



تحليل أثر التوجه إلى الطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الدول العربية

Analysis of the impact of the trend to wards renewable energies on the emission of carbon dioxide in the Arab countries

د/ محمد مداحي

جامعة ألكي محند أولحاج - البويرة

المخبر: مخبر السياسات التنموية والدراسات الاستشرافية

meddahi26@gmail.com

Abstract :

Renewable energy is a clean source of energy production which does not result in environmental contaminations. Some can be used permanently throughout the day, such as ocean energy and biofuel. Some others are used intermittently, such as solar and wind power, and that they are related to the phenomenon of climate change over time. Renewable energy is the hope in energy saving in the future on the one hand because it is an inexhaustible energy. Therefore the renewable energies allow an opportunity to provide the world's energy future. In spite of the richness of some Arabic economies in the field of the solar and wind energies, their use is still very weak. The fundamental reason is that most of these countries depend on fossil energy sources as well as the lack of awareness of the importance of renewable energies.

Keywords: energy, renewable energies, the Arab countries

الملخص :

تُعتبر الطاقات المتجددة مصدرا نظيفا لإنتاج الطاقة لا ينتج عنه ملوثات بيئية. كما أن بعضها يمكن استخدامه بشكل دائم على مدار اليوم مثل طاقة المحيطات والوقود الحيوي. وبعضها متقطع مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وذلك لارتباطهما بظواهر مناخية تتغير على مدار الوقت، وتُعد الطاقة المتجددة الأمل في توفير الطاقة في المستقبل من ناحية لأنها طاقات لا تنضب، وعليه فإن الطاقات المتجددة تعد فرصة سامحة لتزويد العالم بالطاقة في المستقبل. وعلى الرغم من غنى بعض اقتصاديات الدول -العربية- في مجال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، إلا أن استخدامها يعد ضعيفا لسبب جوهري هو اعتماد معظم هذه الدول على مصادر الطاقة الأحفورية، وكذا قلة الوعي بأهمية الطاقة المتجددة.

الكلمات المفتاحية: الطاقة، الطاقات المتجددة، الدول العربية

تصنيف JEL: F0 ; F3 ; F4 ; F5

مقدمة: تتجه مختلف مؤشرات الاستدامة نحو حتمية التحول الطاقوي نحو الطاقات المتجددة في هيكल الإمداد الطاقوي العالمي، حيث أن تبني خيار الاستثمار في الطاقات المتجددة يفتح المجال لتحقيق جملة من المكاسب، سواء من ناحية المساهمة في تخفيض معدلات استنزاف الموارد الطاقوية الناضبة، من خلال المساهمة في هيكل الطلب على الطاقة وبالتالي الاستفادة من وفورات المورد ورأس المال، بالإضافة إلى خلق فرص حقيقة لاكتساح أسواق تطبيقات الطاقة والمساهمة في تحسين مستوى المعيشة بالاعتماد على خلق فرص عمل، والحد من الفقر عبر العالم، دون إغفال دورها في دعم ديناميكية الابتكار والتقدم التكنولوجي الصديق للبيئة.

كما تعتبر مشكلة نضوب مصادر الطاقة التقليدية الناشئ عن شراهة الدول الصناعية في حرق النفط والفحم، ناهيك عن ارتفاع أسعارهما وما ترتب على ذلك من مشاكل اقتصادية لدول العالم النامي، لمن أهم ما يدعونا إلى ضرورة الالتفات إلى مصادر للطاقة المتجددة، وضرورة استغلالها وذلك باستخدام تكنولوجيا حديثة تسمى التكنولوجيا الخضراء، إذ تشير التوقعات إلى أن الطاقات المتجددة ستلعب دوراً متزايداً في المستقبل، وعليه فإن الدول ستواصل الاهتمام بالتطورات العلمية التي يتم تحقيقها في مجال تلك الطاقات، والتي من شأنها دون شك أن تلعب دوراً ريادياً في تحقيق التنمية المستدامة لاقتصادياتها.

إذ يسهم التعاون الدولي في صياغة سياسات الطاقة العالمية، فهناك حالياً اهتمام وتنافس متزايد نحو الاستثمار الجاد في تطوير برامج وتكنولوجيات الطاقة المتجددة، وتبني التكنولوجيا الخضراء واستخدامها في مجالات عدة، والتي سنشكل في مجموعها طاقة المستقبل، وتكمن أهمية تبني صناعة الطاقة المتجددة بأن تصبح المصدر الرئيس للطاقة في البلدان الفقيرة والمناطق النائية، خصوصاً أن هذه المناطق سيما منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا والاتحاد الأوروبي... تتوافر فيها ظروف مناخية مواتية (أشعة الشمس، الرياح...).

مشكلة الدراسة: فمن خلال هذه الورقة البحثية نسعى لتبيان أهمية الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة كجانب إيجابي وضروري في ظل عدم انعكاس ذلك على المتغيرات البيئية، وهذا من خلال عرض متوسط النمو في الطلب على

الطاقة الكهربائية للدول العربية، وإعطاء تصورات الأهداف المستقبلية للطاقة المتجددة، إضافة إلى التنبؤ بتصورات مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة للدول العربية حتى سنة 2030، ومحاولة معرفة أثر التوجه إلى الطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الدول العربية من خلال النمذجة القياسية، لذا سنحاول في هذه الورقة البحثية دراسة الإشكالية التالية: هل من الممكن أن يسهم الاستثمار في الطاقات المتجددة من التقليل من حدة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الدول العربية؟

الأسئلة الفرعية: تدرج تحت الإشكالية الرئيسية الأسئلة الفرعية التالية:

- 1- ما هي تصورات الأهداف المستقبلية للطاقة المتجددة؟
- 2- فيما تتمثل تصورات مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة للدول العربية؟
- 3- لماذا يجب أن تُطوّر مصادر الطاقة المتجددة في مناطق تملك احتياطياً كبيراً من الوقود الأحفوري كالدول العربية؟

فرضيات البحث: للإجابة على هذه التساؤلات، وُضعت مجموعة من الفرضيات

هي كالتالي:

- 1- تُوجّه الدول العربية للاستثمار في الطاقة المتجددة أصبح ضرورة ضرورة حتمية، لحتمية نزوب الطاقات الأحفورية؛
- 2- لا يوجد تأثير للطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال فترة الدراسة؛

تتبع أهمية البحث من أهمية موضوع الطاقات المتجددة التي أصبحت تلعب دوراً بارزاً في حياة الإنسان نظراً لاستخداماتها اللامتناهية، ونتائجها الإيجابية سواء على الفرد أو على البيئة، كما تكمن أهمية البحث في ضرورة تطبيق الأدوات الكمية كالنمذجة لتحليل سلوك المتغيرات عبر الزمن والتنبؤ بمستوياتها في الفترات المقبلة.

كما تكمن أهمية هذه الورقة البحثية في محاولتها الإجابة على الإشكالية المطروحة، التي جاءت لتسلط الضوء على الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة، وكحاولة جديدة لتسليط الضوء على القيمة المضافة التي تتحصل عليها الدول العربية من جراء تطوير الموارد الطاقوية المتجددة بما يتوافق وأهداف التنمية المستدامة ومتطلبات الانتقال للاقتصاد الأخضر.

وعلى إثر ذلك فإننا نهدف من خلال هذه الورقة البحثية إلى تحليل الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة، كما أن الهدف الرئيسي من هذه الورقة البحث هو نمذجة سلوك الطاقات المتجددة في الدول العربية وأثرها على انبعاث غاز ثاني الكربون والتنبؤ بمستوياتها في المستقبل.

وللإجابة على الإشكالية المطروحة، ارتأينا تقسيم البحث إلى محورين أساسين: المحور الأول: الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة؛ المحور الثاني: واقع صناعة الطاقة المتجددة في الجزائر كمرحلة لدعم برامج التنمية المستدامة.

المحور الأول: الإستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة.

ترتكز إستراتيجية المنطقة العربية على تحديد نطاق مساهمات الطاقة المتجددة في خليط الطاقة بالدول العربية مستقبلياً، وتحديد الفترة الممتدة من سنة 2010 إلى 2020، وتلك الممتدة من 2020 إلى 2030، وذلك في ظل توقعات الاتحاد العربي للكهرباء بأن المتوسط السنوي لمعدل النمو في الطلب على الطاقة الكهربائية سوف يصل إلى 6% خلال الفترة الأولى، في حين يتوقع أن ينخفض إلى حوالي 4.5% للفترة 2020 إلى 2030.

أولاً: أسس حساب أهداف مساهمة الطاقة المتجددة: أعلنت بعض الدول العربية أهدافها المستقبلية لمشاركة الطاقة المتجددة في منظومة الطاقة الكهربائية، وتتراوح هذه الأهداف بين 1% إلى 42% إما كنسبة من الطاقة الكهربائية المنتجة في هذه البلدان أو كنسبة من الطاقة الأولية، كما اتسمت بعض الأهداف بتحديد القدرات المركبة طبقاً لنوع التكنولوجيا التي ينبغي الوصول إليه، وهو ما يسهل إمكانية تقييم ما وصلت إليه تلك الدول مستقبلياً. ومن ثم فقد اعتمد حساب الأهداف المستقبلية لمشاركة الطاقة المتجددة في الدول العربية لفترتي الإستراتيجية من 2010 حتى 2020، ومن 2020 حتى 2030 على الأسس التالية¹:

☑ الأهداف التي أعلنتها الدول العربية بشكل رسمي والمشار إليها في الملحق رقم

؛01

☑ أن الأهداف المعلنة إنما تمثل نسبة من الطاقة الكهربائية أو الطاقة الأولية المتوقع إنتاجها في العام الذي تم تحديده لتحقيق تلك الأهداف وبحسب ما أعلنته كل دولة؛

☑ تحويل الأهداف التي وضعت كنسبة من الطاقة الأولية إلى نسبة من الطاقة الكهربائية؛

☑ شمول الأهداف المعلنة لمشاركة الطاقة المتجددة مستقبلياً كافة أنواع الطاقة المتجددة (مائية، رياح، شمسية، كتلة حية)؛

☑ حساب متوسط معدل النمو في الطلب على الطاقة الكهربائية كما يبينه الجدول

رقم I-01:

جدول رقم I-01: حساب متوسط النمو في الطلب على الطاقة الكهربائية.

المصدر	متوسط النمو في الطلب على الطاقة الكهربائية	الفترة
الاتحاد العربي للكهرباء	6 بالمئة	2010 حتى 2020
تم حسابه بناء على معدل النمو 2020 حتى 2030 في الطلب خلال الفترة السابقة.	4.5 بالمئة	2020 حتى 2030

المصدر : " القمة العربية التنموية الاقتصادية والاجتماعية، الدورة الثالثة، جامعة الدول العربية، الرياض ، 21-22 يناير/كانون الثاني 2013، ص: 75.

☑ تضمن توقع الأهداف حتى سنة 2030 ثلاثة تصورات هي "الأدنى، المتوسط

والمرتفع"، وذلك على النحو المبين في الجدول رقم I-02، كما يلي:

جدول رقم I-02: تصورات الأهداف المستقبلية للطاقة المتجددة.

التصور الأدنى	يمثل إجمالي ما أعلنته الدول العربية من أهداف.
التصور المتوسط	افتراض استمرار معدل نمو الطاقة المتجددة خلال الفترة من 2020 حتى 2030 بنفس معدل الفترة من 2010 حتى 2020 .
التصور المرتفع	افتراض مضاعفة معدل نمو الطاقة المتجددة خلال الفترة من 2020 حتى 2030، بما تحقق في الفترة من 2010 حتى 2020 .

المصدر : "القمة العربية التنموية: الاقتصادية والاجتماعية"، المرجع السابق، ص: 76.

حيث يتضح من الجدول السابق:

✓ اعتماد التصويرين المتوسط والمرتفع على أن الدول التي أعلنت أهدافاً حتى سنة 2020 (8 دول من أصل 11 دولة) سوف تعلن عن أهداف أخرى حتى سنة 2030؛

✓ بالنسبة للدول التي لم تعلن عن أهداف مستقبلية، أخذ الوضع الحالي لمشاركة الطاقة المتجددة دون تغيير في المستقبل.

ثانياً: تصورات مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة للدول العربية حتى سنة 2030: وشملت المراحل التالية²:

1- المرحلة الأولى: منظومة الطاقة المتجددة في الفترة 2010-2020: يتوقع أن تصل نسبة مشاركة مصادر الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية خلال نفس الفترة إلى 5.1% حيث تأتي النسبة الأكبر من طاقة الرياح تليها الطاقة المائية، ثم مشاركة معتبرة للطاقة الشمسية وطاقة الكتلة الحية، مع وجود استخدامات أخرى للطاقة المتجددة، مثل استخدام الطاقة الشمسية لأغراض تسخين المياه سواء في بعض القطاعات الصناعية أو المنزلية.

2- المرحلة الثانية: منظومة الطاقة المتجددة في الفترة 2020-2030: يتوقع خلال المرحلة الثانية أن تصل مشاركة مصادر الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية إلى 2.3%، ويرجع الانخفاض في المشاركة إلى ارتفاع استخدام مصادر الطاقة من الوقود الأحفوري، وعدم تضمين أهداف إستراتيجية للدول العربية حتى عام 2030، إلا لثلاث دول فقط هي الإمارات (أبو ظبي) وسوريا الجزائر، علماً بأن مشاركة المصادر المختلفة سوف تنصدها الطاقة الشمسية عززتها الخطة الطموحة التي أعلنتها المملكة العربية السعودية مؤخراً.

2-1- التصور الأدنى: طبقاً لما أعلنته الدول العربية ينتظر أن تكون مساهمة الطاقة الكهربائية المنتجة من المصادر المتجددة ما نسبته 2.3%.

2-2- التصور المتوسط: يعتمد هذا التصور على فرضية تنامي حاجة الدول العربية لمصادر الطاقة المتجددة، إما رغبة في تنويع مصادر الطاقة أو ترشيد ورفع كفاءة استهلاك الوقود الأحفوري وبالتالي التقليل من الأثر البيئي، وعليه فإن معدل النمو في الاعتماد على الطاقة المتجددة خلال الفترة من 2010 حتى 2020، يمكن أن يسري خلال

العشر سنوات التالية، وهو ما سيؤدي إلى ارتفاع نسبة مساهمة المصادر المتجددة إلى 4.7% من إجمالي الطاقة المنتجة بحلول سنة 2030.

2-3- التصور المرتفع: يستند هذا التصور إلى مضاعفة النسبة التي أعلنتها الدول العربية كأهداف لها حتى سنة 2020، وهو ما يؤدي إلى زيادة نسبة مشاركتها في إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة لتصل إلى 9.4% من الإنتاج عام 2030، ويوضح الجدول رقم **1-3** نسب مساهمة الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية للتصورات الثلاثة سنة 2030 . وذلك على النحو التالي:

جدول رقم 1-3: التوقعات المستقبلية لمشاركة مصادر الطاقة المتجددة في منظومة الطاقة الكهربائية في الدول العربية بحلول سنة 2030.

التصور	مشاركة المصادر المتجددة في إنتاج الطاقة
الأدنى	2.3 بالمئة
المتوسط	4.6 بالمئة
المرتفع	9.4 بالمئة

المصدر : "القمة العربية التنموية: الاقتصادية والاجتماعية"، المرجع السابق، ص: 77.

حيث يتضح من الجدول أن نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية في المدى الطويل ستصل إلى 9.4% من الإنتاج الكلي للطاقة عام 2030.

ثالثاً: محاور تطبيق الإستراتيجية: وتشمل هذه الإستراتيجية ما يلي:

1- تطوير السياسات والتشريعات المحفزة لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة: من خلال:

1-1- التخطيط الوطني والإقليمي لشؤون الطاقة بالدول العربية: يعد التخطيط الإقليمي في مجال الطاقة أمراً حيوياً، حيث يجمع كافة الدول لمصلحة مشتركة، ومن هنا كانت ضرورة الدعوة إلى تضافر الجهود والعمل وفق منهج واحد واعتماد ميزانيات تكفل توفير غطاء مالي للوفاء بمتطلبات مشاريع الطاقة المتجددة إلى جانب تبني إجراء أبحاث على مستوى عال من الدقة والجودة، والأخذ بعين الاعتبار البعد البيئي المصاحب لعمليات إنتاج واستخدام الطاقة المتجددة؛

فتوافر شبكات إقليمية للربط الكهربائي يساعد على مجابهة النقص في إمدادات الطاقة المتجددة في الدول المرتبطة بهذه الشبكة، كما يجب أن يترافق مع هذه الشبكات

أنظمة للتنبؤ بمعدلات الرياح والسطوح الشمسي تسمح لشبكات الربط الكهربائي بأن تؤدي دورها بفعالية أكبر وأن تكون على استعداد مسبق لمجابهة الانخفاض في إنتاج الأنظمة المتجددة؛

1-2- الأطر القانونية والتشريعية: تنظم هذه الأطر إجراءات الإمداد بالطاقة، وتضمن الشفافية والمساواة في الفرص المتاحة والتأكد من تقديم الخدمات بسعر مناسب، وتتحصر أهمية الأطر القانونية لقطاع الطاقة في ضمان تحقيق الجوانب التالية³:

☑ إقامة أسواق مفتوحة ومنافسة تسمح بتنوع المشاركة، وذلك لضمان تمتعها بالاستدامة؛

☑ أداء مهام السوق بكفاءة تضمن مراعاة تنوع المصادر؛

☑ ضرورة أن تعكس أسواق الطاقة الأسعار الحقيقية للإنتاج؛

☑ الشفافية في تداول معلومات الطاقة بين الأجهزة المختلفة داخل الدولة وخارجها؛

☑ تأمين المصادر المالية المحلية اللازمة للاستثمار في مشروعات الطاقة

المختلفة؛

☑ إصدار استراتيجيات وسياسات وطنية وإقليمية تكفل التزام شركات نقل وتوزيع الكهرباء بشراء الطاقة الكهربائية المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة، وإصدار تشريعات قادرة على استيعاب نسبة متفق عليها من الطاقة المتجددة؛

☑ تضمين التخطيط العمراني خطط وبرامج لتخصيص الأراضي اللازمة لإقامة مشروعات إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة المتجددة؛

☑ تبني وإقرار التشريعات والحوافز والإعفاءات التي تدعم السياسات المتبعة؛

☑ تشجيع الاستثمار من جانب القطاع الخاص بإضافة تشريعات خاصة محفزة للاستثمار في هذا المجال مثل قانون تعريف إنتاج وتغذية الشبكات بالكهرباء للطاقة المنتجة من المصادر المتجددة المختلفة؛

☑ العمل على إجراء دراسات وطنية أو تحديث المتوفر منها لمعرفة مدى توافر وتنوع مصادر الطاقة المتجددة في كل دولة عربية؛

☑ إنشاء آليات وطنية وإقليمية للتعاون في مجال تصنيع نظم ومعدات الطاقة المتجددة وبما يحقق التكامل العربي؛

- ☑ تأمين سوق ثابت لإنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة، خصوصاً عبر تأمين تسعير ثابت وعادل لشراء الطاقة المنتجة؛
- ☑ إبرام عقود طويلة الأمد نسبياً محدد بها تعريفة لشراء كل نوع من أنواع الطاقة المتجددة؛
- ☑ الإعلان عن تسعير جاذب للطاقة يختلف حسب تقنية وحجم ومصدر الإنتاج؛
- ☑ حوافز استثمارية مشجعة وضمانات اقتصادية تشجع على الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة.

1-3- البنية المؤسسية: تبين المعلومات المتوفرة أن البنية المؤسسية للطاقة المتجددة في معظم الدول العربية متواجدة، بعض هذه الدول أنشأت البنية التحتية لهذه المؤسسات من ثمانينيات القرن الماضي، والبعض منها تم إنشاؤها في الوقت الحالي والبعض الآخر لم ينشأ البنية التحتية المؤسسية للطاقة المتجددة بعد، يوجد في بعض الدول العربية مراكز وهيئات تعنى ببحوث الطاقة المتجددة وإيجاد آليات تطويرها ونشرها على المستوى الوطني كما في مصر وسورية والأردن والإمارات العربية المتحدة والجمهورية الليبية وتونس والجزائر والمغرب واليمن وعمان⁴.

يتطلب النهوض بقطاع الطاقة توفير بيئة مؤسسية تضمن تحقيق الأهداف المرجوة، وتشمل البنية المؤسسية على ما يلي⁵:

- ☑ قطاع التعليم العالي والبحث العلمي كان سباقاً في هذا المجال وهذا ناتج أساساً على دور الجامعة في إشاعة المعرفة فكل الجامعات العربية لها نشاطات في هذا المجال؛
- ☑ مؤسسات حكومية تعنى بالطاقة ابتداء من الحفاظ والترشيد إلى التشجيع على استعمال الطاقات المتجددة.

المحور الثاني: أثر التوجه إلى الطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الدول العربية

الهدف من هذا الجزء دراسة أثر التوجه إلى الطاقات المتجددة على انبعاث غازي ثاني أكسيد الكربون من خلال تطبيق الدراسة على الدول العربية خلال الفترة 1971-2012، وذلك بتحليل أهمية التحول إلى الاهتمام بالطاقات المتجددة ومستويات انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، إضافة إلى استخدام أدوات القياس الاقتصادي في اختبار مدى مساهمة

الطاقات المتجددة في التخفيف من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وذلك من خلال ثلاثة مباحث.

I. خلفية الدراسة: في مستهل الألفية الجديدة توحدت حكومات العالم في تقديم وعد مرموق لضحايا الفقر، فخلال اجتماع للأمم المتحدة في سبتمبر 2000 بنيويورك صادقت المجموعة الدولية على "اتفاق الألفية" وهو تعهد بتخليص البشرية من ظروف الفقر المدقع وتوفير التعليم والرعاية الصحية.... إلخ، وأسفر الاجتماع على وضع ثمانية أهداف يتم تحقيقها في أجل 2015 ومن بين هذه الأهداف نجد الهدف السابع المتمثل في ضمان الاستدامة البيئية والذي تندرج تحته الغايات التالية:

- إدماج مبادئ التنمية المستدامة في السياسات والبرامج الوطنية وانحسار فقدان الموارد البيئية؛
- تخفيض نسبة الأشخاص الذين لا يمكنهم الحصول على مياه الشرب المأمونة إلى النصف؛
- تحقيق تحسين كبير بحلول عام 2020 للمعيشة ما لا يقل عن 100 مليون من سكان الأحياء الفقيرة.

يستند البحث إلى مجموعة من الدراسات استهدفت تحليل سلوك الطاقات المتجددة ومدى تأثيرها على انبعاثات الغازات الملوثة للهواء بالدرجة الأولى إضافة إلى متغيرات اقتصادية واجتماعية وسياسية، وفيما يلي الطرح المختصر لأهم الدراسات التجريبية والنتائج التي توصلت إليها:

في شهر مارس من سنة 2011 قام كل من *Susana Silva*، *Isabel Soares* و *Carlos Pinho* بإجراء دراسة بعنوان:

"The impact of renewable energy sources on economic growth and CO2 emissions - a SVAR approach"

استهدف من خلالها تحليل التوجه إلى الطاقات المتجددة الكهرباء بهدف تحفيز النمو الاقتصادي من جهة وتخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من جهة أخرى، وتم استخدام نماذج أشعة الانحدار الذاتي الهيكلية (SVAR) لعينة مكونة من أربعة دول خلال الفترة 1960-2004، وتم اختيار عينة الدراسة على أساس اختلاف مستوياتها سواء من حيث التنمية الاقتصادية والاجتماعية، أظهرت نتائج التقدير أن التوجه إلى طاقة

الكهرباء لها تكاليف على نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي عدا الولايات المتحدة الأمريكية، إضافة إلى ذلك توقع انخفاض انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون للفرد، كما أظهرت نتائج تحليل مكونات التباين معنوية حصة تباين أخطاء التنبؤ لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي أقل نسبيا مقارنة بحصة تباين أخطاء التنبؤ المتعلقة بانخفاض انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون للفرد المفسرة بحصة الطاقة المتجددة الكهربائية⁶.

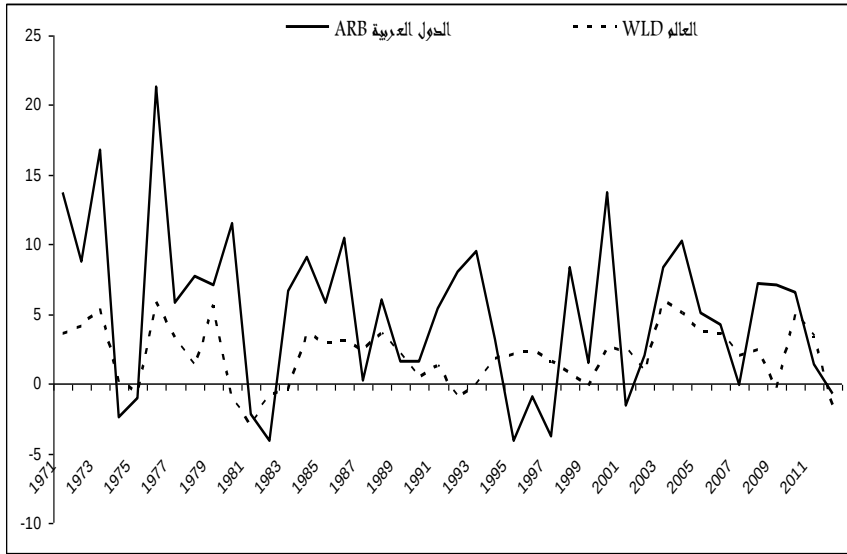
II. معالجة البيانات وتحليل متغيرات الدراسة.

سيتم من خلال هذا العنصر تحليل تطور سلوك كل من الطاقات المتجددة وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون على المستوى الدولي وعلى مستوى الدول العربية إضافة إلى دراسة استقرارية متغيرات الدراسة.

أولاً: تحليل تطور متغيرات الدراسة: تتمثل متغيرات الدراسة في التوجه إلى الطاقة المتجددة RE_{it} كمتغير مستقل وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO_{it} كمتغير تابع.

1- انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO_{it} : تصدر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أساساً من حرق الوقود الأحفوري وصناعة الأسمنت. وهي تشمل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي تنطلق أثناء استهلاك أصناف الوقود الصلبة والسائلة والغازية وحرق الغاز، والشكل رقم II-1 يبين تطور معدل نمو انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة 1971-2012، وذلك على النحو التالي:

شكل رقم II-01: تطور معدل نمو انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة 1971-2012 (%)



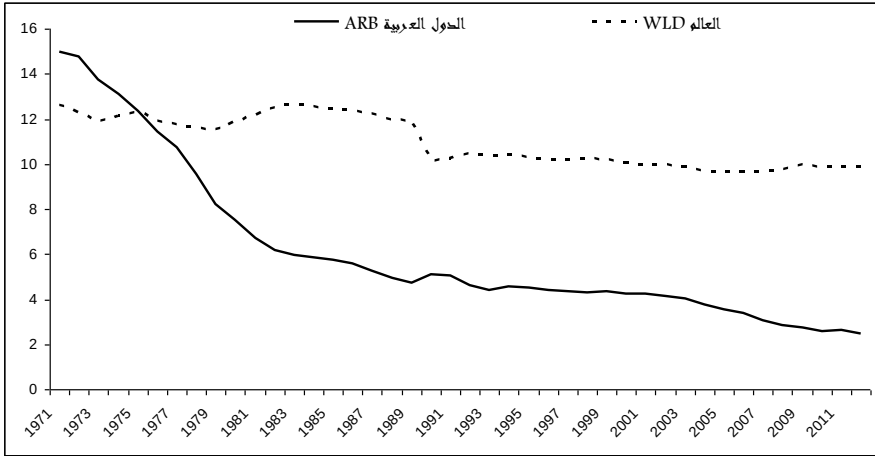
المصدر: تم إعداده بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي.

يتبين من الشكل رقم II-01 أن تطور معدل نمو انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة 1971-2012، شهد تغيرات مرحلية حسب تغيرات الطلب العالمي على مصادر الطاقة الأحفورية، حيث أنه في الفترات التي يزداد الطلب على الطاقة الأحفورية يزداد انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون.

2- التوجه إلى الطاقة المتجددة RE_{it} : الطاقة النظيفة هي الطاقة التي تتولد من مواد غير كربوهيدراتية ولا تنتج ثاني أكسيد الكربون عند إنتاجها، وهي تشمل على سبيل المثال لا الحصر الطاقة الكهرومائية والنووية والحرارية الأرضية والطاقة الشمسية.

إضافة إلى المخلفات القابلة للاشتعال الكتلة الحيوية الصلبة والسائلة، والغاز الحيوي، والمخلفات الصناعية، ومخلفات البلديات، مقاسة كلها كنسبة مئوية من إجمالي الطاقة، والشكل رقم II-02 يبين تطور حصة الطاقات المتجددة من إجمالي الطاقة خلال الفترة 1971-2012، وذلك على النحو التالي:

شكل رقم II-02: تطور حصة الطاقات المتجددة من إجمالي الطاقة خلال الفترة 1971-2012 (%)



المصدر: تم إعداده بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي.

يتبن من الشكل رقم II-02 أن تطور حصة الطاقات المتجددة من إجمالي الطاقة خلال الفترة 1971-2012، شهد تراجعاً رغم كل الجهود التي تبذلها الدول العربية في هذا المجال، وهذا راجع للدول الذي يلعبه النفط في ميزان الطاقة العالمي، واعتماد غالبية الدول العربية على النفط كمورد إستراتيجي في إيراداتها الإجمالية.

أولاً: الخصائص الوصفية لمتغيرات الدراسة: تتم هذه الدراسة الوصفية من خلال عرض أهم الخصائص الإحصائية للمتغيرات المدروسة، المتوسط، الانحراف المعياري، أقصى وأدنى قيمة إضافة إلى الوسيط.

تتكون سلسلة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO_{it} من 504 مشاهدة، لمجموعة مكونة من 12 دولة عربية، تمتد من سنة 1971 إلى سنة 2012، بمتوسط 5.7048 وقيمة عظمى 106.9090 وقيمة صغرى -78.9070، بينما يُنصّف هذه السلسلة وسيط قيمته 4.0972، وتنتشت قيم السلسلة عن متوسطها بانحراف معياري قدره 15.8297.

أما سلسلة الطاقة المتجددة RE_{it} فتتكون هي الأخرى من 504 مشاهدة، لمجموعة مكونة من 12 دولة عربية، تمتد من سنة 1971 إلى سنة 2012، بمتوسط 10.1510 وقيمة عظمى 87.97 وقيمة صغرى 0.00، بينما يُنصّف هذه السلسلة وسيط قيمته 1.5804، وتنتشت قيم السلسلة عن متوسطها بانحراف معياري قدره 21.9816، ومختلف المقاييس

موضحه في الجدول رقم II-01 الموالى:

جدول رقم ١١-١٢: الخصائص الوصفية للسلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة

	CO?	RE?
Mean	5.704794	10.15105
Median	4.097288	1.580405
Maximum	106.9090	87.97246
Minimum	-78.90702	0.000000
Std. Dev.	15.82972	21.98160
Skewness	1.029491	2.782211
Kurtosis	11.38258	9.320256
Jarque-Bera	1564.647	1489.077
Probability	0.000000	0.000000
Sum	2875.216	5116.129
Sum Sq. Dev.	126041.7	243045.0
Observations	504	504
Cross sections	12	12

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews7.

ثانياً: نتائج دراسة الاستقرار: من خلال دراسة استقرارية سلاسل متغيرات الدراسة اتضح أن كلا المتغيرين مستقرين عند المستوى، والجدول رقم ١١-٢٢ يبين نتائج اختبارات الاستقرار، وذلك كما يلي:

جدول رقم ١١-٢٢: نتائج اختبارات الاستقرار

المتغيرة	الاختبار	النموذج 3			النموذج 2			النموذج 1			القرار
		درجة التأخير	القيمة الإحصائية	الأضال	درجة التأخير	القيمة الإحصائية	الأضال	درجة التأخير	القيمة الإحصائية	الأضال	
RE _{it}	Levin, Lin & Chu t*	8	-3.08	010.00	5	-9.53	0.0000	5	-8.89	0.0000	مستقرة عند المستوى
	Breitung t-stat		-6.07	0.0000							
	ADF - Fisher		67.38	0.0000		116.40	0.0000		191.97	0.0000	
	Chi-square		88.98	0.0000		151.55	0.0000		191.19	0.0000	
	PP - Fisher										
	Chi-square										
CO _{it}	Levin, Lin & Chu t*	1	-22.57	0.0000	1	-20.91	0.0000	2	-16.53	0.0000	مستقرة عند المستوى
	Breitung t-stat		-12.99	0.0000							
	ADF - Fisher		375.03	0.0000		331.09	0.0000		484.84	0.0000	
	Chi-square		732.17	0.0000		401.11	0.0000		438.51	0.0000	
	PP - Fisher										
	Chi-square										

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews7.

III. تقدير وتحليل النموذج: نحاول من خلال هذا المطلب أن نقوم بتقدير النموذج التجميعي من خلال دراسة الاستقرارية للسلسلتين، وتقدير النموذج ذو التباين المتجانس، حيث يتم اختبار الكشف عن عدم تجانس التباين باستخدام اختبار "وايت"، وتقدير نماذج الأثر الثابت والأثر العشوائي لتبيان أثر التوجه للاستثمار في الطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، تقدير النموذج الإجمالي على فترات جزئية إذا ما تبين عدم وجود تأثير للتوجه إلى الطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة 1971-2012.

أولاً: تقدير النموذج التجميعي: من خلال دراسة الاستقرارية للسلسلتين يمكن تقدير النموذج التالي:

$$CO_{it} = b_0 + b_1.ER_{it} + \varepsilon_{it}$$

إن عملية التقدير أعطت النتائج التالية:

$$CO_{it} = 5.846 - \frac{0.02}{(8.8178)} .ER_{it} - \frac{0.1617}{(-3.6757)} CO_{it-1} + e_{it}$$

$$\bar{R}^2 = 0.0237 \dots \dots F = 6.9779(0.001)$$

- معاملات النموذج ذات معنوية إحصائية ما عدا المعلمة b_1 ؛
- من خلال اختبار فيشر نتضح المعنوية الكلية لمعاملات النموذج؛
- هناك علاقة عكسية بين التوجه إلى الطاقات المتجددة وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون وهذا مقبول من الناحية الاقتصادية، بحيث أن ارتفاع نسبة الطاقات المتجددة بـ 1% تسمح بتخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بـ 0.02% وهذا التأثير يقدر بـ 2.37% وهي القيمة التي يعبر عنها معامل التحديد المعدل وهي نسبة ضعيفة جداً؛
- هناك علاقة عكسية بين انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في السنة السابقة ($t-1$) وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الفترة الحالية وهذا مقبول من الناحية الاقتصادية، بحيث، بحيث أن ارتفاع انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الفترة السابقة بـ 1% يؤدي إلى تبني إجراءات تساهم في تخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الفترة الحالية بـ 0.16%.

ثانياً: تقدير النموذج ذو التباين المتجانس: يتم اختبار الكشف عن عدم تجانس التباين باستخدام اختبار "وايت" وفقاً للعلاقة التالية:

$$e_{it}^2 = b_0 + b_1.RE_{it} + b_2.RE_{it}^2$$

ومن خلال الأخطاء المتحصل عليها من النموذج يمكن حساب إحصائية "وايت" كما يلي:

$$\chi^2 = NT \times R^2$$

$$\chi^2 = 12 \times 42 \times 0.000024 = 0.012096$$

يلاحظ أن الإحصائية المحسوبة $\chi^2 = 0.012096$ وهي أقل من الإحصائية الجدولية، وبالتالي نرفض فرضية عدم وجود تجانس في التباين، ونقبل فرضية تجانس التباين.

ثالثاً: تقدير نماذج الأثر الثابت والأثر العشوائي: نهدف خلال تقدير هذه النماذج إلى تحديد ما إذا كان الأثرين الثابت والعشوائي للتوجه إلى الطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون يختلفان من سنة إلى أخرى أم هما متساويان في كل السنوات إضافة إلى إمكانية اختلاف هذين الأثرين من دولة إلى أخرى.

من خلال تقدير نماذج الأثر الثابت ونماذج الأثر العشوائي لأثر التوجه للاستثمار في الطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، حصلنا على النتائج الموضحة في الجدول رقم II-03 التالي:

جدول رقم II-03: نتائج اختبار أثر التوجه إلى الطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون

المتغير التابع: CO_{it}				النماذج
نموذج الأثر العشوائي	نموذج الأثر الثابت للعشوائي	نموذج الأثر الثابت للسنوات	نموذج الأثر الثابت للدول	
5.9453 (7.2762)***	5.9414 (7.5903)***	5.9718 (7.7364)***	6.1972 (2.3930)**	c
-0.0236 (0.4579)	-0.0233 (-0.7206)	-0.0263 (-0.8231)	-0.0550 (-0.2206)	RE_{it}
-	-	-	-0.1703 (-3.8277)***	CO_{it-1}
0.0010	0.0010	0.0956	0.0115	R^2
0.5506	0.5268	1.1605	1.4403	F
2.0286	0.2041	50.1274	5.0604	الإحصائية
0.1544	0.6514	0.1553	0.9282	الاختبار الاحتمال

***، **، * : معنوي عند 10%، 5% و 1% على التوالي.

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews7.

- الثابت له معنوية إحصائية في كل النماذج؛

- هناك تأثير عكسي غير معنوي إحصائي لأثر التوجه إلى الطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، بحيث أنه كلما زاد التوجه إلى الطاقات المتجددة يؤدي ذلك إلى تخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون؛

- هناك علاقة عكسية بين انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في السنة السابقة ($t-1$) وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الفترة الحالية في نموذج الأثر الثابت للدول؛
- معامل التحديد يبين درجة التأثير الضعيف للتوجه إلى الطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون؛

- إحصائية "فيشر" تثبت عدم وجود معنوية إحصائية كلية لمعاملات النموذج وبالتالي النموذج غير مقبول إحصائياً؛

- اختبار الأثر الثابت يثبت عدم وجود أثر ثابت فردي للأفراد (الدول) لأن احتمالها أكبر من 0.05، بمعنى أن الأثر يختلف من دولة إلى أخرى، إضافة إلى عدم وجود أثر ثابت للزمن (السنوات) لأن احتمالها أكبر 0.05، بمعنى أن الأثر الثابت يختلف من سنة إلى أخرى؛

- اختبار الأثر العشوائي يثبت عدم وجود أثر عشوائي فردي للأفراد (الدول) لأن احتمالها أكبر من 0.05، بمعنى أن الأثر يختلف من دولة إلى أخرى، إضافة إلى عدم وجود أثر عشوائي للزمن (السنوات) لأن احتمالها أكبر 0.05، بمعنى أن الأثر الثابت يختلف من سنة إلى أخرى.

رابعاً: تقدير النموذج الإجمالي على فترات جزئية: نظراً لعدم وجود تأثير للتوجه إلى الطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة 1971-2012 تم تقدير نماذج على فترات جزئية حيث أن خلاصة نتائج التقدير موضحة في الجدول رقم II-44 التالي:

جدول رقم II-04: نتائج اختبار أثر التوجه إلى الطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال فترات جزئية

المتغير التابع: CO_{it}				
الفترات	1984-1971	2000-1990	2005-1990	2012-2000
C	8.4909 (5.6671)***	5.8088 (3.0094)***	5.3579 (3.8896)***	3.9293 (4.3615)***
RE_{it}	-0.1231 (-2.0852)**	0.0009 (0.0119)	0.0372 (0.6608)	0.0765 (1.8516)*
R^2	0.0255	0.0000	0.0022	0.0217
F	4.3480	0.0001	0.4367	3.4286

***، **، * : معنوي عند 1%، 5% و 10% على التوالي.

المصدر: تم إعداده بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews7.

- وجود تأثير عكسي معنوي إحصائيا للطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة 1984-1971 حيث أن التأثير يقدر بـ 2.55% وهي نسبة ضعيفة؛
- وجود تأثير طردي غير معنوي إحصائيا للطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترتين 2000-1990 و 2005-1999؛
- وجود تأثير طردي معنوي إحصائيا للطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة 1984-1971 حيث أن التأثير يقدر بـ 2.17% وهي نسبة ضعيفة.

الخاتمة:

تتجه مختلف مؤشرات الاستدامة نحو حتمية التحول الطاقوي نحو الطاقات المتجددة في هيكل الإمداد الطاقوي العالمي، حيث أن تبني خيار الاستثمار في الطاقات المتجددة يفتح المجال لتحقيق جملة من المكاسب، سواء من ناحية المساهمة في تخفيض معدلات استنزاف الموارد الطاقوية الناضبة، من خلال المساهمة في هيكل الطلب على الطاقة وبالتالي الاستفادة من وفورات المورد ورأس المال، بالإضافة إلى خلق فرص حقيقة لاكتساح أسواق تطبيقات الطاقة والمساهمة في تحسين مستوى المعيشة بالاعتماد على خلق فرص عمل، والحد من الفقر عبر العالم، دون إغفال دورها في دعم ديناميكية الابتكار والتقدم التكنولوجي الصديق للبيئة.

ومن خلال ما ورد سابقا كذلك، تبين بأن الطلب على الطاقات المتجددة في ارتفاع نتيجة عوامل عديدة منها إمكانيات العالم المتاحة من هذه المصادر، والارتفاع المضطرد للنمو الاقتصادي خاصة في الدول النامية، وارتفاع النمو السكاني والتطور التكنولوجي وغيرها، كما توضح لنا أنه يمكن التخطيط لإدخال الطاقات المتجددة ضمن منظومة الإمداد الطاقوي المستقبلية من خلال حزمة من الإجراءات والتدابير المؤسسية والتشريعية والتي تستدعي تكاثف وتضافر جهود دول الشمال والجنوب في سبيل ضمان أمن الإمداد المستقبلي لمصادر الطاقة والحفاظ على الموروث البيئي وتحقيق الرفاهية الاجتماعية.

وفي ظل سعي الدول للتحوّل نحو الطاقة المتجددة من خلال النموذج الطاقوي الذي يركز على الإمداد الطاقوي المستدام، فإن اقتصاديات الدول تعمل جاهدة على تطوير إمكانيات استخدام الطاقة المتجددة، بوصفه أحد الرهانات للفترة القادمة، حيث يشهد العالم تحولا في الصيغة الطاقوية نحو الطاقة الآمنة بيئيا.

النتائج:

توصل الباحث من خلال بحثه إلى نتائج اختبار الفرضيات، وهي كما يلي:

- ♦ بالنسبة للفرضية الأولى، والتي مفادها أن توجه الدول العربية للاستثمار في الطاقة المتجددة أصبح ضرورة ضرورة حتمية، لحتمية نزوب الطاقات الأحفورية. فقد تبين صحة الفرضية، لأن الطاقات الأحفورية معرضة للزوال لا محالا، لذلك يمكننا اعتبار أن التحوّل نحو البدائل الطاقوية المتجددة ضرورة حتمية في الوقت القصير أو المتوسط، خاصة وأنه أغلب الدول العربية أمضت على قمة المناخ الأخيرة التي عقدت بالعاصمة الفرنسية باريس -ديسمبر 2015- التي أقرت إجراءات ملزمة بهدف التقليل من الاحترار العالمي بـ 02 درجات-، تدعم بناء وتنفيذ المشاريع التي تعمل على تخفيض الانبعاثات وتقليل الآثار الضارة؛

- ♦ أما بالنسبة للفرضية الثانية التي مفادها بوجود تأثير للطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال فترة الدراسة، حيث تم نفي صحة هذه الفرضية، حيث تبين وجود تأثير للطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال فترات متقطعة:

- وجود تأثير عكسي معنوي إحصائيا للطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة 1971-1984 حيث أن التأثير يقدر بـ 2.55% وهي نسبة ضعيفة؛
- وجود تأثير طردي غير معنوي إحصائيا للطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترتين 1990-2000 و 1999-2005؛
- وجود تأثير طردي معنوي إحصائيا للطاقات المتجددة على انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة 1971-1984 حيث أن التأثير يقدر بـ 2.17% وهي نسبة ضعيفة.

الملاحق:

الملحق رقم "01": الأهداف المعلنة لمشاركة الطاقة المتجددة في الدول العربية وفقا لنطاق الأهداف.

الدولة	الأهداف	نطاق الأهداف
السودان	1 بالمئة من الطاقة الكهربائية	2011
فلسطين	10 بالمئة من الطاقة الكهربائية	2013
تونس	4 بالمئة من الطاقة الأولية	2014
الأردن	7 بالمئة من الطاقة الأولية 10 بالمئة من الطاقة الأولية	2015 2020
الكويت	5 بالمئة من الطاقة الكهربائية	2020
لبنان	12 بالمئة الاحتياجات للإنتاج الكهربائي والحراري	2020
ليبيا	10 بالمئة من الطاقة الكهربائية	2020
مصر	20 بالمئة من الطاقة الكهربائية	2020
المغرب	42 بالمئة من الطاقة الكهربائية	2020
اليمن	15 بالمئة من الطاقة الكهربائية	2020
الإمارات	7 بالمئة من الطاقة الكهربائية	2030
الجزائر	30 بالمئة من الطاقة الكهربائية	2030
سوريا	4.3 بالمئة من الطاقة الأولية	2030

المصدر: القمة العربية التنموية: الاقتصادية والاجتماعية، الدورة الثالثة، جامعة الدول العربية، الرياض، 21-22 يناير/كانون الثاني 2013، ص: 74.

الهوامش:

¹ القمة العربية التنموية الاقتصادية والاجتماعية، الدورة الثالثة، جامعة الدول العربية، الرياض ، 21-22 يناير/كانون الثاني 2013، ص: 75.

² القمة العربية التنموية الاقتصادية والاجتماعية: "المرجع السابق"، ص: 75 .

³ القمة العربية التنموية الاقتصادية والاجتماعية: "المرجع السابق"، ص ص: 79-80.

⁴ كمال ناجي: "الطاقات الجديدة والمتجددة البحوث والتطوير"، نقل التقنيات، ورشة عمل حول: "السياسات والإجراءات التي تؤدي إلى تعزيز استخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة"، جامعة الدول العربية، 29-30/04/2008، القاهرة، مصر، ص: 09.

⁵ محمد جمعة السافي: "الطاقة الجديدة والمتجددة البحوث والتطوير ونقل التقنيات"، ورشة عمل حول: "السياسات والإجراءات التي تؤدي إلى تعزيز استخدامات الطاقة الجديدة والمتجددة"، جامعة الدول العربية، 29-30/04/2008، القاهرة، مصر ، ص: 08.

⁶ Susana Silva, Isabel Soares, Carlos Pinho: "The impact of renewable energy sources on economic growth and CO2 emissions - a SVAR approach", Working Paper, Faculdade de Economia da Universidade do Porto, n. 407 March 2011, PP:1-2.