

استهلاك الوقود الأحفوري، وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، والنمو الاقتصادي في ليبيا (تحليل السببية وتعدد المتغيرات)

أ. حسين فرج الحويج/ كلية الاقتصاد والتجارة/ جامعة المرقب

المستخلص:

هدف هذا البحث لاختبار العلاقة السببية طويلة المدى بين استهلاك الوقود الأحفوري، وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي في ليبيا، وذلك باستخدام اختبار السببية لجرانجر Granger causality test من خلال منهجية Toda & Yamamoto (1995)، المعتمدة على نموذج متجه الانحدار الذاتي المطور Augmented VAR model.

توصل البحث إلى وجود علاقة سببية طويلة المدى تتجه من استهلاك الوقود الأحفوري إلى النمو الاقتصادي، وعلاقة سببية أخرى طويلة المدى تتجه من النمو الاقتصادي إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وقد توصل أيضاً إلى أن استهلاك الوقود الأحفوري والنمو الاقتصادي يرتبطان بعلاقة سببية تتجه منهما مجتمعين إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، ويرتبط استهلاك الوقود الأحفوري وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بعلاقة سببية تتجه منهما مجتمعين إلى النمو الاقتصادي، وقد أوصى البحث بالتركيز على تنوع مصادر النمو الاقتصادي في ليبيا والتركيز على المصادر المستدامة، الصديقة للبيئة، التي تحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون المسؤول الأول عن ظاهرة الاحتباس الحراري في البلاد.

الكلمات الدالة: الوقود الأحفوري، ثاني أكسيد الكربون، علاقة سببية، متجه الإنحدار الذاتي، النمو الاقتصادي.

Fossil Fuel Consumption, Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth in Libya

Multivariate causality analysis

Hussen Faraj Alhwij

Department of Economics/ Faculty of Economics and Commerce/ Elmergib University

Hussen.Alhwij@elmergib.edu.ly

Abstract

The main aim of this study was to investigate the long run causality relationship among three variables, namely, Fossil Fuel Consumption, Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth in Libya. In order to achieve the study objective, the Toda & Yamamoto (1995) approach to Granger causality has been adopted.

The findings of the study have supported the existence of a unidirectional causal relationship from Fossil Fuel consumption to GDP. In addition, a unidirectional causal relationship from GDP to CO2 emissions has been found. Furthermore, the study results have indicated that fossil fuel consumption and GDP jointly cause CO2 emissions. An other unidirectional causal relationship from CO2 and Fossil Fuel consumption jointly to GDP has been captured.

The study recommendations have concentrated around the issue of energy sources diversification, with focus on renewable once.

Key Words: Fossil Fuel, CO2, causality, Toda & Yamamoto, GDP

1. المقدمة Introduction

منذ عقدين من الزمان تقريباً صارت ظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming، والتغير المناخي Climate Change من القضايا الأكثر إلحاحاً وتعقيداً ضمن أجندات الكثير من الحكومات في مختلف دول العالم المتقدم والنامي على حدٍ سواء [Ozturk & Acaravci (2010) ؛ Kahouli (2018)]، ويعود ذلك للتداعيات الخطيرة التي تترتب على بقاء وتزايد هذه الظاهرة، وذلك على مستويات الصحة العامة للبشرية (Leaf, 1989)، إضافة إلى الآثار البيئية التي يتلخص أهمها في فقدان مساحات من اليابسة نتيجة لارتفاع مستويات سطح البحر، وانقراض بعض الأنواع الحية من الغابات، ونقص المياه، وتدني المحاصيل الزراعية نتيجة الجفاف (Harris et. al, 2017).

ترتبط ظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming ارتباطاً وثيقاً بانبعاثات الغازات الدفيئة GHG Greenhouse Gases، الناجمة عن الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية (Zhang & Cheng, 2009)، ويعد غاز ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide اللاعب الرئيس في هذا المضمار، وإليه تنسب معظم هذه التغيرات، ويشير Zhang & Cheng (2009) إلى أنه كلما زادت انبعاثات هذا الغاز كلما ساهم ذلك في تزايد الآثار الناجمة عن هذه الظاهرة.

لقد شهدت الفترة 1962-2016 على المستوى العالمي تزايداً كبيراً في نسب تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ في الجو، حيث تجاوزت هذه النسب ما مقداره 400 جزء من المليون PPM (Harris et. al, 2017)، الأمر الذي يدق ناقوساً للخطر يتعلق بحياة البشرية كلها، ونظراً لذلك كله فقد بُذلت الكثير من الجهود من قبل العديد من الدول على المستوى العالمي لمحاولة الحد من هذه الظاهرة، ونتج عن ذلك توقيع بروتوكول كيوتو Kyoto Protocol الذي أكدته بموجبه تلك الدول عزمها على تخفيض درجة انبعاثات هذا الغاز (Soytas et. al, 2007).

نظراً لخطورة هذه الظاهرة فقد كانت محل نظر ودراسة واهتمام كبير من قبل العلماء والباحثين في مختلف التخصصات، وقد أفرزت الدراسات المتخصصة في الاقتصاد البيئي Ecological Economics رابطاً بين التدهور البيئي environmental degradation والنمو الاقتصادي Economic Growth عن طريق الفرضية المعروفة بمنحنى كوزنتس البيئي Environmental Kuznets Curve EKC، التي تنص على أن عملية الإضرار بالبيئة تشتد بازدياد معدلات النمو الاقتصادي، إلا أنها تنحسر عند مرحلة معينة من مراحل النمو (Soytas et. al, 2007)، وقد كانت هذه العلاقة محل اهتمام العديد من الدراسات التجريبية في هذا المجال [أنظر على سبيل المثال: Apergis & Payne (2009) ؛ Ghosh (2010) ؛ Mikayilov et. al (2018)]، ومن ناحية أخرى فقد رُبطت هذه العلاقة بمعدلات استهلاك الطاقة وخاصةً تلك المستتدة لأنواع الوقود الأحفوري Fossil Fuel، الذي يعد من المصادر التي تنجم عنها زيادة في انبعاثات الغازات الدفيئة household Gases التي تعد سبباً في ظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming (Mikayilov, 2018)، وبناءً على ذلك فقد توجهت الدراسات والبحوث في هذا المجال إلى اختبار العلاقة السببية بين معدلات انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂، ومعدلات استهلاك الطاقة، والنمو الاقتصادي في العديد من دول العالم.

تعاني ليبيا شأنها في ذلك شأن الكثير من دول العالم من ظاهرة الاحتباس الحراري Global warming، وقد أكد El-Tantawi (2005) على أن معدلات النمو في درجات الحرارة في ليبيا قد كانت موجبةً خلال الفترة 1946-2000،

وتعد انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون المسؤول الأول عن ذلك، ويعد استهلاك الوقود الأحفوري أكثر المصادر لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في ليبيا (El-Tantawi,2005)، وعلى هذا تتحدد المشكلة البحثية لهذا البحث في تزايد انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂، الناجم عن النمو في الصناعة النفطية، ومحطات توليد الكهرباء Power Stations من جهة، ومن تزايد استهلاك الطاقة، وخاصة تلك المستندة لأنواع الوقود الأحفوري، الذي ينعكس بالدرجة الأولى في نواتج عوادم السيارات من جهة أخرى، وما يسببه ذلك من مشكلات تتعلق بالبيئة والتنمية المستدامة في ليبيا، ولذلك فإن البحث يحاول الإجابة عن السؤال الآتي: "ما هي طبيعة العلاقة بين استهلاك الوقود الأحفوري، والنمو الاقتصادي، وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في ليبيا؟"، ويهدف هذا البحث بناءً على ذلك إلى محاولة اختبار العلاقة السببية بين استهلاك الوقود الأحفوري Fossil Fuel، وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ emissions، والنمو الاقتصادي في ليبيا.

2. الدراسات السابقة Literature Review:

لقد كانت العلاقة بين استهلاك الوقود الأحفوري وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي موضوعاً للعديد من الدراسات التجريبية Empirical studies السابقة في العديد من دول العالم، وقد انقسمت تلك الدراسات إلى فرعين رئيسيين، تمثل الأول في الدراسات القطرية Case studies، التي تناولت حالات فردية من الدول في سياق تحليل السلاسل الزمنية Time series في أغلب الأحوال، وتجسد الآخر في الدراسات التي أجريت على عينات من الدول Cross country studies أو الأقاليم، وقد تنوعت النتائج التي تم التوصل إليها في هذا الإطار بتنوع المؤشرات والطرائق المستخدمة في قياس تلك العلاقات، واعتمدت تلك الدراسات في الغالب على تحليل السببية، الذي يرمي لتحديد طبيعة واتجاه العلاقة السببية بين المتغيرات قيد الدراسة، ويمكن تناول أهم الدراسات السابقة في هذا المجال في الآتي:

2.1. الدراسات القطرية Case studies:

اعتمدت أغلب الدراسات القطرية السابقة في اختبار العلاقة السببية على مفهوم سببية جرانجر Granger causality، وذلك من خلال طريقتين رئيسيتين تمثلت الأولى في اختبارات السببية المعتمدة على نماذج تصحيح الخطأ VECM based Granger causality tests، ومن هذه الدراسات:

Ang (2007) ; Ang (2008) ; Belloumi (2009) ; Ozturk & Acaravci (2010) ; Chang (2010) ; Hu et. al (2015) ; Salahuddin et. al (2017) ; Al-mulali & Che Sab (2018).

تمثل الآخر في سببية Toda & Yamamoto (1995) من خلال نموذج متجه الانحدار الذاتي المطور Augmented VAR model، ومن هذه الدراسات:

Soytas et. al (2007) ; Zhang & Cheng (2009) ; Lotfalipour et. al (2010) ; Alam et. al (2011) ; Magazzino (2015).

انقسمت النتائج التي تم التوصل إليها في هذا الإطار إلى قسمين، تمثل الأول في وجود علاقة سببية تبادلية "في اتجاهين" Unidirectional Bidirectional causal relationship، وتمثل الآخر في وجود علاقة سببية في اتجاه واحد Unidirectional causal relationship بين المتغيرات قيد الدراسة، ومن الدراسات التي توصلت لوجود علاقة سببية في اتجاهين دراسة

(2004) Ghali & El-Sakka التي استهدفت اختبار العلاقة السببية بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة في كندا، التي توصلت إلى وجود علاقة سببية في اتجاهين بين هذين المتغيرين، ومنها أيضاً دراسة (2009) Halicioglu التي هدفت لاستكشاف العلاقة السببية الديناميكية Dynamic causal relationship بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في تركيا، باستخدام سببية Granger، التي توصلت من خلالها لوجود علاقة سببية في اتجاهين بين كل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون ومعدل النمو في الدخل الحقيقي، ومن ذلك أيضاً دراسة (2010) Chang التي أجريت في الصين بمهدف تحري العلاقة السببية Causality بين معدلات استهلاك الطاقة Energy consumption والنمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وذلك باستخدام اختبارات السببية المستندة لنموذج تصحيح الخطأ VECM based causality tests، وتوصلت هذه الدراسة إلى وجود علاقة سببية في اتجاهين بين النمو الاقتصادي وكلاً من استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

من الدراسات التي توصلت لوجود علاقة سببية في اتجاه واحد Unidirectional دراسة Zhang & Cheng (2009) في الصين، التي توصلت استناداً لمنهجية Toda & Yamamoto (1995) causality procedure إلى وجود علاقة سببية في اتجاه واحد بين معدلات استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وفي دراستين أخريين أجريتا كذلك في الصين توصل Magazzino (2015) لوجود علاقة سببية في اتجاه واحد من النمو الاقتصادي إلى استهلاك الطاقة، ومن استهلاك الطاقة إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وتوصل Hu et. al (2015) لوجود علاقة سببية في اتجاه واحد من النمو الاقتصادي إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وإلى استهلاك الطاقة الأحفورية، ومن استهلاك الطاقة الكهربائية Electricity Consumption إلى النمو الاقتصادي.

الجدير بالذكر هنا أن اتجاه العلاقة السببية Direction of causality قد اعتمد في بعض الأحيان على الفترة الزمنية محل القياس، ففي دراسة (2007) Soyta et. al التي هدفت إلى قياس أثر استهلاك الطاقة على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الولايات المتحدة الأمريكية تم التوصل إلى وجود علاقة سببية تتجه من استهلاك الطاقة إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وذلك خلال المدى الطويل، أما دراسة (2008) Ang التي هدفت لاستكشاف طبيعة العلاقة بين معدلات استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في ماليزيا فقد توصلت لوجود علاقة سببية تتجه من النمو الاقتصادي إلى استهلاك الطاقة في المديين القصير والطويل، كما وجدت دليلاً ضعيفاً على وجود علاقة سببية تتجه من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون إلى النمو الاقتصادي في المدى الطويل، وعلى خلاف ذلك فقد توصلت دراسة (2007) Ang التي هدفت لاختبار مدى وجود علاقة سببية ديناميكية بين استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي في فرنسا إلى وجود علاقة سببية تتجه من النمو الاقتصادي إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الطاقة، وذلك في المدى الطويل، وفي دراسة أخرى أجريت في تونس توصل Belloumi (2009) إلى وجود علاقة سببية تتجه من استهلاك الطاقة إلى النمو الاقتصادي في المدى القصير، وإلى أخرى تسير في اتجاهين بين هذين المتغيرين، وذلك في المدى الطويل، وتوصلت دراسة (2011) Alam et. al في الهند إلى وجود علاقة سببية في اتجاه واحد من النمو الاقتصادي إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وذلك في المدى القصير، ووجود علاقة سببية طويلة المدى بين استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وفي ذات السياق توصل Salahuddin et. al (2017) في دراسته التي هدفت لتحري العلاقة السببية بين النمو الاقتصادي، وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون،

ومعدلات استهلاك الطاقة الكهربائية، والاستثمار الأجنبي المباشر، ومؤشرات التنمية المالية في الكويت إلى وجود علاقة سببية بين هذه المتغيرات، وذلك في المدى القصير والمدى الطويل، وتوصل (Al-mulali & Che Sab 2018) أيضاً في دراستهما عن الإمارات العربية المتحدة إلى وجود علاقة سببية تتجه من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الطاقة إلى النمو الاقتصادي والتنمية المالية في المدى الطويل، أما في المدى القصير فقد توصلت الدراسة إلى وجود علاقة سببية تبادلية بين هذه المتغيرات.

من الدراسات السابقة التي تصدت لدراسة العلاقة بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الطاقة من ابتعد عن تحليل السببية واهتم بتقدير الأثر الذي يتركه النمو الاقتصادي على معدلات انبعاث هذا الغاز، ومن ذلك دراسة (Mikayilov et. al 2018) التي أجريت في أذربيجان Azerbaijan، وتوصلت باستخدام تحليل التكامل المشترك إلى أن النمو الاقتصادي يمارس أثراً إيجابياً على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

من ناحية أخرى فقد توصلت العديد من الدراسات إلى نفي العلاقة السببية بين بعض هذه المتغيرات، ومن ذلك دراسة (Ozturk & Acaravci 2010) في تركيا، التي توصلت لعدم وجود علاقة سببية بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، ودراسة (Ghosh 2010) في الهند التي توصلت لعدم وجود علاقة سببية بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وذلك في المدى الطويل.

2.2. الدراسات المقطعية Cross sectional studies:

حملت العديد من الدراسات السابقة الطابع المقطعي الذي يتركز حول دراسة عينات من الدول أو الأقاليم في بعض الأحيان، وقد اعتمد جل تلك الدراسات على النماذج القائمة على البيانات اللوحية Panel data models، وتركز اهتمامها حول اختبار علاقات التكامل المشترك بين المتغيرات قيد الدراسة، وتحليل ديناميكيات الأجل القصير من خلال نماذج تصحيح الخطأ Panel VECM، وقد توصل أغلب تلك الدراسات إلى وجود علاقات سببية متنوعة بين تلك المتغيرات، ومن ذلك دراسة (Apergis & Payne 2009) التي هدفت لاختبار العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي في ستة من دول أمريكا الوسطى Central American Countries، التي توصلت لوجود علاقة سببية تتجه من النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في المدى القصير، وعلاقة سببية تبادلية خلال المدى الطويل بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة من ناحية، وبين استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من ناحية أخرى، وقد توصل (Pao & Tsai 2010) في ذات السياق لوجود علاقة سببية تبادلية بين استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من جهة، وبين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي من جهة أخرى، وتوصل (Wang et. al 2011) في دراسته التي هدفت لتحري العلاقة السببية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون واستهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في 28 محافظة صينية، إلى وجود علاقة سببية تبادلية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي في المدى القصير، وعلاقة سببية تتجه من النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في المدى الطويل، أما (Apergis & Payne 2010) فقد توصل في دراسته التي أجريت في دول الكومنولث The Commonwealth of Independent States إلى وجود علاقة سببية في اتجاه واحد بين استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون،

ومن النمو الاقتصادي إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في المدى القصير، وإلى وجود علاقة سببية تبادلية بين استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وذلك خلال المدى الطويل، وفي دراسة أخرى لـ Acaravci & Ozturk (2010) شملت 19 دولة أوروبية تم التوصل إلى وجود علاقة سببية إيجابية في اتجاه واحد من النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في المدى الطويل في سبع دول، بينما وجدت علاقة سببية سلبية بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في دولتين من عينة الدراسة، وذلك خلال المدى الطويل.

تناولت العديد من الدراسات الحالة الخاصة بالدول النامية، ومنها دراسة (Bekhet et. al (2017) لأعضاء مجلس التعاون لدول الخليج العربي GCC، وقد توصلت هذه الدراسة إلى وجود علاقة سببية تتجه من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون إلى استهلاك الطاقة في كل من السعودية وقطر، بينما وجدت علاقة سببية تبادلية بين هذين المتغيرين في عمان والكويت، أما دراسة (Kahouli (2018) التي هدفت لتحليل العلاقة بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، والنمو الاقتصادي، واستهلاك الطاقة الكهربائية، ونشاط البحث والتطوير R&D في دول البحر المتوسط Mediterranean Countries (MCs) فقد توصلت إلى وجود علاقة بين نشاط البحث والتطوير R&D وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

لقد ركزت العديد من الدراسات السابقة في هذا المجال على تناول عينات كبيرة من الدول، ومن هذه الدراسات ما قام به (Wang et. al (2018) في دراسته التي شملت 142 دولة مختلفة من حيث مستوى الدخل، وقد خلصت هذه الدراسة إلى نتائج مختلفة، وأن العلاقة بين هذه المتغيرات تعتمد على مستوى الدخل في الدول محل الدراسة.

ركزت بعض الدراسات السابقة على دراسة الأثر الذي يتركه استهلاك الطاقة على النمو الاقتصادي، مع التفريق بين المصادر التي تستمد منها الطاقة، ومن ذلك دراسة (Ito (2017) التي شملت 42 دولة متقدمة وهدفت لاختبار العلاقة السببية بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، واستهلاك الطاقة من مصادرها المتجددة وغير المتجددة renewable and non-renewable energy، وقد خلصت هذه الدراسة إلى أن العلاقة بين استهلاك الطاقة من المصادر غير المتجددة non-renewable energy والنمو الاقتصادي يرتبطان بعلاقة سلبية، بينما يرتبط استهلاك الطاقات المتجددة والنمو الاقتصادي بعلاقة إيجابية.

من ناحية أخرى ركزت بعض الدراسات السابقة على تحري شكل العلاقة بين المتغيرات قيد الدراسة وقد توصل كلاً من (Lean & Smyth (2010) في ذلك إلى وجود علاقة غير خطية Non linear relationship بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي في خمسة من الدول الآسيوية.

2.3. الفجوة البحثية والمساهمة العلمية للبحث Knowledge gab and contributions:

يتضح مما سبق أن النتائج التي تم التوصل إليها من خلال الدراسات السابقة متباينة، وتختلف باختلاف البيئة الدراسية والمتغيرات المستخدمة وطرق القياس المطبقة في هذا الشأن، وعلى هذا فإن الموضوع بحاجة للمزيد من الأدلة التجريبية Empirical evidence في بيئات مختلفة، وتمثل الفجوة البحثية لهذا البحث في ندرة الدراسات التي أجريت في البيئة اللببية لمعالجة هذا الموضوع، وعلى هذا فإن المساهمة العلمية لهذا البحث تتمثل في إضافة دليل تجريبي جديد يعالج هذه المسألة في الاقتصاد الليبي.

3. منهجية البحث Research Methodology:

3.1.1. متغيرات البحث ومصادر البيانات Research Variables and Data Sources:

يهتم هذا البحث بتحليل اتجاهات العلاقة السببية Directions of causality بين كل من معدل استهلاك الوقود الأحفوري Fossil fuel consumption، وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ emissions، والنمو الاقتصادي Economic growth في ليبيا، وذلك عن الفترة الزمنية 1971-2012، ويمكن توصيف متغيرات البحث ومصادر البيانات كالآتي:

أ. استهلاك الوقود الأحفوري Fossil fuel consumption:

تم استخدام معدل استهلاك الطاقة لكل فرد Energy use per capita، مقوماً بالكيلو جرام مكافئ نפט kg of oil equivalent، كمؤشر على معدل استهلاك الوقود الأحفوري، وقد تم استعمال هذا المؤشر من قبل العديد من الدراسات السابقة [أنظر مثلاً: Soytaş et. al (2007)؛ Apergis & Payne (2009)؛ Alam et. al (2011)؛ World Bank (2012) et. al]، وقد تم الحصول على البيانات الخاصة بهذا المتغير من قاعدة بيانات البنك الدولي World Bank، وتم استخدام الرمز ENU لتمثيله.

ب. انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ emissions:

تم استخدام مؤشر انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide emissions، مقومة بالطن المتري لكل فرد metric ton per capita، الذي تم استخدامه في أغلب الدراسات السابقة التي تناولت هذا الموضوع [أنظر مثلاً: Halicioglu (2009)؛ Lotfalipour et. al (2010)؛ Bekhet et. al (2017)]، وقد تم الحصول على البيانات الخاصة بهذا المتغير من خلال قاعدة بيانات البنك الدولي World Bank، وتم استخدام الرمز CO₂ لتمثيله.

ج. النمو الاقتصادي Economic growth:

تم استخدام مؤشر الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي للفرد بالعملة المحلية (Real GDP Per capita (2003=100))، الذي استخدم في جل الدراسات السابقة في هذا المجال [أنظر مثلاً: Ang (2007)؛ Ang (2008)؛ Ozturk & Acaravci (2010)؛ Wang et. al (2011)؛ Ito (2017)؛ Mikayilov et. al (2018)]، وقد تم الحصول على بيانات هذا المتغير من قاعدة بيانات مركز بحوث العلوم الاقتصادية، بنغازي، ليبيا، وتم استخدام الرمز GDP لتمثيله.

3.1.2. أسلوب البحث Research Technique:

أ. اختبارات استقرار السلاسل الزمنية Time series stationary tests:

يعتمد هذا البحث على اختبارات جذر الوحدة Unit root tests كأساس لتفحص رتب تكامل السلاسل الزمنية للمتغيرات قيد الدراسة، الأمر الذي يعد مطلوباً عند استخدام منهجية Toda & Yamamoto (1995)، التي يتبناها هذا البحث كأساس لاختبار العلاقة السببية، وتستخدم اختبارات جذر الوحدة في هذا الإطار للحصول على أكبر رتبة لتكامل السلاسل الزمنية "dmax" Maximal integration order، التي تستخدم في تقدير نموذج متجه الإنحدار

الذاتي المطور Augmented VAR model الذي تقوم عليه منهجية (1995) Toda & Yamamoto للسببية [Zhang & Cheng (2009) ; Alam (2011) ; Driksaki (2017)]، وللحصول على نتائج موثوقة فسيتم استخدام ثلاثة اختبارات لجذر الوحدة أولها اختبار Augmented Dickey-Fuller (1979) ADF، وهو من الاختبارات ذوات الجذر الأحادي، ويقوم على عملية انحدار ذاتي من الرتبة الأولى First order autoregression process، ويختبر فرض العدم $H_0: \phi_1 = 1$ في مقابل الفرض البديل $H_1: |\phi_1| < 1$ ، وهو من أكثر اختبارات جذر الوحدة شيوعاً في الدراسات التجريبية (Arltová & Fedorová, 2016)، أما الاختبار الثاني فهو اختبار Phillips PP (1988) Perron &، الذي تجاوز المشكلة المتعلقة بتحديد طول فترات الإبطاء في الانحدارات الخاصة باختبارات جذر الوحدة، التي عانى منها اختبار ADF، وقد استند هذا الاختبار على نفس النموذج الخاص باختبار Augmented Dickey-Fuller (1979) ADF مع استخدام إحصاء اختبار مُعدلة بطريقة لا معلمية non-parametric modified test statistics (Arltová & Fedorová, 2016)، ويتمثل الاختبار الثالث الذي سيستخدم في هذا البحث في اختبار KPSS (1992) Kwiatkowski, Phillips, Schmidt & Shin، الذي يقوم على عكس اختبارات جذر الوحدة الأخرى على فرض العدم $H_0: \sigma_{\epsilon}^2 = 0$ القاضي باستقرار السلسلة الزمنية، مقابل الفرض البديل $H_1: \sigma_{\epsilon}^2 > 0$ ، ويعتمد في ذلك على اختبار مضاعف لاجرانج LM (Arltová & Fedorová, 2016).

قدم (Arltová & Fedorová (2016) أساساً لاختبار الاختبار المناسب لجذر الوحدة استناداً لطول السلسلة الزمنية، وقيمة معلمة الانحدار الذاتي للاختبار ϕ_1 ، وفي معظم الحالات التي شملتها عملية المحاكاة التي قام بها Arltová & Fedorová (2016) كان اختبائي ADF و PP هما الأنسب، وقد تم تدعيمهما باختبار KPSS في الحالات التي تكون فيها $\phi_1 < 0.7$ ، ومن خلال اجراء اختبار ADF بصيغته الثلاثة اتضح أن $\phi_1 < 0.7$ ، ولهذا فقد تم استخدام هذه الاختبارات الثلاثة في هذا البحث.

تنطلق الافتراضات التقليدية الخاصة باختبارات جذر الوحدة من أن تأثير السلاسل الزمنية بالصدمات Shocks التي قد تحدث على مستوى الاقتصاد يكون مؤقتاً، وأن المتغيرات الاقتصادية لا تتأثر خلال المدى الطويل بمثل هذه الصدمات (Glynn et. al, 2007)، وقد توصل Nelson & Plosser (1982) رغم ذلك إلى أن الصدمات العشوائية Random Shocks تُرتب أثراً دائماً على المتغيرات الاقتصادية الكلية، وقد أكد Perron (1989) على أن الاختبارات التقليدية لجذر الوحدة تصبح غير صالحة في حال معاناة السلاسل الزمنية من تغيرات هيكلية "صدمات" Structural Breaks (Glynn, 2007)، وذلك لأنها تصبح متحيزة تجاه إمكانية رفض فرض العدم الخاص بهذه الاختبارات (Glynn, 2007)، وتحسباً لذلك وللتأكيد على نتائج اختبارات جذر الوحدة القياسية standard unit root tests المستخدمة في هذا البحث فسيتم استخدام أحد اختبارات جذر الوحدة التي تأخذ بعين الاعتبار مدى وجود تغيرات هيكلية، ألا وهو اختبار ADF with structural break test.

ب. اختبار العلاقة السببية Testing for causality:

يتطلب اختبار جرانجر للسببية Granger causality test أن تكون المتغيرات الخاضعة للقياس مستقرة، أي أن تكون متكاملة من الدرجة صفر I(0)، ويشير He & Maekawa (2001) في هذا الصدد إلى أن سببية Granger غالباً ما

تفضي إلى نتائج زائفة، وذلك حينما يتم اختبار هذه العلاقة بين متغيرات تكون كلها أو يكون أحدها غير مستقر Non stationary، وقد طور (Toda and Yamamoto (1995) طريقة لاختبار العلاقة السببية طويلة المدى بين متغيرات غير مستقرة، وتقوم هذه الطريقة على تقدير نموذج متجه الإنحدار الذاتي المطور Augmented VAR model (Dritsaki,2017)، الذي يتم تقديره بواسطة السلاسل الزمنية عند المستوى at level، وتحت بعض القيود على مصفوفة المعلمات Parameters matrix، ومعنى آخر سيتم تقدير نموذج $(k + d_{\max})$ th order VAR، حيث تعبر k عن عدد فترات الإبطاء المثلى للنموذج Optimum Number of Lags، التي تحدد وفقاً للمعايير الإحصائية المعروفة، وتعبر d_{\max} ، عن أكبر رتبة للتكامل بين متغيرات النموذج، ويمكن وصف النموذج العام لهذه المنهجية كالآتي: (Toda & Yamamoto,1995)

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_{1i} y_{t-i} + \sum_{i=k+1}^{k+d_{\max}} \alpha_{2j} y_{t-j} + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} x_{t-i} + \sum_{i=k+1}^{k+d_{\max}} \beta_{2j} x_{t-j} + \varepsilon_{1t}$$

$$x_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \psi_{1i} x_{t-i} + \sum_{i=k+1}^{k+d_{\max}} \psi_{2j} x_{t-j} + \sum_{i=1}^k \theta_{1i} y_{t-i} + \sum_{i=k+1}^{k+d_{\max}} \theta_{2j} y_{t-j} + \varepsilon_{2t}$$

يمكن اختبار العلاقة السببية بين متغيرات النموذج بمنهجية (Toda & Yamamoto (1995) من خلال الخطوات الآتية: (Dritsaki,2017)

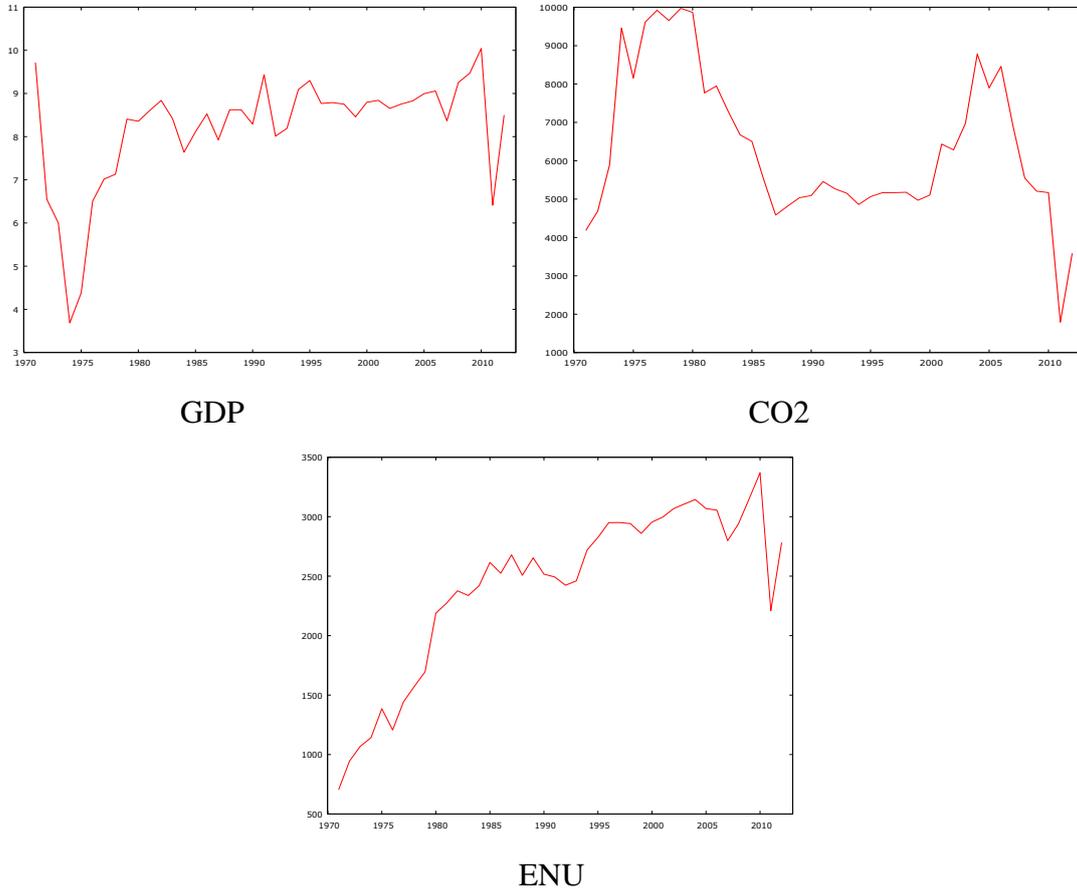
- إيجاد رتب تكامل السلاسل الزمنية Time series integration orders، وإذا كانت مختلفة نوجد قيمة d_{\max} .
- تقدير نموذج VAR مع عدم أخذ رتب التكامل التي تم إيجادها في الخطوة السابقة في الاعتبار.
- تحديد عدد فترات الإبطاء المثلى للنموذج Optimum number of lags من خلال المعايير الإحصائية المعروفة [على سبيل المثال: AIC, FPE, SC, HQ].
- تقدير نموذج $(k + d_{\max})$ th order VAR والتأكد من كفاءته القياسية.
- إذا كان لمتغيرات النموذج نفس درجة التكامل The same order of integration نقوم باختبار التكامل المشترك باستخدام منهجية Johansen، أو (Pesaran et. al (2001).
- لا نهتم كثيراً بنتيجة اختبار التكامل المشترك، ونذهب مباشرة لاختبار العلاقة السببية من خلال نموذج $(k + d_{\max})$ th order VAR وذلك من خلال اختبار Wald test المعدل "MWald" Modified Wald test، الذي يعتمد على توزيع χ^2 بدرجات حرية Degrees of freedom تساوي $(k + d_{\max})$.
- يتضمن رفض فرض عدم الخاص باختبار السببية تأكيداً على وجود علاقة سببية بين المتغيرات قيد الدراسة، ومن خلال اختبار التكامل المشترك إذا كان هناك متجه واحد على الأقل للتكامل المشترك فإن علاقة سببية في اتجاه واحد Unidirectional على الأقل تكون موجودة، أو في اتجاهين Bidirectional، والعكس غير صحيح.

4. النتائج والمناقشة Results and Discussion:

4.1. نتائج اختبار جدر الوحدة لمتغيرات البحث Unit root test results:

تجرى اختبارات جدر الوحدة التي تم تبنيها في هذا البحث "ADF,PP,KPSS" من خلال ثلاث انحدارات، يتم أولها بدون ثابت، وبدون اتجاه عام Non، ويجرى الثاني بثابت فقط intercept only، ويجرى الثالث بثابت واتجاه عام

intercept and trend، وتعتمد الدراسات التجريبية على واحد من هذه النماذج فقط، وذلك استناداً لطبيعة السلاسل الزمنية قيد الدراسة من حيث احتوائها على ثابت أو اتجاه عام من عدمه (Lee & Chien,2008)، ومن خلال الشكل التالي رقم (1) الذي يصور السلاسل الزمنية لمتغيرات البحث يتضح أنها تحوي ثابت واتجاه عام، ولذلك سوف يتم استخدام النموذج الثالث لاختبارات جذر الوحدة المحتوي على ثابت واتجاه عام.



الشكل رقم (1): السلاسل الزمنية لمتغيرات البحث

يشير الجدول التالي رقم (1) إلى نتائج اختبارات جذر الوحدة للمتغيرات قيد الدراسة، وذلك باستخدام اختبارات ADF، PP، KPSS، وتشير النتائج التي تم التحصل عليها من خلال اختبار ADF إلى أن المتغيرات الثلاثة غير مستقرة عند المستوى Non stationary at level، وذلك لأن قيمة احصاء الاختبار بالنسبة لهذه المتغيرات قد كانت أصغر من القيم الحرجة الثلاثة الموازية لمستويات المعنوية 1%، 5%، 10%، وحينما تم أخذ الفرق الأول لهذه السلاسل استقرت كلها، الأمر الذي يعني أن هذا الاختبار يشير إلى أن السلاسل الزمنية للمتغيرات قيد الدراسة مستقرة عند الفرق الأول، أي أنها متكاملة من الدرجة الأولى $I(1)$.

تشير النتائج المتحصل عليها من خلال اختبار PP إلى ذات النتائج فيما عدا المتغير CO_2 الذي كان مستقراً عند المستوى بمستوى معنوية 1%، الأمر الذي يعني إجمالاً أن نتائج هذا الاختبار إنما تشير إلى أن المتغيرين GDP، ENU مستقران عند الفرق الأول، وفي هذا تطابق مع نتائج اختبار ADF، وأن المتغير CO_2 مستقر عند المستوى، وهذه النتيجة

تعارض مع نتيجة اختبار ADF، وهنا ترجح كفة اختبار PP على اختبار ADF نظراً لنقاط القوة التي تميز هذا الاختبار.

الجدول رقم (1):

نتائج اختبارات جذر الوحدة القياسية لمتغيرات البحث **Standard unit root tests results**

المتغير	ADF	PP	KPSS
ENU	-2.438417	-2.148311	0.245442
CO ₂	-2.950727	-4.512112*	0.120952**
GDP	-2.566769	-2.767337	0.0876052*
D(ENU)	-9.542302*	-11.84097*	0.0551835*
D(CO ₂)	-6.128721*	-11.75935*	0.0760614*
D(GDP)	-6.884145*	-6.954272*	0.0995926*

***, ** significant at 1% , 5%, 10% level of significant respectively.

Model specification: intercept and trend.

تشير نتائج اختبار KPSS الى استقرار السلسلة الزمنية للمتغير GDP عند المستوى، وبمستوى معنوية 1%، وتشير كذلك إلى استقرار السلسلة الزمنية CO₂ عند المستوى وبمستوى معنوية 5%، أما السلسلة الزمنية ENU فإن هذا الاختبار يتوافق في نتيجتها مع الاختبارين الآخرين، فهي تستقر في الفرق الأول.

الجدول رقم (2) يشير إلى نتائج اختبارات جذر الوحدة لمتغيرات البحث باستخدام اختبار ADF Unit Root with Structural Brake test، الذي يقيس درجة استقرار السلاسل الزمنية مع الأخذ في الاعتبار وجود تغيرات هيكلية فيها، وتشير نتائج الاختبار إلى أن المتغيرين ENU، GDP مستقران عند الفرق الأول I(1)، وأن المتغير CO₂ مستقر في المستوى I(0)، ولهذا فإن نتائج هذا الاختبار لم تخرج عن غرض البحث، حيث إنها تتوافق

الجدول رقم (2)

نتائج اختبار جذر الوحدة بواسطة **ADF Unit Root with Structural Brake test**

المتغير	K	ADF-Statistic	Break Date
ENU]0[-9.920580**	2008
CO ₂	[0]	-6.238171*	1982
GDP	[0]	-8.440426**	1987

* Significant at Level, (1% Significance Level)

** Significant at First Difference, (1% Significance Level)

k → Number of Lags.

Trend specification: trend and intercept.

Break specification: trend and intercept.

مع الاختبارات السابقة في أن السلاسل الزمنية لمتغيرات البحث خليط بين تلك المستقرة عند المستوى وتلك المستقرة عند الفرق الأول، ولهذا فإن النتائج المتحصل عليها من الاختبارات الأربعة- وإن اختلفت عن بعضها- فإنها تخدم الغرض

الذي استخدمت من أجله في هذا البحث، وهو التأكد من عدم وجود متغيرات متكاملة من الدرجة الثانية (2)I، واستخراج قيمة d_{max} التي صار من الواضح أنها تساوي 1.

4.2. تحديد عدد فترات الإبطاء المثلى للنموذج Optimum lags selection of the model:

تتم هذه الفقرة بتحديد عدد فترات الإبطاء المثلى للنموذج optimum number of lags، وذلك باستخدام المعايير الاحصائية المتعارف عليها، التي تم الوصول إليها من خلال تقدير نموذج متجه الانحدار الذاتي Vector autoregressive model VAR لمتغيرات البحث، ويبين الجدول التالي رقم (3) نتائج هذه المعايير، التي أكدت على أن عدد فترات الإبطاء المثلى للنموذج هي 2، وذلك فيما عدا المعيار SC الذي تشير النتائج المتحصل عليها من خلاله إلى أن فترة إبطاء واحدة هي المثلى بالنسبة لهذا النموذج، وحيث إن هذا المعيار هو المفضل دائماً في حالة العينات الصغيرة finite samples، لكونه أكثر المعايير الاحصائية اقتصاداً في تحديد عدد فترات الإبطاء، الأمر الذي يتيح درجات حرية أكبر More degrees of freedom في البيانات، فقد تم الاعتماد عليه في بادئ الأمر، غير إن نتائج التقدير قد أثبتت وجود مشكلة الارتباط الذاتي Autocorrelation في سلسلة البواقي residual استناداً لاختبار مضاعف لاجرانج Autocorrelation LM test، وحينما تم تبني نتيجة المعايير الاحصائية الأخرى تم التخلص من هذه المشكلة، ولذلك فإن فترة الإبطاء المثلى التي تم اعتمادها لهذا النموذج هي 2.

الجدول رقم (3): تحديد فترات الإبطاء المثلى للنموذج:

VAR Lag Order Selection Criteria

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-687.3502	NA	4.76e+11	35.40257	35.53054	35.44849
1	-625.9755	110.1597	3.25e+10	32.71669	33.22856*	32.90034
2	-612.6233	21.91124*	2.63e+10*	32.49350*	33.38927	32.81490*
3	-604.2850	12.40054	2.78e+10	32.52744	33.80710	32.98657

4.3. اختبار الصدمات الهيكلية للنموذج Multiple breakpoint test:

تكون التغيرات الهيكلية "الصدمات" في الكثير من الأحيان مسؤولاً رئيساً عن بعض المشكلات المتعلقة بالمتانة القياسية Econometric robustness للنماذج الخاضعة للتقدير، ومن ذلك مشكلة التوزيع الطبيعي Non-normality Augmented VAR (Karoglou,2010) problem، وقد اتضح بعد تقدير نموذج متجه الانحدار الذاتي المطور model معاناة هذا النموذج من المشكلة المتعلقة بعدم اتباع سلسلة البواقي للتوزيع الطبيعي، ولمعالجة هذه المشكلة فقد تم تبني استراتيجية تنص على تضمين متغيرات وهمية Dummy Variables في التواريخ التي حدثت فيها تلك الصدمات، وذلك كمتغيرات خارجية يمكن من خلالها السيطرة على آثار تلك التغيرات.

قبل كل ذلك تم الاعتماد على اختبار Bai & Perron (2003) Multiple breakpoint test، الذي تتضح نتائجه من خلال الجدول الموالي رقم (4)، وقد تم الاعتماد في الكشف عن هذه الصدمات على معيار Global information criteria، وقد تم تحديد هذه الصدمات بالاستناد لمعيار Schwarz Criterion، حيث اتضح أن هذا النموذج يعاني من أربع صدمات هيكلية حدثت خلال السنوات "1977، 1986، 2001، 2007".

الجدول رقم (4): نتائج اختبار Bai & Perron (2003) Multiple breakpoint test

Breaking variables: ENU CO2 C

Break test options: Trimming 0.15, Max. breaks 5

Schwarz criterion selected breaks: 4

LWZ criterion selected breaks: 1

Breaks	# of Coefs.	Sum of Sq. Resids.	Log-L	Schwarz* Criterion	LWZ* Criterion
0	3	1.40E+08	-374.9386	15.28332	15.43086
1	7	73826432	-361.5661	15.00250	15.35617
2	11	47706064	-352.3963	14.92181	15.49476
3	15	34710886	-345.7182	14.95978	15.76879
4	19	22974792	-337.0524	14.90309	15.97036
5	23	22648186	-336.7518	15.24474	16.60098

* Minimum information criterion values displayed with shading

Estimated break dates:

1: 1984

2: 1980, 1995

3: 1980, 1995, 2007

4: 1977, 1986, 2001, 2007

5: 1977, 1986, 1994, 2001, 2007

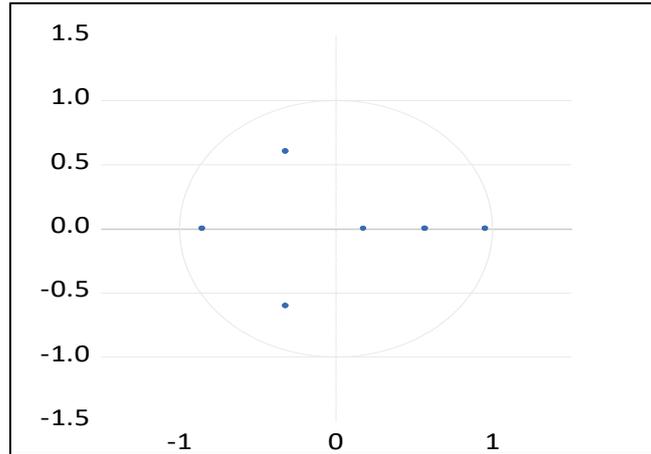
4.4. تقدير نموذج متجه الانحدار الذاتي المطور واختبارات المتانة القياسية Estimation Augmented VAR

:model and econometric robustness tests

تم تقدير متجه الانحدار الذاتي المطور باستخدام المتغيرات "GDP, ENU, CO₂" كمتغيرات داخلية Endogenous، مع وضع نفس تلك المتغيرات في الرتبة $k + d_{max}$ كمتغيرات خارجية Exogenous، وقد تم إدخال المتغيرات الوهمية Dumy variables الأربعة الممثلة لتواريخ حدوث الصدمات في السلاسل الزمنية لمتغيرات البحث كمتغيرات خارجية في النموذج أيضاً، مع إضافة متغير وهمي آخر يمثل أحداث الثورة سنة 2011 التي تمثل تغيراً هيكلياً كبيراً في جسد الاقتصاد الليبي، نجم عنه انخفاض هائل في حجم الناتج المحلي الاجمالي GDP بسبب توقف إنتاج النفط في تلك الفترة، وتمثل التغيرات الهيكلية الناجمة عن الأحداث السياسية أو الكوارث الطبيعية أو السياسات التي تطبقها الدولة في بعض الأحيان صدمات تتعرض لها السلاسل الزمنية الممثلة للمتغيرات قيد البحث Structural Brake points، وللسيطرة علي آثار هذه التغيرات تمت إضافة هذا المتغير الذي يأخذ القيمة صفر قبل سنة 2011، ويأخذ القيمة (1) منذ سنة 2011.

4.4.1. اختبار استقرار هيكل النموذج:

من أولى الخطوات المهمة قبل اختبار السببية باستخدام نموذج Augmented VAR التأكد من متانة هذا النموذج وخلوه من المشكلات القياسية، وأولى هذه الخطوات هو الكشف عن استقرار هيكل النموذج باستخدام اختبار الجذور المعكوسة لمعادلة الانحدار الذاتي Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial، الذي يبين من خلال الشكل التالي رقم (2)، أن جذور النموذج تقع ضمن الحدود المرحجة، أي داخل الدائرة التي تمثل الوحدة الواحدة، الأمر الذي يعني أن هيكل هذا النموذج مستقر.



الشكل رقم (2): نتائج اختبار

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial

4.4.2. اختبار التوزيع الطبيعي Normality test:

لاختبار مدى اتباع سلسلة البواقي الخاصة بالنموذج للتوزيع الطبيعي بعد المعالجة التي خضع لها باستخدام المتغيرات الوهمية فقد تم الاعتماد على اختبار Jarque-Bera، الذي يبين من خلال الجدول التالي رقم (5) أن قيمة احصاءة الاختبار قد بلغت

الجدول رقم (5): نتائج اختبار Jarque-Bera للتوزيع الطبيعي.

VAR Residual Normality Tests

Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)

Null Hypothesis: Residuals are multivariate normal

Component	Jarque-Bera	Df	Prob.
1	0.026554	2	0.9868
2	0.912344	2	0.6337
3	4.088478	2	0.1295
Joint	5.027376	6	0.5403

ما قيمته 5.027376، وقد كانت غير معنوية، وذلك لأن قيمة الاحتمال المرافق لها قد بلغ ما يقدر بـ 0.1295 وهو أكبر من 10% الأمر الذي يعني إمكانية قبول فرض العدم عند كل مستويات المعنوية المتعارف عليها، وهذا يعني أن سلسلة البواقي لهذا النموذج تتبع التوزيع الطبيعي.

4.4.3. اختبار الارتباط الذاتي Autocorrelation LM test:

للتأكد من خلو النموذج من مشكلة الارتباط الذاتي فقد تم استخدام اختبار VAR Residual Serial Correlation LM Test، الذي تبين نتائجه من خلال الجدول التالي رقم (6) بفتري إبطاء أن هذا النموذج لا يعاني من هذه المشكلة، وذلك لأن قيمة P-Value قد كانت بالنسبة لفتري الإبطاء أكبر من 5%، الأمر الذي يعني قبول فرض العدم القاضي بعدم معاناة سلسلة البواقي لهذا النموذج من مشكلة الإرتباط المتسلسل.

الجدول رقم (6): نتائج اختبار الارتباط الذاتي للنموذج

VAR Residual Serial Correlation LM Tests

Null hypothesis: No serial correlation at lag h

Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	15.02125	9	0.0904	1.810893	(9, 46.4)	0.0916
2	4.026898	9	0.9096	0.433296	(9, 46.4)	0.9101

4.4.4. اختبار عدم تجانس التباين White Heteroskedasticity test:

للتأكد من خلو النموذج من مشكلة عدم تجانس التباين Heteroskedasticity فقد تم استخدام اختبار VAR residual Heteroskedasticity test، الذي بينت نتائجه الموضحة في الجدول التالي رقم (7) أن النموذج لا يعاني من هذه المشكلة، وذلك لأن قيمة P-Value لإحصاءة هذا الاختبار كانت أكبر من 10%، الأمر الذي يعني أنها غير معنوية، وبالتالي يتم قبول فرض العدم القاضي بعدم معاناة سلسلة البواقي لهذا النموذج من مشكلة عدم تجانس التباين.

الجدول رقم (7): نتائج اختبار عدم تجانس التباين للنموذج

VAR Residual Heteroskedasticity Test (Levels and Squares)

Joint test

Chi-sq	Df	Prob.
142.7441	138	0.3736

1.1. نتائج اختبار العلاقة السببية بين متغيرات البحث causality testing results:

من خلال الجدول التالي رقم (8) الذي يبين نتائج اختبار Toda & Yamamoto (1995) للسببية يتضح الآتي:
 أولاً: يرتبط المتغير ENU الممثل لمعدل استهلاك الوقود الأحفوري بعلاقة سببية طويلة المدى في اتجاه واحد Unidirectional causal relationship مع الناتج المحلي الإجمالي GDP الممثل للنمو الاقتصادي، بحيث أن استهلاك الطاقة يسبب النمو الاقتصادي ENU causes GDP، والنمو الاقتصادي لا يسبب استهلاك الطاقة GDP does not cause ENU، ويتضح ذلك من خلال قيمة P-Value الخاصة باختبار Modified Wald test المستخدم في اختبار السببية حسب منهجية Toda & Yamamoto (1995) حيث بلغت هذه القيمة في علاقة ENU مع GDP ما مقداره 0.0224 وهي أقل من 0.05، ولهذا نرفض فرض العدم القاضي بأن ENU لا تسبب GDP، ونقبل الفرض البديل القاضي بأن ENU تسبب GDP وذلك عند مستوى معنوية 5%، أما قيمة P-Value الخاصة بعلاقة ENU مع GDP فقد بلغت ما قيمته 0.1944، وهي أكبر من 0.05، ولهذا نقبل فرض العدم القاضي بأن GDP لا تسبب ENU وذلك عند مستوى معنوية 5%، وتنص هذه النتيجة على أن النمو الاقتصادي في ليبيا يقود إلى استهلاك المزيد من الطاقة، ويمكن تفسير ذلك بأن ارتكاز النمو الاقتصادي في ليبيا على قطاع النفط والغاز من شأنه أن يوفر مصدر مهمّاً للطاقة، وأن ارتفاع حصة الفرد من الناتج المحلي الإجمالي "الدخل" الناجمة عن النمو الاقتصادي

نفسه تشجع على استهلاك المزيد من الطاقة وخاصة تلك المستخدمة في السيارات والمركبات الآلية الأخرى، ويعزز من ذلك الانخفاض الكبير في أسعار الطاقة في ليبيا.

ثانياً: يرتبط متغير النمو الاقتصادي GDP بعلاقة سببية طويلة المدى وقوية في اتجاه واحد Unidirectional causal relationship مع انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂، بحيث إن النمو الاقتصادي يسبب انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ does GDP causes CO₂، وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون لا تسبب النمو الاقتصادي GDP does not cause GDP، حيث بلغت قيمة P-Value في علاقة GDP مع CO₂ ما مقداره 0.0081، وهي أقل من 0.05، ولهذا نرفض فرض العدم القاضي بأن GDP لا تسبب CO₂، ونقبل الفرض البديل القاضي بأن GDP تسبب CO₂ وذلك عند مستوى معنوية 5%، أما قيمة P-Value الخاصة بعلاقة CO₂ مع GDP فقد بلغت ما قيمته 0.4542، وهي أكبر من 0.05، ولهذا نقبل فرض العدم القاضي بأن CO₂ لا تسبب GDP وذلك عند مستوى معنوية 5%، وتعد هذه النتيجة منطقية بالنسبة للاقتصاد الليبي الذي يعتمد النمو الاقتصادي فيه اعتماداً كبيراً على الصناعة النفطية التي شكلت نسباً كبيرة من الناتج المحلي الاجمالي GDP، والتي تعد من الصناعات الملوثة للبيئة، والتي تعد مصدراً رئيساً لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

الجدول رقم (8): نتائج اختبار السببية متعددة المتغيرات (Toda & Yamamoto (1995)

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Dependent variable: GDP			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
ENU	7.600475	2	0.0224
CO2	1.578265	2	0.4542
All	11.22334	4	0.0242
Dependent variable: ENU			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
GDP	3.275321	2	0.1944
CO2	2.935875	2	0.2304
All	5.679334	4	0.2244
Dependent variable: CO2			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
GDP	9.633300	2	0.0081
ENU	4.023408	2	0.1338
All	13.87929	4	0.0077

ثالثاً: لا يرتبط متغيري ENU و CO₂ بأي علاقة سببية، ويستدل على ذلك من خلال قيمة P-Value في الاتجاهين التي كانت أكبر من 0.05، ولهذا نقبل فرض العدم القاضي بعدم ارتباط هذين المتغيرين بعلاقة سببية وذلك عند مستوى معنوية 5%.

رابعاً: حيث إن التركيز الأساس في هذا البحث إنما يتعلق بمدى وجود علاقات سببية تتجه من استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون فإن، نتيجة الاختبار تبين كما يتضح من الجدول السابق رقم (8) أن ثمة علاقة سببية طويلة المدى وقوية تتجه من متغيري النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة مجتمعين Jointly إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، ويتضح ذلك من خلال قيمة P-Value التي بلغت ما قيمته 0.0077، وهي أصغر بكثير من 0.05، ولهذا نقبل فرض العدم القاضي بأن النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة مجتمعين يسببان انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون عند مستوى معنوية 5%، وذلك على الرغم من أن استهلاك الطاقة لوحده لا يسبب انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وتفسر هذه النتيجة من خلال ارتباط استهلاك الطاقة بعلاقة سببية مع النمو الاقتصادي وارتباط النمو الاقتصادي بعلاقة سببية مع انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، ولهذا فإن السببية من استهلاك الطاقة إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الحالة الأخيرة تمر من خلال السببية التي تربط استهلاك الطاقة بالنمو الاقتصادي، وفي ذات الوقت نجد أن متغيري انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂ واستهلاك الوقود الأحفوري مجتمعين Jointly يسببان النمو الاقتصادي، وذلك لأن قيمة P-Value لهذين المتغيرين مجتمعين تساوي 0.0242، وهي أصغر من 0.05، ولذلك نرفض فرض العدم القاضي بأن هذين المتغيرين مجتمعين لا يسببان النمو الاقتصادي.

2. الخلاصة Conclusion:

هدف هذا البحث إلى اختبار العلاقة السببية بين استهلاك الوقود الأحفوري والنمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في ليبيا، وقد وظفت الدراسة في سبيل تحقيق هذا الهدف اختبار السببية لجرانجر استناداً لمنهجية Toda (1995) & Yamamoto، وبناءً على نتائج اختبارات استقرار السلاسل الزمنية تم تقدير نموذج متجه الانحدار الذاتي المطور Augmented VAR model، الذي تمت معالجته من التغيرات الهيكلية Structural break points بإدماج خمس متغيرات وهمية Dummy variables تمثل تواريخ حدوث الصدمات، وبعد التحقق من المتانة القياسية للنموذج Econometric robustness of the Model تم إجراء اختبار السببية (1995) Toda & Yamamoto، وخلص البحث إلى وجود علاقة سببية في اتجاه واحد Unidirectional causal relationship تتجه من استهلاك الوقود الأحفوري إلى النمو الاقتصادي، وقد توصل كذلك إلى وجود علاقة سببية في اتجاه واحد Unidirectional causal relationship تتجه من النمو الاقتصادي إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وتوصل البحث فضلاً عن ذلك إلى وجود علاقة سببية تتجه من استهلاك الوقود الأحفوري والنمو الاقتصادي مجتمعين Jointly إلى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، ومن استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون مجتمعين Jointly إلى النمو الاقتصادي، ولذلك فإن البحث قد توصل إلى أن النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة في ليبيا من الأسباب التي تؤدي إلى تزايد انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو، ولهذا فإن البحث يوصي بتنوع مصادر الطاقة، ومصادر النمو الاقتصادي إلى مصادر بديلة، تحافظ على البيئة، وتضمن نقاءها، وتؤسس للتنمية المستدامة التي تنشدها ليبيا.

3. المراجع References:

- Acaravci, A., & Ozturk, I. (2010). *On the relationship between energy consumption, CO2 emissions and economic growth in Europe*. Energy, 35(12), 5412-5420.
- Alam, M. J., Begum, I. A., Buysse, J., Rahman, S., & Van Huynenbroeck, G. (2011). *Dynamic modelling of causal relationship between energy consumption, CO2 emissions and economic growth in India*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(6), 3243-3251.
- Al-mulali, U., & Che Sab, C. N. B. (2018). *Energy consumption, CO2 emissions, and development in the UAE*. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 13(4), 231-236.
- Ang, J. B. (2007). *CO2 emissions, energy consumption, and output in France*. Energy Policy, 35(10), 4772-4778.
- Ang, J. B. (2008). *Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia*. Journal of Policy Modelling, 30(2), 271-278.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2009). *CO2 emissions, energy usage, and output in Central America*. Energy Policy, 37(8), 3282-3286.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). *The emissions, energy consumption, and growth nexus: evidence from the commonwealth of independent states*. Energy Policy, 38(1), 650-655.
- Arltová M & Fedorová D. (2016). *Selection of Unit Root Test on the Basis of Length of the Time Series and Value of AR(1) Parameter*. STATISTIKA. 96(3) 47-64.
- Arouri, M. E. H., Youssef, A. B., M'henni, H., & Rault, C. (2012). *Energy consumption, economic growth and CO2 emissions in Middle East and North African countries*. Energy policy, 45, 342-349.
- Bekhet, H. A., Matar, A., & Yasmin, T. (2017). *CO2 emissions, energy consumption, economic growth, and financial development in GCC countries: Dynamic simultaneous equation models*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 70, 117-132.
- Belloumi, M. (2009). *Energy consumption and GDP in Tunisia: Cointegration and causality analysis*. Energy policy, 37(7), 2745-2753.
- Chang, C. C. (2010). *A multivariate causality test of carbon dioxide emissions, energy consumption and economic growth in China*. Applied Energy, 87(11), 3533-3537.

- Dritsaki, C. (2017). *Toda-Yamamoto Causality Test between Inflation and Nominal Interest Rates: Evidence from Three Countries of Europe*. International Journal of Economics and Financial Issues, 7(6), 120-129.
- El-Tantawi, A. M. (2005). *Climate change in Libya and desertification of Jifara Plain*. PhD Diss., University of Johannes Gutenberg, Mainz, Germany.
- Ghali, K. H., & El-Sakka, M. I. (2004). *Energy use and output growth in Canada: a multivariate Cointegration analysis*. Energy economics, 26(2), 225-238.
- Ghosh, S. (2010). *Examining carbon emissions economic growth nexus for India: a multivariate Cointegration approach*. Energy Policy, 38(6), 3008-3014.
- Glynn, J., Perera, N., & Verma, R. (2007). *Unit Root Tests and Structural Breaks: A Survey with Applications//Contrastes de raíces unitarias y cambios estructurales: un estudio con aplicaciones*.
- Halicioglu, F. (2009). *An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey*. Energy Policy, 37(3), 1156-1164.
- Harris, J. M., Roach, B., & Codur, A. M. *The Economics of Global Climate Change*. Global Development And Environment Institute Tufts University.
- He, Z., & Maekawa, K. (2001). *On spurious Granger causality*. Economics Letters, 73(3), 307-313.
- Hu, Y., Guo, D., Wang, M., Zhang, X., & Wang, S. (2015). *The relationship between energy consumption and economic growth: evidence from china's industrial sectors*. Energies, 8(9), 9392-9406.
- Ito, K. (2017). *CO2 emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: Evidence from panel data for developing countries*. International Economics, 151, 1-6.
- Kahouli, B. (2018). *The causality link between energy electricity consumption, CO2 emissions, R&D stocks and economic growth in Mediterranean countries (MCs)*. Energy, 145, 388-399.
- Karoglou, M. (2010). *Breaking down the non-normality of stock returns*. The European journal of finance, 16(1), 79-95.x
- Leaf, A. (1989). *Potential health effects of global climatic and environmental changes*. New England Journal of Medicine, 321(23), 1577-1583.
- Lean, H. H., & Smyth, R. (2010). *CO2 emissions, electricity consumption and output in ASEAN*. Applied Energy, 87(6), 1858-1864.

- Lee, C. C., & Chien, M. S. (2008). *Structural breaks, tourism development, and economic growth: Evidence from Taiwan*. *Mathematics and Computers in Simulation*, 77(4), 358-368.
- Lotfalipour, M. R., Falahi, M. A., & Ashena, M. (2010). *Economic growth, CO2 emissions, and fossil fuels consumption in Iran*. *Energy*, 35(12), 5115-5120.
- Magazzino, C. (2015). *Economic growth, CO2 emissions and energy use in Israel*. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 22(1), 89-97.
- Mikayilov, J. I., Galeotti, M., & Hasanov, F. J. (2018). *The Impact of Economic Growth on CO2 Emissions in Azerbaijan* (No. 102). IEFCE, Center for Research on Energy and Environmental Economics and Policy, Universita 'Bocconi, Milano, Italy.
- Nelson, C. R., & Plosser, C. R. (1982). *Trends and random walks in macroeconomic time series: some evidence and implications*. *Journal of monetary economics*, 10(2), 139-162.
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2010). *CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220-3225.
- Pao, H. T., & Tsai, C. M. (2010). *CO2 emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries*. *Energy policy*, 38(12), 7850-7860.
- Salahuddin, M., Alam, K., Ozturk, I., & Sohag, K. (2017). *The effects of electricity consumption, economic growth, financial development and foreign direct investment on CO2 emissions in Kuwait*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Soytas, U., Sari, R., & Ewing, B. T. (2007). *Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States*. *Ecological Economics*, 62(3-4), 482-489.
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). *Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes*. *Journal of econometrics*, 66(1-2), 225-250.
- Wang, S. S., Zhou, D. Q., Zhou, P., & Wang, Q. W. (2011). *CO2 emissions, energy consumption and economic growth in China: A panel data analysis*. *Energy Policy*, 39(9), 4870-4875.
- Wang, S., Li, G., & Fang, C. (2018). *Urbanization, economic growth, energy consumption, and CO2 emissions: Empirical evidence from countries with*

different income levels. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81, 2144-2159.

Zhang, X. P., & Cheng, X. M. (2009). *Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China*. Ecological Economics, 68(10), 2706-2712.