أخرى
100%	13276,3	100%	11363,4	100%	9652	المجموع

المصدر: British Petroleum (B.P), Statistical Review Of World Energy, 2011; 2017

الشكل رقم (1): استهلاك الطاقة الأولية في العالم للسنوات: 2002؛ 2009؛ 2016

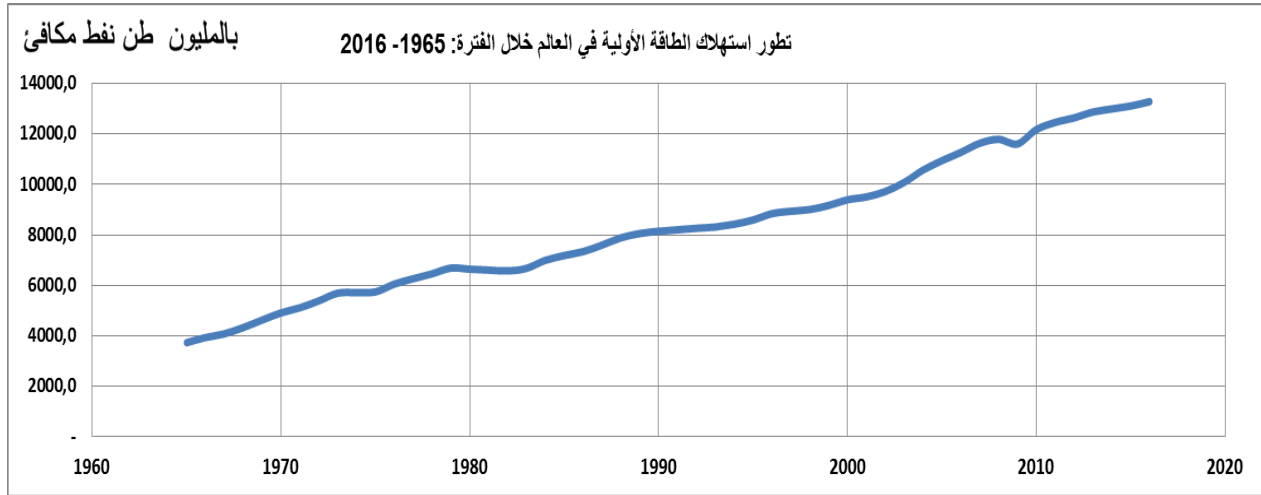


المصدر: من معطيات الجدول رقم 1 أعلاه.

كما يظهر تطور الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية خلال الفترة من 1965 إلى 2016 أن العالم شهد تطورا ملحوظا في حجم الاستهلاك، فبعدما كان حوالي 3730.7 مليون طن نفط مكافئ سنة 1965 ليتضاعف عام 1979 وبصل إلى 6685,5 مليون طن نفط مكافئ، حوالي 64 % منه تعود إلى دول منظمة التعاون والتنمية (OCDE)، ليصل سنة

2016 إلى 13276,3 مليون طن نفط مكافئ، أي ما يفوق 58 % من حجم هذا الاستهلاك راجع إلى البلدان خارج (OCDE). كما يمكن توضيح تطور الطلب العالمي على الطاقة الأولية التجارية خلال الفترة (1965-2016)، من خلال الشكل رقم 2.

الشكل رقم (2): تطور الطلب العالمي على الطاقة الأولية خلال الفترة (1965-2016).



المصدر: بناءً على معطيات British Petroleum (B.P), Statistical Review Of World Energy, 2017

(4) مفهوم البيئة:

البيئة تمثل حيزاً جغرافياً ذو خصائص معينة، من مناخ وتربة وتضاريس ومجموعة من الموارد تكفل لهذا الكائن تأمين حياته وهي مصطلح واسع المدلول يشمل كل شيء يحيط بالإنسان، ويناسب هذا التعريف كل فروع العلم التي تهتم بدراسة البيئة⁴ والبيئة البشرية والتي تم دراستها هذه، هي كوكب الأرض ومجالاته المختلفة. وقد عرف مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية، الذي انعقد في ستوكهولم⁵ عام 1972، البيئة بأنها رصيد الموارد المادية والاجتماعية المتاحة في وقت ما، وفي مكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته ووفق هذا الاتجاه قسم البعض مفهوم البيئة إلى قسمين أساسيين⁶:

أ - عنصر طبيعي ويدعى بالبيئة الطبيعية:

وهي كل ما يحيط بالإنسان من عناصر طبيعية وليس للإنسان دخل في وجودها مثل الهواء، الماء، والتربة.

ب - عنصر بشري يسمى البيئة البشرية:

ويقصد بها الإنسان وإنجازاته التي أوجدتها داخل بيئته الطبيعية فالإنسان كظاهرة بشرية، يتفاوت من بيئة لأخرى، في درجة تحفزه وتفوقه العلمي وسلالته، مما يؤدي إلى تباين البيئات البشرية. إلى جانب ذلك فقد قُسمت البيئة أو الإطار البيئي، إلى أربعة مجموعات: البيئة الطبيعية، والبيئة الاجتماعية والبيئة الجمالية، والبيئة الاقتصادية. وذلك حسب تقسيم "راو ووتون"⁷ (Reau & Wooten).

3- البيئة وتوازن النظام البيئي:

ظل الإنسان، وهو يتعامل مع بيئته، على أنها نظام مفتوح لا حدود لقدرته على التجدد والاستيعاب وراح يسرف في استخدام الموارد، وإشباع المزيد من حاجاته، غير أنه أدرك مؤخراً أن بيئته ليست نظاماً مفتوحاً ولكنها نظاماً مغلقاً، وهي أشبه بسفينة فضاء، كما تصورها الاقتصادي كنيث بولدينغ (Kenneth Boulding) سنة 1960⁸، وقدرة هذه السفينة على تأمين احتياجات روادها محدودة بالموارد المتاحة فيها (من مواد وطاقة) وما يمكن أن تستمد من مصادر الطاقة الخارجية، إن أمكن ذلك.

وقد أدرك علماء الإيكولوجيا، أن العلاقة بين الإنسان والبيئة، تخضع لمعادلة بسيطة مفادها أن كتلة المواد والطاقة الخارجة من البيئة، تعادل كتلة النفايات العائدة إليها، في ظل عدم وجود أي نظام لتدوير الموارد. فالإنسان يسعى جاهداً لرفع مستوى رفاهيته، من خلال إنتاج طاقة حرارية وملوثات مصاحبة ومخلفات لا يمكن إعادة استخدامها (تدويرها)، مما يشكل ضغطاً على النظام البيئي، كما أن أنماط الاستهلاك والإنتاج التي يسلكها الإنسان في إطار نظامه الاقتصادي والاجتماعي تتأثر كثيراً بعوامل ثقافية وقيم المجتمع السائدة، ولكنه في حالة عدم الالتزام بالمعايير البيئية فسيؤدي إلى زيادة الطاقة الحرارية والغازات والنفايات الملوثة للهواء والماء والأرض في النظام البيئي.

فبقاء واستمرارية الأنظمة البيئية مرهون بمدى توازنها، ويحدث توازن هذه الأنظمة من خلال التفاعل بين العناصر المكونة للبيئة الحية وغير الحية.

ويعتد الإنسان من أهم وأرقى عناصر الاستهلاك في هذا النظام البيئي المتوازن، ولهذا فإن تدخل الإنسان بأي صورة من الصور في هذا التوازن البيئي يفسده إلى حد كبير⁹، وقد يُخل تماماً بهذا الاتزان وقد تجلّى ذلك فعلاً نتيجة استهلاك الإنسان غير المحدود للطاقة وحرقة لكميات هائلة من الوقود الذي تسبب في إطلاق ملايين الأطنان من الغازات الضارة بهذا التوازن البيئي في الهواء.

ثانياً- التلوث البيئي ومستقبل الطاقة الأولية في ميزان الطاقة العالمي.

تعد البيئة بمكوناتها الحية وغير الحية، بمثابة نظاماً حيوياً متكاملاً لا يمكن له أن يستقيم إلا بتوازنه وتحدث حالات اللاتوازن بسبب الخلل الذي يُصاب به النظام البيئي، وهو ناتج عن تغير كمي أو نوعي في مكونات البيئة الحية وغير الحية، ولا تستطيع الأنظمة البيئية استيعابه من دون أن يختل توازنها وهو ما يعرف بالتلوث البيئي.

فهناك تعريفات عديدة أعطيت للتلوث البيئي؛ من بين أهم هذه التعاريف الذي يعتبر أن: " التلوث البيئي "كل تغير غير مرغوب، في الصفات الطبيعية والكيميائية والبيولوجية في الوسط المحيط (هواء، وماء، وتربة)، بما يسبب تأثيرات ضارة على الإنسان والكائنات الحية الأخرى وكذلك الإضرار بالعملية الإنتاجية والموارد المتجددة"¹⁰.

1. أشكال التلوث البيئي:

يشمل التلوث البيئي العديد من العناصر التي تنعكس على مكونات البيئة وأهمها؛ تلوث الهواء، تلوث الماء وتلوث التربة والتلوث الناتج عن المخلفات الصلبة والمخلفات الخطرة، بالإضافة إلى التلوث بالضجيج. كما ينتج عن إنتاج واستخدام الطاقة الأحفورية (النفط، الغاز الطبيعي، اليورانيوم)، انبعاثات لبعض الغازات منها ما هو خطير على البيئة، ومنها ما لا يشكل أي خطورة. ويحدث التلوث أثناء المراحل المختلفة لإنتاج واستغلال الوقود الأحفوري.

2. آثار التلوث البيئي

ازداد تلوث البيئة نتيجة الاستخدام المفرط لمصادر الطاقة الأحفورية، وانتشر هذا التلوث واتسع نطاقه وبمرور الوقت اشتدت حدته متجاوزا حدود انبعاثه. فقد يستنشق الإنسان حوالي 7500 لتر من الهواء الجوي يوميا، وبالتالي ستؤثر الملوثات في الجوى ولو كانت بكميات ضئيلة على صحته، خاصة الملوثات الدقيقة الناعمة، حيث يستنشقها من خلال عملية التنفس فتصيبه بأمراض خطيرة. إلى جانب ذلك فإن غاز أول أكسيد الكربون عبارة عن غاز سام، وإذا ما اتحد مع هيموغلوبين الدم فإنه يكون مركبا ثابتا يعرف باسم "كربوكسي هيموجلوبين"، وهو شديد الخطورة حيث يمنع هذا المركب الدم من نقل الأكسجين إلى خلايا الجسم، وإذا زاد تركيز غاز أول أكسيد الكربون في الهواء الجوي ووصل إلى 1000 جزء في المليون، فإن استنشاق الإنسان لهذا الهواء سيؤدي به إلى الوفاة بسرعة.

أما العناصر الثقيلة التي تضاف إلى الهواء كالرصاص والكاديوم، حيث أن الرصاص له أثر خطير على الجهاز العصبي للأطفال مؤديا إلى الإعاقة، والتخلف العقلي والشلل الدماغي، إلى جانب ضمور وضعف العصب البصري، وبيئت التجارب أن نحو 20 % من كمية الرصاص المستنشق يتم امتصاصه عبر الرئتين، مؤديا إلى التسمم وبالتالي الإصابة بالأمراض التالية: التوتّر العصبي، الشلل، الضعف العام والإجهاد.

ويؤدي استنشاق هواء ملوث بعنصر الكاديوم إلى تلف الكليتين والرئتين، وضعف أطراف العظام وتآكلها إلى جانب أمراض القلب والإجهاد¹¹، وتتأثر النباتات بغاز ثاني أكسيد الكبريت، وغاز الأوزون. وتتأثر النباتات والحيوانات من الملوثات البيئية مثلها مثل الإنسان، وبدرجات متفاوتة بحسب نوع وتركيز المادة الملوثة وصحة الحيوان وعمره¹².

إلى جانب ذلك يمكن إيجاز بعض الآثار التي يخلفها التلوث البيئي على صحة الإنسان، وعلى البيئة عموما والتكاليف الاقتصادية المترتبة عن التلوث الذي يصيب الهواء الماء والتربة¹³، وهي ملخصة في الجدول رقم (2).

الجدول رقم (2): الآثار المترتبة على الأنواع المختلفة للتلوث البيئي

نوع التلوث	تأثيره على الصحة	تأثيره على البيئة	تأثيره على الاقتصاد
تلوث الهواء	تؤثر الغازات أكاسيد الكبريت أكاسيد الآزوت أحادي أكسيد الكربون الأوزون المنخفض بشكل أساسي على الجهاز التنفسي والقلبي. الديوكسين تؤثر على الجهاز المناعي والعصبي والمروني، تسبب السرطان انخفاض سمك طبقة الأوزون بنسبة 1% يؤدي إلى ظهور 7000 سرطان جلدي سنويا في العالم.	. احتباس حراري ؛ ارتفاع درجة حرارة الأرض مما يؤدي إلى ذوبان الجليد وارتفاع مستوى البحار والمحيطات، وأيضا اختلالات مناخية مهمة من أعاصير وفيضانات وجفاف، اضطراب التيارات البحرية؛ . أمطار حمضية؛ . توقيف ظاهرة التركيب الضوئي. موت الأشجار والنباتات الأخرى ؛ . ارتفاع حمضية التربة وموت كائناتها المجهرية ؛ وارتفاع نسبة الأشعة فوق البنفسجية القاتلة للكائنات الحية.	ارتفاع تكاليف علاج الأمراض، ضياع أيام العمل...
تلوث المياه	تسممات غذائية وأوبئة عند استهلاك مياه شرب ملوثة بواسطة الجراثيم الممرضة والمعادن الثقيلة والمواد الكيميائية. أمراض جلدية نتيجة الاستحمام في مياه ملوثة.	تدهور الحميات البيئية المائية وموت الكائنات الحية المائية. . التخاصب الذي يؤدي إلى موت الأوساط المائية	ارتفاع تكاليف معالجة المياه ، فقدان الثروة الحيوانية المائية ، ارتفاع تكاليف علاج الأمراض، التأثير على النشاط السياحي الشاطئي
تلوث التربة	ظهور أمراض ناتجة عن ابتلاع أو ملامسة التربة الملوثة للجلد ، أو شرب المياه التي قد يكون تسربت إليها الملوثات من التربة ، تناول المنتجات الزراعية من المناطق الملوثة.	تسمم النباتات والحيوانات والحميلة البيئية ككل.	فقدان القيمة الإنتاجية للأراضي الزراعية ارتفاع تكاليف علاج الأمراض، ضياع أيام العمل...

المصدر: ضاري ناسم العجمي، التغيرات المناخية وأثرها في البيئة، الاحترار العالمي، عالم الفكر، الكويت، المجلد 37، العدد 2 أكتوبر 2008، ص157.

3. مستقبل الطلب العالمي على الطاقة الأولية آفاق 2040:

توجد عدة سيناريوهات لمستقبل الطلب العالمي على الطاقة التجارية الأولية، لمنظمات دولية، كإدارة معلومات الطاقة الأمريكية، ومنظمة الدول المصدرة للنفط، ووكالة الطاقة الدولية، الى جانب مؤسسات دولية رائدة في قطاع الطاقة، لإبريتيش بتروليوم، و إيكسون موبيل، وستات أويل، ومعهد اقتصاد الطاقة الياباني.

إلا أنه تم اعتماد في دراستنا هاته على السيناريو (ET)¹⁴ لشركة "بريتيش بتروليوم (BP)"، الذي أعد مع بداية سنة 2018 في دراستها لاتجاهات الطلب على الطاقة الأولية التجارية في آفاق العالم 2040 ، فيتضح مستقبل الطلب العالمي للطاقة الأولية حسب هذا السيناريو وفق الجدول التالي:

الجدول رقم (3): آفاق الطلب العالمي على الطاقة الأولية وفقا لسيناريو (ET)* خلال الفترة (2016-2040).

الطاقة الأولية	الاستهلاك عام 2016		الاستهلاك عام 2040		التغير في الاستهلاك 2040-2016		معدل النمو السنوي
	بالملليون طن نفط. مكافئ	النسبة (%)	بالملليون طن نفط. مكافئ	النسبة (%)	بالملليون طن نفط. مكافئ	النسبة (%)	النسبة (%)
النفط	4336	33%	4836	27%	500	12%	0.5%
الغاز الطبيعي	3204	24%	4707	26%	1502	47%	1.6%
الفحم	3732	28%	3762	21%	30	01%	00%
الطاقة النووية	592	4%	912	5%	320	54%	1.8%
الطاقة الكهرومائية	910	7%	1241	7%	331	36%	1.3%
طاقات متجددة أخرى	502	4%	2527	14%	2025	404%	7%
المجموع	13276	100%	17983	100%	4707	/	1.3%

المصدر: BP Energy Outlook ,2018, p:120.

نلاحظ من خلال الجدول أن نمو الطلب العالمي على الطاقة الأولية التجارية في آفاق 2040 سيكون بمعدل سنوي قدر بـ 1.3%، على أن إجمالي الطلب على الطاقة الأولية التجارية لنفس الفترة سيصل إلى 17983 مليون طن نفط مكافئ، مقابل 13276 مليون طن نفط مكافئ للعام 2016.

كما يلاحظ أن الطاقات المتجددة تعد الأكبر نمواً بمزيج الطاقة العالمي (بمعدل نمو 7% سنوياً)، حيث ستتقل من نسبة 4% من إجمالي الطلب العالمي على الطاقة التجارية للعام 2016 إلى 14% في آفاق 2040، أي بارتفاع في الطلب تجاوز 400% بين عامي 2016 و 2040، كما سيرتفع الطلب على الطاقة النووية أيضاً بمعدل 1.8% سنوياً، لتمثل 5% من إجمالي الطلب العالمي على الطاقة الأولية في آفاق 2040، أما معدل الطلب على الطاقة الكهرومائية¹⁵ فسيبقى مستقرًا بالنسبة للطلب الإجمالي في حدود 7%.

فبالرغم من النمو المضطرد للطلب على مصادر الطاقة المتجددة خلال الفترة (2016-2040) فإن الوقود الأحفوري سيبقى مسيطر على المشهد الطاقوي العالمي في المديين المتوسط و الطويل، حيث مثلت 85% من إجمالي الطلب العالمي في سنة 2016 ويتوقع أن تبلغ 74% في آفاق 2040.

رابعاً- ضرورة التحول نحو الطاقة النظيفة وانعكاساتها ذلك على الاقتصاد العالمي.

إن التنمية القائمة على اقتصاد تحركه الطاقة الأحفورية، لا تشكل نموذجاً قابلاً للبقاء والاستدامة. وإنما يجب اعتماد اقتصاد بيئي تحركه مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة، المأخوذة من الشمس كالرياح وضوء الشمس أو من الطاقة المائية أو الحيوية أو الجوفية، وسيكون معتمداً على الهيدروجين بدلا من الفحم وستسير كل المركبات ومختلف وسائل النقل بمحركات خلايا الوقود التي تحركها الكهرباء المولدة باستخدام الهيدروجين كوقود. بذلك نكون قد حققنا نموذجاً تنموياً متوالياً ومستداماً، قائماً على اقتصاد بيئي تحركه مصادر نظيفة للطاقة، أساسها الشمس والهواء والماء.

1) الطاقة النظيفة:

وهي الطاقة التي تُستمد من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو لا تنفذ ، ولا تنشأ عنهما مخلفات كثاني أكسيد الكربون أو غازات ضارة، كالتى تساهم في زيادة الاحتباس الحراري، كما تسمى أيضا بالطاقة المستدامة أو الطاقة الخضراء. وتتعدد مصادر الطاقة النظيفة، فمنها طاقة المد والجزر، والطاقة المائية، والطاقة الكهرومائية، وطاقة الرياح، والطاقة الشمسية، والطاقة الحيوية، والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة الحيوية. وأبرزها حالياً هي تلك التي تُنتج في محطات القوى الكهرومائية بواسطة السدود العظيمة.

2) إمكانية التحول نحو الطاقة النظيفة:

إن أي إستراتيجية طويلة المدى لتحسين الإمداد بالكهرباء، يجب أن تتضمن خياراً إستراتيجياً وهو دعم الطاقة النظيفة ففي عام 2014 بلغ عدد الدول التي تضمنت سياستها العامة دعماً للطاقة المتجددة والنظيفة، أكثر من 100 دولة بعدما كانت 55 دولة في عام 2005، ومن بين هذه الدول مجموع بلدان الاتحاد الأوروبي الـ 27 فالنرويج تبلغ حصتها من الطاقة المتجددة 45 % من مجموع الإمدادات الكهربائية، والنمسا 62 %. وتنتج البرازيل حوالي 85 % من حاجتها الكهربائية من مصادر الطاقة المتجددة، كما نجد بلد مثل سنغافورة يعتمد 100 % على الطاقة الأحفورية لتوليد الكهرباء. في حين أن جمهورية الكونغو الديمقراطية رغم ترتيبها آخر دولة في دليل التنمية البشرية إلا أنها تعتمد على مصادر طاقة متجددة بما يفوق 96 % من إجمالي إمدادات الطاقة لكنها تعتمد بنسبة كبيرة على الطاقة الحيوية. وابتداءً من سنة 2010 فإن مصادر الطاقة المتجددة أصبحت تؤمن حوالي 25 % من القدرة العالمية للطاقة، وتغطي حوالي خمس الإمدادات من الكهرباء، حسب الجدول رقم (4).

الجدول رقم (4): الحصة من مجموع إمدادات الطاقة الأولية

الدول والمناطق الجغرافية	الترتيب حسب دليل التنمية البشرية	الوقود الأحفوري (% من المجموع) ¹⁶	المصادر المتجددة (% من المجموع)
تنمية بشرية مرتفعة جدا			
النرويج	01	58.6	45.3
استراليا	02	94.6	5.4
هولندا	03	92.5	4.4
الولايات المتحدة الأمريكية	04	85.0	5.4
أيسلندا	14	17.1	82.9
سنغافورة	26	100.0	0.0
تنمية بشرية متوسطة			
الكونغو	137	43.5	53.7
تنمية بشرية منخفضة			
جمهورية الكونغو الديمقراطية	187	4.0	96.2
البلدان العربية	/	88.9	10.9
شرق آسيا والمحيط الهادئ	/	..	..
أوروبا وآسيا الوسطى	/	87.7	6.7
أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي	/	69.2	30.4
جنوب آسيا	/	69.8	29.7
جنوب الصحراء الإفريقية الكبرى	/	..	..
العالم	/	72.3	25.1

المصدر: تقرير التنمية البشرية لعام 2014، مرجع سابق، ص، 47. - علامة النقطتين (..) تشير إلى عدم توافر البيانات.

ومنذ سنة 2004 ازدادت قدرة تكنولوجيات الطاقة المتجددة العالمية بنسبة تتراوح ما بين 4 إلى 60 % سنوياً، وهذا راجع إلى تطور التكنولوجيات الجديدة، وارتفاع أسعار النفط وتقلبها، والقلق من تغير المناخ، واعتماد السياسات الوطنية والعالمية الداعمة للتحويل إلى الطاقة النظيفة¹⁷، حيث تساهم البلدان النامية في توليد ما يفوق 50 % من احتياجات العالم من هذه الطاقة، رغم ذلك نجد أن حوالي 90 % من استثمارات الطاقة النظيفة تتركز في بلدان مجموعة العشرين، فمن أجل تحقيق الإنصاف والاستدامة في استخدام الطاقة النظيفة وانتشارها، وجب تضافر الجهود لتحسين وتهيئة الظروف في البلدان الأخرى لنقل التكنولوجيا وتوجيه الاستثمارات المستقبلية في هذا المجال، وبالتالي فإن هذا القطاع الجديد سيسهم في توسيع إمكانيات حصول الجميع على الطاقة النظيفة، والحد من الانبعاثات، إلى جانب توفير فرص عمل جديدة، حيث أن إنتاج 1

ميغاواط من عنفة هوائية يستحدث فرص عمل بمعدل يتراوح بين 0.7 إلى 2.8 مرات ما يوفره إنتاج 1 ميغاواط من محطة لتوليد الطاقة باستخدام الغاز الطبيعي، بينما في محطة للطاقة الشمسية فإن المعدل يفوق ذلك بحوالي 11 مرة.

3) طاقة المستقبل يجب أن تكون نظيفة؟

تسعى مراكز الأبحاث المتخصصة في الطاقة في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية إلى جانب معظم شركات الطاقة العالمية للإعداد منذ الآن للحظة الحاسمة وهي لحظة الافتراق عن استخدام النفط والفحم الحجري ومختلف المواد الملوثة للبيئة، وذلك من أجل تحقيق ما يسمونه بالاقتصاد الأخضر، الذي سيكلف الكثير من المال.

إن الطاقة التي تحل محل الطاقة الأحفورية هي طاقة المستقبل النظيفة والمتثلة في المصادر الجديدة والمتجددة للطاقة وعلى رأسها طاقة قوة الرياح والطاقة الشمسية، ومن أجل تحقيق ذلك، فإن مركز الأبحاث الاقتصادية الألماني (RWE) يرى أن إقامة تجهيزات الطاقة المتجددة في أوروبا وحتى عام 2050 ستكلف حوالى 3 تريليونات أورو، وذلك لإنتاج الكهرباء فقط، وسترتفع أسعار وحدات التيار الكهربائي في 25 سنة القادمة إلى حوالى 23.5 سنت لكل كيلو واط ساعة في حين أن سعر هذه الوحدة اليوم هو 6,5 سنت.

وتتحول حالياً الأراضي الصالحة للزراعة إلى مساحات واسعة جداً توضع فيها تقنيات تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية، وذلك في دول أوروبية متعددة، ففي ألمانيا تبلغ مساحة بعض تلك الأراضي 180 ضعفاً مساحة ملعب لكرة القدم. إن توفير التيار الكهربائي من الطاقة الشمسية أمر سيكون مضموناً طيلة 20 سنة القادمة، بسعر 31 سنت لكل كيلو واط ساعة. ولكن إنتاج تلك الوحدات الحرارية سيعتمد على الوقت الذي تظهر فيه الشمس في القارة الأوروبية، وهو وقت غير طويل إذ لا تتعدى تلك النسبة الشهرين. وفيما يخص المصدر الثاني للطاقة المتجددة، وهي قوة الرياح، فإن الأمر المهم هو تعيين أماكن إقامة تلك المراوح الضخمة التي من المفضل أن تقام في البحار، لأن الرياح فيها أقوى. ويلزم الأمر كذلك إنشاء شبكات نقل لها وبناء نظام التوزيع الكهربائي، مما يزيد أيضاً من التكاليف، ويلعب ذلك دوراً مهماً في إقامة النظام الجديد لإنتاج التيار الكهربائي. حيث تقدر المنظمات المتخصصة في الاتحاد الأوروبي تكلفة إقامة تلك الشبكات بـ 400 مليار أورو.

وتقام حالياً في بحر الشمال شبكة من الكوابل يبلغ طولها 6000 كلم¹⁸، ويجري التوسع في الوقت الراهن لإنتاج الوقود الحيوي السائل، فالطاقة الحيوية لها فوائد عدة من بينها التخفيف من النتائج السلبية لتغير المناخ، لكن هذا التوسع يعتمد على المحاصيل الزراعية ومواقعها والأساليب المستخدمة في إنتاجها. وينافس الوقود الحيوي المصادر الطبيعية الأخرى مثل المياه والأراضي المستخدمة للزراعة. ويتم تجنب هذه السلبيات بابتكار تكنولوجيات جديدة لتحويل السكر إلى طاقة، وإنتاج الإيثانول من الطحالب.

رغم ذلك تظل الطاقة الحيوية أفضل بيئياً من الوقود الأحفوري الملوث للبيئة، وتساعد في التخفيف من الآثار الناتجة عن تغير المناخ. لكن هذا الأمر يبقى صعب التحقق إذا استمرت عملية إزالة الغابات وتخفيف المستنقعات للحصول على مزيد من الأراضي لتخصيصها للزراعات المعدة لصناعة الوقود الحيوي. إن الوقود الحيوي السائل ترتفع أسعاره يوماً بعد يوم،

وبناء شبكات نقل الطاقة الكهربائية المستمدة من الرياح وأشعة الشمس مكلفة جداً. ولكن هذا أمر لا بد منه عندما تحين ساعة قلب الاتجاه لإنتاج طاقة المستقبل النظيفة.

أ- التكنولوجيا النظيفة:

منذ سنوات فقط بدأ الوعي العام بأهمية التكنولوجيا النظيفة يتجاوز نطاق قطاع الطاقة وبدأ الاهتمام يستقطب المستثمرين الخواص، في حين تعود جذور اهتمام المجتمع المالي واستثماره في قطاع التكنولوجيا النظيفة إلى فترة التسعينيات، إلا أن استخدام هذا المصطلح على نطاق واسع لم يبدأ إلا خلال الأعوام العشرة الماضية؛ حيث تم في عام 2002 استخدام المصطلح الذي كان قد ارتبط بقطاع التنظيف الجاف سابقاً، بإسم الشركة الأمريكية "كلينتيك فيتشر نيتورك"، أي شبكة التكنولوجيا النظيفة التي تحمل الآن اسم "مجموعة التكنولوجيا النظيفة"، وقد استخدمت الشركة هذا المصطلح لوصف أشكال التكنولوجيا الخضراء والنظيفة التي استقطبت الاهتمام بين أوساط مجتمع رأس المال المغامر والذي رأى فيها بدوره المجال المقبل الواعد في ميدان الاستثمار التكنولوجي.

فرغم أن التعريف الاصطلاحي لهذه التكنولوجيا لا يزال غامضاً بعض الشيء، إلا أن مصطلح التكنولوجيا النظيفة له وقع إيجابي كبير على المستثمرين ومختلف القطاعات على حد سواء. وفي الوقت الحاضر، هناك العديد من التعاريف للتكنولوجيا النظيفة؛ فمن حيث الجوهر، يشير المصطلح إلى تطوير أشكال مختلفة من التكنولوجيا عالية الإنتاجية التي تتمتع بمزايا تنافسية على الصعيد الاقتصادي، وتستهلك كميات أقل من المواد الأولية والطاقة، فضلاً عن أنها لا تولد الكثير من النفايات وتحافظ على البيئة بفاعلية أكبر مقارنة بنظرائها¹⁹.

يعد قطاع التكنولوجيا النظيفة أحد مجالات الأعمال الضخمة، فقد وصلت قيمة استثمارات التكنولوجيا النظيفة في الربع الثاني لعام 2011 وحده إلى حوالي 1,83 مليار دولار أمريكي في أمريكا الشمالية والصين والهند رغم أن ذلك يمثل انخفاضاً بنسبة 10 % مقارنة بالربع الثاني لعام 2010 الذي بلغ فيه حجم هذه الاستثمارات 2,03 مليار دولار. وتعتبر التكنولوجيا النظيفة واحدة من القطاعات الثلاثة الأكبر جذباً لرأس المال المغامر، إذ تتنافس على تبوأ الصدارة فيه مع التكنولوجيا الحيوية وتكنولوجيا المعلومات ففي عام 2005، بدأت كبرى المؤسسات الاستثمارية بجمع رؤوس الأموال المغامرة لاستثمارها في قطاعات البيئة والطاقة البديلة والمتجددة، وهو ما جعل مصطلح التكنولوجيا النظيفة يتردد على ألسنة الجميع، وازداد هذه التوجه قوة مع الثورة التي شهدتها وسائل الإعلام الاجتماعية وانطلاق عدد من المدونات الشهيرة في القطاع، والتي ما لبثت أن حققت شعبية هائلة خلال زمن قياسي.

حيث أن هناك فرق بين التكنولوجيا النظيفة والتكنولوجيا الخضراء، غالباً ما يتم استخدام المصطلحين بالتبادل إلا أن التكنولوجيا النظيفة تعتبر القاعدة المالية والاستثمارية التي يتم من خلالها تطوير أشكال التكنولوجيا الجديدة ونماذج الأعمال المستدامة التي يراود منها تقديم عائدات تنافسية للمستثمرين والعملاء، وفي الوقت ذاته توفير حلول للتحديات العملاقة التي تواجه قطاع الطاقة العالمي، كما لا يمكن إنكار حقيقة أن مصطلحات مثل "التكنولوجيا الخضراء" و"التكنولوجيا البيئية" تمثل جميعها عناوين تشد الانتباه، ولكن يبقى مصطلح "التكنولوجيا النظيفة" هو الأساس.

وقد أصبح التعامل مع التحدي المتمثل بتطبيق التكنولوجيا النظيفة ضمن كل شركة ومنزل وحكومة أسهل مع تزايد الوعي والاهتمام بهذا الموضوع في الوعي العام، واتساع نطاق العمل على إحداث تغييرات كبيرة للأجيال المقبلة.

ب- بناء القدرات ونقل التكنولوجيات والابتكار:

ينبغي للدول النامية على وجه الخصوص السعي من أجل الوصول إلى تكنولوجيات نظيفة سليمة وآمنة بيئيًا ونقلها إلى بلدانها. وذلك من خلال تدابير تُشجع وتساند التعاون التكنولوجي، وتمكن من نقل التكنولوجيات الضرورية وما يتعلق بها من معرفة، وتسعى إلى بناء القدرات التقنية والإدارية والمالية اللازمة لتطوير تلك التكنولوجيات، وتحقيق الاستخدام الكفء لها، مما يستلزم جهودًا مكثفة على المستويات الوطنية والإقليمية والدولية. إن توفر الإرادة السياسية التي تقود عملية الابتكار والتعجيل بها يعتبر هاما للغاية من أجل إعادة صياغة وتشكيل نظم الطاقة، بحيث تدعم التنمية المستدامة.

إلا أن الابتكار التكنولوجي الذي يؤدي إلى تطوير تكنولوجيات طاقة نظيفة وميسرة، والتحول إلى هذه التكنولوجيات لا يسيران بالسرعة الكافية أو بالمعدل اللازم لمواكبة الطلب المتزايد على الطاقة في الدول النامية كما أن هذه الابتكارات وما يمكن أن تحقّقه من خفض في تكلفة التكنولوجيات التقليدية، ورفع كفاءة الطاقة واستخدام الطاقات المتجددة، يعتمد بصورة كبيرة على السياسات والاستثمارات التي تضعها الدول الصناعية لتحقيق هذه الأهداف، وعلى ذلك فإنه ينبغي على الدول المتقدمة أن تساعد الدول النامية في الحصول على هذه التكنولوجيات النظيفة وفي بناء قدراتها الوطنية في المجالات المتعلقة بها.

4) الاقتصاد الجديد وثورة الطاقة المستدامة:

إن إعادة بعث اقتصاد عالمي جديد، بحيث يصبح فيه النمو الاقتصادي مستداما، يمثل أعظم فرصة للاستثمار في التاريخ، ففي ظلّه ستكون مستويات ثاني أكسيد الكربون الجوي ثابتة، وعلى خلاف اقتصاد الطاقة القائم الآن، الذي تتركز فيه احتياجات العالم من النفط والفحم في عدد قليل من البلدان، فإن مصادر الطاقة في اقتصاد البيئة ستكون منتشرة على نطاق واسع، بنفس سعة توزيع الشمس والرياح، وسيكون اقتصاد الطاقة اقتصادا شمسيا هيدروجينيا، بمصادر متعددة للطاقة مأخوذة من الشمس، تستخدم إما مباشرة للتسخين والتبريد أو لإنتاج الكهرباء، وتستخدم الكهرباء المولدة من طاقة الرياح والتي تمثل أقل مصادر الطاقة تكلفة²⁰، في تحليل الماء لإنتاج الهيدروجين، مما يتيح عملية تخزين ونقل طاقة الرياح، وتستخدم كمرحلة أولى أنابيب الغاز الطبيعي الموجودة حاليا لتوزيع الهيدروجين، ليحدث الانتقال، من اقتصاد يعتمد على الفحم، إلى اقتصاد يعتمد على الهيدروجين.

فاستخدام الفحم على مستوى العالم يتم التخلص منه تدريجيا، وقد انخفض بنسبة 7 % من القمة التي وصل إليها سنة 1996 وهو يستبدل حاليا عن طريق عن الوفورات الناتجة عن زيادة الكفاءة في بعض البلدان وبالغاز الطبيعي في بلدان

أخرى مثل المملكة المتحدة والصين، وبطاقة الرياح في بلدان أخرى مثل الدنمارك وألمانيا.

وعملية الانتقال هذه سوف يستحدث فيها الاقتصاد الجديد، صناعات كبرى مستدامة، كصناعة التوربينات الهوائية، وتوليد الهيدروجين، وصناعة خلايا الوقود، والخلايا الشمسية، والمزارع السمكية وزرع الأشجار، كل هذه الصناعات، ستؤدي إلى ظهور وظائف جديدة تتطلب شغلها وسيكون الدور لمهندسي توربينات الرياح، والتي تختلف حسب المناطق. وفي البلدان التي لديها ثروة من طاقة الحرارة الجوفية، فسيكون دور جيولوجيو الحرارة تحديد أفضل المواقع لمحطات القوى، لتدفئة المباني. ويتطلب الأمر مرونة في العمارة البيئية، بحيث تستجيب لمتطلبات الاقتصاد الجديد، بحيث المباني تكون متناسقة مع البيئة، وتحقق الكفاءة في استخدام الطاقة، وهي من أبرز علامات التنمية المستدامة.

إن الثورة التي يتطلبها وضع الاقتصاد الحالي، يمكن أن تقارن بالثورتين، الزراعية والصناعية فقد انطلقت الثورة الزراعية لإعادة هيكلة اقتصاد الغذاء، بالتحول من نمط حياة الرعي، إلى نمط الحياة المستقرة المعتمد على حرث التربة، وكان تأثيرها على كوكب الأرض قليلا، وحولت شكل سطح الأرض فعلا. واستمرت الثورة الصناعية لقرنين من الزمن، رغم أنها في بعض البلدان مازالت في مراحلها المبكرة، وقد كان من أسسها تحول في مصادر الطاقة، من الخشب إلى الوقود الأحفوري، وهو تحول مهد للتوسع الكبير في النشاط الاقتصادي، فبينما غيرت الثورة الزراعية في سطح الأرض، فإن الثورة الصناعية غيرت جو الأرض، فرغم ما حققته الثورة الصناعية من ظهور أنماط جديدة للحياة، لم تكن الإنسانية تحلم بها، فقد خلفت تدميرا للبيئة، في تاريخ البشرية وضعت العالم على طريق الانهيار الاقتصادي في النهاية.

وإن الآن دور الثورة البيئية التي تختلف عن الثورتين الأخيرتين اللتين دفعتهما التقدم التكنولوجي والاكتشافات الجديدة²¹، فهي ثورة تدفعها غريزة البقاء. إن أعظم فرصة للاستثمار هي إعادة هيكلة الاقتصاد العالمي، بحيث يبقى النمو الاقتصادي مستداما، فعل سبيل المثال فالمبالغ 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 عام 2010 استهلك العالم 31.5 مليار برميل نفط تقريبا، أي حوالي 87.3 مليون برميل يوميا، وبسر 100 دولار للبرميل بتكلفة تصل إلى 3.15 تريليون دولار سنويا، فما هو عدد توربينات الرياح اللازمة لإنتاج مثل هذه الطاقة؟ وما هو عدد الأسطح الشمسية؟ وما هو عدد آبار الحرارة الجوفية؟.

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 خمسة احتياجات العالم من الطاقة.

أ- مزيج متنوع من مصادر الطاقة من أجل طاقة مستدامة:

تسعى العديد من دول العالم للتوصل إلى حلول لتحقيق التنمية المستدامة، وتأمين احتياجاتها المتزايدة من الطاقة، والحفاظ على البيئة، والتصدي لتحديات تغير المناخ. ولا شك في أن هذه القضايا تشكل التحديات الكبرى التي تواجه العالم في المرحلة الراهنة، إذ إن الحاجة إلى ضمان أمن الطاقة تعد من أبرز الأولويات التي ينبغي معالجتها ويعد الحل الأمثل الذي يحقق ذلك هو التركيز على بناء القدرات في مزيج متنوع من مصادر الطاقة، يشمل؛ الموارد التقليدية (الهيدروكربونية)، والطاقة النووية السلمية والأمنة، ومختلف أشكال الطاقة المتجددة، إن هذه المنهجية تغطي كافة جوانب ومراحل سلسلة القيمة في قطاع الطاقة المتجددة والتقنيات النظيفة²². وفي ظل عدم وجود حلٍّ واحدٍ يمكن توصية الجميع باعتماده، فإنه ينبغي على كل دولة العمل على تكوين مزيج متنوع من مصادر الطاقة، وفقاً لما هو متوفر لديها من الموارد²³، وبموجب موقعها الجغرافي، لكن باستخدام التكنولوجيات الحديثة، ويعد تضافر الجهود العالمية واعتماد نظرة واقعية من أهم العوامل المطلوبة لتحقيق النجاح، وذلك حتى نضمن سهولة الانتقال من الاقتصاد القائم على الوقود التقليدي إلى اقتصاد يستند إلى مزيج متنوع من مصادر الطاقة.

ب- طاقة نظيفة ومستدامة للجميع:

تتوافر إمكانات واحتمالات مستقبلية لتكنولوجيات الطاقة المتجددة لتسهم في الوفاء بالاحتياجات الأساسية للطاقة، وفي دعم تخفيف وطأة الفقر وتحقيق التنمية المستدامة، وقد تم ابتكار وتطوير تكنولوجيات متعددة للطاقة المتجددة خلال العقدين الماضيين، وتم اختبار بعضها ميدانياً، وتم تطويرها إلى مستوى التطبيق، خاصة في مجال القدرات الصغيرة وفي الأماكن النائية، بينما مازال بعضها الآخر في حيز البحث والتطوير. والهدف من ذلك كله توفير خدمات الطاقة للجميع أولئك المحرومين منها، والذين يعانون من الفقر والتهميش والافتقار للطاقة النظيفة.

إن أكثر من ثلاثة ملايين من الناس في البلدان النامية يعتمدون على الكتلة الإحيائية التقليدية في الطهي والتدفئة كما أن ملياراً ونصف مليار شخص بلا كهرباء، وحتى لو توافرت خدمات الطاقة فإن ملايين الناس من الفقراء غير قادرين على دفع تكاليفها، وبالتالي فالصلة وثيقة بين الطاقة والتنمية المستدامة في سبيل القضاء على الفقر.

فلحصول على خدمات الطاقة الحديثة بتكلفة معقولة في البلدان النامية أمر أساسي لتحقيق الأهداف الإنمائية للألفية، والتنمية المستدامة، وهو ما من شأنه أن يساعد على الحد من الفقر وتحسين أحوال ومستويات معيشة غالبية سكان العالم. وفي هذا الصدد أعلنت الجمعية العامة للأمم المتحدة في بيان لها أن عام 2012 سنة دولية للطاقة المستدامة للجميع²⁴، وذلك انطلاقاً من الأهمية التي تلعبها الطاقة في عملية التنمية المستدامة وتزامناً مع حاجة البشرية إلى طاقة نظيفة

للحد من ظاهرة الاحتباس الحراري وأزمة التغيرات المناخية، والاتجاه نحو تنمية تلبية احتياجات الحاضر دون المساس باحتياجات الأجيال القادمة. كما أكدت الجمعية العامة على أهمية الاستثمار في سبل الحصول على خيارات تكنولوجيا الطاقة الأنظف، ونقل التكنولوجيا المتقدمة إلى البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقالية وذلك للسماح باستخدام مصادر الطاقة، لا سيما مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة، استخدامًا يتسم بالكفاءة وتوسع النطاق. ومن أجل تأمين مستقبل للجميع يمكن فيه مواجهة تغير المناخ وضرورة زيادة إمكانية الحصول على خدمات وموارد طاقة، يمكن تحمّل تكاليفها والتعويل عليها، وتكون مجدية اقتصادياً ومقبولة اجتماعياً وسليمة بيئياً، استجابة لمتطلبات للتنمية المستدامة. إن السنة الدولية للطاقة المستدامة للجميع تمثل فرصة ثمينة لزيادة الوعي بأهمية الحصول المستدام والمتزايد على الطاقة، والوعي بكفاءة الطاقة والطاقة المتجددة على جميع الأصعدة المحلية والوطنية والإقليمية والدولية.

خاتمة:

بالرغم من التطور الاقتصادي العالمي الذي لعبت فيه مصادر الطاقة الأحفورية دوراً رئيسياً، فالعالم اليوم يشهد مظاهر ودلائل تغير المناخ، نتيجة الاحتباس الحراري الخطير، الناتج عن زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة بسبب الاستخدام المفرط لتلك المصادر الأحفورية. والعالم كله اليوم يسعى للحصول على مصادر لا تضيق انبعاثات وتوفر الطاقة النظيفة والمستدامة، فكان الدور هذه المرة، للطاقة الجديدة والمتجددة (النظيفة) التي ستساهم وبشكل فعال في التخفيف من الأضرار السلبية على البيئة. ويبقى مستقبل الطاقة النظيفة واعدادها بالنظر إلى المشاريع والاستثمارات الموجهة لهذا القطاع، حيث من المتوقع أن يصل حجم الاستثمار في العالم إلى 600 مليار دولار في أفق 2030، مما قد يشكل نسبة 70 % من حجم سوق الطاقة العالمي، إذا ما انخفضت تكاليف إنتاج الطاقة، واستمر ارتفاع أسعار الطاقة التقليدية.

إن المستقبل ليس فقط للطاقات المتجددة، وإنما المستقبل سيكون زاهراً إذا تفادينا أخطاء الماضي، لما كان النمو الاقتصادي يتحقق دون مراعاة آثار ذلك التطور الذي قام على أنقاض البيئة، فلم تراعى أدنى الشروط البيئية ولا الاختيار الأنظف لمصادر الإنتاج. فالنمو الحقيقي هو ذلك النمو القائم على التكنولوجيا النظيفة ومصادر الطاقة المتجددة، تراعى فيها احتياجات الفقراء والذين يعانون الحرمان من الطاقة النظيفة، فالطاقة ستكون نظيفة ومستدامة والنمو سيصبح نمواً مستداماً، إذا ما استطاع الجميع الوصول إلى الطاقة النظيفة دون المساس بأمن المجتمعات الفقيرة التي تعاني أصلاً الحرمان من الطاقة. ومن بين أهم النتائج التي تم التوصل إليها من خلال دراستنا هذه، نذكر ما يلي:

❖ على اعتبار أن النفط يشكل المصدر الأساسي في ميزان للطاقة الأولية، بسبب استمرار الطلب عليه دون انقطاع وصارت إمداداته تلبية احتياجات كل مناطق العالم، فتصدر بذلك ميزان الطاقة العالمي على بقية مصادر الطاقة الأخرى التقليدية والمصادر المتجددة.

❖ يُعدّ التوازن البيئي توازناً للأنظمة البيئية، لكن الاستخدامات غير العقلانية لمصادر الطاقة الأحفورية ساهمت في

زيادة حجم انبعاث الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، مؤدية الى تغير المناخ العالمي.

❖ من أجل تأمين احتياجاتها المتزايدة من الطاقة، والحفاظ على البيئة، ومواجهة تحديات تغير المناخ ينبغي على كل دولة من إنشاء مزيج متنوع من مصادر الطاقة، وفقاً لم هو متوفر لديها من الموارد يشمل؛ مصادر الطاقة النظيفة بمختلف أنواعها وأشكالها لضمان استمرارية انتاج الطاقة الكهربائية من المصادر النظيفة والمستدامة.

❖ تعتبر التكنولوجيا النظيفة من بين أهم القطاعات الأكبر جذبا لرأس المال بما فيها تكنولوجيا الطاقة النظيفة، وبالتالي فإن الفرصة متاحة لجميع دول العالم خاصة الدول العربية النفطية ذات الفوائض النفطية للحصول على التكنولوجيات النظيفة، من خلال التعاون التكنولوجي ونقل المعارف وبناء القدرات التقنية والإدارية من خلال الشراكة الحقيقية.

الهوامش والمراجع:

- ¹ - يحتوي الجو على عدد من الغازات تقوم بامتصاص الأشعة الحرارية تحت الحمراء، التي تنطلق من سطح الأرض وتعيدها مرة ثانية إلى الأرض، مسببة ظاهرة الاحتباس الحراري، حيث يوجد بعض هذه الغازات بشكل طبيعي في الغلاف الجوي للأرض، حيث تمتص السحب الأشعة تحت الحمراء وتصدرها، ومن جهة أخرى تقوم هذه السحب بعكس الإشعاع الشمسي الساقط عليها.
- ² - حسين عبد الله، مستقبل النفط العربي، مركز دراسات الوحدة العربية، الطبعة الثانية، بيروت، لبنان، 2006، ص، 197.
- ³ - تنشر برتيش بتروليوم (British Petroleum) كل عام كراسة حول أوضاع الطاقة في العالم بعنوان؛ النشرة الاحصائية للطاقة في العالم (Statistical Review Of World Energy)، وتتمتع بسمعة عالمية جيدة، وهي أشهر مصدر معلوماتي لشئون النفط ومصادر الطاقة المختلفة.
- ⁴ - محمد عبد البديع، اقتصاد حماية البيئة، دار الأمين للطباعة، القاهرة، مصر، 2004، ص 9.
- ⁵ - محمد السعيد صابرين، ورشيد الحمد، البيئة ومشكلاتها، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ط. ثانية، 1984، ص 28.
- ⁶ - زين عبد المقصود، البيئة والإنسان، علاقات ومشكلات، منشأة المعارف، الإسكندرية، 1981، ص 7.
- ⁷ - Jhon.G.Reau, & David .G, Wooten, Environmental impact Analysis, Hand-Book, Univ, Of California, Me Graw-Hill, Company, 1980, pp 224,26.
- ⁸ - رمضان محمد مقلد وآخرون، إقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، ط 2، الإسكندرية، مصر، 2001، ص 357.
- ⁹ - محمد نجيب إبراهيم أبو سعدة، التلوث البيئي دار الفكر العربي، القاهرة، مصر، 2000، ص 17.
- ¹⁰ - Odeum, E.P, Ecology the link between the natural and the social sciences, holt Rinebort and Winston, New York, USA, 1990, P: 244.
- ¹¹ - محمد أمين عامر، مصطفى محمود سليمان، تلوث البيئة مشكلة العصر، دار الكتاب الحديث، الإسكندرية، 1999، ص، 177.
- ¹² - م. عبد الكريم علي عبد ربه، م. عزت ابراهيم، اقتصاديات الموارد والبيئة، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، 2000، ص، 57.
- ¹³ - محمد عبد الكريم علي عبد ربه، محمد عزت محمد إبراهيم، اقتصاديات الموارد والبيئة، دار المعرفة الجامعية الإسكندرية، 2000، ص، 291.
- ¹⁴ - ET :The Evolving Transition Scenario.
- ¹⁵ - BP Energy Outlook, 2018, p: 120.
- ¹⁶ - من الممكن أن يتخطى مجموع حصص الوقود الأحفوري وموارد الطاقة المتجددة نسبة 100 %، والسبب في ذلك أن بعض البلدان تولد كمية من الكهرباء تفوق الكمية التي تستهلكها وتصدر الفائض.
- ¹⁷ - Meier and others. 2010. "Peru: National Survey of Rural Household Energy Use." Special Report 007/10. World Bank, Energy Sector Management Assistance Program, World Bank, Washington, DC. www.esmap.org/esmap/sites/esmap.org/files/ESMAP_PeruNationalSurvey_Web_0.pdf. Accessed 5 May 2011.
- ¹⁸ - سمير التنير، المجلة الإلكترونية "الطاقة" بتاريخ 16-10-2010، الموقع على الشبكة، <http://www.taqaat.org/energy>

- 19- التكنولوجيا النظيفة، على الموقع الإلكتروني لقاموس الأعمال، بتاريخ: 17-11-2011، www.businessdictionary.com
- 20- ماهر عزيز، المعضلة الأرضية عن الطاقة والبيئة والمستدامة، مرجع سابق، ص، 14.
- 21- ليستر ر براون، مرجع سابق، ص، 98، 97.
- 22- سلطان أحمد الجابر، العمود الفقري للتنمية المستدامة: مزيج متنوع من مصادر الطاقة، "مصدر تايمز" مجلة فصلية إلكترونية ربع سنوية، أبوظبي، الإمارات العربية، العدد الثالث، أكتوبر 2011، الموقع على الشبكة، www.masdartimes.ae
- 23- ماهر عزيز، المعضلة الأرضية عن الطاقة والبيئة والمستدامة، كراسات مستقبلية، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، مصر، 2004، ص، 13.
- 24- الجدير بالذكر أن برنامج الأمم المتحدة للطاقة، وهو مجموعة تنسيق من 20 وكالة من وكالات الأمم المتحدة، يطعن بمبادرة عالمية جديدة "الطاقة المستدامة للجميع". وتشرك المبادرة الحكومات، والقطاع الخاص، وشركاء المجتمع المدني، على الصعيد العالمي، في العمل من أجل تحقيق ثلاثة أهداف رئيسية بحلول عام 2030 وهي: (1) كفاءة إمكانية حصول الجميع على خدمات الطاقة الحديثة؛ (2) الحد من كثافة الطاقة بنسبة 40 في المائة؛ (3) زيادة استخدام الطاقة المتجددة على نطاق عالمي بنسبة 30 في المائة.