مجلة الدراسات الاقتصادية – كلية الاقتصاد – جامعة سرت المجلد الرابع – العدد الثالث
Economic Studies Journal (ESJ), Faculty of Economics, Sirte University (Vol.4 , No.3)
July 2021

القطاع النفطي وعلاقته بمعدلات التلوث البيئي في الاقتصاد الليبي

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

المستخلص:

هدف هذا البحث إلى قياس الأثر غير المتماثل للناتج النفطي كمؤشر على النمو في القطاع النفطي على معدلات انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون كمؤشر على درجة التلوث البيئي في ليبيا، وذلك خلال الفترة 1962-2017.

لتحقيق أهدافه فقد اعتمد البحث على الاسلوب القياسي المبني على تحليل السلاسل الزمنية من خلال نموذج الانحدار الذاتي لفترات الابطاء الموزعة غير الخطي.

أشارت النتائج التي تم التوصل إليها من خلال اختبار التكامل المشترك bounds test إلى وجود علاقة توازنية طويلة الأجل ومنطقية بين متغيري البحث في المدى الطويل، كما أشارت النتائج المتحصل عليها من خلال تقدير معلمات الأثر خلال الأجل القصير إلى أن التغيرات السالبة في المتغير الناتج النفطي خلال الفترة الحالية تؤثر ايجابياً على معدلات التلوث البيئي في ليبيا، أما التغيرات السالبة في قيمة الناتج النفطي في السنة الماضية فيؤثر عكسياً على قيمة معدل التلوث البيئي في ليبيا في المدى القصير، كما أشارت نتائج تحليل الأثر خلال الأجل الطويل إلى أن التغيرات الموجبة والسالبة في الناتج النفطي، تؤثر طردياً على المتغير التابع المتمثل في معدل التلوث البيئي.

الكلمات الدالة: *القطاع النفطي، ثاني أكسيد الكربون، ليبيا، التكامل المشترك، الأثر غير المتماثل.*

تصنيف JEL: *Q43، Q53، 56Q، C22.*

هدفت هذه الدراسة إلى دراسة التنويع الاقتصادي واهميته وطرق قياسه ومعرفة أثره على النمو الاقتصادي في ليبيا خلال الفترة (1962-2014), وذلك باستخدام المنهج الوصفي التحليلي لتحليل التنويع وعلاقته بالنمو الاقتصادي, وتم استخدام معامل هيرفندال-هيرشمان من أجل قياس ومعرفة درجة التنويع داخل الاقتصاد الليبي وذلك للناتج الاجمالي والصادرات والايرادات وتوصلت الدراسة إلى ارتفاع معامل هيرشمان في الصادرات والايرادات فقد بلغ (0.8), (0.6) على التوالي مما يوضح انخفاض التنويع فيهما, وأما معامل هيرشمان فقد سجل قيمة متوسطة للناتج الاجمالي حيث بلغ (0.5) وذلك يعود للظروف الاقتصادية التي عاشها الاقتصاد الليبي خلال فترة الدراسة, اما الجانب القياسي فقد وضح وجود علاقة عكسية بين مؤشر هيرشمان والنمو, مما يوضح العلاقة الطردية بين التنويع والنمو الاقتصادي فقد بلغت مرونة الناتج للتنويع (0.48-), وكان النموذج معنوي عند مستوى (5%).

Abstract

The main aim of this study is to estimate the asymmetric effects of oil GDP on CO2 emissions in Libya during the period 1962-2017. In order to achieve its objective, the study adopted the Non-linear Autoregressive Distributed Lag NARDL model.

According to cointegration test results, the study supported the existence of a long run equilibrium relationship between its variables. In addition, it showed that the negative changes in oil GDP in the current year positively affect CO2 emissions in the short run. However, the lag one of the changes in oil GDP is found to be negatively affect CO2 emissions in the short run too. Furthermore, long run coefficients indicated that positive and negative changes in oil GDP positively impact CO2 emissions in Libya.

Key words: oil sector, CO2, Libya, Cointegration, Asymmetric effect.
JEL classification: Q43, Q53, Q56, C22.

1. المقدمة Introduction:

يعد الاقتصاد الليبي من الاقتصادات الريعية التي تعتمد بشكل كبير على القطاع النفطي، الذي يحتل مركز الصدارة في هياكل الإنتاج والتجارة في ليبيا، وقد شهد الهيكل الاقتصادي الليبي تغيرات كبيرة منذ حقبة الستينيات من القرن المنصرم، التي شهدت بداية إنتاج وتصدير النفط بكميات تجارية، واحتضنت ولادة اقتصاد ريعي وتشكل خصائصه الجديدة، التي تتمثل في تركز واضح لمصادر الانتاج والدخل وبالتالي التجارة في سلعة النفط، وقد ظلت هذه السمة لصيقة بالاقتصاد الليبي إلى يومنا هذا، وذلك رغم الجهود التنموية التي بذلت خلال العقود الماضية، التي كانت ترمي إلى إعادة التوازن لهيكل الانتاج والصادرات الليبية بشكل يضمن إسهاماً أكبر للقطاعات الاقتصادية غير النفطية (الحويج والماقوري،2015)، وتجدر الإشارة هنا إلى أن القطاع النفطي قد شكل في المتوسط خلال الفترة 1962-2017 ما نسبته 47.19% من اجمالي الناتج المحلي في ليبيا، وشكلت الصادرات النفطية في المتوسط ما نسبته 96.32% من اجمالي الصادرات الليبية خلال نفس الفترة (الحويج،2020)، وقد شكل الناتج النفطي سنة 2017 ما نسبته 31.32% من اجمالي الناتج المحلي الليبي، بينما شكلت الصادرات النفطية ما يقدر بـ 89.1% تقريباً من اجمالي الصادرات الليبية.

يعد القطاع النفطي أحد أهم المصادر لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide CO_2 emissions، التي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بظاهرة الاحتباس الحراري global warming (Zhang & Cheng,2009)، ويشير Mahmood et al. (2020) إلى أنه على الرغم من أن العمليات النفطية، وخاصة تلك المتصلة بالمنبع The upstream oil segment التي تشمل عمليات الاستكشاف exploration والإنتاج production، تستخدم تقنيات متطورة advanced technologies، إلا أنها تمارس بشكل أو بآخر بعض الآثار البيئية على المناطق المحيطة، وتختلف أشكال التلوث البيئي الناجمة عن النشاط النفطي من تلك المتعلقة بالمياه، وتلك المتصلة بالتربة، وتلك المرتبطة بتلوث الهواء الجوي، وتعد انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 أحد أهم صور هذا النوع من التلوث الناجم عن النشاط النفطي (Mahmood et al.,2020).

لقد تعالت النداءات منذ مطلع القرن الحادي والعشرين بضرورة الاهتمام ببعض القضايا، من أهمها الأنظمة البيئية والاجتماعية environment and social systems، وظواهر الاستهلاك المفرط excessive consumption، والفقر poverty (Petraru & Gavrilescu,2010)، ويمكن إدراج كل تلك الرؤى والأهداف تحت مفهوم الاستدامة sustainability، التي صارت تمثل هدفاً رئيساً للبشرية في هذا العصر، وذلك لما تمثله من أهمية بالغة في المحافظة على موارد الأرض وتنميتها بطريقة تضمن حقوق الأجيال القادمة، ومن الممكن جداً بناءاً على ما تقدم أن يصنف التلوث البيئي environmental pollution كأحد أهم المعوقات التي تهدد شروط الاستدامة وضوابطها، ولهذا كله فإنه من الأهمية بمكان دراسة هذه الظاهرة في أحد أهم القطاعات المنتجة لها.

لقد حظيت قضية العلاقة بين القطاع النفطي والتلوث البيئي بأهمية خاصة في الأدب الاقتصادي التجريبي، وقد تنوعت الدراسات

السابقة في هذا المجال بين تلك التي شملت عينات متنوعة من الدول cross-country studies، وبين تلك التي ركزت على دراسة حالات لدول فردية country-specific studies، وقد تركزت الدراسات السابقة في هذا المجال بدرجة كبيرة في الدول النامية، التي تشتهر باعتماد الكثير منها على قطاعات الإنتاج الريعية، وخاصة القطاع النفطي، ورغم ذلك فقد كانت الدول النفطية المتقدمة developed countries موضوعاً لبعض الاسهامات العلمية في هذا المجال، ومن الدراسات التي تناولت عينات من الدول المتقدمة ما قام به Balsalobre-Lorente (2018) في دراسته التي هدفت لاستكشاف العلاقة بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون في دول European Union 5 (EU-5) countries (Germany, France, Italy, Spain, and the United Kingdom)، والتي توصلت إلى وجود علاقة سلبية بين استهلاك الطاقات المتجددة وانبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون، كما وجدت الدراسة علاقة على شكل N-Shape بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون، ومن ناحية أخرى ركزت بعض الدراسات على عينات كبيرة مختلطة من الدول المتقدمة والدول النامية، ومن ذلك دراسة Wang (2012) التي شملت عينة من 98 دولة بهدف دراسة العلاقة بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من القطاع النفطي والنمو في الناتج المحلي الاجمالي ضمن إطار اختبار فرضية Environmental Kuznets Curve EKC، ولم تدعم نتائج هذه الدراسة هذه الفرضية، ووجدت أن أثر النمو الاقتصادي على التلوث البيئي سلبي في حالات النمو المنحفضة وإيجابي في حالات النمو المتوسطة، ومن ذلك أيضاً دراسة كل من Al Mamun et al. (2014) التي هدفت لقياس العلاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي في 198 دولة، والتي توصلت إلى انطباق فرضية EKC في جميع الدول ما عدا الدول مرتفعة الدخل high income countries.

من ناحية أخرى ركزت الكثير من الدراسات على الحالة الخاصة للدول النامية، ومن ذلك ما قام به كل من Ebohon & Ikeme (2006) في دراستهما التي هدفت لتحري أهم العوامل المؤثرة على كثافة انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون في الدول المنتجة للنفط، والدول غير المنتجة لهذه السلعة، وذلك ضمن دول Sub-Saharan African countries SSA، والتي توصلت إلى أن كثافة انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون في الدول المنتجة للنفط تتأثر بالتركيب الاقتصادي للدولة Economic structure، بينما تتأثر بكثافة استهلاك الطاقة energy consumption في الدول غير المنتجة للنفط، ومن هذه الدراسات أيضاً ما قام به Salahuddin & Gow (2014) في دراستهما التي هدفت لقياس العلاقة بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في دول الخليج العربي، والتي توصلت إلى أنه لا يوجد أثر للنمو الاقتصادي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في هذه الدول، بينما يوجد أثر موجب لاستهلاك الطاقة على انبعاثات هذا الغاز، وقد توصل Aye & Edoja (2017) في دراستهما التي هدفت لقياس أثر النمو الاقتصادي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في 31 دولة نامية منها دول منتجة للنفط، إلى وجود علاقة سببية بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وتوصلا أيضاً إلى أن أثر النمو الاقتصادي على انبعاثات هذا الغاز سلبية في المراحل المنحفضة للنمو، بينما تكون ايجابية في المراحل المرتفعة للنمو، وتوصل كل من Yusuf et al. (2020) في دراستهم التي

هدفت لقياس العلاقة بين انبعاثات الغازات الدفيئة greenhouse gas واستهلاك الطاقة ومعدلات نمو الناتج الكلي في الدول الافريقية المنتجة للنفط African OPEC countries (Libya, Nigeria, Angola, Algeria, Equatorial Guinea, and Gabon)، إلى وجود أثر موجب لنمو الناتج الكلي output growth في تلك الدول على معدلات انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون، وغاز الميثان Methane، ومن هذه الدراسات أيضاً ما قام به كل من Awodumi & Adewuyi (2020) في دراستهما التي هدفت لقياس اثر استهلاك الوقود الأحفوري fossil fuel consumption على انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون في الدول الإفريقية المنتجة للنفط ما عدا الجزائر، والتي توصلت إلى نتائج متضاربة، وأكدت في العموم على وجود أثر لاستهلاك الطاقة الأحفورية على انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون، وفي دراسة أخرى لكل من Ike et al. (2020) هدفت لقياس أثر إنتاج النفط على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في 15 دولة منتجة للنفط تم التوصل إلى أن هناك أثر موجب لإنتاج النفط على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

الدراسات القطرية التي تناولت حالات فردية من الدول هي الأخرى على درجة عالية من الأهمية، ومن الدراسات التي تناولت حالات خاصة من الدول المتقدمة ما قام به كل من Pao et al. (2011) في دراستهم التي هدفت لتحري العلاقة السببية بين النمو الاقتصادي واستهلاك الوقود الأحفوري وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في روسيا، والتي توصلت إلى وجود أثر سلبي لنمو الناتج الكلي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وقد تم تفسير هذه النتيجة بأن السياسات المتبعة للمحافظة على البيئة قللت من انبعاثات هذا الغاز، وذلك رغم أن روسيا من الدول المنتجة للغاز الطبيعي والنفط، وفي دراسة أخرى عن الصين توصل كل من Lin & Xu (2020) إلى وجود أثر موجب لمؤشر وفرة مصادر الطاقة الأحفورية fossil energy resources abundance على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، مع وجود علاقة بين هذين المتغيرين على شكل "U-shaped".

من الدراسات السابقة القطرية من تناولت حالات خاصة من الدول النامية، ومن ذلك ما قام به كل من Lotfalipour et al. (2010) في دراستهم التي هدفت لتحري العلاقة السببية بين النمو الاقتصادي واستهلاك الوقود الأحفوري وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في إيران، والتي توصلت إلى وجود علاقة سببية تسري من النمو الاقتصادي ومؤشرين لاستهلاك الوقود الأحفوري– هما استهلاك المنتجات البترولية، واستهلاك الغاز الطبيعي– الى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وتوصل كل من Robalino-López et al. (2015) في دراستهم التي هدفت لتحري ما إذا كان بالإمكان تحقيق الاستقرار في معدلات التلوث البيئي مع معدلات النمو السريعة في المدى المتوسط في فنزويلا، إلى أن فرضية EKC لا تتحقق في حالة هذا البلد، وأنه يمكن أن يتحقق الاستقرار في معدلات التلوث مع النمو المتسارع في المدى المتوسط، وفي دراسة أخرى عن جنوب افريقيا توصل كل من Bekun et al. (2019) إلى وجود علاقة سببية بين استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون في هذا البلد.

الدول العربية النفطية هي الأخرى كانت موضوعاً للعديد من الدراسات السابقة في هذا المجال، ومن هذا ما قام به كل من Alshehry & Belloumi (2015) في دراستهما التي هدفت لقياس العلاقة الديناميكية بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في المملكة العربية السعودية، والتي توصلت إلى وجود علاقة سببية في المدى الطويل تسري من استهلاك الطاقة الى انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون، وعلاقة سببية أخرى تسري من كل من النمو الاقتصادي وأسعار الطاقة الى انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون، وقد وجد كل من Mahmood et al. (2020) في دراسة أخرى عن المملكة العربية السعودية أثر موجب لمؤشر حصة الدخل من القطاع النفطي الى اجمالي الناتج المحلي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، كما وجدت الدراسة أثراً سالباً لأسعار الجازولين Gasoline على معدلات انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون، ومن ذلك أيضاً ما قام به كل من Bouznit & Pablo-Romero (2016) في دراستهما عن الاقتصاد الجزائري، التي هدفت لدراسة العلاقة بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي، والتي توصلت إلى أن العلاقة بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون تتبع فرضية EKC، وقد وجدت الدراسة أن نقطة الانقلاب في المنحنى تقع عند مستوى مرتفع من الدخل، الأمر الذي يعني أن النمو الاقتصادي في الجزائر سيستمر حالياً في جلب المزيد من التدهور البيئي environmental degradation، وفي دراسة عن الكويت هدفت لقياس أثر النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة وبعض المتغيرات الأخرى على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون تم التوصل إلى وجود علاقة سببية تتجه من النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وفي ذات السياق توصل Hassan (2020) في دراسته عن الاقتصاد العراقي إلى وجود ارتباط موجب بين انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون والنمو الاقتصادي، وتوصل الحويج (2019) في دراسته التي هدفت لاختبار العلاقة السببية بين معدلات استهلاك الوقود الأحفوري وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي في ليبيا إلى وجود علاقة سببية طويلة المدى تتجه من كل من النمو الاقتصادي واستهلاك الوقود الأحفوري الى انبعاثات هذا الغاز.

يتضح مما سبق أن جل الدراسات السابقة في هذا المجال قد وجدت ارتباطاً موجباً بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وحيث إن أغلب الدول التي شملتها هذه المراجعة كانت من الدول المنتجة للنفط، فإن العلاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي تفسر باسهام القطاع النفطي في هذه الظاهرة، ويسهم هذا البحث في إثراء الأدب الاقتصادي التجريبي بدراسة جديدة تركز على الدور الذي يلعبه القطاع النفطي في زيادة معدلات التلوث البيئي، الأمر الي لم تركز عليه الدراسات السابقة كثيراً، ولم تتناوله الدراسات المتعلقة بالحالة الليبية، كما أنه يسهم في معرفة الآثار غير المتماثلة asymmetric effects للناتج النفطي على معدلات التلوث البيئي في ليبيا، الأمر الذي يسهم في فهم مدى الدور الذي تلعبه التغيرات الموجبة والسالبة في الناتج النفطي على هذه الظاهرة، الأمر الذي لم تركز عليه الدراسات السابقة.

يتمثل الهدف الرئيس لهذا البحث في **قياس العلاقة غير المتماثلة بين النمو في القطاع النفطي ودرجة التلوث البيئي في ليبيا**، وذلك عن طريق قياس الأثر غير المتماثل للإنتاج النفطي على معدلات انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في ليبيا.

2. **البيانات والمتغيرات** *Data and variables*:

يغطي هذا البحث الفترة 1962-2017، ويعتمد على متغيرين هما:

2.1. **المتغير التابع** *dependent variable*: ويتمثل في معدل التلوث البيئي environmental pollution، وقد تم الاستدلال عليه بمؤشر كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 emissions وتقدر بالمليون طن متري Million metric tons، وقد تم الحصول على البيانات الخاصة بهذا المتغير من خلال قاعدة البيانات الاحصائية العالمية Our World Data OWD، وقد رمز له بالرمز CO_2.

2.2. **المتغير المستقل** *independent variable*: يتمثل هذا المتغير في قيمة الناتج النفطي، وقد تم الاستدلال عليه من خلال مؤشر الناتج المحلي الاجمالي النفطي oil GDP، بالأسعار الحقيقية لسنة 2003 مقوماً بملايين الدينارات الليبية، وقد تم الحصول على البيانات الخاصة بهذا المتغير خلال الفترة 1962-2006 من نشرة البيانات الاحصائية الصادرة عن مركز بحوث العلوم الاقتصادية بنغازي، وتم الحصول على البيانات الخاصة بالفترة 2007-2017 من قاعدة البيانات الاحصائية للإدارة العامة للحسابات القومية بوزارة التخطيط، وقد رمز له بالرمز GDP.

تجدر الإشارة هنا إلى أنه قد تم تحويل البيانات الخاصة بمتغيري البحث إلى الصيغة اللوغاريتمية Logarithmic form، وذلك لتقليل حدة التقلبات التي قد تعتري البيانات، وللحصول على وضع أكثر استقراراً فيما يتعلق بالتباين variance & (Watson Teelucksingh,2002)، وتساعد هذه الآلية في تخفيض درجة التقلب في البيانات، وجعلها أكثر ميلاً للتوزيع الطبيعي Normal distribution (Changyong,2014).

3. **الأسلوب القياسي** *Econometric technique*:

إنطلاقاً من أهداف البحث الرامية إلى قياس الأثر غير المتماثل asymmetric effict للناتج النفطي على معدلات التلوث البيئي في ليبيا، الممثلة في كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2، فقد تم استخدام نموذج الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة غير الخطي Non-Linear Autoregressive distributed lags model NARDL الذي أقترح بواسطة Shin et al. (2014)، ويهتم هذا النموذج بقياس الآثار غير المتماثلة Asymmetric effects للمتغيرات الاقتصادية، وتكمن أهمية استخدامه في هذا البحث في أنه يمكّن من قياس تأثير كلاً من الزيادة والانخفاض في الناتج النفطي على معدلات التلوث البيئي، وبالتالي التعرف على ما إذا كان التقليل من الناتج النفطي يساعد على تخفيض درجة التلوث البيئي في ليبيا، ويفصل نموذج NARDL التغيرات الموجبة والتغيرات السالبة في المتغيرات المستقلة Regressors ويضعها في صورة مجاميع جزئية Partial sums لإبطاءات تلك المتغيرات، بحيث يصبح المتغير التابع دالة في المجاميع الجزئية للتغيرات الموجبة والسالبة التي تم فصلها Decomposition of partial sum، وحيث إن النموذج يقوم على مبدأ الإنحدار الذاتي Autoregression تضاف إلى المعادلة إبطاءات المتغير التابع (Shin et. al,2014)، وقياساً على منهجية Pesaran (2001) في نموذج ARDL يمكن إعادة كتابة الصيغة العامة لنموذج NARDL لهذا البحث على الصورة الآتية: (Shin et. al,2014)

$$\Delta GDP = \rho GDP_{t-1} + \theta_j^{+} OIP + \theta_j^{-} OIP + \sum_{j=1}^{p-1} \phi GDP_{t-1} + \sum_{j=0}^{q} (\nu_j^{+} \Delta OIP_{t-1}^{+} + \nu_j^{-} \Delta OIP_{t-1}^{-}) + \varepsilon_t \quad (1)$$

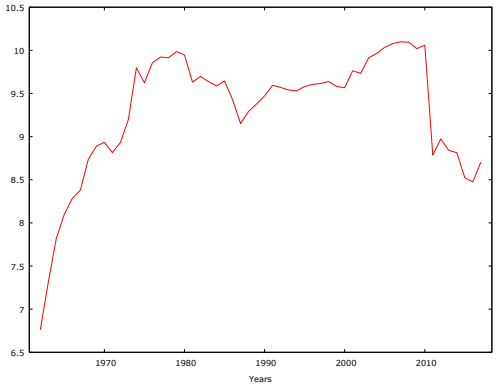
من مزايا هذا النموذج أنه يعمل بكفاءة في ظل العينات الصغيرة، وأنه يظهر التغيرات غير المتماثلة في الأجلين الطويل والقصير short and Long run asymmetries، ويعمل في ظل متغيرات متكاملة من درجات مختلفة (Jammazi et. al,2015)، وسيتم تقدير معلمات الأثر خلال الأجل القصير والطويل ضمن نموذج تصحيح الخطأ غير المقيد UECM، وانحدار التكامل المشترك cointegration regression بطريقة OLS على التوالي ضمن هذا النموذج.

4. النتائج والمناقشة *Results and discussion*:

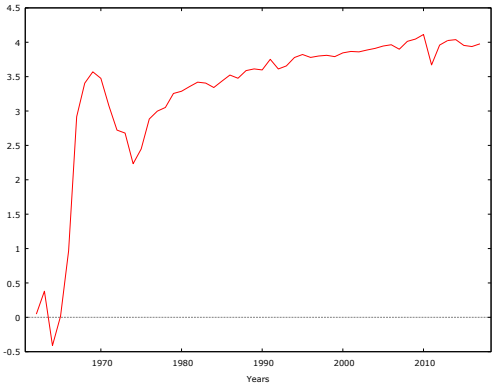
4.1. خصائص السلاسل الزمنية لمتغيرات البحث *Time series properties*:

أولاً: الرسم البياني للسلسلتين الزمنيتين لمتغيري البحث *Time series plots*:

من خلال الشكل التالي رقم (1) الذي يبين الرسم البياني للسلسلتين الزمنيتين لمتغيري البحث يلاحظ أن كلا السلسلتين تحوي اتجاهاً عاماً موجباً positive trend، الأمر الذي يشير مبدئياً إلى أن هاتين السلسلتين غير ساكنتين في المستوى non-stationary at level، كما يستفاد من هذه الخاصية في اختيار النموذج المناسب لاختبارات جدر الوحدة للبدء به، وهو النموذج الثالث في هذه الحالة المحتوي على ثابت واتجاه عام intercept and trend.



lnGDP



lnCO2

الشكل رقم (1): السلاسل الزمنية لمتغيرات البحث

من ناحية أخرى يلاحظ من الرسم أن السلسلتين تحويات بعض التغيرات الهيكلية structural breaks، والنقاط الشاذة outliers، وذلك على مستوى الحد الثابت intercept، وعلى مستوى التباين variance، وسيتم أخذ هذه الخاصية بعين الاعتبار عند إجراء اختبارات جدر الوحدة unit root tests، وذلك بتعزيزها بأحد الاختبارات الذي يأخذ في الاعتبار وجود تغيرات هيكلية في السلاسل الزمنية unit root tests with structural breaks، كما سيتم معالجة أي مشكلات قياسية قد تنشأ عن وجود هذه الظاهرة في السلاسل الزمنية عند تقدير نموذج البحث، وذلك بادراج متغيرات وهمية في بعض السنوات التي شهدت تغيرات هيكلية

معنوية بالنسبة لنموذج البحث.

ثانياً: الخصائص الاحصائية الوصفية للسلسلتين الزمنيتين لمتغيري البحث *Descriptive statistics*:

من خلال الجدول التالي رقم (1) الذي يبين أهم المقاييس الاحصائية الوصفية للسلسلتين الزمنيتين لمتغيري البحث يلاحظ أن قيمة الوسط الحسابي mean لمتغيري التلوث البيئي والناتج النفطي قد بلغت ما مقداره 3.2584، و9.3007 على التوالي، حيث تتركز أغلب البيانات لكل من هذين المتغيرين حول كل من هاتين القيمتين على التوالي، وبالنظر للقيمة العظمى للمتغيرين التي بلغت ما قيمته 4.1129 لمتغير التلوث، وما قيمته 10.099 لمتغير الناتج النفطي، والقيمة الدنيا التي بلغت ما يقدر بـ 0.41070- لمتغير التلوث، وما قيمته 6.7614 لمتغير الناتج النفطي يلاحظ أن هذين المتغيرين يعانيان من وجود بعض القيم المتطرفة outliers، ولكنها ليست كبيرة، وقد كانت أكبر في متغير التلوث، وذلك لأن قيم المتوسط الحسابي mean بعيدة بعض الشيء عن القيمة الدنيا لكل منهما، ومن خلال النظر لقيمة مقياس التشتت المتمثل في الانحراف المعياري standard deviation لهذين المتغيرين ما مقداره 1.0625، 0.71194، الأمر الذي يعني أن هذه البيانات تعاني قدراً قليلاً من التشتت، وبالنظر لقيمة احصاءة Jarque-Bera يلاحظ أن كلا المتغيرين لا يتبعان التوزيع الطبيعي، الأمر الذي قد ينشئ بعض المشكلات القياسية التي يستوجب التعامل معها فيما بعد.

الجدول رقم (1): ملخص الاحصاء الوصفي للسلاسل الزمنية لمتغيرات البحث

Variables	Mean	Max	Min	Std. Dev.	Jarque-Bera
lnCO2	3.2584	4.1129	-0.41070	1.0625	90.16835
lnGDP	9.3007	10.099	6.7614	0.71194	29.07674

* normally distributed

ثالثاً: اختبارات جذر الوحدة للسلسلتين الزمنيتين لمتغيري البحث *Unit root tests*:

من خلال الجدول التالي رقم (2) الذي يبين نتائج اختبارات جدر الوحدة للسلسلتين الزمنيتين لمتغيري البحث يمكن تلخيص النتيجة العامة لهذه الاختبارات في أن كلا السلسلتين ساكنتين بعد أخذ الفرق الأول stationary at first difference، وبالتالي فهما متكاملتان من الدرجة الأولى integrated of order one I(1).

بالنظر للجدول يلاحظ أن اختباري ADF, PP قد أكدا على أن متغير التلوث الممثل بكمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 ساكن عند المستوى، ومع معنوية الاتجاه العام فإن ذلك يعني أن هذين الاختبارين قد حكما أن هذا المتغير ساكن حول الاتجاه العام، أي أنه من نوع trend stationary TS، ولكن نتيجة اختبار LS قد جاءت مناقضة لهذه النتيجة، حيث أكدت على أن هذا المتغير غير ساكن في المستوى عند أخذ التغيرات الهيكلية في الحسبان، وحيث إن هذا الاختبار أكبر كفاءة في مثل هذه الحالات، فقد تم ترجيح نتيجته على نتيجتي الاختبارين الآخرين، أما ما يتعلق بالمتغير الخاص بالناتج النفطي فقد أكدت الاختبارات الثلاثة على أنه لا يستقر إلا بعد أخذ الفرق الأول.

الجدول رقم (2): نتائج اختبارات جذر الوحدة للسلاسل الزمنية لمتغيرات البحث

Variables	ADF	PP	LS	Decision
lmCO2	-4.814141*	-3.812755*	-8.914703**	I(1)
lnGDP	-7.676136**	-7.676136**	-5.217069**	I(1)

(*) Significant at level (1%) , (**) Significant at first difference (1%)

4.2. اختبار التكامل المشترك بين متغيري البحث *Cointegration results*:

من خلال الجدول التالي رقم (3) الذي يبين نتائج اختبار التكامل المشترك bounds test، يمكن القول إجمالاً أن متغيري النموذج يرتبطان بعلاقة توازنية طويلة الأجل long run equilibrium relationship، وأن هذه العلاقة منطقية sensical cointegration.

تتضح النتيجة المشار إليها أعلاه أولاً من خلال مقارنة قيمة احصاءة F بالقيم الحرجة العليا والدنيا، ومن خلال الجدول يتضح أن قيمة احصاءة F قد بلغت ما يقدر بـ 19.55452، الأمر الذي يعني أنها تفوقت على الحد الأعلى للقيم الحرجة عند كل مستويات المعنوية الاحصائية المدرجة بالجدول، ولهذا يتم رفض فرض العدم Null hypotheses القاضي بعدم وجود تكامل مشترك بين متغيري البحث، وبالمقابل قبول الفرض البديل alternative hypotheses القاضي بوجود علاقة تكامل مشترك بينهما، ولهذا كله يمكن القول مبدئياً أن هناك علاقة توازنية طويلة الأجل "علاقة تكامل مشترك" بين متغيري النموذج.

الجدول رقم (3) :نتائج اختبار التكامل المشترك F-Bounds Test

F statistic		
K	**Value**	**Test Statistic**
2	*19.55452*	
I (1)	**I(0)**	**Significance**
4.14	3.17	10%
4.85	3.79	5%
5.52	4.41	2.5%
6.36	5.15	1%
T statistic		
	Value	**Test Statistic**
	-6.084916	
I (1)	**I(0)**	**Significance**
-3.21	-2.57	10%
-3.53	-2.86	5%
-3.8	-3.13	2.5%
-4.1	-3.43	1%

Null Hypothesis: No levels relationship

من خلال الجدول أيضاً وبمقارنة قيمة احصاءة T بالقيم الحرجة العليا والدنيا يلاحظ أن قيمة هذه الاحصاءة البالغة ما مقداره 6.084916 قد فاقت القيم الحرجة العليا، الأمر الذي يعني رفض فرض العدم القاضي بأن علاقة التكامل المشترك التي تم التوصل إليها من خلال احصاءة F هي علاقة غير منطقية non sensical cointegration، وبالتالي قبول الفرض البديل القاضي بأن هذه العلاقة منطقية sensical، وعلى هذا يمكن القول بأن متغيري البحث يرتبطان بعلاقة توازنية منطقية في الأجل الطويل، الأمر الذي يعني أن البيانات الخاصة بهذين المتغيرين تسير في المدى الطويل وبشكل متوازن وفق نمط محدد، وسيتم من خلال تقدير نموذج تصحيح

الخطأ UECM تحديد سرعة التعديل speed of adjustment لأي اختلالات قد تحصل في هذه العلاقة خلال الأجل القصير.

4.3. ديناميكيات الأجل القصير ونموذج تصحيح الخطأ غير المقيد *Short run dynamics and UECM model*:

يبين الجدول التالي رقم (4) نتائج تقدير نموذج تصحيح الخطأ غير المقيد Un restricted Error Correction Model UECM، وقد تم معالجة بعض المشكلات القياسية التي ظهرت في هذا النموذج من خلال إضافة بعض المتغيرات الوهمية Dummy variables للسنوات 1962, 1965, 1967, 1974, 1986, 1992, 2007، ومن خلال الجدول يتضح أن حد تصحيح الخطأ قد بلغ ما قيمته -0.267024، وقد حقق الشرطين المطلوبين في هذا المعامل، حيث كان سالباً ومعنوياً احصائياً عند مستوى المعنوية 1%، وتعني قيمة هذا المعامل أن ما نسبته 26.7% تقريباً من أخطاء التوازن في الأجل القصير يتم تصحيحه في وحدة الزمن، وتستغرق عملية العودة للتوازن عند حدوث أي اختلال عن العلاقة التوازنية طويلة الأجل خلال الأجل القصير إلى ثلاث سنوات وتسعة أشهر وثلاثة أيام تقريباً.

الجدول رقم (4): نتائج تقدير نموذج تصحيح الخطأ UECM

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.334641	0.035669	9.381759	0.0000
D(LNCO2(-1))	0.142733	0.041158	3.467894	0.0014
D(LNCO2(-2))	-0.046342	0.041336	-1.121108	0.2697
D(LNCO2(-3))	0.118614	0.032785	3.617945	0.0009
D(LNGDP_NEG)	0.359577	0.044046	8.163709	0.0000
D(LNGDP_NEG(-1))	-0.186502	0.045893	-4.063834	0.0003
D_1962	-0.153085	0.043116	-3.550506	0.0011
D_1965	0.408715	0.089794	4.551712	0.0001
D_1967	1.305862	0.081124	16.09709	0.0000
D_1974	-0.434822	0.075719	-5.742574	0.0000
D_1986	0.119246	0.059324	2.010077	0.0520
D_1992	-0.159087	0.059308	-2.682404	0.0110
D_2007	-0.125825	0.058879	-2.137000	0.0395
CointEq(-1)	-0.267024	0.033933	-7.869095	0.0000

R-squared	0.978362	Mean dependent var	0.076207
Adjusted R-squared	0.970959	S.D. dependent var	0.340002
S.E. of regression	0.057941	Akaike info criterion	-2.633987
Sum squared resid	0.127571	Schwarz criterion	-2.108652
Log likelihood	82.48366	Hannan-Quinn criter.	-2.432586
F-statistic	132.1662	Durbin-Watson stat	2.092678
Prob(F-statistic)	0.000000		

يوضح الجدول من ناحية أخرى معلمات الأثر خلال الأجل القصير التي تعبر عن المرونات الجزئية للمتغير التابع المتمثل في معدل التلوث تجاه المتغير المستقل المتمثل في الناتج النفطي في المدى القصير، ويلاحظ في هذا الجانب أن متغير معدل التلوث يتأثر بقيمته السابقة مع فترة ابطاء واحدة lag1، ومع ثلاث فترات ابطاء lag3، وقد بلغت معلمات الأثر لهذا المتغير خلال هاتين الفترتين ما قيمته 0.334641، و0.118614 الأمر الذي يعني أن القيم السابقة لهذا المتغير تؤثر ايجابياً في قيمته الحالية، أما المتغير المستقل المتمثل في الناتج النفطي فقد تمت تجزئة آثاره السالبة والموجبة على المتغير التابع، فكانت آثاره الموجبة غير موجودة خلال الأجل القصير، أما آثاره السالبة المتمثلة في النقص في قيمة هذا المتغير فقد ارتبطت في الفترة الحالية بعلاقة موجبة مع المتغير التابع، الأمر الذي يعني أن الانخفاض في الناتج النفطي يستتبع بانخفاض في معدل التلوث البيئي في ليبيا في المدى القصير، وقد بلغت قيمة معلمة الانحدار لهذا المتغير ما قيمته 0.359577، الأمر الذي يعني أن كل انخفاض في قيمة الناتج النفطي بنسبة 1% يتبعه انخفاض في معدل التلوث البيئي بنسبة 0.36% تقريباً، أما الانخفاض في قيمة الناتج النفطي في السنة الماضية lag1 فيؤثر عكسياً على قيمة معدل التلوث البيئي في ليبيا في المدى القصير، حيث بلغت قيمة معلمة الانحدار لهذا المتغير ما يقدر بـ 0.186502-، وهذا يعني أن أي انخفاض في قيمة الناتج النفطي في السنة الماضية يستتبع بارتفاع في معدل التلوث البيئي بنسبة 0.19% تقريبا، وذلك خلال الأجل القصير، وقد كانت قيمة معلمات الانحدار المذكورة سابقاً معنوية احصائياً عند مستوى المعنوية 1%، وتبدوا هذه النتيجة غريبة إلى حد ما، والأرجح أنها مجرد تزامن احصائي في البيانات ولا تعبر عن علاقة سببية حقيقية.

من ناحية أخرى وبالنظر لقيمة R^2 نجد أن ما نسبته 97.8% من التغيرات في المتغير التابع تفسر بالتغيرات في المتغيرات المستقلة المدرجة في النموذج المقدر، وهذه نتيجة جيدة، كما أن قيمة احصاءة F لهذا النموذج معنوية احصائياً عند مستوى المعنوية 1%، وهذا يعني أن معادلة هذا النموذج معنوية ككل.

4.4. تقدير معلمات الأجل الطويل باستخدام طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية *Estimating long run coefficients using OLS method*:

من خلال الجدول التالي رقم (5) الذي يوضح نتائج تقدير انحدار التكامل المشترك بطريقة OLS، الذي يبين معلمات الأثر خلال الأجل الطويل Long run coefficients، التي تعكس المرونات الجزئية للمتغير التابع تجاه التغيرات الموجبة والسالبة في المتغير المستقل، يتبين أن التغيرات الموجبة والسالبة في الناتج النفطي، تؤثر طردياً على المتغير التابع المتمثل في معدل التلوث البيئي، وقد بلغت قيمة معلمة الانحدار للتغيرات الموجبة في المتغير المستقل ما قيمته 0.673123، الأمر الذي يعني أن أي زيادة في الناتج النفطي بمعدل 1% تستتبع بزيادة قدرها 0.67% تقريباً في معدل التلوث البيئي، وقد بلغت معلمة الانحدار للتغيرات السالبة في المتغير المستقل ما قيمته 0.198491، الأمر الذي يعني أن أي انخفاض في الناتج النفطي بمعدل 1% يستتبع بانخفاض قدره 0.20% تقريباً في معدل التلوث البيئي، وكل ذلك خلال الأجل الطويل، وتبدوا هذه النتيجة منطقية جداً حيث إن زيادة الناتج النفطي يزيد معدل التلوث البيئي في ليبيا، وانخفاضه يخفض من معدلات التلوث في البلاد، وقد كان الأثر الناجم عن زيادة الناتج النفطي على معدلات التلوث

أكبر من الأثر الناجم عن انخفاضه، الأمر الذي يعني أن معدلات التلوث التي يتم ضخها في ليبيا ليس من السهل تخفيضها بنفس الدرجة، وقد يفسر ذلك بأن الزيادة في الناتج النفطي ينجم عنها في المدى الطويل زيادات في الاستثمار، الأمر الذي يعني شراء المزيد من المعدات والآلات والسيارات، التي تعد مصادر للتلوث البيئي، فعلى المدى الطويل ينشر الناتج النفطي آثاره الملوثة للبيئة في قطاعات اقتصادية متعددة، ولهذا فإن تخفيض الناتج النفطي فقط لا يعمل على تخفيض التلوث البيئي بنفس الدرجة التي يقوم بها بزيادته.

الجدول رقم (5): نتائج تقدير معلمات الأجل الطويل باستخدام طريقة OLS

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNGDP_POS	0.673123	0.138689	4.853479	0.0000
LNGDP_NEG	0.198491	0.105199	1.886803	0.0673

4.5. الاختبارات التشخيصية للنموذج *model diagnostic tests*:

للتأكد من صحة ودقة النتائج التي تم التوصل إليها من خلال النموذج القياسي المقدر لابد من إجراء بعض الاختبارات التشخيصية diagnostic tests، ويبين الجدول التالي رقم (6) نتائج الاختبارات التشخيصية الخاصة بواقي الانحدار regression residuals، وتوصيف النموذج model specification، ويتضح من خلال هذه النتائج أن سلسلة البواقي للنموذج المقدر لا تعاني من أي مشكلة، وأن هذا النموذج قد تم توصيف بشكل جيد accurately specified.

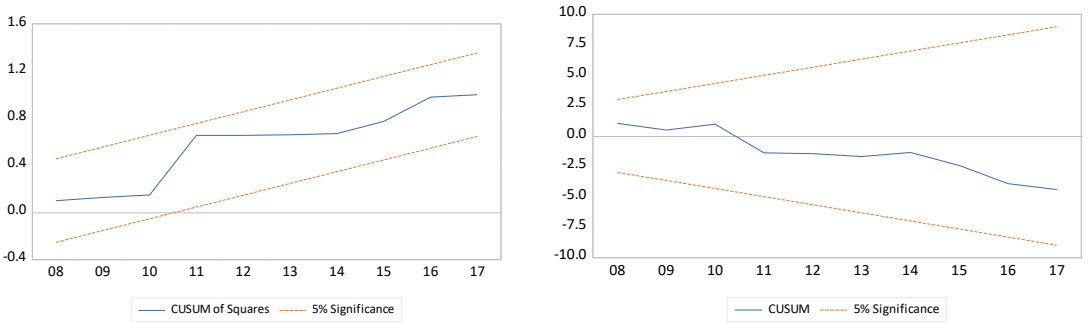
بشيء من التفصيل يمكن القول أن نتائج اختبار Breusch-Godfrey serial correlation LM test قد أثبتت عدم وجود مشكلة الارتباط الذاتي المتسلسل بين الأخطاء، كما أثبتت نتائج اختبار Jarque Bera Normality test أن سلسلة البواقي تتبع التوزيع الطبيعي normal distribution، وأثبتت النتائج المتحصل عليها من اختبار Breusch-Pagan-Godfrey Test أن تباين أخطاء البواقي متجانس، وأثبتت نتائج اختبار ARCH عدم وجود مشكلة عدم تجانس التباين الشرطي، ومن ناحية أخرى أثبتت نتائج اختبار Ramsey reset test أن نموذج البحث قد تم توصيف بشكل جيد وأنه لا يعاني من مشكلة سوء التوصيف misspecification problem.

الجدول رقم (6): اختبارات سلسلة البواقي Residuals وتوصيف النموذج model specification

TEST	Statistic Value	Prob.
Breusch-Godfrey serial correlation LM test Null hypothesis: *No serial correlation at up to 2 lags*		
F-Statistic	0.104671	0.9009
Obs*R- Square	0.318210	0.8529
Normality test (Jarque Bera) Null hypothesis: *Residual are Normally Distributed*	0.191089	0.908879
Heteroskedasticity Null hypothesis: *Homoskedasticity*	*Breusch-Pagan-Godfrey Test*	
Obs*R-squared	22.30759	0.1000

ARCH test			
0.2936	1.102984	Obs*R-squared	
0.1141	2.625942	F-statistic	*Ramsey RESET Test*

من ناحية أخرى وللوقوف على الاستقرار الهيكلي للنموذج، الذي يبين استقرار المعلمات المقدرة عبر الزمن ومن خلال اختباري CUSUM, CUSUM of squares يمكن القول بأن هيكل النموذج مستقر، حيث يقع المنحنى الممثل لاحصاءة الاختبارات الثلاثة داخل الحدود الحرجة critical borders عند مستوى المعنوية 5%، ولذلك كله يمكن القول أن النموذج المقدر يتسم بالكفاءة وأنه يمكن الاستئناس لنتائجه، والإستناد إليها في بناء سياسات اقتصادية فاعلة في هذا الجانب.



الشكل رقم (2): اختبارات استقرار معلمات النموذج *model parameters stability*

5. الخلاصة *Conclusion*:

هدف هذا البحث بشكل عام إلى قياس العلاقة غير المتماثلة asymmetric relationship بين النمو في القطاع النفطي ودرجة التلوث البيئي في ليبيا، وذلك من خلال قياس الأثر غير المتماثل للناتج النفطي كمؤشر على النمو في القطاع النفطي على معدلات انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون كمؤشر على درجة التلوث البيئي في ليبيا، وذلك خلال الفترة 1962-2017.

لتحقيق أهدافه فقد اعتمد البحث على الأسلوب القياسي المبني على تحليل السلاسل الزمنية من خلال نموذج الانحدار الذاتي لفترات الابطاء الموزعة غير الخطي Non linear Autoregressive Distributed Lag NARDL model.

أشارت النتائج التي تم التوصل إليها من خلال اختبار التكامل المشترك bounds test إلى وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين متغيري البحث في المدى الطويل، وقد كانت هذه النتيجة منطقية، كما أشارت النتائج المتحصل عليها من خلال تقدير معلمات الأثر خلال الأجل القصير إلى أن التغيرات السالبة في المتغير المستقل المتمثل في الناتج النفطي خلال الفترة الحالية تؤثر ايجابياً على معدلات التلوث البيئي في ليبيا، الأمر الذي يعني أن الانخفاض في الناتج النفطي يستتبع بانخفاض في معدل التلوث البيئي في ليبيا في المدى القصير، وقد بلغت قيمة معلمة الانحدار لهذا المتغير ما قيمته 0.359577، الأمر الذي يعني أن كل انخفاض في قيمة الناتج النفطي

بنسبة 1% يتبعه انخفاض في معدل التلوث البيئي بنسبة 0.36% تقريباً، أما الانخفاض في قيمة الناتج النفطي في السنة الماضية lag1 فيؤثر عكسياً على قيمة معدل التلوث البيئي في ليبيا في المدى القصير، حيث بلغت قيمة معلمة الانحدار لهذا المتغير ما يقدر بـ 0.186502-، وهذا يعني أن أي انخفاض في قيمة الناتج النفطي في السنة الماضية يستتبع بارتفاع في معدل التلوث البيئي بنسبة 0.19% تقريبا، وذلك خلال الأجل القصير، وقد كانت قيمة معلمات الانحدار المذكورة سابقاً معنوية احصائياً عند مستوى المعنوية 1%.

أشارت نتائج تحليل الأثر خلال الأجل الطويل إلى أن التغيرات الموجبة والسالبة في الناتج النفطي، تؤثر طردياً على المتغير التابع المتمثل في معدل التلوث البيئي، وقد بلغت قيمة معلمة الانحدار للتغيرات الموجبة في المتغير المستقل ما قيمته 0.673123، الأمر الذي يعني أن أي زيادة في الناتج النفطي بمعدل 1% تستتبع بزيادة قدرها 0.67% تقريباً في معدل التلوث البيئي، وقد بلغت معلمة الانحدار للتغيرات السالبة في المتغير المستقل ما قيمته 0.198491، الأمر الذي يعني أن أي انخفاض في الناتج النفطي بمعدل 1% يستتبع بانخفاض قدره 0.20% تقريباً في معدل التلوث البيئي، وكل ذلك خلال الأجل الطويل.

لهذا كله يمكن حوصلة ما تم التوصل إليه في هذا البحث في أن الاعتماد المفرط على القطاع النفطي يعد أحد الأسباب الرئيسة في تزايد معدلات التلوث البيئي في ليبيا الأمر الذي يهدد مستقبل التنمية المستدامة في البلاد، ولهذا فإن التوصية الرئيسة التي يمكن تقديمها في هذا الإطار إنما تتمثل في ضرورة العمل على تنويع هياكل الانتاج في الاقتصاد الليبي بما يتوافق ومتطلبات التنمية المستدامة ومعايير المحافظة على البيئة.

6. المراجع *References*:

6.1. المراجع العربية:

الحويج، حسين فرج. (2019). *استهلاك الوقود الأحفوري وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي في ليبيا*. مجلة الدراسات الاقتصادية، 2 (2)، 29-50.

الحويج، حسين فرج. (2020). *أثر تقلبات أسعار النفط على الميزان التجاري في ليبيا*. مجلة الدراسات الاقتصادية، 3 (3)، 1-21.

الحويج، حسين فرج والماقوري، علي محمد. (2015). *دور النفط في تشكيل ملامح وسمات الاقتصاد الليبي*. مجلة آفاق اقتصادية، 1 (2)، 44-79.

الهيأة الوطنية للبحث العلمي. (2010). مركز بحوث العلوم الاقتصادية. البيانات الاقتصادية والاجتماعية في ليبيا عن الفترة 1962-2006. بنغازي. ليبيا.

وزارة التخطيط، الإدارة العامة للحسابات القومية. (2020). قاعدة البيانات الاحصائية 2007-2017.

6.2. المراجع الأجنبية:

Al Mamun, M., Sohag, K., Mia, M. A. H., Uddin, G. S., & Ozturk, I. (2014). *Regional differences in the dynamic linkage between CO2 emissions, sectoral output and economic growth*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 38, 1-11.

Alam, M. J., Begum, I. A., Buysse, J., Rahman, S., & Van Huylenbroeck, 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.

Alshehry, A. S., & Belloumi, M. (2015). *Energy consumption, carbon dioxide emissions and economic growth: The case of Saudi Arabia*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41, 237-247.

Awodumi, O. B., & Adewuyi, A. O. (2020). *The role of non-renewable energy consumption in economic growth and carbon emission: Evidence from oil producing economies in Africa*. Energy Strategy Reviews, 27, 100434.

Aye, G. C., & Edoja, P. E. (2017). *Effect of economic growth on CO2 emission in developing countries: Evidence from a dynamic panel threshold model*. Cogent Economics & Finance, 5(1), 1379239.

Balsalobre-Lorente, D., Shahbaz, M., Roubaud, D., & Farhani, S. (2018). How economic growth, renewable electricity and natural resources contribute to CO2 emissions?. Energy Policy, 113, 356-367.

Bekun, F. V., Emir, F., & Sarkodie, S. A. (2019). *Another look at the relationship between energy consumption, carbon dioxide emissions, and economic growth in South Africa*. Science of the Total Environment, 655, 759-765.

Bouznit, M., & Pablo-Romero, M. D. P. (2016). *CO2 emission and economic growth in Algeria*. Energy Policy, 96, 93-104.

Changyong, F. E. N. G., Hongyue, W. A. N. G., Naiji, L. U., Tian, C. H. E. N., Hua, H. E., & Ying, L. U. (2014). *Log-transformation and its implications for data analysis*. Shanghai archives of psychiatry, 26(2), 105.

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.

Ebohon, O. J., & Ikeme, A. J. (2006). *Decomposition analysis of CO2 emission intensity between oil-producing and non-oil-producing sub-Saharan African countries*. Energy Policy, 34(18), 3599-3611.

Hassan, A. S. (2020). *Relationship between per capita co2 emissions and GDP in Iraq*. Plant Archives, 20(2), 1206-1209.

Ike, G. N., Usman, O., & Sarkodie, S. A. (2020). *Testing the role of oil production in the environmental Kuznets curve of oil producing countries: New insights from Method of Moments Quantile Regression*. Science of the Total Environment, 711, 135208.

Jammazi, R., Lahiani, A., & Nguyen, D. K. (2015). A *wavelet-based nonlinear ARDL model for assessing the exchange rate pass-through to crude oil prices*. Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 34, 173-187.

Lin, B., & Xu, B. (2020). *How does fossil energy abundance affect China's economic growth and CO2 emissions?*. Science of The Total Environment, 719, 137503.

Lotfalipour, M. R., Falahi, M. A., & Ashena, M. (2010). *Economic growth, CO2 emissions, and fossil fuels consumption in Iran*. Energy, 35(12), 5115-5120.

Mahmood, H., Alkhateeb, T. T. Y., & Furqan, M. (2020). *Oil sector and CO 2 emissions in Saudi Arabia: asymmetry analysis*. Palgrave Communications, 6(1), 1-10.

Our World Data, https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions.

Pao, H. T., Yu, H. C., & Yang, Y. H. (2011). *Modeling the CO2 emissions, energy use, and economic growth in Russia*. Energy, 36(8), 5094-5100.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). *Bounds testing approaches to the analysis of level relationships*. Journal of applied econometrics, 16(3), 289-326.

Petraru, M., & Gavrilescu, M. (2010). *Pollution prevention, a key to economic and environmental sustainability*. Environmental Engineering and Management Journal, 9(4), 597-614.

Robalino-López, A., Mena-Nieto, Á., García-Ramos, J. E., & Golpe, A. A. (2015). *Studying the relationship between economic growth, CO2 emissions, and the environmental Kuznets curve in Venezuela (1980–2025)*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41, 602-614.

Salahuddin, M., & Gow, J. (2014). *Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in Gulf Cooperation Council countries*. Energy, 73, 44-58.

Salahuddin, M., Alam, K., Ozturk, I., & Sohag, K. (2018). *The effects of electricity consumption, economic growth, financial development and foreign direct investment on CO2 emissions in Kuwait*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81, 2002-2010.

Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). *Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework*. In Festschrift in Honor of Peter Schmidt (pp. 281-314). Springer, New York, NY.

Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. Journal of econometrics, 66(1-2), 225-250.

Wang, K. M. (2012). *Modelling the nonlinear relationship between CO2 emissions from oil and economic growth*. Economic Modelling, 29(5), 1537-1547.

Watson, R. K. & Teelucksingh, S. S. (2002). *A Practical Introduction to Econometric Methods: Classical and Modern*. Jamaica: The University of the West Indies Press.

Yusuf, A. M., Abubakar, A. B., & Mamman, S. O. (2020). *Relationship between greenhouse gas emission, energy consumption, and economic growth: evidence from some selected oil-producing African countries*. Environmental science and pollution research, 1-9.

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