مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية

اسم المقال: دراسة العوامل الأساسية لانبعاثات CO2 في إطار فرضية كوزنتس البيئي باستخدام نموذج STIRPAT: حالة سورية
اسم الكاتب: د. يوسف محمود، د. ابتهال قابقلي، لمى الخطيب
رابط ثابت: https://political-encyclopedia.org/library/5644
تاريخ الاسترداد: 2026/06/08 01:35 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية – ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

دراسة العوامل الأساسية لانبعاثات CO2 في إطار فرضية كوزنتس البيئي باستخدام نموذج STIRPAT: حالة سورية

الدكتور يوسف محمود*
الدكتورة ابتهال قابقلي**
لمى الخطيب***

(تاريخ الإيداع 13 / 6 / 2021. قُبِل للنشر في 27 / 8 / 2021)

□ ملخّص □

تعد الطاقة الشريان الذي يغذي القطاعات الاقتصادية، والعصب الذي لا يمكن لأي بلد أن يحقق معدلات نمو اقتصادي بدونه، ولكنها المتسبب الرئيسي في ظاهرة تغير المناخ نتيجة لانبعاثات الغازات الدفيئة وأهمها CO2، نتيجة لذلك كان لابد من البحث في العوامل الأساسية لانبعاثات CO2 في سورية، وذلك من أجل معرفة طبيعة العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي المتمثل في انبعاثات CO2، بالاعتماد على منهجية (STIRPAT) التي تعتمد على طريقة المربعات الصغرى الجزئية (PLS). توصلت الدراسة إلى أن النمو الاقتصادي هو العامل الأساسي الأول لانبعاثاتCO2 في سورية، يليه استهلاك الطاقة، ثم النمو السكاني ونسبة التحضر في المرتبة الأخيرة وما قبل الأخيرة على التوالي، إلا أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي ينموان بشكل طردي، بالتالي عدم وجود منحنى كوزنتس البيئي في سورية، الأمر الذي يؤكد على ضرورة الاهتمام بالسياسات البيئية والتوجه نحو استخدام الطاقة المتجددة للتقليل من التلوث البيئي في سورية.

الكلمات المفتاحية: انبعاثات CO2، منحنى كوزنتس البيئي، STIRPAT، PLS.

*أستاذ– قسم الاقتصاد والتخطيط–كلية الاقتصاد–جامعة تشرين–سورية.
**مدرس – قسم الاقتصاد والتخطيط– كلية الاقتصاد– جامعة تشرين– سورية.
***طالبة دراسات عليا (ماجستير)–قسم الاقتصاد والتخطيط– كلية الاقتصاد– جامعة تشرين– سورية.

Studying The Driving Factors Of CO2 Emissions Under The Environmental Kuznets Curve Using The STIRPAT Model: The Case Of Syria

Dr. Youssef Mahmoud*
Dr. Ebtehal Kabakli**
Lama ALkhatib***

(Received 13 / 6 / 2021. Accepted 27 / 8 / 2021)

□ ABSTRACT □

Energy is the artery that feeds the economic sectors, and the nerve that no country can achieve economic growth rates without it, but it is the main cause of climate change due to greenhouse gas emissions, the most important of which is CO2, as a result, it was necessary to research the basic factors of CO2 emissions in Syria, in order to know the nature of the relationship between economic growth environmental degradation represented by CO2 emissions, using the STIRPAT methodology that relies on the Partial Least Squares (PLS) method. The study found that economic growth is the first main factor for CO2 emissions in Syria, followed by energy consumption, then population growth and the percentage of urbanization in the last and second to last place respectively, but carbon dioxide emissions and economic growth are growing steadily in Syria, thus the absence of the Environmental Kuznets Curve, which confirms the need to pay attention to environmental policies and move towards using renewable energy to reduce the environmental pollution in Syria

Key words: CO2 emissions, Environmental Kuznets Curve, STIRPAT, PLS.

* **Professor, Department Economy, Faculty of Economics, Tishreen University, Syria.**
** **Assistant Professor, Department Economy, Faculty of Economics, Tishreen University, Syria.**
*** **Postgraduate student, Department Economy, Faculty of Economics, Tishreen University, Syria.**

مقدمة:

شهدت العقود الأخيرة اهتماماً كبيراً بالتنمية المستدامة التي تهدف إلى تحقيق العدالة بين الأجيال الحالية والمستقبلية، حيث تعنى بتلبية احتياجات الأجيال الحالية دون المساس بحقوق واحتياجات الأجيال المستقبلية من الموارد، تركز التنمية المستدامة بشكل كبير على تحقيق التوازن بين النظام البيئي والنمو الاقتصادي وعملية التصنيع، حيث أن لاستنزاف الموارد الطبيعية بشكل مجاني وبدون رقابة ومحاسبة أثر سلبي كبير على البيئة والاقتصاد، نتيجة لذلك تزايد الاهتمام العالمي خلال العقود الماضية بقضايا التدهور البيئي، وذلك بسبب ما شهدته الأرض من تغير مناخي نتيجة الاحتباس الحراري، حيث كان التقدم التكنولوجي والصناعي والانفجار السكاني الذي عرفه العالم في منتصف القرن العشرين وما رافقه من نشاطات تنموية لسد الحاجات المتزايدة للأعداد المتصاعدة من البشر أثر سلبي كبير على البيئة، وعندما بدأت هذه المشكلة بالتصاعد وازداد أثرها على الإنسان وصحته عندها أدرك الإنسان خطورتها ومدى تأثيرها على صحته وحياته، وفقاً للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ فإن الغاز المسؤول عن الاحتباس الحراري هو ثاني أكسيد الكربون، ولمعالجة تغير المناخ والحد من آثار الاحتباس الحراري تم اعتماد العديد من الاتفاقيات العالمية، حيث كان بروتكول كيوتو أول اتفاقية لتخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، والتي وقعتها جميع الدول تقريباً في قمة الأرض، وكانت جميع هذه الاتفاقيات والمؤتمرات نتيجة لأهمية العلاقة بين النمو الاقتصادي والبيئة والأثر المتبادل بينهما، و انطلاقاً من خطورة الأثار المترتبة على قضية تغير المناخ، حيث تعتبر مشكلة الانبعاثات مشكلة عابرة للقارات، لذلك وجب على كل دولة معرفة العوامل الأساسية لانبعاثات الغازات الدفيئة فيها، والعمل على الحد منها، بالتالي من أجل الحد من هذه الانبعاثات كان لابد من معرفة العوامل الأساسية لهذه الانبعاثات في سورية من أجل تحقيق التنمية المستدامة، وذلك في إطار الرؤى والسياسات المستقبلية للتصدي لآثار التغير المناخي في الجمهورية العربية السورية، ومن أجل ذلك نستخدم نموذج STIRPAT (التأثيرات العشوائية بالانحدار على السكان والدخل والتكنولوجيا) باستخدام انحدار المربعات الصغرى الجزئية (PLS) لمعرفة العوامل الأساسية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في سورية، يتم تقدير نموذج STIRPAT من خلال تحليل العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمتغير تابع وإجمالي السكان، نسبة التحضر، نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي واستهلاك الطاقة كمتغيرات مستقلة، إضافةً إلى اختبار منحنى كوزنتس البيئي Environmental Kuznets Curve (EKC) حيث يمكن محاكاة نموذج منحنى كوزنتس في المجال البيئي الذي يربط بين انبعاثات الملوثات مع النمو الاقتصادي ويظهر العلاقة بينهما على شكل حرفU مقلوب، من خلال مراعاة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي اللوغاريتمي التربيعي.

الدراسات السابقة:

1-دراسة (بلبالي ، بويكر،2015) بعنوان:

التلوث البيئي وأثره على النمو الاقتصادي دراسة قياسية للفترة (1970-2010) حالة الجزائر.

تناولت هذه الدراسة أثر التدهور البيئي على النمو الاقتصادي في حالة الجزائر وكان التساؤل الرئيسي يدور حول ما إذا كان هناك أثر للتلوث البيئي على النمو الاقتصادي في الجزائر؟ وقد افترضت الدراسة أنه لا يوجد تعارض بين النمو الاقتصادي وحماية البيئة، مع وجود علاقة طويلة الأجل بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي، ووجود تأثير للتغيرات المناخية على مسار واتجاهات النمو في الجزائر، وكانت المتغيرات التي تناولتها الدراسة هي الناتج المحلي الإجمالي والقيمة المضافة للقطاع الزراعي مؤشراً عن النمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون مؤشراً عن التلوث البيئي، وقد تم اختبار فرضية كوزنتس البيئي في الجانب العملي لهذه الدراسة بين النمو الاقتصادي والتلوث

البيئي. ومن أبرز النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة هي أن الهدف من حماية البيئة لا يعني عرقلة أو إيقاف مسار التنمية وإنما العمل على الحد من التلوث واستنزاف الموارد المتاحة، حيث أنه حتى تحقق التنمية أهدافها الاقتصادية والاجتماعية لا بد أن يصاحبها الحفاظ على الموارد البيئية، لأن البيئة والنمو وجهان لعملة واحدة{1}.

2-دراسة (جلولي، 2017) بعنوان:

اختبار فرضية منحنى كوزنتس البيئي (دراسة تجريبية على6 دول إفريقية نفطية خلال الفترة(1985-2014) .

هدفت هذه الدراسة إلى اختبار فرضية منحنى كوزنتس البيئي (EKC) في6 دول إفريقية منتجة للنفط خلال الفترة 1985-2014 حيث تشير هذه الفرضية إلى العلاقة ما بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي وهي على شكل U معكوس، وكانت إشكالية الدراسة هي التساؤل حول إمكانية التحقق الفعلي لفرضية كوزنتس البيئي بالدول الإفريقية المنتجة للنفط؟ باعتماد تحليل الانحدار لبيانات السلاسل الزمنية المقطعية، أشارت نتائج الاختبارات الإحصائية ضرورة اختبار تقديرات نموذج الآثار العشوائية، وأكدت نتائج هذا النموذج صحة فرضة EKC، كما أوضحت النتائج أن استهلاك الطاقة وإنتاج النفط يزيدان من التلوث البيئي (انبعاثات ثاني أكسيد الكربون)، وكان من أهم اقتراحات هذه الدراسة هو التوجه نحو الاستثمار في الطاقة المتجددة وخفض اعتمادها تدريجياً على النفط، والإنفاق على البحث والتطوير في مشاريع الجودة البيئية وذلك لمواكبة تحديات التنمية المستدامة{2}.

3-دراسة (Abdelfattah & others, 2020)بعنوان:

Population dynamics and CO2 emissions in the Arab region: an extended STIRPAT II model.

(ديناميكيات السكان وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المنطقة العربية باستخدام نموذج STIRPAT الموسع).

تناولت هذه الدراسة التطورات السريعة التي حدثت في الدول العربية على مدى العقدين الماضيين، والتي بدورها تشكل ضغطاً كبيراً على البيئة من خلال النمو السكاني وإجهاد النظام البيئي واستخراج الموارد، الأمر الذي يزيد من احتمال تغير المناخ الناجم عن زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وبالتالي يقلل من فرص تحقيق نموذج أكثر استدامة في العديد من هذه البلدان، تتناول هذه الدراسة العلاقة بين السكان والبيئة في الدول العربية فيما يتعلق بتفاعلات المناخ، وتعتمد في هذا السياق نموذج STIRPAT II الذي يقيس تأثير السكان والدخل والتكنولوجيا وجودة المؤسسة على البيئة، وتم اعتماد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لقياس الأثر البيئي، تظهر نتائج الدراسة أن الطريقة الأكثر فعالية للدول العربية لتقليل انبعاثات الكربون هي تقليل عدد السكان وكثافة الطاقة وتحسين جودة المؤسسة، حيث أن الدول العربية تحقق معدلات مرتفعة في النمو السكاني {3}.

4-دراسة (Immayawahyu, 2020) بعنوان:

Examining the driving factors of CO2 emissions using STIRPAT model based on IPAT identity in Indonesia.

(اختبار العوامل المسببة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون باستخدام نموذج STIRPAT اعتماداً علىIPAT في إندونيسيا).

الغرض من هذه الدراسة هو توضيح تقنيات الاقتصاد القياسي التي توضح محركات انبعاث ثاني أكسيد الكربون، تم استخدام نموذج STIRPAT الموسع لتحديد العوامل الدافعة الأساسية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في إندونيسيا بين (1971-2013)، على أساس العوامل الثلاثة الأكثر أهمية في نموذج IPAT، ولاسيما حجم السكان، والتنمية الاقتصادية والتقدم التكنولوجي، وتم في هذه الدراسة إدخال العوامل المؤثرة التالية: التحضر، التصنيع، تكوين رأس

المال الثابت، الانفتاح التجاري وهيكل استهلاك الطاقة. قامت هذه الدراسة بإجراء تحليل السلاسل الزمنية والتحقيق الكمي على المتغير المؤثر لإطارين زمنيين مختلفين، على وجه التحديد، فترة عصر النظام الجديد (1971–1998) وفترة عصر الإصلاح (1999–2013)، وكان الهدف الأساسي لهذه الدراسة هو تحديد وتحليل العوامل الدافعة والمطابقات بين المتغيرات من خلال استخدام نموذج STIRPAT، توصلت الدراسة إلى أن ارتفاع عدد السكان والتحضر يزيدان من التنمية الاقتصادية واستهلاك الطاقة للفرد، وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بسبب انخفاض كفاءة الطاقة، بالإضافة إلى أن تكنولوجيا توفير الطاقة والوعي بحماية البيئة لا يزالان منخفضين{4}.

مشكلة البحث:

نتيجة الاهتمام العالمي الكبير بمواضيع البيئة وتأثرها بالنمو الاقتصادي، والاهتمام بتحديد العلاقة بين البيئة والاقتصاد، وفي ظل التغير المناخي الذي يشهده العالم وتزايد انبعاثات الكربون بشكل ملحوظ والذي يعتبر من الغازات الرئيسية المسببة لتغير المناخ، اتجهت معظم الأبحاث والدراسات لتوضيح العلاقة بين النمو الاقتصادي والبيئة من خلال اختبار فرضية كوزنتس في اقتصاد البلد المدروس، بالإضافة لمعرفة العوامل الأساسية للتلوث البيئي (انبعاثات ثاني أكسيد الكربون)، بالتالي تكمن مشكلة البحث في التساؤل التالي: ما طبيعة العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في ظل فرضية منحنى كوزنتس البيئي في الاقتصاد السوري؟ وما هي العوامل الأساسية لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في سورية؟

أهمية البحث وأهدافه:

تنبع أهمية البحث من تسليط الضوء على واقع التدهور البيئي في سورية من خلال تحديد العوامل الأساسية المسببة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في سورية خلال الفترة المدروسة (1990–2018)، باستخدام نموذج STIRPAT اعتماداً على انحدار المربعات الصغرى الجزئية PLS، فبالرغم من تناول الموضوع على المستويات العالمية والإقليمية إلا أن مجالات البحث فيه لا تزال حديثة خاصةً في سورية. يهدف البحث إلى معرفة العوامل الأساسية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في سورية، وتحديد طبيعة العلاقة بين النمو الاقتصادي والبيئة في إطار فرضيات كوزنتس البيئي.

فرضيات البحث:

الفرضية الأولى: لا تنطبق فرضية كوزنتس البيئي على حالة الاقتصاد السوري.

الفرضية الثانية: ليس هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين معدل النمو الاقتصادي (مقاساً بمتوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي) وانبعاثات غاز CO2.

الفرضية الثالثة: ليس هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز CO2.

الفرضية الرابعة: ليس هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين النمو السكاني وانبعاثات غاز CO2.

الفرضية الخامسة: ليس هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين نسبة التحضر وانبعاثات غاز CO2.

منهجية البحث:

تم اعتماد منهج التحليل الوصفي في تحليل الآثار المتبادلة بين النمو الاقتصادي والأنشطة التجارية والاقتصادية والموارد البيئية، إلى جانب الاعتماد على أساليب الإحصاء القياسي في دراسة العلاقة بين النمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في إطار فرضية كوزنتس البيئي ومعرفة العوامل الأساسية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في سورية.

الحدود المكانية والزمانية للبحث:

الحدود المكانية: الجمهورية العربية السورية.

الحدود الزمانية: (1990-2018).

الإطار النظري للبحث:

يعتبر التلوث البيئي من المشاكل الرئيسية التي تواجه دول العالم والتي نالت اهتماماً كبيراً على المستويين العالمي والإقليمي، ويعود السبب الرئيسي لهذه المشكلة إلى الأنشطة البشرية المتعددة، حيث يشكل التلوث تدخل في النظم البيئية الطبيعية يؤدي إلى تغيير كبير فيها، كما أن التلوث البيئي يتم على ثلاث مستويات وهي تلوث الماء، الهواء وتلوث التربة، وهذا نتيجة لمصادر التلوث المتعددة التي تفرزها سواء كانت سائلة أو صلبة أو غازية، ولعل من أبرز مصادر التلوث البيئي الزيادة في النشاط الاقتصادي أو ما يعرف بالنمو الاقتصادي حيث يقوم النمو الاقتصادي على الموارد التي توفرها الطبيعة وأهم هذه الموارد هي مصادر الطاقة التي تعد عصب الحياة الاقتصادية، وكون أن التأثير السلبي للنمو على البيئة أمر يمكن الحد منه، من خلال السياسات البيئية التي تفرض رسوم وضرائب من أجل حماية البيئة وقد تؤدي سياسات حماية البيئة في بعض الأوقات إلى التخفيض من مستوى النمو في الأجل القصير كحماية الغابات من القطع الجائر والتقليل من حجم انبعاثات الغازات الدفيئة، وفي حالات أخرى يزداد النمو نتيجة لإصلاح التربة و توفير الموارد المائية، بالتالي نجد أن سياسات حماية البيئة قد تؤدي إلى تثبيط النمو الاقتصادي لفترة ولكنه يعود للنمو بوتيرة أكبر نتيجة الحفاظ على الموارد الطبيعية وعدم هدرها، بمعنى أن حماية البيئة والنمو الاقتصادي وجهان لعملة واحدة بهدف الوصول إلى النمو المستدام، وكون بحثنا يتناول علاقة الاقتصاد بالبيئة سنقوم بالتعريف ببعض المتغيرات الأساسية للبحث كالنمو الاقتصادي حيث تناول العديد من الاقتصاديين تعاريف متنوعة للنمو الاقتصادي، فالعالم اليوم يسعى لتحقيق النمو المستدام وذلك من خلال الحفاظ على الموارد واستدامتها، والاستدامة دوماً تعنى بالجانب البيئي الذي يمد الاقتصاد بالموارد اللازمة لسير العملية الإنتاجية، ومن هذه التعاريف:

"النمو الاقتصادي هو الزيادة في الدخل الوطني الحقيقي في المدى الطويل أي استبعاد التغير في القيمة والتقلبات الدورية في الدخل الوطني وكثيراً ما يتخذ معيار النمو الاقتصادي كالزيادة في الدخل الوطني منسوبة إلى الزيادة في عدد السكان أي الزيادة في متوسط الدخل الحقيقي"{5}.

"النمو الاقتصادي عبارة عن معدل زيادة الإنتاج أو الدخل الحقيقي في دولة ما خلال فترة زمنية معينة "{6}.

بالتالي يمكننا تعريف النمو الاقتصادي بأنه التغيرات التي تطرأ على الجوانب الاقتصادية والاجتماعية، وهو لا يعني حدوث الزيادة في الناتج المحلي الإجمالي فقط، بل يجب أن تكون هذه الزيادة حقيقية أي تؤدي إلى زيادة حقيقية في دخل الأفراد وبالتالي تحسن في المستوى المعيشي للأفراد، ويجب أن ينمو الناتج المحلي الإجمالي بمعدل أعلى من معدل النمو السكاني.

المفهوم الثاني هو التلوث البيئي حيث تعددت التعاريف لهذا المفهوم ونذكر منها الأكثر ملاءمة لموضوع الدراسة، حيث يعرف البنك الدولي التلوث البيئي بأنه " كل ما يؤدي نتيجة التكنولوجيا المستخدمة، إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء

أو الماء أو الغلاف الأرضي، تؤدي إلى التأثير على نوعية الموارد وعدم ملاءمتها وفقدانها خواصها أو تؤثر على استقرار استخدام تلك الموارد"{7}.

يمكننا القول أن التلوث البيئي هو عبارة عن حدوث اختلال في توازن النظام البيئي، نتيجة التغير الحاصل في خواص مكوناته، والتي تؤدي إلى حالة من عدم الاستقرار للنظام البيئي.

يحدث التلوث في عناصر البيئة المختلفة، حيث يؤدي إلى إلحاق الضرر بهذه العناصر من هواء، تربة، ماء وغذاء، بالإضافة إلى الضرر الذي يمتد إلى الإنسان وإلحاق الضرر بصحته ويقسم التلوث إلى تلوث مادي وتلوث غير مادي، يشمل التلوث المادي على أربعة أنواع رئيسية: تلوث الهواء–تلوث الماء–تلوث التربة–وتلوث الغذاء. تلوث الهواء هو الشكل الذي تهتم به هذه الدراسة لذلك سنركز عليه دون الأشكال الأخرى، يمكن تعريف تلوث الهواء بأنه "الحالة التي يكون فيها الهواء محتوياً على تركيزات أعلى من المستويات العادية، بسبب مخلفات القطاع الصناعي، يحدث التلوث الهوائي عندما تدخل جسيمات عضوية أو غير عضوية إلى الهواء الجوي وتشكل أضراراً على عناصر البيئة، و نتيجة التغير الكمي و النوعي الذي يطرأ على تركيب عناصر النظام البيئي يصاب بعدم الكفاءة وحدوث خلل أو شلل تام به، والتلوث الهوائي يعتبر أكثر أشكال التلوث البيئي انتشاراً، نظراً لسهولة انتقاله من منطقة إلى أخرى في فترة زمنية قصيرة ويؤثر التلوث الهوائي على الإنسان بإصابته بأمراض كثيرة وبالتالي تنخفض كفاءته الإنتاجية، كما ارتفعت معدلات الوفيات بسبب زيادة الأمراض المرتبطة بزيادة معدلات التلوث الهوائي{8}.ومن أهم مصادر تلوث الهواء: إحراق مختلف أشكال الوقود للحصول على الطاقة، كما هو مألوف في العديد من الاستخدامات الصناعية والتجارية والمنزلية. الملوثات المطروحة من قبل مختلف وسائل النقل التي تستخدم البنزين أو الديزل أو الكيروسين. الفضلات الغازية والغبار والحرارة والرقائق المتطايرة والمواد المشعة وغيرها من العناصر التي تنفث إلى الأجواء، كما يحدث ذلك من مداخن المصانع والمعامل مثل: صناعة الاسمنت وغيرها{9}.

العلم الذي يهتم بالعلاقة بين الاقتصاد والبيئة هو علم اقتصاديات البيئة حيث تمتد العلاقة بين البيئة وعلم الاقتصاد عبر واجهة الحاجات البشرية المتعددة والمتجددة باتجاه تصاعدي والبحث المستمر في موجودات البيئة الطبيعية لاستغلال مواردها بصيغة التوليفات المختلفة التي تقترحها النظرية الاقتصادية، ولكن العلاقة بين النمو الاقتصادي وجودة البيئة مثيرة للجدل، حيث تفترض النظرية الاقتصادية التقليدية مفاضلة بين النمو الاقتصادي وجودة البيئة أو الاستدامة البيئية، وقد تم تمثيل العلاقة بين النمو الاقتصادي والبيئة بمنحنى كوزنتس البيئي EKC الذي يوضح المفاضلة بين النمو الاقتصادي معبراً عنه بمتوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي والاستدامة أو الجودة البيئية معبراً عنها بانبعاثات الغازات الدفيئة، ففي المراحل الأولى من النمو الاقتصادي يتحرك كلاً من متوسط نصيب الفرد من الدخل والتلوث البيئي في نفس الاتجاه بالارتفاع، حيث أنه مع تقدم التنمية والتصنيع يزداد الضرر البيئي بسبب زيادة استخدام الموارد الطبيعية، وزيادة انبعاثات الملوثات وتشغيل تكنولوجيا أقل كفاءة، حيث تعطى الأولوية لزيادة الإنتاج وتجاهل النتائج البيئية للنمو{10}. **بالتالي يمكننا توضيح مفهوم فرضية منحنى كوزنتس البيئي (Environmental Kuznets Curve (EKC**. بأنها تعتبر أن العلاقة بين النمو الاقتصادي متمثلاً بمتوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي والتدهور البيئي متمثلاً بانبعاثات غاز CO2 في المراحل الأولى للنمو ستكون طردية إلى أن يصل الدخل إلى نقطة معينة تسمى نقطة التحول، حيث تصبح العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي بعد هذه النقطة عكسية بالتالي يأخذ المنحنى المعبر عن هذه الفرضية شكل حرف U مقلوب.

وباعتبار أن تغير المناخ هو واحد من أكبر التحديات التي تواجه البشرية، وهو من أهم الدلائل على تجاوز طلب البشرية على موارد الطبيعة وقدرة الأرض على تجديدها، فالبيئة في علم الاقتصاد تعتبر الملكية التي توفر مجموعة من الخدمات، فهي من الأصول الخاصة جداً حيث أنها توفر نظم الحياة التي تضمن بقاءنا على قيد الحياة، إذ يشير علم اقتصاد البيئة إلى التخصص العلمي الذي يلجأ إلى وحدات قياس بيئية لكافة الجوانب النظرية والتحليلية والمحاسبية للحياة الاقتصادية ويهدف إلى المحافظة على توازنات بيئية تضمن نمواً مستديماً، وفي هذا الإطار وكون انبعاثات CO2تعتبر المسبب الرئيسي للاحتباس الحراري والتدهور البيئي، حيث ازدادت انبعاثات الكربون بشكل ملحوظ خلال العقد الماضي، مدفوعة في الغالب بالأنشطة البشرية مثل استخدام الوقود الأحفوري للكهرباء والتدفئة والنقل، وقد اعتبرت الأنشطة البشرية القوة الدافعة الأساسية لانبعاثاتCO2 ، لذلك تم تقسيم الأنشطة البشرية إلى عدة قوى بشرية المنشأ هي: السكان(P)، النشاط الاقتصادي أو الدخل (A)التكنولوجيا (T) التي تصف المعيار التقني للإنتاج، توجهت معظم الأبحاث والدراسات في السنوات الأخيرة للبحث عن الأسباب التي تؤدي إلى انبعاثCO2 ، واستخدمت نماذج مختلفة للتحقق من ذلك من بين هذه النماذج نموذجSTIRPAT ، إضافةً إلى اختبار فرضية كوزنتس، أي أن الزيادة في الدخل القومي ستؤدي إلى انخفاض انبعاثات الغازات الدفيئة وبالتالي مستوى التلوث وذلك بسبب زيادة الوعي البيئي، مما يؤدي إلى زيادة الطلب على السلع النظيفة غير الملوثة وتشريع قوانين للحفاظ على البيئة، وتطوير تكنولوجيا صديقة للبيئة. وفي هذا المجال كانت سورية من الدول التي اهتمت بالالتزام بالاتفاقيات والبرتوكولات البيئية، ومنها اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتغيرات المناخية، تعكس هذه الوثيقة المساهمات المحددة وطنياً على أساس طوعي، باعتبارها حاجة وطنية وكمساهمة في دعم الجهود الدولية لتحقيق أهداف اتفاق باريس في تخفيف تراكيز الغازات المسببة للاحتباس الحراري، وتعزيز الاستجابة العالمية للتهديد الذي يشكله تغير المناخ، تتأثر الجمهورية العربية السورية ولاسيما وأنها تقع في المناطق الجافة وشبه الجافة، بتداعيات آثار تغير المناخ بأبعاده المتعددة، ومن أجل استكمال مستلزمات التنمية المستدامة وتحقيق تطورات على صعيد السياسات البيئية المتبعة في سورية، تهدف هذه الدراسة لتحقيق إضافة علمية من خلال دراسة وتحليل مسار انبعاثات CO2 في سورية من أجل العمل على الحد منها بما يتماشى مع حماية البيئة والحفاظ على الموارد.

الإطار العملي للبحث:

تم تقدير نموذج STIRPAT في هذه الدراسة وهو من الشكل التالي:

$$\text{Ln I} = a + b_1 \ln p_t + b_2 \ln p_u + b_3 \ln A + b_4 (LnA)^2 + b_5 \ln E + e$$

حيث (I) يعبر عن الأثر البيئي المقاس بدراستنا بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون (المتغير التابع)، كمعظم دراسات STIRPAT، نستخدم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمؤشر عن الأثر البيئي، ويعبر (Pt) عن متغير عدد السكان، بالإضافة إلى متغير عدد السكان هناك متغير أخر أيضاً ضمن النموذج هو متغير نسبة التحضر (Pu) ،المتغير (A) يشير إلى الدخل (الثراء) وهو في معظم الدراسات يعتبر مؤشر عن متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، متغير (E) يشير إلى التكنولوجيا، معظم الدراسات تقيس التكنولوجيا باستهلاك الطاقة في هذه الدراسة تم استخدام متوسط نصيب الفرد من الطاقة كمؤشر على استهلاك الطاقة، بالإضافة إلى مربع متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، تمت إضافته إلى نموذج STIRPAT من أجل اختبار وجود منحنى كوزنتس البيئي من عدمه، حيث أن التحقق من فرضية كوزنتس البيئي يستند على القيم المتوقعة للمعلمات (b_3) والتي يجب أن تكون موجبة وعندها يكون هناك علاقة طردية بين متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي وانبعاثات غاز CO2، و

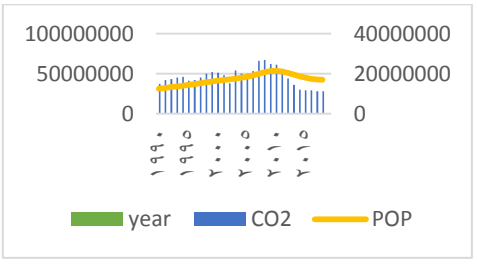
(b_4) والتي يجب أن تكون سالبة وعندها يكون هناك علاقة عكسية بين القيم المربعة لمتوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي وغاز CO2.

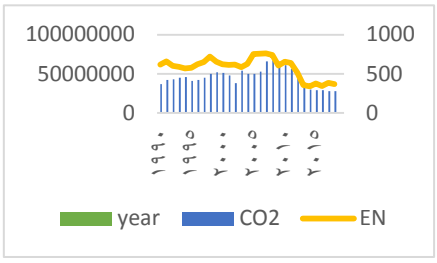
الجدول (1): يوضح بيانات الدراسة خلال الفترة المدروسة (1990-2018).

السنوات	نسبة التحضر (نسبة مئوية من إجمالي عدد السكان)	انبعاثات CO2 (Mtco2)	متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (بأسعار 2000 الثابتة) (الليرة السورية)	استهلاك الطاقة (ktoe)	عدد السكان (مليون نسمة)
1990	48.93	37	41020	618.423	124461
1991	49.14	42	42892	658.348	128151
1992	49.35	43	47089	600.106	131873
1993	49.55	45	48595	587.833	135652
1994	49.76	46	50660	569.586	139506
1995	50.1	41	52727	578.021	143452
1996	50.47	42	56338	623.527	147452
1997	50.84	45	57492	651.848	151756
1998	51.21	50	59723	719.762	155991
1999	51.58	52	56110	653.865	160135
2000	51.95	51	55123	623.733	164108
2001	52.31	48	56000	615.212	167661
2002	52.68	38	59277	617.104	170842
2003	53.05	54	58495	584.029	174154
2004	53.42	50	61085	624.809	178275
2005	53.78	50	62997	754.254	183616
2006	54.15	53	63752	756.85	190598
2007	54.51	66	64594	762.592	198784
2008	54.88	67	64920	741.287	206648
2009	55.24	62	67001	605.304	212053
2010	55.6	61	69963	653.527	213629
2011	54.58	56	72915	640.409	210815
2012	53.55	44	55399	514.852	204386
2013	52.53	36	42623	357.637	195781
2014	51.5	30	39609	340.393	187101
2015	52.17	29	38936	377.332	179978
2016	52.84	29	39117	345.536	174655

170958	382.728	39380	28	53.5	2017
169457	366.773	40683	28	54.16	2018

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على المصادر التالية حيث تم الحصول على بيانات العمود الثاني من البنك الدولي، العمودان الثالث والسادس تم الحصول على البيانات الخاصة بهما من Global carbon atlas، العمود الرابع تم الحصول على البيانات الخاصة به من المجموعات الإحصائية للمكتب المركزي للإحصاء، العمود الخامس تم الحصول على البيانات الخاصة به من الوكالة الدولية للطاقة.



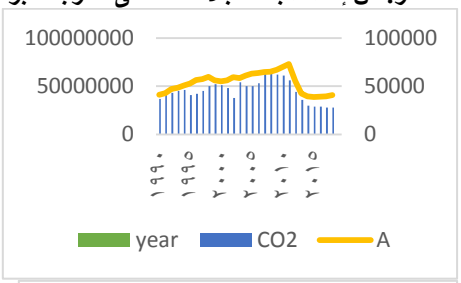


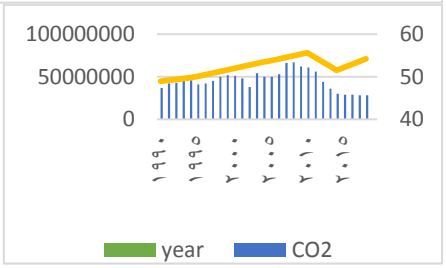
الشكل(1): انبعاثات CO2 وإجمالي عدد السكان خلال الفترة1990-2018.

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Excel.

الشكل(2): انبعاثات CO2 واستهلاك الطاقة خلال الفترة1990-2018.

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Excel.





الشكل(3): انبعاثات CO2 ومتوسط نصيب الفرد من الناتج خلال الفترة 1990-2018.

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Excel.

الشكل(4):انبعاثات CO2 ونسبة التحضر خلال الفترة1990-2018.

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج Excel.

نلاحظ من الجدول (1) ومن الأشكال (1)، (2) و (3) و (4) تطور انبعاثات الكربون وإجمالي السكان في سورية من عام 1990 حتى عام 2018، نمت انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في سورية بشكل كبير ومتزايد، كانت التغيرات مستقرة ومتزايدة في الأعوام من 1990حتى 2006، لكن الوتيرة العظمى كانت في عامي(2007-2008)، ويعود ذلك لفترة الازدهار التي عاشتها سورية خلال تلك السنوات، وزيادة حركة الإنتاج والتصنيع وزيادة معدلات النمو السكاني، بينما بعد هذه الفترة بدأت الانبعاثات بالانخفاض الطفيف خلال الأعوام (2009-2010-2011)، إلى أن أصبحت متناقصةً خلال الفترة من 2012 وحتى 2018، ويعود هذا الانخفاض إلى الحرب التي مرت بها سورية خلال تلك

السنوات والتي أدت إلى انخفاض الإنتاج وتدهور القطاعات الاقتصادية، ونلاحظ من خلال النتائج التي حصلنا عليها أن هذه الزيادة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تعود جزئياً إلى الزيادة في عدد السكان، حيث نلاحظ من الشكل(1) أن الزيادة بين النمو السكاني ونمو انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مطردة، بالإضافة يوضح الشكل (2) أن نسبة التحضر تنمو بشكل ثابت وتبلغ ذروتها في عامي (2009–2010)، ثم بدأت بالانخفاض خلال الفترة (2011–2014) وعادت لترتفع من جديد ويعود هذا الانخفاض إلى الحرب على سورية خلال تلك السنوات.

يوضح الشكل (2) الزيادة في استهلاك الطاقة حيث استمرت متزايدة بمعدل متباطئ خلال الفترة من 1990 حتى 2009، نتيجة تزايد النشاط الاقتصادي والإصلاحات التي شهدتها تلك الفترة، ثم انخفض معدل استهلاك الطاقة خلال الفترة من 2010 حتى 2018، ويعود ذلك إلى الحرب التي تتعرض لها سورية منذ 2011، حيث خرجت العديد من محطات توليد الكهرباء ومحطات الطاقة عن الخدمة بسبب التدمير الذي تعرضت له، وخروج العديد من الآبار النفطية عن العمل بسبب التدمير الذي تعرضت له خلال تلك السنوات. يوضح الشكل (3) تطور متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في سورية خلال الفترة 1990–2018، حيث يتضح من الشكل نمو متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي بمعدل مستقر، حتى عام 2010 وهذا دليل على زيادة النمو الاقتصادي في البلاد والتحسن في دخل الفرد الذي يدل على تحسن مستوى معيشة الأسر السورية في الفترة من 1990 حتى 2010، لكن في عام 2011 بدأت معدلات متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي بالانخفاض الشديد، نتيجة الحرب والحصار الاقتصادي على البلد وتدهور الإنتاج.

النتائج والمناقشة:

التحليل الوصفي والارتباط: للقيام بعملية التحليل الوصفي يجب أولاً أن نتعرف على الإحصاءات الوصفية للمتغيرات قيد الدراسة والتي تشمل (المتوسط، الوسيط، القيمة الصغرى، القيمة العظمى والانحراف المعياري).

الجدول(2): إحصائيات متغيرات الدراسة

	LnA	$(LnA)^2$	LnPt	LnI	LnPu	LnE
Mean	10.88	118.4	21.76	3.790	3.957	6.341
Median	10.93	119.5	21.87	3.807	3.961	6.425
Maximum	11.20	125.4	22.39	4.205	4.018	6.637
Minimum	10.57	111.7	21.14	3.332	3.890	5.830
Std.Dev.	0.195	4.235	0.158	0.254	0.037	0.251
Observations	29	29	29	29	29	29

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج R–Studio

الجدول(2) يقدم إحصائيات وصفية عن متغيرات الدراسة وهي:LnA المتغير الذي يعبر عن لوغاريتم متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (حيث تم الاعتماد على اللوغاريتم الطبيعي)، وتمت إضافة المتغير $(LnA)^2$ وهو مربع لوغاريتم متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي من أجل التحقق من فرضية كوزنتس البيئي، المتغير LnPt الذي يعبر عن لوغاريتم عدد السكان، المتغير LnI الذي يعبر عن لوغاريتم انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، المتغير LnPu المعبر عن لوغاريتم نسبة التحضر، المتغير LnE المعبر عن لوغاريتم استهلاك الطاقة، حيث يكشف

تحليل الانحراف المعياري أن لوغاريتم متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي و لوغاريتم مربعه، لوغاريتم نسبة التحضر، لوغاريتم عدد السكان، لوغاريتم انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون و لوغاريتم استهلاك الطاقة، تنحرف عن المتوسط بالقيم التالية 0.195، 4.235،0.037،0.158،0.254،0.251، على التوالي، وقيم الانحراف المعياري هذه تمثل تشتت قيم متغيرات الدراسة عن وسطها الحسابي على التوالي.

الخطوة الثانية من خطوات التحليل الإحصائي الوصفي هي معرفة معاملات الارتباط بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، ومعاملات الارتباط بين المتغيرات المستقلة مع بعضها البعض، حيث تقاس العلاقات بين المتغيرين أو أكثر بمقياس حده الأعلى(+1)، مع العلم أن الإشارة الموجبة تدل على العلاقة الطردية بين المتغيرات، والحد الأدنى لمعامل الارتباط هو (−1)، والإشارة السالبة تدل على العلاقة العكسية بين المتغيرات{11}.

الجدول(3): مصفوفة معاملات الارتباط

Variables	LnPt	LnPu	LnA	$(LnA)^2$	LnE	LnI
LnPt	1.00					
LnPu	0.932	1.00				
LnA	0.446	1.00	1.00			
$(LnA)^2$	0.450	0.492	0.999	1.00		
LnE	-0.085	0.487	0.789	0.787	1.00	
LnI	0.297	0.492	0.894	0.893	0.845	1.00

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج R−Studio

الجدول(3) يوضح الارتباط بين متغيرات الدراسة، نلاحظ من خلال الجدول أن جميع المتغيرات المستقلة مرتبطة إيجابياً مع المتغير التابع وهو انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، كما نلاحظ من خلال الجدول (3) أن متغير لوغاريتم استهلاك الطاقة ومتغير لوغاريتم عدد السكان مرتبطين بعلاقة عكسية ويعزى هذا الأمر إلى انخفاض استهلاك الطاقة بسبب الانخفاض بكمية الطاقة المتوفرة بسبب الحرب التي تتعرض لها سورية، بالإضافة إلى وجود ارتباط قوي بين المتغيرات المستقلة كما هو موضح في الجدول، وهذا الأمر يؤدي إلى مشكلة تعدد العلاقات الخطية، والتي تؤدي إلى نتائج غير صحيحة اقتصادياً، لذلك سنقوم باختبار النموذج من خلال تطبيق طريقة المربعات الصغرى العادية (OLS).

بداية نقوم بدراسة استقرارية السلاسل الزمنية لمتغيرات الدراسة، وكانت النتائج على الشكل التالي:

حيث قمنا باختبار Agumented Deckey Fuller (ADF) لاختبار استقرارية السلاسل الزمنية للمتغيرات محل الدراسة، حيث يقوم هذا الاختبار على ثلاثة معادلات المعادلة الأولى هي المعادلة الشاملة يتم فيها اختبار جذر الوحدة بوجود حد ثابت واتجاه عام متعلق بالزمن (trend)، المعادلة الثانية يتم فيها اختبار جذر الوحدة بوجود حد ثابت فقط (drift)، المعادلة الثالثة بدون حد ثابت وبدون اتجاه عام متعلق بالزمن (none). نلاحظ أنه نتيجة للحرب التي تعرضت لها سورية نجد من الرسوم البيانية (1),(2),(3),(4) لمتغيرات الدراسة أن الاتجاه العام للسلاسل يحتوي على نقطة تحول، بالتالي من المحتمل أن تكون السلاسل الزمنية لا تحتوي جذر وحدة وإنما تغير هيكلي، للتأكد من ذلك قمنا باختبار وجود كسر هيكلي من خلال اختبار Zivot and Andrews (ZA)، وكانت النتائج كالتالي:

الجدول(4): اختبار استقرارية السلاسل الزمنية (ADF) واختبار التغير الهيكلي (ZA) لمتغيرات الدراسة

المتغيرات	T المحسوبة حسب اختبار ADF			T المحسوبة حسب اختبار ZA
	trend	drift	none	
LnI	-1.2063	-0.7771	-0.463	-4.28
LnA	-1.2965	-1.1072	-0.037	-4.24
$(LnA)^2$	-1.2887	-1.1149	-0.056	-4.27
LnPu	-1.0978	-1.5703	1.94	-4.2381
LnPt	-1.6052	-0.9556	-0.511	-3.80
LnE	-1.362	-0.5213	-0.901	-3.72
القيم المجدولة5%	-3.50	-2.93	-1.95	-4.42

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج R–Studio

نلاحظ من نتائج الجدول (4) أن السلاسل الزمنية لجميع المتغيرات خلال فترة الدراسة (1990–2018)، غير مستقرة حيث نجد أن قيمة T المحسوبة حسب اختبار ADF أصغر بالقيمة المطلقة من قيمة T المجدولة وهي تمثل القيمة الحرجة ل Mackinnon عند5% ، بالتالي جميع المتغيرات غير مستقرة وتحتوي على جذر وحدة، بينما جاءت نتائج اختبار ZA مؤكدة لوجود تغير هيكلي لمتغيرات الدراسة حيث كانت قيمة T المحسوبة حسب اختبار ZA أصغر بالقيمة المطلقة من قيمةTالمجدولة والتي تمثل القيمة الحرجة ل اختبار Zivot and Andrews عند5% ، نتيجة لوجود تغير هيكلي وكون الاتجاه العام للمتغير التابع تغير قبل وبعد الحرب، قمنا بإضافة متغيرات وهمية من أجل تحسين جودة النموذج، وهذه المتغيرات الوهمية هي D للقاطع، T الاتجاه العام قبل الحرب، DT الاتجاه العام بعد الحرب.

انحدارOLS (المربعات الصغرى العادية) للنموذج:

سنقوم بتطبيق طريقة المربعات الصغرى العادية (OLS) لتقدير نموذج STIRPAT.تعتبر العلاقة الخطية المتعددة مشكلة مهمة في تحليل الانحدار المتعدد، لأنه يزيد من تباين معاملات الانحدار المقدرة وينتج نماذج انحدار ذات معاملات تحديد مربعة عالية وغير مهمة. بالإضافة إلى ذلك، قد تؤدي العلاقة الخطية المتعددة إلى معامل بإشارة سالبة{12}.

الجدول(5) مخرجات انحدار OLS

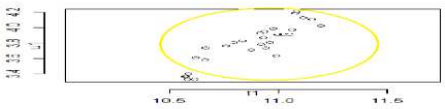
Variable	Coefficient	Std.error	t-Statistic	Prob
C	-9.479e+01	1.254e+02	-0.756	0.458
LnA	1.419e+01	2.197e+01	0.646	0.526
$(LnA)^2$	-6.328e-01	1.006e+00	-0.629	0.536
LnE	2.496e-01	2.538e-01	0.983	0.337
LnPt	1.191e+00	1.037e+00	1.149	0.264
LnPu	-4.785e-01	3.521e+00	-0.136	0.893
D	-1.322e-01	1.680e-01	-0.787	0.440
T	-1.315e-01	1.210e-01	-1.086	0.290
DT	9.862e-04	6.506e-02	0.015	0.988
R-squared		0.9043		
Adjusted R-squared		0.8648		
F-statistic		23.39		
p-value		1.529e-08		

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج R–Studio

يظهر الجدول(5) نتائج انحدار المربعات الصغرى العادية، حيث نجد أن معظم معلمات النموذج غير معنوية إحصائياً، ولدينا Adjusted R-squared قريبة من الواحد، ومن خلال هذه النتائج والتي تدل على وجود تعدد علاقات خطية بين المتغيرات المستقلة، وبسبب وجود معلمات غير معنوية في النموذج وهو ما يخالف النظرية الاقتصادية، سنقوم بتطبيق (PLS regression)، طريقة انحدار المربعات الصغرى الجزئية، لمعالجة مشكلة تعدد العلاقات الخطية.

انحدار (PLS) للنموذج:

يتم تقدير نموذج (STIRPAT) من خلال استخدام النمذجة الهيكلية بطريقة المربعات الصغرى الجزئية (The PLS regression)، تعتمد هذه الطريقة على قياس جودة نموذج PLS قيد الاختبار، أولاً: يتم اختبار إمكانية تطبيق انحدار PLS من خلال تحليل مخطط تبعثر t1/u1. يوضح الشكل (5) مخطط تبعثر t1/u1، يوضح هذا الشكل t1 و u1 والتي هي المتغيرات الكامنة المستخرجة من مجموعة المتغيرات التابعة والمستقلة على التوالي، حيث يتضح من الشكل (5)، ارتباطاً خطياً قوياً بين t1 و u1، وبالتالي في هذه الحالة يعد نموذج الانحدار PLS مناسباً لتقدير نموذجنا. ثانياً: يتم تقييم جودة انحدار PLS بواسطة R²Y cum و R²X cum و Q² cum، حيث يقيس R²Y cum الكسر التراكمي لتغير المتغيرات التابعة الموضحة بعد تحديد عدد المكونات، ويقيس R²X cum الكسر التراكمي لتباين المتغيرات المستقلة بعد تحديد عدد المكونات، Q² cum وهو مؤشر تراكمي يقيس المساهمة الهامشية للمكون المستخرج للتنبؤ بجودة النموذج. إذا كانت قيم R²Y cum، R²X cum و Q² cum أكبر من 0.8، عندها تصنف نتيجة الانحدار بأنها مثالية{13}.



الشكل(5): مخطط تبعثر t1/u1

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات R-studio

الجدول (6): مؤشرات جودة النموذج

Indice	Comp1
Q² cum	0.852
R²Y cum	0.883
R²X cum	0.883

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات R-studio

نلاحظ من الجدول (6) أن قيم كل من R²Y cum، R²X cum، Q² cum جميعها أكبر من 0.8، يشير هذا إلى أن المكون الرئيسي الناتج عن انحدار PLS يلخص جيدًا نموذج الانحدار، وهذا يؤكد أن نموذج PLS قيد الاختبار يتمتع بجودة عالية وبالتالي يمكننا تطبيق هذا الانحدار.

الجدول(7): نتائج النمذجة الهيكلية بطريقة المربعات الصغرى الجزيئة.

المتغيرات	معاملات غير قياسية	معاملات قياسية	p−value
C	−7.557	−	−
LnA	0.288	0.056	0.006
$(LnA)^2$	0.013	0.056	0.006
LnE	0.205	0.051	0.005
LnPt	0.163	0.025	0.045
LnPu	0.671	0.025	0.029
LnD	−0.082	−0.037	0.033
LnT	−0.001	−0.001	0.761
LnDT	−0.020	−0.049	0.012
R−squared	0.883		

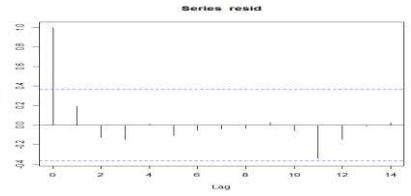
المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج R−Studio

يوضح الجدول (7) معاملات انحدار نموذج STIRPAT اعتماداً على انحدار PLS، وتوضح هذه المعاملات أن كل من إجمالي السكان، نسبة التحضر، متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، ومتوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي للتربيع، استهلاك الطاقة، لها تأثير إيجابي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. يوضح هذا الجدول أيضاً أن النموذج جيد، وذلك من خلال قيمة R^2 والتي تساوي0.883، وهذا الرقم يشير إلى أن 88% من التدهور البيئي يرجع إلى إجمالي السكان، متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، استهلاك الطاقة.

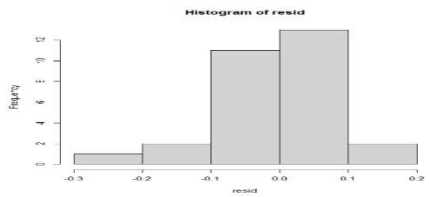
وبالتالي تكون المعادلة الناتجة عن الانحدار كالتالي:

$$\ln I = -7.557 + 0.163 * \ln p_t + 0.671 * \ln p_u + 0.288 * \ln A + 0.013 * (\ln A)^2 + 0.205 * \ln E - 0.082 * \ln D - 0.001 * \ln T - 0.020 * \ln DT \quad (1)$$

توضح المعادلة (1) المقدرات الخاصة بمتغيرات الدراسة والتي تم الحصول عليها من خلال اختبار نموذج STIRPAT، بعد الحصول على المعادلة المطلوبة ننتقل إلى الخطوة الثانية وهي التحقق من جودة النموذج المقدر وصلاحيته للاستدلال الإحصائي واختبار فرضيات الدراسة، حيث قمنا بالتحقق من الارتباط الذاتي للبواقي بالإضافة إلى إجراء تنبؤ داخلي للنموذج.

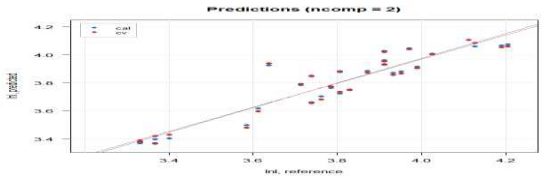


الشكل(6): معاملات الارتباط الذاتي للبواقي



الشكل(7): المدرج التكراري للبواقي

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات R-studio **المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات R-studio**



الشكل(8): التنبؤ الداخلي للنموذج

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات R-studio

نلاحظ من الشكل (6) الذي يوضح معاملات الارتباط الذاتي أن جميع معاملات الارتباط لا تختلف معنوياً عن الصفر وهذا يعني أن البواقي غير مرتبطة ذاتياً، بينما يوضح الشكل (7) المدرج التكراري للبواقي فنلاحظ أنه يشابه منحنى دالة الكثافة الاحتمالية للتوزيع الطبيعي، ونلاحظ من الشكل (8) أن القيم المقدرة والتي يدل عليها اللون الأزرق في الشكل (8) قريبة جداً من القيم الفعلية والمتمثلة باللون الأحمر في الشكل (8)، بالتالي يمكن القول بأن النموذج المقدر جيد وصالح للاستدلال الإحصائي من أجل اختبار فرضيات الدراسة. الخطوة الثالثة معرفة ترتيب المتغيرات المستقلة حسب أهمية تأثيرها على المتغير التابع وذلك من خلال اختبار VIP (Variable importance in projection) والذي يعني اختبار أهمية المتغيرات في النموذج.

الجدول(8): (VIP) أهمية المتغيرات المستقلة وتأثيرها على المتغير التابع.

المتغير	أهميته بالنسبة للمتغير التابع
LnA	1.334
LnE	1.262
$(LnA)^2$	1.334
LnPu	0.493
LnPt	0.467

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج R-Studio

يوضح نموذج PLS أهمية التباين في درجات الإسقاط VIP، والتي تعطي تقدير لمدى مساهمة كل متغير من المتغيرات المستقلة في تفسير المتغير التابع، كما أن هذه الدرجات تسمح بتصنيف المتغيرات المستقلة حسب وزنها النسبي في تفسير المتغير التابع، يوضح الجدول (8) درجات VIP للمتغيرات المستقلة، قيمة VIP لمتوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي ومربعه واستهلاك الطاقة كلها أكبر من 1، لذلك تعتبر هذه المتغيرات عوامل مهمة وتؤثر على زيادة انبعاثات الكربون، أما قيمة VIP لإجمالي السكان ونسبة التحضر فقد كانت أقل من 1 أي أنها من العوامل الأقل تأثيراً، حيث كانت قيمة VIP لها أقل من 0.8 مما يشير إلى أن هذه المتغيرات أقل شأناً في التأثير على نمو انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من العوامل الأخرى.

كما وتظهر نتائج معاملات STIRPAT أن المعلمات المقدرة للمتغيرات المستقلة (معدل النمو الاقتصادي، عدد السكان، نسبة التحضر، استهلاك الطاقة) في النموذج كانت معنوية إحصائياً وإشارتها الموجبة تعكس العلاقة الطردية بين هذه المتغيرات والمتغير التابع، بالتالي فإننا نقبل فرضيات البحث باستثناء الفرضية الثانية المتعلقة باختبار كوزنتس حيث أن إشارة معامل الدخل للتربيع $(LnA)^2$ موجبة وتساوي (0.013+)، مما يعني أن ما يسمى بفرضية EKC (فرضية كوزنتس) لا تنطبق في حالة سورية، و لكن يمكن تفسير الارتباط الإيجابي بين الدخل وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون بأن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ستزداد مع النمو الاقتصادي في سورية، حيث أن معدل الدخل في سورية لم يصل إلى العتبة التي تجعل الاقتصاد يتحول إلى اقتصاد يولي المسائل البيئية الاهتمام الكافي، كما نلاحظ أن المتغيرات الوهمية التي تم إدراجها في النموذج كانت معنوية إحصائياً باستثناء معلمة الاتجاه العام (T) قبل الحرب على سورية وهذا يعني أنه لم يكن هناك أثر معنوي للزمن على انبعاثات CO2 خلال تلك الفترة في سورية، بينما نجد أن هناك تغير هيكلي على مستوى القاطع بين ما قبل الحرب وأثناءها حيث أن معلمة المتغير الوهمي (D) كانت معنوية إحصائياً، ونلاحظ أيضاً أن هناك تغير في ميل الاتجاه العام لانبعاثات CO2 بعد الحرب حيث كانت معلمة (DT) معنوية إحصائياً، أي أن هناك تغير هيكلي في اتجاه انبعاثات CO2 على مستوى الميل والقاطع، بالتالي يمكن القول أن الاستمرار في ارتفاع معدلات النمو الاقتصادي وتزايد التعداد السكاني والزيادة في استهلاك الطاقة، من المتوقع أن تؤدي إلى ارتفاع معدلات انبعاث غاز CO2 في سورية، وهذا ما يدعو لإعداد سياسات بيئية تعطي البيئة اهتماماً أكبر من أجل التخفيض من معدلات التلوث البيئي وذلك من خلال التوجه نحو الطاقة النظيفة.

النتائج و المناقشة:

1- تظهر نتائج معاملات STIRPAT المقدرة أن قيمة (b_3) تساوي (0.288+) وقيمة (b_4) تساوي (0.013+)، بالتالي هذه المعلمات المقدرة لا تتوافق مع فرضية كوزنتس البيئي، لذلك بالنسبة لحالة الاقتصاد السوري فإن فرضية كوزنتس البيئي غير محققة، وهذا ما يتوافق مع الفرضية الأولى.

2- تظهر نتائج معاملات STIRPAT المقدرة أن هناك علاقة طردية بين معدل النمو الاقتصادي المتمثل في متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي وانبعاثات CO2، وهذا ما يخالف الفرضية الثانية، بالتالي يمكننا تفسير العلاقة الطردية بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي المتمثل بانبعاثات CO2 أن السياسات الاقتصادية لا تراعي البعد البيئي في عجلة الإنتاج والتصنيع الأمر الذي يؤدي إلى معدلات مرتفعة من التلوث.

3- النمو الاقتصادي هو العامل المسبب الأول لانبعاثات CO2 في سورية وهذا ما يؤكد ضرورة الاهتمام بالجانب البيئي عند صياغة السياسات الاقتصادية.

4- توجد علاقة طردية بين استهلاك الطاقة وانبعاثات CO2، وهذا ما يخالف الفرضية الثالثة، كما أن استهلاك الطاقة هو العامل المسبب الثاني لانبعاثات CO2 في سورية وهي نتيجة منطقية كون أن الطاقة هي عصب العملية الاقتصادية ومعظم البلدان النامية ومنها سورية تعتمد الطاقة الاحفورية والتي تزيد من نسب التلوث.

5- توجد علاقة طردية بين النمو السكاني وانبعاثات CO2، وهذا ما يخالف الفرضية الرابعة، جاء عدد السكان في المرتبة الأخيرة من حيث العوامل المسببة لانبعاثات CO2 في سورية حيث أن بازدياد عدد السكان سيزداد الطلب على المنتجات وزيادة الإنتاج تتطلب زيادة في استهلاك الطاقة.

6- توجد علاقة طردية بين نسبة التحضر وانبعاثات CO2، وهذا ما يخالف الفرضية الخامسة، نسبة التحضر جاءت في المرتبة ما قبل الأخيرة من حيث العوامل المسببة لانبعاثات CO2 في سورية.

الاستنتاجات و التوصيات:

1- العمل على التنسيق بين السياسات الاقتصادية والبيئية لتحقيق التوليفات الاقتصادية البيئية الأمثل بما يخدم تحقيق التنمية المستدامة في سورية.

2- اختيار مصادر الطاقة الأقل تلويثاً للبيئة من أجل الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

3- العمل على بناء استراتيجية متكاملة للتحول من الاعتماد على الطاقة التقليدية إلى الطاقة المتجددة.

4- تشجيع الاستثمار في قطاع التعليم والتكنولوجيا من أجل تنمية قدرات جديدة وزيادة الوعي البيئي لدى السكان، وتشجيع الصناعات النظيفة من أجل العمل على الحد من التلوث البيئي.

5- إن عدم تحقق فرضية كوزنتس البيئي على حالة الاقتصاد السوري لا تعني إهمال الجانب البيئي عند التخطيط لأي مشاريع واستثمارات مستقبلية، بل يجب الأخذ بعين الاعتبار الأثار السلبية التي يمكن أن تحدث في حال عدم الحفاظ على الموارد الطبيعية الموجودة في البلاد.

References:

{1} Belbali. Abdulsalam, Bakri. Boubaker. Environmental pollution and its impact on economic growth, a standard study for the period (1970-2010), the case of Algeria. 2015, Faculty of Economic, Business and Management Sciences, Department of Economic Sciences, University of Ahmed Deraya, Adrar, Algeria.

{2} Dr. Glouly, Nadima. *Testing the environmental Kuznets curve hypothesis (an empirical study on 6 African oil countries during the period 1985-2014*. Journal of Economic and Financial Research. Algeria. Volume (4) Issue (2), 2017.

Arab region: an extended STIRPAT II model. Middle East Development Journal.2018.

{4}Immayawahyu,K. *Examining the driving factors of CO2 emissions using STIRPAT model based on IPAT identity in Indonesia*. International Journal of Multidisciplinary Research and Development,Vol.7, 2020, 173-179.

{5}Abdel Wahid, A. *The role of fiscal policy in achieving economic development*.1.est, Dar Al-Nahda Al-Arabiya, Cairo, 1993,218.

{6}AbdulRahman.A;Erekat.M.M.*Basic concepts in economics.* Dar Wael, Oman, 1999,373.

{7}Remy.R;Sassy.M.M. E*nvironmental Pollution and Economic Growth Study of the period(2018-1980)*. The Algerian Journal of Economic Development, 2020.

{8}Al sheikh.A. Environment Problems and Solutions. Al-Yazouri Scientific Publishing and Distribution House, Amman, Jordan, 2007,67.

{9}Al-Saadi.H.A. *Basics of Ecology and Pollution.* Al-Yazouri Scientific Publishing and Distribution House, Amman, Jordan,2006.302.

{10}Yandle.B; Vijayaraghavan.M; Bhattarai.M. The Environmental Kuznets Curve. A Primer, PERC Research Study, 2002.

{11}-Bahi. Mustafa, Anan. Mahmoud. Correlation coefficients and nonparametric measures. Anglo Egyptian Library, Cairo. 2001.

{12}-O'brien, R. M.*A Caution Regarding Rules of Thumb for Variance Inflation Factors*. Quality and Quantity,Vol.41, 2007,673–690.

{13}-Li, B., X. Liu, and Li. Z. *Using the STIRPAT Model to Explore The Factors Driving Regional CO2 Emissions: A Case of Tianjin, China.* Natural Hazards 76 Vol.3,2015,1667–1685.