مجلة آفاق علمية ISSN: 1112-9336
المجلد: 17 العدد: 02 السنة 2025 ص 1089 - 1108

تاريخ الإرسال: 2025/08/24 تاريخ القبول: 2025/10/16
تاريخ النشر: 2025/11/30

دراسة أثر استهلاك الطاقة على التغير المناخي في العالم خلال الفترة 1980-2022

"A Study of the Impact of Energy Consumption on Climate Change Worldwide during the Period 1980–2022"

مالكي عمر
جامعة تامنغست (الجزائر)، malki.omar@univ-tam.dz

الملخص:

تهدف هذه الورقة البحثية إلى التعرُّف على كل من استهلاك الطاقة والتغيُّر المناخي، ثم توضيح العلاقة والصلة بين متغيّري الدراسة، لتخلص في الأخير وباستخدام نموذج انحدار خطي بسيط إلى إبراز وتفسير الأثر الناتج عن هذه العلاقة.

خلصت الدراسة إلى وجود أثر معنوي وطردي بين متغيِّري الدراسة، وأنّ استهلاك الطاقة يتسبب ويسهم فيما يقارب النصف من التغيرات الحاصلة في التغّير المناخي بالعالم.

الكلمات المفتاحية: طاقة، استهلاك الطاقة، مناخ، تغيّر مناخي، نموذج انحدار.

Abstract:

This research paper aims to explore both energy consumption and climate change, and then to clarify the relationship and connection between the study variables. Ultimately, by employing a simple linear regression model, it seeks to highlight and explain the effect resulting from this relationship.

The study concludes that there is a significant and positive

relationship between the variables under investigation, indicating that energy consumption causes and contributes to nearly half of the changes occurring in global climate change.
Keywords: Energy, Energy Consumption, Climate, Climate Change, Regression Model**.**

المؤلف المرسل: مالكي عمر، الإيميل: MALKI1943@YAHOO.FR

1.مقدمة:

مع التطور الكبير الحاصل في العالم على كل المستويات وبالأخص على المستوى الصناعي والاجتماعي الحضاري، زادت احتياجات البشر من السلع والبضائع وحتى الخدمات، بل أن هذه الاحتياجات أصبحت مطلوبة بالجودة المرغوبة التي تستجيب حتى لأذواق المستهلك فتسعده. هذا التطور رافقه بطبيعة الحال ارتفاع كبير جدا في الطلب على الطاقة ومنه الاستخدام الكبير والمتعاظم للطاقة، مع تسجيل هيمنة وسيطرة مصادر الطاقة الاحفورية على إمدادات واستهلاك الطاقة ما أدى إلى إلحاق الضرر من خلال إحداث تغير مناخي أثر سلبا على الكرة الأرضية بما تحمله وتحتويه.

إن هذا التغير المناخي الذي ذكرنا يؤكد باحثين ودارسين في ذات الشأن الدور والمساهمة الكبيرة للمخلفات والانبعاث الغازي الناجمين عن استهلاك الطاقة، ولا سيما الطاقة المستمدة من مصادر الوقود الاحفوري التقليدية وغير التقليدية.

إنطلاقا مما سبق سنحاول في هذا البحث الإجابة على الإشكالية التالية:

ما تأثير الاستخدام الفعلي للطاقة على التغير المناخي العالمي خلال الفترة الزمنية 1980-2022

يهدف هذا البحث إلى:

- فهم ودراسة تطور استهلاك الطاقة و التغير المناخي.

– إبراز وفهم العلاقة بين استهلاك الطاقة و التغير المناخي.

– محاولة الوصول إلى نتائج تبرز وتفسّر أثر استهلاك الطاقة على التغير المناخي، من خلال الاستعانة بإحدى طرق القياس الاقتصادي المناسبة.

منهج الدراسة: للإجابة على الإشكالية المطروحة هنا، سنعتمد المنهج الوصفي التحليلي وكذلك التحليل القياسي للظاهرة محل الدراسة باستخدام نموذج الانحدار الخطي البسيط لقياس العلاقة والأثر بين استهلاك الطاقة و التغير المناخي.

خطة الدراسة: بغرض تغطية هذه الدراسة وإجابتا على الإشكالية، يقسم هذا البحث لمحورين رئيسيين كالآتي:

المحور الأول: مفاهيم حول الطاقة واستهلاك الطاقة والتغير المناخي

المحور الثاني: التحليل القياسي لأثر استهلاك الطاقة على التغير المناخي في العالم

2. مفاهيم حول الطاقة واستهلاك الطاقة والتغير المناخي:

1.2. مفهوم الطاقة:

تُعرّف الطاقة على أنها القدرة على فعل أو إنجاز عمل ما[1] –وهو التعريف السائد والأكثر تداولا– ومنه فإن هذا العمل هو نتاج عمل قوة ما في تعديل أو تغيير الأشياء. للطاقة صور عديدة ومختلفة، منها: الطاقة الحرارية والمتحصّل عليها من استغلال الفحم مثلا، الطاقة الحركية مثل المستمدة من الرياح، طاقة الجاذبية مثل المستمدة من الشلالات، بالإضافة إلى الطاقة الكيميائية والشمسية والنووية وغيرها[2].

عرّف "ماكس بلانك" الطاقة بأنها مقدرة منظومة أو نظام ما على إنتاج فاعلية أو نشاط خارجي[3].

كما تعرّف الطاقة أيضا على أنها مقدار أو كمية فيزيائية تظهر في شكل حرارة أو على شكل حركة ميكانيكية، أو كطاقة الربط في نواة الذرة بين كل من البرُتون والنيترُن[4]، وهو تعريف يستند على أسس فيزيائية بحته.

بالنظر للتعاريف المتعددة المعطاة للطاقة ندرك أنّ مفهوم الطاقة يرتبط بنوع ومصدر الحصول على هذه الطاقة أكثر من ارتباطه بمضمون التعريف السائد للطاقة على أنها القدرة على انجاز وفعل عمل ما. حيث أصبح هناك تعريف لكل نوع أو صنف من أصناف الطاقة.

2.2. أنواع الطاقة:

قبل التطرق لأنواع الطاقة سنتطرق لأنواع مصادر الطاقة على اعتبار أنّ تنوع الطاقة ناتج في الأساس من تنوع مصادر الطاقة في ذاته.

– يمكن تقسيم مصادر الطاقة كما يلي[5]:

أولا: مصادر الطاقة غير المتجددة (طاقات ناضبة تقليدية)

ينتج عن هذه المصادر كل أنواع الطاقة الناضبة، أي تلك التي تنفذ ولا تجدد أو تعوض باستمرار، فهي موجودة في الطبيعة بمقادير ثابتة ومحدودة، من ضمن هذه الأنواع نجد: الفحم، النفط، الغاز .

ثانيا: مصادر الطاقة المتجددة

هي كل أنواع الطاقة غير الناضبة التي لا تنفذ، وتتجدد باستمرار كما أنها طاقة نظيفة –لأنها صديقة للبيئة– وتوصف بأنها طاقة بديلة للطاقة الناضبة (الأحفورية بالخصوص)، فلا ينجم عنها لا انبعاثات غازية ضارة ولا مخلفات مضرة بالبيئة، ولكنها كما ذكرنا أنفاً نظيفة وصديقة للبيئة.

مصادر الطاقة المتجددة الأكثر تداولا واستخداما هي الطاقة الشمسية والمائية، طاقة الرياح والحرارة الأرضية، طاقة الكتلة الحيوية، وهي أنواع مصادرها وافرة ومتاحة في الطبيعة بصفة لا نهائية[6].

ثالثا: مصادر الطاقة غير التقليدية

تتمثل هذه المصادر في المواد الهيدروكربونية، والتي يتم اكتشافها واستخراجها وإنتاجها وتطويرها باللجوء إلى طرق حديثة –غير تقليدية– وتقنيات إنتاج جديدة وطاقة مكثفة بالإضافة إلى تراكيب استثنائية.

من أهم مصادر الطاقة غير التقليدية نجد النفط الصخري والغاز الصخري بالإضافة إلى أنواع أخرى من الغاز كغاز طبقة الفحم والغاز المحجوز.

بعد التطرق لأنواع مصادر الطاقة نعرج الآن على أنواع الطاقة، حيث تنقسم هذه الأنواع بين قسمين رئيسيين يتمثلان في الطاقة المتجددة والطاقة غير المتجددة (الناضبة) التي تمثل مصدر للوقود الأحفوري.

– الطاقة غير المتجددة (الناضبة):

هي طاقة ناضبة وغير متجددة يطلق عليها البعض الوقود الأحفوري، هذا النوع من الطاقة قابل للنفاذ بمرور الوقت وبزيادة الاستهلاك، تتميز هذه الطاقة بكثرة استعمالها مقارنة بالطاقة المتجددة بفارق شاسع كما أنها ملوثة أكثر للجو والبيئة[7].

– تشمل الطاقة غير المتجددة ثلاثة أنواع رئيسية، تتمثل فيما يلي[8]:

أ. الفحم الحجري:

هو عبارة عن صخور ذات طبيعة رسوبية لها قابلية الاشتعال، تشكلت هذه الصخور عبر ملايين السنين، يستخدم كطاقة أولية من خلال عملية الحرق المباشر[9]، كانت الأهمية الأكبر للفحم الحجري في عصر الثورة الصناعية، حيث مثل الفحم الحجري ثلثي الاستهلاك العالمي من الطاقة سنة 1950[10]، لينخفض بعد ذلك بكثير مع ظهور مصادر أخرى للطاقة وعلى رأسها النفط والغاز

ب. البترول:

هو عبارة عن مادة عضوية ناتجة من تفكك وتحلل مختلف المواد العضوية المتواجدة في جوف الأرض نتيجة للحرارة والضغط في باطن الأرض، أول اكتشاف تنقيبي للبترول كان سنة 1859 بولاية بنسلفانيا الأمريكية عن عمق 21.18 متر[11].

ت. الغاز الطبيعي:

يتميز الغاز الطبيعي عن النفط في كونه متواجد في الحقول النفطية وغيرها في حالة غازية، وهو يشكل موردا طاقويا مهم بالنظر للمزايا الاقتصادية والبيئية المتأتية من إنتاجه واستهلاكه، من حيث الأهمية الاستهلاكية عالميا يأتي في المرتبة الثالثة بعد البترول والفحم.

– الطاقة المتجددة:

الطاقة المتجددة هي طاقة تستمد من الموارد الطبيعية التي تتجدد باستمرار وغير القابلة للنفاذ، كما أن مخلفات هذه الطاقة وما ينتج وينجم عنها لا يحتوي على ملوثات ومدمرات البيئة كالذي ينجم مثلا عن احتراق الوقود الأحفوري[12].

– تشمل الطاقة المتجددة عدة أنواع، يتمثل أهمها فيما يلي[13]:

أ. الطاقة الشمسية:

تعد هذه الطاقة أهم مصدر من بين مصادر الطاقة المتجددة لأنها المسؤول الأول عن كل أنواع الطاقة في الأرض والفاعل الأساسي لإدامة الحياة على الأرض، فنجد أن البعض يسميها بأم الطاقات، فهي المسؤولة عن حرارة جو اليابسة والبحار والمحيطات والأنهار وتوليد الرياح وتنمية النباتات وغير ذلك من المحاسن.

ب. طاقة الرياح:

طاقة الرياح تعتبر من أحد مظاهر الطاقة الشمسية، فالرياح هي في الأصل عبارة عن هواء يجوب الأجواء ويتحرك في كل مكان ما يتيح الفرصة لتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة توربينية دورانية بشكل منتظم تستخدم فيها توربينات الرياح. كما

أنّ التقنيات المستعملة هنا متطورة وفي ذات الوقت تعمل مولداتها دون الحاجة إلى وقود أو إطلاق غازات سامة في الهواء، لأن مولداتها تعمل بصورة ذاتية.

ت. طاقة المياه:

هي طاقة أساسها الماء، نتيجة تساقط أو انسياب المياه من علو ما إلى أدنى منه، ومن مكان لآخر بسرعات معينة، بالإضافة إلى درجات الملوحة والكثافة والحرارة. كما أن هناك عدة أنواع مصادر طاقة المياه تصنف على النحو التالي: الطاقة الكهرومائية من المحطات الكبيرة، الطاقة الكهرومائية من المحطات الصغيرة، الطاقة الكهرومائية الناتجة من حركة المياه والأنهار وبدون استخدام السدود، طاقة مياه المحيطات والبحار، الطاقة الأوزوموزية.

ث. طاقة الكتل الحيوية:

تتمثل الكتل الحيوية في الأخشاب والمخلفات النباتية والحيوانية بالإضافة إلى المخلفات والفضلات المنزلية وغير ذلك، حيث أن الكتل الحيوية تعتبر مصدر لطاقات متعددة ممكنة التحويل لوقود سائل أو غازي أو صلب.

على الرغم من الانتقال الذي شهده العالم نحو مصادر الطاقة الاحفورية إلا أن الكتل الحيوية ما تزال إلى الآن مصدرا وحيدا للطاقة لما يزيد عن 02 مليار نسمة يتركز معظمهم في أواسط أفريقيا وجنوب أسيا وبعض المجتمعات التقليدية في الغابات والاحراش القديمة التكوين، إذ تقدر الكميات المستخدمة ما يزيد عن 1110مليون طن بترولي مكافئ.

ج. الطاقة الحرارية الأرضية:

هي عبارة عن الحرارة التي يتم استخراجها من باطن الأرض، بغية تحويلها إلى بخار أو ماء ساخن، تتولد هذه الطاقة في نواة الأرض، حيث تتولد درجات حرارة باستمرار وهي أكثر سخونة داخل الأرض، كنتيجة للتحلُّل البطيء للجسيمات

المُشعة، نجد الطاقة الحرارية الأرضية أحيانا في أشكال مختلفة كبراكين أو ينابيع ساخنة أو فوهات غازية وغير ذلك.

للطاقة الحرارية الأرضية عدة استخدامات منها توليد الكهرباء، تدفئة المرافق والمباني وحتى المصانع، تجفيف الخضر والفواكه وغير ذلك من الاستخدامات.

ح. طاقة الهيدروجين:

الهيدروجين يتواجد بنسب عالية في الكون بأسره بما فيه الكرة الأرضية، إلا أن الهيدروجين غير حر أو مستقل في الطبيعة، ففي جزيئة الماء مثلا يرتبط الهيدروجين بالأكسجين، يتميز الهيدروجين بقدرته الحرارية الكتلية الكبيرة بحوالي 120 ميغا جول/للكلغ وهي ثلاث أضعاف القدرة الحرارية الموجود في البنزين[14].

3.2. استهلاك الطاقة:

إنّ هذه الجزئية المعرفية المتعلقة باستهلاك الطاقة تقع ضمن فرع معرفي يعرف باقتصاديات الطاقة كفرع من العلوم الاقتصادية، يهتم هذا الفرع بدراسة إمدادات واستهلاك الطاقة مع تحليل علمي للطلب والعرض والأسعار وغير ذلك من العناصر والمسائل التي تستوجب الدراسة والتحليل باستخدام أدوات وأساليب خاصة ومناسبة. إلى جانب ذلك يتم دراسة وتحليل مختلف التأثيرات الحاصلة بين متغيرات الطاقة ومتغيرات أخرى كالمتغيرات البيئية أو متغيرات التنمية وغيرها.

زاد استهلاك الطاقة وزادة مصادر الحصول عليها مع التطور الصناعي والتكنولوجي ورقي المجتمعات، ففي العصر البدائي كان الغذاء يعد المصدر الأساسي للطاقة المستهلكة، حيث كان البشر يحتاجون تقريبا لـ 2000 سُعرت غذائية في اليوم الواحد من الغذاء[15]. وعبر التطور الاجتماعي الحضاري للعصور المتتالية وصولا إلى العصر التكنولوجي فقد شهد استهلاك الطاقة ومصادرها تطورا

ووثبات كبيرة بالموازاة مع التطور في شتى المجالات وأهمها التطور الاجتماعي الحضاري والصناعي والتكنولوجي.

الجدول الموالي يوضح تقدير لاستهلاك الطاقة تاريخيا لعينة ممثلة في شمال غرب أوروبا عام 1400 بعد الميلاد.

الجدول 01: استهلاك الطاقة عبر العصور التاريخية

	نصيب الفرد من الاستهلاك اليومي (1000 Kcal)				
العصر	غذاء	منزل وتجارة	صناعة وزراعة	نقل	الإجمالي
البدائي	2	–	–	–	2
الصيد	3	2	–	–	5
الزراعة البدائية	4	4	–	–	8
الزراعة المتقدمة	6	12	7	1	26
الصناعة	7	32	24	14	77
التكنولوجيا	10	66	91	63	230

المصدر: John R Fanchi، ترجمة عبد الباسط علي صالح كرمان، 2011، ص30.

من خلال الجدول الأسبق يبدو واضح وجلي أن استهلاك الطاقة عبر التاريخ عرف حقا وثبات متمثلة في زيادة مستمرة في استهلاك الطاقة، حيث وصل إجمالي استهلاك الطاقة في العصر التكنولوجي إلى 230 ألف Kcal وهي أكبر وثبة في الاستهلاك خلال التنقل عبر العصور، بعدما كان الاستهلاك 77 ألف Kcal في عصر الصناعة.

4.2. مفاهيم حول التغير المناخي:

1.4.2. مفهوم التغير المناخي:

يُعرّف المناخ بأنّه حالة نظام الغلاف الجوي في مكان ما خلال فترة طويلة من الزمن تقدّر بعدة عقود من السنين، تعد حالات المناخ محصلة وتراكم لحالات الطقس قصيرة المدى، كما أن حالة المناخ هي حالة شمولية للنظام الثيرموديناميكي للغلاف الجوي تجري خلال فترة طويلة من الزمن في مكان معين، وقد تشمل دولة معينة أو إقليم معين أو قارة أو الكرة الأرضية برمتها، أما النظام البيئي فهو الحالة الناتجة عن تفاعل مجموعة من الأنظمة المترابطة بعضها بالبعض الآخر، مما يؤثر على النظم البيئية والطبيعية الموجودة على سطح كوكب الأرض[16].

تغير المناخ يشير إلى التحولات في الأجل الطويل في درجات الحرارة وأنماط الطقس. هذه التحولات يمكن أن تكون طبيعية، كنتيجة للتغيرات في أنشطة الشمس أو الانفجارات البركانية الكبيرة. إلا أنه ومنذ القرن التاسِع عشر كَانت الأنشِطة البشرية تُعد المحرك الرئيسي لتغير المناخ، ويعود ذلك أساسًا إلى الحرق الناتج عن استهلاك الوقود الأحفوري مثل النفط والغاز والفحم.

إنّ حرق الوقود الأحفوري ينتج عنه انبعاث غازات الاحتباس الحراري والتي تشكل ما يشبه غطاء ملفوف حول الأرض، ما يؤدي إلى احتباس حرارة الشمس ورفع درجات حرارة الأرض.

الغازات الدفيئة الرئيسية التي تسبب تغير المناخ هي ثاني أكسيد الكربون والميثان بالأخص. ويتأتى هذا من استخدام منتجات الوقود الاحفوري على سبيل المثال. كما يمكن أن يؤدي تطهير الأراضي وقطع أشجار الغابات أيضًا إلى إطلاق وزيادة ثاني أكسيد الكربون. وتعتبر عمليات الزراعة والنفط والغاز من المصادر الرئيسة في انبعاث الغازات الدفيئة. وأيضا تعد الطاقة والنقل والصناعة والزراعة والمباني واستخدام الأراضي أحد القطاعات الرئيسة المتسببة في انبعاث غازات الاحتباس الحراري[17].

2.4.2. أسباب التغير المناخي وآثاره:

– يمكن حصر أهم **أسباب التغير الناخي** فيما يلي[18]:

– توليد الطاقة – تصنيع البضائع – قطع الغابات – استخدام وسائل النقل – إنتاج الغذاء – تزويد المباني بالطاقة – زيادة الاستهلاك في كل المجالات.

– أما **آثار التغير المناخي** على المدى القصير والمتوسط والبعيد فيمكن حصر أهمها في النقاط الآتية[19]:

– اختلال في النظام الحيوي للأرض بصفة عامة.

– زيادة في متوسط درجة حرارة الغلاف الجوي .

– زيادة في ذوبان القطبين الشمالي والجنوبي، ما يؤدي لارتفاع مستوى سطح البحار والمحيطات وغرق للدول الجزرية والمنخفضة ودلتا الأنهار.

– اختلال أنماط تساقط الأمطار (ظهور نوبات من الفيضانات والجفاف).

– الإضرار بالمحاصيل الزراعية والثروة السمكية.

– الإضرار بالصحة العامة، وزيادة سرعة انتقال الأمراض الوبائية.

– ارتفاع كلفة ومخاطر التغير المناخي كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي.

3. التحليل القياسي لأثر استهلاك الطاقة على التغير المناخي في العالم:

1.3. إبراز علاقة الربط والصلة بين استهلاك الطاقة والتغير المناخي:

في وقتنا الحالي غالبا ما يدفع الحديث عن اقتصاديات الطاقة بين الباحثين والدارسين للتطرق إلى التغير المناخي والضرر الذي يلحق الكرة الأرضية جراء المخلفات وما ينجم عن الاستهلاك الحقيقي للطاقة، حيث يؤدي هذا الأخير إلى إحداث أضرار من خلال انبعاث الغازات وعلى رأسها ثاني أكسيد الكربون.

بتواجدها ضمن الغلاف الجوي للأرض –أي ثاني أكسيد الكربون بالأساس وغيره– يعمل انبعاث الغازات الدفيئة على حبس حرارة الشمس، وبذا يكون الاحتباس

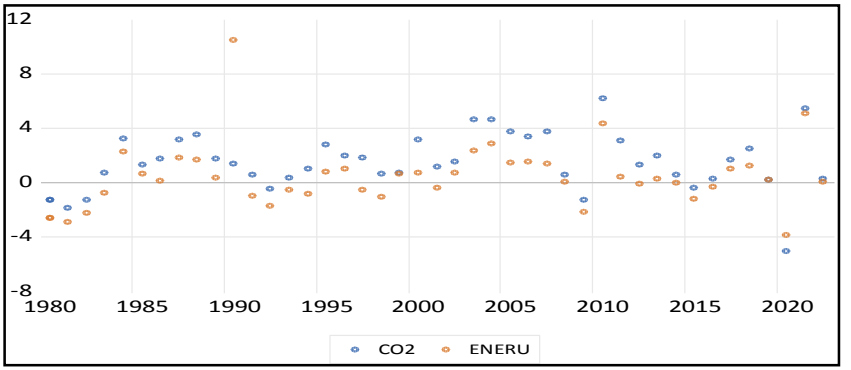
الحراري وتغير المناخ، فارتفاع درجة حرارة العالم حاليا هو بشكل أسرع من أي فترة زمنية مضت، ومع مرور الوقت فإن درجات الحرارة المرتفعة تؤدي إلى تَغيُّرات في أنماط الطقس واضطرابات في توازن الطبيعة المعهود، وهذا ما يشكل خطر كبير على البشر وجميع أشكال وأنواع الحياة الأخرى على الأرض[20].

إنّ العلاقة والرابط الأساسي بين استهلاك الطاقة والتغير المناخي السلبي في وقتنا المعاصر، يتمثل فيما ينجم عن هذا الاستخدام للطاقة المتأتي من الاستخدام للطاقة المُستهلكة فعليا، وهذا ما لا يثني عن الإضرار الفعلي في التغير المناخي، إذ يعتبر الفحم والنفط والغاز –أي مصادر الوقود الأحفوري بالأساس– أكبر المساهمين في التغير المناخي العالمي، حيث أكدت مجموعة العمل المناخي بالأمم المتحدة أن الثلاث –أي الفحم والنفط والغاز– يمثلون أكثر من 75 % من انبعاث الغازات الدفيئة العالمية وحوالي 90 % من انبعاث ثاني أكسيد الكربون.

2.3. التحليل القياسي:

قبل البدء في الدراسة القياسية نقف عند هذا التحليل الأولي للعلاقة بين استهلاك الطاقة والتغير المناخي بما يمكن استنتاجه من الرسم البياني الممثل لمتغيري الدراسة خلال الفترة المحددة (1980–2022)، فقد اتفق العديد من الباحثين والكتّاب على أنّ لاستهلاك الطاقة وبالأخص طاقة الوقود الاحفوري الأثر البالغ في التغير المناخي وبالأخص انبعاث ثاني أكسيد الكربون، والشكل الموالي يوضح تطور كل من معدلات نمو استهلاك الطاقة وإجمالي انبعاث ثاني أكسيد الكربون.

الشكل1: تطور معدلات نمو استهلاك الطاقة وإجمالي انبعاث ثاني أكسيد الكربون



المصدر: من إعداد الباحث بالإعتماد عل برنامج Eviews 13

تُظهر سحابة النقاط الممثلة لمتغيري الدارسة أنه بمرور السنوات سجلت مستويات أكبر لاستهلاك الطاقة (ENERU) وإجمالي انبعاث ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، ويتضح ذلك في القمم الظاهرة في منحى كلا المتغيرين والتي تدل على زيادة الاستهلاك والانبعاث كأحداث تعزز هذه الظاهرة، مع تسجيل بعض التغيرات الحادة وبالأخص في السنوات (1990-2010-2020). ما ذكرناه هنا يعزز الاعتقاد بالعلاقة والربط بين المتغيرين فيما سبق ذكره قبل هذه الفقرة.

كما يمكن لاختبار السببية أن يدلنا على وجود علاقة بالأخص العلاقة السببية بين متغيري الدراسة. نستعين هنا باختبار سببية Toda Yamamoto (ينظر للملحق رقم 01)، يضم الاختبار متغير استهلاك الطاقة (ENERU) ومتغير إجمالي انبعاث ثاني أكسيد الكربون (CO_2) بالإضافة إلى متغير معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي (PGDP) كمتغير ضابط.

أفضى الاختبار إلى أنّ هناك علاقة سببية مشتركة من متغير (ENERU) و(PGDP) معا نحو (CO_2)، وكذلك سببية تتجه من (CO_2) و (PGDP) نحو (ENERU) لكن عند درجة معنوية 10 %.

– مما سبق نحدد النموذج القياسي العام للدراسة كما يلي:

$$CO\ 2_t = a_0 + a_1 ENERU_t + \varepsilon_t$$

حيث أن: CO2t : معدل نمو إجمالي انبعاث ثاني أكسيد الكربون

ENERUt : معدل نمو استهلاك الطاقة (استخدام الطاقة)

εt : حد الخطأ العشوائي.

3.3. النتائج التطبيقية للدراسة:

في البداية نجري اختبار جذر الوحدة (الاستقرارية) لمتغيري النموذج، وهنا سنعتمد على (Phillips–Perron test and NG–Perron test) باعتبار الخصائص التي يتميز بها كل منهما مع أفضلية لاختبار (NG–Perron) فهو أكثر قوة وموثوقية وخاصة في العينات الصغيرة والمتوسطة.

الجدول **: اختبار جذر الوحدة باستخدام (Phillips–Perron test)

UNIT ROOT TEST RESULTS TABLE (PP)			
Null Hypothesis: the variable has a unit root			
	At Level		
		CO2	ENERU
With Constant	t-Statistic	-5.5341	-6.6544
	Prob.	*0.0000*	*0.0000*
		***	***
With Constant & Trend	t-Statistic	-5.4382	-6.5367
	Prob.	*0.0003*	*0.0000*
		***	***
Without Constant & Trend	t-Statistic	-4.0259	-6.2800
	Prob.	*0.0002*	*0.0000*
		***	***

(***) مستوى معنوية 1 %

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد عل برنامج Eviews 13

– أما نتائج اختبار (NG–Perron) فجاءت على النحو التالي:

الجدول **: اختبار جذر الوحدة باستخدام (NG–Perron test)

Null Hypothesis: CO2 has a unit root/ Exogenous: Constant					
		MZa	MZt	MSB	MPT
Ng−Perron test statistics		−17.9145	−2.99286	0.16706	1.36763
Asymptotic critical values:	5%	−8.10000	−1.98000	0.23300	3.17000
Null Hypothesis: ENERU has a unit root					
		MZa	MZt	MSB	MPT
Ng−Perron test statistics		−19.9081	−3.13111	0.15728	4.72195
Null Hypothesis: ENERU has a unit root/ Exogenous: Constant, Linear Trend					
		MZa	MZt	MSB	MPT
Ng−Perron test statistics		−20.6893	−3.20857	0.15508	4.45135
Asymptotic critical values:	5%	−17.30000	−2.91000	0.16800	5.48000
Null Hypothesis: ENERU has a unit root					
		MZa	MZt	MSB	MPT
Ng−Perron test statistics		−20.6893	−3.20857	0.15508	4.45135

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد عل برنامج Eviews 13

أظهرت نتائج (Phillips−Perron test) أن متغيري الدراسة مستقرين في المستوى، كما أظهر أيضا (NG−Perron test) أيضا أنّ متغيري الدراسة مستقرين في المستوى أي I(0).

لتقدير النموذج بواسطة المربعات الصغرى العادية (OLS)، نستعين بنموذج الانحدار الخطي البسيط فكلا المتغيرين مستقر عند المستوى، وهذا وضع جيد جدا لاستخدام نموذج الانحدار.

الجدول **: تقدير نموذج الانحدار الخطي

Dependent Variable: CO2			
Sample: 1980-2022			
Included observations: 43			
Variable	Coefficient	t-Statistic	Prob.
ENERU	0.619441	6.116081	0.0000
C	1.209629	5.038829	0.0000
R-squared	0.477084	Mean dependent var	1.536658
Adjusted R-squared	0.464330	S.D. dependent var	2.096808
S.E. of regression	1.534643	Akaike info criterion	3.739868
Sum squared resid	96.56031	Schwarz criterion	3.821784
Log likelihood	-78.40716	Hannan-Quinn criter.	3.770076
F-statistic	37.40645	Durbin-Watson stat	1.721288
Prob (F-statistic)	0.000000	درجة المعنوية 5 %	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد عل برنامج Eviews 13

– من خلال نموذج الانحدار الخطي المقدّر، فإن معادلة الانحدار تكتب كما يلي:

$$CO2 = 1.209629 + 0.619441(ENERU)$$

يُلاحظ بأنّ كل من ميل معادلة الانحدار والثابت معنويان أي يختلفان معنويا عن الصفر، ومتغير استهلاك الطاقة (ENERU) –وهو ذو دلالة إحصائية عالية جداً– له تأثير فعلي وحقيقي وإحصائي على متغير التغير المناخي CO2، حيث أن زيادة استهلاك الطاقة بـ 1 % سيرافقه زيادة تقارب 0.62 % في المتوسط.

تدل (F−statistic=37.4) مع Prob(F−statistic)= 0.000 على جودة التوفيق، وبالتالي النموذج ككل يتصف بالمعنوية وذو دلالة إحصائية عالية.

لدينا كذلك معامل التحديد (R^2=0.477084) وهو ما يعزز الاعتقاد بتأثير ومساهمة استخدام الطاقة الفعلي في التغير المناخي بما يقرب 48 % من مجموع التغيرات الحاصلة في المتغير التابع، والمتبقى من هذه النسبة يعود لعوامل أخرى لم تدرج في نموذج الدراسة.

بعد القبول الإحصائي للنموذج، نلاحظ أن النموذج يستجيب لاختبارات الدرجة الثانية أيضاً، فنلاحظ مثلا أنّ النموذج لا يعاني من الارتباط الذاتي، من الدرجة الأولى بالطبع، وهذا ما يعطي قوة ومصداقية أكثر لنتائج التقدير.

4.خاتمة:

من خلال التعرّف ومتابعة تطور معدلي نمو استهلاك الطاقة والتغيُّر المناخي تعزز القول بأنّ استهلاك الطاقة له دور وإسهام في التغير المناخي، كما أظهر اختبار السببية أيضاً أنّ هناك سببية تتجه من متغير استهلاك الطاقة إلى متغير التغير المناخي بالترافق والاشتراك مع المتغير الضابط أي متغير معدل النمو في الناتج المحلي الإجمالي، وسببية في الاتجاه المعاكس أيضا ولكن بمعنوية أقل.

تحليل السببية المتوصل إليه يؤكد حقيقة تسبب استهلاك الطاقة في التغير المناخي، وهو ما نستشفه في التسبب المباشر والقوي على التغيّر المناخي من قبل معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي، حيث أنّ هذا الأخير يحمل في طياته الكثير من

العوامل المؤثرة في التغيّر المناخي ومن بينها استهلاك الطاقة في حد ذاته، فالزيادة في الناتج المحلي يتبعها زيادة في استهلاك الطاقة بطبيعة الحال.

أما تسبب متغير التغير المناخي أي انبعاث ثاني أكسيد الكربون في استهلاك الطاقة فقد فسّره باحثين ودارسين في ذات الشأن بأنه عبارة عن التكاليف المرتدّة من جراء تحمل الأرض لأضرار التغير المناخي السلبي، حيث يعبّر عنها البعض بتكلفة الكربون، والتي تكون إما مباشرة – كفرض ضريبة على الكربون واستخدام الوقود الاحفوري المطبقة في بعض الدول الإسكندنافية مثلاً– أو من خلال المعانات التي تَسبّب فيها التغير المناخي، ما أدى لمضاعفة الإنفاق الفردي والجماعي لمواجهتها.

أظهر الرسم البياني أن كلا من متغير استهلاك الطاقة ومتغير التغير المناخي تزايدا بمنحى واضح خلال الفترات الزمنية المتتالية، وهو ما أكدته أيضا الدراسة القياسية، حيث وُجد أنّ هناك علاقة طردية بين متغير استهلاك الطاقة ومتغير التغير المناخي، فكل زيادة تتبعها زيادة متوافقة في الظاهرة محل الدراسة.

في هذا الإطار نوصي بتعزيز الوعي الدولي بخطورة استمرار التغير المناخي السلبي، وبضرورة وضع استراتيجيات واتفاقيات إطار ملزمة لجميع الدول والأقاليم الدولية، على أن تكون الدول المتقدمة ومعها تلك الدول الناشئة في طليعة المنفذين والملتزمين بذلك، بالإضافة لوضع تحفيزات للمتعاونين والملتزمين أفراد وجماعات ورسوم على المتخلفين وغير المتعاونين في هذا الشأن.

الملاحق:

ملحق رقم 01: اختبار سببية Toda Yamamoto

Sample: 1980 2022			
Included observations: 42			
Dependent variable: CO2			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
ENERU	0.210510	1	0.6464
PGDP	12.47238	1	0.0004
All	12.69957	2	0.0017
Dependent variable: ENERU			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
CO2	3.310131	1	0.0689
PGDP	3.758284	1	0.0525
All	4.045313	2	0.1323

المصدر: من إعداد الباحث بالإعتماد عل برنامج Eviews 13

5.المراجع

[1]. سعيد خليفة الحموي، أساسيات إنتاج الطاقة (البترول–الكهرباء–الغاز)، الأكاديميون للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن، 2016، ص41.

[2]. Jose Goldemberg & Oswaldo Lucon، ترجمة: محمد طالب السيد سليمان وطلال نواف عامر، الطاقة والبيئة والتنمية، دار الكتاب الجامعي، الطبعة الأولى، دولة الإمارات العربية المتحدة، 2013، ص19.

[3]– عبد المطلب النقرش، الطاقة (مفاهيمها، أنواعها، مصادرها)، وزارة الطاقة والثروة المعدنية، المملكة الادرنية الهاشمية، 2005، ص6.

[4]– محمد راضي السوداني وعدنان داود محمد العذاري، دور الطاقة التقليدية والطاقة غير التقليدية في السوق العالمي وتوقعاتها الستقبلية، دار المنهجية للنشر والتوزيع، الأردن، 2018، ص29.

[5]– اقتصاديات الطاقة، على الموقع الالكتروني:
https://uomustansiriyah.edu.iq/media/lectures/10/10_2022_04_07!11_55_45_AM.pdf

[6]– نغم حسين نعمة وكرار عزيز آل دهام، الطاقة المتجددة متغير أساسي في تحقيق التنمية المستدامة، مجلة جامعة كركوك للعلوم الإدارية والاقتصادية، عدد خاص، على الموقع الالكتروني:

https://iasj.rdd.edu.iq/journals/uploads/2024/12/12/1172715e9cfce97664304bee3059e60a.pdf

[7]– كسيرة سمير وعادل مستوي، الاتجاهات الحالية لإنتاج واستهلاك الطاقة الناضبة ومشروع الطاقة المتجددة في الجزائر (رؤية تحليلية آنية ومستقبلية)، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، العدد 14، 2015، ص 149.

[8]– بن جيلالي فرج عبد القادر وخليفة مونية، التحول الطاقوي من الطاقة التقليدية إلى الطاقة المتجددة لتحقيق أبعاد التنمية المستدامة، مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصرة، المجلد 03، العدد 02 (عدد خاص)، ص 200–201.

[9]– بن جيلالي فرج عبد القادر وخليفة مونية، مرجع ذكر سابقا، ص 200.

[10]– كسيرة سمير وعادل مستوي، مرجع ذكر سابقا، ص 149.

[11]– نفس المرجع الأسبق، ص149–150.

[12]– فريد مصعب الدليمي، الطاقة الشمسية (الاشعاعية الحرارية والاحتباس الحراري)، دار غيداء للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن، 2014، ص146.

[13]– عزي خليفة وآخرون، واقع وآفاق استغلال الطاقات المتجددة بإنتاج الطاقة الكهربائية في الجزائر، مجلة الدراسات الاقتصادية المعاصرة، المجلد 05، العدد 02، 2020، ص103–108.

[14]– نفس المرجع الأسبق، ص107.

[15]. John R Fanchi، ترجمة عبد الباسط على صالح كرمان، الطاقة (التقنية والتوجهات للمستقبل)، المنظمة العربية للترجمة، الطبعة الأولى، لبنان، 2011، ص29.

[16]– فريد مصعب الدليمي، مرجع ذكر سابقا، ص94.

[17]– الأمم المتحدة (العمل المناخي)، ما هو تغير المناخ، على الموقع الالكتروني التالي: https://www.un.org/ar/climatechange/what-is-climate-change

[18]– نفس المرجع الأسيق.

[19]– عيد الراجحي، مبادئ السياسات البيئية، السعيد للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، مصر، 2020، ص 84–85.

[20]– الأمم المتحدة (العمل المناخي)، أسباب تغير المناخ وآثاره، على الموقع الالكتروني التالي: https://www.un.org/ar/climatechange/science/causes-effects-climate-change