العلاقة بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في ألمانيا

باستخدام تقنية أشعة الانحدار الذاتي (VAR) خلال الفترة 1970–2017

The relationship between Energy consumption and the CO_2 emission and Economic growth in Germany by using the vector auto regression during (1979-2017)

بلبيوض خديجة[1] ، براهيمي بن حراث حياة[2]

Belabiod Khadidja[1], Brahimi Benharrat Hayet[2]

[1] مخبر poidex، جامعة مستغانم (الجزائر)، khadidja_nawel07@hotmail.com

[2] مخبر poidex، جامعة مستغانم (الجزائر) hayat.benharrat@univ-mosta.dz

تاريخ الاستلام:2020/03/01 تاريخ القبول:2020/09/07 تاريخ النشر2020/10/18

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى توضيح العلاقة السببية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الطاقة الاحفورية والطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي في ألمانيا وتم أخذ نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي كمؤشر للنمو الاقتصادي، وتم باستخدام تقنية أشعة الانحدار الذاتي (VAR) خلال الفترة 1970-2017.

وخلصت الدراسة إلى أن لألمانيا ازدواجية في استهلاك الطاقة، نظرا للانخفاض المسجل في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون على المدى المتوسط والطويل نتيجة التحول نحو استهلاك مصادر الطاقة المتجددة، وهذا ما أثر سلبا على نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي ابتداء من السنة الأولى، بالرغم من العلاقة الإيجابية مع استهلاك الطاقة الأحفورية.

كلمات مفتاحية: استهلاك الطاقة، نصيب الفرد من PIB، انبعاث CO_2، أشعة الانحدار الذاتي.

تصنيفات JEL: C520, Q210, Q320, Q410

[1] **المؤلف المرسل:** براهيمي بن حراث حياة، **الإيميل:** hayat.benharrat@univ-mosta.dz

Abstract:

This study aims to clarify the causal relationship between CO_2 emission the consumption of fossil and renewable energy sources in Germany using the vector auto regression model (VAR) during the period 1970-2017

The results show that Germany has double energy consumption, due to the recorded decrease in CO_2 emission in the medium and long term as a result of the shift towards the consumption of renewable energy sources, and this has negatively affected the per capita GDP from the first year, despite the relationship Positive with fossil energy consumption.

Keywords: energy consumption, per capita GDP, CO_2 emission, VAR

JEL Classification Codes : C520, Q210, Q320, Q410

1. مقدمة

تعتبر معضلة البيئة من أهم القضايا على المستوى العالمي، أين تبلورت ضمن الأجندة الدولية للسياسة العالمية من خلال انعقاد مؤتمر ستوكهولم أول مؤتمر للبيئة سنة 1972، باعتباره الأول من اهتم بالوعي البيئي العالمي وتطرق إلى التهديدات البيئية المحدقة بالكوكب. تلته بعد ذلك جملة من المعاهدات والمؤتمرات الإقليمية والدولية، حيث أخذت استجابة الدول لهذا الاهتمام طابعا متنوعا تعددت فيه الأدوات والوسائل والمواقف. ورأت دول الشمال المتقدم خاصة ألمانيا ضرورة العناية بالبيئة نظرا ما لحق بها من تدهور أفرزه التطور الصناعي بالدرجة الأولى نتيجة الاستخدام المكثف للموارد القابلة للنضوب المتمثلة في مصادر الطاقة الأحفورية خصوصا، باعتبارها أهم محرك للنمو افي مختلف القطاعات الاقتصادية (منال، 2017، صفحة 17).

ونتيجة لما سبق، ظهر هذا الدور في شكل علاقة طردية بين معدلات استهلاك مصادر الطاقة ومعدل النمو لأي دولة. حيث كلما زادت معدلات استخدام الطاقة زادت معدلات التلوث البيئي، وهذا ما دفع بدول العالم إلى تبني طاقات بديلة صديقة للبيئة أي ما يعرف بالطاقات المتجددة.

ولقد أصبح الدافع الرئيسي للاهتمام بالطاقات المتجددة هو الدافع البيئي، من أجل الحد من الغازات المنبعثة في مقدمتها غاز ثاني أكسيد الكربون لحيازته على أكبر نسبة من بين الغازات المنبعثة في الطبيعة (حمد، 2007، صفحة 15). فالتحول في مجال الطاقة هو عنصر أساسي للانتقال البيئي، فهو يشير إلى المرور من نظام الطاقة الأحفورية إلى الطاقة التي تقوم على الموارد المتجددة، حيث يسمح التحول الطاقوي بإمكانية استبدال الطاقة التقليدية بمصادر الطاقة المتجددة (عبد الرزاق و حسناوي، 2015، صفحة 7).

1.1 الإشكالية: من خلال ما تقدم يمكن طرح الإشكالية الرئيسية التالية:

ما طبيعة العلاقة بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في ألمانيا خلال الفترة 1970–2017؟

كما يتفرع هذا التساؤل إلى عدة أسئلة فرعية:

– كيف يؤثر استهلاك الطاقة المتجددة على تطور انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في ألمانيا؟

– ما طبيعة علاقة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي؟

2.1 فرضيات الدراسة:

تم وضع فرضية رئيسية ذات توجه اقتصادي كإجابة أولية للدراسة كما يلي:

– زيادة التوجه نحو استهلاك مصادر الطاقة المتجددة يساهم في التخفيض من نسبة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في ألمانيا.

كما يمكن إضافة فرضيتين فرعيتين هما:

– يوجد علاقة عكسية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الطاقة في ألمانيا؛

– يوجد علاقة سببية بين التغير في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الطاقة في ألمانيا.

3.1 أهمية الدراسة:

يحظى موضوع الطاقات المتجددة باهتمام الكثير من الدراسات، نظرا للدور الذي تلعبه في تخفيض نسبة انبعاثات الغازات الملوثة للبيئة في مقدمتها غاز ثاني أكسيد الكربون، على عكس مصادر الطاقة الأحفورية التي تعتبر المسبب الرئيسي لهذه الانبعاثات. وتعتبر ألمانيا من بين الدول المتطورة التي تسعى إلى التقليل من استهلاك الطاقة الأحفورية، نظرا إلى نسبة التلوث المرتفعة التي أصبحت تهدد تطورها الاقتصادي.

4.1 هدف الدراسة: تهدف الدراسة بالدرجة الأولى إلى:

- تحديد العلاقة السببية بين مختلف متغيرات الدراسة ومدى تفاعلها على المدى المتوسط والبعيد؛
- قياس أثر استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في ألمانيا؛
- قياس أثر استهلاك مصادر الطاقة المتجددة على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في ألمانيا.

5.1 منهجية البحث:

للإجابة على الإشكالية تم الاعتماد على المنهج الإحصائي من خلال التطرق إلى تطور كل متغير ودراسة العلاقة السببية بين هذه المتغيرات باستخدام تقنية أشعة الانحدار الذاتي (VAR) (Johansen)، بالإضافة إلى تحليل النتائج القياسية المتوصل إليها باستخدام برنامج Eviews 10 ومناقشتها اقتصاديا.

5 الدراسات السابقة:

من بين الدراسات السابقة التي حاولت دراسة موضوع العلاقة بين استهلاك الطاقة والانبعاثات المسببة للتلوث البيئي، فقد تم الاعتماد على ما يلي:

1.2 دراسة (جلولي، 2018، الصفحات 360-362) ، أكدت نتائج هذه الدراسة على وجود علاقة على المدى الطويل بين استهلاك الطاقة من النفط كمقياس للطاقات غير المتجددة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون كمقياس للتلوث البيئي، كما أوضحت النتائج أن استخدام الطاقات غير المتجددة

يزيد من التدهور البيئي على المديين القصير والطويل، إلا أن الأثر على المدى الطويل أقل بالمقارنة مع الأثر على المدى القصير، أي أن انخفاض مستوى إستهلاك النفط يؤدي إلى تحسين نوعية البيئة.

2.2 دراسة (abelbaki & sana, 2017, pp. 29056-29066)، تم في هذه الدراسة استخدام اختبارات العلاقة السببية للتحقق من علاقة التوازن القصيرة والطويلة المدى، حيث كشفت النتائج أن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والناتج المحلي الاجمالي مستقرة على المدى الطويل، كما تشير اختبارات العلاقة السببية إلى وجود علاقة ثنائية الاتجاه بين الناتج المحلي الاجمالي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، ولكن لا توجد علاقة سببية بين هذا الأخير واستهلاك الطاقة المتجددة، ومنه ينبغي اعتماد استراتيجية مناسبة لتشجيع استخدام الطاقة المتجددة.

3.2. دراسة (festus, andrew, & samuel, 2019, pp. 198-213)، استخدمت هذه الدراسة نموذج الانحدار الذاتي لمتجهات الألواح (PVAR) لدراسة تأثير الطاقة المتجددة والتنمية الاقتصادية على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي، حيث أجريت هذه التحليلات على 24 دولة من منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا خلال الفترة 1980 – 2015، حيث أظهرت النتائج أن استهلاك الطاقة المتجددة له تأثير بسيط ويمكنه تفسير انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي بشكل طفيف، كما أشارت النتائج إلى أن قطاع الطاقة المتجددة في بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا لا يزال ضعيفا فيما يتعلق بتقديم مساهمات لتحسين نوعية البيئة.

4.2 دراسة (katsuya, 2017, pp. 1-6)، في هذه الورقة البحثية تم استخدام بيانات 42 دولة متقدمة خلال الفترة 2002–2011، حيث تم الفحص وبشكل تجريبي العلاقة بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة والنمو الاقتصادي، حيث أشارت النتائج إلى أن استهلاك الطاقة غير المتجددة يؤدي إلى تأثير سلبي على النمو الاقتصادي للبلدان النامية، بالإضافة إلى أن استهلاك الطاقة المتجددة يسهم بشكل إيجابي في النمو الاقتصادي على المدى الطويل.

5.2 دراسة (patchaca, apichit, & Jurowan, 2017, pp. 925-930)، في هذه الدراسة تم البحث عن العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة غير المتجددة والمتجددة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد

الكربون والنمو الاقتصادي خلال الفترة 1971– 2013 باستخدام نموذج التكامل المشترك والسببية، حيث أكدت النتائج وجود تداخل مشترك بين المتغيرات، إذ تم وجود سببية أحادية الاتجاه تمتد من استهلاك الطاقة غير المتجددة إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، كما أشارت النتائج إلى أن استهلاك الطاقة غير المتجددة يؤدي إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، لأن تايلاند تعتمد على استهلاك هذه الطاقة لتحقيق نموها الاقتصادي السريع الذي يتسبب في الانبعاثات الكبيرة لغاز ثاني أكسيد الكربون.

6.2 دراسة (lanouar & montassar, 2019, pp. 1023-1029)، بحثت هذه الدراسة في التفاعل طويل الأمد والسببي بين استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة والنمو الاقتصادي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، حيث استندت هذه الدراسة على بيانات بعض دول الإتحاد الأوربي خلال الفترة (1996–2014)، وقد شف الاختبار عن ترابط انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والمتغيرات الأخرى. وأكدت الدراسة على أن استهلاك الطاقة غير المتجددة والنمو الاقتصادي يزيدان من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

وبعد الاطلاع على مختلف الدراسات السابقة الذكر، حاولنا التركيز على دراسة حالة ألمانيا لأن مختلف الدراسات المعتمدة ركزت على مناطق معينة كالاتحاد الاوروبي ودول الشرق الاوسط التي تعتمد على الطاقة الاحفورية بدرجة كبيرة، وباعتباره كذلك ألمانيا المتصدر الأول في استخدام الطاقات المتجددة عالميا، وفي نفس الوقت المتصدر الأول في التلوث البيئي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بالنظر إلى مساحتها. ولقد عملت ألمانيا على وضع مختلف عدة آليات من أجل الترشيد في استهلاك الطاقة على المستوى القومي والتحول التدريجي نحو مصادر الطاقة المتجددة. كما أصدرت مجموعة من القوانين التي تمثل حلقة اهتمام الحكومة الألمانية بموضوع التلوث البيئي والمخاطر التي يسببها للإنسان والطبيعة (المهندس، 2017).

3. الدراسة القياسية:

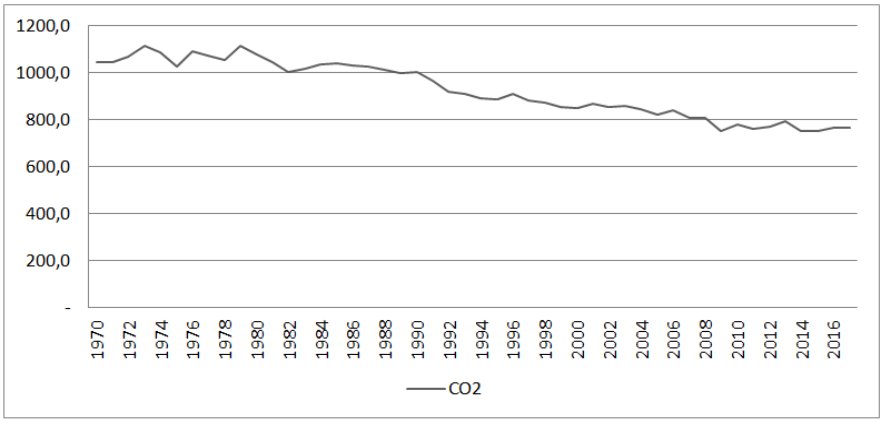
من أجل دراسة العلاقة السببية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وكل من استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية (CEF)، استهلاك مصادر الطاقة المتجددة (CER) ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (PIBH) باعتباره كمؤشر مفسر للنمو الاقتصادي، تم الاعتماد على بيانات سنوية تغطي الفترة من 1970 إلى 2017 (48 مشاهدة)، وذلك باستخدام تقنية أشعة الانحدار الذاتي (VAR).

1.3 التعريف بمتغيرات الدراسة وتطورها التاريخي

1.1.3 المتغير التابع:

يتمثل في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) باعتباره أكثر الغازات المسببة للتلوث البيئي، خاصة عند استعمال مصادر الطاقة الأحفورية لإنتاج الكهرباء. حيث تواجه ألمانيا تحديات كبيرة بسبب ارتفاع معدلات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج خاصة عن النقل الجوي من وإلى ألمانيا، إذ ارتفعت نسبة هذا الغاز من 23.3 مليون طن عام 1995 إلى 34.5 مليون طن عام 2005 وبزيادة مقدارها 48%، بينما تسبب النقل الجوي الداخلي في إطلاق 1.3 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون، كما يمثل النقل الجوي نسبة لا يمكن تجاهلها ضمن مجموع انبعاثات ألمانيا للغازات المسببة للتلوث البيئي.

الشكل 1: تطور انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في ألمانيا خلال الفترة 1970-2017



المصدر: من إعداد الباحثتين بالاعتماد على معطيات البنك الدولي (2017)

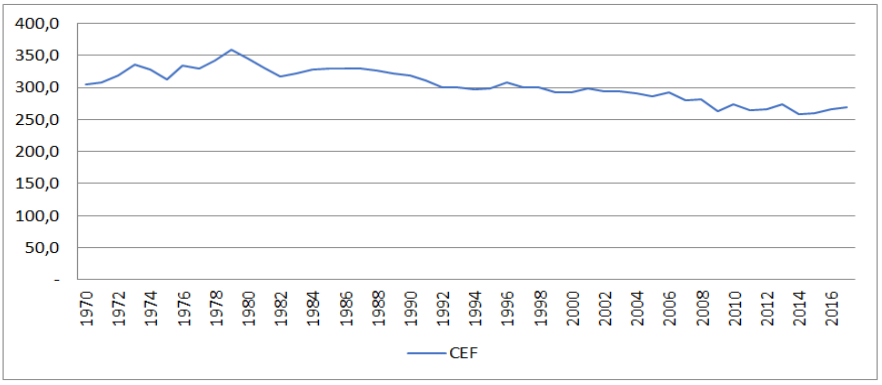
من خلال الشكل أعلاه يتضح أن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في تناقص مستمر، والفضل يعود في ذلك إلى توجه ألمانيا نحو تبني برامج لاستهلاك مصادر الطاقة المتجددة، حيث انخفضت نسبة الانبعاث إلى 763.8 مليون طن سنة 2017 بعدما كانت 1042.3 مليون طن سنة 1970 أي بحوالي 26.72%، وهذا ما هو إلا انعكاس للوعي البيئي الذي أدى إلى الإسراع في تطبيق التوجيهات والخطط التي تتبناها ألمانيا في مجال حماية البيئة (حريز، 2014، صفحة 109).

2.1.3 المتغيرات المستقلة:

هي المتغيرات المفسرة لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، والتي تم اعتمادها بناء على الدراسات السابقة والإحصائيات المتوفرة من البنك الدولي، والمتمثلة في:

-**استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية (CEF)**: بعد انعقاد قمة كيوتو في اليابان لخفض مستوى ثاني أكسيد الكربون على الأرض كمسبب رئيسي لظاهرة التلوث البيئي، تم اقتراح خفض استخدام مصادر الطاقة الأحفورية والمتمثلة في النفط والفحم إلى نسب محددة زمنيا، رغم أن هذا المقترح أعتبر من قبل دول الأوبك والدول المصدرة للنفط تحيزا ضد النفط، يضاف إلى أن ما يسمى بضريبة الكربون التي طبقتها بعض الدول الأوروبية للتمييز ضد النفط. إلا أن ألمانيا بدأت في تخفيض نسبة استهلاكها لمصادر الطاقة الأحفورية بعد أن بلغت ذروتها سنة 1979، حيث بدأت في الانخفاض تدريجيا أين وصلت نسبة الانخفاض إلى 25 % مع نهاية سنة 2017 (البنك الدولي، 2019)، وهذا ما يوضحه الشكل الموالي:

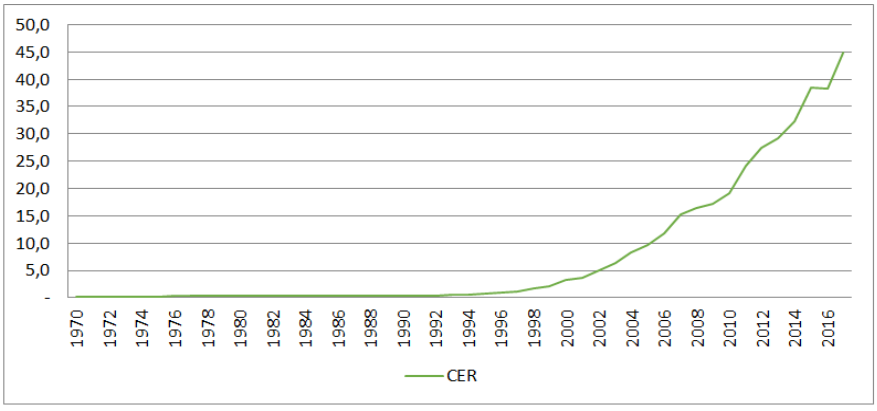
الشكل 2: تطور استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية في ألمانيا خلال الفترة 1970-2017



المصدر: من إعداد الباحثتين بالاعتماد على معطيات البنك الدولي (2017)

- **استهلاك مصادر الطاقة المتجددة (CER)**: تتولى ألمانيا على الصعيد الدولي دوراً ريادياً في سياسات المناخ والطاقة، وتسعى جاهدة إلى تحقيق الأهداف الطموحة في تخفيض انبعاثات الغازات في مقدمتها غاز ثاني أكسيد الكربون، حيث توجهت ألمانيا إلى استخدام مصادر الطاقة المتجددة بدل مصادر الطاقة الأحفورية المتسببة في انبعاثات هذا الغاز، كما سعت جاهدة إلى التقليل من الاعتماد على المصادر الناضبة والاعتماد على المصادر المتجددة التي بلغت نسبة استهلاكها 5.13 % من إجمالي استهلاك الطاقة بحلول سنة 2007، حيث تواصل هذا الارتفاع ليبلغ 14.29 % سنة 2017 بعدما كانت لا تتجاوز 0.06 %سنة 1970 (البنك الدولي، 2019)، وهذا ما يوضحه الشكل أدناه:

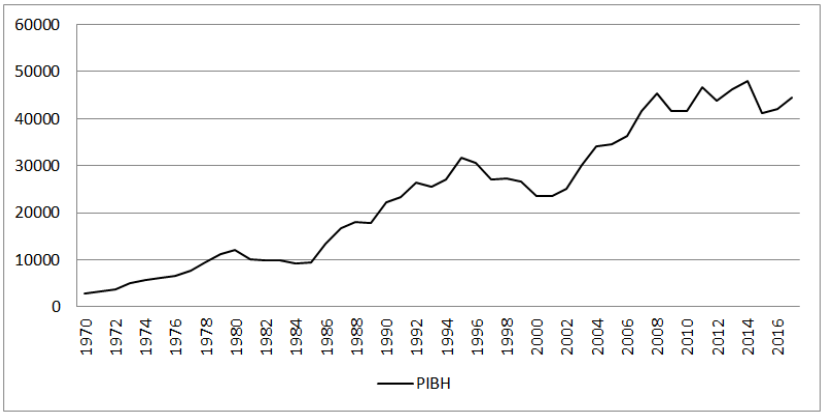
الشكل 3: تطور استهلاك مصادر الطاقة المتجددة في ألمانيا خلال الفترة 1970-2017



المصدر: من إعداد الباحثتين بالاعتماد على معطيات البنك الدولي (2017)

-**نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (PIBH)**: تنتمي ألمانيا لأكثر بلدان العالم الصناعي تطورا وتعتبر ثالث أكبر اقتصاد في العالم، ونظرا لكبر حجم صادراتها فإن نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في تصاعد مستمر، حيث سجل ارتفاعا من حوالي 23635.93 دولار أمريكي سنة 2000 إلى حوالي 41531.93 دولار أمريكي سنة 2010 محققا بذلك معدل نمو بحوالي 75.71%، كما سجل سنة 2017 حوالي 44240.04 دولار أمريكي بعدما قدر سنة 1970 بحوالي 2716.17 دولار أمريكي، أي بزيادة تقدر بأكثر من 16 مرة (البنك الدولي، 2019)، وهذا ما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل 4: تطور نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في ألمانيا خلال الفترة 1970-2017



المصدر: من إعداد الباحثتين بالاعتماد على معطيات البنك الدولي (2017)

2.3 الدراسة القياسية للنموذج:

1.2.3 اختبار الاستقرارية:

بعد تطبيق اختبار جذر الوحدة أو ما يعرف باختبار ديكي-فولر الموسع ADF على السلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة (أنظر للملحق رقم 01)، تم الحصول على النتائج التالية:

الجدول 1: اختبار **ADF** لمتغيرات الدراسة

المتغيرات	النموذج الملائم	إحصائية ADF			القرار
		عند المستوى	عند الفرق الأول	عند الفرق الثاني	
LOGCO2	بدون قاطع واتجاه عام	-1,5552 (0,1116)	-8,2349 *(0,0000)	/	مستقرة عند I(1)
LOGCEF	بدون قاطع واتجاه عام	-0,6260 (0,4408)	-7,7057 (0,0000)	/	مستقرة عند I(1)
LOGCER	بوجود قاطع واتجاه عام	-2,4919 (0,3304)	-2,7052 (0,2395)	-12,5147 (0,0000)	مستقرة عند I(2)
LOGPIBH	بدون قاطع واتجاه عام	3,3095 (0,9996)	-4,0864 (0,0001)	/	مستقرة عند I(1)

المصدر: من إعداد الباحثتين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10.

*: عند مستوى معنوية α= 5%.

من خلال دراسة استقرارية السلاسل الزمنية، تبين أن كل من سلسلة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، سلسلة استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية (CEF) وسلسلة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (PIBH) لم تستقر عند مستواها الأصلي إذ كانت قيمة (t) المحسوبة أصغر من قيمة (t) الحرجة بالقيمة المطلقة، مما يعني قبول فرضية العدم القائلة بوجود جذر الوحدة في بيانات السلاسل الزمنية، وأنها استقرت بعد أخذ الفرق الأول لها ، إذ كانت قيمة (t) المحسوبة أكبر من قيمة (t) الحرجة بالقيمة المطلقة، أي أنها متكاملة من الدرجة الأولى، في حين أن سلسلة استهلاك مصادر الطاقة المتجددة (CER) لم تستقر إلا بعد أخذ الفرق الثاني لها أي أنها متكاملة من الدرجة الثانية، وعليه فإن أنسب تقنية لدراسة العلاقة السببية بين هذه المتغيرات هي تقنية (VAR)، حيث:

$$CO2_t = \alpha_0 + \sum_{P=1}^{n} \alpha_p CO2_{t-p} + \sum_{P=1}^{n} \beta_p CER_{t-p} + \sum_{P=1}^{n} \delta_p CEF_{t-p} + \sum_{P=1}^{n} \gamma_p PIBH_{t-p} + \varepsilon_t$$

P: تمثل عدد فترات التباطؤ الزمني.

2.2.3 تحديد عدد مدد التباطؤ الزمني:

يعتمد في تحديد عدد مدد التباطؤ الزمني على كل من المعايير: أكايك (AIC)، شوارتيز (SC)، معيار خطأ التنبؤ النهائي (FPE) ومعيار هانان كوين (HQ)، حيث يتم اختيار الفترة التي تكون فيها أقل قيم مشاهدات لهذه المعايير كما يوضحه الجدول الموالي:

الجدول 2: تحديد عدد مدد التباطؤ الزمني

	L Log	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	261.4830	NA	9.71e-11	-11.70377	-11.54157	-11.64362
1	479.1466	385.8582*	1.02e-14*	-20.87030*	-20.05930*	-20.56954*
2	488.9691	15.62682	1.38e-14	-20.58951	-19.12971	-20.04814
3	506.1186	24.16518	1.37e-14	-20.64176	-18.53317	-19.85979
4	513.0833	8.547573	2.28e-14	-20.23106	-17.47368	-19.20849

المصدر: من إعداد الباحثتين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10.

من خلال الجدول السابق نلاحظ أن كل المعايير (SC، AIC، FPE، HQ) تشير إلى ضرورة أخذ فجوة زمنية واحدة.

3.2.3 اختبار العلاقة السببية بين متغيرات الدراسة:

السببية في الاقتصاد هي قدرة أحد المتغيرات في التنبؤ بمتغير آخر، حيث يركز على العلاقة المباشرة بين المتغيرات واتجاهها، فمن خلال الجدول رقم (03) يتبين أنه عند مستوى معنوية 5%:

- هناك سببية ثنائية الاتجاه بين انبعاثات غاز CO_2 واستهلاك مصادر الطاقة الأحفورية؛
- التغير في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون يسبب التغير في استهلاك مصادر الطاقة المتجددة؛
- التغير في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي يسبب التغير في انبعاثات غاز CO_2؛
- التغير في استهلاك مصادر الطاقة المتجددة يسبب التغير في استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية؛
- التغير في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي يسبب تغير في استهلاك الطاقة الأحفورية؛
- التغير في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي يسبب تغير في استهلاك الطاقة المتجددة.

الجدول 3: اختبار سببية غرانجر

Null Hypothesis:	F-Statistic	Prob.
LOGCEF does not Granger Cause LOGCO2	4.36630	0.0425
LOGCO2 does not Granger Cause LOGCEF	7.84646	0.0075
LOGCER does not Granger Cause LOGCO2	2.33325	0.1338
LOGCO2 does not Granger Cause LOGCER	9.22611	0.0040
LOGPIBH does not Granger Cause LOGCO2	11.7363	0.0013
LOGCO2 does not Granger Cause LOGPIBH	0.07121	0.7908
LOGCER does not Granger Cause LOGCEF	10.3934	0.0024
LOGCEF does not Granger Cause LOGCER	0.63819	0.4287
LOGPIBH does not Granger Cause LOGCEF	12.8155	0.0009
LOGCEF does not Granger Cause LOGPIBH	0.06486	0.8002
LOGPIBH does not Granger Cause LOGCER	5.24438	0.0269
LOGCER does not Granger Cause LOGPIBH	0.36039	0.5514

المصدر: من إعداد الباحثتين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10.

4.2.3 تقدير نموذج (VAR):

وفقا لفترات التباطؤ والتي كانت درجة واحدة، بالتالي سوف نقوم بتقدير نموذج VAR (1):

$$LOGCO2 = 0.2296*LOGCO2(-1) - 0.0155*LOGCER(-1) + 0.3784*LOGCEF(-1)$$
$$[0.8022] \qquad [-2.4307] \qquad [1.4083]$$
$$- 0.0563*LOGPIBH(-1) + 1.5849$$
$$[-3.3843] \qquad [4.0664]$$

ومن خلال هذا النموذج نتحصل على القيم التالية:

الجدول 4: مخرجات النموذج

R-squared	0.964649
Adjusted R-squared	0.961283
Durbin-Watson stat	2.328619
F-statistic	286.5238
Prob(F-statistic)	0.000000

المصدر: من إعداد الباحثتين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10.

5.2.3 التفسير الإحصائي للنموذج:

- بلغت قيمة معامل التحديد $R^2 = 96.46$ وهذا دليل على الارتباط القوي بين المتغيرات: استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية، استهلاك مصادر الطاقة المتجددة ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي المفسرة لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون؛

- بلغت قيمة معامل التحديد المصحح 0.9612 ما يدل على أن القوة التفسيرية للمتغيرات المستقلة بلغت 96.12 % والباقي راجع لمتغيرات أخرى تؤثر في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون لم تدرج في النموذج؛
- قيمة إحصائية فيشر المحسوبة (286.52) أكبر من المجدولة (2.58)، ما يدل على المعنوية الإحصائية للنموذج؛
- قيمة دوربين–واتسون (DW=2.32) تدل على عدم وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء؛
- بالنسبة لمعامل المتغير الثابت، معامل استهلاك مصادر الطاقة المتجددة ومعامل نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي لها معنوية إحصائية في تفسير انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة المدروسة عند مستوى معنوية 5%، لأن إحصاءة ستيودنت المحسوبة أكبر من المجدولة (2.0211)، على عكس معامل استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية الذي ليس له معنوية إحصائية في النموذج.

6.2.3 التفسير الاقتصادي للنموذج:

- هناك علاقة طردية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وقيمته المؤخرة في المدى القصير، هذا يعني أنه في حالة زيادة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بـ: 1%، فإنه من المتوقع أن تستمر هذه الزيادة في السنة المقبلة بـ: 0.22%؛
- هناك علاقة عكسية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك مصادر الطاقة المتجددة المؤخرة بفترة واحدة، وهي توافق الدراسات السابقة، حيث أن زيادة استهلاك مصادر الطاقة المتجددة يؤدي إلى انخفاض نسبة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون نتيجة خفض استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية والتوجه نحو استهلاك مصادر الطاقة المتجددة؛

- هناك علاقة طردية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك مصادر الطاقة الأحفورية في المدى القصير، حيث عند زيادة استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية بـ: 1% يؤدي إلى زيادة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بـ: 0.37%؛
- هناك علاقة عكسية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، حيث كلما زاد هذا الأخير بـ: 1% يؤدي إلى انخفاض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بـ: 0.05%؛

7.2.3 اختبارات البواقي: من أجل التحقق من صحة النموذج المقدر يجب التأكد من خضوع البواقي للتوزيع الطبيعي وأنها غير مرتبطة ذاتيا.

- **التوزيع الاحتمالي للبواقي:** تم استخدام اختبار Jaque-Bera.

الجدول 5: اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي

VAR ResidualNormality Tests			
Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)			
Null Hypothesis: residuals are multivariate normal			
Included observations: 47			
Component	Jarque-Bera	Df	Prob.
1	0.144051	2	0.9305
2	388.2311	2	0.0000
3	0.302697	2	0.8595
4	0.557424	2	0.7568
Joint	389.2353	8	0.0000

المصدر: من إعداد الباحثتين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10.

يشير الاختبار إلى عدم رفض فرضية العدم لكل من البواقي الخاصة بالمعادلات الأولى والثالثة والرابعة، أي عدم رفض فرضية التوزيع الطبيعي للبواقي عند مستوى معنوية 5%.

- **اختبار الارتباط الذاتي للبواقي:** تم استخدام اختبار Lujung-Box.

الجدول 6: اختبار الارتباط الذاتي للبواقي

Lags	Q-Stat	Prob.*	Adj Q-Stat	Prob.*	Df
1	13.75008	---	14.04900	---	---
2	31.35666	0.0121	32.43809	0.0088	16

المصدر: من إعداد الباحثتين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10.

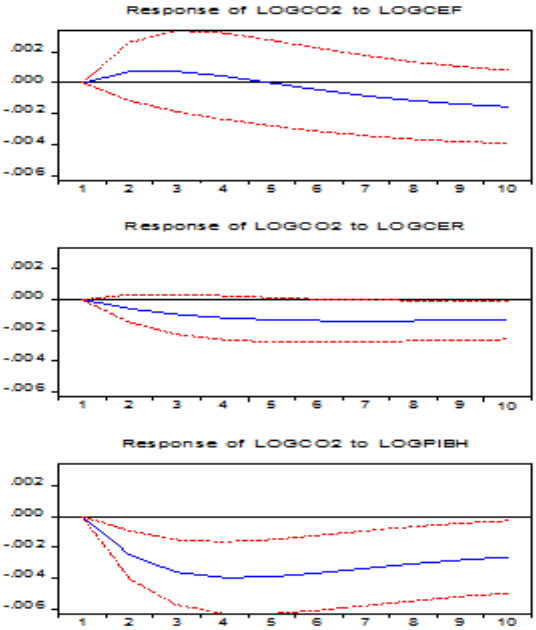
يشير الجدول السابق إلى عدم وجود الارتباط الذاتي بين البواقي، أي رفض فرضية العدم.

8.2.3 تحليل دوال الاستجابة:

تفيد تحليل دوال الاستجابة في الكشف عن مختلف العلاقات المتشابكة والتفاعلات التي تحدث بين متغيرات الدراسة، حيث أفرزت نتائج صدمات كل متغيرة على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون كما يوضحه الشكل رقم (05).

- **أثار الصدمة على استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية (LOGCEF)**: إن حدوث صدمة هيكلية إيجابية في استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية سوف يكون له آثار إيجابية ابتداء من السنة الثانية التي تلي الصدمة، وتنعكس لتكون استجابة سلبية على المدى المتوسط والطويل وذلك ابتداء من السنة الخامسة، أي أن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون ستبدأ في الانخفاض في المدى المتوسط نتيجة التحول نحو استهلاك مصادر الطاقة المتجددة.
- **أثار الصدمة على استهلاك مصادر الطاقة المتجددة (LOGCER)**: إن صدمة استهلاك مصادر الطاقة المتجددة قابلتها استجابة سلبية فورية خلال طول فترة التنبؤ، حيث يؤدي حدوث الصدمة إلى أثر سالب في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، نظرا لما يمارسه التوجه نحو مصادر الطاقة المتجددة من تأثير عكسي، بالتالي انخفاض نسبة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في المدى المتوسط والطويل.
- **أثار الصدمة على نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (LOGPIBH)**: إن حدوث صدمة مفاجئة في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي سيكون له أثر سلبي ابتداء من السنة الأولى على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون إلى غاية نهاية الفترة.

الشكل 5: استجابة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون لصدمات تنبؤيه لمتغيرات النموذج



المصدر: من إعداد الباحثتين بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews 10.

4. خاتمة:

على الرغم من كل الاهتمام الكبير لألمانيا بالطاقة المتجددة كطاقة نظيفة وبديلة عن الطاقة الأحفورية في المستقبل وذلك للتقليل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وللحفاظ على نظافة البيئة لضمان الوصول إلى الأمن البيئي الذي تنشده السياسة الألمانية، إلا أن جميع الدلائل توضح بأن الطاقة المتجددة مازالت تواجه تحديات نتيجة مواصلة ألمانيا الاعتماد على الطاقة الأحفورية بدرجة كبيرة وبنسبة تقدر بـ 85%.

ومن خلال نتائج الدراسة القياسية تم إثبات صحة الفرضية الرئيسية التي كان مفادها أن زيادة التوجه نحو استهلاك مصادر الطاقة المتجددة يساهم في التخفيض من نسبة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في ألمانيا على المدى المتوسط والطويل. كما تمت الإجابة على الفرضيات الفرعية من خلال تفسير نتائج الدراسة الإحصائية والاقتصادية. ومن خلال ما سبق تم التوصل إلى النتائج التالية:

1.4 نتائج الدراسة:

- مواصلة الاعتماد على مصادر الطاقة الأحفورية يعتبر من أهم العوامل التي تعيق تحقيق الأمن البيئي في ألمانيا؛
- اللجوء إلى الطاقات المتجددة هو حل ازدواجي لتحقيق الأهداف الاقتصادية من جهة والأهداف البيئية من جهة أخرى؛
- تلعب ألمانيا دورا رياديا في دعم الطاقات المتجددة، وذلك من خلال القوانين والسياسات والأطر التنظيمية التي تتبعها والآليات التحفيزية، مما جعلها دولة متقدمة في هذا المجال من خلال تنميتها وتطويرها لمختلف القطاعات فيها؛
- انتهجت ألمانيا سياسة بيئية متكاملة مبنية على نتائج الأبحاث التي صرفت الدولة الألمانية مبالغ كبيرة فيها وانعكس هذا كله بالنجاحات التي حققتها المانيا في مجال تطوير البرامج البيئية والمحافظة على الطبيعة.
- استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية في ألمانيا يساهم في زيادة نسبة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في المدى القصير والمتوسط، إلا أن هذه النسبة ستنخفض في المدى الطويل، وهذا ما تدعمه نتائج اختبار العلاقة السببية بين المتغيرين؛
- توجه ألمانيا نحو استهلاك مصادر الطاقة المتجددة سيساهم في تحقيق الأمن البيئي على المدى الطويل.

2.4 اقتراحات الدراسة:

بناءا على النتائج المتوصل إليها، يمكن تقديم بعض المقترحات التي قد تساعد الدول التي تعتمد بصورة أساسية على مصادر طاقتها الأحفورية، باعتبار هذه الأخيرة سلاح ذو حدين. فمن جانب الاعتماد على الطاقة الأحفورية فإنه يزيد من وتيرة النمو الاقتصادي للدولة بالتالي الوصول إلى تحقيق التنمية الاقتصادية، ومن جانب آخر المساهمة في عدم تحقيق الأمن البيئي. لذلك يجب على هذه الدول

السعي جاهدة إلى تبني استراتيجيات خاصة بالاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة الصديقة للبيئة، وذلك بتوسيع مجال البحث والتطوير ودعم مراكز البحث العلمي في هذا المجال، ومحاولة الاستفادة من تجارب الدول الرائدة في هذا المجال، الأمر الذي يساعد على تحقيق التنمية المستدامة المرجوة وذلك ببناء اقتصاد أخضر يعتمد فقط على الطاقات المتجددة التي أصبحت منافس حقيقي للطاقات الأحفورية النافذة.

5. المراجع:

1.5 المؤلفات:

1. بن محمد ال الشيخ حمد، (2007)، اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئية، العبيكان للنشر والتوزيع، الرياض.
2. سخري منال، (2017)، السياسة البيئية في الجزائر بين التحديات الداخلية والمقتضيات الدولية، دار الحامد للنشر والتوزيع. عمان.
3. هشام حريز، (2014)، دور إنتاج الطاقات المتجددة في إعادة هيكلة سوق الطاقة، مكتبة الوفاء القانونية، مصر.

2.5 المقالات:

4. نسيمة جلولي، (2018)، دراسة تجريبية لأثر استهلاك الطاقات غير المتجددة على التلوث البيئي (دراسة حالة السعودية خلال الفترة 1971-2014 باستخدام منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة)، مجلة العلوم الاقتصادية، التسيير والعلوم التجارية، الجزائر.

5. Abelbaki, c., & Sana, e. j. (2017, november). an ARDLapproach to the CO2 emissions, reneweable energy and economic growth nexus: tunisian evidence. internationnal journal of hydrogen inergy usa

6. Festus, v. b., Andrew, a. a., & samuel, a. s. (2019). impact of renewable energy consumption and financial developement on CO2 emissions and economic growth in the MENA region : a panel vector autoregressive (PVAR) analysis. science of total envirenment, USA

7. katsuya, E. (2017). « CO2 emission, renewable and non-renewable energy consemption and economic growth : evidence from panel data for developing countries. international economic, USA

8. lanouar, c., & montassar, k. (2019). toward a sustainable environment : nexus between CO2 emissions, resource rent, renewable and nonrenewable energy in 16-EU countries. renewable energy, USA

9. patchaca, b., apichit, T., & Jurowan, c. (2017). Investigating the causal relarionship between non renewable and renewable energy consumption, CO2 emissions and economic growth in Thailans, energy prodecia, USA

3.5 المداخلات:

10. فوزي عبد الرزاق و بلبال حسناوي، (2015)، اشكالية التحول الطاقوي كآلية لتحقيق الأمن الطاقوي في ظل المستجدات الدولية، المؤتمر الأول حول السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمي القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، جامعة سطيف، الجزائر.

4.5 مواقع الانترنيت:

11. البنك الدولي. (30 10, 2019) *https://data.albankaldawli.org/indicator*. تم الاسترداد من https://albankaldawli.org.

12. Energy procedia (20,11,2019) https://www.sciencedirect.com /science /article/pii /S1876610217350841.

13. امجد قاسم المهندس. (12 10, 2017). " الإجراءات المتخذة لتقليل غازات الاحتباس الحراري في ألمانيا". البيئة والتنمية . تاريخ الاطلاع (16 10, 2019)، من الموقع http://al3loom.com/

6. الملاحق:

الملحق رقم 01: لوغاريتم متغيرات الدراسة خلال الفترة 1970-2017

	LOGCEF	LOGCER	LOGCO2
1970	2,483154296	-0,681565967	3,017985769
1971	2,4886594	-0,644916988	3,01868394
1972	2,502727879	-0,637296227	3,027749715
1973	2,525997752	-0,622891703	3,047299634
1974	2,516643747	-0,613450147	3,034943048
1975	2,495765231	-0,594322685	3,010345525
1976	2,524155544	-0,538939436	3,038251476
1977	2,518090426	-0,54964179	3,029859739
1978	2,533121509	-0,525623902	3,023343179
1979	2,555202462	-0,486001346	3,046208193
1980	2,538520345	-0,351723741	3,032308008
1981	2,520628886	-0,38906957	3,017860042
1982	2,501116829	-0,390377293	3,000306503
1983	2,506915336	-0,457775434	3,006334768
1984	2,515470933	-0,429740337	3,014129142
1985	2,518777653	-0,429453642	3,017346778
1986	2,516983374	-0,442175468	3,013859602
1987	2,516967246	-0,484639953	3,011093434
1988	2,513764759	-0,428964667	3,004483425
1989	2,507505316	-0,396099413	2,999457806
1990	2,503160007	-0,467250059	3,00138639
1991	2,493177164	-0,44891077	2,984594166
1992	2,478220258	-0,381254155	2,963407397
1993	2,477596565	-0,295503229	2,959821273
1994	2,473080567	-0,199603475	2,95048927
1995	2,473855718	-0,099190943	2,946628131
1996	2,488164012	-0,028153217	2,959304446
1997	2,478222936	0,075374666	2,94611298
1998	2,47638408	0,245616286	2,941607817
1999	2,465189195	0,315725408	2,930318379
2000	2,46523304	0,51009419	2,929158446
2001	2,47407322	0,553266288	2,937523461
2002	2,467770738	0,6969804	2,930762188
2003	2,467754029	0,799726906	2,933424371
2004	2,463299467	0,917371951	2,926188483
2005	2,45719235	0,986741543	2,914960908
2006	2,46587301	1,067542178	2,924341449
2007	2,44739609	1,18169176	2,906997803
2008	2,44834915	1,216789544	2,906587469
2009	2,4199555584	1,234917372	2,875648887
2010	2,436269044	1,280096786	2,892038768
2011	2,422361445	1,3814387	2,881410113
2012	2,425531806	1,438506082	2,886899506
2013	2,438012142	1,466419909	2,900403006
2014	2,412434765	1,509826924	2,874704285
2015	2,414651867	1,584635755	2,877083557
2016	2,425045239	1,582839362	2,883863237
2017	2,429172394	1,651426885	2,883005423

المصدر: من إعداد الباحثتين بالاعتماد على بيانات موقع british petrolium