التحول الطاقوي كآلية لتحقيق التنمية المستدامة: دراسة تحليلية

Energy transformation as a mechanism for achieving sustainable development: an analytical study

مالكي عمر

جامعة تمنراست – الجزائر

malki1943@yahoo.fr

مؤذن عمر

جامعة أدرار – الجزائر

Omar.mo85@gmail.com

Received: 27/03/2020 Accepted: 04/06/2020 Published: 29/06/2020

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة عوامل تحقيق التحول نحو استخدام الطاقة المتجددة بدلا من الوقود الأحفوري وكيف يمكن لهذا التحول أن يسهم في تحقيق التنمية المستدامة، وهذا من خلال تحليل تطور بعض المؤشرات في العالم وفي الجزائر.

توصلنا من خلال هذا التحليل إلى أن الطاقة المتجددة تعتبر بديلا مناسبا للطاقة الأحفورية كونها تمتلك صفة التجدد والديمومة، كما أشارت التحاليل أن الجزائر لا تزال بعيدة في هذا المجال مقارنة بدول أخرى، ما يحتم عليها بذل المزيد من الجهد في سبيل تحقيق عوامل نجاح هذا التحول.

الكلمات المفتاحية: التحول الطاقوي، الطاقة المتجددة، الوقود الأحفوري، التنمية المستدامة، استهلاك الطاقة.

تصنيف JEL: E26، C97.

Abstract:

This study aims to know the factors of achieving the shift towards the use of renewable energy instead of fossil fuels, and how this shift can contribute to achieving sustainable development, and this by analyzing the evolution of some indicators in the world and in Algeria;

we found through this analysis that renewable energy It is considered a suitable alternative to fossil energy because it has the character of renewal and permanence, as analyzes indicated that Algeria is still far in this area compared to other countries, which requires more effort to achieve the factors of success of this transformation.

Keywords: Energy Transformation, Renewable Energy, Fossil Fuels, Sustainable Development, energy consumption.

Jel Classification Codes: E26 ،C97.

*المؤلف المرسل: مؤذن عمر، الإيميل المهني: Omar.mo85@gmail.com

1. مقدمة:

عتبر التزود بمصادر طاقة نظيفة ومستدامة لتلبية حاجاتنا المتنامية دوما أحد أكثر التحديات المتأزمة التي تواجه الجنس البشري في عالمنا اليوم، حيث أصبح واضحا وبشكل متزايد أن الطرق التقليدية التي أشبعنا فيها رغباتنا المتنامية للتزود بالطاقة ليست مستدامة، وعلى العموم هناك ثلاث أسباب رئيسية تحفز الدول على التوجه نحو الطاقة المتجددة هي كالتالي:

- أمن الطاقة : حيث تشير أغلبية التوقعات إلى أن ازدياد الإستهلاك العالمي للطاقة سوف يؤدي في النهاية إلى نفاد احتياطات الغاز والنفط، وبالتالي لابد من التفكير في مصادر بديلة؛
- والحافز الثاني يتعلق بتغير المناخ، فمن الممكن للطاقات المتجددة أن تقلص من انبعاث الغازات المسببة للإحتباس الحراري؛
- أما الحافز الثالث للسوق هو كلفة الطاقة المتجددة التي من المنتظر أن تستمر في الإنخفاض، وذلك بسبب تحسن تكنولوجيات إنتاج الطاقة المتجددة.

إشكالية الدراسة:

بناء على ماسبق يمكننا طرح الإشكالية الرئيسية التالية:

ما هي عوامل نجاح التحول الطاقوي؟ وكيف يمكن أن يساهم في تحقيق التنمية المستدامة؟

ومن أجل الإجابة على هذه الإشكالية الرئيسية قمنا باقتراح الفرضيات التالية:

- **الفرضية الأولى:** تتجه دول العالم نحو اعتماد الطاقات المتجددة كبديل للطاقات الاحفورية، كون تكلفتها استغلالها أرخص نسبيا، وهي متوفرة بشكل أكبر في الطبيعة؛
- **الفرضية الثانية:** تراهن دول العالم على تحقيق التحول الطاقوي، من أجل تغطية طلباتها الداخلية، دون الطموح للتصدير بسبب عدم توفر سوق دولية جديدة للطاقات المنتجة عن طريق هذا التحول؛
- **الفرضية الثالثة:** يمكن للتحول الطاقوي أن يعزز من عمليات التنمية المستدامة، من خلال تنوع مصادر الطاقة، ويؤدي ذلك إلى تحقيق وفر في استهلاك المصادر الأحفورية للطاقة، مما يحفظ حقوق أجيال المستقبل.

أهمية الدراسة:

تتجلى أهمية هذه الدراسة في أنها تتناول أحد المواضيعذات الأهمية البالغة في اقتصادات الدول، وهو التحول نحو استخدام الطاقة المتجددة ومساهمته في تحقيق التنمية المستدامة هذه الأخيرة التي أضحت مصدر اهتمام دول العالم اليوم.

أهداف الدراسة:

نسعى من خلال دراستنا هذه، إلى تحقيق جملة من الأهداف نلخص أهمها كا لآتي:

- محاولة الوقوف على أهمية التحول الطاقوي، ومتى يمكن لنا أن نقول أننا حققنا تحول ناجح نحو استخدام الطاقات المتجددة؛
- محاولة التعرف على كيف يمكن لتطوير تكنولوجيات استغلال الطاقة المتجددة أن تطرح كبديل لموارد الطاقة الأحفورية؛
- محاولة التعرف على ديناميكية التحول نحو الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة.

منهج الدراسة:

لقد اعتمدنا في دراستنا على المنهج الوصفي بهدف استعراض الجوانب النظرية للتحول الطاقوي، وبهدف المقارنة للمؤشرات الإقتصادية بشأن الطاقة، اعتمدنا التحليل الإحصائي للمعطيات.

2.التحول الطاقوي

تسعى دول العالم بصفة عامة، والدول الصناعية الكبرى بصفة خاصة اليوم جاهدة من أجل توفير وتأمين احتياجاتها الطاقوية، وذلك عن طريق استغلال التكنولوجيا الحديثة من أجل التحول نحو الطاقات المتجددة، وجعلها خيارا استراتيجيا على المديين القريب والبعيد.

1.2. مفهوم التحول الطاقوي:

تشير التحولات في مفهومها الواسع إلى إحداث تغيرات جدرية داخل المجتمع من أمثلة الإنتقال من الإقتصاد القائم على الصناعة إلى الإقتصاد القائم على الخدمات، أو من التنقل بالحصان والعربة إلى التنقل بالسيارة وغيرها.

ويستخدم مفهوم التحول في مجال الطاقة في السياسة الوطنية للطاقة للعديد من الدول على الرغم من أن بعض آثاره في التغيير غير واضحة ككفاية الطاقة، كما لايوجد توافق في الآراء بشأن الوضع النهائي المطلوب.(meriem, 2015, p. 04)

والتحول في مجال الطاقة هو عنصر أساسي للإنتقال البيئي، فهو يشير إلى المرور من نظام الطاقة المستخدم للموارد غير المتجددة، إلى مزيج الطاقة التي تقوم أساسا على الموارد المتجددة، وهو ما يعني ضمنيا تطوير بدائل للوقود الأحفوري بالإضافة إلى بعض أنواع الوقود الإنشطارية (المواد المشعة مثل اليورانيوم والبلوتونيوم)، ويوفر التحول الطاقوي استبدال الطاقة الأحفورية تدريجيا عن طريق مصادر الطاقة المتجددة.

وبالتالي التحول الطاقوي هو الإنتقال من الطاقات الأحفورية إلى صناعة الطاقات المتجددة التي تتميز بوفرتها وديمومتها، وهذا حفاظا على البيئة والإحتياجات المستقبلية للأجيال، دون المساس بمتطلبات الأجيال الحالية من الطاقة.

2.2. متطلبات التحول الطاقوي: ترتكز أهم متطلبات التحول الطاقوي فيما يلي:

- وجود رغبة سياسية واضحة من القيادة العليا للدول في التخلي التدريجي عن الطاقات الأحفورية لصالح الطاقات المتجددة؛
- توفير السيولة المالية اللازمة لعملية التحول عن طريق البحث عن سبيل تمويل مشاريع الطاقة المتجددة بإشراك القطاع الخاص، وتشجيع الإستثمار الأجنبي في هذا المجال؛
- توفر سوق جديدة للطاقات المنتجة عن طريق هذا التحول؛
- إبرام اتفاقيات دولية وعقود شراكة لتطوير توليد وصناعة الطاقات المتجددة؛
- تشجيع البحث العلمي والتكنولوجي في مجال الطاقات المتجددة؛
- فتح أسواق خاصة للطاقات المتجددة تتسم بالمرونة والوضوح في التعاملات.

3.2. استراتيجيات التحول الطاقوي:

يمكن إجمال استراتيجيات وخطوات التحول الطاقوي في ثلاث خطوات أساسية وهي:

1.3.2. الإستهلاك الأمثل للطاقة: ويتم ذلك من خلال مايلي:

- العمل على تخفيض استهلاك الطاقة الخاصة بعملية التدفئة، من خلال عزل المباني وتطوير وتحسين وسائط التدفئة؛

- تطوير وسائل النقل المتعددة عن طريق الإختيار الأمثل للمركبات المطابقة لمتطلبات الإستدامة، وانتهاج سبل جديدة لتشغيل المركبات بالطاقة البديلة، وخفض استهلاك المواد المنتجة من الطاقة الأحفورية؛
- تحقيق وفورات الكهرباء في جميع مجالات الإستخدام في العمليات الصناعية، والمعدات الكهرومنزلية وتكنولوجيات المكاتب الإلكترونية والمعلوماتية.

2.3.2. اعتبار التحول الطاقوي المحرك الأساسي لعملية التنمية:

وذلك بجعل المنافسة الإقتصادية لكبريات الشركات المنتجة للموارد الطاقوية تتجه نحو الإستغلال الأمثل والكفء للموارد الطاقوية، والتي تمكنها من استغلال الطاقات المتجددة كبديل للطاقات الأحفورية، بالإضافة إلى تحسين صورتها وتوفير مناصب عمل جديدة.

3.3.2. التخطيط لعملية التحول الطاقوي:

وتتم هذه العملية بإدماج جميع المتعاملين في مجال الطاقة وفق خطط وبرامج معدة مسبقا تهدف إلى توفير جميع الاحتياجات الطاقوية دون المساس بالبيئة وحقوق الأجيال المستقبلية والحالية (بلبل، 2015، الصفحات 07-08).

4-2 حول إنتاج واستهلاك الطاقة الأحفورية والطاقة المتجددة:

من خلال استعراض بعض المعطيات الخاصة باستهلاك وإنتاج كل من الطاقة الأحفورية والطاقة المتجددة يمكننا أن نتبيّن مسار التوجّه لهذا التحول الطاقوي، وبالنظر إلى حال إنتاج واستهلاك الكهرباء يمكننا أيضا أن نبلور فكرة حول مدى التحول نحو استخدام الطاقات المتجددة في استخراج الكهرباء وغيرها من الطاقات والموارد الأخرى، فمن المعلوم أنه قد يتم إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة أو أنها قد تنتج من مصادر النفط والغاز والفحم...الخ.

- بالنسبة لإنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة وغيرها من المصادر الأحفورية، الجدول أدناه يوضح إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة وغيرها من المصادر الأحفورية.

الجدول (01): إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة وغيرها من المصادر الأحفورية

	1971	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
إنتاج الكهرباء من مصادر النفط والغاز والفحم (% من الإجمالي) في العالم	61.68	57.68	61.94	61.02	63.68	65.76	66.31	66.99	66.82	66.32	65.63	65.23
إنتاج الكهرباء من مصادر النفط والغاز والفحم (% من الإجمالي) في الجزائر	85.19	96.39	99.16	99.02	99.79	98.36	99.62	99.02	98.92	99.45	99.60	99.68
إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، باستثناء الطاقة الكهرومائية* (% من الإجمالي) في العالم	0.25	0.35	1.31	1.18	1.4	1.96	3.13	4.10	4.69	5.41	6.00	6.76
إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، باستثناء	0	0	0.00	0.00	0.04	0.10	0.24	0.26	0.25	0.34	0.42	0.46

الطاقة الكهرومائية (% من الإجمالي) في دول الMENA	
إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، باستثناء الطاقة الكهرومائية (% من الإجمالي) في الجزائر	**بنسب لا تكاد تذكر باستثناء سنة 2015 حيث بلغت 0.11 % والتي يمكن اعتبارها كنقطة انعطاف في إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة بالجزائر**

*يشمل إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة باستثناء الطاقة الكهرومائية: الطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الشمسية والمد والجزر والرياح والكتلة الحيوية والوقود الحيوي.

المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على بيانات البنك الدولي على الموقع الإلكتروني:https://data.albankaldawli.org/indicator/

من الجدول رقم (1) يمكن ملاحظة ما يلي:

- بالنسبة لإنتاج الكهرباء من مصادر النفط والغاز والفحم أو من مصادر الطاقة المتجددة باستثناء الطاقة الكهرومائية في العالم فقد تراوحت نسبة الإنتاج من الإجمالي ما بين 57.68 % و66.99 % خلال السنوات الموضحة في الجدول وهو تغير بطيء في استخدام مصادر النفط والغاز والفحم ولعل سبب هذا التباطؤ يعود لاكتشاف والتحول نحو استخدام المزيد من مصادر الطاقة المتجددة وقد يبدو ذلك واضحا من خلال ملاحظة التزايد المطرد لإنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة باستثناء الطاقة الكهرومائية.
- بالنسبة لإنتاج الكهرباء من مصادر النفط والغاز والفحم أو من مصادر الطاقة المتجددة باستثناء الطاقة الكهرومائية في الجزائر، من الجدول يمكن ملاحظة أن هناك اعتماد كلي مطلق في إنتاج الكهرباء على مصادر النفط والغاز والفحم، ولعل ما يؤكد ذلك النسب التي تؤول إلى الصفر خلال كل السنوات باستثناء سنة 2015 في إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة باستثناء الطاقة الكهرومائية، حتى أنه بمقارنة الجزائر مع دول الـMENA– والتي تتشابه خصائصها أكثر مع الجزائر – نلاحظ تخلف الجزائر عن هذه الدول في استخدام مصادر الطاقة المتجددة في إنتاج الكهرباء.
- ومما يجب الإشارة إليه هنا أن إنتاج الكهرباء على مصادر النفط والغاز والفحم في الجزائر ينحصر بشكل يكاد يكون كلي على استخدام الغاز كمصدر أساسي لإنتاج الكهرباء، حيث أن نسبة الإنتاج هذه لم تقل منذ منتصف تسعينات القرن الماضي 95 % من الإجمالي لتصل سنة 2014 إلى أعلى مستوى لها حيث بلغت 98.61 % لتنخفض بعد ذلك إلى 98.36 % سنة 2015، وكل هذه النسب تأكد الاعتماد شبه المطلق على الغاز الطبيعي في إنتاج الكهرباء، والجدول الموالي يوضح مدى الاعتماد على الغاز الطبيعي في إنتاج الكهرباء في الجزائر:

الجدول (02): تطور إنتاج الكهرباء من مصادر الغاز الطبيعيفي الجزائر

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
إنتاج الكهرباء من مصادر الغاز الطبيعي* (% من الإجمالي)	**96.75**	**96.25**	**97.51**	**96.93**	**97.07**	**97.94**	**98.61**	**98.36**

*تشير مصادر الكهرباء إلى المدخلات المستخدمة في توليد الكهرباء. و يشير الغاز إلى الغاز الطبيعي ولكنه لا يتضمن سوائل الغاز الطبيعي.

المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على بيانات البنك الدولي على الموقع الإلكتروني:https://data.albankaldawli.org/indicator/

من خلال المعطيات الموضحة بالجدول (1) و (2) فإن الاعتماد على الوقود الأحفوري في إنتاج الطاقة يعتبر السمة الأبرز في العالم وبدرجة أكبر بالنسبة للجزائر، ولعل الميزات الإستخراجية والإنتاجية التي تحوزها الجزائر في مجال الغاز الطبيعي

يجعلها تطمئن أكثر لإنتاج الكهرباء من مصادر الوقود الأحفوري وبالأخص الغاز الطبيعي، إلا أن التوجه نحو استخدام مصادر الطاقة المتجددة مؤخرا يؤكد وجود نية لدى واضعي السياسة العامة في البلد لتعزيز استخدام مصادر الطاقة المتجددة ومما يدل على ذلك أيضا استحداث وزارة تهتم بمتابعة ومسايرة استخدام مصادر الطاقة المتجددة بالنظر إلى قدرة الطاقات المتجددة في الحفاظ على حق الأجيال اللاحقة في التمتع بكافة الموارد، مما يسهم في تحقيق استدامة بيئية وتنمية مستدامة.

بالنسبة لاستهلاك الطاقة الأحفورية والطاقة المتجددة، الجدول أدناه يوضح استهلاك الطاقة الأحفورية والطاقة المتجددة في العالم الجزائر:

الجدول رقم (3): استهلاك الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة ومصادر الوقود الأحفوري

	1971	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
استهلاك طاقة الوقود الأحفوري* (% من الإجمالي) في العالم	84.45	82.69	80.76	79.81	79.78	80.72	80.79	81.23	81.16	80.94	80.91	79.68
استهلاك طاقة الوقود الأحفوري (% من الإجمالي) في دول الـ MENA	92.58	95.59	97.07	97.65	97.75	97.42	98.07	97.96	97.99	97.99	97.95	-
استهلاك طاقة الوقود الأحفوري (% من الإجمالي) في الجزائر	99.00	99.73	99.94	99.87	99.81	99.61	99.85	99.89	99.86	99.91	99.98	-
استهلاك الطاقة المتجددة (%من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي) في العالم	-	-	17.08	17.75	17.90	17.04	17.25	17.21	17.48	17.70	17.87	18.05
استهلاك الطاقة المتجددة (% من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي) في دول الMENA	-	-	4.04	3.41	2.97	3.60	2.76	2.67	2.65	2.69	2.57	2.53
استهلاك الطاقة المتجددة (%من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي) في الجزائر	-	-	0.18	0.43	0.43	0.58	0.26	0.18	0.19	0.14	0.07	0.06

*يشمل الوقود الأحفوري الفحم والزيت والبترول ومنتجات الغاز الطبيعي.

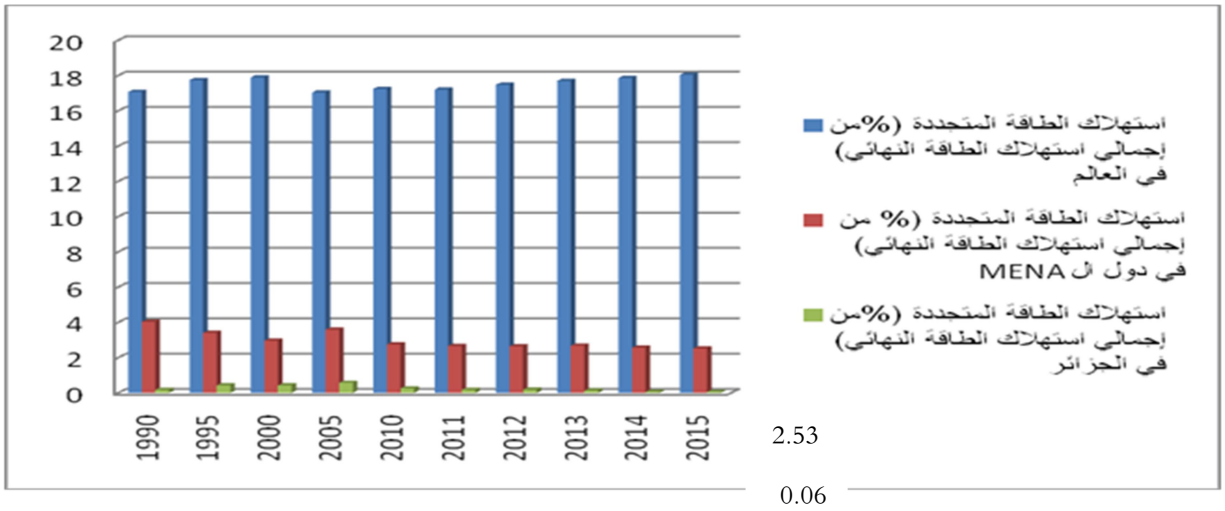
المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على بيانات البنك الدولي على الموقع الإلكتروني: https://data.albankaldawli.org/indicator/

من الجدول رقم (3) يمكن ملاحظة ما يلي:

- بالنسبة لاستهلاك طاقة الوقود الأحفوري في العالم يلاحظ بأن نسب الاستهلاك تراوحت ما بين 84.45 % (1971) و 79.86 % (2015) خلال السنوات الموضحة في الجدول بنسبة تغير تقارب الـ 5 % و هي نسبة قليلة للتحول الذي شهده العالم نحو استخدام المزيد من مصادر الطاقة المتجددة وقد يبدوا ذلك واضحا من خلال المنحى العام المتزايد للاستهلاك الطاقوي الناتج من مصادر الطاقة المتجددة.
- بالنسبة لاستهلاك طاقة الوقود الأحفوري في دول الـ MENA والجزائر ، يلاحظ بأن نسب الاستهلاك لم تقل عن 97.07 % خلال الفترة (1990-2015) وهي نسب تأكد الاعتماد شبه المطلق في دول الـ MENA على طاقةالوقودالأحفوري في الاستهلاك، أما بالنسبة للجزائر فإن نسب الاستهلاك لم تقل عن 99 % خلال السنوات الموضحة في الجدول، ما يؤكد الاعتماد المطلق للجزائر على الطاقات ذات المصادر الأحفورية، ولعل ما يؤكد ذلك بالنسبة للجزائر ودول الـ MENA نسب الاستهلاك للطاقة المتجددة من إجمالي الاستهلاك النهائي والتي لم تصل 1 % بالنسبة للجزائر و4.05 % بالنسبة لدول الـ MENA، ما يدل في اعتقادنا على أن دول الـ MENA بما فيها الجزائر لم تتجاوز بعد طور التجربة والمشروع إلى تحقيق فعلي لهذه المشاريع.

لتوضيح التباين بين دول العالم ودول الـ MENA والجزائر من حيث نسب الاستهلاك للطاقة المتجددة من إجمالي الاستهلاك النهائي ، نقوم بعرض الشكل الموالي:

الشكل(01): مقارنة استهلاك الطاقة المتجددة من إجمالي الاستهلاك النهائي في العالم ودول الـ MENA والجزائر



المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على بيانات الجدول رقم (3)

من الشكل (1) يبدو جليا تخلف الجزائر عن العالم ودول الـMENA في اللجوء للطاقة المتجددة إنتاجا واستهلاكا فعلى مستوى العالم شهد استهلاك الطاقة المتجددة منحى تصاعدي مستمر، أما على مستوى دول الـMENA والجزائر فقد كان استهلاك الطاقة المتجددة على النقيض من ذلك.

3. ديناميكية التحول نحو الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة.

1.3. ديناميكية التحول نحو الطاقة المتجددة

هناك ثلاث ديناميكيات تؤثر على سرعة الانتقال نحو استخدام الطاقة المتجددة، وتتمثل في: ارتفاع تكاليف الوقود الأحفوري، وانخفاض تكاليف الطاقة المتجددة، وتنفيذ سياسات لتسريع هذا التحول، بما في ذلك السياسات التي تستوعب العوامل الخارجية لتعكس التكاليف الحقيقية للوقود الأحفوري.

1.1.3. ارتفاع تكاليف الوقود الأحفوري:

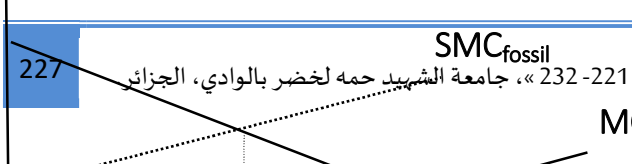
يتم اعتماد الطاقة المتجددة عندما يصبح الوقود الأحفوري نادرا بما فيه الكفاية، بحيث تصبح تكلفته أغلى من الطاقة المتجددة، أي عندما يكون الوقود الأحفوري مستنفدا اقتصاديا، كما يظهر في الشكل(02) ويشير إلى زيادة تكلفة استخراج الوقود الأحفوري من خلال مسار السعر التصاعدي له (MCfossil).

تجدر الإشارة إلى أن الاستنزاف الاقتصادي للوقود الأحفوري يمكن أن يستغرق وقتا طويلا جدا، حيث لايزال هناك مخزون كبير من النفط السائل في باطن الأرض، وأن التكنولوجيات الجديدة تجعل استخراج النفط من التشكيلات الصخرية أقل تكلفة، كما يوجد أيضا بدائل قريبة للنفط مثل النفط من رمال القطران والزيوت الإصطناعية المصنوعة من الفحم وتتوفر كذلك إمدادات أكبر من الغاز الطبيعي باستخدام التكسير الهيدروليكي ،ولا تزال هناك احتياطيات واسعة من الفحم لمتستغل، غير أن العديد من هذه التكنولوجيات الجديدة تعد مرتفعة التكاليف، لذلك من المرجح أن يكون هناك اتجاه تصاعدي في أسعار الوقود الأحفوري بمرور الوقت (harrian).

الشكل رقم (02): ديناميكية التحول نحو الطاقة المتجددة.

p

SMC_{fossil}: التكلفة الحدية الإجتماعية للوقود الأحفوري



التكلفة الحدية الوقود الأحفوري : MC_{fossi}

التكلفة الحدية الطاقة المتجددة $MC_{renewable}$

الزمن Time

السعر p

Source: David Timmons, Jonathan M. Harris, and Brian Roach, The Economics of Renewable Energy, Global Development And Environment Institute, Tufts University, USA, p:32.

2.1.3. انخفاض تكاليف الطاقة المتجددة

في الوقت الذي ترتفع فيه أسعار الوقود الأحفوري، من المرجح أن تقلل التكنولوجيا الجديدة من تكاليف الطاقة المتجددة، كما يتضح من مسار الأسعار المنحدر للطاقة المتجددة (MCrenewable) في الشكل(02)، عند الزمن t1 تتقاطع مسارات الوقود الأحفوري والطاقة المتجددة ما يعني أن التكاليف متساوية، وبعد الزمن t_1 فإن الطاقة المتجددة ستكون أقل كلفة من الوقود الأحفوري، وستقوم قوى السوق بعد ذلك بتحقيق التحول نحو الطاقة المتجددة مع القليل من المساعدة الحكومية أو بدونها.

وحيثماحدث ذلك، فإن مصادر الطاقة المتجددة هي السائدة. على سبيل المثال في آيسلندا يكون الماء الساخن للطاقة الحرارية الأرضية أقل تكلفة من الفحم أو الزيت في تدفئة المباني، ومعظم المباني يتم تسخينها الآن باستخدام المياه الحرارية الأرضية، وبالمثل تستخدم الطاقة الكهرومائية على نطاق واسع حيث أنها من أرخص البدائل كما في الولايات المتحدة شمال غرب المحيط الهادئ.

إن توقيت جاهزية مصادر الطاقة المتجددة لتحل محل الوقود الأحفوري غير مؤكد، فمثلا أفضل الطرق لإنتاج الألواح الشمسية الضوئية هي خفض تكلفة إنتاج اللوحة، ولكن لايزال هناك تكاليف يومية ومتواصلة، ويمكن للتكنولوجيا الأفضل أن تخفض إلى حد ما تكاليف الطاقة المتجددة، ولكنها لاتستطيع تغيير الخصائص الأساسية لمصادر الطاقة، ويظهر ذلك جليا في الطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية، فبالرغم أن هذين المصدرين لديهما القدرة على توفير الطاقة بتكلفة أقرب من الأسعار الحالية للوقود الأحفوري، فإن كميات هذه المصادر من الطاقة محدودة جدا مقارنة بالاستخدام الحالي، ولايمكن توسيعها في العديد من المواقع.

قد تكون الطاقة الشمسية الكهروضوئية، والرياح البحرية المصادر المتجددة الوحيدة الوفيرة بما يكفي لتهجير الوقود الأحفوري، وفي حين أن تكاليف هذه التكنولوجيات آخذت في الانخفاض، فإنها تنخفض بمعدل متناقص، كما هو مبين في الشكل (02)، لذا فمن غير الواضح متى تصل الطاقة الشمسية الكهروضوئية وأسعار طاقة الرياح البحرية إلى التكافؤ مع الوقود الأحفوري (harrian)

3.1.3. حساب العوامل الخارجية للوقود الأحفوري

إذا كانت القضية الوحيدة هي توافر الوقود، فلن يكون بالضرورة أن يكون هناك مشكلة تواجه المجتمع في الانتقال إلى الطاقة المتجددة لفترة طويلة، ولكن بالطبع هناك قضية أخرى وهي أن احتراق الوقود الأحفوري يخلق ثاني أكسيد الكربون الذي يتسبب في تغير المناخ، ويعتقد معظم العلماء أن الوقت قد حان بالفعل لتجنب الأضرار الكبيرة الناجمة عن تغير المناخ، وأن الانتظار حتى يتم استنفاد الوقود الأحفوري لنشر مصادر الطاقة المتجددة يمكن أن يكون كارثيا للأرض، وهذا يخلق حجة قوية لاستيعاب التكاليف المتوقعة لتغير المناخ في أسعار الوقود الأحفوري.

وتظهر سياسات استيعاب التكاليف الخارجية للوقود الأحفوري في التكلفة الحدية الاجتماعية للوقود الأحفوري (SMCfossil) الشكل(02)، حيث تشير إلى فرض ضرائب على التسبب في تغير المناخ من جراء التلوث وانبعاث الغازات الدفيئة الناتج عن الوقود الأحفوري لتعكس تكاليف التلوث هذه على المجتمع.

ومن شأن الضريبة على الوقود الأحفوري أن تزيد أسعار هذا الأخير، مما يجعل الأسعار تقارب التكلفة الحقيقية الحدية لاستخدام الوقود الأحفوري، في الشكل(02) يقعSMCfossil فوق مسارMCfossil،وهو ما يمثل التكاليف الاجتماعية لحرق الوقود الأحفوري، والضرائب التي يمكن فرضها لتعكس هذه التكلفة.

وكما هو مبين في الشكل(02) فإن زيادة أسعار الوقود الأحفوري مع الضرائب التصحيحية تقلل من وقت الانتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة منt_1 إلىt_2 . كما أن رفع أسعار الوقود الأحفوري يوفر حافزا أكبر للحفاظ على الطاقة، مما يقلل من الكمية الإجمالية للطاقة المطلوبة في المجتمع ويحقق جزءا كبيرا من التحول إلى الطاقة المتجددة.

ونظرا لأن أسعار الوقود الأحفوري تعكس تكاليفها الخارجية من المرجح أن تكون الطريقة الوحيدة لإنجاز انتقال سريع للطاقة المتجددة في المستقبل القريب (على الرغم من أن الإرادة السياسية المطلوبة قد يكون من الصعب تطويرها)، وقد يكون هذا هو الخيار الوحيد الذي يحتمل أن يجنب العالم الآثار الكارثية لتغير المناخ.

إن أسعار الطاقة الأحفورية ستستمر في الارتفاع بسبب النضوب، ومن شأن هذا الارتفاع أن يسرع في تحسين تكنولوجيا الطاقة المتجددة مما يقلل من تكاليفها.

ويمكن أن تعمل الديناميكيات الثلاث المبينة في الشكل (02) في وقت واحد(harrian, p. 32)

2.3. دورالطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة

يمكن للطاقات المتجددة أن تعزز من عمليات التنمية المستدامة بشكل فعال، وسنوضح ذلك في النقاط التالية:

1.2.3. الحد من التأثيرات البيئية : لقد تعرض جدول أعمال القرن الواحد والعشرين إلى العلاقة بين الطاقة والأبعاد البيئية للتنمية المستدامة، خاصة تلك المتعلقة بحماية الغلاف الجوي من التلوث الناجم عن استخدام الطاقة في مختلف النشاطات الإقتصادية والإجتماعية وفي قطاعي الصناعة والنقل على وجه الخصوص،حيث دعت الأجندة الواحدة والعشرين(21) إلى تجسيد مجموعة من الأهداف المرتبطة بحماية الغلاف الجوي والحد من التأثيرات السلبية لقطاع الطاقة مع مراعاة العدالة في توزيع مصادر الطاقة وظروف الدول التي يعتمد دخلها الوطني على مصادر الطاقة الأولية أو تلك التي يصعب عليها تغيير نظم الطاقة القائمة وذلك بتطوير سياسات وبرامج الطاقة المستدامة من خلال العمل على تطوير مزيج من مصادر الطاقة المتوفرة الأقل تلويثا للحد من التأثيرات البيئية غير المرغوبة لقطاع الطاقة، مثل انبعاث الغازات التي تزيد من الإحتباس الحراري، ودعم برامج البحوث اللازمة للرفع من كفاءة نظم وأساليب باستخدام الطاقة، إضافة إلى تحقيق التكامل بين سياسات قطاع الطاقة والقطاعات الإقتصادية الأخرى وخاصة قطاعي النقل والصناعة (حدة، 2012، صفحة 151).

2.2.3. تعزيز إمدادات الطاقة للسكان : تساهم الطاقات المتجددة في توفير احتياجات السكان، وبالأخص سكان المناطق الريفية وبتكلفة مناسبة، وبالتالي يمكن أن تسهم بشكل مؤثر في تعزيز إمدادات الطاقة وتحفز التنمية بالأماكن التي تتوفر فيها.

3.2.3. تنويع مصادر الطاقة: إن الطاقات المتجددة تساهم في توفير احتياجات الطاقة للقطاعات المختلفة، وتنويع مصادرها، ويؤدي ذلك إلى تحقيق وفر في استهلاك المصادر الأحفورية للطاقة، يمكن أن يمثل فائضًا للتصدير، أو يسهم في إطالة عمر مخزون المصادر الأحفورية في الدول المنتجة للنفط والغاز، كما يمكن أن يمثل الوفر المحقق من الاستهلاك تدنية في تكاليف استيراد المصادر الأحفورية بالنسبة للدول الغير منتجة للنفط والغاز، فضلا عن ذلك فإن الإمكانات الحالية للنظم المركزية الكبيرة لتوليد الكهرباء من الطاقة المتجددة تمثل فرصة للتوجه نحو تطوير هذه النظم وتصدير الكهرباء المولدة إلى خارج المنطقة، مما يعني إمكان التوجه مستقبلا إلى تصدير الطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة.

4.2.3. مقاومة الفقر وتحسين نوعية الحياة :إن إسهام الطاقة المتجددة في توفير إمدادات الطاقة اللازمة لتنمية المناطق الريفية والنائية بكلفة اقتصادية اقل مقارنة ببديل إمداد الشبكات التقليدية، يمكن أن يؤدي إلى تحسين نوعية الحياة لما يوفره من خدمات تعليمية وصحية أفضل لسكان المناطق الريفية، ويسهم في مقاومة الفقر في هذه المناطق، وذلك بما يمكن أن يؤدي إليه من إيجاد فرص للعمالة المحلية في مجالات تصنيع وتركيب معدات الطاقة المتجددة وصيانتها، حيث أن العديد من هذه المعدات يمكن تصنيعها بإمكانات محدودة يمكن توفرها بالمناطق الفقيرة.

5.2.3. توفير مصادر الطاقة اللازمة لتحلية المياه : إن توفر مصادر الطاقة المتجددة محليا في مواقع الاحتياج إلى المياه،خاصة بالتجمعات الصغيرة والتي تحتاج إلى استهلاك محدود من المياه العذبة يمكن أن يمثل الحل الاقتصادي والتقني لتحلية المياه في المناطق التي يتعذر توفير المصادر الأحفورية بتكلفة اقتصادية (أسيا، 2002)

6.2.3. تعزيز التنمية المستدامة للزراعة ودعم الإنتاجية في المناطق الريفية:

لما كانت أغلب المناطق الريفية لا تتوفر لها مصادر الطاقة الملائمة للإحتياجات المطردة للتنمية بها، إذ مازالت تعتمد على المصادر غير التجارية للطاقة أو على امدادات غير منتظمة للمصادر الأحفورية مع ارتفاع أسعارها، فان تحقيق التنمية المستدامة يتطلب وضع السياسات اللازمة لتوفير الطاقة للمناطق الريفية، وذلك بالاعتماد على خليط من المصادر الأحفورية والمتجددة للطاقة وعلى ان يكون هذا الخليط مناسب الكلفة ومقبولا بيئيا، وذلك عن طريق زيادة إمدادات الطاقة إلى المناطق الريفية لتوفير حدا للازمة للقطاع المنزلي وللصناعات الزراعية، وذلك بإحداث نقلة نوعية في إمدادات الطاقة من خلال:

- التحول من الاعتماد على المصادر غير التجارية للطاقة الى الاعتماد على مصادر تجارية متنوعة خاصة مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة مع تحسين كفاءة استخدام المصادر الأحفورية.
- وضع وتنفيذ مشروعات ريادية لنظم الطاقة المتجددة المختلفة والمناسبة للمناطق الريفية والعمل على تعميم استخدام التطبيقات المختلفة بها في هذه المناطق.
- دعم القدرات المحلية في المناطق الريفية لنشر استخدام نظم الطاقة المستدامة وتشجيع قيام صناعات وشركات أعمال صغيرة لهذه النظم وذلك عن طريق تكثي فبرامج التدريب على التقنيات الجديدة وايجاد وسائل التمويل مناسبة لنظمها (محمد، 2013، الصفحات 04-05)

4. تحليل النتائج (اختبار الفرضيات):

الفرضية الأولى: والتي تنص على أن دول العالم تتجه نحو اعتماد الطاقات المتجددة كبديل للطاقات الاحفورية، كون تكلفتها استغلالها أرخص نسبيا، وهي متوفرة بشكل أكبر في الطبيعة؛ فقد **تم التأكد من صحتها جزئيا**، وهذا لأن العالم يتجه نحو اعتماد الطاقات المتجددة كبديل للطاقات الأحفوري، كونها طاقة نظيفة ومتجددة، وهي تعرف انخفاضا مستمرا من حيث التكلفة، خاصة الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

الفرضية الثانية: والتي تنص على أن دول العالم تراهن على تحقيق التحول الطاقوي، من أجل تغطية طلباتها الداخلية دون الطموح للتصدير بسبب عدم توفر سوق دولية جديدة للطاقات المنتجة عن طريق هذا التحول فقد **تم التأكد من عدم صحتها**، وهذا لأنه يمكن الحديث اليوم عن التحول الطاقوي، من أجل تغطية الطلبات الداخلية للدول، وضمان استمرار امدادات السوق الدولية الجديدة (المتوقع نموها) للطاقات الناتجة عن طريق هذا التحول، إضافة إلى الحد من ارتفاع درجة حرارة الارض، وتخفيف حدة التلوث.

الفرضية الثالثة: والتي تنص على أنه يمكن للتحول الطاقوي أن يعزز من عمليات التنمية المستدامة، من خلال تنوع مصادر الطاقة، ويؤدي ذلك إلى تحقيق وفر في استهلاك المصادر الأحفورية للطاقة، مما يحفظ حقوق أجيال المستقبل **فقد تم التأكد من صحتها** حيث أن التوجه نحو استخدام الطاقات المتجددة بالإضافة الى مساهمته في الحفاظ على البيئة يقلل من استغلال احتياطي الوقود الاحفوري مما يساهم في تعزيز التنمية المستدامة.

5. خاتمة:

تستخدم الطاقة المتجددة في العديد من مجالات الحياة على غرار توليد الطاقة الكهربائية، التدفئة والتبريد، كما تعتبر الامداد الآمن والمستمر لعديد القطاعات الاقتصادية، إضافة إلى توفير مناصب الشغل والتقليص من البطالة، هذا إذا احسنت الدول وضع السياسات والاستراتيجيات اللازمة لترقية الكفاءة الاستخدامية لهذه الموارد.

إن الارتفاع الحالي لتكاليف التحول نحو الطاقة المتجددة يحول دون الانتشار الواسع لاستغلال هذه الموارد عبر العالم، غير أن زيادة أسعار الطاقة الأحفورية، وزيادة التكاليف الاجتماعية لهذه الاخيرة من جهة والتطور التكنولوجي المستمر في مجال تقنيات استغلال الطاقة المتجددة من جهة أخرى قد يؤدي إلى الانتقال السريع نحو الطاقات الخضراء الصديقة للبيئة.

نتائج الدراسة:

- إن مسار التحول نحو اقتصاديات الطاقة المتجددة نهج لابد منه في المتغيرات الدولية المطالبة بالمحافظة على البيئة ويبقى على الدول تكثيف البحث والتطوير في هذه الموارد، والعمل على خفض تكاليف الإستغلال التي تعد العائق الأكبر الذي يحول دون انتشارها على نطاق واسع من العالم؛
- إن الجزائر بحكم موقعها الجغرافي تمتلك إمكانات وقدرات هائلة في مختلف مصادر الطاقة المتجددة، وبالرغم من سعيها لتطوير استغلال هذه الموارد إلا أن قدراتها الانتاجية لا تزال ضعيفة في هذا المجال مقارنة بدول العالم إضافة إلى ارتفاع نسب استهلاكها للوقود الأحفوري، ما يحتم عليها إعادة النظر ووضع الاستراتيجيات اللازمة لتحقيق الاستغلال الأمثل لموارد الطاقة.

6. قائمة المراجع:

8. Boulmekhal meriem, Bouakkaz Naoual . .*(2015)* Governance challenges in the energy transition: Practice of Energiewende Governance challenges in the energy transition: Practice of Energiewende.Les politiques d'utilisation des ressources énergétiques : entre les exigences du développementnational et la sécurité des besoins internationaux .*(04 صفحة)* Setif, Algeria: Setif University.
9. Jonathan M. Harris, and Brian Roach David Timmons. .*(بلا تاريخ)* The Economics of Renewable Energy,.USA: Global Development And Environment Institute, Tufts University.
10. Jonathan M. Harris, and Brian Roach, , David Timmons. .*(بلا تاريخ)* The Economics of Renewable Energy.USA, p:32.: Global Development And Environment Institute, Tufts University.

11. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. (2002). تنمية استخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة. الأمم المتحدة.

12. عبد الرزاق فوزي، حسناوي بلبال،. (2015). إشكالية التحول الطاقوي كآلية لتحقيق الأمن الطاقوي في ظل المستجدات الدولية. المؤتمر الأول: السياسات الاستخدامية للكوارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية (الصفحات 08-07). سطيف، الجزائر: جامعة سطيف.

13. فروحات حدة. (2012). الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر. مجلة الباحث، صفحة 151.

14. يعقوبي، ناصف محمد. (2013). الطاقات المتجددة كدعامة إستراتيجية لتحقيق تنمية مستدامة في الجزائر. فعالية الاستثمار في الطاقات المتجددة في ظل التوجه الحديث للمسؤولية البيئية (الصفحات 5-4). سكيكدة، الجزائر،: جامعة سكيكدة.