مجلة العلوم الإدارية والاقتصادية

Journal of Administrative and Economic Sciences

أثر تغير المناخ على الناتج المحلي الإجمالي في الجمهورية اليمنية: دراسة قياسية باستخدام منهجية ARDL خلال الفترة 2023- 1990

د/ شاجع علي أحمد غالب

أستاذ مساعد بقسم الاقتصاد

كلية العلوم الإدارية بجامعة تعز، اليمن

Shagea.gh@taiz.edu.ye

د/ معين علي سيف الهويش

أستاذ مساعد بقسم الاقتصاد

كلية العلوم الادارية بجامعة تعز، اليمن

M.alhuwesh@taiz.edu.ye

أثر تغير المناخ على الناتج المحلي الإجمالي في الجمهورية اليمنية: دراسة قياسية باستخدام منهجية ARDL خلال الفترة 2023- 1990

د/ شاجع علي أحمد غالب
أستاذ مساعد بقسم الاقتصاد
كلية العلوم الإدارية بجامعة تعز، اليمن
د/ معين علي سيف الهويش
أستاذ مساعد بقسم الاقتصاد
كلية العلوم الادارية بجامعة تعز، اليمن

ملخص

هدفت هذه الدراســـة إلى معرفة أثر تغير المناخ على الناتج المحلي الإجمالي في الجمهورية اليمنية خلال الفترة 1990-2023، ولتحقيق ذلك الهدف تم استخدام الأساليب الكمية الحديثة بالاعتماد على منهجية التكامل المشـــترك بطريقة الانحدار الذاتي لفترات الابطاء الموزع (ARDL) لمعرفة الأثر والعلاقة في الأجلين القصـــير و الطويل، وكان من ضـمن النتائج التي تم التوصـل إليها: أن هناك علاقة تكامل مشـترك طويلة الأجل بين المتغيرات المختارة –كمتغيرات مسـتقلة– والمعبرة عن تغير المناخ، والناتج المحلي الاجمالي– كمتغير تابع– في اليمن خلال فترة الدراسة. واشارت النتائج إلى أن انبعاث الكربون يؤثر على الناتج المحلي الإجمالي في اليمن بشكل طردي ومعنوي، ولكن بشـكل طفيف، كما أن أثر اسـتخدام طاقة الوقود الأحفوري على الناتج المحلي الاجمالي كان أيضـاً طردي ومعنوي، ولكن أثره كان أكبر من أثر انبعاث ثاني اكسيد الكربون.

الكلمات المفتاحية: تغير المناخ– ثاني أكسيد الكربون– الناتج المحلي الإجمالي– اليمن.

The impact of climate change on the gross domestic product in the Republic of Yemen: Standard study using ARDL technique for the period 1990-2023

Dr. Shaja Ali Ahmed Ghaleb
Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences, Taiz University, Yemen

Dr. Muin Ali Saif Al-Huwesh
Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences, Taiz University, Yemen

Abstract

This study aimed at identifying the impact of climate change on Yemen's GDP over the period 1990 – 2023. To achieve the objective the study, new quantitative methods were used, depending on Autoregressive Distributed Lag model (ARDL) to identify the long and short term impact and relationship.

The main findings of the study were: first, there is a long-term cointegration relationship between carbon dioxide emissions and the use of fossil fuel energy.

While these are impendent variables indicative of climate change, GDP is a dependent variable in Yemen during the said period . The findings indicated that carbon emission has a slight exponential and significant impact on GDP in Yemen. However, the use of fossil fuel energy has a greater exponential and significant impact on GDP in Yemen.

Keywords: Climate change, CO2, GDP, Yemen.

1. مقدمة

تعد قضـــية تغير المناخ واحدة من اكثر التحديات التي تواجهها مختلف دول العالم؛ نظراً لخطورتها من حيث الأضرار التي قد تتسبب بها، وأكثرها صعوبة من ناحية المعالجة والتعامل معها، ويوصف التغير المناخي بأنه تباين احصائي يستمر لفترات طويلة عادةً لمدة عقد أو اكثر، ويشمل تحولاً في تواتر وحجم الظواهر الجوية المتفرقة، فضلاً عن الارتفاع البطيء والمستمر في متوسط درجة حرارة السطح العالمي، ويمثل تغير المناخ تهديداً له تأثير كبير على البشر والنظام البيئي الطبيعي في كل من البلدان المتقدمة والنامية وإن كان بدرجات متفاوتة، ونظراً لما تمتلكه الدول المتقدمة من ميزات طبيعية وتقنيات التكيّف العالية، وتكنولوجيا متقدمة، والأنظمة الزراعية الحديثة والآلية، فأن تأثير المناخ يكون فيها أقل حدةً مقارنةً بالدول النامية والتي تكون أنشطتها الاقتصادية حساسة للموارد الطبيعية مثل الأنشطة الزراعية، وهو ما يتسبب بانخفاض الإنتاجية الزراعية في البلدان النامية بشكل كبير.

وفي محاولة منها للتكيّف مع التغيرات المناخية تسعى جميع دول العالم إلى بذل أقصى الجهود التي تمكنها من تحقيق مزيداً من التقدم والانجاز في تحقيق أهداف التنمية المستدامة بكافة أبعادها- على وجه الخصوص البعد الاقتصادي المتعلق بتحقيق معدلات نمو كبيرة للبلدان- ومواجهة العديد من التحديات التي برزت في الآونة الأخيرة، وعلى رأسها التغيرات المناخية، الأمر الذي يستدعي تحديد السياسات والحلول اللازمة للتخفيف من الآثار المختلفة للتغيرات المناخية ومحاولة التكيّف معها.

واليمن واحدة من البلدان النامية التي لا تساهم بنصيب نسبي كبير في انبعاث الغازات المسببة للاحتباس الحراري وعلى رأسها الكربون كمسبب رئيسي للتغيرات المناخية، إلا أن اليمن يعاني من هشاشة مؤسسية كبيرة أعاقتها من اتباع سياسات التكيّف اللازمة؛ بسبب ما تعانيه من أحداث سياسية وصراعات وحرب كان من نتائجها خروج محطات الرصد عن الخدمة، وغياب مراكز الانذار المبكر، وغياب المؤسسات الرسمية التي تعمل على معالجة قضايا المناخ والحد من آثارها والتكيّف معها، وبالتالي ستكون اليمن من بين أكثر البلدان تأثراً بالعديد من التغيرات المناخية مثل ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض التساقطات وما يترتب عليها من جفاف وتصحر أو فيضانات في حال العكس.

ونتيجة للتشابك الكبير بين الأنشطة الاقتصادية-كمنتجة ومسببة لظاهرة تغير المناخ- وما ينتج عنها من انبعاثات و مخلفات بعد كل نشاط اقتصادي، كلها تتسبب وتزيد من ظاهرة الاحتباس الحراري والذي بدوره يؤدي الى تفاقم ظاهرة تغير المناخ، وبالتالي سوف تصبح العلاقة متبادلة ومتشابكة ومعقدة بين التغير المناخي والبيئي والنمو الاقتصادي، الأمر الذي يجعل منها واحدة من أهم القضايا والمناقشات في كلا من البلدان النامية والمتقدمة، ومن هذا المنطلق وجدنا أنه من الضرورة بمكان معرفة أثر تغير المناخ على الناتج المحلي الإجمالي في اليمن خلال الفترة (1990- 2023)، والتوصل إلى نتائج نستطيع من خلالها وضع العديد من التوصيات التي تساعد في الحد من ظاهرة التغيرات المناخية أو اتخاذ الإجراءات والتدابير اللازمة للتكيف معها.

2. أهداف البحث

الهدف الرئيسي لهذا البحث هو معرفة أثر تغير المناخ على الناتج المحلي الإجمالي في اليمن خلال فترة الدراسة، ويتفرع من الهدف الرئيسي الأهداف الفرعية التالية:

- دراسة وتحليل تطور الناتج المحلي الإجمالي في اليمن، وكذلك المتغيرات المعبرة عن التغير المناخي (انبعاث غاز ثاني اكسيد الكربون، استخدام الوقود الأحفوري في إنتاج الطاقة) في اليمن خلال فترة الدراسة.
- معرفة العلاقة في الأجلين القصير والطويل بين المتغيرات المعبرة عن تغير المناخ، والناتج المحلي الإجمال في اليمن، وذلك من خلال استخدام التحليل القياسي لسلسلة زمنية تغطي فترة الدراسة.

3. أهمية البحث

نظراً لشحة الدراسات المتعلقة بتغير المناخ وأثره على الناتج المحلي الإجمالي في اليمن، تكتسب هذه الدراسة أهميتها من خلال ما تقدمه من مساهمة نظرية مهمة للتعرف على الإطار النظري المتعلق بتغير المناخ في اليمن، أيضاً نتيجة لغياب الإحصاءات الرسمية في السنوات الأخيرة نتيجةً للأحداث السياسية والصراعات والحرب التي مرت بها اليمن ولا زالت، سوف يكون للدراسة أهمية خاصة في تتبع ودراسة وتحليل تطور المتغيرات المختارة وعلى رأسها الناتج المحلي الإجمالي في اليمن خلال فترة الدراسة.

وعلى المستوى العملي سوف يكون لنتائج الدراسة أهمية كبيرة في معرفة أثر تغير المناخ على الناتج المحلي الإجمالي، والخروج بتوصيات تساعد الجهات ذات الاختصاص في اتخاذ العديد من الإجراءات والتدابير اللازمة للتكيف مع ظاهرة تغير المناخ والحد من تفاقمها.

3. فرضيات البحث

توجد علاقة توازنيه طويلة الأجل بين المتغيرات المعبرة عن التغير المناخي- انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، استخدام طاقة الوقود الاحفوري- من جهة، والتغير في الناتج المحلي الإجمالي في اليمن من جهة أخرى خلال فترة الدراسة.

4. المنهج المستخدم

لمعالجة موضوع البحث، سيتم الاعتماد على التقنيات المستخدمة في تحليل البحث العلمي، من خلال المنهج الوصفي والتحليلي لتوفير إطار نظري يغطي موضوع البحث. علاوة على ذلك، سيتم الاعتماد على المنهج الاستقرائي واستخدام طرق التحليل الكمي الحديثة والمتمثلة بمنهجية التكامل المشترك بطريقة الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة (ARDL) بمساعدة البرنامج الإحصائي EViews 13 لتحليل بيانات السلسلة الزمنية لمتغيرات الدراسة، بهدف معرفة العلاقة في الأجلين الطويل والقصير بين المتغيرات المختارة، وكذا معرفة أثر تغير المناخ على الناتج المحلي الإجمالي في اليمن خلال فترة الدراسة.

6. الدراسات السابقة والإطار النظري للبحث

6.1. الدراسات السابقة

تناول العديد من الباحثين والمراكز البحثية، والمنظمات الدولية المعنية بالحفاظ على البيئة وتغير المناخ، موضوع تغير المناخ وأثره على العديد من الجوانب مثل: الجانب الاقتصادي، البيئي والصحي وغيرها..، وعلى الرغم من تباين تأثير تغير المناخ بين البلدان نظراً لاختلاف طبيعتها الجغرافية، وتنوع مواردها الاقتصادية، إلا أن هناك شبه إجماع على أن لتغير المناخ العديد من الآثار السلبية على الإنسان والبيئة بشكل عام، وعلى العديد من القطاعات الاقتصادية الحيوية كالزراعة والثروة الحيوانية بشكل خاص، وفي ما يلي نظرة لعدد من تلك الدراسات والتقارير المتعلقة بتغير المناخ وأثره على الجانب الاقتصادي في العديد من البلدان.

تقرير (McGuigan et al., 2002) والذي يعتبر جزءًا من مشروع (ODI) The Overseas Development Institute لمساعدة البلدان النامية على المشاركة بفعالية في المفاوضات الدولية بشأن تغير المناخ، قدم التقرير عرضاً للآثار العامة المحتملة لتغير المناخ، فضلاً عن جهود التخفيف والتكيّف في البلدان النامية، وتناول المخاطر المتزايدة التي تواجه البلدان النامية نتيجة لارتفاع مستوى سطح البحر وزيادة تواتر وشدة الكوارث الطبيعية، وكان من ضمن النتائج التي توصل إليها التقرير أنه قدم دليلاً على أنّ آثار تغير المناخ في البلدان النامية يمكن أن تكون هائلة، لا سيما فيما يتعلق بالمناطق الهامشية والمجتمعات الفقيرة الشديدة الضعف. وفي حين أن انبعاث غازات الدفيئة (GHG) Greenhouse gas emissions، والاحتباس الحراري هو إلى حدٍ كبير نتيجةً لأنشطة البلدان الصناعية قد أصبحت الآن حقيقة موثقة، وتداعياتها ستكون كارثية وخصوصاً في البلدان النامية.

هدفت دراسة (Thurlow et al., 2008)، إلى تقييم تأثير التغيرات المناخية على النمو الاقتصادي والفقر في زامبيا ، تم عمل نموذج مشترك بين المحاصيل المائية ونموذج التوازن العام الديناميكي لثلاثة عقود خلال الفترة (1976-2006)، وكشفت النتائج التي تم التوصل إليها إلى أن للتقلبات المناخية تأثير سلبي واضح على النمو الاقتصادي، وأن تقلب المناخ يقلل في المتوسط من معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي في زامبيا بنحو 0.4 نقطة مئوية سنويًا، وهو ما يكلف البلاد 4.3 مليار دولار أمريكي على مدى عشر سنوات، كما أن من شأن التقلبات المناخية أن تبقي 300 الف زامبي تحت خط الفقر بحلول عام 2016.

دراسة (Zhai et al., 2009)، هدفت إلى تحليل ودراسة التأثيرات المحتملة طويلة الأجل لتغير المناخ العالمي على الإنتاج الزراعي والتجارة في جمهورية الصين الشعبية، باستخدام نموذج التوازن العام القابل للحساب على مستوى الاقتصاد، قدمت الدراسة محاكاة لسيناريوهات الإنتاجية الزراعية العالمية الناجم عن تغير المناخ حتى عام 2080، وقد أشارت النتائج إلى أنه مع الانخفاض المتوقع في حصة الزراعة في الناتج المحلي الإجمالي، سيكون تأثير تغير المناخ على الاقتصاد الكلي لجمهورية الصين الشعبية معتدلاً، ومن المتوقع أن تتحمل قطاعات تصنيع الأغذية العبء الأكبر من الخسائر الناجمة عن تغيرات الإنتاجية الزراعية، ويعزى السبب بشكل رئيسي الى

التغيرات المناخية، في المقابل من المرجح أن يتوسع إنتاج بعض قطاعات المحاصيل (مثل القمح)؛ بسبب زيادة الطلب عليها من مناطق أخرى من العالم.

دراسة (Gebreegziabher et al., 2016)، والتي هدفت الى تحليل الآثار الاقتصادية لتغير المناخ على الزراعة في إثيوبيا باستخدام نموذج التوازن العام القابل للحساب على مستوى البلاد، واستندت التأثيرات على الزراعة إلى نتائج النموذج الريكاردي حيث تم تحليل الإنتاج الزراعي الحالي والمستقبلي كدالة لدرجة الحرارة وهطول الأمطار، وتوصلت الدراسة الى نتيجة مفادها أن تأثير تغير المناخ بشكل عام سيكون حميدًا نسبيًا حتى عام 2030 تقريبًا، ثم يتفاقم بعد ذلك بشكل كبير، كما أشارت نتائج المحاكاة التي تم اجراءها إلى أن الانخفاض المتوقع في الإنتاجية الزراعية، على مدى 50 عاما قد يؤدي إلى انخفاض متوسط الدخل بنسبة 30 في المائة، مقارنة بالنتيجة المحتملة في غياب تغير المناخ.

دراسة (Ogbuabor et al., 2017)، هدفت الى معرفة تأثير تغير المناخ على النمو الاقتصادي في نيجيريا، استخدمت الدراسة تقنية وبيانات التقدير (OLS) للفترة 1981-2014. واستخدمت التغيرات في هطول الأمطار السنوي وانبعاثات الكربون واستنزاف الغابات لتعبر عن تغير المناخ، في حين تم استخدام الإنفاق الحكومي والاستثمار الخاص المحلي وسعر الصرف كمتغيرات تحكم من أجل الحصول على تقدير قوي، وقدرت الورقة نموذج تصحيح الخطأ من أجل مراعاة العلاقات طويلة المدى وقصيرة المدى، وتشير النتائج إلى أن انبعاثات الكربون تؤثر سلبا على نمو الناتج في نيجيريا في المديين الطويل والقصير، بالإضافة إلى ذلك، فإن استنزاف الغابات يؤثر سلباً على نمو الناتج الوطني في نيجيريا على المدى القصير.

قام (Hsiang et al., 2017)، بتقدير الأضرار الناجمة عن تغير المناخ من خلال تطوير بنية مرنة لحساب تلك الأضرار، دمجت بين علم المناخ والتحليلات الاقتصادية القياسية ونماذج العمليات، وتم استخدام هذا النهج لبناء تقديرات صريحة مكانياً، واحتمالية تجريبيه تقيس الأضرار الاقتصادية في الولايات المتحدة الأمريكية الناجمة عن تغير المناخ، وتوصلت الدراسة إلى أن القيمة الإجمالية للأضرار السوقية وغير السوقية عبر القطاعات التي تم تحليلها ـ الزراعة، الجريمة، العواصف الساحلية، الطاقة، ومعدلات الوفيات البشرية، والعمالة ـ تتأثر بشكل تربيعي بمتوسط درجات الحرارة العالمية، كما أن ارتفاع درجة حرارة الأرض بمقدار درجة مئوية واحدة بالمتوسط قد يكلف الولايات المتحدة بالفعل 1.2% من الناتج المحلي الإجمالي.

دراسة (Yalew et al., 2018) والتي هدفت الى تقييم التأثيرات الاقتصادية والإقليمية لصدمات الإنتاجية وإمدادات العمالة الناجمة عن تغير المناخ في الزراعة الإثيوبية. أتبعت الدراسة نهجًا هيكليًا يمزج بين النماذج البيو فيزيائية والاقتصادية، وأظهرت الدراسة أنه في أسوأ السيناريوهات، قد تصل التأثيرات السلبية على الناتج المحلي الإجمالي على مستوى البلاد إلى -8%، وسوف تكون التأثيرات على الناتج المحلي الإجمالي للقيمة المضافة الإقليمية غير متساوية وتتراوح من -10% إلى +2.5%. ومع ذلك، فإن سيناريوهات التغيير الهيكلي الخارجي المعقولة قد تعوض ما نسبته 20-30% من تأثيرات التوازن العام هذه. وعلى هذا النحو، فإن التحول

الهيكلي الجاري في البلاد قد يدعم مرونة الاقتصـاد في مواجهة تغير المناخ. ويمكن اعتبار هذا بمثابة فائدة مشـتركة للتغيير الهيكلي في البلاد. ومع ذلك، ونظراً لدور القطاع الزراعي في الهيكل الاقتصـادي الحالي وقوة التأثيرات البيو فيزيائية المتوقعة، فإن التكيف في الزراعة أمر ضـروري، وإلا فقد يؤدي تغير المناخ إلى جعل سـبل العيش الريفية غير متوقعة ويفرض ضغوطاً على التقدم الاقتصادي للبلاد.

أشـار تقرير برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP, 2023) حول تأثير تغير المناخ على التنمية البشـرية في اليمن إلى أن هناك احتمال واضـح بأن هطول الأمطار في غرب اليمن قد بدأ بالزيادة بطريقة غير خطية، ومن المتوقع أن تشـهد اليمن ارتفاعًا في درجات الحرارة، ومن المرجح أن تشـهد اليمن زيادة أو على الأقل اسـتمرارًا في تواتر وحجم الظواهر الشديدة كالفيضانات، مما يؤدي إلى عدد من النتائج الخطيرة. وقد حدثت بالفعل خسائر في الأرواح البشـرية بسـبب السـيول المفاجئة والفيضـانات، حيث انفجرت السـدود وغمرت المياه الشـوارع وتضـررت المنازل والممتلكات، وتغمر السـيول الحقول وتلحق أضـرارا بالمحاصـيل ومنشـآت الري والبنية التحتية الأخرى وتمنع جهود إصلاحها، ومن المرجح أن تؤدي هذه التأثيرات إلى إبطاء النمو الاقتصادي وضياع الفرص.

دراسـة (هشـلة، 2023) هدفت من خلال اسـتخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاسـتشـعار عن بعد إلى وضـع تصـور مسـتقبلي لشـكل سـاحل مدينة المكلا في حالة زيادة منسـوب سـطح البحر من متر واحد وحتى خمسـة أمتار، ومعرفة الأحياء المعرضـة للغمر بمياه البحر والفيضـانات، وتبين من خلال التحليل المكاني لبيانات الارتفاعات الرقمي (DEM) أن سـاحل مدينة المكلا عرف تغيراً خلال الفترة 1973 – مايو 2019 بلغ (47 %)، كما سيعرف خط الساحل تغيراً ملحوظاً في حالة زيادة ارتفاع البحر من متر واحد وحتى خمسة أمتار، ويتفاوت هذا التغير حسـب طبيعة البنية الجيولوجية والتضـاريس للسـاحل، وسـتتعرض أماكن للغمر بمياه البحر، يكون تركزها بشـكل أكثر في مناطق التقاء مياه البحر بمياه الأودية في كلٍ من أحياء الريان، وبويش، وخور المكلا، وفوَّه.

دراسة (مصطفى, 2024) هدفت إلى رصد التغيرات المناخية وأثرها على النمو الاقتصادي في مصر خلال الفترة (1990-2021)، ومن خلال استخدام المنهج التحليلي الوصفي والاسلوب القياسي بينت الدراسة أن التغيرات المناخية تعد من أعقد المشـكلات التي تواجه البشـرية وتهدد بفنائها، ومن خلال الاسـلوب القياسـي بالاعتماد على نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة، توصـلت الدراسـة من خلال اختبارات التكامل المشـترك باسـتخدام منهج الحدود ARDL ، إلى أنه: توجد علاقة توازنية طويلة الأجل بين التغيرات المناخية وتغيرات النمو الاقتصادية خلال الفترة (1990-2021) ، وقد تبين أن نموذج تصحيح الخطأ ذات إشارة سالبة مما يعني اتساقه مع ما تقرره النظرية الاقتصادية والقياسية، وعليه، فقد وجدت علاقة طردية بين كل من الأراضي الزراعية، وانبعاثات الكربون، ومعدل النمو الاقتصادي، مقابل علاقة عكسية لكل من إجمالي المسحوبات السنوية من المياه ، والوصول للكهرباء، ومعدل النمو الاقتصادي.

6.2. الإطار النظري للبحث

تعدّ قضية التغيرات المناخية واحدة من أبرز القضايا المعاصرة التي حظيت باهتمام كبير على المستوى العالمي؛ وذلك لما لها من آثار سلبية وواسعة النطاق تمس جميع دول العالم على اختلاف مستوياتها، فالاختلاف في أنماط الطقس، والتغير في درجات الحرارة ومعدلات هطول الأمطار، أصبح يهدد الإنتاج العالمي للغذاء، أيضا تتسبب تغيرات المناخ في ارتفاع مستوى مياه البحارة والمحيطات، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة حدوث الفيضانات وارتفاع مخاطرها، وهذا يعني أن التغيرات المناخية وما ينتج عنها من أضرار سوف يؤثر سلباً على صحة الإنسان والأنظمة الطبيعية والبيئية، ومصادر المياه والمستوطنات البشرية والتنوع الحيوي، مع العلم أن هذا التسارع غير المسبوق في تغير المناخ وما نتج عنه من آثار سلبية وكارثية، وخاصة خلال السنوات الخمسين الماضية، كان المتسبب الرئيسي فيه انبعاث غازات الدفينة[1] Greenhouse gases (GHGs) الصادرة عن الأنشطة البشرية بدرجة رئيسية (Winkler et al., 2021) إلى جانب أسباب أخرى كان لها تأثير ضئيل على تغير المناخ، سوف نحاول التطرق لها في هذا الجزء من البحث.

6.2.1. تعريف التغيرات المناخية

بحسب (UN) فأن تغير المناخ (Climate change) مصطلح يشير إلى التحولات طويلة الأجل في درجات الحرارة وأنماط الطقس (UNDP, 2023)، وقد تكون تلك التحولات لأسباب طبيعية ناشئة عن التغيرات في نشاط الشمس، أو الانفجارات البركانية الكبيرة، كما قد تكون تلك التحولات بسبب الأنشطة البشرية والتي ترجع في المقام الأول إلى حرق الوقود الأحفوري مثل الفحم والنفط والغاز، واعتبرت منذ بداية القرن التاسع عشر هي المحرك الرئيسي لتغير المناخ على مستوى العالم[2].

أما وكالة (NASA)[3] فقد عرفت تغير المناخ على أنه ظاهرة عالمية واسعة الانتشار، تنشأ في الغالب عن طريق حرق الوقود الذي يُطلِق إلى الغلاف الجوي غازات الاحتباس الحراري أو ما يسمى بالاحترار العالمي (Global warming)، وتُشكِل هذه الظاهرة الاتجاهات المختلفة لتزايد درجات الحرارة مع مرور الزمن، وينتج عنها العديد من التغيرات مثل ارتفاع مستوى سطح البحر، وفقدان الكتلة الجليدية في القطب الشمالي والجبال الجليدية في جميع أنحاء العالم[4]، وفرقت وكالة (NASA) بين الطقس (Weather)، والمناخ (Climate)، حيث أشار تعريف ناسا إلى أن الطقس يشير إلى الظروف الجوية التي تحدث محليًا على مدى

1 الغازات التي تمتص الأشعة تحت الحمراء وتُشعّ الحرارة في جميع الاتجاهات، https://www.unescwa.org/ar/sd-glossary/ تاريخ التصفح 1/يوليو/2024.

2 https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change تاريخ التصفح 1/ يوليو/ 2024.

3 الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء: هي وكالة تابعة لحكومة الولايات المتحدة الأمريكية، أُسِّسَت سنة 1958 لكي تكون وكالة مدنية بهدف النهوض بالبحث العلمي السلمي وبدأت العمل بتاريخ 1 أكتوبر 1958. https://www.nasa.gov/about/ تاريخ التصفح 2/ يوليو/2024.

4 https://science.nasa.gov/climate-change/what-is-climate-change/ تاريخ التصفح 2/ يوليو/2024.

فترات قصيرة من الزمن – من دقائق إلى ساعات أو أيام، مثل تعاقبات الطقس العادية في الفصول الأربعة خلال العام، والظواهر الجوية الخاصة كتساقط المطر والثلج، والسحب والرياح والفيضانات أو العواصف الرعدية. من ناحية أخرى، يشير المناخ إلى متوسط درجات الحرارة والرطوبة وأنماط هطول الأمطار الإقليمية أو العالمية على المدى الطويل (عادةً 30 عامًا على الأقل) على مدار مواسم متتالية أو سنوات أو عقود.

أما الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)[1] فقد عرفت التغير في المناخ على أنه حالة تغير المناخ التي يمكن تحديدها باستخدام الاختبارات الإحصائية من خلال التغيرات في المتوسط و/ أو تباين الخصائص والتي تستمر لفترة طويلة عادة لمدة عقود أو أكثر، وعللت تغير المناخ إلى عمليات داخلية طبيعية أو تأثيرات خارجية، أو إلى تغيرات بشرية المنشأ مستمرة في تكوين الغلاف الجوي أو في استخدام الأراضي.

وبناء على ما سبق يمكن القول إن تغير المناخ هو مصطلح واسع النطاق يستخدم للإشارة إلى التغيرات في الحالة المناخية الأرض، على المستوى المحلي أو الإقليمي أو العالمي، ويمكن وصف تلك التغيرات في مناخ الأرض بأنها ناجمة في المقام الأول عن النشاط البشري منذ فترة ما قبل الصناعة (حوالي عام 1850 فصاعدًا)، وخاصة حرق الوقود الأحفوري وإزالة الغابات، مما أدى إلى زيادة سريعة نسبيًا في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي للأرض (Pachauri et al., 2014) (UNDP, 2023).

6.2.2. ظاهرة الاحتباس الحراري

تعد ظاهرة الاحتباس الحراري (Global warming) أحد العناصر الرئيسية لدراسة تغير المناخ العالمي، ويحدث تأثير الاحتباس الحراري عندما تخترق أشعة الشمس الغلاف الجوي، مما يساعد في إكساب الأرض حرارته المطلوبة، إلا أن تلك الغازات وتركيزاتها العالية تمنع بعض من هذه الحرارة من الانعكاس مرة أخرى إلى الفضاء. مع الإشارة إلى أن غازات الاحتباس الحراري هي غازات لها خاصية فريدة، إذ تقوم بامتصاص جزء من الأشعة تحت الحمراء التي يعكسها سطح الأرض، وهي بذلك تساهم في تسخين سطح الكوكب بنفس الطريقة التي تسخن بها الدفيئة أو البيوت الزجاجية المستخدمة في مجال الزراعة. بعض غازات الدفيئة تكون متواجدة بصفة طبيعية في الغلاف الجوي مثل: بخار الماء وثاني أكسيد الكربون والميثان، غير أن الأنشطة البشرية مثل: حرق الفحم والنفط والغاز الطبيعي في قطاع الطاقة، والصناعة، والنقل وغيرها، ساهمت في زيادة تركز هذه الغازات في الغلاف الجوي وهو ما زاد من حدة ظاهرة الاحتباس الحراري، وبالتالي ارتفاع معدلات درجات الحرارة على سطح الأرض، إضافة إلى عدم القدرة على امتصاص تلك الغازات؛ نتيجة إزالة الغابات بشكل واسع.

يشكل ثاني أكسيد الكربون أحد أهم الغازات التي تساهم في مضاعفة ظاهرة الاحتباس الحراري، وهناك غاز آخر مؤثر بشكل كبير وهو الميثان المنبعث من مزارع الأرز وتربية الحيوانات ومدافن المخلفات وأشغال المناجم

1 الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) هي هيئة الأمم المتحدة المعنية بتقييم العلوم المتعلقة بتغير المناخ. https://www.ipcc.ch/about/

وأنابيب الغاز، وبحسب وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA)[1] فإن غازات الاحتباس الحراري الستة الرئيسية هي:

- ثاني أكسيد الكربون CO_2 -Carbon dioxide (CO_2)
- الميثان CH4- Methane (CH4)
- ثاني أكسيد النيتروز N2O- Nitrous oxide (N2O)
- مركبات البيروفلوروكربون PFCS- Perfluorinated compounds (PFCs)
- مركبات الهيدروفلوروكربون HFC_S– Hydrofluorocarbons (HFCs)
- سادس فلوريد الكبريت SF6- Sulphur hexafluoride (SF6)

وبحسب وكالة (NASA)، و (NOAA)[2]، لا يعتبر غازي الأكسجين والنيتروجين والتي تضم معا أكثر من 95% من الغلاف الجوي للأرض من تلك الغازات.

6.2.3. أسباب التغيرات المناخية

6.2.4. الأسباب الطبيعية للتغيرات المناخية: يمكن أن يتأثر مناخ الأرض بالعوامل الطبيعية مثل:

- التغيرات التي تحدث لمدار الأرض حول الشمس وما ينتج عنها من تغير في كمية الإشعاع الشمسي (Solar radiation) الذي يصل إلى الأرض، وبالتالي الى إحداث تغيرات مناخية كبيرة. ويعتبر العالم الجيوفيزيائي (Milutin Milankovitch)[3] أول من وضع سنة 1920 نظريته القائلة بأن التغيرات المناخية للأرض للسنوات الأخيرة هي مرتبطة أيضاً بتغيرات الإشعاعات الشمسية المستقبلة من طرف الأرض (Dai Xingang & CHOU, 1997).
- كما يعتبر ثوران البراكين عاملاً مهماً في تغير المناخ حيث لاحظ علماء المناخ لسنوات عديدة، وجود صلة بين ثوران البراكين الكبيرة والتغير المناخي قصير الأجل(LeGrande & Anchukaitis, 2015).
- العواصف الترابية في الأقاليم الجافة وشبه الجافة التي تعاني من تدهور الغطاء النباتي وقلة الزراعة والأمطار تتعرض لظاهرة البقع الشمسية (Sunspots)، وهي ظاهرة تحدث كل 11 عام تقريبًا نتيجة اضطراب

1 وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA) هي وكالة تابعة للحكومة الاتحادية للولايات المتحدة الأمريكية والمكلفة بحماية صحة الإنسان والبيئة. https://www.epa.gov/aboutepa.

2 الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي يرمز لها NOAA من National Oceanic and Atmospheric Administration) هي إدارة أمريكية مهتمة بشؤون علم المحيطات والطقس والمناخ المتعلق بالغلاف الجوي. https://www.noaa.gov/about-our-agency.

3 عالم رياضيات وفلكي وعالم مناخ وجيوفيزيائي ومهندس مدني وأستاذ جامعي صربي (28 مايو1879 - 12 ديسمبر 1958). https://earthobservatory.nasa.gov/features/Milankovitch/milankovitch.php تاريخ التصفح 3/يوليو/ 2024.

المجال المغناطيسي للشمس، مما يزيد من الطاقة الحرارية للإشعاع الصادر عنها(Easterbrook, 2016).(Siu-Tapia et al., 2019).

- أيضًا واحد من الأسباب الطبيعية لتغير المناخ، الأشعة الكونية الناجمة عن انفجار بعض النجوم حيث تضرب الغلاف الجوي العلوي للأرض وتؤدي لتكون الكربون المشع (Easterbrook, 2016)

6.2.4.1. الأسباب البشرية للتغيرات المناخية

أحدث الإنسان منذ نشأته على الأرض تغييرات هائلة في الطبيعة والبيئة، منها ما عادت بالآثار الايجابية وكانت منفذ لتطور البشرية عبر التاريخ، ومنها من أدت إلى تدهور البيئة وأصبحت تشكل تحديا واضحاً للبشرية نظرا لما صاحبها من إضعاف للتنمية في جميع المجالات، ومن جملة الآثار السلبية الناتجة عن استغلال الإنسان لبيئته مساهمته في تفاقم ظاهرة تغير المناخ بشكل كبير وذلك عن طريق: (Hardy, 2003)(Hartter et al., 2018).

- الاستعمال المفرط للموارد الطبيعية
- القضاء على مساحات من الغابات
- استخدام وسائل النقل
- تصنيع البضائع
- الإحترار العالمي المتزايد والناتج من تحرير غازات الدفيئة بفعل الانسان.
- المواد الكيميائية الاصطناعية
- الغازات المنبعثة من مياه الصرف الصحي خاصة الميثان الذي يعتبر أكثر خطرًا بعشرة أضعاف من ثاني أكسيد الكربون.
- الغازات المنبعثة من الصناعات المختلفة، كتكرير النفط وإنتاج الطاقة الكهربائية ومعامل إنتاج الأسمنت ومصانع البطاريات؛ حيث يتسبب توليد الكهرباء والحرارة عن طريق حرق الوقود الأحفوري في جزءٍ كبير من الانبعاثات العالمية، ولا يزال توليد معظم كميات الكهرباء يتم عن طريق حرق الفحم أو الزيت أو الغاز، وينتج عن ذلك ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز – وهي غازات دفيئة قوية تغطي الأرض وتحبس حرارة الشمس.

6.2.4. آثار التغيرات المناخية

وفقًا لتقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC الصادر في أغسطس عام 2021 فإن العديد من التغيرات المناخية المرصودة غير مسبوقة على مدى مئات من السنين (Masson-Delmotte et al., 2021)، ولا يمكن وقف بعض التغيرات المسجلة، مثل الارتفاع المستمر لمستوى سطح البحر، ويتوقع التقرير أن التغيرات المناخية في العقود القادمة ستزداد في جميع المناطق، حيث سيؤدي الإحترار العالمي البالغ 1.5 درجة مئوية إلى موجات حرارة متزايدة ومواسم دافئة أطول ومواسم باردة أقصر، وجاء في التقرير أنه عند بلوغ الإحترار

العالمي درجتين مئويتين، ستصل درجات الحرارة القصوى غالبًا إلى مستويات حرجة بالنسبة للزراعة والصحة، ولكن الأمر لا يتعلق فقط بتزايد درجات الحرارة؛ إذ إن تغير المناخ يؤدي إلى تغييرات متعددة تختلف باختلاف المناطق وستتفاقم مع ازدياد درجات الحرارة، ويشمل ذلك التغيرات في الرطوبة والجفاف، والرياح، والثلوج والجليد، والمناطق الساحلية والمحيطات، وفيما يلي بعض الأمثلة حددها برنامج العمل المناخي للأمم المتحدة في ثماني نقاط رئيسية (Tol, 2009) (Haines & Patz, 2004):

- ارتفاع درجات الحرارة
- عواصف وفيضانات شديدة
- زيادة موجات الجفاف
- ارتفاع درجة حرارة المحيطات
- التهديد بانقراض أنواع من الكائنات الحية
- نقص الغذاء
- مزيد من المخاطر الصحية
- الفقر والنزوح

6.2.5. التغيرات المناخية في اليمن

6.2.5.1. الموقع الفلكي لليمن

تقع الجمهورية اليمنية في الجزء الجنوبي الغربي من شبة الجزيرة العربية، أي جنوب غرب آسيا، بين دائرتي عرض (12.30، 20) شمالاً، وخطي طول (41) (54) شرقًا، وقد تنوعت تضاريس اليمن وشكلت خمسة أقاليم[1] يتراوح ارتفاعها بين (صفر – 3600م) فوق مستوى سطح البحر، منها إقليم السهول الساحلية، اقليم المرتفعات الجبلية، إقليم الاحواض الجبلية، إقليم الهضبة الشرقية وإقليم الصحراء.

وتعد اليمن بلد شبه استوائي قاحل إلى حد كبير، حيث تعتمد درجة الحرارة في المقام الأول على الارتفاع، وفي المناطق الساحلية، يتم تحديدها من خلال المسافة من البحر. تتراوح درجات الحرارة المتوسطة في المرتفعات من أقل من 15 درجة مئوية في الشتاء إلى 25 درجة مئوية في الصيف، وفي الأراضي المنخفضة الساحلية من 22.5 درجة مئوية في الشتاء إلى ما يصل إلى 35 درجة مئوية في الصيف (WB CCKP, 2023).

6.2.5.2. التحديات المناخية التي تواجهها اليمن: يلخص مؤشر ND-GAIN[2] للدول مدى تعرض الدولة لتغير المناخ والتحديات العالمية الأخرى جنبًا إلى جنب مع استعدادها لتحسين قدراتها وزيادة

1 المركز الوطني للمعلومات – اليمن، https://yemen-nic.info/yemen/ تاريخ التصفح 8/ يوليو/ 2024.

2 يقيس مؤشر ND-GAIN مدى الضعف الإجمالي للبلد المعني، من خلال النظر في مدى الضعف العام في ستة قطاعات داعمة للحياة – الغذاء والمياه والصحة وخدمة النظم الإيكولوجية والموارد البشرية والبنية الأساسية. https://gain-new.crc.nd.edu/country/yemen

مرونتها في مواجهة تلك التحديات. وتحتل اليمن المرتبة 171 في مؤشـــر ND-GAIN. وهي الدولة الثانية والعشرون الأكثر تعرضًا للخطر والدولة الـ 180 الأكثر استعدادًا. وتضع درجة التعرض العالية ودرجة الاستعداد المنخفضة لليمن في الربع العلوي الأيسر من مصفوفة ND-GAIN، مما يعني أنها في حاجة ماســة للاســتثمار والابتكارات لتحســين الاســتعداد وإلحاح كبير على العمل (University of Notre Dame, 2023) . كان متوسط درجة الحرارة السنوية المتوسطة في اليمن لعام 1990(25.12) درجة مئوية. ارتفع هذا الرقم ليصـــل إلى 25.62 درجة مئوية في عام 2021 (+ 0.50 درجة مئوية).

6.2.5.3. آثار التغيرات المناخية في اليمن

هناك العديد من الآثار السلبية التي يتركها تغير المناخ في اليمن على مختلف الجوانب؛ بفعل ما يتسبب به تغير المناخ من ندرة في الموارد، وتزايد في الكوارث الطبيعية مثل: الجفاف وارتفاع درجات الحرارة، واضــطرابات الطقس، وما ينتج عن كل ذلك من تغيرات اقتصادية وسكانية، متسبباً بالكثير من التهديدات والأعباء الاقتصادية والأمنية والاجتماعية. وخاصة مع الأحداث السياسية والصراعات والحرب التي شهدتها اليمن خلال العقد الأخير وما نجم عنها من تبعات شملت خروج محطات الرصـــد عن الخدمة، وغياب أو عدم تواجد مراكز الانذار المبكر، وغياب المنظمات الدولية التي كانت مهتمة بدعم اليمن في مواجهة التغيرات المناخية؛ حيث تحول معظم الدعم في الوقت الحالي الى الجوانب الإنسـانية، فإن نتائج تغير المناخ ستتكثف وتصبح آثاره أكثر حدة في المستقبل، كل ما سبق سيجعل للتغيرات المناخية آثاراً سلبية على الاقتصاد اليمني، بل وعلى العديد من الجوانب ومن أهم تلك الآثار ما يلي:

- الجانب البيئي: أثمان باهظة وعواقب كبيرة تدفعها النظم البيئية في اليمن نتيجة التغير المناخي؛ شمل ذلك التنوع الحيوي والغطاء الأخضر في الكثير من مناطق البلاد. فقد أدت موجات الجفاف وعمليات الاحتطاب الواسعة الى تدهور مستمر في وضع الغابات والغطاء النباتي. كما أن زيادة موجات الإحترار أدت إلى تنامي قدرة نفاذ مياه البحر إلى اليابسة، ومن ثم زيادة تملح المياه الجوفية في المناطق الساحلية، واستمرار ارتفاع درجة الحرارة من شأنه أن يجعل مناطق عدة غير صالحة للسكن، على الأقل في بعض فصول السنة.
- الجانب الاقتصادي: في بلد يعاني الصراعات والحروب والغياب شبه التام لدور الدولة، يتحمل الاقتصاد اليمني كلفة اقتصـادية باهظة الثمن على المديين القريب والبعيد على حدٍ سـواء، نتيجة تغيرات المناخ وما ينجم عنها من أمطار غزيرة وسـيول وفيضـانات نجم عنها العديد من الأضـرار والخسـائر المادية التي تلحق بالمنازل، والبنى التحتية، والمنشآت العامة والخاصة، والأراضي الزراعية.

- الجانب الإنساني: تُسهم التغيرات المناخية المتسارعة بقوة في تفاقم الوضع الإنساني الحرج، إلى جانب ما يعانيه اليمن من وضع إنساني كارثي وانعدام الأمن الغذائي بسبب ما تمر به البلاد.
- الجانب الأمني: تتجاوز التهديدات الناجمة عن التغير المناخي الأمنين البيئي والإنساني إلى الأمن التقليدي؛ فمن شأنها تهديد وزعزعة استقرار المجتمعات والدول، إن تغير المناخ يسهم بشكل أو بآخر في التسبب بالنزاعات في المستويات المحلية ما دون الوطنية، وبالذات نتيجة شح المياه وفقدان سبل العيش، والنزوح الداخلي، وانعدام الأمن الغذائي، ومن المتوقع أن تؤدي التغيرات المناخية دوراً في الدفع نحو زيادة الأنشطة غير المشروعة التي سيلجأ إليها السكان وزيادة العنف الداخلي والصراعات الأهلية؛ فالتنافس على الموارد الطبيعية المتناقصة، والهجرة الداخلية، والنزوح كلها عوامل تؤدي إلى تفاقم التوترات الاجتماعية، وإلى خلق الصراعات المحلية.
- تهديد التراث الثقافي المادي: تشكل التغيرات المناخية تهديداً متزايداً لمعالم التراث المادي الثقافي في اليمن؛ حيث باتت المواقع الأثرية عُرضة لخطر أكبر، فالأمطار الغزيرة أخذت تلحق الضرر بالمباني التاريخية المبنية من الطوب، وتهدد المدن التاريخية مثل صنعاء القديمة، ومدينة شبام في حضرموت، كما تعمل السيول على جرف مواقع الآثار التاريخية، كما حصل في مأرب والجوف وحضرموت خلال السنوات الأخيرة. فضلا عن ذلك، فأن انكشاف المواقع الأثرية وتدهور وضعها يدفع باتجاه زيادة أعمال نهبها والمتاجرة غير المشروعة بها.

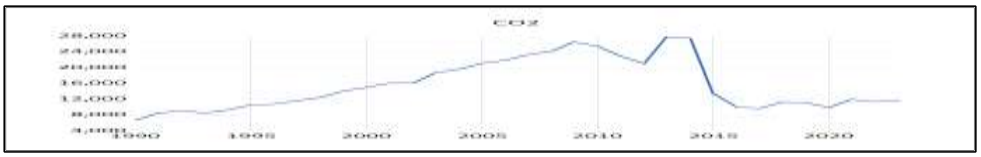
ومن قبيل الصدفة هناك جانب ايجابي وحيد هو أن الصراع وضعف الحكومة جعلا الناس يميلون إلى الاعتماد على أنفسهم للحصول على الطاقة، مما أدى إلى توسيع استخدام الطاقة الشمسية وبالتالي تقليل انبعاثات غازات الدفيئة في البلد.

6.3. انبعاث الكربون في اليمن

تساهم اليمن بنسبة ضئيلة جدا في انبعاث ثاني اكسيد الكربون العالمي[1]، حيث بلغت مساهمة اليمن عام 1990 تقريبا 0.02%، وبأجمالي بلغ 6642.30 كيلو طن، وبلغ متوسط نصيب الفرد لنفس العام حوالي **0.51**. أما أعلى نسبة لها فكانت في عام 2013 حيث بلغت 0.08%، وبأجمالي 27825.00 كيلو طن، وبلغ نصيب الفرد من تلك الانبعاثات 0.98 ثم انخفضت تلك النسبة لتصل عند ادنى مستوى لها في عام 2020 ، حيث وصلت 0.03% تقريبا، وبأجمالي بلغ 9960.10 كيلو طن، وبلغ متوسط نصيب الفرد لنفس العام 0.32، بعد ذلك عاد تدريجيا للارتفاع كما يوضح الشكل (1).

1 قاعدة بيانات البنك الدولي، https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT?locations=YE تاريخ التصفح 17/يوليو/2024

شكل (1): انبعاث غاز ثاني اكسيد الكربون في اليمن (كيلوطن) خلال الفترة 1990–2023



المصدر: من إعداد الباحثين بمساعدة برنامج Eviews 13

ويلاحظ من خلال الشكل (1) انخفاض انبعاث الكربون في اليمن بشكل كبير خلال السنوات الأولى للأزمة السياسية والصراعات التي مرت بها اليمن، وهو ما يفسر بما لا يدع مجالا للشك ان النسبة الكبيرة من انبعاث الكربون في اليمن ناتجة عن حرق الوقود الأحفوري، حيث مرت اليمن بأزمة كبيرة خلال تلك الفترة في إمدادات الطاقة، صعوبة بل وشبه انعدام للمشتقات النفطية وارتفاع اسعارها، مما أدى إلى التقليل من استهلاكها، والركود الكبير في كافة الأنشـــطة والقطاعات التي يتكون منها الاقتصـــاد، وبالتالي انخفاض انبعاث الغازات الناتجة عنها وعلى رأسها الكربون.

ونشـير هنا إلى أن اليمن تعتمد بشـكل كبير على إمدادات الطاقة من الوقود الأحفوري وبنسـبة وصـلت في معظم السنوات 98%[1].

6.4. الناتج المحلي الاجمالي لليمن

يُعرف الناتج المحلي الإجمالي على أنه إجمالي قيمة السـلع والخدمات المنتجة والمسـوقة داخل حدود دولة ما خلال فترة زمنية معينة (عادة ما تكون سنة)[2].

وتختلف مكونات الناتج المحلي الاجمالي والقطاعات المسـاهمة في توليده من بلد إلى آخر، بناء على ما يمتلكه البلد المعني من موارد طبيعية وبشـرية وتكنولوجية.. الخ. وفي اليمن يسـتحوذ قطاع الصـناعات الاسـتخراجية على النسبة الأكبر في توليد الناتج المجلي الاجمالي لليمن، حيث تصل نسبة مساهمة قطاع الصناعات الاستخراجية في الناتج المحلي الاجمالي لليمن قرابة 22.58 %، ويليه تجارة الجملة والتجزئة والمطاعم والفنادق والإصـــلاح بنســـبة تصل 15.27%، ويأتي في المرتبة الثالثة الزراعة والغابات والصيد وبنسبة مساهمة تصل 14.77%، ثم يأتي بعد ذلك بقية القطاعات مثل: النقل والتخزين والاتصـــالات، التمويل والتأمين والعقارات وخدمات الأعمال، الصـناعات التحويلية، البناء والتشـييد، الكهرباء والمياه والغاز، ويأتي في المرتبة الأخيرة قطاع الخدمات الشـخصـية وخدمات المجتمع[3].

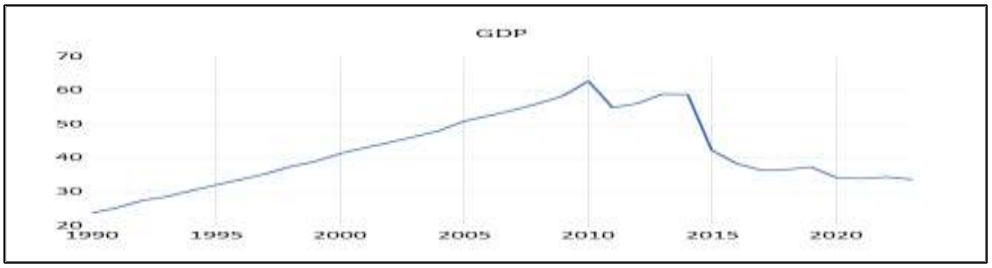
1 قـــــاعـــــدة بـــــيـــــانات الـــــبـــــنـــــك الـــــدولي، https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.FO.ZS?display=YE&locations=YE تاريخ التصفح 17/ يوليو/ 2024.

2 IMF, (2020). "Gross Domestic Product: An Economy's All", available at: https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/basics/gdp.htm Browsing date: 18/Jul/2024

3 المركز الوطني للمعلومات- اليمن، https://yemen-nic.info/sectors/economics/ تاريخ التصفح 18/يوليو/ 2024.

والشكل البياني رقم (2) يبين تطور الناتج المحلي الاجمالي بالقيمة الثابتة للدولار 2010، خلال فترة الدراسة. حيث بلغت قيمة الناتج المحلي الاجمالي عام 1990 تقريبًا 23.918 مليار دولار، وبمعدل نمو وصل 5.95% لنفس العام، واستمر في التزايد حيث بلغ أكبر قيمة له خلال عام 2010 عندما وصلت قيمته حوالي 63.038 مليار دولار، وبمعدل نمو وصل 7.7 % لنفس العام. ونتيجة للأحداث السياسية والصراعات والحرب التي مرت بها اليمن تراجع معدل نمو الناتج المحلي الاجمالي ابتداء من عام 2011 والسنوات التي تلتها ليحقق في عام 2015 معدل نمو سالب قرابة 27.7 – وبقيمة قدرت بحوالي 42.44 مليار دولار[1]

شكل (2) تطور الناتج المحلي الاجمالي لليمن (مليار دولار) خلال الفترة 1990–2023



المصدر: من إعداد الباحثين بمساعدة برنامج Eviews 13

1. قياس أثر التغيرات المناخية على نمو الناتج المحلي الإجمالي في اليمن باستخدام نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Model خلال الفترة (1990–2023).

يعتبر النموذج المستخدم في هذه الدراسة (ARDL) من الأساليب المتطورة المستخدمة في تقدير نماذج القياس الاقتصادي المتعلقة بالسلاسل الزمنية، ويمكن من خلال هذا النموذج قياس التكامل المشترك بين السلاسل الزمنية غير المتكاملة من نفس الدرجة ولكن ليس من الدرجة الثانية، بحيث يكون التكامل في هذا النموذج أو مستوى التكامل I(0) أو I(1)، ويتم اختبار التكامل المشترك في هذا النموذج عن طريق اختبار الحدود (Bount Test) الذي قام بتطويره (Pesaran et al., 2001)؛ حيث تم فيه الدمج بين نماذج الانحدار الذاتي (Autoregressive Model, AR) ونماذج فترات الإبطاء الموزعة(Distributed Lag Model)، وتكون السلسلة الزمنية في هذه المنهجية دالة في إبطاء قيمتها وقيم المتغيرات التفسيرية الحالية وإبطاؤها يكون بفترة واحدة أو أكثر.

ويكون تقدير المعلمات قصيرة الأجل (نموذج تصحيح الخطأ) وطويلة الأجل وفق الصيغة التالية:

$$\Delta(Y_t) = c + \lambda Y_{t-1} + \beta X_{t-1} + \sum_{i=1}^{n} a_1 \Delta(Y_{t-i}) + \sum_{i=0}^{m} a_2 \Delta(X_{t-i}) + \mu_t \dots (1)$$

1 قاعدة بيانات البنك الدولي، https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD?locations=YE تاريخ التصفح 19/يوليو/2024.

حيث إن:

Δ : الفرق الاول

c : الحد الثابت

m,n : الحدود العليا لفترات التخلف الزمني للمتغيرات المستقلة والمتغير التابع

λ : معلمة تصحيح الخطأ وهي النسبة المئوية من اخطأ الاجل القصير التي يمكن تصحيحها في وحدة الزمن من أجل العودة الى الوضع التوازني طويل الاجل

β : معلمات النموذج طويل الاجل

a1....a2 : معلمات الأجل الطويل

i: الزمن

μ_t : حد الخطأ العشوائي

7.1. المتغيرات المستخدمة ومصادر البيانات

الجدول (1) يوصف المتغيرات المستخدمة في النموذج، وقد تم اختيار انبعاث ثاني اكسيد الكربون، استخدام طاقة الوقود الأحفوري كمتغيرات مستقلة معبرة عن تغير المناخ، بينما تم اختيار تراكم رأس المال كمتغير مستقل تحكمي للحصول على تقدير أدق واقوى. أما الناتج المحلي الاجمالي بالأسعار الثابتة للدولار الامريكي 2010 يمثل المتغير التابع، وكما هو موضح في الجدول ادناه.

جدول (1) المتغيرات المستخدمة في النموذج ومصادر البيانات

المتغير		الرمز	مصادر البيانات
المتغير التابع Dependent Variable	الناتج المحلي الاجمالي بالأسعار الثابتة للدولار الأمريكي 2010 (مليار دولار) GDP at constant prices (Billion US$) US$ 2010	GDP	World Bank (WDI)
المتغيرات المستقلة Independent Variables	إجمالي انبعاثات ثاني اكسيد الكربون (كيلو طن) CO2 Total Emissions (kt)	CO2	World Bank (WDI)
	استهلاك طاقة الوقود الأحفوري (% من الإجمالي) Fossil fuel energy consumption (% of total)	EG	U.S. Energy Information Administration (EIA)
	إجمالي تكوين رأس المال الثابت (مليار دولار) Gross fixed capital formatio (Billion US$)	FC	World Bank (WDI)

المصدر: من إعداد الباحثين بناء على المتغيرات المختارة

7.2. اختبار جذر الوحدة (Unit root test)

يتطلب إجراء اختبار التكامل المشترك وفق منهجية (ARDL) أن تكون السلاسل الزمنية المستخدمة مستقرة عند المستوى (Level) ، أو مستقرة عند الفرق الأول (First – difference) ، وللتأكد من ذلك تم اختبار خلو السلاسل الزمنية من جذر الوحدة باستخدام اختباري جذر الوحدة الموسعين (ADF) Augmented Dickey-Fuller، Phillips- Perron (PP) وفي ضوء نتائج الواردة في الجدول (2) يتبين أن جميع المتغيرات غير مستقرة عند المستوى، أي تحتوي على جذر الوحدة، في المقابل فأن جميع المتغيرات ساكنة عند الفرق الأول، أي متكاملة من الرتبة I(1)، وبالتالي من الممكن استخدام منهجية ARDL.

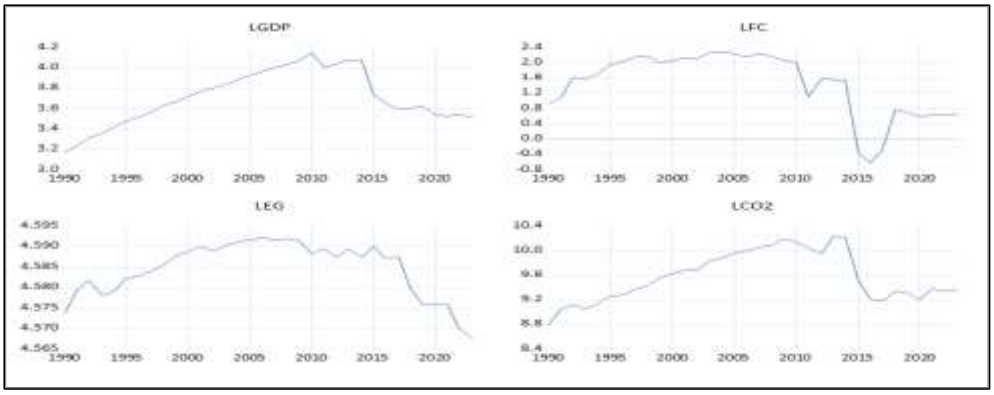
جدول (2) نتائج اختبار جذر الوحدة

Variables	ADF		PP		Decision
	Level	1st Diff.	Level	1st Diff.	
LGDP	-0.8816	-4.8402***	-0.8920	-4.7852***	I(1)
LCO2	-1.5102	-5.0434***	-1.5099	-5.4586***	I(1)
LEG	-0.4546	-7.1051***	1.4379	-8.5540***	I(1)
LFC	-2.5130	-5.1645***	-2.7204	-6.5150***	I(1)
Note: (*)Significant at the 10%; (**)Significant at the 5%; (***) Significant at the 1%.					

المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews 13

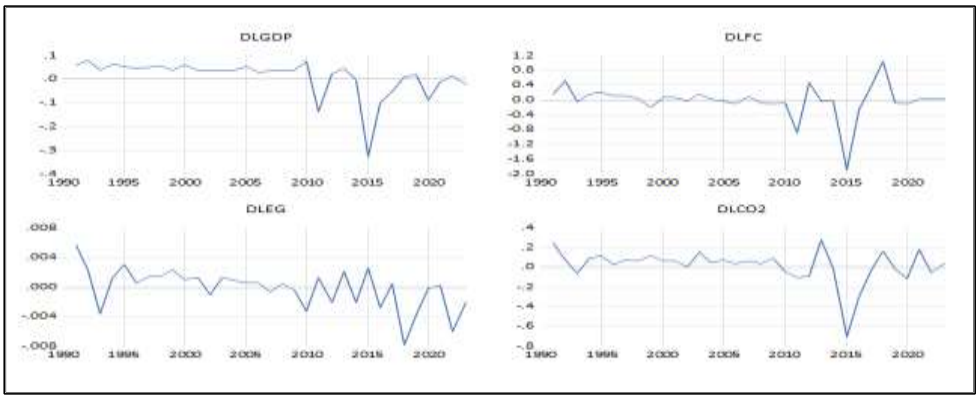
والرسوم البيانية التالية تبين نتائج اختبار جذر الوحدة عند المستوى وعند أخذ الفرق الأول لجميع متغيرات البحث.

شكل (3) اختبار استقرار السلاسل الزمنية في المستوى



المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews 13

شكل (4) استقرار السلاسل الزمنية في الفرق الأول



المصدر: من إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews 13

يتضح من خلال الرسوم البيانية السابقة عدم استقرار السلاسل الزمنية عند المستوى، واستقرارها عند الفرق الأول. وبالتالي من الممكن تقدير النموذج باستخدام منهجية (ARDL)

7.3. تقدير نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع ARDL

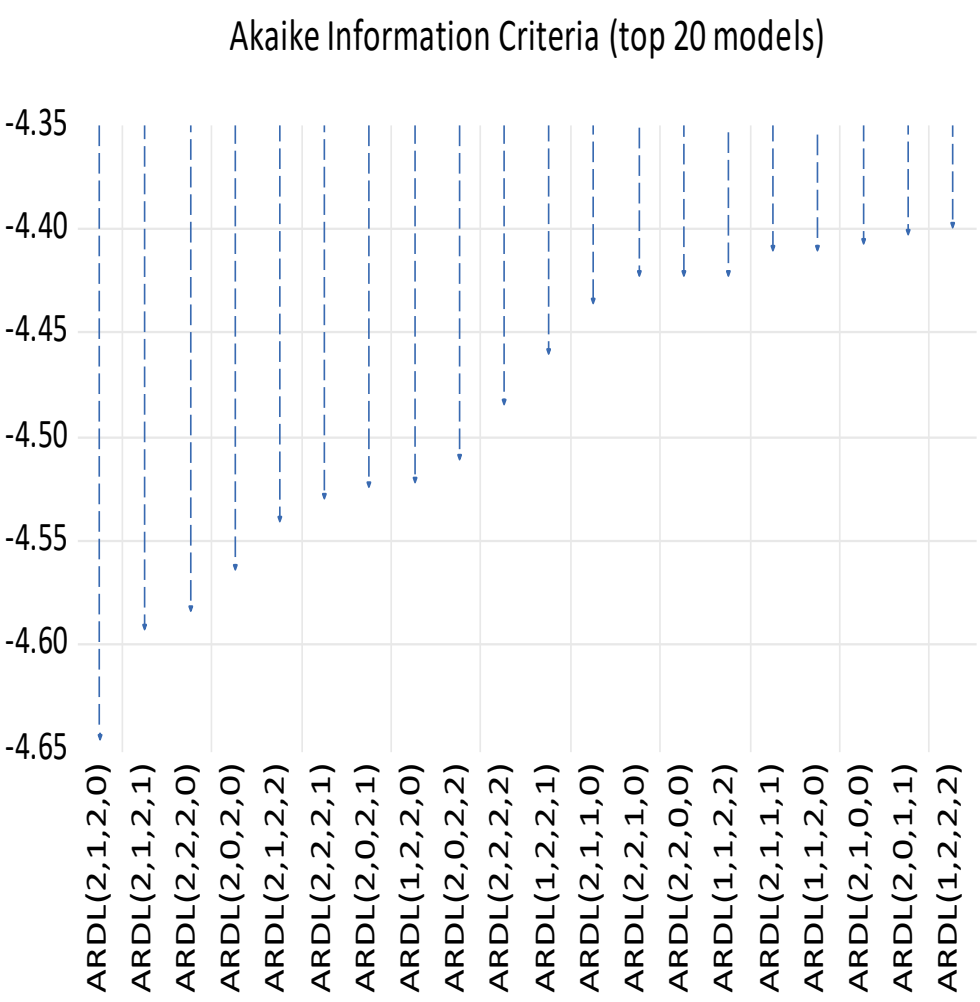
بهدف تقدير المعاملات قمنا بتقدير نموذج ARDL كما في الصيغة (2)، وقد تم تحويل البيانات الأصلية إلى الشكل اللوغاريتمي؛ بسبب اختلاف وحدات قياس المتغيرات المختارة، و بهدف أن تكون أكثر اتساقاً ومتوافقة مع النظرية الاقتصادية والاحصائية، بالإضافة إلى خلوها من المشاكل القياسية.

$$LogGDP = B0 + B1LogFC + B2LogEG + B3LogCO2 \dots (2)$$

$$\Delta LGDP = c + \lambda LGDP_{t-1} + \beta_1 LFC_{t-1} + \beta_2 LEG_{t-1} + \beta_3 LCO2_{t-1} + \sum_{i=1}^{n} a_1 \Delta LGDP_{t-i} + \sum_{i=0}^{m} a_2 \Delta LFC_{t-i} + \sum_{i=0}^{m} a_3 \Delta LEG_{t-i} + \sum_{i=0}^{m} a_4 \Delta LCO2_{t-i} + \mu_t \dots (3)$$

تم تقدير النموذج بفترات إبطاء (2,1,2,0) للمتغيرات LGDP LFC LEG LCO2 على التوالي، بالاعتماد على معيار Akaike (AIC)، والشكل التالي يبين فترة الإبطاء المثلى بناء على معيار (AIC).

شكل (5) نتائج تحديد فترة الإبطاء المثلى للنموذج



المصدر: إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews 13

7.3.1 اختبار التكامل المشترك: اختبار الحدود Bounds Test

يوضح الجدول رقم (3) أن قيمة F-statistic تساوي (22.3781) وهي أعلى من القيم الحرجة للحدود الدنيا والعليا عند 1%، 5%، 10% وبفترتي ابطاء، وهو ما يعني رفض فرض العدم القائل بعدم وجود تكامل مشترك بين المتغيرات وقبول الفرض البديل القائل بوجود تكامل مشترك بين المتغيرات محل الدراسة (Pesaran et al., 2001b)، كما أن قيمة t-statistic تساوي (5.18265-) وهي أعلى من القيم الحرجة للحدود الدنيا والعليا اعند 1%، 5%، 10% وبفترتي ابطاء، مام يدل على أن العلاقة متطورة عبر الزمن، ومن خلال نتائج اختبار Bounds Test التأكيد على الفرضية التي تم تعيينها لهذه الدراسة والتي ذهبت الى انه توجد

علاقة توازنية طويلة الأجل بين المتغيرات المستقلة المعبرة عن تغير المناخ، والناتج المحلي الإجمالي في اليمن خلال فترة الدراسة.

جدول (3) نتائج اختبار الحدود Bounds Test

Bounds Test						
Null hypothesis: No levels relationship						
Test Statistic			Value			
F-statistic			22.3781			
t-statistic			-5.1826			
Bounds Critical Value						
	10%		5%		1%	
Sample Size	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
F-Statistic						
30	3.008	4.15	3.71	5.018	5.333	7.063
35	2.958	4.1	3.615	4.913	5.198	6.845
Asymptotic	2.72	3.77	3.23	4.35	4.29	5.61
t-Statistic						
Asymptotic	-2.57	-3.46	-2.86	-3.78	-3.43	-4.37
* **I(0) and I(1) are respectively the stationary and non-stationary bounds**.						

المصدر: إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews 13

7.3.2 تقدير العلاقة طويلة الأجل

الجدول (4) ادناه يوضح معادلة الأجل الطويل حيث تشير إلى أثر المتغيرات المستقلة المتمثلة بتراكم رأس المال (LFC)، واستخدام طاقة الوقود الاحفوري (LEG)، انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون (LCO2)، على الناتج المحلي الإجمالي (LGDP)، ويتبين من الجدول أن المتغيرات التفسيرية كانت معنوية عند0.05.

جدول (4) نتائج تقدير العلاقة طويل الأجل

Cointegrating Specification				
Deterministics: Unrest. constant (Case 3)				
CE = LGDP(-1) - (0.074597*LFC (-1) + 5.945161*LEG (-1) + 0.529247*LCO2				
Cointegrating Coefficients				
Variable *	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LFC(-1)	0.074597	0.035748	2.086727	0.0458
LEG(-1)	5.945161	2.383219	2.494593	0.0186
LCO2	0.529247	0.034472	15.35303	0.000
Note: * Coefficients derived from the CEC regression.				

المصدر: إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews 13

ومن خلال نتائج الجدول رقم (4) يمكن التوصل الى النتائج التالية:

- هناك علاقة موجبة ومعنوية بين تراكم رأس المال الثابت كمتغير تفسيري والناتج المحلي الاجمالي في اليمن، وهو ما يتوافق مع النظرية الاقتصادية، وعلى الرغم من تلك العلاقة الموجبة إلا أن التأثير كان ضعيف، وهذا يدل ان تراكم رأس المال لم يكن في نشاطات تزيد من قيمة الناتج المحلي الاجمالي.
- هناك علاقة موجبة ومعنوية بين استخدام طاقة الوقود الاحفوري كمتغير تفسيري والناتج الاجمالي، وكان تأثيرها كبير، ويعود ذلك إلى الاستخدام الكبير لطاقة الوقود الاحفوري في مختلف انشطة وقطاعات الاقتصاد حيث وصل استخدام طاقة الوقود الاحفوري قرابة 98% من اجمالي الطاقة المستخدمة.
- هناك علاقة موجبة ومعنوية بين انبعاث ثاني اكسيد الكربون والناتج المحلي الاجمالي في اليمن، وهذا يفسر ان هناك قسم كبير من القطاعات المولدة للناتج المحلي تعتمد بشكل كبير على أنشطة تتسبب في زيادة انبعاث ثاني اكسيد الكربون بالإضافة إلى النقل والطاقة المستخدمة في المنازل، وأن أنشطة اخرى كالزراعة مثلا مساهمتها ضعيفة جدا في الناتج المحلي الاجمالي.

7.3.3 نموذج تصحيح الخطأ Error Correction: بتقدير نموذج تصحيح الخطأ أمكن الحصول على النتائج المبينة في الجدول التالي:

جدول (5) نتائج تقدير نموذج تصحيح الخطأ في إطار نموذج ARDL

Dependent Variable: D(LGDP) Automatic-lag linear regressors (2 max. lags): LFC LEG LCO2 Model selection method: Akaike info criterion (AIC) Selected model: ARDL (2,1,2,0)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
COINTEQ*	-0.507755	0.050477	-10.0592	0.000
D(LGDP(-1))	-0.245332	0.07681	-3.19402	0.0037
D(LFC)	0.06812	0.011085	6.145035	0.000
D(LEG)	-3.241967	1.721442	-1.88329	0.0709
D(LEG(-1))	-5.464935	1.667136	-3.27804	0.003
C	-14.57763	1.449978	-10.0537	0.000

المصدر: إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews 13

يتضح من الجدول (5) أن قيمة معامل تصحيح الخطأ سالبة بلغت قيمتها (0.507755-) ومعنوية عند 5%، مما يدل أن هناك علاقة تكامل مشترك بين متغيرات الدراسة (Alogoskoufis et al., 1991)، ايضا يتضح أنه من الممكن تصحيح هذه العلاقة في الاجل القصير وأن الانحرافات عن التوازن في فترة ما- وهنا سنة ما- يتم تعديلها في العام التالي له بنسبة 50.77 % ومن ثم يمكن القول أنها تتلاشى تقريباً خلال عامين لاحقين للعام الذي تمت فيه.

7.4 الكشف عن المشكلات القياسية في النموذج والتأكد من صلاحيته

7.4.1 اختبارات الارتباط التسلسلي للبواقي

تبين النتائج الواردة في الجدول (6) خلو النموذج المقدر من الارتباط التسلسلي للبواقي وذلك باستخدام Breusch- Godfrey Serial Correlation LM Test حيث كانت قيمة F المحسوبة (1.29) بقيمة احتمالية (0.2936) جاءت أكبر من مستوى معنوية (0.05)، ومن ثم يتم رفض فرضية وجود ارتباط تسلسلي في سلسلة البواقي(Breusch & Godfrey, 1986)، كما كانت القيم المحسوبة لمضاعف لاجرنج (LM) اقل من القيمة الحرجة البالغة 2.

جدول (6) نتائج اختبارات الارتباط التسلسلي للبواقي

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags			
F-statistic	1.299738	Prob. F(2,21)	0.2936
Obs*R-squared	3.524793	Prob. Chi-Square(2)	0.1716

المصدر: إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews 13

7.4.2 اختبار ثبات التباين

تم استخدام نموذج Breusch-Godfrey للكشف عن مشكلة عدم تجانس التباين، واوضحت النتائج ان نموذج ARDL (2,1,2,0) خال من مشكلة عدم تجانس التباين؛ حيث كانت القيمة المحسوبة لإحصائية F (1.158) وباحتمالية بلغت (0.3646) وهي أكبر من القيمة المعنوية (0.05)، كما يبين الجدول رقم(7).

جدول (7) نتائج اختبار ثبات التباين

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
Null hypothesis: Homoskedasticity			
F-statistic	1.158431	Prob. F(8,23)	0.3646
Obs*R-squared	9.190632	Prob. Chi-Square(8)	0.3265
Scaled explained SS	8.455159	Prob. Chi-Square(8)	0.3903

المصدر: إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews 13

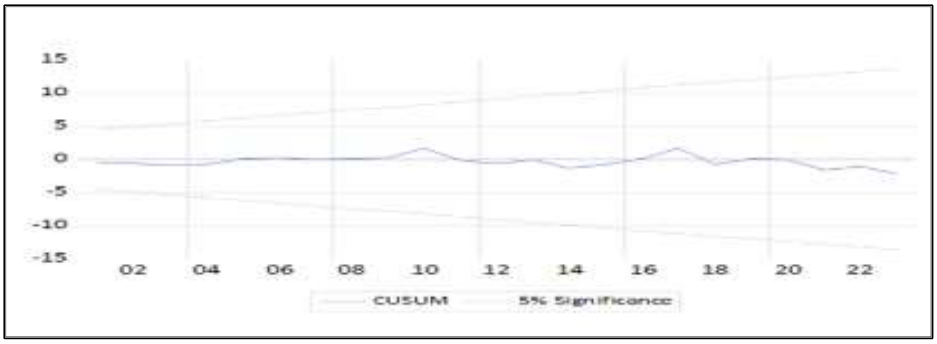
7.4.3 اختبار الاستقرارية (stability) للنموذج المقدر

لاختبار السكون الهيكلي للنموذج المقدر، ومعلمات العلاقة الطويلة والقصيرة الأجل خلال فترة الدراسة والمستعملة في تقدير نموذج (ARDL) سيتم اجراء الاختبارين التاليين.

- اختبار المجموع التراكمي للبواقي The Cumulative Sum of the recursive residuals (CUSUM)

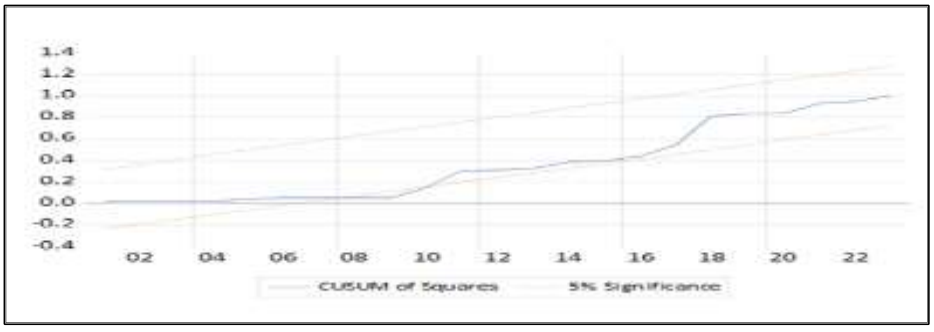
- اختبـار المجموع التراكمي لمربعـات البواقي The Cumulative Sum of the recursive residuals Squared (Susumsq)
- نستخدم الاختبارين للتأكد من خلو البيانات المستخدمة في هذا البحث من وجود أي تغيرات هيكلية فيها، خاصة معلمات العلاقة طويلة الأجل والقصيرة الأجل خلال المدة المستخدمة في تقدير نموذج (ARDL). ويتم التأكد من الاستقرار الهيكلي للمعلمات المقدرة بصيغة تصحيح الخطأ لنموذج (ARDL) عندما يكون الرسم البياني لكلا من الاختبارين واقعا داخل الحدود الحرجة عند مستوى معنوية 5% ويتغايران حول القيمة (صفر)، وبهذا يتم التأكيد على استقرارية المعلمات الطويلة والقصيرة الأجل للنموذج، بمعنى انه لا يوجد لدينا أكثر من معادلة، وأن المتغيرات مستقرة عبر الزمن، كما أن نموذج (2,1,2,0) يمثل النموذج الأمثل لوجود الانسجام بين نتائج تصحيح الخطأ في الاجلين القصير والطويل، كما يوضح الشكل البياني التالي

شكل (6) المجموع التراكمي للبواقي (CUSUM)



المصدر: إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews 13

شكل (7) بواقي النموذج المقدرة والفعلية



المصدر: إعداد الباحثين بناء على مخرجات برنامج EViews 13

ويشير الشكل (7) إلى تطابق بواقي النموذج المقدرة والفعلية، وهو ما يعكس دقة وجودة النموذج المقدر وفق منهجية (ARDL).

8. النتائج

- توجد علاقة طردية ومعنوية عند مستوى 1% بين انبعاث ثاني اكسيد الكربون (كيلو طن) والناتج المحلي الإجمالي في اليمن (بالمليار دولار) خلال فترة الدراسة، حيث تؤدي الزيادة في انبعاث الكربون بنسبة 1% إلى زيادة الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 0.529 %.
- توجد علاقة طردية ومعنوية عند مستوى 5% بين استخدام طاقة الوقود الأحفوري (% من الإجمالي)، حيث تؤدي الزيادة في استخدام طاقة الوقود الأحفوري بنسبة 1% إلى زيادة الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 5.94 %.
- توجد علاقة طردية بين الناتج المجلي الإجمالي وتراكم رأس المال (% من الناتج المحلي الإجمالي) وتم إدخال هذا المتغير باعتباره متغير تحكمي للحصول على نتائج أكثر دقة كما ذكرنا من قبل، حيث تؤدي الزيادة في تراكم رأس المال بنسبة 1% إلى زيادة الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 0.07%.
- وهذا يتطابق مع بعض الدراسات السابقة التي وردت في هذا البحث، مثل دراسة (مصطفى، م. 2024) حول التغيرات المناخية وأثرها على الاقتصاد في مصر، وهو يؤكد أن الاقتصاديات النامية تعتمد بشكل كبير على أنشطة اقتصادية ينتج عنها انبعاث الكربون بشكل كبير وقد لا تكون لها مساهمة كبيرة في الناتج المجلي الاجمالي، ويتنافق مع ما ورد في دراسة (Hsiang et al., 2017) حول تغير المناخ وأثره في الولايات المتحدة الأمريكية، والتي أشارت نتائجها إلى أن ارتفاع درجة حرارة الأرض بمقدار درجة مئوية واحدة بالمتوسط قد يكلف الولايات المتحدة بالفعل 1.2% من الناتج المحلي الإجمالي.
- وأخيرا من خلال العرض النظري السابق عن التغيرات المناخية في اليمن أتضح انها تعاني من مشكلة مناخية كبيرة مع غياب تام لدور الدولة ومؤسساتها المعنية بإخاذ التدابير والاجراءات اللازمة للحد من التغيرات المناخية وما يتبعها من كوارث طبيعية وعلى رأسها الأمطار والسيول والفيضانات التي عانت منها اليمن بشكل كبير في خلال الفترات الماضية، ونتج عنها خسائر في الأرواح والممتلكات وأضرار فادحة في البنى التحتية والبيئة والمساحات الزراعية.

9. التوصيات

- التوجه نحو التنوع الاقتصادي، والتحول نحو الاقتصاد الأخضر، والذي سيقلل بشكل كبير من الاعتماد على الأنشطة الاقتصادية البدائية التي تساهم بشكل كبير في انبعاث الكربون دونما مساهمة كبيرة في الناتج المحلي الإجمالي.
- الاستثمار في مجال الطاقة البديلة او النظيفة، وتقليل الاعتماد بشكل كبير على الوقود الأحفوري، وهذا سوف يكون له أثر ايجابي من جانبين، الجانب الأول: المحافظة على البيئة والصحة، الجانب الثاني: سوف يتم الاستفادة من طاقة الوقود الأحفوري في مجالات وأنشطة غير تقليدية، صناعية مثلاً. أيضاً، توجيه الوقود الأحفوري للتصدير بدلاً من استخدامه في تلك الأنشطة التقليدية.

- إنشاء مراكز حكومية لمتابعة التغيرات المناخية ورصد تطوراتها، وتكوين الفرق المتخصصة لمواجهة آثارها الطارئة مثل السيول والفيضانات.
- القيام بمزيد من الدراســـة والتحليل عن أثر التغيرات المناخية على العيديد من الجوانب، حيث أقتصـــر هذا البحث على جانب واحد وهو أثر التغيرات المناخية على الناتج المجلي الإجمالي في اليمن. وأخيرًا، العمل على جعل التغيرات المناخية وآثارها موضوعًا رئيسيًا في العديد من الندوات والنقاشات السياسية والاجتماعية.

قائمة المراجع:

مصـــطفى، م. (2024). التغيرات المناخية وآثارها على النمو الاقتصـــادي في مصـــر خلال الفترة (1990-2021. *مجلة البحوث الإدارية، 42*(1).

هشلة، أمين. (2023). أثر التغيرات المناخية في ساحل مدينة المكلا محافظة حضرموت باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعدت .مجلة جامعة شبوة للعلوم الإنسانية والتطبيقية، 87–60.

Alogoskoufis, G., Surveys, R. S.-J. of E., & 1991, undefined. (1991). On error correction models: specification, interpretation, estimation. Wiley Online LibraryG Alogoskoufis, R SmithJournal of Economic Surveys, 1991•Wiley Online Library, 5(1), 97–128. https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.1991.tb00128.x

Breusch, T. S., & Godfrey, L. G. (1986). Data transformation tests. The Economic Journal, 96(Supplement), 47–58.

Dai Xingang, S. K., & CHOU, J. (1997). ASTRONOMICAL THEORY OF PALEOCLIMATE AND ITS PROGRESS: FROM MILUTIN MILANKOVITCH TO ANDRE BERGER. Advances in Earth Science, 12(5), 488.

Easterbrook, D. J. (2016). Cause of global climate changes: Correlation of global temperature, sunspots, solar irradiance, cosmic rays, and radiocarbon and berylium production rates. In Evidence-Based Climate Science (pp. 245–262). Elsevier.

Gebreegziabher, Z., Stage, J., Mekonnen, A., & Alemu, A. (2016). Climate change and the Ethiopian economy: a CGE analysis. Environment and Development Economics, 21(2), 205–225.

Haines, A., & Patz, J. A. (2004). Health effects of climate change. Jama, 291(1), 99–103.

Hardy, J. T. (2003). Climate change: causes, effects, and solutions. John Wiley & Sons.

Hartter, J., Hamilton, L. C., Boag, A. E., Stevens, F. R., Ducey, M. J., Christoffersen, N. D., Oester, P. T., & Palace, M. W. (2018). Does it matter if people think climate change is human caused? Climate Services, 10, 53–62.

Hsiang, S., Kopp, R., Jina, A., Rising, J., Delgado, M., Mohan, S., Rasmussen, D. J., Muir-Wood, R., Wilson, P., & Oppenheimer, M. (2017). Estimating economic damage from climate change in the United States. Science, 356(6345), 1362–1369.

LeGrande, A. N., & Anchukaitis, K. J. (2015). Volcanic eruptions and climate. Past Global Changes Magazine: Volcanoes and Climate, 23, 46–47.

Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., & Gomis, M. I. (2021). Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2(1), 2391.

McGuigan, C., Reynolds, R., Economics, D. W.-L. S. of, & 2002, undefined. (2002). Poverty and climate change: Assessing impacts in developing countries and the initiatives of the international community. Odi.OrgC McGuigan, R Reynolds, D WiedmerLondon School of Economics Consultancy Project for the Overseas Development, 2002•odi.Org. https://odi.org/documents/2557/3449.pdf

Ogbuabor, J., Energy, E. E.-I. J. of, & 2017, undefined. (2017). The impact of climate change on the Nigerian economy. Dergipark.Org.TrJE Ogbuabor, EI EgwuchukwuInternational Journal of Energy Economics and Policy, 2017•dergipark.Org.Tr, 7(2), 217–223. https://dergipark.org.tr/en/pub/ijeeep/issue/31921/351198

Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., Church, J. A., Clarke, L., Dahe, Q., & Dasgupta, P. (2014). In R. Pachauri & L. Meyer. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 8–9.

Pesaran, M., Shin, Y., applied, R. S.-J. of, & 2001, undefined. (2001a). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. Wiley Online LibraryMH Pesaran, Y Shin, RJ SmithJournal of Applied

Econometrics, 2001•Wiley Online Library, 16(3), 289–326. https://doi.org/10.1002/jae.616

Pesaran, M., Shin, Y., applied, R. S.-J. of, & 2001, undefined. (2001b). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. Wiley Online LibraryMH Pesaran, Y Shin, RJ SmithJournal of Applied Econometrics, 2001•Wiley Online Library, 16(3), 289–326. https://doi.org/10.1002/jae.616

Siu-Tapia, A., Lagg, A., van Noort, M., Rempel, M., & Solanki, S. K. (2019). Superstrong photospheric magnetic fields in sunspot penumbrae. Astronomy & Astrophysics, 631, A99.

Thadewald, T., & Büning, H. (2007). Jarque-Bera test and its competitors for testing normality - A power comparison. Journal of Applied Statistics, 34(1), 87–105. https://doi.org/10.1080/02664760600994539

Thurlow, J., Zhu, T., Diao, X., Droppelmann, K., Eliste, P., Fynn, J., Mwanakasale, A., Sheppard, P., Sichembe, H., Sikuleka, G., Stephens, T., & Weber, M. (2008). The impact of climate variability and change on economic growth and poverty in Zambia. 2009. https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=51e3552a15b0628369b99ad2fb8a4f0646de254a

Tol, R. S. J. (2009). The economic effects of climate change. Journal of Economic Perspectives, 23(2), 29–51.

UNDP. (2023). The Impact of Climate Change on Human Development in Yemen.

University of Notre Dame. (2023). Home › Our Work › Country Index › Rankings. University of Notre Dame. https://gain.nd.edu/our-work/country-index/rankings/

WB CCKP. (2023). CLIMATE RISK COUNTRY PROFILE-YEMEN. https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/country-profiles/16696-WB_Yemen%20Country%20Profile-WEB.pdf

Winkler, B., Cook, J., Lubitz, T., & Rice, K. (2021). Skeptical science. World Scientific Encyclopedia Of Climate Change: Case Studies Of Climate Risk, Action, And Opportunity (In 3 Volumes), 301–314. https://doi.org/10.1142/9789811213946_0036

Yalew, A. W., Hirte, G., Lotze-Campen, H., & Tscharaktschiew, S. (2018). Climate change, agriculture, and economic development in Ethiopia. Sustainability, 10(10), 3464.

Zhai, F., Lin, T., & Byambadorj, E. (2009). A general equilibrium analysis of the impact of climate change on agriculture in the people's Republic of China. Asian Development Review, 26(1), 206–225. https://doi.org/10.1142/S0116110509500073