قياس العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة المتجددة، انبعاثات ثاني أكسيد الكربون و النمو الاقتصادي

–دراسة قياسية لحالة الاتحاد الأوروبي خلال الفترة 1990–2016–

Investigating the causal relationship between renewable energy consumption, CO2 emissions and economic growth-evidence from EU during the period 1990-2016.

أ. سي محمد فايزة*

المركز الجامعي عين تموشنت (الجزائر)، simohammed-fayza@hotmail.fr

تاريخ الاستلام : 2019/11/17؛ تاريخ المراجعة : 2019/11/30 ؛ تاريخ القبول : 2019/12/30

ملخص: تهدف هذه الورقة البحثية إلى تحليل العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة المتجددة، انبعاثات أكسيد الكربون و النمو الاقتصادي لبيانات السلاسل الزمنية المقطعية في 10 دول من الاتحاد الأوروبي خلال الفترة 1990–2016. استخدمنا طريقة الآثار الثابتة لتقييم أثر كل من استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات أكسيد الكربون على النمو الاقتصادي، و نموذج تصحيح الخطأ ذو المتجه (VECM) لتحديد اتجاه العلاقة السببية بين المتغيرات. و أشارت نتائج تقديرات الآثار الثابتة أن استهلاك الطاقة المتجددة هو العامل الرئيسي لتفسير النمو الاقتصادي، وتبين نتائج VECM وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين النمو الاقتصادي، استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات الكربون في الأجل الطويل، وجود علاقة سببية قصيرة الأجل ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة المتجددة و النمو الاقتصادي، و علاقة سببية أحادية الاتجاه من استهلاك الطاقة المتجددة إلى انبعاثات أكسيد الكربون.

كلمات مفتاحية: استهلاك الطاقة المتجددة، انبعاث ثاني أكسيد الكربون، النمو الاقتصادي، نموذج تصحيح الخطأ ذو المتجه.

تصنيف جيل: C23، E23، Q20، Q53.

Absract :

The aim of this paper is to analyze the causality relationship between economic growth, CO2 emissions and renewable energy consumption, for a panel of 10 European Union countries over the period 1990–2016. we use a fixed effects method to assess the impact of CO2 emissions and renewable energy consumption on economic growth, and panel vector error correction model (VECM) to infer the direction of causal relationship among the variables. The fixed effect result shown that the renewable energy consumption is the most important factor to explain economic growth. The results of VECM show that there is bidirectional causal relationship between economic growth, renewable energy consumption and CO2 emissions in the long-run, bidirectional causal relationship between renewable energy consumption and economic growth, and unidirectional causal relationship from renewable energy to CO2 emissions in the short-run.

Keywords: Do Renewable energy consumption, CO2 emissions, Economic growth, Panel vector error correction model.

Jel Classification Codes : C23, E23, Q20, Q53,

***المؤلف المراسل:** أ. سي محمد فايزة ، **الإيميل:** simohammed-fayza@hotmail.fr

1. المقدمة:

تعد الطاقة المتجددة الطاقة البديلة الأساسية التي يمكن أن تستجيب لاستنفاذ الوقود الأحفوري لأنها أكثر استدامة و صداقة للبيئة من الوقود الأحفوري، واستخدام و تطوير الطاقة المتجددة أصبح موضوعا هاما في الطلب العالمي للطاقة، ففي السنوات الأخيرة أصرت العديد من الدول على تطوير و نشر الطاقة المتجددة لمواجهة الأزمة البيئية العالمية مثل استنزاف الطاقة الأحفورية و الاتفاقية المناخية لمراقبة انبعاثات غازات ثاني أكسيد الكاربون (Kim, Lee, Park ,2014) . وقد نظر إلى تغير المناخ على أنه قضية عالمية ناشئة، وهناك اهتمامات واضحة بشأن الأثر الكبير لتخفيض الملوثات في العالم على النمو الاقتصادي (Saad, Taleb,2017) ، ولذلك تحول اهتمام صانعي السياسات مؤخرا نحو تشجيع توليد الطاقة المتجددة واستخداماتها عبر الأنشطة الاقتصادية لضمان الاقتصاد المنخفض الكربون (Paramati, Sinha, Dogan, 2017).

يعتبر الاتحاد الأوروبي ثاني أكبر منتج الطاقة المتجددة بعد الولايات المتحدة الأمريكية، وقد ازداد دور استهلاك الطاقة غير الكربونية في أوروبا زيادة كبيرة في العقدين الماضيين. وتعكس هذه الظاهرة جهود البلدان الأوروبية في التقليل من الاعتماد على الوقود الأحفوري و إنتاج طاقة أكثر استدامة. ويأتي معظم إنتاج الكهرباء المتجددة من الطاقة الكهرومائية والطاقة النووية والطاقة الشمسية وطاقة الرياح، الطاقة الحرارية الأرضية، والكتلة الحيوية. وقد كان للزيادة في إنتاج الطاقة المتجددة وخفض إنتاج الوقود الأحفوري خلال السنوات الماضية أثر كبير على النشاط الاقتصادي و خفض مستوى التلوث في دول الاتحاد الأوروبي (Mulali, Lean,2015) .

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة المتجددة، انبعاثات أكسيد الكربون و النمو الاقتصادي في عشر دول من الاتحاد الأوروبي خلال الفترة 1990-2015، و ذلك باستخدام طريقة الآثار الثابتة في التقدير لتقييم أثر استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات أكسيد الكربون على النمو الاقتصادي، و كذلك نموذج تصحيح الخطأ ذو المتجه لتحليل اتجاه العلاقة السببية و تحديد تأثير استخدام الطاقة المتجددة على تعزيز النمو الاقتصادي و الحد من الملوثات الهوائية في دول الاتحاد الأوروبي.

و يتم تنظيم هذه الدراسة على النحو التالي: في القسم الثاني يتناول الدراسات السابقة المتعلقة بالمفاهيم و الدراسات التي تخص الموضوع، القسم الثالث: المنهجية و وصف البيانات، القسم الرابع: النتائج و المناقشات، أما القسم الأخير فهو عبارة عن خلاصة.

2. الدراسات السابقة:

اختبرت العديد من الدراسات العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة و النمو الاقتصادي من ناحية أولية، ثم بين استهلاك الطاقة و النمو الاقتصادي و انبعاثات الملوثات الهوائية. تلعب الطاقة دورا هاما في عملية النمو الاقتصادي و لهذا فقد أجريت عدة دراسات تجريبية تثبت ذلك، و في هذه الحالة نجد دراسة(Belloumi, 2009)و الذي اختبر العلاقة بين

استهلاك الطاقة و النمو الاقتصادي في تونس خلال الفترة الممتدة ما بين 1971 و 2004 باستخدام التكامل المتزامن ل Johansen و سببية Granger. و أظهرت النتائج وجود علاقة تكامل متزامن بين استهلاك الطاقة و النمو الاقتصادي في الأجل الطويل، وجود علاقة سببية قصيرة الأجل من استهلاك الطاقة إلى الناتج المحلي الإجمالي. كما اختبر (Ang, 2007) ديناميكية العلاقة السببية بين ثاني أكسيد الكربون، استهلاك الطاقة و الناتج الاقتصادي في فرنسا باستخدام تقنية التكامل المتزامن و نموذج تصحيح الخطأ ذو المتجه (VECM) خلال الفترة 1960-2000. و بينت النتائج وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تسير من استهلاك الطاقة إلى النمو الاقتصادي في الأجل القصير. اختبر (Tsani, 2010) العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة و النمو الاقتصادي في اليونان خلال الفترة 1960-2006، باستخدام طريقة Toda-Yamamoto. و أظهرت النتائج وجود علاقة سببية تسير من استهلاك الطاقة إلى النمو الاقتصادي. في ذات السياق اختبر كل من (Ozturk, Acaravci,2010)العلاقة السببية قصيرة و طويلة الأجل بين استهلاك الكهرباء و النمو الاقتصادي في 11 دولة مختارة من الشرق الأوسط و شمال أفريقيا (MENA) باستخدام طريقة الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المبطئة (ARDL) و منهج التكامل المتزامن و نموذج تصحيح الخطأ دو المتجه خلال الفترة 1971-2006. و بينت نتائج اختبار السببية وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة و النمو الاقتصادي.

في الآونة الأخيرة تم استخدام العلاقة بين استهلاك الطاقة المتجددة و النمو الاقتصادي بشكل مكثف من قبل الباحثين، حيث تناولت عديد الأوراق البحثية هذه العلاقة في مناطق جغرافية مختلفة و كذا استخدام مختلف أساليب الاقتصاد القياسي. ففي دراسة ل (Sadorsky, 2009)أكد من خلالها أن زيادة النمو الاقتصادي و الطلب على الطاقة المتجددة فرصة لزيادة استخدام الطاقة المتجددة، و في هذا الصدد قام بتقدير العلاقة بين استهلاك الطاقة المتجددة و الدخل في الدول التي تمر بمرحلة انتقالية. وأظهرت نتائج تقدير البانيل أن الزيادة في الدخل الفردي الحقيقي لها تأثير إيجابي و معنوي على استهلاك الطاقة المتجددة، و على المدى الطويل فإن زيادة 1% من الدخل الحقيقي للفرد تؤدي إلى زيادة في استهلاك الطاقة المتجددة للفرد ب 3.5%. باستخدام بيانات بانيل لمجموعة دول OECD اختبر كل من (Apergis & Payne,2010)العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة المتجددة و النمو الاقتصادي خلال الفترة ما بين 1985-2005. وتوصلت النتائج إلى وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي، استهلاك الطاقة المتجددة، تكوين رأس المال الثابت و قوة العمل مع وجود إشارة موجبة و معنوية. و أشارت نتائج العلاقة السببية إلى وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة المتجددة و النمو الاقتصادي في الأجل القصير و الطويل. في دول G7، اختبر (Tugcu, Ozturk & Aslan, 2012) العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة المتجددة و غير المتجددة و النمو الاقتصادي باستخدام دالة الإنتاج الكلاسيكية المطورة من أجل تحديد أهمية استهلاك الطاقة على النمو الاقتصادي في هذه البلدان خلال الفترة 1980-2009. و تم استخدام في هذه الدراسة منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المبطئة للتكامل المتزامن و كذلك اختبار السببية المطور حديثا من قبل Hatemi-J (2012). وأظهرت النتائج أن كلا استهلاك الطاقة المتجددة و غير المتجددة لها أهمية كبيرة على النمو الاقتصادي، كما بينت نتائج اختبار العلاقة السببية على وجود علاقة

سببية ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة و النمو الاقتصادي في دول G7. من جهة أخرى اختبر (Bildirici, 2013) العلاقة السببية قصيرة و طويلة الأجل بين استهلاك الطاقة الحيوية و النمو الاقتصادي في دول تمر بمرحلة انتقالية باستخدام الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية المبطئة (ARDL) للتكامل المتزامن و تصحيح الخطأ خلال الفترة 1980-2009. و أظهرت نتائج التكامل المتزامن وجود تكامل متزامن في تسعة بلدان من أصل عشرة بين استهلاك الطاقة الحيوية و النمو الاقتصادي. اختبر (Bhattacharya et al, 2016أثر استهلاك الطاقة المتجددة على النمو الاقتصادي في البلدان الرئيسية المستهلكة للطاقة المتجددة، باستخدام مؤشر الجاذبية القطرية للطاقة المتجددة الذي طور من قبل Ernst & Young في 38 بلدا خلال الفترة 1991-2012. وتوصلت نتائج التقدير باستخدام بيانات البانيل أن استهلاك الطاقة المتجددة في البلدان المختارة تؤثر تأثيرا إيجابيا على النمو الاقتصادي ب 57%، كما توصل الباحثين إلى أن زيادة الاستثمار في الطاقات المتجددة تؤدي خفض معدل نمو الكاربون في هذه الاقتصاديات.

تؤكد دراسات أخرى أن استهلاك الطاقة هو أحد العوامل الرئيسية المحددة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، و أن العلاقة بين استهلاك الطاقة، غاز ثاني أكسيد الكربون و النمو الاقتصادي كانت موضوع بحثي أكاديمي كبير على مدى العقود القليلة الماضية (Ang, 2007). اختبر (Ang, 2008)العلاقة طويلة الأجل بين الناتج الاقتصادي، التلوث و استهلاك الطاقة في ماليزيا خلال الفترة 1971-1999 باستخدام اختبار التكامل الكتزامن و العلاقة السببية. و أظهرت النتائج أن التلوث و الطاقة يؤثران تأثيرا إيجابيا على النمو الاقتصادي في الأجل الطويل، وجود علاقة سببية قصيرة الأجل تسير من استهلاك الطاقة إلى التلوث. في تركيا اختبر كل من (Soytas & Sari,2009) العلاقة السببية طويلة الأجل بين النمو الاقتصادي، ثاني أكسيد الكربون و استهلاك الطاقة خلال الفترة 1960-2000 باستخدام اختبار السببية ل Granger. و أهم ما توصلت إليه النتائج أن أكسيد الكربون يسبب استهلاك الطاقة. في إيران اختبر Lotfalipour) (et al, 2010 العلاقة السببية بين النمو الاقتصادي، انبعاثات الكربون و استهلاك الوقود الأحفوري خلال الفترة 1967-2007 باستخدام طريقة Toda-yamamoto. بينت النتائج التجريبية وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تسير من الناتج المحلي الإجمالي و استهلاك الطاقة (الوقود الأحفوري) إلى انبعاثات أكسيد الكربون. كما اختبر Arouri et (al, 2012) علاقة التكامل المتزامن بين انبعاث الكربون، استهلاك الطاقة و النمو الاقتصادي في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا خلال الفترة 1981-2005. و أشارت النتائج أن استهلاك الطاقة يتأثر إيجابا بانبعاث أكسيد الكربون في الأجل الطويل.

من جهة أخرى يعتبر تشجيع الطاقات المتجددة و استخدامها عبر الأنشطة الاقتصادية ضمانا للاقتصاد المنخفض الكربون، و بالتالي عالجت العديد من الأرواق البحثية العلاقة بين استهلاك الطاقة المتجددة، انبعاثات الكربون و النمو الاقتصادي. و في هذا المجال اختبر (Farhani, 2013) العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة المتجددة، انبعاثات الكربون و النمو الاقتصادي في 12 دولة من الشرق الأوسط و شمال أفريقيا باستخدام منهجية التكامل المتزامن خلال الفترة

1975-2008. و أشارت نتائج اختبار العلاقة السببية إلى وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تسير من استهلاك الطاقات المتجددة إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأجل القصير. كما اختبر كل من (Pao & Fu, 2013)العلاقة السببية بين النمو الاقتصادي و استهلاك الطاقة المتجددة و غير المتجددة في البرازيل خلال الفترة 1980-2010. و أظهرت النتائج وجود علاقة تكامل متزامن بين نمو الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي و استهلاك الطاقة في الأجل الطويل، و أن استهلاك الطاقة المتجددة يؤثر إيجابا على النمو الاقتصادي، كما أظهرت نتائج اختبار العلاقة السببية باستخدام (VECM) وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة المتجددة و النمو الاقتصادي في الأجل الطويل. في آسيا اختبر (Lu, 2017) العلاقة بين الطاقة المتجددة، انبعاثات ثاني أكسيد الكاربون و النمو الاقتصادي باستخدام بيانات بانيل ل 25 بلدا آسيويا خلال الفترة 1990-2012. و باستخدام التكامل المتزامن و نموذج تصحيح الخطأ ذو المتجه (VECM) أظهرت النتائج وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين الطاقة المتجددة، انبعاثات أكسيد الكربون و النمو الاقتصادي في هذه البلدان، كما بينت النتائج أن استهلاك الطاقة المتجددة يعتبر كمحدد رئيسي للنمو الاقتصادي في بلدان مثل (الهند، سيريلانكا، الفلبين، تايلندا، تركيا، ماليزيا، الأردن، الإمارات العربية المتحدة و السعودية)، و أظهرت نتائج اختبار العلاقة السببية وجود علاقة سببية قصيرة الأجل ثنائية الاتجاه بين النمو الاقتصادي و استهلاك الطاقة المتجددة في هذه البلدان. و اختبر (Zrelli,2017) العلاقة السببية بين النمو الاقتصادي و استهلاك الطاقة المتجددة و غير المتجددة و انبعاثات الكربون في دول متوسطية مختارة خلال الفترة 1980-2011، و ذلك باستخدام نموذج تصحيح الخطأ ذو المتجه. و أظهرت النتائج وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي في الأجل القصير، وأن استهلاك الطاقة المتجددة يحد من انبعاثات أكسيد الكربون.

3. المنهجية و وصف البيانات:

1.3. المنهجية:

بيانات البانيل مثلها مثل بيانات السلاسل الزمنية، تميل لأن تكون غير مستقرة، فالاستقرارية مهمة في تحليل الاقتصاد القياسي، لأن انحدارات المربعات الصغرى العادية أو المعممة عند تطبيقها على سلسلة غير مستقرة يترتب عن ذلك نتائج غير محددة أو زائفة، و لذلك من الضروري اختبار وجود جذر الوحدة لبيانات بانيل و تحديد رتبة التكامل كخطوة أولى (Chloe Cho, Ramirez,2016). و لقياس مدى استقرارية السلاسل بشكل دقيق، يتم إجراء طريقة جذر الوحدة لبانيل باستخدام أسلوب اختبار جذر الوحدة المشترك ((Levin-Lin-Chu(LLC)) و اختبار جذر الوحدة الفردي ((Im, Pesaran, Shin(IPS)) و كلاهما يعتبران من أحدث الأساليب المطورة لاختبار الاستقرارية لبيانات بانيل. و يستند اختبار LLC على اختبار ADF من خلال افتراض التجانس في ديناميكيات معامل الانحدار الذاتي لجميع السلاسل الزمنية عبر وحدات المقطع العرضي (Levin, Lin, Chun, 2002) ، ويتبع اختبار IPS أساسا اختبار ADF من خلال السماح لعدم التجانس في ديناميكية معامل الانحدار الذاتي لجميع السلاسل الزمنية عبر وحدات المقطع العرضي (Pesaran, Shin, 2003).

في الخطوة الموالية، و من أجل اختبار التكامل المتزامن بين المتغيرات، نستخدم اختبارات مطورة من طرف (Pedroni, 2004). في التحليل الاقتصادي القياسي يعني التكامل المتزامن التحرك المشترك للمتغيرات في الأجل الطويل، و من أجل اختبار فرضية العدم لعدم وجود تكامل متزامن مقابل الفرض البديل لوجود تكامل متزامن لنموذج البانيل، اقترح (Pedroni, 2004) سبعة اختبارات و هي: Panel v-statistic، Panel rho-statistic، Panel pp-statistic، Panel adf-statistic، Group rho-statistic، Group pp-statistic، Group adf-statistic.

بعد ذلك يمكن تقدير المعادلة رقم (1) لاختبار مرونات الأجل الطويل، و ذلك باستخدام طريقة الآثار الثابتة (Fixed effects) و الآثار العشوائية (Random effects) في التقدير، و هذه التقديرات تسمح للباحثين و القراء تمييز الأثر المقارن بين طريقتي الأثار الثابتة و العشوائية، و أي طريقة أكثر ملاءمة للتقدير في هذه الدراسة. و يمكن كتابة معادلة تقدير البانيل لكلا الطريقتين بالصيغة التالية:

$$LRGDP_{it} = \beta_0 + \beta_1 LRENC_{it} + \beta_2 LGFCF_{it} + \beta_3 LLF_{it} + \beta_4 LCO2_{it} + \gamma_i + \sigma_t + \varepsilon_{it} \ldots\ldots(1)$$

حيث تمثل: LRGDP، LRENC، LGFCF، LFL، LCO2 لوغاريتم كل من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي، استهلاك الطاقة المتجددة، تكوين رأس المال الثابت، قوة العمل و انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على التوالي. β_0، β_1، β_2، β_3 ، β_4 تمثل المعلمات المقدرة، γ_i أثر بلد محدد، σ_t أثر زمن محدد. ε_{it} يمثل حد الخطأ العشوائي.

و تفترض طريقة الآثار الثابتة أن التأثير الخاص بالبلد ثابت عبر الزمن، و يمكن أن يؤثر على النمو الاقتصادي من خلال الارتباط مع المتغيرات الخارجية في المعادلة. مع وجود تأثير زمني محدد، فإن طريقة التأثير الخاص بكل بلد في طريقة الآثار الثابتة قد يعطي معاملات غير متحيزة و مقدرات متسقة، و تفترض طريقة الآثار العشوائية أن الأثر الخاص بكل بلد يكون عشوائي و لا يرتبط بالمتغيرات الخارجية في المعادلة، و لايجاد التقدير الأكثر ملاءمة نستخدم اختبار Hausman للفصل في هذا الجانب.

في المرحلة الأخيرة و بعد التأكد من وجود علاقة تكامل متزامن بين المتغيرات، قد تكون هناك علاقة سببية بين المتغيرات على الأقل في اتجاه واحد، و لذلك تم استخدام سببية Granger. فإذا كان التكامل المتزامن موجود بعدها سوف نستخدم سببية Granger على أساس نموذج تصحيح الخطأ ذو المتجه (VECM). تمكن سببية VECM من معالجة العلاقة السببية قصيرة الأجل استنادا على F الإحصائية، و العلاقة السببية طويلة الأجل استنادا على التأخر الزمني لمعلمة حد تصحيح الخطأ.

و يأخذ نموذج تحصيح الخطأ ذو المتجه لسببية Granger الشكل المصفوفي التالي:

$$\begin{bmatrix}\Delta LRGDP_{it}\\ \Delta LRENC_{it}\\ \Delta LGFCF_{it}\\ \Delta LLF_{it}\\ \Delta LCO2_{it}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\alpha_1\\ \alpha_2\\ \alpha_3\\ \alpha_4\\ \alpha_5\end{bmatrix}+\sum_{\rho=-1}^{r}\begin{bmatrix}\beta_{11,\rho} & \beta_{12,\rho} & \beta_{13,\rho} & \beta_{14,\rho} & \beta_{15,\rho}\\ \beta_{21,\rho} & \beta_{22,\rho} & \beta_{23,\rho} & \beta_{24,\rho} & \beta_{25,\rho}\\ \beta_{31,\rho} & \beta_{32,\rho} & \beta_{33,\rho} & \beta_{34,\rho} & \beta_{35,\rho}\\ \beta_{41,\rho} & \beta_{42,\rho} & \beta_{43,\rho} & \beta_{44,\rho} & \beta_{45,\rho}\\ \beta_{51,\rho} & \beta_{52,\rho} & \beta_{53,\rho} & \beta_{54,\rho} & \beta_{55,\rho}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\Delta LRGDP_{it-\rho}\\ \Delta LRENC_{it-\rho}\\ \Delta LGFCF_{it-\rho}\\ \Delta LLF_{it-\rho}\\ \Delta LCO2_{it-\rho}\end{bmatrix}$$
$$+\begin{bmatrix}\theta_1\\ \theta_2\\ \theta_3\\ \theta_4\\ \theta_5\end{bmatrix}ect_{it-1}+\begin{bmatrix}\varepsilon_{1it}\\ \varepsilon_{2it}\\ \varepsilon_{3it}\\ \varepsilon_{4it}\\ \varepsilon_{5it}\end{bmatrix}$$

حيث تشير i: إلى المقطع العرضي (رقم البلد)، t تمثل الزمن، ε_{it} حد الخطأ العشوائي، ect تمثل معلمة تصحيح الخطأ و هي عبارة عن سرعة التعديل أو العودة إلى الوضع التوازني طويل الأجل.

2.3. وصف البيانات:

يستند تحليلنا القياسي على بيانات البانيل خلال الفترة 1990-2015 لعشر دول من الاتحاد الأوروبي، و هي: ألمانيا، فرنسا، النمسا، بولندا، الدنمارك، السويد، هولندا، البرتغال، اسبانيا، إيطاليا. يتضمن الإطار العملي القياسي بيانات حول النمو الاقتصادي مقاسا بالناتج المحلي الإجمالي الحقيقي (RGDP) بالأسعار الثابتة للدولار الأمريكي سنة الأساس 2010، استهلاك الطاقة المتجددة (RENC) التي تقاس باستهلاك الكهرباء من المصادر المتجددة بما في ذلك الطاقة الشمسية، طاقة الرياح و الطاقة الكهرومائية و الكتلة الحيوية بالكليواط ساعي، تكوين رأس المال الثابت الحقيقي (GFCF) بالأسعار الثابتة للدولار الأمريكي سنة الأساس 2010، قوة العمل (LF) بالملايين، ابنبعاثات أكسيد الكربون (CO2) الناجمة عن حرق الوقود الأحفوري و غازات الدفيئة بالكيلو طن. البيانات كلها مأخوذة من قاعدة بيانات مؤشر التنمية العالمي للبنك الدولي (2018).

4. النتائج التجريبية و المناقشات:

الجدول رقم (1): نتائج اختبار جذر الوحدة ل LLC

المتغيرات	عند المستوى		عند الفرق الأول		القرار
	ثابت	ثابت واتجاه	ثابت	ثابت و اتجاه	
LRGDP	-0.989	0.115	-6.303***	-5.610***	I(1)
LRENC	7.860	1.711	-1.122*	-3.589***	I(1)
LGFCF	-2.204	-1.188	-6.168***	-4.716***	I(1)
LLF	-0.795	-0.283	-3.127***	-3.203***	I(1)
LCO2	2.742	3.160	-1.535*	-1.002*	I(1)

***تشير إلى مستوى معنوية 1%. *تشير إلى مستوى معنوية 10%

تم تحديد رجة التأخر الزمني بفترة واحدة أوتوماتيكيا اعتمادا على Newey-West و Bartlett Kernel

المصدر: بالاعتماد على مخرجات eviews10

الجدول رقم (2): نتائج اختبار جذر الوحدة ل IPS

المتغيرات	عند المستوى		عند الفرق الأول		القرار
	ثابت	ثابت و اتجاه	ثابت	ثابت و اتجاه	
LRGDP	2.056	0.739	-6.589***	-5.594***	I(1)
LRENC	10.469	5.366	-1.232*	-5.014***	I(1)
LGFCF	0.757	-1.575	-6.433***	-4.627***	I(1)
LLF	3.179	0.644	-4.433***	-3.796***	I(1)
LCO2	3.842	4.544	-3.993***	-3.761***	I(1)

***تشير إلى مستوى معنوية 1%.

*تشير إلى مستوى معنوية 10%

تم تحديد رجة التأخر الزمني بفترة واحدة أوتوماتيكيا اعتمادا على Newey-West و Bartlett Kernel

المصدر: بالاعتماد على مخرجات eviews10

كخطوة أولى في تحليلنا، يشير الجدول رقم (1) و (2) إلى اختبارات جذر الوحدة عند المستوى والفروق الأولى، و بعد استخدام اختباري LLC و IPS من أجل تحديد استقرارية المتغيرات المحددة، أثبتت النتائج أنه عند المستوى تكون كل المتغيرات غير مستقرة، و لكن بعد أخذ الفرق الأول تصبح كل المتغيرات مستقرة بالنسبة لبلدان الاتحاد الأروبي. و بما أن المتغيرات متكاملة من الدرجة I(1) فمن المحتمل جدا أن يكون هناك تكامل بين مشترك بين المتغيرات.

الجدول رقم (3): نتائج اختبار Pedroni للتكامل المتزامن

الاختبارات	القيمة الإحصائية	الاحتمال
Panel v-statistic	10.511	0.000***
Panel rho-statistic	1.624	0.974
Panel pp-statistic	3.388	0.999
Panel adf-statistic	9.096-	0.000***
Group rho-statistic	1.733	0.958
Groupe pp-statistic	2.916-	0.001***
Group adf-statistic	1.991-	0.023**

***تشير إلى مستوى معنوية 10%.

**تشير إلى مستوى معنوية 5%.

المصدر: بالاعتماد على مخرجات eviews10

بما أن جميع المتغيرات مستقرة عند الفرق الأول، فالخطوة الموالية هي اختبار العلاقة طويلة الأجل بين المتغيرات، و لهذا الغرض استخدمنا اختبار Pedroni للتكامل المتزامن، و النتائج ممثلة في الجدول (3)، و تشير النتائج أن أربعة إحصائيات معنوية مما يعني رفض الفرضية العدمية لعدم وجود تكامل متزامن و قبول الفرضية البديلة لوجود تكامل متزامن، و بالتالي

نستنتج أن هناك تكامل متزامن بين استهلاك الطاقة المتجددة، انبعاثات أكسيد الكربون، تكوين رأس المال الثابت، قوة العمل و النمو الاقتصادي.

الجدول رقم (4): نتائج تقديرات الآثار الثابتة.

المتغيرات	المتغير التابع LRGDP			
	المعاملات	الانحراف المعياري	القيمة الإحصائية	الاحتمال
C	0.337	0.054	6.193	0.000***
LRENC	2.101	0.273	7.675	0.000***
LGFCF	2.843	0.102	27.810	0.000***
LLF	1.731	0.435	3.974	0.000***
LCO2	-0.746	0.109	-6.799	0.000***
R^2	0.997			
P(F-stat)	0.000***			

***تشير إلى مستوى معنوية 1%.

المصدر: بالاعتماد على مخرجات eviews10

الجدول رقم (5): نتائج تقديرات الآثار العشوائية.

المتغيرات	المتغير التابع LRGDP			
	المعاملات	الانحراف المعياري	القيمة الإحصائية	الاحتمال
C	0.258	0.033	0.762	0.446
LRENC	1.708	0.254	6.704	0.000***
LGFCF	2.587	0.092	30.083	0.000***
LLF	3.548	0.284	12.456	0.000***
LCO2	-0.561	0.101	-5.524	0.000***
R^2	0.935			
P(F-stat)	0.000***			

***تشير إلى مستوى معنوية 1%.

المصدر: بالاعتماد على مخرجات eviews10

يبين الجدول رقم (4) و (5) نتائج تقدير البانيل باستخدام طريقة الآثار الثابتة و العشوائية، و تشير إحصائية اختبار Hausman إلى أنها معنوية عند مستوى 1% كما هو موضح في الجدول رقم (6)، وبالتالي يتم اختيار طريقة الآثار الثابتة هي الأنسب لهذا التأثير و تحليل مرونات الأجل الطويل. تشير نتائج تقديرات الآثار الثابتة إلى أن استهلاك الطاقة المتجددة، تكوين رأس المال الثابت و قوة العمل لها تأثير إيجابي و معنوي على النمو الاقتصادي، أما انبعاثات الكربون لها علاقة معنوي و سلبية مع النمو الاقتصادي.

معامل استهلاك الطاقة المتجددة موجب و معنوي في الأجل الطويل، يعني أن زيادة استهلاك الطاقة المتجددة ب 1% تؤدي إلى زيادة النمو الاقتصادي ب 2.10%. معامل تكوين رأس المال الثابت موجب و معنوي في الأجل الطويل، مما يعني أن زيادة 1% في تكوين رأس المال الثابت يؤدي إلى زيادة النمو الاقتصادي ب 2.84%. معامل قوة العمل موجب ومعنوي في الأجل الطويل، أي أن زيادة قدرها 1% في قوة العمل تؤدي إلى زيادة قدرها 1.73% في النمو الاقتصادي. معامل انبعاثات أكسيد الكربون سالبة و معنوية، أي أن انخفاض أكسيد الكربون ب 1% يؤدي بزيادة قدرها 0.74%. يشير معامل التحديد في النموذج إلى 0.997 أي أن المتغيرات المستقلة تفسر 99.7% من التغيرات التي تحدث في النمو الاقتصادي، كما أن احتمال احصائية فيشر معنوية عند مستوى 1% مما يعني أن النموذج المستخدم ذو جودة و كفاءة عالية. و انطلاقا من نتائج تقريرات طريقة الآثار الثابتة يتبين بأن الطاقة المتجددة تعتبر أكبر مساهم في عملية النمو الاقتصادي في دول الاتحاد الأوروبي.

الجدول رقم (6): اختبار Hausman

Correlated Random Effects - Hausman Test
Equation: Untitled
Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	89.848361	4	0.0000

الجدول رقم (7): تحديد فترة الإبطاء الزمني المثلى.

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-23961.92	NA	2.90e+88	217.8811	217.9583	217.9123
1	-21398.55	4986.929	2.76e+78	194.8050	195.2678	194.9919
2	-21324.42	140.8497	1.76e+78	194.3584	195.2068	194.7010
3	-21234.92	165.9781	9.82e+77	193.7720	195.006 1*	194.2703
4	-21177.56	103.776 6*	7.33e+7 7*	193.477 8*	195.0975	194.131 9*

* indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

المصدر: بالاعتماد على مخرجات eviews10

الجدول رقم (8): اختبار نموذج تصحيح الخطأ ذو المتجه (VECM).

المتغيرات التابعة	الأجل الطويل	الأجل القصير				
	ECT(-1)	ΔLRGDP	ΔLRENC	ΔLGFCF	ΔLLF	ΔLCO2
ΔLRGDP	-0.04***	-	2.362**	0.092	0.392***	-0.168
ΔLRENC	-0.006***	0.022***	-	0.020	0.263***	0.027
ΔLGFCF	-0.03***	0.007	2.001***	-	0.209***	-0.250
ΔLLF	-0.04***	1.069*	3.101***	0.201	-	0.270
ΔLCO2	-0.005***	-0.235**	-1.540**	0.391**	-0.022***	-

***تشير إلى مستوى معنوية 1%.

**تشير إلى مستوى معنوية 5%.

المصدر: بالاعتماد على مخرجات eviews10

في الخطوة الأخيرة، و لكشف العلاقة السببية بين المتغيرات نستخدم نموذج تصحيح الخطأ ذو المتجه VECM لتحليل العلاقة السببية قصيرة و طويلة الأجل، حيث تحدد العلاقة السببية قصيرة الأجل بناءا على معنوية F الإحصائية، و العلاقة طويلة الأجل بناءا على معنوية معلمة تصحيح الخطأ المبطئة. فترة التأخير الزمني في النموذج هي أربعة فترات حسب (Schwarz Information Criterrion) حسب الجدول رقم (7). و يوضح الجدول رقم (8) نتائج نموذج VECM، حيث توضح قيم ECT(-1) على أنها سالبة و معنوية عند مستوى 1% و هذا يعني وجود علاقة سببية طويلة الأجل بين استهلاك الطاقة المتجددة، انبعاثات أكسيد الكربون و النمو الاقتصادي ثنائية الاتجاه، و بالتالي وجود علاقة توازنية بين المتغيرات، و هذه النتيج تتوافق مع أعمال (Apergis & Payne,2012) في دول OECD، (Turgcu et al, 2012) في دول G7 و (Lu, 2017) في الدول الآسيوية، و هذا يكشف عن الدور المتزايد للطاقة المتجددة في تحفيز النمو الاقتصادي و حماية البيئة من خلال التقليل من الانبعاثات في الدول العشر من الاتحاد الأوروبي على المدى الطويل. تشير نتائج اختبار العلاقة السببية قصيرة الأجل إلى وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين النمو الاقتصادي و استهلاك الطاقة المتجددة، و هذه النتيجة تتوافق مع نتائج (Zrelli, 2017) في دول متوسيطية مختارة، و هذه النتيجة تحقق فرضية رد الفعل (Feedback hypothesis)، و تنص هذه النتيجة على أن الطلب على الطاقة المتجددة أدى إلى رفع مستوى النمو الاقتصادي و العكس بالعكس، كذلك وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين قوة العمل و النمو الاقتصادي، قوة العمل و استهلاك الطاقة المتجددة، وعلاقة سببية قصيرة الأجل أحادية الاتجاه من استهلاك الطاقة المتجددة إلى تكوين رأس المال الثابت، قوة العمل إلى انبعاثات الكربون و تكوين رأس المال الثابت، ومن تكوين رأس المال الثابت، النمو الاقتصادي إلى أكسيد الكربون. كما بينت نتائج اختبار العلاقة السببية قصيرة الأجل وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تسير من استهلاك الطاقة المتجددة إلى انبعاثات أكسيد الكربون، و هذه النتيجة تتوافق كثيرا مع أدبيات (Zrelli, 2017) في الدول المتوسطية، (Farhani, 2013) في دول الشرق الأوسط و شمال أفريقيا، Ang,

(2008) في ماليزيا. وهذا يدل على أن سياسات الاتحاد الأوروبي في الاعتماد على الطاقة المتجددة أدت إلى تخفيض انبعاثات الكربون في الأجل القصير. من خلال نتائج سببية Granger يمكن القول بأن سياسات دول الاتحاد الأوروبي بشأن الطاقة كان له دور إيجابي على المدى القصير و الطويل، حيث أدى استهلاك الطاقات المتجددة إلى زيادة النمو الاقتصادي من خلال زيادة رأس المال و العمالة و التقليل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

5. الخلاصة:

وفي الوقت الراهن، أصبحت مصادر الطاقة المتجددة تدمج بصورة متزايدة من قبل العديد من البلدان لأنها نظيفة ومستدامة وليس لدها تأثير سلبي على البيئة، وقد زاد الاهتمام نحو التنمية المستدامة باستهلاك الطاقة المتجددة في العقود الأخيرة، وتتجه بلدان كثيرة نحو مصادر جديدة للطاقة لتقليل الآثار الضارة لمصادر الطاقة غير المتجددة على الاقتصاد والبيئة. كان الهدف من هذه الدراسة اختبار العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة المتجددة، انبعاثات أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي في عشر بلدان من الاتحاد الأوروبي خلال الفترة 1990-2015. استخدمنا طريقة الآثار الثابتة لتقييم أثر كل من استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات أكسيد الكربون على النمو الاقتصادي، و نموذج تصحيح الخطأ ذو المتجه (VECM) لتحديد اتجاه العلاقة السببية بين المتغيرات. و أظهرت نتائج تقدير طريقة الآثار الثابتة أن استهلاك الطاقة المتجددة لها أثر إيجابي كبير على النمو الاقتصادي. بعد ذلك قمنا بتطبيق نموذج تصحيح الخطأ ذو المتجه لتحليل العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة المتجددة، انبعاثات أكسيد الكربون و النمو الاقتصادي، و أشارت النتائج إلى وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين النمو الاقتصادي، استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات الكربون في الأجل الطويل، وجود علاقة سببية قصيرة الأجل ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة المتجددة و النمو الاقتصادي، و علاقة سببية أحادية الاتجاه من استهلاك الطاقة المتجددة إلى انبعاثات أكسيد الكربون. و بالتالي يمكننا القول بأن استهلاك الطاقات المتجددة أدى إلى زيادة النمو الاقتصادي و تقليص انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في دول الاتحاد الأوروبي.

6. الإحالات و المراجع:

Ang. J. A (2007) Co2 emissions, energy consupmtion and output in France. Energy Policy, Vol. 35, No. 10, PP.4772-4778.

Ang. J. B (2008) Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia. Journal of Policy Modeling, Vol. 30, No. 2, PP. 271-278.

Apergis. N, Payne. J. E (2010) Renewable energy consumption and economic growth : evidence from panel OECD countries. Energy Policy, Vol. 38, No. 1, PP. 656-660.

Arouri. M. E, Youssef. A. B, M'henni. H, Rault. C (2010) Energy consumption, economic growth and co2 emissions in middle east and north African countries. Energy Policy, Vol. 45, PP. 342-349.

Belloumi. M (2009) Energy consumption and economic growth in tunisia : cointegration and causality analysis. Energy Policy, Vol. 37, No. 7, PP. 2745-2753.

Bhattacharya. M, Paramati. S. R, Ozturk. I, Bhattacharya. S (2016) The effect of renewable energy consumption on economic growth: evidence from 38 countires. Applied Energy, Vol. 162, PP. 733-741.

Bildirici. M. E (2013) Economic growth and biomass energy. Biomass and Bioenergy, Vol. 50, PP. 19-24.

Chloe Cho. H, Ramirez. M. D (2016) Foreign direct investment and income inquality in South East Asia: a panel unit root and cointegration analysis, 1990-2013. Atlantic Economic Journal, Vol. 44, No. 4, PP. 411-424.

Farhani. S (2013) Renewable energy consumption and co2 emissions : evidence from eslected MENA countries. Energy Economics Letters, Vol. 1, No. 2, PP. 24-41.

Im. K. S, M. Pesaran. H, Shin. Y (2003) Testing for unit root in heterogeous panels. Journal of Econometrics, Vol. 115, No. 1, PP. 53-74.

Kim. K. T, Lee. D. J, Park. S. J (2014) Evaluation in wind power korea using real option. Renewable Energy, Vol. 40, PP. 335-347.

Levin. A, Lin. C, Chun. C. J (2002) Unit root test in panel data: asymptotic and finite-sample properties. Journal of Econometrics, Vol. 108, No. 1, PP. 1-24.

Lotfalipour. M. R, Falahi. M. A, Asheno. M (2010) Economic growth, Co2 emissions and fossil fuels consumption in Iran. Energy, Vol. 35, No. 12, PP. 5115-5120.

Lu. W. C (2017) Renewable, carbone missions and economic growth in 24 Asian countries : evidence from panel cointegration analysis. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 24, No. 33, PP. 26006-26015.

Mulali. U. A; Lean. H. H (2015) The influence of economic growth, urbanization, trade openness, financial development, and renewable energy on pollution in Europe. Natural Hazards, Vol. 79, No. 1, PP. 621-644.

Ozturk. I, Acaravci. A (2010) Electricity consumption and real GDP causality nexus : evidence from ARDL bounds testing approach for 11 MENA countries. Applied Energy, Vol. 88, No. 8, PP. 2885-2892.

Pao. H. T, Fu. H. C (2013) Renewable and non-renewable, carbon dioxide emissions and economic growth in selected mediteranean countries. Environmental Economics and policy studies, Vol. 19, No. 4, PP. 691-709.

Paramati. S. R, Sinha. A, Dogan. E (2017) The significance of renewable energy use for economic output and environmental protection: evidence from the next 11 developing economies. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 24, No. 15, PP. 13546-13560.

Pedroni. P (2004) Panel cointegration : asymptotic and finite sample properties of pooled series tests with an application to PPP hypothesis. Econometric Theory. Vol. 20, No. 3, PP. 597-625.

Saad. W, Taleb. A (2017) The causal relationship between renewable energy and economic growth: evidence from Europe. Clean Technologies and Environmental Policy, Vol. 20, No. 1, PP. 127-136.

Sadorsky. P (2009) Renewable energy and income in emerging economies. Energy Policy, Vol, 37, No. 10, PP. 4021-1028.

Soytas. V, Sari. R (2009) Energy consumption, and carbon emissions : challenges faced by an EU cadidate member. Ecological Economics, Vol. 68, No. 6, PP. 1667-1675.

Tsani. S. Z (2010) Energy consupmtion and economic growth : a causality analysis for greece. Energy Economics, Vol. 32, No. 3, PP. 582-590.

Tugcu. C. T, Ozturk. I, Aslan. A (2012) Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: evidence from G7 countries, Vol. 34, No. 6, PP. 1942-1950.

Zrelli. M. H (2013) Renewable, non-renewable energy, carbon dioxide emissions and economic growth in selected mediteranean countries. Environmental Economics and Policy Studies, Vol. 19, No. 4, PP. 691-709.