ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

المجلد التاسع – العدد الرابع والتسعون
تاريخ الإصدار: 2 – آب – 2026م
www.ajsp.net

"العلاقة بين انبعاثات الكربون والاقتصاد الخفي في المملكة العربية السعودية"

"Linking Carbon Emissions and Shadow Economy in Saudi Arabia"

إعداد الباحثين:

فيصل عبد المحسن الغامدي

بحث مستل من رسالة مقدمة لنيل درجة ماجستير في الاقتصاد

الدكتور وليد عبد الوهاب شطي

كلية الاقتصاد والإدارة–جامعة الملك عبد العزيز–جدة – المملكة العربية السعودية

Received: 11/07/2026 | Revised: 12/07/2026 | Accepted: 21/07/2026 | Published: 02/08/2026

Keywords: Carbon Dioxide Emissions, Shadow Economy, Urbanization, Trade Openness, Saudi Arabia.

Abstract:

Carbon dioxide is one of the most important gases contributing to the greenhouse effect. Many studies have examined the determinants of carbon dioxide emissions in various countries; however, few have investigated the impact of the shadow economy on carbon dioxide emissions in the Kingdom of Saudi Arabia. Therefore, this study aims to analyze the relationship between the shadow economy and carbon dioxide emissions in Saudi Arabia, in addition to other determinants of emissions, namely urbanization and trade openness, over the period 1991–2015 in both the long run and the short run. The study relies on time-series data for the variables included in the analysis. The Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model was estimated using STATA software.

The study did not find conclusive statistical evidence that the shadow economy has a positive effect on emissions in the long run, as the coefficient of the shadow economy was negative and statistically insignificant. However, in the short run, the shadow economy leads to a reduction in emissions. As for urbanization, the study found that it has a positive and statistically significant effect on emissions in both the short run and the long run. It is the only variable in this study whose effect on emissions extends from the short run to the long run. Regarding trade openness, the study did not find a significant effect on emissions in the long run, as the coefficient sign was positive but statistically insignificant. However, in the short run, its effect on emissions was negative and statistically significant.

ملخص البحث

يعد غاز ثاني أكسيد الكربون أحد أهم الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري. وقد تناولت العديد من الدراسات موضوع محددات انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في شتى الدول، لكن قلما تناولت هذه الدراسات أثر الاقتصاد الخفي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في المملكة العربية السعودية. لذا تهدف هذه الدراسة إلى تحليل العلاقة بين الاقتصاد الخفي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في المملكة العربية السعودية بالإضافة إلى محددات الانبعاثات الأخرى، وهي التحضر والانفتاح التجاري، خلال الفترة 1991–2015 في الاجل الطويل والاجل القصير. واعتمدت الدراسة على بيانات السلاسل الزمنية للمتغيرات الداخلة في الدراسة. وتم تقدير نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع (Autoregressive Distributed Lag, ARDL) باستخدام برنامج STATA. لم تجد هذه الدراسة دليلا إحصائيا قاطعا على أن الاقتصاد الخفي له أثر إيجابي على الانبعاثات في الأجل الطويل، حيث كانت إشارة معامل الاقتصاد الخفي سالبة وغير معنوية إحصائيا. أما في الأجل القصير فإن الاقتصاد الخفي يؤدي إلى انخفاض الانبعاثات. أما التحضر فوجدت الدراسة أن له أثر إيجابي ومعنوي على الانبعاثات في الأجلين، وهو المتغير الوحيد في هذه الدراسة الذي يمتد تأثيره على

AJSP
المجلة العربية للنشر العلمي

المجلد التاسع – العدد الرابع والتسعون
تاريخ الإصدار: 2 – آب – 2026م
www.ajsp.net

ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

الانبعاثات من الأجل القصير إلى الأجل الطويل. أما الانفتاح التجاري، فلم تجد الدراسة أن له أثر معنوي على الانبعاثات في الأجل الطويل، حيث كانت إشارة المعامل موجبة، إلا أنها غير معنوية إحصائيا. أما في الأجل القصير فكان أثره سلبي ومعنوي على الانبعاثات.

الكلمات المفتاحية: انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، الاقتصاد الخفي، التحضر، الانفتاح التجاري، المملكة العربية السعودية.

How to Cite This Article

الغامدي، أ .ح .أ.، والرابغي، ر .ع .(2026). مراجعة أدب الموضوع: نُظم إدارة المعرفة والمعرفة التنظيمية. *المجلة العربية للنشر العلمي (AJSP)*، 9(94)، (93-110).

AJSP | Vol. 9 | Issue 94 | DOI: https://doi.org/10.36571/ajsp.94 **AJSP ORCID: https://orcid.org/0009-0005-8048-2082**

المقدمة:

الفصل الأول: الإطار النظري

المقدمة:

تأثير البيت الزجاجي هو ظاهرة طبيعية يعمل على حبس الحرارة الناجمة عن أشعة الشمس في الغلاف الجوي للأرض من خلال الغازات الدفيئة الموجودة في الغلاف مما يجعل الأرض دافئة وصالحة للحياة ويجعل متوسط درجة الحرارة فيها ١٥ درجة مئوية. فمن دون أثر البيت الزجاجي والغازات الدفيئة ستصبح الأرض متجمدة وغير صالحة للحياة. مشكلة الاحتباس الحراري تكمن في مضاعفة أثر البيت الزجاجي بسبب زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة من النشاط البشري (Denchak, 2019). تتكون الغازات الدفيئة من الغازات التالية:

أ. ثاني أكسيد الكربون. (Carbon Dioxide)
ب. الميثان. (Methane)
ج. أكسيد النيتروجين. (Nitrous Oxide)
د. بخار الماء. (Water Vapor)
ه. الغازات المفلورة. (Fluorinated Gases)

غاز ثاني أكسيد الكربون وهو موضوع هذه الدراسة له مصدرين:

مصادر طبيعية مثل عملية التنفس وتحلل النباتات، والكائنات الحية، والمحيطات، والبراكين. ومصادر متعلقة بالنشاط البشري وهي إحراق المواد أو النفايات الصلبة، وصناعة الاسمنت، وإحراق الوقود الأحفوري، من نفط وغاز طبيعي وفحم، لإنتاج الطاقة المستخدمة في العديد من المجالات مثل توليد الطاقة الكهربائية، والنقل أو المواصلات والقطاع الصناعي والزراعي بالإضافة إلى إزالة الغابات التي تعمل كبالوعات أو مصرفات لثاني أكسيد الكربون (United States Department of Energy, 2022). ويعد غاز ثاني أكسيد الكربون أكثر الغازات الدفيئة انبعاثا وهو المسؤول الأول عن ظاهر الاحتباس الحراري وارتفاع متوسط درجة حرارة الأرض (United States Environmental Protection Agency, 2022). وتشير كلمة غاز في هذه الدراسة إلى غاز ثاني أكسيد الكربون.

يسمى الاقتصاد الخفي بعدة مسميات أخرى منها الاقتصاد غير الرسمي واقتصاد الظل والاقتصاد الموازي والاقتصاد التحتي. ويمكن تعريفه بأنه جميع النشاطات الاقتصادية غير المسجلة في السجلات الحكومية لأسباب نقدية أو تنظيمية أو مؤسسية. أسباب نقدية مثل رغبة في التهرب من دفع الضريبة. أسباب تنظيمية مثل رغبة في تجنب التعقيدات الإدارية الحكومية لاستخراج ترخيص لمزاولة النشاط الاقتصادي. أسباب مؤسسية مثل تفشي الفساد الإداري وضعف سيادة القانون (Medina & Schneider, 2018). وطالما هذا النشاط غير مسجل لدى الحكومة فقيمة إنتاج ذلك النشاط لا تدخل ضمن الناتج المحلي الإجمالي. ويعرّف أيضا بأنه أي نشاط فردي أو مؤسسي غير مسجل في السجلات الحكومية سواء كان شرعي أو غير شرعي وإنتاج ذلك النشاط لا يدخل ضمن الناتج المحلي الإجمالي. للاقتصاد الخفي تأثير ملحوظ وسلبي على البيئة (Blackman, 2000). العديد من أنشطة الاقتصاد الخفي تسبب تلوث بيئي مثل دباغة الجلود وصناعة الطوب وصناعة المواد الأدوات المعدنية واستخدام وسائل المواصلات القديمة. غالبا هذه الأنشطة لا تتبع الأنظمة الخاصة بحماية البيئة، والا كانت تلك الأنشطة جزءاً من الاقتصاد الرسمي. فمثلا عملية دباغة الجلود وصبغها تستلزم استخدام الكثير من المواد الكيمائية والصبغات التي عادة ما يتم التخلص منها بإلقائها في الأنهار ومصادر المياه (Baksi & Bose, 2010).

أهمية الدراسة

تأتي أهمية الدراسة من خطورة ظاهرة الاحتباس الحراري على الحياة. وأيضا من قلة الدراسات التي تسلط الضوء على العلاقة بين الاقتصاد الخفي وانبعاثات الغاز بشكل مباشر خصوصا في سياق الاقتصاد السعودي. وأيضا من الاهتمام الذي أولته الحكومة السعودية للبيئة عندما أطلقت الرؤية الاقتصادية للمملكة ٢٠٣٠. إذ تعد مبادرة السعودية الخضراء جزءاً من تلك الرؤية وتهدف المبادرة إلى تقليل انبعاثات الكربون إلى ٢٧٨ مليون طن بحلول سنة ٢٠٣٠، والتي قد بلغت، مثلا، في عام ٢٠١٩ ٥٢٣.٧٨٠ مليون طن، وصولا إلى الحياد الصفري في سنة ٢٠٦٠.

العلاقة بين الاقتصاد الخفي وجودة البيئة

لا يوجد اتفاق بين الدراسات على شكل العلاقة بين الاقتصاد الخفي وجودة البيئة (أو انبعاثات الغاز). بعض الدراسات تشير إلى أن الاقتصاد الخفي يؤثر على جودة البيئة من خلال أثر حجم الإنتاج فيه على التلوث، ما يسمى أثر الحجم (Scale Effect) (Elgin & Oztunali, 2014). وبناءا على هذا الأثر فإن الاقتصاد الخفي لن يؤثر سلبا على البيئة، أي أن العلاقة بين الاقتصاد الخفي وانبعاثات الغاز هي علاقة عكسية، لان المنشآت التي تعمل في الاقتصاد الخفي حجمها يكون صغير بسبب محدودية وصولها لرأس المال ومن ثم حجم الإنتاج الصغير الذي تنتجه المنشاة في الاقتصاد الخفي وحجم رأس المال المنخفض المستخدم في الإنتاج لا يجعلان لمنشآت الاقتصاد الخفي أثر سلبي للبيئة مقارنة بالمنشآت التي تعمل في الاقتصاد الرسمي التي تستخدم رأس مال ضخم.

والبعض الاخر من الدراسات يشير إلى أن الاقتصاد الخفي يؤثر على جودة البيئة من خلال ما يسمى بأثر التحرير أو رفع القيود (Deregulation Effect) (Elgin & Mazhar, 2012). بناءا على هذا الأثر فإن العلاقة بين الاقتصاد الخفي والتلوث البيئي أو انبعاثات الغاز هي علاقة طردية. فإذا قامت الحكومة بسن القوانين لحماية البيئة فذلك قد يثقل كاهل المنشآت بالتكاليف مما يدفع بعضهم للانتقال للعمل في الاقتصاد الخفي (Chaudhuri & Mukhopadhyay, 2006). في هذه الحالة تلك القوانين أدت إلى زيادة حجم الاقتصاد الخفي وزيادة انبعاثات الغاز من المنشآت التي تعمل فيه (Baksi & Bose, 2010).

الهدف من الدراسة

تحاول الدراسة معرفة:

مدى تأثير الاقتصاد الخفي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بالإضافة إلى محددات الانبعاثات الأخرى.

مشكلة الدراسة

تبحث هذه الدراسة العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المملكة وبين المتغيرات التالية:

1. الاقتصاد الخفي. (H)
2. التحضر. (URB)
3. الانفتاح الاقتصادي. (TO)

النموذج

النموذج المستخدم في تقدير دالة الانحدار هو (Autoregressive Distributed Lag, ARDL).

الدالة بصورة عامة:

$$CO_{2_t} = f(H_t, URB_t, TO_t)$$

بعد أخذ اللوغاريتم الطبيعي تكون الدالة المراد تقديرها:

$$CO_{2_t} = \beta_0 + \beta_1 lnH_t + \beta_2 lnURB_t + \beta_3 lnTO_t + \varepsilon_t$$

فرضيات الدراسة

1. الاقتصاد الخفي من المتوقع أن يكون لحجم الاقتصاد الخفي علاقة طردية بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.
2. الانفتاح الاقتصادي وعلاقته بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون فإن الدراسات بشأنهما متضاربة فيشير بعضها إلى أنه العلاقة طردية بينهما في الدول الفقير بينما العلاقة عكسية في الدول الغنية. تفترض هذه الدراسة علاقة طردية بينهما.
3. التحضر فمن المتوقع أن يكون له علاقة طردية بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

منهجية الدراسة

تعد هذه الدراسة دراسة تجريبية (Empirical Study) لذلك فهي تعتمد على المنهج التحليلي للبيانات الصادرة عن المؤسسات الدولية المختلفة باستخدام الأساليب الكمية والقياسية وذلك باستخدام برنامج (STATA) لدراسة العلاقة بين متغيرات الدراسة.

حدود الدراسة

- حدود مكانية: المملكة العربية السعودية.
- حدود زمانية: ١٩٩١ – ٢٠١٥.

الفصل الثاني: الاقتصاد الخفي تعريفه، أسبابه وطرق تقديره

تعريفه

أطلقت العديد من التسميات على هذا القطاع، مثل: الاقتصاد الخفي (Hidden Economy)، واقتصاد الظل (Shadow Economy)، والاقتصاد التحتي (Underground Economy)، والاقتصاد غير الرسمي (Informal Economy) وغير ذلك من التسميات المختلفة. وتعد ظاهرة الاقتصاد الخفي ظاهرة معقدة وصعبة القياس إذ يحتوي هذا الاقتصاد في طياته أنشطة بعيدة عن السجلات الحكومية كما سيتضح معنا من خلال التعاريف المختلفة.

ليس هنالك تعريف متفق عليه للاقتصاد الخفي لذلك سنستعرض عدة تعاريف له لدى مختلف الباحثين. حيث يعرفه (Schneider, Buehn, & Montenegro, 2010) "الاقتصاد الخفي على أنه هو جميع الأنشطة المشروعة القائمة على السوق التي تنتج سلعة وخدمات لكنها غير مقيدة في السجلات الحكومية إما لأسباب نقدية، أو أسباب تنظيمية، أو أسباب مؤسساتية". الأسباب النقدية تشمل التهرب من دفع الضرائب المستحقة للحكومة أو التهرب من دفع قسط التأمينات الاجتماعية. أما الأسباب التنظيمية قد بغية تجنب التعقيدات الإدارية الحكومية أو تجنب الاعباء التي تنشأها التنظيمات التي تنظم نشاط اقتصادي ما. أما الأسباب المؤسساتية الفساد الإدارية حيث يصعب على المستثمر أو صاحب النشاط الاقتصادي استخراج الترخيص اللازم لمزاولة ذلك النشاط دون تحمل المزيد من التكاليف. هذه الأسباب أو العوامل قد تدفع بعض رجال الاعمال أو العمال لعدم الانضمام إلى الاقتصاد الرسمي. هذا التعريف يشمل فقط تلك الأنشطة المشروعة التي لو قيدت في السجلات الحكومية لساهمت في قيمة الناتج المحلي الإجمالي، أي أن هذا التعريف يتجاهل تلك الأنشطة غير المشروعة التي تنتج سلع أو خدمات يمنع إنتاجها وبيعها مثل إنتاج نبات القنب أو الخمور في الكثير من الدول، أو على الأقل في الدول الخليجية. يمكن من خلال هذا التعريف تقسيم عملاء الاقتصاد الخفي إلى عمال غير رسمين ومنشآت غير رسمية. فالعمال غير الرسميين هم العمال الذين يعملون في منشآت غير الرسمية والذين (International Labour Organization, 2018) يعملون لحسابهم الخاص لكن دون عقود رسمية وبالتالي لا يدفعون أقساط التأمينات الاجتماعية. أما المنشآت غير الرسمية (International Labour Organization, 2018) فهي تلك المنشآت التي تنطبق عليها بعض المعايير الخاصة وهي:

1. ليست ذات كيان اعتباري منفصل عن مالكها، فليس لها سجلات محاسبية خاصة بها.
2. هي منشأة تنتج سلعة أو خدمة.
3. هي منشأة تبقي أعداد العاملين لديها بشكل منخفض أو يكونون عمالها غير مسجلين لدى الجهات الحكومية.

تعريف اخر للاقتصاد الخفي، حيث يعرفه (Smith, 1994) على أنه "الأنشطة القائمة على السوق التي تنتج سلعة أو خدمة، سواء كانت تلك الأنشطة مشروعة أو غير مشروعة، والتي لا تقيد ضمن حسابات الناتج المحلي الإجمالي"

والجدول التالي يوضح الفرق بين الأنشطة القائمة على السوق من تلك غير القائمة على السوق

	أنشطة قائمة على السوق (أنشطة تجارية)	**أنشطة غير قائمة على السوق (أنشطة غير تجارية)**
أنشطة مشروعة	(أ). إنتاج وبيع السيارات، المساكن، وجبات المطاعم.	(ج). الطهي والتنظيف المنزلي، وجميع الخدمات التي يؤديها الفرد لنفسه.
أنشطة غير مشروعة	(ب). إنتاج وبيع المخدرات.	(د). زراعة نبات القنب للاستهلاك الشخصي.

(Smith, 1994)

من الجدول أعلاه يمكن أن نستنتج أربعة تعاريف للاقتصاد الخفي:

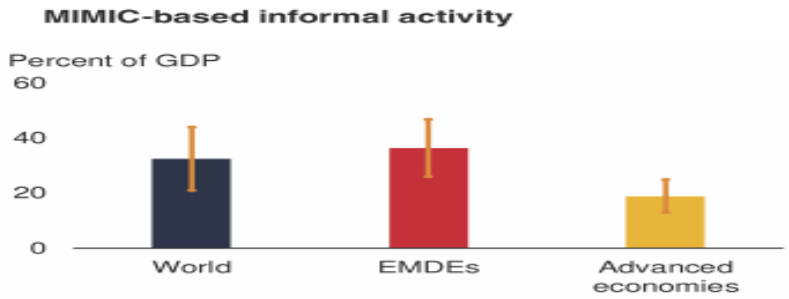
1. هو الأنشطة القائمة على السوق التي تنتج سلع أو خدمات ولا تقيد قيمتها ضمن حسابات الناتج المحلي الإجمالي، يشمل الأنشطة (أ) في الجدول. وهو أضيق تعريف.
2. هو الأنشطة القائمة على السوق التي تنتج سلع أو خدمات، سواء كانت تلك الأنشطة مشروعة أو غير مشروعة، والتي لا تقيد قيمتها ضمن حسابات الناتج المحلي الإجمالي. وهذا التعريف يشمل الأنشطة (أ) و(ب) في الجدول. مشابه للتعريف الأول لكنه يشمل الأنشطة غير المشروعة.

3. هو الأنشطة القائمة على السوق التي تنتج سلع أو خدمات، سواء كانت تلك الأنشطة مشروعة أو غير مشروعة، والتي لا تخضع للسلطات الضريبية. وهذا التعريف يشمل الأنشطة (أ) و(ب) في الجدول. وهذا التعريف مشابه للتعريف الثاني إلا أنه لا يركز على الحسابات القومية، بل على السجلات الضريبية حيث يوضح أن الاقتصاد الخفي يشمل تلك الدخول التي لم يتم الإفصاح عنها في الإقرار الضريبي للفرد الذي بعمل لحسابه الخاص.
4. هو الأنشطة القائمة على السوق وغير القائمة على السوق التي تنتج سلع أو خدمات، سواء كانت تلك الأنشطة مشروعة أو غير مشروعة، والتي لا تقيد قيمتها ضمن حسابات الناتج المحلي الإجمالي. وهذا التعريف يشمل كل الأنشطة في الجدول. وهذا هو التعريف الاوسع للاقتصاد الخفي.

التعريف الذي سوف تعتمده هذه الدراسة هو التعريف رقم واحد في القائمة السابقة وهو متوافق مع أول تعريف ذكرناه إذ أن حجم الاقتصاد الخفي للمملكة في هذه الدراسة مستسقى من دراسة اعتمدت على ذلك التعريف.

حجم الاقتصاد الخفي

ظاهرة الاقتصاد الخفي هي ظاهرة توجد في اقتصاد. لكن يختلف حجمه من اقتصاد لآخر. فعادة يكون الاقتصاد الخفي أكبر في الدول النامية منه في الدول المتقدمة. ويقاس حجمه كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي. عالميا بلغ الاقتصاد الخفي 32–33 كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي وحيث كان يشغل 31% من القوة العاملة خلال الفترة 1990–2018 (Elgin, Kose, Ohnsorge, & Yu, 2021). كما أوضحت مختلف الدراسات أنه كلما زاد دخل الفرد كلما قل حجم الاقتصاد الخفي. لذا من الطبيعي الاقتصاد الخفي يكون أكبر حجما في الدول النامية والأسواق الناشئة منه في الدول المتقدمة، كما يتضح من الشكل (1) التالي الذي يوضح حجم الاقتصاد الخفي كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي.



المصدر: (Elgin, Kose, Ohnsorge, & Yu, 2021)

في الدول المتقدمة، مثل الولايات المتحدة وألمانيا واليابان، يُعد الاقتصاد الخفي محدودًا نسبيًا. إذ تُظهر بيانات التقرير (Schneider, 2022) أن حجم الاقتصاد الخفي في الولايات المتحدة يبلغ نحو 5% من الناتج المحلي الإجمالي، بينما يتراوح بين 6% و7% في دول أوروبية كألماني .وسبب هذا الانخفاض هو قوة المؤسسات، وارتفاع مستوى الامتثال الضريبي، وانتشار الأنظمة الرقمية التي تحد من التعاملات غير المسجلة.

أما دول الشرق الأوسط، تشير البيانات إلى أن حجم الاقتصاد الخفي في هذه المنطقة يتراوح بين 5% و8.2% من الناتج المحلي الإجمالي، وهو مستوى قريب من الدول المتقدمة .على سبيل المثال، تُظهر البيانات أن الإمارات العربية المتحدة تمتلك أحد أصغر اقتصادات الظل عالميًا بنسبة تقارب 2.1%، بينما يبلغ في السعودية نحو 5% وقد يعود ذلك إلى وجود مؤسسات حكومية قوية نسبيًا، وأيضا إلى اعتماد بعض هذه الدول على إيرادات غير ضريبية مثل النفط، مما يقلل الحافز للتهرب الضريبي. (Ernst & Young, 2025)

أما أفريقيا فهي من أكثر المناطق التي ينتشر فيها الاقتصاد الخفي. إذ تتراوح نسبته في مناطق مختلفة من القارة الافريقية بين 24% و41% من الناتج المحلي الإجمالي .كما تؤكد بيانات منظمة العمل الدولية أن نسب العمالة غير الرسمية في الدول الفقيرة، والتي تضم العديد من الدول الأفريقية، تصل إلى نحو 89% من إجمالي العمالة (International Labour Organization, 2018)، وهو مؤشر واضح على حجم النشاط في الاقتصاد الخفي. وتُظهر هذه الأرقام أن الاقتصاد الخفي في أفريقيا ليس ظاهرة صغيرة الحجم، بل إنه يشكل العمود الفقري للنشاط الاقتصادي المولد للدخل في العديد من الدول.

طرق تقدير حجم الاقتصاد الخفي

توجد عدة طرق لقياس حجم الاقتصاد الخفي وسوف نتطرق لعدد منها.

1. مدخل الانفاق–الدخل:

يمكن تقدير حجم الاقتصاد الخفي بمراقبة الفرق بين الانفاق القومي والدخل في حسابات الدخل القومي. أوائلك الذين يعملون في الاقتصاد الخفي وكان قادرون على إخفاء دخلهم من الجهاز الضريبي، ولكن لم يخفوا إنفاقهم، إذا الفرق بين الدخل القومي والانفاق القومي قد يعطي مقياسا تقريبيا لحجم الاتقاد الحفي. لكن هذه الطريقة تفترض أن الانفاق القومي تم قياسه بدون أخطاء وهو افتراض يصعب تحققه في الواقع لان بيانات أو مكونات الانفاق لاي اقتصاد تكون بالآلاف الملايين وهو يصعب قياسه على وجه الدقة.

2. مدخل سوق العمل:

يمكن تقدير حجم الاقتصاد الخفي بمراقبة الفرق بين حجم المشاركة في القوى العاملة. إذا افترضنا أن حجم المشاركة في القوى العاملة ثابت، فأن أي انخفاض فيه يمكن أن يفسر على أنه زيادة في حجم الاقتصاد الخفي. إلا أنه انخفاض حجم المشاركة قدي يكون لعدة أسباب أخرى مثل، صعوبة الحصول على فرصة وظيفية.

3. مدخل استهلاك الكهرباء (Electricity Approach):

يمكن تقدير حجم الاقتصاد الخفي بمراقبة حجم استهلاك الكهرباء فيعتبر (Kaufmann & Kalibreda, 1996) أنه أفضل مؤشر مادي على النشاط الاقتصادي الرسمي وغير الرسمي/ الخفي. وبناءاً على دراسات سابقة يفترض (Kaufmann & Kalibreda, 1996) أن مرونة الكهرباء – للناتج المحلي الإجمالي تقريبا واحد، ومن ثم أي نمو في استهلاك الكهرباء لا يرافقه نمو مماثل في الناتج المحلي الإجمالي فقد يكون ذلك مؤشر على نمو الاقتصاد الخفي. بالرغم من بساطة هذه الطريقة إلا أنه لها عيوب. حيث لا تستهلك جميع أنشطة الاقتصاد الخفي الكثير من الكهرباء، بل بعض الأنشطة تعتمد على مصادر بديلة للطاقة مثل الغاز أو الفحم وبالتالي بعض أنشطة الاقتصاد الخفي التي يتم رصدها بهذه الطريقة. ومن عيوب هذه الطريقة افتراض ثبات مرونة الكهرباء – للناتج المجلي الإجمالي قريب من واحد، وهو أمر يختلف من دولة لأخرى.

4. مدخل التبادلات:

يمكن تقدير حجم الاقتصاد الخفي باستخدام معادلة التبادل لفيشر (Medina & Schneider, 2018) :

$$Money * Veloscity = Prices * Transactions$$

بافتراض هنالك علاقة ثابتة بين النقود والمبادلات وإنتاج الاقتصاد الرسمي وغير الرسمي

$$Prices * Transactions = K\ (Official\ GDP + Shadow\ Economy)$$

فيمكن اشتقاق المعادلة التالية:

$$Money * Velocity = K\ (Official\ GDP + Shadow\ Economy)$$

حجم النقود والناتج المحلي الإجمالي معروفين، ومعدل دوران النقود يمكن تقديره. بالتالي إذا كان حجم الاقتصاد الخفي كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي معروف لسنة معيارية من دراسة سابقة، فيمكن تقدير حجم الاقتصاد الخفي للسنوات التالية. بالرغم من سهولة هذه الطريقة إلا أنه لها عيوب. من عيوبها: أنها تفترض ثبات K وهو افتراض عشوائي، كما أنها تتجاهل أثر تطور وسائل الدفع التي تقلل من الرصيد النقدي المطلوب ومن معدل دوران النقود.

5. مدخل الطلب على العملة (Currency Demand Approach):

بافتراض أن المعاملات في الاقتصاد الخفي تتم باستخدام النقد المتداول خارج النظام المصرفي (أو العملة)، حتى لا تسجل تلك المعاملات في السجلات الحكومية لأغراض التهرب الضريبي مثلا، فأن زيادة حجم الاقتصاد الخفي سوف ينعكس في زيادة الطلب على النقود. ولعزل تلك الزيادة في الطلب على النقود الناشئة بسبب زيادة حجم الاقتصاد الخفي فإن يقترح (Tanzi, 1980) استخدام أو تقدير دالة الطلب على النقود السائلة لسلسلة زمنية فيها يكون الطلب على النقود السائلة دالة في العديد من العوامل مثل نمو الدخل، سعر الفائدة، القوانين والضرائب المباشرة وغير المباشرة، بالتالي إذا أدت زيادة الضرائب إلى زيادة في الطلب على النقود السائلة فقد يكون ذلك مؤشر على زيادة حجم الاقتصاد الخفي. من عيوب هذه الطريقة أنه ليس كل المعاملات في الاقتصاد الخفية تستخدم النقود السائلة ومن ثم هذه الطريقة في تقلل من تقدير حجم الاقتصاد الخفي. أيضا من عيوبها أنها تفترض أي زيادة في الطلب على النقود السائلة أو العملة يكون نتيجة لاستخدامها في الاقتصاد الخفي بينما قد تكون تلك زيادة في الطلب على العملة بسبب تباطئ نمو في الودائع تحت الطلب. كما أنه هذه الطريقة تفترض عدم وجود اقتصاد خفي في سنة الأساس، التي تم فيها تقدير دالة الطلب على النقود.

6. مدخل أو نموذج المؤشرات المتعددة والأسباب المتعددة (Multiple Indicator, Multiple Cause Approach, MIMIC) (Medina & Schneider, 2018):

هذا النموذج هو نوع خاص نموذج المعادلات الهيكلية (SEM). يعتبر هذا النموذج الاقتصاد الخفي متغير مستتر أو كامن (Latent Variable) وبالتالي لا يمكن تصويره بمؤشر واحد. ويحاول هذا النموذج تقدير حجم الاقتصاد الخفي باستخدام عدة مسببات، ويقصد بها المتغيرات التي إلى وجود او تغير في حجم المتغير الكامن أي الاقتصاد الخفي، وباستخدام عدة مؤشرات، ويقصد بها متغيرات تدل على وجود المتغير الكامن.

يمكن تصنيف مسببات الاقتصاد الخفي إلى عدة عوامل. عوامل الاقتصادية ومنها على سبيل المثال معدل البطالة، معدل التضخم، دخل الفرد والعبء الضريبي. عوامل مؤسساتية ومنها على سبيل المثال الفساد أو ضعف تطبيق القانون والقوانين أو البيروقراطية. عوامل متعلقة بسوق العمل ومنها معدل البطالة والحد الأدنى للأجور. يمكن تصنيف مؤشرات الاقتصاد الخفي عدة عوامل أيضا. عوامل نقدية ومنها على سبيل المثال الطلب على العملة. عوامل تتعلق بسوق العمل مثل معدل العمالة غير الرسمية [1]. عوامل اقتصادية مثل الفروقات بين الدخل والانفاق الكلي. عوامل تتعلق بالنشاط أو الانتاج ومنها على سبيل المثال استهلاك الكهرباء.

[1] تعرف منظمة العمل الدولية معدل العمالة غير الرسمية هو نسبة الأشخاص العاملين في وظائف غير رسمية إلى إجمالي العمالة. وتشمل العمالة غير الرسمية الأشخاص الذين يعملون في وظائفهم الرئيسية أو الثانوية ضمن الفئات التالية:
(أ) العاملون لحسابهم الخاص، وأصحاب العمل، وأعضاء التعاونيات الإنتاجية العاملون في مؤسساتهم الخاصة ضمن القطاع غير الرسمي؛
(ب) العاملون لحسابهم الخاص المشاركون في إنتاج السلع للاستخدام النهائي الخاص بأسرهم فقط (مثل الزراعة المعيشية)؛
(ج) العمال الأسريون المساهمون، بغض النظر عما إذا كانوا يعملون في مؤسسات رسمية أو غير رسمية؛
(د) الموظفون الذين يشغلون وظائف غير رسمية، سواء كانوا يعملون لدى مؤسسات في القطاع الرسمي أو غير الرسمي، أو كعمالة منزلية مدفوعة الأجر لدى الأسر.

ISSN: 2663-5798 || Arab Journal for Scientific Publishing

بعد تحديد أسباب الاقتصاد الخفي يتم تحديد مؤشراته، أي المؤشرات التي تدل على وجوده بما أنه متغير مستتر. ومن هذه المؤشرات مؤشرات نقدية فالمتعاملون في الاقتصاد الخفي يستخدمون العملة لإتمام المبادلات وليس الودائع رغبة في عدم نرك أثر لتلك المبادلات لذلك يمكن استخدام الطلب على العملة كمؤشر للاقتصاد الخفي. توجد أيضا مؤشرات تتعلق بسوق العمل مثل معدل المشاركة في القوة العاملة، إذ أن انخفاض في هذا المعدل قد يعني أن جزءا من القوة العاملة انتقلت للعمل في الاقتصاد الخفي عندما زاد حجمه رغبة في التهرب من الضريبة مثلا. أما المؤشرات الاخرى هي تلك التي تتعلق بالاقتصاد الخفي مثل معدل النمو في دخل الفرد. وعادة ما يتم تقدير معلمات النموذج بطريقة الإمكان الأعظم أو تقدير الاحتمال الأقصى (Maximum Likelihood Estimation, MLE).

الفصل الثالث: الدراسات السابقة

أثر التحضر على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في بيجين

(Zhang, Yi, & Li, 2015)

تحاول هذه الدراسة معرفة مدى تأثير التحضر، استهلاك الفرد للطاقة، ونمو دخل الفرد على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الفترة 1980–2013. النموذج المستخدم في تقدير دالة الانحدار هو (Autoregressive Distributed Lag, ARDL). كما قامت هذه الدراسة بإجراء اختبار التكامل المشترك لمعرفة مدى وجود علاقة بين المتغيرات في الاجل الطويل أم لا. خلصت الدراسة أن التحضر له أثر إيجابي في زيادة انبعاثات الغاز في الاجل القصير والطويل. لكن استهلاك الفرد للطاقة لا يبدو له أثر ذو معنوية إحصائية في زيادة انبعاثات الغاز سواءاً في الاجل القصير أو الطويل بسبب ترشيد الاستهلاك والاستخدام الكفء للطاقة: من تركيب عوازل حرارية في المباني واستخدام أجهزة كهربائية موفرة للطاقة...إلخ. أما نمو دخل الفرد لا يبدو له أثر ذو معنوية إحصائية على انبعاثات الغاز. لكن وجدت الدراسة علاقة بيانية على شكل حرف (U) مقلوب بين دخل الفرد وانبعاثات الغاز في بيجين خلال فترة الدراسة مما يدعم صحة فرضية كوزنتس البيئية [2] (Grossman & Krueger, 1991). كما أشارت نتائج الدراسة أنه في الاجل الطويل يمكن لزيادة دخل الفرد أن تؤدي لانخفاض نمو انبعاثات الغاز.

أثر النمو الاقتصادي، الانفتاح الاقتصادي والصناعة على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الهند

(Karedla, Mishra, & Patel, 2021)

هذه الدراسة تهدف إلى معرفة أثر المتغيرات المذكورة على انبعاثات الغاز في الهند في الفترة 1971–2016 باستخدام منهج اختبار الحدود لنموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة (ARDL Bounds Test Approach). تم قياس النمو الاقتصادي بدخل الفرد والانفتاح الاقتصادي بقسمة مجموع الواردات والصادرات على الناتج المحلي الإجمالي والصناعة بقسمة قيمة الإنتاج الصناعي على الناتج المحلي الإجمالي. خلصت هذه الدراسة إلى النتائج التالية:

1. الانفتاح الاقتصادي، متغير ذو معنوية إحصائية في النموذج، له علاقة عكسية بانبعاثات الغاز.
2. النمو الاقتصادي، متغير ذو معنوية إحصائية في النموذج، له علاقة طردية بانبعاثات الغاز.
3. الصناعة، متغير ذو معنوية إحصائية في النموذج، لها علاقة طردية بانبعاثات الغاز.
4. الانفتاح الاقتصادي يؤدي إلى انخفاض انبعاثات الغاز في الاجل القصير والطويل.
5. أما النمو الاقتصادي والصناعة فلهما علاقة بانبعاثات الغاز في الاجل الطويل.

[2] تم اقتراح منحنى كوزنتس البيئي (EKC) لأول مرة بواسطة غروسمان وكروجر (1991)، حيث حدّدا وجود علاقة على شكل حرف (U) مقلوب بين التدهور البيئي ونصيب الفرد من الدخل.

الاقتصاد التحتي وانبعاثات الغاز في الصين

(Zhou, 2019)

تحاول هذه الدراسة بحث العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والاقتصاد التحتي في الصين. تستخدم هذه الدراسة بيانات طولية أو لوحية (Panel Data) لثلاثين منطقة مختلفة في الصين من 1998–2016. حيث تم تقدير النماذج التالية:

$$\ln CO_2 = b \ln GDPT + \beta_1 \ln P + \beta_2 \ln EI + \beta_3 fdi + \beta_4 str + \beta_5 urb + \varepsilon$$

$$\ln CO_2 = b_1 \ln GDPT + b_2 (\ln GDPT)^2 + \beta_1 \ln P + \beta_2 \ln EI + \beta_3 fdi + \beta_4 str + \beta_5 urb + \varepsilon$$

$$\ln CO_2 = b_1 \ln GDPT + b_2 (\ln GDPT)^2 + b_3 (\ln GDPT)^3 + \beta_1 \ln P + \beta_2 \ln EI + \beta_3 fdi + \beta_4 str + \beta_5 urb + \varepsilon$$

حيث المتغير التابع انبعاثات الغاز. أما المتغيرات المستقلة:

1. إجمالي دخل الفرد (GDPT). ويساوي دخل الفرد من الاقتصاد الرسمي + دخل الفرد من الاقتصاد غير الرسمي، كتقدير للاقتصاد التحتي أو الخفي. تم حساب دخل الفرد من الاقتصاد غير الرسمي بحساب الفرق بين الانفاق الكلي والدخل، حيث إن الدخل الذي تم توليده من أنشطة الاقتصاد التحتي لابد وأن يتم إنفاقه على السلع والخدمات.
2. عدد السكان (P).
3. التحضر (URB). نسبة سكان المناطق الحضرية أو المدن إلى إجمالي السكان.
4. كثافة الطاقة (EI). وهي الطاقة المستهلكة لكل وحدة منتجة. وهذا المتغير مؤشر لأثر التقنية على التلوث البيئي، انبعاثات الغاز.
5. الصناعة الثانوية[3] (Str). وهي تلك الصناعات التي تقوم بتحويل الموارد الطبيعية المستخرجة إلى سلع نهائية يمكن استهلاكها. هذه الصناعات تتميز بأنها كثيفة التلوث وكثيفة الاستهلاك للطاقة تم قياسها بقسمة قيمة إنتاج هذه الصناعة على الناتج المحلي الإجمالي. وهذا المتغير مؤشر لهيكل الاقتصاد.
6. الاستثمار الأجنبي المباشر (FDI). أدخل كمتغير ضابط.

النتائج التي خلصت إليها الدراسة:

1. الاقتصاد التحتي له علاقة طردية بانبعاثات الغاز.
2. بعد اختبار فرضية كوزنتس البيئية اتضح أن العلاقة بين التلوث البيئي ودخل الفرد ليس على شكل حرف (U) مقلوب وإنما على شكل حرف (N) في مختلف مناطق الصين. أي في البداية مع التنمية الاقتصادية وزيادة دخل الفرد سيؤدي ذلك إلى ارتفاع في التلوث البيئي وبعد مستوى معين من الدخل سينخفض التلوث ومن سيبدأ التلوث البيئي بالارتفاع مرة أخرى.
3. الهيكل الاقتصادي والتقنية لهما علاقة طردية بانبعاثات الغاز.

تقييم فرضية كوزنتس البيئية في دول الأعضاء في مبادرة الحزام والطريق: بنجلاديش، والصين، والهند، وميانمار

(Rahman, Murad, Ahmad, & Wang, 2020)

[3] يقابل هذا المصطلح، الصناعات الأولية وهي تلك الصناعات التي تقوم باستخراج الموارد الطبيعية مثل صناعة النفط والغاز ومثل الزراعة وزراعة الأسماك والتعدين... إلخ. من أمثلة الصناعات الثانوية، صناعة المواد الغذائية كتحويل المحاصيل الزراعية إلى مواد غذائية جاهزة للاستهلاك ومثل صناعات تكرير النفط وتحويله إلى وقود وصناعة او توليد الكهرباء.

تحاول هذه الدراسة التحقق من صحة فرضية كوزنتس البيئية في الدول الأعضاء مشروع الممر الاقتصادي الذي يربط شرق الصين بجنوب اسيا وجنوب شرق اسيا، والمشروع جزء من مبادرة الحزام والطريق الصينية. تنص الفرضية على أنه في المرحلة المبكرة من التنمية الاقتصادية تكون العلاقة عكسية بين دخل الفرد وجودة البيئة، زيادة دخل الفرد تؤدي إلى انخفاض في جودة البيئة، ولكن في المرحلة المتقدمة من التنمية الاقتصادية تصبح العلاقة طردية، زيادة دخل الفرد عن مستوى معين يؤدي إلى زيادة في جودة البيئة. فحسب الفرضية فإن شكل العلاقة سيتخذ حرف (U) مقلوب تم استخدام نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع مع وبدون فواصل هيكلية (ARDL with and without structural breaks) التالي:

$$\ln C_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_t + \alpha_2 (\ln Y_t)^2 + \alpha_3 \ln E_t + \alpha_4 \ln T_t + \varepsilon_t$$

فترة الدراسة هي 1972–2018.

المتغيرات التي أدخلت في النموذج:

1. انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (C) للفرد.
2. دخل الفرد الحقيقي (Y).
3. مربع دخل الفرد الحقيقي (Y^2). لاختبار صحة فرضية كوزنتس البيئية.
4. الطاقة المستهلكة (E) للفرد، كيلوجرام من النفط للفرد.
5. الانفتاح التجاري (T)، نسبة إجمالي الصادرات والواردات إلى الناتج المحلي الإجمالي.

النتائج التي توصلت إليها الدراسة:

1. للبيانات اللوحية أو الطولية، فإن دخل الفرد والطاقة المستهلكة لهما أثر إيجابي على انبعاثات الغاز بينما مربع دخل الفرد له أثر سلبي على انبعاثات الغاز مما يثبت فرضية كوزنتس البيئية لكن في الاجل القصير فقط.
2. بناءا على نموذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع بفواصل فأن فرضية كوزنتس تتحقق في الهند والصين وتحقق في بنجلاديش وميانمار بدون فواصل هيكلية في الاجل القصير.
3. تحقق الفرضية في بنجلاديش والصين والهند بدون فواصل في الاجل القصير.
4. بعد إجراء اختبار دوميتريسكو وهورلين للسببية في بيانات السلاسل الزمنية المقطعية اتضح وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه من دخل الفرد إلى انبعاثات الغاز، ومن مربع دخل الفرد إلى انبعاثات الغاز، ومن انبعاثات الغاز إلى الانفتاح التجاري. لذا ينبغي على الدول الأعضاء في هذه المبادرة وضع سياسات طويلة الاجل لتعالج تدهور البيئية نتيجة مشاريع البنية التحتية.

كيف يؤثر اقتصاد الظل على جودة البيئة في أفريقيا جنوب الصحراء؟ أدلة من تقديرات اللوحات غير المتجانسة

(Nkengfack, Kaffo Fotio, & Totouom, 2021)

تبحث هذه الدراسة في العلاقة بين اقتصاد الظل وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون. فترة الدراسة هي 1991–2015. مكان الدراسة هو 22 دولة من دول جنوب الصحراء الافريقية. مقسمة الدول الداخلة في الدراسة إلى 3 مجموعات حسب مستوى الدخل [4] لمعرفة هل تأثير اقتصاد الظل على انبعاثات الغاز يعتمد على مستوى التنمية الاقتصادية أم لا وهذه المجموعات هي:

[4] وهو تصنيف البنك الدولي لعام 2018. دول ذات دخل منخفض: 1005 دولار أو أقل. دول ذات دخل متوسط منخفض: 1,006-3,955. دول ذات دخل متوسط مرتفع 3,956-12,235. https://blogs.worldbank.org/en/opendata/new-country-classifications-income-level-2017-2018

1. دول ذات الدخل المنخفض: 9 دول، وهي: بنين، جمهورية الكونغو الديموقراطية، أريتريا، موزمبيق، النيجر، السنغال، تنزانيا، توغو، زيمبابوي.
2. دول ذات الدخل المتوسط المنخفض: 8 دول، وهي: أنجولا، الكاميرون، جمهورية الكونغو، ساحل العاج، غانا، كينيا، نيجيريا، وزامبيا.
3. دول ذات الدخل المتوسط المرتفع: 5 دول، وهي: بوتسوانا، جابون، موريشيوس، ناميبيا، جنوب أفريقيا.

تم تقدير نماذج الانحدار الذاتي للإبطاء الموزع (ARDL) التالي:

$$\ln CO_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln shadow_{it} + \alpha_2 \ln ener_{it} + \alpha_3 \ln trade_{it} + \alpha_4 \ln urban_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$\ln CO_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln shadow_{it} + \alpha_2 \ln ener_{it} + \alpha_3 \ln trade_{it} + \alpha_4 \ln urban_{it} + \alpha_5 \ln gdpc_{it} + \alpha_6 \ln gdpcsq_{it} + \varepsilon_{it}$$

حيث إن:

- CO_2: انبعاثات غاو ثاني أكسيد الكربون من الوقود الاحفوري ويقاس بالطن.
- Shadow: اقتصاد الظل ويقاس كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي. هذه الدراسة لا تقيس اقتصاد الظل وإنما أخذته من دراسة أخرى[5]. تلك الدراسة استخدمت نموذج المؤشرات المتعددة والأسباب المتعددة لتقدير حجم اقتصاد الظل.
- Ener: الطاقة المستهلكة ويتم قياسها بالكيلوغرام من النفط للفرد.
- Trade: الانفتاح التجاري ويتم قياسه بنسبة إجمالي الصادرات والواردات إلى الناتج المحلي الإجمالي.
- Urban: نسبة سكان المناطق الحضرية إلى إجمالي السكان.
- GDP & GDP^2: تم إضافتهما في النموذج الثاني لاختبار فرضية كوزنتس البيئية (EKC).

النتائج التي توصلت لها الدراسة:

1. اقتصاد الظل له أثر سلبي وذو معنوية إحصائية على انبعاثات الغاز في جميع الدول الداخلة في الدراسة، زيادة حجم اقتصاد الظل بنسبة 1% سيؤدي لانخفاض انبعاثات الغاز بنسبة 0.479%.
2. اقتصاد الظل له أثر سلبي وذو معنوية إحصائية على انبعاثات الغاز في الاجل الطويل في الدول ذات الدخل المتوسط المنخفض.
3. اقتصاد الظل له أثر سلبي وذو معنوية إحصائية على انبعاثات الغاز في الاجل القصير في الدول ذات الدخل المتوسط المرتفع.
4. إذا زاد حجم اقتصاد الظل في الدول ذات الدخل المنخفض فهذا سيؤدي إلى انخفاض فإن ذلك سيؤدي إلى انخفاض انبعاثات الغاز.
5. زيادة الطاقة المستهلكة بنسبة 1% تؤدي إلى زيادة انبعاثات الغاز بنسبة 3.573% في الدول ذات الدخل المنخفض.
6. زيادة الطاقة المستهلكة بنسبة 1% تؤدي إلى زيادة انبعاثات الغاز بنسبة 0.888% في الدول ذات الدخل المتوسط المنخفض.
7. زيادة الطاقة المستهلكة بنسبة 1% تؤدي إلى زيادة انبعاثات الغاز بنسبة 0.1.861% في الدول ذات الدخل المتوسط المرتفع.
8. النتائج السابق تتفق مع أثر الحجم، فلا يوجد دليل على أنه اقتصاد الظل يزيد من التلوث البيئي في دول جنوب الصحراء الافريقية.
9. نظرا لان معامل الدخل علامته وموجبة وذو معنوية إحصائية ومعامل مربع الدخل علامته سالبة ذو معنوية إحصائية فإن الدراسة أثبتت فرضية كوزنتس البيئية في هذه الدول.

[5] (Medina & Schneider, 2018)

الفصل الرابع: نتائج التقدير

اختبارات جذر الوحدة

نظرا الان الدراسة تستخدم بيانات سلاسل زمنية فلابد من استخدام اختبارات جذر الوحدة للتأكد من استقرار البيانات. يتضح من ديكي– فولر الموسع أن بيانات انبعاثات الغاز مستقرة عند المستوى حيث كانت قيمة الاختبار (8.646) عند مستوى معنوية (1%) بينما اختبار فيليبس– بيرون أظهر أن البيانات مستقرة عند الفرق الأول لان قيمة الاختبار كانت (–3.433) وهي ذات معنوي إحصائية عند مستوى معنوية (5%). لذا فإن هذا المتغير متكامل من الدرجة الأولى (1)I.

بالنسبة لبيانات متغير الاقتصاد الخفي، فإن الاختبارين يوضحان أن أنها غير مستقرة عند المستوى لكن تكون البيانات مستقرة عند الفرق الأول حيث بلغت قيمة الاختبارين (–4.686) وهي ذات معنوية إحصائية عند مستوى معنوية (1%). لذا فإن هذا المتغير متكامل من الدرجة الأولى (1)I.

أما بيانات التحضر، فهي مستقرة عند المستوى بناءا على نتائج الاختبارين، حيث كانت قيم الاختبارين ذات معنوية إحصائية عند مستوى المعنوية (1%). لذا فإن هذا المتغير متكامل من الدرجة الصفرية (0)I.

بالنسبة لبيانات متغير الانفتاح التجاري، غير مستقرة عند المستوى بناءا على نتائج الاختبارين، ديكي – فولر الموسع وفيليبس – بيرون لكن تكون البيانات مستقرة عند الفرق الأول حيث كانت قيم الاختبارين (–3.250) و(3.168) على التوالي وهي قيم ذات معنوي إحصائية مستوى معنوية (5%). لذا فإن هذا المتغير متكامل من الدرجة الأولى (1)I.

بما أن بيانات المتغيرات الداخلة في الدراسة تتبع درجات تكامل مختلطة فهذا يجعل استخدام نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة مناسباً.

تحديد فترات الابطاء المثلى

لتحديد عدد فترات الابطاء المثلى فلقد تم استخدام المعايير التالية:

1. معيار أكايك للمعلومات، (AIC).
2. معيار شوارتز البايزي للمعلومات، (SBIC).
3. معيار هانا–كوين لمعلومات، (HQIC).
4. معيار خطأ التنبؤ النهائي، (FPE).

أصغر قيمة لكل معيار من هذه المعايير كانت عند فترة الابطاء (4) لذلك تم اختيارها كفترة ابطاء مثلى.

تقدير نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة ARDL

بعد تقدير نموذج ARDL (4,2,2,3) وجد أن معامل التحديد المعدل (Adjusted R2) بلغ (99%) وهذا يعني أن (99%) من التغيرات في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون تفسرها المتغيرات الداخلة في النموذج. كما بلغت قيمة إحصائية (F) (2332.21) وكانت ذات معنوية إحصائية عند مستوى معنوية (1%).

اختبار التكامل المشترك

بالرغم من القدرة التفسيرية العالية لنموذج ARDL(4,2,2,3) المقدر إلا أنه لا يوضح إذا ما كانت هنالك علاقة توازنيه في الاجل الطويل أم لا بين المتغيرات. لذلك لابد من إجراء اختبار الحدود لمعرفة هل هنالك علاقة توازنيه أم لا. بعد إجراء الاختبار اتضح أن قيمة (F) هي (13.984)

وهي أعلى من القيم الحرجة العليا والدنيا ونستنتج من ذلك أنه توجد علاقة توازنيه في الاجل الطويل بين المتغيرات. ولمعرفة العلاقة في الاجل الطويل علينا تقدير نموذج تصحيح الخطأ.

نموذج تصحيح الخطأ

هذا النموذج هو الأنسب لتحليل العلاقات قصيرة وطويلة الاجل وقياس سرعة التكيف نحو التوازن.

أولا: نتائج الاجل الطويل

أظهرت النتائج التالي:

1. معامل الاقتصاد الخفي بلغ (0.022) إلا أن قيمة الاحتمال بلغت (0.352) مما يعني أن المعامل المقدر ليس ذو معنوية إحصائية عند مستوى معنوية (5%).
2. معامل متغير التحضر قد بلغت قيمته (1.81) وقيمة الاحتمال كانت (0.00) مما يعني أن المعامل المقدر ذو معنوية إحصائية عند مستوى معنوية (1%).
3. معامل متغير الانفتاح التجاري قد بلغت قيمته (0.006) وبلغت قيمة الاحتمال (0.109) وهذا يعني أن المعامل المقدر ليس ذو معنوية إحصائية عند مستوى معنوية (5%).

ثانيا: نتائج الاجل القصير

تظهر النتائج التالي:

1. معاملات الفرق الأول المتأخر فترة (LD) والمتأخر فترتين (L2D) والمتأخر ثلاث فترات (L3D) لانبعاثات الغاز فقد جاءوا بقيم سالبة (0.576 –) (0.431 –) (0.550 –) على التوالي وكانت القيم الاحتمالية لتلك المعاملات (0.016) (0.032) (0.003) على التوالي أيضا وهذا يعني أن المعاملات ذات معنوية إحصائية عند المستوى (5%). هذه المعاملات تشير إلى وجود عملية تصحيح تدريجية للصدمات السابقة في مستويات الانبعاثات الكربونية.
2. معامل الفرق الاول الحالي (D1) للاقتصاد الخفي بلغ (0.021 –) وقيمة الاحتمال كانت (0.037) وهو ما يعني أن المعامل ذو معنوي إحصائية عند المستوى (5%). إذا زاد حجم الاقتصاد الخفي فإن ذلك سوف يؤدي إلى انخفاض انبعاثات الغاز في الاجل القصير. أما معامل الفرق الأول المتأخر فترة واحدة (LD) للاقتصاد الخفي فقد بلغ (0.008 –) وبلغت قيمة الاحتمال (0.211) مما يعني أن المعامل غير معنوي إحصائيا عند أي مستوي معنوية. وتشير هذه النتيجة إلى أن زيادة حجم الاقتصاد الخفي تؤدي إلى انخفاض انبعاثات الغاز في الاجل القصير.
3. معامل الفرق الأول الحالي (D1) للتحضر بلغ (0.922) وقيمة الاحتمال بلغت (0.357) وهو ما يعني أن المعامل ليس معنوي إحصائيا عند أي مستوى معنوية. أما معامل الفرق الأول المتأخر فترة واحدة (LD) للتحضر فلقد بلغ (2.402–) وبلغت قيمة الاحتمال (0.074) وهو ما يعني أن المعامل ذو معنوية إحصائية عن المستوى (10%). هذه النتيجة تشير إلى أن زيادة التحضر تؤدي إلى زيادة انبعاثات الغاز لكن بتأثير متأخر.
4. معاملات الفرق الأول الحالي (D1) ومعامل الفرق الأول المتأخر فترة (LD) والمتأخر فترتين (L2D) فقد جاءوا بقيم سالبة للانفتاح التجاري وهي (0.004 –) (0.003 –) (0.002 –) على التوالي وبلغت القيم الاحتمالية لتلك المعاملات (0.021) (0.008)

(0.022) على التوالي أيضا وهذا يعني أن المعاملات لها ذات معنوية إحصائية عند المستوى (5%). وتشير هذه النتيجة إلى زيادة الانفتاح التجاري يؤدي إلى انخفاض في انبعاثات الغاز في الاجل القصير.

ثالثا: معامل تصحيح الخطأ

بلغت قيمة معامل تصحيح الخطأ (0.541 –) وكانت القيمة الاحتمالية (0.021) أي أنه ذو معنوية إحصائية عند مستوى المعنوية (5%). تشير الإشارة السالبة إلى وجود علاقة توازنيه في الاجل الطويل بين المتغيرات. وتدل قيمة المعامل أن (54%) من الانحرافات في الاجل القصير عن مستوى التوازن يتم تصحيحها خلال الفترة التالية.

الفصل الخامس: نتائج الدراسة والتوصيات

النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة

1. الاقتصاد الخفي بالرغم من أن إشارته سالبة، وهو عكس فرضية هذه الدراسة، إلا أنه أثر غير معنوي على انبعاثات الغاز في الاجل الطويل خلال فترة الدراسة. أما في الاجل القصير فإن زيادة حجم الاقتصاد الخفي يؤدي إلى انخفاض في انبعاثات الغاز، وأثره كان معنوي. وذلك لأن منشآت الاقتصاد الخفي تعتمد على عنصر العمل في الإنتاج بشكل أكبر من اعتمادها على عنصر رأس المال من الآلات ومعدات وطاقة منتجة أو مسؤولة عن انبعاثات الغاز. وهذه النتيجة هي عكس ما توصلت إليه معظم الدراسات فمثلا توصل (Chen, Hao, Li, & Song, 2018) إلى أن الاقتصاد الخفي له علاقة طردية بانبعاثات الغاز. وأيضا (Zhou, 2019) توصل إلى أن الاقتصاد التحتي، كما أسماه الباحث، له علاقة طردية بانبعاثات الغاز، لعل ذلك لان منشآت الاقتصاد الخفي في الصين، محل بحث تلك الدراسات، تستخدم رأس المال في الإنتاج بشكل أكبر من عنصر العمل. الدراسة الوحيدة من ضمن الدراسات السابقة التي تتفق مع النتيجة التي توصلت إليها هذه الدراسة هي دراسة (Nkengfack, Kaffo Fotio, & Totouom, 2021) حيث وجدوا أن زيادة حجم الاقتصاد الخفي تؤدي إلى انخفاض انبعاثات الغاز في دول جنوب الصحراء الافريقية.
2. التحضر جاءت إشارته موجبة، مطابقة لفرضية الدراسة، حيث كان له أثر معنوي على انبعاثات الغاز في الاجل الطويل خلال فترة الدراسة، مما يعني أن في الاجل الطويل زيادة عدد سكان المناطق الحضرية والمدن تؤدي إلى زيادة انبعاثات وذلك لان زيادة عدد السكان يترافق معها زيادة استخدام الطاقة، والتي توليدها يعتمد على الوقود الاحفوري، وزيادة استخدام سيارات التي تعمل على الوقود الاحفوري. وهذا ينسحب أيضا على أثر التحضر على انبعاثات الغاز في الاجل القصير، حيث أثره كان معنوي أيضا. التحضر هو المتغير الوحيد في هذه الدراسة الذي كان أثره معنوي في الاجل الطويل والقصير. وهو ما توصل إليه (Zhang, Yi, & Li, 2015) في دراستهم عن أثر التحضر على انبعاثات الغاز، بالإضافة إلى أثر بعض المتغيرات الأخرى على الانبعاثات، في بيجين، حيث وجدوا أن التحضر له أثر إيجابيا على انبعاثات الغاز في الاجلين أيضا. أيضا توصل (Zhou, 2019) إلى أن التحضر له أثر إيجابي على انبعاثات الغاز في الصين. أما (Nkengfack, Kaffo Fotio, & Totouom, 2021) فقد وجدوا أنه بالرغم من أن أثر التحضر كان معنوي في الاجلين إلا أن أثر التحضر على الانبعاثات في الاجل القصير كان سلبي، أي زيادة عدد سكان المدن تؤدي إلى انخفاض في انبعاثات الغاز، لكن في الاجل الطويل كان الأثر إيجابي، مما يدل على أن العلاقة بين التحضر وانبعاثات الغاز هي علاقة غير خطية.
3. الانفتاح التجاري بالرغم من أن إشارته موجبة، وهو أمر مطابق لفرضية هذه الدراسة، إلا أن أثره على انبعاثات الغاز كان غير معنوي في الاجل الطويل خلال فترة الدراسة. لكن في الاجل القصير كان له أثر سلبي ومعنوي على انبعاثات الغاز، وهو عكس فرضية الدراسة. هذه الدراسة لم تجد دليل أنه الانفتاح التجاري يزيد من انبعاثات الغاز في الاجل الطويل. لكن وجدت هذه الدراسة أنه في الاجل القصير الانفتاح التجاري تؤدي إلى انخفاض انبعاثات الغاز، وإن كان هذا الأثر مؤقتا. وهذا عكس ما توصل إليه (Nkengfack, Kaffo Fotio, & Totouom, 2021) حيث وجدوا أن أثر الانفتاح التجاري على انبعاثات الغاز إيجابي ومعنوي في الاجل الطويل في دول

جنوب الصحراء الافريقية أما في الاجل القصير فقد كان أثره سلبي وغير معنوي. فالانفتاح التجاري والتكامل الاقتصادي مع الدول الأخرى قد يسمح بانتقال أساليب أو تقنيات إنتاج صديقة للبيئة كما يسمح بانتقال سلع راس مالية صديقة للبيئة كما إن الانفتاح التجاري قد يشجع المنشآت على رفع كفاءة استهلاك الطاقة لزيادة تنافسيتهم من مما يؤدي إلى استهلاك طاقة أقل ومن انبعاثات غاز أقل. وتوصل (Rahman, Murad, Ahmad, & Wang, 2020) إلى أن الانفتاح التجاري في بنجلاديش أثره سلبي ومعنوي في الاجل الطويل والقصير، مما يعني أن الانفتاح التجاري يؤدي إلى انخفاض في انبعاثات الغاز. أما بالنسبة للصين، في نفس تلك الدراسة، وجد أن الانفتاح التجاري أثره سلبي ومعنوي في الاجل الطويل فقط. وتوصل (Karedla, Mishra, & Patel, 2021) أن الانفتاح التجاري، في الاجلين، له أثر سلبي ومعنوي على انبعاثات الغاز في الهند.

التوصيات:

1. نظرا لان التحضر له تأثير طردي ومعنوي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الاجل الطويل فتوصي الدراسة باتباع سياسة حضرية مستدامة للحد من الأثر الإيجابي للتحضر على انبعاثات الغاز. مثل زيادة المساحات الخضراء من حدائق ومبادرات التشجير لامتصاص انبعاثات الغاز. من الجدير بالذكر أن المملكة أطلقت في أكتوبر 2021 مبادرة السعودية الخضراء وهدفها تقليل انبعاثات الغاز بمقدار 278 مليون طن سنويا بحلول 2030، لتمهيد الطريق للوصول إلى الحياد الصفري سنة 2060، وذلك عن طريق عدة سياسات منها التشجير وتوليد الكهرباء من مصادر متجددة بحلول 2030 والاستثمار في الطاقة الجديدة وتعزيز كفاءة الطاقة.
2. تطوير قطاع مواصلات عامة يعتمد على الطاقة النظيفة لتقليل الاعتماد على السيارات الخاصة.
3. تشجيع وتوطين صناعات السيارات الكهربائية للحد من انبعاثات الغاز الناجمة عن عوادم السيارات التي تعمل بالوقود الاحفوري.
4. تشجيع استخدام مصادر الطاقة النظيفة والمتجددة مثل الطاقة الشمسية للحد من الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية خاصة في المناطق الحضرية.
5. تشجيع الانفتاح التجاري كوسيلة لنقل التكنولوجيا الصديقة للبيئة وتشجيع الاستثمارات النظيفة.
6. توصي الدراسة بإجراء المزيد من الدراسات حول محددات انبعاثات الغاز في المملكة مع إضافة متغيرات أخرى مثل استهلاك الطاقة المتجددة والنظيفة والنمو الاقتصادي والتقدم الفني والتقني وذلك للوقوف بشكل أفضل على مسببات ظاهرة انبعاثات الغاز بشكل أفضل.

الخاتمة:

اهتمت هذه الدراسة بتحليل العلاقة بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والاقتصاد الخفي، مع الاخذ في الاعتبار بعض المتغيرات الأخرى وهي التحضر والانفتاح التجاري. وجاءت بعض النتائج مختلفة عن فرضيات الدراسة.

أشارت النتائج إلى أن الاقتصاد الخفي له أثر سلبي ومعنوي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الاجل القصير وهي نتيجة غير متوقعة؛ إذ تعاكس فرضية هذه الدراسة وتتعارض مع عدد كبير من الدراسات السابقة. وقد يعود ذلك إلى أن المنشأة العاملة في الاقتصاد الخفي تعتمد على عنصر العمل بدرجة أكبر من اعتمادها على عنصر رأس المال مقارنة بنظيراتها في الاقتصاد الرسمي مما يجعل انبعاثاتها من الغاز أقل في الاقتصاد الخفي. لكن هذا الأثر السلبي لم يمتد للأجل الطويل مما يعكس محدودية التأثير طويل الأجل للاقتصاد الخفي على الانبعاثات وجودة البيئة.

كما أشارت النتائج إلى أن التحضر له أثر إيجابي ومعنوي على الانبعاثات في الاجلين القصير والطويل، وهي نتيجة تتفق مع فرضية هذه الدراسة كما تتوافق مع نتائج العديد من الدراسات السابقة. وهذا يعني أن زيادة عدد سكان المناطق الحضرية، وما يصاحبها من زيادة في النشاط الاقتصادي واستهلاك الطاقة وزيادة الاعتماد على وسائل النقل التي تعتمد على الوقود الاحفوري، يسهم في زيادة انبعاثات الغاز. هذه النتيجة تبرز أهمية تبني سياسات للتنمية الحضرية المستدامة للحد من الاثار السلبية المصاحبة للتحضر على البيئة وانبعاثات الغاز.

بالنسبة للانفتاح التجاري، فقد وجدت هذه الدراسة أن له أثر سلبي ومعنوي في الاجل القصير على انبعاثات الغاز، وهي نتيجة مختلفة عن فرضية الدراسة. وهذا يعني أن زيادة الانفتاح التجاري قد تسهم في خفض الانبعاثات في الاجل القصير من خلال انتقال تقنيات جديدة في الإنتاج صديقة للبيئة أو انتقال سلع راس مالية حديثة أكثر كفاءة في استخدام الطاقة مما يقلل من انبعاثات الغاز. إلا أن هذا الأثر كان موجبا، وهي نتيجة تتفق مع فرضية هذه الدراسة، في الاجل الطويل لكن غير معنوي مما يعني أنه لا يوجد دليل إحصائي كافي على أن الانفتاح التجاري سيزيد من الانبعاثات في الاجل الطويل، رغم اتجاه العلاقة نحو الزيادة.

تشير نتائج الدراسة إلى أن تأثير المتغيرات الداخلة في الدراسة على انبعاثات الغاز يختلف بين الاجلين القصير والطويل. وتؤكد هذه النتائج أهمية الاخذ في الاعتبار طبيعة هذه العلاقات عند وضع السياسات الاقتصادية التي تهدف إلى تحقيق التنمية المستدامة والحفاظ على جودة البيئة وخفض الانبعاثات.

المراجع:

Baksi, P., & Bose, S. (2010). Environmental Regulation in the Presence of an Informal Sector. WINNIPEG: THE UNIVERSITY OF WINNIPEG. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/228943921_Environmental_Regulation_in_the_Presence_of_an_Informal_Sector

Blackman, A. (2000). Informal Sector Pollution Control: What Policy Options Do We Have? (Discussion Paper 00–02–REV). Resources for the Future. Washington, DC: Resources for the Future. Retrieved from https://media.rff.org/documents/RFF-DP-00-02-REV.pdf

Chaudhuri, S., & Mukhopadhyay, U. (2006). Pollution and Informal Sector: A Theoretical Analysis. Journal of Economic Integration, 21(2), 363–378. doi:doi.org/10.11130/jei.2006.21.2.363

Chen, H., Hao, Y., Li, J., & Song, X. (2018). The impact of environmental regulation, shadow economy, and corruption on environmental quality: Theory and empirical evidence from China. Journal of Cleaner Production, 195, 200-214. doi:10.1016/j.jclepro.2018.05.206

Denchak, M. (2019, July 16). Greenhouse Effect 101. Retrieved from Natural Resources Defense Council, NRDC.: https://www.nrdc.org/stories/greenhouse-effect-101#gases

Elgin, C., & Mazhar, U. (2012). Environmental Regulation, Pollution and the Informal Economy. Bogazici University. Istanbul, Turkey: Bogazici University. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/254395707_Environmental_Regulation_Pollution_and_the_Informal_Economy

Elgin, C., & Oztunali, O. (2014). Pollution and informal economy. Economic Systems, 38(3), 333-349. doi:10.1016/ecosys.2013.11.002

Elgin, C., Kose, M., Ohnsorge, F., & Yu, S. (2021). Understanding Informality. Social Science Research Network. (No. 3914265). Rochester, NY: Social Science Research Network, SSRN. Retrieved from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3914265

Ernst & Young. (2025). Shadow economy exposed: Estimates for the world and policy paths. EY. London: EY. Retrieved from https://www.ey.com/content/dam/ey-unified-site/ey-com/en-gl/insights/tax/documents/ey-gl-shadow-economy-report-02-2025.pdf

Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement (NBER Working Paper No. 3914). National Bureau of Economic Research. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. Retrieved from https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3914/w3914.pdf

International Labour Organization. (2018). Women and Men in the Informal Economy: A Statistical Picture. Geneva: International Labour Office. Retrieved from https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-04/Women_men_informal_economy_statistical_picture.pdf

Karedla, K., Mishra, R., & Patel, N. (2021). The impact of economic growth, trade openness and manufacturing on CO2 emissions in India: an autoregressive distributive lag (ARDL) bounds test approach. Journal of Economics, Finance and Administrative Science, 376-389. doi:10.1108/JEFAS-05-2021-0057

Kaufmann, D., & Kalibreda, A. (1996). Integrating the Unofficial Economy into the Dynamics of Post-Socialist Economies: A Framework of Analysis and Evidence (World Bank Policy Research Working Paper No. 1691). Washington, DC: World Bank. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/23548824_Integrating_the_Unofficial_Economy_into_the_Dynamics_of_Post-Socialist_Economies_A_Framework_of_Analysis_and_Evidence

Medina, L., & Schneider, F. (2018). Shadow Economies Around the World: What Did We Learn Over the Last 20 Years? (IMF Working Paper No. WP/18/17). Washington, D.C.: International Monetary Fund. Retrieved from https://www.elibrary.imf.org/view/journals/001/2018/017/001.2018.issue-017-en.xml

Nkengfack, H., Kaffo Fotio, H., & Totouom, A. (2021, August 2020). How Does the Shadow Economy Affect Environmental Quality in Sub-Saharan Africa? Evidence from Heterogeneous Panel Estimations. Journal of the Knowledge Economy, 12, 1635–1651. doi:10.1007/s13132-020-00685-7

Rahman, A., Murad, S., Ahmad, F., & Wang, X. (2020, February). Evaluating the EKC Hypothesis for the BCIM-EC Member Countries under the Belt and Road Initiative. Sustainability, 12, 1478. doi:10.3390/su12041478

Schneider, F. (2022). New COVID-related results for estimating the shadow economy in the global economy in 2021 and 2022. International Economics and Economic Policy, 19, 299–313. doi:10.1007/s10368-022-00537-6

Schneider, F., Buehn, A., & Montenegro, C. (2010). Shadow Economies All over the World: New Estimates for 162 Countries from 1999 to 2007 (Policy Research Working Paper No. WPS5356). Washington, D.C.: The World Bank. Retrieved from https://documents1.worldbank.org/curated/en/311991468037132740/pdf/WPS5356.pdf

Smith, P. (1994). Assessing the Size of the Underground Economy: The Statistics Canada Perspective. Catalogue no. 13-604-MIB - No. 28. Ottawa: Statistics Canada. Retrieved from https://statcan.gc.ca

Tanzi, V. (1980, December). The Underground Economy in the United States: Estimates and Implications. Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review(135). Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Vito-Tanzi/publication/251901703_The_Shadow_Economy_Its_Causes_and_Its_Consequences/links/0a85e53ca6b6bbd5dd000000/The-Shadow-Economy-Its-Causes-and-Its-Consequences.pdf?origin=publication_detail&_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7Im

United States Department of Energy. (2022). CARBON DIOXIDE 101. Retrieved from National Energy Technology Laboratory: https://netl.doe.gov/coal/carbon-storage/faqs/carbon-dioxide-101#:~:text=NATURAL%20CO2%20SOURCES&text=Oceans%20provide%20the%20greatest%20annual,and%20emissions%20from%20volcanic%20eruptions.

United States Environmental Protection Agency. (2022, February 25). Global Greenhouse Gas Emissions Data. Retrieved from EPA: https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data

Zhang, Y.-J., Yi, W.-C., & Li, B.-W. (2015). The impact of urbanization on carbon emission: empirical evidence in Beijing. Energy Procedia, 75, 2963–2968. doi:10.1016/j.egypro.2015.07.601

Zhou, Z. (2019). The Underground Economy and Carbon Dioxide (CO2) Emissions in China. Sustainability, 11, 2802. doi:10.3390/su11102802

حقوق الطبع والنشر © 2026 محفوظة لـ: المجلة العربية للنشر العلمي(AJSP)