

دراسة قياسية لأثر إنتاج الطاقة الكهرومائية على إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية
في العالم خلال الفترة 1990-2019

A standard study of the effect of producing
hydroelectricity on the general production of electrical energy in
the world during the period 1990-2019

بوحفص سميحة
Bouhafis Samiha

جامعة خنشلة_الجزائر

Bouhafis.samiha@univ-khenchela.dz

*قويسم هشام
KOUICEM Hichem

جامعة خنشلة_الجزائر

مخبر حاضنة المؤسسات و التنمية المحلية

Hichem.kouicem@univ-khenchela.dz

تاريخ النشر: 2023/10/31

تاريخ القبول: 2023/10/25

تاريخ الاستلام: 2023/06/01

الملخص :

تهدف الدراسة إلى قياس أثر إنتاج الطاقة الكهرومائية على إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم خلال الفترة 1990-2019، باستخدام اختبار التكامل المتزامن لتحليل و دراسة إنتاج الطاقة الكهرومائية، وقد توصلت الدراسة إلى عدم وجود تكامل مشترك في المدى الطويل بين إنتاج الطاقة الكهرومائية و حجم الإنتاج العالمي الإجمالي للكهرباء، و وجود علاقة طردية معنوية و تكامل مشترك بينهما في المدى القصير، و عدم وجود علاقة سببية بين المتغيرين في الاتجاهين.

الكلمات المفتاحية: طاقة بديلة، طاقة كهرومائية، طريقة أنجل جرانجر، اختبار السببية.

تصنيف JEL: Q42، Q25، P28، C19

Abstract :

This study aims to measure the impact of producing hydroelectricity on the general electrical production in the world from 1990-2019, we used the cointegration test to analyze and study hydroelectricity production, the study found that there is no cointegration in the long term between hydroelectricity production and the general electricity production, and showed the presence of a significant positive relationship and cointegration in the short term, and that there is no causality relation between the two variables in both directions.

Key words: Alternative Energy, Hydroelectricity Power, Engle Granger Method, Causality Test.

JEL classification codes: Q42, Q25, P28, C19

1. مقدمة:

تتعدد المصادر الطاقوية وتختلف أشكالها وأنواعها في كل جزء من العالم، ما يترتب عنه اختلاف الطرق والمصادر المستخدمة لتوليدها، و تعتبر الطاقة الكهربائية أحد أهم أشكال الطاقة التي يعتمد في إنتاجها على العديد من المصادر البديلة، كونها تعد المحرك الأساسي لكل الأنشطة الرئيسية منها والثانوية، خاصة في إطار التوجه العالمي نحو تحقيق التنمية المستدامة من خلال الاستغلال الأمثل للمصادر الطاقوية، مقابل ضرورة العمل على زيادة إنتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقات النظيفة والمتجددة في ظل توفر الإمكانيات اللازمة لاستغلال هذا النوع من المصادر لتوليد الطاقة لتغطية الطلب العالمي.

ونظرا للأهمية الكبيرة للطاقة الكهرومائية، باعتبارها جزء من المزيج الطاقوي الذي من شأنه أن يساهم بشكل كافي وفعال لتحسين القدرة على تغطية الاستهلاك العالمي، تم التركيز على دراسة العلاقة بين كل من حجم الطاقة الكهربائية الإجمالي المنتج في العالم و الطاقة الكهرومائية، و تحديد العلاقة السببية بينهما، حيث شهد الإنتاج الإجمالي للكهرباء في العالم معدل نمو بنسبة 127% خلال الفترة الممتدة من 1990 إلى 2019، مع تحقيق معدل نمو في إنتاج الطاقة الكهرومائية بمقدار 98% خلال نفس الفترة، و من سياق ما سبق يمكن صياغة إشكالية الدراسة فيما يلي:

ما هو تأثير الطاقة الكهرومائية على الإنتاج الإجمالي للطاقة الكهربائية في العالم خلال الفترة 1990-2019؟

و يتفرع من الإشكالية الرئيسية الأسئلة الفرعية التالية:

- ما مدى مساهمة الطاقة الكهرومائية في الإنتاج الإجمالي للكهرباء في العالم؟
- ما هي طبيعة العلاقة بين إنتاج الطاقة الكهرومائية و الإنتاج الإجمالي للكهرباء في العالم في الأجل القصير و الأجل الطويل؟
- هل توجد علاقة سببية بين كل من إنتاج الطاقة الكهرومائية و الإنتاج الإجمالي للكهرباء في العالم؟

وانطلاقا من الإشكالية و الأسئلة الفرعية المطروحة، يمكن صياغة الفرضيات التالية:

- الاستغلال الأمثل للطاقة الكهرومائية يساهم بشكل كبير في زيادة الإنتاج الإجمالي للطاقة الكهربائية في العالم.

- توجد علاقة معنوية موجبة بين إنتاج الطاقة الكهرومائية و الإنتاج الإجمالي للطاقة الكهربائية في العالم في الأجل القصير و الأجل الطويل.
- توجد علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين متغيري الدراسة.

منهج الدراسة:

اعتمدنا في الدراسة على المنهج الوصفي في إثراء الجانب النظري، و المنهج التحليلي في عرض البيانات و المعطيات الخاصة بالطاقة الكهرومائية و مدى تأثيرها في الإنتاج الإجمالي للطاقة الكهربائية في العالم خلال الفترة (1990-2019)، بالإضافة إلى منهج التحليل القياسي لتحليل العلاقة بين إنتاج الكهرباء من الطاقة الكهرومائية و الإنتاج الإجمالي للكهرباء في العالم.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى إبراز أثر و مساهمة إنتاج الطاقة الكهربائية البديلة من الطاقة الكهرومائية في الإنتاج الإجمالي العالمي من الكهرباء، وذلك بصياغة نموذج خاص بالعلاقة بين الإنتاج الإجمالي للكهرباء في العالم كمتغير تابع، وإنتاج الطاقة الكهرومائية كمتغير مستقل، اعتمادا على المعطيات المتاحة خلال الفترة 1990-2019.

أهمية الدراسة:

تتجلى أهمية الدراسة في كون الطاقة الكهرومائية وسيلة مستدامة لإنتاج الطاقة الكهربائية في العالم، يمكن أن تساهم في سد العجز في الطلب العالمي على الطاقة النظيفة، خاصة و أنها متاحة بشكل متجدد و مستمر.

الدراسات السابقة:

❖ دراسة: العشناني خالد، بومهدي مولود، بعنوان: إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة التقليدية و المتجددة و أثره على النمو الاقتصادي في الجزائر خلال الفترة 1995-2019، مقالة بمجلة الدراسات القانونية، جامعة المدية، الإصدار: 09، العدد: 01، جانفي 2023، و هدفت الدراسة إلى تحليل وجود علاقة بين إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة و غير المتجددة من جهة و النمو الاقتصادي معبر عنه بالنتائج المحلي الإجمالي من جهة أخرى، و تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي، و توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج أهمها أن الاعتماد على المصادر المتجددة في إنتاج الطاقة الكهربائية لا يزال ضعيف للغاية لا يتجاوز 0.2% من إنتاج الطاقة الكهربائية، و المصدر الأساسي

لإنتاج الطاقة الكهربائية هو المصادر الأحفورية التي تساهم بشكل كبير في دعم النمو الاقتصادي.

❖ دراسة: خالد حيدر عبد علي، بيروت محمد امين، بعنوان: تحليل اقتصادي لواقع إنتاج الكهرباء والطلب عليها ومؤشرات السلامة البيئية بمحافظة السلبيانية، مقالة بمجلة الغري للعلوم الاقتصادية و الإدارية، جامعة الكوفة، المجلد:15، العدد:03، سنة 2018، وهدفت الدراسة إلى تحديد مفهوم الطاقة و أنواعها مع بيان أكثرها سلامة للبيئة عند توليد الكهرباء، و تم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي و المنهج المقارن، و توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج أهمها الاعتماد على الوقود الأحفوري بشكل متزايد في قطاع الكهرباء، و عدم الاعتماد على المصادر المائية و الشمسية و الرياح المتوفرة كما يجب، و كان الاستخدام المتعدد لمحطات الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء الخيار الأكثر ملائمة من ناحية البيئة و التطبيق.

❖ موقع الدراسة من الدراسات السابقة: من خلال الدراساتين السابقتين نلاحظ بأن هذه الدراسة تندرج في نفس سياق موضوع إنتاج الطاقة الكهربائية، بينما تميزت بدراسة أثر إنتاج الطاقة الكهرومائية على إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم من خلال دراسة قياسية احصائية خلال الفترة 1990-2019.

2. الإطار النظري للدراسة:

1.1. تعريف الطاقة البديلة:

الطاقة البديلة هي الطاقة التي يتم التحصل عليها عن طريق تيارات الطاقة المتواجدة في الطبيعة بشكل متكرر و تلقائي، عكس الطاقة التقليدية التي تكون مصادرها من مخزون باطن الأرض غالباً، و بتعبير آخر هي الطاقة التي مصدرها طبيعي و متوفر بشكل دوري و دائم في الطبيعة و متجددة باستمرار، تمتاز بكونها طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة كالتقوية الشمسية و طاقة الرياح و الطاقة المائية(مختارية، 2019، الصفحات 49-50).

2.2. مصادر الطاقة البديلة:

نتيجة ارتفاع الطلب العالمي المتزايد على مصادر الطاقة، و عدم قدرة الوقود الأحفوري على تلبية الاحتياجات المتزايدة، و مساهمته في ارتفاع معدلات التلوث البيئي، بالإضافة إلى شح هذه الموارد الطاقوية التقليدية و نضوبها، تم اللجوء إلى مصادر طاقة بديلة من قبل العديد من الدول

و الشركات لأنها تعتبر مصادر طاقة أكثر استدامة و صديقة للبيئة، و من أهم مصادر الطاقة البديلة نجد الطاقة الشمسية و طاقة الرياح و الطاقة المائية و الطاقة النووية، بالإضافة إلى طاقة الكتلة الحيوية و طاقة الحرارة الجوفية و طاقة الهيدروجين، بالإضافة إلى مصادر أخرى تعد في مراحل النشوء و الدراسة و التطوير، و قد تلي مستقبلا جزءا من متطلبات الطاقة البديلة(صالح و لوسي، 2017، الصفحات 315-321).

3.2. إنتاج الطاقة البديلة من الطاقة المائية:

ساعدت السدود الزراعة منذ ما لا يقل عن 5000 سنة، و هو ما أثبتته الآثار التي خلفتها تلك الحضارات مثل الحضارة البابلية (Geraldo, 2021, p. 2)، ليمت فيما بعد استخدامها في توليد الطاقة الكهربائية بعد توفر التوربينات التي تساعد على تحويل الطاقة الميكانيكية للمياه المتدفقة إلى طاقة كهربائية، و توجد العديد من التعريفات للطاقة الكهرومائية نذكر منها: تعريف برنامج الأمم المتحدة للعمل المناخي (UN): تستخدم الطاقة الكهرومائية طاقة المياه المتدفقة من الأعلى إلى الأسفل، ويمكن أن تتولد أيضا من الخزانات والأنهار، وتعتمد محطات الطاقة الكهرومائية على المياه المخزنة في السد، بينما تستغل محطات الطاقة الكهرومائية في الأنهار الطاقة من مجرى النهر، وتعد الطاقة الكهرومائية حاليًا أكبر مصدر طاقة متجددة في قطاع الكهرباء، و تعتمد بشكل عام على هطول الأمطار المستقرة (الأمم المتحدة، 2023). حيث تسخر الطاقة الكهرومائية طاقة المياه المتحركة من أماكن عالية إلى أماكن منخفضة لتوليد الكهرباء، و تشمل مشاريع الطاقة الكهرومائية مشاريع السدود مع الخزانات، و مشاريع التدفق الطبيعي للأنهار، و الانسياب الداخلي، و هذا التنوع يمنح الطاقة الكهرومائية القدرة على الوفاء بالاحتياجات الحضرية المركزية الضخمة فضلا عن الاحتياجات الريفية، و رغم دورية المصدر المائي في بعض المناطق، إلا أن تكنولوجيا تخزين الطاقة تضمن تلبية الاحتياجات و موازنة النظام الكهربائي (Sokona، وآخرون، 2011، صفحة 8).

كما تعتبر الطاقة الكهرومائية مصدر طاقة نظيف و مهم لإنتاج الطاقة الكهربائية في العالم، حيث تحتوي المياه الراكدة في البحيرات و السدود و الأحواض الاصطناعية على طاقة كامنة كبيرة، يمكن أن تستغل عندما تنساب المياه من مكان مرتفع إلى مكان أقل ارتفاع منه، حيث وفقا لمبدأ الجاذبية تتضاعف طاقة المياه المتدفقة مع زيادة سرعة السقوط كلما زاد الارتفاع، مما يساعد على توليد طاقة حركية تستخدم في توليد الطاقة الكهربائية باستخدام محطات الطاقة الكهرومائية التي تحتوي على التوربينات المولدة للكهرباء (شريف، 2021، صفحة 37).

و تتوقف القدرة على إنتاج الكهرباء من واحد متر مكعب من الماء على مسافة الارتفاع الموجودة بين مستوى السد و مستوى وجود التوربين، كما يؤثر تغير مستوى الخزان إلى حد

معين بعد فتح تدفق المياه على كمية الكهرباء المنتجة، و التي تتأثر كذلك حسب الطريقة التي ينتقل عبرها الماء في التوربين ليسمح بدخول كمية جديدة من المياه إليه، فالتوربين مصمم لاستقبال كمية محددة من المياه، فالاختلاف في التدفق سيخفض من إنتاج الكهرباء بحد معين (R. Forsund, 2007, p. 13).

4.2. أنواع محطات الطاقة الكهرومائية:

عادة ما يتم تصنيف محطات الطاقة الكهرومائية حسب أحجامها أو قدرة إنتاجها، كما تختلف هذه التصنيفات من بلد لآخر، و تستخدم من طرف الحكومات كأساس لسياساتها لتوفير الإعفاءات الضريبية، و وضع التعريفات الخاصة بتغذية الشبكة الكهربائية، كما تحدد الإعانات الحكومية و الشروط البيئية اللازمة، و على الرغم من أن المبادئ الأساسية لنظام المحطات الكهرومائية هي نفسها، إلا أن التصميم الهندسي يصبح أكثر تعقيدا بكثير مع زيادة حجم السدود، حيث تزداد البنية التحتية لإنشاء الأنفاق و أجهزة توليد الكهرباء و نظام التحكم الآلي في حجم التدفق و الطاقة المنتجة، مع ضرورة توفير شبكة ذات الجهد العالي لنقل الكهرباء، كما أن المشاريع الكبيرة تتطلب تحكم أكبر في التصميم و الإنشاء، لأن الأمر يتعلق في حالة الخطأ بالعديد من الأرواح البشرية و الممتلكات المعرضة للخطر، و تشكل أنواع المحطات الكهرومائية مما يلي (Pandey & Karki, 2017, pp. 9-10):

أ. المحطات الكهرومائية الصغيرة جدا:

توفر الكهرباء للمجتمعات الريفية النائية، حيث تكون هته المجتمعات بشكل عام في مناطق معزولة جدا، مما يجعل من الصعب من ناحية التكاليف ربطها بالشبكة الكهربائية، حيث أن التصميم الهندسي لهته المحطات الكهرومائية يكون بسيط و موحد قدر الإمكان، لتسهيل استخدامها و صيانتها من طرف السكان المحليين الذين لا يملكون المساعدات التقنية من الخارج، و لا تتجاوز قدرتها عادة 100 كيلواط.

ب. المحطات الكهرومائية الصغيرة:

يمكن لهته المحطات تزويد القرى الريفية المعزولة، كما يمكن أيضا تطويرها لاستخدامها في إنتاج الكهرباء للشبكة العامة، تتراوح الطاقة المنتجة بها من 100 كيلواط إلى 10 ميواط، فمشاريع المحطات الكهرومائية التي تبيع الكهرباء عن طريق شبكة الكهرباء قد صممت و أنشئت لتحقيق عائد ربحي على الاستثمار.

ج. المحطات الكهرومائية المتوسطة:

وهي المصممة على مجرى الأنهار (Run of river) و تستخدم نوع من السدود أو الحواجز التي تعمل على تمرير المياه عبرها، و لكنها لا تقوم بتخزين المياه، و عادة ما تكون لها تأثيرات

بيئية أقل من السدود و الخزانات العادية، و تتراوح قدرة إنتاجها للكهرباء بين 10 ميغاواط و 100 ميغاواط.

د. المحطات الكهرومائية الكبيرة:

تتجاوز قدرة إنتاجها 100 ميغاواط، يتم فيها بناء سد يعمل كخزان للمياه و يمكن أن تكون هته الخزانات صغيرة تستعمل في سد الطلب أوقات الذروة اليومية أو الأسبوعية، و أنواع أخرى كبيرة بإمكانها تخزين المياه خلال أشهر من التساقط، لتكون متاحة خلال الفصول الجافة أو لعدة سنوات فيما يخص بعض السدود، و إلى جانب إنتاج الكهرباء تعمل السدود أيضا على التحكم في الفيضانات و سقي المزروعات.

5.2. أهمية إنتاج الطاقة الكهرومائية:

تعد الطاقة الكهرومائية طاقة نظيفة يمكن الاعتماد عليها، و هي الأكثر انتشارا بين مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، و على الرغم من ذلك فإن حصتها العالمية ضمن الميزج الطاقوي المتجدد قد انخفضت قليلا، حيث انتقلت من 72% سنة 2010 (881 جيغاواط) إلى 41% في سنة 2020، و بالرغم من ذلك بنهاية سنة 2020 فإن إجمالي قدرة الطاقة الكهرومائية التي تم إنشائها قد ارتفعت لتصل إلى 1153 جيغاواط، حيث تعتبر الطاقة الكهرومائية مصدر للمرونة في التزود بالكهرباء في وقت الحاجة فقط، كما تساعد على الوصول إلى الأهداف العالمية للحد من انبعاثات الكربون، و بالإضافة إلى مرونة تمويل الشبكة الكهربائية، يمكنها كذلك تخزينها لأسابيع و أشهر و سنوات حسب حجم السد المنجز، و بالإضافة لتوفير الطاقة تعمل منشآت الطاقة الكهرومائية كذلك على توفير خدمات التزود بالمياه، و تزويد شبكات الري، و تسيير أزمات الجفاف، و التحكم في الفيضانات، مما يوفر امتيازات اقتصادية و اجتماعية و بيئية كبيرة (IRENA, 2021, p. 120).

3. قياس أثر توليد الطاقة الكهرومائية على الحجم الإجمالي للطاقة الكهربائية المنتجة خلال الفترة 1990 إلى 2019:

سيتم من خلال هذا المحور تحليل تأثير متغير توليد الطاقة الكهرومائية على متغير إجمالي الطاقة الكهربائية المنتجة، و ذلك خلال فترة الدراسة الممتدة من 1990 إلى 2019، حيث نقوم باتباع منهجية الانحدار باستخدام مستويات المتغيرات للسلاسل الزمنية، حيث نقوم أولا بدراسة استقرارية السلاسل الزمنية، بإجراء اختبارات جذر الوحدة (Unit Root Tests) لتجنب الوقوع في مشكلة الانحدار الزائف، ثم نقوم بتطبيق دراسة التكامل المشترك (Co-

(Integration) في المدى الطويل و المدى القصير على معادلة الانحدار للتكامل المتزامن، و لدراسة السببية نقوم بإجراء اختبار السببية (Causality Test)، لتحديد اتجاه العلاقة السببية في المدى القصير بين متغيرات الدراسة، و عليه سوف نقوم بالتحقق من الفرضية المطروحة، التيتم صياغتها بالشكل الآتي:

H_0 : لا يوجد أثر معنوي لتوليد الطاقة الكهرومائية على الإنتاج الإجمالي العالمي للطاقة الكهربائية في الفترة الممتدة من 1990 إلى 2019.

H_1 : يوجد أثر معنوي لتوليد الطاقة الكهرومائية على الإنتاج الإجمالي العالمي للطاقة الكهربائية في الفترة الممتدة من 1990 إلى 2019.

عبر المراحل التالية:

1.3. دراسة استقرارية السلاسل الزمنية لإجمالي إنتاج الكهرباء و إنتاج الطاقة الكهرومائية:

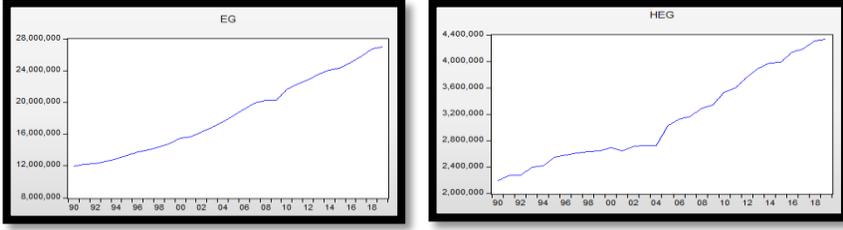
في أي دراسة تحتوي على مجموعة من البيانات، لابد من معالجتها و إخضاعها للاختبارات الإحصائية المختلفة، للكشف عن مميزاتا و خصائصها الإحصائية، فاستقرارية السلاسل الزمنية شرط ضروري في تحليل العلاقة بين متغيرات الدراسة، فغياب هذا الشرط و عدم استقراريته (Non Stationary)، يحدث عنه عدة مشاكل، منها عدم مصداقية نتائج تقدير المعلمات، و الانحدار الزائف (Spurious Regression)، و عليه فإن تكامل السلاسل من نفس الدرجة يعتبر شرطاً مهماً لاختبار التكامل المتزامن (N. Gujarti & C. Porter, 2008, p. 762)، و قبل ذلك سنقوم أولاً بالدراسة الوصفية لبيانات السلاسل الزمنية التي تغطي الفترة 1990-2019 لإنتاج الطاقة الكهربائية في العالم، و التي تم الحصول عليها من إحصائيات الوكالة الدولية للطاقة (IEA) كما يلي:

أ. الدراسة الوصفية لسلسلي إجمالي إنتاج الكهرباء و إنتاج الطاقة الكهرومائية:

- نرزم لسلسلة الإنتاج الإجمالي للكهرباء بالرمز EG حيث تتكون السلسلة من 30 مشاهدة ممتدة من سنة 1990 إلى سنة 2019.

- نرزم لسلسلة إنتاج الطاقة الكهرومائية بالرمز HEG حيث تتكون السلسلة من 30 مشاهدة ممتدة من سنة 1990 إلى سنة 2019 و الممثلين كما يلي:

الشكل 1: التمثيل البياني لسلسلة الإنتاج الإجمالي للكهرباء و إنتاج الطاقة الكهرومائية.



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

من خلال الشكل (1) نلاحظ أنه منذ سنة 1990 عرف الإنتاج الإجمالي للكهرباء ارتفاعاً معتبراً، حيث انتقل من إنتاج 11.98 مليون GWh سنة 1990 إلى 27.04 مليون GWh سنة 2019، كما نلاحظ أيضاً أنه منذ سنة 1990 عرف إنتاج الطاقة الكهرومائية ارتفاعاً معتبراً، حيث انتقل من إنتاج 2.19 مليون GWh سنة 1990 إلى 4.32 مليون GWh سنة 2019، و من خلال تمثيل السلاسل الزمنية بيانياً، يتضح مبدئياً عدم استقراريتها لوجود مركبة الاتجاه العام.

ب. دراسة استقرارية سلسلة إجمالي إنتاج الكهرباء:

نقوم بدراسة استقرار السلسلة بالاعتماد على اختبارات جذر الوحدة (UnitRootTests)، التي تتضمن عدة أنواع من الاختبارات، منها اختباري ديكي فولر المطور (Augmented Dickey-Fuller)، واختبار فيليبس بيرون (P) متغيرات الدراسة لتحديد إمكانية وجود ارتباط ذاتي، حيث تتمثل فرضية العدم في أن السلسلة الزمنية للمتغير تحتوي على جذر وحدة، و بالتالي هي سلسلة غير مستقرة، و الفرض البديل يتمثل في عدم وجود جذر وحدة للمتغير، و بالتالي فالسلسلة مستقرة، و لكن قبل ذلك وجب تحديد فترات الإبطاء لكل متغير، حيث يتم تحديد رتبته حسب معيار أكايكي للمعلومة (AIC) كما يلي:

الشكل 2: نتائج اختبار معيار أكايكي للمعلومة (AIC) لتحديد درجات الإبطاء للمتغير التابع

EG

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-330.4845	NA	1.46e+13	33.14845	33.19824	33.15817
1	-280.6107	89.77287*	1.10e+11*	28.26107*	28.36064*	28.28050*

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

نلاحظ من الشكل (2) و حسب نتائج اختبار (AIC) أن درجة إبطاء المتغير التابع EG هي درجة إبطاء واحدة.

الشكل 3: نتائج اختبار معيار أكايكي للمعلومة (AIC) لتحديد درجات الإبطاء للمتغير التابع

HEG

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-293.6758	NA	3.67e+11	29.46758	29.51736	29.47729
1	-253.6414	72.06192*	7.42e+09*	25.56414*	25.66371*	25.58357*

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

نلاحظ من الشكل (3) و حسب نتائج اختبار AIC أن درجة إبطاء المتغير التابع HEG هي درجة إبطاء واحدة.

بعد التأكد من درجات الإبطاء سنقوم في المرحلة القادمة بدراسة استقرارية كل من متغير الإنتاج الإجمالي للكهرباء و متغير الطاقة الكهرومائية كمايلي:

الشكل 4: اختبار ديكي-فولر المطور (ADF) للسلسلة EG عند المستوى.

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.950683	0.9997
Test critical values:		
1% level	-3.689194	
5% level	-2.971853	
10% level	-2.625121	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

من خلال مخرجات البرنامج المبينة في الشكل (4) للنموذج الأول الخاص بدراسة جذر الوحدة و بوجود قاطع، نلاحظ وجود جذر وحدة في السلسلة لأن احتمال حد الخطأ يساوي (Prob=0.9997) و هي أكبر من مستوى المعنوية 5% و عليه نقبل فرضية العدم H_0 ، التي تنص على وجود جذر وحدة.

الشكل 5: اختبار فيلبس بيرون (Philips Perron) للسلسلة EG عند المستوى.

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	2.209273	0.9999
Test critical values:		
1% level	-3.679322	
5% level	-2.967767	
10% level	-2.622989	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

اختبار فيليبس بيرون للنموذج الأول للسلسلة EG يؤكد اختبار ديكي فولر المطور السابق، أي أن السلسلة بما جذر وحدة ($Prob=0.9999$)، و بالتالي فإن السلسلة عند المستوى غير مستقرة.

ج. دراسة استقرارية سلسلة إنتاج الطاقة الكهرومائية HEG في المستوى:

نقوم بنفس الخطوات التي قمنا بها على سلسلة الإنتاج الإجمالي للكهرباء، حيث نقوم بدراسة جذر الوحدة، عن طريق اختباري ديكي فولر المطور (ADF)، و فيليبس بيرون (PP)، لتحديد إمكانية وجود ارتباط ذاتي للأخطاء حيث تبين مايلي:

الشكل 6: اختبار ADF للسلسلة HEG عند المستوى.

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	1.083324	0.9964
Test critical values:		
1% level	-3.679322	
5% level	-2.967767	
10% level	-2.622989	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

من خلال مخرجات البرنامج المبينة في الشكل (6)، للنموذج الأول الخاص بدراسة جذر الوحدة بوجود قاطع، نلاحظ وجود جذر وحدة في السلسلة، لأن احتمال حد الخطأ يساوي ($Prob=0.9964$)، و هي أكبر من مستوى المعنوية 5%، و عليه نقبل فرضية العدم H_0 ، التي تنص على وجود جذر وحدة.

الشكل 7: اختبار فيليبس بيرون (PP) للسلسلة HEG عند المستوى

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	1.083324	0.9964
Test critical values:		
1% level	-3.679322	
5% level	-2.967767	
10% level	-2.622989	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

نتائج اختبار فيليبس بيرون للنموذج الأول للسلسلة HEG، تؤكد اختبار ديكي فولر المطور السابق، أي أن السلسلة تحتوي على جذر وحدة، حيث أن احتمالية الخطأ تساوي ($Prob=0.9964$)، و هي أكبر من مستوى المعنوية 5%، و عليه نقبل الفرضية الصفرية H_0 ، التي تنص على وجود جذر وحدة في السلسلة.

نستنتج من خلال اختبارات جذر الوحدة، و نتائج اختباري ديكي فولر الموسع و فيليبس بيرون، أن السلاسل المدروسة ليست مستقرة في المستوى، و بالتالي يجب أن نأخذ الفروق من

الدرجة الأولى للتخلص من مشكلة وجود جذر وحدة، و نعيد اختبارات الاستقرار على السلاسل الجديدة.

د. دراسة استقرارية لسلسلة الفرق الأول للإنتاج الاجمالي للكهرباء **DEG**:

بما أن السلسلة الزمنية EG غير مستقرة سنقوم بأخذ الفروقات من الدرجة الأولى حيث :

$$DEG = DEG(t) - DEG(t-1)$$

و لاختبار السلسلة الجديدة نقوم باختبار جذر الوحدة عن طريق اختباري ديكي فولر الموسع و فيلبس بيرون كما يلي:

الشكل 8: اختبار ADF لسلسلة الفرق الأول **DEG**.

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.935602	0.0004
Test critical values:		
1% level	-3.689194	
5% level	-2.971853	
10% level	-2.625121	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

يوضح الجدول المتحصل عليه، أن احتمالية حد الخطأ تساوي (Prob=0.0003)، و هي أقل من مستوى المعنوية 5%، كما أن قيمة t الإحصائية المحسوبة (t-Statistic= 4.93) أكبر من كل القيم المعنوية الحرجة t الجدولية عند المستويات 10% و 5% و 1%، و منه نرفض الفرضية الصفرية H_0 ، و نقبل الفرضية البديلة H_1 التي تقر باستقرارية السلسلة و عدم وجود جذر وحدة.

الشكل 9: اختبار فيلبس بيرون لسلسلة الفرق الأول **DEG**.

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-4.935602	0.0004
Test critical values:		
1% level	-3.689194	
5% level	-2.971853	
10% level	-2.625121	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

من الشكل (9) نلاحظ أن اختبار فيلبس بيرون يؤكد نتائج اختبار ديكي فولر، بعدم وجود جذر وحدة، حيث أن احتمالية حد الخطأ تساوي (Prob=0.0004)، و هي أقل من مستوى المعنوية 5%، و بالتالي نرفض الفرضية الصفرية و نقر باستقرارية السلسلة الزمنية.

هـ. دراسة استقرارية لسلسلة الفرق الأول لإنتاج الطاقة الكهرومائية **DHEG**:

بدراستنا للسلسلة الزمنية HEG تبين بأنها سلسلة غير مستقرة و للتخلص من المشكلة سنقوم بأخذ الفروقات من الدرجة الأولى حيث:

$$DHEG = DHEG(t) - DHEG(t-1)$$

و لاختبار السلسلة الجديدة نقوم باختبار جذر الوحدة عن طريق اختباري ديكي فولر الموسع و فيلبس بيرون كما يلي:

الشكل 10: اختبار ADF لسلسلة الفرق الأول DHEG.

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.858430	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.689194	
5% level	-2.971853	
10% level	-2.625121	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج 12 EViews

يوضح الجدول المتحصل عليه، أن احتمالية حد الخطأ تساوي الصفر، و هي أقل من 5%، كما أن قيمة t الإحصائية المحسوبة (t-Statistic = 5.85) أكبر من كل القيم الحرجة لإحصائية t الجدولية، عند كل من المستويات المعنوية 10% و 5% و 1%، و منه نرفض الفرضية الصفرية Ho، و نقبل الفرضية البديلة H1، التي تدل على استقرارية السلسلة، و عدم وجود جذر وحدة.

الشكل 11: اختبار PP لسلسلة الفرق الأول DHEG.

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-5.858430	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.689194	
5% level	-2.971853	
10% level	-2.625121	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج 12 EViews

من الشكل (11) نلاحظ أن اختبار فيلبس بيرون يؤكد نتائج اختبار ديكي فولر، بعدم وجود جذر وحدة، حيث أن احتمالية حد الخطأ تساوي الصفر (Prob=0.00)، و هي أقل من 5%، و بالتالي نرفض الفرضية الصفرية، و نقر باستقرارية السلسلة الزمنية، و هذه النتائج تنسجم مع النظرية القياسية التي تفترض أن أغلب المتغيرات الاقتصادية، التي تكون غير ساكنة عند المستوى، يمكن أن تصبح ساكنة في الفرق الأول، و هذا يعني وجود احتمال تكامل مشترك بين المتغيرين محل الدراسة.

2.3. دراسة التكامل المشترك في المدى الطويل (Long Run Co-integration):

تعتمد فكرة التكامل المتزامن على المفهوم الاقتصادي للخصائص الإحصائية للسلاسل الزمنية، وقد تم الربط بين مفهوم التكامل المشترك، ومفهوم النظرية الاقتصادية، خاصة فيما يتعلق بالعلاقة التوازنية في الأجل الطويل، حيث ينص نموذج التكامل المشترك، على أن المتغيرات الاقتصادية التي تفترض النظرية الاقتصادية وجود علاقة توازنية بينها في الأجل الطويل، يمكن أن تتعد عن التوازن في الأجل القصير (بوفناديل و بن عمر، 2016، صفحة 46)، و يرجع أصل الفكرة إلى الباحثين أنجل و جرانجر (Engel and Granger) سنة 1986 (Damodar & 1986) (Dawn, 1986, pp. 213-228)، و المقصود بها، وجود علاقة تصاحب (Association) بين سلسلتين زمنيتين أو أكثر، حيث تؤدي التقلبات في إحداهما، إلى إلغاء التقلبات في السلسلة الأخرى، بطريقة تجعل النسبة بين قيمتهما ثابتة عبر الزمن (عطية، 2004، صفحة 670)، ويعرف التكامل المشترك أيضا بأنه: "ربط مجموعة من المتغيرات من نفس الدرجة أو من درجات مختلفة، بحيث يؤدي هذا الربط إلى تشكيل تركيبة خطية، برتبة أقل أو تساوي أصغر رتبة للمتغيرات المستعملة" (Bourbonnais, 2000, p. 277).

و بما أن السلاسل الزمنية لكل من المتغير التابع و المتغير المستقل في دراستنا مستقرة عند الفرق الأول، يمكننا القيام باختبار التكامل المشترك في المدى الطويل، حيث و باستخدام برنامج Eviews 12، تم التحصل على معادلة الانحدار للتكامل المتزامن، المقدره للعلاقة الطويلة المدى باستعمال طريقة المربعات الصغرى OLS، و تم إجراء الانحدار بين كل من الإنتاج الإجمالي للكهرباء في العالم، و إنتاج الطاقة الكهرومائية كالتالي:

$$EG = -3568154 + 7.06796794852 * HEG$$

و لدراسة إمكانية وجود تكامل مشترك بين المتغيرين التابع و المستقل في الدراسة، نقوم باختبار أنجل و جرانجر حيث كانت نتائج الاختبار كالتالي:

الشكل 12: اختبار أنجل-جرانجر.

Dependent	tau-statistic	Prob.*	z-statistic	Prob.*
EG	-1.776387	0.6453	-5.874225	0.6297
HEG	-1.792586	0.6377	-5.983574	0.6195

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

من خلال نتائج اختبار أنجل-جرانجر و نتائج إحصائية (t)، تبين أن القيم الاحتمالية لكل من المتغير التابع و المتغير المستقل، كانت على التوالي (Prob=0.6297) و (Prob=0.6195)، أي أنها غير معنوية عند مستوى المعنوية 5%، و منه يتم قبول فرضية العدم H_0 ، التي تقر بعدم وجود تكامل مشترك طويل المدى، بين الإنتاج الإجمالي للكهرباء في العالم و إنتاج الطاقة الكهرومائية، أي أن سلسلة البواقي تحتوي على جذر وحدة، و بالتالي لا يمكننا استخدام نموذج تصحيح الخطأ ECM لتقدير التكامل في المدى القصير.

3.3. تقدير العلاقة في المدى القصير (Short Run Co-integration):

بما أن السلاسل الزمنية لكل من المتغير التابع و المتغير المستقل غير مستقرة في المستوى، و لا يوجد تكامل مشترك بينها في المدى الطويل، سوف نلجأ إلى استخدام الفروقات الأولى، لكل من سلسلة المتغير التابع (DEG)، و سلسلة المتغير المستقل (DHEG)، لتقدير معادلة الانحدار باستخدام طريقة المربعات الصغرى كالتالي:

الشكل 13: تقدير معادلة الانحدار للفرق الأول.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DHEG	2.035345	0.663863	3.065911	0.0049
C	372291.3	68308.14	5.450175	0.0000

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

أظهرت نتائج التقدير معنوية كل من DHEG و الحد الثابت، حيث كانت القيم الاحتمالية لكل منهما أقل من درجة المعنوية 5%، و كانت تساوي على التوالي (Prob=0.0049) و (Prob=0.0000)، و منه يمكننا كتابة معادلة الانحدار على النحو التالي:

$$DEG = 372291.3 + 2.035345 * DHEG$$

كما أظهرت النتائج بأن التغير في المدى القصير بدرجة واحدة في DHEG، يؤدي إلى زيادة في DEG بمقدار 2.03 درجة، أي أنه توجد علاقة تكامل مشترك بين المتغير التابع و المستقل في المدى القصير.

4.3. اختبار السببية (Causality Test) بين الإنتاج الإجمالي للكهرباء في العالم و

إنتاج الطاقة الكهرومائية: لتحديد اتجاه العلاقة السببية في المدى القصير بين متغيرات الدراسة، نقوم بإجراء اختبار السببية لجرانجر (Granger Causality)، لتحديد إمكانية وجود علاقة

سببية بين متغيرات الدراسة أو عدم وجودها، وكذلك تحديد اتجاهها إن كان أحادي أو متبادل في حالة وجودها، بين كل من الإنتاج الإجمالي للكهرباء في العالم و إنتاج الطاقة الكهرومائية، حيث أن الفرضية الصفرية تتمثل في عدم وجود سببية بين المتغيرين، و هذا ما نوضحه في الشكل التالي:

الشكل 14: اختبار جرانجر للسببية بين EG و HEG

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
DHEG does not Granger Cause DEG	28	0.00017	0.9897
DEG does not Granger Cause DHEG		0.00333	0.9544

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

نلاحظ من نتائج الاختبار بأن القيمتين الاحتماليتين (Prob) كانتا أكبر من مستوى المعنوية 5%، و منه لا يمكننا رفض فرضيتي العدم، و نستنتج بأن الفرق الأول في (DHEG)، لا يسبب الفرق الأول في (DEG)، لأن القيمة الاحتمالية تساوي (Prob=0.9897)، و أن الفرق الأول في (DEG) لا يسبب الفرق الأول في (DHEG)، لأن القيمة الاحتمالية تساوي (Prob=0.9544)، أي أن اختبار العلاقة السببية في المدى القصير، يدل بأن المتغير (EG) لا يؤثر في (HEG)، و كذلك بأن المتغير (DHEG) لا يؤثر في (DEG)، و منه لا توجد علاقة سببية بين المتغيرين في الاتجاهين.

و منه فإنه و بعد التقييم الإحصائي و القياسي و الإقتصادي، نقوم برفض الفرضية الصفرية H_0 التي وضعناها في أول الدراسة القياسية، و نقبل الفرضية البديلة H_1 التي تقر بوجود أثر معنوي موجب للكهرباء المنتجة من الطاقة الكهرومائية على إجمالي الكهرباء المنتجة في العالم خلال فترة الدراسة الممتدة من 1990 إلى 2019.

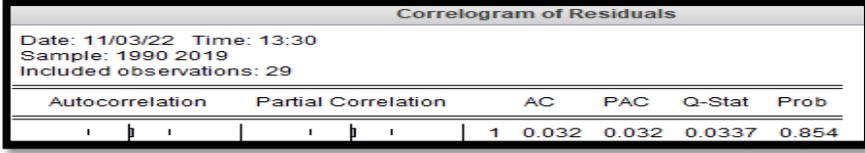
في الأخير و للتأكد من جودة النموذج المقدر قبل اعتماده، نقوم باختبارات ملائمة النموذج المقدر كما يلي:

• اختبار ارتباط البواقي (Autocorrelation test):

قمنا باختبار ارتباط الأخطاء عند الفرق الأول بطريقة الاختبار الجزئي (Correlogram)، و تشير دالة ارتباط البواقي أن نموذج الانحدار الذاتي المقدر يخلو من مشكلة الارتباط بين الأخطاء، لأن أن قيمة الاحتمال P-value المتحصل عليها تساوي (Prob=0.854)، و

هي أكبر من مستوى المعنوية 5%، و منه نقبل فرضية العدم المتمثلة في عدم وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء، و منه قبول النموذج من الناحية الاحصائية.

الشكل 15: اختبار ارتباط البواقي

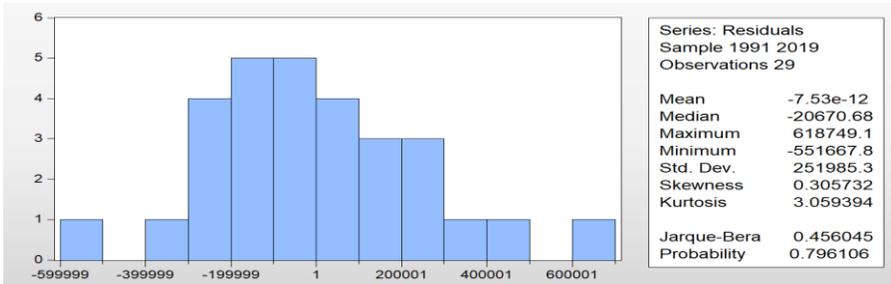


المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

• اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي (Normality Test):

نستخدم اختبار التوزيع الطبيعي جارك-بيرا (Jarque-Bera)، الذي تتمثل فرضيته الصفرية في أن الأخطاء العشوائية موزعة توزيع طبيعي في النموذج المقدر، حيث حصلنا على قيمة احتمالية P-value تساوي (Prob=0.796)، و هي أكبر من مستوى المعنوية 5%، و منه فان الأخطاء العشوائية تتبع التوزيع الطبيعي.

الشكل 16: اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

• اختبار تجانس البواقي (Heteroskedasticity Test):

لاختبار ثبات التباين نستخدم اختبار (Breusch-Pagan-Godfrey)، حيث تتمثل فرضية العدم في وجود تجانس تباين حد الخطأ العشوائي في النموذج المقدر، حيث أن قيمة الاحتمال لإحصائية فيشر المتحصل عليها كانت تساوي (Prob.F=0.2812)، و هي أكبر من مستوى المعنوية 5%، و كانت القيمة الاحتمالية لكاي مربع تساوي (Obs*R-squared=0.2649)، و هي أكبر كذلك من درجة المعنوية 5%، و بالتالي يتم قبول فرضية العدم و الإقرار بوجود تجانس تباين البواقي (Homoscedasticity).

الشكل 17: اختبار تجانس البواقي

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
F-statistic	1.208966	Prob. F(1,27)	0.2812
Obs*R-squared	1.242868	Prob. Chi-Square(1)	0.2649

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews 12

4. الخاتمة

تتزايد حاجة العالم من الطاقة سنويا مع تزايد حجم السكان و متطلبات النمو الاقتصادي و الاجتماعي، و محدودية مصادر الطاقات التقليدية و مشكلة نضوبها و عدم تجدها، ظهرت الحاجة إلى البحث عن المصادر غير التقليدية التي يمكن أن تدخل في المزيج الطاقوي و تعوض تدريجيا المصادر التقليدية الناضبة، و من أهم المصادر الطاقوية المتجددة نجد الطاقة المائية و التي تعتبر أكبر مصدر بديل في إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم، فهي مصدر فعال و تكلفتها غير مرتفعة و تعتبر من المصادر الطاقوية التي يمكن أيضا التحكم في توقيت استخدامها عند الحاجة خاصة لسد العجز في أوقات الذروة، فضلا عن توفير مصادر مائية و سدود تستعمل في السقي و الفلاحة و توفير مناصب الشغل إلى جانب دورها الرئيسي في مساهمتها في زيادة الطاقة الكهربائية المنتجة من المصادر البديلة عن المصادر الأحفورية، و هو ما تم إثباته من خلال اختبار العلاقة بين الإنتاج الإجمالي للكهرباء في العالم و الإنتاج الكهربائي من الطاقة الكهرومائية في الفترة الممتدة من (1990-2019)، حيث تم التوصل إلى وجود علاقة طردية موجبة في الفرق الأول، أي كلما زاد إنتاج الطاقة الكهرومائية بدرجة واحدة زاد الإنتاج الإجمالي للكهرباء في العالم ب 2.03 درجة.

نتائج الدراسة:

- تم تأكيد صحة الفرضية الأولى التي تتضمن مساهمة الاستغلال الأمثل لإنتاج الطاقة الكهرومائية في زيادة الإنتاج الإجمالي للطاقة الكهربائية في العالم، حيث أظهرت الدراسة بأن الزيادة في إنتاج الطاقة الكهرومائية بدرجة واحدة يؤدي إلى زيادة الإنتاج الإجمالي العالمي للطاقة الكهربائية ب 2.03 درجة في الفترة الممتدة من سنة 1990 إلى 2019.
- تم تأكيد صحة الفرضية الثانية بوجود علاقة معنوية موجبة في الأجل القصير بين إنتاج الطاقة الكهرومائية على الإنتاج الإجمالي العالمي للطاقة الكهربائية في الفترة الممتدة من 1990 إلى 2019، و رفض الجزء الثاني من الفرضية الثانية لعدم وجود علاقة معنوية في

الأجل الطويل بين إنتاج الطاقة الكهرومائية على الإنتاج الإجمالي العالمي للطاقة الكهربائية في الفترة الممتدة من 1990 إلى 2019.

- تم رفض الفرضية الثالثة التي تتضمن وجود علاقة سببية في الاتجاهين بين متغيري الدراسة، حيث بينت الاختبارات الإحصائية و النتائج القياسية بأن إنتاج الطاقة الكهرومائية لا يؤثر في الإنتاج الإجمالي العالمي للطاقة الكهربائية، و الإنتاج العالمي للطاقة الكهربائية لا يؤثر في إنتاج الطاقة الكهرومائية في الفترة الممتدة من 1990 إلى 2019.

5. قائمة المراجع.

المؤلفات:

- عبد القادر محمد عبد القادر عطية، (2004)، *الحديث في الاقتصاد القياسي بين النظرية و التطبيق*، الدار الجامعية للطباعة و النشر، مكة المكرمة، السعودية.
- TimmZwikel، OttmarEdenhofer، RamónPichs-Madruga، Youba Sokona، SusanneKadner، PatrickMatschoss، PatrickEickemeier، (2011)، *مصادر الطاقة المتجددة و التخفيف من آثار تغير المناخ*، الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC.

الأطروحات:

- دين مختارية، (2019)، *ترشيد استخدام الطاقات المتجددة و دورها في التنمية المستدامة*، أطروحة دكتوراه. كلية العلوم للاقتصادية، التجارية و علوم التسيير، مستغانم، الجزائر.
- صارة شريفي، (2021)، *الطاقات الحديثة و المتجددة و دورها في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة في الجزائر* أفاق 2035، أطروحة دكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية و العلوم التجارية و علوم التسيير الجزائر3، الجزائر.

المقالات:

- محمد بوقناديل، و عبد الباسط بن عمر، (2016)، *أثر الإنفاق العام على النمو الاقتصادي في الجزائر* دراسة قياسية للفترة (1970-2011)، *مجاميع المعرفة*، 2(2)، الصفحات 42-53.
- يحي لورنس صالح، و حيدر ظاهر محمد القره لوسي، (2017)، *بدائل الطاقة و إمكانية الإحلال*، *مجلة العلوم الاقتصادية و الإدارية*، 23(98)، الصفحات 308-329.

مواقع الانترنت:

- تعريف بالطاقة المتجددة، (2023)، تاريخ الاسترداد 01 27 2023، من موقع الأمم المتحدة: <https://www.un.org/ar/climatechange/what-is-renewable-energy>

المراجع باللغة الأجنبية

- Pandey, B., & Karki, A. (2017). *Hydroelectric Energy: Renewable Energy and the Environment*. New York, Florida, USA: Taylor and Francis Group.
- Bourbonnais, R. (2000). *Econometrie*. Paris: Dunod.
- Damodar, G. N., & Dawn, P. C. (1986). *Developments In The Study Of Cointegrated Economic Variables* (Vol. 48). Oxford, Bulletin Of Economics And Statistics.

- Geraldo, P. M. (2021). *Hydroelectric power plants: step by step*. The Netherlands, The Netherlands: CRC Press/Balkema.
- IRENA. (2021). *Renewable Power Generation Costs In 2020*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
- N. Gujarti, D., & C. Porter, D. (2008). *Basic Econometrics*. McGraw-Hill Education.
- R. Forsund, F. (2007). *Hydropower Economics* (Vol. 1). New York, USA: Springer-Verlag GmbH; Softcover reprint of hardcover.

6. ملاحق:

الجدول 1: إنتاج الطاقة الكهرومائية (HEG) و الطاقة الكهربائية الإجمالية المنتجة في العالم (EG) خلال الفترة 1990 إلى 2019 (جيجاواط ساعي)

HEG	EG	السنة	HEG	EG	السنة
3019330	18372091	2005	2190975	11896193	1990
3124092	19089381	2006	2267945	12173723	1991
3166527	19922226	2007	2267157	12284574	1992
3286324	20293699	2008	2397675	12574642	1993
3339357	20222263	2009	2419734	12882641	1994
3535864	21613263	2010	2545911	13322670	1995
3594218	22297592	2011	2583182	13750150	1996
3757934	22819677	2012	2614379	14041437	1997
3889252	23503075	2013	2628620	14402034	1998
3974037	24071081	2014	2636516	14811685	1999
3981698	24362691	2015	2695584	15511192	2000
4140227	25056040	2016	2638281	15629785	2001
4189655	25803619	2017	2711193	16242765	2002
4313201	26706514	2018	2725378	16834438	2003
4328966	27044191	2019	2725378	17608005	2004

المراجع: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات موقع الوكالة الدولية للطاقة المتجددة.